

Schattenwurfanalyse
für den Betrieb von Windenergieanlagen
für den Standort

Sundern-Westenfeld

1 x VESTAS V172-7.2 MW mit 175m Nabenhöhe

Auftraggeber: Energieplan Ost West GmbH & Co. KG
Graf-Zeppelin-Str.69
33181 Bad Wünnenberg-Haaren

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

Datum: 22.11.2023

Ergebnisüberblick

Im Auftrag der Energieplan Ost West GmbH & Co. KG aus Bad Wünnenberg-Haaren wurde der Standort auf den Flächen der Stadt Sundern, in Nordrhein-Westfalen für eine VESTAS Windenergieanlage vom Typ V172-7.2 MW mit einer Nabenhöhe von 175m, hinsichtlich möglichen Schattenwurfs untersucht.

Berücksichtigte Anlagentypen, Nabenhöhen und die jeweiligen Koordinaten im UTM ETRS89 System der Zone 32 sind dem Kapitel „Projekthinhalte“ zu entnehmen.

Die Untersuchung der Zusatzbelastung zeigt, dass die neue, hier beurteilte Anlage an den Rezeptoren IP 06 und IP 07 periodischen Schlagschatten oberhalb der Richtwerte verursacht.

Dementsprechend kann festgehalten werden, dass die neue Anlage mit einem Schattenwurfsabschaltmodul ausgestattet werden muss, um das Einhalten der Richtwerte zu gewährleisten.

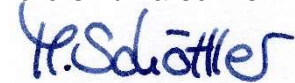
Entsprechende Steuerungen und Programmierung der Abschaltungen obliegen den jeweiligen Möglichkeiten der Anlagenkommunikation untereinander, sowie den jeweiligen technischen Möglichkeiten der Windkraftanlagenhersteller, sowie der Schattenwurfsabschaltmodulhersteller. Dementsprechend kann eine Schattenwurfanalyse 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 Vestas-Windkraftanlage vom Typ V172-7.2 MW mit 175m Nabenhöhe an diesem Standort keine schattenwurftechnischen Belange entgegen.

Paderborn, 22.11.2023

reko GmbH & Co. KG



i. A. Martina Schöttler

reko GmbH & Co. KG



i. A. Barbara Bendix

	Seite
Inhaltsverzeichnis	
Ergebnisüberblick	2
Inhaltsverzeichnis	3
Aufgabenbeschreibung	4
Gesamtübersichtsplan (nicht maßstabsgetreu)	5
Detaillageplan (nicht maßstabsgetreu)	6
Projekthinhalte	7
Schattenwurf Grundsätze	9
Eingangsparameter der Berechnung	10
Grenzentfernung	11
Vorbelastung	12
Zusatzbelastung	15
Gesamtbelastung	18
Karte ISO Schattenwurflinien Gesamtbelastung (nicht maßstabsgetreu)	22
Abschlussbetrachtung	23
Ergänzungen	25

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

Anhang 2: Grafischer Schattenwurfkalender

Anhang 3: Detaillierter Schattenwurfkalender

Aufgabenbeschreibung

Windkraftanlagen können bei Sonnenschein zu erheblichen 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 Windenergieanlage 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 Energieplan Ost West GmbH & Co. KG aus Bad Wünnenberg-Haaren, plant auf den Flächen der Stadt Sundern in Nordrhein-Westfalen eine VESTAS Windenergieanlage.

Die hier geplante Windenergieanlage ist vom Hersteller VESTAS vom Typ V172-7.2 MW mit einem Rotordurchmesser von 172 Metern und einer Nabenhöhe von 175 Metern. Die Nennleistung dieses Typs liegt bei 7.200 kW.

Die Koordinaten der neu geplanten Windenergieanlage wurden aus einem vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Lageplan, mit Datum vom 26.10.2023, entnommen.

Die Angaben zu den bestehenden, genehmigten und geplanten Windkraftanlagen, die als Vorbelastung zu berücksichtigen sind, wurden uns vom Hochsauerlandkreis per Mail vom 02.08.2023 zur Verfügung gestellt.

Der Standort liegt im Hochsauerlandkreis, in Nordrhein-Westfalen.

.

Gesamtübersichtsplan (nicht maßstabsgetreu)

Projekt:

Westenfeld

Lizenzierter Anwender:

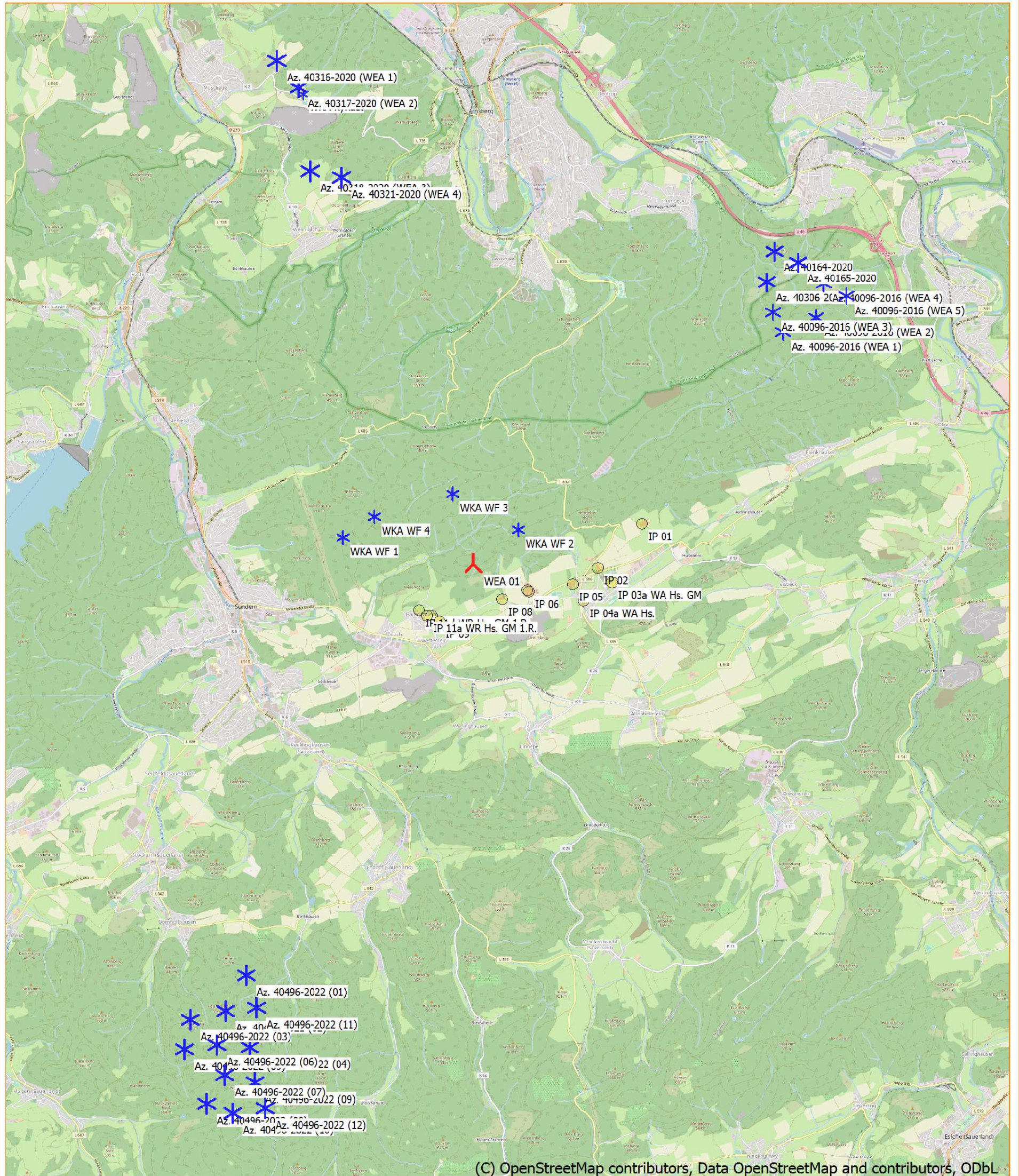
reko GmbH & Co. KG
Sander Bruch Str. 10
DE-33106 Paderborn
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

21.11.2023 10:25/3.6.377

BASIS - Karte

Berechnung: Projekthinhalte



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

0 1 2 3 4 km

Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:60.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 435.079 Nord: 5.687.284

Neue WEA

Existierende WEA

Schattenrezeptor

Detallageplan (nicht maßstabsgetreu)

Projekt:

Westenfeld

Lizenzierter Anwender:

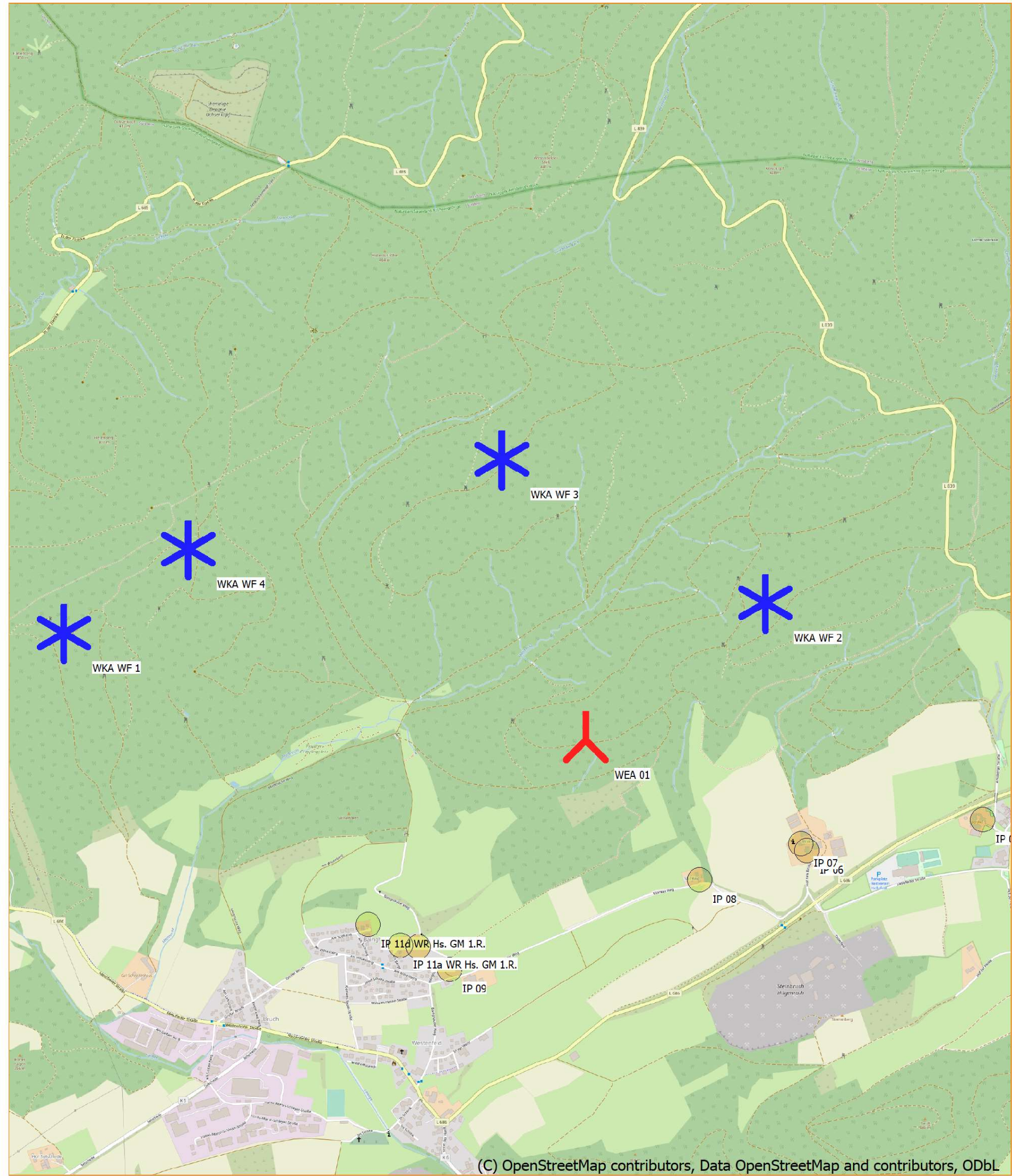
reko GmbH & Co. KG
Sander Bruch Str. 10
DE-33106 Paderborn
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

