

Schattenwurfanalyse  
für den Betrieb von Windenergieanlagen  
für den Standort

## **Borchen Etteln**

3 x Vensys 126/3,8 MW mit 136,9m Nabenhöhe

Auftraggeber: WestfalenWIND Etteln A33 GmbH & Co. KG  
Vattmannstraße 6  
33100 Paderborn

Auftragnehmer: reko GmbH & Co. KG  
Sander Bruch Str. 10  
33106 Paderborn

Datum: 18.08.2023

## Ergebnisüberblick

Im Auftrag der WestfalenWIND Etteln A33 GmbH & Co. KG aus Paderborn wurde der Standort auf den Flächen der Gemeinde Borcheln in Nordrhein-Westfalen für 3 Windenergieanlagen vom Typ Vensys 126/3,8MW mit 136,9m Nabenhöhe hinsichtlich möglichen Schattenwurfs untersucht.

Zusätzlich werden in dieser Schattenwurfanalyse weitere Windkraftanlagen in der Umgebung des Standortes als Vorbelastung berücksichtigt.

Berücksichtigte Anlagentypen, Nabenhöhen und die jeweiligen Koordinaten im UTM ETRS System der Zone 32 sind dem Kapitel „Projekthinhalte“ zu entnehmen.

Die Untersuchung der Zusatzbelastung zeigt, dass die neuen, hier beurteilten Anlagen an den Rezeptoren IP 03, IP K und IP L periodischen Schlagschatten oberhalb der Richtwerte verursachen.

Dementsprechend kann festgehalten werden, dass die neuen, schattenverursachenden Anlagen mit einem Schattenwurfabschaltmodul ausgestattet werden müssen, um das Einhalten der Richtwerte zu gewährleisten.

Entsprechende Steuerungen und Programmierung der Abschaltungen obliegen den jeweiligen Möglichkeiten der Anlagenkommunikation untereinander, sowie den jeweiligen technischen Möglichkeiten der Windkraftanlagenhersteller sowie der Schattenwurfabschaltmodulhersteller. Dementsprechend kann eine Schattenwurfanalyse keine detaillierten Einzelabschaltzeiten bzw. Programmierzeiten vorgeben.

Diese Richtwerte sind „worst-case“ mit maximal 30 h / Jahr und maximal 30 min / Tag definiert worden.

Unter Berücksichtigung der vorangegangenen Ausführungen und der nachfolgend detailliert beschriebenen Vorgehensweise, stehen der Errichtung der 3 Windkraftanlagen vom Typ Vensys 126/3,8MW mit 136,9m Nabenhöhe an diesem Standort keine schattenwurftechnischen Belange entgegen.

Paderborn, 18.08.2023

reko GmbH & Co. KG

  
i. A. Martina Schöttler

reko GmbH & Co. KG

  
Reinhard Korfmacher

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
Ergebnisüberblick	2
Inhaltsverzeichnis	3
Aufgabenbeschreibung	4
Gesamtübersichtskarte (nicht maßstabsgetreu)	5
Detaillkarte (nicht maßstabsgetreu)	6
Projekthinhalte	7
Schattenwurf Grundsätze	9
Eingangsparameter der Berechnung	10
Grenzentfernung	11
Vorbelastung	12
Zusatzbelastung	16
Gesamtbelastung	19
Karte ISO Schattenwurflinien Gesamtbelastung (nicht maßstabsgetreu)	22
Abschlussbetrachtung	23
Ergänzungen	25

Anhang 1: Deckblatt LAI (WKA-Schattenwurfhinweise) Aktualisierung 2019

Anhang 2: Grafischer Kalender

Anhang 3: Detaillierter Schattenwurfkalender

## **Aufgabenbeschreibung**

Windkraftanlagen können bei Sonnenschein zu erheblichem beweglichen Schattenwurf führen, der durch die Drehbewegung der Rotorblätter verursacht wird.

Liegen Fenster von Wohnhäusern im Bereich des Schlagschattens, so kann es zu bestimmten Zeiten zu einer deutlichen Wahrnehmbarkeit des Schattens auch innerhalb von Gebäuden kommen. Da dieser Schlagschatten zyklisch ist und die Wirkung dieses Effekts auf den Menschen nicht medizinisch geklärt ist, kann man davon ausgehen, dass das Wohlbefinden innerhalb dieser vom Schlagschatten betroffenen Räume beeinträchtigt wird.

Ausdehnung und Frequenz des Schattenwurfs variieren je nach Stand der Sonne und nach Ausrichtung der Windkraftanlage. Damit sind sie abhängig von Tageszeit, Jahreszeit, Breitengrad, Längengrad und Windrichtung. Der zyklische Schlagschatten ist natürlich auch außerhalb von Gebäuden wahrnehmbar, aber bei den Lichtverhältnissen im Freien ist er deutlich weniger spürbar.

Diese Analyse wird erstellt, um die Wirkung der Windenergieanlagen auf umliegende Wohnhäuser zu untersuchen. Hierbei werden die Schattenverläufe unter Berücksichtigung der Sonnenstandsdaten des Standortes und der Abhängigkeiten zur Anlage, wie Turmhöhe und Rotordurchmesser bei bestimmten Jahres- und Tageszeiten berechnet und abgebildet.

Die angenommenen Rezeptoren wurden exemplarisch gesetzt um aufzuzeigen, ob und wie viel Schattenwurf dort entsteht und ob grundsätzlich der Einbau von Abschaltmodulen vorgesehen werden muss.

Es liegen evtl. noch weitere Häuser im Beschattungsbereich, die aber erst später für eine Programmierung einer evtl. notwendigen Schattenwurfabschaltautomatik berechnet werden müssen.

Der Auftraggeber, die WestfalenWIND Etteln A33 GmbH & Co. KG aus Paderborn, plant auf den Flächen der Gemeinde Borchen 3 Windenergieanlagen. Gemarkung, Flur- und Flurstücksnummern entnehmen Sie bitte den weiteren Verfahrensunterlagen.

Die geplanten Windenergieanlagen mit den Bezeichnungen „06 A33“, „07 A33“ und „08 A33“ sind vom deutschen Hersteller Vensys, vom Typ Vensys 126/3,8 MW mit einem Rotordurchmesser von 126,2 Metern und einer Nabenhöhe von 136,9 Metern. Die Nennleistung dieses Typs liegt bei 3.800 kW.

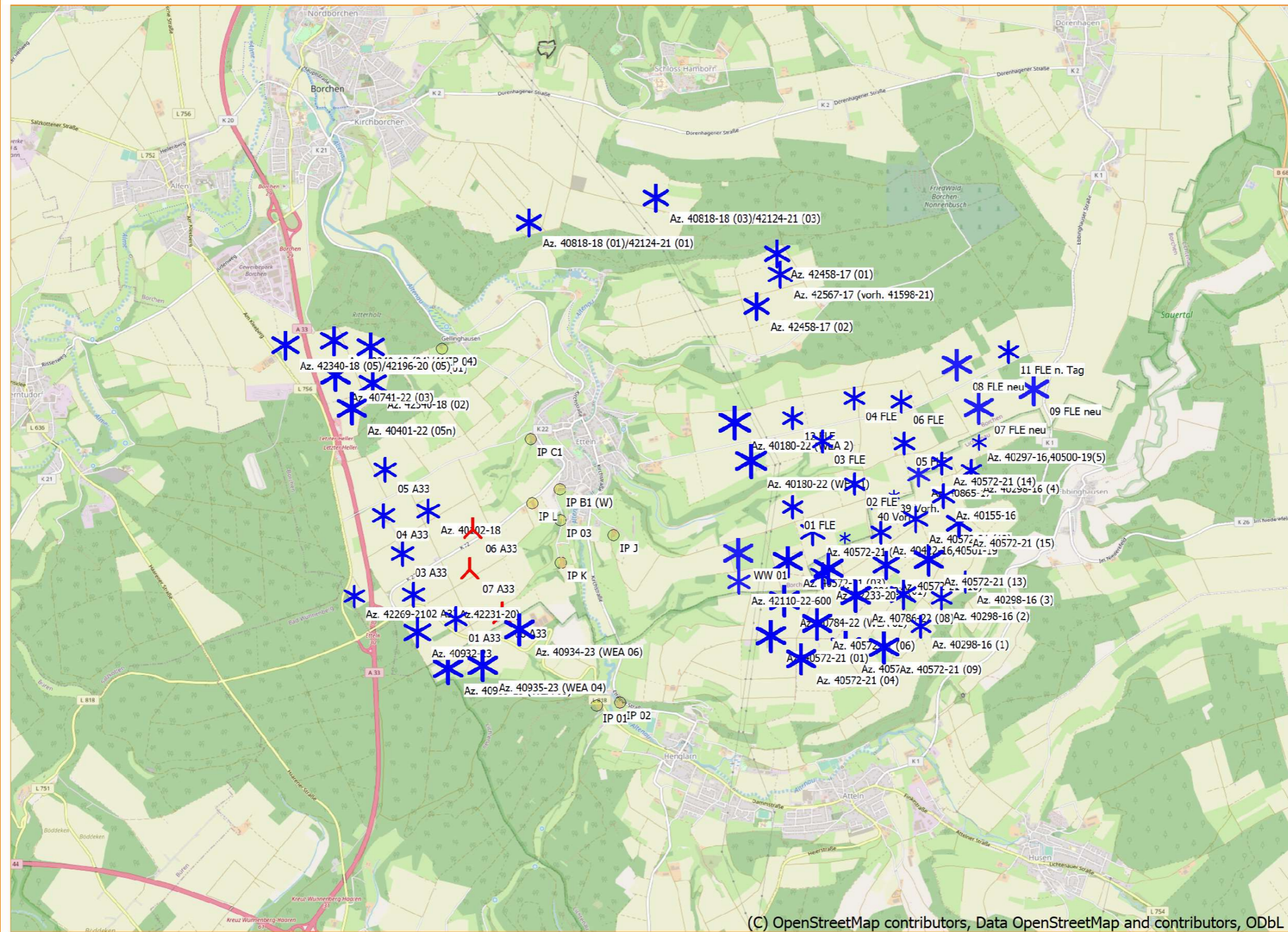
Die Koordinaten der neuen Anlagen wurden den Lageplänen des Vermessungsbüros Dipl.-Ing. Frank Brülke mit Planstand vom 26.04.2023 im UTM Koordinatensystem entnommen.

Zusätzlich werden in dieser Schattenanalyse weitere Anlagen in der Umgebung als Vorbelastung berücksichtigt. Die Koordinaten und Anlagendaten wurden größtenteils vorangegangenen Projekten entnommen. Mit Datum vom 31.05.2023 hat uns der Kreis Paderborn die Daten von 4 geplanten WKA südlich der hier geplanten Standorte übermittelt und mit Datum vom 07.08.2023 zusätzliche Informationen zu 3 Änderungsanträgen westlich von Etteln.

Der Standort liegt im Kreis Paderborn, in Nordrhein-Westfalen.



Gesamtübersichtskarte (nicht maßstabsgetreu)



Projekt:  
**Borchon-Etteln**

**BASIS - Karte**  
Berechnung:  
Projekthinhalte

Lizenzierter Anwender:  
**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:  
17.08.2023 10:02/3.6.366

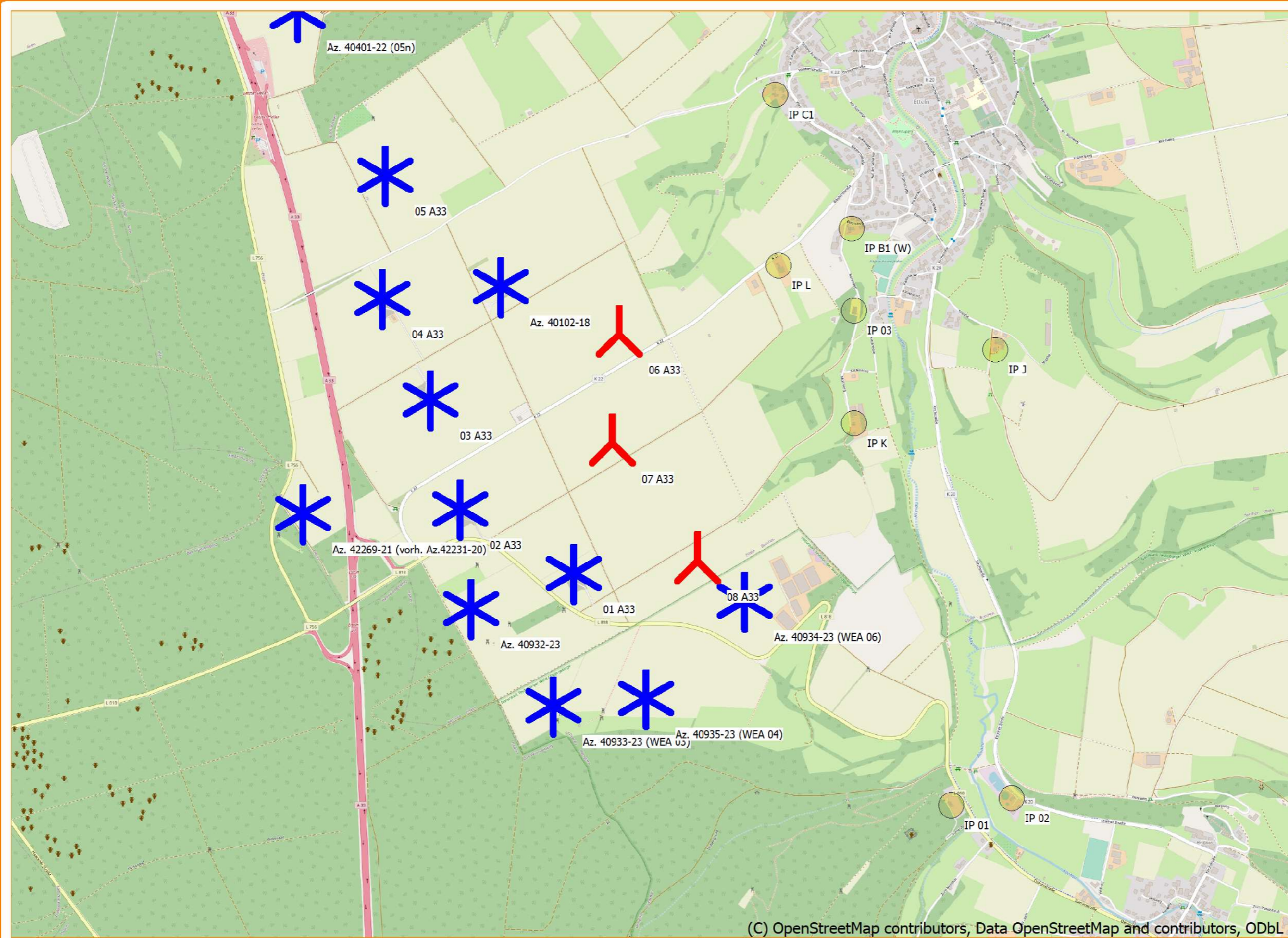
▲ Neue WEA    
 ✱ Existierende WEA    
 ● Schattenrezeptor

Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 484.251 Nord: 5.719.641

(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL



Detailkarte (nicht maßstabsgetreu)



Projekt:  
**Borchten-Etteln**

**BASIS - Karte**  
**Berechnung:**  
Projekthinhalte

Lizenzierter Anwender:  
**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:  
17.08.2023 10:02/3.6.366

📍 Neue WEA

✳️ Existierende WEA

🟡 Schattenrezeptor

Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:15.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 482.522 Nord: 5.718.468

(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

0 250 500 750 1000m





Projekt:

**Borchen-Etteln**

Lizenzierter Anwender:

**reko GmbH & Co. KG**  
 Sander Bruch Str. 10  
 DE-33106 Paderborn  
 +49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

17.08.2023 10:02/3,6.366

## BASIS - Projektdaten-Überblick

**Berechnung:** Projekteinhalte

 ...*(Fortsetzung von vorheriger Seite)*

	UTM (north)-ETRS89 Zone: 32				Beschreibung	Existierend	Ak-tuell	WEA-Typ	Hersteller	Typ	Nenn-leistung [kW]	Rotor-durch-messer [m]	Naben-höhe [m]
	Ost	Nord	Z	Z									
				[m]									
Az. 42340-18 (01)	481.280	5.720.728	220,0	N149/5.X/125...	Existierend	Ja	NORDEX	N149/5.X-5.700			5.700	149,0	125,0
Az. 42340-18 (02)	481.300	5.720.351	221,9	N149/5.X/164...	Existierend	Ja	NORDEX	N149/5.X-5.700			5.700	149,0	164,0
Az. 42340-18 (04)/41959-20	480.908	5.720.797	214,6	N149/5.X/125...	Existierend	Ja	NORDEX	N149/5.X-5.700			5.700	149,0	125,0
Az. 42340-18 (05)/42196-20 (05)	480.408	5.720.747	215,0	N149/5.X/125...	Existierend	Ja	NORDEX	N149/5.X-5.700			5.700	149,0	125,0
Az. 42458-17 (01)	485.455	5.721.674	256,9	SWT-DD-142 3...	Existierend	Ja	Siemens	SWT-DD-142-3.900			3.900	142,0	129,0
Az. 42458-17 (02)	485.246	5.721.137	264,5	SWT-DD-142 3...	Existierend	Ja	Siemens	SWT-DD-142-3.900			3.900	142,0	129,0
Az. 42567-17 (vorh. 41598-21)	485.495	5.721.460	267,0	E-138 EP3 E2/...	Existierend	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200			4.200	138,3	160,0
WW 01	485.051	5.718.597	257,8	WW 01 E-160 ...	Existierend	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560			5.560	160,0	166,6

### Schattenrezeptor

	UTM (north)-ETRS89 Zone: 32				Objektname	Ausrichtung	Länge	Höhe	Höhe über Grund	Winkel
	Ost	Nord	Z	Z						
				[m]						
IP 01	483.599	5.717.030	188,5	IP 01 Vienenburg 2, Henglar	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0	
IP 02	483.833	5.717.055	180,0	IP 02 Ettelner Str. 33, Henglar	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0	
IP 03	483.231	5.718.937	197,7	IP 03 Bohmweg 23, Etteln	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0	
IP 04	482.018	5.720.704	160,0	IP 04 Gellinghausen 2, Etteln	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0	
IP B1 (W)	483.221	5.719.253	196,3	IP B1 Bohmweg 19/19a, Etteln	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0	
IP C1	482.929	5.719.770	195,5	IP C1 Westernstraße 26a, Etteln	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0	
IP J	483.775	5.718.783	210,4	IP J Etteln Evers	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0	
IP K	483.230	5.718.498	194,9	IP K Etteln Müllmerg	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0	
IP L	482.940	5.719.111	228,0	IP L Etteln K22	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0	

### Linien-Objekte

	UTM (north)-ETRS89 Zone: 32				Datei	Zweck
	Ost	Nord	Z	Z		
				[m]		
A	476.079	5.714.077	0,0	Y:\WindPRO Data\Projects\WestfalenWIND\Etteln Atteln\HÖHENMODEL\19_10_23 Höhen Etteln-Atteln.wpo	Höhenlinien	

## Schattenwurf Grundsätze

Wenn Rotorblätter einer Windkraftanlage den Flächenwinkel zwischen einem Objekt und der Sonne kreuzen, wirkt sich das als Schattenwurf auf das Objekt oder einen Betrachter aus.

