

Schattenwurfprognose für  
acht Windenergieanlagen  
am Standort  
**Bad Berleburg-Ohrenbach**  
(Nordrhein-Westfalen)

Datum: 30.06.2021

Bericht Nr. 21-1-3007-001-SH

Auftraggeber:

Krug Energie GmbH & Co. KG  
Dorfstraße 53 | 35117 Münchhausen  
Auftragsnummer: 352001681

Bearbeiter:

Ramboll Deutschland GmbH  
Raffael Herth M.Sc.  
Elisabeth-Consbruch-Straße 3  
DE-34131 Kassel  
Tel 0561 / 288 573-0

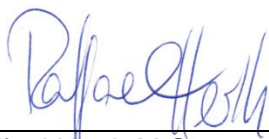
Die vorliegende Schattenwurfprognose für den Standort Bad Berleburg-Ohrenbach (Nordrhein-Westfalen) wurde der Ramboll Deutschland GmbH im Juni 2021 von der Krug Energie GmbH & Co. KG in Auftrag gegeben und gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch erstellt.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

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


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

	Nr.	Datum	Bearbeiter	Beschreibung
<b>Original</b>	000	09.03.2021	R. Herth	Planung von acht WEA des Typs Vestas V162
<b>Nachtrag</b>	001	30.06.2021	R. Herth	Koordinatenänderung bei vier von acht WEA

Kassel, 30.06.2021



Raffael Herth M.Sc.  
(Bearbeiter)



Dipl.-Ing. (FH) Timo Mertens  
(Prüfer)

## Inhalt:

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Standort- und WEA-Daten</b>	<b>5</b>
	2.1 Aufgabenstellung	5
	2.2 Immissionsorte	7
	2.3 Immissionsrichtwerte	14
	2.4 Windenergieanlagen	14
<b>3</b>	<b>Schattenwurfberechnungen</b>	<b>16</b>
	3.1 Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer	16
	3.2 Meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer	17
<b>4</b>	<b>Bewertung der Ergebnisse</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>Anhang</b>	<b>23</b>

# 1 Zusammenfassung

Am Windparkstandort Bad Berleburg-Ohrenbach wurden für 27 Immissionsorte die Beschattungsdauern durch acht neu geplante Windenergieanlagen (WEA) des Typs Vestas V162 mit 169 m Nabenhöhe sowie vier Vorbelastungs-WEA entsprechend den WKA-Schattenwurfhinweisen [1] berechnet. Den Berechnungen wurde ein Worst-Case-Szenario zugrunde gelegt. Die Immissionsrichtwerte betragen dabei maximal 30 Stunden im Jahr und maximal 30 Minuten am Tag.

**Diese Werte werden ohne Schattenwurf begrenzende Maßnahmen an den meisten Immissionsorten überschritten (siehe Kapitel 3). Die WEA-Schattenwurf-Hinweise [1] sehen für diesen Fall vor, dass der Schattenwurf der WEA, die eine Überschreitung verursachen, mittels einer Abschaltautomatik entsprechend den Richtwerten begrenzt wird. Im vorliegenden Fall betrifft dies alle neu geplanten WEA.**

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 Bad Berleburg-Ohrenbach zwischen Bad Berleburg im Nordwesten und Arfeld im Süden acht Windenergieanlagen (WEA) des Typs Vestas V162 mit 169 m Nabenhöhe zu errichten (siehe Tabelle 1).

**Tabelle 1: Kenndaten der geplanten WEA**

WEA	WEA Hersteller / Typ	Nabenhöhe	Ost	Nord
		[m]	[UTM 32 ETRS89]	
EW_02	Vestas V162	169	459.717	5.654.401
EW_03	Vestas V162	169	459.545	5.653.884
EW_04_1	Vestas V162	169	460.240	5.653.720
EW_05_2	Vestas V162	169	459.443	5.653.472
EW_06	Vestas V162	169	459.957	5.653.340
EW_07	Vestas V162	169	461.467	5.655.068
EW_08_1	Vestas V162	169	461.782	5.654.690
EW_09_1	Vestas V162	169	461.630	5.653.993

Im Umfeld des Standorts existieren bereits vier weitere WEA bzw. befinden sich in einem fortgeschrittenen Planungsstadium. Diese werden als Vorbelastungen untersucht und werden im folgenden Text als „Vorbelastung“ oder „VB“ bezeichnet

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



Abbildung 1: Übersichtskarte [3]

Grundlage der Berechnung sind die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Daten der geplanten WEA (Typ, Nabenhöhe, Koordinaten) sowie die bei der Standortbesichtigung am 26.02.2021 erhobenen Daten über relevante Immissionsorte und deren Umgebung. Das Höhenrelief wurde dem DGM5 Nordrhein-Westfalen entnommen. Die Berechnung wurde mit der Software windPRO, Modul SHADOW [2] durchgeführt. Grundlagen zur Berechnung finden sich im Anhang.



## 2.2 Immissionsorte

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

- Es muss geometrisch möglich sein, dass die Orte von den neu geplanten WEA im Jahresverlauf beschattet werden.
- Die Orte liegen innerhalb des Beschattungsbereichs der neu geplanten WEA nach dem 20 %-Kriterium [4].

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

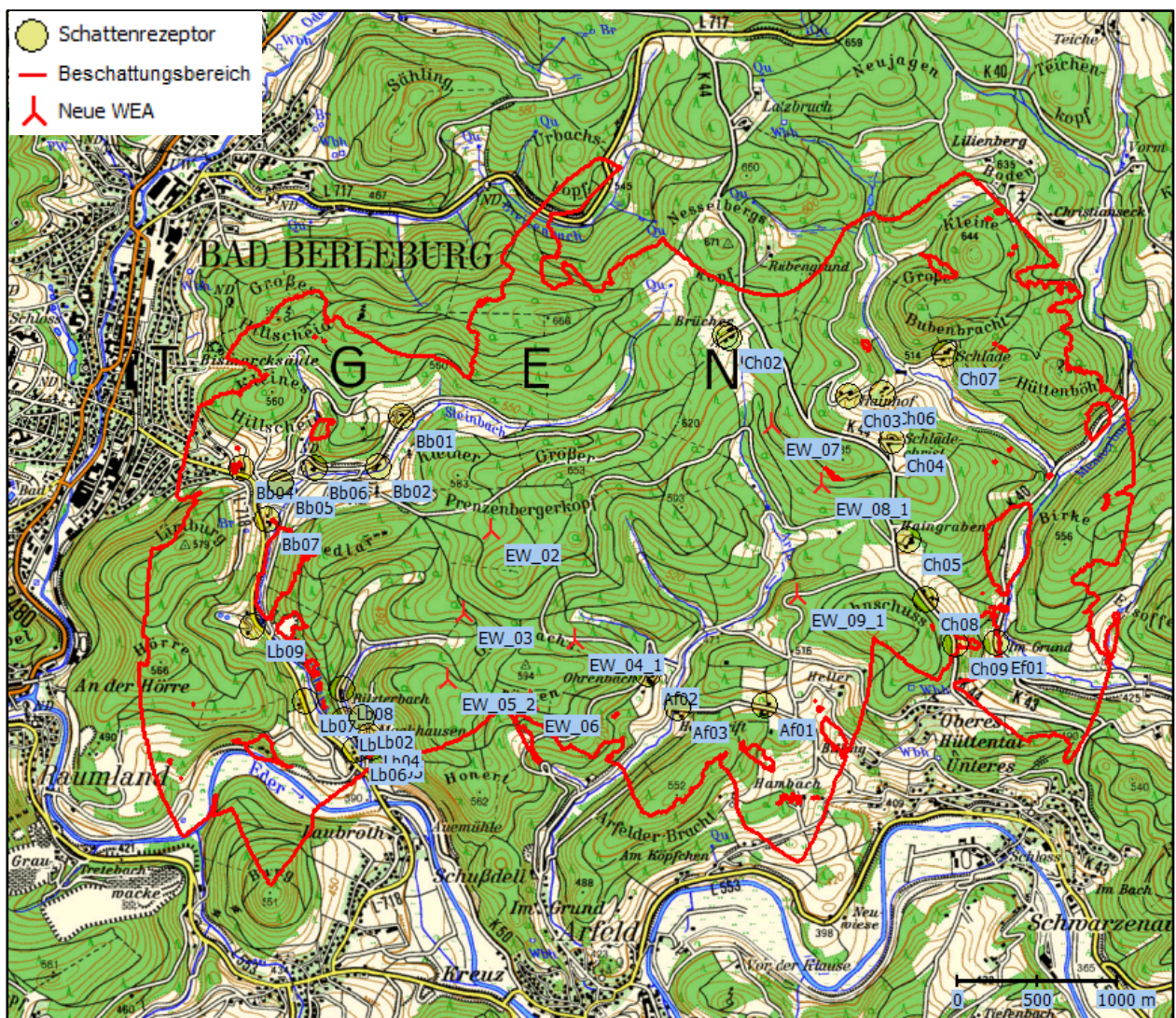


Abbildung 2: Beschattungsbereich der Zusatzbelastung [3]

Nach diesen Kriterien wurden exemplarisch ausgewählte Häuser als relevante Immissionsorte gewählt. Bei der Standortbesichtigung am 26.02.2021 wurden diese Immissionsorte in Augenschein genommen und dokumentiert.

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



Abbildung 3: Lage des Immissionsortes Af01 (© Geoglis [5])





Abbildung 4: Lage der Immissionsorte Af02 und Af03 (© Geoglis [5])



Abbildung 5: Lage der Immissionsorte Bb01 und Bb02 (© Geoglis [5])

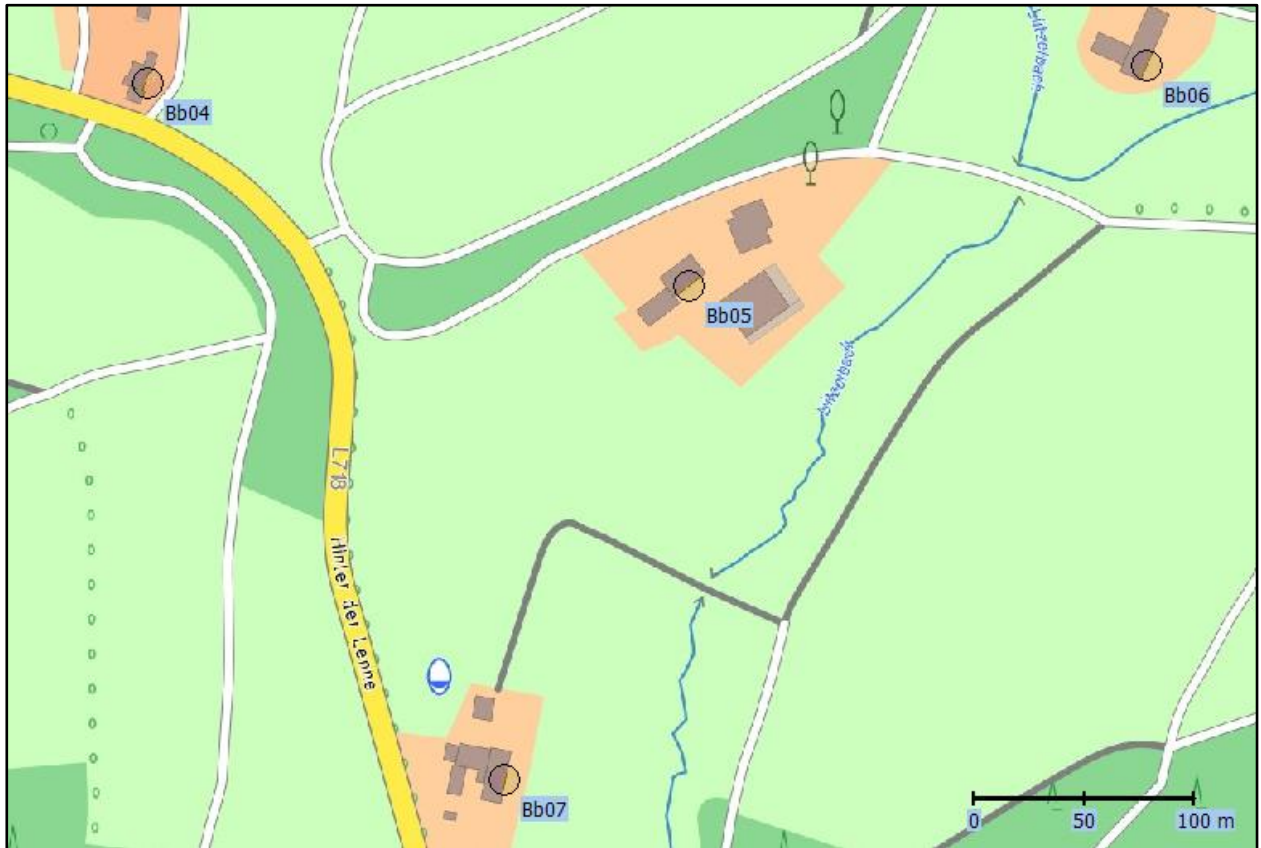


Abbildung 6: Lage der Immissionsorte Bb04 bis Bb07 (© Geoglis [5])



Abbildung 7: Lage der Immissionsorte Ch01 und Ch02 (© Geoglis [5])

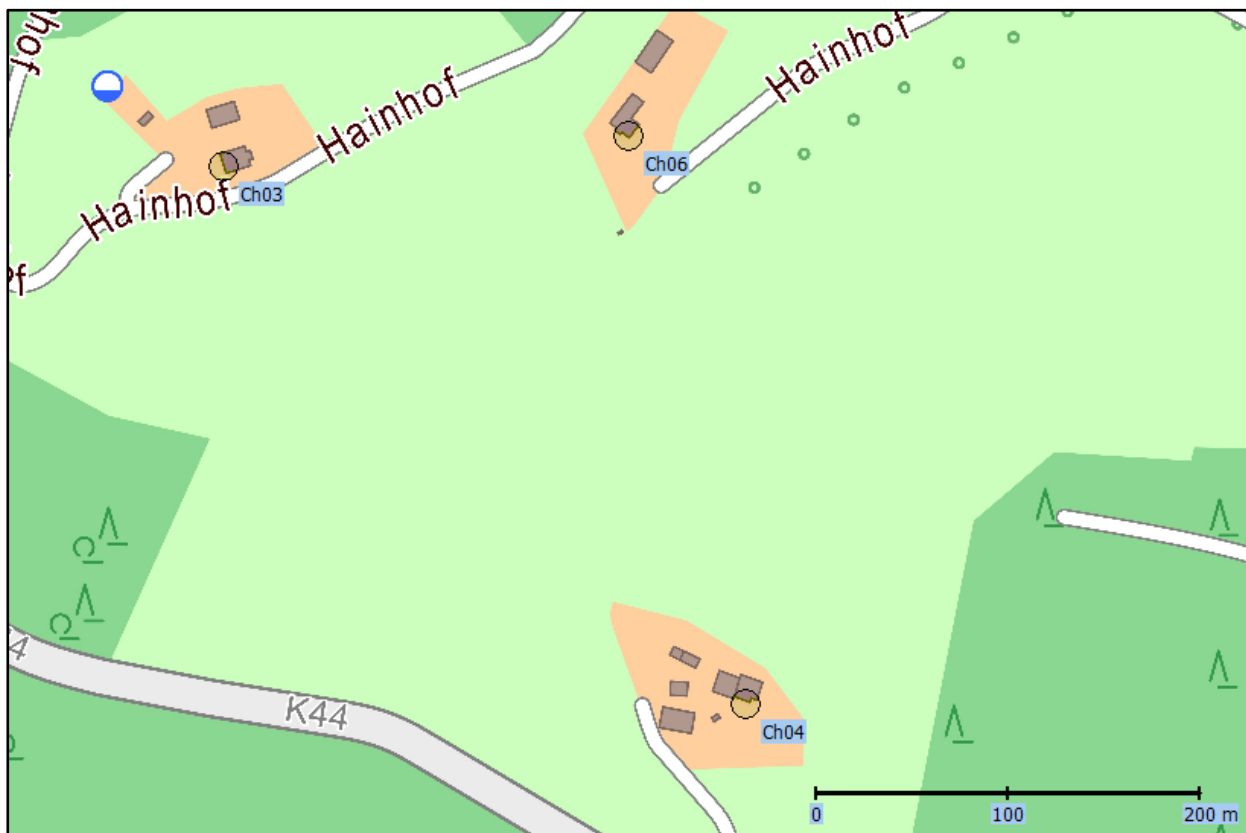


Abbildung 8: Lage der Immissionsorte Ch03 und Ch06 (© Geoglis [5])

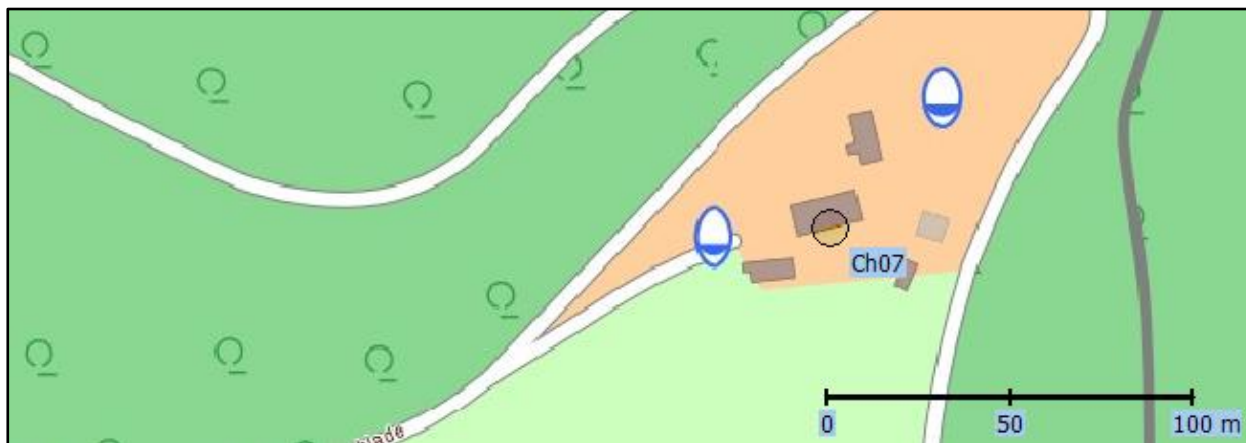


Abbildung 9: Lage des Immissionsortes Ch07 (© Geoglis [5])



Abbildung 10: Lage der Immissionsorte Ch05 und Ch08 (© Geoglis [5])



Abbildung 11: Lage der Immissionsorte Ch09 und Ef01 (© Geoglis [5])





Abbildung 12: Lage der Immissionsorte Lb02 bis Lb08 (© Geoglis [5])



Abbildung 13: Lage des Immissionsortes Lb09 (© Geoglis [5])

## 2.3 Immissionsrichtwerte

Für die Beurteilung der Erheblichkeit der Belästigung durch Schattenwurf [6] [7] wurden folgende Immissionsrichtwerte festgelegt [1]:

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

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

Reale jährliche Beschattungsdauer:

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

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

## 2.4 Windenergieanlagen

Der Antragsteller plant am Standort Bad Berleburg-Ohrenbach die Errichtung von acht Windenergieanlagen. Weitere vier Vorbelastungs-WEA sind zu berücksichtigen. Die schattentechnischen Kenndaten der Vorbelastung und der neu geplanten WEA-Typen sind Tabelle 2 zu entnehmen. Der Beschattungsbereich wurde nach dem 20%-Kriterium [1] [8] aus den Rotorblattdaten und der Nabhöhe ermittelt.

**Tabelle 2: Kenndaten Zusatz- und relevante Vorbelastungs-WEA**

WEA	WEA Typ	NH	RD	max. BT	min. BT	Ø BT	BB	Art
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
EW_02	V162-5.6/6.0	169	162	4,3	1,54	2,92	1.982	ZB
EW_03	V162-5.6/6.0	169	162	4,3	1,54	2,92	1.982	ZB
EW_04	V162-5.6/6.0	169	162	4,3	1,54	2,92	1.982	ZB
EW_05	V162-5.6/6.0	169	162	4,3	1,54	2,92	1.982	ZB
EW_06	V162-5.6/6.0	169	162	4,3	1,54	2,92	1.982	ZB
EW_07	V162-5.6/6.0	169	162	4,3	1,54	2,92	1.982	ZB
EW_08	V162-5.6/6.0	169	162	4,3	1,54	2,92	1.982	ZB
EW_09	V162-5.6/6.0	169	162	4,3	1,54	2,92	1.982	ZB
ED_01	V126-3.6	137	126	4,0	1,06	2,53	1.718	VB
ED_02	V126-3.6	137	126	4,0	1,06	2,53	1.718	VB
ED_03	V126-3.6	137	126	4,0	1,06	2,53	1.718	VB
ED_04	V126-3.6	137	126	4,0	1,06	2,53	1.718	VB

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

## 3 Schattenwurfberechnungen

### 3.1 Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer

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

Es wurden folgende Berechnungen durchgeführt:

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

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

**Tabelle 3: Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauern pro Jahr**

IO	Name	Astron. max. mögl. Beschattungsdauer					
		Std. / Jahr			Std. / Tag		
		VB	ZB	GB	VB	ZB	GB
<b>Af01</b>	Arfeld, Am Heller 1	8:16	<b>55:38</b>	<b>63:17</b>	0:17	<b>0:39</b>	<b>0:39</b>
<b>Af02</b>	Arfeld, Arfetalstraße 43	0:00	<b>89:49</b>	<b>89:49</b>	0:00	<b>1:15</b>	<b>1:15</b>
<b>Af03</b>	Arfeld, Arfetalstraße 56	0:00	<b>72:27</b>	<b>72:27</b>	0:00	<b>1:01</b>	<b>1:01</b>
<b>Bb01</b>	Bad Berleburg, Hof Steinbach 1	28:15	<b>53:36</b>	<b>75:31</b>	0:23	<b>0:42</b>	<b>0:52</b>
<b>Bb02</b>	Bad Berleburg, Hof Steinbach 2	17:27	<b>90:50</b>	<b>107:49</b>	0:24	<b>0:45</b>	<b>1:04</b>
<b>Bb04</b>	Bad Berleburg, Emil-Wolff-Str. 94	0:00	<b>32:58</b>	<b>32:58</b>	0:00	0:23	0:23
<b>Bb05</b>	Bad Berleburg, Hinter der Lenne 2	4:41	<b>45:28</b>	<b>50:09</b>	0:17	0:27	0:27
<b>Bb06</b>	Bad Berleburg, Hof Lützelsbach 1	5:51	<b>61:07</b>	<b>66:58</b>	0:19	<b>0:41</b>	<b>0:41</b>
<b>Bb07</b>	Bad Berleburg, Hinter der Lenne 1	0:00	<b>37:29</b>	<b>37:29</b>	0:00	0:27	0:27
<b>Ch01</b>	Christianseck, Brücher 1	0:00	<b>121:26</b>	<b>121:26</b>	0:00	<b>1:25</b>	<b>1:25</b>

IO	Name	Astron. max. mögl. Beschattungsdauer					
		Std. / Jahr			Std. / Tag		
		VB	ZB	GB	VB	ZB	GB
<b>Ch02</b>	Christianseck, Brücher 2	6:00	<b>129:34</b>	<b>135:34</b>	0:19	<b>1:27</b>	<b>1:40</b>
<b>Ch03</b>	Christianseck, Hainhof 2	19:43	<b>177:13</b>	<b>196:56</b>	0:24	<b>1:05</b>	<b>1:16</b>
<b>Ch04</b>	Christianseck, Hainhof 1	14:04	<b>141:35</b>	<b>155:39</b>	0:21	<b>1:07</b>	<b>1:26</b>
<b>Ch05</b>	Christianseck, Haingraben 3	15:11	<b>38:44</b>	<b>53:55</b>	0:20	<b>0:48</b>	<b>0:48</b>
<b>Ch06</b>	Christianseck, Hainhof 3	14:00	<b>94:30</b>	<b>108:30</b>	0:21	<b>0:53</b>	<b>1:07</b>
<b>Ch07</b>	Christianseck, Schlade 1	0:00	<b>41:21</b>	<b>41:21</b>	0:00	<b>0:34</b>	<b>0:34</b>
<b>Ch08</b>	Christianseck, Haingraben 2	7:49	<b>37:58</b>	<b>45:47</b>	0:18	<b>0:46</b>	<b>0:46</b>
<b>Ch09</b>	Christianseck, Haingraben 1	0:00	<b>37:02</b>	<b>37:02</b>	0:00	<b>0:37</b>	<b>0:37</b>
<b>Ef01</b>	Elsoff, Im Grund 1	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
<b>Lb02</b>	Laubroth, Zum Ederblick 4	0:00	27:39	27:39	0:00	<b>0:35</b>	<b>0:35</b>
<b>Lb03</b>	Laubroth, Meckhausen 6	0:00	<b>49:18</b>	<b>49:18</b>	0:00	<b>0:33</b>	<b>0:33</b>
<b>Lb04</b>	Laubroth, Zum Ederblick 6	0:00	<b>61:09</b>	<b>61:09</b>	0:00	<b>0:53</b>	<b>0:53</b>
<b>Lb05</b>	Laubroth, Zum Ederblick 2	0:00	<b>36:25</b>	<b>36:25</b>	0:00	<b>0:37</b>	<b>0:37</b>
<b>Lb06</b>	Laubroth, Meckhausen 3	0:00	<b>40:08</b>	<b>40:08</b>	0:00	<b>0:44</b>	<b>0:44</b>
<b>Lb07</b>	Laubroth, Meckhausen 5	0:00	<b>79:02</b>	<b>79:02</b>	0:00	<b>0:55</b>	<b>0:55</b>
<b>Lb08</b>	Laubroth, Hof Bilsterbach 1	0:00	<b>96:28</b>	<b>96:28</b>	0:00	<b>0:53</b>	<b>0:53</b>
<b>Lb09</b>	Laubroth, Meckhausen 1	0:00	<b>62:40</b>	<b>62:40</b>	0:00	<b>0:31</b>	<b>0:31</b>

### 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], [9]) steuerungstechnisch umgesetzt wird. Sie berücksichtigt statistische Daten zu

- Sonnenscheinwahrscheinlichkeit (mittlere tägliche Sonnenscheinstunden) pro Monat, nach Angaben der Sonnenschein-Datenbank für die Station Gießen,
- Betriebsstunden bzw. Stillstandszeiten der WEA je Richtungssektor, ermittelt aus der Windstatistik der DWD-Station Kahler Asten und der Anlaufgeschwindigkeit der WEA,

- Variable Schattengröße des Rotors, ermittelt aus der Windrichtungsverteilung der Windstatistik der DWD-Station Kahler Asten 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
<b>Af01</b>	Arfeld, Am Heller 1	2:02	15:16	17:10
<b>Af02</b>	Arfeld, Arfetalstraße 43	0:00	23:50	23:50
<b>Af03</b>	Arfeld, Arfetalstraße 56	0:00	20:22	20:21
<b>Bb01</b>	Bad Berleburg, Hof Steinbach 1	3:51	5:56	9:11
<b>Bb02</b>	Bad Berleburg, Hof Steinbach 2	3:08	11:27	14:30
<b>Bb04</b>	Bad Berleburg, Emil-Wolff-Str. 94	0:00	4:38	4:38
<b>Bb05</b>	Bad Berleburg, Hinter der Lenne 2	0:51	6:29	7:20
<b>Bb06</b>	Bad Berleburg, Hof Lützelsbach 1	1:01	8:03	9:04
<b>Bb07</b>	Bad Berleburg, Hinter der Lenne 1	0:00	6:53	6:53
<b>Ch01</b>	Christianseck, Brücher 1	0:00	11:45	11:45
<b>Ch02</b>	Christianseck, Brücher 2	0:32	12:37	13:09
<b>Ch03</b>	Christianseck, Hainhof 2	3:37	29:51	33:28
<b>Ch04</b>	Christianseck, Hainhof 1	2:56	32:55	35:52
<b>Ch05</b>	Christianseck, Haingraben 3	4:16	7:20	11:41
<b>Ch06</b>	Christianseck, Hainhof 3	2:38	18:05	20:44
<b>Ch07</b>	Christianseck, Schlade 1	0:00	6:30	6:30
<b>Ch08</b>	Christianseck, Haingraben 2	2:14	10:34	12:49
<b>Ch09</b>	Christianseck, Haingraben 1	0:00	10:32	10:32
<b>Ef01</b>	Elsoff, Im Grund 1	0:00	0:00	0:00
<b>Lb02</b>	Laubroth, Zum Ederblick 4	0:00	8:18	8:18
<b>Lb03</b>	Laubroth, Meckhausen 6	0:00	14:27	14:27

IO	Adresse	Beschattungsdauern meteorologisch wahrscheinlich [Std./Jahr]		
		VB	ZB	GB
Lb04	Laubroth, Zum Ederblick 6	0:00	17:21	17:21
Lb05	Laubroth, Zum Ederblick 2	0:00	10:09	10:09
Lb06	Laubroth, Meckhausen 3	0:00	11:13	11:13
Lb07	Laubroth, Meckhausen 5	0:00	23:05	23:05
Lb08	Laubroth, Hof Bilsterbach 1	0:00	27:43	27:43
Lb09	Laubroth, Meckhausen 1	0:00	16:23	16:23

## 4 Bewertung der Ergebnisse

Am Windparkstandort Bad Berleburg-Ohrenbach wurden für 27 Immissionsorte die Beschattungsdauern durch acht neu geplante WEA sowie vier Vorbelastungs-WEA entsprechend den WEA-Schattenwurf-Hinweisen [1] berechnet. Die Immissionsrichtwerte der Beschattungsdauern betragen maximal 30 Stunden im Jahr und maximal 30 Minuten am Tag.

**IO Ef01: An diesem Immissionsort werden alle Richtwerte eingehalten.**

**An allen Immissionsorten werden die Richtwerte durch die Vorbelastung eingehalten.**

**IO Af01 bis Af03, Bb01, Bb02, Bb04, bis Bb07, Ch01 bis Ch09 und Lb02 bis Lb09: An diesen Immissionsorten werden die Richtwerte ohne Schattenwurf-begrenzende Maßnahmen durch den Einfluss der Zusatzbelastung überschritten. Die Überschreitung beträgt maximal 166,9 Std./Jahr bzw. 70 Min/Ta.**

**Aufgrund der berechneten Überschreitungen empfehlen wir die Abschaltung aller neu geplanten WEA über eine Abschaltautomatik zu steuern.**

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.