21.11.2023 10:25/3.6.377

BASIS - Karte

Berechnung: Projektinhalte



0 250 500 750 1000m

Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:15.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 434.174 Nord: 5.688.213

Neue WEA Existierende WEA Schattenrezeptor

Projekthinhalte

Projekt:

Westenfeld

Lizenzierter Anwender:

reko GmbH & Co. KG

Sander Bruch Str. 10

DE-33106 Paderborn

+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

21.11.2023 10:25/3.6.377

BASIS - Projektdaten-Überblick

Berechnung: Projekthinhalte

Land: Germany

Karten

Name	Format	Pfad
EMD OpenStreetMap	Y:\WindPRO Data\Projects\Kopius\Sundern Westenfeld\SCHALL SCHATTEN\Maps\Dynamic TMS Map 0001.bmi	
DE Nordrhein-Westfalen Topo	Y:\WindPRO Data\Projects\Kopius\Sundern Westenfeld\SCHALL SCHATTEN\Maps\WMS Map 002.bmi	
DE Nordrhein-Westfalen Luftbild DOP	Y:\WindPRO Data\Projects\Kopius\Sundern Westenfeld\SCHALL SCHATTEN\Maps\WMS Map 003.bmi	
Westenfeld, B-Plan Nr. W6 WA	Y:\WindPRO Data\Projects\Kopius\Sundern Westenfeld\SCHALL SCHATTEN\Maps\B-Plan\Westenfeld\Westenfeld, B-Plan Nr. W6 WA.bmi	
Westenfeld, B-Plan Nr. W3 WR	Y:\WindPRO Data\Projects\Kopius\Sundern Westenfeld\SCHALL SCHATTEN\Maps\B-Plan\Westenfeld\Westenfeld, B-Plan Nr. W3 WR.bmi	
23_08_01 B-Plan Nr. He3 Am hohlen Kopp WA	Y:\WindPRO Data\Projects\Kopius\Sundern Westenfeld\SCHALL SCHATTEN\Maps\B-Plan\Hellefeld\23_08_01 B-Plan Nr. He3 Am hohlen Kopp WA.bmi	
23_08_01 B-Plan Nr. He1 Am Sportplatz WA	Y:\WindPRO Data\Projects\Kopius\Sundern Westenfeld\SCHALL SCHATTEN\Maps\B-Plan\Hellefeld\23_08_01 B-Plan Nr. He1 Am Sportplatz WA.bmi	

Standortzentrum: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 434.174 Nord: 5.688.213

WEA

	UTM (north)-ETRS89 Zone: 32				WEA-Typ			Nenn- leistung	Rotor- durch- messer	Naben- höhe	
	Ost	Nord	Z	Beschreibung	Aktu- ell	Hersteller	Typ				
	[m]							[kW]	[m]	[m]	
Az. 40096-2016 (WEA 1)	439.381	5.691.196	410,0	N133/4.8 MW...	Existierend	Ja	NORDEX	N133/4.8-4.800	4.800	133,0	125,4
Az. 40096-2016 (WEA 2)	439.906	5.691.418	375,8	N133/4.8 MW...	Existierend	Ja	NORDEX	N133/4.8-4.800	4.800	133,0	125,4
Az. 40096-2016 (WEA 3)	439.229	5.691.512	391,4	N133/4.8 MW...	Existierend	Ja	NORDEX	N133/4.8-4.800	4.800	133,0	125,4
Az. 40096-2016 (WEA 4)	440.034	5.691.957	382,6	N133/4.8 MW...	Existierend	Ja	NORDEX	N133/4.8-4.800	4.800	133,0	125,4
Az. 40096-2016 (WEA 5)	440.395	5.691.755	378,1	N133/4.8 MW...	Existierend	Ja	NORDEX	N133/4.8-4.800	4.800	133,0	125,4
Az. 40164-2020	439.259	5.692.478	315,7	V150/6.0MW/...	Existierend	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	169,0
Az. 40165-2020	439.634	5.692.297	311,1	V150/6.0MW/...	Existierend	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	169,0
Az. 40306-2018	439.137	5.691.993	310,0	V150/6.0MW/...	Existierend	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	169,0
Az. 40316-2020 (WEA 1)	431.433	5.695.588	259,8	V162/5.6MW/...	Existierend	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	119,0
Az. 40317-2020 (WEA 2)	431.772	5.695.156	297,6	V150/5.6MW/...	Existierend	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	125,0
Az. 40318-2020 (WEA 3)	431.938	5.693.832	293,5	V162/5.6MW/...	Existierend	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	119,0
Az. 40321-2020 (WEA 4)	432.434	5.693.729	342,4	V162/5.6MW/...	Existierend	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	119,0
Az. 40496-2022 (01)	430.759	5.681.144	520,0	E-160 EP5 E3...	Existierend	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6
Az. 40496-2022 (02)	430.425	5.680.590	529,7	E-160 EP5 E3...	Existierend	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6
Az. 40496-2022 (03)	429.860	5.680.456	510,0	E-160 EP5 E3...	Existierend	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6
Az. 40496-2022 (04)	430.799	5.680.011	570,0	E-160 EP5 E3...	Existierend	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6
Az. 40496-2022 (05)	429.763	5.679.994	525,7	E-160 EP5 E3...	Existierend	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6
Az. 40496-2022 (06)	430.280	5.680.054	537,6	E-160 EP5 E3...	Existierend	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6
Az. 40496-2022 (07)	430.389	5.679.577	564,6	E-160 EP5 E3...	Existierend	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6
Az. 40496-2022 (08)	430.107	5.679.130	568,1	E-160 EP5 E3...	Existierend	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6
Az. 40496-2022 (09)	430.868	5.679.458	599,6	E-160 EP5 E3...	Existierend	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6
Az. 40496-2022 (10)	430.513	5.678.980	596,7	E-160 EP5 E3...	Existierend	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6
Az. 40496-2022 (11)	430.915	5.680.630	494,9	E-160 EP5 E3...	Existierend	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6
Az. 40496-2022 (12)	431.029	5.679.051	572,7	E-160 EP5 E3...	Existierend	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6
WEA 01	434.443	5.687.590	393,4	WEA 01 V172...	Neu	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0
WKA Kynast	431.843	5.695.043	300,0	E-40/5.40/65...	Existierend	Nein	ENERCON	E-40/5.40-500	500	40,3	65,0
WKA WF 1	432.381	5.688.040	400,0	E-115/2.500 ...	Existierend	Nein	ENERCON	E-115-2.500	2.500	115,7	149,4
WKA WF 2	435.161	5.688.123	451,7	E-115/2.500 ...	Existierend	Nein	ENERCON	E-115-2.500	2.500	115,7	149,4
WKA WF 3	434.125	5.688.702	432,6	E-115/2.500 ...	Existierend	Nein	ENERCON	E-115-2.500	2.500	115,7	149,4
WKA WF 4	432.878	5.688.364	400,0	E-115/2.500 ...	Existierend	Nein	ENERCON	E-115-2.500	2.500	115,7	149,4

Schattenrezeptor

UTM (north)-ETRS89 Zone: 32				Ausrichtung	Länge	Höhe	Höhe über Grund	Winkel
Ost	Nord	Z	Objektname					
[m]				[°]	[m]	[m]	[m]	[°]
IP 01	437.118	5.688.185	397,4 IP 01 Fusthof 1, Hellefeld	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 02	436.413	5.687.506	367,4 IP 02 Liboriusweg 24, Hellefeld	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 03a WA Hs. GM	436.629	5.687.276	359,1 IP 03a WA Hs. GM Martinusweg 15, Hellefeld	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 04a WA Hs.	436.174	5.686.988	355,5 IP 04a WA Hs. Auf der Heide 81, Hellefeld	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 05	436.012	5.687.252	349,3 IP 05 Arnsberger Str. 3, Hellefeld	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 06	435.313	5.687.140	334,4 IP 06 Hof zum Broich 2, Hellefeld	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 07	435.292	5.687.166	337,2 IP 07 Hof zum Broich 1, Hellefeld	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 08	434.887	5.687.027	320,2 IP 08 Milmker Weg 9, Westenfeld	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 09	433.893	5.686.687	320,6 IP 09 Bainghauser Weg 26/28, Westenfeld	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 10	433.770	5.686.778	334,4 IP 10 Bainghauser Weg 31, Westenfeld	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 11a WR Hs. GM 1.R.	433.698	5.686.785	331,9 IP 11a WR Hs. GM 1.R. Am Berge 10, Bainghausen	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 11d WR Hs. GM 1.R.	433.571	5.686.867	339,4 IP 11d WR Hs. GM 1.R. Am Südhang 15, Bainghausen	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0

Projekt:

Westenfeld

Lizenzierter Anwender:

reko GmbH & Co. KG

Sander Bruch Str. 10

DE-33106 Paderborn

+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

21.11.2023 10:25/3.6.377

BASIS - Projektdaten-Überblick

Berechnung: Projekteinhalte

Linien-Objekte

UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

	Ost	Nord	Z [m]	Objektname	Datei	Zweck
A	434.441	5.687.658	0,0	Höhenlinien NRW	Y:\WindPRO Data\Projects\Kopius\Sundern Westenfeld\SCHALL SCHATTEN\CONTOURLINE_ONLINEDATA_0.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 der Schlagschatten, das ist der Schatten der durch die beweglichen Teile einer Windkraftanlage, die Rotorblätter erzeugt wird.