Es gibt zwei Definitionen von Schatten: Einmal den Schlagschatten, das ist der Schatten, der durch die beweglichen Teile einer Windkraftanlage, die Rotorblätter, erzeugt wird.

Dann den Kernschatten, das ist der Schatten, der vom Turm erzeugt wird und ausschließlich vom Sonnenstand abhängig ist. Diese Art Schatten wird nicht betrachtet, da er von untergeordneter Bedeutung ist.

Es treten zwei Extremformen von Schlagschatten (beweglichem Schatten), je nach Ausrichtung einer WKA zur Sonne auf:

- Periodisch schlagartig auftretende Schatten, deren Amplitude vom Sonnenstand abhängig ist. Wenn die Anlage frontal zur Sonne ausgerichtet ist und die Rotorblätter bei der Drehbewegung den Flächenwinkel zwischen Sonne und Betrachter bzw. Immissionspunkt kreuzen, wird diese Art Schatten erzeugt.
- Periodisch an- und abschwelende Schatten, deren Amplitude sich mit der Drehbewegung der Rotorblätter verändert. Die maximale Amplitude ist dabei vom Sonnenstand abhängig. Diese Schattenform tritt dann auf, wenn die WKA lateral zur Sonne ausgerichtet ist.

Im Gegensatz zur zweiten Form verändert sich die Amplitude des Schattens an einem festen Ort innerhalb eines Zyklus nicht.

Der Schattenverlauf beschreibt während einer Umdrehung eine Ellipse, deren eine Halbachse dem Rotordurchmesser entspricht. Die Länge der anderen Halbachse ist vom Sonnenstand abhängig.

Da die Windkraftanlagen weder vollständig lateral noch vollständig frontal zur Sonne ausgerichtet sein werden, wird eine Mischform dieser beiden Schattenarten auftreten.



## Eingangsparameter der Berechnung

Der Verlauf des Schattens wird für ein normales Fenster von 0,1 m Breite, 0,1 m Höhe und 2 m Abstand vom Boden betrachtet. Bei der Ausrichtung Gewächshausmodus ist der Schattenrezeptor waagrecht angeordnet.

Hierdurch wird gewährleistet, dass dieser Schattenrezeptor an diesem Immissionspunkt jeden Schattenwurf, der durch egal welche der zu betrachtenden Anlagen verursacht wird, erfassen kann. Dies ist deswegen erforderlich, da bei senkrechter Ausrichtung zu einer Fassade der Schattenrezeptor nur einige Anlagen, die in der direkten Ausrichtung zur Hausfront liegen, berücksichtigen kann.

Der Sonnenstand bildet die Grundlage für die Berechnung des Schattenwurfes. Der Sonnenstand ist abhängig von der Erdrotation, der elliptischen Umlaufbahn der Erde um die Sonne und der Neigung der Erdachse während der unterschiedlichen Jahreszeiten. Berechnet wird, unter Berücksichtigung einer Simulation des Sonnenverlaufs in 1-Minuten-Schritten, der Schattenverlauf des Rotors jeder betrachteten WKA über den Zeitraum eines Jahres. Die betrachteten Objekte werden nach ihrer Lage in der Schattenellipse des Rotors beurteilt.

Die Berechnung beruht dabei auf folgenden Daten und Zusammenhängen:

- Position der WKA mit X, Y, und Z Koordinaten
- Nabenhöhe und Rotordurchmesser der WKA
- Position des Immissionspunktes, Koordinaten, seine Größe, Ausrichtung, Neigung und Höhe über Grund
- Geographische Koordinaten der Standorte mit Bezug zur Zeitzone und Zeitverschiebung während der Sommerzeit
- Mathematisches Modell zur Berechnung des genauen Sonnenverlaufes unter Berücksichtigung der Zeitkorrektur durch die elliptische Form der Erdkreisbahn um die Sonne

Des Weiteren wird zur Ermittlung der Schattenreichweite das 20%-Verdeckungskriterium angesetzt.

Hierbei wird mit den Blattdaten, die uns der Hersteller zur Verfügung gestellt hat, ermittelt wann die Sonnenscheibe zu 20% verdeckt ist. Erst dann kann von wahrnehmbarem Schattenwurf ausgegangen werden.

Es werden die ISO-Zeitlinien dargestellt, die Flächen mit gleicher Schattendauer um die Windkraftanlagen haben.

## Grenzentfernung

Bei niedrigeren Sonnenständen (geringeren Höhenwinkeln), können sich bei der Berechnung theoretische Schattenlängen bis zu 2.000 m und mehr ergeben. Tatsächlich wird man in dieser Entfernung keinen Kernschatten mehr wahrnehmen können, da der größte Teil der Sonnenstrahlung diffus ist. Aufgrund des größeren Öffnungswinkels der Sonne wird der sichtbare Sonnendurchmesser durch den Turm oder die Flügel der WKA nur noch teilweise verdeckt und der Schlagschatteneffekt in dieser Entfernung nicht bzw. stark vermindert auftreten.

Die Wirkung des Schattens auf den Beobachter wird maßgeblich durch die Art des Schattens bestimmt (Kernschatten oder diffuser Schatten). Diffus ist ein Schatten dann, wenn er keine klaren abgegrenzten Ränder mehr hat, z.B. wenn die Sonne durch das durchlaufende Rotorblatt zu keinem Zeitpunkt völlig verdeckt wird. Je mehr von der Sonne erkennbar ist, desto diffuser ist der Schatten.

Die Grenzentfernung, ab der Schatten diffus werden, lässt sich mathematisch berechnen. Mit dem mittleren Abstand Sonne zur Erde von  $1,49 \times 10^8$  km und einem mittleren Sonnendurchmesser von  $1,39 \times 10^6$  km erhält man einen durchschnittlichen von der Sonne eingenommenen Winkel von  $0,53^\circ$ .

Die Trübung des Himmels kommt als Wirkung noch hinzu. Bei geringerer Sonnenhöhe hat die Trübung des Himmels einen größeren Einfluss, da die Sonnenstrahlen dann einen längeren Weg durch die Atmosphäre zurücklegen müssen. Durch die Moleküle und Staub sowie andere Verunreinigungen der Luft wird dieser Streueffekt erzeugt.

Es wurden in der Berechnungskonfiguration maximale Beschattungsbereiche von 2.066 m gemäß den Blattdaten bei 90% des Rotordurchmessers sowie der maximalen Blatattiefe ermittelt. Diese treffen auf die in der Vorbelastung berücksichtigten Enercon E-115 mit 149 m Nabenhöhe zu.

Dort wo wir keine Blattdaten der Hersteller zur Verfügung hatten, wurde mit einem Beschattungsbereich von 2.500 m kalkuliert.

Gemäß der LAI (WKA-Schattenwurfhinweise) Aktualisierung 2019 mit Stand 23.01.2020 wird für nicht mehr ganz aktuelle Gesamthöhen von bis zu 140 m ein Beschattungsbereich von 1.300 m als ausreichend angesehen. Siehe Grafik der aktuellen LAI Hinweise auf Seite 9.

## Vorbelastung

Projekt:

**Borchen-Etteln**

Lizenzierter Anwender:

**reko GmbH & Co. KG**

Sander Bruch Str. 10

DE-33106 Paderborn

+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

14.08.2023 09:47/3.6.366

## 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) [BAD LIPPSPRINGE]

Jan	Feb	Mär	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,58	3,21	3,35	5,03	6,68	5,58	6,26	5,85	4,04	3,08	2,01	1,34

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
261	393	465	559	645	475	572	869	1.140	1.059	606	326	7.370

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

Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien: 19\_10\_23 Höhen Etteln-Atteln.wpo (2)  
Rasterauflösung: 1,0 m

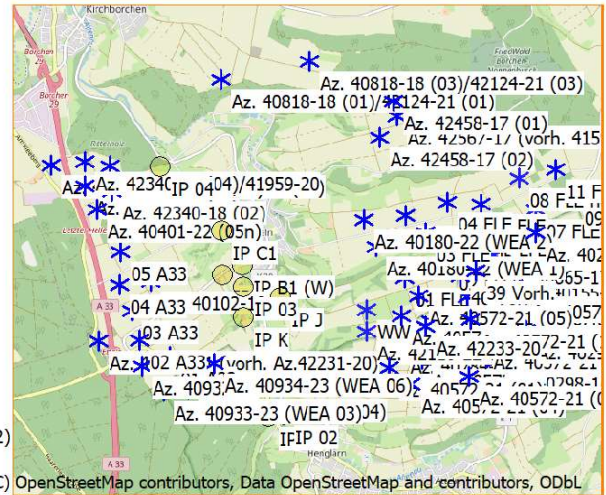
Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

### WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	Aktuell	WEA-Typ	Hersteller	Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
												Beschatt.-Bereich	U/min
				[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
01 A33	482.146	5.717.927	280,0	01 A33 Vensys 1...Ja	Nein	VENSYS		126-3.800	3.800	126,2	136,9	1.882	11,5
01 FLE	485.615	5.719.067	264,6	01 FLE E115 14... Nein	Nein	ENERCON		E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.066	12,4
02 A33	481.709	5.718.177	279,4	02 A33 Vensys 1...Ja	Nein	VENSYS		126-3.800	3.800	126,2	136,9	1.882	11,5
02 FLE	486.253	5.719.302	263,6	02 FLE E115 14... Nein	Nein	ENERCON		E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.066	12,4
03 A33	481.596	5.718.597	266,3	03 A33 Vensys 1...Ja	Nein	VENSYS		126-3.800	3.800	126,2	136,9	1.882	11,5
03 FLE	485.924	5.719.740	272,7	03 FLE E115 14... Nein	Nein	ENERCON		E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.066	12,4
04 A33	481.411	5.718.990	253,2	04 A33 Vensys 1...Ja	Nein	VENSYS		126-3.800	3.800	126,2	136,9	1.882	11,5
04 FLE	486.249	5.720.178	285,9	04 FLE E115 14... Nein	Nein	ENERCON		E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.066	12,4
05 A33	481.425	5.719.465	239,0	05 A33 Vensys 1...Ja	Nein	VENSYS		126-3.800	3.800	126,2	136,9	1.882	11,5
05 FLE	486.764	5.719.712	280,0	05 FLE E115 14... Nein	Nein	ENERCON		E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.066	12,4
06 FLE	486.735	5.720.144	294,5	06 FLE E115 14... Nein	Nein	ENERCON		E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.066	12,4
07 FLE neu	487.533	5.720.080	303,8	07 FLE E-160 EP...Ja	Nein	ENERCON		E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
08 FLE neu	487.305	5.720.523	302,9	08 FLE E-160 EP...Ja	Nein	ENERCON		E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
09 FLE neu	488.095	5.720.266	313,5	09 FLE E-160 EP...Ja	Nein	ENERCON		E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
11 FLC n. Tag	487.841	5.720.657	310,0	11 FLC E115 14... Nein	Nein	CNCRCON		C-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.066	12,4
12 FLE	485.620	5.719.981	270,0	12 FLE E115 14... Nein	Nein	ENERCON		E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.066	12,4
39 Vorh.	486.657	5.719.180	278,9	WEA 39 E-53 73...Ja	Nein	ENERCON		E-53-800	800	52,9	73,3	996	21,0
40 Vorh.	486.426	5.719.096	275,9	WEA 40 E-53 73...Ja	Nein	ENERCON		E-53-800	800	52,9	73,3	996	21,0
41 Vorh.	486.152	5.718.752	283,0	WEA 41 E-53 73...Ja	Nein	ENERCON		E-53-800	800	52,9	73,3	996	21,0
Az. 40102-18	481.868	5.719.036	254,5	V126/3,6MW/11...Ja	Nein	VESTAS		V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	117,0	1.720	12,1
Az. 40155-16	487.168	5.719.176	291,1	V126/149m NH Ja	Nein	VESTAS		V126-3.3/3.45 MW-3.300	3.300	126,0	149,0	1.714	0,0
Az. 40180-22 (WEA 1)	485.190	5.719.539	263,8	Siemens Gamesa SG 6.6...Ja	Nein	Siemens Gamesa		SG 6.6-170-6.600	6.600	170,0	165,0	2.037	8,8
Az. 40180-22 (WEA 2)	485.019	5.719.933	259,0	Siemens SG 6.6...Ja	Nein	Siemens Gamesa		SG 6.6-170-6.600	6.600	170,0	165,0	2.037	8,8
Az. 40297-16,40500-19(5)	487.540	5.719.728	298,2	E-82 108m NH Ja	Nein	ENERCON		E-82E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0
Az. 40298-16 (1)	486.931	5.717.836	287,3	E-115/149,1m NH Nein	Nein	ENERCON		E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4
Az. 40298-16 (2)	487.147	5.718.125	282,2	E-115/149m NH Nein	Nein	ENERCON		E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4
Az. 40298-16 (3)	487.394	5.718.292	287,1	E-115/149,1m NH Nein	Nein	ENERCON		E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.066	12,4
Az. 40298-16 (4)	487.456	5.719.436	297,1	E-115/149,1m NH Nein	Nein	ENERCON		E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4
Az. 40401-22 (05n)	481.087	5.720.097	226,4	N163/6,X/118m...Ja	Nein	NORDEX		N163/6,X-6.800	6.800	163,0	118,0	1.788	10,7
Az. 40422-16,40501-19	486.523	5.718.803	289,8	E-115/149,1m NH Nein	Nein	ENERCON		E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.066	12,4
Az. 40572-21 (01)	485.386	5.717.748	280,0	E-160 EP5 E2/5...Ja	Nein	ENERCON		E-160 EP5 E2-5.500	5.500	160,0	166,6	1.781	9,4
Az. 40572-21 (03)	485.559	5.718.510	271,3	E-160 EP5 E2/5...Ja	Nein	ENERCON		E-160 EP5 E2-5.500	5.500	160,0	166,6	1.781	9,4
Az. 40572-21 (04)	485.694	5.717.507	290,0	E-160 EP5 E2/5...Ja	Nein	ENERCON		E-160 EP5 E2-5.500	5.500	160,0	166,6	1.781	9,4
Az. 40572-21 (05)	485.817	5.718.811	276,1	E-138 EP3 E2/4...Ja	Nein	ENERCON		E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	13,0
Az. 40572-21 (06)	485.861	5.717.870	288,6	E-160 EP5 E2/5...Ja	Nein	ENERCON		E-160 EP5 E2-5.500	5.500	160,0	166,6	1.781	9,4
Az. 40572-21 (07)	486.157	5.717.633	298,0	E-160 EP5 E2/5...Ja	Nein	ENERCON		E-160 EP5 E2-5.500	5.500	160,0	166,6	1.781	9,4
Az. 40572-21 (09)	486.549	5.717.624	300,1	E-160 EP5 E2/5...Ja	Nein	ENERCON		E-160 EP5 E2-5.500	5.500	160,0	166,6	1.781	9,4
Az. 40572-21 (10)	486.571	5.718.463	295,6	E-147 EP5 E2/5...Ja	Nein	ENERCON		E-147 EP5 E2-5.000	5.000	147,0	155,0	1.953	15,5
Az. 40572-21 (11)	486.748	5.718.160	300,0	E-147 EP5 E2/1...Ja	Nein	ENERCON		E-147 EP5 E2-5.000	5.000	147,0	155,0	1.953	15,5
Az. 40572-21 (12)	486.880	5.718.941	291,8	E-138 EP3 E2/4...Ja	Nein	ENERCON		E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	13,0
Az. 40572-21 (13)	487.014	5.718.521	300,0	E-160 EP5 E2/5...Ja	Nein	ENERCON		E-160 EP5 E2-5.500	5.500	160,0	166,6	1.781	9,4
Az. 40572-21 (14)	487.155	5.719.511	286,5	E-115 EP3 E3/4...Ja	Nein	ENERCON		E-115 EP3 E3-4.200	4.200	115,7	92,0	1.622	12,9
Az. 40572-21 (15)	487.328	5.718.895	300,0	E-138 EP3 E2/4...Ja	Nein	ENERCON		E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,6	160,0	1.689	10,8
Az. 40741-22 (03)	480.914	5.720.441	222,2	N163/6,X/118m...Ja	Nein	NORDEX		N163/6,X-6.800	6.800	163,0	118,0	1.788	10,7
Az. 40784-22 (WEA 02)	485.523	5.718.104	277,3	E-160 EP5 E2/5...Ja	Nein	ENERCON		E-160 EP5 E2-5.500	5.500	160,0	166,6	1.781	9,4
Az. 40786-22 (08)	486.262	5.718.152	293,6	N163/6,X/164m...Ja	Nein	NORDEX		N163/6,X-6.800	6.800	163,0	164,0	1.784	10,7

(Fortsetzung nächste Seite)...