## 5 Quellenverzeichnis

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

## 6 Anhang

- Schattenkarten für den Windparkstandort Bad Berleburg-Ohrenbach (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







Projekt:  
 21-1-3007-001  
 Krug Energie GmbH & Co. KG  
 Dorfstraße 53  
 35117 Münchhausen

Beschreibung:  
 Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,  
 Stadt Bad Berleburg, Kreis  
 Siegen-Wittgenstein,  
 Nordrhein-Westfalen

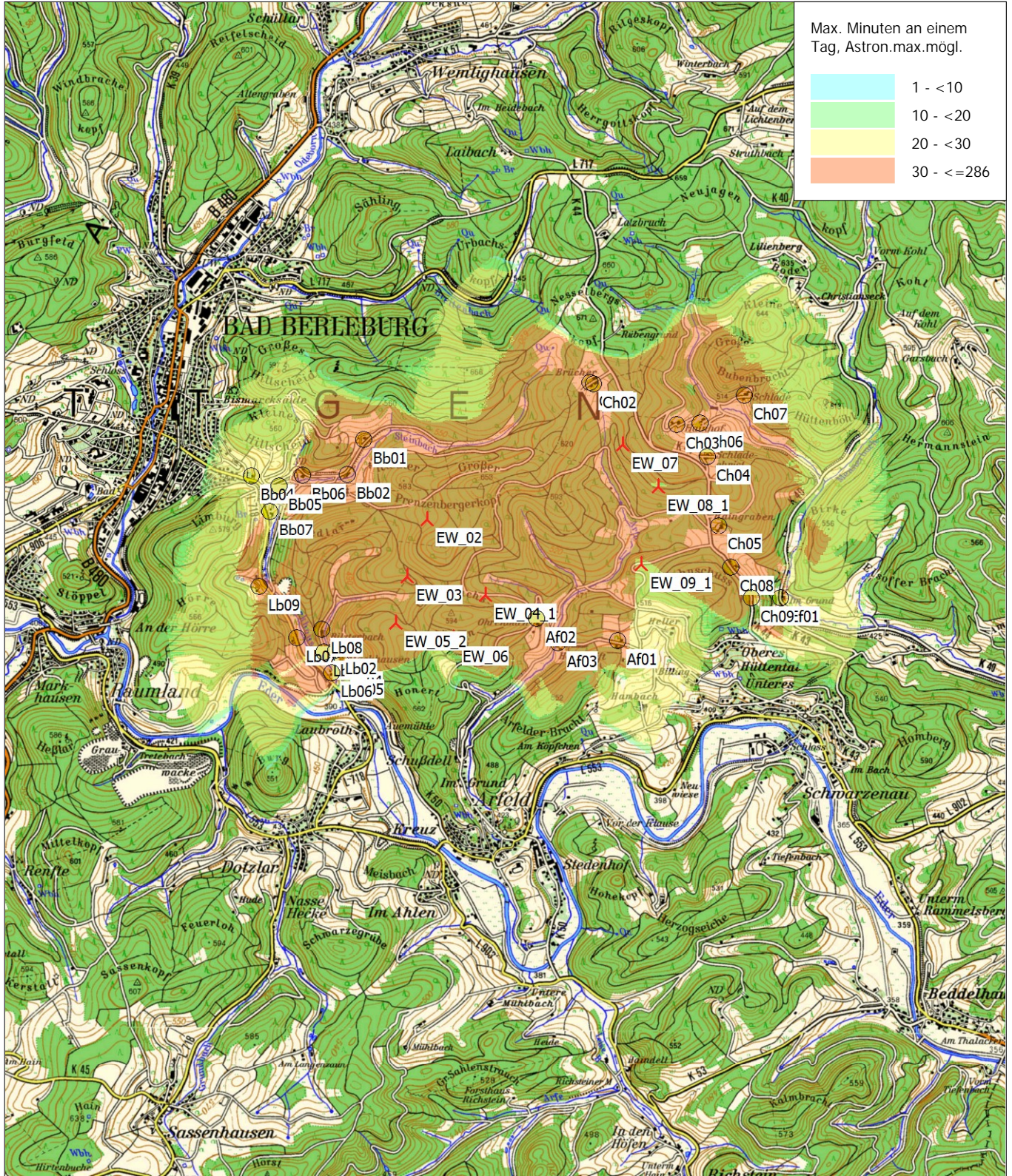
Lizenzierter Anwender:  
 Ramboll Deutschland GmbH  
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3  
 DE-34131 Kassel



-  
 Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com  
 Berechnet:  
 25.06.2021 16:24/3.4.415

### SHADOW - Karte

Berechnung: Schatten Zusatzbelastung



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: Bitmap-Karte: tk50.tif , Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 460.420 Nord: 5.653.770

📍 Neue WEA      📍 Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: DGM5.wpo (1)



Projekt:  
21-1-3007-001  
Krug Energie GmbH & Co. KG  
Dorfstraße 53  
35117 Münchhausen

Beschreibung:  
Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,  
Stadt Bad Berleburg, Kreis  
Siegen-Wittgenstein,  
Nordrhein-Westfalen

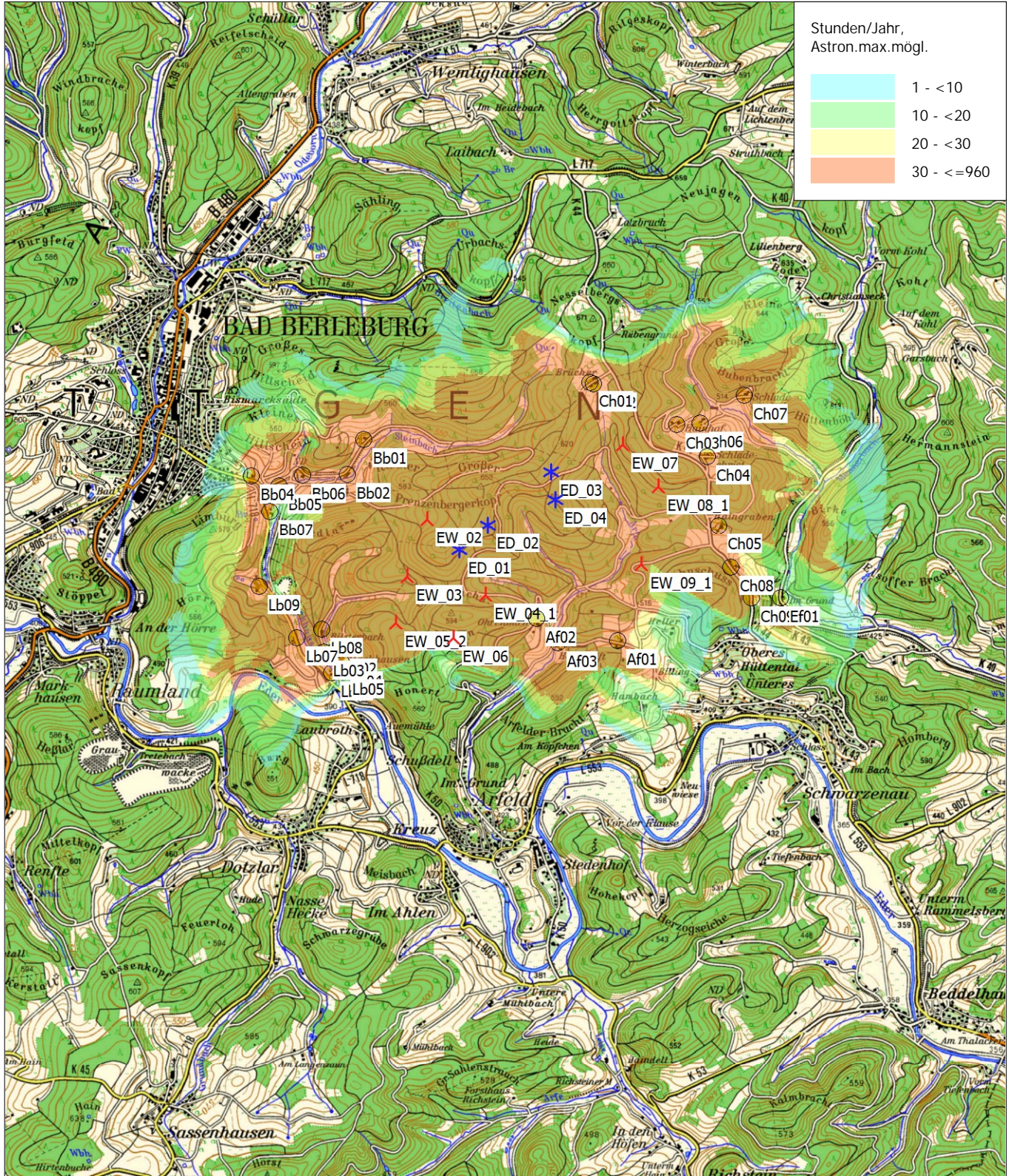
Lizenzierter Anwender:  
Ramboll Deutschland GmbH  
Elisabeth-Consbruch-Straße 3  
DE-34131 Kassel



-  
Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com  
Berechnet:  
25.06.2021 16:45/3.4.415

### SHADOW - Karte

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung



Karte: Bitmap-Karte: tk50.tif , Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 460.420 Nord: 5.653.770

📍 Neue WEA    ⚙️ Existierende WEA    📍 Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: DGM5.wpo (1)









Projekt:  
21-1-3007-001  
Krug Energie GmbH & Co. KG  
Dorfstraße 53  
35117 Münchhausen

Beschreibung:  
Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,  
Stadt Bad Berleburg, Kreis  
Siegen-Wittgenstein,  
Nordrhein-Westfalen

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



-  
Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com  
Berechnet:  
25.06.2021 15:50/3.4.415

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Schatten Vorbelastung

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA

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

Siehe WEA-Tabelle

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

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]

Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12

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  
545 345 299 448 504 465 609 912 1.389 1.380 978 741 8.616  
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

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

Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien: DGM5.wpo (1)

Hindernisse in Berechnung verwendet

Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m

Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 32



Maßstab 1:75.000

\* Existierende WEA

● Schattenrezeptor

## WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min
ED_01	460.004	5.654.129	596,7	VESTAS V126-3.6 HTq 3... Ja	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	1.718	12,1
ED_02	460.259	5.654.348	620,0	VESTAS V126-3.6 HTq 3... Ja	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	1.718	12,1
ED_03	460.826	5.654.823	606,9	VESTAS V126-3.6 HTq 3... Ja	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	1.718	12,1
ED_04	460.865	5.654.580	596,2	VESTAS V126-3.6 HTq 3... Ja	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	1.718	12,1

## Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite [m]	Höhe [m]	Höhe ü.Gr. [m]	Neigung des Fensters [°]	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI)	
										ü.Gr. [m]	ü.Gr.
Af01	Arfeld, Am Heller 1	461.422	5.653.313	502,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Af02	Arfeld, Arfetalstraße 43	460.699	5.653.510	495,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Af03	Arfeld, Arfetalstraße 56	460.886	5.653.297	457,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Bb01	Bad Berleburg, Hof Steinbach 1	459.157	5.655.111	506,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Bb02	Bad Berleburg, Hof Steinbach 2	459.009	5.654.802	480,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Bb04	Bad Berleburg, Emil-Wolff-Str. 94	458.154	5.654.790	490,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Bb05	Bad Berleburg, Hinter der Lenne 2	458.400	5.654.696	465,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Bb06	Bad Berleburg, Hof Lützelbach 1	458.609	5.654.794	468,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Bb07	Bad Berleburg, Hinter der Lenne 1	458.314	5.654.473	460,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Ch01	Christiansseck, Brücher 1	461.176	5.655.622	619,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Ch02	Christiansseck, Brücher 2	461.203	5.655.609	616,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Ch03	Christiansseck, Hainhof 2	461.949	5.655.243	556,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Ch04	Christiansseck, Hainhof 1	462.219	5.654.961	579,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Ch05	Christiansseck, Haingraben 3	462.320	5.654.344	565,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Ch06	Christiansseck, Hainhof 3	462.160	5.655.257	531,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Ch07	Christiansseck, Schlade 1	462.554	5.655.508	529,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Ch08	Christiansseck, Haingraben 2	462.433	5.653.970	550,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Ch09	Christiansseck, Haingraben 1	462.617	5.653.695	531,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Ef01	Elsoff, Im Grund 1	462.872	5.653.698	450,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Lb02	Laubroth, Zum Ederblick 4	458.909	5.653.231	419,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Lb03	Laubroth, Meckhausen 6	458.800	5.653.216	413,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	

(Fortsetzung nächste Seite)...



Projekt:

21-1-3007-001  
Krug Energie GmbH & Co. KG  
Dorfstraße 53  
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,  
Stadt Bad Berleburg, Kreis  
Siegen-Wittgenstein,  
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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



Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com

Berechnet:

25.06.2021 15:50/3.4.415

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Schatten Vorbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
		[m]			[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
Lb04	Laubroth, Zum Ederblick 6	458.956	5.653.116	422,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Lb05	Laubroth, Zum Ederblick 2	458.972	5.653.046	412,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Lb06	Laubroth, Meckhausen 3	458.871	5.653.028	401,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Lb07	Laubroth, Meckhausen 5	458.556	5.653.339	426,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Lb08	Laubroth, Hof Bilsterbach 1	458.780	5.653.414	426,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Lb09	Laubroth, Meckhausen 1	458.223	5.653.799	449,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

## Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]
Af01	Arfeld, Am Heller 1	8:16	36	0:17	2:02
Af02	Arfeld, Arfetalstraße 43	0:00	0	0:00	0:00
Af03	Arfeld, Arfetalstraße 56	0:00	0	0:00	0:00
Bb01	Bad Berleburg, Hof Steinbach 1	28:15	102	0:23	3:51
Bb02	Bad Berleburg, Hof Steinbach 2	17:27	59	0:24	3:08
Bb04	Bad Berleburg, Emil-Wolff-Str. 94	0:00	0	0:00	0:00
Bb05	Bad Berleburg, Hinter der Lenne 2	4:41	21	0:17	0:51
Bb06	Bad Berleburg, Hof Lützelsbach 1	5:51	24	0:19	1:01
Bb07	Bad Berleburg, Hinter der Lenne 1	0:00	0	0:00	0:00
Ch01	Christianseck, Brücher 1	0:00	0	0:00	0:00
Ch02	Christianseck, Brücher 2	6:00	24	0:19	0:32
Ch03	Christianseck, Hainhof 2	19:43	65	0:24	3:37
Ch04	Christianseck, Hainhof 1	14:04	53	0:21	2:56
Ch05	Christianseck, Haingraben 3	15:11	60	0:20	4:16
Ch06	Christianseck, Hainhof 3	14:00	53	0:21	2:38
Ch07	Christianseck, Schlade 1	0:00	0	0:00	0:00
Ch08	Christianseck, Haingraben 2	7:49	34	0:18	2:14
Ch09	Christianseck, Haingraben 1	0:00	0	0:00	0:00
Ef01	Elsoff, Im Grund 1	0:00	0	0:00	0:00
Lb02	Laubroth, Zum Ederblick 4	0:00	0	0:00	0:00
Lb03	Laubroth, Meckhausen 6	0:00	0	0:00	0:00
Lb04	Laubroth, Zum Ederblick 6	0:00	0	0:00	0:00
Lb05	Laubroth, Zum Ederblick 2	0:00	0	0:00	0:00
Lb06	Laubroth, Meckhausen 3	0:00	0	0:00	0:00
Lb07	Laubroth, Meckhausen 5	0:00	0	0:00	0:00
Lb08	Laubroth, Hof Bilsterbach 1	0:00	0	0:00	0:00
Lb09	Laubroth, Meckhausen 1	0:00	0	0:00	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[h/a]	[h/a]
ED_01	VESTAS V126-3.6 HTq 3600 126.0 !O! NH: 137,0 m (Ges:200,0 m) (1)	43:44	7:01
ED_02	VESTAS V126-3.6 HTq 3600 126.0 !O! NH: 137,0 m (Ges:200,0 m) (2)	15:59	2:53
ED_03	VESTAS V126-3.6 HTq 3600 126.0 !O! NH: 137,0 m (Ges:200,0 m) (3)	38:34	7:55
ED_04	VESTAS V126-3.6 HTq 3600 126.0 !O! NH: 137,0 m (Ges:200,0 m) (4)	37:52	8:25

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:  
21-1-3007-001  
Krug Energie GmbH & Co. KG  
Dorfstraße 53  
35117 Münchhausen

Beschreibung:  
Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,  
Stadt Bad Berleburg, Kreis  
Siegen-Wittgenstein,  
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:  
Ramboll Deutschland GmbH  
Elisabeth-Consbruch-Straße 3  
DE-34131 Kassel  
-  
Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com  
Berechnet:  
25.06.2021 16:24/3.4.415



## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Schatten Zusatzbelastung  
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

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

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]  
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12

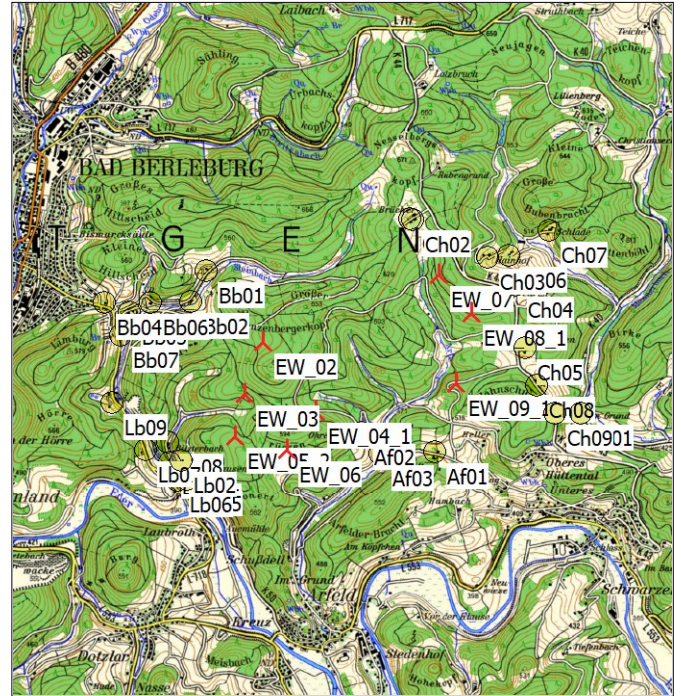
Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:  
Terraindaten: ATLAS 12 Sektoren; Radius: 20.000 m (9)

Betriebsdauer je Sektor  
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe  
546 345 299 448 504 465 609 912 1.389 1.380 978 741 8.617  
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: Höhenlinien: DGM5.wpo (1)  
Hindernisse in Berechnung verwendet  
Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m  
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:  
UTM (north)-ETRS89 Zone: 32



Maßstab 1:75.000  
Neue WEA  
Schattenrezeptor

### WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min
EW_02	459.717	5.654.401	578,3	VESTAS V162-5.6/6.0 ...Ja	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	2.041	12,1
EW_03	459.545	5.653.884	531,1	VESTAS V162-5.6/6.0 ...Ja	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	2.041	12,1
EW_04_1	460.240	5.653.720	551,7	VESTAS V162-5.6/6.0 ...Ja	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	2.041	12,1
EW_05_2	459.443	5.653.472	549,5	VESTAS V162-5.6/6.0 ...Ja	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	2.041	12,1
EW_06	459.957	5.653.340	558,3	VESTAS V162-5.6/6.0 ...Ja	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	2.041	12,1
EW_07	461.467	5.655.068	613,1	VESTAS V162-5.6/6.0 ...Ja	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	2.041	12,1
EW_08_1	461.782	5.654.690	598,3	VESTAS V162-5.6/6.0 ...Ja	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	2.041	12,1
EW_09_1	461.630	5.653.993	549,7	VESTAS V162-5.6/6.0 ...Ja	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	2.041	12,1

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI)	
										[m]	[m]
Af01	Arfeld, Am Heller 1	461.422	5.653.313	502,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Af02	Arfeld, Arfetalstraße 43	460.699	5.653.510	495,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Af03	Arfeld, Arfetalstraße 56	460.886	5.653.297	457,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Bb01	Bad Berleburg, Hof Steinbach 1	459.157	5.655.111	506,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Bb02	Bad Berleburg, Hof Steinbach 2	459.009	5.654.802	480,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Bb04	Bad Berleburg, Emil-Wolff-Str. 94	458.154	5.654.790	490,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Bb05	Bad Berleburg, Hinter der Lenne 2	458.400	5.654.696	465,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Bb06	Bad Berleburg, Hof Lützelsbach 1	458.609	5.654.794	468,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Bb07	Bad Berleburg, Hinter der Lenne 1	458.314	5.654.473	460,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Ch01	Christianseck, Brücher 1	461.176	5.655.622	619,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Ch02	Christianseck, Brücher 2	461.203	5.655.609	616,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Ch03	Christianseck, Hainhof 2	461.949	5.655.243	556,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Ch04	Christianseck, Hainhof 1	462.219	5.654.961	579,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Ch05	Christianseck, Haingraben 3	462.320	5.654.344	565,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Ch06	Christianseck, Hainhof 3	462.160	5.655.257	531,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Ch07	Christianseck, Schlade 1	462.554	5.655.508	529,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	
Ch08	Christianseck, Haingraben 2	462.433	5.653.970	550,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0	

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

21-1-3007-001  
Krug Energie GmbH & Co. KG  
Dorfstraße 53  
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,  
Stadt Bad Berleburg, Kreis  
Siegen-Wittgenstein,  
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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



Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com

Berechnet:

25.06.2021 16:24/3.4.415

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Schatten Zusatzbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
		[m]			[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
Ch09	Christianseck, Haingraben 1	462.617	5.653.695	531,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ef01	Elsoff, Im Grund 1	462.872	5.653.698	450,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Lb02	Laubroth, Zum Ederblick 4	458.909	5.653.231	419,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Lb03	Laubroth, Meckhausen 6	458.800	5.653.216	413,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Lb04	Laubroth, Zum Ederblick 6	458.956	5.653.116	422,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Lb05	Laubroth, Zum Ederblick 2	458.972	5.653.046	412,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Lb06	Laubroth, Meckhausen 3	458.871	5.653.028	401,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Lb07	Laubroth, Meckhausen 5	458.556	5.653.339	426,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Lb08	Laubroth, Hof Bilsterbach 1	458.780	5.653.414	426,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Lb09	Laubroth, Meckhausen 1	458.223	5.653.799	449,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

## Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]	Stunden/Jahr [h/a]	
Af01	Arfeld, Am Heller 1	55:38	154	0:39	15:16	
Af02	Arfeld, Arfetalstraße 43	89:49	162	1:15	23:50	
Af03	Arfeld, Arfetalstraße 56	72:27	138	1:01	20:22	
Bb01	Bad Berleburg, Hof Steinbach 1	53:36	120	0:42	5:56	
Bb02	Bad Berleburg, Hof Steinbach 2	90:50	156	0:45	11:27	
Bb04	Bad Berleburg, Emil-Wolff-Str. 94	32:58	117	0:23	4:38	
Bb05	Bad Berleburg, Hinter der Lenne 2	45:28	141	0:27	6:29	
Bb06	Bad Berleburg, Hof Lützelsbach 1	61:07	154	0:41	8:03	
Bb07	Bad Berleburg, Hinter der Lenne 1	37:29	111	0:27	6:53	
Ch01	Christianseck, Brücher 1	121:26	108	1:25	11:45	
Ch02	Christianseck, Brücher 2	129:34	110	1:27	12:37	
Ch03	Christianseck, Hainhof 2	177:13	208	1:05	29:51	
Ch04	Christianseck, Hainhof 1	141:35	211	1:07	32:55	
Ch05	Christianseck, Haingraben 3	38:44	63	0:48	7:20	
Ch06	Christianseck, Hainhof 3	94:30	144	0:53	18:05	
Ch07	Christianseck, Schlade 1	41:21	98	0:34	6:30	
Ch08	Christianseck, Haingraben 2	37:58	65	0:46	10:34	
Ch09	Christianseck, Haingraben 1	37:02	79	0:37	10:32	
Ef01	Elsoff, Im Grund 1	0:00	0	0:00	0:00	
Lb02	Laubroth, Zum Ederblick 4	27:39	62	0:35	8:18	
Lb03	Laubroth, Meckhausen 6	49:18	122	0:33	14:27	
Lb04	Laubroth, Zum Ederblick 6	61:09	92	0:53	17:21	
Lb05	Laubroth, Zum Ederblick 2	36:25	69	0:37	10:09	
Lb06	Laubroth, Meckhausen 3	40:08	75	0:44	11:13	
Lb07	Laubroth, Meckhausen 5	79:02	152	0:55	23:05	
Lb08	Laubroth, Hof Bilsterbach 1	96:28	144	0:53	27:43	
Lb09	Laubroth, Meckhausen 1	62:40	171	0:31	16:23	

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Erwartet [h/a]
EW_02	VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (26)	150:12	29:42
EW_03	VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (27)	166:58	31:34
EW_04_1	VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (28)	120:52	27:46
EW_05_2	VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (29)	224:44	51:05
EW_06	VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (30)	208:06	55:05
EW_07	VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (31)	272:49	53:12
EW_08_1	VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (33)	289:02	41:15
EW_09_1	VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (34)	137:44	32:49

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:  
21-1-3007-001  
Krug Energie GmbH & Co. KG  
Dorfstraße 53  
35117 Münchhausen

Beschreibung:  
Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,  
Stadt Bad Berleburg, Kreis  
Siegen-Wittgenstein,  
Nordrhein-Westfalen

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



-  
Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com  
Berechnet:  
25.06.2021 16:45/3.4.415

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung  
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

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

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]  
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12

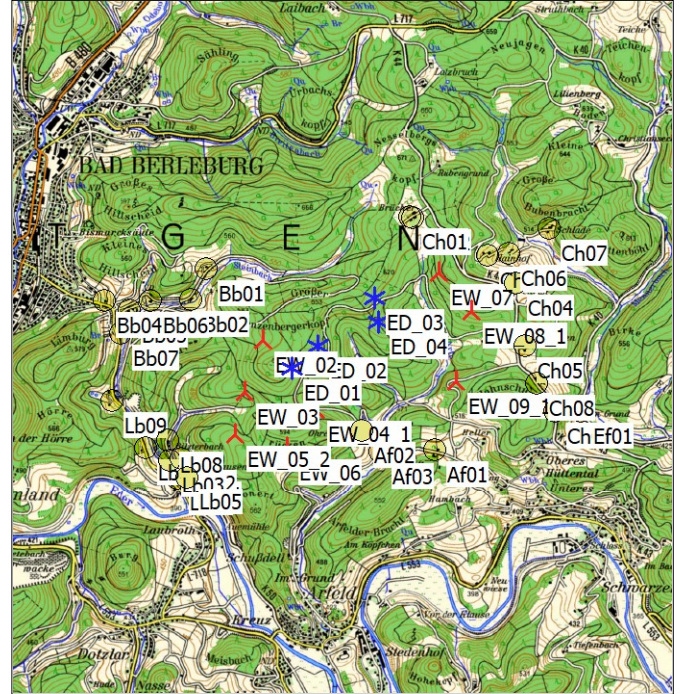
Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:  
Terraindaten: ATLAS 12 Sektoren; Radius: 20.000 m (9)

Betriebsdauer je Sektor  
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe  
546 345 299 448 504 465 609 912 1.389 1.380 978 741 8.617  
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: Höhenlinien: DGM5.wpo (1)  
Hindernisse in Berechnung verwendet  
Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m  
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:  
UTM (north)-ETRS89 Zone: 32



Maßstab 1:75.000  
 \* Neue WEA  
 \* Existierende WEA  
 \* Schattenrezeptor

### WEA

	Ost Nord Z			Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
			[m]		Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min
ED_01	460.004	5.654.129	596,7	VESTAS V126-3.6 HT...	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	1.718	12,1
ED_02	460.259	5.654.348	620,0	VESTAS V126-3.6 HT...	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	1.718	12,1
ED_03	460.826	5.654.823	606,9	VESTAS V126-3.6 HT...	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	1.718	12,1
ED_04	460.865	5.654.580	596,2	VESTAS V126-3.6 HT...	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	1.718	12,1
EW_02	459.717	5.654.401	578,3	VESTAS V162-5.6/6.0...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	2.041	12,1
EW_03	459.545	5.653.884	531,1	VESTAS V162-5.6/6.0...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	2.041	12,1
EW_04_1	460.240	5.653.720	551,7	VESTAS V162-5.6/6.0...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	2.041	12,1
EW_05_2	459.443	5.653.472	549,5	VESTAS V162-5.6/6.0...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	2.041	12,1
EW_06	459.957	5.653.340	558,3	VESTAS V162-5.6/6.0...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	2.041	12,1
EW_07	461.467	5.655.068	613,1	VESTAS V162-5.6/6.0...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	2.041	12,1
EW_08_1	461.782	5.654.690	598,3	VESTAS V162-5.6/6.0...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	2.041	12,1
EW_09_1	461.630	5.653.993	549,7	VESTAS V162-5.6/6.0...	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.0-6.000	6.000	162,0	169,0	2.041	12,1

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
Af01	Arfeld, Am Heller 1	461.422	5.653.313	502,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Af02	Arfeld, Arfetalstraße 43	460.699	5.653.510	495,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Af03	Arfeld, Arfetalstraße 56	460.886	5.653.297	457,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Bb01	Bad Berleburg, Hof Steinbach 1	459.157	5.655.111	506,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Bb02	Bad Berleburg, Hof Steinbach 2	459.009	5.654.802	480,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Bb04	Bad Berleburg, Emil-Wolff-Str. 94	458.154	5.654.790	490,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Bb05	Bad Berleburg, Hinter der Lenne 2	458.400	5.654.696	465,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Bb06	Bad Berleburg, Hof Lützelsbach 1	458.609	5.654.794	468,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Bb07	Bad Berleburg, Hinter der Lenne 1	458.314	5.654.473	460,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ch01	Christianseck, Brücher 1	461.176	5.655.622	619,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ch02	Christianseck, Brücher 2	461.203	5.655.609	616,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ch03	Christianseck, Hainhof 2	461.949	5.655.243	556,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ch04	Christianseck, Hainhof 1	462.219	5.654.961	579,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

