

Überarbeitung der
Schattenwurfanalyse
für den Betrieb von Windenergieanlagen
für den Standort

Brilon-Wülfte

1 x ENERCON E-175 EP5 auf 162 m Nabenhöhe
unter Berücksichtigung diverser
weiterer Vorbelastung

Auftraggeber: Briloner Hochfläche Wind GmbH & Co. KG
Wülfter Straße 7
59929 Brilon-Wülfte

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

Datum: 13.01.2026

Ergebnisüberblick

Im Auftrag der Briloner Hochfläche Wind GmbH & Co. KG aus Brilon-Wülfe wurde der Standort auf den Flächen der Stadt Brilon, in Nordrhein-Westfalen für 1 ENERCON-Windenergieanlage vom Typ E-175 EP5 E1 mit 162 m Nabenhöhe hinsichtlich möglichen Schattenwurfs untersucht.

Bei dieser Schattenwurfanalyse handelt es sich um eine Überarbeitung der ursprünglichen Analyse vom 25.01.2025. Diese Überarbeitung wurde notwendig, weil der Hochsauerlandkreis per Schreiben vom 16.12.2025 die Berücksichtigung von Änderungen in der Vorbelastung gefordert hat. Detaillierte Informationen dazu können dem Kapitel „Aufgabenbeschreibung“ entnommen werden.

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 „Projekthalte“ zu entnehmen.

Die Untersuchung der Zusatzbelastung zeigt, dass die neue, hier beurteilte Anlage an den Rezeptoren IP 11a – IP 17 sowie IP 20 periodischen Schlagschatten oberhalb der Richtwerte verursacht.

Dementsprechend kann festgehalten werden, dass die neue Anlage mit einem Schattenwurfschaltmodul 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 Schattenwurfschaltmodulhersteller. 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 geplanten Windkraftanlage vom Typ ENERCON E-175 EP5 mit 162 m Nabenhöhe an diesem Standort keine schattenwurftechnischen Belange entgegen.

Paderborn, 13.01.2026

reko GmbH & Co. KG



i. A. Martina Schöttler

reko GmbH & Co. KG



i. A. Barbara Bendix

Inhaltsverzeichnis	Seite
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	15
Gesamtbelastung	18
Karte ISO Schattenwurflinien Gesamtbelastung (nicht maßstabsgetreu)	20
Abschlussbetrachtung	21
Ergänzungen	23

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

Anhang 2: Grafischer Kalender (separate Datei)

Anhang 3: Detaillierter Schattenwurfkalender (separate Datei)

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 Briloner Hochfläche Wind GmbH & Co. KG aus Brilon-Wülfe, plant auf den Flächen der Stadt Brilon, in Nordrhein-Westfalen, 1 ENERCON-Windenergieanlage.

Die hier geplante Windenergieanlage mit der Bezeichnung „WEA 01 versch.“ ist vom deutschen Hersteller ENERCON vom Typ E-175 EP5 E1 mit einem Rotordurchmesser von 175 Metern und einer Nabenhöhe von 162 Metern. Die Nennleistung dieses Typs liegt bei 6.000 kW.

Bei dem vorliegenden Projekt handelt es sich um ein Repowering-Projekt. Im Zuge der Genehmigung und Errichtung der neu geplanten Windenergieanlage soll die bestehende Anlage vom Typ ENERCON E-40/5.40 mit der Bezeichnung „WKA E-40“, die auf den Übersichtskarten mit einem schwarzen Anlagensymbol dargestellt ist, abgebaut werden. In den weiteren Berechnungen wird diese Anlage nicht mehr berücksichtigt.

Die Koordinate der neuen Anlage wurde uns vom Auftraggeber per Mail vom 13.11.2024 übermittelt.

Die Angaben zu den berücksichtigten Vorbelastungsanlagen wurden uns vom Hochsauerlandkreis per Mail vom 27.05.2024 zur Verfügung gestellt. Am 06.01.2025 haben wir diese Daten mit dem GIS-System des Hochsauerlandkreises abgeglichen und festgestellt, dass sich im fraglichen Bereich keine Änderungen ergeben haben. Am 16.12.2025 wurden uns vom HSK Änderungen in der Vorbelastung (Änderung des Anlagentyps der WKA ÖKO03 und ÖKO04 von E-115 auf E-138 EP3 E3 und geringe Standortverschiebung dieser WKA) übermittelt, die in der vorliegenden Überarbeitung berücksichtigt worden sind.

Der Standort liegt im Hochsauerlandkreis, in Nordrhein-Westfalen.

Gesamtübersichtskarte (nicht maßstabsgetreu)

Projekt:

Brilon-Wülfte

Lizenzierter Anwender:

