

Schattenwurfprognose für
eine Windenergieanlage
am Standort
Stockem-Lentzweiler
(Luxembourg)

Datum: 14.06.2022

Bericht Nr. 15-1-3099-003-SB

Auftraggeber:

Haardwand S.à r.l.

10 Am Eck | L-9770 Rumelange

Auftragsnummer: 352002714

Bearbeiter:

Ramboll Deutschland GmbH

Dipl.-Geogr. Marc Brüning

Elisabeth-Consbruch-Straße 3

DE-34131 Kassel

Tel +49 561 288 573-0


Die vorliegende Schattenwurfprognose für den Standort Stockem-Lentzweiler (Luxembourg) wurde der Ramboll Deutschland GmbH im Februar 2022 von der Firma Haardwand S.à r.l. in Auftrag gegeben. Die Ramboll Deutschland GmbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 u. a. für die Erstellung von Schattenwurfprognosen akkreditiert. Die firmenintern verwendeten Berechnungsverfahren gemäß den zuvor genannten Anforderungen sind in der Ramboll-Qualitätsmanagement Prozessbeschreibung „Schatten“ festgelegt und dokumentiert.


Die Ergebnisse basieren auf Berechnungen nach den Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [1] sowie den vom Auftraggeber und dem WEA-Hersteller gestellten Standort- und Anlagendaten. Die Berechnungen wurden mit dem Softwareprogramm WindPRO (Modul SHADOW) von EMD International A/S [2] durchgeführt.

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

	Nr.	Datum	Bearbeiter	Beschreibung
Gutachten	003	14.06.2022	M. Brüning	Planung einer WEA des Typs Enercon E-115 EP3 E3

Kassel, 14.06.2022



Dipl.-Geogr. Marc Brüning
(Bearbeiter)

Dipl.-Ing. (FH) Timo Mertens
(Prüfer)

Inhalt:

1	Zusammenfassung	4
2	Standort- und WEA-Daten	5
	2.1 Aufgabenstellung	5
	2.2 Immissionsorte	6
	2.3 Immissionsrichtwerte	11
	2.4 Windenergieanlagen	11
3	Schattenwurfberechnungen	12
	3.1 Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer	12
	3.2 Meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer	13
4	Bewertung der Ergebnisse	15
	4.1 Beurteilung der Berechnungen	15
	4.2 Hinweise zur Abschaltautomatik	15
	4.3 Genauigkeit der Prognose	16
5	Quellenverzeichnis	17
6	Anhang	18

1 Zusammenfassung

Am Windparkstandort Stockem-Lentzweiler wurden für zwölf Immissionsorte (IO) die Beschattungsdauern durch eine neu geplante Windenergieanlage (WEA) des Typs Enercon E-115 EP3 E3 mit 149 m Nabenhöhe sowie drei Vorbelastungs-WEA entsprechend den WKA-Schattenwurfhinweisen [1] berechnet. Den Berechnungen wurde ein Worst-Case-Szenario zugrunde gelegt. Die Immissionsrichtwerte betragen dabei maximal 30 Stunden im Jahr und maximal 30 Minuten am Tag.

IO D1 bis D5, S1 bis S4 und W1: An diesen Immissionsorten werden alle Richtwerte eingehalten.

IO L1 und S5: An diesen Immissionsorten werden die Richtwerte ohne schattenwurfbegrenzende Maßnahmen durch den Einfluss der Zusatzbelastung überschritten. Die Überschreitung beträgt maximal 10 Std./Jahr bzw. 7 Min/Tag.

Aufgrund der berechneten Überschreitungen empfehlen wir die Abschaltung der neu geplanten WEA 1 über eine Abschaltautomatik zu steuern (siehe tabellarische und grafische Schattenwurfkalender im Anhang).

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

2 Standort- und WEA-Daten

2.1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant am Standort Stockem-Lentzweiler zwischen den Orten Stockem im Nordosten, Deiffelt und Doennange im Südosten, Lullange im Süden und Wincrange im Südwesten eine Windenergieanlage (WEA) des Typs Enercon E-115 EP3 E3 mit 149 m Nabenhöhe zu errichten (siehe Tabelle 1). Im Zuge der Planung sollen zwei bestehende WEA des Typs Enercon E-40/6.44 zurückgebaut werden (vgl. Abbildung 1).

Tabelle 1: Kenndaten der geplanten WEA

WEA	WEA Hersteller / Typ	Nabenhöhe	Ost	Nord
		[m]	[TM-LUREF]	
R1/3	Enercon E-115 EP3 E3	149	63.842	126.138

Nordwestlich des Standorts existiert bereits eine weitere WEA und östlich des Standorts bestehen zwei weitere WEA. Diese werden im folgenden Text als „Vorbelastung“ oder „VB“ bezeichnet.

Es sollen die Immissionen durch periodischen Schattenwurf der Windenergieanlagen nach den Grundlagen der WKA-Schattenwurfhinweise [1] 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 10.03.2022 erhobenen Daten über relevante Immissionsorte und deren Umgebung. Das Höhenrelief basiert auf dem DGM 5 Luxembourg. Die Berechnung wurde mit der Software windPRO, Modul SHADOW [2] durchgeführt. Grundlagen zur Berechnung finden sich im Anhang.

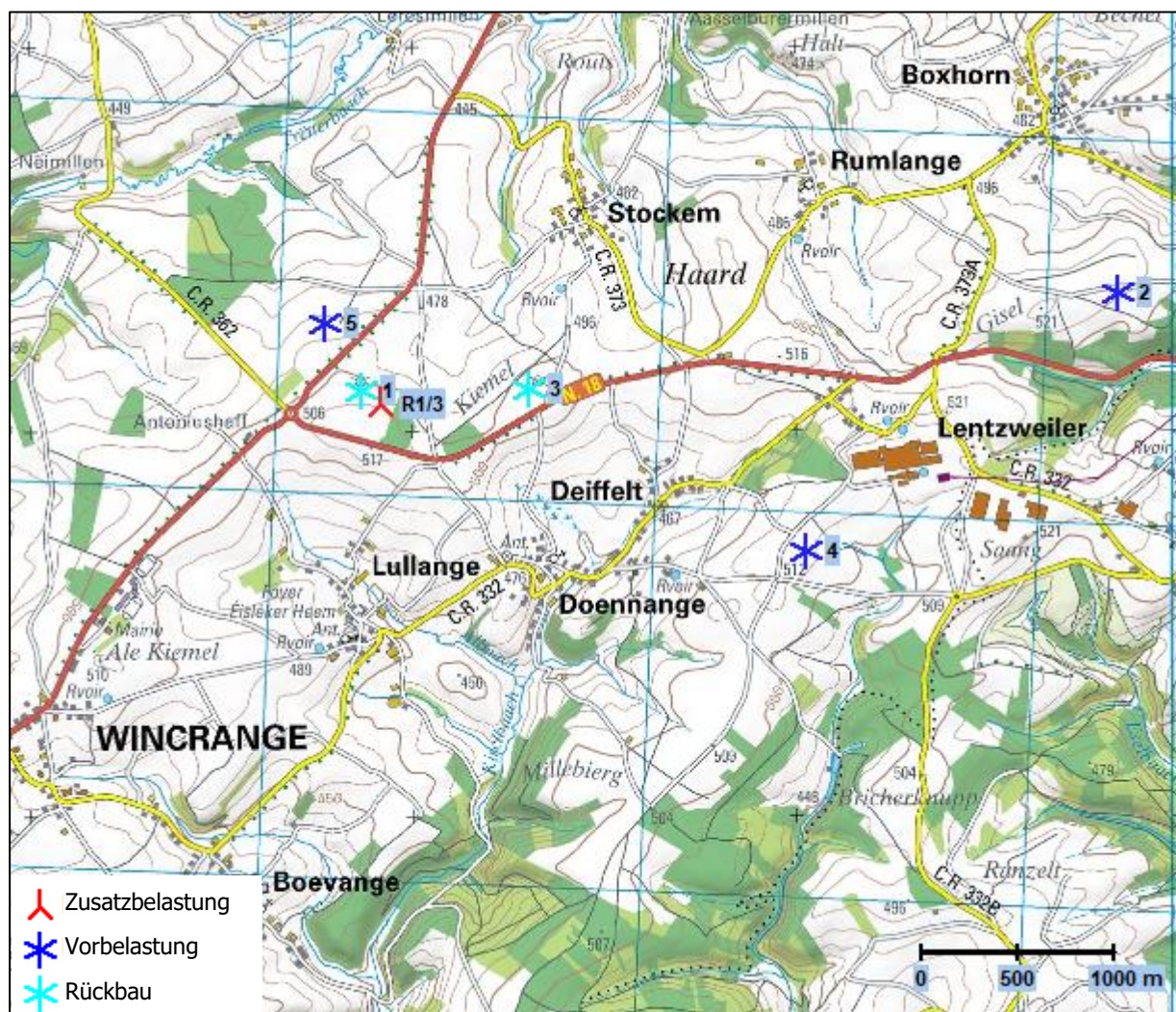


Abbildung 1: Übersichtskarte

2.2 Immissionsorte

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

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

Die Grenzen des Beschattungsbereichs nach dem 20%-Kriterium der WKA Schattenwurfhinweise [1] der geplanten WEA (Zusatzbelastung, „ZB“) sind auf der Karte in Abbildung 2 als rote Linie dargestellt.

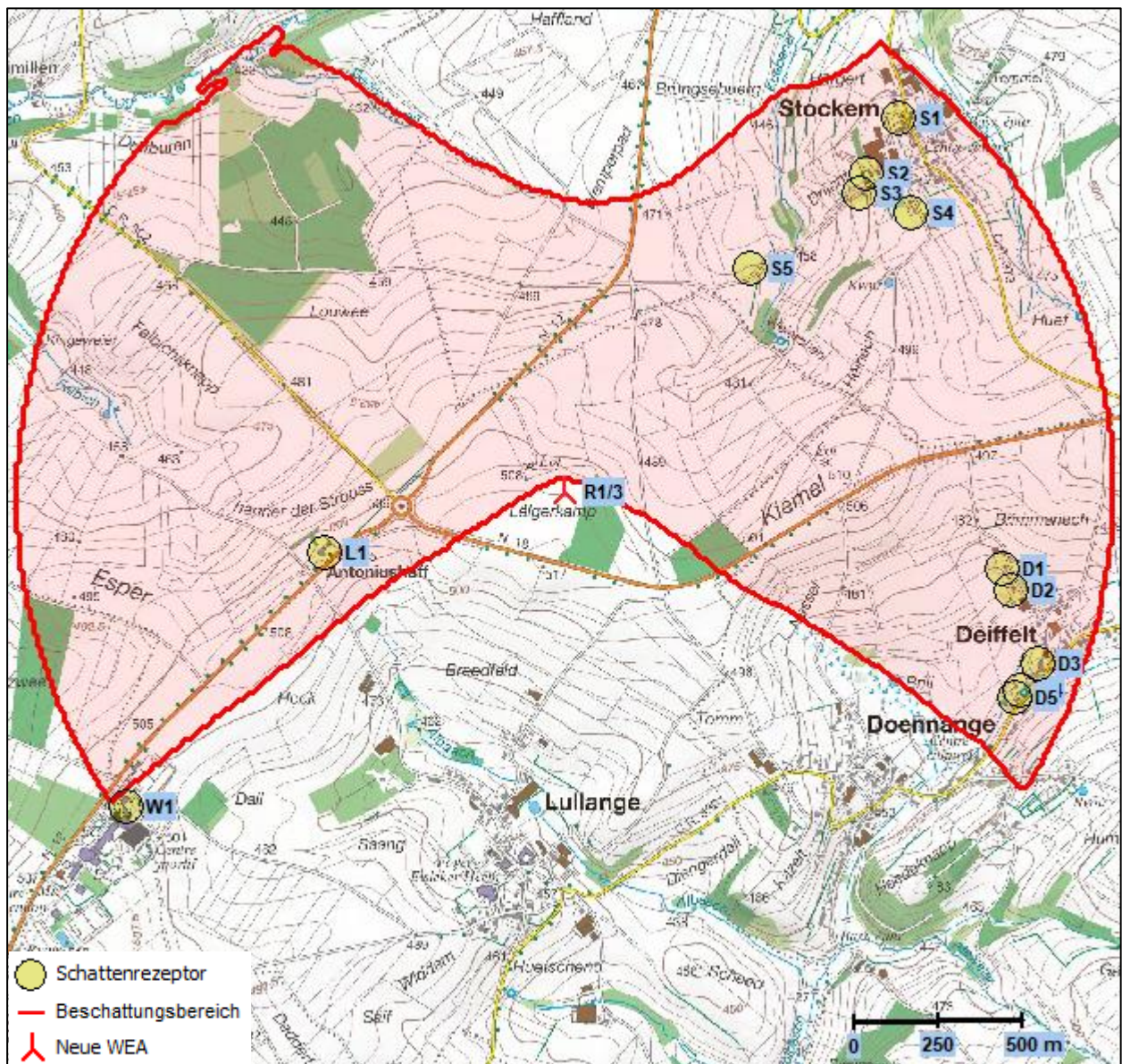


Abbildung 2: Beschattungsbereich der Zusatzbelastung

Nach diesen Kriterien wurden exemplarisch ausgewählte Häuser als relevante Immissionsorte gewählt. Bei der Standortbesichtigung am 10.03.2022 wurden diese Immissionsorte in Augenschein genommen und dokumentiert.

Die Immissionsorte werden entsprechend den WKA-Schattenwurfhinweisen [1] im Modell als punktförmige Schatten-Rezeptoren (0,1 m x 0,1 m, horizontale Ausrichtung, 2 m ü. Gr.) nachgebildet, welche Schatten aus allen Richtungen empfangen (Gewächshaus-Modus). Die Lage der Rezeptoren ist in den folgenden Abbildungen eingezeichnet.

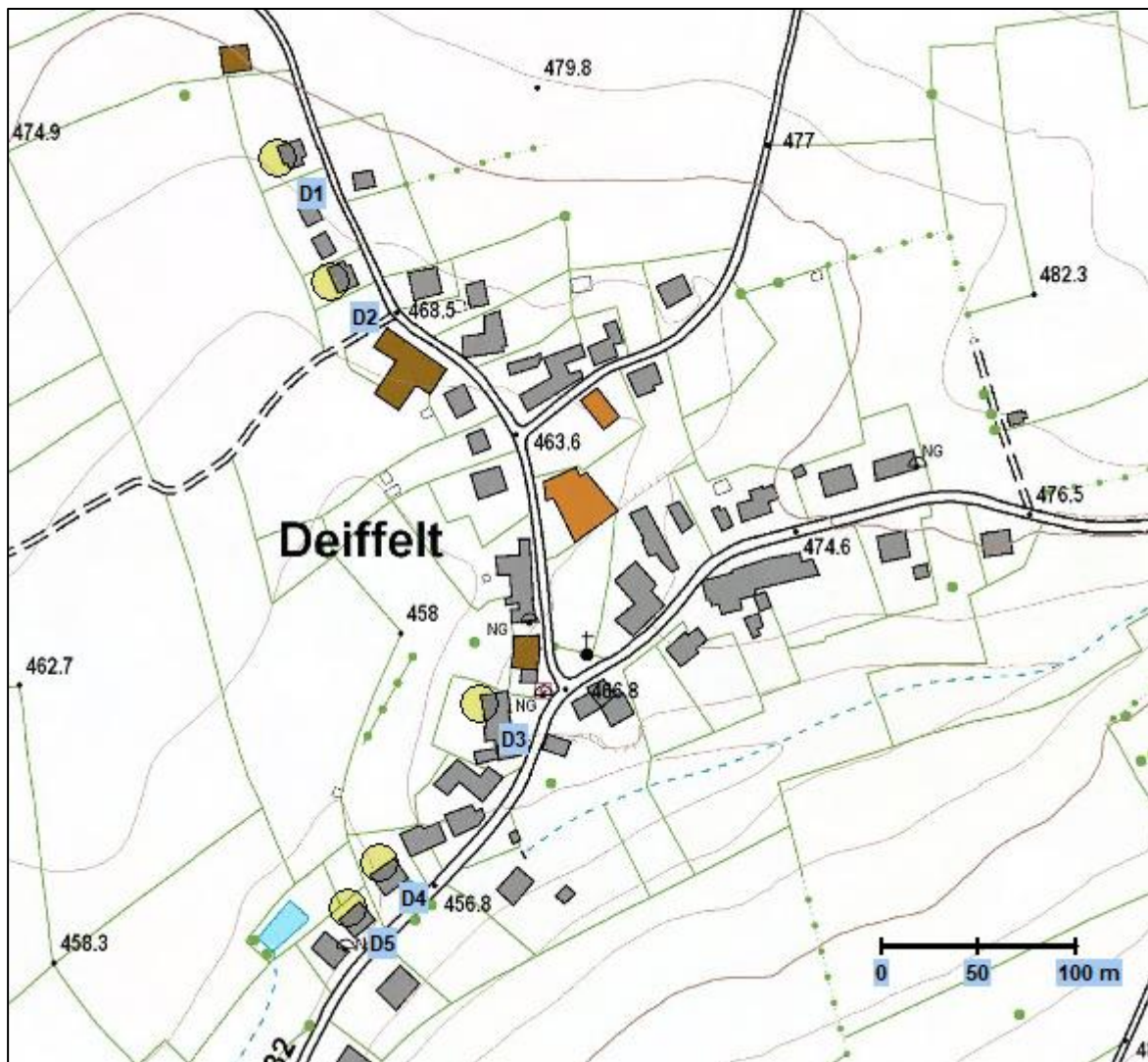


Abbildung 3: Lage der Immissionsorte D1 bis D5 in Deiffelt



Abbildung 4: Lage des Immissionsorts L1 - Antoniushaff

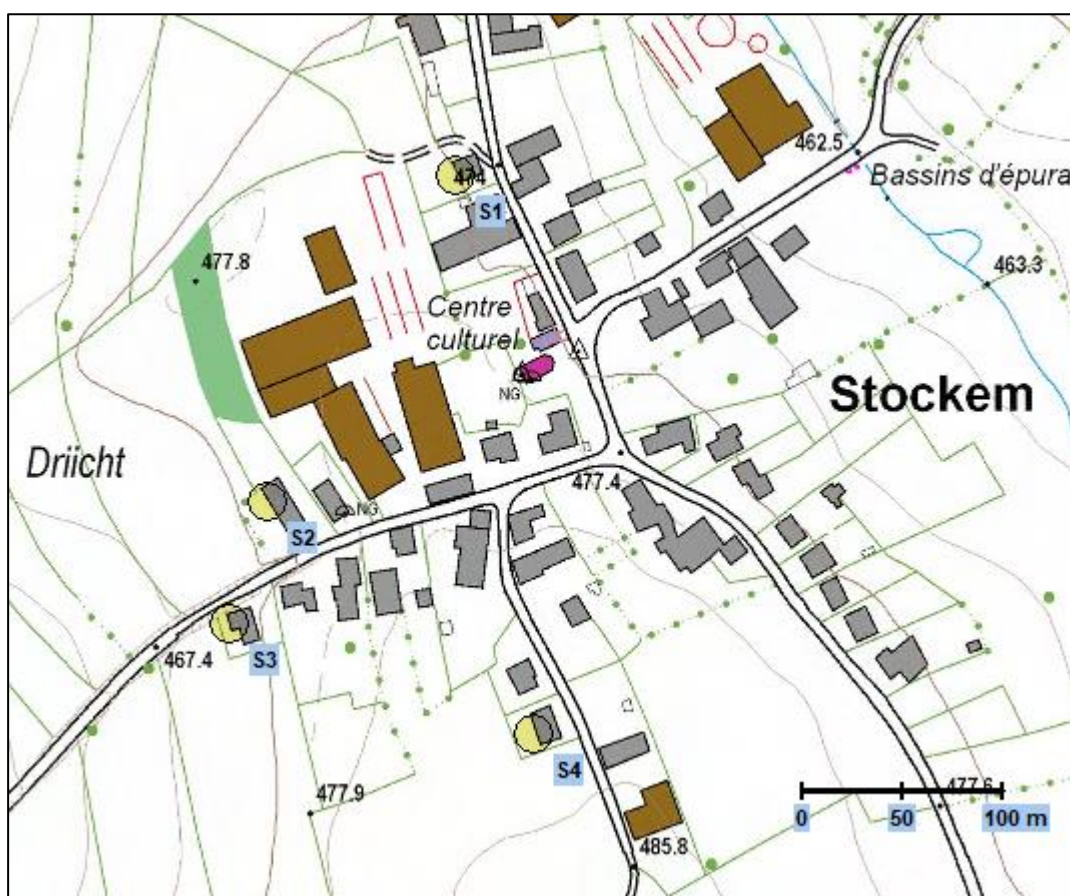


Abbildung 5: Lage der Immissionsorte S1 bis S4 in Stockem

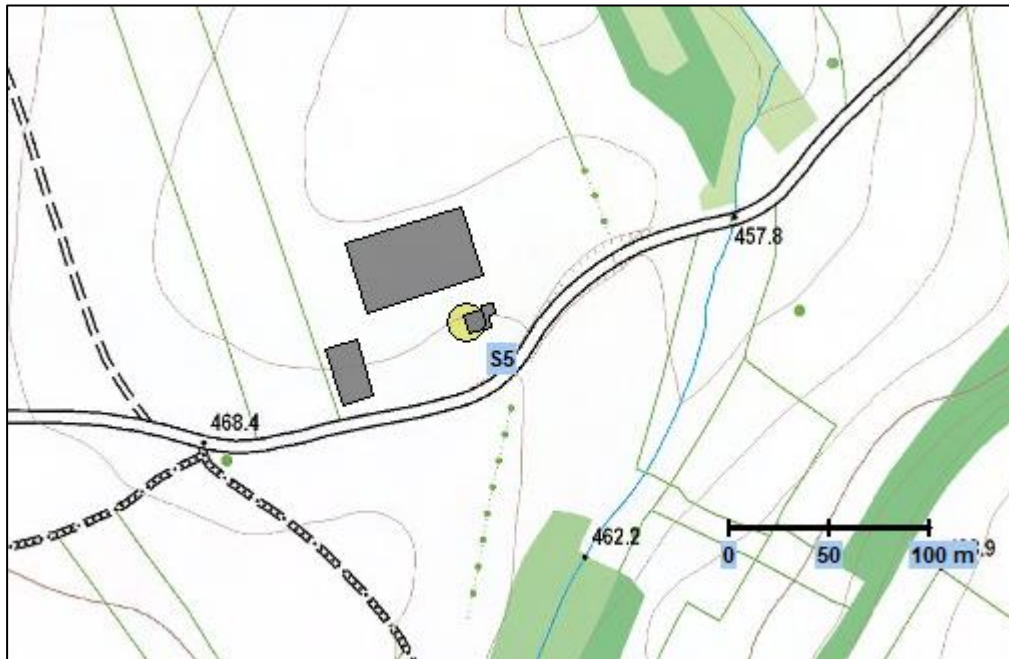


Abbildung 6: Lage des Immissionsorts S5 südwestlich von Stockem

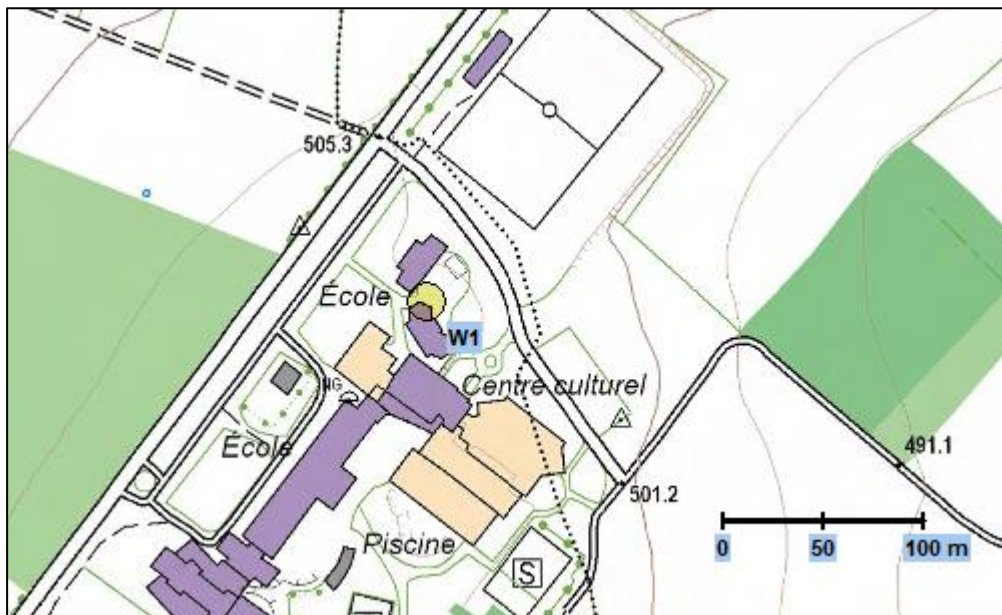


Abbildung 7: Lage des Immissionsorts W1 in Wincrange

2.3 Immissionsrichtwerte

Für die Beurteilung der Erheblichkeit der Belästigung durch Schattenwurf [4] [5] wurden in den WKA-Schattenwurfinweisen [1] folgende Immissionsrichtwerte festgelegt:

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

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

Reale jährliche Beschattungsdauer:

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

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

2.4 Windenergieanlagen

Der Antragsteller plant am Standort Stockem-Lentzweiler die Errichtung einer Windenergieanlage. Weitere drei Vorbelastungs-WEA sind zu berücksichtigen. Die wesentlichen Kenndaten der Vorbelastung und des neu geplanten WEA-Typs sind Tabelle 2 zu entnehmen. Der Beschattungsbereich wurde nach dem 20%-Kriterium [1] [6] aus den Rotorblattdaten und der Nabenhöhe ermittelt.