## Projekt:

21-1-3007-001  
Krug Energie GmbH & Co. KG  
Dorfstraße 53  
35117 Münchhausen

## Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,  
Stadt Bad Berleburg, Kreis  
Siegen-Wittgenstein,  
Nordrhein-Westfalen

## Lizenzierter Anwender:

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



Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com

## Berechnet:

25.06.2021 16:45/3.4.415

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung

... (Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
		[m]			[m]	[m]	[m]	[°]	[m]	
Ch05	Christianseck, Haingraben 3	462.320	5.654.344	565,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ch06	Christianseck, Hainhof 3	462.160	5.655.257	531,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ch07	Christianseck, Schlade 1	462.554	5.655.508	529,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ch08	Christianseck, Haingraben 2	462.433	5.653.970	550,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ch09	Christianseck, Haingraben 1	462.617	5.653.695	531,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ef01	Elsoff, Im Grund 1	462.872	5.653.698	450,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Lb02	Laubroth, Zum Ederblick 4	458.909	5.653.231	419,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Lb03	Laubroth, Meckhausen 6	458.800	5.653.216	413,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Lb04	Laubroth, Zum Ederblick 6	458.956	5.653.116	422,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Lb05	Laubroth, Zum Ederblick 2	458.972	5.653.046	412,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Lb06	Laubroth, Meckhausen 3	458.871	5.653.028	401,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Lb07	Laubroth, Meckhausen 5	458.556	5.653.339	426,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Lb08	Laubroth, Hof Bilsterbach 1	458.780	5.653.414	426,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Lb09	Laubroth, Meckhausen 1	458.223	5.653.799	449,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

## Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	
Af01	Arfeld, Am Heller 1	63:17	154	0:39	17:10	
Af02	Arfeld, Arfetalstraße 43	89:49	162	1:15	23:50	
Af03	Arfeld, Arfetalstraße 56	72:27	138	1:01	20:21	
Bb01	Bad Berleburg, Hof Steinbach 1	75:31	152	0:52	9:11	
Bb02	Bad Berleburg, Hof Steinbach 2	107:49	184	1:04	14:30	
Bb04	Bad Berleburg, Emil-Wolff-Str. 94	32:58	117	0:23	4:38	
Bb05	Bad Berleburg, Hinter der Lenne 2	50:09	162	0:27	7:20	
Bb06	Bad Berleburg, Hof Lützelsbach 1	66:58	178	0:41	9:04	
Bb07	Bad Berleburg, Hinter der Lenne 1	37:29	111	0:27	6:53	
Ch01	Christianseck, Brücher 1	121:26	108	1:25	11:45	
Ch02	Christianseck, Brücher 2	135:34	110	1:40	13:09	
Ch03	Christianseck, Hainhof 2	196:56	243	1:16	33:28	
Ch04	Christianseck, Hainhof 1	155:39	211	1:26	35:52	
Ch05	Christianseck, Haingraben 3	53:55	123	0:48	11:41	
Ch06	Christianseck, Hainhof 3	108:30	170	1:07	20:44	
Ch07	Christianseck, Schlade 1	41:21	98	0:34	6:30	
Ch08	Christianseck, Haingraben 2	45:47	99	0:46	12:49	
Ch09	Christianseck, Haingraben 1	37:02	79	0:37	10:32	
Ef01	Elsoff, Im Grund 1	0:00	0	0:00	0:00	
Lb02	Laubroth, Zum Ederblick 4	27:39	62	0:35	8:18	
Lb03	Laubroth, Meckhausen 6	49:18	122	0:33	14:27	
Lb04	Laubroth, Zum Ederblick 6	61:09	92	0:53	17:21	
Lb05	Laubroth, Zum Ederblick 2	36:25	69	0:37	10:09	
Lb06	Laubroth, Meckhausen 3	40:08	75	0:44	11:13	
Lb07	Laubroth, Meckhausen 5	79:02	152	0:55	23:05	
Lb08	Laubroth, Hof Bilsterbach 1	96:28	144	0:53	27:43	
Lb09	Laubroth, Meckhausen 1	62:40	171	0:31	16:23	

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[h/a]	[h/a]
ED_01	VESTAS V126-3.6 HTq 3600 126.0 !O! NH: 137,0 m (Ges:200,0 m) (1)	43:44	7:01
ED_02	VESTAS V126-3.6 HTq 3600 126.0 !O! NH: 137,0 m (Ges:200,0 m) (2)	15:59	2:53
ED_03	VESTAS V126-3.6 HTq 3600 126.0 !O! NH: 137,0 m (Ges:200,0 m) (3)	38:34	7:55
ED_04	VESTAS V126-3.6 HTq 3600 126.0 !O! NH: 137,0 m (Ges:200,0 m) (4)	37:52	8:26
EW_02	VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (26)	150:12	29:42
EW_03	VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (27)	166:58	31:34
EW_04_1	VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (28)	120:52	27:46
EW_05_2	VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (29)	224:44	51:05
EW_06	VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (30)	208:06	55:05
EW_07	VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (31)	272:49	53:12
EW_08_1	VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (33)	289:02	41:14
EW_09_1	VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (34)	137:44	32:49

Projekt:

21-1-3007-001  
Krug Energie GmbH & Co. KG  
Dorfstraße 53  
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,  
Stadt Bad Berleburg, Kreis  
Siegen-Wittgenstein,  
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

-

Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com

Berechnet:

25.06.2021 16:45/3.4.415



## SHADOW - Hauptergebnis

### Berechnung: Schatten Gesamtbelastung

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: 21-1-3007-001
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung: Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender: Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com
Berechnet: 25.06.2021 16:45/3.4.415



SHADOW - Kalender

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung Schattenrezeptor: Af01 - Arfeld, Am Heller 1
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
546 345 299 448 504 465 609 912 1.389 1.380 978 741 8.617
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Table with 12 columns for months (Januar to Dezember) and rows for hourly data (08:30 to 23:00). Includes summary rows for 'Sonnenscheinstunden', 'astr. max. mögl. Beschattung', 'Red. Sonnenscheinwahrsch.', 'Reduktion Betriebsdauer', 'Reduktion Windrichtung', 'Gesamte Reduktion', and 'Met. wahrsch. Beschattung'.

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

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



Projekt: 21-1-3007-001
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung: Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender: Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com
Berechnet: 25.06.2021 16:45/3.4.415



SHADOW - Kalender

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung Schattenrezeptor: Af02 - Arfeld, Arfetalstraße 43
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) | GIESSEN

Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
546 345 299 448 504 465 609 912 1.389 1.380 978 741 8.617
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

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

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

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





Projekt:  
 21-1-3007-001  
 Krug Energie GmbH & Co. KG  
 Dorfstraße 53  
 35117 Münchhausen

Beschreibung:  
 Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,  
 Stadt Bad Berleburg, Kreis  
 Siegen-Wittgenstein,  
 Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:  
 Ramboll Deutschland GmbH  
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3  
 DE-34131 Kassel  
 -  
 Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com  
 Berechnet:  
 25.06.2021 16:45/3.4.415



### SHADOW - Kalender

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung Schattenrezeptor: Af03 - Arfeld, Arfetalstraße 56  
 Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]  
 Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Jan	Feb	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,28	2,77	3,62	5,55	6,87	6,24	7,46	6,68	4,78	2,83	1,59

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
546	345	299	448	504	465	609	912	1.389	1.380	978	741	8.617

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar	Februar	Marz	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember				
1	08:30	08:05	07:13	07:05	06:02	18:30 (EW_06)	05:18	20:00 (EW_03)	05:16	20:07 (EW_03)	05:51	18:51 (EW_06)	06:39	07:26	07:17	08:07
2	08:30	08:03	07:11	07:02	06:00	18:31 (EW_06)	05:18	20:00 (EW_03)	05:16	20:07 (EW_03)	05:51	18:51 (EW_06)	06:39	07:26	07:17	08:07
3	08:30	08:02	07:09	07:00	05:58	18:31 (EW_06)	05:17	20:00 (EW_03)	05:17	20:07 (EW_03)	05:54	18:48 (EW_06)	06:42	07:29	07:21	08:09
4	08:30	08:00	07:07	06:58	05:56	18:31 (EW_06)	05:16	20:00 (EW_03)	05:16	20:07 (EW_03)	05:51	18:48 (EW_06)	06:42	07:29	07:21	08:09
5	08:30	07:59	07:05	06:56	05:55	18:32 (EW_06)	05:15	20:01 (EW_03)	05:19	20:07 (EW_03)	05:57	18:44 (EW_06)	06:45	07:32	07:24	08:12
6	08:29	07:57	07:03	06:54	05:53	18:33 (EW_06)	05:15	20:01 (EW_03)	05:19	20:07 (EW_03)	05:57	18:43 (EW_06)	06:46	07:30	07:23	08:11
7	08:29	07:55	07:00	06:51	05:51	18:34 (EW_06)	05:14	20:02 (EW_03)	05:20	20:07 (EW_03)	06:00	18:42 (EW_06)	06:48	07:35	07:28	08:15
8	08:29	07:54	06:58	06:49	05:49	18:35 (EW_06)	05:14	20:01 (EW_03)	05:21	20:08 (EW_03)	06:01	18:42 (EW_06)	06:50	07:37	07:30	08:16
9	08:28	07:52	06:56	06:47	05:48	18:36 (EW_06)	05:13	20:02 (EW_03)	05:22	20:08 (EW_03)	06:06	18:40 (EW_06)	06:51	07:39	07:31	08:17
10	08:28	07:50	06:54	06:45	05:46	18:38 (EW_06)	05:13	20:03 (EW_03)	05:23	20:08 (EW_03)	06:04	18:40 (EW_06)	06:53	07:40	07:33	08:18
11	08:27	07:49	06:52	06:43	05:44	18:39 (EW_06)	05:13	20:03 (EW_03)	05:24	20:08 (EW_03)	06:06	18:39 (EW_06)	06:54	07:42	07:35	08:19
12	08:27	07:47	06:50	06:40	05:43	18:42 (EW_06)	05:12	20:03 (EW_03)	05:25	20:07 (EW_03)	06:07	18:38 (EW_06)	06:56	07:44	07:36	08:20
13	08:24	07:36	06:48	06:38	05:41	18:45 (EW_06)	05:12	20:03 (EW_03)	05:26	20:08 (EW_03)	06:09	18:38 (EW_06)	06:57	07:45	07:38	08:21
14	08:25	07:43	06:45	06:36	05:40	18:45 (EW_06)	05:12	20:04 (EW_03)	05:27	20:08 (EW_03)	06:11	18:37 (EW_06)	06:59	07:47	07:40	08:22
15	08:24	07:39	06:41	06:32	05:38	18:38 (EW_06)	05:11	20:04 (EW_03)	05:28	20:08 (EW_03)	06:12	18:37 (EW_06)	07:00	07:48	07:42	08:23
16	08:24	07:39	06:41	06:32	05:38	18:38 (EW_06)	05:11	20:04 (EW_03)	05:28	20:08 (EW_03)	06:12	18:37 (EW_06)	07:00	07:48	07:42	08:23
17	08:23	07:38	06:38	06:23	05:35	18:37 (EW_06)	05:11	20:05 (EW_03)	05:31	20:09 (EW_03)	06:15	18:37 (EW_06)	07:04	07:52	07:45	08:25
18	08:22	07:36	06:36	06:28	05:34	18:35 (EW_06)	05:11	20:05 (EW_03)	05:32	20:09 (EW_03)	06:17	18:36 (EW_06)	07:05	07:54	07:47	08:25
19	08:21	07:34	06:34	06:26	05:33	18:34 (EW_06)	05:11	20:05 (EW_03)	05:33	20:09 (EW_03)	06:18	18:37 (EW_06)	07:07	07:55	07:48	08:26
20	08:20	07:32	06:32	06:24	05:31	18:33 (EW_06)	05:11	20:05 (EW_03)	05:34	20:09 (EW_03)	06:20	18:36 (EW_06)	07:08	07:57	07:50	08:27
21	08:19	07:30	06:29	06:21	05:30	18:32 (EW_06)	05:11	20:05 (EW_03)	05:35	20:09 (EW_03)	06:21	18:37 (EW_06)	07:10	07:59	07:52	08:27
22	08:18	07:28	06:27	06:19	05:29	18:31 (EW_06)	05:11	20:05 (EW_03)	05:37	20:10 (EW_03)	06:23	18:37 (EW_06)	07:11	08:00	07:53	08:28
23	08:17	07:26	06:25	06:17	05:27	18:30 (EW_06)	05:11	20:06 (EW_03)	05:41	20:12 (EW_03)	06:28	18:39 (EW_06)	07:16	07:55	07:58	08:29
24	08:16	07:24	06:23	06:15	05:26	18:30 (EW_06)	05:11	20:06 (EW_03)	05:42	20:13 (EW_03)	06:29	18:40 (EW_06)	07:18	07:57	07:59	08:29
25	08:14	07:22	06:20	06:13	05:25	18:30 (EW_06)	05:11	20:06 (EW_03)	05:43	20:14 (EW_03)	06:31	18:41 (EW_06)	07:19	07:59	08:01	08:30
26	08:13	07:20	06:18	06:11	05:24	18:30 (EW_06)	05:11	20:07 (EW_03)	05:45	20:15 (EW_03)	06:32	18:43 (EW_06)	07:21	07:59	08:02	08:30
27	08:12	07:18	06:16	06:09	05:23	18:30 (EW_06)	05:11	20:07 (EW_03)	05:46	20:16 (EW_03)	06:34	18:44 (EW_06)	07:22	07:59	08:03	08:30
28	08:11	07:15	06:14	06:08	05:22	18:30 (EW_06)	05:11	20:07 (EW_03)	05:47	20:17 (EW_03)	06:35	18:45 (EW_06)	07:23	07:59	08:04	08:30
29	08:09	07:11	06:06	06:00	05:21	18:29 (EW_06)	05:11	20:07 (EW_03)	05:48	20:18 (EW_03)	06:36	18:46 (EW_06)	07:24	07:59	08:05	08:30
30	08:08	07:09	06:04	06:04	05:20	18:29 (EW_06)	05:11	20:07 (EW_03)	05:48	20:18 (EW_03)	06:36	18:46 (EW_06)	07:24	07:59	08:05	08:30
31	08:06	07:07	06:03	06:03	05:19	18:29 (EW_06)	05:11	20:07 (EW_03)	05:48	20:18 (EW_03)	06:36	18:46 (EW_06)	07:24	07:59	08:05	08:30
17:15		19:57		21:30		20:26 (EW_03)		21:16	11	19:04 (EW_06)	20:17		17:04		16:29	
Sonnenscheinstunden	263	280	367	414	481	735	693	498	11	18:53 (EW_06)	457		380	333	269	248
astr.max.mögl.Beschattung						0,44	0,38	0,46		0,46	0,46					
Red.Sonnenscheinwahrsch.						0,98	0,98	0,98		0,98	0,98					
Reduktion Betriebsdauer						0,67	0,66	0,64		0,64	0,64					
Reduktion Windrichtung						0,27	0,29	0,24		0,29	0,30					
Gesamte Reduktion						211	174	204		204	389					
Met.wahrsch.Beschattung																

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

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



Projekt: 21-1-3007-001
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung: Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

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



Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com
Berechnet: 25.06.2021 16:45/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Schatten Gesambelastung Schattenrezeptor: Bb01 - Bad Berleburg, Hof Steinbach 1
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sept Okt Nov Dez
1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12
Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
546 345 299 448 504 465 609 912 1.389 1.380 978 741 8.617
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for each day of the month, containing solar irradiation and shadow data. Includes summary rows for total solar hours and shadow reduction.

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

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

Projekt:

21-1-3007-001
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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



Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com
Berechnet:
25.06.2021 16:45/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Schatten Gesambelastung Schattenrezeptor: Bb02 - Bad Berleburg, Hof Steinbach 2
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12

Betriebsdauer je Sektor

N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
546 345 299 448 504 465 609 912 1.389 1.380 978 741 8.617
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Table with 12 columns for months (Januar to Dezember) and rows for each hour of the day (1 to 24). It contains numerical data for solar radiation and shadowing, along with summary statistics at the bottom.

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

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



Projekt:

21-1-3007-001
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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



Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com
Berechnet:

25.06.2021 16:45/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung Schattenrezeptor: Bb04 - Bad Berleburg, Emil-Wolff-Str. 94
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs
Sonnencheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12
Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
546 345 299 448 504 465 609 912 1.389 1.380 978 741 8.617
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for specific times (08:30, 09:15, etc.) showing shadow cast data.

Sonnenscheinstunden 263 279 303 256 414 481 494 498 451 380 218 333 211 269 456 107
anzf. max. mögl. Beschattung 0,15 0,28 0,31 0,31 0,38 0,38 0,38 0,38 0,38 0,38 0,38 0,38 0,38 0,38 0,38 0,38
Red. Sonnenscheinwahrsch. 0,98 0,98 0,98 0,98 0,98 0,98 0,98 0,98 0,98 0,98 0,98 0,98 0,98 0,98 0,98 0,98
Reduktion Betriebsdauer 0,59 0,63 0,65 0,65 0,65 0,65 0,65 0,65 0,65 0,65 0,65 0,65 0,65 0,65 0,65 0,65
Gesamte Reduktion 0,09 0,17 0,19 0,19 0,19 0,19 0,19 0,19 0,19 0,19 0,19 0,19 0,19 0,19 0,19 0,19
Met. wahrsch. Beschattung 37 51 49 49 49 49 49 49 49 49 49 49 49 49 49 49

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

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



Projekt:

21-1-3007-001
Trug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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



Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com
Berechnet:
25.06.2021 16:45/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung Schattenrezeptor: Bb05 - Bad Berleburg, Hinter der Lenne 2
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul August September Oktober November Dezember
1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12

Betriebsdauer je Sektor

N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
546 345 299 448 504 465 609 912 1.389 1.380 978 741 8.617
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for hourly data (08:30 to 17:15) and summary statistics (Sonnenscheinstunden, astr. max mögl. Beschattung, Red. Sonnenscheinwahrsch., Reduktion Betriebsdauer, Reduktion Windrichtung, Gesamte Reduktion, Met. wahrsch. Beschattung).

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

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



Projekt:  
 21-1-3007-001  
 Trug Energie GmbH & Co. KG  
 Dorfstraße 53  
 35117 Münchhausen

Beschreibung:  
 Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,  
 Stadt Bad Berleburg, Kreis  
 Siegen-Wittgenstein,  
 Nordrhein-Westfalen

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



Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com  
 Berechnet:  
 25.06.2021 16:45/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung Schattenrezeptor: Bb06 - Bad Berleburg, Hof Lützelsbach 1  
 Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs  
 Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]  
 Jan Feb Mar Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
 1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
546	345	299	448	504	465	609	912	1.389	1.380	978	741	8.617

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar	Februar	Marz	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:30	09:54 (EW_05_2)   08:05	09:12 (EW_03)   07:13	08:12 (ED_01)   07:05	06:02	05:18	05:16	05:51	06:39	07:26	08:34 (EW_04_1)   07:18	09:43 (EW_05_2)
2	08:30	10:19 (EW_05_2)   17:16	30 09:42 (EW_03)   18:06	18 08:30 (ED_01)   19:58	20:47	21:31	21:45	21:15	20:15	19:07	27 09:01 (EW_02)   17:03	37 09:06 (EW_03)   16:24
3	08:30	09:55 (EW_05_2)   08:04	29 09:12 (EW_03)   07:11	18 08:12 (ED_01)   07:03	06:00	05:18	05:16	05:52	06:40	07:27	08:35 (EW_02)   07:19	09:43 (EW_05_2)
4	08:30	10:20 (EW_05_2)   17:18	29 09:41 (EW_03)   18:08	18 08:30 (ED_01)   20:00	20:49	21:32	21:45	21:13	20:12	19:05	25 09:00 (EW_02)   17:01	39 09:08 (EW_03)   16:23
5	08:30	09:55 (EW_05_2)   08:02	29 09:12 (EW_03)   07:09	18 08:12 (ED_01)   07:00	05:58	05:17	05:17	05:54	06:42	07:29	08:37 (EW_02)   07:21	09:42 (EW_05_2)
6	08:30	10:19 (EW_05_2)   17:20	29 09:41 (EW_03)   18:10	18 08:30 (ED_01)   20:02	20:51	21:33	21:44	21:11	20:10	19:02	21 08:58 (EW_02)   16:59	40 09:09 (EW_03)   16:23
7	08:30	09:56 (EW_05_2)   08:01	29 08:43 (EW_04_1)   07:07	18 08:13 (ED_01)   06:58	05:56	05:16	05:18	05:55	06:43	07:31	08:38 (EW_02)   07:23	09:42 (EW_05_2)
8	08:30	10:20 (EW_05_2)   17:22	30 09:42 (EW_03)   18:11	16 08:29 (ED_01)   20:03	20:52	21:34	21:44	21:10	20:08	19:00	18 08:56 (EW_02)   16:57	40 09:09 (EW_03)   16:22
9	08:30	09:57 (EW_05_2)   07:59	29 08:39 (EW_04_1)   07:05	18 08:14 (ED_01)   06:56	05:55	05:16	05:19	05:57	06:45	07:32	08:40 (EW_02)   07:25	09:43 (EW_05_2)
10	08:30	10:20 (EW_05_2)   17:24	37 09:41 (EW_03)   18:13	14 08:28 (ED_01)   20:05	20:54	21:35	21:44	21:08	20:06	18:58	13 08:53 (EW_02)   16:56	39 09:10 (EW_03)   16:22
11	08:30	09:57 (EW_05_2)   07:57	37 08:37 (EW_04_1)   07:03	14 08:15 (ED_01)   06:54	05:53	05:15	05:19	05:58	06:46	07:34	08:49 (EW_02)   07:26	09:43 (EW_05_2)
12	08:30	10:20 (EW_05_2)   17:25	39 09:40 (EW_03)   18:15	10 08:25 (ED_01)   20:07	20:53	21:36	21:43	21:06	20:03	18:56	13 08:52 (ED_01)   07:28	37 09:11 (EW_03)   16:21
13	08:29	09:58 (EW_05_2)   07:56	37 08:35 (EW_04_1)   07:01	10 08:25 (ED_01)   20:07	20:51	21:34	21:43	21:06	20:03	18:51	13 08:52 (ED_01)   07:28	37 09:11 (EW_03)   16:21
14	08:29	10:21 (EW_05_2)   17:27	41 09:39 (EW_03)   18:17	20:08	20:57	21:37	21:42	21:05	20:01	18:54	8 09:00 (ED_01)   16:52	28 09:11 (EW_03)   16:21
15	08:29	09:58 (EW_05_2)   07:54	41 09:39 (EW_03)   18:18	9 08:05 (EW_02)   06:49	05:49	05:14	05:21	06:01	06:50	07:37	08:45 (ED_01)   07:30	09:44 (EW_05_2)
16	08:29	10:20 (EW_05_2)   17:29	41 09:39 (EW_03)   18:18	9 08:14 (EW_02)   20:10	20:58	21:38	21:42	21:03	19:59	18:51	12 09:02 (ED_01)   16:51	29 09:12 (EW_03)   16:21
17	08:28	09:58 (EW_05_2)   07:52	41 09:39 (EW_03)   18:18	9 08:05 (EW_02)   06:49	05:49	05:14	05:21	06:01	06:50	07:37	08:45 (ED_01)   07:30	09:44 (EW_05_2)
18	08:28	10:20 (EW_05_2)   17:31	39 09:38 (EW_03)   18:20	16 08:16 (EW_02)   20:11	21:00	21:39	21:41	21:01	19:57	18:49	15 09:04 (ED_01)   16:49	29 09:12 (EW_03)   16:20
19	08:28	09:57 (EW_05_2)   07:51	39 08:34 (EW_04_1)   06:54	16 08:08 (EW_02)   06:45	05:46	05:13	05:13	05:23	06:04	07:40	08:47 (ED_01)   07:33	09:44 (EW_05_2)
20	08:27	10:21 (EW_05_2)   17:33	37 09:36 (EW_03)   18:22	20 08:20 (EW_02)   20:13	21:02	21:40	21:41	21:01	19:55	18:47	17 09:04 (ED_01)   16:48	30 09:13 (EW_03)   16:20
21	08:27	09:57 (EW_05_2)   07:49	37 08:34 (EW_04_1)   06:52	23 07:57 (EW_02)   06:43	05:44	05:13	05:24	06:06	06:54	07:42	08:46 (ED_01)   07:35	09:43 (EW_05_2)
22	08:27	10:20 (EW_05_2)   17:34	33 09:34 (EW_03)   18:23	23 08:20 (EW_02)   20:15	21:03	21:40	21:40	21:03	19:52	18:45	18 09:04 (ED_01)   16:46	29 09:13 (EW_03)   16:20
23	08:27	09:57 (EW_05_2)   07:47	25 08:34 (EW_04_1)   06:50	25 07:56 (EW_02)   06:41	05:43	05:12	05:25	06:08	06:56	07:44	08:46 (ED_01)   07:37	09:43 (EW_05_2)
24	08:26	10:20 (EW_05_2)   17:36	25 09:30 (EW_03)   18:25	25 08:21 (EW_02)   20:16	21:05	21:41	21:39	21:04	19:50	18:43	18 09:04 (ED_01)   16:45	29 09:12 (EW_03)   16:20
25	08:26	09:57 (EW_05_2)   07:45	18 08:34 (EW_04_1)   06:47	27 07:55 (EW_02)   06:38	05:41	05:12	05:26	06:09	06:57	07:45	08:45 (ED_01)   07:38	09:44 (EW_05_2)
26	08:25	10:19 (EW_05_2)   17:38	19 08:53 (EW_04_1)   18:27	27 08:22 (EW_02)   20:18	21:06	21:42	21:38	21:04	19:48	18:40	19 09:04 (ED_01)   16:43	28 09:12 (EW_03)   16:20
27	08:25	09:58 (EW_05_2)   07:43	18 08:35 (EW_04_1)   06:45	27 07:54 (EW_02)   06:36	05:40	05:12	05:27	06:11	06:59	07:47	08:45 (ED_01)   07:40	09:43 (EW_05_2)
28	08:25	10:19 (EW_05_2)   17:40	18 08:52 (EW_04_1)   18:28	29 08:23 (EW_02)   20:20	21:08	21:42	21:37	21:02	19:45	18:38	18 09:03 (ED_01)   16:42	28 09:12 (EW_03)   16:20
29	08:25	09:57 (EW_05_2)   07:41	19 08:53 (EW_04_1)   18:27	27 07:53 (EW_02)   06:34	05:38	05:12	05:28	06:12	07:01	07:49	08:46 (ED_01)   07:42	09:44 (EW_05_2)
30	08:24	10:19 (EW_05_2)   17:42	17 08:52 (EW_04_1)   18:30	29 08:22 (EW_02)   20:21	21:09	21:43	21:36	21:00	19:43	18:36	17 09:03 (ED_01)   16:40	27 09:12 (EW_03)   16:20
31	08:24	09:56 (EW_05_2)   07:40	11 08:49 (EW_04_1)   18:34	31 08:23 (EW_02)   20:23	21:11	21:43	21:35	21:05	19:41	18:34	15 09:02 (ED_01)   16:39	26 09:12 (EW_03)   16:20
1	08:23	10:17 (EW_05_2)   17:43	15 08:51 (EW_04_1)   18:32	31 08:23 (EW_02)   20:23	21:11	21:43	21:35	21:05	19:41	18:34	15 09:02 (ED_01)   16:39	26 09:12 (EW_03)   16:20
2	08:23	09:57 (EW_05_2)   07:38	11 08:49 (EW_04_1)   18:34	31 08:23 (EW_02)   20:23	21:11	21:43	21:35	21:05	19:41	18:34	15 09:02 (ED_01)   16:39	26 09:12 (EW_03)   16:20
3	08:23	10:14 (EW_05_2)   17:45	11 08:49 (EW_04_1)   18:34	31 08:23 (EW_02)   20:23	21:11	21:43	21:35	21:05	19:41	18:34	15 09:02 (ED_01)   16:39	26 09:12 (EW_03)   16:20
4	08:22	09:56 (EW_05_2)   07:36	6 08:46 (EW_04_1)   18:35	30 08:21 (EW_02)   20:22	21:15	21:45	21:36	21:06	19:42	18:30	14 09:01 (EW_02)   16:38	25 09:10 (EW_03)   16:21
5	08:22	10:18 (EW_05_2)   17:47	6 08:46 (EW_04_1)   18:35	30 08:21 (EW_02)   20:22	21:15	21:45	21:36	21:06	19:42	18:30	14 09:01 (EW_02)   16:38	25 09:10 (EW_03)   16:21
6	08:21	09:19 (EW_03)   07:34	18:37	30 08:21 (EW_02)   20:22	21:15	21:45	21:36	21:06	19:42	18:30	14 09:01 (EW_02)   16:38	25 09:10 (EW_03)   16:21
7	08:21	09:16 (EW_03)   07:32	18:37	30 08:21 (EW_02)   20:22	21:15	21:45	21:36	21:06	19:42	18:30	14 09:01 (EW_02)   16:38	25 09:10 (EW_03)   16:21
8	08:21	10:20 (EW_05_2)   17:40	18:39	30 08:21 (EW_02)   20:22	21:15	21:45	21:36	21:06	19:42	18:30	14 09:01 (EW_02)   16:38	25 09:10 (EW_03)   16:21
9	08:21	09:15 (EW_03)   07:30	18:39	30 08:21 (EW_02)   20:22	21:15	21:45	21:36	21:06	19:42	18:30	14 09:01 (EW_02)   16:38	25 09:10 (EW_03)   16:21
10	08:21	09:12 (EW_03)   07:28	18:40	28 08:20 (EW_02)   20:31	21:18	21:45	21:30	21:00	19:38	18:26	13 08:38 (EW_02)   07:59	25 09:10 (EW_03)   16:21
11	08:21	10:18 (EW_05_2)   17:52	18:40	28 08:20 (EW_02)   20:31	21:18	21:45	21:30	21:00	19:38	18:26	13 08:38 (EW_02)   07:59	25 09:10 (EW_03)   16:21
12	08:21	09:15 (EW_03)   07:28	18:40	28 08:20 (EW_02)   20:31	21:18	21:45	21:30	21:00	19:38	18:26	13 08:38 (EW_02)   07:59	25 09:10 (EW_03)   16:21
13	08:21	10:19 (EW_05_2)   17:54	18:42	26 08:18 (EW_02)   20:33	21:19	21:45	21:29	21:06	19:36	18:27	12 09:04 (EW_02)   18:22	26 09:12 (EW_03)   16:21
14	08:17	09:14 (EW_03)   07:26	2 08:21 (ED_01)   06:25	27 07:53 (EW_02)   06:17	05:28	05:12	05:28	06:25	07:13	08:02	07:55	10 09:05 (EW_02)   16:31
15	08:17	10:18 (EW_05_2)   17:56	2 08:23 (ED_01)   18:43	24 08:17 (EW_02)   20:34	21:20	21:46	21:27	21:04	19:25	18:16	10 09:05 (EW_02)   16:31	10 09:05 (EW_02)   16:31
16	08:17	09:13 (EW_03)   07:24	2 08:17 (ED_01)   06:23	27 07:54 (EW_02)   06:15	05:26	05:12	05:26	06:24	07:15	08:05	07:58	10 09:05 (EW_02)   16:31
17	08:17	10:13 (EW_03)   17:58	10 08:27 (ED_01)   18:45	21 08:15 (EW_02)   20:36	21:22	21:46	21:26	21:02	19:23	18:10	9 09:05 (EW_02)   18:18	7 09:17 (EW_04_1)   17:56
18	08:15	09:13 (EW_03)   07:22	2 08:15 (ED_01)   06:21	27 07:56 (EW_02)   06:13	05:25	05:13	05:41	06:28	07:16	08:06	07:58	10 09:05 (EW_02)   16:31
19	08:15	10:14 (EW_05_2)   17:59	14 08:29 (ED_01)   18:47	17 08:13 (EW_02)   20:38	21:23	21:46	21:25	21:00	19:20	18:10	12 08:20 (EW_04_1)   17:16	2 09:52 (EW_05_2)   16:24
20	08:13	09:13 (EW_03)   07:20	2 08:14 (ED_01)   06:18	17 07:57 (EW_02)   06:12	05:24	05:13	05:42	06:29	07:18	08:08	07:58	10 09:05 (EW_02)   16:31
21	08:13	10:18 (EW_05_2)   18:01	16 08:30 (ED_01)   18:48									



