

Schattenwurfprognose für  
sieben Windenergieanlagen  
am Standort  
**Niedermarpe-Hülsenberg**  
(Nordrhein-Westfalen)

Datum: 21.03.2024

Bericht Nr. 23-1-3188-000-SBe

Auftraggeber:

Energieplan Ost West GmbH & Co.KG

Graf-Zeppelin-Str. 69 | 33181 Bad Wünnenberg

Auftragsnummer: 352006630

Bearbeiter:

Ramboll Deutschland GmbH

Jeany Behrens M.Sc.

Elisabeth-Consbruch-Straße 3

DE-34131 Kassel

Tel 0561 / 288 573-0

Die vorliegende Schattenwurfprognose für den Standort Niedermarpe-Hülsenberg (Nordrhein-Westfalen) wurde der Ramboll Deutschland GmbH im November 2023 von der Energieplan Ost West GmbH & Co.KG in Auftrag gegeben. Die Ramboll Deutschland GmbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 [1] u. a. für die Erstellung von Schattenwurfprognosen akkreditiert. Die firmenintern verwendeten Berechnungsverfahren gemäß den zuvor genannten Anforderungen sind in der Ramboll-Qualitätsmanagement Prozessbeschreibung „Schatten“ festgelegt und dokumentiert.

Die Ergebnisse basieren auf Berechnungen nach den Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [2] 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 [3] 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
000	21.03.2024	J. Behrens	Planung von sieben WEA des Typs Enercon E-175 EP5

Kassel, 21.03.2024



Jeany Behrens, M.Sc.  
(Bearbeiter)



Nils Fischer, M.Sc.  
(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	11
	2.4 Windenergieanlagen	11
<b>3</b>	<b>Schattenwurfberechnungen</b>	<b>13</b>
	3.1 Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer	13
	3.2 Meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer	15
<b>4</b>	<b>Bewertung der Ergebnisse</b>	<b>18</b>
	4.1 Beurteilung der Berechnungen	18
	4.2 Hinweise zur Abschaltautomatik	18
	4.3 Genauigkeit der Prognose	19
<b>5</b>	<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>Anhang</b>	<b>21</b>

# 1 Zusammenfassung

Am Windparkstandort Niedermarpe-Hülsenberg wurden für 46 Immissionsorte (IO) die Beschattungsdauern durch sieben neu geplante Windenergieanlagen (WEA) des Typs Enercon E-175 EP5 mit 162 m Nabenhöhe sowie 28 Vorbelastungs-WEA entsprechend den WKA-Schattenwurfhinweisen [2] 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 schattenwurfbegrenzende Maßnahmen an 38 Immissionsorten überschritten (siehe Kapitel 3). Die WKA-Schattenwurfhinweise [2] sehen für diesen Fall vor, dass der Schattenwurf der WEA, die eine (weitere) Überschreitung verursachen, mittels einer Abschaltautomatik entsprechend den Richtwerten begrenzt wird. Im vorliegenden Fall betrifft dies alle geplanten WEA (WEA1-WEA7).**

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 Niedermarpe-Hülsenberg sieben Windenergieanlagen (WEA) des Typs Enercon E-175 EP5 mit 162 m Nabenhöhe zu errichten (siehe Tabelle 1).

**Tabelle 1: Kenndaten der geplanten WEA**

WEA	WEA Hersteller / Typ	Nabenhöhe	Ost	Nord
		[m]	[UTM 32 ETRS89]	
<b>WEA1</b>	Enercon E-175 EP5	162	439.304	5.674.068
<b>WEA2</b>	Enercon E-175 EP5	162	438.974	5.673.749
<b>WEA3</b>	Enercon E-175 EP5	162	438.715	5.673.222
<b>WEA4</b>	Enercon E-175 EP5	162	438.101	5.672.968
<b>WEA5</b>	Enercon E-175 EP5	162	439.314	5.674.557
<b>WEA6</b>	Enercon E-175 EP5	162	438.805	5.674.114
<b>WEA7</b>	Enercon E-175 EP5	162	438.278	5.673.414

In der Nähe des geplanten Standorts existieren bereits 28 weitere WEA bzw. befinden sich in einem fortgeschrittenen Planungsstadium. Diese werden als Vorbelastungen untersucht und werden im folgenden Text als „Vorbelastung“ oder „VB“ bezeichnet (siehe 2.4).

Es sollen die Immissionen durch periodischen Schattenwurf der Windenergieanlagen nach den Grundlagen der WKA-Schattenwurfhinweise [2] an der umliegenden Bebauung berechnet werden.

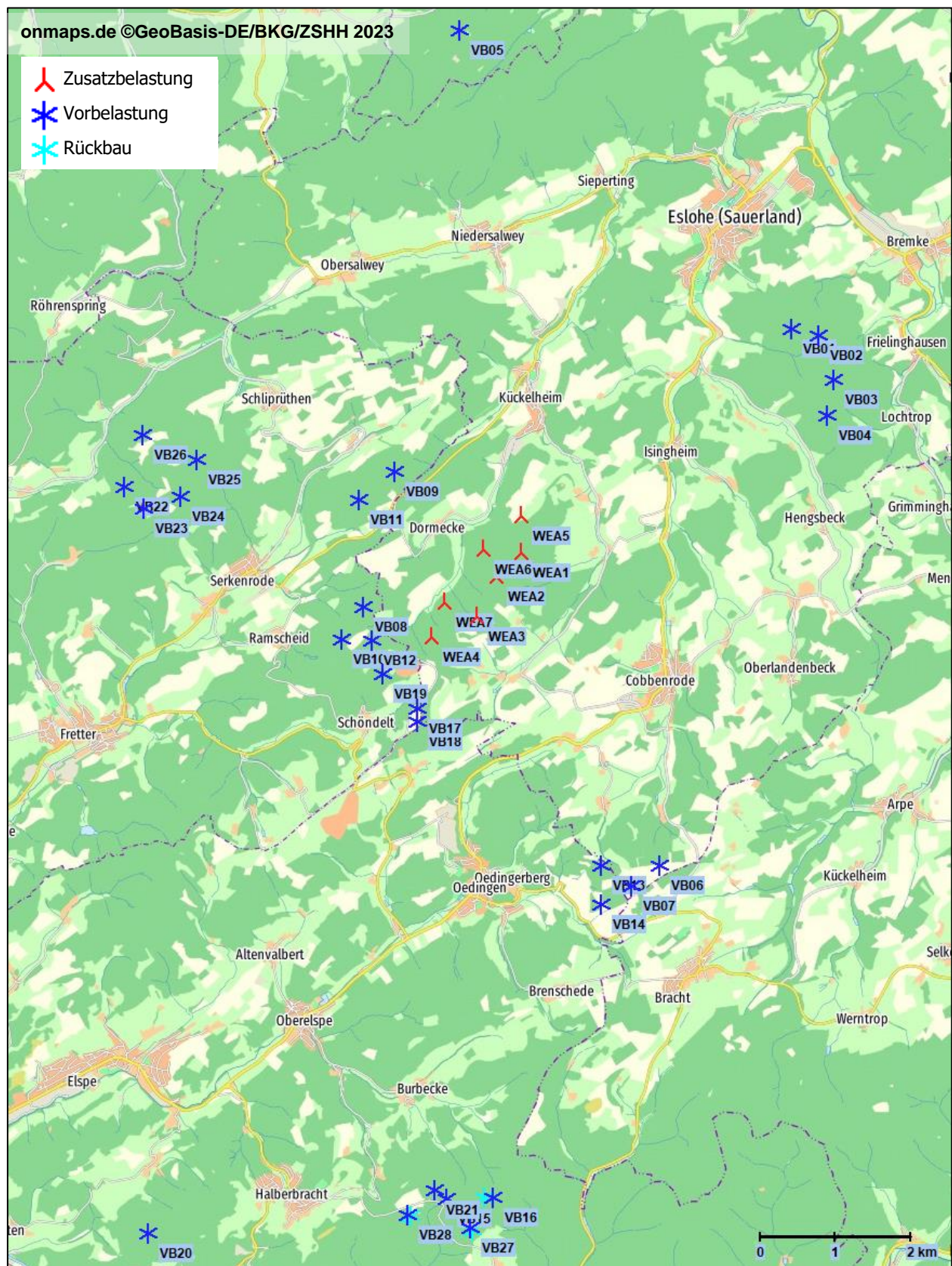


Abbildung 1: Übersichtskarte

Grundlage der Berechnung sind die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Daten der geplanten WEA (Typ, Nabenhöhe, Koordinaten) sowie die bei der Standortbesichtigung am 07.03.2024 erhobenen Daten über relevante Immissionsorte und deren Umgebung. Das Höhenrelief wurde dem DGM 5 Nordrhein-Westfalen entnommen. Die Berechnung wurde mit der Software windPRO, Modul SHADOW [3] durchgeführt. Grundlagen zur Berechnung finden sich im Anhang.

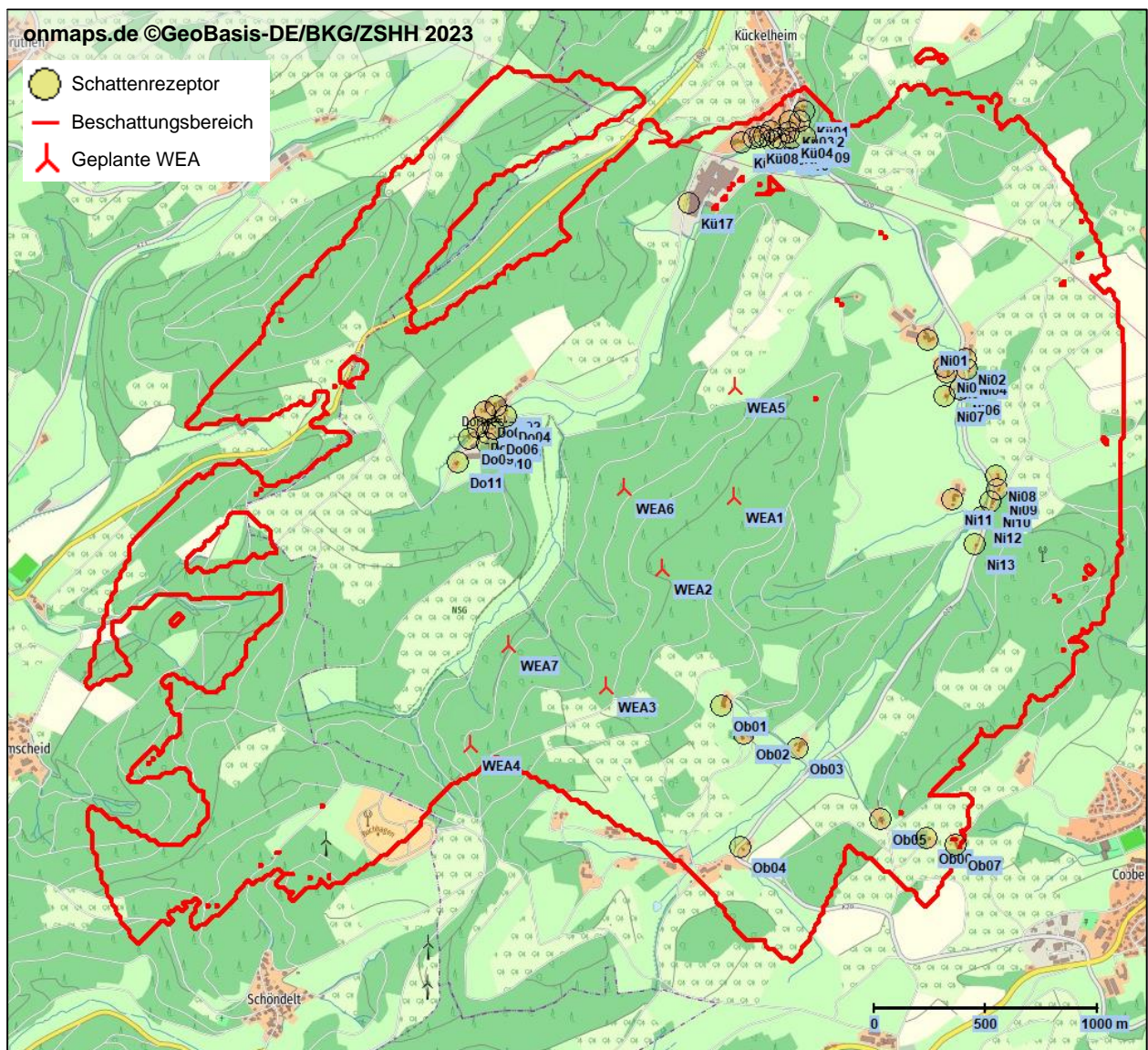
## 2.2 Immissionsorte

Die *Maßgeblichen Immissionsorte* sind nach den WKA-Schattenwurfhinweisen [2] 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 nach dem 20%-Kriterium der WKA-Schattenwurfhinweise [2] der geplanten WEA (Zusatzbelastung, „ZB“) sind auf der Karte in Abbildung 2 als rote Linie dargestellt.





**Abbildung 2: Beschattungsbereich der Zusatzbelastung**

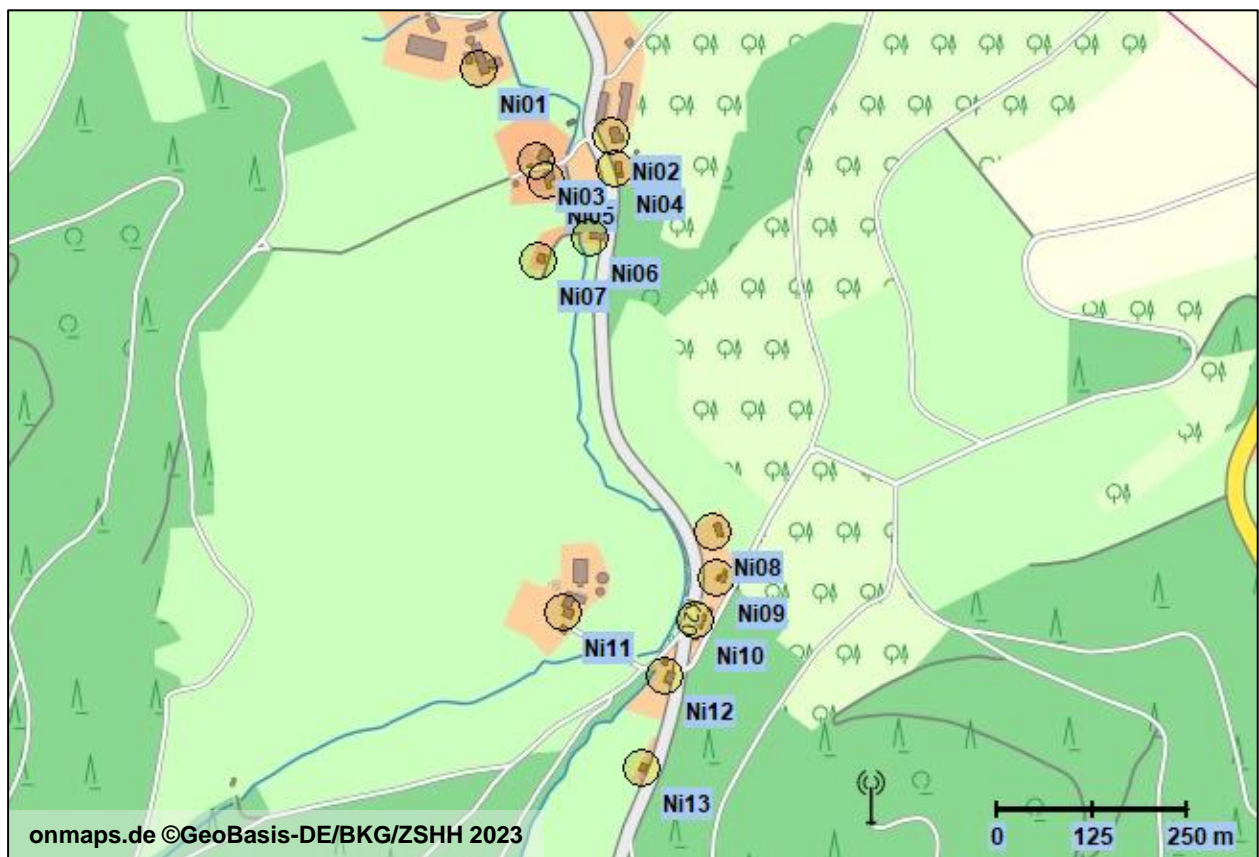
Nach diesen Kriterien wurden alle Wohnhäuser im schattenkritischen Bereich als relevante Immissionsorte ausgewählt (siehe Abschnitt 3.1). Bei der Standortbesichtigung am 07.03.2024 wurden diese Immissionsorte in Augenschein genommen und dokumentiert.

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





**Abbildung 3: Lage der Immissionsorte in Obermarpe**



**Abbildung 4: Lage der Immissionsorte in Niedermarpe**

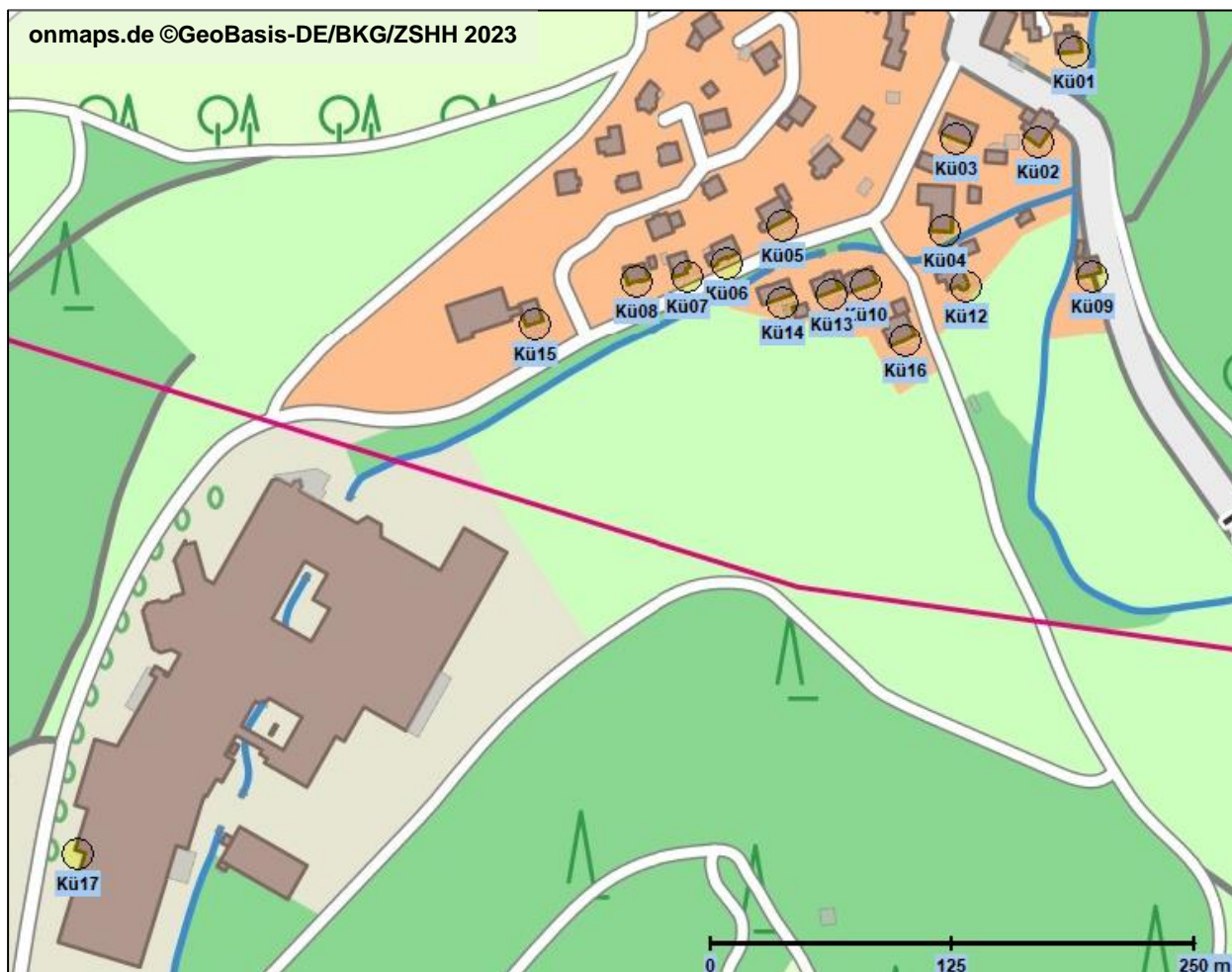


Abbildung 5: Lage der Immissionsorte in Kückelheim

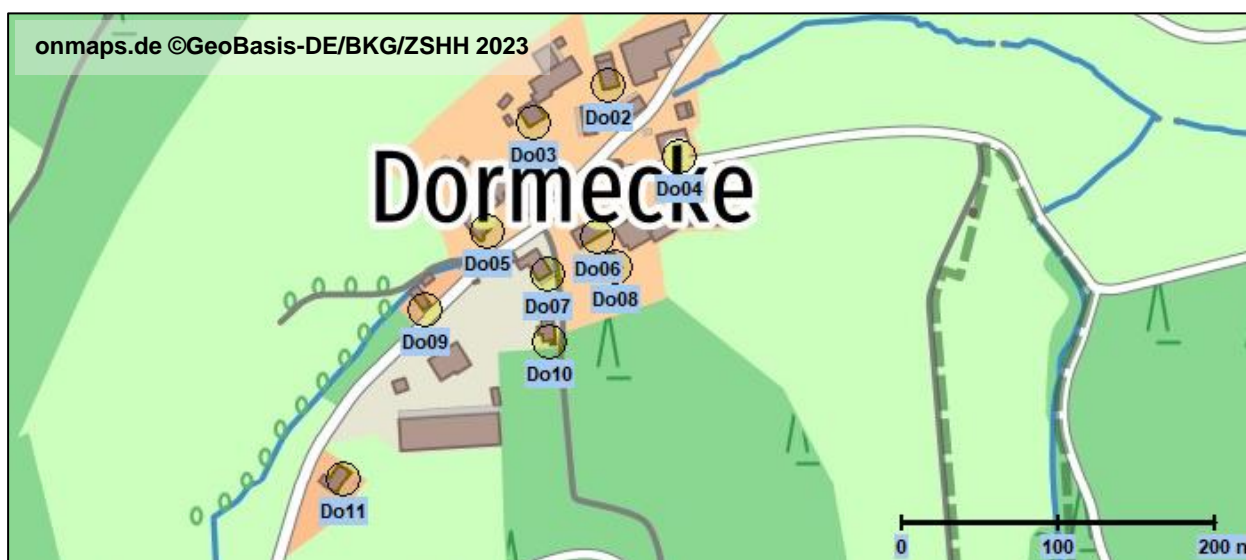


Abbildung 6: Lage der Immissionsorte in Dormecke

## 2.3 Immissionsrichtwerte

Für die Beurteilung der Erheblichkeit der Belästigung durch Schattenwurf [5] [6] wurden in den WKA-Schattenwurfinweisen [2] folgende Immissionsrichtwerte festgelegt:

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

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

Reale jährliche Beschattungsdauer:

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

Überschreiten die Beschattungsdauern die Richtwerte an den Immissionsorten müssen die Anlagen mit einer Schattenabschaltautomatik ausgestattet werden, die die Beschattungsdauer entsprechend den Richtwerten 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 Niedermarpe-Hülsenberg die Errichtung von sieben Windenergieanlagen. Die untersuchten Immissionsorte befinden sich im Beschattungsbereich von vier weiteren WEA (siehe Berechnung *Vorbelastung*). Diese werden im weiteren Verlauf als relevante Vorbelastung betrachtet. 24 weitere WEA führen aufgrund der Lage und/oder Entfernung zu keinem Schattenwurf an den untersuchten Immissionsorten (siehe Berechnung *Vorbelastung irrelevant*), weshalb diese für die Berechnung der Gesamtbelastung ausgeschlossen werden.