Tabelle 2: Kenndaten Zusatz- und relevante Vorbelastungs-WEA

Nr.	WEA Typ	NH	RD	max. BT	min. BT (0,9*RR)	Ø BT	BB	Art
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
R1/3	Enercon E-115 EP3 E3	149,0	115,7	3,60	1,17	2,39	1.618	ZB
2	Enercon E-53	73,3	53,0	2,18	0,75	1,47	996	VB
4	Enercon E-53	73,3	53,0	2,18	0,75	1,47	996	VB
5	Enercon E-115 TES	149,0	115,7	4,53	1,55	3,04	2.066	VB

NH: Nabenhöhe, RD: Rotordurchmesser, BT: Blatttiefe, RR: Rotorradius, BB: Beschattungsbereich, ZB: Zusatzbelastung, VB: Vorbelastung.

3 Schattenwurfberechnungen

3.1 Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer

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

Es wurden folgende Berechnungen durchgeführt:

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

Die Ergebnisse der Berechnungen können der Tabelle 3 entnommen werden. Die fett hervorgehobenen Werte überschreiten die Immissionsrichtwerte nach den WKA-Schattenwurfhinweisen [1]. Die Beschattungszeiten im Tages- und Jahresverlauf können den tabellarischen und grafischen Kalendern in Anhang entnommen werden.

Tabelle 3: Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauern pro Jahr

IO	Name	Astron. max. mögl. Beschattungsdauer					
		Std. / Jahr			Std. / Tag		
		VB	ZB	GB	VB	ZB	GB
D1	Deiffelt - 37, Stackemer Pad	6:35	8:05	14:40	0:17	0:21	0:21
D2	Deiffelt - 29, Stackemer Pad	6:50	8:04	14:54	0:16	0:20	0:20
D3	Deiffelt - 38, Hauptstrooss	14:42	8:51	23:33	0:15	0:19	0:19
D4	Deiffelt - 50, Hauptstrooss	11:02	13:45	24:47	0:15	0:20	0:24
D5	Deiffelt - 52, Hauptstrooss	8:23	17:49	26:12	0:13	0:20	0:26
L1	Lullange - 1, Antoniushaff	0:00	37:02	37:02	0:00	0:37	0:37
S1	Stockem - 20, Duärrefstrooss	6:29	16:33	23:02	0:19	0:20	0:20
S2	Stockem - 16, An der Driicht	7:23	16:21	23:44	0:20	0:22	0:22
S3	Stockem - 21, An der Driicht	7:45	14:08	21:53	0:21	0:23	0:23

IO	Name	Astron. max. mögl. Beschattungsdauer					
		Std. / Jahr			Std. / Tag		
		VB	ZB	GB	VB	ZB	GB
S4	Stockem - 16, Diänjer Wee	6:11	9:52	16:03	0:19	0:21	0:21
S5	Stockem - 1, Am Wämper Pad	14:34	25:12	39:46	0:30	0:32	0:32
W1	Winorange - 7, Hauptstrooss	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00

3.2 Meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer

Die jährlich im Mittel auftretende, meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer ist für die Genehmigung eines Vorhabens zunächst nicht relevant, sie kann jedoch den Behördenvertretern, Anlagenplanern und Betroffenen einen Eindruck über die tatsächliche, durchschnittlich zu erwartende Belastung geben. Zudem enthält sie Hinweise auf mögliche Abschalthäufigkeiten, da i. d. R. die Begrenzung auf die reale Beschattungsdauer von acht Stunden pro Jahr (nach [1], [7]) steuerungstechnisch umgesetzt wird. Sie berücksichtigt statistische Daten zu

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

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

Tabelle 4: Meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauern pro Jahr

IO	Adresse	Beschattungsdauern meteorologisch wahrscheinlich [Std./Jahr]		
		VB	ZB	GB
D1	Deiffelt - 37, Stackemer Pad	1:39	2:03	3:43
D2	Deiffelt - 29, Stackemer Pad	1:42	2:03	3:45
D3	Deiffelt - 38, Hauptstrooss	3:08	2:13	5:21
D4	Deiffelt - 50, Hauptstrooss	2:16	3:18	5:34
D5	Deiffelt - 52, Hauptstrooss	1:42	4:03	5:46
L1	Lullange - 1, Antoniusshaff	0:00	10:31	10:31
S1	Stockem - 20, Duärrefstrooss	1:23	1:54	3:16
S2	Stockem - 16, An der Driicht	1:34	2:12	3:45
S3	Stockem - 21, An der Driicht	1:36	2:04	3:40
S4	Stockem - 16, Diänjer Wee	1:14	1:41	2:55
S5	Stockem - 1, Am Wämper Pad	3:12	3:58	7:10
W1	Wincrange - 7, Hauptstrooss	0:00	0:00	0:00

4 Bewertung der Ergebnisse

4.1 Beurteilung der Berechnungen

Am Windparkstandort Stockem-Lentzweiler wurden für zwölf Immissionsorte die Beschattungsdauern durch eine neu geplante WEA sowie drei Vorbelastungs-WEA entsprechend den WKA-Schattenwurfhinweisen [1] berechnet. Die Immissionsrichtwerte der Beschattungsdauern betragen maximal 30 Stunden im Jahr und maximal 30 Minuten am Tag.

IO D1 bis D5, S1 bis S4 und W1: An diesen Immissionsorten werden alle Richtwerte eingehalten.

IO L1 und S5: An diesen Immissionsorten werden die Richtwerte ohne schattenwurfbegrenzende Maßnahmen durch den Einfluss der Zusatzbelastung überschritten. Die Überschreitung beträgt maximal 10 Std./Jahr bzw. 7 Min/Tag.

Aufgrund der berechneten Überschreitungen empfehlen wir die Abschaltung der neu geplanten WEA R1/3 über eine Abschaltautomatik zu steuern (siehe tabellarische und grafische Schattenwurfkalender im Anhang).

4.2 Hinweise zur Abschaltautomatik

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

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

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

4.3 Genauigkeit der Prognose

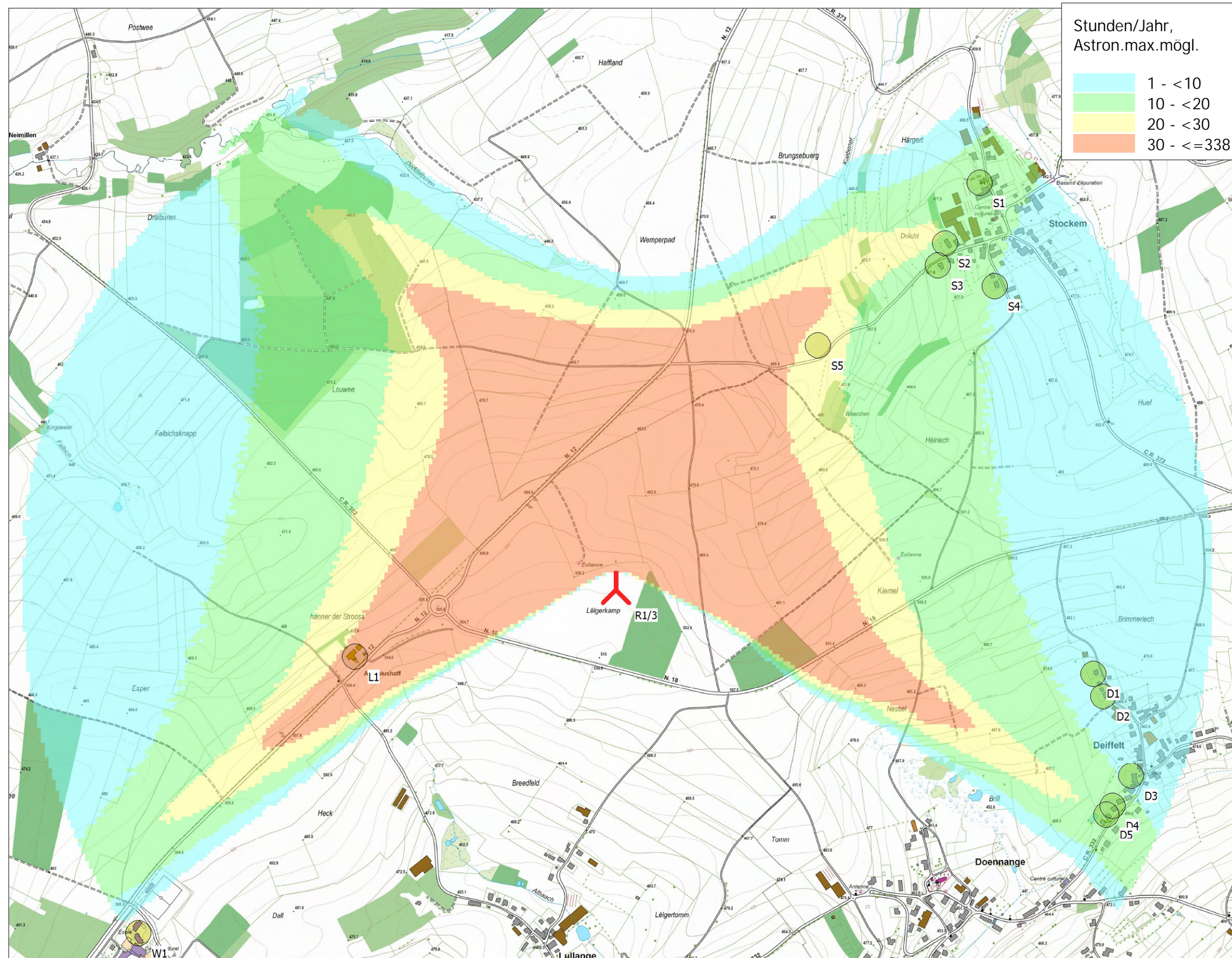
Den Berechnungen nach den Vorgaben der WKA-Schattenwurfhinweise [1] wird ein Worst-Case-Szenario zugrunde gelegt. In diesem Sinne werden die astronomisch maximal mögliche Beschattung zur Beurteilung herangezogen sowie keine lichtundurchlässigen Hindernisse, die den periodischen Schattenwurf von WEA begrenzen, berücksichtigt. Als Basis für die Bestimmung der Position der Immissionsorte dient Kartenmaterial, das auf den Gebäudeumringen des amtlichen Liegenschaftskataster basiert. Das zugrunde gelegte Höhenmodell entspricht dem DGM 5. Damit ist eine Grundgenauigkeit der in eine Prognose eingehenden geometrischen Parameter von mindestens $\pm 5 \text{ m}$ gewährleistet. Die Schattenwurfzeiten werden mit einer Genauigkeit von 1 min pro Tag ausgewiesen. Insgesamt wird damit der geforderten Grundgenauigkeit der in eine Prognose eingehenden geometrischen Parameter (vgl. WKA-Schattenwurfhinweise [1]) entsprochen. Basierend auf der Grundgenauigkeit der Eingangsdaten kann die Unsicherheit bei der Berechnung der Beschattungszeiten mit durchschnittlich $\pm 1 \%$ angegeben werden [8].

5 Quellenverzeichnis

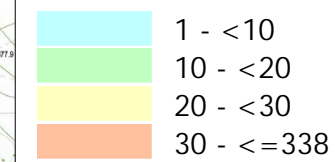
- [1] LAI, Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen Aktualisierung 2019 (WKA-Schattenwurfhinweise), Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI), 23.01.2020.
- [2] EMD, Software WindPRO, Modul SHADOW, 9220 Aalborg (DK): EMD International A/S, jeweils aktuellste Version.
- [3] SUA, Ergebnisprotokoll des 3. Fachgesprächs vom 19.11.1999 über Umwelteinwirkungen von Windenergieanlagen, Schleswig: Staatliches Umweltamt Schleswig, 1999.
- [4] F. J.Pohl, Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen, Feldstudie, Kiel: Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 31.07.1999 .
- [5] F. J.Pohl, Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen, Laborpilotstudie, Kiel: Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität, 15.05.2000 .
- [6] Freud, Die Reichweite des Schattenwurfs von Windkraftanlagen, H. D. Freud, Umweltforschungsbank UFORDAT, Juni 1999.
- [7] Freund, Effektive Einwirkzeit T_w des Schattenwurfs bei $T_{max} = 30$ h/Jahr, Kiel: H. D. Freud, Institut für Physik und Allgemeine Elektrotechnik, Fachhochschule Kiel, 24.01.2001.
- [8] Ramboll, Interne Analyse zur Sensitivität der Berechnungsergebnisse bezüglich der Genauigkeit der Positionsdaten, 2021-11.

6 Anhang

- Schattenkarten für den Windparkstandort Stockem-Lentzweiler (Zusatz- und Gesamtbelastung)
 - Stunden pro Jahr (maximal)
 - Minuten pro Tag (maximal)
- Berechnungsergebnisse der Beschattungsdauern an den Immissionsorten
 - Vor- und Zusatzbelastung:
 - Hauptergebnis
 - Gesamtbelastung:
 - Hauptergebnis
 - tabellarische Kalender
 - grafische Kalender
- Akkreditierung
- Theoretische Grundlagen



Stunden/Jahr,
Astron.max.mögl.



Projekt:
15-1-3099-002
Nordwand

23, Ierwescht Duerf
9747 Enscherange

Beschreibung:
WEA Stockem-Lentzweiler, Luxembourg

**SHADOW -
Karte**
Berechnung:
Zusatzbelastung

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

Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com

Berechnet:
14.06.2022 12:44/3.5.584

RAMBOLL

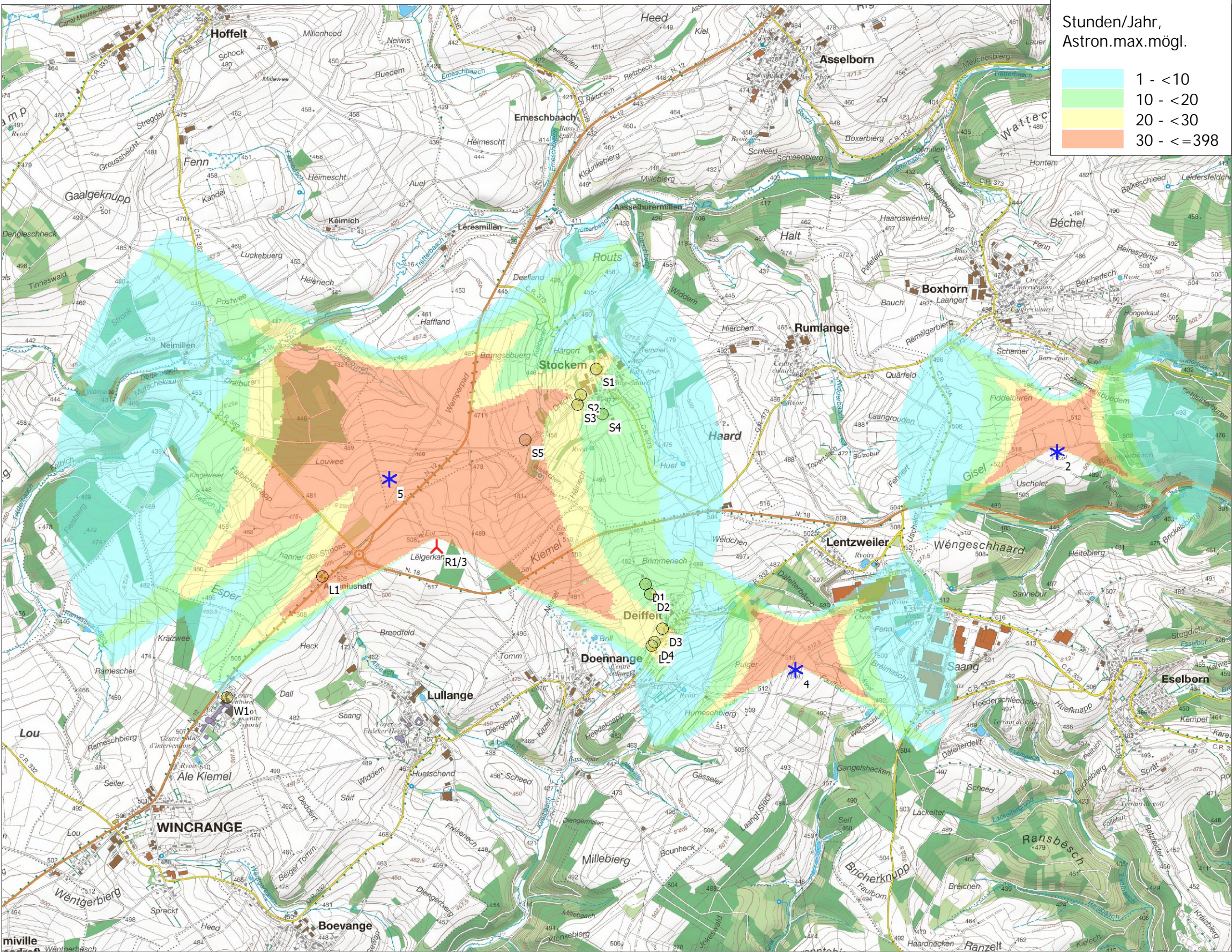
Neue WEA

Schattenrezeptor

Karte: LUX , Maßstab 1:11.000, Mitte: Luxemburgian TM-LUREF (LU) Ost: 63.810,00 Nord: 126.360,00

Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: DGM5.wpg (34)

Seite 20 von 52



Projekt:
15-1-3099-002
Nordwand

23, Ierwescht Duerf
9747 Enscherange

Beschreibung:
WEA Stockem-Lentzweiler, Luxembourg

SHADOW - Karte

Berechnung:
Gesamtbelastung

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

Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
14.06.2022 12:56/3.5.584

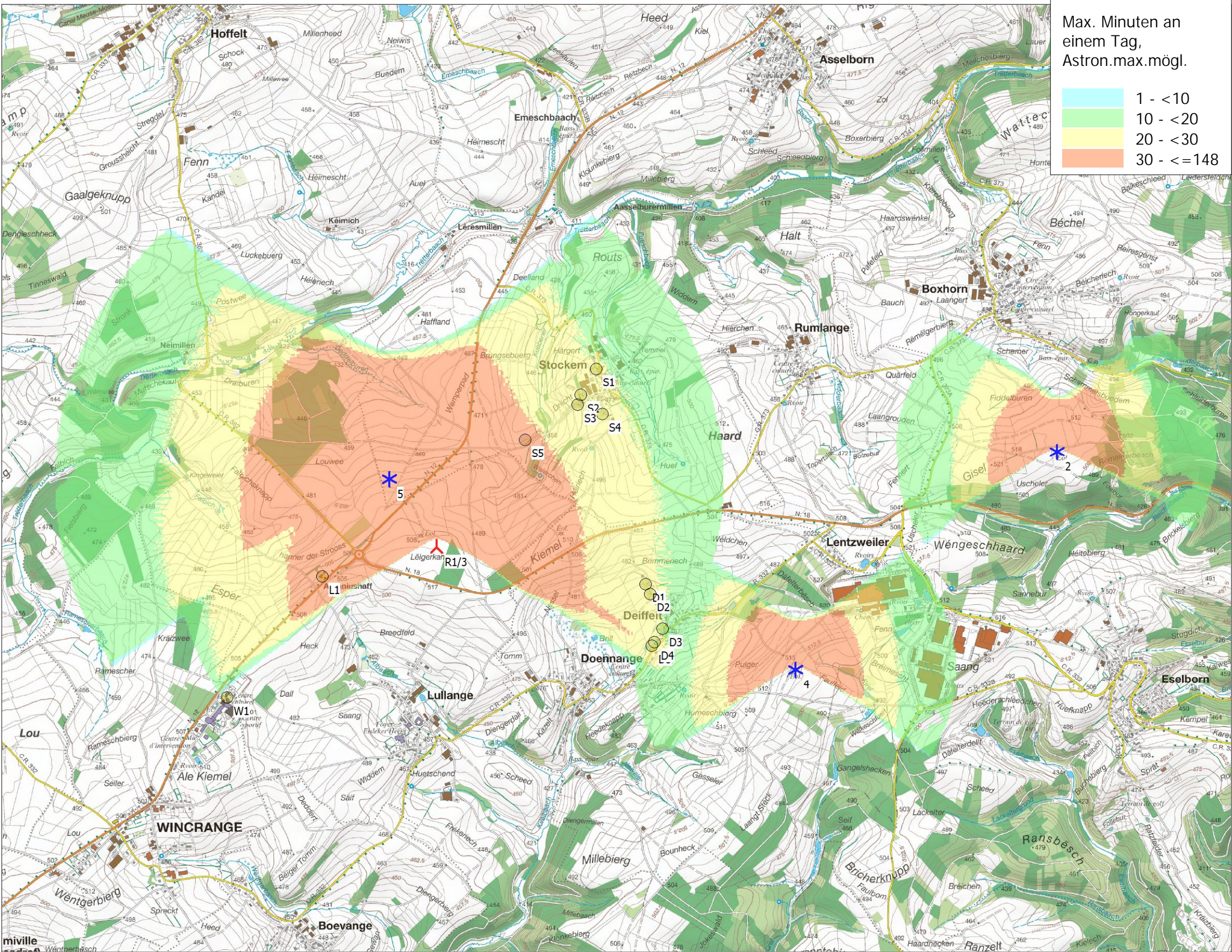
RAMBOLL

Neue WEA

Existierende WEA

Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: DGM5.wpg (34)



Projekt:
15-1-3099-002
Nordwand

23, Ierwescht Duerf
9747 Enscherange

Beschreibung:
WEA Stockem-Lentzweiler, Luxembourg

SHADOW - Karte

Berechnung:
Gesamtbelastung

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

Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:
14.06.2022 12:56/3.5.584

RAMBOLL

Neue WEA

Existierende WEA

Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: DGM5.wpg (34)

Projekt:

15-1-3099-002
Nordwand

Beschreibung:

WEA Stockem-Lentzweiler, Luxembourg

Lizenzierter Anwender:

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

RAMBOLL

23, Ierwescht Duerf
9747 Enscherange

Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com

Berechnet:

14.06.2022 12:36/3.5.584

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung

Annahmen für Schattenwurfberechnung

Beschattungsbereich der WEA

Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt

Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont

3 °

Tage zwischen Berechnungen

1 Tag(e)

Berechnungszeitsprung

1 Minuten

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [ST-HUBERT]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,58	3,05	3,17	4,85	6,15	5,19	6,45	6,12	4,77	3,14	2,23	1,13

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
265	349	533	757	676	526	657	1.040	1.471	1.234	760	428	8.696

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

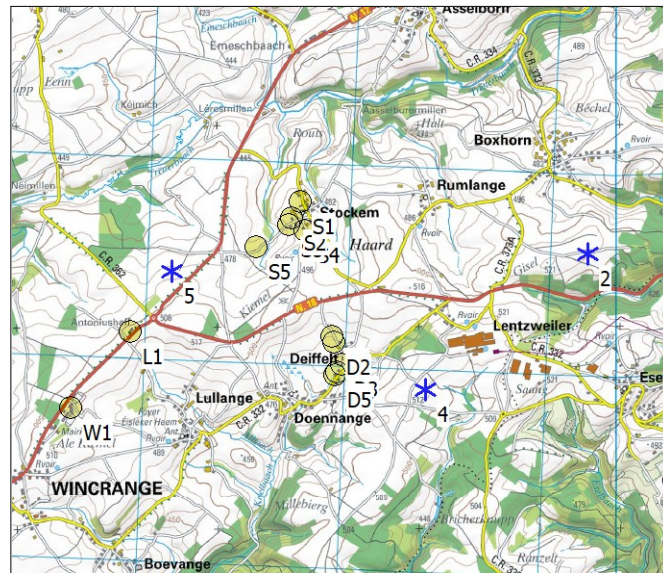
Verwendete Höhenlinien: Höhenraster-Objekt: DGM5.wpg (34)

Hindernisse in Berechnung nicht verwendet

Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:

Luxemburgian TM-LUREF (LU)



Maßstab 1:75.000

* Existierende WEA

● Schattenrezeptor

WEA

X	Y	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
				Ak-tu-ell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
		[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
2	67.686,14	126.716,08	510,9 ENERCON E-53 800 53.0 !-! N...Ja	ENERCON	E-53-800		800	53,0	73,3	996	29,0
4	66.061,99	125.375,14	511,2 ENERCON E-53 800 53.0 !-! N...Ja	ENERCON	E-53-800		800	53,0	73,3	996	29,0
5	63.548,27	126.558,80	484,2 ENERCON E-115 TES 3000 11...Ja	ENERCON	E-115 TES-3.000		3.000	115,7	149,0	2.066	12,8

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	X	Y	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
D1	Deiffelt - 37, Stackemer Pad	65.137,46	125.906,24	470,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D2	Deiffelt - 29, Stackemer Pad	65.163,81	125.843,65	467,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D3	Deiffelt - 38, Hauptstrooss	65.239,87	125.628,14	464,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D4	Deiffelt - 50, Hauptstrooss	65.188,50	125.546,63	455,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D5	Deiffelt - 52, Hauptstrooss	65.172,48	125.524,03	454,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L1	Lullange - 1, Antoniushaff	63.132,59	125.957,38	504,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S1	Stockem - 20, Duärrfestrooss	64.833,34	127.236,09	475,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S2	Stockem - 16, An der Driicht	64.738,51	127.072,29	475,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S3	Stockem - 21, An der Driicht	64.718,67	127.012,13	472,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S4	Stockem - 16, Dänjer Wee	64.872,16	126.955,69	483,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S5	Stockem - 1, Am Wämper Pad	64.391,89	126.795,90	465,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
W1	Wincrange - 7, Hauptstrooss	62.541,44	125.210,48	505,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

		astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer
Nr.	Name	Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]
D1	Deiffelt - 37, Stackemer Pad	6:35	31	0:17	1:39
D2	Deiffelt - 29, Stackemer Pad	6:50	33	0:16	1:42
D3	Deiffelt - 38, Hauptstrooss	14:42	81	0:15	3:08
D4	Deiffelt - 50, Hauptstrooss	11:02	56	0:15	2:16
D5	Deiffelt - 52, Hauptstrooss	8:23	49	0:13	1:42
L1	Lullange - 1, Antoniushaff	0:00	0	0:00	0:00
S1	Stockem - 20, Duärrefstrooss	6:29	27	0:19	1:23