reko GmbH & Co. KG

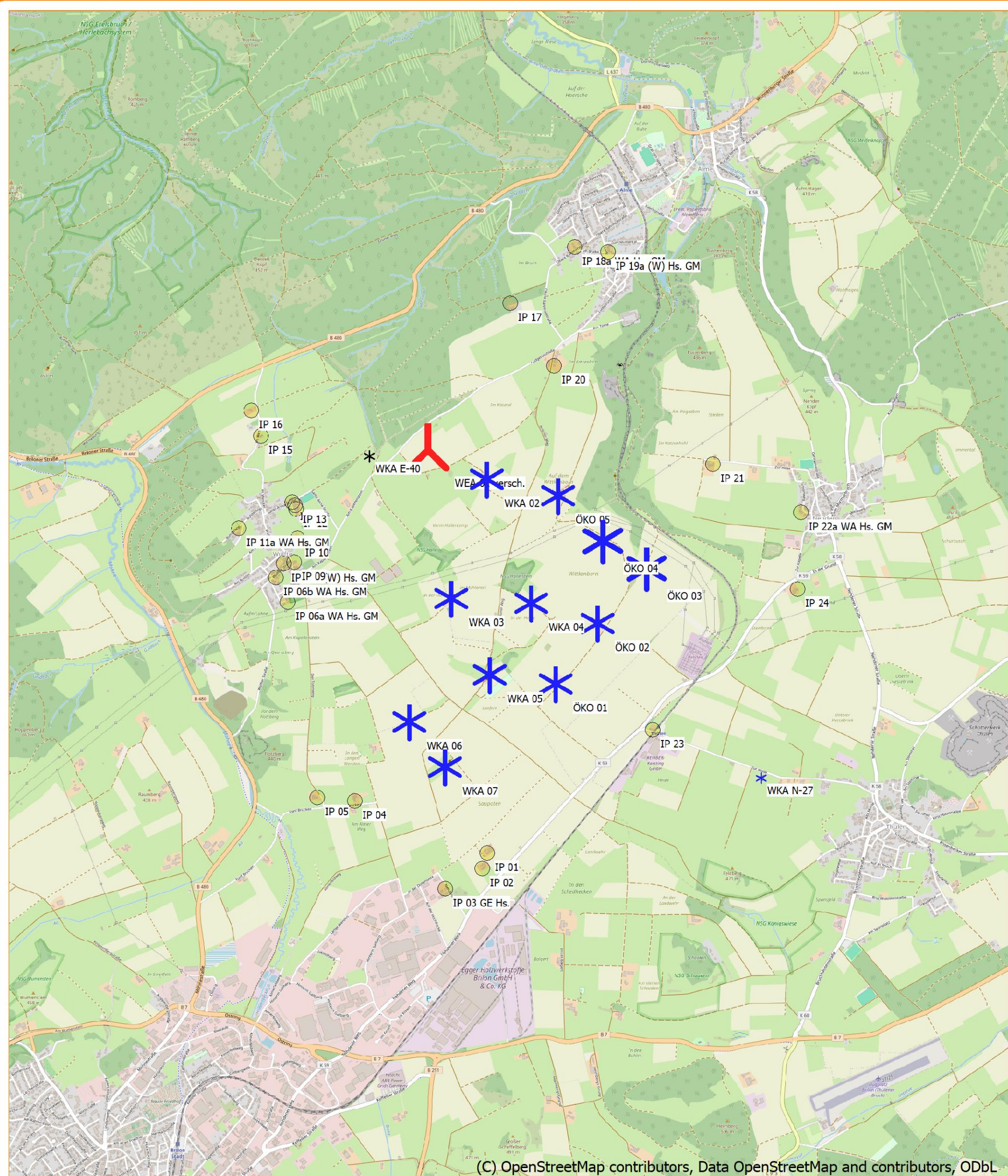
Sander Bruch Str. 10
DE-33106 Paderborn
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

09.01.2026 12:01/4.2.285

BASIS - Karte

Berechnung: Projektinhalte



0 250 500 750 1000m

Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:25.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 472.752 Nord: 5.698.064

Neue WEA Existierende WEA Schattenrezeptor

Detailkarte (nicht maßstabsgetreu)

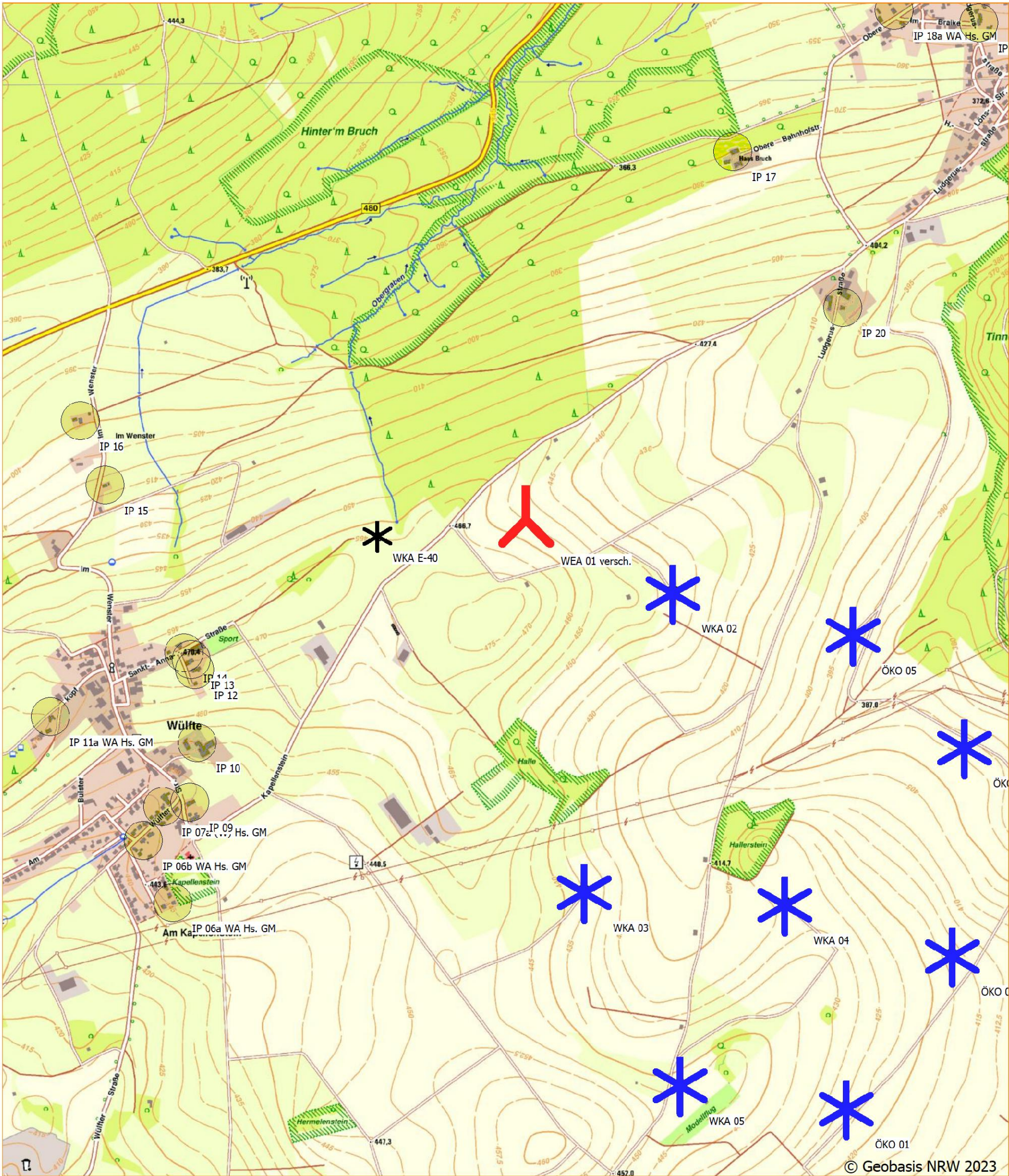
Projekt:
Brilon-Wülfe

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

Berechnet:
09.01.2026 12:01/4.2.285

BASIS - Karte

Berechnung: Projektinhalte



Karte: DE Nordrhein-Westfalen Topo , Maßstab 1:10.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 472.164 Nord: 5.698.819
Neue WEA Existierende WEA Schattenrezeptor