Der Kernschatten, ist der Schatten der vom Turm erzeugt wird und der nur 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 abschwellende 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 und die Länge der anderen Halbachse von Sonnenstand abhängig ist.

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 eines 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 den 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 wurde in der Berechnungskonfiguration ein maximaler Beschattungsbereich von 2.041 m gemäß den Blattdaten bei 90% des Rotordurchmessers, sowie der maximalen Blatattiefe ermittelt. Dieser trifft für die in der Vorbelastung berücksichtigte VESTAS V162/5.6 MW auf 119m Nabenhöhe zu.

Gemäß den 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 Graphik der aktuellen LAI Hinweise auf Seite 9.

Vorbelastung

Projekt:

Westenfeld

Lizenzierter Anwender:

reko GmbH & Co. KG

Sander Bruch Str. 10

DE-33106 Paderborn

+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

21.11.2023 10:43/3.6.377

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) [GELSENKIRCHEN]

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
S	1,34	3,07	3,14	5,15	6,18	4,93	5,81	5,34	4,22	3,11	1,91	1,10

Betriebsdauer je Sektor

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

Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	Ak-tu-ell	WEA-Typ		Nenn-leistung	Rotor-durch-messer	Naben-höhe	Schattendaten	
						Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
Az. 40096-2016 (WEA 1)	439.381	5.691.196	410,0	N133/4.8 MW...	Ja	NORDEX	N133/4.8-4.800	4.800	133,0	125,4	1.723	12,2
Az. 40096-2016 (WEA 2)	439.906	5.691.418	375,8	N133/4.8 MW...	Ja	NORDEX	N133/4.8-4.800	4.800	133,0	125,4	1.723	12,2
Az. 40096-2016 (WEA 3)	439.229	5.691.512	391,4	N133/4.8 MW...	Ja	NORDEX	N133/4.8-4.800	4.800	133,0	125,4	1.723	12,2
Az. 40096-2016 (WEA 4)	440.034	5.691.957	382,6	N133/4.8 MW...	Ja	NORDEX	N133/4.8-4.800	4.800	133,0	125,4	1.723	12,2
Az. 40096-2016 (WEA 5)	440.395	5.691.755	378,1	N133/4.8 MW...	Ja	NORDEX	N133/4.8-4.800	4.800	133,0	125,4	1.723	12,2
Az. 40164-2020	439.259	5.692.478	315,7	V150/6.0MW/...	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	1.897	-
Az. 40165-2020	439.634	5.692.297	311,1	V150/6.0MW/...	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	1.897	-
Az. 40306-2018	439.137	5.691.993	310,0	V150/6.0MW/...	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	1.897	-
Az. 40316-2020 (WEA 1)	431.433	5.695.588	259,8	V162/5.6MW/...	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	119,0	2.041	-
Az. 40317-2020 (WEA 2)	431.772	5.695.156	297,6	V150/5.6MW/...	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	125,0	1.900	-
Az. 40318-2020 (WEA 3)	431.938	5.693.832	293,5	V162/5.6MW/...	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	119,0	2.041	-
Az. 40321-2020 (WEA 4)	432.434	5.693.729	342,4	V162/5.6MW/...	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	119,0	2.041	-
Az. 40496-2022 (01)	430.759	5.681.144	520,0	E-160 EP5 E3...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
Az. 40496-2022 (02)	430.425	5.680.590	529,7	E-160 EP5 E3...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
Az. 40496-2022 (03)	429.860	5.680.456	510,0	E-160 EP5 E3...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
Az. 40496-2022 (04)	430.799	5.680.011	570,0	E-160 EP5 E3...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
Az. 40496-2022 (05)	429.763	5.679.994	525,7	E-160 EP5 E3...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
Az. 40496-2022 (06)	430.280	5.680.054	537,6	E-160 EP5 E3...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
Az. 40496-2022 (07)	430.389	5.679.577	564,6	E-160 EP5 E3...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
Az. 40496-2022 (08)	430.107	5.679.130	568,1	E-160 EP5 E3...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
Az. 40496-2022 (09)	430.868	5.679.458	599,6	E-160 EP5 E3...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
Az. 40496-2022 (10)	430.513	5.678.980	596,7	E-160 EP5 E3...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
Az. 40496-2022 (11)	430.915	5.680.630	494,9	E-160 EP5 E3...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
Az. 40496-2022 (12)	431.029	5.679.051	572,7	E-160 EP5 E3...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
WKA Kynast	431.843	5.695.043	300,0	E-40/5.40/65...	Nein	ENERCON	E-40/5.40-500	500	40,3	65,0	897	38,0
WKA WF 1	432.381	5.688.040	400,0	E-115/2.500 ...	Nein	ENERCON	E-115-2.500	2.500	115,7	149,4	2.008	-
WKA WF 2	435.161	5.688.123	451,7	E-115/2.500 ...	Nein	ENERCON	E-115-2.500	2.500	115,7	149,4	2.008	-
WKA WF 3	434.125	5.688.702	432,6	E-115/2.500 ...	Nein	ENERCON	E-115-2.500	2.500	115,7	149,4	2.008	-
WKA WF 4	432.878	5.688.364	400,0	E-115/2.500 ...	Nein	ENERCON	E-115-2.500	2.500	115,7	149,4	2.008	-

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]	[m]	[°]		[m]
IP 01 IP 01	Fusthof 1, Hellefeld	437.118	5.688.185	397,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 02 IP 02	Liboriusweg 24, Hellefeld	436.413	5.687.506	367,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 03a WA Hs. GM	IP 03a WA Hs. GM Martinusweg 15, Hellefeld	436.629	5.687.276	359,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
Westenfeld

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

Berechnet:
21.11.2023 10:43/3.6.377

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IP 04a WA Hs.	IP 04a WA Hs. Auf der Heide 81, Hellefeld	436.174	5.686.988	355,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 05	IP 05 Arnsberger Str. 3, Hellefeld	436.012	5.687.252	349,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 06	IP 06 Hof zum Broich 2, Hellefeld	435.313	5.687.140	334,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 07	IP 07 Hof zum Broich 1, Hellefeld	435.292	5.687.166	337,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 08	IP 08 Milmler Weg 9, Westenfeld	434.887	5.687.027	320,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 09	IP 09 Bainghauser Weg 26/28, Westenfeld	433.893	5.686.687	320,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 10	IP 10 Bainghauser Weg 31, Westenfeld	433.770	5.686.778	334,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 11a WR Hs. GM 1.R.	IP 11a WR Hs. GM 1.R. Am Berge 10, Bainghausen	433.698	5.686.785	331,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 11d WR Hs. GM 1.R.	IP 11d WR Hs. GM 1.R. Am Südhang 15, Bainghausen	433.571	5.686.867	339,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer Stunden/Jahr	Schatten- tage/Jahr	Max.Schatten- dauer/Tag	met. wahrsch. Beschatt Stunden/Jahr
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]
IP 01	IP 01 Fusthof 1, Hellefeld	3:09	18	0:14	0:32
IP 02	IP 02 Liboriusweg 24, Hellefeld	16:36	56	0:21	2:47
IP 03a WA Hs. GM	IP 03a WA Hs. GM Martinusweg 15, Hellefeld	7:14	35	0:15	1:08
IP 04a WA Hs.	IP 04a WA Hs. Auf der Heide 81, Hellefeld	0:00	0	0:00	0:00
IP 05	IP 05 Arnsberger Str. 3, Hellefeld	0:00	0	0:00	0:00
IP 06	IP 06 Hof zum Broich 2, Hellefeld	0:00	0	0:00	0:00
IP 07	IP 07 Hof zum Broich 1, Hellefeld	0:00	0	0:00	0:00
IP 08	IP 08 Milmler Weg 9, Westenfeld	0:00	0	0:00	0:00
IP 09	IP 09 Bainghauser Weg 26/28, Westenfeld	0:00	0	0:00	0:00
IP 10	IP 10 Bainghauser Weg 31, Westenfeld	0:00	0	0:00	0:00
IP 11a WR Hs. GM 1.R.	IP 11a WR Hs. GM 1.R. Am Berge 10, Bainghausen	0:00	0	0:00	0:00
IP 11d WR Hs. GM 1.R.	IP 11d WR Hs. GM 1.R. Am Südhang 15, Bainghausen	0:00	0	0:00	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Erwartet [h/a]
Az. 40096-2016 (WEA 1)	N133/4.8 MW/125,4mNH	0:00	0:00
Az. 40096-2016 (WEA 2)	N133/4.8 MW/125,4mNH	0:00	0:00
Az. 40096-2016 (WEA 3)	N133/4.8 MW/125,4mNH	0:00	0:00
Az. 40096-2016 (WEA 4)	N133/4.8 MW/125,4mNH	0:00	0:00
Az. 40096-2016 (WEA 5)	N133/4.8 MW/125,4mNH	0:00	0:00
Az. 40164-2020	V150/6.0MW/169m NH	0:00	0:00
Az. 40165-2020	V150/6.0MW/169m NH	0:00	0:00
Az. 40306-2018	V150/6.0MW/169m NH	0:00	0:00
Az. 40316-2020 (WEA 1)	V162/5.6MW/119m NH	0:00	0:00
Az. 40317-2020 (WEA 2)	V150/5.6MW/125m NH	0:00	0:00
Az. 40318-2020 (WEA 3)	V162/5.6MW/119m NH	0:00	0:00
Az. 40321-2020 (WEA 4)	V162/5.6MW/119m NH	0:00	0:00
Az. 40496-2022 (01)	E-160 EP5 E3/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40496-2022 (02)	E-160 EP5 E3/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40496-2022 (03)	E-160 EP5 E3/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40496-2022 (04)	E-160 EP5 E3/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40496-2022 (05)	E-160 EP5 E3/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40496-2022 (06)	E-160 EP5 E3/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40496-2022 (07)	E-160 EP5 E3/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40496-2022 (08)	E-160 EP5 E3/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40496-2022 (09)	E-160 EP5 E3/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40496-2022 (10)	E-160 EP5 E3/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40496-2022 (11)	E-160 EP5 E3/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40496-2022 (12)	E-160 EP5 E3/166,6m NH	0:00	0:00
WKA Kynast	E-40/5.40/65m NH	0:00	0:00
WKA WF 1	E-115/2.500 kW/149m NH	0:00	0:00
WKA WF 2	E-115/2.500 kW/149m NH	26:42	4:25
WKA WF 3	E-115/2.500 kW/149m NH	0:00	0:00
WKA WF 4	E-115/2.500 kW/149m NH	0:00	0:00

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

Die Untersuchung der Vorbelastung zeigt, dass die Vorbelastungsanlagen an den Immissionspunkten IP 01, IP 02 und IP 03a periodischen Schlagschatten verursachen, die aber zu keiner eigenen Richtwertüberschreitung führen.