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

15-1-3099-002
Nordwand

Beschreibung:

WEA Stockem-Lentzweiler, Luxembourg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel23, Ierwescht Duerf
9747 Enscherange

- Marc Brüning / marc.brueining@ramboll.com

Berechnet:

14.06.2022 12:36/3.5.584

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

		astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
Nr.	Name	Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	
S2	Stockem - 16, An der Driicht	7:23	27	0:20	1:34	
S3	Stockem - 21, An der Driicht	7:45	28	0:21	1:36	
S4	Stockem - 16, Diänjer Wee	6:11	24	0:19	1:14	
S5	Stockem - 1, Am Wämper Pad	14:34	38	0:30	3:12	
W1	Winrange - 7, Hauptstrooss	0:00	0	0:00	0:00	

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[h/a]	[h/a]
2	ENERCON E-53 800 53.0 !-! NH: 73,3 m (Ges:99,8 m) (4)	0:00	0:00
4	ENERCON E-53 800 53.0 !-! NH: 73,3 m (Ges:99,8 m) (3)	7:57	1:33
5	ENERCON E-115 TES 3000 115.7 !O! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (5)	66:14	14:30

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:

15-1-3099-002
Nordwand

Beschreibung:

WEA Stockem-Lentzweiler, Luxembourg

Lizenzierter Anwender:

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

23, Ierwesch Duerf
9747 Enscherange

Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com

Berechnet:

14.06.2022 12:44/3.5.584

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung

Annahmen für Schattenwurfberechnung

Beschattungsbereich der WEA

Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt

Siehe WEA-Tabelle

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

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [ST-HUBERT]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,58	3,05	3,17	4,85	6,15	5,19	6,45	6,12	4,77	3,14	2,23	1,13

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

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
265	349	533	757	676	526	657	1.040	1.471	1.234	760	428	8.696

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

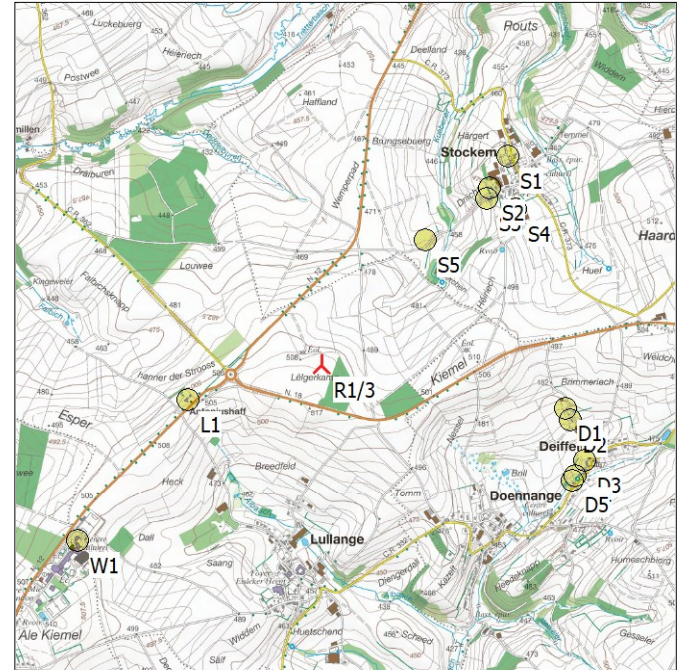
Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:

Verwendete Höhenlinien: Höhenraster-Objekt: DGM5.wpg (34)

Hindernisse in Berechnung verwendet

Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:
Luxemburgian TM-LUREF (LU)



Neue WEA

Maßstab 1:40.000

Schattenrezeptor

WEA

X	Y	Z	Beschreibung	Ak- tu- ell	WEA-Typ Hersteller Typ	Nenn- leistung	Rotor- durch- messer	Naben- höhe	Schattendaten Beschatt.- Bereich	U/min
		[m]				[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
R1/3	63.841,55	126.137,55	509,2	ENERCON E-115 EP3 E...	Ja	ENERCON E-115 EP3 E3-2.990	2.990	115,7	149,0	1.618 13,2

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	X	Y	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
D1	Deiffelt - 37, Stackemer Pad	65.137,46	125.906,24	470,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D2	Deiffelt - 29, Stackemer Pad	65.163,81	125.843,65	467,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D3	Deiffelt - 38, Hauptstrooss	65.239,87	125.628,14	464,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D4	Deiffelt - 50, Hauptstrooss	65.188,50	125.546,63	455,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D5	Deiffelt - 52, Hauptstrooss	65.172,48	125.524,03	454,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L1	Lullange - 1, Antoniushaff	63.132,59	125.957,38	504,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S1	Stockem - 20, Duärefstrooss	64.833,34	127.236,09	475,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S2	Stockem - 16, An der Driicht	64.738,51	127.072,29	475,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S3	Stockem - 21, An der Driicht	64.718,67	127.012,13	472,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S4	Stockem - 16, Diänjer Wee	64.872,16	126.955,69	483,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S5	Stockem - 1, Am Wämper Pad	64.391,89	126.795,90	465,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
W1	Wincrange - 7, Hauptstrooss	62.541,44	125.210,48	505,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	met. wahrsch. Beschattungsdauer Stunden/Jahr
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]
D1	Deiffelt - 37, Stackemer Pad	8:05	31	0:21	2:03
D2	Deiffelt - 29, Stackemer Pad	8:04	30	0:20	2:03
D3	Deiffelt - 38, Hauptstrooss	8:51	37	0:19	2:13
D4	Deiffelt - 50, Hauptstrooss	13:45	58	0:20	3:18
D5	Deiffelt - 52, Hauptstrooss	17:49	70	0:20	4:03

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

15-1-3099-002
Nordwand

Beschreibung:

WEA Stockem-Lentzweiler, Luxembourg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel23, Ierwescht Duerf
9747 Enscherange-
Marc Brüning / marc.brueining@ramboll.com

Berechnet:

14.06.2022 12:44/3.5.584

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

		astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
Nr.	Name	Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	
L1	Lullange - 1, Antoniushaff	37:02	80	0:37	10:31	
S1	Stockem - 20, Duärrefstrooss	16:33	58	0:20	1:54	
S2	Stockem - 16, An der Driicht	16:21	61	0:22	2:12	
S3	Stockem - 21, An der Driicht	14:08	50	0:23	2:04	
S4	Stockem - 16, Diänjer Wee	9:52	36	0:21	1:41	
S5	Stockem - 1, Am Wämper Pad	25:12	63	0:32	3:58	
W1	Winrange - 7, Haaptstrooss	0:00	0	0:00	0:00	

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[h/a]	[h/a]
R1/3	ENERCON E-115 EP3 E3 2990 115.7 !O! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (5)	142:35	30:00

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

Projekt:

15-1-3099-002
Nordwand

Beschreibung:

WEA Stockem-Lentzweiler, Luxembourg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel23, Ierwesch Duerf
9747 Enscherange

Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com

Berechnet:

14.06.2022 12:40/3.5.584

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung

Annahmen für Schattenwurfberechnung

Beschattungsbereich der WEA

Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt

Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont

3 °

Tage zwischen Berechnungen

1 Tag(e)

Berechnungszeitsprung

1 Minuten

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [ST-HUBERT]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,58	3,05	3,17	4,85	6,15	5,19	6,45	6,12	4,77	3,14	2,23	1,13

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
265	349	533	757	676	526	657	1.040	1.471	1.234	760	428	8.696

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

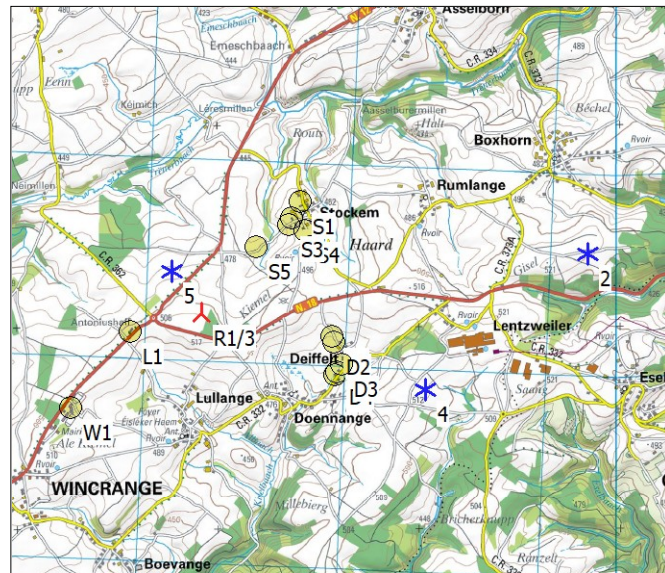
Verwendete Höhenlinien: Höhenraster-Objekt: DGM5.wpg (34)

Hindernisse in Berechnung nicht verwendet

Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:

Luxemburgian TM-LUREF (LU)



Maßstab 1:75.000

▲ Neue WEA

★ Existierende WEA

● Schattenrezeptor

WEA

	X	Y	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
2	67.686,14	126.716,08	510,9	ENERCON E-53 800 53...	Ja	ENERCON	E-53-800	800	53,0	73,3	996	29,0
4	66.061,99	125.375,14	511,2	ENERCON E-53 800 53...	Ja	ENERCON	E-53-800	800	53,0	73,3	996	29,0
5	63.548,27	126.558,80	484,2	ENERCON E-115 TES 3...	Ja	ENERCON	E-115 TES-3.000	3.000	115,7	149,0	2.066	12,8
R1/3	63.841,55	126.137,55	509,2	ENERCON E-115 EP3 E...	Ja	ENERCON	E-115 EP3 E3-2.990	2.990	115,7	149,0	1.618	13,2

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	X	Y	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
D1	Deiffelt - 37, Stackemer Pad	65.137,46	125.906,24	470,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D2	Deiffelt - 29, Stackemer Pad	65.163,81	125.843,65	467,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D3	Deiffelt - 38, Hauptstrooss	65.239,87	125.628,14	464,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D4	Deiffelt - 50, Hauptstrooss	65.188,50	125.546,63	455,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D5	Deiffelt - 52, Hauptstrooss	65.172,48	125.524,03	454,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L1	Lullange - 1, Antoniushaff	63.132,59	125.957,38	504,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S1	Stockem - 20, Duärefstrooss	64.833,34	127.236,09	475,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S2	Stockem - 16, An der Driicht	64.738,51	127.072,29	475,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S3	Stockem - 21, An der Driicht	64.718,67	127.012,13	472,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S4	Stockem - 16, Diänjer Wee	64.872,16	126.955,69	483,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S5	Stockem - 1, Am Wämper Pad	64.391,89	126.795,90	465,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
W1	Wincrange - 7, Hauptstrooss	62.541,44	125.210,48	505,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

		astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
Nr.	Name	Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	
D1	Deiffelt - 37, Stackemer Pad	14:40	62	0:21	3:43	
D2	Deiffelt - 29, Stackemer Pad	14:54	63	0:20	3:45	
D3	Deiffelt - 38, Hauptstrooss	23:33	114	0:19	5:21	
D4	Deiffelt - 50, Hauptstrooss	24:47	92	0:24	5:34	
D5	Deiffelt - 52, Hauptstrooss	26:12	88	0:26	5:46	
L1	Lullange - 1, Antoniushaff	37:02	80	0:37	10:31	

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

15-1-3099-002
Nordwand

Beschreibung:

WEA Stockem-Lentzweiler, Luxembourg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel23, Ierwescht Duerf
9747 Enscherange

Marc Brüning / marc.brueining@ramboll.com

Berechnet:

14.06.2022 12:40/3.5.584

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	
S1	Stockem - 20, Duärrefstrooss	23:02	85	0:20	3:16	
S2	Stockem - 16, An der Driicht	23:44	88	0:22	3:45	
S3	Stockem - 21, An der Driicht	21:53	78	0:23	3:40	
S4	Stockem - 16, Diänjer Wee	16:03	60	0:21	2:55	
S5	Stockem - 1, Am Wämper Pad	39:46	101	0:32	7:10	
W1	Wincrange - 7, Hauptstrooss	0:00	0	0:00	0:00	

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[h/a]	[h/a]
2	ENERCON E-53 800 53.0 !-! NH: 73,3 m (Ges:99,8 m) (4)	0:00	0:00
4	ENERCON E-53 800 53.0 !-! NH: 73,3 m (Ges:99,8 m) (3)	7:57	1:33
5	ENERCON E-115 TES 3000 115.7 !O! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (5)	66:14	14:30
R1/3	ENERCON E-115 EP3 E3 2990 115.7 !O! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (5)	142:35	30:00

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

Die Berechnung der Gesamtsumme für einen Rezeptor arbeitet mit einer gemittelten Richtungskorrektur für alle WEA, die an einem gegebenen Tag zur Beschattung beitragen. Wenn der Schattenwurf durch mehrere WEA an einem Tag nicht gleichzeitig stattfindet, kann die so ermittelte Summe geringfügig von der Summe der Beschattungszeiten abweichen, die für die individuellen WEA berechnet werden.

Projekt:

15-1-3099-002
Nordwand

Beschreibung:

WEA Stockem-Lentzweiler, Luxembourg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel23, Ierwescht Duerf
9747 Enscherange

Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com

Berechnet:

14.06.2022 12:40/3.5.584

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: D1 - Deiffelt - 37, Stackemer Pad

Annahmen für Schattenwurfberechnung

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [ST-HUBERT]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,58	3,05	3,17	4,85	6,15	5,19	6,45	6,12	4,77	3,14	2,23	1,13

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
265	349	533	757	676	526	657	1.040	1.471	1.234	760	428	8.696

	Januar	Februar	März	April	Mai	Jun	Jul	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:36 16:44	08:12 17:29	07:22 18:17	07:15 20:07	06:15 20:54	05:33 21:36	05:31 21:50	06:04 21:21	16	20:30 (5) 06:50	07:35 19:17	07:25 17:15
2	08:36 16:45	08:10 17:31	07:20 18:19	07:13 20:09	06:13 20:56	05:32 21:37	05:31 21:49	06:06 21:19	16	20:30 (5) 06:52	07:37 19:15	07:27 17:13
3	08:36 16:47	08:09 17:33	07:18 18:21	07:11 20:10	06:11 20:57	05:31 21:38	05:32 21:49	06:07 21:18	15	20:30 (5) 06:53	07:38 19:13	07:28 17:12
4	08:35 16:48	08:07 17:34	07:16 18:22	07:09 20:12	06:09 20:59	05:31 21:39	05:33 21:49	06:09 21:16	14	20:31 (5) 06:55	07:40 19:11	07:30 17:10
5	08:35 16:49	08:06 17:36	07:14 18:24	07:07 20:14	06:08 21:00	05:30 21:40	05:33 21:48	06:10 21:14	13	20:31 (5) 06:56	07:41 19:08	07:32 17:08
6	08:35 16:50	08:04 17:38	07:12 18:26	07:05 20:15	06:06 21:02	20:24 (5) 21:41	05:30 21:48	06:11 21:13	10	20:32 (5) 06:58	07:43 19:06	07:33 17:07
7	08:35 16:51	08:03 17:40	07:10 18:27	07:02 20:17	06:04 21:03	20:22 (5) 21:42	05:29 21:47	06:13 21:11	7	20:34 (5) 06:59	07:45 19:04	07:35 17:05
8	08:34 16:52	08:01 17:41	07:07 18:29	07:00 20:18	06:03 21:05	20:21 (5) 21:43	05:29 21:47	06:14 21:09		20:41 (5) 07:01	07:46 19:02	07:37 17:03
9	08:34 16:54	07:59 17:43	07:05 18:31	06:58 20:20	06:01 21:06	20:20 (5) 21:44	05:28 21:46	06:16 21:08		07:02 20:06	07:48 19:00	07:38 17:02
10	08:33 16:55	07:58 17:45	07:03 18:32	06:56 20:21	05:59 21:08	20:20 (5) 21:44	05:28 21:46	06:17 21:06		07:04 20:03	07:49 18:58	07:40 17:00
11	08:33 16:56	07:56 17:47	07:01 18:34	06:54 20:23	05:58 21:09	20:19 (5) 21:45	05:27 21:45	06:19 21:04		07:05 20:01	07:51 18:56	07:42 16:59
12	08:32 16:58	07:54 17:48	06:59 18:35	06:52 20:25	05:56 21:11	20:20 (5) 21:46	05:27 21:44	06:20 21:02	19:50 (R1/3) 3	07:07 19:53 (R1/3)	07:52 18:54	07:43 16:58
13	08:32 16:59	07:53 17:50	06:57 18:37	06:50 20:26	05:55 21:12	20:19 (5) 21:46	05:27 21:43	06:22 21:01	19:46 (R1/3) 10	07:08 19:56 (R1/3)	07:54 18:51	07:45 16:56
14	08:31 17:00	07:51 17:52	06:55 18:39	06:48 20:28	05:53 21:14	20:20 (5) 21:47	05:27 21:43	06:23 21:05	19:43 (R1/3) 14	07:10 19:57 (R1/3)	07:56 18:49	07:47 16:55
15	08:30 17:02	07:49 17:54	06:52 18:40	06:46 20:29	05:52 21:15	20:20 (5) 21:48	05:27 21:42	06:25 21:07	19:57 (R1/3) 16	07:11 19:59 (R1/3)	07:57 18:47	07:48 16:54
16	08:30 17:03	07:47 17:55	06:50 18:42	06:44 20:31	05:50 21:17	20:20 (5) 21:48	05:27 21:41	06:26 21:05	19:41 (R1/3) 20:55	07:13 19:50 (R1/3)	07:59 18:45	08:29 16:52
17	08:29 17:05	07:45 17:57	06:48 18:43	06:42 20:32	05:49 21:18	20:21 (5) 21:48	05:26 21:40	06:28 21:08	19:41 (R1/3) 19	07:14 20:00 (R1/3)	08:00 18:43	07:51 16:51
18	08:28 17:06	07:44 17:59	06:46 18:45	06:40 20:34	05:48 21:19	20:22 (5) 21:49	05:26 21:39	06:29 21:06	19:40 (R1/3) 20	07:16 20:00 (R1/3)	08:02 18:41	07:53 16:50
19	08:27 17:08	07:42 18:00	06:44 18:47	06:38 20:36	05:46 21:21	20:23 (5) 21:49	05:27 21:38	06:31 21:09	19:39 (R1/3) 20	07:17 19:59 (R1/3)	08:04 18:39	07:55 16:49
20	08:26 17:09	07:40 18:02	06:42 18:48	06:36 20:37	05:45 21:22	20:25 (5) 21:50	05:27 21:37	06:32 21:07	19:39 (R1/3) 21	07:19 20:00 (R1/3)	08:05 18:37	07:56 16:48
21	08:25 17:11	07:38 18:04	06:39 18:50	06:34 20:39	05:44 21:23	20:31 (5) 21:50	05:27 21:35	06:34 21:05	19:41 (R1/3) 20	07:20 19:59 (R1/3)	08:07 18:35	07:58 16:46
22	08:24 17:13	07:36 18:05	06:37 18:51	06:32 20:40	05:43 21:25	05:27 21:51	05:51 21:34	06:35 21:07	19:39 (R1/3) 20	07:22 19:59 (R1/3)	08:08 18:33	07:59 16:45
23	08:23 17:14	07:34 18:07	06:35 18:53	06:30 20:42	05:42 21:26	05:27 21:50	05:52 21:33	06:37 21:09	19:39 (R1/3) 19	07:23 19:58 (R1/3)	08:10 18:31	08:01 16:44
24	08:22 17:16	07:32 18:09	06:33 18:55	06:28 20:43	05:40 21:27	05:27 21:50	05:54 21:32	06:38 21:07	20:34 (5) 7	06:38 20:41 (5)	07:25 19:57 (R1/3)	08:12 18:30
25	08:21 17:18	07:30 18:11	06:31 18:56	06:26 20:45	05:39 21:28	05:28 21:50	05:55 21:31	06:40 21:08	19:41 (R1/3) 10	07:26 20:43 (5)	07:27 19:55 (R1/3)	08:13 17:28
26	08:20 17:19	07:28 18:12	06:28 18:58	06:24 20:46	05:38 21:30	05:28 21:50	05:56 21:29	06:41 21:06	19:42 (R1/3) 12	07:28 20:44 (5)	07:28 19:53 (R1/3)	08:15 17:26
27	08:18 17:21	07:26 18:14	06:26 18:59	06:22 20:48	05:37 21:31	05:29 21:50	05:57 21:28	06:43 21:09	20:31 (5) 14	06:43 20:45 (5)	07:29 19:46 (R1/3)	08:17 17:24
28	08:17 17:23	07:24 18:16	06:24 19:01	06:20 20:50	05:36 21:32	05:29 21:50	05:59 21:27	06:44 21:05	20:30 (5) 15	06:44 20:45 (5)	07:31 19:47 (R1/3)	08:18 17:22
29	08:16 17:24	07:22 18:15	06:18 19:03	06:18 20:51	05:35 21:33	05:30 21:50	06:00 21:25	06:46 21:07	20:30 (5) 16	06:46 20:46 (5)	07:32 19:48 (R1/3)	08:19 17:20
30	08:15 17:26	07:20 18:16	06:16 19:04	06:16 20:53	05:35 21:34	05:30 21:50	06:02 21:24	06:47 21:09	20:30 (5) 17	06:47 20:46 (5)	07:34 19:49 (R1/3)	08:21 17:18
31	08:13 17:28	07:18 18:06	07:18 19:06	07:18 20:06	05:34 21:35	06:03 21:22	06:49 20:46 (5)	06:49 20:25			07:23 17:17	08:36 16:43
Sonnenscheinstunden	267	282	368	412	477	489	493	448		380	334	273
astr.max.mögl.Beschattung				240	194		110	336				
Red.Sonnenscheinwahrsch.				0,35	0,40		0,41	0,42				
Reduktion Betriebsdauer				0,99	0,99		0,99	0,99				
Reduktion Windrichtung				0,66	0,62		0,62	0,65				
Gesamte Reduktion				0,23	0,25		0,25	0,27				
Met.wahrsch.Beschattung				56	48		28	92				

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:

15-1-3099-002
Nordwand

Beschreibung:

WEA Stockem-Lentzweiler, Luxembourg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel23, Ierwescht Duerf
9747 Enscherange

Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com

Berechnet:

14.06.2022 12:40/3.5.584

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: D2 - Deiffelt - 29, Stackemer Pad

Annahmen für Schattenwurfberechnung

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [ST-HUBERT]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,58	3,05	3,17	4,85	6,15	5,19	6,45	6,12	4,77	3,14	2,23	1,13

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
265	349	533	757	676	526	657	1.040	1.471	1.234	760	428	8.696