Projekthinhalte

Projekt: Brilon-Wülfte	Lizenzierter Anwender: reko GmbH & Co. KG Sander Bruch Str. 10 DE-33106 Paderborn +49 (0) 5254/9528129
	Berechnet: 09.01.2026 12:01/4.2.285

BASIS - Projektdaten-Überblick

Berechnung: Projekthinhalte

Land: Germany

Karten

Name	Format	Pfad
EMD OpenStreetMap	Y:\WindPRO Data\Projects\Gerlach\Brilon-Wülfte\Schall Schatten\Maps\Dynamic TMS Map 0001.bmi	
DE Nordrhein-Westfalen Topo	Bitmap-Datei	Y:\WindPRO Data\Projects\Gerlach\Brilon-Wülfte\Schall Schatten\Maps\WMS Map 001.bmi
DE Nordrhein-Westfalen Luftbild DOP	Bitmap-Datei	Y:\WindPRO Data\Projects\Gerlach\Brilon-Wülfte\Schall Schatten\Maps\WMS Map 002.bmi
Brilon-Wülfte, B-Plan Nr. 1 WA	Bitmap-Datei	Y:\WindPRO Data\Projects\Gerlach\Brilon-Wülfte\Karten\B-Pläne\Brilon-Wülfte, B-Plan Nr. 1 WA.bmi
Brilon-Wülfte, B-Plan Nr. 5 WA	Bitmap-Datei	Y:\WindPRO Data\Projects\Gerlach\Brilon-Wülfte\Karten\B-Pläne\Brilon-Wülfte, B-Plan Nr. 5 WA.bmi
Brilon-Wülfte, B-Plan Nr. 4 WA	Bitmap-Datei	Y:\WindPRO Data\Projects\Gerlach\Brilon-Wülfte\Karten\B-Pläne\Brilon-Wülfte, B-Plan Nr. 4 WA.bmi
Brilon-Nehden, B-Plan Nr. 1	Bitmap-Datei	Y:\WindPRO Data\Projects\Gerlach\Brilon-Wülfte\Karten\B-Pläne\Brilon-Nehden, B-Plan Nr. 1.bmi
Brilon-Alme, B-Plan Nr. 3 WA	Bitmap-Datei	Y:\WindPRO Data\Projects\Gerlach\Brilon-Wülfte\Karten\B-Pläne\Brilon-Alme, B-Plan Nr. 3 WA.bmi
FNP Wülfte	Bitmap-Datei	Y:\WindPRO Data\Projects\Gerlach\Brilon-Wülfte\Karten\FNP\FNP Wülfte.bmi
FNP Nehden	Bitmap-Datei	Y:\WindPRO Data\Projects\Gerlach\Brilon-Wülfte\Karten\FNP\FNP Nehden.bmi
FNP Entwurf Wülfte Alme mit blauer Grenze	Bitmap-Datei	Y:\WindPRO Data\Projects\Gerlach\Brilon-Wülfte\Karten\FNP\FNP Entwurf Wülfte Alme mit blauer Grenze.bmi
FNP Alme Ausschnitt	Bitmap-Datei	Y:\WindPRO Data\Projects\Gerlach\Brilon-Wülfte\Karten\FNP\FNP Alme Ausschnitt.bmi
Übersicht Industriegebiet	Bitmap-Datei	Y:\WindPRO Data\Projects\Gerlach\Brilon-Wülfte\Karten\Übersicht Industriegebiet.bmi
13_10_17 LB Egger Spanplattenwerk RK	Bitmap-Datei	Y:\WindPRO Data\Projects\Gerlach\Brilon-Wülfte\Karten\GEOviewer\13_10_17 LB Egger Spanplattenwerk RK.bmi
14_03_11 Vertragl.gesicherte Flächen	Bitmap-Datei	Y:\WindPRO Data\Projects\Gerlach\Brilon-Wülfte\Karten\Vertragl.gesicherte Flächen\14_03_11 Vertragl.gesicherte Flächen.bmi
15_01_09 Fläche m.weichen Kriterien 45 288 ha	Bitmap-Datei	Y:\WindPRO Data\Projects\Gerlach\Brilon-Wülfte\Karten\FNP\15_01_09 Fläche m.weichen Kriterien 45 288 ha.bmi
15_09_18 LB Umspannwerk	Bitmap-Datei	Y:\WindPRO Data\Projects\Gerlach\Brilon-Wülfte\Karten\Luftbilder\15_09_18 LB Umspannwerk.bmi

Standortzentrum: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 472.164 Nord: 5.698.819

WEA

UTM (north)-ETRS89 Zone: 32					WEA-Typ						
	Ost	Nord	Z	Beschreibung		Ak- tu- ell	Hersteller	Typ	Nenn- leistung	Rotor- durch- messer	NH
			[m]						[kW]	[m]	[m]
WEA 01 versch.	472.146	5.698.850	456,0	WEA 01 E-175 EP5 162m...	Neu	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0
WKA 02	472.531	5.698.654	440,0	WKA 02 E-115 149,1m NH	Existierend	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1
WKA 03	472.294	5.697.871	433,6	WKA 03 E-115 149,1m NH	Existierend	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1
WKA 04	472.820	5.697.835	430,0	WKA 04 E-115 149,1m NH	Existierend	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1
WKA 05	472.543	5.697.362	444,2	WKA 05 E-115 149,1m NH	Existierend	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1
WKA 06	472.009	5.697.053	450,0	WKA 06 E-115 149,1m NH	Existierend	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1
WKA 07	472.243	5.696.754	436,7	WKA 07 E-115 149,1m NH	Existierend	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1
WKA E-40	471.755	5.698.808	464,5	WKA E-40/5.40/50m NH	Existierend	Nein	ENERCON	E-40/5.40-500	500	40,3	50,0
WKA N-27	474.339	5.696.668	422,5	WKA N-27	Existierend	Nein	NORDEX	N27/150-150/30	150	27,0	40,5
ÖKO 01	472.980	5.697.299	424,6	ÖKO 01 E-115 149,1mNH	Existierend	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1
ÖKO 02	473.261	5.697.698	415,3	ÖKO 02 E-115 149,1mNH	Existierend	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1
ÖKO 03	473.585	5.698.058	384,4	ÖKO 03 E-138 EP3 E3 1...	Existierend	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	160,0
ÖKO 04	473.296	5.698.243	393,9	ÖKO 04 E-138 EP3 E3 1...	Existierend	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	160,0
ÖKO 05	473.004	5.698.541	393,1	ÖKO 05 E-115 149,1mNH	Existierend	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1