Verursacht die neue, hier geplante Anlage an diesen Rezeptoren ebenfalls Schattenwurf, der kumulativ zu einer Überschreitung der Richtwerte in der Gesamtbelastung führt, muss die neue Anlage an diesen Rezeptoren abgeschaltet werden. Sie kann aber die noch freien Kontingente bis zum Erreichen des Richtwertes in Anspruch nehmen.

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

Zusatzbelastung

Projekt:

Westenfeld

Lizenzierter Anwender:

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

Berechnet:

21.11.2023 10:47/3.6.377

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) [GELSENKIRCHEN]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,34 3,07 3,14 5,15 6,18 4,93 5,81 5,34 4,22 3,11 1,91 1,10

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 NRW
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ	Ak- tu- ell	Hersteller	Typ	Nenn- leistung	Rotor- durch- messer	Naben- höhe	Schattendaten	Beschatt.- Bereich	U/min
			[m]						[kW]	[m]	[m]		[m]	[U/min]
WEA 01	434.443	5.687.590	393,4	WEA 01 V172/7.2MW/175...	Ja		VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0		1.783	25,0

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 Fusthof 1, Hellefeld	437.118	5.688.185	397,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 02	IP 02 Liboriusweg 24, Hellefeld	436.413	5.687.506	367,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 03a	WA Hs. GM IP 03a WA Hs. GM Martinusweg 15, Hellefeld	436.629	5.687.276	359,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 04a	WA Hs. IP 04a WA Hs. Auf der Heide 81, Hellefeld	436.174	5.686.988	355,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 05	IP 05 Arnsberger Str. 3, Hellefeld	436.012	5.687.252	349,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 06	IP 06 Hof zum Broich 2, Hellefeld	435.313	5.687.140	334,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 07	IP 07 Hof zum Broich 1, Hellefeld	435.292	5.687.166	337,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 08	IP 08 Milmer Weg 9, Westenfeld	434.887	5.687.027	320,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 09	IP 09 Bainghauser Weg 26/28, Westenfeld	433.893	5.686.687	320,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 10	IP 10 Bainghauser Weg 31, Westenfeld	433.770	5.686.778	324,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 11a	WR Hs. GM 1.R. IP 11a WR Hs. GM 1.R. Am Berge 10, Bainghausen	433.698	5.686.785	331,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 11d	WR Hs. GM 1.R. IP 11d WR Hs. GM 1.R. Am Südhang 15, Bainghausen	433.571	5.686.867	339,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer Stunden/Jahr	Schatten- tage/Jahr	Max.Schatten- dauer/Tag	met. wahrsch. Beschatt Stunden/Jahr
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]
IP 01	IP 01 Fusthof 1, Hellefeld	0:00	0	0:00	0:00
IP 02	IP 02 Liboriusweg 24, Hellefeld	0:00	0	0:00	0:00
IP 03a	WA Hs. GM IP 03a WA Hs. GM Martinusweg 15, Hellefeld	0:00	0	0:00	0:00
IP 04a	WA Hs. IP 04a WA Hs. Auf der Heide 81, Hellefeld	0:00	0	0:00	0:00
IP 05	IP 05 Arnsberger Str. 3, Hellefeld	12:09	37	0:25	2:24
IP 06	IP 06 Hof zum Broich 2, Hellefeld	16:40	41	0:31	2:40
IP 07	IP 07 Hof zum Broich 1, Hellefeld	21:35	47	0:35	3:31
IP 08	IP 08 Milmer Weg 9, Westenfeld	0:00	0	0:00	0:00
IP 09	IP 09 Bainghauser Weg 26/28, Westenfeld	0:00	0	0:00	0:00
IP 10	IP 10 Bainghauser Weg 31, Westenfeld	0:00	0	0:00	0:00

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

Westenfeld

Lizenziierter Anwender:

reko GmbH & Co. KG

Sander Bruch Str. 10

DE-33106 Paderborn

+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

21.11.2023 10:47/3.6.377

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer	met. wahrsch. Beschatt
		Stunden/Jahr [h/a]	Stunden/Jahr [h/a]
		Schatten- tage/Jahr [d/a]	Max.Schatten- dauer/Tag [h/d]
IP 11a WR Hs. GM 1.R. IP 11a WR Hs. GM 1.R. Am Berge 10, Bainghausen		0:00	0:00
IP 11d WR Hs. GM 1.R. IP 11d WR Hs. GM 1.R. Am Südhang 15, Bainghausen		0:00	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[h/a]	[h/a]
WEA 01	WEA 01 V172/7.2MW/175mNH	34:16	6:00

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

Die Untersuchung der Zusatzbelastung zeigt, dass die neue, hier beurteilte Anlage an den Rezeptoren IP 06 und IP 07 periodischen Schlagschatten oberhalb der Richtwerte verursacht.

Dementsprechend kann festgehalten werden, dass die neue Anlage mit einem Schattenwurfabschaltmodul ausgestattet werden muss, 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:

Westenfeld

Lizenzierter Anwender:

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

Berechnet:

21.11.2023 10:50/3,6.377

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 °

Tag(e) zwischen Berechnungen

1 Tag(e)

Berechnungszeitsprung

1 Minuten

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [GELSENKIRCHEN]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,34	3,07	3,14	5,15	6,18	4,93	5,81	5,34	4,22	3,11	1,91	1,10

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

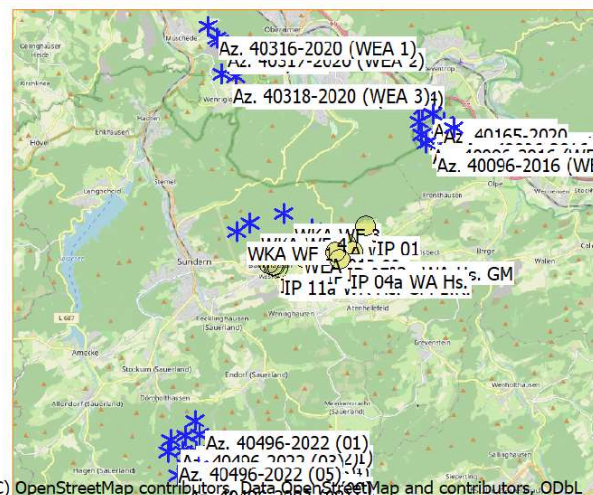
Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:

Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien NRW

Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 32



(C)

Maßstab 1:250.000
Neue WEA

Existierende WEA

Schattenrezeptor

WEA

WEA	Ost	Nord	Z	Beschreibung	Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
											Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
Az. 40096-2016 (WEA 1)	439.381	5.691.196	410,0	N133/4.8 MW...	Ja	NORDEX	N133/4.8-4.800	4.800	133,0	125,4	1.723	12,2
Az. 40096-2016 (WEA 2)	439.906	5.691.418	375,8	N133/4.8 MW...	Ja	NORDEX	N133/4.8-4.800	4.800	133,0	125,4	1.723	12,2
Az. 40096-2016 (WEA 3)	439.229	5.691.512	391,4	N133/4.8 MW...	Ja	NORDEX	N133/4.8-4.800	4.800	133,0	125,4	1.723	12,2
Az. 40096-2016 (WEA 4)	440.034	5.691.957	382,6	N133/4.8 MW...	Ja	NORDEX	N133/4.8-4.800	4.800	133,0	125,4	1.723	12,2
Az. 40096-2016 (WEA 5)	440.395	5.691.755	378,1	N133/4.8 MW...	Ja	NORDEX	N133/4.8-4.800	4.800	133,0	125,4	1.723	12,2
Az. 40164-2020	439.259	5.692.478	315,7	V150/6.0MW/...	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	1.897	-
Az. 40165-2020	439.634	5.692.297	311,1	V150/6.0MW/...	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	1.897	-
Az. 40306-2018	439.137	5.691.993	310,0	V150/6.0MW/...	Ja	VESTAS	V150-6.0-6.000	6.000	150,0	169,0	1.897	-
Az. 40316-2020 (WEA 1)	431.433	5.695.588	259,8	V162/5.6MW/...	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	119,0	2.041	-
Az. 40317-2020 (WEA 2)	431.772	5.695.156	297,6	V150/5.6MW/...	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	125,0	1.900	-
Az. 40318-2020 (WEA 3)	431.938	5.693.832	293,5	V162/5.6MW/...	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	119,0	2.041	-
Az. 40321-2020 (WEA 4)	432.434	5.693.729	342,4	V162/5.6MW/...	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	119,0	2.041	-
Az. 40496-2022 (01)	430.759	5.681.144	520,0	E-160 EP5 E3...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
Az. 40496-2022 (02)	430.425	5.680.590	529,7	E-160 EP5 E3...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
Az. 40496-2022 (03)	429.860	5.680.456	510,0	E-160 EP5 E3...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
Az. 40496-2022 (04)	430.799	5.680.011	570,0	E-160 EP5 E3...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
Az. 40496-2022 (05)	429.763	5.679.994	525,7	E-160 EP5 E3...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
Az. 40496-2022 (06)	430.280	5.680.054	537,6	E-160 EP5 E3...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
Az. 40496-2022 (07)	430.389	5.679.577	564,6	E-160 EP5 E3...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
Az. 40496-2022 (08)	430.107	5.679.130	568,1	E-160 EP5 E3...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
Az. 40496-2022 (09)	430.868	5.679.458	599,6	E-160 EP5 E3...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
Az. 40496-2022 (10)	430.513	5.678.980	596,7	E-160 EP5 E3...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
Az. 40496-2022 (11)	430.915	5.680.630	494,9	E-160 EP5 E3...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
Az. 40496-2022 (12)	431.029	5.679.051	572,7	E-160 EP5 E3...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
WEA 01	434.443	5.687.590	393,4	WEA 01 V172...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.783	25,0
WKA Kynast	431.843	5.695.043	300,0	E-40/5.40/65...	Nein	ENERCON	E-40/5.40-500	500	40,3	65,0	897	38,0
WKA WF 1	432.381	5.688.040	400,0	E-115/2.500 ...	Nein	ENERCON	E-115-2.500	2.500	115,7	149,4	2.008	-
WKA WF 2	435.161	5.688.123	451,7	E-115/2.500 ...	Nein	ENERCON	E-115-2.500	2.500	115,7	149,4	2.008	-
WKA WF 3	434.125	5.688.702	432,6	E-115/2.500 ...	Nein	ENERCON	E-115-2.500	2.500	115,7	149,4	2.008	-
WKA WF 4	432.878	5.688.364	400,0	E-115/2.500 ...	Nein	ENERCON	E-115-2.500	2.500	115,7	149,4	2.008	-