		Januar	Februar	März	April	Mai		Jun	Jul		August		September	Okt	November	Dezember
1	08:36	08:12	07:22	07:15	06:15		19:42 (R1/3)	05:33	05:31		06:04	20:37 (S)	06:50	07:35	07:25	08:13
	16:44	17:29	18:17	20:07	20:54	17	19:59 (R1/3)	21:36	21:50		21:21	13	20:50 (S)	20:23	19:17	17:15
2	08:36	08:10	07:20	07:13	06:13		19:42 (R1/3)	05:32	05:31		06:06	20:38 (S)	06:52	07:37	07:27	08:14
	16:45	17:31	18:19	20:09	20:56	16	19:58 (R1/3)	21:37	21:49		21:19	10	20:48 (S)	20:21	19:15	17:13
3	08:36	08:09	07:18	07:11	06:11		19:42 (R1/3)	05:31	05:32		06:07		20:39 (S)	06:53	07:38	07:28
	16:47	17:33	18:21	20:10	20:57	15	19:57 (R1/3)	21:38	21:49		21:18	8	20:47 (S)	20:18	19:13	17:12
4	08:35	08:07	07:16	07:09	06:09		19:44 (R1/3)	05:31	05:33		06:09		06:55	07:40	07:30	08:16
	16:48	17:34	18:22	20:12	20:59	12	19:56 (R1/3)	21:39	21:49		21:16		20:16	19:11	17:10	16:36
5	08:35	08:06	07:14	07:07	06:08		19:46 (R1/3)	05:30	05:33		06:10		06:56	07:41	07:32	08:18
	16:49	17:36	18:24	20:14	21:00	7	19:53 (R1/3)	21:40	21:48		21:14		20:14	19:08	17:08	16:36
6	08:35	08:04	07:12	07:05	06:06			05:30	05:34		06:11		06:58	07:43	07:33	08:19
	16:50	17:38	18:26	20:15	21:02			21:41	21:48		21:13		20:12	19:06	17:07	16:36
7	08:35	08:03	07:10	07:02	06:04			05:29	05:35		06:13		06:59	07:45	07:35	08:20
	16:51	17:40	18:27	20:17	21:03			21:42	21:47		21:11		20:10	19:04	17:05	16:35
8	08:34	08:01	07:07	07:00	06:03			05:29	05:36		06:14		19:55 (R1/3)	20:01	07:46	07:37
	16:52	17:41	18:29	20:18	21:05			21:43	21:47		21:09	9	20:04 (R1/3)	20:08	19:02	17:03
9	08:34	07:59	07:05	06:58	06:01		20:30 (S)	05:28	05:37		06:16		19:52 (R1/3)	07:02	07:48	07:38
	16:54	17:43	18:31	20:20	21:06	5	20:35 (S)	21:44	21:46		21:08	13	20:05 (R1/3)	20:05	19:00	17:02
10	08:33	07:58	07:03	06:56	05:59		20:29 (S)	05:28	05:38		06:17		19:52 (R1/3)	07:04	07:49	07:40
	16:55	17:45	18:32	20:21	21:08	9	20:38 (S)	21:44	21:46		21:06	15	20:07 (R1/3)	20:03	18:58	17:00
11	08:33	07:56	07:01	06:54	05:58		20:27 (S)	05:27	05:39		06:19		19:50 (R1/3)	07:05	07:51	07:42
	16:56	17:47	18:34	20:23	21:09	11	20:38 (S)	21:45	21:45		21:04	17	20:07 (R1/3)	20:01	18:56	16:59
12	08:32	07:54	06:59	06:52	05:56		20:26 (S)	05:27	05:40		06:20		19:50 (R1/3)	07:07	07:52	07:43
	16:58	17:48	18:35	20:25	21:11	14	20:40 (S)	21:46	21:44		21:02	18	20:08 (R1/3)	19:59	18:54	16:58
13	08:32	07:53	06:57	06:50	05:55		20:25 (S)	05:27	05:41		06:22		19:49 (R1/3)	07:08	07:54	07:45
	16:59	17:50	18:37	20:26	21:12	15	20:40 (S)	21:46	21:43		21:01	19	20:08 (R1/3)	19:57	18:51	16:56
14	08:31	07:51	06:55	06:48	05:53		20:25 (S)	05:27	05:42		06:23		19:48 (R1/3)	07:10	07:56	07:47
	17:00	17:52	18:39	20:28	21:14	15	20:40 (S)	21:47	21:42		20:59	20	20:08 (R1/3)	19:55	18:49	16:55
15	08:30	07:49	06:52	06:46	05:54		20:25 (S)	05:27	05:43		06:25		19:48 (R1/3)	07:11	07:57	07:48
	17:02	17:54	18:40	20:29	21:15	16	20:41 (S)	21:48	21:42		20:57	20	20:08 (R1/3)	19:52	18:47	16:54
16	08:30	07:47	06:50	06:44	05:50		20:24 (S)	05:27	05:44		06:26		19:48 (R1/3)	07:13	07:59	07:50
	17:03	17:55	18:42	20:31	21:17	16	20:40 (S)	21:48	21:41		20:55	20	20:08 (R1/3)	19:50	18:45	16:52
17	08:29	07:45	06:48	06:42	05:49		20:25 (S)	05:26	05:45		06:28		19:48 (R1/3)	07:14	08:00	07:51
	17:05	17:57	18:43	20:32	21:18	15	20:40 (S)	21:48	21:40		20:53	20	20:08 (R1/3)	19:48	18:43	16:51
18	08:28	07:44	06:46	06:40	05:48		20:25 (S)	05:26	05:46		06:29		19:48 (R1/3)	07:16	08:02	07:53
	17:06	17:59	18:45	20:34	21:19	15	20:40 (S)	21:49	21:39		20:51	19	20:07 (R1/3)	19:46	18:41	16:50
19	08:27	07:42	06:44	06:38	05:46		20:26 (S)	05:27	05:47		20:50 (S)		19:48 (R1/3)	07:17	08:04	07:55
	17:08	18:00	18:47	20:36	21:21	14	20:40 (S)	21:49	21:38	6	20:46 (S)	17	20:05 (R1/3)	19:43	18:39	16:49
20	08:26	07:40	06:42	06:36	05:45		20:26 (S)	05:27	05:49		20:39 (S)	06:32	19:49 (R1/3)	07:19	08:05	07:56
	17:09	18:02	18:48	20:37	21:22	14	20:40 (S)	21:50	21:37	9	20:48 (S)	20:47	16	20:49 (R1/3)	19:41	18:37
21	08:25	07:38	06:39	06:34	05:44	19:47 (R1/3)	20:26 (S)	05:27	05:50		20:38 (S)	06:34	19:50 (R1/3)	07:20	08:07	07:58
	17:11	18:04	18:50	20:39	21:23	13	20:39 (S)	21:50	21:35	11	20:49 (S)	20:45	13	20:03 (R1/3)	19:39	18:35
22	08:24	07:36	06:37	06:32	05:43	19:45 (R1/3)	20:27 (S)	05:27	05:51		20:37 (S)	06:35	19:53 (R1/3)	07:22	08:08	07:59
	17:13	18:05	18:51	20:40	21:25	11	20:38 (S)	21:50	21:34	12	20:49 (S)	20:43	8	20:01 (R1/3)	19:37	18:33
23	08:23	07:34	06:35	06:30	05:42	19:44 (R1/3)	20:28 (S)	05:27	05:52		20:36 (S)	06:37		07:23	08:10	08:01
	17:14	18:07	18:53	20:42	21:26	10	20:38 (S)	21:50	21:33	14	20:50 (S)	20:41		19:35	18:31	16:44
24	08:22	07:32	06:33	06:28	05:40	19:42 (R1/3)	20:29 (S)	05:27	05:54		20:35 (S)	06:36		19:32	18:12	16:40
	17:16	18:09	18:55	20:43	21:27	8	20:37 (S)	21:50	21:32	15	20:50 (S)	20:39		19:32	18:30	16:43
25	08:21	07:30	06:31	06:26	05:39	19:41 (R1/3)	20:31 (S)	05:28	05:55		20:36 (S)	06:40		07:26	07:13	08:04
	17:18	18:11	18:56	20:45	21:28	4	20:35 (S)	21:50	21:31	15	20:51 (S)	20:37		19:30	17:28	16:43
26	08:20	07:28	06:28	06:24	05:38	19:42 (R1/3)	05:28	05:56	05:56		20:35 (S)	06:41		07:28	07:15	08:05
	17:19	18:12	18:58	20:46	21:30	20:01 (R1/3)	21:50	21:29	21:29	16	20:51 (S)	20:35		19:28	17:26	16:42
27	08:18	07:26	06:26	06:22	05:37	19:41 (R1/3)	05:29	05:57	05:57		20:35 (S)	06:43		07:29	07:17	08:07
	17:21	18:14	18:59	20:48	21:31	20:01 (R1/3)	21:50	21:28	21:28	16	20:51 (S)	20:33		19:26	17:24	16:41
28	08:17	07:24	06:24	06:20	05:36	19:41 (R1/3)	05:29	05:59	05:59		20:35 (S)	06:44		07:31	07:18	08:08
	17:23	18:16	19:01	20:50	21:32	20:01 (R1/3)	21:50	21:27	21:27	16	20:51 (S)	20:32		19:24	17:22	16:40
29	08:16	07:22	06:18	06:13	05:35	19:40 (R1/3)	05:30	06:00	06:00		20:36 (S)	06:46		07:32	07:20	08:10
	17:24	18:16	19:01	20:50	21:33	20:00 (R1/3)	21:50	21:25	21:25	15	20:51 (S)	20:29		19:21	17:20	16:39
30	08:15	07:20	06:16	06:11	05:35	19:40 (R1/3)	05:30	06:02	06:02		20:36 (S)	06:47		07:34	07:22	08:11
	17:26	18:18	19:04	20:53	21:34	19:59 (R1/3)	21:50	21:24	21:24	15	20:51 (S)	20:27		19:19	17:18	16:39
31	08:13	07:18	06:13	06:08	05:34			06:03	06:03		20:36 (S)	06:49			07:23	08:36
	17:28	18:20	19:06	20:55	21:35			21:22	21:22	14	20:50 (S)	20:25			17:17	16:43
Sonnenscheinstunden	267	282	368	412	477		489	493		448			380	334	273	253
astr.max.mögl.Beschattung				173		272		174		275						
Red.Sonnenscheinwahrsch.				0,35		0,40		0,41		0,42						
Reduktion Betriebsdauer				0,99		0,99		0,99		0,99						
Reduktion Windrichtung				0,65		0,63		0,62		0,65						
Gesamte Reduktion				0,23		0,25		0,25		0,27						
Met.wahrsch.Beschattung				40		68		44		75						

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:

15-1-3099-002
Nordwand

Beschreibung:

WEA Stockem-Lentzweiler, Luxembourg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel23, Ierwescht Duerf
9747 Enscherange

Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com

Berechnet:

14.06.2022 12:40/3.5.584

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: D3 - Deiffelt - 38, Hauptstrooss

Annahmen für Schattenwurfberechnung

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [ST-HUBERT]

Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,58 3,05 3,17 4,85 6,15 5,19 6,45 6,12 4,77 3,14 2,23 1,13

Betriebsdauer je Sektor

N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
265 349 533 757 676 526 657 1.040 1.471 1.234 760 428 8.696

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:36 16:44	08:12 17:29	07:22 18:17	07:15 18:17	06:15 20:54	05:33 21:36	05:31 21:50	06:04 21:50	06:50 20:35	07:35 19:17	08:33 (4) 17:15	08:13 16:38
2	08:36 16:45	08:10 17:31	07:20 18:19	07:13 18:19	06:13 20:56	05:32 21:37	05:31 21:59	06:06 21:59	06:52 20:34	07:37 19:15	08:32 (4) 17:13	08:14 16:37
3	08:36 16:47	08:09 17:33	07:18 18:21	07:11 18:20	06:11 20:57	05:31 21:38	05:32 21:49	06:07 21:48	06:53 20:33	07:38 19:13	08:30 (4) 17:12	08:15 16:37
4	08:35 16:48	08:07 17:34	07:16 18:22	07:09 18:22	06:09 20:59	05:31 21:39	05:33 21:50	06:09 21:46	06:55 20:33	07:40 19:11	08:30 (4) 17:10	08:16 16:36
5	08:35 16:49	08:06 17:36	07:14 18:24	07:07 18:24	06:08 21:00	05:30 21:40	05:33 21:48	06:10 21:44	06:56 20:32	07:41 19:08	08:30 (4) 17:08	08:18 16:36
6	08:35 16:50	08:04 17:38	07:12 18:26	07:05 18:26	06:06 21:02	05:30 21:41	05:34 21:48	06:11 21:43	06:58 21:33	07:43 19:06	08:29 (4) 17:03	08:19 16:36
7	08:35 16:51	08:03 17:40	07:10 18:27	07:02 18:27	06:04 21:03	05:29 21:42	05:35 21:47	06:13 21:44	06:59 20:30	07:45 19:04	08:30 (4) 17:05	08:21 16:35
8	08:34 16:52	08:01 17:41	07:07 18:29	07:00 18:29	06:03 21:05	05:29 21:43	05:36 21:47	06:14 21:46	07:01 20:51	07:46 19:02	08:30 (4) 17:03	08:21 16:35
9	08:34 16:54	07:59 17:43	07:05 18:31	06:58 18:31	06:01 21:06	05:28 21:44	05:37 21:42	06:16 21:42	07:02 20:52	07:48 19:00	08:32 (4) 17:02	08:22 16:35
10	08:33 16:55	07:58 17:45	07:03 18:32	06:56 18:32	05:59 21:08	05:28 21:44	05:38 21:46	06:17 21:46	07:04 20:52	07:49 18:58	08:30 (4) 17:00	08:23 16:35
11	08:33 16:56	07:56 17:47	07:01 18:34	06:54 18:34	05:58 21:09	05:27 21:45	05:39 21:45	06:19 21:44	07:05 21:06	07:51 18:56	08:30 (4) 17:00	08:24 16:35
12	08:32 16:58	07:54 17:48	06:59 18:35	06:52 18:35	05:56 21:11	05:27 21:46	05:40 21:46	06:20 21:42	07:07 21:07	07:52 18:54	08:30 (4) 17:00	08:25 16:34
13	08:32 16:59	07:53 17:50	06:57 18:37	06:50 18:37	05:55 21:12	05:27 21:46	05:41 21:43	06:22 21:43	07:08 21:07	07:54 18:51	08:30 (4) 17:00	08:26 16:34
14	08:31 17:00	07:51 17:52	06:55 18:39	06:48 18:39	05:53 21:14	05:27 21:47	05:42 21:47	06:23 21:42	07:10 21:07	07:56 18:49	08:30 (4) 17:00	08:27 16:34
15	08:30 17:02	07:49 17:54	06:52 18:40	06:46 18:40	05:52 21:15	05:27 21:48	05:43 21:48	06:25 21:42	07:11 21:07	07:57 18:47	08:30 (4) 17:00	08:28 16:35
16	08:30 17:03	07:47 17:55	06:50 18:42	06:44 18:42	05:50 21:17	05:27 21:48	05:44 21:48	06:26 21:41	07:13 21:07	07:59 18:45	08:30 (4) 17:00	08:29 16:35
17	08:29 17:05	07:45 17:57	06:48 18:43	06:42 18:43	05:49 21:18	05:26 21:48	05:45 21:48	06:28 21:43	07:14 21:06	08:00 18:43	08:30 (4) 17:00	08:30 16:35
18	08:28 17:06	07:44 17:59	06:46 18:45	06:40 18:45	05:48 21:19	05:26 21:49	05:46 21:49	06:29 21:43	07:16 21:06	08:02 18:41	08:30 (4) 17:00	08:31 16:35
19	08:27 17:08	07:42 18:00	06:44 18:47	06:38 18:47	05:46 21:21	05:27 21:49	05:47 21:49	06:31 21:42	07:17 21:07	08:04 18:39	08:30 (4) 17:00	08:32 16:36
20	08:26 17:09	07:40 18:02	06:42 18:48	06:36 18:48	05:45 21:22	05:27 21:50	05:49 21:50	06:32 21:47	07:19 21:06	08:05 18:37	08:30 (4) 17:00	08:33 16:36
21	08:25 17:11	07:38 18:04	06:39 18:50	06:34 18:50	05:44 21:23	05:27 21:51	05:50 21:51	06:34 21:45	07:20 21:05	08:07 18:35	08:30 (4) 17:00	08:34 16:36
22	08:24 17:13	07:36 18:05	06:37 18:51	06:32 18:51	05:43 21:25	05:27 21:50	05:51 21:50	06:35 21:43	07:22 21:03	08:08 18:33	08:30 (4) 17:00	08:35 16:37
23	08:23 17:14	07:34 18:07	06:35 18:53	06:30 18:53	05:42 21:26	05:27 21:50	05:52 21:50	06:37 21:41	07:23 21:03	08:10 18:31	08:30 (4) 17:00	08:36 16:37
24	08:22 17:16	07:32 18:09	06:33 18:55	06:28 18:55	05:40 21:27	05:27 21:50	05:54 21:50	06:38 21:39	07:25 21:03	08:12 18:29	08:30 (4) 17:00	08:37 16:38
25	08:21 17:18	07:30 18:11	06:31 18:56	06:26 18:56	05:39 21:28	05:28 21:50	05:55 21:50	06:40 21:37	07:26 21:03	07:13 18:28	08:30 (4) 17:00	08:38 16:38
26	08:20 17:19	07:28 18:12	06:28 18:58	06:24 18:58	05:38 21:30	05:28 21:50	05:56 21:50	06:41 21:29	07:28 21:03	07:15 18:26	08:30 (4) 17:00	08:39 16:39
27	08:18 17:21	07:26 18:14	06:26 18:59	06:22 18:59	05:37 21:31	05:29 21:50	05:57 21:50	06:43 21:28	07:29 21:03	07:17 18:24	08:30 (4) 17:00	08:40 16:40
28	08:17 17:23	07:24 18:16	06:24 19:01	06:20 19:01	05:36 21:32	05:29 21:50	05:59 21:50	06:44 21:27	07:31 21:03	07:18 18:22	08:30 (4) 17:00	08:41 16:41
29	08:16 17:24	07:22 19:03	06:22 19:03	06:18 19:03	05:35 21:33	05:30 21:50	06:00 21:25	06:46 21:29	07:32 21:03	07:20 18:29	08:30 (4) 17:00	08:42 16:41
30	08:15 17:26	07:20 19:04	06:20 19:04	06:16 19:04	05:35 21:34	05:30 21:50	06:02 21:24	06:47 21:24	07:34 21:03	07:22 18:29	08:30 (4) 17:00	08:43 16:42
31	08:13 17:28	07:18 19:06	06:18 19:06	06:14 19:06	05:34 21:35	05:29 21:50	06:03 21:22	06:49 21:25	07:35 21:03	07:23 18:29	08:30 (4) 17:00	08:44 16:43
Sonneneinstrahlung	267	282	368	412	477	489	493	448	380	334	273	253
astr. max. mögl. Beschattung			97		391	281	432		112		100	
Red. Sonneneinstrahlung			0,27		0,40	0,32	0,41		0,42		0,29	
Reduktion Betriebsdauer			0,99		0,99	0,99	0,99		0,99		0,99	
Reduktion Windrichtung			0,63		0,62	0,61	0,62		0,63		0,63	
Gesamte Reduktion			0,17		0,25	0,19	0,25		0,26		0,18	
Met. wahrsch. Beschattung			16		96	54	107		29		18	

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

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

Projekt:

15-1-3099-002
Nordwand

Beschreibung:

WEA Stockem-Lentzweiler, Luxembourg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel23, Ierwescht Duerf
9747 Enscherange

Marc Brüning / marc.brueining@ramboll.com

Berechnet:

14.06.2022 12:40/3.5.584

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: D4 - Deiffelt - 50, Hauptstrooss

Annahmen für Schattenwurfberechnung

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [ST-HUBERT]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,58	3,05	3,17	4,85	6,15	5,19	6,45	6,12	4,77	3,14	2,23	1,13

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
265	349	533	757	676	526	657	1.040	1.471	1.234	760	428	8.696

	Januar	Februar	März	April	Mai	Jun	Jul	August	September	Oktober	November	Dezember		
1	08:36 16:44	08:12 17:29	07:22 18:17	07:15 20:07	06:15 20:54	05:33 21:36	20:19 (R1/3) 21:36	05:31 21:50	20:30 (R1/3) 21:21	06:04 20:23	07:35 19:17	07:25 17:15	08:13 16:38	
2	08:36 16:45	08:10 17:31	07:20 18:19	07:13 20:09	06:13 20:56	05:32 21:37	20:19 (R1/3) 21:03 (5)	05:31 21:49	20:30 (R1/3) 21:13 (5)	06:06 21:19	06:52 20:21	07:37 19:15	07:27 17:13	08:14 16:37
3	08:36 16:47	08:09 17:33	07:18 18:21	07:11 20:10	06:11 20:57	05:31 21:38	20:20 (R1/3) 21:05 (5)	05:32 21:49	20:30 (R1/3) 21:14 (5)	06:07 21:18	06:53 20:18	07:38 19:13	07:28 17:12	08:15 16:37
4	08:35 16:48	08:07 17:34	07:16 18:22	07:09 20:12	06:09 20:59	05:31 21:39	20:20 (R1/3) 21:05 (5)	05:33 21:49	20:28 (R1/3) 21:13 (5)	06:09 21:16	06:55 20:16	07:40 19:11	07:30 17:10	08:16 16:36
5	08:35 16:49	08:06 17:36	07:14 18:24	07:07 20:14	06:08 21:00	05:30 21:40	20:21 (R1/3) 21:07 (5)	05:33 21:48	20:28 (R1/3) 21:13 (5)	06:10 21:14	06:56 20:14	07:41 19:08	07:32 17:08	08:18 16:36
6	08:35 16:50	08:04 17:38	07:12 18:26	07:05 20:15	06:06 21:02	05:30 21:41	20:21 (R1/3) 21:07 (5)	05:34 21:48	20:28 (R1/3) 21:13 (5)	06:11 21:13	06:58 20:12	07:43 19:06	07:33 17:07	08:19 16:36
7	08:35 16:51	08:03 17:40	07:10 18:27	07:02 20:15	06:04 21:03	05:29 21:42	20:23 (R1/3) 21:08 (5)	05:35 21:47	20:28 (R1/3) 21:11 (5)	06:13 20:10	07:45 19:04	07:35 17:05	08:20 16:35	
8	08:34 16:52	08:01 17:41	07:07 18:29	07:00 20:18	06:03 21:05	05:29 21:43	20:23 (R1/3) 21:08 (5)	05:36 21:47	20:28 (R1/3) 21:13 (5)	06:14 21:09	07:01 19:08	07:46 19:02	07:37 17:03	08:21 16:35
9	08:34 16:54	07:59 17:43	07:05 18:31	06:58 20:20	06:01 21:06	05:28 21:44	20:24 (R1/3) 21:08 (5)	05:37 21:46	20:27 (R1/3) 21:12 (5)	06:16 21:08	07:02 20:05	07:48 19:00	07:38 17:02	08:22 16:35
10	08:33 16:55	07:58 17:45	07:03 18:32	06:56 20:21	05:59 21:08	05:28 21:44	20:25 (R1/3) 21:09 (5)	05:38 21:46	20:26 (R1/3) 21:11 (5)	06:17 21:06	07:04 20:03	07:49 18:58	07:40 17:00	08:23 16:35
11	08:33 16:56	07:56 17:47	07:01 18:34	06:54 20:23	05:58 21:09	05:27 21:45	20:26 (R1/3) 21:09 (5)	05:39 21:45	20:26 (R1/3) 21:04	06:19 20:01	07:05 20:01	07:51 18:56	07:42 16:59	08:24 16:35
12	08:32 16:58	07:54 17:48	06:59 18:35	06:52 20:25	05:56 21:11	05:27 21:46	20:28 (R1/3) 21:09 (5)	05:40 21:44	20:26 (R1/3) 21:02	07:07 19:59	07:52 18:54	07:43 16:58	08:25 16:34	
13	08:32 16:59	07:53 17:50	06:57 18:37	06:50 20:26	05:55 21:12	05:27 21:46	20:26 (R1/3) 21:10 (5)	05:41 21:43	20:26 (R1/3) 21:01	06:22 19:57	07:54 18:51	07:45 16:56	08:26 16:34	
14	08:31 17:00	07:51 17:52	06:55 18:39	06:48 20:28	05:53 21:14	05:27 21:47	20:26 (R1/3) 21:10 (5)	05:42 21:42	20:26 (R1/3) 20:59	07:10 19:55	07:56 18:49	07:47 16:55	08:27 16:34	
15	08:30 17:02	07:49 17:54	06:52 18:40	06:46 20:29	05:52 21:15	05:27 21:48	20:26 (R1/3) 21:10 (5)	05:43 21:42	20:26 (R1/3) 20:57	07:11 19:52	07:57 18:47	07:48 16:54	08:28 16:35	
16	08:30 17:03	07:47 17:55	06:50 18:42	06:44 20:31	05:50 21:17	05:27 21:48	20:26 (R1/3) 21:11 (5)	05:44 21:41	20:26 (R1/3) 20:55	07:13 19:50	07:59 18:45	07:50 16:52	08:29 16:35	
17	08:29 17:05	07:45 17:57	06:48 18:43	06:42 20:32	05:49 21:18	05:26 21:48	20:26 (R1/3) 21:11 (5)	05:45 21:40	20:26 (R1/3) 20:53	07:14 19:48	08:00 18:43	07:51 16:51	08:30 16:35	
18	08:28 17:06	07:44 17:59	06:46 18:45	06:40 20:34	05:48 21:19	05:26 21:49	20:26 (R1/3) 21:11 (5)	05:46 21:39	20:25 (R1/3) 20:51	07:16 19:46	08:02 18:41	07:53 16:50	08:31 16:35	
19	08:27 17:08	07:42 18:00	06:44 18:47	06:38 20:36	05:46 21:21	05:27 21:49	20:26 (R1/3) 21:11 (5)	05:47 21:38	20:26 (R1/3) 20:49	07:17 19:43	08:04 18:39	07:55 16:49	08:31 16:36	
20	08:26 17:09	07:40 18:02	06:42 18:48	06:36 20:37	05:45 21:22	05:27 21:50	20:26 (R1/3) 21:12 (5)	05:49 21:37	20:26 (R1/3) 20:47	07:19 19:41	08:05 18:37	07:56 16:48	08:32 16:36	
21	08:25 17:11	07:38 18:04	06:39 18:50	06:34 20:39	05:44 21:23	05:27 21:50	20:26 (R1/3) 21:12 (5)	05:50 21:35	20:26 (R1/3) 20:45	07:20 19:39	08:07 18:26	07:58 16:46	08:32 16:36	
22	08:24 17:13	07:36 18:06	06:37 18:51	06:32 20:40	05:43 21:25	05:27 21:50	20:26 (R1/3) 21:12 (5)	05:51 21:34	20:27 (R1/3) 20:43	07:22 19:37	08:08 18:16	07:59 16:45	08:33 16:37	
23	08:23 17:14	07:34 18:07	06:35 18:53	06:30 20:42	05:42 21:26	05:27 21:50	20:26 (R1/3) 21:12 (5)	05:52 21:33	20:27 (R1/3) 20:41	07:23 19:35	08:16 18:28	08:01 16:44	08:34 16:37	
24	08:22 17:16	07:32 18:09	06:33 18:55	06:28 20:43	05:40 21:27	05:27 21:50	20:26 (R1/3) 21:12 (5)	05:54 21:32	20:27 (R1/3) 20:39	07:25 19:32	08:16 18:29	08:12 16:43	08:34 16:38	
25	08:21 17:18	07:30 18:11	06:31 18:56	06:26 20:45	05:39 21:28	05:28 21:50	20:26 (R1/3) 21:13 (5)	05:55 21:31	20:28 (R1/3) 20:37	07:26 19:30	08:15 18:28	07:13 16:43	08:34 16:38	
26	08:20 17:19	07:28 18:12	06:28 18:58	06:24 20:46	05:38 21:30	05:28 21:50	20:26 (R1/3) 21:13 (5)	05:56 21:29	20:29 (R1/3) 20:35	07:28 19:28	08:15 18:28	07:15 16:42	08:35 16:39	
27	08:18 17:21	07:26 18:14	06:26 18:59	06:22 20:48	05:37 21:31	05:29 21:50	20:26 (R1/3) 21:13 (5)	05:58 21:28	20:30 (R1/3) 20:33	07:29 19:26	08:15 18:27	07:17 16:41	08:35 16:40	
28	08:17 17:23	07:24 18:16	06:24 19:01	06:20 20:50	05:36 21:32	05:29 21:50	20:26 (R1/3) 21:13 (5)	05:59 21:27	20:31 (R1/3) 20:31	07:31 19:24	08:17 18:25	07:18 16:40	08:35 16:41	
29	08:16 17:24	07:36 18:03	06:37 19:03	06:32 20:51	05:43 21:33	05:27 21:50	20:26 (R1/3) 21:13 (5)	05:51 21:25	20:27 (R1/3) 20:29	07:22 19:21	08:18 18:24	07:19 16:39	08:33 16:41	
30	08:15 17:26	07:34 18:04	06:35 19:04	06:30 20:53	05:42 21:34	05:27 21:50	20:26 (R1/3) 21:13 (5)	05:52 21:24	20:27 (R1/3) 20:27	07:23 19:19	08:16 18:24	08:01 16:42	08:34 16:42	
31	08:13 17:28	07:32 18:06	06:33 19:06	06:28 20:55	05:42 21:36	05:27 21:50	20:26 (R1/3) 21:13 (5)	05:54 21:22	20:27 (R1/3) 20:25	07:24 19:17	08:17 18:23	07:19 16:43	08:35 16:43	
Sonnenscheinstunden	267	282	368	412	477	489	493	523	448	380	334	273	253	
astr. max. mögl. Beschattung														
Red. Sonnenscheinwahrsch.			0,27		0,40	0,32		0,41		0,38				
Reduktion Betriebsdauer			0,99		0,99	0,99		0,99		0,99				
Reduktion Windrichtung			0,66		0,62	0,61		0,62		0,66				
Gesamte Reduktion			0,17		0,25	0,19		0,25		0,25				
Met. wahrsch. Beschattung			16		69	97		130		22				