Schattenrezeptor

UTM (north)-ETRS89 Zone: 32									
	Ost	Nord	Z	Objektname	Ausrichtung	Länge	Höhe	Höhe über Grund	Winkel
			[m]		[°]	[m]	[m]	[m]	[°]
IP 01	472.523	5.696.181	421,0	IP 01 Nehdener Weg 44, Brilon	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 02	472.488	5.696.079	420,0	IP 02 Nehdener Weg 43, Brilon	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 03 GE Hs.	472.244	5.695.947	422,4	IP 03 GE Hs. Nehdener Weg 41, Brilon	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 04	471.646	5.696.530	416,4	IP 04 Fünf Brücken 3, Brilon	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 05	471.398	5.696.554	410,0	IP 05 Fünf Brücken 2, Brilon	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 06a WA Hs. GM	471.211	5.697.849	446,7	IP 06a WA Hs. GM U. d. Kapelle 28, Brilon	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 06b WA Hs. GM	471.134	5.698.012	447,2	IP 06b WA Hs. GM Wülfter Str. 44, Brilon	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 07a (W) Hs. GM	471.185	5.698.101	450,0	IP 07a (W) Hs. GM Wülfter Str. 27, Brilon	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 09	471.256	5.698.112	450,0	IP 09 Am Kapellenstein 2, Brilon	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 10	471.277	5.698.269	458,2	IP 10 Wülfter Str. 24, Brilon	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 11a WA Hs. GM	470.891	5.698.339	470,0	IP 11a WA Hs. GM Bulsterkop 15, Brilon	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 12	471.271	5.698.460	469,6	IP 12 St.-Anna-Str. 26, Brilon	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 13	471.263	5.698.487	468,6	IP 13 St.-Anna-Str. 24, Brilon	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 14	471.243	5.698.505	467,1	IP 14 St.-Anna-Str. 22, Brilon	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 15	471.039	5.698.946	413,6	IP 15 Im Wenster 21, Brilon	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 16	470.974	5.699.116	398,1	IP 16 Im Wenster 24, Brilon	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 17	472.695	5.699.813	381,7	IP 17 Obere Bahnhofstr. 60, Brilon	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 18a WA Hs. GM	473.122	5.700.181	352,4	IP 18a WA Hs. GM Obere Bahnhofstr. 30, Brilon	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 19a (W) Hs. GM	473.344	5.700.148	352,0	IP 19a (W) Hs. GM Ludgerusstr. 7, Brilon-Alme	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 20	472.982	5.699.401	406,7	IP 20 Ludgerusstr. 55, Brilon	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

Brilon-Wülfte

Lizenzierter Anwender:

reko GmbH & Co. KG

Sander Bruch Str. 10
DE-33106 Paderborn
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

09.01.2026 12:01/4.2.285

BASIS - Projektdaten-Überblick

Berechnung: Projekteinhalte

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

	Ost	Nord	Z	Objektname	Ausrichtung	Länge	Höhe	Höhe über Grund	Winkel
			[m]		[°]	[m]	[m]	[m]	[°]
IP 21	474.030	5.698.743	410,0	IP 21 Zur Hebe 19, Briloon	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 22a WA Hs. GM	474.613	5.698.423	410,0	IP 22a WA Hs. GM Fichtenweg 4, Brilon	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 23	473.620	5.696.992	396,5	IP 23 Zur Heide 30, Brilon	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
IP 24	474.588	5.697.917	399,5	IP 24 In der Grund 2, Brilon	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0

Linien-Objekte

UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

	Ost	Nord	Z	Datei	Zweck
			[m]		
A	472.686	5.697.833	0,0	Y:\WindPRO Data\Projects\Gerlach\Brilon-Wülfte\Höhenmodel\13_10_17 Höhen Wülfte online 50x50 RK.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 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. 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 dem 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 149,1 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 auf Seite 9 der aktuellen LAI Hinweise.

Vorbelastung

Projekt:

Brilon-Wülfte

Lizenzierter Anwender:

reko GmbH & Co. KG

Sander Bruch Str. 10
DE-33106 Paderborn
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

09.01.2026 12:02/4.2.285

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	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

Monatliche Aggregation der met. wahrsch. Reduzierung

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

DHM: Höhenlinien: 13_10_17 Höhen Wülfte online 50x50 RK.wpo (2)

Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

WEA

	WEA-Typ								Schattendaten				
	Ost	Nord	Z	Beschreibung	Ak- tu- ell	Hersteller	Typ	Nenn- leistung	Rotor- durch- messer	NH	Beschatt.- Bereich	U/min	
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]	
WKA 02	472.531	5.698.654	440,0	WKA 02 E-115 149,1...	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4	
WKA 03	472.294	5.697.871	433,6	WKA 03 E-115 149,1...	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4	
WKA 04	472.820	5.697.835	430,0	WKA 04 E-115 149,1...	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4	
WKA 05	472.543	5.697.362	444,2	WKA 05 E-115 149,1...	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4	
WKA 06	472.009	5.697.053	450,0	WKA 06 E-115 149,1...	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4	
WKA 07	472.243	5.696.754	436,7	WKA 07 E-115 149,1...	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4	
WKA N-27	474.339	5.696.668	422,5	WKA N-27	Nein	NORDEX	N27/150-150/30	150	27,0	40,5	2.500	36,0	
ÖKO 01	472.980	5.697.299	424,6	ÖKO 01 E-115 149,1...	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4	
ÖKO 02	473.261	5.697.698	415,3	ÖKO 02 E-115 149,1...	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4	
ÖKO 03	473.585	5.698.058	384,4	ÖKO 03 E-138 EP3 E...	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	160,0	1.686	11,1	
ÖKO 04	473.296	5.698.243	393,9	ÖKO 04 E-138 EP3 E...	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	160,0	1.686	11,1	
ÖKO 05	473.004	5.698.541	393,1	ÖKO 05 E-115 149,1...	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4	