Die wesentlichen Kenndaten der relevanten Vorbelastung und der neu geplanten WEA sind Tabelle 2 zu entnehmen. Der Beschattungsbereich wurde nach dem 20%-Kriterium [2] [7] aus den Rotorblattenden und der Nabenhöhe ermittelt.

**Tabelle 2: Kenndaten Zusatzbelastung (fett) und relevante Vorbelastungs-WEA**

WEA-Nr.	WEA Typ	NH	RD	max. BT	min. BT	Ø BT	BB
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
<b>WEA1</b>	<b>E-175 EP5</b>	<b>162,0</b>	<b>175,0</b>	<b>4,05</b>	<b>1,11</b>	<b>2,58</b>	<b>1.750</b>
<b>WEA2</b>	<b>E-175 EP5</b>	<b>162,0</b>	<b>175,0</b>	<b>4,05</b>	<b>1,11</b>	<b>2,58</b>	<b>1.750</b>
<b>WEA3</b>	<b>E-175 EP5</b>	<b>162,0</b>	<b>175,0</b>	<b>4,05</b>	<b>1,11</b>	<b>2,58</b>	<b>1.750</b>
<b>WEA4</b>	<b>E-175 EP5</b>	<b>162,0</b>	<b>175,0</b>	<b>4,05</b>	<b>1,11</b>	<b>2,58</b>	<b>1.750</b>
<b>WEA5</b>	<b>E-175 EP5</b>	<b>162,0</b>	<b>175,0</b>	<b>4,05</b>	<b>1,11</b>	<b>2,58</b>	<b>1.750</b>
<b>WEA6</b>	<b>E-175 EP5</b>	<b>162,0</b>	<b>175,0</b>	<b>4,05</b>	<b>1,11</b>	<b>2,58</b>	<b>1.750</b>
<b>WEA7</b>	<b>E-175 EP5</b>	<b>162,0</b>	<b>175,0</b>	<b>4,05</b>	<b>1,11</b>	<b>2,58</b>	<b>1.750</b>
<b>VB10</b>	E-138 EP3	160,0	138,3	3,93	1,02	2,48	1.679
<b>VB12</b>	E-138 EP3	160,0	138,3	3,93	1,02	2,48	1.679
<b>VB11</b>	E-175 EP5	162,0	175,0	4,01	1,11	2,56	1.737
<b>VB09</b>	E-175 EP5	162,0	175,0	4,01	1,11	2,56	1.737

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



### 3 Schattenwurfberechnungen

#### 3.1 Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer

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

Es wurden folgende Berechnungen durchgeführt:

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

Die Ergebnisse der Berechnungen können der Tabelle 3 entnommen werden. Die fett hervorgehobenen Werte überschreiten die Immissionsrichtwerte nach den WKA-Schattenwurfhinweisen [2]. Die Beschattungszeiten im Tages- und Jahresverlauf können den 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>Do02</b>	Eslohe, Dormecke 4	<b>51:54</b>	<b>158:19</b>	<b>210:13</b>	<b>0:37</b>	<b>1:26</b>	<b>1:26</b>
<b>Do03</b>	Eslohe, Dormecke 3	<b>64:04</b>	<b>157:27</b>	<b>221:31</b>	<b>0:39</b>	<b>1:21</b>	<b>1:21</b>
<b>Do04</b>	Eslohe, Dormecke 5	<b>52:58</b>	<b>186:34</b>	<b>239:32</b>	<b>0:36</b>	<b>1:34</b>	<b>1:34</b>
<b>Do05</b>	Eslohe, Dormecke 2	<b>57:08</b>	<b>171:32</b>	<b>228:40</b>	<b>0:40</b>	<b>1:15</b>	<b>1:15</b>
<b>Do06</b>	Eslohe, Dormecke 7	<b>57:11</b>	<b>189:37</b>	<b>246:48</b>	<b>0:37</b>	<b>1:25</b>	<b>1:25</b>
<b>Do07</b>	Eslohe, Dormecke 9	<b>54:15</b>	<b>186:59</b>	<b>241:14</b>	<b>0:38</b>	<b>1:19</b>	<b>1:19</b>
<b>Do08</b>	Eslohe, Dormecke 7a	<b>55:33</b>	<b>198:06</b>	<b>253:39</b>	<b>0:37</b>	<b>1:25</b>	<b>1:25</b>
<b>Do09</b>	Eslohe, Dormecke 1	<b>56:26</b>	<b>172:33</b>	<b>228:59</b>	<b>0:39</b>	<b>1:13</b>	<b>1:32</b>
<b>Do10</b>	Eslohe, Dormecke 8	<b>62:47</b>	<b>197:59</b>	<b>260:46</b>	<b>0:38</b>	<b>1:18</b>	<b>1:39</b>
<b>Do11</b>	Eslohe, Dormecke 10	29:06	<b>187:45</b>	<b>216:51</b>	0:26	<b>1:18</b>	<b>1:36</b>

IO	Name	Astron. max. mögl. Beschattungsdauer					
		Std. / Jahr			Std. / Tag		
		VB	ZB	GB	VB	ZB	GB
Kü01	Eslohe, Franziskusstraße 53	0:00	10:53	10:53	0:00	0:24	0:24
Kü02	Eslohe, Franziskusstraße 28	0:00	15:51	15:51	0:00	0:29	0:29
Kü03	Eslohe, Zum Hohenstein 1	0:00	12:52	12:52	0:00	0:27	0:27
Kü04	Eslohe, Zum Hohenstein 3	0:00	18:25	18:25	0:00	<b>0:31</b>	<b>0:31</b>
Kü05	Eslohe, Zum Hohenstein 4	0:00	13:26	13:26	0:00	0:28	0:28
Kü06	Eslohe, Zum Hohenstein 6	0:00	15:28	15:28	0:00	0:30	0:30
Kü07	Eslohe, Zum Hohenstein 6a	0:00	16:08	16:08	0:00	<b>0:31</b>	<b>0:31</b>
Kü08	Eslohe, Zum Hohenstein 8	0:00	16:08	16:08	0:00	0:30	0:30
Kü09	Eslohe, Franziskusstraße 30	0:00	23:53	23:53	0:00	<b>0:37</b>	<b>0:37</b>
Kü10	Eslohe, Zum Hohenstein 9	0:00	20:49	20:49	0:00	<b>0:40</b>	<b>0:40</b>
Kü12	Eslohe, Zum Hohenstein 5	0:00	22:48	22:48	0:00	<b>0:34</b>	<b>0:34</b>
Kü13	Eslohe, Zum Hohenstein 11	0:00	19:34	19:34	0:00	<b>0:36</b>	<b>0:36</b>
Kü14	Eslohe, Zum Hohenstein 13	0:00	19:03	19:03	0:00	<b>0:33</b>	<b>0:33</b>
Kü15	Eslohe, Zum Hohenstein 12	0:00	18:46	18:46	0:00	<b>0:33</b>	<b>0:33</b>
Kü16	Eslohe, Zum Hohenstein 7	0:00	24:27	24:27	0:00	<b>0:36</b>	<b>0:36</b>
Kü17	Eslohe, Zum Hohenstein 15	11:30	<b>79:10</b>	<b>90:40</b>	0:27	<b>1:20</b>	<b>1:20</b>
Ni01	Eslohe, Niedermarpe 2	0:00	<b>71:59</b>	<b>71:59</b>	0:00	<b>1:00</b>	<b>1:00</b>
Ni02	Eslohe, Niedermarpe 1	0:00	<b>59:31</b>	<b>59:31</b>	0:00	<b>0:56</b>	<b>0:56</b>
Ni03	Eslohe, Niedermarpe 4	0:00	<b>70:14</b>	<b>70:14</b>	0:00	<b>1:00</b>	<b>1:00</b>
Ni04	Eslohe, Niedermarpe 13	0:00	<b>60:37</b>	<b>60:37</b>	0:00	<b>0:56</b>	<b>0:56</b>
Ni05	Eslohe, Niedermarpe 6	0:00	<b>70:17</b>	<b>70:17</b>	0:00	<b>1:01</b>	<b>1:01</b>
Ni06	Eslohe, Niedermarpe 8	0:00	<b>68:02</b>	<b>68:02</b>	0:00	<b>0:59</b>	<b>0:59</b>
Ni07	Eslohe, Niedermarpe 8a	0:00	<b>78:19</b>	<b>78:19</b>	0:00	<b>1:02</b>	<b>1:02</b>
Ni08	Eslohe, Niedermarpe 15	0:00	<b>73:36</b>	<b>73:36</b>	0:00	<b>0:50</b>	<b>0:50</b>
Ni09	Eslohe, Niedermarpe 7	0:00	<b>81:49</b>	<b>81:49</b>	0:00	<b>0:46</b>	<b>0:46</b>
Ni10	Eslohe, Niedermarpe 3	0:00	<b>81:44</b>	<b>81:44</b>	0:00	<b>0:44</b>	<b>0:44</b>
Ni11	Eslohe, Niedermarpe 10	0:00	<b>84:41</b>	<b>84:41</b>	0:00	<b>0:51</b>	<b>0:51</b>
Ni12	Eslohe, Niedermarpe 12	0:00	<b>73:05</b>	<b>73:05</b>	0:00	<b>0:39</b>	<b>0:39</b>
Ni13	Eslohe, Niedermarpe 14	0:00	<b>63:28</b>	<b>63:28</b>	0:00	<b>0:37</b>	<b>0:37</b>
Ob01	Eslohe, Obermarpe 10	0:00	<b>179:41</b>	<b>179:41</b>	0:00	<b>1:44</b>	<b>1:44</b>
Ob02	Eslohe, Obermarpe 9	0:00	<b>46:27</b>	<b>46:27</b>	0:00	<b>0:54</b>	<b>0:54</b>
Ob03	Eslohe, Obermarpe 12	0:00	<b>84:43</b>	<b>84:43</b>	0:00	<b>1:00</b>	<b>1:00</b>
Ob04	Eslohe, Obermarpe 2	0:00	<b>39:11</b>	<b>39:11</b>	0:00	<b>0:32</b>	<b>0:32</b>
Ob05	Eslohe, Obermarpe 3	0:00	<b>30:55</b>	<b>30:55</b>	0:00	<b>0:32</b>	<b>0:32</b>

IO	Name	Astron. max. mögl. Beschattungsdauer					
		Std. / Jahr			Std. / Tag		
		VB	ZB	GB	VB	ZB	GB
<b>Ob06</b>	Eslohe, Hengslade 2	0:00	29:03	29:03	0:00	0:27	0:27
<b>Ob07</b>	Eslohe, Hengslade 1	0:00	26:14	26:14	0:00	0:25	0:25

### 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 [2], [8]) steuerungstechnisch umgesetzt wird. Sie berücksichtigt statistische Daten zu

- Sonnenscheinwahrscheinlichkeit (mittlere tägliche Sonnenscheinstunden) je Monat, nach Angaben der Sonnenschein-Datenbank für die Station Lennestadt-Theten,
- Betriebswahrscheinlichkeit der WEA je Richtungssektor sowie Rotorschattenstellung, ermittelt aus der sektoralen Windstatistik der DWD-Station Kahler Asten, der Anlaufgeschwindigkeit der WEA und der jeweiligen 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>Do02</b>	Eslohe, Dormecke 4	11:41	27:11	38:48
<b>Do03</b>	Eslohe, Dormecke 3	14:37	26:44	41:16
<b>Do04</b>	Eslohe, Dormecke 5	12:09	32:23	44:27

IO	Adresse	Beschattungsdauern meteorologisch wahrscheinlich [Std./Jahr]		
		VB	ZB	GB
<b>Do05</b>	Eslohe, Dormecke 2	12:50	28:36	41:22
<b>Do06</b>	Eslohe, Dormecke 7	13:05	32:39	45:40
<b>Do07</b>	Eslohe, Dormecke 9	12:15	31:45	43:56
<b>Do08</b>	Eslohe, Dormecke 7a	12:44	34:18	46:58
<b>Do09</b>	Eslohe, Dormecke 1	10:51	28:11	39:00
<b>Do10</b>	Eslohe, Dormecke 8	12:12	33:43	45:53
<b>Do11</b>	Eslohe, Dormecke 10	3:15	29:50	33:10
<b>Kü01</b>	Eslohe, Franziskusstraße 53	0:00	0:53	0:53
<b>Kü02</b>	Eslohe, Franziskusstraße 28	0:00	1:18	1:18
<b>Kü03</b>	Eslohe, Zum Hohenstein 1	0:00	1:03	1:03
<b>Kü04</b>	Eslohe, Zum Hohenstein 3	0:00	1:32	1:32
<b>Kü05</b>	Eslohe, Zum Hohenstein 4	0:00	1:06	1:06
<b>Kü06</b>	Eslohe, Zum Hohenstein 6	0:00	1:17	1:17
<b>Kü07</b>	Eslohe, Zum Hohenstein 6a	0:00	1:20	1:20
<b>Kü08</b>	Eslohe, Zum Hohenstein 8	0:00	1:20	1:20
<b>Kü09</b>	Eslohe, Franziskusstraße 30	0:00	2:03	2:03
<b>Kü10</b>	Eslohe, Zum Hohenstein 9	0:00	1:44	1:44
<b>Kü12</b>	Eslohe, Zum Hohenstein 5	0:00	1:56	1:56
<b>Kü13</b>	Eslohe, Zum Hohenstein 11	0:00	1:38	1:38
<b>Kü14</b>	Eslohe, Zum Hohenstein 13	0:00	1:36	1:36
<b>Kü15</b>	Eslohe, Zum Hohenstein 12	0:00	1:33	1:33
<b>Kü16</b>	Eslohe, Zum Hohenstein 7	0:00	2:05	2:05
<b>Kü17</b>	Eslohe, Zum Hohenstein 15	2:44	6:48	9:20
<b>Ni01</b>	Eslohe, Niedermarpe 2	0:00	14:49	14:49
<b>Ni02</b>	Eslohe, Niedermarpe 1	0:00	13:03	13:03
<b>Ni03</b>	Eslohe, Niedermarpe 4	0:00	15:53	15:52
<b>Ni04</b>	Eslohe, Niedermarpe 13	0:00	13:40	13:40
<b>Ni05</b>	Eslohe, Niedermarpe 6	0:00	16:08	16:08
<b>Ni06</b>	Eslohe, Niedermarpe 8	0:00	16:07	16:07

IO	Adresse	Beschattungsdauern meteorologisch wahrscheinlich [Std./Jahr]		
		VB	ZB	GB
Ni07	Eslohe, Niedermarpe 8a	0:00	18:48	18:48
Ni08	Eslohe, Niedermarpe 15	0:00	18:43	18:43
Ni09	Eslohe, Niedermarpe 7	0:00	20:58	20:57
Ni10	Eslohe, Niedermarpe 3	0:00	21:04	21:04
Ni11	Eslohe, Niedermarpe 10	0:00	22:00	22:00
Ni12	Eslohe, Niedermarpe 12	0:00	19:01	19:00
Ni13	Eslohe, Niedermarpe 14	0:00	16:40	16:40
Ob01	Eslohe, Obermarpe 10	0:00	46:26	46:26
Ob02	Eslohe, Obermarpe 9	0:00	11:44	11:44
Ob03	Eslohe, Obermarpe 12	0:00	21:42	21:42
Ob04	Eslohe, Obermarpe 2	0:00	9:55	9:55
Ob05	Eslohe, Obermarpe 3	0:00	7:46	7:46
Ob06	Eslohe, Hengslade 2	0:00	7:19	7:19
Ob07	Eslohe, Hengslade 1	0:00	6:37	6:37

## 4 Bewertung der Ergebnisse

### 4.1 Beurteilung der Berechnungen

Am Windparkstandort Niedermarpe-Hülsenberg wurden für 46 Immissionsorte die Beschattungsdauern durch sieben neu geplante WEA sowie vier Vorbelastungs-WEA entsprechend den WKA-Schattenwurfhinweisen [2] berechnet. Die Immissionsrichtwerte der Beschattungsdauern betragen maximal 30 Stunden im Jahr und maximal 30 Minuten am Tag.

**IO Kü01-Kü03, Kü05, Kü06, Kü08, Ob06 und Ob07: An diesen Immissionsorten werden alle Richtwerte eingehalten.**

**IO Do02-Do10: An diesen Immissionsorten werden die Richtwerte ohne schattenwurfbegrenzende Maßnahmen bereits durch die Vorbelastung überschritten. Jede weitere Belastung durch periodischen Schattenwurf ist zu vermeiden.**

**IO Do11, Kü04, Kü07, Kü09, Kü10, Kü12-Kü17, Ni01-Ni13 und Ob01-Ob05: An diesen Immissionsorten werden die Richtwerte ohne schattenwurfbegrenzende Maßnahmen durch den Einfluss der Zusatzbelastung überschritten.**

**Aufgrund der berechneten Überschreitungen empfehlen wir die Abschaltung aller neu geplanten WEA (WEA1-WEA7) über eine Abschaltautomatik zu steuern (siehe grafische Schattenwurfskalender im Anhang).**

### 4.2 Hinweise zur Abschaltautomatik

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

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

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

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

### 4.3 Genauigkeit der Prognose

Den Berechnungen nach den Vorgaben der WKA-Schattenwurfhinweise [2] wird ein Worst-Case-Szenario zugrunde gelegt. In diesem Sinne wird die astronomisch maximal mögliche Beschattung zur Beurteilung herangezogen sowie keine lichtundurchlässigen Hindernisse, die den periodischen Schattenwurf von WEA begrenzen, berücksichtigt. Als Basis für die Bestimmung der Position der Immissionsorte dient Kartenmaterial, das auf den Gebäudeumringen des amtlichen Liegenschaftskataster Deutschland (ALKIS) basiert [9]. Das zugrunde gelegte Höhenmodell entspricht dem DGM 5 Nordrhein-Westfalen. Damit ist eine Grundgenauigkeit der in eine Prognose eingehenden geometrischen Parameter von mindestens  $\pm 5 \text{ m}$  gewährleistet. Die Schattenwurfzeiten werden mit einer Genauigkeit von 1 min pro Tag ausgewiesen. Insgesamt wird damit der geforderten Grundgenauigkeit der in eine Prognose eingehenden geometrischen Parameter (vgl. WKA-Schattenwurfhinweise [2]) entsprochen. Basierend auf der Grundgenauigkeit der Eingangsdaten kann die Unsicherheit bei der Berechnung der Beschattungszeiten mit durchschnittlich  $\pm 1 \%$  angegeben werden [10].