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

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

Projekt:

15-1-3099-002
Nordwand

Beschreibung:

WEA Stockem-Lentzweiler, Luxembourg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel23, Ierwescht Duerf
9747 Enscherange

Marc Brüning / marc.brueining@ramboll.com

Berechnet:

14.06.2022 12:40/3.5.584

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: D5 - Deiffelt - 52, Hauptstrooss

Annahmen für Schattenwurfberechnung

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [ST-HUBERT]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,58	3,05	3,17	4,85	6,15	5,19	6,45	6,12	4,77	3,14	2,23	1,13

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
265	349	533	757	676	526	657	1.040	1.471	1.234	760	428	8.696

	Januar	Februar	März	April	Mai	Jun	Jul	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:36 16:44	08:12 17:29	07:22 18:17	07:15 20:07	06:15 20:54	05:33 21:36	20:21 (R1/3) 20:40 (R1/3)	05:31 21:50	20:28 (R1/3) 21:14 (5)	06:04 21:21	06:50 20:23	07:35 19:17
2	08:36 16:45	08:10 17:31	07:20 18:19	07:13 20:09	06:13 20:56	05:32 21:37	20:21 (R1/3) 20:39 (R1/3)	05:31 21:49	20:29 (R1/3) 21:14 (5)	06:06 21:19	06:52 20:21	07:37 19:15
3	08:36 16:47	08:09 17:33	07:18 18:21	07:11 20:10	06:11 20:57	05:31 21:38	20:22 (R1/3) 20:40 (R1/3)	05:32 21:49	20:29 (R1/3) 21:15 (5)	06:07 21:18	06:53 20:18	07:38 19:13
4	08:35 16:48	08:07 17:34	07:16 18:22	07:09 20:12	06:09 20:59	05:31 21:39	20:21 (R1/3) 20:40 (R1/3)	21:47 21:49	20:46 (R1/3) 21:13 (5)	21:11 21:16	20:09 20:16	06:55 19:11
5	08:35 16:49	08:06 17:36	07:14 18:24	07:07 20:14	06:08 21:00	05:30 21:40	20:22 (R1/3) 20:40 (R1/3)	05:33 21:48	20:28 (R1/3) 21:13 (5)	06:10 21:14	06:56 20:14	07:41 19:08
6	08:35 16:50	08:04 17:38	07:12 18:26	07:05 20:15	06:06 21:02	05:30 21:41	20:22 (R1/3) 21:06 (5)	05:34 21:48	20:29 (R1/3) 21:13 (5)	06:11 21:13	06:58 20:12	07:43 19:06
7	08:35 16:51	08:03 17:40	07:10 18:27	07:02 20:15	06:04 21:03	05:29 21:42	20:23 (R1/3) 21:08 (5)	05:35 21:47	20:29 (R1/3) 21:11	06:13 20:10	06:59 20:08	07:45 19:04
8	08:34 16:52	08:01 17:41	07:07 18:29	07:00 20:18	06:03 21:05	05:29 21:43	20:23 (R1/3) 21:08 (5)	05:36 21:47	20:29 (R1/3) 21:09	06:14 21:08	07:01 20:08	07:46 19:02
9	08:34 16:54	07:59 17:43	07:05 18:31	06:58 20:20	06:01 21:06	05:28 21:44	20:24 (R1/3) 21:09 (5)	05:37 21:46	20:28 (R1/3) 21:08	06:16 20:05	07:02 20:05	07:48 19:00
10	08:33 16:55	07:58 17:45	07:03 18:32	06:56 20:21	07:03 21:08	05:28 21:44	20:24 (R1/3) 21:10 (5)	05:38 21:46	20:28 (R1/3) 21:06	06:17 20:03	07:04 20:03	07:49 18:58
11	08:33 16:56	07:52 17:47	07:01 18:34	06:54 20:23	06:58 21:09	05:27 21:45	20:24 (R1/3) 21:10 (5)	05:39 21:45	20:28 (R1/3) 21:04	06:19 20:01	07:05 20:01	07:51 18:56
12	08:32 16:58	07:54 17:48	06:59 18:35	06:52 20:25	06:56 21:11	05:27 21:46	20:25 (R1/3) 21:11 (5)	05:40 21:44	20:28 (R1/3) 21:02	06:20 21:02	07:07 19:59	07:52 18:54
13	08:32 16:59	07:53 17:50	06:57 18:37	06:50 20:26	06:55 21:12	05:27 21:46	20:25 (R1/3) 21:11 (5)	05:41 21:43	20:28 (R1/3) 21:01	06:22 21:01	07:08 19:57	07:54 18:51
14	08:31 17:00	07:51 17:52	06:55 18:39	06:48 20:28	06:53 21:14	05:27 21:47	20:26 (R1/3) 21:12 (5)	05:42 21:42	20:28 (R1/3) 20:59	07:10 19:55	07:05 20:01	07:56 18:49
15	08:30 17:02	07:49 17:54	06:52 18:40	06:46 20:29	06:52 21:15	05:27 21:48	20:26 (R1/3) 21:12 (5)	05:43 21:42	20:29 (R1/3) 20:57	07:11 19:52	07:06 20:01	07:57 18:47
16	08:30 17:03	07:47 17:55	06:50 18:42	06:44 20:31	06:50 21:17	05:27 21:48	20:27 (R1/3) 21:12 (5)	05:44 21:41	20:29 (R1/3) 20:55	07:13 19:50	07:07 20:05	07:59 18:45
17	08:29 17:05	07:45 17:57	06:48 18:43	06:42 20:32	06:48 21:18	05:26 21:48	20:27 (R1/3) 21:13 (5)	05:45 21:40	20:29 (R1/3) 20:53	07:14 19:48	07:08 20:02	08:00 18:43
18	08:28 17:06	07:44 17:59	06:46 18:45	06:40 20:34	06:48 21:19	05:26 21:49	20:27 (R1/3) 21:13 (5)	05:46 21:39	20:29 (R1/3) 20:51	07:16 19:46	07:09 20:01	08:02 18:41
19	08:27 17:08	07:42 18:00	06:44 18:47	06:38 20:36	06:46 21:21	05:27 21:49	20:28 (R1/3) 21:13 (5)	05:47 21:38	20:30 (R1/3) 20:49	07:17 19:43	07:07 20:03	08:04 18:39
20	08:26 17:09	07:40 18:02	06:42 18:48	06:36 20:37	06:45 21:22	05:27 21:50	20:28 (R1/3) 21:13 (5)	05:49 21:37	20:31 (R1/3) 20:47	07:19 19:41	07:08 20:04	08:05 18:37
21	08:25 17:11	07:38 18:04	06:39 18:50	06:34 20:39	06:44 21:23	05:27 21:50	20:28 (R1/3) 21:13 (5)	05:50 21:35	20:31 (R1/3) 20:45	07:20 19:39	07:07 20:04	08:07 18:35
22	08:24 17:13	07:36 18:06	06:37 18:51	06:32 20:40	06:43 21:25	05:27 21:50	20:29 (R1/3) 21:14 (5)	05:51 21:34	20:31 (R1/3) 20:43	07:22 19:37	07:08 20:05	08:08 18:33
23	08:23 17:14	07:34 18:07	06:35 18:53	06:30 20:42	06:42 21:26	05:27 21:50	20:29 (R1/3) 21:14 (5)	05:52 21:33	20:32 (R1/3) 20:41	07:23 19:35	07:09 20:04	08:11 18:31
24	08:22 17:16	07:32 18:09	06:33 18:55	06:28 20:43	06:40 21:27	05:27 21:50	20:29 (R1/3) 21:14 (5)	05:54 21:32	20:33 (R1/3) 20:39	07:25 19:32	07:10 20:03	08:12 18:30
25	08:21 17:18	07:30 18:11	06:31 18:56	06:26 20:45	06:39 21:28	05:28 21:50	20:29 (R1/3) 21:15 (5)	05:55 21:31	20:35 (R1/3) 20:37	07:26 19:30	07:08 20:05	08:14 18:33
26	08:20 17:19	07:28 18:12	06:28 18:58	06:24 20:46	06:38 21:30	05:28 21:50	20:29 (R1/3) 21:15 (5)	05:56 21:29	20:38 (R1/3) 20:35	07:28 19:28	07:09 20:04	08:15 18:30
27	08:18 17:21	07:26 18:14	06:26 18:59	06:22 20:48	06:37 21:31	05:29 21:50	20:29 (R1/3) 21:14 (5)	05:58 21:28	20:39 (R1/3) 20:31	07:29 19:26	07:11 20:02	08:17 18:34
28	08:17 17:23	07:24 18:16	06:24 19:01	06:20 20:50	06:36 21:32	05:29 21:50	20:29 (R1/3) 21:15 (5)	05:59 21:27	20:39 (R1/3) 20:31	07:31 19:24	07:12 20:03	08:18 18:35
29	08:16 17:24	07:22 18:03	06:22 19:03	06:18 20:51	06:35 21:33	05:30 21:50	20:29 (R1/3) 21:14 (5)	06:00 21:25	20:39 (R1/3) 20:29	07:32 19:21	07:13 20:04	08:19 18:36
30	08:15 17:26	07:20 18:04	06:20 19:04	06:16 20:53	06:35 21:34	05:30 21:50	20:29 (R1/3) 21:15 (5)	06:02 21:24	20:39 (R1/3) 20:27	07:34 19:19	07:14 20:05	08:20 18:37
31	08:13 17:28	07:18 18:06	06:18 19:06	06:14 20:54	06:34 21:35	05:31 21:50	20:29 (R1/3) 21:15 (5)	06:03 21:22	20:39 (R1/3) 20:25	07:35 19:20	07:15 20:06	08:21 18:38
Sonnenscheinstunden	267	282	368	412	477	489	493	448	380	334	273	253
est. max. mögl. Beschattung			88		224	698			90			
Red. Sonnenscheinwahrsch.			0,27		0,40	0,32		472	0,38			
Reduktion Betriebsdauer			0,99		0,99	0,99		0,99	0,99			
Reduktion Windrichtung			0,67		0,62	0,61		0,62	0,67			
Gesamte Reduktion			0,18		0,25	0,19		0,25	0,25			
Met. wahrsch. Beschattung			16		55	135		118	22			

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:

15-1-3099-002
Nordwand

Beschreibung:

WEA Stockem-Lentzweiler, Luxembourg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel23, Ierwescht Duerf
9747 Enscherange

Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com

Berechnet:

14.06.2022 12:40/3.5.584

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: L1 - Lullange - 1, Antoniushaff

Annahmen für Schattenwurfberechnung

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [ST-HUBERT]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,58	3,05	3,17	4,85	6,15	5,19	6,45	6,12	4,77	3,14	2,23	1,13

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
265	349	533	757	676	526	657	1.040	1.471	1.234	760	428	8.696

	Januar	Februar	März	April	Mai	June	July	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:36 16:45	08:12 17:29	07:22 18:17	07:16 20:07	06:15 20:54	07:06 (R1/3) 21:37	05:33 21:50	07:10 (R1/3) 21:50	06:04 21:21	07:10 (R1/3) 20:23	07:35 19:17	07:25 17:15
2	08:36 16:46	08:10 17:31	07:20 18:19	07:13 20:09	06:13 20:56	07:05 (R1/3) 21:38	05:32 21:50	07:11 (R1/3) 21:50	06:06 21:19	07:10 (R1/3) 20:21	07:37 19:15	07:27 17:13
3	08:36 16:47	08:09 17:33	07:18 18:21	07:11 20:11	06:11 20:57	07:04 (R1/3) 21:39	05:32 21:49	07:13 (R1/3) 21:49	06:07 21:18	07:10 (R1/3) 20:19	07:38 19:13	07:28 17:12
4	08:36 16:48	08:08 17:35	07:16 18:22	07:09 20:12	06:09 20:59	07:03 (R1/3) 21:40	05:31 21:49	07:14 (R1/3) 21:49	06:09 21:16	07:11 (R1/3) 20:16	07:40 19:11	07:30 17:10
5	08:35 16:49	08:06 17:36	07:14 18:24	07:07 20:14	06:08 21:00	07:02 (R1/3) 21:40	05:30 21:48	07:17 (R1/3) 21:48	06:10 21:15	07:11 (R1/3) 20:14	07:42 19:09	07:32 17:08
6	08:35 16:50	08:04 17:38	07:12 18:26	07:05 20:15	06:06 21:02	07:02 (R1/3) 21:40	05:30 21:48	07:13 (R1/3) 21:48	06:12 21:15	07:10 (R1/3) 20:14	07:43 19:09	07:33 17:08
7	08:35 16:51	08:03 17:40	07:10 18:27	07:03 20:17	06:04 21:04	07:01 (R1/3) 21:42	05:29 21:47	07:14 (R1/3) 21:47	06:13 21:21	07:12 (R1/3) 20:10	07:45 19:04	07:35 17:05
8	08:34 16:52	08:01 17:42	07:08 18:29	07:00 20:18	06:03 21:05	07:01 (R1/3) 21:43	05:29 21:47	07:15 (R1/3) 21:47	06:14 21:19	07:13 (R1/3) 20:08	07:46 19:02	07:37 17:04
9	08:34 16:54	08:00 17:43	07:05 18:31	06:58 20:20	06:01 21:06	07:00 (R1/3) 21:44	05:28 21:46	07:16 (R1/3) 21:46	06:16 21:14	07:13 (R1/3) 20:06	07:48 19:00	07:38 17:02
10	08:34 16:55	07:58 17:45	07:03 18:32	06:56 20:22	05:59 21:08	07:00 (R1/3) 21:45	05:28 21:46	07:19 (R1/3) 21:46	06:17 21:14	07:13 (R1/3) 20:03	07:49 18:58	07:40 17:01
11	08:33 16:56	07:56 17:47	07:01 18:34	06:54 20:23	05:58 21:09	07:00 (R1/3) 21:45	05:28 21:47	07:18 (R1/3) 21:47	06:19 21:15	07:14 (R1/3) 20:01	07:51 18:56	07:42 17:01
12	08:32 16:58	07:55 17:48	06:59 18:36	06:52 20:25	05:56 21:11	07:00 (R1/3) 21:46	05:27 21:48	07:17 (R1/3) 21:48	06:20 21:14	07:15 (R1/3) 20:06	07:52 18:54	07:43 17:02
13	08:32 16:59	07:53 17:50	06:57 18:37	06:50 20:26	05:55 21:12	06:59 (R1/3) 21:47	05:27 21:49	07:16 (R1/3) 21:49	06:22 21:11	07:16 (R1/3) 20:01	07:54 18:52	07:45 17:01
14	08:31 17:01	07:51 17:52	06:55 18:39	06:48 20:28	05:53 21:14	07:00 (R1/3) 21:47	05:27 21:49	07:16 (R1/3) 21:49	06:23 21:14	07:19 (R1/3) 20:09	07:56 18:50	07:47 17:01
15	08:30 17:02	07:49 17:54	06:53 18:40	06:46 20:29	05:52 21:15	07:00 (R1/3) 21:48	05:27 21:50	07:15 (R1/3) 21:50	06:25 21:12	07:21 (R1/3) 20:07	07:57 18:47	07:48 17:01
16	08:30 17:03	07:47 17:55	06:50 18:42	06:44 20:31	05:51 21:17	06:59 (R1/3) 21:48	05:27 21:50	07:14 (R1/3) 21:50	06:26 21:11	07:21 (R1/3) 20:05	07:59 18:45	07:50 17:02
17	08:29 17:05	07:46 17:57	06:48 18:44	06:42 20:33	05:49 21:18	07:00 (R1/3) 21:49	05:27 21:50	07:14 (R1/3) 21:50	06:28 21:14	07:22 (R1/3) 20:03	08:00 18:43	07:52 17:01
18	08:28 17:06	07:44 17:59	06:46 18:45	06:40 20:34	05:48 21:19	07:00 (R1/3) 21:49	05:27 21:50	07:14 (R1/3) 21:50	06:29 21:14	07:23 (R1/3) 20:01	08:02 18:41	07:53 17:01
19	08:27 17:08	07:42 18:00	06:44 18:47	06:38 20:36	05:47 21:21	07:01 (R1/3) 21:49	05:27 21:50	07:13 (R1/3) 21:50	06:31 21:14	07:24 (R1/3) 20:01	08:04 18:39	07:55 17:01
20	08:26 17:10	07:40 18:02	06:42 18:48	06:36 20:37	05:45 21:22	07:01 (R1/3) 21:50	05:27 21:50	07:13 (R1/3) 21:50	06:32 21:14	07:25 (R1/3) 20:01	08:05 18:37	07:56 17:01
21	08:25 17:11	07:38 18:04	06:40 18:50	06:34 20:39	05:44 21:23	07:02 (R1/3) 21:50	05:27 21:50	07:12 (R1/3) 21:50	06:34 21:14	07:26 (R1/3) 20:01	08:07 18:35	07:58 17:01
22	08:24 17:13	07:36 18:06	06:37 18:52	06:32 20:40	05:43 21:25	07:01 (R1/3) 21:50	05:27 21:50	07:12 (R1/3) 21:50	06:35 21:14	07:27 (R1/3) 20:01	08:09 18:33	07:59 17:01
23	08:23 17:14	07:34 18:07	06:35 18:53	06:30 20:42	05:42 21:26	07:02 (R1/3) 21:50	05:27 21:50	07:11 (R1/3) 21:50	06:37 21:14	07:28 (R1/3) 20:01	08:10 18:32	08:01 17:01
24	08:22 17:16	07:32 18:09	06:33 18:55	06:28 20:43	05:41 21:27	07:03 (R1/3) 21:50	05:28 21:50	07:12 (R1/3) 21:50	06:38 21:14	07:29 (R1/3) 20:01	08:12 18:33	08:03 17:01
25	08:21 17:18	07:30 18:11	06:31 18:56	06:26 20:45	05:39 21:29	07:03 (R1/3) 21:50	05:28 21:50	07:11 (R1/3) 21:50	06:40 21:14	07:30 (R1/3) 20:01	08:13 18:34	08:04 17:01
26	08:20 17:19	07:28 18:12	06:29 18:58	06:24 20:47	05:38 21:30	07:05 (R1/3) 21:50	05:28 21:50	07:11 (R1/3) 21:50	06:41 21:14	07:31 (R1/3) 20:01	08:14 18:35	08:05 17:01
27	08:19 17:21	07:26 18:14	06:26 18:59	06:22 20:48	05:37 21:31	07:06 (R1/3) 21:50	05:29 21:50	07:12 (R1/3) 21:50	06:43 21:14	07:32 (R1/3) 20:01	08:15 18:36	08:06 17:01
28	08:17 17:23	07:24 18:16	06:24 19:01	06:20 20:50	05:36 21:32	07:07 (R1/3) 21:50	05:29 21:50	07:13 (R1/3) 21:50	06:44 21:14	07:33 (R1/3) 20:01	08:16 18:37	08:07 17:01
29	08:16 17:24	07:22 19:01	06:22 20:51	06:18 20:59	05:35 21:33	07:08 (R1/3) 21:50	05:30 21:50	07:14 (R1/3) 21:50	06:46 21:14	07:34 (R1/3) 20:01	08:17 18:38	08:08 17:01
30	08:15 17:26	07:20 20:04	06:16 20:53	06:16 20:53	05:35 21:34	07:09 (R1/3) 21:50	05:30 21:50	07:15 (R1/3) 21:50	06:47 21:14	07:35 (R1/3) 20:01	08:18 18:39	08:09 17:01
31	08:13 17:28	07:18 20:06	07:18 20:06	07:18 20:06	05:34 21:36	07:09 (R1/3) 21:50	05:30 21:50	07:16 (R1/3) 21:50	06:49 21:14	07:36 (R1/3) 20:01	08:19 18:40	08:10 17:01
Sonnenscheinstunden	267	282	368	412	478	489	493	448	380	334	273	253
astr. max. mögl. Beschattung				57	989	63	667	446				
Red. Sonnenscheinwahrsch.				0,35	0,40	0,32	0,41	0,42				
Reduktion Betriebsdauer				0,99	0,99	0,99	0,99	0,99				
Reduktion Windrichtung				0,71	0,71	0,71	0,71	0,71				
Gesamte Reduktion				0,25	0,28	0,22	0,29	0,30				
Met. wahrsch. Beschattung				14	279	14	191	133				

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:

15-1-3099-002
Nordwand

Beschreibung:

WEA Stockem-Lentzweiler, Luxemburg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel23, Ierwescht Duerf
9747 Enscherange

Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com

Berechnet:

14.06.2022 12:40/3.5.584

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: S1 - Stockem - 20, Duärrrefstrooss

Annahmen für Schattenwurfberechnung

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [ST-HUBERT]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,58	3,05	3,17	4,85	6,15	5,19	6,45	6,12	4,77	3,14	2,23	1,13

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
265	349	533	757	676	526	657	1.040	1.471	1.234	760	428	8.696