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 Nehdener Weg 44, Brilon	472.523	5.696.181	421,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 02	IP 02 Nehdener Weg 43, Brilon	472.488	5.696.079	420,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 03	GE Hs. IP 03 GE Hs. Nehdener Weg 41, Brilon	472.244	5.695.947	422,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 04	IP 04 Fünf Brücken 3, Brilon	471.646	5.696.530	416,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 05	IP 05 Fünf Brücken 2, Brilon	471.398	5.696.554	410,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 06a	WA Hs. GM IP 06a WA Hs. GM U. d. Kapelle 28, Brilon	471.211	5.697.849	446,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 06b	WA Hs. GM IP 06b WA Hs. GM Wülfter Str. 44, Brilon	471.134	5.698.012	447,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 07a	(W) Hs. GM IP 07a (W) Hs. GM Wülfter Str. 27, Brilon	471.185	5.698.101	450,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 09	IP 09 Am Kapellenstein 2, Brilon	471.256	5.698.112	450,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 10	IP 10 Wülfter Str. 24, Brilon	471.277	5.698.269	458,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 11a	WA Hs. GM IP 11a WA Hs. GM Bulsterkop 15, Brilon	470.891	5.698.339	470,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 12	IP 12 St.-Anna-Str. 26, Brilon	471.271	5.698.460	469,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 13	IP 13 St.-Anna-Str. 24, Brilon	471.263	5.698.487	468,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 14	IP 14 St.-Anna-Str. 22, Brilon	471.243	5.698.505	467,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 15	IP 15 Im Wenster 21, Brilon	471.039	5.698.946	413,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 16	IP 16 Im Wenster 24, Brilon	470.974	5.699.116	398,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 17	IP 17 Obere Bahnhofstr. 60, Brilon	472.695	5.699.813	381,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 18a	WA Hs. GM IP 18a WA Hs. GM Obere Bahnhofstr. 30, Brilon	473.122	5.700.181	352,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

Brilon-Wülfte

Lizenzierte Anwender:

reko GmbH & Co. KG

Sander Bruch Str. 10

DE-33106 Paderborn

+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

09.01.2026 12:02/4.2.285

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 19a (W) Hs. GM IP 19a (W) Hs. GM	Ludgerusstr. 7, Brilon-Alme	473.344	5.700.148	352,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 20 IP 20	Ludgerusstr. 55, Brilon	472.982	5.699.401	406,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 21 IP 21	Zur Hebe 19, Brilon	474.030	5.698.743	410,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 22a WA Hs. GM IP 22a WA Hs. GM	Fichtenweg 4, Brilon	474.613	5.698.423	410,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 23 IP 23	Zur Heide 30, Brilon	473.620	5.696.992	396,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 24 IP 24	In der Grund 2, Brilon	474.588	5.697.917	399,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.		Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattung
			Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schatten- dauer/Tag	Stunden/Jahr
			[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]
	IP 01	IP 01 Nehdener Weg 44, Brilon	0:00	0	0:00	0:00
	IP 02	IP 02 Nehdener Weg 43, Brilon	0:00	0	0:00	0:00
	IP 03	GE Hs. IP 03 GE Hs. Nehdener Weg 41, Brilon	0:00	0	0:00	0:00
		IP 04 IP 04 Fünf Brücken 3, Brilon	57:09	70	1:02	12:35
		IP 05 IP 05 Fünf Brücken 2, Brilon	31:08	67	0:43	7:30
	IP 06a	WA Hs. GM IP 06a WA Hs. GM U. d. Kapelle 28, Brilon	66:21	237	0:30	9:57
	IP 06b	WA Hs. GM IP 06b WA Hs. GM Wülfter Str. 44, Brilon	49:32	180	0:28	7:21
	IP 07a (W)	Hs. GM IP 07a (W) Hs. GM Wülfter Str. 27, Brilon	45:51	160	0:33	7:01
	IP 09	IP 09 Am Kapellenstein 2, Brilon	46:24	160	0:37	7:32
	IP 10	IP 10 Wülfter Str. 24, Brilon	34:21	125	0:37	5:53
	IP 11a	WA Hs. GM IP 11a WA Hs. GM Bulsterkop 15, Brilon	21:00	105	0:22	2:52
	IP 12	IP 12 St.-Anna-Str. 26, Brilon	30:50	139	0:23	4:49
	IP 13	IP 13 St.-Anna-Str. 24, Brilon	28:40	128	0:23	4:27
	IP 14	IP 14 St.-Anna-Str. 22, Brilon	27:56	127	0:22	4:17
	IP 15	IP 15 Im Wenster 21, Brilon	13:43	65	0:17	1:45
	IP 16	IP 16 Im Wenster 24, Brilon	11:36	57	0:16	1:21
	IP 17	IP 17 Obere Bahnhofstr. 60, Brilon	0:00	0	0:00	0:00
	IP 18a	WA Hs. GM IP 18a WA Hs. GM Obere Bahnhofstr. 30, Brilon	0:00	0	0:00	0:00
	IP 19a (W)	Hs. GM IP 19a (W) Hs. GM Ludgerusstr. 7, Brilon-Alme	0:00	0	0:00	0:00
		IP 20 IP 20 Ludgerusstr. 55, Brilon	36:05	78	0:32	3:54
	IP 21	IP 21 Zur Hebe 19, Brilon	102:02	184	0:53	14:08
	IP 22a	WA Hs. GM IP 22a WA Hs. GM Fichtenweg 4, Brilon	38:27	140	0:31	6:42
		IP 23 IP 23 Zur Heide 30, Brilon	45:01	151	0:34	8:40
	IP 24	IP 24 In der Grund 2, Brilon	49:59	131	0:49	9:57