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODBL

Maßstab 1:100.000  
\* Existierende WEA    Schattenrezeptor



Projekt:

**Borchen-Etteln**

Lizenzierter Anwender:

**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

14.08.2023 09:47/3.6.366

## SHADOW - Hauptergebnis

### Berechnung: Vorbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller					Beschatt.-Bereich	U/min
	[m]							[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
Az. 40818-18 (01)/42124-21 (01)	482.909	5.721.999	228,2	SWT-DD-142 3900Ja	Siemens	SWT-DD-142-3.900	3.900	142,0	129,0	1.699	11,2	
Az. 40818-18 (03)/42124-21 (03)	484.219	5.722.254	236,7	SWT-DD-142 3900Ja	Siemens	SWT-DD-142-3.900	3.900	142,0	165,0	1.695	11,2	
Az. 40865-17	486.916	5.719.403	280,0	E-126 EP3 135,5...Nein	ENERCON	E-126 EP3-4.000	4.000	127,0	135,5	1.746	12,4	
Az. 40932-23	481.749	5.717.794	284,8	V150-6.0 148m... Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	148,0	1.899	0,0	
Az. 40933-23 (WEA 03)	482.065	5.717.417	274,7	V162-7.2 169m... Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	169,0	2.037	9,5	
Az. 40934-23 (WEA 06)	482.804	5.717.819	260,0	V162-7.2 169m... Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	169,0	2.037	9,5	
Az. 40935-23 (WEA 04)	482.422	5.717.444	260,9	V162-7.2 169m... Ja	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	169,0	2.037	9,5	
Az. 40981-22 (01)	485.986	5.718.429	282,9	N163/6.X/164m... Ja	NORDEX	N163/6.X-6.800	6.800	163,0	164,0	1.784	10,7	
Az. 42110-22-600	485.056	5.718.296	258,8	Vensys 126/136... Ja	VENSYS	126-3.800	3.800	126,2	136,9	1.882	11,5	
Az. 42233-20	485.916	5.718.363	280,5	E-138 EP3 E2/1... Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	110,1	1.683	13,0	
Az. 42269-21 (vorh. Az.42231-20)	481.102	5.718.162	274,5	E-115 EP3 E3 1... Ja	ENERCON	E-115 EP3 E3-4.200	4.200	115,7	122,0	1.620	12,9	
Az. 42340-18 (01)	481.280	5.720.728	220,0	N149/5.X/125m... Ja	NORDEX	N149/5.X-5.700	5.700	149,0	125,0	1.808	10,7	
Az. 42340-18 (02)	481.300	5.720.351	221,9	N149/5.X/164m... Ja	NORDEX	N149/5.X-5.700	5.700	149,0	164,0	1.805	10,7	
Az. 42340-18 (04)/41959-20	480.908	5.720.797	214,6	N149/5.X/125m... Ja	NORDEX	N149/5.X-5.700	5.700	149,0	125,0	1.808	10,7	
Az. 42340-18 (05)/42196-20 (05)	480.408	5.720.747	215,0	N149/5.X/125m... Ja	NORDEX	N149/5.X-5.700	5.700	149,0	125,0	1.808	10,7	
Az. 42458-17 (01)	485.455	5.721.674	256,9	SWT-DD-142 3900Ja	Siemens	SWT-DD-142-3.900	3.900	142,0	129,0	1.699	11,2	
Az. 42458-17 (02)	485.246	5.721.137	264,5	SWT-DD-142 3900Ja	Siemens	SWT-DD-142-3.900	3.900	142,0	129,0	1.699	11,2	
Az. 42567-17 (vorh. 41598-21)	485.495	5.721.460	267,0	E-138 EP3 E2/1... Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	13,0	
WW 01	485.051	5.718.597	257,8	WW 01 E-160 E... Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6	

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IP 01	IP 01 Vienenburg 2, Henglar	483.599	5.717.030	188,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 02	IP 02 Ettelner Str. 33, Henglar	483.833	5.717.055	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 03	IP 03 Bohmweg 23, Etteln	483.231	5.718.937	197,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 04	IP 04 Gellinghausen 2, Etteln	482.018	5.720.704	160,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP B1 (W)	IP B1 Bohmweg 19/19a, Etteln	483.221	5.719.253	196,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP C1	IP C1 Westernstraße 26a, Etteln	482.929	5.719.770	195,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP J	IP J Etteln Evers	483.775	5.718.783	210,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP K	IP K Etteln Müllmerg	483.230	5.718.498	194,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP L	IP L Etteln K22	482.940	5.719.111	228,0	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]	
IP 01	IP 01 Vienenburg 2, Henglar	36:37	91	0:31	7:22	
IP 02	IP 02 Ettelner Str. 33, Henglar	46:01	128	0:28	10:05	
IP 03	IP 03 Bohmweg 23, Etteln	55:04	99	1:01	6:13	
IP 04	IP 04 Gellinghausen 2, Etteln	123:21	204	1:12	23:39	
IP B1 (W)	IP B1 Bohmweg 19/19a, Etteln	56:35	207	0:33	10:04	
IP C1	IP C1 Westernstraße 26a, Etteln	38:24	137	0:31	6:52	
IP J	IP J Etteln Evers	65:57	189	0:28	11:22	
IP K	IP K Etteln Müllmerg	127:59	224	1:27	18:52	
IP L	IP L Etteln K22	65:27	190	0:37	9:27	

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[h/a]	[h/a]
01 A33	01 A33 Vensys 126/136,9m NH	50:23	6:34
01 FLE	01 FLE E115 149,1mNH	0:00	0:00
02 A33	02 A33 Vensys 126/136,9m NH	15:48	2:35
02 FLE	02 FLE E115 149,1mNH	0:00	0:00
03 A33	03 A33 Vensys 126/136,9m NH	14:51	2:15
03 FLE	03 FLE E115 149,1mNH	0:00	0:00
04 A33	04 A33 Vensys 126/136,9m NH	15:00	2:40
04 FLE	04 FLE E115 149,1mNH	0:00	0:00
05 A33	05 A33 Vensys 126/136,9m NH	19:48	3:33
05 FLE	05 FLE E115 149,1mNH	0:00	0:00

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

**Borchen-Etteln**

Lizenzierter Anwender:

**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

14.08.2023 09:47/3.6.366

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Vorbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Erwartet [h/a]
	06 FLE 06 FLE E115 149,1mNH	0:00	0:00
	07 FLE neu 07 FLE E-160 EP5 E3 R1 166,6m NH	0:00	0:00
	08 FLE neu 08 FLE E-160 EP5 E3 R1 166,6m NH	0:00	0:00
	09 FLE neu 09 FLE E-160 EP5 E3 R1 166,6m NH	0:00	0:00
	11 FLE n. Tag 11 FLE E115 149,1mNH	0:00	0:00
	12 FLE 12 FLE E115 149,1mNH	0:00	0:00
	39 Vorh. WEA 39 E-53 73,3mNH	0:00	0:00
	40 Vorh. WEA 40 E-53 73,3mNH	0:00	0:00
	41 Vorh. WEA 41 E-53 73,3mNH	0:00	0:00
	Az. 40102-18 V126/3,6MW/117m NH	39:57	7:29
	Az. 40155-16 V126/149m NH	0:00	0:00
	Az. 40180-22 (WEA 1) Siemens SG 6.6-170/165m NH	30:22	6:42
	Az. 40180-22 (WEA 2) Siemens SG 6.6-170/165m NH	11:19	2:46
	Az. 40297-16,40500-19(5) E-82 108m NH	0:00	0:00
	Az. 40298-16 (1) E-115/149,1m NH	0:00	0:00
	Az. 40298-16 (2) E-115/149m NH	0:00	0:00
	Az. 40298-16 (3) E-115/149,1m NH	0:00	0:00
	Az. 40298-16 (4) E-115/149,1m NH	0:00	0:00
	Az. 40401-22 (05n) N163/6.X/118mNH	21:06	3:49
	Az. 40422-16,40501-19 E-115/149,1m NH	0:00	0:00
	Az. 40572-21 (01) E-160 EP5 E2/5,5MW/166,6m NH	23:33	5:18
	Az. 40572-21 (03) E-160 EP5 E2/5,5MW/166,6m NH	0:00	0:00
	Az. 40572-21 (04) E-160 EP5 E2/5,5MW/166,6m NH	0:00	0:00
	Az. 40572-21 (05) E-138 EP3 E2/4,2MW/160m NH	0:00	0:00
	Az. 40572-21 (06) E-160 EP5 E2/5,5MW/166,6m NH	0:00	0:00
	Az. 40572-21 (07) E-160 EP5 E2/5,5MW/166,6m NH	0:00	0:00
	Az. 40572-21 (09) E-160 EP5 E2/5,5MW/166,6m NH	0:00	0:00
	Az. 40572-21 (10) E-147 EP5 E2/155m NH	0:00	0:00
	Az. 40572-21 (11) E-147 EP5 E2/155m NH	0:00	0:00
	Az. 40572-21 (12) E-138 EP3 E2/4,2MW/160m NH	0:00	0:00
	Az. 40572-21 (13) E-160 EP5 E2/5,5MW/166,6m NH	0:00	0:00
	Az. 40572-21 (14) E-115 EP3 E3/4,2MW/92m NH	0:00	0:00
	Az. 40572-21 (15) E-138 EP3 E2/4,2MW/160m NH	0:00	0:00
	Az. 40741-22 (03) N163/6.X/118mNH	17:35	3:03
	Az. 40784-22 (WEA 02) E-160 EP5 E2/5,5 MW/166,6mNH	0:00	0:00
	Az. 40786-22 (08) N163/6.X/164m NH	0:00	0:00
	Az. 40818-18 (01)/42124-21 (01) SWT-DD-142 3900	0:00	0:00
	Az. 40818-18 (03)/42124-21 (03) SWT-DD-142 3900	0:00	0:00
	Az. 40865-17 E-126 EP3 135,5m NH	0:00	0:00
	Az. 40932-23 V150-6.0 148mNH Mode SO3	34:22	4:39
	Az. 40933-23 (WEA 03) V162-7.2 169mNH Mode SO3	38:51	5:26
	Az. 40934-23 (WEA 06) V162-7.2 169mNH Mode SO6	87:15	11:14
	Az. 40935-23 (WEA 04) V162-7.2 169mNH Mode SO4	93:40	14:51
	Az. 40981-22 (01) N163/6.X/164m NH	0:00	0:00
	Az. 42110-22-600 Vensys 126/136,9m NH	4:04	0:40
	Az. 42233-20 E-138 EP3 E2/110,13m NH	0:00	0:00
	Az. 42269-21 (vorh. Az.42231-20) E-115 EP3 E3 122m NH	0:00	0:00
	Az. 42340-18 (01) N149/5.X/125m NH	39:30	8:35
	Az. 42340-18 (02) N149/5.X/164mNH	37:12	6:56
	Az. 42340-18 (04)/41959-20 N149/5.X/125mNH	17:06	3:33
	Az. 42340-18 (05)/42196-20 (05) N149/5.X/125mNH	7:36	1:26
	Az. 42458-17 (01) SWT-DD-142 3900	0:00	0:00
	Az. 42458-17 (02) SWT-DD-142 3900	0:00	0:00
	Az. 42567-17 (vorh. 41598-21) E-138 EP3 E2/160m NH	0:00	0:00
	WW 01 WW 01 E-160 EP5 E3 166,6mNH	13:09	2:12

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.

Die Berechnung der Vorbelastung zeigt, dass die Vorbelastungsanlagen an allen hier berücksichtigten Immissionspunkten bereits Überschreitungen der Richtwerte verursachen und daher bereits mit einem Schattenwurfabschaltmodul ausgestattet sein müssten.

Verursachen die neuen, hier untersuchten Anlagen an diesen Rezeptoren ebenfalls Schattenwurf, müssen die neuen WEA sofort abgeschaltet werden.

Vorangegangene Festsetzungen gelten unabhängig von den technischen Möglichkeiten zu deren Umsetzung der Schattenwurfabschaltmodule der unterschiedlichen Hersteller.“



## Zusatzbelastung

Projekt:

**Borchen-Etteln**

Lizenzierter Anwender:

**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

17.08.2023 10:03/3.6.366

## 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) [BAD LIPPSPRINGE]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,58	3,21	3,35	5,03	6,68	5,58	6,26	5,85	4,04	3,08	2,01	1,34

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
261	393	465	559	645	475	572	869	1.140	1.059	606	326	7.370

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

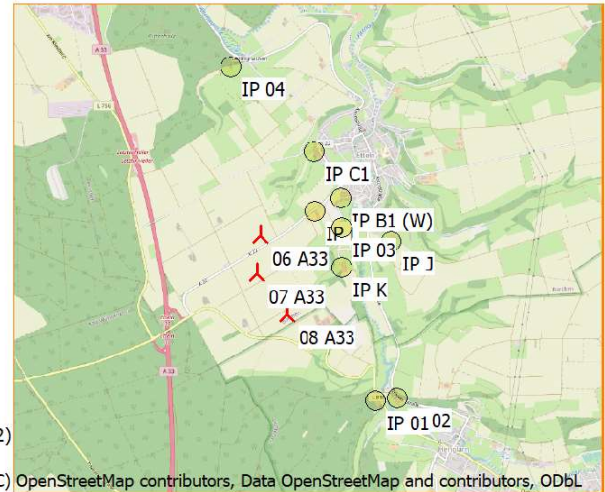
Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien: 19\_10\_23 Höhen Etteln-Atteln.wpo (2)  
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

### WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
06 A33	482.325	5.718.848	255,6	06 A33 Vensys 126/136,9m NH	Ja	VENSYS	126-3.800	3.800	126,2	136,9	1.882	11,5
07 A33	482.296	5.718.429	267,3	07 A33 Vensys 126/136,9m NH	Ja	VENSYS	126-3.800	3.800	126,2	136,9	1.882	11,5
08 A33	482.623	5.717.974	264,3	08 A33 Vensys 126/136,9m NH	Ja	VENSYS	126-3.800	3.800	126,2	136,9	1.882	11,5



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

Maßstab 1:75.000

Neue WEA

Schattenrezeptor

### 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]
IP 01	IP 01 Vienenburg 2, Henglar	483.599	5.717.030	188,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 02	IP 02 Ettelner Str. 33, Henglar	483.833	5.717.055	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 03	IP 03 Bohmweg 23, Etteln	483.231	5.718.937	197,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 04	IP 04 Gellinghausen 2, Etteln	482.018	5.720.704	160,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP B1 (W)	IP B1 Bohmweg 19/19a, Etteln	483.221	5.719.253	196,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP C1	IP C1 Westernstraße 26a, Etteln	482.929	5.719.770	195,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP J	IP J Etteln Evers	483.775	5.718.783	210,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP K	IP K Etteln Müllmerg	483.230	5.718.498	194,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP L	IP L Etteln K22	482.940	5.719.111	228,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

### Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	[h/a]
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	
IP 01	IP 01 Vienenburg 2, Henglar	0:00	0	0:00	0:00	
IP 02	IP 02 Ettelner Str. 33, Henglar	0:00	0	0:00	0:00	
IP 03	IP 03 Bohmweg 23, Etteln	55:33	142	0:31	8:16	
IP 04	IP 04 Gellinghausen 2, Etteln	0:00	0	0:00	0:00	
IP B1 (W)	IP B1 Bohmweg 19/19a, Etteln	26:13	75	0:29	4:17	
IP C1	IP C1 Westernstraße 26a, Etteln	28:36	70	0:28	3:05	
IP J	IP J Etteln Evers	21:27	82	0:21	3:52	
IP K	IP K Etteln Müllmerg	75:26	168	0:36	14:34	
IP L	IP L Etteln K22	52:44	111	0:42	8:20	

Projekt:

**Borchen-Etteln**

Lizenzierter Anwender:

**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

17.08.2023 10:03/3.6.366

## SHADOW - Hauptergebnis

### Berechnung: Zusatzbelastung

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Erwartet [h/a]
06 A33 06 A33	Vensys 126/136,9m NH	119:50	20:20
07 A33 07 A33	Vensys 126/136,9m NH	67:43	11:11
08 A33 08 A33	Vensys 126/136,9m NH	58:07	8:25

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

Die Untersuchung der Zusatzbelastung zeigt, dass die neuen, hier beurteilten Anlagen an den Rezeptoren IP 03, IP K und IP L periodischen Schlagschatten oberhalb der Richtwerte verursachen.

Dementsprechend kann festgehalten werden, dass die neuen, schattenverursachenden Anlagen mit einem Schattenwurfabschaltmodul ausgestattet werden müssen, um das Einhalten der Richtwerte zu gewährleisten.

Entsprechende Steuerungen und Programmierung der Abschaltungen obliegen den jeweiligen Möglichkeiten der Anlagenkommunikation untereinander, sowie den jeweiligen technischen Möglichkeiten der Windkraftanlagenhersteller sowie der Schattenwurfabschaltmodulhersteller. Dementsprechend kann eine Schattenwurfanalyse keine detaillierten Einzelabschaltzeiten bzw. Programmierzeiten vorgeben.

Diese Richtwerte sind „worst-case“ mit maximal 30 h / Jahr und maximal 30 min / Tag definiert worden.