	Januar	Februar	März	April	Mai	Jun	Jul	August	September	Oktober	November	Dezember	
1	08:36 16:44	15:33 (R1/3) 15:51 (R1/3)	08:12 17:29	07:22 18:17	07:15 20:07	06:15 20:54	05:33 21:37	05:31 21:50	06:04 21:21	06:50 20:23	07:35 19:17	16:30 (5) 16:41 (5)	08:13 16:38
2	08:36 16:45	15:32 (R1/3) 15:52 (R1/3)	08:10 17:31	07:20 18:19	07:13 20:09	06:13 20:56	05:32 21:38	05:31 21:50	06:06 21:19	06:52 20:21	07:37 19:15	16:33 (5) 16:38 (5)	08:14 16:37
3	08:36 16:46	15:34 (R1/3) 15:53 (R1/3)	08:09 17:33	07:18 18:21	07:11 20:10	06:11 20:57	05:31 21:39	05:32 21:49	06:07 21:18	06:53 20:19	07:38 19:13	08:15 16:37	15:19 (R1/3) 15:38 (R1/3)
4	08:35 16:48	15:33 (R1/3) 15:52 (R1/3)	08:07 17:34	07:16 18:22	07:09 20:12	06:09 20:59	05:31 21:40	05:33 21:49	06:08 21:16	06:55 20:16	07:40 19:11	08:17 16:36	15:20 (R1/3) 15:39 (R1/3)
5	08:35 16:49	15:34 (R1/3) 15:53 (R1/3)	08:06 17:36	07:14 18:24	07:07 20:14	06:08 21:00	05:30 21:40	05:33 21:48	06:10 21:15	06:56 20:14	07:41 19:08	08:18 16:36	15:20 (R1/3) 15:39 (R1/3)
6	08:35 16:50	15:34 (R1/3) 15:53 (R1/3)	08:04 17:38	07:12 18:26	07:05 20:02	06:06 20:50	05:30 21:41	05:34 21:48	06:11 21:13	06:58 20:12	07:43 19:06	08:19 16:36	15:20 (R1/3) 15:39 (R1/3)
7	08:35 16:51	15:35 (R1/3) 15:54 (R1/3)	08:03 17:40	07:10 18:27	07:02 20:03	06:04 20:49	05:29 21:42	05:35 21:47	06:13 21:10	06:59 20:08	07:45 19:02	08:20 16:35	15:21 (R1/3) 15:40 (R1/3)
8	08:34 16:52	15:36 (R1/3) 15:55 (R1/3)	08:01 17:41	07:07 18:29	07:00 20:18	06:03 21:05	05:29 21:43	05:36 21:47	06:14 21:10	07:01 20:08	07:46 19:02	08:21 16:35	15:21 (R1/3) 15:41 (R1/3)
9	08:34 16:54	15:36 (R1/3) 15:55 (R1/3)	08:00 17:43	17:03 (5) 18:31	07:05 20:20	06:58 21:06	06:01 21:44	05:28 21:46	06:16 21:08	07:02 20:06	07:48 19:00	08:22 16:35	15:22 (R1/3) 15:41 (R1/3)
10	08:33 16:55	15:37 (R1/3) 15:56 (R1/3)	07:58 17:45	17:01 (5) 18:32	07:03 20:21	06:56 21:08	05:59 21:45	05:28 21:46	06:17 21:06	07:04 20:03	07:49 18:58	08:24 16:35	15:22 (R1/3) 15:41 (R1/3)
11	08:33 16:56	15:37 (R1/3) 15:56 (R1/3)	07:56 17:47	16:59 (5) 18:34	07:01 20:23	06:54 21:09	05:58 21:45	05:27 21:46	06:19 21:04	07:05 20:01	07:51 18:56	08:25 16:34	15:23 (R1/3) 15:41 (R1/3)
12	08:32 16:58	15:37 (R1/3) 15:55 (R1/3)	07:54 17:48	16:58 (5) 18:35	06:59 20:25	06:52 21:11	05:56 21:46	05:27 21:44	06:20 21:02	07:07 19:59	07:52 18:54	08:26 16:34	15:23 (R1/3) 15:42 (R1/3)
13	08:32 16:59	15:38 (R1/3) 15:56 (R1/3)	07:53 17:50	16:57 (5) 18:37	06:57 20:26	06:50 21:12	05:55 21:47	05:27 21:43	06:22 21:01	07:08 19:57	07:54 18:51	08:27 16:34	15:24 (R1/3) 15:42 (R1/3)
14	08:31 17:00	15:38 (R1/3) 15:56 (R1/3)	07:51 17:52	16:57 (5) 18:39	06:55 20:28	06:48 21:14	05:53 21:47	05:27 21:43	06:23 20:59	07:10 19:55	07:56 18:49	08:27 16:34	15:24 (R1/3) 15:43 (R1/3)
15	08:30 17:02	15:40 (R1/3) 15:56 (R1/3)	07:49 17:53	16:58 (5) 18:40	06:52 20:29	06:46 21:15	05:52 21:48	05:27 21:42	06:25 20:57	07:11 19:52	07:57 18:47	08:28 16:35	15:25 (R1/3) 15:43 (R1/3)
16	08:30 17:03	15:41 (R1/3) 15:57 (R1/3)	07:47 17:55	16:58 (5) 18:42	06:44 20:31	06:50 21:17	05:26 21:48	05:44 21:41	06:26 21:05	07:13 19:50	07:59 18:45	08:29 16:35	15:26 (R1/3) 15:43 (R1/3)
17	08:29 17:05	15:42 (R1/3) 15:58 (R1/3)	07:45 17:57	16:58 (5) 18:43	06:42 20:32	06:49 21:18	05:26 21:49	05:45 21:40	06:28 20:53	07:14 19:48	08:00 18:43	08:30 16:35	15:26 (R1/3) 15:43 (R1/3)
18	08:28 17:06	15:44 (R1/3) 15:54 (R1/3)	07:44 17:59	16:58 (5) 18:45	06:46 20:34	06:40 21:19	05:48 21:49	05:26 21:49	06:29 20:51	07:16 19:46	08:02 18:41	08:31 16:35	15:26 (R1/3) 15:44 (R1/3)
19	08:27 17:08	15:46 (R1/3) 15:53 (R1/3)	07:42 18:00	16:59 (5) 18:47	06:44 20:36	06:38 21:21	05:46 21:49	05:26 21:38	06:31 20:49	07:17 19:44	08:04 18:39	08:31 16:35	15:27 (R1/3) 15:44 (R1/3)
20	08:26 17:09	17:00 (5) 18:02	07:40 18:13	17:14 (5) 18:48	06:42 20:37	06:36 21:22	05:45 21:50	05:27 21:37	06:32 21:41	07:19 19:41	08:05 18:37	08:32 16:36	15:27 (R1/3) 15:44 (R1/3)
21	08:25 17:11	17:02 (5) 18:04	07:38 18:15	17:13 (5) 18:49	06:43 20:39	06:34 21:23	05:44 21:50	05:27 21:36	06:34 21:39	07:20 19:35	08:07 18:35	08:33 16:36	15:28 (R1/3) 15:45 (R1/3)
22	08:24 17:13	18:05 18:06	07:36 18:16	17:11 (5) 18:51	06:30 20:40	06:32 21:25	05:43 21:50	05:27 21:34	06:35 21:37	07:22 19:37	08:08 18:33	08:33 16:37	15:28 (R1/3) 15:45 (R1/3)
23	08:23 17:14	18:07 18:07	07:34 18:17	18:53 18:53	06:35 20:42	06:30 21:26	05:41 21:50	05:27 21:33	06:37 21:35	07:23 19:38	08:10 18:31	17:29 (5) 17:45 (5)	08:01 16:44
24	08:22 17:16	18:09 18:09	07:32 18:19	18:55 18:55	06:33 20:43	06:28 21:27	05:40 21:50	05:27 21:32	06:38 21:39	07:25 19:32	08:12 18:29	17:27 (5) 17:45 (5)	08:03 16:43
25	08:21 17:18	18:10 18:11	07:30 18:18	18:56 18:56	06:31 20:45	06:26 21:29	05:39 21:50	05:28 21:31	06:40 21:37	07:26 19:30	07:13 18:28	16:27 (5) 16:45 (5)	08:04 16:42
26	08:20 17:19	18:12 18:12	07:28 18:12	18:58 18:58	06:28 20:47	06:24 21:30	05:36 21:50	05:28 21:29	06:41 20:35	07:28 19:28	08:06 18:26	16:27 (5) 16:46 (5)	08:05 16:42
27	08:18 17:21	18:14 18:14	07:26 18:14	18:59 18:59	06:26 20:48	06:22 21:31	05:37 21:50	05:29 21:28	06:43 21:26	07:29 19:26	07:17 18:24	16:27 (5) 16:46 (5)	08:07 16:41
28	08:17 17:22	18:15 18:16	07:24 18:16	18:59 19:01	06:24 20:50	06:20 21:32	05:36 21:50	05:29 21:27	06:44 21:24	07:31 19:24	07:18 18:22	16:27 (5) 16:45 (5)	08:08 16:40
29	08:16 17:24	18:16 18:17	07:22 18:17	19:01 19:02	07:22 20:03	06:18 21:51	05:35 21:33	05:29 21:50	06:46 20:29	07:32 19:21	07:20 18:20	16:27 (5) 16:44 (5)	08:10 16:39
30	08:15 17:26	18:17 18:18	07:20 18:18	19:02 19:03	07:25 20:04	06:16 20:53	05:33 21:34	06:02 21:50	06:47 21:24	07:34 19:19	07:22 18:22	16:28 (5) 16:44 (5)	08:11 16:39
31	08:13 17:28	18:18 18:19	07:18 18:19	19:03 19:04	07:18 20:06	06:14 21:35	05:34 21:50	06:03 21:22	06:49 20:25	07:35 19:20	07:23 18:23	16:29 (5) 16:43 (5)	08:12 16:40
Sonnenscheinstunden	267	282	368	412	478	489	493	448	380	334	273	253	560
astr. max. mögl. Beschattung	321	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191
Red. Sonnenscheinwahrsch.	0,18	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,14
Reduktion Betriebsdauer	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Reduktion Windrichtung	0,70	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,70
Gesamte Reduktion	0,13	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,10
Met. wahrsch. Beschattung	41	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	54

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

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

Projekt:

15-1-3099-002
Nordwand

Beschreibung:

WEA Stockem-Lentzweiler, Luxembourg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel23, Ierwescht Duerf
9747 Enscherange

Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com

Berechnet:

14.06.2022 12:40/3.5.584

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: S2 - Stockem - 16, An der Driicht

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [ST-HUBERT]

Annahmen für Schattenwurfberechnung

Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,58 3,05 3,17 4,85 6,15 5,19 6,45 6,12 4,77 3,14 2,23 1,13

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
265	349	533	757	676	526	657	1.040	1.471	1.234	760	428	8.696

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:36 16:44	15:42 (R1/3) 18:17	08:12 17:29	07:22 17:11 (5)	07:15 17:26 (5)	06:15 20:54	05:33 21:37	05:31 21:50	06:04 21:21	06:50 20:23	07:25 19:17	08:13 16:38
2	08:36 16:45	15:42 (R1/3) 18:17	08:10 17:29	07:20 17:12 (5)	07:13 17:23 (5)	06:13 20:59	05:32 21:38	05:31 21:50	06:06 21:19	06:52 20:21	07:27 19:15	08:14 16:37
3	08:36 16:47	15:42 (R1/3) 18:17	08:09 17:33	07:18 17:11	07:11 20:57	06:11 21:39	05:31 21:49	05:32 21:58	06:07 21:18	06:53 20:19	07:28 19:13	08:15 16:37
4	08:35 16:48	15:41 (R1/3) 18:16	08:07 17:34	07:16 17:10	07:09 20:59	06:09 21:40	05:33 21:49	05:33 21:58	06:09 21:16	06:55 20:16	07:30 19:11	08:17 16:38
5	08:35 16:49	15:41 (R1/3) 18:16	08:06 17:36	07:14 17:12	07:08 20:56	06:08 21:40	05:33 21:48	05:33 21:57	06:10 21:14	06:56 20:14	07:32 19:08	08:18 16:36
6	08:35 16:50	15:40 (R1/3) 18:15	08:04 17:38	07:12 17:12	07:05 20:56	06:06 21:40	05:34 21:48	05:34 21:57	06:11 21:13	06:58 20:12	07:33 19:06	08:19 16:36
7	08:35 16:51	15:41 (R1/3) 18:16	08:03 17:40	07:10 17:12	07:03 20:56	06:04 21:44	05:29 21:46	05:29 21:55	06:13 21:08	06:59 20:07	07:35 19:02	08:20 16:35
8	08:34 16:52	15:41 (R1/3) 18:15	08:01 17:41	07:07 17:12	07:00 20:56	06:03 21:43	05:29 21:47	05:29 21:56	06:14 21:10	07:01 20:08	07:37 19:02	08:21 16:35
9	08:34 16:54	15:41 (R1/3) 18:15	08:00 17:43	07:05 17:13	06:58 20:56	06:01 21:44	05:28 21:47	05:28 21:56	06:16 21:10	07:02 20:07	07:48 19:02	08:22 16:35
10	08:33 16:55	15:40 (R1/3) 18:14	07:58 17:45	07:03 17:14	06:56 20:59	05:59 21:45	05:28 21:46	05:28 21:55	06:17 21:06	07:04 20:03	07:49 18:58	08:24 16:35
11	08:33 16:56	15:41 (R1/3) 18:14	07:56 17:47	07:01 17:15	06:54 20:59	05:58 21:45	05:27 21:46	05:27 21:55	06:19 21:04	07:05 20:01	07:51 18:56	08:25 16:34
12	08:32 16:58	15:41 (R1/3) 18:14	07:54 17:48	06:59 17:15	06:52 20:59	05:56 21:46	05:27 21:47	05:27 21:56	06:20 21:11	07:07 20:04	07:52 18:54	08:26 16:34
13	08:32 16:59	15:41 (R1/3) 18:14	07:53 17:50	06:57 17:16	06:50 20:59	05:55 21:47	05:27 21:48	05:27 21:57	06:22 21:01	07:08 20:01	07:54 18:51	08:27 16:34
14	08:31 17:00	15:41 (R1/3) 18:14	07:51 17:52	06:55 17:17	06:48 20:59	05:53 21:47	05:27 21:48	05:27 21:57	06:23 21:11	07:07 20:04	07:56 18:49	08:27 16:34
15	08:30 17:02	15:42 (R1/3) 18:14	07:49 17:54	06:52 17:18	06:46 20:59	05:52 21:48	05:27 21:49	05:27 21:58	06:25 21:11	07:11 20:04	07:57 18:49	08:28 16:34
16	08:30 17:03	15:42 (R1/3) 18:14	07:47 17:55	06:50 17:19	06:44 20:59	05:50 21:48	05:26 21:49	05:26 21:58	06:26 21:13	07:13 20:04	07:59 18:45	08:29 16:35
17	08:29 17:05	15:42 (R1/3) 18:14	07:45 17:57	06:48 17:20	06:42 20:59	05:49 21:49	05:26 21:50	05:26 21:59	06:28 21:14	07:14 20:04	07:52 18:43	08:30 16:35
18	08:28 17:06	15:43 (R1/3) 18:14	07:44 17:59	06:46 17:24 (5)	06:40 20:59	05:48 21:49	05:26 21:50	05:26 21:59	06:29 21:14	07:16 20:04	07:53 18:41	08:31 16:35
19	08:27 17:08	15:43 (R1/3) 18:14	07:42 18:00	06:44 17:26 (5)	06:38 20:59	05:46 21:49	05:26 21:50	05:26 21:59	06:31 21:14	07:17 20:04	07:55 18:41	08:31 16:35
20	08:26 17:09	15:44 (R1/3) 18:14	07:40 18:02	06:42 17:27 (5)	06:36 20:59	05:45 21:49	05:27 21:50	05:27 21:59	06:32 21:14	07:19 20:04	08:05 18:41	08:32 16:35
21	08:25 17:11	15:44 (R1/3) 18:14	07:38 18:04	06:39 17:28 (5)	06:34 20:59	05:44 21:49	05:27 21:50	05:27 21:59	06:34 21:14	07:20 20:04	08:07 18:41	08:33 16:35
22	08:24 17:13	15:44 (R1/3) 18:14	07:36 18:06	06:37 17:29 (5)	06:32 20:59	05:43 21:49	05:27 21:50	05:27 21:59	06:35 21:14	07:22 20:04	08:08 18:41	08:33 16:35
23	08:23 17:14	15:45 (R1/3) 18:14	07:34 18:07	06:35 17:29 (5)	06:30 20:59	05:42 21:49	05:27 21:50	05:27 21:59	06:37 21:14	07:23 20:04	08:10 18:41	08:34 16:35
24	08:22 17:16	15:47 (R1/3) 18:14	07:32 18:09	06:33 17:29 (5)	06:28 20:59	05:40 21:49	05:27 21:50	05:27 21:59	06:38 21:14	07:25 20:04	08:12 18:41	08:34 16:35
25	08:21 17:18	15:48 (R1/3) 18:14	07:30 18:11	06:31 17:29 (5)	06:26 20:59	05:39 21:49	05:28 21:50	05:28 21:59	06:40 21:14	07:26 20:04	08:13 18:41	08:34 16:35
26	08:20 17:19	15:49 (R1/3) 18:14	07:28 18:12	06:29 17:29 (5)	06:24 20:59	05:38 21:49	05:28 21:50	05:28 21:59	06:41 21:14	07:28 20:04	08:15 18:41	08:35 16:35
27	08:18 17:21	15:52 (R1/3) 18:14	07:26 18:14	06:26 17:28 (5)	06:22 20:59	05:37 21:49	05:29 21:50	05:29 21:59	06:43 21:14	07:29 20:04	08:17 18:41	08:35 16:35
28	08:17 17:22	16:00 (R1/3) 18:14	07:24 18:16	06:24 17:27 (5)	06:20 20:59	05:36 21:49	05:29 21:50	05:29 21:59	06:44 21:14	07:31 20:04	08:18 18:41	08:35 16:35
29	08:16 17:24	16:01 (R1/3) 18:14	07:22 18:18	06:22 17:28 (5)	06:18 20:59	05:35 21:49	05:30 21:50	05:30 21:59	06:46 21:14	07:32 20:04	08:20 18:41	08:35 16:35
30	08:15 17:26	16:02 (R1/3) 18:14	07:20 18:20	06:20 17:30 (5)	06:16 20:59	05:34 21:49	05:30 21:50	05:30 21:59	06:47 21:14	07:34 20:04	08:22 18:41	08:36 16:35
31	08:13 17:28	16:03 (R1/3) 18:14	07:18 18:22	06:18 17:32 (5)	06:14 20:59	05:33 21:49	05:30 21:50	05:30 21:59	06:49 21:14	07:35 20:04	08:23 18:41	08:36 16:35
Sonneneinstrahlung	267	282	368	412	478	489	493	448	380	334	273	253
astr. max. mögl. Beschattung	470	192	26	26	26	26	26	26	26	26	26	207
Red. Sonneneinstrahlung	0,18	0,30	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,14
Reduktion Betriebsdauer	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Reduktion Windrichtung	0,70	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,70
Gesamte Reduktion	0,13	0,22	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,10
Met. wahrsch. Beschattung	60	42	5	5	5	5	5	5	5	5	5	20

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:

15-1-3099-002
Nordwand

Beschreibung:

WEA Stockem-Lentzweiler, Luxembourg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel23, Ierwescht Duerf
9747 Enscherange

Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com

Berechnet:

14.06.2022 12:40/3.5.584

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: S3 - Stockem - 21, An der Driicht

Annahmen für Schattenwurfberechnung

Sonnencheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [ST-HUBERT]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,58	3,05	3,17	4,85	6,15	5,19	6,45	6,12	4,77	3,14	2,23	1,13

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
265	349	533	757	676	526	657	1.040	1.471	1.234	760	428	8.696

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:36 16:44	08:12 17:29	16:00 (R1/3) 18:17	07:22 21	17:14 (5) 17:35 (5)	07:15 20:07	06:15 20:54	05:33 21:37	05:31 21:50	06:04 20:23	07:35 19:17	08:13 16:38
2	08:36 16:45	08:10 17:31	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 21	17:13 (5) 17:34 (5)	07:13 20:09	06:13 20:56	05:32 21:38	05:31 21:50	06:06 20:21	07:37 19:15	08:14 16:37
3	08:36 16:47	08:09 17:33	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 19	17:14 (5) 17:33 (5)	07:11 20:10	06:11 20:57	05:31 21:39	05:32 21:49	06:07 20:19	07:38 19:13	08:15 16:37
4	08:35 16:48	08:07 17:34	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 18	17:14 (5) 17:32 (5)	07:09 20:12	06:09 20:59	05:31 21:40	05:33 21:49	06:09 20:16	07:40 19:11	08:17 16:36
5	08:35 16:49	08:06 17:36	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 16	17:15 (5) 17:31 (5)	07:07 20:14	06:08 21:00	05:30 21:40	05:33 21:48	06:10 20:14	07:41 19:08	08:18 16:36
6	08:35 16:50	08:04 17:38	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 12	17:17 (5) 17:29 (5)	07:05 20:15	06:06 21:02	05:30 21:41	05:34 21:48	06:11 20:13	07:43 19:06	08:19 16:36
7	08:35 16:51	08:03 17:40	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 6	17:20 (5) 17:26 (5)	07:03 20:17	06:04 21:03	05:29 21:42	05:35 21:47	06:13 20:10	07:45 19:04	08:20 16:35
8	08:34 16:52	15:51 (R1/3) 17:41	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 18	17:26 (5) 17:31 (5)	20:17 20:18	06:03 21:05	05:29 21:43	05:36 21:47	06:14 20:08	07:46 19:02	08:21 16:35
9	08:34 16:54	15:57 (R1/3) 17:43	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 18	17:31 (5) 17:34 (5)	20:18 20:19	06:01 21:06	05:28 21:44	05:37 21:47	06:16 20:08	07:48 19:04	08:22 16:35
10	08:33 16:55	15:58 (R1/3) 17:45	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 18	17:34 (5) 17:37 (5)	20:19 20:20	06:01 21:07	05:28 21:45	05:38 21:47	06:17 20:09	07:49 19:05	08:24 16:35
11	08:33 16:56	15:59 (R1/3) 17:46	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 18	17:35 (5) 17:38 (5)	20:20 20:21	06:02 21:08	05:29 21:46	05:39 21:49	06:18 20:10	07:50 19:06	08:25 16:35
12	08:32 16:57	16:01 (R1/3) 17:47	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 18	17:38 (5) 17:41 (5)	20:21 20:22	06:03 21:10	05:27 21:47	05:40 21:50	06:20 20:11	07:52 19:07	08:26 16:34
13	08:32 16:58	16:02 (R1/3) 17:48	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 18	17:41 (5) 17:44 (5)	20:22 20:23	06:04 21:11	05:27 21:48	05:41 21:51	06:21 20:12	07:53 19:08	08:27 16:34
14	08:31 17:00	16:03 (R1/3) 17:51	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 18	17:44 (5) 17:47 (5)	20:23 20:24	06:05 21:12	05:27 21:49	05:42 21:52	06:22 20:13	07:54 19:09	08:28 16:34
15	08:30 17:02	16:04 (R1/3) 17:54	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 18	17:47 (5) 17:50 (5)	20:24 20:25	06:06 21:13	05:27 21:50	05:43 21:53	06:23 20:14	07:55 19:10	08:29 16:34
16	08:30 17:03	16:05 (R1/3) 17:55	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 18	17:51 (5) 17:54 (5)	20:25 20:26	06:07 21:14	05:27 21:51	05:44 21:54	06:24 20:15	07:56 19:11	08:30 16:34
17	08:29 17:05	16:06 (R1/3) 17:57	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 18	17:54 (5) 17:57 (5)	20:26 20:27	06:08 21:15	05:27 21:52	05:45 21:55	06:25 20:16	07:57 19:12	08:31 16:34
18	08:28 17:06	16:07 (R1/3) 17:59	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 18	17:57 (5) 18:00 (5)	20:27 20:28	06:09 21:16	05:27 21:53	05:46 21:56	06:26 20:17	07:58 19:13	08:32 16:34
19	08:27 17:08	16:08 (R1/3) 18:00	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 18	18:01 (5) 18:04 (5)	20:28 20:29	06:10 21:17	05:27 21:54	05:47 21:57	06:27 20:18	07:59 19:14	08:33 16:34
20	08:26 17:09	16:09 (R1/3) 18:02	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 18	18:04 (5) 18:07 (5)	20:29 20:30	06:11 21:18	05:27 21:55	05:48 21:58	06:28 20:19	08:00 19:15	08:34 16:34
21	08:25 17:11	16:10 (R1/3) 18:04	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 18	18:07 (5) 18:10 (5)	20:30 20:31	06:12 21:19	05:27 21:56	05:49 21:59	06:29 20:20	08:01 19:16	08:35 16:34
22	08:24 17:13	16:11 (R1/3) 18:06	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 18	18:11 (5) 18:14 (5)	20:31 20:32	06:13 21:20	05:27 21:57	05:50 22:00	06:30 20:21	08:02 19:17	08:36 16:34
23	08:23 17:14	16:12 (R1/3) 18:07	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 18	18:14 (5) 18:17 (5)	20:32 20:33	06:14 21:21	05:27 21:58	05:51 22:01	06:31 20:22	08:03 19:18	08:37 16:34
24	08:22 17:16	16:13 (R1/3) 18:09	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 18	18:17 (5) 18:20 (5)	20:33 20:34	06:15 21:22	05:27 21:59	05:52 22:02	06:32 20:23	08:04 19:19	08:38 16:34
25	08:21 17:18	16:14 (R1/3) 18:11	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 18	18:20 (5) 18:23 (5)	20:34 20:35	06:16 21:23	05:27 22:00	05:53 22:03	06:33 20:24	08:05 19:20	08:39 16:34
26	08:20 17:19	16:15 (R1/3) 18:12	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 18	18:23 (5) 18:26 (5)	20:35 20:36	06:17 21:24	05:27 22:01	05:54 22:04	06:34 20:25	08:06 19:21	08:40 16:34
27	08:19 17:21	16:16 (R1/3) 18:14	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 18	18:26 (5) 18:29 (5)	20:36 20:37	06:18 21:25	05:27 22:02	05:55 22:05	06:35 20:26	08:07 19:22	08:41 16:34
28	08:17 17:23	16:17 (R1/3) 18:16	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 18	18:29 (5) 18:32 (5)	20:37 20:38	06:19 21:26	05:27 22:03	05:56 22:06	06:36 20:27	08:08 19:23	08:42 16:34
29	08:16 17:24	16:18 (R1/3) 18:17	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 18	18:32 (5) 18:35 (5)	20:38 20:39	06:20 21:27	05:27 22:04	05:57 22:07	06:37 20:28	08:09 19:24	08:43 16:34
30	08:15 17:26	16:19 (R1/3) 18:18	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 18	18:35 (5) 18:38 (5)	20:39 20:40	06:21 21:28	05:27 22:05	05:58 22:08	06:38 20:29	08:10 19:25	08:44 16:34
31	08:13 17:28	16:20 (R1/3) 18:19	16:02 (R1/3) 18:17	07:20 18	18:38 (5) 18:41 (5)	20:40 20:41	06:22 21:29	05:27 22:06	05:59 22:09	06:39 20:30	08:11 19:26	08:45 16:34
Sonnenneinstrahlung	267	282	368	412	478	489	493	448	380	334	273	253
astr. max. mögl. Beschattung	419	120	113	0,27	0,30	0,30	0,29	0,25	0,25	0,25	0,25	0,14
Red. Sonnenneinstrahlung	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Reduktion Betriebsdauer	0,70	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,70
Gesamte Reduktion	0,13	0,22	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,10
Met. wahrsch. Beschattung	54	26	22							49	66	4

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

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

Projekt:

15-1-3099-002
Nordwand

Beschreibung:

WEA Stockem-Lentzweiler, Luxembourg

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel23, Ierwescht Duerf
9747 Enscherange

Marc Brüning / marc.brueining@ramboll.com

Berechnet:

14.06.2022 12:40/3.5.584

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: S4 - Stockem - 16, Diänjer Wee

Annahmen für Schattenwurfberechnung

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [ST-HUBERT]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,58	3,05	3,17	4,85	6,15	5,19	6,45	6,12	4,77	3,14	2,23	1,13

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
265	349	533	757	676	526	657	1.040	1.471	1.234	760	428	8.696