## 5 Quellenverzeichnis

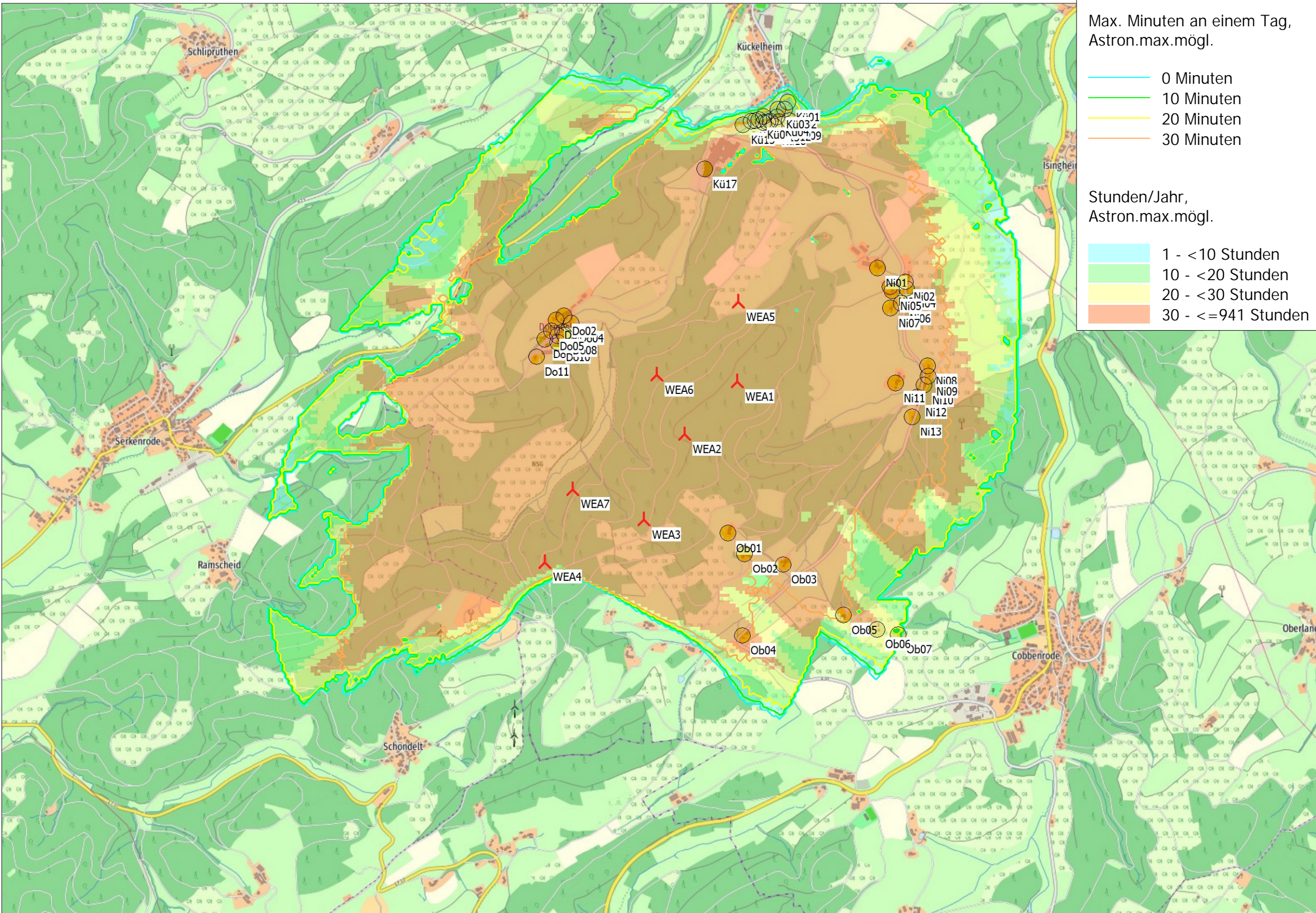
- [1] Norm, „DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03, Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien,“ 2018.
- [2] LAI, Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen Aktualisierung 2019 (WKA-Schattenwurfhinweise), Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI), 23.01.2020.
- [3] EMD, Software windPRO, Modul SHADOW, 9220 Aalborg (DK): EMD International A/S, jeweils aktuellste Version.
- [4] SUA, Ergebnisprotokoll des 3. Fachgesprächs vom 19.11.1999 über Umwelteinwirkungen von Windenergieanlagen, Schleswig: Staatliches Umweltamt Schleswig, 1999.
- [5] J.Pohl, F.Faul, R.Mausfeld, Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen, Feldstudie, Kiel: Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 31.07.1999.
- [6] J.Pohl, F.Faul, R.Mausfeld, Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen, Laborpilotstudie, Kiel: Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität, 15.05.2000.
- [7] H. D. Freund, Die Reichweite des Schattenwurfs von Windkraftanlagen, Umweltforschungsbank UFORDAT, Juni 1999.
- [8] H. D. Freund, Effektive Einwirkzeit  $T_w$  des Schattenwurfs bei  $T_{max} = 30$  h/Jahr, Kiel: Institut für Physik und Allgemeine Elektrotechnik, Fachhochschule Kiel, 24.01.2001.
- [9] geoGLIS\_oHG, *onmaps GEOBasis-DE / BKG / NRW*, aktuelle Version.
- [10] Ramboll, Interne Analyse zur Sensitivität der Berechnungsergebnisse bezüglich der Genauigkeit der Positionsdaten, 2021-11.
- [11] 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.
- [12] Landesvermessungsamt des jeweiligen Bundeslandes, Topografische Karte im Maßstab 1:25.000, aktuellste Version.



## 6 Anhang

- Beschattungskarten für den Windparkstandort Niedermarpe-Hülsenberg
  - Zusatzbelastung
  - Gesamtbelastung
- Berechnungsergebnisse der Beschattungsdauern an den Immissionsorten
  - Vor- und Zusatzbelastung:
    - Hauptergebnis
  - Gesamtbelastung:
    - Hauptergebnis
    - grafische Kalender
  - Vorbelastung irrelevant:
    - Hauptergebnis
- Akkreditierung
- Theoretische Grundlagen





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

- 0 Minuten
- 10 Minuten
- 20 Minuten
- 30 Minuten

Stunden/Jahr,  
Astron.max.mögl.

- 1 - <10 Stunden
- 10 - <20 Stunden
- 20 - <30 Stunden
- 30 - <=941 Stunden

Projekt:  
23-1-3188-000  
Energieplan Ost West  
GmbH & Co.KG  
  
Graf-Zeppelin-Str. 69  
33181 Bad Wünnenberg  
Beschreibung:  
Windpark Niedermarpe-Hülsenberg,  
Gemeinde Eslohe,  
Hochsauerlandkreis,  
Nordrhein-Westfalen

SHADOW -  
Karte  
Berechnung:  
Zusatzbelastung

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

Berechnet:  
15.03.2024 14:19/4.0.531

Neue WEA

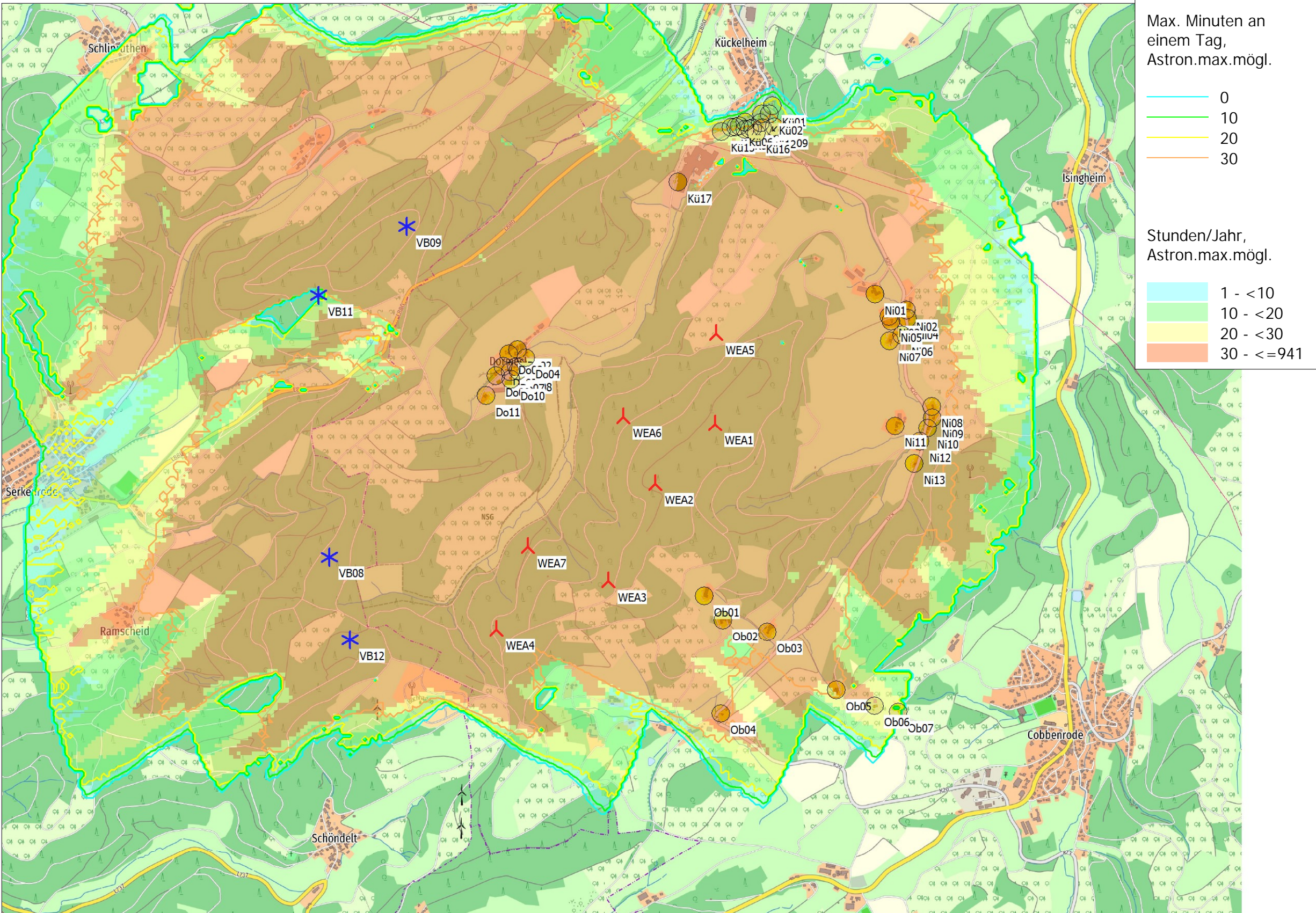
Schattenrezeptor

Karte: onmpas , Maßstab 1:25.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 438.830 Nord: 5.673.652

Höhe der Schattenkarte: DGM5

Zeitschritt: 3 Minuten, Schrittweite: 7 Tag(e), Kartenauflösung: 20 m, Sichtbarkeit Auflösung: 10 m, Augenhöhe: 1,5 m





Projekt:  
23-1-3188-000  
Energieplan Ost West  
GmbH & Co.KG

Graf-Zeppelin-Str. 69  
33181 Bad Wünnenberg

Beschreibung:  
Windpark Niedermarpe-Hülsenberg,  
Gemeinde Eslohe,  
Hochsauerlandkreis,  
Nordrhein-Westfalen

SHADOW -  
Karte  
Berechnung:  
Gesamtbelastung

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

Berechnet:  
19.03.2024 14:22/4.0.531

Neue WEA

Existierende WEA

Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: DGM5

Zeitschritt: 3 Minuten, Schrittweite: 7 Tag(e), Kartenauflösung: 20 m, Sichtbarkeit Auflösung: 10 m, Augenhöhe: 1,5 m



Projekt:  
23-1-3188-000  
Energieplan Ost West GmbH & Co.KG

Beschreibung:  
Windpark Niedermarpe-Hülsenberg, Gemeinde Eslohe,  
Hochsauerlandkreis, Nordrhein-Westfalen

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

Graf-Zeppelin-Str. 69  
33181 Bad Wünnenberg

Berechnet:  
19.03.2024 14:23/4.0.531

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung

Annahmen für Schattenwurfberechnung

Beschattungsbereich der WEA

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

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

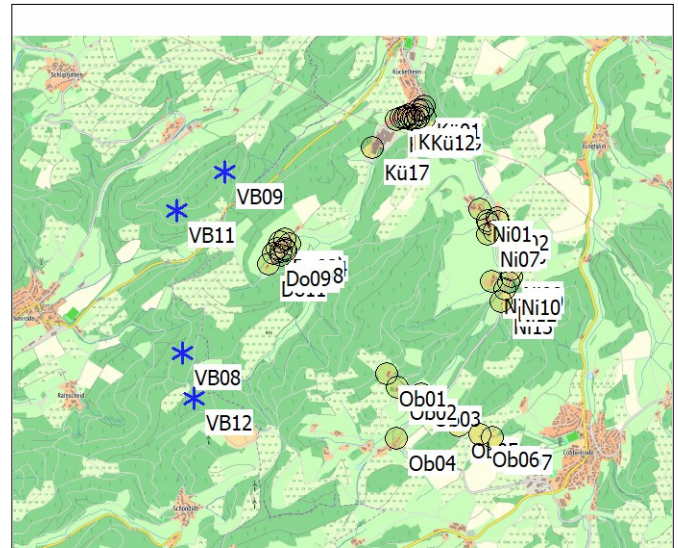
Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) []  
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
1,45 2,50 3,84 5,63 6,19 6,50 6,48 6,16 4,60 3,06 1,47 1,03

Betriebsdauer je Sektor  
N NNO ONO O OSO S SSW WSW W WNW NNW Summe  
547 346 300 450 506 467 611 915 1.394 1.384 981 743 8.644

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

Verwendete Höhenlinien: DGM5  
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			Nenn- leistung	Rotor- durch- messer	NH	Schattendaten	
					Ak- tu- ell	Hersteller	Typ				Beschatt.- Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
VB08	437.199	5.673.371	550,0	ENERCON E-138 EP3 E2 420...Ja	ENERCON	E-138 EP3	E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
VB09	437.642	5.675.159	520,0	ENERCON E-175 EP5 6000 1...Ja	ENERCON	E-175 EP5	6.000	6.000	175,0	162,0	1.737	8,8
VB11	437.157	5.674.789	514,3	ENERCON E-175 EP5 6000 1...Ja	ENERCON	E-175 EP5	6.000	6.000	175,0	162,0	1.737	8,8
VB12	437.306	5.672.921	553,0	ENERCON E-138 EP3 E2 420...Ja	ENERCON	E-138 EP3	E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
Do02	Eslohe, Dormecke 4	438.236	5.674.484	430,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do03	Eslohe, Dormecke 3	438.188	5.674.461	430,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do04	Eslohe, Dormecke 5	438.280	5.674.439	428,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do05	Eslohe, Dormecke 2	438.157	5.674.393	430,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do06	Eslohe, Dormecke 7	438.228	5.674.387	430,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do07	Eslohe, Dormecke 9	438.195	5.674.365	432,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do08	Eslohe, Dormecke 7a	438.238	5.674.368	432,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do09	Eslohe, Dormecke 1	438.117	5.674.343	439,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do10	Eslohe, Dormecke 8	438.196	5.674.322	438,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do11	Eslohe, Dormecke 10	438.063	5.674.235	446,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü01	Eslohe, Franziskusstraße 53	439.636	5.675.789	360,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü02	Eslohe, Franziskusstraße 28	439.617	5.675.743	360,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü03	Eslohe, Zum Hohenstein 1	439.575	5.675.745	363,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü04	Eslohe, Zum Hohenstein 3	439.568	5.675.698	364,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü05	Eslohe, Zum Hohenstein 4	439.485	5.675.701	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü06	Eslohe, Zum Hohenstein 6	439.456	5.675.682	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü07	Eslohe, Zum Hohenstein 6a	439.435	5.675.676	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü08	Eslohe, Zum Hohenstein 8	439.409	5.675.673	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü09	Eslohe, Franziskusstraße 30	439.645	5.675.663	366,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü10	Eslohe, Zum Hohenstein 9	439.528	5.675.670	368,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü12	Eslohe, Zum Hohenstein 5	439.580	5.675.669	364,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü13	Eslohe, Zum Hohenstein 11	439.510	5.675.665	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü14	Eslohe, Zum Hohenstein 13	439.484	5.675.662	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü15	Eslohe, Zum Hohenstein 12	439.356	5.675.652	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü16	Eslohe, Zum Hohenstein 7	439.548	5.675.641	368,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü17	Eslohe, Zum Hohenstein 15	439.117	5.675.382	380,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

23-1-3188-000  
Energieplan Ost West GmbH & Co.KG

Beschreibung:

Windpark Niedermarpe-Hülsenberg, Gemeinde Eslohe,  
Hochsauerlandkreis, Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

RamboII Deutschland GmbH  
Elisabeth-Consbruch-Straße 3  
DE-34131 KasselGraf-Zeppelin-Str. 69  
33181 Bad Wünnenberg

Berechnet:

19.03.2024 14:23/4.0.531

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
Ni01	Eslohe, Niedermarpe 2	440.180	5.674.758	390,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni02	Eslohe, Niedermarpe 1	440.352	5.674.670	390,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni03	Eslohe, Niedermarpe 4	440.254	5.674.638	390,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni04	Eslohe, Niedermarpe 13	440.356	5.674.627	390,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni05	Eslohe, Niedermarpe 6	440.266	5.674.613	390,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni06	Eslohe, Niedermarpe 8	440.324	5.674.537	390,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni07	Eslohe, Niedermarpe 8a	440.256	5.674.507	392,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni08	Eslohe, Niedermarpe 15	440.482	5.674.149	408,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni09	Eslohe, Niedermarpe 7	440.485	5.674.087	407,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni10	Eslohe, Niedermarpe 3	440.457	5.674.033	403,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni11	Eslohe, Niedermarpe 10	440.281	5.674.046	408,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni12	Eslohe, Niedermarpe 12	440.415	5.673.961	402,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni13	Eslohe, Niedermarpe 14	440.383	5.673.840	410,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob01	Eslohe, Obermarpe 10	439.234	5.673.134	504,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob02	Eslohe, Obermarpe 9	439.335	5.673.004	480,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob03	Eslohe, Obermarpe 12	439.573	5.672.935	439,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob04	Eslohe, Obermarpe 2	439.315	5.672.498	450,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob05	Eslohe, Obermarpe 3	439.944	5.672.618	490,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob06	Eslohe, Hengslade 2	440.151	5.672.529	484,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob07	Eslohe, Hengslade 1	440.279	5.672.494	458,7	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]	
Do02	Eslohe, Dormecke 4	51:54	133	0:37	11:41	
Do03	Eslohe, Dormecke 3	64:04	138	0:39	14:37	
Do04	Eslohe, Dormecke 5	52:58	136	0:36	12:09	
Do05	Eslohe, Dormecke 2	57:08	118	0:40	12:50	
Do06	Eslohe, Dormecke 7	57:11	123	0:37	13:05	
Do07	Eslohe, Dormecke 9	54:15	115	0:38	12:15	
Do08	Eslohe, Dormecke 7a	55:33	121	0:37	12:44	
Do09	Eslohe, Dormecke 1	56:26	142	0:39	10:51	
Do10	Eslohe, Dormecke 8	62:47	155	0:38	12:12	
Do11	Eslohe, Dormecke 10	29:06	88	0:26	3:15	
Kü01	Eslohe, Franziskusstraße 53	0:00	0	0:00	0:00	
Kü02	Eslohe, Franziskusstraße 28	0:00	0	0:00	0:00	
Kü03	Eslohe, Zum Hohenstein 1	0:00	0	0:00	0:00	
Kü04	Eslohe, Zum Hohenstein 3	0:00	0	0:00	0:00	
Kü05	Eslohe, Zum Hohenstein 4	0:00	0	0:00	0:00	
Kü06	Eslohe, Zum Hohenstein 6	0:00	0	0:00	0:00	
Kü07	Eslohe, Zum Hohenstein 6a	0:00	0	0:00	0:00	
Kü08	Eslohe, Zum Hohenstein 8	0:00	0	0:00	0:00	
Kü09	Eslohe, Franziskusstraße 30	0:00	0	0:00	0:00	
Kü10	Eslohe, Zum Hohenstein 9	0:00	0	0:00	0:00	
Kü12	Eslohe, Zum Hohenstein 5	0:00	0	0:00	0:00	
Kü13	Eslohe, Zum Hohenstein 11	0:00	0	0:00	0:00	
Kü14	Eslohe, Zum Hohenstein 13	0:00	0	0:00	0:00	
Kü15	Eslohe, Zum Hohenstein 12	0:00	0	0:00	0:00	
Kü16	Eslohe, Zum Hohenstein 7	0:00	0	0:00	0:00	
Kü17	Eslohe, Zum Hohenstein 15	11:30	33	0:27	2:44	
Ni01	Eslohe, Niedermarpe 2	0:00	0	0:00	0:00	
Ni02	Eslohe, Niedermarpe 1	0:00	0	0:00	0:00	
Ni03	Eslohe, Niedermarpe 4	0:00	0	0:00	0:00	
Ni04	Eslohe, Niedermarpe 13	0:00	0	0:00	0:00	
Ni05	Eslohe, Niedermarpe 6	0:00	0	0:00	0:00	
Ni06	Eslohe, Niedermarpe 8	0:00	0	0:00	0:00	
Ni07	Eslohe, Niedermarpe 8a	0:00	0	0:00	0:00	
Ni08	Eslohe, Niedermarpe 15	0:00	0	0:00	0:00	
Ni09	Eslohe, Niedermarpe 7	0:00	0	0:00	0:00	
Ni10	Eslohe, Niedermarpe 3	0:00	0	0:00	0:00	
Ni11	Eslohe, Niedermarpe 10	0:00	0	0:00	0:00	