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 Fusthof 1, Hellefeld	437.118	5.688.185	397,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

Westenfeld

Lizenzierter Anwender:

reko GmbH & Co. KG

Sander Bruch Str. 10

DE-33106 Paderborn

+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

21.11.2023 10:50/3.6.377

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung

... (Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IP 02	IP 02 Liboriusweg 24, Hellefeld	436.413	5.687.506	367,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 03a	WA Hs. GM IP 03a WA Hs. GM Martinusweg 15, Hellefeld	436.629	5.687.276	359,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 04a	WA Hs. IP 04a WA Hs. Auf der Heide 81, Hellefeld	436.174	5.686.988	355,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 05	IP 05 Arnsberger Str. 3, Hellefeld	436.012	5.687.252	349,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 06	IP 06 Hof zum Broich 2, Hellefeld	435.313	5.687.140	334,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 07	IP 07 Hof zum Broich 1, Hellefeld	435.292	5.687.166	337,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 08	IP 08 Milmker Weg 9, Westenfeld	434.887	5.687.027	320,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 09	IP 09 Bainghauser Weg 26/28, Westenfeld	433.893	5.686.687	320,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 10	IP 10 Bainghauser Weg 31, Westenfeld	433.770	5.686.778	334,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 11a	WR Hs. GM 1.R. IP 11a WR Hs. GM 1.R. Am Berge 10, Bainghausen	433.698	5.686.785	331,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 11d	WR Hs. GM 1.R. IP 11d WR Hs. GM 1.R. Am Südhang 15, Bainghausen	433.571	5.686.867	339,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer	met. wahrsch. Beschatt
		Stunden/Jahr [h/a]	Stunden/Jahr [h/a]
IP 01	IP 01 Fusthof 1, Hellefeld	3:09	0:32
IP 02	IP 02 Liboriusweg 24, Hellefeld	16:36	2:47
IP 03a	WA Hs. GM IP 03a WA Hs. GM Martinusweg 15, Hellefeld	7:14	1:08
IP 04a	WA Hs. IP 04a WA Hs. Auf der Heide 81, Hellefeld	0:00	0:00
IP 05	IP 05 Arnsberger Str. 3, Hellefeld	12:09	2:24
IP 06	IP 06 Hof zum Broich 2, Hellefeld	16:40	2:40
IP 07	IP 07 Hof zum Broich 1, Hellefeld	21:35	3:31
IP 08	IP 08 Milmker Weg 9, Westenfeld	0:00	0:00
IP 09	IP 09 Bainghauser Weg 26/28, Westenfeld	0:00	0:00
IP 10	IP 10 Bainghauser Weg 31, Westenfeld	0:00	0:00
IP 11a	WR Hs. GM 1.R. IP 11a WR Hs. GM 1.R. Am Berge 10, Bainghausen	0:00	0:00
IP 11d	WR Hs. GM 1.R. IP 11d WR Hs. GM 1.R. Am Südhang 15, Bainghausen	0:00	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[h/a]	[h/a]
Az. 40096-2016 (WEA 1)	N133/4.8 MW/125,4mNH	0:00	0:00
Az. 40096-2016 (WEA 2)	N133/4.8 MW/125,4mNH	0:00	0:00
Az. 40096-2016 (WEA 3)	N133/4.8 MW/125,4mNH	0:00	0:00
Az. 40096-2016 (WEA 4)	N133/4.8 MW/125,4mNH	0:00	0:00
Az. 40096-2016 (WEA 5)	N133/4.8 MW/125,4mNH	0:00	0:00
Az. 40164-2020	V150/6.0MW/169m NH	0:00	0:00
Az. 40165-2020	V150/6.0MW/169m NH	0:00	0:00
Az. 40306-2018	V150/6.0MW/169mNH	0:00	0:00
Az. 40316-2020 (WEA 1)	V162/5.6MW/119m NH	0:00	0:00
Az. 40317-2020 (WEA 2)	V150/5.6MW/125m NH	0:00	0:00
Az. 40318-2020 (WEA 3)	V162/5.6MW/119m NH	0:00	0:00
Az. 40321-2020 (WEA 4)	V162/5.6MW/119m NH	0:00	0:00
Az. 40496-2022 (01)	E-160 EP5 E3/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40496-2022 (02)	E-160 EP5 E3/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40496-2022 (03)	E-160 EP5 E3/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40496-2022 (04)	E-160 EP5 E3/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40496-2022 (05)	E-160 EP5 E3/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40496-2022 (06)	E-160 EP5 E3/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40496-2022 (07)	E-160 EP5 E3/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40496-2022 (08)	E-160 EP5 E3/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40496-2022 (09)	E-160 EP5 E3/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40496-2022 (10)	E-160 EP5 E3/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40496-2022 (11)	E-160 EP5 E3/166,6m NH	0:00	0:00
Az. 40496-2022 (12)	E-160 EP5 E3/166,6m NH	0:00	0:00
WEA 01	WEA 01 V172/7.2MW/175mNH	34:16	6:00
WKA Kynast	E-40/5.40/65m NH	0:00	0:00
WKA WF 1	E-115/2.500 kW/149m NH	0:00	0:00
WKA WF 2	E-115/2.500 kW/149m NH	26:42	4:25
WKA WF 3	E-115/2.500 kW/149m NH	0:00	0:00
WKA WF 4	E-115/2.500 kW/149m NH	0:00	0:00

Projekt:

Westenfeld

Lizenzierter Anwender:

reko GmbH & Co. KG

Sander Bruch Str. 10

DE-33106 Paderborn

+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

21.11.2023 10:50/3.6.377

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung

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

Aufgrund der Tatsache, dass die Vorbelastungsanlagen westlich von Arnsberg, westlich von Meschede-Freienohl und südwestlich von Sundern-Endorf an den hier berücksichtigten Immissionspunkten keinen Schattenwurf verursachen, haben wir auf der nachfolgenden Isolinienkarte nur den Windpark Westenfeld mit den WKA WF1, WF2, WF3 und WF4 sowie die neu geplante WEA 01 V172-7.2 MW dargestellt.

Karte ISO Schattenwurflinien Gesamtbelastung (nicht maßstabsgetreu)

Projekt:

Westenfeld

Lizenzierter Anwender:

reko GmbH & Co. KG

Sander Bruch Str. 10

DE-33106 Paderborn

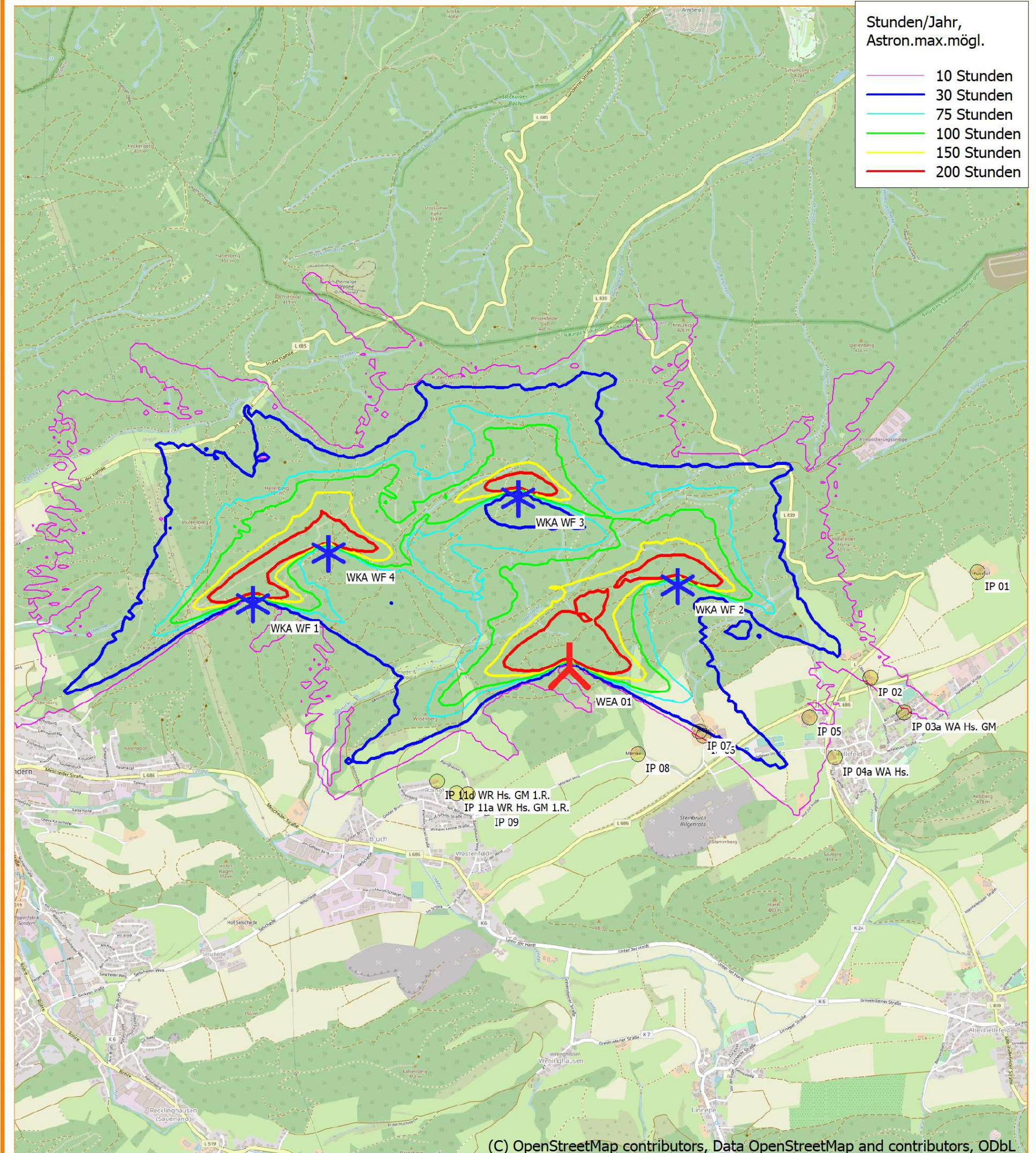
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

21.11.2023 10:58/3.6.377

SHADOW - Karte

Berechnung: Gesamtbelastung



0 250 500 750 1000m

Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:25.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 434.174 Nord: 5.688.213

Neue WEA

Existierende WEA

Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien NRW

Zeitschritt: 4 Minuten, Schrittweite: 14 Tag(e), Kartenaufösung: 30 m, Sichtbarkeit Auflösung: 15 m, Augenhöhe: 1,5 m

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 stehen und die Anlage immer in Betrieb ist.