# Gesamtbelastung

Projekt:

**Borchen-Etteln**

Lizenzierter Anwender:

**reko GmbH & Co. KG**  
 Sander Bruch Str. 10  
 DE-33106 Paderborn  
 +49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

17.08.2023 11:45/3,6.366

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Gesamtbelastung

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

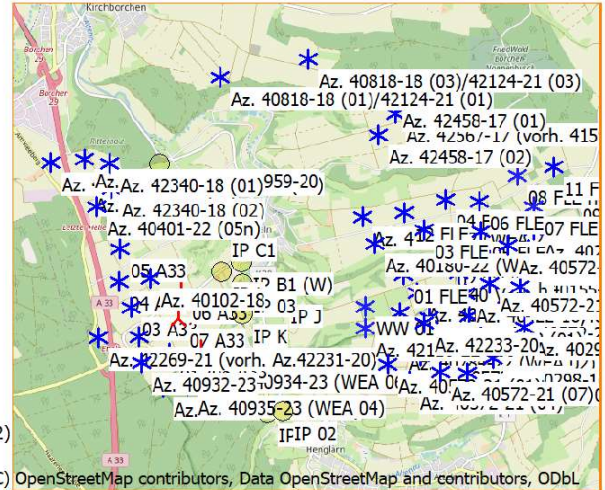
Beschattungsbereich der WEA  
 Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt  
 Siehe WEA-Tabelle

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

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [BAD LIPSPRINGE]  
 Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
 1,58 3,21 3,35 5,03 6,68 5,58 6,26 5,85 4,04 3,08 2,01 1,34

Betriebsdauer je Sektor  
 N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe  
 261 393 465 559 645 475 572 869 1.140 1.059 606 326 7.370

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:  
 Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien: 19\_10\_23 Höhen Etteln-Atteln.wpo (2)  
 Rasterauflösung: 1,0 m



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL  
 Maßstab 1:100.000  
 ▲ Neue WEA \* Existierende WEA 📍 Schattenrezeptor

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

### WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Schattendaten			
					Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Beschatt.-Bereich
	[m]						[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
01 A33	482.146	5.717.927	280,0	01 A33 Vensys 1...Ja	VENSYS	E-115-3.000	3.800	126,2	136,9	1.882	11,5
01 FLE	485.615	5.719.067	264,6	01 FLE E115 14... Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.066	12,4
02 A33	481.709	5.718.177	279,4	02 A33 Vensys 1...Ja	VENSYS	E-115-3.000	3.800	126,2	136,9	1.882	11,5
02 FLE	486.253	5.719.302	263,6	02 FLE E115 14... Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.066	12,4
03 A33	481.596	5.718.597	266,3	03 A33 Vensys 1...Ja	VENSYS	E-115-3.000	3.800	126,2	136,9	1.882	11,5
03 FLE	485.924	5.719.740	272,7	03 FLE E115 14... Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.066	12,4
04 A33	481.411	5.718.990	253,2	04 A33 Vensys 1...Ja	VENSYS	E-115-3.000	3.800	126,2	136,9	1.882	11,5
04 FLE	486.249	5.720.178	285,9	04 FLE E115 14... Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.066	12,4
05 A33	481.425	5.719.465	239,0	05 A33 Vensys 1...Ja	VENSYS	E-115-3.000	3.800	126,2	136,9	1.882	11,5
05 FLE	486.764	5.719.712	280,0	05 FLE E115 14... Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.066	12,4
06 A33	482.325	5.718.848	255,6	06 A33 Vensys 1...Ja	VENSYS	E-115-3.000	3.800	126,2	136,9	1.882	11,5
06 FLE	486.735	5.720.144	294,5	06 FLE E115 14... Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.066	12,4
07 A33	482.296	5.718.429	267,3	07 A33 Vensys 1...Ja	VENSYS	E-115-3.000	3.800	126,2	136,9	1.882	11,5
07 FLE neu	487.533	5.720.080	303,8	07 FLE E-160 EP...Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,4
08 A33	482.623	5.717.974	264,3	08 A33 Vensys 1...Ja	VENSYS	E-115-3.000	3.800	126,2	136,9	1.882	11,5
08 FLE neu	487.305	5.720.523	302,9	08 FLE E-160 EP...Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,4
09 FLE neu	488.095	5.720.266	313,5	09 FLE E-160 EP...Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,4
11 FLE n. Tag	487.841	5.720.657	310,0	11 FLE E115 14... Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.066	12,4
12 FLE	485.620	5.719.981	270,0	12 FLE E115 14... Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.066	12,4
39 Vorh.	486.657	5.719.180	278,9	WEA 39 E-53 73...Ja	ENERCON	E-53-800	800	52,9	73,3	996	21,0
40 Vorh.	486.426	5.719.096	275,9	WEA 40 E-53 73...Ja	ENERCON	E-53-800	800	52,9	73,3	996	21,0
41 Vorh.	486.152	5.718.752	283,0	WEA 41 E-53 73...Ja	ENERCON	E-53-800	800	52,9	73,3	996	21,0
Az. 40102-18	481.868	5.719.036	254,5	V126/3,6MW/11...Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	117,0	1.720	12,1
Az. 40155-16	487.168	5.719.176	291,1	V126/149m NH Ja	VESTAS	V126-3.3/3.45 MW-3.300	3.300	126,0	149,0	1.714	0,0
Az. 40180-22 (WEA 1)	485.190	5.719.539	263,8	Siemens SG 6.6-...Ja	Siemens Gamesa	SG 6.6-170-6.600	6.600	170,0	165,0	2.037	8,8
Az. 40180-22 (WEA 2)	485.019	5.719.933	259,0	Siemens SG 6.6-...Ja	Siemens Gamesa	SG 6.6-170-6.600	6.600	170,0	165,0	2.037	8,8
Az. 40297-16,40500-19(5)	487.540	5.719.728	298,2	E-82 108m NH Ja	ENERCON	E-82E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0
Az. 40298-16 (1)	486.931	5.717.836	287,3	E-115/149,1m NH Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4
Az. 40298-16 (2)	487.147	5.718.125	282,2	E-115/149m NH Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4
Az. 40298-16 (3)	487.394	5.718.292	287,1	E-115/149,1m NH Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.066	12,4
Az. 40298-16 (4)	487.456	5.719.436	297,1	E-115/149,1m NH Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4
Az. 40401-22 (05n)	481.087	5.720.097	226,4	N163/6.X/118m... Ja	NORDEX	N163/6.X-6.800	6.800	163,0	118,0	1.788	10,7
Az. 40422-16,40501-19	486.523	5.718.803	289,8	E-115/149,1m NH Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,0	2.066	12,4
Az. 40572-21 (01)	485.386	5.717.748	280,0	E-160 EP5 E2/5...Ja	ENERCON	E-160 EP5 E2-5.500	5.500	160,0	166,6	1.781	9,4
Az. 40572-21 (03)	485.559	5.718.510	271,3	E-160 EP5 E2/5...Ja	ENERCON	E-160 EP5 E2-5.500	5.500	160,0	166,6	1.781	9,4
Az. 40572-21 (04)	485.694	5.717.507	290,0	E-160 EP5 E2/5...Ja	ENERCON	E-160 EP5 E2-5.500	5.500	160,0	166,6	1.781	9,4
Az. 40572-21 (05)	485.817	5.718.811	276,1	E-138 EP3 E2/4...Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	13,0
Az. 40572-21 (06)	485.861	5.717.870	288,6	E-160 EP5 E2/5...Ja	ENERCON	E-160 EP5 E2-5.500	5.500	160,0	166,6	1.781	9,4
Az. 40572-21 (07)	486.157	5.717.633	298,0	E-160 EP5 E2/5...Ja	ENERCON	E-160 EP5 E2-5.500	5.500	160,0	166,6	1.781	9,4
Az. 40572-21 (09)	486.549	5.717.624	300,1	E-160 EP5 E2/5...Ja	ENERCON	E-160 EP5 E2-5.500	5.500	160,0	166,6	1.781	9,4
Az. 40572-21 (10)	486.571	5.718.463	295,6	E-147 EP5 E2/1... Nein	ENERCON	E-147 EP5 E2-5.000	5.000	147,0	155,0	1.953	15,5
Az. 40572-21 (11)	486.748	5.718.160	300,0	E-147 EP5 E2/1... Nein	ENERCON	E-147 EP5 E2-5.000	5.000	147,0	155,0	1.953	15,5
Az. 40572-21 (12)	486.880	5.718.941	291,8	E-138 EP3 E2/4...Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	13,0
Az. 40572-21 (13)	487.014	5.718.521	300,0	E-160 EP5 E2/5...Ja	ENERCON	E-160 EP5 E2-5.500	5.500	160,0	166,6	1.781	9,4
Az. 40572-21 (14)	487.155	5.719.511	286,5	E-115 EP3 E3/4...Ja	ENERCON	E-115 EP3 E3-4.200	4.200	115,7	92,0	1.622	12,9

(Fortsetzung nächste Seite)...



Projekt:

**Borchen-Etteln**

Lizenzierter Anwender:

**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

17.08.2023 11:45/3.6.366

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Gesamtbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller					Beschatt.-Bereich	U/min
				[m]				[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
Az. 40572-21 (15)	487.328	5.718.895	300,0	E-138 EP3 E2/4...	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,6	160,0	1.689	10,8	
Az. 40741-22 (03)	480.914	5.720.441	222,2	N163/6.X/118m...	NORDEX	N163/6.X-6.800	6.800	163,0	118,0	1.788	10,7	
Az. 40784-22 (WEA 02)	485.523	5.718.104	277,3	E-160 EP5 E2/5...	ENERCON	E-160 EP5 E2-5.500	5.500	160,0	166,6	1.781	9,4	
Az. 40786-22 (08)	486.262	5.718.152	293,6	N163/6.X/164m...	NORDEX	N163/6.X-6.800	6.800	163,0	164,0	1.784	10,7	
Az. 40818-18 (01)/42124-21 (01)	482.909	5.721.999	228,2	SWT-DD-142 3900Ja	Siemens	SWT-DD-142-3.900	3.900	142,0	129,0	1.699	11,2	
Az. 40818-18 (03)/42124-21 (03)	484.219	5.722.254	236,7	SWT-DD-142 3900Ja	Siemens	SWT-DD-142-3.900	3.900	142,0	165,0	1.695	11,2	
Az. 40865-17	486.916	5.719.403	280,0	E-126 EP3 135,5...Nein	ENERCON	E-126 EP3-4.000	4.000	127,0	135,5	1.746	12,4	
Az. 40932-23	481.749	5.717.794	284,8	V150-6.0 148m...	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	148,0	1.899	0,0	
Az. 40933-23 (WEA 03)	482.065	5.717.417	274,7	V162-7.2 169m...	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	169,0	2.037	9,5	
Az. 40934-23 (WEA 06)	482.804	5.717.819	260,0	V162-7.2 169m...	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	169,0	2.037	9,5	
Az. 40935-23 (WEA 04)	482.422	5.717.444	260,9	V162-7.2 169m...	VESTAS	V162-7.2-7.200	7.200	162,0	169,0	2.037	9,5	
Az. 40981-22 (01)	485.986	5.718.429	282,9	N163/6.X/164m...	NORDEX	N163/6.X-6.800	6.800	163,0	164,0	1.784	10,7	
Az. 42110-22-600	485.056	5.718.296	258,8	Vensys 126/136...	VENSYS	126-3.800	3.800	126,2	136,9	1.882	11,5	
Az. 42233-20	485.916	5.718.363	280,5	E-138 EP3 E2/1...	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	110,1	1.683	13,0	
Az. 42269-21 (vorh. Az.42231-20)	481.102	5.718.162	274,5	E-115 EP3 E3 1...	ENERCON	E-115 EP3 E3-4.200	4.200	115,7	122,0	1.620	12,9	
Az. 42340-18 (01)	481.280	5.720.728	220,0	N149/5.X/125m...	NORDEX	N149/5.X-5.700	5.700	149,0	125,0	1.808	10,7	
Az. 42340-18 (02)	481.300	5.720.351	221,9	N149/5.X/164m...	NORDEX	N149/5.X-5.700	5.700	149,0	164,0	1.805	10,7	
Az. 42340-18 (04)/41959-20	480.908	5.720.797	214,6	N149/5.X/125m...	NORDEX	N149/5.X-5.700	5.700	149,0	125,0	1.808	10,7	
Az. 42340-18 (05)/42196-20 (05)	480.408	5.720.747	215,0	N149/5.X/125m...	NORDEX	N149/5.X-5.700	5.700	149,0	125,0	1.808	10,7	
Az. 42458-17 (01)	485.455	5.721.674	256,9	SWT-DD-142 3900Ja	Siemens	SWT-DD-142-3.900	3.900	142,0	129,0	1.699	11,2	
Az. 42458-17 (02)	485.246	5.721.137	264,5	SWT-DD-142 3900Ja	Siemens	SWT-DD-142-3.900	3.900	142,0	129,0	1.699	11,2	
Az. 42567-17 (vorh. 41598-21)	485.495	5.721.460	267,0	E-138 EP3 E2/1...	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	13,0	
WW 01	485.051	5.718.597	257,8	WW 01 E-160 E...	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6	

## Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IP 01	IP 01 Vienenburg 2, Henglar	483.599	5.717.030	188,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 02	IP 02 Ettelner Str. 33, Henglar	483.833	5.717.055	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 03	IP 03 Bohmweg 23, Etteln	483.231	5.718.937	197,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 04	IP 04 Gellinghausen 2, Etteln	482.018	5.720.704	160,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP B1 (W)	IP B1 Bohmweg 19/19a, Etteln	483.221	5.719.253	196,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP C1	IP C1 Westernstraße 26a, Etteln	482.929	5.719.770	195,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP J	IP J Etteln Evers	483.775	5.718.783	210,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP K	IP K Etteln Müllmerg	483.230	5.718.498	194,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP L	IP L Etteln K22	482.940	5.719.111	228,0	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]	
IP 01	IP 01 Vienenburg 2, Henglar	36:37	91	0:31	7:22	
IP 02	IP 02 Ettelner Str. 33, Henglar	46:01	128	0:28	10:05	
IP 03	IP 03 Bohmweg 23, Etteln	109:23	179	1:21	14:21	
IP 04	IP 04 Gellinghausen 2, Etteln	123:21	204	1:12	23:39	
IP B1 (W)	IP B1 Bohmweg 19/19a, Etteln	82:28	237	0:40	14:18	
IP C1	IP C1 Westernstraße 26a, Etteln	67:00	191	0:33	9:57	
IP J	IP J Etteln Evers	87:24	237	0:39	15:15	
IP K	IP K Etteln Müllmerg	199:19	319	1:27	32:45	
IP L	IP L Etteln K22	113:41	218	0:50	17:14	

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[h/a]	[h/a]
01 A33	01 A33 Vensys 126/136,9m NH	50:23	6:34
01 FLE	01 FLE E115 149,1mNH	0:00	0:00
02 A33	02 A33 Vensys 126/136,9m NH	15:48	2:35
02 FLE	02 FLE E115 149,1mNH	0:00	0:00
03 A33	03 A33 Vensys 126/136,9m NH	14:51	2:15
03 FLE	03 FLE E115 149,1mNH	0:00	0:00

(Fortsetzung nächste Seite)...



Projekt:

**Borchen-Etteln**

Lizenzierter Anwender:

**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

17.08.2023 11:45/3.6.366

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Gesamtbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