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

23-1-3188-000  
Energieplan Ost West GmbH & Co.KG

Beschreibung:

Windpark Niedermarpe-Hülsenberg, Gemeinde Eslohe,  
Hochsauerlandkreis, Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

Graf-Zeppelin-Str. 69  
33181 Bad Wünnenberg

Berechnet:

19.03.2024 14:23/4.0.531

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	
Ni12	Eslohe, Niedermarpe 12	0:00	0	0:00	0:00	
Ni13	Eslohe, Niedermarpe 14	0:00	0	0:00	0:00	
Ob01	Eslohe, Obermarpe 10	0:00	0	0:00	0:00	
Ob02	Eslohe, Obermarpe 9	0:00	0	0:00	0:00	
Ob03	Eslohe, Obermarpe 12	0:00	0	0:00	0:00	
Ob04	Eslohe, Obermarpe 2	0:00	0	0:00	0:00	
Ob05	Eslohe, Obermarpe 3	0:00	0	0:00	0:00	
Ob06	Eslohe, Hengslade 2	0:00	0	0:00	0:00	
Ob07	Eslohe, Hengslade 1	0:00	0	0:00	0:00	

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal Erwartet	
		[h/a]	[h/a]
VB08	ENERCON E-138 EP3 E2 4200 138.3 !O! NH: 160,0 m (Ges:229,1 m) (24)	26:52	3:21
VB09	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (32)	11:30	2:44
VB11	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (31)	88:24	22:26
VB12	ENERCON E-138 EP3 E2 4200 138.3 !O! NH: 160,0 m (Ges:229,1 m) (25)	22:41	2:04

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:  
23-1-3188-000  
Energieplan Ost West GmbH & Co.KG

Beschreibung:  
Windpark Niedermarpe-Hülsenberg, Gemeinde Eslohe,  
Hochsauerlandkreis, Nordrhein-Westfalen

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

Graf-Zeppelin-Str. 69  
33181 Bad Wünnenberg

Berechnet:  
15.03.2024 14:19/4.0.531

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung

Annahmen für Schattenwurfberechnung

Beschattungsbereich der WEA

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

Siehe WEA-Tabelle

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

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) []

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,45	2,50	3,84	5,63	6,19	6,50	6,48	6,16	4,60	3,06	1,47	1,03

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe	
547	346	300	450	506	467	611	915	1.394	1.384	981	743	8.644

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

Verwendete Höhenlinien: DGM5

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				Nenn-	Rotor-	NH	Schattendaten	
					Ak- tu- ell	Hersteller	Typ		leistung	durch- messer		Beschatt.- Bereich	U/min
			[m]						[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
WEA1	439.304	5.674.068	546,0	ENERCON E-175 EP5 6000 175...Ja		ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.750	8,8	
WEA2	438.974	5.673.749	560,0	ENERCON E-175 EP5 6000 175...Ja		ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.750	8,8	
WEA3	438.715	5.673.222	559,5	ENERCON E-175 EP5 6000 175...Ja		ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.750	8,8	
WEA4	438.101	5.672.968	550,0	ENERCON E-175 EP5 6000 175...Ja		ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.750	8,8	
WEA5	439.314	5.674.557	460,0	ENERCON E-175 EP5 6000 175...Ja		ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.750	8,8	
WEA6	438.805	5.674.114	483,7	ENERCON E-175 EP5 6000 175...Ja		ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.750	8,8	
WEA7	438.278	5.673.414	495,9	ENERCON E-175 EP5 6000 175...Ja		ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.750	8,8	

## 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]
Do02	Eslohe, Dormecke 4	438.236	5.674.484	430,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do03	Eslohe, Dormecke 3	438.188	5.674.461	430,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do04	Eslohe, Dormecke 5	438.280	5.674.439	428,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do05	Eslohe, Dormecke 2	438.157	5.674.393	430,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do06	Eslohe, Dormecke 7	438.228	5.674.387	430,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do07	Eslohe, Dormecke 9	438.195	5.674.365	432,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do08	Eslohe, Dormecke 7a	438.238	5.674.368	432,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do09	Eslohe, Dormecke 1	438.117	5.674.343	439,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do10	Eslohe, Dormecke 8	438.196	5.674.322	438,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do11	Eslohe, Dormecke 10	438.063	5.674.235	446,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü01	Eslohe, Franziskusstraße 53	439.636	5.675.789	360,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü02	Eslohe, Franziskusstraße 28	439.617	5.675.743	360,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü03	Eslohe, Zum Hohenstein 1	439.575	5.675.745	363,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü04	Eslohe, Zum Hohenstein 3	439.568	5.675.698	364,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü05	Eslohe, Zum Hohenstein 4	439.485	5.675.701	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü06	Eslohe, Zum Hohenstein 6	439.456	5.675.682	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü07	Eslohe, Zum Hohenstein 6a	439.435	5.675.676	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü08	Eslohe, Zum Hohenstein 8	439.409	5.675.673	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü09	Eslohe, Franziskusstraße 30	439.645	5.675.673	366,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü10	Eslohe, Zum Hohenstein 9	439.528	5.675.670	368,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü12	Eslohe, Zum Hohenstein 5	439.580	5.675.669	364,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü13	Eslohe, Zum Hohenstein 11	439.510	5.675.665	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü14	Eslohe, Zum Hohenstein 13	439.484	5.675.662	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...



Projekt:

23-1-3188-000  
Energieplan Ost West GmbH & Co.KG

Beschreibung:

Windpark Niedermarpe-Hülsenberg, Gemeinde Eslohe,  
Hochsauerlandkreis, Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH  
Elisabeth-Consbruch-Straße 3  
DE-34131 KasselGraf-Zeppelin-Str. 69  
33181 Bad Wünnenberg

Berechnet:

15.03.2024 14:19/4.0.531

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
Kü15	Eslohe, Zum Hohenstein 12	439.356	5.675.652	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü16	Eslohe, Zum Hohenstein 7	439.548	5.675.641	368,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü17	Eslohe, Zum Hohenstein 15	439.117	5.675.382	380,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni01	Eslohe, Niedermarpe 2	440.180	5.674.758	390,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni02	Eslohe, Niedermarpe 1	440.352	5.674.670	390,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni03	Eslohe, Niedermarpe 4	440.254	5.674.638	390,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni04	Eslohe, Niedermarpe 13	440.356	5.674.627	390,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni05	Eslohe, Niedermarpe 6	440.266	5.674.613	390,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni06	Eslohe, Niedermarpe 8	440.324	5.674.537	390,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni07	Eslohe, Niedermarpe 8a	440.256	5.674.507	392,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni08	Eslohe, Niedermarpe 15	440.482	5.674.149	408,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni09	Eslohe, Niedermarpe 7	440.485	5.674.087	407,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni10	Eslohe, Niedermarpe 3	440.457	5.674.033	403,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni11	Eslohe, Niedermarpe 10	440.281	5.674.046	408,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni12	Eslohe, Niedermarpe 12	440.415	5.673.961	402,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni13	Eslohe, Niedermarpe 14	440.383	5.673.840	410,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob01	Eslohe, Obermarpe 10	439.234	5.673.134	504,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob02	Eslohe, Obermarpe 9	439.335	5.673.004	480,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob03	Eslohe, Obermarpe 12	439.573	5.672.935	439,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob04	Eslohe, Obermarpe 2	439.315	5.672.498	450,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob05	Eslohe, Obermarpe 3	439.944	5.672.618	490,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob06	Eslohe, Hengslade 2	440.151	5.672.529	484,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob07	Eslohe, Hengslade 1	440.279	5.672.494	458,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

## Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

		astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
Nr.	Name	Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	
Do02	Eslohe, Dormecke 4	158:19	215	1:26	27:11	
Do03	Eslohe, Dormecke 3	157:27	213	1:21	26:44	
Do04	Eslohe, Dormecke 5	186:34	230	1:34	32:23	
Do05	Eslohe, Dormecke 2	171:32	229	1:15	28:36	
Do06	Eslohe, Dormecke 7	189:37	238	1:25	32:39	
Do07	Eslohe, Dormecke 9	186:59	240	1:19	31:45	
Do08	Eslohe, Dormecke 7a	198:06	246	1:25	34:18	
Do09	Eslohe, Dormecke 1	172:33	238	1:13	28:11	
Do10	Eslohe, Dormecke 8	197:59	253	1:18	33:43	
Do11	Eslohe, Dormecke 10	187:45	255	1:18	29:50	
Kü01	Eslohe, Franziskusstraße 53	10:53	34	0:24	0:53	
Kü02	Eslohe, Franziskusstraße 28	15:51	40	0:29	1:18	
Kü03	Eslohe, Zum Hohenstein 1	12:52	36	0:27	1:03	
Kü04	Eslohe, Zum Hohenstein 3	18:25	44	0:31	1:32	
Kü05	Eslohe, Zum Hohenstein 4	13:26	36	0:28	1:06	
Kü06	Eslohe, Zum Hohenstein 6	15:28	40	0:30	1:17	
Kü07	Eslohe, Zum Hohenstein 6a	16:08	40	0:31	1:20	
Kü08	Eslohe, Zum Hohenstein 8	16:08	40	0:30	1:20	
Kü09	Eslohe, Franziskusstraße 30	23:53	50	0:37	2:03	
Kü10	Eslohe, Zum Hohenstein 9	20:49	44	0:40	1:44	
Kü12	Eslohe, Zum Hohenstein 5	22:48	50	0:34	1:56	
Kü13	Eslohe, Zum Hohenstein 11	19:34	44	0:36	1:38	
Kü14	Eslohe, Zum Hohenstein 13	19:03	44	0:33	1:36	
Kü15	Eslohe, Zum Hohenstein 12	18:46	43	0:33	1:33	
Kü16	Eslohe, Zum Hohenstein 7	24:27	50	0:36	2:05	
Kü17	Eslohe, Zum Hohenstein 15	79:10	88	1:20	6:48	
Ni01	Eslohe, Niedermarpe 2	71:59	125	1:00	14:49	
Ni02	Eslohe, Niedermarpe 1	59:31	112	0:56	13:03	
Ni03	Eslohe, Niedermarpe 4	70:14	124	1:00	15:53	
Ni04	Eslohe, Niedermarpe 13	60:37	115	0:56	13:40	
Ni05	Eslohe, Niedermarpe 6	70:17	124	1:01	16:08	
Ni06	Eslohe, Niedermarpe 8	68:02	125	0:59	16:07	
Ni07	Eslohe, Niedermarpe 8a	78:19	136	1:02	18:48	
Ni08	Eslohe, Niedermarpe 15	73:36	168	0:50	18:43	

(Fortsetzung nächste Seite)...



Projekt:

23-1-3188-000  
Energieplan Ost West GmbH & Co.KG

Beschreibung:

Windpark Niedermarpe-Hülsenberg, Gemeinde Eslohe,  
Hochsauerlandkreis, Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

Graf-Zeppelin-Str. 69  
33181 Bad Wünnenberg

Berechnet:

15.03.2024 14:19/4.0.531

## SHADOW - Hauptergebnis

### Berechnung: Zusatzbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]
Ni09	Eslohe, Niedermarpe 7	81:49	180	0:46	20:58
Ni10	Eslohe, Niedermarpe 3	81:44	173	0:44	21:04
Ni11	Eslohe, Niedermarpe 10	84:41	170	0:51	22:00
Ni12	Eslohe, Niedermarpe 12	73:05	164	0:39	19:01
Ni13	Eslohe, Niedermarpe 14	63:28	144	0:37	16:40
Ob01	Eslohe, Obermarpe 10	179:41	168	1:44	46:26
Ob02	Eslohe, Obermarpe 9	46:27	64	0:54	11:44
Ob03	Eslohe, Obermarpe 12	84:43	135	1:00	21:42
Ob04	Eslohe, Obermarpe 2	39:11	83	0:32	9:55
Ob05	Eslohe, Obermarpe 3	30:55	68	0:32	7:46
Ob06	Eslohe, Hengslade 2	29:03	73	0:27	7:19
Ob07	Eslohe, Hengslade 1	26:14	74	0:25	6:37

### Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name		Maximal	Erwartet
			[h/a]	[h/a]
WEA1	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O!	NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (12)	235:05	52:32
WEA2	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O!	NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (13)	156:55	30:08
WEA3	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O!	NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (14)	282:51	55:38
WEA4	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O!	NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (15)	73:40	18:12
WEA5	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O!	NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (16)	364:20	72:05
WEA6	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O!	NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (17)	246:03	54:18
WEA7	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O!	NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (18)	153:14	21:57

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

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

Projekt:  
23-1-3188-000  
Energieplan Ost West GmbH & Co.KG

Beschreibung:  
Windpark Niedermarpe-Hülsenberg, Gemeinde Eslohe,  
Hochsauerlandkreis, Nordrhein-Westfalen

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

Graf-Zeppelin-Str. 69  
33181 Bad Wünnenberg

Berechnet:  
19.03.2024 14:22/4.0.531

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung

Annahmen für Schattenwurfberechnung

Beschattungsbereich der WEA

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

Siehe WEA-Tabelle

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

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) []

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,45	2,50	3,84	5,63	6,19	6,50	6,48	6,16	4,60	3,06	1,47	1,03

Betriebsdauer je Sektor

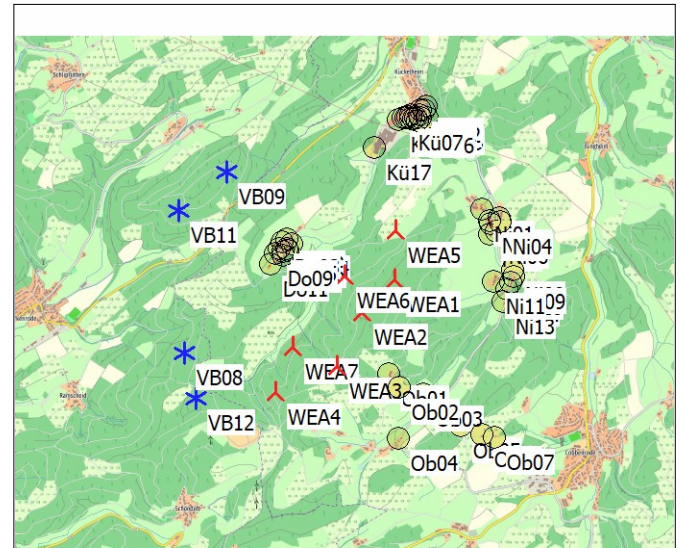
N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe	
547	346	300	450	506	467	611	915	1.394	1.384	981	743	8.643

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

Verwendete Höhenlinien: DGM5

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			Nenn- leistung	Rotor- durch- messer	NH	Schattendaten	
					Ak- tu- ell	Hersteller	Typ				Beschatt.- Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
VB08	437.199	5.673.371	550,0	ENERCON E-138 EP3 E2 42...	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
VB09	437.642	5.675.159	520,0	ENERCON E-175 EP5 6000 ...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.737	8,8
VB11	437.157	5.674.789	514,3	ENERCON E-175 EP5 6000 ...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.737	8,8
VB12	437.306	5.672.921	553,0	ENERCON E-138 EP3 E2 42...	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
WEA1	439.304	5.674.068	546,0	ENERCON E-175 EP5 6000 ...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.750	8,8
WEA2	438.974	5.673.749	560,0	ENERCON E-175 EP5 6000 ...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.750	8,8
WEA3	438.715	5.673.222	559,5	ENERCON E-175 EP5 6000 ...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.750	8,8
WEA4	438.101	5.672.968	550,0	ENERCON E-175 EP5 6000 ...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.750	8,8
WEA5	439.314	5.674.557	460,0	ENERCON E-175 EP5 6000 ...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.750	8,8
WEA6	438.805	5.674.114	483,7	ENERCON E-175 EP5 6000 ...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.750	8,8
WEA7	438.278	5.673.414	495,9	ENERCON E-175 EP5 6000 ...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.750	8,8

### 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]
Do02	Eslohe, Dormecke 4	438.236	5.674.484	430,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do03	Eslohe, Dormecke 3	438.188	5.674.461	430,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do04	Eslohe, Dormecke 5	438.280	5.674.439	428,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do05	Eslohe, Dormecke 2	438.157	5.674.393	430,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do06	Eslohe, Dormecke 7	438.228	5.674.387	430,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do07	Eslohe, Dormecke 9	438.195	5.674.365	432,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do08	Eslohe, Dormecke 7a	438.238	5.674.368	432,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do09	Eslohe, Dormecke 1	438.117	5.674.343	439,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do10	Eslohe, Dormecke 8	438.196	5.674.322	438,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do11	Eslohe, Dormecke 10	438.063	5.674.235	446,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü01	Eslohe, Franziskusstraße 53	439.636	5.675.789	360,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü02	Eslohe, Franziskusstraße 28	439.617	5.675.743	360,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü03	Eslohe, Zum Hohenstein 1	439.575	5.675.745	363,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü04	Eslohe, Zum Hohenstein 3	439.568	5.675.698	364,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü05	Eslohe, Zum Hohenstein 4	439.485	5.675.701	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü06	Eslohe, Zum Hohenstein 6	439.456	5.675.682	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü07	Eslohe, Zum Hohenstein 6a	439.435	5.675.676	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü08	Eslohe, Zum Hohenstein 8	439.409	5.675.673	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü09	Eslohe, Franziskusstraße 30	439.645	5.675.673	366,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

23-1-3188-000  
Energieplan Ost West GmbH & Co.KG

Beschreibung:

Windpark Niedermarpe-Hülsenberg, Gemeinde Eslohe,  
Hochsauerlandkreis, Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

Graf-Zeppelin-Str. 69  
33181 Bad Wünnenberg

Berechnet:

19.03.2024 14:22/4.0.531

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
Kü10	Eslohe, Zum Hohenstein 9	439.528	5.675.670	368,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü12	Eslohe, Zum Hohenstein 5	439.580	5.675.669	364,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü13	Eslohe, Zum Hohenstein 11	439.510	5.675.665	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü14	Eslohe, Zum Hohenstein 13	439.484	5.675.662	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü15	Eslohe, Zum Hohenstein 12	439.356	5.675.652	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü16	Eslohe, Zum Hohenstein 7	439.548	5.675.641	368,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü17	Eslohe, Zum Hohenstein 15	439.117	5.675.382	380,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni01	Eslohe, Niedermarpe 2	440.180	5.674.758	390,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni02	Eslohe, Niedermarpe 1	440.352	5.674.670	390,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni03	Eslohe, Niedermarpe 4	440.254	5.674.638	390,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni04	Eslohe, Niedermarpe 13	440.356	5.674.627	390,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni05	Eslohe, Niedermarpe 6	440.266	5.674.613	390,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni06	Eslohe, Niedermarpe 8	440.324	5.674.537	390,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni07	Eslohe, Niedermarpe 8a	440.256	5.674.507	392,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni08	Eslohe, Niedermarpe 15	440.482	5.674.149	408,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni09	Eslohe, Niedermarpe 7	440.485	5.674.087	407,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni10	Eslohe, Niedermarpe 3	440.457	5.674.033	403,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni11	Eslohe, Niedermarpe 10	440.281	5.674.046	408,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni12	Eslohe, Niedermarpe 12	440.415	5.673.961	402,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni13	Eslohe, Niedermarpe 14	440.383	5.673.840	410,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob01	Eslohe, Obermarpe 10	439.234	5.673.134	504,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob02	Eslohe, Obermarpe 9	439.335	5.673.004	480,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob03	Eslohe, Obermarpe 12	439.573	5.672.935	439,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob04	Eslohe, Obermarpe 2	439.315	5.672.498	450,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob05	Eslohe, Obermarpe 3	439.944	5.672.618	490,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob06	Eslohe, Hengslade 2	440.151	5.672.529	484,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob07	Eslohe, Hengslade 1	440.279	5.672.494	458,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

## Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

		astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
Nr.	Name	Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	
Do02	Eslohe, Dormecke 4	210:13	332	1:26	38:48	
Do03	Eslohe, Dormecke 3	221:31	339	1:21	41:16	
Do04	Eslohe, Dormecke 5	239:32	345	1:34	44:27	
Do05	Eslohe, Dormecke 2	228:40	333	1:15	41:22	
Do06	Eslohe, Dormecke 7	246:48	353	1:25	45:40	
Do07	Eslohe, Dormecke 9	241:14	347	1:19	43:56	
Do08	Eslohe, Dormecke 7a	253:39	356	1:25	46:58	
Do09	Eslohe, Dormecke 1	228:59	322	1:32	39:00	
Do10	Eslohe, Dormecke 8	260:46	352	1:39	45:53	
Do11	Eslohe, Dormecke 10	216:51	273	1:36	33:10	
Kü01	Eslohe, Franziskusstraße 53	10:53	34	0:24	0:53	
Kü02	Eslohe, Franziskusstraße 28	15:51	40	0:29	1:18	
Kü03	Eslohe, Zum Hohenstein 1	12:52	36	0:27	1:03	
Kü04	Eslohe, Zum Hohenstein 3	18:25	44	0:31	1:32	
Kü05	Eslohe, Zum Hohenstein 4	13:26	36	0:28	1:06	
Kü06	Eslohe, Zum Hohenstein 6	15:28	40	0:30	1:17	
Kü07	Eslohe, Zum Hohenstein 6a	16:08	40	0:31	1:20	
Kü08	Eslohe, Zum Hohenstein 8	16:08	40	0:30	1:20	
Kü09	Eslohe, Franziskusstraße 30	23:53	50	0:37	2:03	
Kü10	Eslohe, Zum Hohenstein 9	20:49	44	0:40	1:44	
Kü12	Eslohe, Zum Hohenstein 5	22:48	50	0:34	1:56	
Kü13	Eslohe, Zum Hohenstein 11	19:34	44	0:36	1:38	
Kü14	Eslohe, Zum Hohenstein 13	19:03	44	0:33	1:36	
Kü15	Eslohe, Zum Hohenstein 12	18:46	43	0:33	1:33	
Kü16	Eslohe, Zum Hohenstein 7	24:27	50	0:36	2:05	
Kü17	Eslohe, Zum Hohenstein 15	90:40	121	1:20	9:20	
Ni01	Eslohe, Niedermarpe 2	71:59	125	1:00	14:49	
Ni02	Eslohe, Niedermarpe 1	59:31	112	0:56	13:03	
Ni03	Eslohe, Niedermarpe 4	70:14	124	1:00	15:52	
Ni04	Eslohe, Niedermarpe 13	60:37	115	0:56	13:40	

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

23-1-3188-000  
Energieplan Ost West GmbH & Co.KG

Beschreibung:

Windpark Niedermarpe-Hülsenberg, Gemeinde Eslohe,  
Hochsauerlandkreis, Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH  
Elisabeth-Consbruch-Straße 3  
DE-34131 Kassel  
-Graf-Zeppelin-Str. 69  
33181 Bad Wünnenberg

Berechnet:

19.03.2024 14:22/4.0.531

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	
Ni05	Eslohe, Niedermarpe 6	70:17	124	1:01	16:08	
Ni06	Eslohe, Niedermarpe 8	68:02	125	0:59	16:07	
Ni07	Eslohe, Niedermarpe 8a	78:19	136	1:02	18:48	
Ni08	Eslohe, Niedermarpe 15	73:36	168	0:50	18:43	
Ni09	Eslohe, Niedermarpe 7	81:49	180	0:46	20:57	
Ni10	Eslohe, Niedermarpe 3	81:44	173	0:44	21:04	
Ni11	Eslohe, Niedermarpe 10	84:41	170	0:51	22:00	
Ni12	Eslohe, Niedermarpe 12	73:05	164	0:39	19:00	
Ni13	Eslohe, Niedermarpe 14	63:28	144	0:37	16:40	
Ob01	Eslohe, Obermarpe 10	179:41	168	1:44	46:26	
Ob02	Eslohe, Obermarpe 9	46:27	64	0:54	11:44	
Ob03	Eslohe, Obermarpe 12	84:43	135	1:00	21:42	
Ob04	Eslohe, Obermarpe 2	39:11	83	0:32	9:55	
Ob05	Eslohe, Obermarpe 3	30:55	68	0:32	7:46	
Ob06	Eslohe, Hengslade 2	29:03	73	0:27	7:19	
Ob07	Eslohe, Hengslade 1	26:14	74	0:25	6:37	

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[h/a]	[h/a]
VB08	ENERCON E-138 EP3 E2 4200 138.3 !O! NH: 160,0 m (Ges:229,1 m) (24)	26:52	3:21
VB09	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (32)	11:30	2:44
VB11	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (31)	88:24	22:26
VB12	ENERCON E-138 EP3 E2 4200 138.3 !O! NH: 160,0 m (Ges:229,1 m) (25)	22:41	2:04
WEA1	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (12)	235:05	52:31
WEA2	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (13)	156:55	30:07
WEA3	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (14)	282:51	55:38
WEA4	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (15)	73:40	18:12
WEA5	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (16)	364:20	72:04
WEA6	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (17)	246:03	54:17
WEA7	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (18)	153:14	21:57

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

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

Projekt:

23-1-3188-000  
Energieplan Ost West GmbH & Co.KG

Beschreibung:

Windpark Niedermarpe-Hülsenberg, Gemeinde Eslohe,  
Hochsauerlandkreis, Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

Graf-Zeppelin-Str. 69  
33181 Bad Wünnenberg

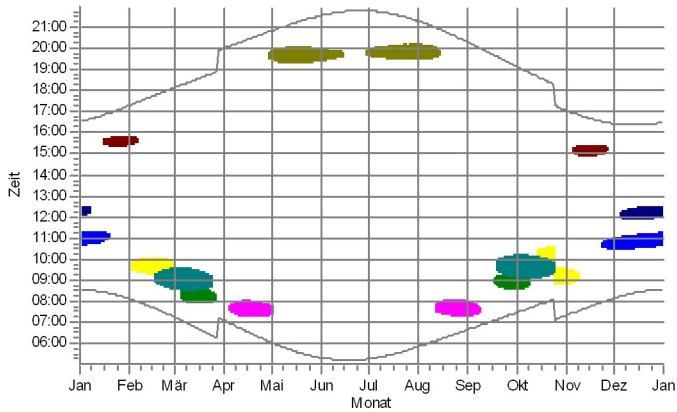
Berechnet:

19.03.2024 14:22/4.0.531

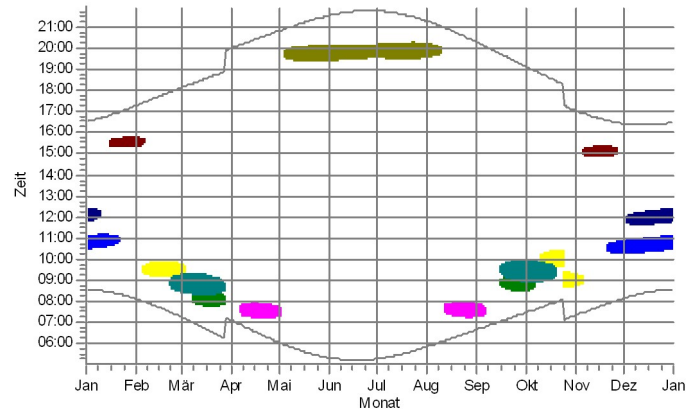
## SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung

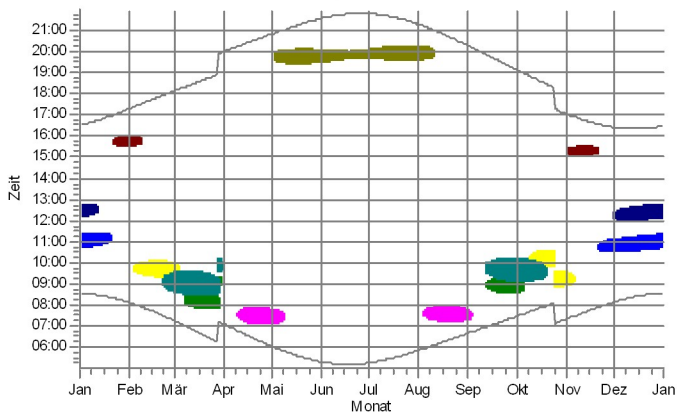
Do02: Eslohe, Dormecke 4



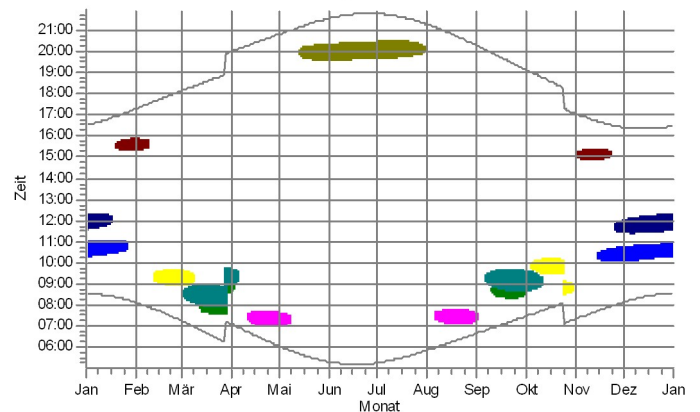
Do03: Eslohe, Dormecke 3



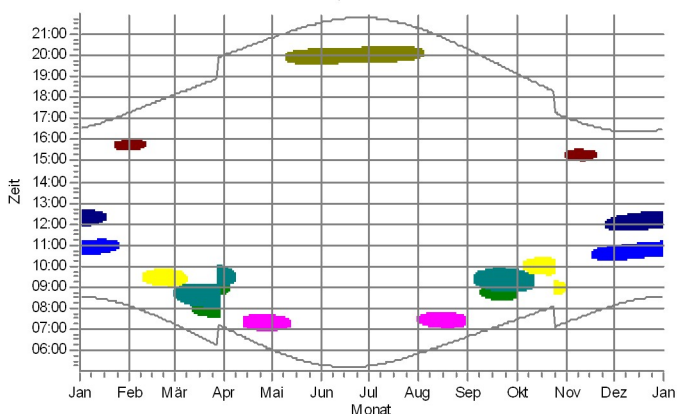
Do04: Eslohe, Dormecke 5



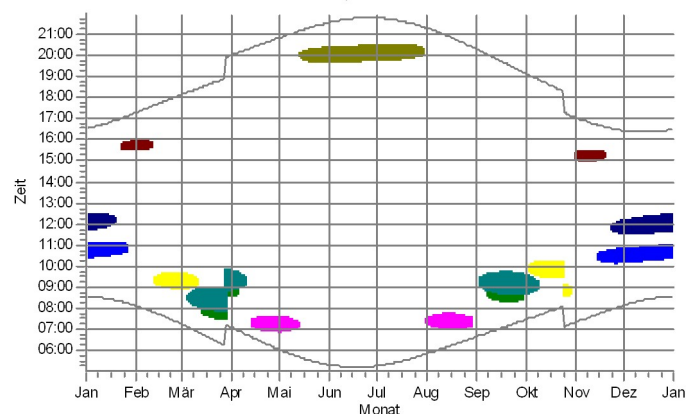
Do05: Eslohe, Dormecke 2



Do06: Eslohe, Dormecke 7



Do07: Eslohe, Dormecke 9



WEA

	WEA1: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (12)
	WEA2: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (13)
	WEA3: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (14)
	WEA5: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (16)

	WEA6: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (17)
	WEA7: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (18)
	VB08: ENERCON E-138 EP3 E2 4200 138.3 IO! NH: 160,0 m (Ges:229,1 m) (24)
	VB11: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (31)



Projekt:

23-1-3188-000  
Energieplan Ost West GmbH & Co.KG

Beschreibung:

Windpark Niedermarpe-Hülsenberg, Gemeinde Eslohe,  
Hochsauerlandkreis, Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

Graf-Zeppelin-Str. 69  
33181 Bad Wünnenberg

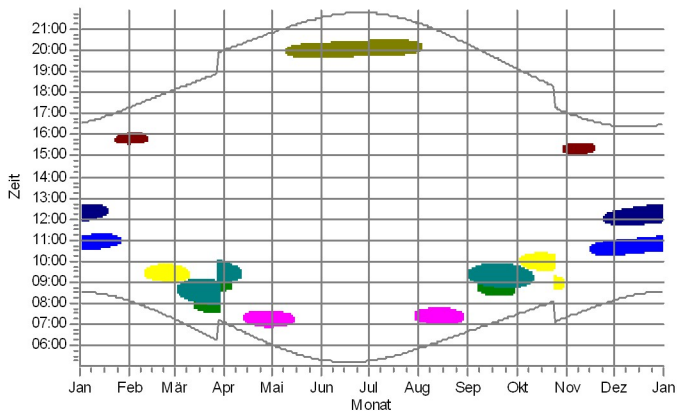
Berechnet:

19.03.2024 14:22/4.0.531

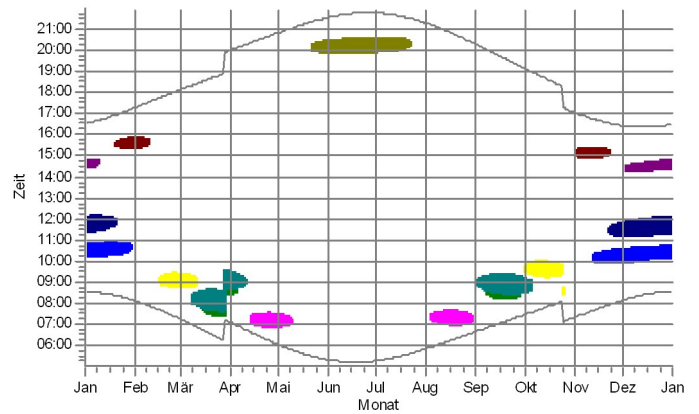
## SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung

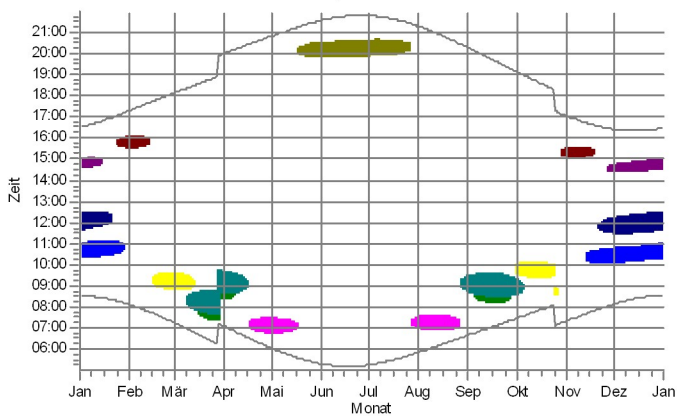
Do08: Eslohe, Dormecke 7a



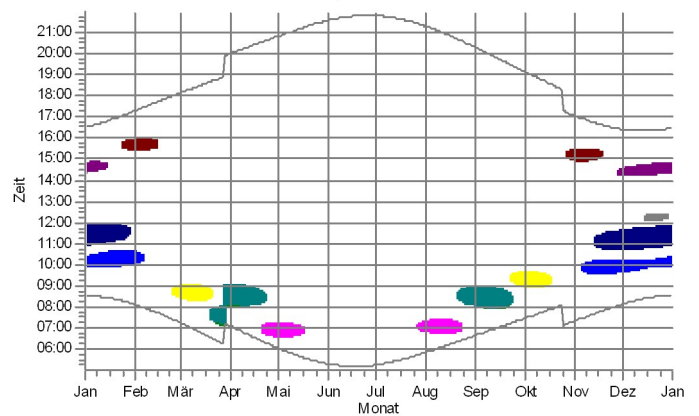
Do09: Eslohe, Dormecke 1



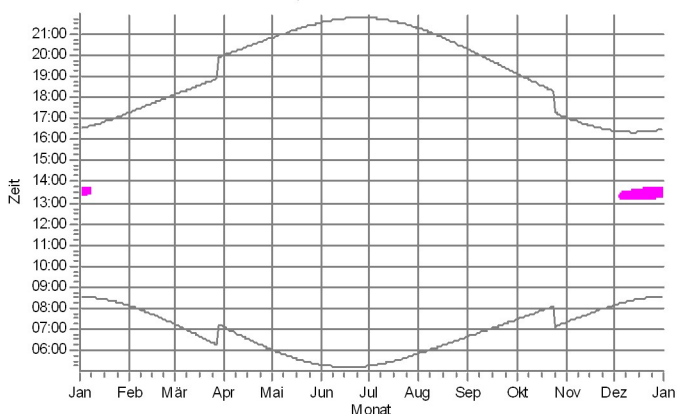
Do10: Eslohe, Dormecke 8



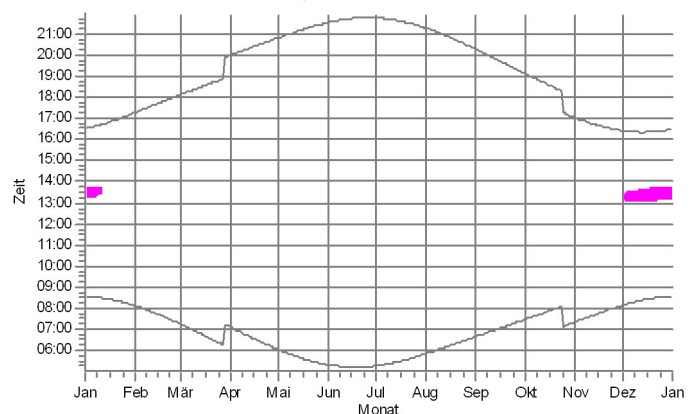
Do11: Eslohe, Dormecke 10



Kü01: Eslohe, Franziskusstraße 53



Kü02: Eslohe, Franziskusstraße 28



WEA

WEA1: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (12)
WEA2: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (13)
WEA3: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (14)
WEA4: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (15)
WEA5: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (16)

WEA6: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (17)
WEA7: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (18)
VB08: ENERCON E-138 EP3 E2 4200 138.3 IO! NH: 160,0 m (Ges:229,1 m) (24)
VB11: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (31)
VB12: ENERCON E-138 EP3 E2 4200 138.3 IO! NH: 160,0 m (Ges:229,1 m) (25)

Projekt:

23-1-3188-000  
Energieplan Ost West GmbH & Co.KG

Beschreibung:

Windpark Niedermarpe-Hülsenberg, Gemeinde Eslohe,  
Hochsauerlandkreis, Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH  
Elisabeth-Consbruch-Straße 3  
DE-34131 KasselGraf-Zeppelin-Str. 69  
33181 Bad Wünnenberg

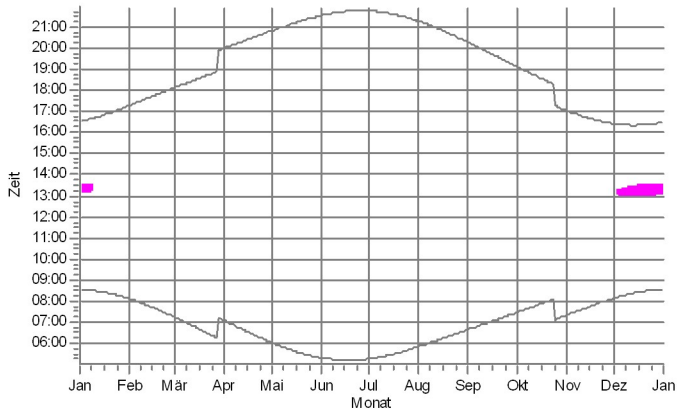
Berechnet:

19.03.2024 14:22/4.0.531

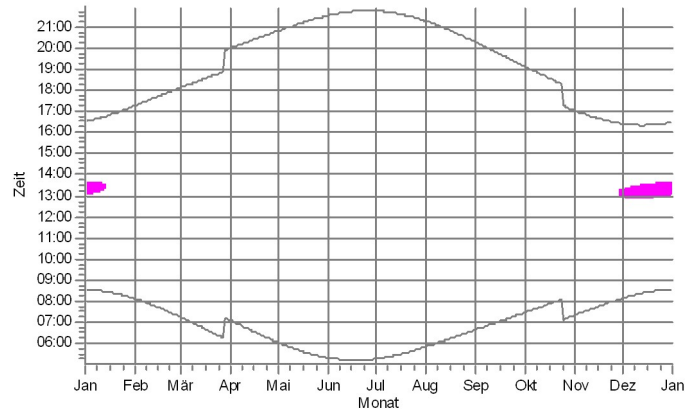
## SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung

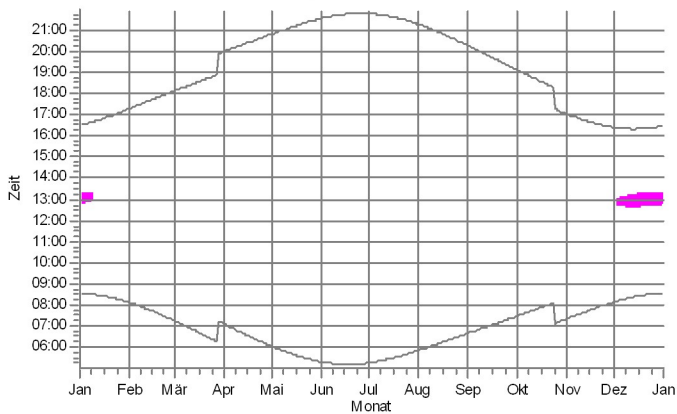
Kü03: Eslohe, Zum Hohenstein 1



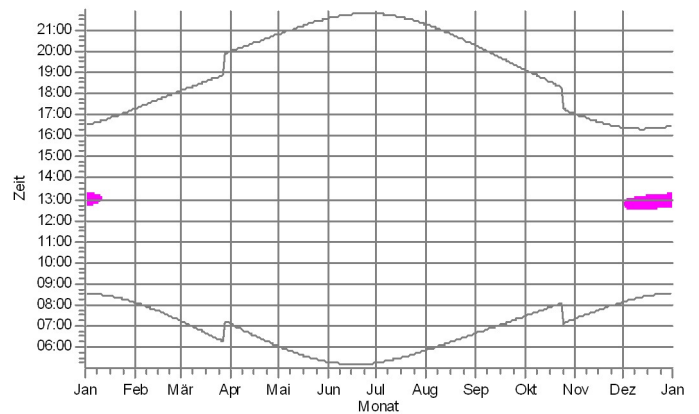
Kü04: Eslohe, Zum Hohenstein 3



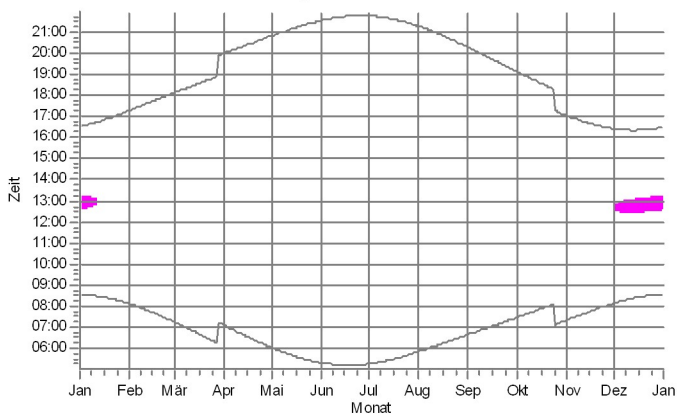
Kü05: Eslohe, Zum Hohenstein 4



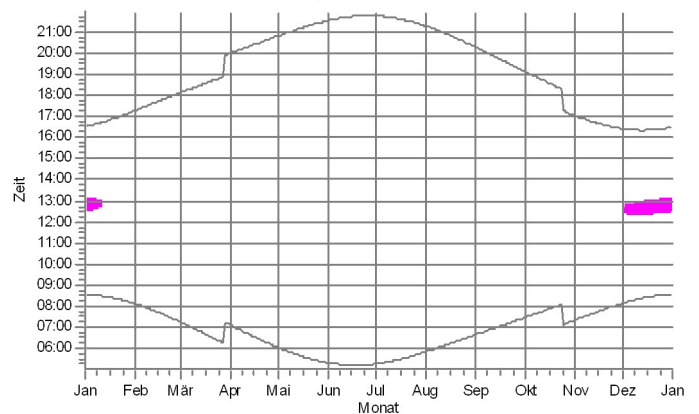
Kü06: Eslohe, Zum Hohenstein 6



Kü07: Eslohe, Zum Hohenstein 6a



Kü08: Eslohe, Zum Hohenstein 8



WEA

WEA5: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (16)

Projekt:

23-1-3188-000  
Energieplan Ost West GmbH & Co.KG

Beschreibung:

Windpark Niedermarpe-Hülsenberg, Gemeinde Eslohe,  
Hochsauerlandkreis, Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

Graf-Zeppelin-Str. 69  
33181 Bad Wünnenberg

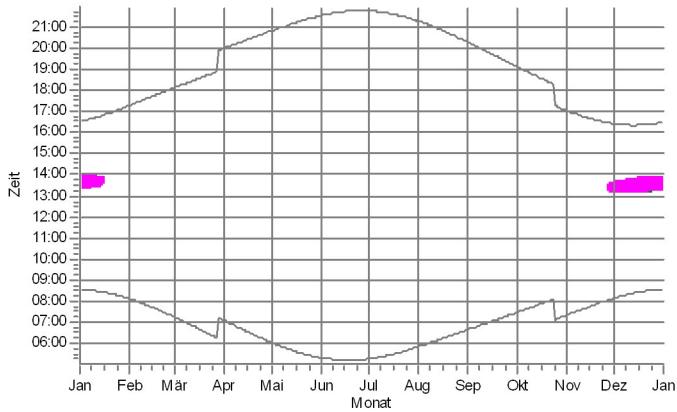
Berechnet:

19.03.2024 14:22/4.0.531

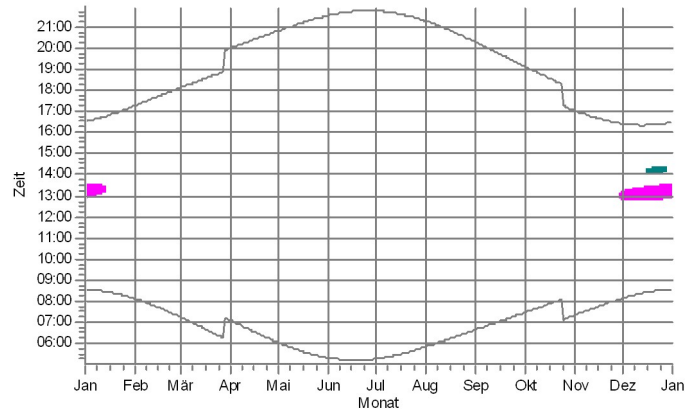
## SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung

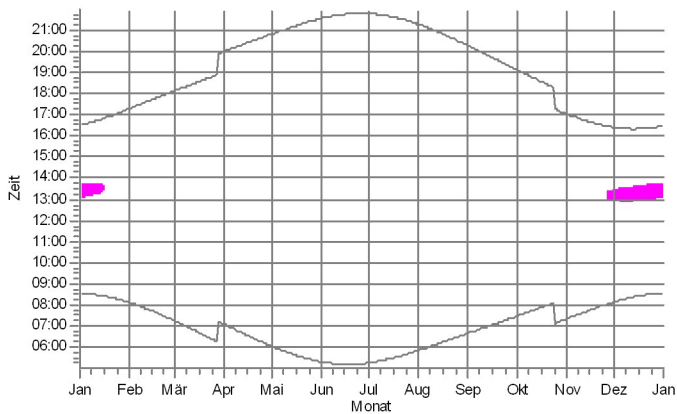
Kü09: Eslohe, Franziskusstraße 30



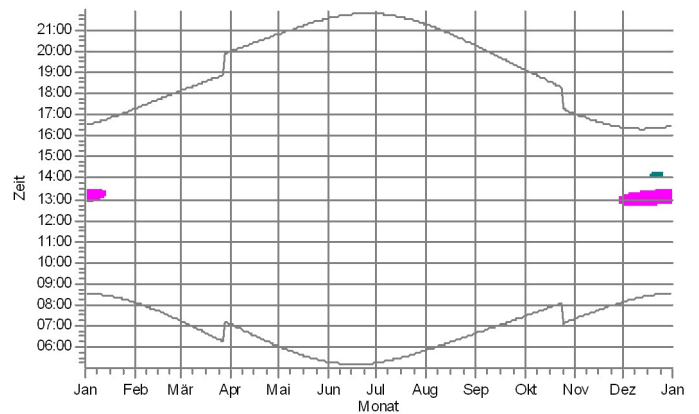
Kü10: Eslohe, Zum Hohenstein 9



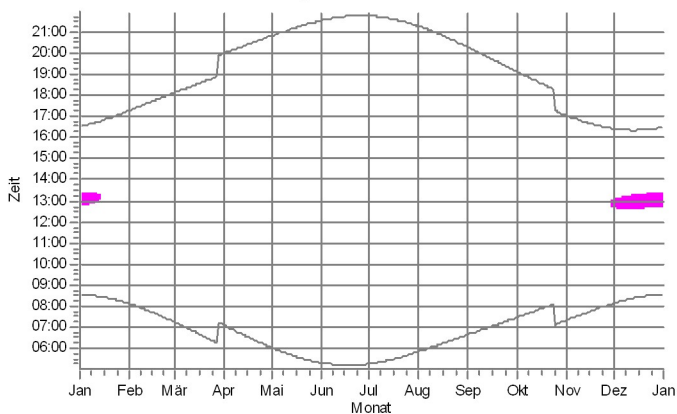
Kü12: Eslohe, Zum Hohenstein 5



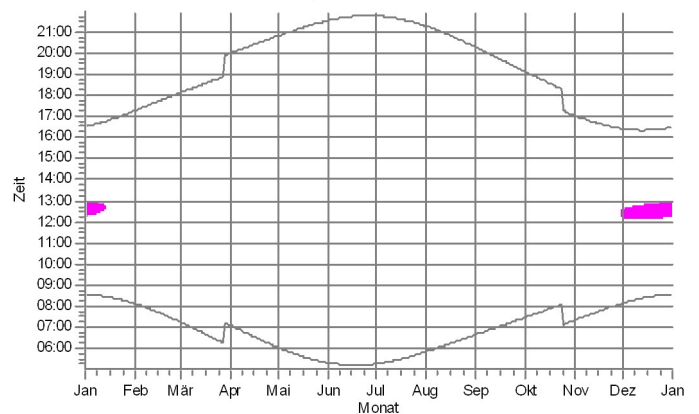
Kü13: Eslohe, Zum Hohenstein 11



Kü14: Eslohe, Zum Hohenstein 13



Kü15: Eslohe, Zum Hohenstein 12



WEA

WEA1: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (12)  
WEA5: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (16)

WEA6: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (17)



Projekt:

23-1-3188-000  
Energieplan Ost West GmbH & Co.KG

Beschreibung:

Windpark Niedermarpe-Hülsenberg, Gemeinde Eslohe,  
Hochsauerlandkreis, Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

Graf-Zeppelin-Str. 69  
33181 Bad Wünnenberg

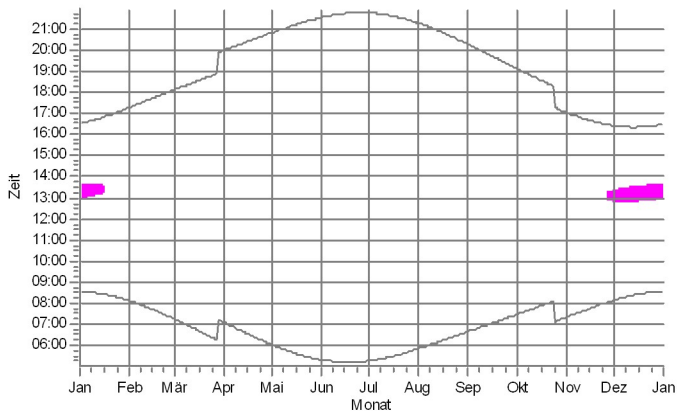
Berechnet:

19.03.2024 14:22/4.0.531

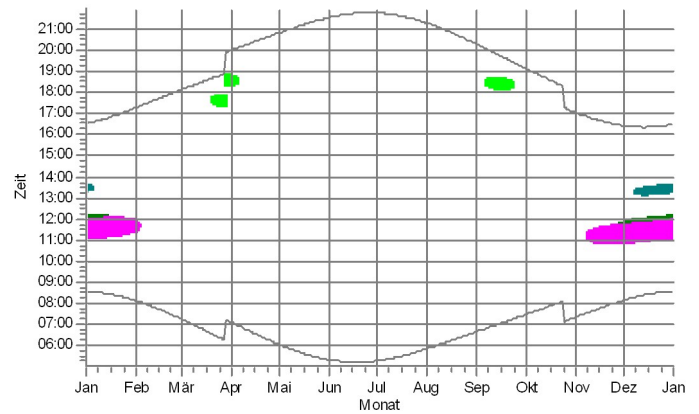
## SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung

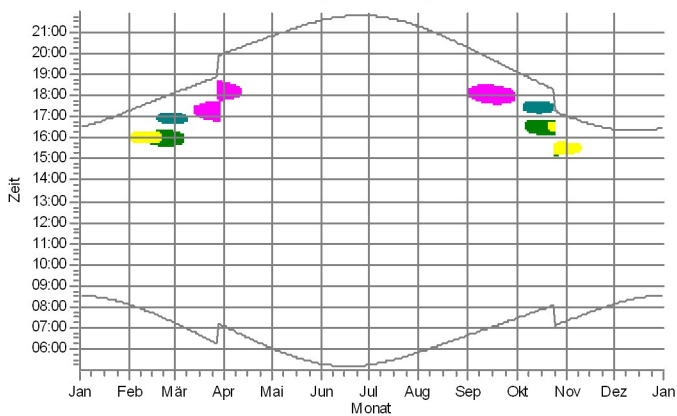
Kü16: Eslohe, Zum Hohenstein 7



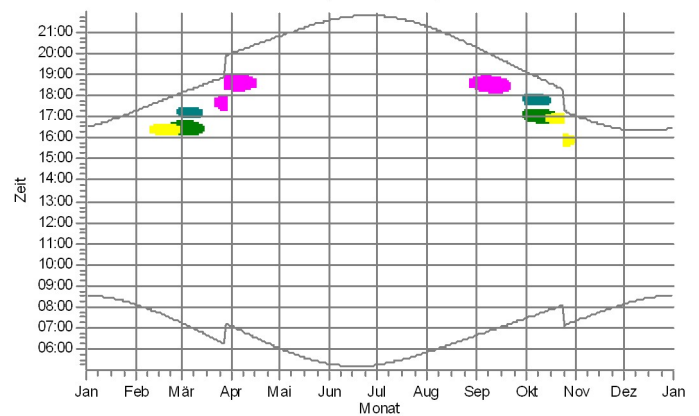
Kü17: Eslohe, Zum Hohenstein 15



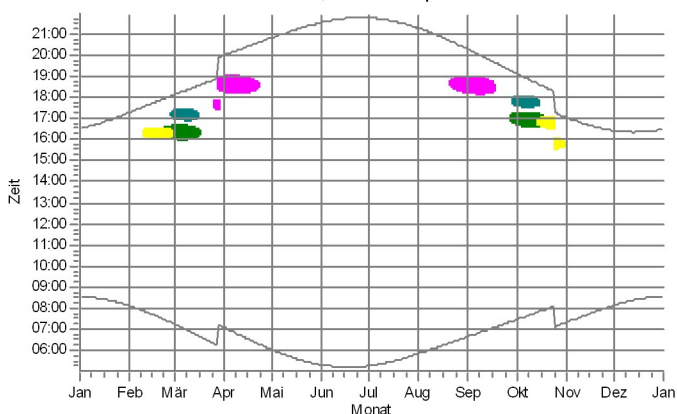
Ni01: Eslohe, Niedermarpe 2



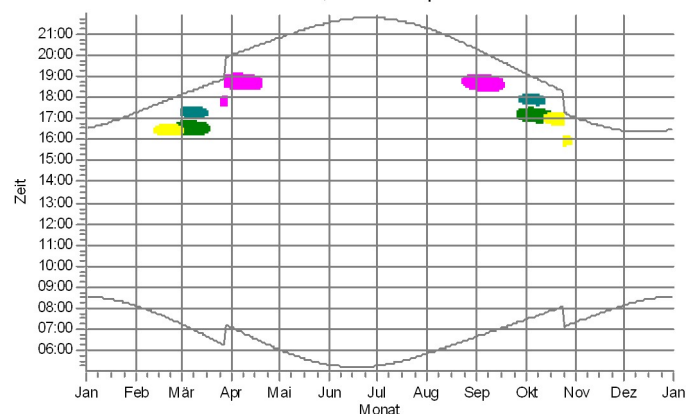
Ni02: Eslohe, Niedermarpe 1



Ni03: Eslohe, Niedermarpe 4



Ni04: Eslohe, Niedermarpe 13



WEA

WEA1: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (12)  
WEA2: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (13)  
WEA5: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (16)

WEA6: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (17)  
VB09: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (32)

Projekt:

23-1-3188-000  
Energieplan Ost West GmbH & Co.KG

Beschreibung:

Windpark Niedermarpe-Hülsenberg, Gemeinde Eslohe,  
Hochsauerlandkreis, Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

Graf-Zeppelin-Str. 69  
33181 Bad Wünnenberg

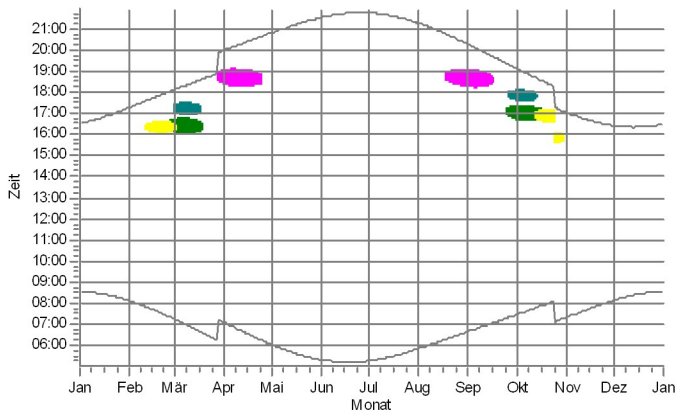
Berechnet:

19.03.2024 14:22/4.0.531

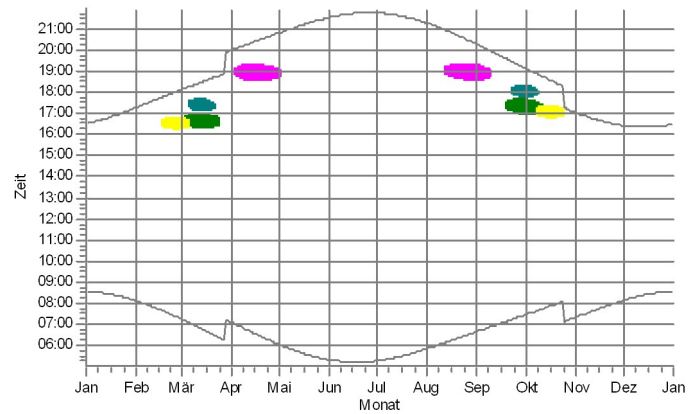
## SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung

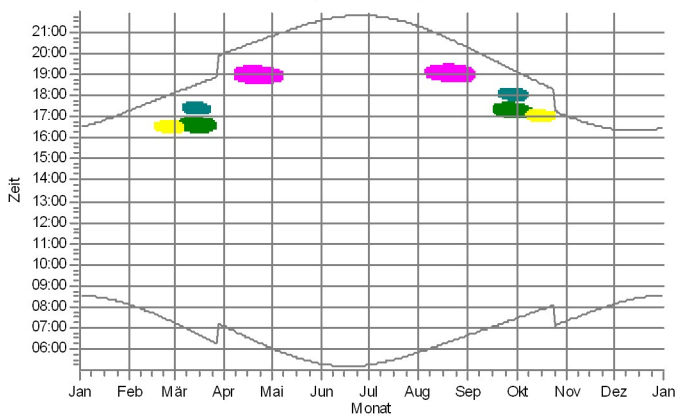
Ni05: Eslohe, Niedermarpe 6



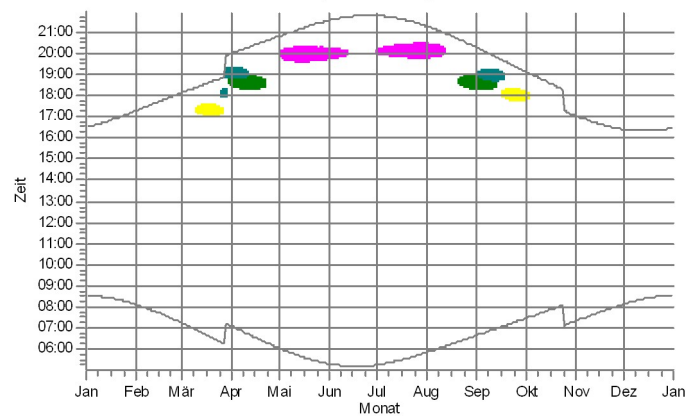
Ni06: Eslohe, Niedermarpe 8



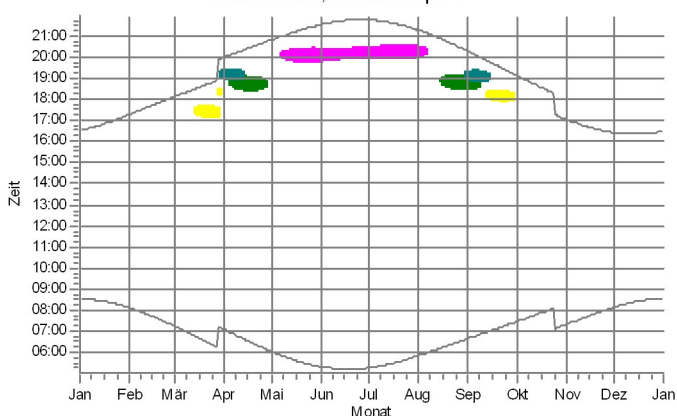
Ni07: Eslohe, Niedermarpe 8a



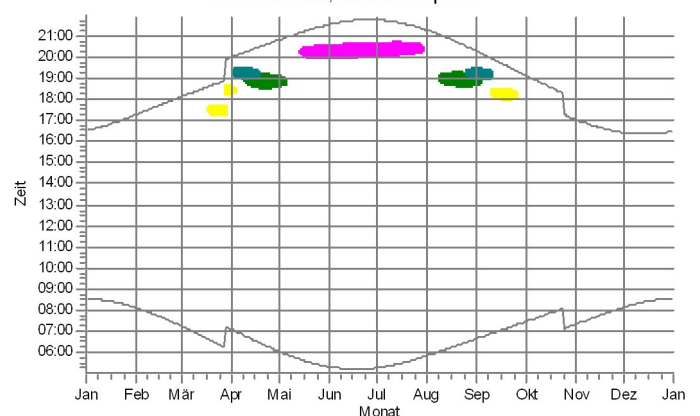
Ni08: Eslohe, Niedermarpe 15



Ni09: Eslohe, Niedermarpe 7



Ni10: Eslohe, Niedermarpe 3



WEA



WEA1: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (12)