Die andere Methode, die hier nicht angewandt wurde, ist die Berechnung der realen Schattenwurfzeiten (meteorologisch wahrscheinlich 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 geplante Vestas-Windkraftanlage 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 im Lageplan eingezeichneten Punkte. Es handelt sich im Einzelnen um die Punkte IP 01 bis IP 11d, die im Kapitel Projekthinhalte 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 vom 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 Einwirkpunkt dürfen maximal 30 Stunden pro Jahr und 30 Minuten am Tag betragen
- Ein Schattenwurf bei Sonnenständen unter 3° 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. Abschaltautomaten, die mittels Strahlungs- oder Beleuchtungsstärkesensoren die konkrete meteorologische Beschattungssituation erfasst und somit die vor Ort konkret vorhandene Beschattungsdauer begrenzt.

Da die oben genannten Grenzwerte sich nur auf die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer beziehen, die Abschaltautomat 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 neue, hier beurteilte Anlage an den Rezeptoren IP 06 und IP 07 periodischen Schlagschatten oberhalb der Richtwerte verursacht.

Dementsprechend kann festgehalten werden, dass die neue Anlage mit einem Schattenwurfabschaltmodul ausgestattet werden muss, 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 den untersuchten Standort, der in dem Kapitel Projekteinhalte genau beschrieben ist und gelten nur für den in Betracht gezogenen Anlagentyp, mit entsprechendem Rotordurchmesser, Blattgeometrien und Turmhöhe.

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 vorliegen, 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 Schattenwurfkalender

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

Seite 1 von 11

Anhang 2: Grafischer Schattenwurfkalender

Projekt:

Westenfeld

Lizenzierter Anwender:

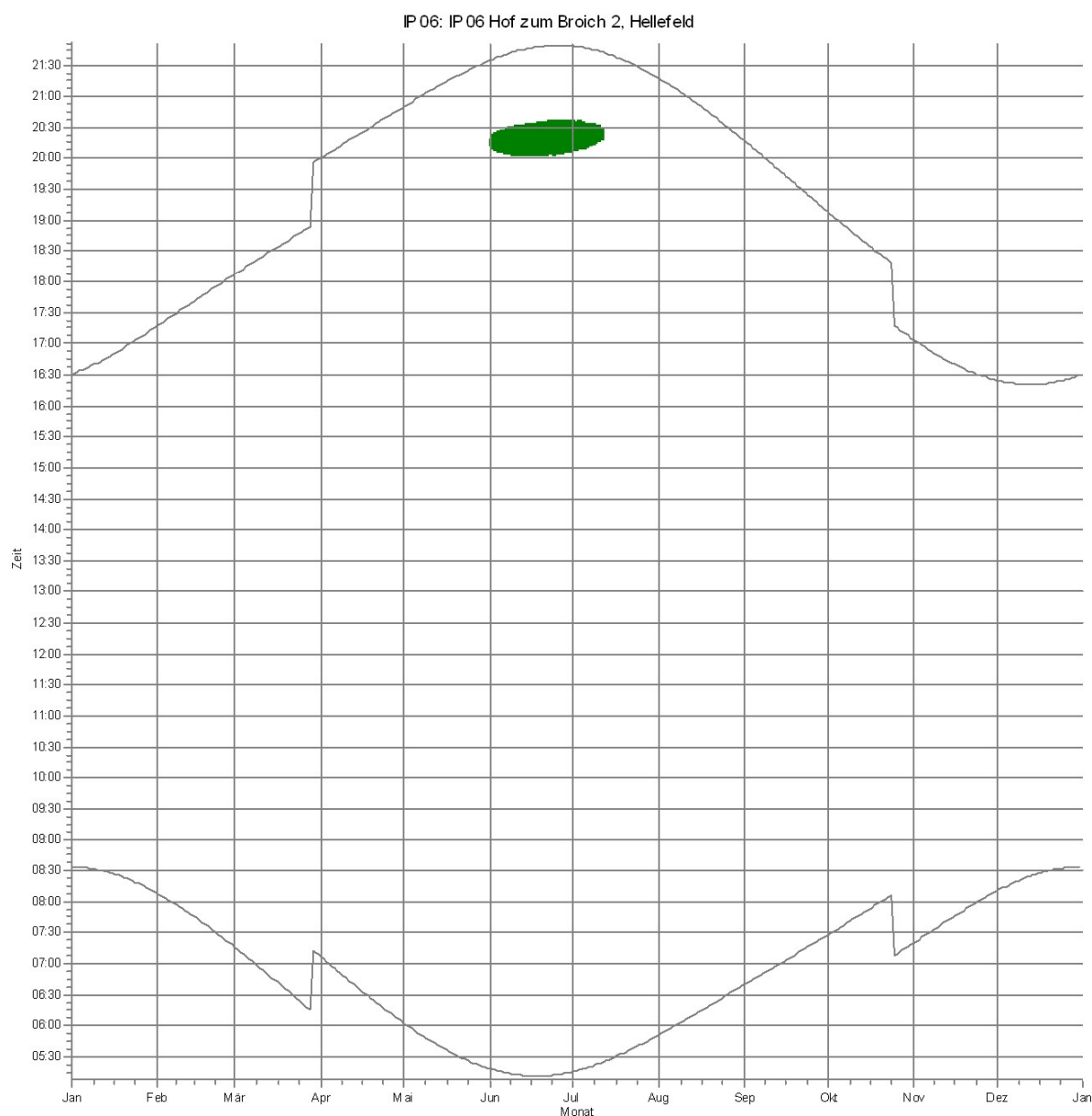
reko GmbH & Co. KG
Sander Bruch Str. 10
DE-33106 Paderborn
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

21.11.2023 10:58/3.6.377

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



WEA

WEA 01: WEA 01 V172/7.2MW/175mNH

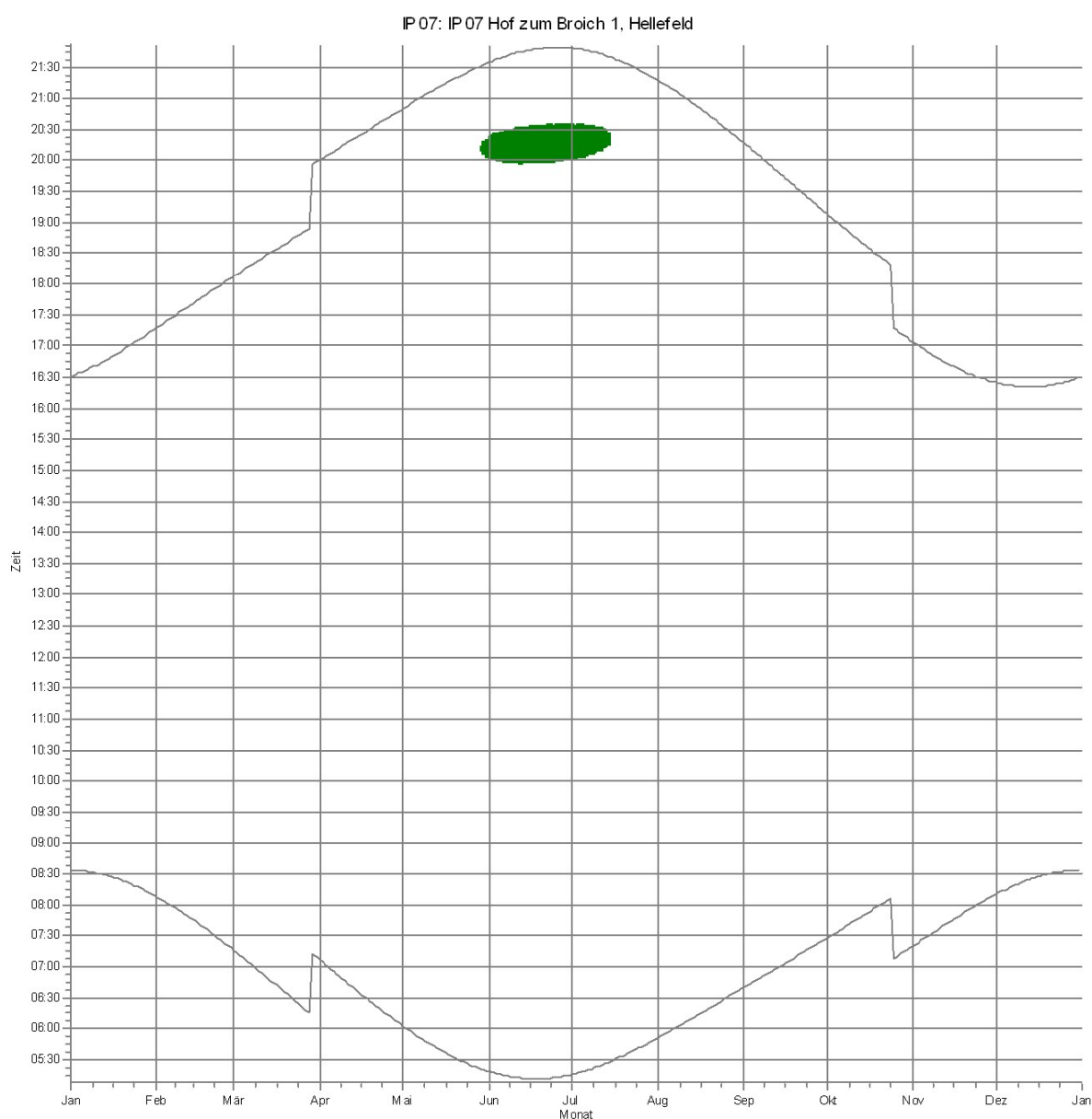
Projekt:
Westenfeld

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

Berechnet:
21.11.2023 10:58/3.6.377

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** IP 07 - IP 07 Hof zum Broich 1, Hellefeld