	Januar	Februar	März	April	Mai	Jun	Jul	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:36 16:44	08:12 17:29	16:16 (R1/3) 18:17	07:22 18:17	17:34 (5) 20:07	06:15 20:54	05:33 21:37	05:31 21:50	06:04 21:21	06:50 20:23	07:35 19:17	08:13 16:38
2	08:36 16:45	08:10 17:31	16:16 (R1/3) 18:19	07:20 18:19	17:32 (5) 20:09	06:13 20:56	05:32 21:38	05:31 21:50	06:06 21:19	06:52 20:21	07:37 19:15	08:14 16:37
3	08:36 16:46	08:09 17:33	16:16 (R1/3) 18:21	07:18 18:21	17:31 (5) 20:10	06:11 20:57	05:31 21:39	05:32 21:49	06:07 21:18	06:53 20:18	07:38 19:13	08:15 16:37
4	08:35 16:48	08:07 17:34	16:17 (R1/3) 18:22	07:16 18:22	17:31 (5) 20:12	06:09 20:59	05:33 21:40	05:33 21:49	06:09 21:16	06:55 20:16	07:40 19:11	08:17 16:36
5	08:35 16:49	08:06 17:36	16:18 (R1/3) 18:24	07:14 18:24	17:31 (5) 20:14	06:08 21:00	05:30 21:40	05:33 21:48	06:10 21:15	06:56 20:14	07:41 19:08	08:18 16:36
6	08:35 16:50	08:04 17:38	16:19 (R1/3) 18:26	07:12 18:26	17:31 (5) 20:15	06:06 21:02	05:30 21:41	05:34 21:48	06:11 21:13	06:58 20:12	07:43 19:06	08:19 16:36
7	08:35 16:51	08:03 17:40	16:21 (R1/3) 18:27	07:10 18:27	17:31 (5) 20:17	06:04 21:03	05:29 21:42	06:13 21:47	06:59 21:11	07:35 20:10	07:45 19:04	08:20 16:35
8	08:34 16:52	08:01 17:41	16:23 (R1/3) 18:29	07:07 18:29	17:31 (5) 20:18	06:03 21:05	05:29 21:43	06:14 21:47	07:01 21:09	07:46 20:08	07:46 19:02	08:21 16:35
9	08:34 16:54	08:00 17:43	16:30 (R1/3) 18:31	07:05 18:31	17:31 (5) 20:20	06:01 21:06	05:28 21:44	06:16 21:46	07:02 21:08	07:48 20:06	07:48 19:00	08:22 16:35
10	08:33 16:55	07:58 17:45	16:33 (R1/3) 18:32	07:03 18:32	17:33 (5) 20:21	06:05 21:08	05:28 21:45	06:17 21:46	07:04 21:06	07:49 20:03	07:49 18:58	08:24 16:35
11	08:33 16:56	07:56 17:47	16:33 (R1/3) 18:34	07:01 18:34	17:35 (5) 20:23	06:01 21:09	05:27 21:45	06:19 21:45	07:05 21:04	07:51 20:01	07:51 18:56	08:25 16:34
12	08:32 16:58	07:54 17:48	16:34 (R1/3) 18:35	06:59 18:35	17:42 (5) 20:25	06:52 21:11	05:27 21:46	06:20 21:44	07:07 21:02	07:52 20:59	07:52 18:54	08:26 16:34
13	08:32 16:59	07:53 17:50	16:35 (R1/3) 18:37	06:57 18:37	17:42 (5) 20:26	06:50 21:12	05:27 21:47	06:22 21:43	07:08 21:01	07:54 20:57	07:54 18:51	08:27 16:34
14	08:31 17:00	07:51 17:52	16:35 (R1/3) 18:39	06:55 18:39	17:42 (5) 20:28	06:48 21:14	05:27 21:47	06:23 21:49	07:10 21:55	07:56 20:59	07:56 18:49	08:27 16:34
15	08:30 17:02	07:49 17:54	16:36 (R1/3) 18:40	06:52 18:40	17:42 (5) 20:29	06:46 21:15	05:27 21:48	06:25 21:42	07:11 20:57	07:57 20:52	07:57 18:52	08:28 16:35
16	08:30 17:03	07:47 17:55	16:36 (R1/3) 18:42	06:50 18:42	17:42 (5) 20:31	06:44 21:17	05:26 21:48	06:26 21:41	07:13 20:55	07:59 20:45	07:59 18:45	08:29 16:35
17	08:29 17:05	07:45 17:57	16:37 (R1/3) 18:43	06:48 18:43	17:42 (5) 20:32	06:42 21:18	05:26 21:49	06:28 21:40	07:14 20:53	08:00 19:48	08:00 18:43	08:30 16:35
18	08:28 17:06	07:44 17:59	16:38 (R1/3) 18:45	06:46 18:45	17:42 (5) 20:34	06:40 21:19	05:26 21:49	06:29 21:39	07:16 20:51	08:02 19:46	08:02 18:41	08:31 16:35
19	08:27 17:08	07:42 18:00	16:39 (R1/3) 18:47	06:44 18:47	17:42 (5) 20:36	06:38 21:21	05:26 21:49	06:31 21:38	07:17 20:49	08:04 19:44	08:04 18:39	08:32 16:35
20	08:26 17:09	07:40 18:02	16:40 (R1/3) 18:48	06:42 18:48	17:42 (5) 20:37	06:36 21:22	05:25 21:50	06:32 21:37	07:19 20:47	08:05 19:41	08:05 18:37	08:33 16:36
21	08:25 17:11	07:38 18:04	16:41 (R1/3) 18:50	06:39 18:50	17:42 (5) 20:39	06:34 21:23	05:24 21:50	06:34 21:36	07:20 20:45	08:07 19:39	08:07 18:35	08:34 16:36
22	08:24 17:13	16:20 (R1/3) 18:06	16:42 (R1/3) 18:51	06:37 18:51	17:42 (5) 20:40	06:32 21:25	05:23 21:50	06:35 21:34	07:22 20:43	08:08 19:37	08:08 18:33	08:35 16:37
23	08:23 17:14	16:18 (R1/3) 18:07	16:43 (R1/3) 18:52	06:35 18:52	17:42 (5) 20:41	06:30 21:26	05:22 21:50	06:37 21:33	07:23 20:41	08:10 19:35	08:10 18:31	08:36 16:38
24	08:22 17:16	16:17 (R1/3) 18:09	16:44 (R1/3) 18:53	06:33 18:53	17:42 (5) 20:42	06:28 21:27	05:21 21:50	06:38 21:32	07:25 20:39	08:12 19:32	08:12 18:29	08:37 16:39
25	08:21 17:18	16:17 (R1/3) 18:11	16:45 (R1/3) 18:56	06:31 18:56	17:42 (5) 20:43	06:26 21:29	05:20 21:50	06:40 21:37	07:26 20:30	07:13 19:28	07:13 18:26	08:38 16:40
26	08:20 17:19	16:16 (R1/3) 18:12	16:46 (R1/3) 18:58	06:28 18:58	17:42 (5) 20:44	06:24 21:30	05:19 21:50	06:41 21:29	07:28 20:35	07:15 19:28	07:15 18:26	08:39 16:41
27	08:18 17:21	16:16 (R1/3) 18:14	16:47 (R1/3) 18:59	06:26 18:59	17:42 (5) 20:45	06:22 21:31	05:19 21:50	06:43 21:28	07:29 20:33	07:17 19:26	07:17 18:24	08:40 16:41
28	08:17 17:24	16:16 (R1/3) 18:16	16:48 (R1/3) 19:01	06:24 19:01	17:42 (5) 20:46	06:20 21:32	05:19 21:50	06:44 21:27	07:31 20:31	07:18 19:24	07:18 18:22	08:41 16:42
29	08:16 17:24	16:15 (R1/3) 18:17	16:49 (R1/3) 19:02	06:22 19:02	17:42 (5) 20:47	06:18 21:33	05:18 21:50	06:46 21:25	07:32 20:29	07:20 19:21	07:20 18:20	08:42 16:43
30	08:15 17:26	16:15 (R1/3) 18:18	16:50 (R1/3) 19:03	06:20 19:03	17:42 (5) 20:48	06:16 21:34	05:17 21:50	06:47 21:24	07:34 20:27	07:22 19:19	07:22 18:18	08:43 16:44
31	08:13 17:28	16:15 (R1/3) 18:19	16:51 (R1/3) 19:04	06:18 19:04	17:42 (5) 20:49	06:14 21:35	05:16 21:50	06:49 21:22	07:36 20:25	07:24 19:17	07:24 18:17	08:44 16:45
Sonnenscheinstunden	267	282	368	412	478	489	493	448	380	334	273	253
extr. max. mögl. Beschattung	163	143	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175
Red. Sonnenscheinwahrsch.	0,18	0,30	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Reduktion Betriebsdauer	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Reduktion Windrichtung	0,71	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Gesamte Reduktion	0,13	0,22	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Met. wahrsch. Beschattung	21	31	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33

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:

15-1-3099-002
Nordwand

Beschreibung:

WEA Stockem-Lentzweiler, Luxembourg

Lizenzierter Anwender:

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

RAMBOLL

23, Ierwescht Duerf
9747 EnscherangeMarc Brüning / marc.bruening@ramboll.com
Berechnet:

14.06.2022 12:40/3.5.584

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: S5 - Stockem - 1, Am Wämper Pad

Annahmen für Schattenwurfberechnung

Sonnscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [ST-HUBERT]

Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,58 3,05 3,17 4,85 6,15 5,19 6,45 6,12 4,77 3,14 2,23 1,13

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
265	349	533	757	676	526	657	1.040	1.471	1.234	760	428	8.696

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:36	08:12	15:19 (R1/3)	07:22	07:15	06:15	05:33	05:31	06:04	06:50	07:35	08:13
2	16:44	17:29	15:49 (R1/3)	18:17	20:07	20:54	21:37	21:50	21:21	20:23	19:17	16:38
3	08:36	08:10	15:19 (R1/3)	07:20	07:13	06:13	05:32	05:31	06:06	06:52	07:37	15:03 (R1/3)
4	16:45	17:31	29 15:48 (R1/3)	18:19	20:09	20:56	21:38	21:50	21:19	20:21	19:15	16:37
5	08:36	08:09	15:21 (R1/3)	07:18	07:11	06:11	05:31	05:32	06:07	06:53	07:38	15:09 (R1/3)
6	16:47	17:33	27 15:48 (R1/3)	18:21	20:10	20:57	21:39	21:49	21:18	20:19	19:13	16:37
7	08:35	08:07	15:21 (R1/3)	07:16	07:09	06:09	05:31	05:33	06:09	06:55	07:40	15:12 (R1/3)
8	16:48	17:34	26 15:47 (R1/3)	18:22	20:12	20:59	21:40	21:49	21:16	20:16	19:11	16:36
9	08:35	08:06	15:22 (R1/3)	07:14	07:07	06:08	05:30	05:33	06:10	06:56	07:41	15:18 (R1/3)
10	16:49	17:36	24 15:46 (R1/3)	18:24	20:14	21:00	21:40	21:48	21:15	20:14	19:08	16:36
11	08:35	08:04	15:24 (R1/3)	07:12	07:05	06:06	05:30	05:34	06:11	06:58	07:43	15:19 (R1/3)
12	16:50	17:38	21 15:45 (R1/3)	18:26	20:15	21:02	21:41	21:48	21:13	20:12	19:06	16:36
13	08:35	08:03	15:26 (R1/3)	07:10	17:28 (S)	07:03	06:04	05:29	05:35	06:13	06:59	15:20 (R1/3)
14	16:51	17:40	17 15:43 (R1/3)	18:27	7 17:35 (S)	20:17	21:03	21:42	21:47	21:11	20:10	16:35
15	08:34	08:01	15:28 (R1/3)	07:08	17:24 (S)	07:00	06:03	05:29	05:36	06:14	07:01	16:35
16	16:52	17:41	12 15:40 (R1/3)	18:29	15 17:39 (S)	20:18	21:05	21:43	21:47	21:10	20:08	16:35
17	08:34	08:00	15:40 (R1/3)	07:05	17:21 (S)	06:58	06:01	05:28	05:37	06:16	07:02	16:35
18	16:54	17:43	18:31	19 17:40 (S)	20:20	21:06	21:44	21:46	21:08	20:06	19:00	16:35
19	08:33	15:22 (R1/3)	07:58	07:03	17:19 (S)	06:56	05:59	05:28	05:38	06:17	07:04	16:35
20	16:55	17:44	18:32	23 17:42 (S)	20:21	21:08	21:45	21:46	21:06	20:03	18:58	16:35
21	08:33	15:21 (R1/3)	07:56	07:01	17:18 (S)	06:54	05:58	05:27	05:39	06:19	07:05	16:35
22	16:56	17:45	18:33	24 17:43 (S)	20:23	21:09	21:45	21:45	21:04	20:01	18:56	16:35
23	08:32	15:20 (R1/3)	07:54	06:59	17:17 (S)	06:52	05:56	05:27	05:40	06:20	07:07	16:35
24	16:58	17:46	18:35	26 17:43 (S)	20:25	21:11	21:46	21:44	21:02	19:59	18:54	16:34
25	08:32	15:19 (R1/3)	07:53	06:57	17:16 (S)	06:50	05:55	05:27	05:41	06:22	07:08	16:34
26	16:59	17:47	18:37	28 17:44 (S)	20:26	21:12	21:47	21:43	21:01	19:57	18:51	16:34
27	08:31	15:18 (R1/3)	07:51	06:55	17:16 (S)	06:48	05:53	05:27	05:42	06:23	07:10	16:34
28	17:00	15:18 (R1/3)	07:52	18:39	28 17:44 (S)	20:28	21:14	21:47	21:43	20:59	19:55	16:34
29	08:30	15:18 (R1/3)	07:49	06:53	17:14 (S)	06:46	05:52	05:27	05:43	06:25	07:11	16:34
30	17:02	15:40 (R1/3)	17:54	18:40	30 17:44 (S)	20:29	21:15	21:48	21:42	20:57	19:52	16:34
31	08:30	15:18 (R1/3)	07:47	06:50	17:14 (S)	06:44	05:50	05:27	05:44	06:26	07:13	16:34
32	17:03	15:41 (R1/3)	17:55	18:42	30 17:44 (S)	20:31	21:17	21:48	21:41	20:55	19:50	16:34
33	08:29	15:17 (R1/3)	07:45	06:48	17:14 (S)	06:42	05:49	05:26	05:45	06:28	07:14	16:34
34	17:05	15:42 (R1/3)	17:57	18:44	30 17:44 (S)	20:32	21:18	21:49	21:40	20:53	19:48	16:34
35	08:28	15:17 (R1/3)	07:44	06:46	17:14 (S)	06:40	05:48	05:26	05:46	06:29	07:16	16:34
36	17:06	15:43 (R1/3)	17:59	18:45	29 17:43 (S)	20:34	21:19	21:49	21:39	20:51	19:46	16:34
37	08:27	15:17 (R1/3)	07:42	06:44	17:15 (S)	06:38	05:46	05:27	05:47	06:31	07:17	16:34
38	17:08	15:44 (R1/3)	18:00	18:47	28 17:43 (S)	20:36	21:21	21:49	21:38	20:49	19:44	16:34
39	08:26	15:17 (R1/3)	07:40	06:44	17:14 (S)	06:36	05:45	05:27	05:49	06:32	07:19	16:34
40	17:09	15:45 (R1/3)	18:02	18:48	27 17:41 (S)	20:37	21:22	21:50	21:37	20:47	19:41	16:34
41	08:25	15:16 (R1/3)	07:38	06:39	17:15 (S)	06:34	05:44	05:27	05:50	06:34	07:20	16:34
42	17:11	15:45 (R1/3)	18:04	18:50	25 17:40 (S)	20:39	21:23	21:50	21:36	20:45	19:39	16:34
43	08:24	15:16 (R1/3)	07:36	06:37	17:16 (S)	06:32	05:43	05:27	05:51	06:35	07:22	16:34
44	17:13	15:46 (R1/3)	18:06	18:51	23 17:39 (S)	20:40	21:25	21:50	21:34	20:43	19:37	16:34
45	08:23	15:16 (R1/3)	07:34	06:35	17:18 (S)	06:30	05:42	05:27	05:52	06:37	07:23	16:34
46	17:14	15:46 (R1/3)	18:07	18:53	19 17:37 (S)	20:42	21:26	21:50	21:33	20:41	19:35	16:34
47	08:22	15:16 (R1/3)	07:32	06:33	17:20 (S)	06:28	05:40	05:27	05:54	06:38	07:25	16:34
48	17:16	15:47 (R1/3)	18:09	18:55	15 17:35 (S)	20:43	21:27	21:50	21:32	20:39	19:32	16:34
49	08:21	15:16 (R1/3)	07:30	06:31	17:22 (S)	06:26	05:39	05:28	05:55	06:40	07:26	16:34
50	17:18	15:48 (R1/3)	18:11	18:56	9 17:31 (S)	20:45	21:29	21:50	21:31	20:37	19:30	16:34
51	08:20	15:16 (R1/3)	07:28	06:29	17:16 (S)	06:24	05:38	05:28	05:56	06:41	07:28	16:34
52	17:19	15:48 (R1/3)	18:12	18:58	20:47	21:30	21:50	21:29	20:35	19:28	18:26 (S)	16:34
53	08:19	15:17 (R1/3)	07:26	06:26	16:22	05:37	05:29	05:58	06:43	07:29	17:56 (S)	16:34
54	17:21	15:48 (R1/3)	18:14	18:59	20:48	21:31	21:50	21:28	20:33	19:26	18:25 (S)	16:34
55	08:17	15:17 (R1/3)	07:24	06:24	16:20	05:36	05:29	05:59	06:44	07:31	17:56 (S)	16:34
56	17:23	15:49 (R1/3)	18:16	19:01	20:50	21:32	21:50	21:27	20:31	19:24	18:25 (S)	16:34
57	08:16	15:17 (R1/3)	07:23	06:23	16:18	05:35	05:30	06:00	06:46	07:32	17:55 (S)	16:34
58	17:24	15:48 (R1/3)	18:17	19:03	20:51	21:33	21:50	21:25	20:29	19:21	18:24 (S)	16:34
59	08:15	15:18 (R1/3)	07:22	06:22	16:16	05:35	05:30	06:02	06:47	07:34	17:56 (S)	16:34
60	17:26	15:49 (R1/3)	18:18	19:04	20:53	21:34	21:50	21:24	20:27	19:19	18:24 (S)	16:34
61	08:13	15:18 (R1/3)	07:21	06:18	16:15	05:34	05:30	06:03	06:49	07:35	17:57 (S)	16:34
62	17:28	15:48 (R1/3)	18:19	19:06	20:55	21:35	21:50	21:22	20:25	19:17	18:25 (S)	16:34
63	Sonnenscheinstunden	267	282	368	412	478	489	493	448	380	334	253
64	astr.max.mögl.Beschattung	568	186	436	427	489	493	448	380	311	127	25
65	Red.Sonnenscheinwahrsch.	0,18	0,30	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,38	0,29	0,14
66	Reduktion Betriebsdauer	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
67	Reduktion Windrichtung	0,70	0,70	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,70
68	Gesamte Reduktion	0,13	0,21	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,21	0,17	0,10
69	Met.wahrsch.Beschattung	72	39	83	83	83	83	83	83	83	26	2

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

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

Projekt:

15-1-3099-002
Nordwand

Beschreibung:

WEA Stockem-Lentzweiler, Luxembourg

Lizenzierter Anwender:

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

RAMBOLL

23, Ierwescht Duerf
9747 Enscherange

Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com

Berechnet:

14.06.2022 12:40/3.5.584

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: W1 - Wincrange - 7, Hauptstrooss

Annahmen für Schattenwurfberechnung

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [ST-HUBERT]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,58	3,05	3,17	4,85	6,15	5,19	6,45	6,12	4,77	3,14	2,23	1,13

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
265	349	533	757	676	526	657	1.040	1.471	1.234	760	428	8.696

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:36	08:12	07:22	07:16	06:15	05:33	05:31	06:05	06:50	07:35	07:25	08:13
	16:45	17:29	18:17	20:07	20:54	21:37	21:50	21:21	20:23	19:17	17:15	16:38
2	08:36	08:10	07:20	07:13	06:13	05:32	05:31	06:06	06:52	07:37	07:27	08:14
	16:46	17:31	18:19	20:09	20:56	21:38	21:50	21:19	20:21	19:15	17:13	16:38
3	08:36	08:09	07:18	07:11	06:11	05:32	05:32	06:07	06:53	07:38	07:28	08:15
	16:47	17:33	18:21	20:11	20:57	21:39	21:49	21:18	20:19	19:13	17:12	16:37
4	08:36	08:08	07:16	07:09	06:09	05:31	05:33	06:09	06:55	07:40	07:30	08:17
	16:48	17:35	18:22	20:12	20:59	21:40	21:49	21:16	20:16	19:11	17:10	16:37
5	08:35	08:06	07:14	07:07	06:08	05:30	05:34	06:10	06:56	07:42	07:32	08:18
	16:49	17:36	18:24	20:14	21:00	21:40	21:48	21:15	20:14	19:09	17:08	16:36
6	08:35	08:04	07:12	07:05	06:06	05:30	05:34	06:12	06:58	07:43	07:33	08:19
	16:50	17:38	18:26	20:15	21:02	21:41	21:48	21:13	20:12	19:06	17:07	16:36
7	08:35	08:03	07:10	07:03	06:04	05:29	05:35	06:13	06:59	07:45	07:35	08:20
	16:51	17:40	18:27	20:17	21:04	21:42	21:47	21:11	20:10	19:04	17:05	16:35
8	08:34	08:01	07:08	07:01	06:03	05:29	05:36	06:15	07:01	07:46	07:37	08:21
	16:53	17:42	18:29	20:18	21:05	21:43	21:47	21:10	20:08	19:02	17:04	16:35
9	08:34	08:00	07:05	06:58	06:01	05:28	05:37	06:16	07:02	07:48	07:38	08:23
	16:54	17:43	18:31	20:20	21:07	21:44	21:46	21:08	20:06	19:00	17:02	16:35
10	08:34	07:58	07:03	06:56	05:59	05:28	05:38	06:17	07:04	07:49	07:40	08:24
	16:55	17:45	18:32	20:22	21:08	21:45	21:46	21:06	20:03	18:58	17:01	16:35
11	08:33	07:56	07:01	06:54	05:58	05:28	05:39	06:19	07:05	07:51	07:42	08:25
	16:56	17:47	18:34	20:23	21:09	21:45	21:45	21:04	20:01	18:56	16:59	16:35
12	08:32	07:55	06:59	06:52	05:56	05:27	05:40	06:20	07:07	07:53	07:43	08:26
	16:58	17:48	18:36	20:25	21:11	21:46	21:44	21:03	19:59	18:54	16:58	16:35
13	08:32	07:53	06:57	06:50	05:55	05:27	05:41	06:22	07:08	07:54	07:45	08:27
	16:59	17:50	18:37	20:26	21:12	21:47	21:43	21:01	19:57	18:52	16:56	16:35
14	08:31	07:51	06:55	06:48	05:53	05:27	05:42	06:23	07:10	07:56	07:47	08:27
	17:01	17:52	18:39	20:28	21:14	21:47	21:43	20:59	19:55	18:50	16:55	16:35
15	08:30	07:49	06:53	06:46	05:52	05:27	05:43	06:25	07:11	07:57	07:48	08:28
	17:02	17:54	18:40	20:29	21:15	21:48	21:42	20:57	19:52	18:47	16:54	16:35
16	08:30	07:47	06:50	06:44	05:51	05:27	05:44	06:26	07:13	07:59	07:50	08:29
	17:04	17:55	18:42	20:31	21:17	21:48	21:41	20:55	19:50	18:45	16:52	16:35
17	08:29	07:46	06:48	06:42	05:49	05:27	05:45	06:28	07:14	08:00	07:52	08:30
	17:05	17:57	18:44	20:33	21:18	21:49	21:40	20:53	19:48	18:43	16:51	16:35
18	08:28	07:44	06:46	06:40	05:48	05:27	05:46	06:29	07:16	08:02	07:53	08:31
	17:07	17:59	18:45	20:34	21:19	21:49	21:39	20:51	19:46	18:41	16:50	16:35
19	08:27	07:42	06:44	06:38	05:47	05:27	05:48	06:31	07:17	08:04	07:55	08:31
	17:08	18:01	18:47	20:36	21:21	21:49	21:38	20:49	19:44	18:39	16:49	16:36
20	08:26	07:40	06:42	06:36	05:45	05:27	05:49	06:32	07:19	08:05	07:56	08:32
	17:10	18:02	18:48	20:37	21:22	21:50	21:37	20:47	19:41	18:37	16:48	16:36
21	08:25	07:38	06:40	06:34	05:44	05:27	05:50	06:34	07:20	08:07	07:58	08:33
	17:11	18:04	18:50	20:39	21:23	21:50	21:36	20:45	19:39	18:35	16:47	16:36
22	08:24	07:36	06:37	06:32	05:43	05:27	05:51	06:35	07:22	08:09	08:00	08:33
	17:13	18:06	18:52	20:40	21:25	21:50	21:34	20:43	19:37	18:34	16:46	16:37
23	08:23	07:34	06:35	06:30	05:42	05:27	05:52	06:37	07:23	08:10	08:01	08:34
	17:14	18:07	18:53	20:42	21:26	21:50	21:33	20:41	19:35	18:32	16:45	16:37
24	08:22	07:32	06:33	06:28	05:41	05:28	05:54	06:38	07:25	08:12	08:03	08:34
	17:16	18:09	18:55	20:43	21:27	21:50	21:32	20:39	19:33	18:30	16:44	16:38
25	08:21	07:30	06:31	06:26	05:39	05:28	05:55	06:40	07:26	08:14	08:04	08:34
	17:18	18:11	18:56	20:45	21:29	21:50	21:31	20:37	19:30	17:28	16:43	16:39
26	08:20	07:28	06:29	06:24	05:38	05:28	05:56	06:41	07:28	08:15	08:06	08:35
	17:19	18:12	18:58	20:47	21:30	21:50	21:29	20:35	19:28	17:26	16:42	16:39
27	08:19	07:26	06:26	06:22	05:37	05:29	05:58	06:43	07:29	08:17	08:07	08:35
	17:21	18:14	18:59	20:48	21:31	21:50	21:28	20:33	19:26	17:24	16:41	16:40
28	08:17	07:24	06:24	06:20	05:36	05:29	05:59	06:44	07:31	08:18	08:08	08:35
	17:23	18:16	19:01	20:50	21:32	21:50	21:27	20:31	19:24	17:22	16:40	16:41
29	08:16		07:22	06:18	05:36	05:30	06:00	06:46	07:32	08:20	08:10	08:36
	17:24		20:03	20:51	21:33	21:50	21:25	20:29	19:22	17:20	16:40	16:42
30	08:15		07:20	06:17	05:35	05:30	06:02	06:47	07:34	08:22	08:11	08:36
	17:26		20:04	20:53	21:34	21:50	21:24	20:27	19:19	17:19	16:39	16:42
31	08:13		07:18		05:34		06:03	06:49		07:23		08:36
	17:28		20:06		21:36		21:22	20:25		17:17		16:43
Sonnenscheinstunden	267	282	368	412	477	489	493	448	380	334	273	253
astr.max.mögl.Beschattung												
Red.Sonnenscheinwahrsch.												
Reduktion Betriebsdauer												
Reduktion Windrichtung												
Gesamte Reduktion												
Met.wahrsch.Beschattung												