Projekt: 21-1-3007-001
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung: Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

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



Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com
Berechnet: 25.06.2021 16:45/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Schatten Gesambelastung Schattenrezeptor: Bb07 - Bad Berleburg, Hinter der Lenne 1
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
546 345 299 448 504 465 609 912 1.389 1.380 978 741 8.617
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

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

Sonnenscheinstunden 263 279 444 367 414 348 481 494 498 451 380 254 333 418 269 359
sdr max mögl Beschattung 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15
Red. Sonnenscheinwahrsch. 0,98 0,98 0,98 0,98 0,98 0,98 0,98 0,98 0,98 0,98 0,98 0,98 0,98 0,98 0,98 0,98
Reduktion Betriebsdauer 0,60 0,61 0,61 0,61 0,61 0,61 0,61 0,61 0,61 0,61 0,61 0,61 0,61 0,61 0,61 0,61
Gesamte Reduktion 0,09 0,17 0,19 0,19 0,26 0,26 0,26 0,26 0,26 0,26 0,26 0,26 0,26 0,26 0,26 0,26
Met. wahrsch. Beschattung 10 74 39 92 92 92 92 92 92 92 92 92 92 92 92 92

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) Schatteneende (WEA mit letztem Schatten)



Projekt:

21-1-3007-001  
 Krug Energie GmbH & Co. KG  
 Dorfstraße 53  
 35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,  
 Stadt Bad Berleburg, Kreis  
 Siegen-Wittgenstein,  
 Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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



-  
 Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com  
 Berechnet:  
 25.06.2021 16:45/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung Schattenrezeptor: Ch01 - Christianseck, Brucher 1  
 Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs  
 Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]  
 Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
 1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12

Betriebsdauer je Sektor  
 N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe  
 546 345 299 448 504 465 609 912 1.389 1.380 978 741 8.617  
 Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:30 16:30 16:31	09:45 (EW_08_1) 11:01 (EW_07) 09:44 (EW_08_1)	08:05 17:16 08:03	10:14 (EW_07) 18:06 07:11	07:05 19:58 06:00	06:02 20:47 05:17	05:18 21:31 05:16	05:16 21:45 05:52	06:39 20:14 06:40	07:26 19:07 07:27	07:18 17:03 07:19	09:55 (EW_07) 16:24 09:34 (EW_08_1)
3	08:30 16:32	09:45 (EW_08_1) 11:02 (EW_07)	08:02 17:20	10:16 (EW_07) 18:08	07:00 19:57	06:00 20:49	05:17 21:32	05:17 21:45	06:42 20:12	07:29 19:05	07:21 17:01	09:51 (EW_07) 16:23
4	08:30 16:33	09:46 (EW_08_1) 11:03 (EW_07)	08:00 17:22	10:18 (EW_07) 18:11	07:03 19:56	06:03 20:52	05:16 21:36	05:18 21:43	06:43 20:03	07:30 19:00	07:22 16:54	09:33 (EW_08_1) 16:21
5	08:30 16:34	09:46 (EW_08_1) 11:03 (EW_07)	07:59 17:23	10:19 (EW_07) 18:13	07:05 19:57	06:05 20:54	05:15 21:35	05:18 21:43	06:45 20:06	07:32 19:02	07:24 16:56	09:49 (EW_07) 16:22
6	08:29 16:35	09:48 (EW_08_1) 11:02 (EW_07)	07:57 17:25	10:19 (EW_07) 18:15	07:03 19:58	06:04 20:55	05:15 21:36	05:19 21:43	06:46 20:06	07:34 19:00	07:26 16:54	09:48 (EW_07) 16:21
7	08:29 16:37	09:49 (EW_08_1) 11:04 (EW_07)	07:56 17:27	10:21 (EW_07) 18:16	07:00 19:57	06:01 20:57	05:14 21:37	05:20 21:42	06:48 20:01	07:35 19:00	07:28 16:52	09:48 (EW_07) 16:21
8	08:29 16:38	09:49 (EW_08_1) 11:04 (EW_07)	07:54 17:29	10:22 (EW_07) 18:18	06:58 19:59	06:01 20:58	05:14 21:38	05:21 21:42	06:49 20:01	07:37 19:00	07:30 16:51	09:47 (EW_07) 16:21
9	08:28 16:39	09:50 (EW_08_1) 11:06 (EW_07)	07:52 17:31	10:24 (EW_07) 18:20	06:56 19:58	06:02 21:00	05:13 21:39	05:22 21:41	06:49 20:01	07:39 19:00	07:31 16:54	09:44 (EW_07) 16:20
10	08:28 16:41	09:51 (EW_08_1) 11:08 (EW_07)	07:50 17:32	10:26 (EW_07) 18:22	06:54 19:59	06:03 21:01	05:13 21:40	05:23 21:40	06:54 20:59	07:40 19:00	07:33 16:47	09:46 (EW_07) 16:20
11	08:27 16:42	09:52 (EW_08_1) 11:10 (EW_07)	07:49 17:34	10:29 (EW_07) 18:23	06:52 19:58	06:04 21:03	05:12 21:40	05:24 21:40	06:56 20:57	07:42 19:00	07:35 16:46	09:45 (EW_07) 16:20
12	08:27 16:43	09:53 (EW_08_1) 11:11 (EW_07)	07:47 17:36	10:32 (EW_07) 18:25	06:50 19:57	06:04 21:04	05:12 21:41	05:25 21:39	06:57 20:55	07:44 19:00	07:37 16:44	09:45 (EW_07) 16:20
13	08:26 16:45	09:54 (EW_08_1) 11:12 (EW_07)	07:45 17:38	10:38 (EW_07) 18:27	06:47 19:57	06:38 21:06	05:41 21:42	05:26 21:38	06:59 20:54	07:45 19:00	07:38 16:43	09:45 (EW_07) 16:20
14	08:25 16:46	09:57 (EW_08_1) 11:14 (EW_07)	07:43 17:40	10:46 (EW_07) 18:28	06:45 19:58	06:36 21:08	05:40 21:42	05:27 21:37	06:10 20:52	07:47 19:00	07:40 16:42	09:45 (EW_07) 16:20
15	08:25 16:48	09:58 (EW_08_1) 11:16 (EW_07)	07:41 17:41	10:52 (EW_07) 18:29	06:43 19:59	06:34 21:12	05:38 21:44	05:28 21:34	06:00 20:46	07:49 19:00	07:42 16:38	09:45 (EW_07) 16:20
16	08:24 16:49	10:00 (EW_08_1) 11:18 (EW_07)	07:39 17:43	11:00 (EW_07) 18:30	06:41 19:59	06:32 21:10	05:37 21:43	05:29 21:36	06:14 20:50	07:50 19:00	07:43 16:40	09:45 (EW_07) 16:20
17	08:23 16:51	10:04 (EW_08_1) 11:20 (EW_07)	07:38 17:45	11:06 (EW_07) 18:31	06:38 19:59	06:30 21:12	05:35 21:44	05:31 21:34	06:15 20:46	07:52 19:00	07:45 16:38	09:44 (EW_07) 16:20
18	08:22 16:52	10:09 (EW_08_1) 11:22 (EW_07)	07:37 17:47	11:12 (EW_07) 18:32	06:36 19:59	06:26 21:13	05:34 21:44	05:32 21:33	06:17 20:44	07:54 19:00	07:47 16:36	09:44 (EW_07) 16:20
19	08:21 16:54	10:10 (EW_08_1) 11:24 (EW_07)	07:34 17:49	11:18 (EW_07) 18:33	06:34 19:59	06:26 21:15	05:33 21:44	05:33 21:32	06:18 20:42	07:55 19:00	07:48 16:35	09:44 (EW_07) 16:20
20	08:20 16:56	10:10 (EW_08_1) 11:26 (EW_07)	07:32 17:50	11:24 (EW_07) 18:34	06:32 19:59	06:23 21:16	05:31 21:45	05:34 21:30	06:20 20:46	07:57 19:00	07:50 16:34	09:45 (EW_07) 16:20
21	08:19 16:57	10:10 (EW_08_1) 11:28 (EW_07)	07:30 17:52	11:30 (EW_07) 18:35	06:29 19:59	06:21 21:18	05:30 21:45	05:35 21:30	06:21 20:46	07:59 19:00	07:52 16:33	09:45 (EW_07) 16:20
22	08:18 16:59	10:10 (EW_08_1) 11:30 (EW_07)	07:28 17:54	11:36 (EW_07) 18:36	06:27 19:59	06:19 21:19	05:29 21:45	05:37 21:30	06:23 20:46	07:59 19:00	07:53 16:32	09:45 (EW_07) 16:20
23	08:17 17:01	10:10 (EW_08_1) 11:32 (EW_07)	07:26 17:56	11:42 (EW_07) 18:37	06:25 19:59	06:17 21:20	05:27 21:45	05:38 21:27	06:24 20:46	08:02 19:00	07:55 16:31	09:45 (EW_07) 16:20
24	08:16 17:02	10:10 (EW_08_1) 11:34 (EW_07)	07:24 17:57	11:48 (EW_07) 18:38	06:23 19:59	06:15 21:22	05:26 21:46	05:39 21:26	06:26 20:46	08:04 19:00	07:56 16:30	09:46 (EW_07) 16:20
25	08:14 17:04	10:11 (EW_08_1) 11:36 (EW_07)	07:22 17:58	11:54 (EW_07) 18:39	06:20 19:59	06:13 21:23	05:25 21:46	05:41 21:25	06:28 20:46	08:05 19:00	07:58 16:29	09:41 (EW_08_1) 16:20
26	08:13 17:06	10:12 (EW_08_1) 11:38 (EW_07)	07:20 18:01	12:00 (EW_07) 18:40	06:18 19:59	06:11 21:24	05:24 21:46	05:42 21:23	06:29 20:46	08:07 19:00	07:59 16:28	09:39 (EW_08_1) 16:20
27	08:12 17:07	10:12 (EW_08_1) 11:40 (EW_07)	07:18 18:03	12:06 (EW_07) 18:41	06:16 19:59	06:09 21:25	05:23 21:46	05:44 21:22	06:31 20:46	08:09 19:00	08:01 16:27	09:37 (EW_08_1) 16:20
28	08:11 17:09	10:13 (EW_08_1) 11:42 (EW_07)	07:15 18:04	12:12 (EW_07) 18:42	06:14 19:59	06:07 21:26	05:22 21:45	05:45 21:21	06:34 20:46	08:11 19:00	08:02 16:26	09:36 (EW_08_1) 16:20
29	08:09 17:11	10:13 (EW_08_1) 11:44 (EW_07)	07:13 18:05	12:18 (EW_07) 18:43	06:11 19:59	06:05 21:27	05:21 21:45	05:46 21:23	06:34 20:46	08:12 19:00	08:04 16:25	09:35 (EW_08_1) 16:20
30	08:08 17:13	10:14 (EW_08_1) 11:46 (EW_07)	07:11 18:06	12:24 (EW_07) 18:44	06:06 19:59	06:02 21:28	05:20 21:45	05:48 21:18	06:35 20:46	08:13 19:00	08:05 16:22	09:34 (EW_08_1) 16:20
31	08:06 17:14	10:14 (EW_08_1) 11:48 (EW_07)	07:09 18:07	12:30 (EW_07) 18:45	06:04 19:59	06:04 21:29	05:19 21:45	05:49 21:16	06:37 20:46	08:14 19:00	08:06 16:22	09:34 (EW_08_1) 16:20
Sonnenscheinstunden	263	279	367	414	481	494	498	451	380	333	269	248
astr.max.mögl.Beschattung	2361	512									1960	2391
Red.Sonnenscheinwahrsch.	0,15	0,28									0,26	0,14
Reduktion Betriebsdauer	0,98	0,98									0,98	0,98
Reduktion Windrichtung	0,60	0,59									0,59	0,60
Gesamte Reduktion	0,09	0,16									0,15	0,08
Met.wahrsch.Beschattung	211	83									10	196

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)    Schatteneende (WEA mit letztem Schatten)



Projekt:

21-1-3007-001  
 Krug Energie GmbH & Co. KG  
 Dorfstraße 53  
 35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,  
 Stadt Bad Berleburg, Kreis  
 Siegen-Wittgenstein,  
 Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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



Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com  
 Berechnet:  
 25.06.2021 16:45/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung Schattenrezeptor: Ch02 - Christianseck, Brücher 2  
 Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]  
 Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
 1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12

Betriebsdauer je Sektor  
 N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe  
 546 345 299 448 504 465 609 912 1.389 1.380 978 741 8.617  
 Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:30 09:48 (EW_08_1) 14:27 (ED_03) 17:16	08:05 09:48 (EW_08_1) 14:25 (ED_03) 17:18	10:20 (EW_07) 11:18 (EW_07) 18:06	07:05 07:02 (EW_07) 18:08	06:02 06:00 19:58	05:18 05:17 21:31	05:16 05:16 21:45	05:51 05:52 21:14	06:39 06:40 20:14	07:26 07:27 19:07	07:18 09:59 (EW_07) 10:42 (EW_07) 16:24	08:07 08:08 08:20 15:51 (EW_02)
2	08:30 16:31 08:30	08:03 17:18 08:02	07:11 18:08 07:09	07:11 20:00 05:58	06:00 20:49 05:17	05:17 21:32 05:17	05:16 21:45 05:54	05:52 21:13 05:54	06:40 20:12 06:42	07:27 19:05 07:29	07:19 17:01 07:21	08:07 82 82
3	08:30 16:32 08:30	08:02 17:20 08:00	07:07 18:10 07:07	07:07 20:03 05:56	06:02 20:50 05:16	05:16 21:33 05:55	05:18 21:44 05:55	05:55 21:06 05:55	06:43 20:10 06:43	07:30 19:02 07:34	07:22 16:59 07:23	08:11 82 80
4	08:30 16:33 08:30	08:00 17:22 07:56	07:07 18:11 07:05	07:07 20:03 05:56	06:02 20:55 05:14	05:14 21:36 05:18	05:18 21:43 05:57	05:57 21:06 05:57	06:43 20:08 06:45	07:32 19:00 07:32	07:24 16:59 07:24	08:12 82 81
5	08:30 16:34 08:29	07:59 17:23 07:57	07:05 18:13 07:03	07:05 20:05 05:53	06:02 20:54 05:15	05:15 21:35 05:15	05:18 21:43 05:19	05:57 21:06 05:57	06:46 20:10 06:46	07:32 19:00 07:32	07:24 16:56 07:26	08:12 81 80
6	08:29 16:35 08:29	07:56 17:25 07:50	07:03 18:15 07:00	07:03 20:06 05:51	06:02 20:55 05:14	05:14 21:36 05:14	05:18 21:43 05:20	05:57 21:06 06:00	06:46 20:08 06:48	07:32 19:00 07:35	07:26 16:54 07:28	08:12 81 81
7	08:29 16:37 08:29	07:56 17:27 07:54	07:00 18:16 06:58	07:00 20:08 05:51	06:02 20:57 05:14	05:14 21:37 05:14	05:18 21:42 05:21	05:57 21:04 06:01	06:48 20:01 06:49	07:35 19:00 07:37	07:28 16:52 07:30	08:15 81 81
8	08:29 16:38 08:28	07:54 17:29 07:52	06:58 18:18 06:56	06:58 20:10 05:48	06:01 20:58 05:13	05:13 21:38 05:13	05:16 21:42 05:22	06:01 21:03 06:03	06:49 20:09 06:51	07:37 19:00 07:39	07:30 16:51 07:31	08:16 81 81
9	08:28 16:39 08:28	07:52 17:31 07:50	06:56 18:20 06:54	06:56 20:11 05:46	06:01 21:00 05:13	05:13 21:39 05:13	05:16 21:41 05:23	06:03 21:01 06:04	06:51 20:09 06:53	07:42 19:00 07:40	07:35 16:49 07:33	08:19 81 81
10	08:28 16:41 08:27	07:50 17:32 07:49	06:54 18:22 06:52	06:54 20:13 05:44	06:01 21:01 05:12	05:12 21:40 05:12	05:16 21:42 05:24	06:04 21:09 06:06	06:53 20:59 06:54	07:40 19:00 07:42	07:33 16:47 07:35	08:18 86 86
11	08:27 16:42 08:27	07:49 17:34 07:47	06:52 18:23 06:50	06:52 20:15 05:43	06:01 21:03 05:12	05:12 21:40 05:12	05:16 21:42 05:25	06:06 21:07 06:07	06:54 20:57 06:56	07:42 19:00 07:44	07:35 16:46 07:37	08:19 86 86
12	08:27 16:43 08:26	07:47 17:36 07:45	06:50 18:25 06:47	06:50 20:16 05:41	06:01 21:04 05:12	05:12 21:41 05:12	05:16 21:43 05:26	06:06 21:05 06:09	06:54 20:59 06:57	07:42 19:00 07:45	07:37 16:44 07:38	08:19 86 86
13	08:26 16:45 08:25	07:45 17:38 07:43	06:47 18:27 06:45	06:47 20:17 05:40	06:01 21:06 05:12	05:12 21:42 05:12	05:16 21:44 05:27	06:06 21:06 06:10	06:54 20:59 06:59	07:42 19:00 07:47	07:38 16:43 07:40	08:20 86 86
14	08:25 16:46 08:25	07:43 17:40 07:41	06:45 18:28 06:43	06:45 20:20 05:38	06:01 21:08 05:11	05:11 21:42 05:11	05:16 21:44 05:28	06:10 21:07 06:12	06:59 20:48 07:00	07:47 19:00 07:49	07:42 16:40 07:42	08:22 86 86
15	08:25 16:48 08:24	07:41 17:41 07:39	06:43 18:27 06:41	06:43 20:21 05:37	06:01 21:09 05:11	05:11 21:43 05:11	05:16 21:45 05:29	06:12 21:06 06:14	06:57 20:50 07:02	07:49 19:00 07:50	07:42 16:40 07:43	08:22 86 86
16	08:24 16:49 08:23	07:39 17:43 07:38	06:41 18:27 06:38	06:41 20:23 05:35	06:01 21:10 05:11	05:11 21:43 05:11	05:16 21:45 05:31	06:14 21:08 06:15	07:02 20:49 07:04	07:50 19:00 07:52	07:45 16:39 07:45	08:24 86 86
17	08:23 16:51 08:22	07:38 17:45 07:36	06:38 18:33 06:36	06:38 20:24 05:34	06:01 21:12 05:11	05:11 21:44 05:11	05:16 21:46 05:32	06:15 21:09 06:17	07:04 20:46 07:05	07:52 19:00 07:54	07:45 16:38 07:47	08:25 86 86
18	08:22 16:52 08:21	07:36 17:47 07:34	06:36 18:35 06:34	06:36 20:26 05:33	06:01 21:13 05:11	05:11 21:44 05:11	05:16 21:46 05:33	06:16 21:09 06:18	07:05 20:44 07:07	07:54 19:00 07:55	07:47 16:36 07:48	08:25 86 86
19	08:21 16:54 08:20	07:34 17:49 07:32	06:34 18:37 06:32	06:34 20:28 05:32	06:01 21:15 05:11	05:11 21:44 05:11	05:16 21:46 05:33	06:18 21:07 06:20	07:07 20:42 07:08	07:55 19:00 07:57	07:48 16:35 07:50	08:26 86 86
20	08:20 16:56 08:19	07:32 17:50 07:30	06:32 18:40 06:29	06:32 20:31 05:30	06:01 21:18 05:12	05:12 21:45 05:12	05:16 21:47 05:35	06:20 21:08 06:21	07:08 20:38 07:10	07:57 19:00 07:59	07:50 16:34 07:52	08:27 86 86
21	08:19 16:57 08:18	07:30 17:52 07:28	06:30 18:42 06:27	06:30 20:31 05:29	06:01 21:18 05:12	05:12 21:45 05:12	05:16 21:48 05:37	06:21 21:08 06:23	07:10 20:28 07:12	07:59 19:00 08:00	07:50 16:33 07:53	08:27 86 86
22	08:18 16:59 08:17	07:28 17:54 07:26	06:27 18:43 06:25	06:27 20:33 05:27	06:01 21:19 05:12	05:12 21:45 05:12	05:16 21:49 05:38	06:23 21:09 06:24	07:12 20:36 07:13	08:00 19:00 08:02	07:50 16:32 07:55	08:27 86 86
23	08:17 17:01 08:16	07:26 17:56 07:24	06:25 18:43 06:23	06:25 20:34 05:26	06:01 21:20 05:12	05:12 21:45 05:12	05:16 21:49 05:39	06:24 21:09 06:26	07:13 20:28 07:15	08:02 19:00 08:04	07:55 16:31 07:56	08:27 86 86
24	08:16 17:02 08:15	07:24 17:53 07:22	06:23 18:45 06:20	06:23 20:36 05:25	06:01 21:22 05:12	05:12 21:46 05:12	05:16 21:50 05:41	06:26 21:08 06:28	07:15 20:18 07:16	08:04 19:00 08:05	07:56 16:28 07:58	08:27 86 86
25	08:14 17:04 08:13	07:20 17:59 07:18	06:20 18:47 06:18	06:20 20:37 05:22	06:01 21:23 05:13	05:13 21:46 05:13	05:16 21:50 05:42	06:28 21:09 06:29	07:16 20:29 07:18	08:05 19:00 08:07	07:58 16:29 07:59	08:29 86 86
26	08:13 17:06 08:12	07:18 18:01 07:18	06:18 18:48 06:16	06:18 20:39 05:23	06:01 21:24 05:13	05:13 21:46 05:13	05:16 21:51 05:44	06:29 21:09 06:31	07:18 20:27 07:19	08:07 19:00 08:09	07:59 16:28 08:01	08:30 86 86
27	08:12 17:07 08:11	07:18 18:03 07:15	06:16 18:50 06:14	06:16 20:41 05:22	06:01 21:25 05:14	05:14 21:46 05:14	05:16 21:51 05:45	06:31 21:09 06:32	07:19 20:25 07:21	08:09 19:00 08:11	07:59 16:27 08:02	08:30 86 86
28	08:11 17:09 08:09	07:15 18:04 07:12	06:14 18:47 06:11	06:14 20:42 05:22	06:01 21:27 05:14	05:14 21:45 05:14	05:16 21:51 05:46	06:32 21:09 06:34	07:21 20:23 07:22	08:11 19:00 08:12	07:59 16:26 08:04	08:30 86 86
29	08:11 17:11 08:08	07:12 18:04 07:10	06:11 18:49 06:09	06:11 20:42 05:23	06:01 21:28 05:14	05:14 21:45 05:14	05:16 21:51 05:46	06:34 21:09 06:36	07:22 20:23 07:23	08:12 19:00 08:13	07:59 16:25 08:06	08:30 86 86
30	08:08 17:13 08:06	07:10 18:04 07:07	06:09 18:55 06:07	06:09 20:46 05:21	06:01 21:29 05:15	05:15 21:45 05:15	05:16 21:51 05:49	06:36 21:09 06:37	07:24 20:23 07:24	08:13 19:00 08:14	07:59 16:25 08:07	08:30 86 86
31	08:06 17:14 08:05	07:07 18:04 07:05	06:07 19:55 06:05	06:07 20:46 05:21	06:01 21:30 05:15	05:15 21:45 05:15	05:16 21:51 05:49	06:37 21:09 06:38	07:24 20:23 07:24	08:14 19:00 08:15	07:59 16:25 08:08	08:30 86 86
Sonnenscheinstunden	263	279	367	414	481	494	498	451	380	333	269	248
astr.max.mögl.Beschattung	2481	603									2076	2864
Red.Sonnenscheinwahrsch.	0,15	0,28									0,18	0,14
Reduktion Betriebsdauer	0,98	0,98									0,98	0,98
Reduktion Windrichtung	0,60	0,59									0,60	0,60
Gesamte Reduktion	0,09	0,16									0,10	0,08
Met.wahrsch.Beschattung	222	97									218	236

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

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

Projekt:

21-1-3007-001
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com
Berechnet:
25.06.2021 16:45/3.4.15



SHADOW - Kalender

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung Schattenrezeptor: Ch03 - Christianseck, Hainhof 2
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]
Jan Feb Mär Apr Mai Juni Juli August September Oktober November Dezember

1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12

Betriebsdauer je Sektor

N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
546 345 299 448 504 465 609 912 1.389 1.380 978 741 8.617
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Table with 12 columns (Januar to Dezember) and multiple rows of data representing shadow cast calculations for various sectors and times.

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

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



Projekt:

21-1-3007-001
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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



Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com
Berechnet:
25.06.2021 16:45/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung Schattenrezeptor: Ch04 - Christianseck, Hainhof 1
Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]
Jan Feb Mär Apr Mai Juni Juli August September Oktober November
1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12

Betriebsdauer je Sektor

N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
546 345 299 448 504 465 609 912 1.389 1.380 978 741 8.617
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Table with columns for months (Januar to November) and rows for each day of the month, containing numerical data for solar radiation and shadow calculations.

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

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



Projekt:

21-1-3007-001
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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



Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com
Berechnet:
25.06.2021 16:45/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung Schattenrezeptor: Ch05 - Christianseck, Haingraben 3
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) | GIESSEN
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12
Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
546 345 299 448 504 465 609 912 1.389 1.380 978 741 8.617
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Table with columns for months (Januar to November) and rows for specific dates, containing numerical data for shadow calculations and solar hours.

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

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



Projekt:

21-1-3007-001
Trug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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



Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com
Berechnet:
25.06.2021 16:45/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung Schattenrezeptor: Ch06 - Christianseck, Hainhof 3
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12

Betriebsdauer je Sektor

N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
546 345 299 448 504 465 609 912 1.389 1.380 978 741 8.617

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for hourly data (1 to 24) and summary statistics (Sonnenscheinstunden, Red. max mögl. Beschattung, etc.).

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) Schatteneende (WEA mit letztem Schatten)



Projekt:

21-1-3007-001
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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



Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com
Berechnet:
25.06.2021 16:45/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung Schattenrezeptor: Ch07 - Christianseck, Schlade 1
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]

Table with 12 columns (Jan to Dez) and 3 rows of data for solar radiation and wind speed.

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
546 345 299 448 504 465 609 912 1.389 1.380 978 741 8.617
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Main shadow forecast table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for time intervals (08:30 to 17:14) and summary statistics.