WEA

WEA 01: WEA 01 V172/7.2MW/175mNH

Anhang 3: Detaillierter Schattenwurfkalender

Projekt: Westenfeld	Lizenzierter Anwender: reko GmbH & Co. KG Sander Bruch Str. 10 DE-33106 Paderborn +49 (0) 5254/9528129
	Berechnet: 21.11.2023 10:58/3.6.377

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** IP 06 - IP 06 Hof zum Broich 2, Hellefeld

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	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember				
1	08:33	08:07	07:15	07:06	06:02	05:18	20:13 (WEA 01)	05:16	20:08 (WEA 01)	05:51	06:40	07:27	07:20	08:10		
	16:30	17:17	18:07	20:00	20:50	21:34	4	20:17 (WEA 01)	21:48	27	20:35 (WEA 01)	21:17	20:16	19:08	17:03	16:24
2	08:33	08:06	07:13	07:04	06:01	05:18	20:10 (WEA 01)	05:16	20:08 (WEA 01)	05:53	06:41	07:29	07:21	08:11		
	16:31	17:19	18:09	20:02	20:51	21:35	11	20:21 (WEA 01)	21:48	26	20:34 (WEA 01)	21:15	20:14	19:06	17:02	16:23
3	08:33	08:04	07:11	07:01	05:59	05:17	20:08 (WEA 01)	05:17	20:09 (WEA 01)	05:54	06:43	07:31	07:23	08:12		
	16:32	17:20	18:11	20:03	20:53	21:36	15	20:23 (WEA 01)	21:47	26	20:35 (WEA 01)	21:14	20:12	19:04	17:00	16:23
4	08:33	08:03	07:09	06:59	05:57	05:16	20:07 (WEA 01)	05:18	20:10 (WEA 01)	05:56	06:44	07:32	07:25	08:14		
	16:33	17:22	18:13	20:05	20:54	21:37	17	20:24 (WEA 01)	21:47	24	20:34 (WEA 01)	21:12	20:10	19:01	16:58	16:22
5	08:33	08:01	07:07	06:57	05:55	05:15	20:06 (WEA 01)	05:18	20:10 (WEA 01)	05:57	06:46	07:34	07:27	08:15		
	16:34	17:24	18:14	20:07	20:56	21:38	20	20:26 (WEA 01)	21:46	23	20:33 (WEA 01)	21:10	20:07	18:59	16:56	16:22
6	08:32	07:59	07:04	06:55	05:53	05:15	20:05 (WEA 01)	05:19	20:11 (WEA 01)	05:59	06:47	07:35	07:29	08:16		
	16:36	17:26	18:16	20:08	20:58	21:39	21	20:26 (WEA 01)	21:46	22	20:33 (WEA 01)	21:09	20:05	18:57	16:55	16:21
7	08:32	07:58	07:02	06:52	05:52	05:14	20:05 (WEA 01)	05:20	20:12 (WEA 01)	06:00	06:49	07:37	07:30	08:17		
	16:37	17:28	18:18	20:10	20:59	21:40	23	20:28 (WEA 01)	21:45	20	20:32 (WEA 01)	21:07	20:03	18:55	16:53	16:21
8	08:32	07:56	07:00	06:50	05:50	05:14	20:05 (WEA 01)	05:21	20:14 (WEA 01)	06:02	06:51	07:39	07:32	08:19		
	16:38	17:30	18:19	20:12	21:01	21:41	24	20:29 (WEA 01)	21:45	18	20:32 (WEA 01)	21:05	20:01	18:52	16:51	16:21
9	08:31	07:54	06:58	06:48	05:48	05:13	20:04 (WEA 01)	05:22	20:15 (WEA 01)	06:03	06:52	07:40	07:34	08:20		
	16:40	17:31	18:21	20:13	21:02	21:42	25	20:29 (WEA 01)	21:44	16	20:31 (WEA 01)	21:03	19:58	18:50	16:50	16:20
10	08:31	07:53	06:56	06:46	05:46	05:13	20:04 (WEA 01)	05:23	20:17 (WEA 01)	06:05	06:54	07:42	07:36	08:21		
	16:41	17:33	18:23	20:15	21:04	21:43	26	20:30 (WEA 01)	21:43	13	20:30 (WEA 01)	21:01	19:56	18:48	16:48	16:20
11	08:30	07:51	06:53	06:44	05:45	05:12	20:04 (WEA 01)	05:24	20:19 (WEA 01)	06:06	06:55	07:44	07:37	08:22		
	16:42	17:35	18:25	20:17	21:06	21:43	27	20:31 (WEA 01)	21:43	8	20:27 (WEA 01)	21:00	19:54	18:46	16:47	16:20
12	08:29	07:49	06:51	06:41	05:43	05:12	20:03 (WEA 01)	05:25	20:18 (WEA 01)	06:08	06:57	07:45	07:39	08:23		
	16:44	17:37	18:26	20:18	21:07	21:44	28	20:31 (WEA 01)	21:42	20:58	19:52	18:44	16:45	16:20		
13	08:29	07:47	06:49	06:39	05:42	05:12	20:03 (WEA 01)	05:26	20:10 (WEA 01)	06:59	07:47	07:41	08:24			
	16:45	17:39	18:28	20:20	21:09	21:45	28	20:31 (WEA 01)	21:41	20:56	19:49	18:41	16:44	16:20		
14	08:28	07:45	06:47	06:37	05:40	05:12	20:03 (WEA 01)	05:27	20:11 (WEA 01)	07:00	07:49	07:42	08:25			
	16:47	17:40	18:30	20:22	21:10	21:45	29	20:32 (WEA 01)	21:40	20:54	19:47	18:39	16:42	16:20		
15	08:27	07:43	06:44	06:35	05:38	05:11	20:03 (WEA 01)	05:28	20:13 (WEA 01)	07:02	07:50	07:44	08:26			
	16:48	17:42	18:31	20:23	21:12	21:46	30	20:33 (WEA 01)	21:39	20:52	19:45	18:37	16:41	16:20		
16	08:26	07:42	06:42	06:33	05:37	05:11	20:03 (WEA 01)	05:30	20:14 (WEA 01)	07:03	07:52	07:46	08:27			
	16:50	17:44	18:33	20:25	21:13	21:46	30	20:33 (WEA 01)	21:38	20:50	19:42	18:35	16:39	16:20		
17	08:26	07:40	06:40	06:31	05:36	05:11	20:03 (WEA 01)	05:31	20:16 (WEA 01)	07:05	07:54	07:48	08:28			
	16:51	17:46	18:35	20:26	21:15	21:47	30	20:33 (WEA 01)	21:37	20:48	19:40	18:33	16:38	16:20		
18	08:25	07:38	06:38	06:29	05:34	05:11	20:03 (WEA 01)	05:32	20:17 (WEA 01)	07:06	07:55	07:49	08:28			
	16:53	17:48	18:37	20:28	21:16	21:47	31	20:34 (WEA 01)	21:36	20:46	19:38	18:31	16:37	16:21		
19	08:24	07:36	06:35	06:26	05:33	05:11	20:04 (WEA 01)	05:33	20:19 (WEA 01)	07:08	07:57	07:51	08:29			
	16:54	17:49	18:38	20:30	21:17	21:48	30	20:34 (WEA 01)	21:35	20:44	19:36	18:29	16:36	16:21		
20	08:23	07:34	06:33	06:24	05:31	05:11	20:04 (WEA 01)	05:34	20:21 (WEA 01)	07:10	07:59	07:53	08:30			
	16:56	17:51	18:40	20:31	21:19	21:48	30	20:34 (WEA 01)	21:34	20:42	19:33	18:27	16:34	16:21		
21	08:22	07:32	06:31	06:22	05:30	05:12	20:04 (WEA 01)	05:36	20:22 (WEA 01)	07:11	08:01	07:54	08:30			
	16:58	17:53	18:42	20:33	21:20	21:48	30	20:34 (WEA 01)	21:33	20:40	19:31	18:25	16:33	16:22		
22	08:21	07:30	06:29	06:20	05:29	05:12	20:05 (WEA 01)	05:37	20:24 (WEA 01)	07:13	08:02	07:56	08:31			
	16:59	17:55	18:43	20:35	21:22	21:48	30	20:35 (WEA 01)	21:31	20:38	19:29	18:23	16:32	16:22		
23	08:19	07:28	06:26	06:18	05:28	05:12	20:05 (WEA 01)	05:38	20:25 (WEA 01)	07:14	08:04	07:57	08:31			
	17:01	17:57	18:45	20:36	21:23	21:48	30	20:35 (WEA 01)	21:30	20:36	19:26	18:21	16:31	16:23		
24	08:18	07:26	06:24	06:16	05:26	05:12	20:04 (WEA 01)	05:40	20:27 (WEA 01)	07:16	08:06	07:59	08:32			
	17:03	17:58	18:47	20:38	21:24	21:49	31	20:35 (WEA 01)	21:29	20:34	19:24	18:19	16:30	16:23		
25	08:17	07:24	06:22	06:14	05:25	05:13	20:05 (WEA 01)	05:41	20:28 (WEA 01)	07:18	08:07	08:01	08:32			
	17:04	18:00	18:48	20:40	21:26	21:49	31	20:36 (WEA 01)	21:27	20:32	19:22	17:17	16:29	16:24		
26	08:16	07:22	06:19	06:12	05:24	05:13	20:05 (WEA 01)	05:42	20:30 (WEA 01)	07:19	08:09	08:02	08:32			
	17:06	18:02	18:50	20:41	21:27	21:49	30	20:35 (WEA 01)	21:26	20:29	19:20	17:15	16:28	16:25		
27	08:14	07:19	06:17	06:10	05:23	05:13	20:05 (WEA 01)	05:44	20:32 (WEA 01)	07:21	08:11	08:04	08:33			
	17:08	18:04	18:52	20:43	21:28	21:49	30	20:35 (WEA 01)	21:25	20:27	19:17	17:13	16:27	16:25		
28	08:13	07:17	06:15	06:08	05:22	05:14	20:06 (WEA 01)	05:45	20:33 (WEA 01)	07:22	08:12	08:05	08:33			
	17:10	18:05	18:53	20:45	21:30	21:49	29	20:35 (WEA 01)	21:23	20:25	19:15	17:11	16:26	16:26		
29	08:12		07:13	06:06	05:21	05:14	20:06 (WEA 01)	05:47	20:35 (WEA 01)	07:24	08:14	08:07	08:33			
	17:11		19:55	20:46	21:31	21:48	29	20:35 (WEA 01)	21:22	20:23	19:13	17:09	16:26	16:27		
30	08:10		07:10	06:04	05:20	05:16	20:07 (WEA 01)	05:48	20:36 (WEA 01)	07:26	08:16	08:08	08:33			
	17:13		19:57	20:48	21:32	21:48	28	20:35 (WEA 01)	21:20	20:21	19:10	17:07	16:25	16:28		
31	08:09		07:08		05:19			05:50	20:38			07:18		08:33		
	17:15		19:58		21:33			21:19	20:19			17:05		16:29		
Sonnenscheinstunden	262	279	367	415	483	496		499	452	380	332	268	247			
astr.max.mögl.Beschattung						777		223								