WEA2: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (13)



WEA5: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (16)

WEA6: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (17)

Projekt:

23-1-3188-000  
Energieplan Ost West GmbH & Co.KG

Beschreibung:

Windpark Niedermarpe-Hülsenberg, Gemeinde Eslohe,  
Hochsauerlandkreis, Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

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

Graf-Zeppelin-Str. 69  
33181 Bad Wünnenberg

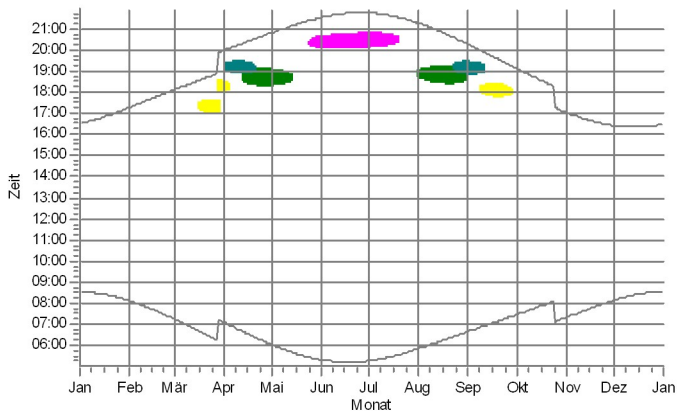
Berechnet:

19.03.2024 14:22/4.0.531

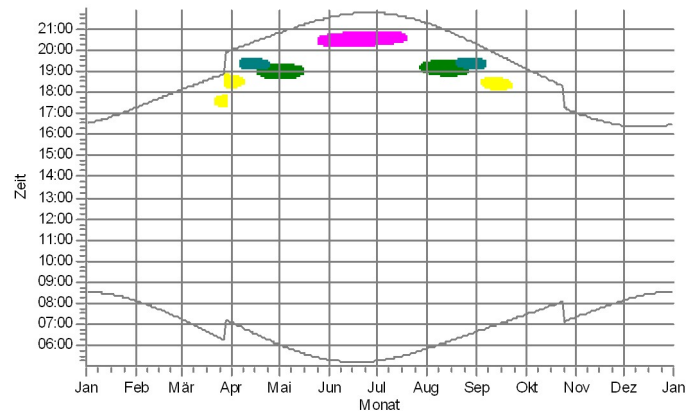
## SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung

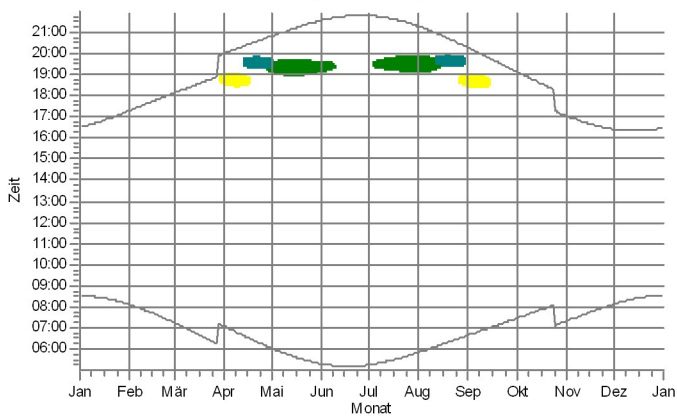
N11: Eslohe, Niedermarpe 10



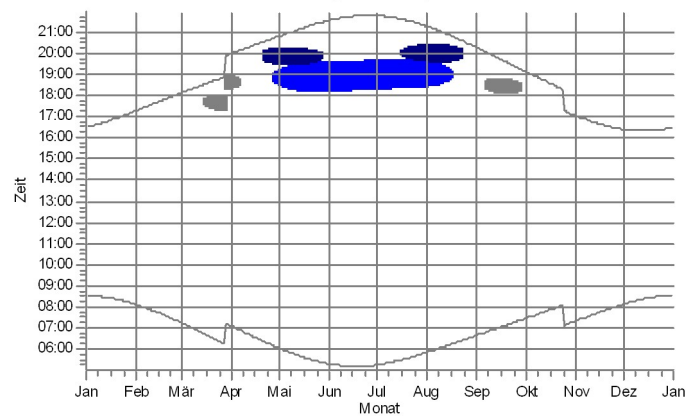
N12: Eslohe, Niedermarpe 12



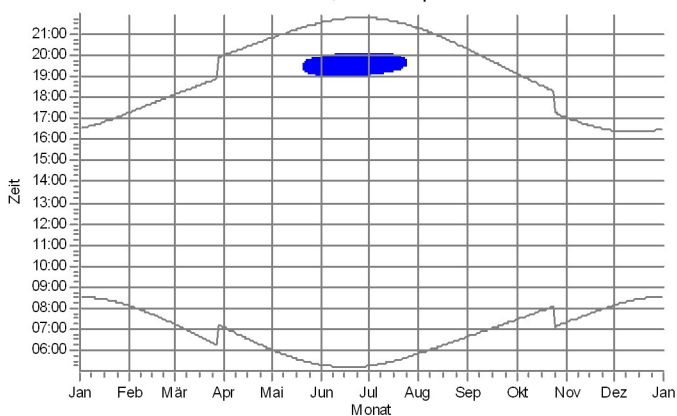
N13: Eslohe, Niedermarpe 14



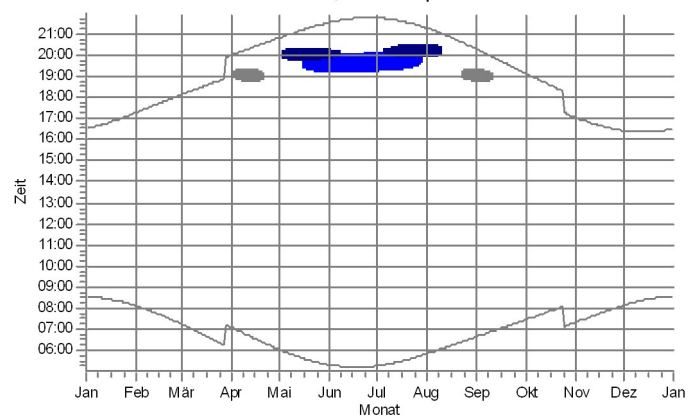
Ob01: Eslohe, Obermarpe 10



Ob02: Eslohe, Obermarpe 9



Ob03: Eslohe, Obermarpe 12



WEA

	WEA1: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (12)
	WEA2: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (13)
	WEA3: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (14)
	WEA4: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (15)

	WEA5: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (16)
	WEA6: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (17)
	WEA7: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (18)

Projekt:

23-1-3188-000  
Energieplan Ost West GmbH & Co.KG

Beschreibung:

Windpark Niedermarpe-Hülsenberg, Gemeinde Eslohe,  
Hochsauerlandkreis, Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH  
Elisabeth-Consbruch-Straße 3  
DE-34131 KasselGraf-Zeppelin-Str. 69  
33181 Bad Wünnenberg

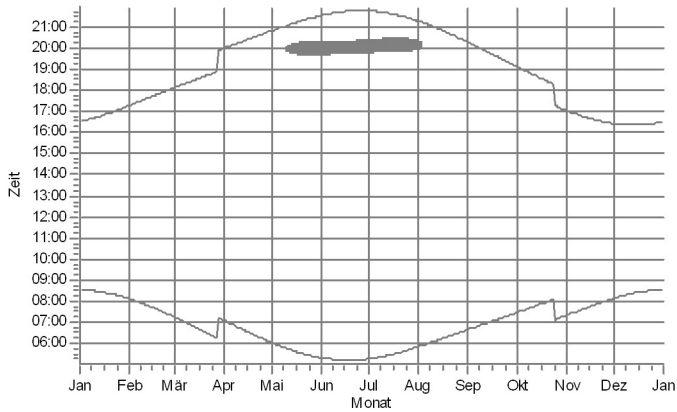
Berechnet:

19.03.2024 14:22/4.0.531

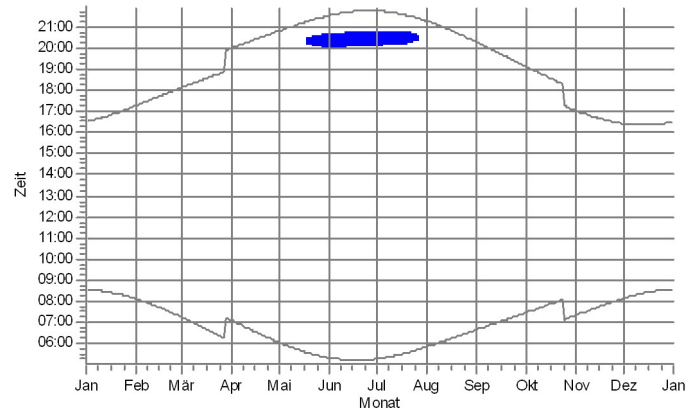
## SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung

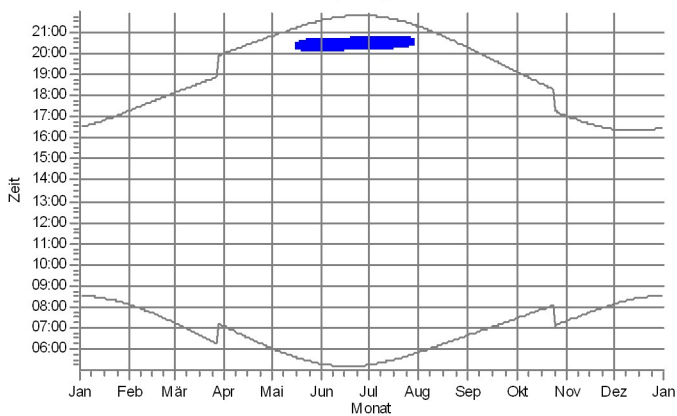
Ob04: Eslohe, Obermarpe 2



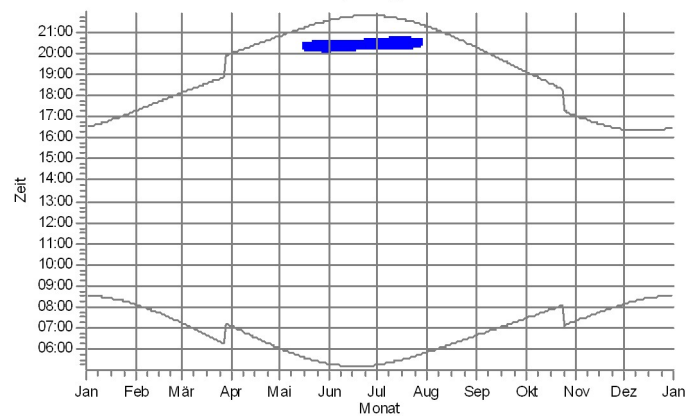
Ob05: Eslohe, Obermarpe 3



Ob06: Eslohe, Hengslade 2



Ob07: Eslohe, Hengslade 1



WEA

WEA3: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (14)

WEA4: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! NH: 162,0 m (Ges:249,5 m) (15)

Projekt:  
23-1-3188-000  
Energieplan Ost West GmbH & Co.KG

Beschreibung:  
Windpark Niedermarpe-Hülsenberg, Gemeinde Eslohe,  
Hochsauerlandkreis, Nordrhein-Westfalen

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

Graf-Zeppelin-Str. 69  
33181 Bad Wünnenberg

Berechnet:  
19.03.2024 14:17/4.0.531

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung irrelevant

Annahmen für Schattenwurfberechnung

Beschattungsbereich der WEA

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

Siehe WEA-Tabelle

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

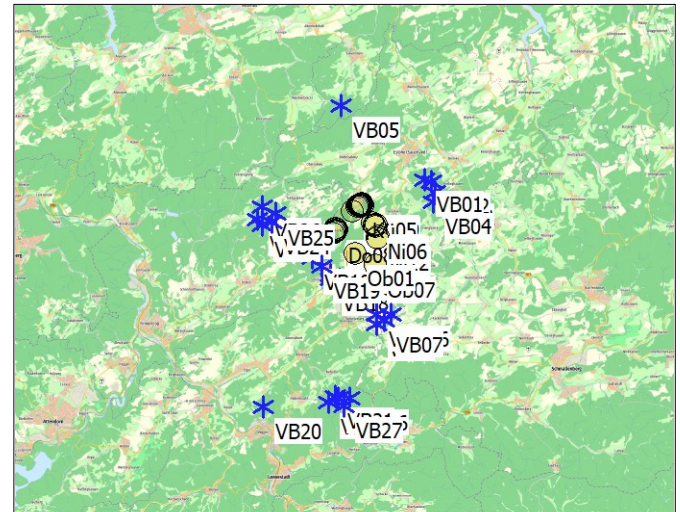
Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche  
Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:

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

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

Verwendete Höhenlinien: DGM25  
Rasterauflösung: 1,0 m

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



\* Existierende WEA

Maßstab 1:400.000  
Schattenrezeptor

## WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ Ak- tu- ell	Hersteller	Typ	Nenn- leistung	Rotor- durch- messer	NH	Schattendaten Beschatt.- Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
VB01	442.947	5.677.000	466,7	VESTAS V162-7.2 ...Ja		VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	169,0	2.041	9,5
VB02	443.301	5.676.911	460,0	VESTAS V162-7.2 ...Ja		VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	169,0	2.041	9,5
VB03	443.490	5.676.322	480,0	VESTAS V162-7.2 ...Ja		VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	169,0	2.041	9,5
VB04	443.398	5.675.846	500,0	VESTAS V162-7.2 ...Ja		VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	169,0	2.041	9,5
VB05	438.567	5.681.007	571,1	Siemens Gamesa ...Ja		Siemens Gamesa	SG 7.0-170-7.000	7.000	170,0	185,0	2.032	8,8
VB06	441.098	5.669.895	538,3	GE WIND ENERGY...Ja		GE WIND ENERGY	5.5-158 GT120-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	12,1
VB07	440.724	5.669.622	549,3	GE WIND ENERGY...Ja		GE WIND ENERGY	5.5-158 GT120-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	12,1
VB10	436.906	5.672.941	544,1	ENERCON E-138 E...Ja		ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
VB13	440.322	5.669.899	492,5	GE WIND ENERGY...Ja		GE WIND ENERGY	5.5-158 GT120-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	12,1
VB14	440.323	5.669.392	487,4	GE WIND ENERGY...Ja		GE WIND ENERGY	5.5-158 GT120-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	12,1
VB15	438.217	5.665.500	575,3	ENERCON E-160 E...Ja		ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
VB16	438.835	5.665.520	607,4	ENERCON E-160 E...Ja		ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
VB17	437.903	5.672.017	550,0	ENERCON E-58/10...Nein		ENERCON	E-58/10.58-1.000	1.000	58,0	70,5	1.347	24,0
VB18	437.898	5.671.839	541,6	ENERCON E-40/6...Nein		ENERCON	E-40/6.44-600	600	44,0	78,0	834	34,5
VB19	437.451	5.672.485	560,3	ENERCON E-40/6...Nein		ENERCON	E-40/6.44-600	600	44,0	78,0	834	34,5
VB20	434.232	5.665.092	480,0	REpower MD 77 1...Nein		REpower	MD 77-1.500	1.500	77,0	100,0	1.414	17,3
VB21	438.053	5.665.618	589,3	FUHLRLÄNDER FL-...Nein		FUHLRLÄNDER	FL-MD77-1.500	1.500	77,0	111,5	1.461	17,3
VB22	434.042	5.675.008	530,0	GE WIND ENERGY...Ja		GE WIND ENERGY	5.5-158 GT120-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	12,1
VB23	434.291	5.674.714	542,6	GE WIND ENERGY...Ja		GE WIND ENERGY	5.5-158 GT120-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	12,1
VB24	434.784	5.674.869	545,5	GE WIND ENERGY...Ja		GE WIND ENERGY	5.5-158 GT120-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	12,1
VB25	435.000	5.675.351	543,9	GE WIND ENERGY...Ja		GE WIND ENERGY	5.5-158 GT120-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	12,1
VB26	434.285	5.675.690	556,5	GE WIND ENERGY...Ja		GE WIND ENERGY	5.5-158 GT120-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	12,1
VB27	438.525	5.665.111	600,0	ENERCON E-115 E...Ja		ENERCON	E-115 EP3 E3-4.200	4.200	115,7	121,9	1.620	12,9
VB28	437.698	5.665.294	582,2	ENERCON E-138 E...Ja		ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	130,1	1.681	11,1

## Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe	Neigung des	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
					[m]	[m]	ü.Gr.	Fensters		[m]
Do02	Eslohe, Dormecke 4	438.236	5.674.484	430,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do03	Eslohe, Dormecke 3	438.188	5.674.461	430,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do04	Eslohe, Dormecke 5	438.280	5.674.439	428,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do05	Eslohe, Dormecke 2	438.157	5.674.393	430,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do06	Eslohe, Dormecke 7	438.228	5.674.387	430,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do07	Eslohe, Dormecke 9	438.195	5.674.365	432,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do08	Eslohe, Dormecke 7a	438.238	5.674.368	432,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...