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

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





Projekt:

21-1-3007-001  
 Krug Energie GmbH & Co. KG  
 Dorfstraße 53  
 35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,  
 Stadt Bad Berleburg, Kreis  
 Siegen-Wittgenstein,  
 Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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



-  
 Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com  
 Berechnet:  
 25.06.2021 16:45/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung Schattenrezeptor: Ch08 - Christianseck, Haingraben 2  
 Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]  
 Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
 1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12

Betriebsdauer je Sektor

N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe  
 546 345 299 448 504 465 609 912 1.389 1.380 978 741 8.617  
 Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar	Februar	März	April	May	June	July	August	September	October	November	December						
1	08:30	08:05	07:13	07:05	18:56 (EW_09_1)	06:02	18:51 (EW_09_1)	05:18	05:16	05:51	20:14 (ED_04)	06:38	18:38 (EW_09_1)	07:26	07:17	08:07		
2	08:30	08:03	07:11	07:02	18:53 (EW_09_1)	06:00	18:57 (EW_09_1)	05:17	05:16	21:14	18	20:32 (ED_04)	20:14	44	19:22 (EW_09_1)	19:07	17:02	16:24
3	08:30	08:02	07:09	07:00	18:50 (EW_09_1)	05:58	20:12 (ED_04)	05:17	05:17	21:13	17	20:31 (ED_04)	20:12	43	19:21 (EW_09_1)	19:04	17:01	16:23
4	08:30	08:00	07:07	06:58	18:48 (EW_09_1)	05:56	20:08 (ED_04)	05:16	05:18	21:11	18	20:30 (ED_04)	20:05	41	19:20 (EW_09_1)	19:02	16:59	16:22
5	08:30	07:59	07:05	06:56	18:46 (EW_09_1)	05:54	20:07 (ED_04)	05:15	05:18	21:09	17	20:31 (ED_04)	20:08	41	19:19 (EW_09_1)	19:00	16:57	16:22
6	08:29	07:57	07:03	06:53	18:45 (EW_09_1)	05:53	20:05 (ED_04)	05:15	05:19	21:08	16	20:30 (ED_04)	20:05	39	19:18 (EW_09_1)	19:02	16:56	16:22
7	08:29	07:55	07:00	06:51	18:43 (EW_09_1)	05:51	20:04 (ED_04)	05:14	05:20	21:06	15	20:30 (ED_04)	20:03	36	19:16 (EW_09_1)	18:56	16:54	16:21
8	08:29	07:54	06:58	06:49	18:41 (EW_09_1)	05:49	20:04 (ED_04)	05:14	05:21	21:04	14	20:29 (ED_04)	20:01	34	19:15 (EW_09_1)	18:53	16:52	16:21
9	08:28	07:50	06:54	06:45	18:40 (EW_09_1)	05:46	20:04 (ED_04)	05:13	05:23	21:03	11	20:28 (ED_04)	20:01	31	19:13 (EW_09_1)	18:51	16:51	16:21
10	08:28	07:49	06:52	06:43	18:39 (EW_09_1)	05:44	20:03 (ED_04)	05:12	05:24	21:01	8	20:26 (ED_04)	19:57	28	19:11 (EW_09_1)	18:49	16:49	16:20
11	08:27	07:47	06:49	06:40	18:39 (EW_09_1)	05:43	20:04 (ED_04)	05:12	05:25	20:59		19:52 (EW_09_1)	19:54	23	19:09 (EW_09_1)	18:47	16:47	16:20
12	08:27	07:47	06:49	06:40	18:39 (EW_09_1)	05:43	20:04 (ED_04)	05:12	05:25	20:57	9	19:11 (EW_09_1)	19:52	17	19:05 (EW_09_1)	18:45	16:46	16:20
13	08:26	07:45	06:47	06:38	18:38 (EW_09_1)	05:41	20:03 (ED_04)	05:12	05:26	20:55	16	19:14 (EW_09_1)	19:50	3	18:58 (EW_09_1)	18:42	16:44	16:20
14	08:25	07:43	06:45	06:36	18:38 (EW_09_1)	05:40	20:04 (ED_04)	05:12	05:27	20:52	22	19:17 (EW_09_1)	19:48					
15	08:24	07:41	06:43	06:34	18:37 (EW_09_1)	05:38	20:05 (ED_04)	05:12	05:28	20:51	26	19:18 (EW_09_1)	19:45					
16	08:24	07:39	06:41	06:32	18:37 (EW_09_1)	05:37	20:05 (ED_04)	05:11	05:29	20:48	32	19:21 (EW_09_1)	19:41					
17	08:23	07:37	06:38	06:30	18:37 (EW_09_1)	05:35	20:06 (ED_04)	05:11	05:31	20:46	34	19:22 (EW_09_1)	19:38					
18	08:22	07:36	06:36	06:28	18:37 (EW_09_1)	05:34	20:08 (ED_04)	05:11	05:32	20:44	37	19:23 (EW_09_1)	19:36					
19	08:21	07:34	06:34	06:25	18:37 (EW_09_1)	05:32	20:09 (ED_04)	05:11	05:33	20:42	38	19:24 (EW_09_1)	19:34					
20	08:20	07:32	06:32	06:23	18:37 (EW_09_1)	05:31	20:11 (ED_04)	05:11	05:34	20:40	40	19:24 (EW_09_1)	19:32					
21	08:19	07:30	06:29	06:21	18:38 (EW_09_1)	05:30	20:12 (ED_04)	05:12	05:35	20:38	41	19:25 (EW_09_1)	19:29					
22	08:18	07:28	06:27	06:19	18:38 (EW_09_1)	05:29	20:13 (ED_04)	05:12	05:37	20:36	43	19:25 (EW_09_1)	19:27					
23	08:17	07:26	06:25	06:17	18:38 (EW_09_1)	05:27	20:14 (ED_04)	05:12	05:38	20:34	43	19:25 (EW_09_1)	19:25					
24	08:16	07:24	06:23	06:15	18:39 (EW_09_1)	05:26	20:15 (ED_04)	05:12	05:39	20:33	43	19:25 (EW_09_1)	19:25					
25	08:14	07:22	06:20	06:13	18:41 (EW_09_1)	05:25	20:16 (ED_04)	05:13	05:41	20:32	44	19:25 (EW_09_1)	19:23					
26	08:13	07:20	06:18	06:11	18:42 (EW_09_1)	05:24	20:17 (ED_04)	05:13	05:42	20:31	44	19:25 (EW_09_1)	19:22					
27	08:12	07:17	06:16	06:09	18:43 (EW_09_1)	05:23	20:18 (ED_04)	05:14	05:44	20:30	44	19:25 (EW_09_1)	19:20					
28	08:10	07:15	06:14	06:07	18:44 (EW_09_1)	05:22	20:19 (ED_04)	05:14	05:45	20:29	44	19:25 (EW_09_1)	19:18					
29	08:09	07:11	06:11	06:06	18:45 (EW_09_1)	05:21	20:20 (ED_04)	05:14	05:46	20:28	45	19:25 (EW_09_1)	19:18					
30	08:08	07:09	06:04	06:04	18:47 (EW_09_1)	05:20	20:21 (ED_04)	05:15	05:48	20:27	45	19:24 (EW_09_1)	19:17					
31	08:06	07:07	06:02	06:01	19:08 (EW_09_1)	05:19	20:22 (ED_04)	05:15	05:48	20:26	45	19:23 (EW_09_1)	19:16					
	17:14	19:54			21:30		21:16	17	20:31 (ED_04)	20:16	44	19:23 (EW_09_1)						
	Sonnenscheinstunden	263	280	367	414		494	498	451		380		333	269	248			
	astr.max.mögl.Beschattung				1114		250	102		901		380						
	Red. Sonnenscheinwahrsch.				0.40		0.44	0.46		0.46		0.38						
	Reduktion Betriebsdauer				0.98		0.98	0.98		0.98		0.98						
	Reduktion Windrichtung				0.68		0.65	0.64		0.67		0.68						
	Gesamte Reduktion				0.27		0.28	0.29		0.25		0.25						
	Met.wahrsch.Beschattung				299		70	30		274		96						

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)    Schatteneende (WEA mit letztem Schatten)



Projekt:

21-1-3007-001  
 Krug Energie GmbH & Co. KG  
 Dorfstraße 53  
 35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,  
 Stadt Bad Berleburg, Kreis  
 Siegen-Wittgenstein,  
 Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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



Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com  
 Berechnet:  
 25.06.2021 16:45/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung Schattenrezeptor: Ch09 - Christianseck, Haingraben 1  
 Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]  
 Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
 1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12

Betriebsdauer je Sektor  
 N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe  
 546 345 299 448 504 465 609 912 1.389 1.380 978 741 8.617  
 Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar	Februar	März	April	May	Jun	Jul	August	September	Oktober	November	Dezember							
1	08:30	08:05	07:13	07:05	06:02	19:35 (EW_09_1)	05:18	19:40 (EW_09_1)	05:16	05:51	19:39 (EW_09_1)	06:38	07:26	07:17	08:07				
	16:30	17:16	18:06	19:58	20:47	26	20:01 (EW_09_1)	21:31	18	19:58 (EW_09_1)	21:45	21:14	37	20:16 (EW_09_1)	20:34	19:07	17:02	16:24	
2	08:30	08:03	07:11	07:02	06:00	19:34 (EW_09_1)	05:17	19:41 (EW_09_1)	05:16	05:52	19:39 (EW_09_1)	06:40	07:27	07:19	08:08				
	16:31	17:18	18:08	20:00	20:49	28	20:02 (EW_09_1)	21:32	15	19:56 (EW_09_1)	21:44	21:13	37	20:16 (EW_09_1)	20:12	19:04	17:01	16:23	
3	08:30	08:02	07:09	07:00	05:58	19:32 (EW_09_1)	05:17	19:43 (EW_09_1)	05:17	05:54	19:40 (EW_09_1)	06:42	07:29	07:21	08:09				
	16:32	17:20	18:10	20:01	20:50	31	20:03 (EW_09_1)	21:33	13	19:56 (EW_09_1)	21:44	21:11	36	20:16 (EW_09_1)	20:05	18:58	16:56	16:22	
4	08:30	08:00	07:07	06:58	05:56	19:31 (EW_09_1)	05:16	19:45 (EW_09_1)	05:18	05:55	19:39 (EW_09_1)	06:43	07:30	07:23	08:11				
	16:33	17:22	18:11	20:03	20:52	32	20:03 (EW_09_1)	21:34	9	19:54 (EW_09_1)	21:44	21:09	36	20:15 (EW_09_1)	20:08	19:00	16:57	16:22	
5	08:30	07:59	07:05	06:56	05:54	19:31 (EW_09_1)	05:15	19:49 (EW_09_1)	05:18	05:57	19:39 (EW_09_1)	06:45	07:32	07:24	08:12				
	16:34	17:23	18:13	20:05	20:53	33	20:04 (EW_09_1)	21:35	2	19:51 (EW_09_1)	21:43	21:08	36	20:15 (EW_09_1)	20:05	18:58	16:56	16:22	
6	08:29	07:57	07:03	06:53	05:53	19:30 (EW_09_1)	05:15	19:40 (EW_09_1)	05:19	05:58	19:40 (EW_09_1)	06:46	07:34	07:26	08:13				
	16:35	17:25	18:15	20:06	20:55	34	20:04 (EW_09_1)	21:36		21:43	21:06	35	20:15 (EW_09_1)	20:03	18:56	16:54	16:21		
7	08:29	07:55	07:00	06:51	05:51	19:29 (EW_09_1)	05:14	19:40 (EW_09_1)	05:14	05:20	19:40 (EW_09_1)	06:48	07:35	07:28	08:14				
	16:37	17:27	18:16	20:08	20:57	35	20:04 (EW_09_1)	21:37		21:42	21:04	34	20:14 (EW_09_1)	20:01	18:53	16:52	16:21		
8	08:29	07:54	06:58	06:49	05:49	19:29 (EW_09_1)	05:14	19:49 (EW_09_1)	05:14	05:21	19:49 (EW_09_1)	06:49	07:37	07:30	08:16				
	16:38	17:29	18:18	20:10	20:58	36	20:05 (EW_09_1)	21:38		21:42	7	20:00 (EW_09_1)	21:03	33	20:14 (EW_09_1)	19:59	18:51	16:51	16:21
9	08:28	07:52	06:56	06:47	05:48	19:29 (EW_09_1)	05:13	19:49 (EW_09_1)	05:13	05:22	19:51 (EW_09_1)	06:03	19:41 (EW_09_1)	06:51	07:39	07:31	08:17		
	16:39	17:31	18:20	20:11	21:00	36	20:05 (EW_09_1)	21:39		21:41	11	20:02 (EW_09_1)	21:01	31	20:12 (EW_09_1)	19:57	18:49	16:49	16:20
10	08:28	07:50	06:54	06:45	05:46	19:29 (EW_09_1)	05:13	19:49 (EW_09_1)	05:13	05:23	19:49 (EW_09_1)	06:04	19:41 (EW_09_1)	06:53	07:40	07:33	08:18		
	16:41	17:32	18:22	20:13	21:01	37	20:06 (EW_09_1)	21:39		21:40	14	20:03 (EW_09_1)	20:59	30	20:11 (EW_09_1)	19:54	18:47	16:47	16:20
11	08:27	07:49	06:52	06:43	05:44	19:28 (EW_09_1)	05:12	19:48 (EW_09_1)	05:12	05:24	19:48 (EW_09_1)	06:06	19:43 (EW_09_1)	06:54	07:42	07:35	08:19		
	16:42	17:34	18:23	20:14	21:03	37	20:05 (EW_09_1)	21:40		21:40	16	20:04 (EW_09_1)	20:57	27	20:10 (EW_09_1)	19:52	18:45	16:46	16:20
12	08:26	07:47	06:49	06:40	05:43	19:29 (EW_09_1)	05:12	19:47 (EW_09_1)	05:07	05:25	19:47 (EW_09_1)	06:07	19:43 (EW_09_1)	06:56	07:43	07:36	08:20		
	16:43	17:36	18:25	20:16	21:04	37	20:06 (EW_09_1)	21:41		21:39	19	20:06 (EW_09_1)	20:55	26	20:09 (EW_09_1)	19:50	18:42	16:44	16:20
13	08:26	07:45	06:47	06:38	05:41	19:28 (EW_09_1)	05:12	19:46 (EW_09_1)	05:09	05:26	19:46 (EW_09_1)	06:09	19:45 (EW_09_1)	06:57	07:45	07:38	08:21		
	16:45	17:38	18:27	20:18	21:06	37	20:05 (EW_09_1)	21:41		21:38	21	20:07 (EW_09_1)	20:53	23	20:08 (EW_09_1)	19:47	18:40	16:43	16:20
14	08:25	07:43	06:45	06:36	05:40	19:29 (EW_09_1)	05:12	19:46 (EW_09_1)	05:12	05:27	19:46 (EW_09_1)	06:10	19:46 (EW_09_1)	06:59	07:47	07:40	08:22		
	16:46	17:40	18:28	20:19	21:07	37	20:06 (EW_09_1)	21:42		21:37	22	20:08 (EW_09_1)	20:51	19	20:05 (EW_09_1)	19:45	18:38	16:42	16:20
15	08:24	07:41	06:43	06:34	05:38	19:29 (EW_09_1)	05:12	19:45 (EW_09_1)	05:12	05:28	19:45 (EW_09_1)	06:12	19:49 (EW_09_1)	07:00	07:48	07:41	08:23		
	16:48	17:41	18:30	20:21	21:09	37	20:06 (EW_09_1)	21:43		21:36	24	20:09 (EW_09_1)	20:50	14	20:03 (EW_09_1)	19:43	18:36	16:40	16:20
16	08:24	07:39	06:41	06:32	05:37	19:29 (EW_09_1)	05:11	19:45 (EW_09_1)	05:11	05:29	19:45 (EW_09_1)	06:13	19:43 (EW_09_1)	07:02	07:50	07:43	08:24		
	16:49	17:43	18:32	20:23	21:10	36	20:05 (EW_09_1)	21:43		21:35	25	20:10 (EW_09_1)	20:48		19:41	18:34	16:39	16:20	
17	08:23	07:37	06:38	06:30	05:35	19:29 (EW_09_1)	05:11	19:44 (EW_09_1)	05:11	05:31	19:44 (EW_09_1)	06:15	19:43 (EW_09_1)	07:03	07:52	07:45	08:24		
	16:51	17:45	18:33	20:24	21:12	36	20:05 (EW_09_1)	21:44		21:34	27	20:11 (EW_09_1)	20:46		19:38	18:32	16:38	16:20	
18	08:22	07:36	06:36	06:28	05:34	19:30 (EW_09_1)	05:11	19:43 (EW_09_1)	05:11	05:32	19:43 (EW_09_1)	06:17	19:43 (EW_09_1)	07:05	07:53	07:47	08:25		
	16:52	17:47	18:35	20:26	21:13	35	20:05 (EW_09_1)	21:44		21:33	29	20:12 (EW_09_1)	20:44		19:36	18:30	16:36	16:21	
19	08:21	07:34	06:34	06:25	05:32	19:30 (EW_09_1)	05:11	19:43 (EW_09_1)	05:11	05:33	19:43 (EW_09_1)	06:18	19:43 (EW_09_1)	07:07	07:55	07:48	08:26		
	16:54	17:48	18:37	20:28	21:15	34	20:04 (EW_09_1)	21:44		21:32	29	20:12 (EW_09_1)	20:42		19:34	18:28	16:35	16:21	
20	08:20	07:32	06:32	06:23	05:31	19:30 (EW_09_1)	05:11	19:42 (EW_09_1)	05:11	05:34	19:42 (EW_09_1)	06:20	19:43 (EW_09_1)	07:08	07:57	07:50	08:27		
	16:56	17:50	18:38	20:29	21:16	34	20:04 (EW_09_1)	21:45		21:31	31	20:13 (EW_09_1)	20:40		19:32	18:26	16:34	16:21	
21	08:19	07:30	06:29	06:21	05:30	19:31 (EW_09_1)	05:12	19:41 (EW_09_1)	05:12	05:35	19:41 (EW_09_1)	06:21	19:43 (EW_09_1)	07:10	07:58	07:51	08:27		
	16:57	17:52	18:40	20:31	21:17	33	20:04 (EW_09_1)	21:45		21:30	32	20:13 (EW_09_1)	20:38		19:29	18:24	16:33	16:22	
22	08:18	07:28	06:27	06:19	05:29	19:32 (EW_09_1)	05:12	19:42 (EW_09_1)	05:12	05:37	19:42 (EW_09_1)	06:23	19:43 (EW_09_1)	07:11	08:00	07:53	08:28		
	16:59	17:54	18:42	20:32	21:19	32	20:04 (EW_09_1)	21:45		21:28	32	20:14 (EW_09_1)	20:36		19:27	18:22	16:32	16:22	
23	08:17	07:26	06:25	06:17	05:27	19:32 (EW_09_1)	05:12	19:43 (EW_09_1)	05:12	05:38	19:43 (EW_09_1)	06:24	19:44 (EW_09_1)	07:13	08:02	07:55	08:28		
	17:01	17:56	18:43	20:34	21:20	31	20:03 (EW_09_1)	21:45		21:27	34	20:15 (EW_09_1)	20:33		19:25	18:20	16:31	16:23	
24	08:16	07:24	06:23	06:15	05:26	19:33 (EW_09_1)	05:12	19:40 (EW_09_1)	05:12	05:39	19:40 (EW_09_1)	06:26	19:43 (EW_09_1)	07:14	08:04	07:56	08:29		
	17:02	17:57	18:45	20:36	21:21	30	20:03 (EW_09_1)	21:45		21:26	35	20:15 (EW_09_1)	20:31		19:22	18:18	16:30	16:23	
25	08:14	07:22	06:20	06:13	05:25	19:34 (EW_09_1)	05:13	19:40 (EW_09_1)	05:13	05:41	19:40 (EW_09_1)	06:28	19:43 (EW_09_1)	07:16	07:05	07:58	08:29		
	17:04	17:59	18:47	20:37	21:23	28	20:02 (EW_09_1)	21:45		21:25	35	20:15 (EW_09_1)	20:29		19:20	18:16	16:29	16:24	
26	08:13	07:20	06:18	06:11	05:24	19:34 (EW_09_1)	05:13	19:40 (EW_09_1)	05:13	05:42	19:40 (EW_09_1)	06:29	19:43 (EW_09_1)	07:18	07:07	07:59	08:29		
	17:06	18:01	18:48	20:39	21:24	28	20:02 (EW_09_1)	21:45		21:23	36	20:16 (EW_09_1)	20:27		19:18				

Projekt:

21-1-3007-001  
Krug Energie GmbH & Co. KG  
Dorfstraße 53  
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,  
Stadt Bad Berleburg, Kreis  
Siegen-Wittgenstein,  
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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



Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com

Berechnet:

25.06.2021 16:45/3.4.415

### SHADOW - Kalender

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung Schattenrezeptor: Ef01 - Elsoff, Im Grund 1

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]

Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12

Betriebsdauer je Sektor

N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe

546 345 299 448 504 465 609 912 1.389 1.380 978 741 8.617

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:30	08:05	07:13	07:05	06:02	05:18	05:16	05:51	06:38	07:26	07:17	08:07
	16:30	17:16	18:06	19:58	20:47	21:31	21:45	21:14	20:14	19:07	17:02	16:24
2	08:30	08:03	07:11	07:02	06:00	05:17	05:16	05:52	06:40	07:27	07:19	08:08
	16:31	17:18	18:08	20:00	20:49	21:32	21:44	21:13	20:12	19:04	17:01	16:23
3	08:30	08:02	07:09	07:00	05:58	05:17	05:17	05:54	06:42	07:29	07:21	08:09
	16:32	17:20	18:10	20:01	20:50	21:33	21:44	21:11	20:10	19:02	16:59	16:23
4	08:30	08:00	07:07	06:58	05:56	05:16	05:18	05:55	06:43	07:30	07:23	08:11
	16:33	17:22	18:11	20:03	20:52	21:34	21:44	21:09	20:08	19:00	16:57	16:22
5	08:30	07:59	07:05	06:56	05:54	05:15	05:18	05:57	06:45	07:32	07:24	08:12
	16:34	17:23	18:13	20:05	20:53	21:35	21:43	21:08	20:05	18:58	16:56	16:22
6	08:29	07:57	07:03	06:53	05:53	05:15	05:19	05:58	06:46	07:34	07:26	08:13
	16:35	17:25	18:15	20:06	20:55	21:36	21:43	21:06	20:03	18:56	16:54	16:21
7	08:29	07:55	07:00	06:51	05:51	05:14	05:20	06:00	06:48	07:35	07:28	08:14
	16:37	17:27	18:16	20:08	20:57	21:37	21:42	21:04	20:01	18:53	16:52	16:21
8	08:29	07:54	06:58	06:49	05:49	05:14	05:21	06:01	06:49	07:37	07:30	08:16
	16:38	17:29	18:18	20:10	20:58	21:38	21:42	21:03	19:59	18:51	16:51	16:21
9	08:28	07:52	06:56	06:47	05:48	05:13	05:22	06:03	06:51	07:38	07:31	08:17
	16:39	17:31	18:20	20:11	21:00	21:39	21:41	21:01	19:57	18:49	16:49	16:20
10	08:28	07:50	06:54	06:45	05:46	05:13	05:23	06:04	06:53	07:40	07:33	08:18
	16:41	17:32	18:22	20:13	21:01	21:39	21:40	20:59	19:54	18:47	16:47	16:20
11	08:27	07:49	06:52	06:43	05:44	05:12	05:24	06:06	06:54	07:42	07:35	08:19
	16:42	17:34	18:23	20:14	21:03	21:40	21:40	20:57	19:52	18:45	16:46	16:20
12	08:26	07:47	06:49	06:40	05:43	05:12	05:25	06:07	06:56	07:43	07:36	08:20
	16:43	17:36	18:25	20:16	21:04	21:41	21:39	20:55	19:50	18:42	16:44	16:20
13	08:26	07:45	06:47	06:38	05:41	05:12	05:26	06:09	06:57	07:45	07:38	08:21
	16:45	17:38	18:27	20:18	21:06	21:41	21:38	20:53	19:47	18:40	16:43	16:20
14	08:25	07:43	06:45	06:36	05:40	05:12	05:27	06:10	06:59	07:47	07:40	08:22
	16:46	17:40	18:28	20:19	21:07	21:42	21:37	20:51	19:45	18:38	16:42	16:20
15	08:24	07:41	06:43	06:34	05:38	05:11	05:28	06:12	07:00	07:48	07:41	08:23
	16:48	17:41	18:30	20:21	21:09	21:43	21:36	20:50	19:43	18:36	16:40	16:20
16	08:24	07:39	06:41	06:32	05:37	05:11	05:29	06:13	07:02	07:50	07:43	08:24
	16:49	17:43	18:32	20:23	21:10	21:43	21:35	20:48	19:41	18:34	16:39	16:20
17	08:23	07:37	06:38	06:30	05:35	05:11	05:31	06:15	07:03	07:52	07:45	08:24
	16:51	17:45	18:33	20:24	21:12	21:44	21:34	20:46	19:38	18:32	16:38	16:20
18	08:22	07:36	06:36	06:28	05:34	05:11	05:32	06:17	07:05	07:53	07:47	08:25
	16:52	17:47	18:35	20:26	21:13	21:44	21:33	20:44	19:36	18:30	16:36	16:20
19	08:21	07:34	06:34	06:25	05:32	05:11	05:33	06:18	07:07	07:55	07:48	08:26
	16:54	17:48	18:37	20:28	21:15	21:44	21:32	20:42	19:34	18:28	16:35	16:21
20	08:20	07:32	06:32	06:23	05:31	05:11	05:34	06:20	07:08	07:57	07:50	08:27
	16:56	17:50	18:38	20:29	21:16	21:45	21:31	20:40	19:32	18:26	16:34	16:21
21	08:19	07:30	06:29	06:21	05:30	05:12	05:35	06:21	07:10	07:58	07:51	08:27
	16:57	17:52	18:40	20:31	21:17	21:45	21:30	20:38	19:29	18:24	16:33	16:22
22	08:18	07:28	06:27	06:19	05:29	05:12	05:37	06:23	07:11	08:00	07:53	08:28
	16:59	17:54	18:42	20:32	21:19	21:45	21:28	20:36	19:27	18:22	16:32	16:22
23	08:17	07:26	06:25	06:17	05:27	05:12	05:38	06:24	07:13	08:02	07:55	08:28
	17:01	17:56	18:43	20:34	21:20	21:45	21:27	20:33	19:25	18:20	16:31	16:23
24	08:16	07:24	06:23	06:15	05:26	05:12	05:39	06:26	07:14	08:04	07:56	08:29
	17:02	17:57	18:45	20:36	21:21	21:45	21:26	20:31	19:22	18:18	16:30	16:23
25	08:14	07:22	06:20	06:13	05:25	05:13	05:41	06:28	07:16	08:05	07:58	08:29
	17:04	17:59	18:47	20:37	21:23	21:45	21:25	20:29	19:20	17:16	16:29	16:24
26	08:13	07:19	06:18	06:11	05:24	05:13	05:42	06:29	07:18	07:07	07:59	08:29
	17:06	18:01	18:48	20:39	21:24	21:45	21:23	20:27	19:18	17:14	16:28	16:24
27	08:12	07:17	06:16	06:09	05:23	05:13	05:44	06:31	07:19	07:09	08:01	08:30
	17:07	18:03	18:50	20:41	21:25	21:45	21:22	20:25	19:16	17:12	16:27	16:25
28	08:10	07:15	06:14	06:07	05:22	05:14	05:45	06:32	07:21	07:10	08:02	08:30
	17:09	18:04	18:51	20:42	21:26	21:45	21:20	20:23	19:13	17:10	16:26	16:26
29	08:09		07:11	06:05	05:21	05:14	05:46	06:34	07:22	07:12	08:04	08:30
	17:11		19:53	20:44	21:28	21:45	21:19	20:21	19:11	17:08	16:25	16:27
30	08:08		07:09	06:04	05:20	05:15	05:48	06:35	07:24	07:14	08:05	08:30
	17:13		19:55	20:45	21:29	21:45	21:17	20:19	19:09	17:06	16:24	16:28
31	08:06		07:07		05:19		05:49	06:37		07:16		08:30
	17:14		19:56		21:30		21:16	20:16		17:04		16:29
Sonnenscheinstunden	263	280	367	414	481	494	498	451	380	333	269	248
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)	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang	(WEA mit erstem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende
			(WEA mit letztem Schatten)

Projekt:

21-1-3007-001  
Krug Energie GmbH & Co. KG  
Dorfstraße 53  
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,  
Stadt Bad Berleburg, Kreis  
Siegen-Wittgenstein,  
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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



-  
Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com  
Berechnet:  
25.06.2021 16:45/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung Schattenrezeptor: Lb02 - Laubroth, Zum Ederblick 4

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]  
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12