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[h/a]	[h/a]
WKA 02 WKA 02	E-115 149,1m NH	103:17	18:22
WKA 03 WKA 03	E-115 149,1m NH	72:56	11:08
WKA 04 WKA 04	E-115 149,1m NH	35:31	5:45
WKA 05 WKA 05	E-115 149,1m NH	58:35	9:05
WKA 06 WKA 06	E-115 149,1m NH	54:33	5:17
WKA 07 WKA 07	E-115 149,1m NH	90:28	17:15
WKA N-27 WKA N-27		1:10	0:11
ÖKO 01 ÖKO 01	E-115 149,1mNH	60:16	11:25
ÖKO 02 ÖKO 02	E-115 149,1mNH	29:15	4:09
ÖKO 03 ÖKO 03	E-138 EP3 E3 160m NH	77:14	11:06
ÖKO 04 ÖKO 04	E-138 EP3 E3 160m NH	45:54	8:27
ÖKO 05 ÖKO 05	E-115 149,1mNH	31:12	6:04

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

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 diversen Immissionspunkten bereits Überschreitungen der Richtwerte verursachen und daher bereits mit einem Schattenwurfabschaltmodul ausgestattet sein müssten.

Verursacht die neue, hier untersuchte Anlage an diesen Rezeptoren ebenfalls Schattenwurf, muss die neue WEA sofort abgeschaltet werden.

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

Zusatzbelastung

Projekt:

Brilon-Wülfte

Lizenzierter Anwender:

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

Berechnet:

06.01.2025 13:41/3.6.377

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) [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: 13_10_17 Höhen Wülfte online 50x50 m

Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:

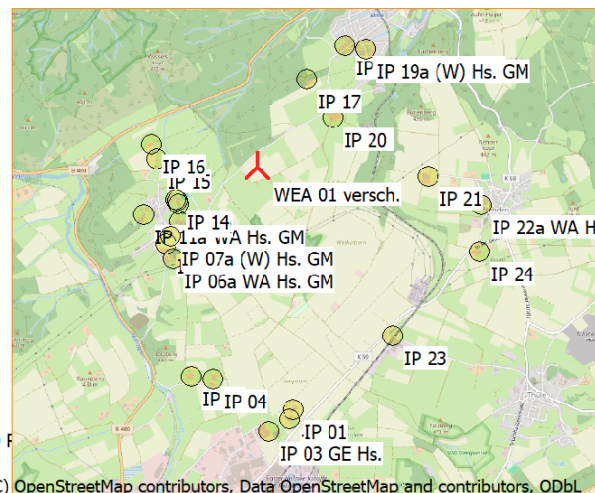
UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ	Ak- tu- ell	Hersteller	Typ	Nenn- leistung	Rotor- durch- messer	Naben- höhe	Schattendaten Beschatt.- Bereich	U/min
									[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
WEA 01 versch.	472.146	5.698.850	456,0	WEA 01 E-175 E...	Ja		ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.737	8,8

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IP 01	IP 01 Nehdener Weg 44, Brilon	472.523	5.696.181	421,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 02	IP 02 Nehdener Weg 43, Brilon	472.488	5.696.079	420,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 03	GE Hs. IP 03 GE Hs. Nehdener Weg 41, Brilon	472.244	5.695.947	422,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 04	IP 04 Fünf Brücken 3, Brilon	471.646	5.696.530	416,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 05	IP 05 Fünf Brücken 2, Brilon	471.398	5.696.554	410,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 06a	WA Hs. GM IP 06a WA Hs. GM U. d. Kapelle 28, Brilon	471.211	5.697.849	446,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 06b	WA Hs. GM IP 06b WA Hs. GM Wülfter Str. 44, Brilon	471.134	5.698.012	447,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 07a	(W) Hs. GM IP 07a (W) Hs. GM Wülfter Str. 27, Brilon	471.185	5.698.101	450,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 09	IP 09 Am Kapellenstein 2, Brilon	471.256	5.698.112	450,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 10	IP 10 Wülfter Str. 24, Brilon	471.277	5.698.269	458,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 11a	WA Hs. GM IP 11a WA Hs. GM Bulsterkop 15, Brilon	470.891	5.698.339	470,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 12	IP 12 St.-Anna-Str. 26, Brilon	471.271	5.698.460	469,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 13	IP 13 St.-Anna-Str. 24, Brilon	471.263	5.698.487	468,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 14	IP 14 St.-Anna-Str. 22, Brilon	471.243	5.698.505	467,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 15	IP 15 Im Wenster 21, Brilon	471.039	5.698.946	413,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 16	IP 16 Im Wenster 24, Brilon	470.974	5.699.116	398,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 17	IP 17 Obere Bahnhofstr. 60, Brilon	472.695	5.699.813	381,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 18a	WA Hs. GM IP 18a WA Hs. GM Obere Bahnhofstr. 30, Brilon	473.122	5.700.181	352,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 19a	(W) Hs. GM IP 19a (W) Hs. GM Ludgerusstr. 7, Brilon-Alme	473.344	5.700.148	352,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 20	IP 20 Ludgerusstr. 55, Brilon	472.982	5.699.401	406,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 21	IP 21 Zur Hebe 19, Brilon	474.030	5.698.743	410,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 22a	WA Hs. GM IP 22a WA Hs. GM Fichtenweg 4, Brilon	474.613	5.698.423	410,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 23	IP 23 Zur Heide 30, Brilon	473.620	5.696.992	396,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 24	IP 24 In der Grund 2, Brilon	474.588	5.697.917	399,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0



Projekt:

Brilon-Wülfte

Lizenziierter Anwender:

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

Berechnet:

06.01.2025 13:41/3.6.377

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattung
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schatten- dauer/Tag	Stunden/Jahr
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]
	IP 01 IP 01 Nehdener Weg 44, Brilon	0:00	0	0:00	0:00
	IP 02 IP 02 Nehdener Weg 43, Brilon	0:00	0	0:00	0:00
	IP 03 GE Hs. IP 03 GE Hs. Nehdener Weg 41, Brilon	0:00	0	0:00	0:00
	IP 04 IP 04 Fünf Brücken 3, Brilon	0:00	0	0:00	0:00
	IP 05 IP 05 Fünf Brücken 2, Brilon	0:00	0	0:00	0:00
	IP 06a WA Hs. GM IP 06a WA Hs. GM U. d. Kapelle 28, Brilon	0:00	0	0:00	0:00
	IP 06b WA Hs. GM IP 06b WA Hs. GM Wülfter Str. 44, Brilon	0:00	0	0:00	0:00
	IP 07a (W) Hs. GM IP 07a (W) Hs. GM Wülfter Str. 27, Brilon	0:00	0	0:00	0:00
	IP 09 IP 09 Am Kapellenstein 2, Brilon	0:00	0	0:00	0:00
	IP 10 IP 10 Wülfter Str. 24, Brilon	7:35	27	0:21	1:34
	IP 11a WA Hs. GM IP 11a WA Hs. GM Bulsterkop 15, Brilon	26:03	67	0:31	6:23
	IP 12 IP 12 St.-Anna-Str. 26, Brilon	60:33	92	0:45	13:54
	IP 13 IP 13 St.-Anna-Str. 24, Brilon	63:41	98	0:45	14:42
	IP 14 IP 14 St.-Anna-Str. 22, Brilon	63:33	104	0:44	14:45
	IP 15 IP 15 Im Wenster 21, Brilon	21:25	46	0:35	3:56
	IP 16 IP 16 Im Wenster 24, Brilon	17:47	41	0:33	2:50
	IP 17 IP 17 Obere Bahnhofstr. 60, Brilon	45:39	81	0:38	4:55
	IP 18a WA Hs. GM IP 18a WA Hs. GM Obere Bahnhofstr. 30, Brilon	25:58	68	0:26	2:48
	IP 19a (W) Hs. GM IP 19a (W) Hs. GM Ludgerusstr. 7, Brilon-Alme	0:00	0	0:00	0:00
	IP 20 IP 20 Ludgerusstr. 55, Brilon	28:07	54	0:40	5:06
	IP 21 IP 21 Zur Hebe 19, Brilon	0:00	0	0:00	0:00
	IP 22a WA Hs. GM IP 22a WA Hs. GM Fichtenweg 4, Brilon	0:00	0	0:00	0:00
	IP 23 IP 23 Zur Heide 30, Brilon	0:00	0	0:00	0:00
	IP 24 IP 24 In der Grund 2, Brilon	0:00	0	0:00	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[h/a]	[h/a]
	WEA 01 versch. WEA 01 E-175 EP5 162mNH	227:07	39:59

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 11a – IP 17 sowie IP 20 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:

Brilon-Wülfte

Lizenzierter Anwender:

reko GmbH & Co. KG

Sander Bruch Str. 10
DE-33106 Paderborn
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

09.01.2026 12:03/4.2.285

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 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

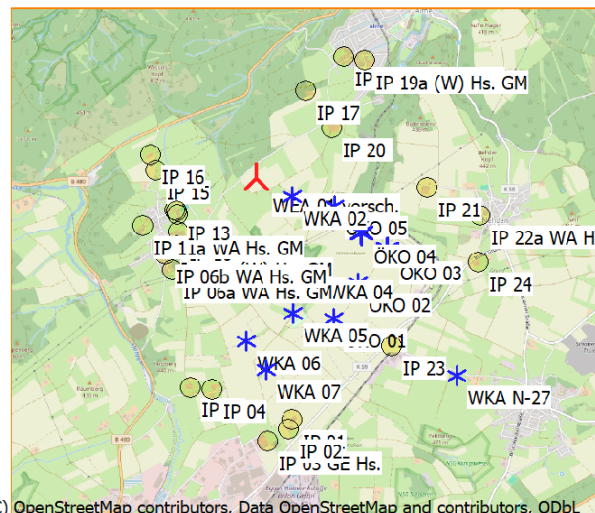
Monatliche Aggregation der met. wahrsch. Reduzierung

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

DHM: Höhenlinien: 13_10_17 Höhen Wülfte online 50x50 RK.wpo (2)
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 32



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

Maßstab 1:75.000
Neue WEA Existierende WEA Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Schattendaten				
					Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	NH	Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
WEA 01 versch.	472.146	5.698.850	456,0	WEA 01 E-175 E...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.737	-
WKA 02	472.531	5.698.654	440,0	WKA 02 E-115 ...	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4
WKA 03	472.294	5.697.871	433,6	WKA 03 E-115 ...	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4
WKA 04	472.820	5.697.835	430,0	WKA 04 E-115 ...	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4
WKA 05	472.543	5.697.362	444,2	WKA 05 E-115 ...	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4
WKA 06	472.009	5.697.053	450,0	WKA 06 E-115 ...	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4
WKA 07	472.243	5.696.754	436,7	WKA 07 E-115 ...	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4
WKA N-27	474.339	5.696.668	422,5	WKA N-27	Nein	NORDEX	N27/150-150/30	150	27,0	40,5	2.500	36,0
ÖKO 01	472.980	5.697.299	424,6	ÖKO 01 E-115 ...	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4
ÖKO 02	473.261	5.697.698	415,3	ÖKO 02 E-115 ...	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4
ÖKO 03	473.585	5.698.058	384,4	ÖKO 03 E-138 ...	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	160,0	1.686	11,1
ÖKO 04	473.296	5.698.243	393,9	ÖKO 04 E-138 ...	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	160,0	1.686	11,1
ÖKO 05	473.004	5.698.541	393,1	ÖKO 05 E-115 ...	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4