Projekt:

23-1-3188-000  
Energieplan Ost West GmbH & Co.KG

Beschreibung:

Windpark Niedermarpe-Hülsenberg, Gemeinde Eslohe,  
Hochsauerlandkreis, Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH  
Elisabeth-Consbruch-Straße 3  
DE-34131 KasselGraf-Zeppelin-Str. 69  
33181 Bad Wünnenberg

Berechnet:

19.03.2024 14:17/4.0.531

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung irrelevant

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
Do09	Eslohe, Dormecke 1	438.117	5.674.343	439,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do10	Eslohe, Dormecke 8	438.196	5.674.322	438,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Do11	Eslohe, Dormecke 10	438.063	5.674.235	446,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü01	Eslohe, Franziskusstraße 53	439.636	5.675.789	360,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü02	Eslohe, Franziskusstraße 28	439.617	5.675.743	360,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü03	Eslohe, Zum Hohenstein 1	439.575	5.675.745	363,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü04	Eslohe, Zum Hohenstein 3	439.568	5.675.698	364,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü05	Eslohe, Zum Hohenstein 4	439.485	5.675.701	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü06	Eslohe, Zum Hohenstein 6	439.456	5.675.682	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü07	Eslohe, Zum Hohenstein 6a	439.435	5.675.676	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü08	Eslohe, Zum Hohenstein 8	439.409	5.675.673	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü09	Eslohe, Franziskusstraße 30	439.645	5.675.673	366,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü10	Eslohe, Zum Hohenstein 9	439.528	5.675.670	368,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü12	Eslohe, Zum Hohenstein 5	439.580	5.675.669	364,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü13	Eslohe, Zum Hohenstein 11	439.510	5.675.665	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü14	Eslohe, Zum Hohenstein 13	439.484	5.675.662	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü15	Eslohe, Zum Hohenstein 12	439.356	5.675.652	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü16	Eslohe, Zum Hohenstein 7	439.548	5.675.641	368,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Kü17	Eslohe, Zum Hohenstein 15	439.117	5.675.382	380,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni01	Eslohe, Niedermarpe 2	440.180	5.674.758	390,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni02	Eslohe, Niedermarpe 1	440.352	5.674.670	390,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni03	Eslohe, Niedermarpe 4	440.254	5.674.638	390,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni04	Eslohe, Niedermarpe 13	440.356	5.674.627	390,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni05	Eslohe, Niedermarpe 6	440.266	5.674.613	390,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni06	Eslohe, Niedermarpe 8	440.324	5.674.537	390,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni07	Eslohe, Niedermarpe 8a	440.256	5.674.507	392,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni08	Eslohe, Niedermarpe 15	440.482	5.674.149	408,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni09	Eslohe, Niedermarpe 7	440.485	5.674.087	407,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni10	Eslohe, Niedermarpe 3	440.457	5.674.033	403,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni11	Eslohe, Niedermarpe 10	440.281	5.674.046	408,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni12	Eslohe, Niedermarpe 12	440.415	5.673.961	402,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ni13	Eslohe, Niedermarpe 14	440.383	5.673.840	410,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob01	Eslohe, Obermarpe 10	439.234	5.673.134	504,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob02	Eslohe, Obermarpe 9	439.335	5.673.004	480,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob03	Eslohe, Obermarpe 12	439.573	5.672.935	439,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob04	Eslohe, Obermarpe 2	439.315	5.672.498	450,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob05	Eslohe, Obermarpe 3	439.944	5.672.618	490,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob06	Eslohe, Hengslade 2	440.151	5.672.529	484,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Ob07	Eslohe, Hengslade 1	440.279	5.672.494	458,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

## Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
Do02	Eslohe, Dormecke 4	0:00	0	0:00
Do03	Eslohe, Dormecke 3	0:00	0	0:00
Do04	Eslohe, Dormecke 5	0:00	0	0:00
Do05	Eslohe, Dormecke 2	0:00	0	0:00
Do06	Eslohe, Dormecke 7	0:00	0	0:00
Do07	Eslohe, Dormecke 9	0:00	0	0:00
Do08	Eslohe, Dormecke 7a	0:00	0	0:00
Do09	Eslohe, Dormecke 1	0:00	0	0:00
Do10	Eslohe, Dormecke 8	0:00	0	0:00
Do11	Eslohe, Dormecke 10	0:00	0	0:00
Kü01	Eslohe, Franziskusstraße 53	0:00	0	0:00
Kü02	Eslohe, Franziskusstraße 28	0:00	0	0:00
Kü03	Eslohe, Zum Hohenstein 1	0:00	0	0:00
Kü04	Eslohe, Zum Hohenstein 3	0:00	0	0:00
Kü05	Eslohe, Zum Hohenstein 4	0:00	0	0:00
Kü06	Eslohe, Zum Hohenstein 6	0:00	0	0:00
Kü07	Eslohe, Zum Hohenstein 6a	0:00	0	0:00
Kü08	Eslohe, Zum Hohenstein 8	0:00	0	0:00

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

23-1-3188-000  
Energieplan Ost West GmbH & Co.KG

Beschreibung:

Windpark Niedermarpe-Hülsenberg, Gemeinde Eslohe,  
Hochsauerlandkreis, Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

Ramboll Deutschland GmbH  
Elisabeth-Consbruch-Straße 3  
DE-34131 KasselGraf-Zeppelin-Str. 69  
33181 Bad Wünnenberg

Berechnet:

19.03.2024 14:17/4.0.531

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung irrelevant

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
Kü09	Eslohe, Franziskusstraße 30	0:00	0	0:00
Kü10	Eslohe, Zum Hohenstein 9	0:00	0	0:00
Kü12	Eslohe, Zum Hohenstein 5	0:00	0	0:00
Kü13	Eslohe, Zum Hohenstein 11	0:00	0	0:00
Kü14	Eslohe, Zum Hohenstein 13	0:00	0	0:00
Kü15	Eslohe, Zum Hohenstein 12	0:00	0	0:00
Kü16	Eslohe, Zum Hohenstein 7	0:00	0	0:00
Kü17	Eslohe, Zum Hohenstein 15	0:00	0	0:00
Ni01	Eslohe, Niedermarpe 2	0:00	0	0:00
Ni02	Eslohe, Niedermarpe 1	0:00	0	0:00
Ni03	Eslohe, Niedermarpe 4	0:00	0	0:00
Ni04	Eslohe, Niedermarpe 13	0:00	0	0:00
Ni05	Eslohe, Niedermarpe 6	0:00	0	0:00
Ni06	Eslohe, Niedermarpe 8	0:00	0	0:00
Ni07	Eslohe, Niedermarpe 8a	0:00	0	0:00
Ni08	Eslohe, Niedermarpe 15	0:00	0	0:00
Ni09	Eslohe, Niedermarpe 7	0:00	0	0:00
Ni10	Eslohe, Niedermarpe 3	0:00	0	0:00
Ni11	Eslohe, Niedermarpe 10	0:00	0	0:00
Ni12	Eslohe, Niedermarpe 12	0:00	0	0:00
Ni13	Eslohe, Niedermarpe 14	0:00	0	0:00
Ob01	Eslohe, Obermarpe 10	0:00	0	0:00
Ob02	Eslohe, Obermarpe 9	0:00	0	0:00
Ob03	Eslohe, Obermarpe 12	0:00	0	0:00
Ob04	Eslohe, Obermarpe 2	0:00	0	0:00
Ob05	Eslohe, Obermarpe 3	0:00	0	0:00
Ob06	Eslohe, Hengslade 2	0:00	0	0:00
Ob07	Eslohe, Hengslade 1	0:00	0	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal
		[h/a]
VB01	VESTAS V162-7.2 7200 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (12)	0:00
VB02	VESTAS V162-7.2 7200 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (13)	0:00
VB03	VESTAS V162-7.2 7200 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (14)	0:00
VB04	VESTAS V162-7.2 7200 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (15)	0:00
VB05	Siemens Gamesa SG 7.0-170 7000 170.0 !O! NH: 185,0 m (Ges:270,0 m) (16)	0:00
VB06	GE WIND ENERGY 5.5-158 GT120 5500 158.0 !-! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (17)	0:00
VB07	GE WIND ENERGY 5.5-158 GT120 5500 158.0 !-! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (18)	0:00
VB10	ENERCON E-138 EP3 E2 4200 138.3 !O! NH: 160,0 m (Ges:229,1 m) (23)	0:00
VB13	GE WIND ENERGY 5.5-158 GT120 5500 158.0 !-! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (39)	0:00
VB14	GE WIND ENERGY 5.5-158 GT120 5500 158.0 !-! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (40)	0:00
VB15	ENERCON E-160 EP5 E3 5560 160.0 !O! NH: 166,6 m (Ges:246,6 m) (21)	0:00
VB16	ENERCON E-160 EP5 E3 5560 160.0 !O! NH: 166,6 m (Ges:246,6 m) (22)	0:00
VB17	ENERCON E-58/10.58 1000 58.0 !O! NH: 70,5 m (Ges:99,5 m) (2)	0:00
VB18	ENERCON E-40/6.44 600 44.0 !O! NH: 78,0 m (Ges:100,0 m) (3)	0:00
VB19	ENERCON E-40/6.44 600 44.0 !O! NH: 78,0 m (Ges:100,0 m) (1)	0:00
VB20	REpower MD 77 1500 77.0 !-! NH: 100,0 m (Ges:138,5 m) (69)	0:00
VB21	FUHLÄNDER FL-MD77 1500 77.0 !-! NH: 111,5 m (Ges:150,0 m) (72)	0:00
VB22	GE WIND ENERGY 5.5-158 GT120 5500 158.0 !-! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (78)	0:00
VB23	GE WIND ENERGY 5.5-158 GT120 5500 158.0 !-! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (79)	0:00
VB24	GE WIND ENERGY 5.5-158 GT120 5500 158.0 !-! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (80)	0:00
VB25	GE WIND ENERGY 5.5-158 GT120 5500 158.0 !-! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (81)	0:00
VB26	GE WIND ENERGY 5.5-158 GT120 5500 158.0 !-! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (82)	0:00
VB27	ENERCON E-115 EP3 E3 4200 115.7 !O! NH: 121,9 m (Ges:179,8 m) (83)	0:00
VB28	ENERCON E-138 EP3 E2 4200 138.3 !O! NH: 130,1 m (Ges:199,3 m) (84)	0:00

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

## Anhang: Akkreditierung und theoretische Grundlagen



### Deutsche Akkreditierungsstelle

#### Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-PL-21488-01-00 nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018

**Gültig ab:** 14.12.2022

Ausstellungsdatum: 14.12.2022

Inhaber der Akkreditierungsurkunde:

**Ramboll Deutschland GmbH**

mit den Standorten:

**Elisabeth-Consbruch-Straße 3, 34131 Kassel**  
**Lister Straße 9, 30163 Hannover**

Das Prüflaboratorium erfüllt die Mindestanforderungen gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 und gegebenenfalls zusätzliche gesetzliche und normative Anforderungen, einschließlich solcher in relevanten sektoralen Programmen, um die nachfolgend aufgeführten Konformitätsbewertungstätigkeiten durchzuführen.

Die Anforderungen an das Managementsystem in der DIN EN ISO/IEC 17025 sind in einer für Prüflaboratorien relevanten Sprache verfasst und stehen insgesamt in Übereinstimmung mit den Prinzipien der DIN EN ISO 9001.

**Bestimmung von Windpotenzial und Energieerträgen von Windenergieanlagen (WEA) einschließlich Prüfung windklimatologischer Eingangsdaten; Bestimmung des Referenzertrages; Bestimmung der Standortgüte; Durchführung und Auswertung von Windmessungen zur Bestimmung des Windpotenzials; Verifizierung von Fernmessgeräten (Lidar und Sodar), 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**

Innerhalb der mit \* gekennzeichneten Prüfverfahren ist dem Prüflaboratorium, ohne dass es einer vorherigen Information und Zustimmung der DAkkS bedarf, die Anwendung der hier aufgeführten genormten oder ihnen gleichzusetzenden Prüfverfahren mit unterschiedlichen Ausgabeständen gestattet.

Das Prüflaboratorium verfügt über eine aktuelle Liste aller Prüfverfahren im flexiblen Akkreditierungsbereich.

*Diese Urkundenanlage gilt nur zusammen mit der schriftlich erteilten Urkunde und gibt den Stand zum Zeitpunkt des Ausstellungsdatums wieder. Der jeweils aktuelle Stand der gültigen und überwachten Akkreditierung ist der Datenbank akkreditierter Stellen der Deutschen Akkreditierungsstelle zu entnehmen ([www.dakks.de](http://www.dakks.de))*

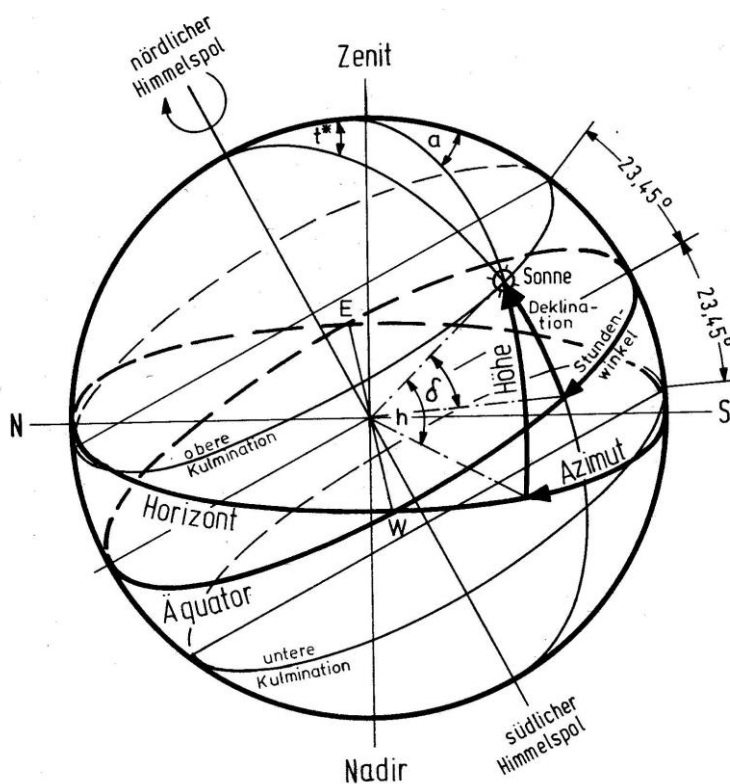
Verwendete Abkürzungen: siehe letzte Seite

**Seite 1 von 3**

# 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**

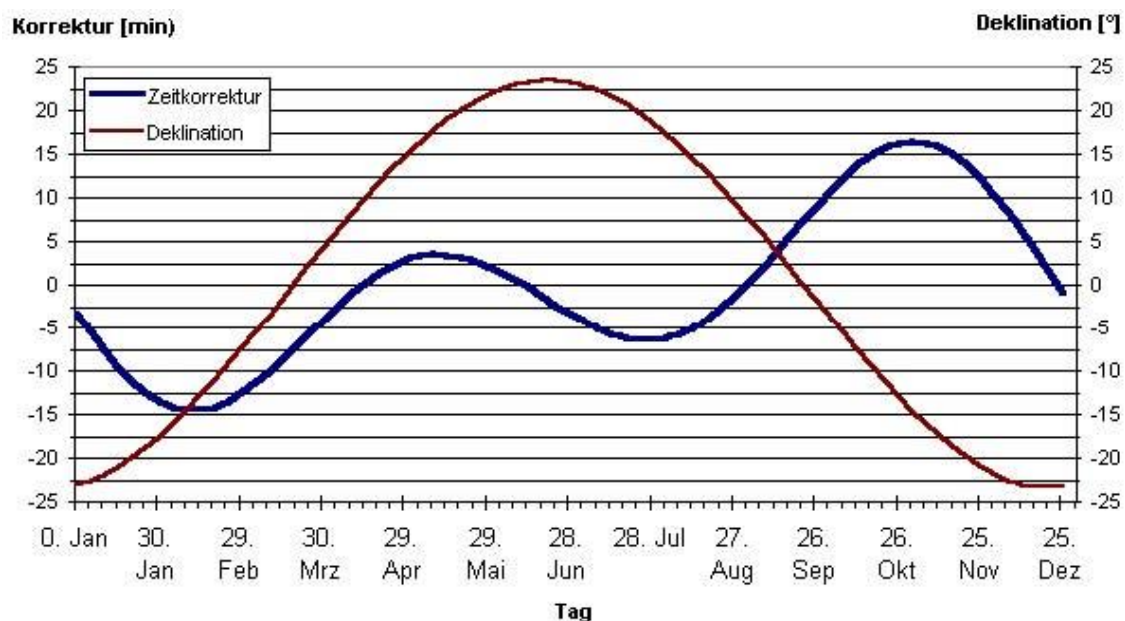
Mit diesen Daten werden die Deklination  $\delta$ , der Stundenwinkel  $\omega$ , die Sonnenhöhe  $h$ , der Azimut  $\gamma$  sowie der Sonnenauf- und -untergang  $t_a$  und  $t_u$  berechnet. Die Begriffe bedeuten:

- **Deklination  $\delta$ :** Jahresgang der Sonne. Winkel, in welchem sich die Sonne im Verlauf der Jahreszeiten über den Zenit am Äquator in südlicher und nördlicher Richtung hin- und bewegt. [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.

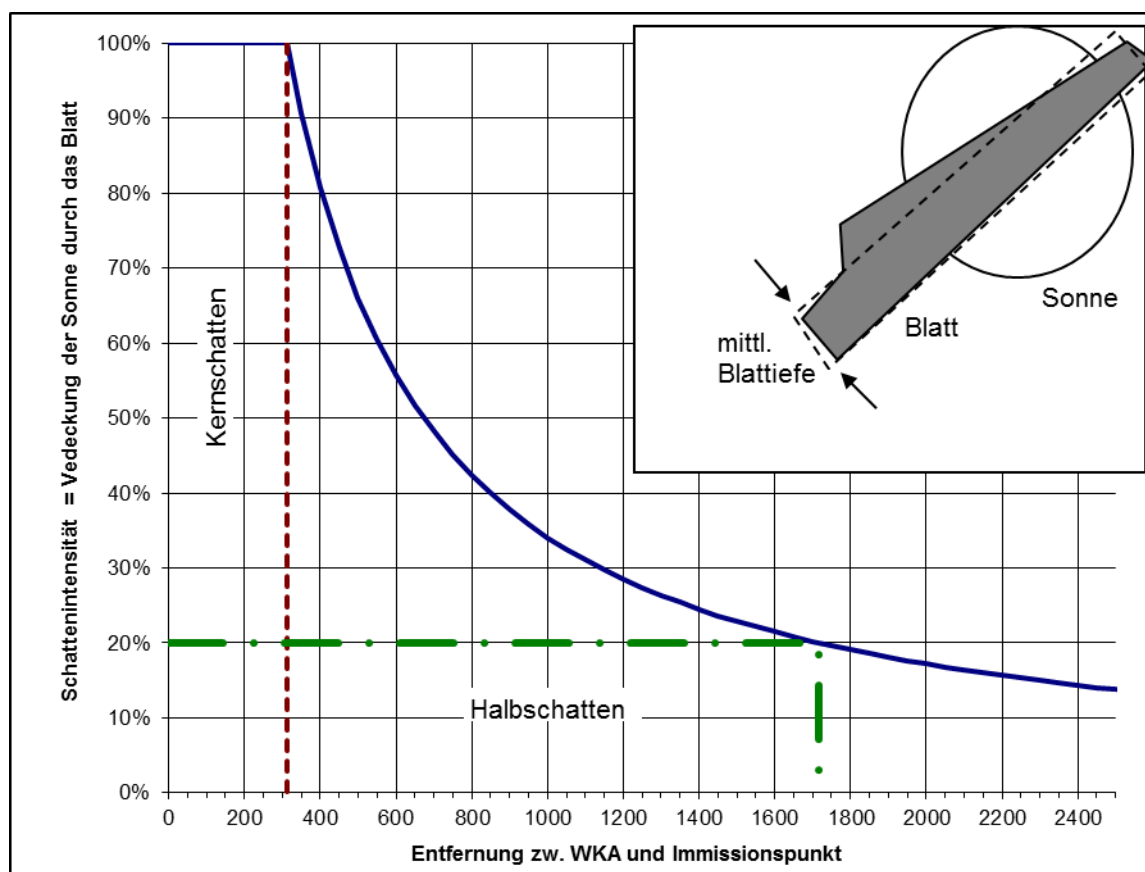
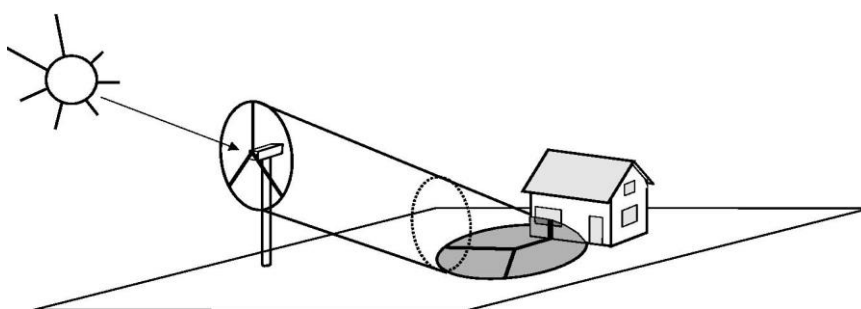


Abbildung 3: Schattenintensität in Abhängigkeit von Rotorblatttiefe und Entfernung

## 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)

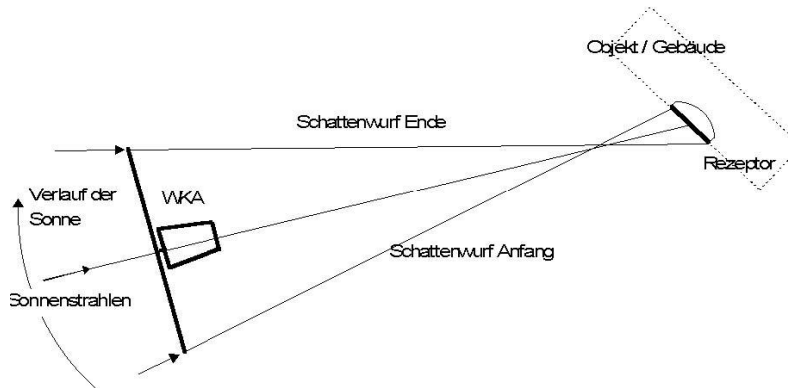


**Abbildung 4: Schattenwurf des Rotors**

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

eine wesentliche Reduktion der Beeinträchtigung zu erwarten ist.



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

## 2.3 Richtlinien

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

- Die Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer (worst case) an einem Immissionsort darf maximal 30 Stunden im Jahr und maximal 30 Minuten am Tag betragen.
- Ein Schattenwurf bei einem Sonnenstand unter  $3^\circ$  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 Schattenendes, also die Dauer des Schattenwurfs auf den Immissionspunkt.

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

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

### 3 Literaturverzeichnis – theoretische Grundlagen

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