Betriebsdauer je Sektor

N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe  
546 345 299 448 504 465 609 912 1.389 1.380 978 741 8.617  
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember			
1	08:30	08:05	07:13	07:05	06:02	07:29 (EW_06)	05:18	05:16	05:51	07:38 (EW_06)	06:39	07:26	07:18	08:07	
2	16:30	17:16	18:06	19:58	20:47	08:02 (EW_06)	21:31	21:45	21:15	32	08:10 (EW_06)	20:14	19:07	17:03	16:24
3	08:30	08:04	07:11	07:03	06:00	07:28 (EW_06)	05:18	05:17	05:52	07:37 (EW_06)	06:40	07:27	07:19	08:08	
4	16:31	17:18	18:08	20:29	20:49	08:02 (EW_06)	21:32	21:45	21:13	33	08:10 (EW_06)	20:12	19:05	16:23	
5	08:30	08:02	07:09	07:00	05:58	07:27 (EW_06)	05:17	05:17	05:54	07:37 (EW_06)	06:42	07:29	07:21	08:10	
6	16:32	17:20	18:10	20:02	20:50	08:01 (EW_06)	21:33	21:44	21:11	34	08:11 (EW_06)	20:10	19:02	16:59	16:23
7	08:30	08:00	07:07	06:58	05:56	07:28 (EW_06)	05:16	05:18	05:55	07:37 (EW_06)	06:43	07:31	07:23	08:11	
8	16:33	17:22	18:11	20:03	20:52	08:02 (EW_06)	21:34	21:44	21:10	34	08:11 (EW_06)	20:08	19:00	16:57	16:22
9	08:30	07:59	07:05	06:56	05:55	07:27 (EW_06)	05:16	05:19	05:57	07:37 (EW_06)	06:45	07:32	07:25	08:12	
10	16:35	17:24	18:13	20:05	20:54	08:02 (EW_06)	21:35	21:43	21:08	35	08:12 (EW_06)	20:06	18:58	16:56	16:22
11	08:30	07:57	07:03	06:54	05:53	07:27 (EW_06)	05:15	05:20	05:58	07:37 (EW_06)	06:46	07:34	07:26	08:13	
12	16:36	17:25	18:15	20:06	20:55	08:01 (EW_06)	21:36	21:43	21:06	34	08:11 (EW_06)	20:03	18:56	16:54	16:21
13	08:29	07:56	07:01	06:51	05:51	07:27 (EW_06)	05:14	05:20	06:00	07:36 (EW_06)	06:48	07:35	07:28	08:15	
14	16:37	17:27	18:17	20:08	20:57	08:02 (EW_06)	21:37	21:42	21:05	35	08:11 (EW_06)	20:01	18:54	16:52	16:21
15	08:29	07:54	06:58	06:49	05:49	07:27 (EW_06)	05:14	05:21	06:01	07:37 (EW_06)	06:50	07:37	07:30	08:16	
16	16:38	17:29	18:18	20:10	20:58	08:01 (EW_06)	21:38	21:42	21:03	34	08:11 (EW_06)	19:59	18:51	16:51	16:21
17	08:28	07:52	06:56	06:47	05:48	07:26 (EW_06)	05:13	05:22	06:03	07:36 (EW_06)	06:51	07:39	07:31	08:17	
18	16:40	17:31	18:20	20:11	21:00	08:00 (EW_06)	21:39	21:41	21:01	35	08:11 (EW_06)	19:57	18:49	16:49	16:21
19	08:28	07:50	06:54	06:45	05:46	07:27 (EW_06)	05:13	05:23	06:04	07:37 (EW_06)	06:53	07:40	07:33	08:18	
20	16:41	17:33	18:22	20:13	21:01	08:00 (EW_06)	21:40	21:40	20:59	34	08:11 (EW_06)	19:54	18:47	16:48	16:20
21	08:27	07:49	06:52	06:43	05:45	07:27 (EW_06)	05:13	05:24	06:06	07:37 (EW_06)	06:54	07:42	07:35	08:19	
22	16:42	17:34	18:23	20:15	21:03	07:59 (EW_06)	21:40	21:40	20:57	33	08:10 (EW_06)	19:52	18:45	16:46	16:20
23	08:27	07:47	06:50	06:41	05:43	07:28 (EW_06)	05:12	05:25	06:08	07:38 (EW_06)	06:56	07:44	07:37	08:20	
24	16:44	17:36	18:25	20:16	21:05	07:59 (EW_06)	21:41	21:39	20:55	32	08:10 (EW_06)	19:50	18:43	16:45	16:20
25	08:26	07:45	06:47	06:38	05:41	07:29 (EW_06)	05:12	05:26	06:09	07:38 (EW_06)	06:57	07:45	07:38	08:21	
26	16:45	17:38	18:27	20:18	21:07	07:59 (EW_06)	21:42	21:38	20:54	31	08:09 (EW_06)	19:48	18:40	16:43	16:20
27	08:25	07:43	06:45	06:36	05:40	07:28 (EW_06)	05:12	05:27	06:11	07:39 (EW_06)	06:59	07:47	07:40	08:22	
28	16:47	17:40	18:28	20:20	21:08	07:58 (EW_06)	21:42	21:37	20:52	30	08:09 (EW_06)	19:45	18:38	16:42	16:20
29	08:25	07:41	06:43	06:34	05:38	07:29 (EW_06)	05:12	05:28	06:12	07:39 (EW_06)	07:01	07:49	07:42	08:23	
30	16:48	17:42	18:30	20:21	21:09	07:58 (EW_06)	21:43	21:36	20:50	28	08:07 (EW_06)	19:43	18:36	16:40	16:20
31	08:24	07:40	06:41	06:32	05:37	07:29 (EW_06)	05:12	05:30	06:14	07:39 (EW_06)	07:02	07:50	07:43	08:24	
32	16:50	17:43	18:32	20:23	21:11	07:56 (EW_06)	21:43	21:35	20:48	27	08:06 (EW_06)	19:41	18:34	16:39	16:20
33	08:23	07:38	06:38	06:30	05:35	07:31 (EW_06)	05:12	05:31	06:15	07:41 (EW_06)	07:04	07:52	07:45	08:25	
34	16:51	17:45	18:34	20:24	21:12	07:55 (EW_06)	21:44	21:34	20:46	24	08:05 (EW_06)	19:39	18:32	16:38	16:20
35	08:22	07:36	06:36	06:28	05:34	07:32 (EW_06)	05:12	05:32	06:17	07:42 (EW_06)	07:05	07:54	07:47	08:25	
36	16:53	17:47	18:35	20:26	21:13	07:55 (EW_06)	21:44	21:33	20:44	20	08:02 (EW_06)	19:36	18:30	16:37	16:21
37	08:21	07:34	06:34	06:26	05:33	07:33 (EW_06)	05:12	05:33	06:18	07:44 (EW_06)	07:07	07:55	07:48	08:26	
38	16:54	17:49	18:37	20:28	21:15	07:54 (EW_06)	21:45	21:32	20:42	16	08:00 (EW_06)	19:34	18:28	16:35	16:21
39	08:20	07:32	06:32	06:24	05:31	07:34 (EW_06)	05:12	05:34	06:20	07:47 (EW_06)	07:08	07:57	07:50	08:27	
40	16:56	17:50	18:38	20:29	21:16	07:52 (EW_06)	21:45	21:31	20:40	9	07:56 (EW_06)	19:32	18:26	16:34	16:21
41	08:19	07:30	06:30	06:22	05:30	07:35 (EW_06)	05:12	05:36	06:21	07:50 (EW_06)	07:10	07:59	07:52	08:27	
42	16:58	17:52	18:40	20:31	21:18	07:50 (EW_06)	21:45	21:30	7	07:57 (EW_06)	19:30	18:24	16:33	16:22	
43	08:18	07:28	06:27	06:20	05:29	07:37 (EW_06)	05:12	05:37	06:23	07:47 (EW_06)	07:11	08:00	07:53	08:28	
44	16:59	17:54	18:42	20:33	21:19	07:48 (EW_06)	21:45	21:29	13	08:00 (EW_06)	19:32	18:22	16:32	16:22	
45	08:17	07:26	06:25	06:18	05:28	07:41 (EW_06)	05:12	05:38	06:25	07:45 (EW_06)	07:13	08:02	07:55	08:28	
46	17:01	17:56	18:43	20:34	21:20	07:52 (EW_06)	21:45	21:27	17	08:02 (EW_06)	19:34	18:25	16:31	16:23	
47	08:16	07:24	06:23	06:15	05:26	07:38 (EW_06)	05:12	05:39	06:26	07:43 (EW_06)	07:15	08:04	07:56	08:29	
48	17:03	17:58	18:45	20:36	21:22	07:55 (EW_06)	21:46	21:26	20	08:03 (EW_06)	19:32	18:23	16:30	16:23	
49	08:15	07:22	06:21	06:14	05:25	07:36 (EW_06)	05:13	05:41	06:28	07:43 (EW_06)	07:16	08:05	07:58	08:29	
50	17:04	17:59	18:47	20:38	21:23	07:57 (EW_06)	21:46	21:25	22	08:05 (EW_06)	19:34	18:25	16:32	16:24	
51	08:13	07:20	06:18	06:12	05:24	07:34 (EW_06)	05:13	05:42	06:29	07:42 (EW_06)	07:18	08:07	08:00	08:30	
52	17:06	18:01	18:48	20:39	21:24	07:58 (EW_06)	21:46	21:23	24	08:06 (EW_06)	19:36	18:27	16:31	16:25	
53	08:12	07:18	06:16	06:10	05:23	07:32 (EW_06)	05:14	05:44	06:31	07:41 (EW_06)	07:19	08:08	08:01	08:30	
54	17:08	18:03	18:50	20:41	21:25	07:59 (EW_06)	21:46	21:22	25	08:06 (EW_06)	19:36	18:27	16:32	16:25	
55	08:11	07:16	06:14	06:08	05:22	07:31 (EW_06)	05:14	05:45	06:32	07:41 (EW_06)	07:21	08:10	08:03	08:30	
56	17:09	18:05	18:52	20:42	21:27	08:00 (EW_06)	21:45	21:21	27	08:08 (EW_06)	19:38	18:29	16:33	16:26	
57	08:09	07:12	06:06	06:00	05:21	07:30 (EW_06)	05:15	05:47	06:34	07:40 (EW_06)	07:23	08:12	08:04	08:30	
58	17:11	18:07	18:54	20:45	21:28	08:00 (EW_06)	21:45	21:19	28	08:08 (EW_06)	19:40	18:31	16:34	16:27	
59	08:08	07:09	06:04	06:00	05:20	07:30 (EW_06)	05:15	05:48	06:36	07:39 (EW_06)	07:24	08:14	08:05	08:30	
60	17:13	18:09	18:56	20:46	21:29	08:01 (EW_06)	21:45	21:18	30	08:09 (EW_06)	19:42	18:33	16:35	16:28	
61	08:06	07:07	06:02	06:00	05:19	07:29 (EW_06)	05:19	05:49	06:37	07:39 (EW_06)	07:27	08:16	08:07	08:30	
62	17:15	18:11	19:07	20:57	21:30	08:02 (EW_06)	21:46	21:16	31	08:10 (EW_06)	19:44	18:35	16:36	16:29	
63	Sonnenscheinstunden	263	280	367	414	481	494	498	451	380	333	269	248		
64	astr. max. mögl. Beschattung				190	635		244	590						
65	Red. Sonnenscheinwahrsch.				0,40	0,44		0,46	0,46						
66	Reduktion Betriebsdauer				0,98	0,98		0,98	0,98						
67	Reduktion Windrichtung				0,68	0,68		0,68	0,68						
68	Gesamte Reduktion				0,27	0,30		0,31	0,31						
69	Met. wahrsch. Beschattung				51	189		76	182						

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

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



Projekt:

21-1-3007-001
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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



Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com
Berechnet:
25.06.2021 16:45/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung Schattenrezeptor: Lb03 - Laubroth, Meckhausen 6
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
546 345 299 448 504 465 609 912 1.389 1.380 978 741 8.617
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for hourly data (08:30 to 17:15) and summary statistics (Sonnenscheinstunden, astr. max. mögl. Beschattung, Red. Sonnenscheinwahrsch., etc.).

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) Schatteneende (WEA mit letztem Schatten)





Projekt:

21-1-3007-001
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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



Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com
Berechnet:
25.06.2021 16:45/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung Schattenrezeptor: Lb04 - Laubroth, Zum Ederblick 6

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]

Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12

Betriebsdauer je Sektor

N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
546 345 299 448 504 465 609 912 1.389 1.380 978 741 8.617
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for hourly data (08:30 to 17:15) and summary statistics (Sonnenscheinstunden, astr. max. mögl. Beschattung, etc.).

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

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



Projekt:

21-1-3007-001  
Krug Energie GmbH & Co. KG  
Dorfstraße 53  
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,  
Stadt Bad Berleburg, Kreis  
Siegen-Wittgenstein,  
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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



-  
Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com  
Berechnet:  
25.06.2021 16:45/3.4.415

### SHADOW - Kalender

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung Schattenrezeptor: Lb05 - Laubroth, Zum Ederblick 2

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]

Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12

Betriebsdauer je Sektor

N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe  
546 345 299 448 504 465 609 912 1.389 1.380 978 741 8.617  
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	
1	08:30	08:05	07:13	07:05	06:02	05:18	06:57 (EW_06)	05:16	07:03 (EW_06)	05:51	06:39	07:26	08:07
	16:30	17:16	18:06	19:58	20:47	21:31	34 07:31 (EW_06)	21:45	36 07:39 (EW_06)	21:15	20:14	19:07	17:03
2	08:30	08:04	07:11	07:03	06:00	05:18	06:58 (EW_06)	05:17	07:02 (EW_06)	05:52	06:40	07:27	08:08
	16:31	17:18	18:08	20:00	20:49	21:32	34 07:32 (EW_06)	21:45	37 07:39 (EW_06)	21:13	20:12	19:05	17:01
3	08:30	08:02	07:09	07:00	05:58	05:17	06:58 (EW_06)	05:17	07:03 (EW_06)	05:54	06:42	07:29	08:10
	16:32	17:20	18:10	20:02	20:50	21:33	34 07:32 (EW_06)	21:44	36 07:39 (EW_06)	21:11	20:10	19:02	16:59
4	08:30	08:00	07:07	06:58	05:56	05:16	06:57 (EW_06)	05:18	07:03 (EW_06)	05:55	06:43	07:31	08:11
	16:33	17:22	18:11	20:03	20:52	21:34	35 07:32 (EW_06)	21:44	37 07:40 (EW_06)	21:10	20:08	19:00	16:57
5	08:30	07:59	07:05	06:56	05:55	05:16	06:58 (EW_06)	05:19	07:03 (EW_06)	05:57	06:45	07:32	08:12
	16:35	17:24	18:13	20:05	20:54	21:35	35 07:33 (EW_06)	21:43	36 07:39 (EW_06)	21:08	20:06	18:58	16:56
6	08:29	07:57	07:03	06:54	05:53	05:15	06:57 (EW_06)	05:20	07:03 (EW_06)	05:58	06:46	07:34	08:13
	16:36	17:25	18:15	20:06	20:55	21:36	36 07:33 (EW_06)	21:43	36 07:39 (EW_06)	21:06	20:03	18:56	16:54
7	08:29	07:56	07:01	06:51	05:51	05:14	06:58 (EW_06)	05:20	07:04 (EW_06)	06:00	06:48	07:35	08:15
	16:37	17:27	18:17	20:08	20:57	21:37	36 07:34 (EW_06)	21:42	35 07:39 (EW_06)	21:05	20:01	18:54	16:52
8	08:29	07:54	06:58	06:49	05:49	05:14	06:57 (EW_06)	05:21	07:04 (EW_06)	06:01	06:50	07:37	08:16
	16:38	17:29	18:18	20:10	20:58	21:38	36 07:33 (EW_06)	21:42	36 07:40 (EW_06)	21:03	19:59	18:51	16:51
9	08:28	07:52	06:56	06:47	05:48	05:13	06:58 (EW_06)	05:22	07:05 (EW_06)	06:03	06:51	07:39	08:17
	16:40	17:31	18:20	20:11	21:00	21:39	36 07:34 (EW_06)	21:41	35 07:40 (EW_06)	21:01	19:57	18:49	16:49
10	08:28	07:50	06:54	06:45	05:46	05:13	06:58 (EW_06)	05:23	07:05 (EW_06)	06:04	06:53	07:40	08:18
	16:41	17:33	18:22	20:13	21:01	21:40	36 07:34 (EW_06)	21:40	35 07:40 (EW_06)	20:59	19:54	18:47	16:48
11	08:27	07:49	06:52	06:43	05:45	05:13	06:58 (EW_06)	05:24	07:06 (EW_06)	06:06	06:54	07:42	08:19
	16:42	17:34	18:23	20:15	21:03	21:40	37 07:35 (EW_06)	21:40	34 07:40 (EW_06)	20:57	19:52	18:45	16:46
12	08:27	07:47	06:50	06:41	05:43	05:12	06:58 (EW_06)	05:25	07:06 (EW_06)	06:08	06:56	07:44	08:20
	16:44	17:36	18:25	20:16	21:05	21:41	36 07:34 (EW_06)	21:39	34 07:40 (EW_06)	20:55	19:50	18:43	16:45
13	08:26	07:45	06:47	06:38	05:41	05:11	06:58 (EW_06)	05:26	07:07 (EW_06)	06:09	06:57	07:45	08:21
	16:45	17:38	18:27	20:18	21:06	21:42	37 07:35 (EW_06)	21:38	33 07:40 (EW_06)	20:54	19:48	18:40	16:43
14	08:25	07:43	06:45	06:36	05:40	05:12	06:58 (EW_06)	05:27	07:07 (EW_06)	06:11	06:59	07:47	08:22
	16:47	17:40	18:28	20:20	21:08	21:42	37 07:35 (EW_06)	21:37	32 07:39 (EW_06)	20:52	19:45	18:38	16:42
15	08:25	07:41	06:43	06:34	05:38	05:12	06:58 (EW_06)	05:28	07:08 (EW_06)	06:12	07:01	07:49	08:23
	16:48	17:42	18:30	20:21	21:09	21:43	37 07:36 (EW_06)	21:36	31 07:39 (EW_06)	20:50	19:43	18:36	16:40
16	08:24	07:40	06:41	06:32	05:37	05:12	06:59 (EW_06)	05:30	07:08 (EW_06)	06:14	07:02	07:50	08:24
	16:50	17:43	18:32	20:23	21:11	21:43	37 07:36 (EW_06)	21:35	31 07:39 (EW_06)	20:48	19:41	18:34	16:39
17	08:23	07:38	06:38	06:30	05:35	05:12	06:59 (EW_06)	05:31	07:09 (EW_06)	06:15	07:04	07:52	08:25
	16:51	17:45	18:34	20:24	21:12	21:44	37 07:36 (EW_06)	21:34	29 07:38 (EW_06)	20:46	19:39	18:32	16:38
18	08:22	07:36	06:36	06:28	05:34	05:12	06:59 (EW_06)	05:32	07:09 (EW_06)	06:17	07:05	07:54	08:25
	16:53	17:47	18:35	20:26	21:13	4 07:12 (EW_06)	21:44	37 07:36 (EW_06)	21:33	29 07:38 (EW_06)	20:44	19:36	16:37
19	08:21	07:34	06:34	06:26	05:33	05:12	06:59 (EW_06)	05:33	07:10 (EW_06)	06:18	07:07	07:55	08:26
	16:54	17:49	18:37	20:28	21:15	12 07:20 (EW_06)	21:44	37 07:36 (EW_06)	21:32	27 07:37 (EW_06)	20:42	19:34	16:35
20	08:20	07:32	06:32	06:24	05:31	05:12	06:59 (EW_06)	05:34	07:11 (EW_06)	06:20	07:08	07:57	08:27
	16:56	17:50	18:38	20:29	21:16	16 07:21 (EW_06)	21:45	37 07:36 (EW_06)	21:31	25 07:36 (EW_06)	20:40	19:32	16:34
21	08:19	07:30	06:30	06:22	05:30	05:12	06:59 (EW_06)	05:36	07:12 (EW_06)	06:21	07:10	07:59	08:27
	16:58	17:52	18:40	20:31	21:18	20 07:23 (EW_06)	21:45	37 07:36 (EW_06)	21:30	24 07:36 (EW_06)	20:38	19:30	16:33
22	08:18	07:28	06:27	06:20	05:29	05:12	07:00 (EW_06)	05:37	07:13 (EW_06)	06:23	07:11	08:00	08:28
	16:59	17:54	18:42	20:33	21:19	23 07:25 (EW_06)	21:45	37 07:37 (EW_06)	21:29	22 07:35 (EW_06)	20:36	19:27	16:32
23	08:17	07:26	06:25	06:18	05:28	05:12	07:00 (EW_06)	05:38	07:15 (EW_06)	06:25	07:13	08:02	08:28
	17:01	17:56	18:43	20:34	21:20	25 07:26 (EW_06)	21:45	37 07:37 (EW_06)	21:27	18 07:33 (EW_06)	20:34	19:25	16:31
24	08:16	07:24	06:23	06:16	05:26	05:13	07:00 (EW_06)	05:40	07:16 (EW_06)	06:26	07:15	08:04	08:29
	17:03	17:58	18:45	20:36	21:22	26 07:27 (EW_06)	21:46	37 07:37 (EW_06)	21:26	15 07:31 (EW_06)	20:32	19:23	16:30
25	08:14	07:22	06:21	06:14	05:25	05:13	07:01 (EW_06)	05:41	07:20 (EW_06)	06:28	07:16	08:05	08:29
	17:04	17:59	18:47	20:38	21:23	28 07:28 (EW_06)	21:46	37 07:38 (EW_06)	21:25	9 07:29 (EW_06)	20:29	19:20	16:29
26	08:13	07:20	06:18	06:12	05:24	05:13	07:01 (EW_06)	05:42	07:21 (EW_06)	06:29	07:18	08:07	08:29
	17:06	18:01	18:48	20:39	21:24	29 07:28 (EW_06)	21:46	37 07:38 (EW_06)	21:23	20:27	19:18	17:14	16:28
27	08:12	07:18	06:16	06:10	05:23	05:14	07:01 (EW_06)	05:44	07:22 (EW_06)	06:31	07:19	08:09	08:30
	17:08	18:03	18:50	20:41	21:25	30 07:29 (EW_06)	21:46	37 07:38 (EW_06)	21:22	20:25	19:16	17:12	16:27
28	08:11	07:16	06:14	06:08	05:22	05:14	07:01 (EW_06)	05:45	07:23 (EW_06)	06:32	07:21	08:11	08:30
	17:09	18:05	18:52	20:42	21:27	31 07:29 (EW_06)	21:45	37 07:38 (EW_06)	21:21	20:23	19:14	17:10	16:26
29	08:09		07:12	06:06	05:21	05:15	07:01 (EW_06)	05:47	07:24 (EW_06)	06:34	07:23	08:12	08:30
	17:11		19:53	20:44	21:28	32 07:30 (EW_06)	21:45	37 07:38 (EW_06)	21:19	20:21	19:11	17:08	16:25
30	08:08		07:09	06:04	05:20	05:15	07:02 (EW_06)	05:48	07:25 (EW_06)	06:36	07:24	08:14	08:30
	17:13		19:55	20:46	21:29	33 07:31 (EW_06)	21:45	37 07:39 (EW_06)	21:18	20:19	19:09	17:06	16:25
31	08:06		07:07	06:05	05:19	05:14	07:01 (EW_06)	05:49	07:26 (EW_06)	06:37	07:16	08:06	08:30
	17:15		19:57	20:48	21:30	33 07:31 (EW_06)	21:46	37 07:39 (EW_06)	21:17	20:17	17:05	16:29	
Sonnenscheinstunden	263	280	367	414	481	494	498	451	380	333	270	248	
astr. max. mögl. Beschattung					342	1091	752						
Red. Sonnenscheinwahrsch.					0,44	0,38	0,46						
Reduktion Betriebsdauer					0,98	0,98	0,98						
Reduktion Windrichtung					0,68	0,68	0,68						
Gesamte Reduktion					0,29	0,25	0,31						
Met. wahrsch. Beschattung					101	276	233		</				

Projekt:

21-1-3007-001  
Krug Energie GmbH & Co. KG  
Dorfstraße 53  
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,  
Stadt Bad Berleburg, Kreis  
Siegen-Wittgenstein,  
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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



Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com  
Berechnet:  
25.06.2021 16:45/3.4.415

### SHADOW - Kalender

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung Schattenrezeptor: Lb06 - Laubroth, Meckhausen 3  
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs  
Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]  
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
546	345	299	448	504	465	609	912	1.389	1.380	978	741	8.617

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:30	08:05	07:13	07:05	06:02	05:18	06:57 (EW_06)	05:16	07:03 (EW_06)	05:51	06:39	07:26
2	16:30	17:16	18:06	19:58	20:47	21:31	07:30 (EW_06)	21:45	07:37 (EW_06)	21:15	20:14	19:07
3	08:30	08:04	07:11	07:03	06:00	05:18	06:58 (EW_06)	05:17	07:03 (EW_06)	05:52	06:40	07:27
4	16:31	17:18	18:08	20:00	20:49	21:32	07:31 (EW_06)	21:45	07:36 (EW_06)	21:13	20:12	19:05
5	08:30	08:02	07:09	07:00	05:58	05:17	06:57 (EW_06)	05:17	07:03 (EW_06)	05:54	06:42	07:29
6	16:32	17:20	18:10	20:02	20:50	21:33	07:31 (EW_06)	21:44	07:37 (EW_06)	21:11	20:10	19:02
7	08:30	08:00	07:07	06:58	05:56	05:16	06:57 (EW_06)	05:18	07:04 (EW_06)	05:55	06:43	07:31
8	16:33	17:22	18:11	20:03	20:52	21:34	07:31 (EW_06)	21:44	07:37 (EW_06)	21:10	20:08	19:00
9	08:30	07:59	07:05	06:56	05:55	05:16	06:58 (EW_06)	05:19	07:03 (EW_06)	05:57	06:45	07:32
10	16:35	17:24	18:13	20:05	20:54	21:35	07:31 (EW_06)	21:43	07:37 (EW_06)	21:08	20:06	18:58
11	08:30	07:57	07:03	06:54	05:53	05:15	06:57 (EW_06)	05:20	07:04 (EW_06)	05:58	06:47	07:34
12	16:36	17:25	18:15	20:06	20:55	21:36	07:31 (EW_06)	21:43	07:37 (EW_06)	21:06	20:03	18:56
13	08:29	07:56	07:01	06:51	05:51	05:14	06:58 (EW_06)	05:20	07:04 (EW_06)	06:00	06:48	07:35
14	16:37	17:27	18:17	20:08	20:57	21:37	07:32 (EW_06)	21:42	07:38 (EW_06)	21:05	20:01	18:54
15	08:29	07:54	06:58	06:49	05:49	05:14	06:57 (EW_06)	05:21	07:04 (EW_06)	06:01	06:50	07:37
16	16:38	17:29	18:18	20:10	20:58	21:38	07:31 (EW_06)	21:42	07:38 (EW_06)	21:03	19:59	18:51
17	08:28	07:52	06:56	06:47	05:48	05:13	06:58 (EW_06)	05:22	07:05 (EW_06)	06:03	06:51	07:39
18	16:40	17:31	18:20	20:11	21:00	21:39	07:32 (EW_06)	21:41	07:38 (EW_06)	21:01	19:57	18:49
19	08:28	07:50	06:54	06:45	05:46	05:13	06:59 (EW_06)	05:23	07:05 (EW_06)	06:04	06:53	07:40
20	16:41	17:33	18:22	20:13	21:01	21:40	07:32 (EW_06)	21:40	07:38 (EW_06)	20:59	19:54	18:47
21	08:27	07:49	06:52	06:43	05:45	05:13	06:59 (EW_06)	05:24	07:05 (EW_06)	06:06	06:54	07:42
22	16:42	17:34	18:23	20:15	21:03	21:40	07:32 (EW_06)	21:40	07:39 (EW_06)	20:57	19:52	18:45
23	08:27	07:47	06:50	06:41	05:43	05:12	06:58 (EW_06)	05:25	07:05 (EW_06)	06:08	06:56	07:44
24	16:44	17:36	18:25	20:16	21:05	21:41	07:32 (EW_06)	21:39	07:39 (EW_06)	20:55	19:50	18:43
25	08:26	07:45	06:47	06:38	05:41	05:12	06:26 (EW_04_1)	05:26	07:06 (EW_06)	06:09	06:57	07:45
26	16:45	17:38	18:27	20:18	21:06	21:42	07:32 (EW_06)	21:38	07:39 (EW_06)	20:54	19:48	18:40
27	08:25	07:43	06:45	06:36	05:40	05:12	06:25 (EW_04_1)	05:27	07:06 (EW_06)	06:11	06:59	07:47
28	16:47	17:40	18:28	20:20	21:08	21:42	07:32 (EW_06)	21:37	07:39 (EW_06)	20:52	19:45	18:38
29	08:25	07:41	06:43	06:34	05:38	05:12	06:25 (EW_04_1)	05:28	07:06 (EW_06)	06:12	07:01	07:49
30	16:48	17:42	18:30	20:21	21:09	5	07:15 (EW_06)	21:43	07:38 (EW_06)	20:50	19:43	18:36
31	08:24	07:40	06:41	06:32	05:37	07:06 (EW_06)	05:12	06:25 (EW_04_1)	05:30	07:07 (EW_06)	06:14	07:02
32	16:50	17:43	18:32	20:23	21:11	12	07:18 (EW_06)	21:43	07:38 (EW_06)	20:48	19:41	18:34
33	08:23	07:38	06:38	06:30	05:35	07:04 (EW_06)	05:12	06:24 (EW_04_1)	05:31	07:07 (EW_06)	06:15	07:04
34	16:51	17:45	18:34	20:24	21:12	17	07:21 (EW_06)	21:44	07:38 (EW_06)	20:46	19:39	18:32
35	08:22	07:36	06:36	06:28	05:34	05:12	06:24 (EW_04_1)	05:32	07:07 (EW_06)	06:17	07:05	07:54
36	16:53	17:47	18:35	20:26	21:13	20	07:23 (EW_06)	21:44	07:38 (EW_06)	20:44	19:36	18:30
37	08:21	07:34	06:34	06:26	05:33	07:02 (EW_06)	05:12	06:24 (EW_04_1)	05:33	07:08 (EW_06)	06:18	07:07
38	16:54	17:49	18:37	20:28	21:15	22	07:24 (EW_06)	21:44	07:38 (EW_06)	21:32	20:29	19:24
39	08:20	07:32	06:32	06:24	05:31	07:00 (EW_06)	05:12	06:24 (EW_04_1)	05:34	07:08 (EW_06)	06:20	07:08
40	16:56	17:50	18:38	20:29	21:16	24	07:24 (EW_06)	21:45	07:38 (EW_06)	21:31	20:27	19:22
41	08:19	07:30	06:30	06:22	05:30	07:00 (EW_06)	05:12	06:24 (EW_04_1)	05:36	07:09 (EW_06)	06:22	07:10
42	16:58	17:52	18:40	20:31	21:18	25	07:25 (EW_06)	21:45	07:38 (EW_06)	21:30	20:26	19:21
43	08:18	07:28	06:27	06:20	05:29	06:59 (EW_06)	05:12	06:25 (EW_04_1)	05:37	07:10 (EW_06)	06:23	07:11
44	16:59	17:54	18:42	20:33	21:19	27	07:26 (EW_06)	21:45	07:34 (EW_06)	21:29	20:25	19:20
45	08:17	07:26	06:25	06:18	05:28	06:59 (EW_06)	05:12	06:25 (EW_04_1)	05:38	07:10 (EW_06)	06:25	07:13
46	17:01	17:56	18:43	20:34	21:20	28	07:27 (EW_06)	21:45	07:34 (EW_06)	21:27	20:23	19:18
47	08:16	07:24	06:23	06:16	05:26	06:58 (EW_06)	05:13	06:25 (EW_04_1)	05:40	07:11 (EW_06)	06:26	07:15
48	17:03	17:58	18:45	20:36	21:22	29	07:27 (EW_06)	21:46	07:34 (EW_06)	21:26	20:22	19:17
49	08:15	07:22	06:21	06:14	05:25	06:58 (EW_06)	05:13	06:26 (EW_04_1)	05:41	07:13 (EW_06)	06:28	07:16
50	17:04	17:59	18:47	20:38	21:23	30	07:28 (EW_06)	21:46	07:35 (EW_06)	21:25	20:21	19:16
51	08:13	07:20	06:18	06:12	05:24	06:58 (EW_06)	05:13	06:27 (EW_04_1)	05:42	07:14 (EW_06)	06:29	07:18
52	17:06	18:01	18:48	20:39	21:24	30	07:28 (EW_06)	21:46	07:35 (EW_06)	21:23	20:19	19:14
53	08:12	07:18	06:16	06:10	05:23	06:57 (EW_06)	05:14	06:27 (EW_04_1)	05:44	07:15 (EW_06)	06:31	07:19
54	17:08	18:03	18:50	20:41	21:25	32	07:29 (EW_06)	21:46	07:35 (EW_06)	21:22	20:18	19:13
55	08:11	07:16	06:14	06:08	05:22	06:57 (EW_06)	05:14	06:28 (EW_04_1)	05:45	07:19 (EW_06)	06:32	07:21
56	17:09	18:05	18:52	20:42	21:27	32	07:29 (EW_06)	21:45	07:36 (EW_06)	21:21	20:17	19:12
57	08:09		07:12	06:06	05:21	06:57 (EW_06)	05:15	06:29 (EW_04_1)	05:47	07:20 (EW_06)	06:34	07:23
58	17:11		19:53	20:44	21:28	32	07:29 (EW_06)	21:45	07:35 (EW_06)	21:19	20:15	19:10
59	08:08		07:09	06:04	05:20	06:57 (EW_06)	05:15	06:31 (EW_04_1)	05:48	07:21 (EW_06)	06:36	07:24
60	17:13		19:55	20:46	21:29	33	07:30 (EW_06)	21:45	07:36 (EW_06)	21:18	20:14	19:09
61	08:06		07:07	06:01	05:19	06:57 (EW_06)	05:15	07:36 (EW_06)	21:18	07:22 (EW_06)	06:37	07:26
62	17:15		19:57	20:48	21:30	33	07:30 (EW_06)	21:46	07:36 (EW_06)	21:16	20:12	19:05
63	Sonnenscheinstunden	263	280	367	414	481	494	498	451	380	333	270
64	astr.max.mögl.Beschattung					431	1159	818				248
65	Red.Sonnenscheinwahrsch.					0,44	0,38	0,46				
66	Reduktion Betriebsdauer					0,98	0,98	0,98				
67	Reduktion Windrichtung					0,68	0,68	0,68				
68	Gesamte Reduktion					0,29	0,25	0,31				
69	Met.wahrsch.Beschattung					127	293	253				