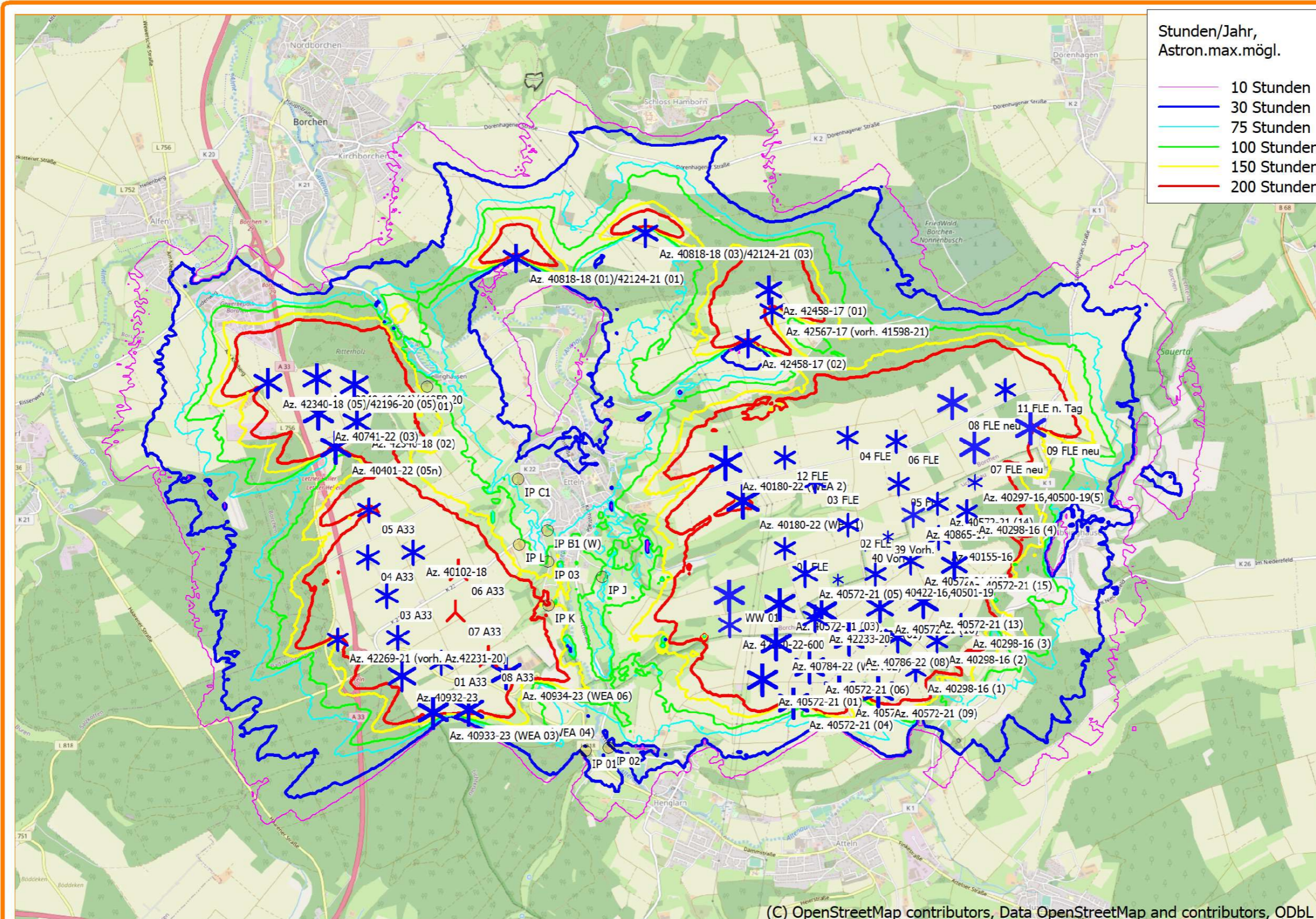
Nr.	Name	Maximal [h/a]	Erwartet [h/a]
04 A33	04 A33 Vensys 126/136,9m NH	15:00	2:40
04 FLE	04 FLE E115 149,1mNH	0:00	0:00
05 A33	05 A33 Vensys 126/136,9m NH	19:48	3:33
05 FLE	05 FLE E115 149,1mNH	0:00	0:00
06 A33	06 A33 Vensys 126/136,9m NH	119:50	20:20
06 FLE	06 FLE E115 149,1mNH	0:00	0:00
07 A33	07 A33 Vensys 126/136,9m NH	67:43	11:11
07 FLE neu	07 FLE E-160 EP5 E3 R1 166,6m NH	0:00	0:00
08 A33	08 A33 Vensys 126/136,9m NH	58:07	8:25
08 FLE neu	08 FLE E-160 EP5 E3 R1 166,6m NH	0:00	0:00
09 FLE neu	09 FLE E-160 EP5 E3 R1 166,6m NH	0:00	0:00
11 FLE n.	11 FLE E115 149,1mNH	0:00	0:00
12 FLE	12 FLE E115 149,1mNH	0:00	0:00
39 Vorh.	WEA 39 E-53 73,3mNH	0:00	0:00
40 Vorh.	WEA 40 E-53 73,3mNH	0:00	0:00
41 Vorh.	WEA 41 E-53 73,3mNH	0:00	0:00
Az. 40102-18	V126/3,6MW/117m NH	39:57	7:29
Az. 40155-16	V126/149m NH	0:00	0:00
Az. 40180-22 (WEA 1)	Siemens SG 6.6-170/165m NH	30:22	6:42
Az. 40180-22 (WEA 2)	Siemens SG 6.6-170/165m NH	11:19	2:46
Az. 40297-16,40500-19(5)	E-82 108m NH	0:00	0:00
Az. 40298-16 (1)	E-115/149,1m NH	0:00	0:00
Az. 40298-16 (2)	E-115/149m NH	0:00	0:00
Az. 40298-16 (3)	E-115/149,1m NH	0:00	0:00
Az. 40298-16 (4)	E-115/149,1m NH	0:00	0:00
Az. 40401-22 (05n)	N163/6.X/118mNH	21:06	3:49
Az. 40422-16,40501-19	E-115/149,1m NH	0:00	0:00
Az. 40572-21 (01)	E-160 EP5 E2/5,5MW/166,6m NH	23:33	5:18
Az. 40572-21 (03)	E-160 EP5 E2/5,5MW/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40572-21 (04)	E-160 EP5 E2/5,5MW/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40572-21 (05)	E-138 EP3 E2/4,2MW/160m NH	0:00	0:00
Az. 40572-21 (06)	E-160 EP5 E2/5,5MW/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40572-21 (07)	E-160 EP5 E2/5,5MW/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40572-21 (09)	E-160 EP5 E2/5,5MW/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40572-21 (10)	E-147 EP5 E2/155m NH	0:00	0:00
Az. 40572-21 (11)	E-147 EP5 E2/155m NH	0:00	0:00
Az. 40572-21 (12)	E-138 EP3 E2/4,2MW/160m NH	0:00	0:00
Az. 40572-21 (13)	E-160 EP5 E2/5,5MW/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40572-21 (14)	E-115 EP3 E3/4,2MW/92m NH	0:00	0:00
Az. 40572-21 (15)	E-138 EP3 E2/4,2MW/160m NH	0:00	0:00
Az. 40741-22 (03)	N163/6.X/118mNH	17:35	3:03
Az. 40784-22 (WEA 02)	E-160 EP5 E2/5,5 MW/166,6mNH	0:00	0:00
Az. 40786-22 (08)	N163/6.X/164m NH	0:00	0:00
Az. 40818-18 (01)/42124-21 (01)	SWT-DD-142 3900	0:00	0:00
Az. 40818-18 (03)/42124-21 (03)	SWT-DD-142 3900	0:00	0:00
Az. 40865-17	E-126 EP3 135,5m NH	0:00	0:00
Az. 40932-23	V150-6.0 148mNH Mode SO3	34:22	4:39
Az. 40933-23 (WEA 03)	V162-7.2 169mNH Mode SO3	38:51	5:26
Az. 40934-23 (WEA 06)	V162-7.2 169mNH Mode SO6	87:15	11:14
Az. 40935-23 (WEA 04)	V162-7.2 169mNH Mode SO4	93:40	14:51
Az. 40981-22 (01)	N163/6.X/164m NH	0:00	0:00
Az. 42110-22-600	Vensys 126/136,9m NH	4:04	0:40
Az. 42233-20	E-138 EP3 E2/110,13m NH	0:00	0:00
Az. 42269-21 (vorh. Az.42231-20)	E-115 EP3 E3 122m NH	0:00	0:00
Az. 42340-18 (01)	N149/5.X/125m NH	39:30	8:35
Az. 42340-18 (02)	N149/5.X/164mNH	37:12	6:56
Az. 42340-18 (04)/41959-20	N149/5.X/125mNH	17:06	3:33
Az. 42340-18 (05)/42196-20 (05)	N149/5.X/125mNH	7:36	1:26
Az. 42458-17 (01)	SWT-DD-142 3900	0:00	0:00
Az. 42458-17 (02)	SWT-DD-142 3900	0:00	0:00
Az. 42567-17 (vorh. 41598-21)	E-138 EP3 E2/160m NH	0:00	0:00
WW 01	WW 01 E-160 EP5 E3 166,6mNH	13:09	2:12

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



Karte ISO Schattenwurflinien Gesamtbelastung (nicht maßstabsgetreu)



Stunden/Jahr,  
Astron.max.mögl.

- 10 Stunden
- 30 Stunden
- 75 Stunden
- 100 Stunden
- 150 Stunden
- 200 Stunden

Projekt:  
**Borchon-Etteln**

**SHADOW -  
Karte**  
Berechnung:  
Gesamtbelastung

Lizenzierter Anwender:  
**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:  
17.08.2023 11:59/3.6.366

0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 484.532 Nord: 5.720.059  
 \* Existierende WEA    \* Schattenrezeptor  
 Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: 19\_10\_23 Höhen Etteln-Atteln.wpo (2)  
 Zeitschritt: 4 Minuten, Schrittweite: 14 Tag(e), Kartenaufösung: 30 m, Sichtbarkeit Auflösung: 15 m, Augenhöhe: 1,5 m

▲ Neue WEA



## Abschlussbetrachtung

Die hier angewandte Methode ist die „worst-case“ Berechnung (astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer), das heißt eine Berechnung die davon ausgeht, dass die Sonne immer scheint, die Rotorfläche senkrecht zur Sonneneinstrahlung steht und die Anlage immer in Betrieb ist.

Die andere Methode, die hier nicht angewandt wurde, ist die Berechnung der realen Schattenwurfzeiten (meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer). Für diese Art der Berechnung werden die Sonnenscheinwahrscheinlichkeiten und die Betriebsstunden je Windrichtungssektor benötigt.

Die Werte für die Sonnenscheinwahrscheinlichkeit wurden vom Softwarehersteller herausgegeben. Sie enthalten für ganz Deutschland Statistiken der gemessenen Sonnenscheindauer und können mit der maximal möglichen Sonnenscheindauer die Sonnenscheinwahrscheinlichkeit ermitteln.

Die Betriebsstunden je Windrichtungssektor werden aus den Windhäufigkeitsverteilungen je Sektor ermittelt. Dabei geht man von einer relativen Betriebsstundenzahl der Anlage von 7.370 Std./Jahr aus. Diese Betriebsstunden werden prozentual auf die Windhäufigkeit je Sektor verteilt.

In der Umgebung des Standortes für die drei geplanten Vensys Windkraftanlagen befinden sich einige Wohngebäude, für die die Häufigkeit möglicher Störeffekte durch rotierende Schlagschatten der Anlagen zu untersuchen ist.

Bei den Wohngebäuden handelt es sich um die in der Gesamtübersichtskarte auf Seite 5 und in der Detailkarte auf Seite 6 eingezeichneten Punkte. Es handelt sich im Einzelnen um die Punkte IP 01 – IP 04 sowie IP B1 (W), IP C1, IP J, IP K und IP L, die im Kapitel Projektinhalte mit UTM ETRS Koordinaten der Zone 32 genauer beschrieben sind.

Alle natürlich gegebenen Einflüsse, wie zum Beispiel Abschattung durch Gebäude oder Bewuchs sind in der vorliegenden Berechnung nicht berücksichtigt, haben jedoch in der Tendenz abschwächenden Charakter auf Dauer und Intensität der Schattenbeeinflussung.

In der im Anhang befindlichen kalendarischen Übersicht sind die errechneten Einwirkzeiten rotierender Schatten auf eine von allen Seiten beaufschlagte Terrasse (Gewächshausmodus) dargestellt. Die Größe der Fläche wurde aus Gründen der Vergleichbarkeit mit einem Quadratdezimeter angenommen.

Da für die volle Einwirkungsdauer des rotierenden Schattens mehrere Bedingungen erfüllt sein müssen, und zwar wolkenloser Himmel und Übereinstimmung von 0° - bzw. 180° -Winkel zwischen Hauptwindrichtung und Sonnenstand, werden deutlich geringere tatsächliche Schattenwurfzeiten am Einwirkungspunkt auftreten.

Die hier angewandte Richtlinie wurde 2019 aktualisiert und mit Stand vom 23. Januar 2020 von der Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) zustimmend zur Kenntnis genommen und den Ländern empfohlen, diese Hinweise anzuwenden. Da die Richtlinie das Niveau einer DIN-Vorschrift besitzt, ist sie laut STUA Schleswig (2002) für alle Bundesländer bindend.

Dieses Gremium legte nach einem Feld- und Laborversuch der oben genannten Universität fest, bei welcher „astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer“ eine erhebliche Belästigung vorliegt. Eine Belästigung liegt „unter kumulativer Berücksichtigung aller WEA-Beiträge am jeweiligen Immissionsort in einer Bezugshöhe von 2 m über Erdboden“ nicht vor, wenn die nachfolgenden Punkte eingehalten werden.

- Die Schattenwurfzeiten an einem Einwirkungspunkt dürfen maximal 30 Stunden pro Jahr und 30 Minuten am Tag betragen
- Ein Schattenwurf bei Sonnenständen unter  $3^\circ$  ist nicht zu berücksichtigen
- Der Einwirkungsbereich des Schattens endet hinter einer WKA bei 20% Verdeckungsgrad

Damit diese Richtwerte eingehalten werden können, benötigen die WKA im Falle der Überschreitung sog. Abschaltautomatiken, die mittels Strahlungs- oder Beleuchtungsstärkesensoren die konkrete meteorologische Beschattungssituation erfassen und somit die vor Ort konkret vorhandene Beschattungsdauer begrenzen.

Da die oben genannten Grenzwerte sich nur auf die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer beziehen, die Abschaltautomatik aber die reale Schattendauer benötigt, wurde hierfür die meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer von 8,0 h pro Kalenderjahr festgelegt.

Die Untersuchung der Zusatzbelastung zeigt, dass die neuen, hier beurteilten Anlagen an den Rezeptoren IP 03, IP K und IP L periodischen Schlagschatten oberhalb der Richtwerte verursachen.

Dementsprechend kann festgehalten werden, dass die neuen, schattenverursachenden Anlagen mit einem Schattenwurfabschaltmodul ausgestattet werden müssen, um das Einhalten der Richtwerte zu gewährleisten.

Entsprechende Steuerungen und Programmierung der Abschaltungen obliegen den jeweiligen Möglichkeiten der Anlagenkommunikation untereinander, sowie den jeweiligen technischen Möglichkeiten der Windkraftanlagenhersteller sowie der Schattenwurfabschaltmodulhersteller. Dementsprechend kann eine Schattenwurfanalyse keine detaillierten Einzelabschaltzeiten bzw. Programmierzeiten vorgeben.

Diese Richtwerte sind „worst-case“ mit maximal 30 h / Jahr und maximal 30 min / Tag definiert worden.

## **Ergänzungen**

Für andere Koordinaten bzw. Anlagenkonfigurationen müssen andere Sonnenstandsdaten verwendet werden, die durch die Lage des Ortes vorgegeben sind. Für diese Änderungen sind neue Berechnungen mit den modifizierten Werten erforderlich.

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Standorte, die in dem Kapitel Projektinhalte genau beschrieben sind und gelten nur für die in Betracht gezogenen Anlagentypen, mit entsprechenden Rotor durchmessern, Blattgeometrien und Turmhöhen.

Da zum jetzigen Zeitpunkt nur die Feld- und Laborpilotstudie aus 1999 / 2000 der Christian-Albrechts-Universität Kiel über die Auswirkungen des zyklischen Schattenwurfs von Windkraftanlagen auf den Menschen vorliegt, gelten die hier getroffenen Aussagen vorerst bis zur Veröffentlichung entsprechender Normen.

Diese Analyse wurde mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt und mehrfach kontrolliert.

## **Inhaltsverzeichnis des Anhangs**

Anhang 1: Deckblatt LAI (WKA-Schattenwurfhinweise) Aktualisierung 2019

Anhang 2: Grafischer Kalender

Anhang 3: Detaillierter Schattenwurfkalender

Anhang 1: Deckblatt LAI (WKA-Schattenwurfhinweise) Aktualisierung 2019

**Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen  
Immissionen von Windkraftanlagen  
Aktualisierung 2019  
(WKA-Schattenwurfhinweise)**



Stand 23.01.2020

## Anhang 2: Grafischer Kalender

Projekt:

**Borchen-Etteln**

Lizenzierter Anwender:

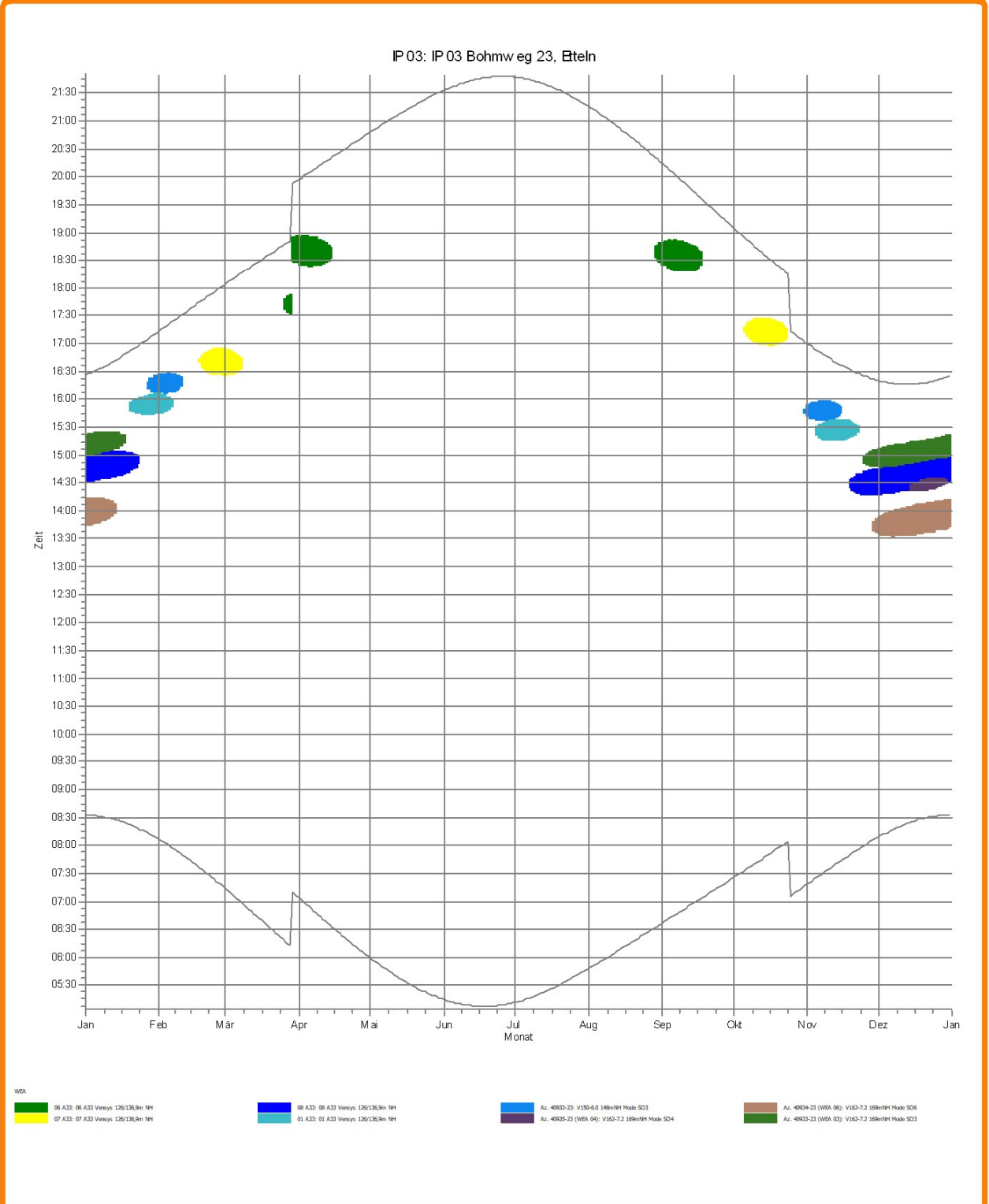
**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