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

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:

15-1-3099-002
Nordwand

Beschreibung:

WEA Stockem-Lentzweiler, Luxembourg

Lizenzierter Anwender:

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

RAMBOLL

23, Ierwescht Duerf
9747 Enscherange

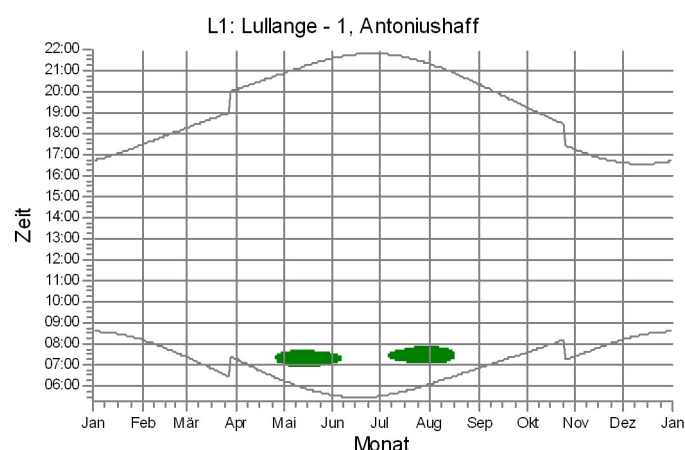
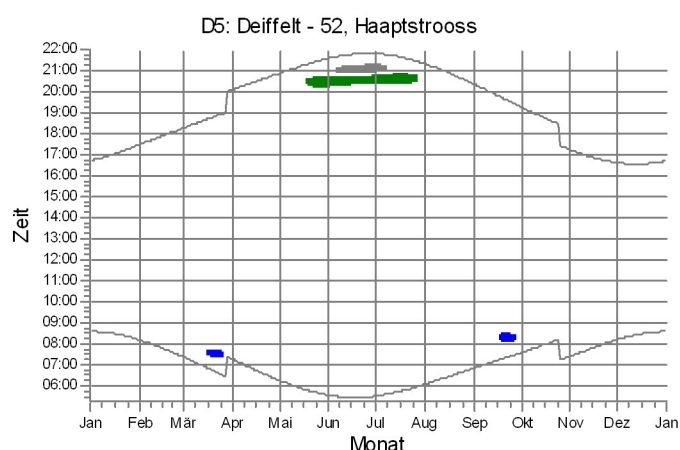
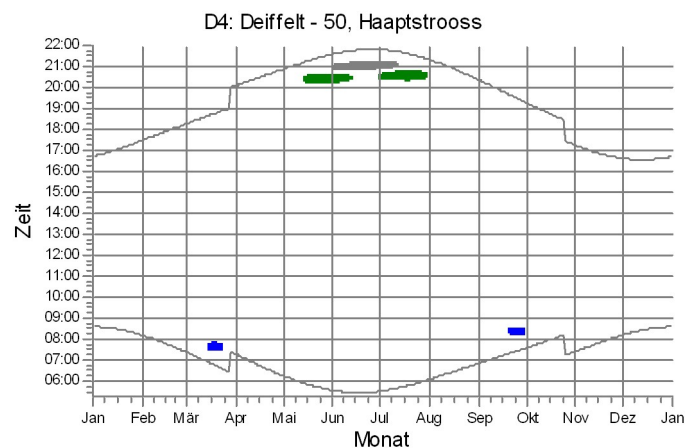
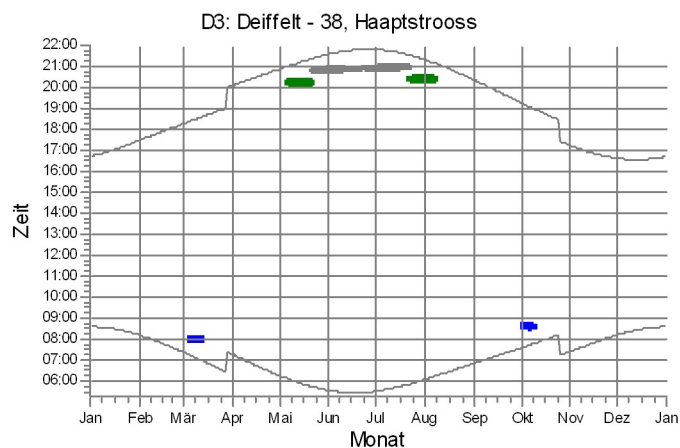
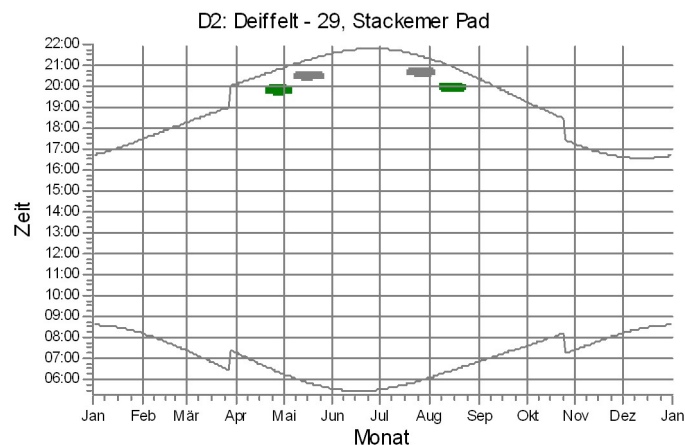
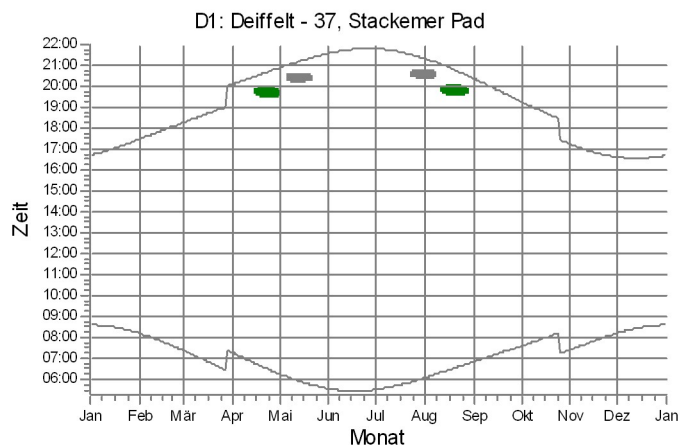
Marc Brüning / marc.bruening@ramboll.com

Berechnet:

14.06.2022 12:40/3.5.584

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



WEA

- R1/3: ENERCON E-115 EP3 E3 2990 115.7 !O! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (5)
- 4: ENERCON E-53 800 53.0 !-! NH: 73,3 m (Ges:99,8 m) (3)
- 5: ENERCON E-115 TES 3000 115.7 !O! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (5)

Projekt:

15-1-3099-002
Nordwand

Beschreibung:

WEA Stockem-Lentzweiler, Luxembourg

Lizenzierter Anwender:

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

RAMBOLL

23, Ierwescht Duerf
9747 Enscherange

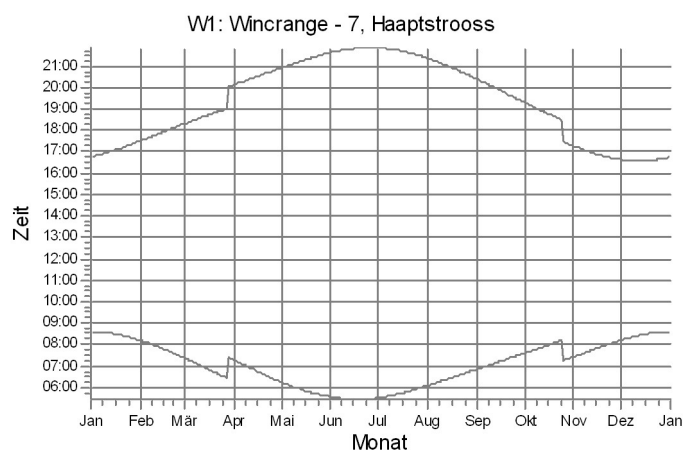
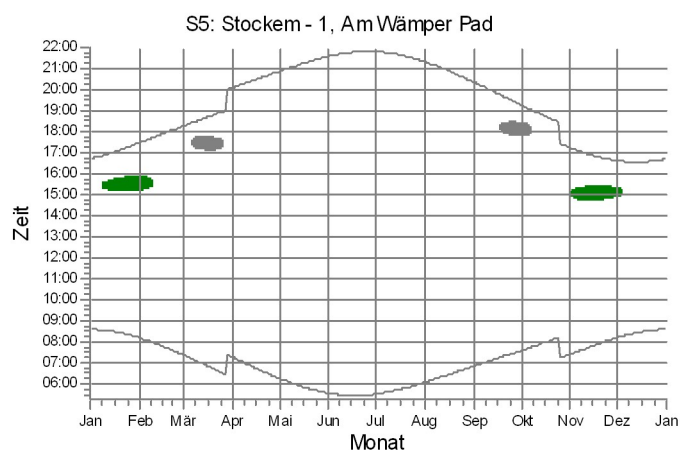
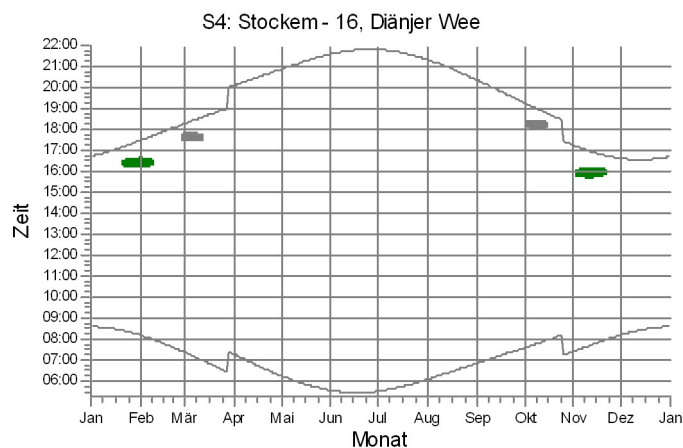
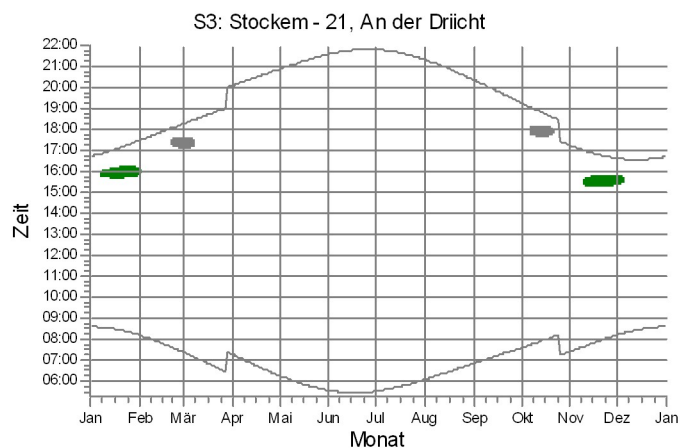
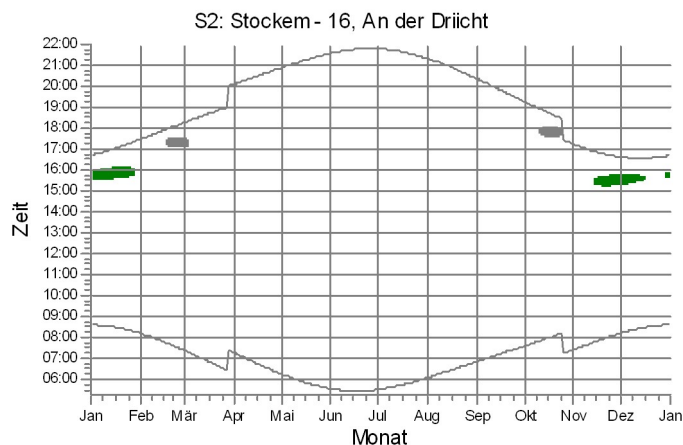
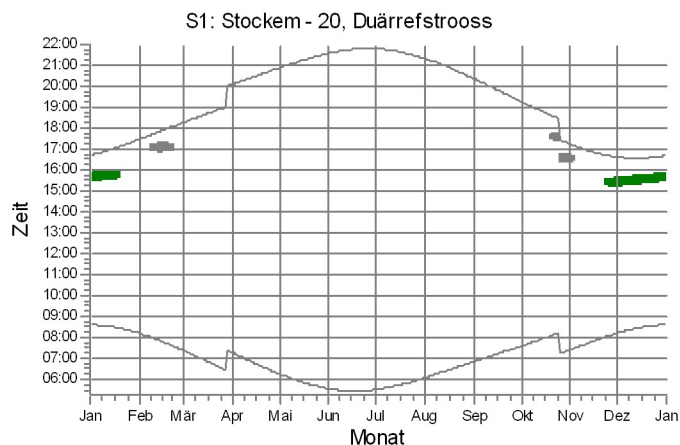
Marc Brüning / marc.brueining@ramboll.com

Berechnet:

14.06.2022 12:40/3.5.584

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



WEA



R1/3: ENERCON E-115 EP3 E3 2990 115.7 !O! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (5)

5: ENERCON E-115 TES 3000 115.7 !O! NH: 149,0 m (Ges:206,9 m) (5)

Anhang: Akkreditierung



Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

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

Akkreditierung



Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH bestätigt hiermit, dass das Prüflaboratorium

Ramboll Deutschland GmbH

mit den Standorten

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

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

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

Die Akkreditierungsurkunde gilt nur in Verbindung mit dem Bescheid vom 24.01.2022 mit der Akkreditierungsnummer D-PL-21488-01. Sie besteht aus diesem Deckblatt, der Rückseite des Deckblatts und der folgenden Anlage mit insgesamt 3 Seiten.

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

Berlin, 24.01.2022

Im Auftrag Dr. Heike Manke
Abteilungsleiterin

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

Siehe Hinweise auf der Rückseite

Theoretische Grundlagen

1 Sonnenstand

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

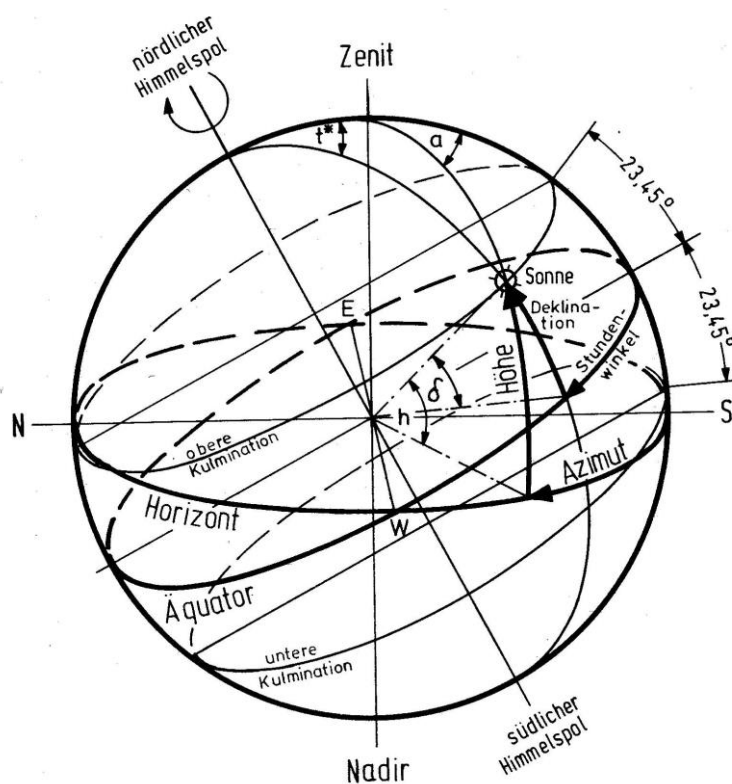


Abbildung 1: Winkelzusammenhänge des Sonnenstands an einem Betrachtungspunkt

Mit diesen Daten werden die Deklination δ , der Stundenwinkel ω , die 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 hin- ausbewegt. [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.
- **Azimut γ :** Winkel zwischen der Südrichtung und dem auf die horizontale Ebene projizierten Sonnenstand.
- **Sonnenaufgang t_a , Sonnenuntergang t_u :** Aufgang/Untergang in dem Moment, wenn der Sonnenmittelpunkt über der horizontalen Fläche morgens/abends am Horizont sichtbar/verdeckt wird.

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

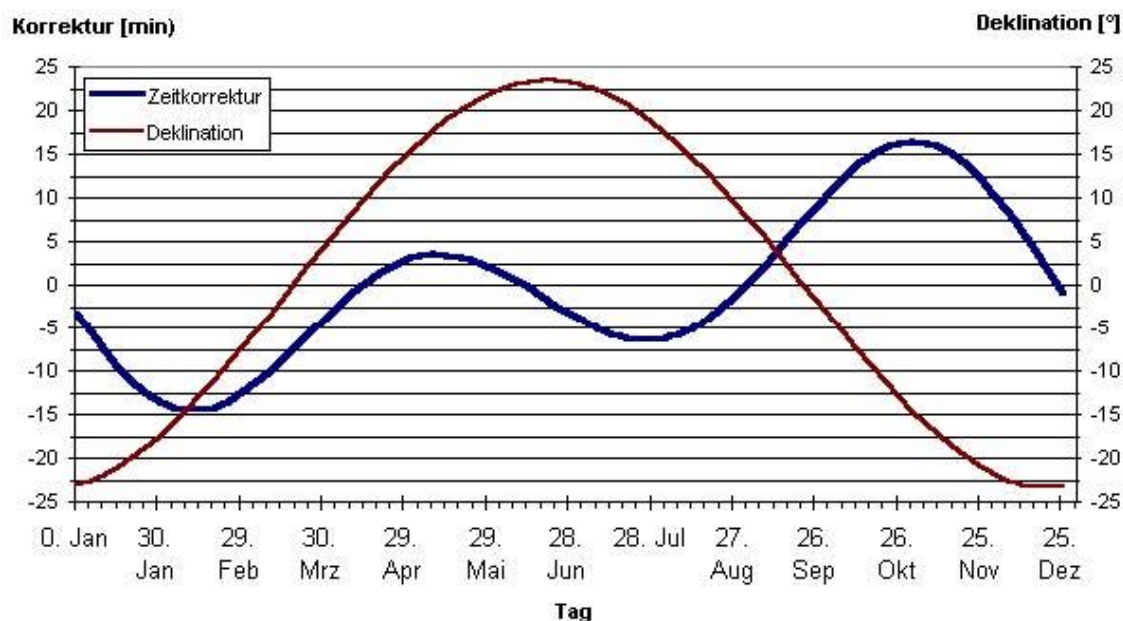


Abbildung 2: Zeitkorrektur und Deklination über ein Jahr

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

2 Schattenwurf von WEA

2.1 Beschattungsbereich

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

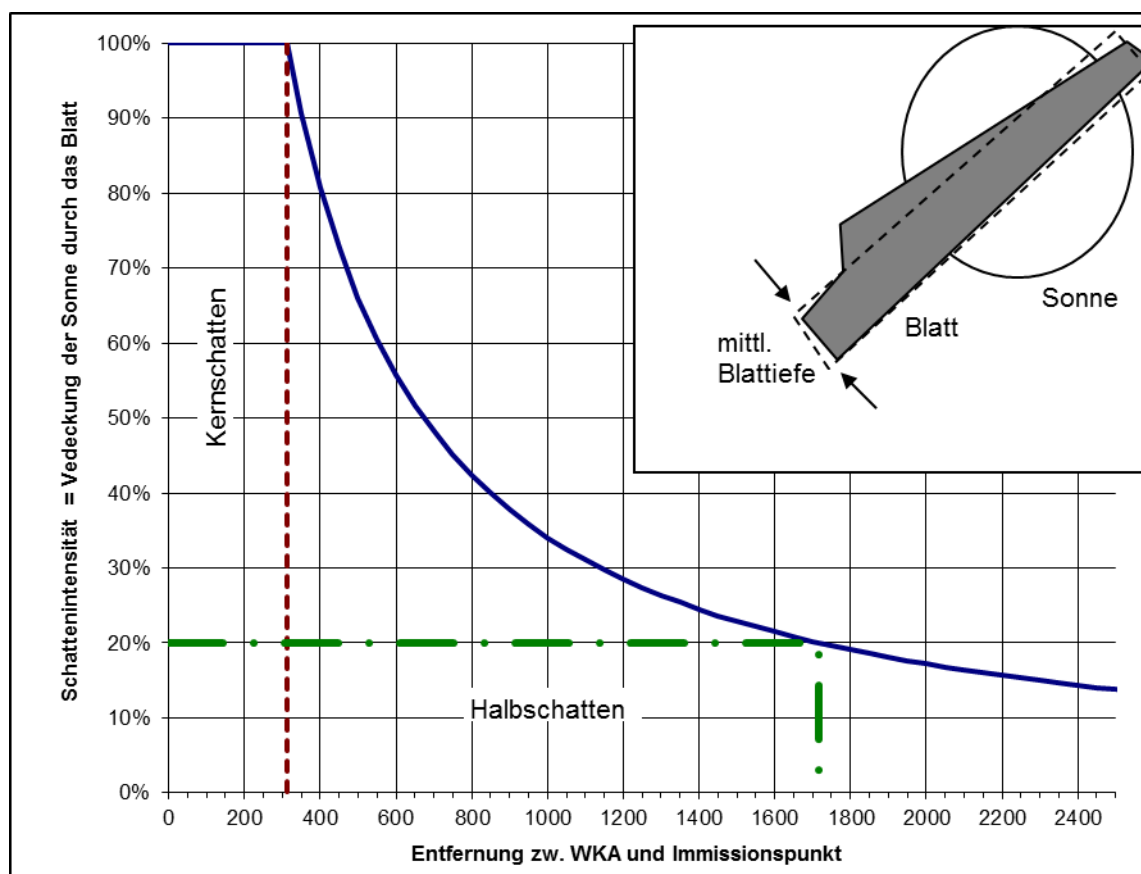


Abbildung 3: Schattenintensität in Abhängigkeit von Rotorblatttiefe und Entfernung

2.2 Schattenverlauf und Berechnung der Beschattungsdauern

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

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

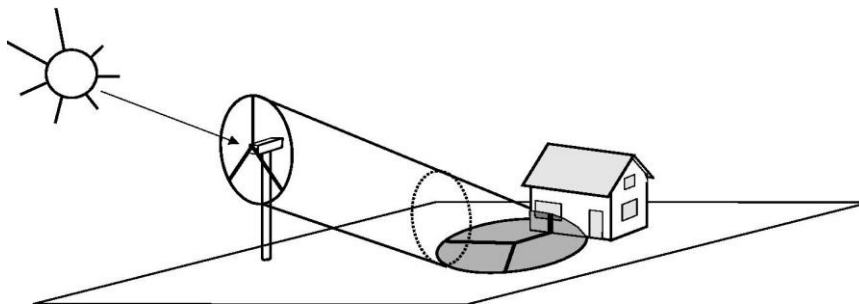


Abbildung 4: Schattenwurf des Rotors

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

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

eine wesentliche Reduktion der Beeinträchtigung zu erwarten ist.

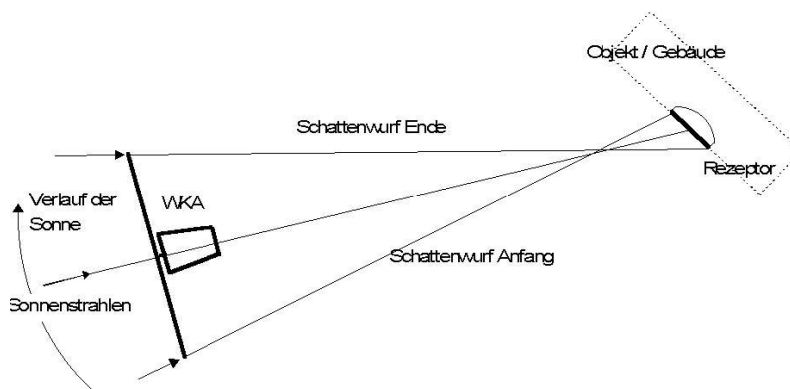


Abbildung 5: Schattenbeziehung WEA – Gebäude (Draufsicht)

2.3 Richtlinien

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

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

2.4 Wahrscheinlichkeitsbetrachtung

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

2.4.1 Sonnenscheinwahrscheinlichkeit

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

2.4.2 Reduktion der Schattenwurfdauer durch den Azimutwinkel

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

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

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

2.4.3 Schattenwurf nur bei Betrieb der Anlage

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

3 Literaturverzeichnis – theoretische Grundlagen

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