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

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



Projekt:

21-1-3007-001  
Krug Energie GmbH & Co. KG  
Dorfstraße 53  
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,  
Stadt Bad Berleburg, Kreis  
Siegen-Wittgenstein,  
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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



Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com  
Berechnet:  
25.06.2021 16:45/3.4.415

### SHADOW - Kalender

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung Schattenrezeptor: Lb07 - Laubroth, Meckhausen 5

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]

Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12

Betriebsdauer je Sektor

N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe

546 345 299 448 504 465 609 912 1.389 1.380 978 741 8.617

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar	Februar	März	April	May	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember					
1	08:30	08:05	07:13	07:05	06:02	06:56 (EW_04_1)	05:18	07:24 (EW_05_2)	05:16	07:35 (EW_05_2)	05:51	07:10 (EW_04_1)	06:39	07:43 (EW_06)	07:26	07:18	08:07
2	08:30	08:04	07:11	07:03	06:00	06:55 (EW_04_1)	05:17	07:25 (EW_05_2)	05:17	07:34 (EW_05_2)	05:52	07:08 (EW_04_1)	06:40	07:44 (EW_06)	07:27	07:19	08:08
3	08:30	08:02	07:09	07:00	05:58	06:55 (EW_04_1)	05:17	07:25 (EW_05_2)	05:17	07:34 (EW_05_2)	05:54	07:08 (EW_04_1)	06:42	07:45 (EW_06)	07:29	07:21	08:10
4	08:30	08:00	07:07	06:58	05:56	06:55 (EW_04_1)	05:16	07:26 (EW_05_2)	05:18	07:34 (EW_05_2)	05:55	07:06 (EW_04_1)	06:43	07:46 (EW_06)	07:31	07:23	08:11
5	08:30	07:59	07:05	06:56	05:55	06:55 (EW_04_1)	05:16	07:27 (EW_05_2)	05:18	07:33 (EW_05_2)	05:57	07:06 (EW_04_1)	06:45	07:48 (EW_06)	07:32	07:25	08:12
6	08:30	07:57	07:03	06:54	05:54	06:55 (EW_04_1)	05:15	07:28 (EW_05_2)	05:20	07:33 (EW_05_2)	05:58	07:05 (EW_04_1)	06:47	07:52 (EW_06)	07:34	07:26	08:13
7	08:29	07:56	07:01	06:52	05:52	06:56 (EW_04_1)	05:14	07:28 (EW_05_2)	05:20	07:33 (EW_05_2)	05:58	07:04 (EW_04_1)	06:48	07:51 (EW_06)	07:35	07:28	08:15
8	08:29	07:54	06:58	06:49	05:49	06:56 (EW_04_1)	05:14	07:28 (EW_05_2)	05:21	07:33 (EW_05_2)	06:01	07:04 (EW_04_1)	06:50	07:53 (EW_06)	07:37	07:30	08:16
9	08:28	07:52	06:56	06:47	05:48	06:56 (EW_04_1)	05:13	07:29 (EW_05_2)	05:22	07:33 (EW_05_2)	06:03	07:04 (EW_04_1)	06:51	07:56 (EW_06)	07:39	07:31	08:17
10	08:28	07:50	06:54	06:45	05:45	06:57 (EW_04_1)	05:13	07:29 (EW_05_2)	05:23	07:33 (EW_05_2)	06:04	07:04 (EW_04_1)	06:53	07:59 (EW_06)	07:40	07:33	08:18
11	08:27	07:49	06:52	06:43	05:43	06:58 (EW_04_1)	05:13	07:30 (EW_05_2)	05:24	07:33 (EW_05_2)	06:06	07:04 (EW_04_1)	06:54	07:57 (EW_06)	07:42	07:35	08:19
12	08:27	07:47	06:50	06:41	05:41	06:58 (EW_04_1)	05:12	07:30 (EW_05_2)	05:24	07:33 (EW_05_2)	06:07	07:04 (EW_04_1)	06:54	07:57 (EW_06)	07:42	07:35	08:19
13	08:26	07:45	06:47	06:38	05:40	06:58 (EW_04_1)	05:11	07:31 (EW_05_2)	05:26	07:33 (EW_05_2)	06:09	07:04 (EW_04_1)	06:57	07:57 (EW_06)	07:45	07:38	08:21
14	08:25	07:43	06:45	06:36	05:36	06:59 (EW_04_1)	05:10	07:31 (EW_05_2)	05:27	07:32 (EW_05_2)	06:11	07:05 (EW_04_1)	06:59	07:58 (EW_06)	07:47	07:40	08:22
15	08:25	07:41	06:43	06:34	05:34	06:59 (EW_04_1)	05:10	07:32 (EW_05_2)	05:28	07:32 (EW_05_2)	06:12	07:06 (EW_04_1)	07:01	07:59 (EW_06)	07:49	07:42	08:23
16	08:24	07:40	06:41	06:32	05:32	06:59 (EW_04_1)	05:10	07:32 (EW_05_2)	05:28	07:32 (EW_05_2)	06:14	07:06 (EW_04_1)	07:02	07:59 (EW_06)	07:50	07:43	08:24
17	08:23	07:38	06:39	06:30	05:30	06:59 (EW_04_1)	05:11	07:33 (EW_05_2)	05:29	07:33 (EW_05_2)	06:15	07:06 (EW_04_1)	07:03	07:59 (EW_06)	07:51	07:44	08:25
18	08:22	07:36	06:36	06:28	05:28	06:59 (EW_04_1)	05:11	07:33 (EW_05_2)	05:30	07:33 (EW_05_2)	06:17	07:06 (EW_04_1)	07:04	07:59 (EW_06)	07:52	07:45	08:25
19	08:21	07:34	06:34	06:26	05:26	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:31	07:33 (EW_05_2)	06:18	07:06 (EW_04_1)	07:05	07:59 (EW_06)	07:53	07:46	08:26
20	08:20	07:32	06:32	06:24	05:24	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:32	07:33 (EW_05_2)	06:19	07:06 (EW_04_1)	07:06	07:59 (EW_06)	07:54	07:47	08:27
21	08:19	07:30	06:30	06:22	05:22	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:33	07:33 (EW_05_2)	06:20	07:06 (EW_04_1)	07:07	07:59 (EW_06)	07:55	07:48	08:28
22	08:18	07:28	06:27	06:20	05:20	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:34	07:33 (EW_05_2)	06:21	07:06 (EW_04_1)	07:08	07:59 (EW_06)	07:56	07:49	08:29
23	08:17	07:26	06:25	06:18	05:18	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:35	07:33 (EW_05_2)	06:22	07:06 (EW_04_1)	07:09	07:59 (EW_06)	07:57	07:50	08:30
24	08:16	07:24	06:23	06:16	05:16	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:36	07:33 (EW_05_2)	06:23	07:06 (EW_04_1)	07:10	07:59 (EW_06)	07:58	07:52	08:31
25	08:15	07:22	06:21	06:14	05:14	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:37	07:33 (EW_05_2)	06:24	07:06 (EW_04_1)	07:11	07:59 (EW_06)	07:59	07:53	08:32
26	08:14	07:20	06:19	06:12	05:12	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:38	07:33 (EW_05_2)	06:25	07:06 (EW_04_1)	07:12	07:59 (EW_06)	07:59	07:50	08:33
27	08:13	07:18	06:16	06:10	05:10	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:39	07:33 (EW_05_2)	06:26	07:06 (EW_04_1)	07:13	07:59 (EW_06)	07:59	07:51	08:34
28	08:12	07:16	06:14	06:08	05:08	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:40	07:33 (EW_05_2)	06:27	07:06 (EW_04_1)	07:14	07:59 (EW_06)	07:59	07:52	08:35
29	08:11	07:14	06:12	06:06	05:06	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:41	07:33 (EW_05_2)	06:28	07:06 (EW_04_1)	07:15	07:59 (EW_06)	07:59	07:53	08:36
30	08:10	07:12	06:10	06:04	05:04	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:42	07:33 (EW_05_2)	06:29	07:06 (EW_04_1)	07:16	07:59 (EW_06)	07:59	07:54	08:37
31	08:09	07:10	06:08	06:02	05:02	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:43	07:33 (EW_05_2)	06:30	07:06 (EW_04_1)	07:17	07:59 (EW_06)	07:59	07:56	08:38
32	08:08	07:09	06:06	06:00	05:00	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:44	07:33 (EW_05_2)	06:31	07:06 (EW_04_1)	07:18	07:59 (EW_06)	07:59	07:57	08:39
33	08:07	07:07	06:04	06:00	05:00	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:45	07:33 (EW_05_2)	06:32	07:06 (EW_04_1)	07:19	07:59 (EW_06)	07:59	07:58	08:40
34	08:07	07:07	06:04	06:00	05:00	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:46	07:33 (EW_05_2)	06:33	07:06 (EW_04_1)	07:20	07:59 (EW_06)	07:59	07:58	08:41
35	08:07	07:07	06:04	06:00	05:00	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:47	07:33 (EW_05_2)	06:34	07:06 (EW_04_1)	07:21	07:59 (EW_06)	07:59	07:58	08:42
36	08:07	07:07	06:04	06:00	05:00	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:48	07:33 (EW_05_2)	06:35	07:06 (EW_04_1)	07:22	07:59 (EW_06)	07:59	07:58	08:43
37	08:07	07:07	06:04	06:00	05:00	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:49	07:33 (EW_05_2)	06:36	07:06 (EW_04_1)	07:23	07:59 (EW_06)	07:59	07:58	08:44
38	08:07	07:07	06:04	06:00	05:00	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:50	07:33 (EW_05_2)	06:37	07:06 (EW_04_1)	07:24	07:59 (EW_06)	07:59	07:58	08:45
39	08:07	07:07	06:04	06:00	05:00	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:51	07:33 (EW_05_2)	06:38	07:06 (EW_04_1)	07:25	07:59 (EW_06)	07:59	07:58	08:46
40	08:07	07:07	06:04	06:00	05:00	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:52	07:33 (EW_05_2)	06:39	07:06 (EW_04_1)	07:26	07:59 (EW_06)	07:59	07:58	08:47
41	08:07	07:07	06:04	06:00	05:00	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:53	07:33 (EW_05_2)	06:40	07:06 (EW_04_1)	07:27	07:59 (EW_06)	07:59	07:58	08:48
42	08:07	07:07	06:04	06:00	05:00	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:54	07:33 (EW_05_2)	06:41	07:06 (EW_04_1)	07:28	07:59 (EW_06)	07:59	07:58	08:49
43	08:07	07:07	06:04	06:00	05:00	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:55	07:33 (EW_05_2)	06:42	07:06 (EW_04_1)	07:29	07:59 (EW_06)	07:59	07:58	08:50
44	08:07	07:07	06:04	06:00	05:00	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:56	07:33 (EW_05_2)	06:43	07:06 (EW_04_1)	07:30	07:59 (EW_06)	07:59	07:58	08:51
45	08:07	07:07	06:04	06:00	05:00	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:57	07:33 (EW_05_2)	06:44	07:06 (EW_04_1)	07:31	07:59 (EW_06)	07:59	07:58	08:52
46	08:07	07:07	06:04	06:00	05:00	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:58	07:33 (EW_05_2)	06:45	07:06 (EW_04_1)	07:32	07:59 (EW_06)	07:59	07:58	08:53
47	08:07	07:07	06:04	06:00	05:00	06:59 (EW_04_1)	05:12	07:33 (EW_05_2)	05:59	07:33 (EW_05_2)	06:46	07:06 (EW_04_1)	07:33	07:59 (EW_06)	07:59	07:58	08:54
48	08:07	07:07	06:04	06:00	05:00	06:59 (EW_0											

Projekt:

21-1-3007-001
Krug Energie GmbH & Co. KG
Dorfstraße 53
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,
Stadt Bad Berleburg, Kreis
Siegen-Wittgenstein,
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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



Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com
Berechnet:
25.06.2021 16:45/3.4.415

SHADOW - Kalender

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung Schattenrezeptor: Lb08 - Laubroth, Hof Bilsterbach 1
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs: Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
546 345 299 448 504 465 609 912 1.389 1.380 978 741 8.617
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Table with columns for months (Januar to November) and rows for each day of the month, containing solar radiation and shadow data.

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

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

Projekt:

21-1-3007-001  
 Krug Energie GmbH & Co. KG  
 Dorfstraße 53  
 35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,  
 Stadt Bad Berleburg, Kreis  
 Siegen-Wittgenstein,  
 Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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



Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com  
 Berechnet:  
 25.06.2021 16:45/3.4.415

### SHADOW - Kalender

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung Schattenrezeptor: Lb09 - Laubroth, Meckhausen 1

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GIESSEN]

Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
 1,28 2,77 3,62 5,55 6,87 6,24 7,46 6,68 4,78 2,83 1,59 1,12

Betriebsdauer je Sektor

N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe

546 345 299 448 504 465 609 912 1.389 1.380 978 741 8.617

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1 08:30	08:05	07:13									
16:30	17:16	18:06									
2 08:30	08:04	07:11									
16:31	17:18	18:08									
3 08:30	08:02	07:07									
16:30	17:20	18:10									
4 08:30	08:01	07:09									
16:33	17:22	18:12									
5 08:30	07:59	07:05									
16:35	17:24	18:13									
6 08:30	07:57	07:03									
16:36	17:25	18:15									
7 08:29	07:56	07:01									
16:37	17:27	18:17									
8 08:29	07:54	06:58									
16:38	17:29	18:18									
9 08:28	07:52	06:56									
16:40	17:31	18:20									
10 08:28	07:51	06:54									
16:41	17:33	18:22									
11 08:27	07:49	06:52									
16:42	17:34	18:23									
12 08:27	07:47	06:50									
16:44	17:36	18:25									
13 08:26	07:45	06:47									
16:45	17:38	18:27									
14 08:25	07:43	06:45									
16:47	17:40	18:29									
15 08:25	07:41	06:43									
16:48	17:42	18:30									
16 08:24	07:40	06:41									
16:50	17:43	18:32									
17 08:23	07:38	06:39									
16:51	17:45	18:34									
18 08:22	07:36	06:36									
16:53	17:47	18:35									
19 08:21	07:34	06:34									
16:54	17:49	18:37									
20 08:20	07:32	06:32									
16:56	17:51	18:39									
21 08:19	07:30	06:30									
16:58	17:52	18:40									
22 08:18	07:28	06:27									
16:59	17:54	18:42									
23 08:17	07:26	06:25									
17:01	17:56	18:44									
24 08:16	07:24	06:23									
17:03	17:58	18:45									
25 08:15	07:22	06:21									
17:04	17:59	18:47									
26 08:13	07:20	06:18									
17:06	18:01	18:48									
27 08:12	07:18	06:16									
17:08	18:03	18:50									
28 08:11	07:16	06:14									
17:09	18:05	18:52									
29 08:09	07:12	06:10									
17:11	18:07	18:54									
30 08:08	07:09	06:07									
17:13	18:09	18:55									
31 08:07	07:07	06:05									
17:15	18:11	18:57									
Sonnenscheinstunden	263	280	367	414	481	494	498	451	380	333	269
astr. max. mögl. Beschattung	0,31	0,31	0,31	0,31	0,44	0,38	0,46	0,36	0,28	0,26	0,26
Reduktion Betriebsdauer	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Reduktion Windrichtung	0,65	0,65	0,65	0,65	0,69	0,69	0,68	0,65	0,64	0,64	0,64
Gesamte Reduktion	0,19	0,19	0,19	0,19	0,30	0,26	0,31	0,31	0,24	0,24	0,17
Met. wahrsch. Beschattung	111	111	111	146	184	173	174	122	164	164	110

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)    Schattenuntergang (SS:MM)    Minuten mit Schatten    Zeitpunkt (SS:MM)    Schattendecke (WEA mit letztem Schatten)





Projekt:  
 21-1-3007-001  
 Krug Energie GmbH & Co. KG  
 Dorfstraße 53  
 35117 Münchhausen

Beschreibung:  
 Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,  
 Stadt Bad Berleburg, Kreis  
 Siegen-Wittgenstein,  
 Nordrhein-Westfalen

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

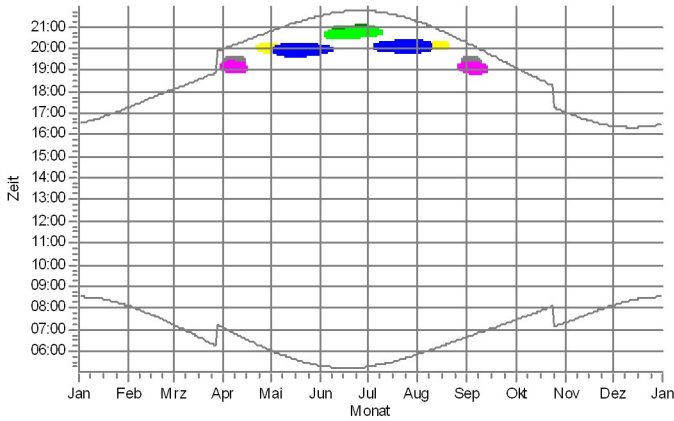


Berechnet:  
 25.06.2021 16:45/3.4.415

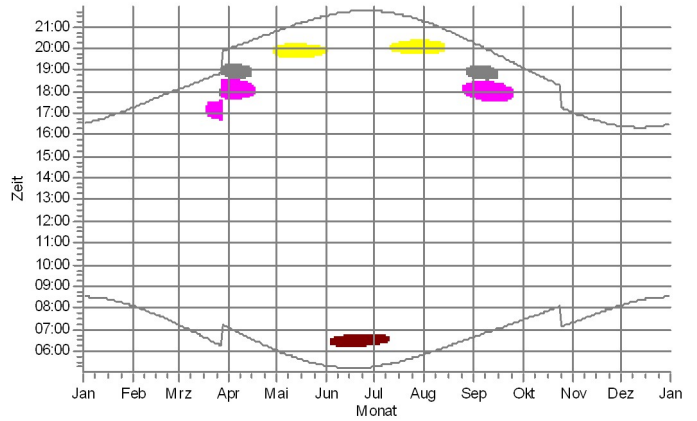
### SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung

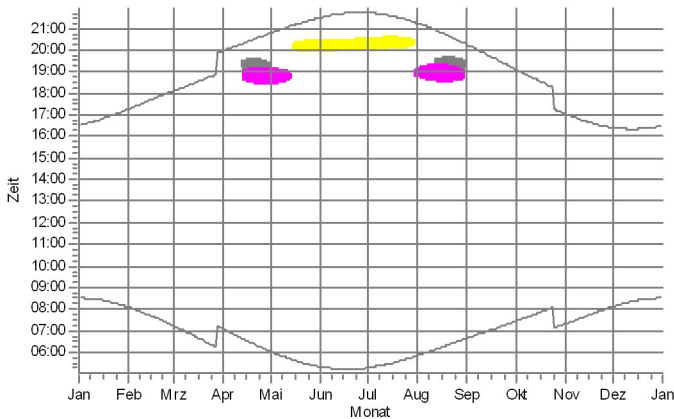
Af01: Arfeld, Am Heller 1



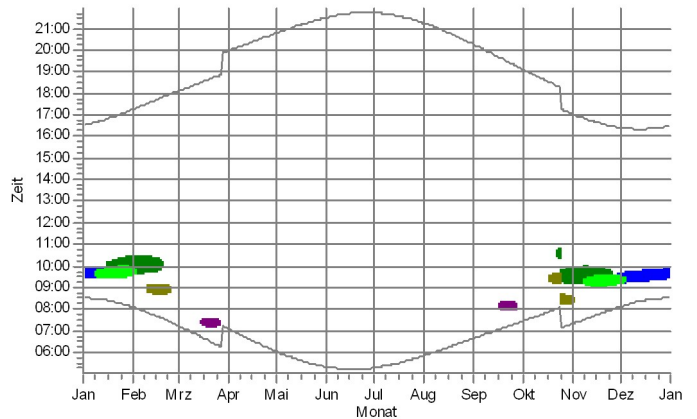
Af02: Arfeld, Arfetalstraße 43



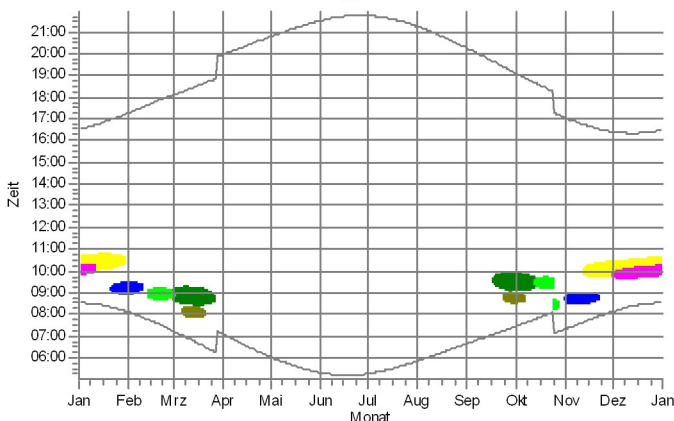
Af03: Arfeld, Arfetalstraße 56



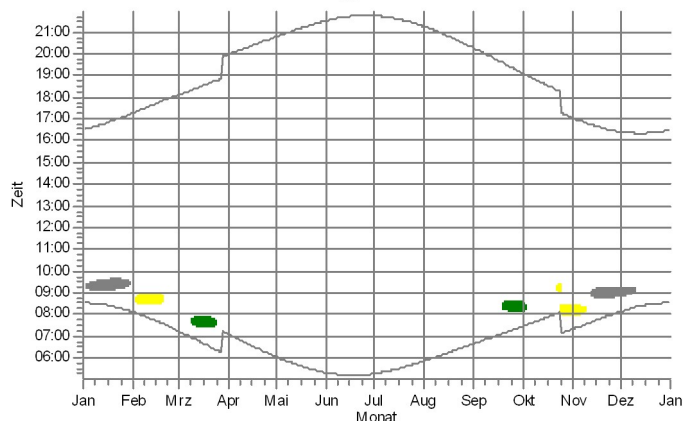
Bb01: Bad Berleburg, Hof Steinbach 1



Bb02: Bad Berleburg, Hof Steinbach 2



Bb04: Bad Berleburg, Emil-Wolff-Str. 94



WEA

- EW\_02: VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 IO! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (26)
- EW\_03: VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 IO! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (27)
- EW\_04\_1: VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 IO! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (28)
- EW\_05\_2: VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 IO! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (29)
- EW\_06: VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 IO! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (30)

- EW\_09\_1: VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 IO! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (34)
- ED\_01: VESTAS V126-3.6 HTq 3600 126.0 IO! NH: 137,0 m (Ges:200,0 m) (1)
- ED\_02: VESTAS V126-3.6 HTq 3600 126.0 IO! NH: 137,0 m (Ges:200,0 m) (2)
- ED\_03: VESTAS V126-3.6 HTq 3600 126.0 IO! NH: 137,0 m (Ges:200,0 m) (3)

Projekt:  
 21-1-3007-001  
 Krug Energie GmbH & Co. KG  
 Dorfstraße 53  
 35117 Münchhausen

Beschreibung:  
 Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,  
 Stadt Bad Berleburg, Kreis  
 Siegen-Wittgenstein,  
 Nordrhein-Westfalen

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

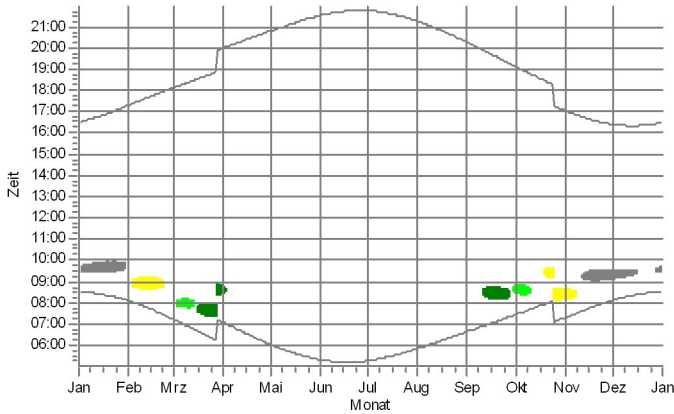


-  
 Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com  
 Berechnet:  
 25.06.2021 16:45/3.4.415

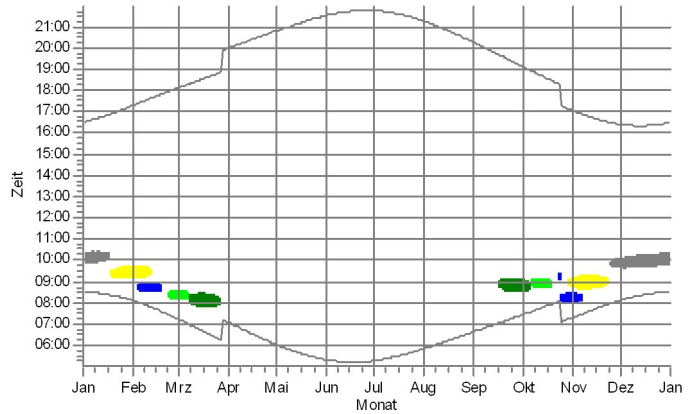
### SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Schatten Gesambelastung

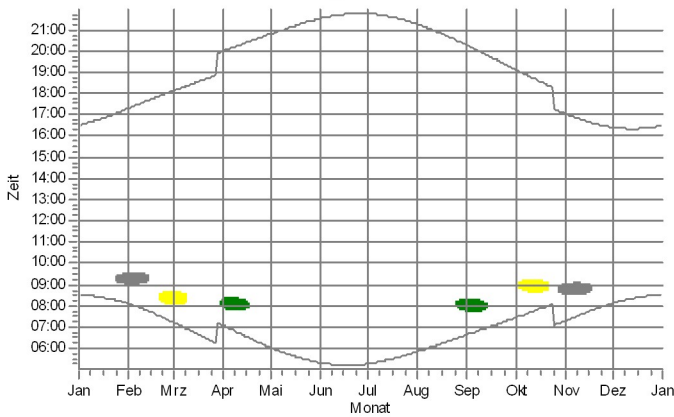
Bb05: Bad Berleburg, Hinter der Lenne 2



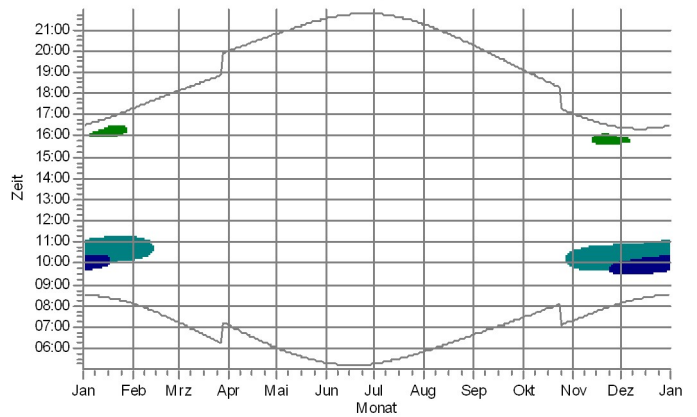
Bb06: Bad Berleburg, Hof Lützelsbach 1



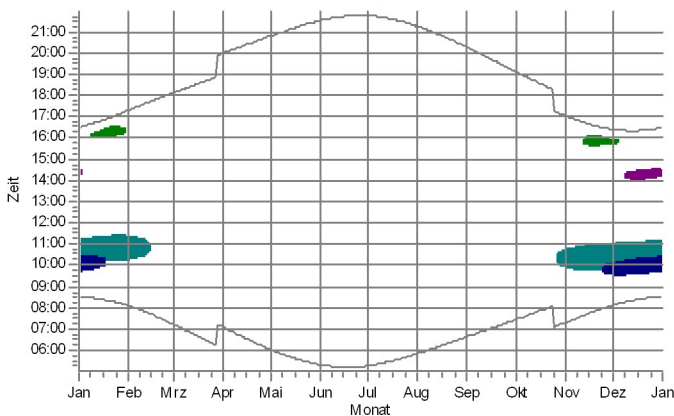
Bb07: Bad Berleburg, Hinter der Lenne 1



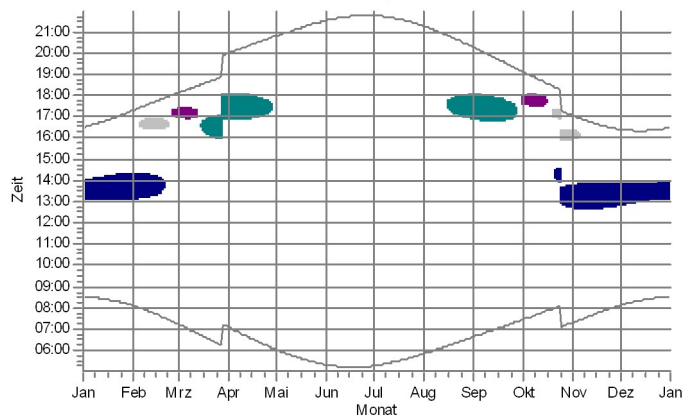
Ch01: Christianseck, Brücher 1



Ch02: Christianseck, Brücher 2



Ch03: Christianseck, Hainhof 2



WEA

- EW\_02: VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (26)
- EW\_03: VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (27)
- EW\_04\_1: VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (28)
- EW\_05\_2: VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (29)
- EW\_07: VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (31)