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

Projekt:
Westenfeld

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

Berechnet:
21.11.2023 10:58/3.6.377

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** IP 07 - IP 07 Hof zum Broich 1, Hellefeld

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	[Juli	[August	[September	Oktober	[November	[Dezember	
1	08:33 16:30	08:07 17:17	07:15 18:07	07:06 20:00	06:02 20:50	05:18 21:34	20:02 (WEA 01) 20:21 (WEA 01)	05:16 21:48	20:02 (WEA 01) 21:17	05:51 20:16	06:40 19:08	07:27 17:03	07:20 16:24
2	08:33 16:31	08:06 17:19	07:13 18:09	07:04 20:02	06:01 20:51	05:18 21:35	20:02 (WEA 01) 20:23 (WEA 01)	05:16 21:48	20:02 (WEA 01) 21:15	05:53 20:14	06:41 19:06	07:29 17:02	07:21 16:23
3	08:33 16:32	08:04 17:20	07:11 18:11	07:01 20:03	05:59 20:53	05:17 21:36	20:01 (WEA 01) 20:24 (WEA 01)	05:17 21:47	20:03 (WEA 01) 21:14	05:54 20:12	06:43 19:04	07:31 17:00	07:23 16:23
4	08:33 16:33	08:03 17:22	07:09 18:13	06:59 20:05	05:57 20:54	05:16 21:37	20:00 (WEA 01) 20:24 (WEA 01)	05:18 21:47	20:04 (WEA 01) 21:12	05:57 20:10	06:44 19:01	07:32 16:58	07:25 16:22
5	08:33 16:34	08:01 17:24	07:07 18:14	06:57 20:07	05:55 20:56	05:15 21:38	20:00 (WEA 01) 20:26 (WEA 01)	05:18 21:46	20:04 (WEA 01) 21:10	05:57 20:07	06:46 18:59	07:34 16:56	07:27 16:22
6	08:32 16:36	08:00 17:26	07:04 18:16	06:55 20:08	05:53 20:58	05:15 21:39	19:59 (WEA 01) 20:26 (WEA 01)	05:19 21:46	20:05 (WEA 01) 21:09	05:59 20:05	06:47 18:57	07:35 16:55	07:29 16:21
7	08:32 16:37	07:58 17:28	07:02 18:18	06:52 20:10	05:52 20:59	05:14 21:40	19:59 (WEA 01) 20:27 (WEA 01)	05:20 21:45	20:06 (WEA 01) 21:07	06:00 20:03	06:49 18:55	07:37 16:53	07:30 16:21
8	08:32 16:38	07:56 17:30	07:00 18:19	06:50 20:12	05:50 21:01	05:14 21:41	19:59 (WEA 01) 20:28 (WEA 01)	05:21 21:45	20:07 (WEA 01) 21:05	06:02 20:01	06:51 18:52	07:39 16:51	07:32 16:21
9	08:31 16:40	07:54 17:31	06:58 18:21	06:48 20:13	05:48 21:02	05:13 21:42	19:58 (WEA 01) 20:28 (WEA 01)	05:22 21:44	20:08 (WEA 01) 21:03	06:03 19:58	06:52 18:50	07:40 16:50	07:34 16:20
10	08:31 16:41	07:53 17:33	06:56 18:23	06:46 20:15	05:46 21:04	05:13 21:43	19:58 (WEA 01) 20:29 (WEA 01)	05:23 21:43	20:09 (WEA 01) 21:01	06:05 19:56	06:54 18:48	07:42 16:48	07:36 16:20
11	08:30 16:42	07:51 17:35	06:53 18:25	06:44 20:17	05:45 21:06	05:12 21:43	19:58 (WEA 01) 20:30 (WEA 01)	05:24 21:43	20:10 (WEA 01) 21:00	06:06 19:54	06:55 18:46	07:44 16:47	07:37 16:20
12	08:29 16:44	07:49 17:37	06:51 18:26	06:41 20:18	05:43 21:07	05:12 21:44	19:57 (WEA 01) 20:30 (WEA 01)	05:25 21:42	20:12 (WEA 01) 20:58	06:08 19:52	06:57 18:44	07:45 16:45	07:39 16:20
13	08:29 16:44	07:47 17:39	06:49 18:28	06:39 20:20	05:42 21:09	05:12 21:45	19:58 (WEA 01) 20:30 (WEA 01)	05:26 21:41	20:14 (WEA 01) 20:56	06:10 19:49	07:47 18:41	07:41 16:44	08:24 16:20
14	08:28 16:47	07:45 17:40	06:47 18:30	06:37 20:22	05:40 21:10	05:12 21:45	19:58 (WEA 01) 20:31 (WEA 01)	05:27 21:40	20:16 (WEA 01) 20:54	06:11 19:47	07:00 18:39	07:49 16:42	07:42 16:20
15	08:27 16:48	07:43 17:42	06:44 18:31	06:35 20:23	05:38 21:12	05:11 21:46	19:58 (WEA 01) 20:31 (WEA 01)	05:28 21:39	06:13 20:52	07:02 19:45	07:50 18:37	07:44 16:41	08:26 16:20
16	08:26 16:50	07:42 17:44	06:42 18:33	06:33 20:25	05:37 21:13	05:11 21:46	19:58 (WEA 01) 20:32 (WEA 01)	05:30 21:38	06:14 20:50	07:03 19:42	07:52 18:35	07:46 16:39	08:27 16:20
17	08:26 16:51	07:40 17:46	06:40 18:35	06:31 20:26	05:36 21:15	05:11 21:47	19:58 (WEA 01) 20:32 (WEA 01)	05:31 21:37	06:16 20:48	07:05 19:40	07:54 18:33	07:48 16:38	08:28 16:20
18	08:25 16:53	07:38 17:48	06:38 18:37	06:29 20:28	05:34 21:16	05:11 21:47	19:58 (WEA 01) 20:32 (WEA 01)	05:32 21:36	06:17 20:46	07:06 19:38	07:55 18:31	07:49 16:37	08:28 16:21
19	08:24 16:54	07:36 17:49	06:35 18:38	06:26 20:30	05:33 21:17	05:11 21:48	19:58 (WEA 01) 20:33 (WEA 01)	05:33 21:35	06:19 20:42	07:08 19:33	07:57 18:27	07:51 16:34	08:29 16:21
20	08:23 16:56	07:34 17:51	06:33 18:40	06:24 20:31	05:31 21:19	05:11 21:48	19:58 (WEA 01) 20:33 (WEA 01)	05:34 21:34	06:21 20:42	07:10 19:33	07:59 18:27	07:53 16:34	08:30 16:21
21	08:22 16:58	07:32 17:53	06:31 18:42	06:22 20:33	05:30 21:20	05:12 21:48	19:58 (WEA 01) 20:33 (WEA 01)	05:36 21:33	06:22 20:40	07:11 19:31	08:01 18:25	07:54 16:33	08:30 16:22
22	08:21 16:59	07:30 17:55	06:29 18:43	06:20 20:35	05:29 21:22	05:12 21:48	19:59 (WEA 01) 20:33 (WEA 01)	05:37 21:31	06:24 20:42	07:13 19:26	08:02 18:23	07:56 16:32	08:31 16:22
23	08:19 17:01	07:28 17:57	06:26 18:45	06:18 20:36	05:28 21:23	05:12 21:48	19:59 (WEA 01) 20:34 (WEA 01)	05:38 21:30	06:25 20:36	07:14 19:26	08:04 18:21	07:57 16:31	08:31 16:23
24	08:18 17:03	07:26 17:58	06:24 18:47	06:16 20:38	05:26 21:24	05:12 21:49	19:59 (WEA 01) 20:33 (WEA 01)	05:40 21:29	06:27 20:34	07:16 19:24	08:06 18:19	07:59 16:30	08:32 16:23
25	08:17 17:04	07:24 18:00	06:22 18:48	06:14 20:40	05:25 21:26	05:13 21:49	20:00 (WEA 01) 20:34 (WEA 01)	05:41 21:25	06:28 20:27	07:18 19:17	07:07 18:13	08:01 16:27	08:32 16:25
26	08:16 17:06	07:22 18:02	06:20 18:50	06:12 20:41	05:24 21:27	05:13 21:49	20:00 (WEA 01) 20:34 (WEA 01)	05:42 21:26	06:30 20:29	07:19 19:20	07:09 18:15	08:02 16:28	08:32 16:25
27	08:14 17:08	07:19 18:04	06:17 18:52	06:10 20:43	05:23 21:28	05:13 21:49	20:00 (WEA 01) 20:34 (WEA 01)	05:44 21:25	06:32 20:27	07:21 19:17	07:11 18:13	08:04 16:27	08:33 16:25
28	08:13 17:10	07:17 18:06	06:15 18:53	06:08 20:45	05:22 21:29	05:14 21:49	20:01 (WEA 01) 20:35 (WEA 01)	05:45 21:23	06:33 20:25	07:22 19:15	07:13 18:11	08:05 16:26	08:33 16:26
29	08:12 17:11		07:13 19:55	06:06 20:46	05:21 21:31	05:14 3 20:13 (WEA 01)	20:01 (WEA 01) 20:34 (WEA 01)	05:47 21:22	06:35 20:23	07:24 19:13	07:14 18:09	08:07 16:26	08:33 16:27
30	08:10 17:13		07:10 19:57	06:04 20:48	05:20 21:32	05:15 11 20:17 (WEA 01)	20:06 (WEA 01) 20:34 (WEA 01)	05:48 21:20	06:36 20:21	07:26 19:10	07:16 18:07	08:08 16:25	08:33 16:28
31	08:09 17:15		07:08 19:58		05:19 21:33	20:04 (WEA 01) 15 20:19 (WEA 01)		05:50 21:19	06:38 20:19		07:18 17:05		08:33 16:29
Sonnenscheinstunden	262	279	367	415	483	496	932	499	452	380	332	268	247
astr.max.mögl.Beschattung					29			334					

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)
--------------	-----------------------	-------------------------	----------------------	--	--