17.08.2023 11:59/3.6.366

### SHADOW - Grafischer Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung





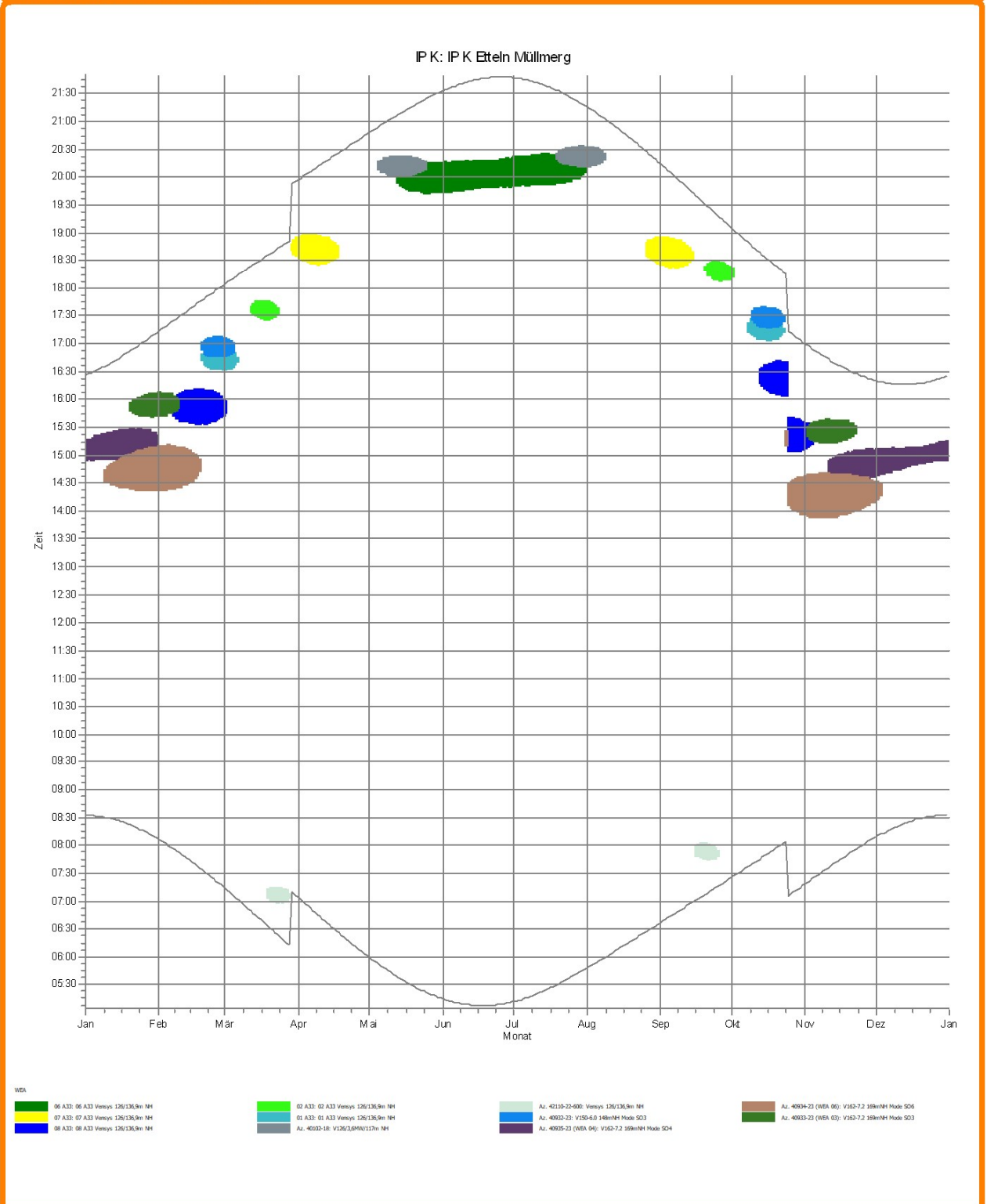
Projekt:  
**Borchen-Etteln**

Lizenziertes Anwender:  
**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:  
17.08.2023 11:59/3.6.366

### SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



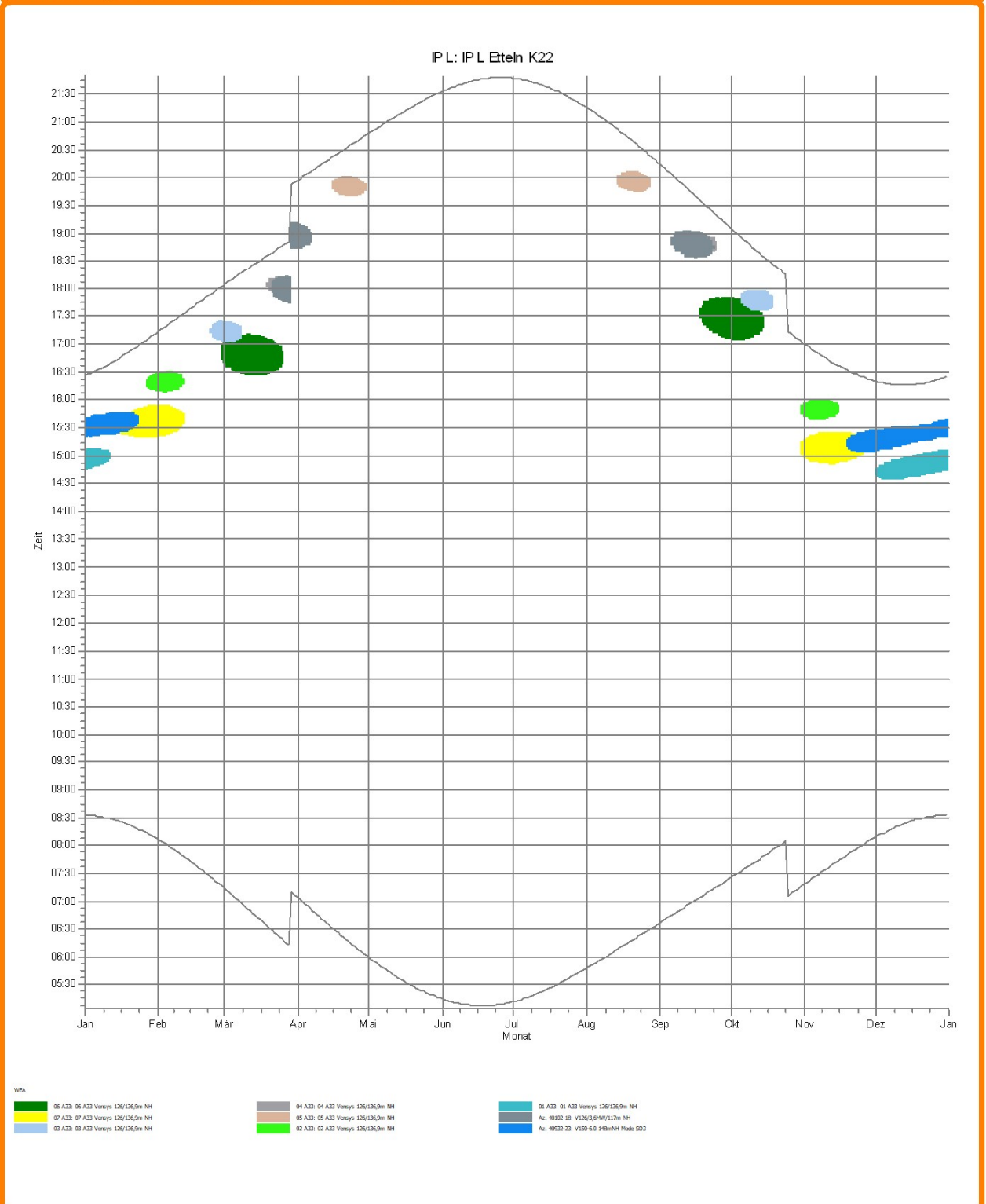
Projekt:  
**Borchen-Etteln**

Lizenzierter Anwender:  
**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:  
17.08.2023 11:59/3.6.366

### SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: IP L - IP L Etteln K22



### Anhang 3: Detaillierter Schattenwurfkalender

Projekt: <b>Borchen-Etteln</b>	Lizenziertes Anwender: <b>reko GmbH &amp; Co. KG</b> Sander Bruch Str. 10 DE-33106 Paderborn +49 (0) 5254/9528129  Berechnet: 17.08.2023 11:59/3.6.366
-----------------------------------	---

#### SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** IP 03 - IP 03 Bohmweg 23, Etteln

#### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni					
1	08:32	13:44 (Az. 40934-23 (WEA 06))	08:06	15:46 (01 A33)	07:13	16:26 (07 A33)	07:03	18:26 (06 A33)	05:59	05:14	
	16:26	76 15:21 (Az. 40933-23 (WEA 03))	17:13	37 16:26 (Az. 40932-23)	18:04	26 16:52 (07 A33)	19:57	29 18:55 (06 A33)	20:48	21:33	
2	08:32	13:45 (Az. 40934-23 (WEA 06))	08:04	15:46 (01 A33)	07:11	16:27 (07 A33)	07:01	18:25 (06 A33)	05:57	05:13	
	16:27	75 15:22 (Az. 40933-23 (WEA 03))	17:15	36 16:26 (Az. 40932-23)	18:06	25 16:52 (07 A33)	19:59	31 18:56 (06 A33)	20:49	21:34	
3	08:32	13:45 (Az. 40934-23 (WEA 06))	08:03	15:47 (01 A33)	07:09	16:28 (07 A33)	06:58	18:25 (06 A33)	05:55	05:13	
	16:28	74 15:21 (Az. 40933-23 (WEA 03))	17:17	36 16:26 (Az. 40932-23)	18:08	23 16:51 (07 A33)	20:01	31 18:56 (06 A33)	20:51	21:35	
4	08:32	13:46 (Az. 40934-23 (WEA 06))	08:01	15:48 (01 A33)	07:06	16:28 (07 A33)	06:56	18:25 (06 A33)	05:53	05:12	
	16:29	74 15:22 (Az. 40933-23 (WEA 03))	17:19	33 16:26 (Az. 40932-23)	18:09	22 16:50 (07 A33)	20:02	31 18:56 (06 A33)	20:53	21:36	
5	08:31	13:47 (Az. 40934-23 (WEA 06))	07:59	15:50 (01 A33)	07:04	16:29 (07 A33)	06:54	18:24 (06 A33)	05:51	05:11	
	16:30	73 15:23 (Az. 40933-23 (WEA 03))	17:20	31 16:27 (Az. 40932-23)	18:11	19 16:48 (07 A33)	20:04	31 18:55 (06 A33)	20:54	21:37	
6	08:31	13:47 (Az. 40934-23 (WEA 06))	07:58	15:52 (01 A33)	07:02	16:31 (07 A33)	06:52	18:24 (06 A33)	05:50	05:11	
	16:32	73 15:23 (Az. 40933-23 (WEA 03))	17:22	25 16:26 (Az. 40932-23)	18:13	16 16:47 (07 A33)	20:06	31 18:55 (06 A33)	20:56	21:38	
7	08:31	13:49 (Az. 40934-23 (WEA 06))	07:56	16:09 (Az. 40932-23)	07:00	16:34 (07 A33)	06:49	18:25 (06 A33)	05:48	05:10	
	16:33	70 15:23 (Az. 40933-23 (WEA 03))	17:24	17 16:26 (Az. 40932-23)	18:15	10 16:44 (07 A33)	20:08	29 18:54 (06 A33)	20:58	21:39	
8	08:30	13:50 (Az. 40934-23 (WEA 06))	07:54	16:10 (Az. 40932-23)	06:58		06:47	18:25 (06 A33)	05:46	05:09	
	16:34	68 15:23 (Az. 40933-23 (WEA 03))	17:26	15 16:25 (Az. 40932-23)	18:16		20:09	29 18:54 (06 A33)	20:59	21:40	
9	08:30	13:50 (Az. 40934-23 (WEA 06))	07:52	16:11 (Az. 40932-23)	06:55		06:45	18:25 (06 A33)	05:44	05:09	
	16:35	67 15:23 (Az. 40933-23 (WEA 03))	17:28	13 16:24 (Az. 40932-23)	18:18		20:11	27 18:52 (06 A33)	21:01	21:41	
10	08:29	13:52 (Az. 40934-23 (WEA 06))	07:51	16:14 (Az. 40932-23)	06:53		06:43	18:26 (06 A33)	05:43	05:08	
	16:37	65 15:24 (Az. 40933-23 (WEA 03))	17:30	9 16:23 (Az. 40932-23)	18:20		20:13	25 18:51 (06 A33)	21:02	21:41	
11	08:29	13:54 (Az. 40934-23 (WEA 06))	07:49		06:51		06:40	18:27 (06 A33)	05:41	05:08	
	16:38	61 15:24 (Az. 40933-23 (WEA 03))	17:31		18:22		20:14	23 18:50 (06 A33)	21:04	21:42	
12	08:28	13:55 (Az. 40934-23 (WEA 06))	07:47		06:49		06:38	18:28 (06 A33)	05:39	05:08	
	16:40	57 15:23 (Az. 40933-23 (WEA 03))	17:33		18:23		20:16	20 18:48 (06 A33)	21:05	21:43	
13	08:27	13:58 (Az. 40934-23 (WEA 06))	07:45		06:46		06:36	18:30 (06 A33)	05:38	05:08	
	16:41	51 15:23 (Az. 40933-23 (WEA 03))	17:35		18:25		20:18	16 18:46 (06 A33)	21:07	21:44	
14	08:27	14:38 (08 A33)	07:43		06:44		06:34	18:33 (06 A33)	05:36	05:07	
	16:43	40 15:23 (Az. 40933-23 (WEA 03))	17:37		18:27		20:19	10 18:43 (06 A33)	21:09	21:44	
15	08:26	14:38 (08 A33)	07:41		06:42		06:32		05:35	05:07	
	16:44	37 15:22 (Az. 40933-23 (WEA 03))	17:39		18:29		20:21		21:10	21:45	
16	08:25	14:39 (08 A33)	07:40		06:40		06:29		05:33	05:07	
	16:46	34 15:21 (Az. 40933-23 (WEA 03))	17:41		18:30		20:23		21:12	21:45	
17	08:24	14:40 (08 A33)	07:38		06:37		06:27		05:32	05:07	
	16:47	30 15:20 (Az. 40933-23 (WEA 03))	17:42		18:32		20:24		21:13	21:46	
18	08:23	14:41 (08 A33)	07:36		16:40 (07 A33)		06:35		05:30	05:07	
	16:49	21 15:02 (08 A33)	17:44	2	16:42 (07 A33)		18:34		21:15	21:46	
19	08:22	14:42 (08 A33)	07:34		16:35 (07 A33)		06:33		05:29	05:07	
	16:50	20 15:02 (08 A33)	17:46	12	16:47 (07 A33)		18:35		21:16	21:46	
20	08:21	14:44 (08 A33)	07:32		16:32 (07 A33)		06:30		05:27	05:07	
	16:52	24 15:55 (01 A33)	17:48	17	16:49 (07 A33)		18:37		21:17	21:47	
21	08:20	14:46 (08 A33)	07:30		16:30 (07 A33)		06:28		05:26	05:07	
	16:54	26 15:58 (01 A33)	17:50	20	16:50 (07 A33)		18:39		21:19	21:47	
22	08:19	14:47 (08 A33)	07:28		16:29 (07 A33)		06:26		05:25	05:07	
	16:55	25 15:59 (01 A33)	17:52	22	16:51 (07 A33)		18:41		21:20	21:47	
23	08:18	14:51 (08 A33)	07:25		16:28 (07 A33)		06:24		05:24	05:08	
	16:57	21 16:00 (01 A33)	17:53	24	16:52 (07 A33)		18:42		21:22	21:47	
24	08:17	15:45 (01 A33)	07:23		16:27 (07 A33)		06:21		05:22	05:08	
	16:59	17 16:02 (01 A33)	17:55	26	16:53 (07 A33)		18:44		21:23	21:47	
25	08:15	15:44 (01 A33)	07:21		16:27 (07 A33)		06:19		05:21	05:08	
	17:01	18 16:02 (01 A33)	17:57	26	16:53 (07 A33)		18:46		21:24	21:48	
26	08:14	15:44 (01 A33)	07:19		16:27 (07 A33)		06:17		05:20	05:09	
	17:02	19 16:03 (01 A33)	17:59	27	16:54 (07 A33)		18:47	11 17:48 (06 A33)	20:39	21:48	
27	08:13	15:44 (01 A33)	07:17		16:27 (07 A33)		06:14		05:19	05:09	
	17:04	25 16:18 (Az. 40932-23)	18:01	27	16:54 (07 A33)		18:49	17 17:51 (06 A33)	20:41	21:47	
28	08:11	15:44 (01 A33)	07:15		16:26 (07 A33)		06:12		05:18	05:10	
	17:06	30 16:21 (Az. 40932-23)	18:02	27	16:53 (07 A33)		18:51	21 17:52 (06 A33)	20:43	21:47	
29	08:10	15:44 (01 A33)			07:10		18:30 (06 A33)		06:03	05:17	05:10
	17:08	33 16:22 (Az. 40932-23)			19:52	24 18:54 (06 A33)	20:44		05:16	05:11	21:47
30	08:09	15:45 (01 A33)			07:07		18:28 (06 A33)		06:01	05:16	05:11
	17:10	35 16:24 (Az. 40932-23)			19:54	27 18:55 (06 A33)	20:46		05:15	05:11	21:47
31	08:07	15:45 (01 A33)			07:05		18:28 (06 A33)		06:00	05:15	
	17:11	37 16:25 (Az. 40932-23)			19:56	28 18:56 (06 A33)			05:14	05:11	
	Sonnenscheinstunden	260			367		415		484	497	
	astr.max.mögl.Beschattung	1376		482	269		363				

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

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



Projekt:

**Borchen-Etteln**

Lizenzierter Anwender:

**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

17.08.2023 11:59/3.6.366

## SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** IP 03 - IP 03 Bohmweg 23, Etteln

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

	Jul	August	September	Oktober	November	Dezember				
1	05:11 21:47	05:47 21:15	06:36 20:14	07:25 19:05	07:18 17:00	08:08 15:52 (Az. 40932-23)				
2	05:12 21:46	05:49 21:14	06:38 20:12	07:26 19:03	07:20 16:58	08:10 15:54 (Az. 40932-23)				
3	05:13 21:46	05:50 21:12	06:40 20:10	07:28 19:01	07:21 16:56	08:11 15:55 (Az. 40932-23)				
4	05:13 21:46	05:52 21:10	06:41 20:07	07:30 18:58	07:23 16:54	08:12 15:56 (Az. 40932-23)				
5	05:14 21:45	05:53 21:09	06:42 20:05	07:31 18:56	07:25 16:53	08:14 15:57 (Az. 40932-23)				
6	05:15 21:45	05:55 21:07	06:44 20:03	07:33 18:54	17:13 (07 A33) 07:27	08:15 15:19 (01 A33)				
7	05:16 21:44	05:56 21:05	06:46 20:01	07:35 18:52	17:17 (07 A33) 07:28	08:16 15:18 (01 A33)				
8	05:17 21:44	05:58 21:03	06:48 19:58	07:36 18:49	17:21 (07 A33) 07:30	08:17 15:17 (01 A33)				
9	05:18 21:43	06:00 21:02	06:49 19:56	07:38 18:47	17:23 (07 A33) 07:32	08:18 15:17 (01 A33)				
10	05:19 21:42	06:01 21:00	06:51 19:54	07:40 18:45	17:24 (07 A33) 07:34	08:20 15:17 (01 A33)				
11	05:20 21:41	06:03 20:58	06:52 19:51	07:41 18:43	17:25 (07 A33) 07:35	08:21 15:17 (01 A33)				
12	05:21 21:41	06:04 20:56	06:54 19:49	07:43 18:41	17:26 (07 A33) 07:37	08:22 15:16 (01 A33)				
13	05:22 21:40	06:06 20:54	06:56 19:47	07:45 18:38	17:25 (07 A33) 07:39	08:23 15:16 (01 A33)				
14	05:23 21:39	06:07 20:52	06:57 19:45	07:46 18:36	17:26 (07 A33) 07:41	08:24 15:16 (01 A33)				
15	05:24 21:38	06:09 20:50	06:59 19:42	07:48 18:34	17:26 (07 A33) 07:42	08:25 15:17 (01 A33)				
16	05:25 21:37	06:11 20:48	07:00 19:40	07:50 18:32	17:27 (07 A33) 07:44	08:25 15:17 (01 A33)				
17	05:27 21:36	06:12 20:46	07:02 19:38	07:51 18:30	17:27 (07 A33) 07:46	08:26 15:18 (01 A33)				
18	05:28 21:35	06:14 20:44	07:04 19:35	07:53 18:28	17:24 (07 A33) 07:48	08:27 15:19 (01 A33)				
19	05:29 21:34	06:15 20:42	07:05 19:33	07:55 18:25	17:24 (07 A33) 07:49	08:28 14:25 (08 A33)				
20	05:30 21:32	06:17 20:40	07:07 19:31	07:57 18:23	17:01 (07 A33) 07:51	08:28 14:22 (08 A33)				
21	05:32 21:31	06:19 20:38	07:08 19:28	07:58 18:21	17:02 (07 A33) 07:53	08:29 14:21 (08 A33)				
22	05:33 21:30	06:20 20:36	07:10 19:26	08:00 18:19	17:02 (07 A33) 07:54	08:29 14:20 (08 A33)				
23	05:34 21:29	06:22 20:34	07:12 19:24	08:02 18:17	17:05 (07 A33) 07:56	08:30 14:19 (08 A33)				
24	05:36 21:27	06:23 20:32	07:13 19:21	08:04 18:15	17:16 (07 A33) 07:57	08:31 14:18 (08 A33)				
25	05:37 21:26	06:25 20:29	07:15 19:19	08:05 18:13	17:02 (07 A33) 07:59	08:31 14:18 (08 A33)				
26	05:38 21:25	06:27 20:27	07:16 19:17	08:07 18:11	16:25 08:01	08:31 14:18 (08 A33)				
27	05:40 21:23	06:28 20:25	07:18 19:14	08:09 18:09	15:48 (Az. 40932-23) 08:02	08:31 14:18 (08 A33)				
28	05:41 21:22	06:30 20:23	07:20 19:12	08:11 18:07	16:23 08:04	08:32 14:18 (08 A33)				
29	05:43 21:20	06:31 20:21	18:34 (06 A33) 07:21	18:05 18:05	16:22 08:05	08:32 13:39 (Az. 40934-23)				
30	05:44 21:19	06:33 20:19	18:30 (06 A33) 07:23	18:03 18:03	16:21 08:07	08:32 13:37 (Az. 40934-23)				
31	05:46 21:17	06:35 20:16	18:28 (06 A33) 18:48 (06 A33)	18:01 18:01	16:21 15:05 (Az. 40933-23)	08:32 16:24				
	Sonnenscheinstunden astr.max.mögl.Beschattung	500 453	46	381	448	381	315	267	856	2342

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

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

Projekt:  
**Borchen-Etteln**

 Lizenziertes Anwender:  
**reko GmbH & Co. KG**  
 Sander Bruch Str. 10  
 DE-33106 Paderborn  
 +49 (0) 5254/9528129

 Berechnet:  
 17.08.2023 11:59/3.6.366

## SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** IP K - IP K Etteln Müllmerg

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

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

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1	08:32	14:55 (Az. 40935-23 (WEA 04)) 08:06	14:23 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:13	15:46 (08 A33) 07:03	18:32 (07 A33) 05:59	05:18 19:44 (06 A33)
2	08:32	14:56 (Az. 40935-23 (WEA 04)) 08:04	14:23 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:13	17:05 (Az. 40932-23) 07:03	18:32 (07 A33) 05:59	05:18 19:44 (06 A33)
3	08:32	14:55 (Az. 40935-23 (WEA 04)) 08:02	14:23 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:09	17:04 (Az. 40932-23) 06:58	18:30 (07 A33) 05:55	05:13 19:44 (06 A33)
4	08:31	14:55 (Az. 40935-23 (WEA 04)) 08:01	14:23 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:06	17:02 (Az. 40932-23) 06:54	18:27 (07 A33) 05:51	05:12 19:44 (06 A33)
5	08:31	14:56 (Az. 40935-23 (WEA 04)) 07:59	14:24 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:04	16:59 (Az. 40932-23) 06:50	18:25 (07 A33) 05:47	05:11 19:44 (06 A33)
6	08:31	14:56 (Az. 40935-23 (WEA 04)) 07:58	14:24 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:02	16:44 (08 A33) 06:46	18:22 (07 A33) 05:44	05:10 19:44 (06 A33)
7	08:31	14:56 (Az. 40935-23 (WEA 04)) 07:56	14:24 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:00	16:44 (08 A33) 06:46	18:22 (07 A33) 05:44	05:10 19:44 (06 A33)
8	08:30	14:56 (Az. 40935-23 (WEA 04)) 07:54	14:25 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 06:58	16:44 (08 A33) 06:46	18:22 (07 A33) 05:44	05:10 19:44 (06 A33)
9	08:30	14:53 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:52	14:25 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 06:55	16:44 (08 A33) 06:46	18:22 (07 A33) 05:44	05:10 19:44 (06 A33)
10	08:29	14:52 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:51	14:26 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 06:53	16:44 (08 A33) 06:46	18:22 (07 A33) 05:44	05:10 19:44 (06 A33)
11	08:29	14:51 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:49	14:28 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 06:51	16:44 (08 A33) 06:46	18:22 (07 A33) 05:44	05:10 19:44 (06 A33)
12	08:28	14:49 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:47	14:29 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 06:49	16:44 (08 A33) 06:46	18:22 (07 A33) 05:44	05:10 19:44 (06 A33)
13	08:27	14:47 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:45	14:30 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 06:46	16:44 (08 A33) 06:46	18:22 (07 A33) 05:44	05:10 19:44 (06 A33)
14	08:27	14:47 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:43	14:32 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 06:44	16:44 (08 A33) 06:46	18:22 (07 A33) 05:44	05:10 19:44 (06 A33)
15	08:26	14:46 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:41	14:33 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 06:42	16:44 (08 A33) 06:46	18:22 (07 A33) 05:44	05:10 19:44 (06 A33)
16	08:25	14:46 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:39	14:36 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 06:40	16:44 (08 A33) 06:46	18:22 (07 A33) 05:44	05:10 19:44 (06 A33)
17	08:24	14:45 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:38	14:38 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 06:37	16:44 (08 A33) 06:46	18:22 (07 A33) 05:44	05:10 19:44 (06 A33)
18	08:23	14:45 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:36	14:43 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 06:35	16:44 (08 A33) 06:46	18:22 (07 A33) 05:44	05:10 19:44 (06 A33)
19	08:22	14:45 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:34	14:45 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 06:33	16:44 (08 A33) 06:46	18:22 (07 A33) 05:44	05:10 19:44 (06 A33)
20	08:21	14:44 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:32	14:47 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 06:31	16:44 (08 A33) 06:46	18:22 (07 A33) 05:44	05:10 19:44 (06 A33)
21	08:20	14:44 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:30	14:49 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 06:29	16:44 (08 A33) 06:46	18:22 (07 A33) 05:44	05:10 19:44 (06 A33)
22	08:19	14:43 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:28	14:51 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 06:27	16:44 (08 A33) 06:46	18:22 (07 A33) 05:44	05:10 19:44 (06 A33)
23	08:18	14:43 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:25	14:53 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 06:25	16:44 (08 A33) 06:46	18:22 (07 A33) 05:44	05:10 19:44 (06 A33)
24	08:17	14:43 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:23	14:56 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 06:23	16:44 (08 A33) 06:46	18:22 (07 A33) 05:44	05:10 19:44 (06 A33)
25	08:15	14:42 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:21	14:58 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 06:21	16:44 (08 A33) 06:46	18:22 (07 A33) 05:44	05:10 19:44 (06 A33)
26	08:14	14:42 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:19	14:59 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 06:19	16:44 (08 A33) 06:46	18:22 (07 A33) 05:44	05:10 19:44 (06 A33)
27	08:13	14:42 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:17	15:01 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 06:17	16:44 (08 A33) 06:46	18:22 (07 A33) 05:44	05:10 19:44 (06 A33)
28	08:11	14:42 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:15	15:03 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 06:15	16:44 (08 A33) 06:46	18:22 (07 A33) 05:44	05:10 19:44 (06 A33)
29	08:10	14:42 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:13	15:05 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 06:13	16:44 (08 A33) 06:46	18:22 (07 A33) 05:44	05:10 19:44 (06 A33)
30	08:09	14:43 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:11	15:07 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 06:11	16:44 (08 A33) 06:46	18:22 (07 A33) 05:44	05:10 19:44 (06 A33)
31	08:07	14:42 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 07:09	15:09 (Az. 40934-23 (WEA 06)) 06:09	16:44 (08 A33) 06:46	18:22 (07 A33) 05:44	05:10 19:44 (06 A33)
	17:11	84 16:06 (Az. 40933-23 (WEA 03))	17:11	84 16:06 (Az. 40933-23 (WEA 03))	17:11	84 16:06 (Az. 40933-23 (WEA 03))
	Sonnenscheinstunden	260	278	367	415	497
	astr.max.mögl.Beschattung	1757	1765	468	433	875

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

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



Projekt:  
**Borchen-Etteln**

Lizenziertes Anwender:  
**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:  
17.08.2023 11:59/3.6.366

## SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** IP K - IP K Etteln MüllmERG

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

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

	Juli		August		September		Oktober		November		Dezember	
1	05:11	19:51 (06 A33) 05:47		20:12 (Az. 40102-18) 06:36		18:26 (07 A33) 07:25		18:12 (02 A33) 07:18		13:56 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:08		14:12 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:08
2	05:12	19:51 (06 A33) 05:49	20	20:32 (Az. 40102-18) 06:38	28	18:54 (07 A33) 07:05	9	18:21 (02 A33) 07:19	68	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10	47	15:06 (Az. 40935-23 (VEA 04)) 06:10
3	05:13	19:51 (06 A33) 05:50	20	20:32 (Az. 40102-18) 06:38	30	18:54 (07 A33) 07:05		18:21 (02 A33) 07:19	67	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10	42	15:05 (Az. 40935-23 (VEA 04)) 06:10
4	05:13	19:51 (06 A33) 05:51	19	20:31 (Az. 40102-18) 06:37	30	18:54 (07 A33) 07:05		18:21 (02 A33) 07:19	66	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10	37	15:06 (Az. 40935-23 (VEA 04)) 06:10
5	05:14	19:52 (06 A33) 05:52	18	20:31 (Az. 40102-18) 06:37	30	18:54 (07 A33) 07:05		18:21 (02 A33) 07:19	65	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10	26	15:06 (Az. 40935-23 (VEA 04)) 06:10
6	05:15	19:51 (06 A33) 05:55	16	20:30 (Az. 40102-18) 06:36	29	18:53 (07 A33) 07:04		18:21 (02 A33) 07:19	64	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10	24	15:06 (Az. 40935-23 (VEA 04)) 06:10
7	05:16	19:51 (06 A33) 05:56	14	20:29 (Az. 40102-18) 06:35	29	18:53 (07 A33) 07:04		18:21 (02 A33) 07:19	63	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10	21	15:06 (Az. 40935-23 (VEA 04)) 06:10
8	05:17	19:52 (06 A33) 05:58	11	20:27 (Az. 40102-18) 06:34	29	18:52 (07 A33) 07:04		18:21 (02 A33) 07:19	62	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10	18	15:06 (Az. 40935-23 (VEA 04)) 06:10
9	05:18	19:52 (06 A33) 05:59	6	20:25 (Az. 40102-18) 06:33	29	18:52 (07 A33) 07:04	9	18:21 (02 A33) 07:19	61	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10	16	15:06 (Az. 40935-23 (VEA 04)) 06:10
10	05:19	19:51 (06 A33) 06:00		20:24 (Az. 40102-18) 06:33	28	18:51 (07 A33) 07:04	14	18:21 (02 A33) 07:19	60	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10	14	15:06 (Az. 40935-23 (VEA 04)) 06:10
11	05:20	19:52 (06 A33) 06:01		20:23 (Az. 40102-18) 06:33	28	18:51 (07 A33) 07:04	26	18:21 (02 A33) 07:19	59	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10	13	15:06 (Az. 40935-23 (VEA 04)) 06:10
12	05:21	19:52 (06 A33) 06:02		20:23 (Az. 40102-18) 06:33	27	18:51 (07 A33) 07:04	29	18:21 (02 A33) 07:19	58	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10	12	15:06 (Az. 40935-23 (VEA 04)) 06:10
13	05:22	19:52 (06 A33) 06:03		20:22 (Az. 40102-18) 06:33	27	18:51 (07 A33) 07:04	31	18:21 (02 A33) 07:19	57	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10	11	15:06 (Az. 40935-23 (VEA 04)) 06:10
14	05:23	19:52 (06 A33) 06:04		20:22 (Az. 40102-18) 06:33	26	18:51 (07 A33) 07:04	29	18:21 (02 A33) 07:19	56	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10	10	15:06 (Az. 40935-23 (VEA 04)) 06:10
15	05:24	19:52 (06 A33) 06:05		20:22 (Az. 40102-18) 06:33	25	18:51 (07 A33) 07:04	26	18:21 (02 A33) 07:19	55	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10	9	15:06 (Az. 40935-23 (VEA 04)) 06:10
16	05:25	19:52 (06 A33) 06:06		20:22 (Az. 40102-18) 06:33	24	18:51 (07 A33) 07:04	29	18:21 (02 A33) 07:19	54	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10	8	15:06 (Az. 40935-23 (VEA 04)) 06:10
17	05:26	19:52 (06 A33) 06:07		20:22 (Az. 40102-18) 06:33	23	18:51 (07 A33) 07:04	31	18:21 (02 A33) 07:19	53	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10	7	15:06 (Az. 40935-23 (VEA 04)) 06:10
18	05:27	19:52 (06 A33) 06:08		20:22 (Az. 40102-18) 06:33	22	18:51 (07 A33) 07:04	31	18:21 (02 A33) 07:19	52	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10	6	15:06 (Az. 40935-23 (VEA 04)) 06:10
19	05:28	19:52 (06 A33) 06:09		20:22 (Az. 40102-18) 06:33	21	18:51 (07 A33) 07:04	31	18:21 (02 A33) 07:19	51	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10	5	15:06 (Az. 40935-23 (VEA 04)) 06:10
20	05:29	19:52 (06 A33) 06:10		20:22 (Az. 40102-18) 06:33	20	18:51 (07 A33) 07:04	31	18:21 (02 A33) 07:19	50	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10	4	15:06 (Az. 40935-23 (VEA 04)) 06:10
21	05:30	19:52 (06 A33) 06:11		20:22 (Az. 40102-18) 06:33	19	18:51 (07 A33) 07:04	31	18:21 (02 A33) 07:19	49	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10	3	15:06 (Az. 40935-23 (VEA 04)) 06:10
22	05:31	19:52 (06 A33) 06:12		20:22 (Az. 40102-18) 06:33	18	18:51 (07 A33) 07:04	31	18:21 (02 A33) 07:19	48	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10	2	15:06 (Az. 40935-23 (VEA 04)) 06:10
23	05:32	19:52 (06 A33) 06:13		20:22 (Az. 40102-18) 06:33	17	18:51 (07 A33) 07:04	31	18:21 (02 A33) 07:19	47	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10	1	15:06 (Az. 40935-23 (VEA 04)) 06:10
24	05:33	19:52 (06 A33) 06:14		20:22 (Az. 40102-18) 06:33	16	18:51 (07 A33) 07:04	31	18:21 (02 A33) 07:19	46	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10		
25	05:34	19:52 (06 A33) 06:15		20:22 (Az. 40102-18) 06:33	15	18:51 (07 A33) 07:04	31	18:21 (02 A33) 07:19	45	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10		
26	05:35	19:52 (06 A33) 06:16		20:22 (Az. 40102-18) 06:33	14	18:51 (07 A33) 07:04	31	18:21 (02 A33) 07:19	44	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10		
27	05:36	19:52 (06 A33) 06:17		20:22 (Az. 40102-18) 06:33	13	18:51 (07 A33) 07:04	31	18:21 (02 A33) 07:19	43	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10		
28	05:37	19:52 (06 A33) 06:18		20:22 (Az. 40102-18) 06:33	12	18:51 (07 A33) 07:04	31	18:21 (02 A33) 07:19	42	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10		
29	05:38	19:52 (06 A33) 06:19		20:22 (Az. 40102-18) 06:33	11	18:51 (07 A33) 07:04	31	18:21 (02 A33) 07:19	41	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10		
30	05:39	19:52 (06 A33) 06:20		20:22 (Az. 40102-18) 06:33	10	18:51 (07 A33) 07:04	31	18:21 (02 A33) 07:19	40	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10		
31	05:40	19:52 (06 A33) 06:21		20:22 (Az. 40102-18) 06:33	9	18:51 (07 A33) 07:04	31	18:21 (02 A33) 07:19	39	15:24 (Az. 40934-23 (VEA 06)) 06:10		
Sonnenscheinstunden	500		453		381		332		267		245	
astr.max.mögl.Beschattung	978		250		640		1261		2121		665	