- EW\_08\_1: VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (33)
- ED\_01: VESTAS V126-3.6 HTq 3600 126.0 !O! NH: 137,0 m (Ges:200,0 m) (1)
- ED\_03: VESTAS V126-3.6 HTq 3600 126.0 !O! NH: 137,0 m (Ges:200,0 m) (3)
- ED\_04: VESTAS V126-3.6 HTq 3600 126.0 !O! NH: 137,0 m (Ges:200,0 m) (4)

Projekt:  
 21-1-3007-001  
 Krug Energie GmbH & Co. KG  
 Dorfstraße 53  
 35117 Münchhausen

Beschreibung:  
 Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,  
 Stadt Bad Berleburg, Kreis  
 Siegen-Wittgenstein,  
 Nordrhein-Westfalen

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

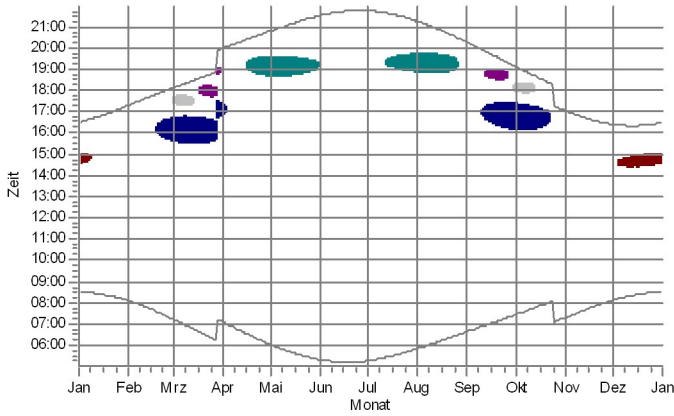


-  
 Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com  
 Berechnet:  
 25.06.2021 16:45/3.4.415

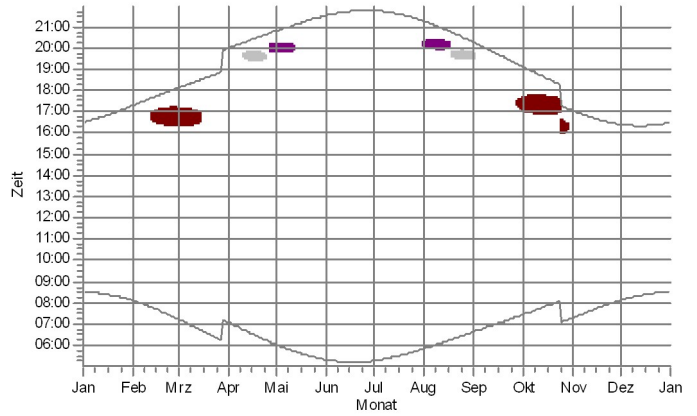
### SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Schatten Gesambelastung

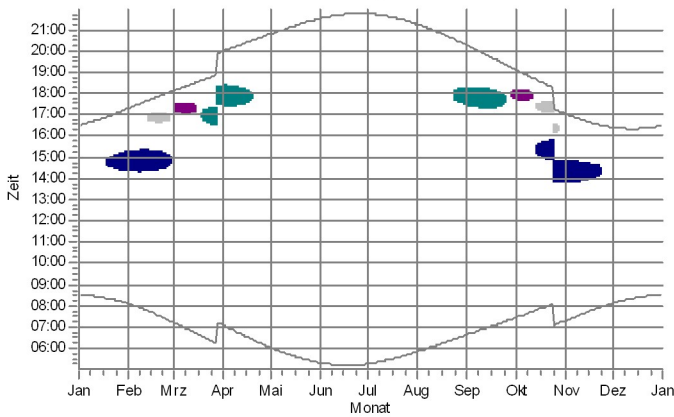
Ch04: Christianseck, Hainhof 1



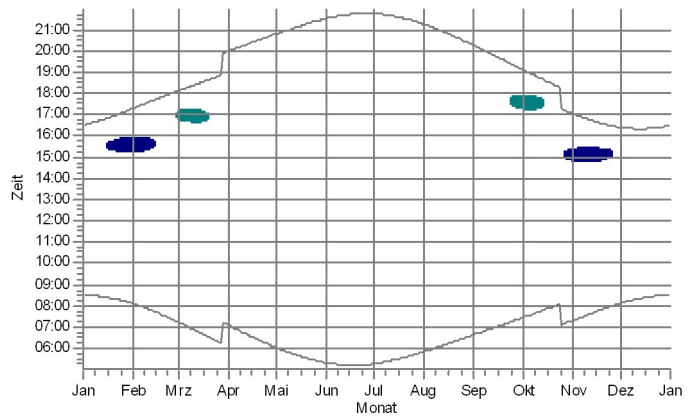
Ch05: Christianseck, Haingraben 3



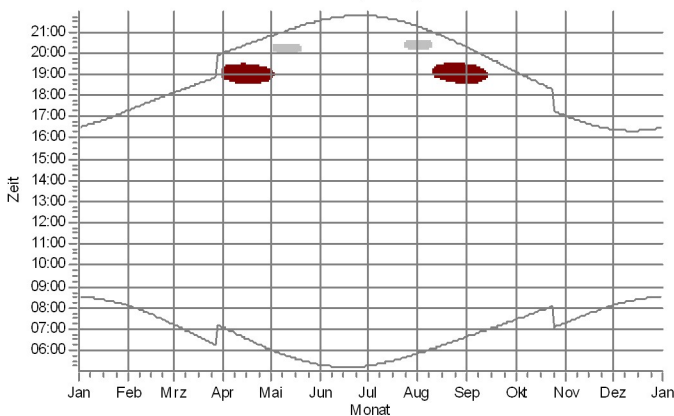
Ch06: Christianseck, Hainhof 3



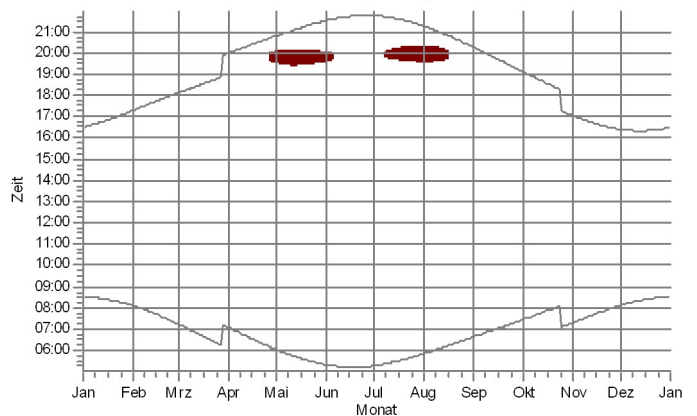
Ch07: Christianseck, Schlade 1



Ch08: Christianseck, Haingraben 2



Ch09: Christianseck, Haingraben 1



WEA

- EW\_07: VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (31)
- EW\_08\_1: VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (33)
- EW\_09\_1: VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (34)

- ED\_03: VESTAS V126-3.6 HTq 3600 126.0 !O! NH: 137,0 m (Ges:200,0 m) (3)
- ED\_04: VESTAS V126-3.6 HTq 3600 126.0 !O! NH: 137,0 m (Ges:200,0 m) (4)



Projekt:  
 21-1-3007-001  
 Krug Energie GmbH & Co. KG  
 Dorfstraße 53  
 35117 Münchhausen

Beschreibung:  
 Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,  
 Stadt Bad Berleburg, Kreis  
 Siegen-Wittgenstein,  
 Nordrhein-Westfalen

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

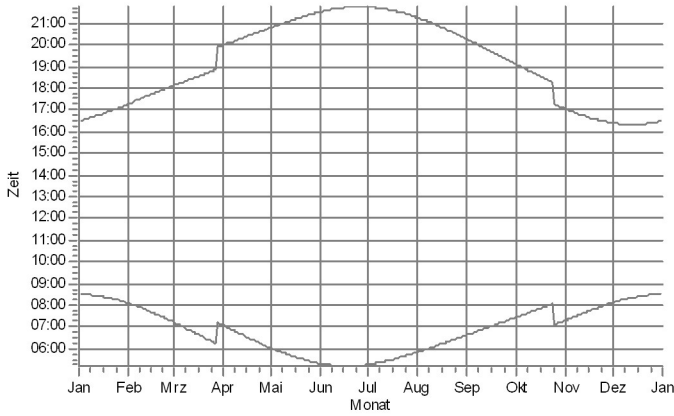


-  
 Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com  
 Berechnet:  
 25.06.2021 16:45/3.4.415

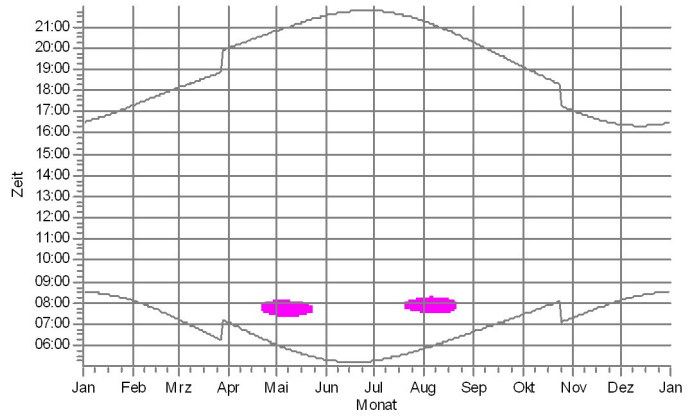
## SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung

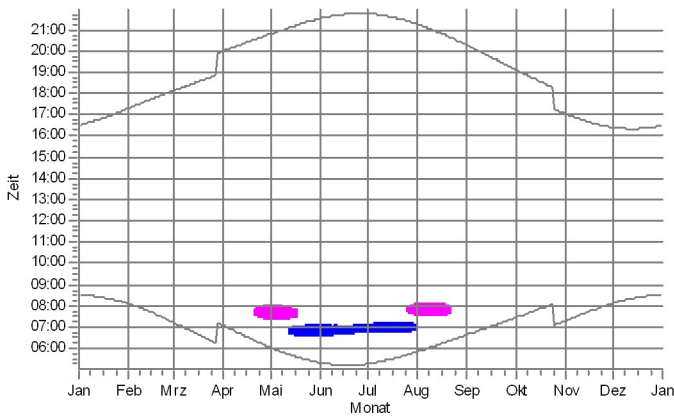
Ef01: Elsoff, Im Grund 1



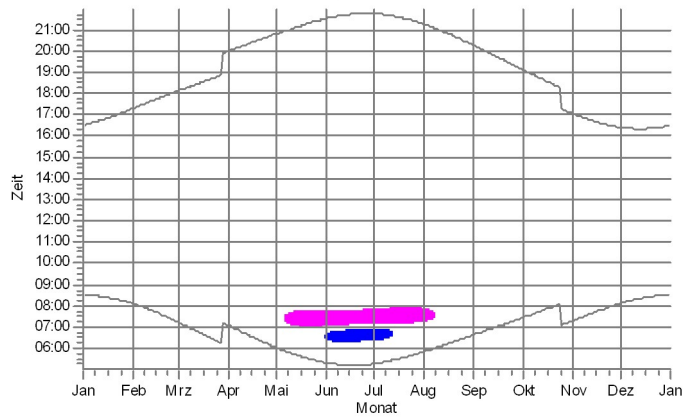
Lb02: Laubroth, Zum Ederblick 4



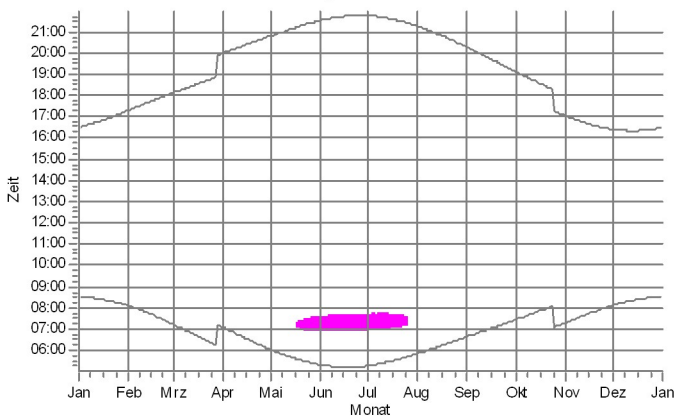
Lb03: Laubroth, Meckhausen 6



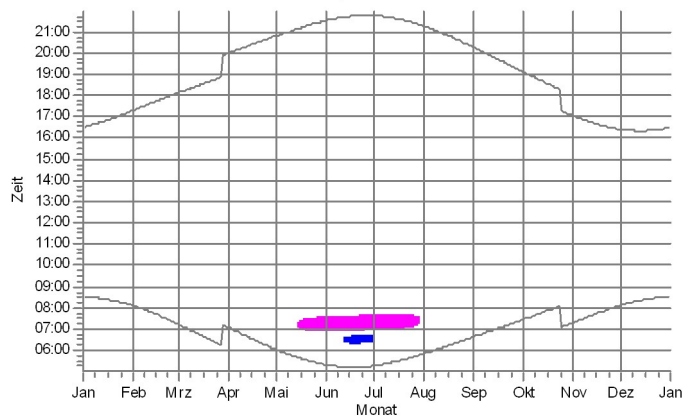
Lb04: Laubroth, Zum Ederblick 6



Lb05: Laubroth, Zum Ederblick 2



Lb06: Laubroth, Meckhausen 3



WEA

EW\_04\_1: VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 IO! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (28)

EW\_06: VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 IO! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (30)

Projekt:

21-1-3007-001  
Krug Energie GmbH & Co. KG  
Dorfstraße 53  
35117 Münchhausen

Beschreibung:

Windpark Bad Berleburg-Ohrenbach,  
Stadt Bad Berleburg, Kreis  
Siegen-Wittgenstein,  
Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

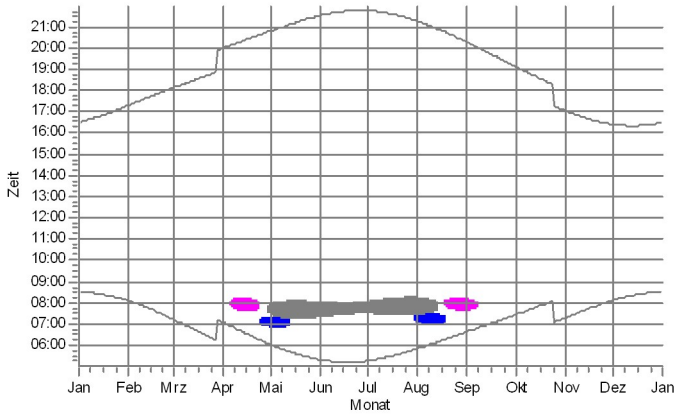


-  
Raffael Herth / raffael.herth@ramboll.com  
Berechnet:  
25.06.2021 16:45/3.4.415

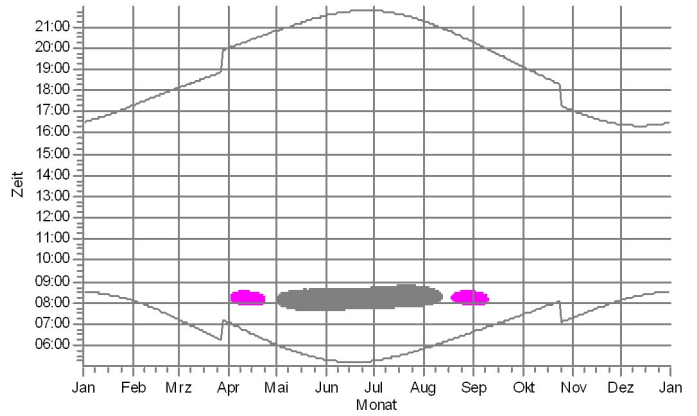
## SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Schatten Gesamtbelastung

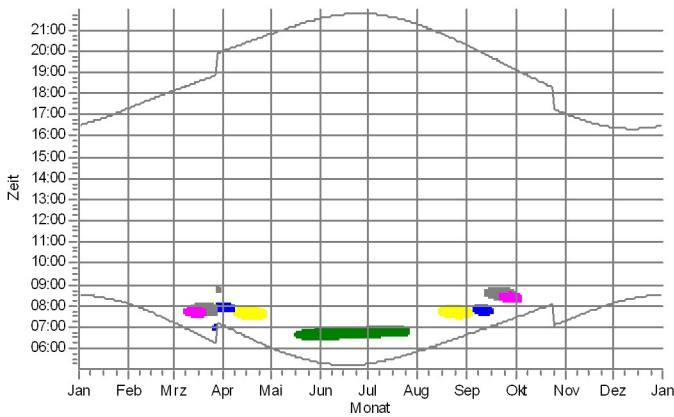
Lb07: Laubroth, Meckhausen 5



Lb08: Laubroth, Hof Bilsterbach 1



Lb09: Laubroth, Meckhausen 1



WEA

- EW\_02: VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (26)
- EW\_03: VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (27)
- EW\_04\_1: VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (28)

- EW\_05\_2: VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (29)
- EW\_06: VESTAS V162-5.6/6.0 6000 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (30)

## Anhang: Akkreditierung



### Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

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

## Akkreditierung



Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH bestätigt hiermit, dass das Prüflaboratorien

**Ramboll Deutschland GmbH**  
**Onshore Wind**

mit den Standorten

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

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

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

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

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

Berlin, 01.12.2020

Im Auftrag Dr. Heike Manke  
Abteilungsleiterin

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

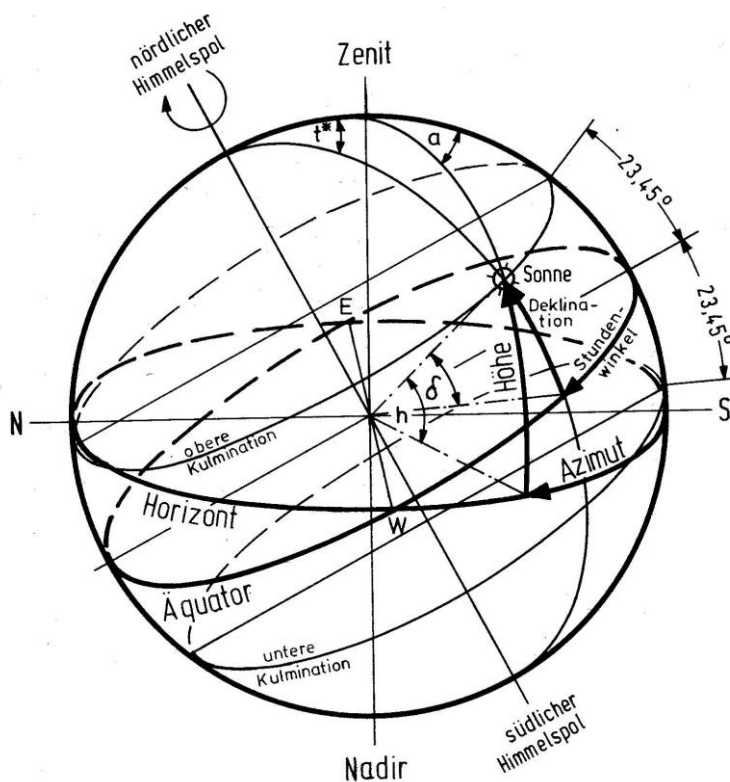
Siehe Hinweise auf der Rückseite



# Theoretische Grundlagen

## 1 Sonnenstand

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



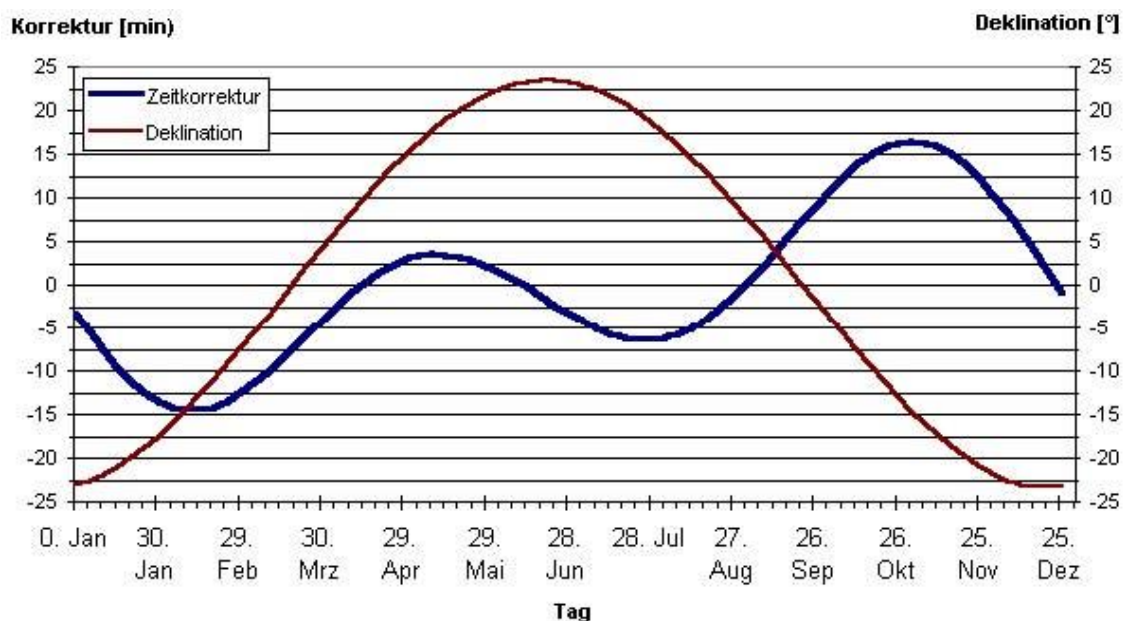
**Abbildung 1: Winkelzusammenhänge des Sonnenstands an einem Betrachtungspunkt**

Mit diesen Daten werden die Deklination  $\delta$ , der Stundenwinkel  $\omega$ , die Sonnenhöhe  $h$ , der Azimut  $\gamma$  sowie der Sonnenauf- und -untergang  $t_a$  und  $t_u$  berechnet. Die Begriffe bedeuten:

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

- **Stundenwinkel  $\omega$ :** Winkel zwischen dem Sonnenhöchststand und der aktuellen Sonneneinstrahlung.
- **Azimut  $\gamma$ :** 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.

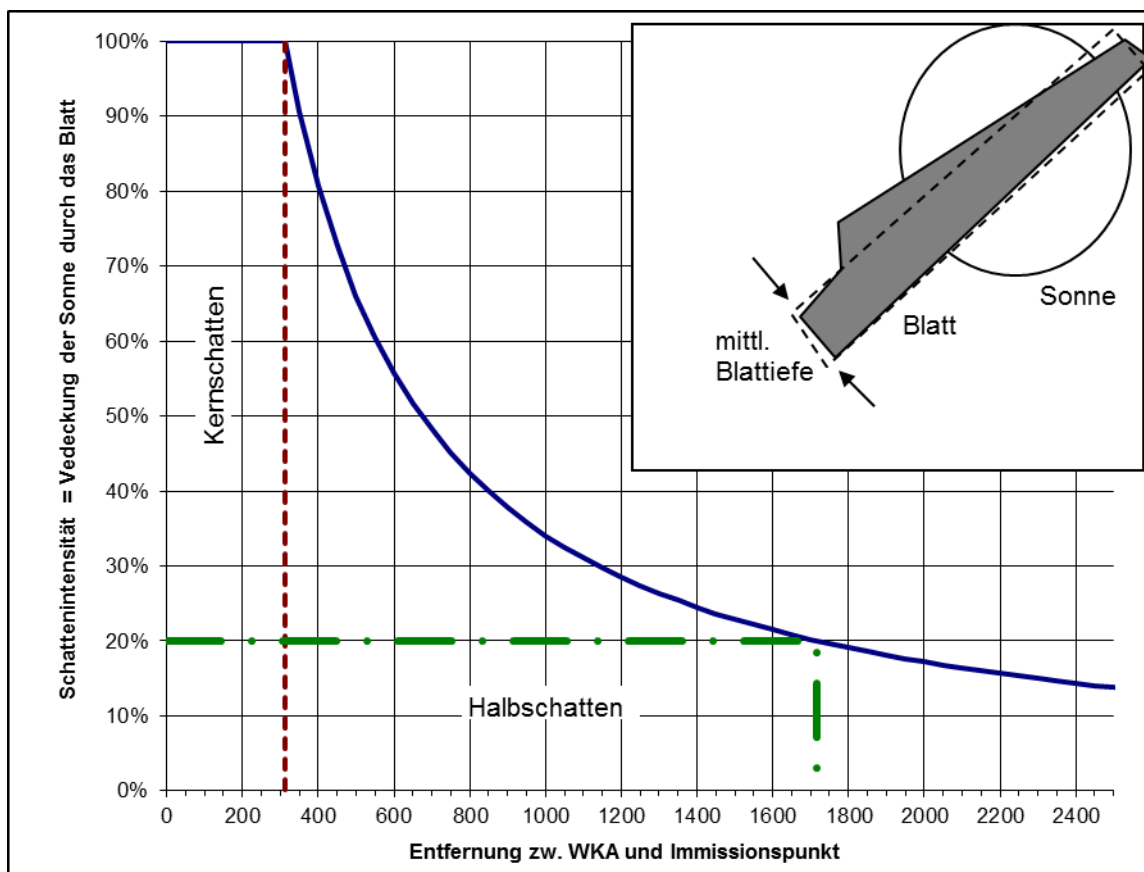
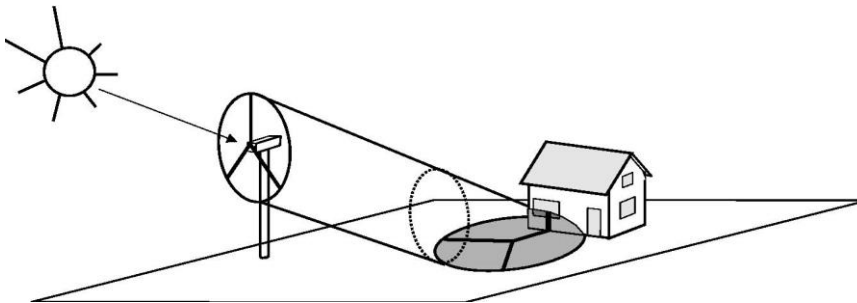


Abbildung 3: Schattenintensität in Abhängigkeit von Rotorblatttiefe und Entfernung

## 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)



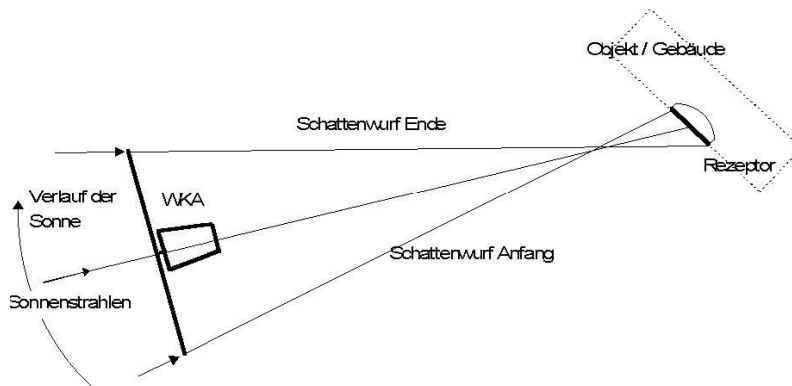
**Abbildung 4: Schattenwurf des Rotors**

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



eine wesentliche Reduktion der Beeinträchtigung zu erwarten ist.



**Abbildung 5: Schattenbeziehung WEA – Gebäude (Draufsicht)**

## 2.3 Richtlinien

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

- Die Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer (worst case) an einem Immissionsort darf maximal 30 Stunden im Jahr und maximal 30 Minuten am Tag betragen.
- Ein Schattenwurf bei einem Sonnenstand unter  $3^\circ$  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 Schattenwurfrihtungsbeziehung (WEA - Immissionspunkt) einem Windrichtungssektor zugeordnet. Gegenüberliegende Sektoren (Luv oder Lee von der Sonne angestrahlt) werden dabei in gleicher Weise berücksichtigt. Durch die Schrägstellung der Rotorebene verkleinern sich der Schattenwurfkegel und somit auch die Zeitpunkte des Schattenanfangs und des Schattenedes, also die Dauer des Schattenwurfs auf den Immissionspunkt.

### **2.4.3 Schattenwurf nur bei Betrieb der Anlage**

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

### 3 Literaturverzeichnis

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