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

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

Projekt:

**Borchen-Etteln**

Lizenzierter Anwender:

**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

17.08.2023 11:59/3.6.366

## SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** IP L - IP L Etteln K22

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang

Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlungsrichtung

Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1	08:32 16:26 37	14:46 (01 A33) 08:06 17:13	08:06 15:22 (07 A33) 07:13	07:03 16:40 (06 A33) 07:03	18:44 (Az. 40102-18) 05:59 20:48	05:14 21:33
2	08:32 16:27 37	14:47 (01 A33) 08:04 17:15	08:04 15:22 (07 A33) 07:11	07:01 16:37 (06 A33) 07:01	18:45 (Az. 40102-18) 05:57 20:49	05:13 21:34
3	08:32 16:28 37	14:47 (01 A33) 08:03 17:17	08:03 15:22 (07 A33) 07:09	07:00 16:36 (06 A33) 06:58	18:46 (Az. 40102-18) 05:55 20:51	05:13 21:35
4	08:32 16:29 37	14:48 (01 A33) 08:01 17:19	08:01 15:23 (07 A33) 07:08	07:00 16:35 (06 A33) 06:56	18:48 (Az. 40102-18) 05:53 20:53	05:12 21:36
5	08:31 16:30 36	15:42 (Az. 40932-23) 07:59 17:20	07:59 15:24 (07 A33) 07:04	07:04 16:32 (06 A33) 06:54	18:49 (Az. 40102-18) 05:51 20:54	05:11 21:37
6	08:31 16:32 36	15:42 (Az. 40932-23) 07:58 17:22	07:58 15:25 (07 A33) 07:02	07:02 16:31 (06 A33) 06:52	18:52 (Az. 40102-18) 05:50 20:56	05:11 21:38
7	08:31 16:33 35	15:43 (Az. 40932-23) 07:56 17:24	07:56 15:26 (07 A33) 07:00	07:00 16:31 (06 A33) 06:49	18:54 (Az. 40102-18) 05:48 20:58	05:10 21:39
8	08:30 16:34 33	15:43 (Az. 40932-23) 07:54 17:26	07:54 15:27 (07 A33) 06:58	06:58 16:29 (06 A33) 06:47	18:55 (Az. 40102-18) 05:46 20:59	05:09 21:40
9	08:30 16:35 31	15:43 (Az. 40932-23) 07:52 17:28	07:52 15:28 (07 A33) 06:55	06:55 16:29 (06 A33) 06:45	18:56 (Az. 40102-18) 05:44 21:01	05:09 21:41
10	08:29 16:37 29	15:44 (Az. 40932-23) 07:51 17:30	07:51 15:31 (07 A33) 06:53	06:53 16:28 (06 A33) 06:43	18:57 (Az. 40102-18) 05:43 21:02	05:08 21:41
11	08:29 16:38 24	15:44 (Az. 40932-23) 07:49 17:31	07:49 15:35 (07 A33) 06:51	06:51 16:28 (06 A33) 06:40	18:58 (Az. 40102-18) 05:41 21:04	05:08 21:42
12	08:28 16:40 21	15:44 (Az. 40932-23) 07:47 17:33	07:47 15:36 (07 A33) 06:49	06:49 16:27 (06 A33) 06:38	18:59 (Az. 40102-18) 05:39 21:05	05:08 21:43
13	08:27 16:41 21	15:45 (Az. 40932-23) 07:45 17:35	07:45 15:37 (07 A33) 06:46	06:46 16:27 (06 A33) 06:36	19:00 (Az. 40102-18) 05:38 21:07	05:08 21:44
14	08:27 16:43 20	15:45 (Az. 40932-23) 07:43 17:37	07:43 15:38 (07 A33) 06:44	06:44 16:27 (06 A33) 06:34	19:01 (Az. 40102-18) 05:36 21:09	05:07 21:44
15	08:26 16:44 20	15:45 (Az. 40932-23) 07:41 17:39	07:41 15:39 (07 A33) 06:42	06:42 16:27 (06 A33) 06:32	19:02 (Az. 40102-18) 05:35 21:10	05:07 21:45
16	08:25 16:46 20	15:45 (Az. 40932-23) 07:40 17:41	07:40 15:40 (07 A33) 06:40	06:40 16:27 (06 A33) 06:29	19:03 (Az. 40102-18) 05:33 21:12	05:07 21:45
17	08:24 16:47 21	15:45 (Az. 40932-23) 07:38 17:42	07:38 15:41 (07 A33) 06:37	06:37 16:28 (06 A33) 06:27	19:04 (Az. 40102-18) 05:32 21:13	05:07 21:46
18	08:23 16:49 22	15:45 (Az. 40932-23) 07:36 17:44	07:36 15:42 (07 A33) 06:35	06:35 16:28 (06 A33) 06:25	19:05 (Az. 40102-18) 05:30 21:15	05:07 21:46
19	08:22 16:50 22	15:45 (Az. 40932-23) 07:34 17:46	07:34 15:43 (07 A33) 06:33	06:33 16:29 (06 A33) 06:23	19:06 (Az. 40102-18) 05:29 21:16	05:07 21:46
20	08:21 16:52 24	15:46 (Az. 40932-23) 07:32 17:48	07:32 15:44 (07 A33) 06:30	06:30 16:30 (06 A33) 06:21	19:07 (Az. 40102-18) 05:27 21:17	05:07 21:47
21	08:20 16:54 25	15:47 (Az. 40932-23) 07:30 17:50	07:30 15:45 (07 A33) 06:28	06:28 16:31 (06 A33) 06:19	19:08 (Az. 40102-18) 05:26 21:19	05:07 21:47
22	08:19 16:55 27	15:47 (Az. 40932-23) 07:28 17:52	07:28 15:46 (07 A33) 06:26	06:26 16:32 (06 A33) 06:17	19:09 (Az. 40102-18) 05:25 21:20	05:07 21:47
23	08:18 16:57 28	15:48 (Az. 40932-23) 07:26 17:53	07:26 15:47 (07 A33) 06:24	06:24 16:33 (06 A33) 06:15	19:10 (Az. 40102-18) 05:24 21:22	05:08 21:47
24	08:17 16:59 29	15:49 (Az. 40932-23) 07:23 17:55	07:23 15:48 (07 A33) 06:21	06:21 16:34 (06 A33) 06:13	19:11 (Az. 40102-18) 05:22 21:23	05:08 21:47
25	08:15 17:01 30	15:50 (Az. 40932-23) 07:21 17:57	07:21 15:49 (07 A33) 06:19	06:19 16:35 (06 A33) 06:11	19:12 (Az. 40102-18) 05:21 21:24	05:08 21:48
26	08:14 17:02 30	15:51 (Az. 40932-23) 07:19 17:59	07:19 15:50 (07 A33) 06:17	06:17 16:36 (06 A33) 06:09	19:13 (Az. 40102-18) 05:20 21:26	05:09 21:48
27	08:13 17:04 38	15:51 (Az. 40932-23) 07:17 18:01	07:17 15:51 (07 A33) 06:14	06:14 16:37 (06 A33) 06:07	19:14 (Az. 40102-18) 05:19 21:27	05:09 21:47
28	08:11 17:06 41	15:52 (Az. 40932-23) 07:15 18:02	07:15 15:52 (07 A33) 06:12	06:12 16:38 (06 A33) 06:05	19:15 (Az. 40102-18) 05:18 21:28	05:10 21:47
29	08:10 17:08 46	15:52 (Az. 40932-23) 07:13 18:04	07:13 15:53 (07 A33) 06:10	06:10 16:39 (06 A33) 06:03	19:16 (Az. 40102-18) 05:17 21:29	05:10 21:47
30	08:09 17:10 47	15:52 (Az. 40932-23) 07:11 18:06	07:11 15:54 (07 A33) 06:07	06:07 16:40 (06 A33) 06:01	19:17 (Az. 40102-18) 05:16 21:31	05:11 21:47
31	08:07 17:11 49	15:52 (Az. 40932-23) 07:09 18:08	07:09 15:55 (07 A33) 06:05	06:05 16:41 (06 A33) 05:59	19:18 (Az. 40102-18) 05:15 21:32	05:11 21:47
	Sonnenscheinstunden astr.max.mögl.Beschattung	260 953	278 540	367 1225	415 312	497 497

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

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





Projekt:

**Borchen-Etteln**

Lizenzierter Anwender:

**reko GmbH & Co. KG**  
 Sander Bruch Str. 10  
 DE-33106 Paderborn  
 +49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

17.08.2023 11:59/3.6.366

## SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** IP L - IP L Etteln K22

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

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

Juli		August		September		Oktober		November		Dezember	
1	05:11   21:47	05:47   21:15	06:36   20:14	07:25   19:05	17:07 (06 A33)   07:18	17:49 (06 A33)   17:00	29	14:59 (07 A33)   08:08	14:40 (01 A33)		
2	05:12   21:46	05:49   21:14	06:38   20:12	07:26   19:03	17:06 (06 A33)   07:20	17:48 (06 A33)   16:58	34	14:58 (07 A33)   08:10	14:38 (01 A33)		
3	05:13   21:46	05:50   21:12	06:40   20:10	07:28   19:01	17:06 (06 A33)   07:21	17:46 (06 A33)   16:56	39	14:56 (07 A33)   08:12	14:36 (01 A33)		
4	05:13   21:46	05:52   21:10	06:41   20:07	07:30   18:58	17:06 (06 A33)   07:23	17:47 (06 A33)   16:54	43	14:55 (07 A33)   08:12	14:36 (01 A33)		
5	05:14   21:45	05:53   21:09	06:43   20:05	07:31   18:56	17:06 (06 A33)   07:25	17:46 (06 A33)   16:53	46	14:54 (07 A33)   08:14	14:37 (01 A33)		
6	05:15   21:45	05:55   21:07	06:44   20:03	07:33   18:55 (Az. 40102-18)	17:06 (06 A33)   07:27	17:46 (06 A33)   16:51	47	14:54 (07 A33)   08:15	14:36 (01 A33)		
7	05:16   21:44	05:56   21:05	06:46   20:01	07:35   18:54 (Az. 40102-18)	17:07 (06 A33)   07:28	17:47 (06 A33)   16:49	49	14:53 (07 A33)   08:16	14:36 (01 A33)		
8	05:17   21:44	05:58   21:03	06:48   19:58	07:36   18:52 (Az. 40102-18)	17:07 (06 A33)   07:30	17:47 (06 A33)   16:48	49	14:53 (07 A33)   08:17	14:36 (01 A33)		
9	05:18   21:43	06:00   21:02	06:49   19:56	07:38   18:51 (Az. 40102-18)	17:08 (06 A33)   07:32	17:48 (06 A33)   16:46	50	14:53 (07 A33)   08:19	14:36 (01 A33)		
10	05:19   21:42	06:01   21:00	06:51   19:54	07:40   18:50 (Az. 40102-18)	17:09 (06 A33)   07:34	17:49 (06 A33)   16:44	49	14:53 (07 A33)   08:20	14:36 (01 A33)		
11	05:20   21:41	06:03   20:58	06:52   19:51	07:41   18:48 (Az. 40102-18)	17:11 (06 A33)   07:35	17:51 (06 A33)   16:43	48	14:53 (07 A33)   08:21	14:36 (01 A33)		
12	05:21   21:41	06:04   20:56	06:54   19:49	07:43   18:47 (Az. 40102-18)	17:11 (06 A33)   07:37	17:51 (06 A33)   16:41	47	14:52 (07 A33)   08:22	14:36 (01 A33)		
13	05:22   21:40	06:06   20:54	06:56   19:47	07:45   18:46 (Az. 40102-18)	17:14 (06 A33)   07:39	17:54 (06 A33)   16:40	45	14:52 (07 A33)   08:23	14:37 (01 A33)		
14	05:23   21:39	06:07   20:52	06:57   19:45	07:46   18:45 (Az. 40102-18)	17:18 (06 A33)   07:41	17:58 (06 A33)   16:38	41	14:53 (07 A33)   08:24	14:37 (01 A33)		
15	05:24   21:38	06:09   20:50	06:59   19:42	07:48   18:44 (Az. 40102-18)	17:37 (06 A33)   07:42	17:57 (06 A33)   16:37	37	14:53 (07 A33)   08:25	14:38 (01 A33)		
16	05:25   21:37	06:11   20:48	07:00   19:40	07:50   18:43 (Az. 40102-18)	17:38 (06 A33)   07:44	17:58 (06 A33)   16:36	30	14:54 (07 A33)   08:25	14:38 (01 A33)		
17	05:27   21:36	06:12   20:46	07:02   19:38	07:51   18:42 (Az. 40102-18)	17:39 (06 A33)   07:46	17:59 (06 A33)   16:34	30	14:54 (07 A33)   08:26	14:39 (01 A33)		
18	05:28   21:35	06:14   20:44	07:04   19:35	07:53   18:41 (Az. 40102-18)	17:41 (06 A33)   07:48	17:59 (06 A33)   16:33	29	14:55 (07 A33)   08:27	14:39 (01 A33)		
19	05:29   21:34	06:15   20:42	07:05   19:33	07:55   18:40 (Az. 40102-18)	17:42 (06 A33)   07:49	18:00 (06 A33)   16:32	28	14:55 (07 A33)   08:28	14:39 (01 A33)		
20	05:30   21:32	06:17   20:40	07:07   19:31	07:57   18:39 (Az. 40102-18)	17:51 (06 A33)   07:51	18:01 (06 A33)   16:31	27	14:56 (07 A33)   08:28	14:40 (01 A33)		
21	05:32   21:31	06:19   20:38	07:08   19:28	07:58   18:38 (Az. 40102-18)	17:52 (06 A33)   07:53	18:02 (06 A33)   16:30	25	14:57 (07 A33)   08:29	14:40 (01 A33)		
22	05:33   21:30	06:20   20:36	07:10   19:26	08:00   18:37 (Az. 40102-18)	17:54 (06 A33)   07:54	18:03 (06 A33)   16:29	24	14:57 (07 A33)   08:29	14:41 (01 A33)		
23	05:34   21:29	06:22   20:34	07:12   19:24	08:02   18:36 (Az. 40102-18)	17:56 (06 A33)   07:56	18:04 (06 A33)   16:28	22	14:58 (07 A33)   08:30	14:41 (01 A33)		
24	05:36   21:27	06:23   20:32	07:13   19:21	08:04   18:35 (Az. 40102-18)	17:57 (06 A33)   07:57	18:05 (06 A33)   16:27	22	15:01 (07 A33)   08:30	14:41 (01 A33)		
25	05:37   21:26	06:25   20:29	07:15   19:19	08:05   18:34 (Az. 40102-18)	17:59 (06 A33)   07:59	18:06 (06 A33)   16:26	21	15:02 (07 A33)   08:31	14:42 (01 A33)		
26	05:38   21:25	06:27   20:27	07:16   19:17	08:07   18:33 (Az. 40102-18)	18:01 (06 A33)   08:01	18:07 (06 A33)   16:25	20	15:04 (07 A33)   08:31	14:43 (01 A33)		
27	05:40   21:23	06:28   20:25	07:18   19:14	08:09   18:32 (Az. 40102-18)	18:02 (06 A33)   08:02	18:08 (06 A33)   16:24	20	15:05 (07 A33)   08:31	14:43 (01 A33)		
28	05:41   21:22	06:30   20:23	07:20   19:12	08:11   18:31 (Az. 40102-18)	18:04 (06 A33)   08:04	18:10 (06 A33)   16:23	20	15:05 (07 A33)   08:32	14:43 (01 A33)		
29	05:43   21:20	06:31   20:21	07:21   19:10	08:12   18:30 (Az. 40102-18)	18:05 (06 A33)   08:05	18:11 (06 A33)   16:22	20	15:05 (07 A33)   08:32	14:44 (01 A33)		
30	05:44   21:19	06:33   20:19	07:23   19:08	08:14   18:29 (Az. 40102-18)	18:07 (06 A33)   08:07	18:13 (06 A33)   16:21	21	15:06 (07 A33)   08:32	14:45 (01 A33)		
31	05:46   21:17	06:35   20:16	07:25   19:06	08:16   18:28 (Az. 40102-18)	18:09 (06 A33)   08:09	18:15 (06 A33)   16:20	21	15:07 (07 A33)   08:32	14:45 (01 A33)		
Sonnenscheinstunden		500	453	381	332	267	1013	245			
astr.max.mögl.Beschattung			207	798		681					1092

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

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