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 Nehdener Weg 44, Brilon	472.523	5.696.181	421,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 02	IP 02 Nehdener Weg 43, Brilon	472.488	5.696.079	420,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 03	GE Hs. IP 03 GE Hs. Nehdener Weg 41, Brilon	472.244	5.695.947	422,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 04	IP 04 Fünf Brücken 3, Brilon	471.646	5.696.530	416,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 05	IP 05 Fünf Brücken 2, Brilon	471.398	5.696.554	410,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 06a	WA Hs. GM IP 06a WA Hs. GM U. d. Kapelle 28, Brilon	471.211	5.697.849	446,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 06b	WA Hs. GM IP 06b WA Hs. GM Wülfter Str. 44, Brilon	471.134	5.698.012	447,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 07a	(W) Hs. GM IP 07a (W) Hs. GM Wülfter Str. 27, Brilon	471.185	5.698.101	450,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 09	IP 09 Am Kapellenstein 2, Brilon	471.256	5.698.112	450,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 10	IP 10 Wülfter Str. 24, Brilon	471.277	5.698.269	458,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 11a	WA Hs. GM IP 11a WA Hs. GM Bulsterkop 15, Brilon	470.891	5.698.339	470,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 12	IP 12 St.-Anna-Str. 26, Brilon	471.271	5.698.460	469,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 13	IP 13 St.-Anna-Str. 24, Brilon	471.263	5.698.487	468,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 14	IP 14 St.-Anna-Str. 22, Brilon	471.243	5.698.505	467,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 15	IP 15 Im Wenster 21, Brilon	471.039	5.698.946	413,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 16	IP 16 Im Wenster 24, Brilon	470.974	5.699.116	398,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

Brilon-Wülfte

Lizenzierter Anwender:

reko GmbH & Co. KG

Sander Bruch Str. 10

DE-33106 Paderborn

+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

09.01.2026 12:03/4.2.285

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 17	IP 17 Obere Bahnhofstr. 60, Brilon	472.695	5.699.813	381,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 18a	WA Hs. GM IP 18a WA Hs. GM Obere Bahnhofstr. 30, Brilon	473.122	5.700.181	352,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 19a	(W) Hs. GM IP 19a (W) Hs. GM Ludgerusstr. 7, Brilon-Alme	473.344	5.700.148	352,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 20	IP 20 Ludgerusstr. 55, Brilon	472.982	5.699.401	406,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 21	IP 21 Zur Hebe 19, Brilon	474.030	5.698.743	410,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 22a	WA Hs. GM IP 22a WA Hs. GM Fichtenweg 4, Brilon	474.613	5.698.423	410,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 23	IP 23 Zur Heide 30, Brilon	473.620	5.696.992	396,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IP 24	IP 24 In der Grund 2, Brilon	474.588	5.697.917	399,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		met. wahrsch. Beschattung	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schatten- dauer/Tag	Stunden/Jahr
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]
IP 01	IP 01 Nehdener Weg 44, Brilon	0:00	0	0:00	0:00
IP 02	IP 02 Nehdener Weg 43, Brilon	0:00	0	0:00	0:00
IP 03	GE Hs. IP 03 GE Hs. Nehdener Weg 41, Brilon	0:00	0	0:00	0:00
IP 04	IP 04 Fünf Brücken 3, Brilon	57:09	70	1:02	12:35
IP 05	IP 05 Fünf Brücken 2, Brilon	31:08	67	0:43	7:30
IP 06a	WA Hs. GM IP 06a WA Hs. GM U. d. Kapelle 28, Brilon	66:21	237	0:30	9:57
IP 06b	WA Hs. GM IP 06b WA Hs. GM Wülfter Str. 44, Brilon	49:32	180	0:28	7:21
IP 07a	(W) Hs. GM IP 07a (W) Hs. GM Wülfter Str. 27, Brilon	45:51	160	0:33	7:01
IP 09	IP 09 Am Kapellenstein 2, Brilon	46:24	160	0:37	7:32
IP 10	IP 10 Wülfter Str. 24, Brilon	41:56	152	0:37	7:27
IP 11a	WA Hs. GM IP 11a WA Hs. GM Bulsterkop 15, Brilon	47:03	172	0:31	9:16
IP 12	IP 12 St.-Anna-Str. 26, Brilon	91:23	231	0:45	18:43
IP 13	IP 13 St.-Anna-Str. 24, Brilon	92:21	226	0:45	19:10
IP 14	IP 14 St.-Anna-Str. 22, Brilon	91:29	231	0:44	19:03
IP 15	IP 15 Im Wenster 21, Brilon	35:08	111	0:35	5:42
IP 16	IP 16 Im Wenster 24, Brilon	28:43	93	0:33	4:05
IP 17	IP 17 Obere Bahnhofstr. 60, Brilon	45:39	81	0:38	4:55
IP 18a	WA Hs. GM IP 18a WA Hs. GM Obere Bahnhofstr. 30, Brilon	25:58	68	0:26	2:48
IP 19a	(W) Hs. GM IP 19a (W) Hs. GM Ludgerusstr. 7, Brilon-Alme	0:00	0	0:00	0:00
IP 20	IP 20 Ludgerusstr. 55, Brilon	64:12	132	0:40	9:01
IP 21	IP 21 Zur Hebe 19, Brilon	102:02	184	0:53	14:08
IP 22a	WA Hs. GM IP 22a WA Hs. GM Fichtenweg 4, Brilon	38:27	140	0:31	6:42
IP 23	IP 23 Zur Heide 30, Brilon	45:01	151	0:34	8:40
IP 24	IP 24 In der Grund 2, Brilon	49:59	131	0:49	9:57

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[h/a]	[h/a]
WEA 01	versch. WEA 01 E-175 EP5 162mNH	227:07	39:59
WKA 02	WKA 02 E-115 149,1m NH	103:17	18:22
WKA 03	WKA 03 E-115 149,1m NH	72:56	11:08
WKA 04	WKA 04 E-115 149,1m NH	35:31	5:45
WKA 05	WKA 05 E-115 149,1m NH	58:35	9:05
WKA 06	WKA 06 E-115 149,1m NH	54:33	5:17
WKA 07	WKA 07 E-115 149,1m NH	90:28	17:15
WKA N-27	WKA N-27	1:10	0:11
ÖKO 01	ÖKO 01 E-115 149,1mNH	60:16	11:25
ÖKO 02	ÖKO 02 E-115 149,1mNH	29:15	4:09
ÖKO 03	ÖKO 03 E-138 EP3 E3 160m NH	77:14	11:06
ÖKO 04	ÖKO 04 E-138 EP3 E3 160m NH	45:54	8:27
ÖKO 05	ÖKO 05 E-115 149,1mNH	31:12	6:04

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

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.

Karte ISO Schattenwurflinien Gesamtbelastung (nicht maßstabsgetreu)

Projekt:

Brilon-Wülfe

Lizenzierter Anwender:

reko GmbH & Co. KG

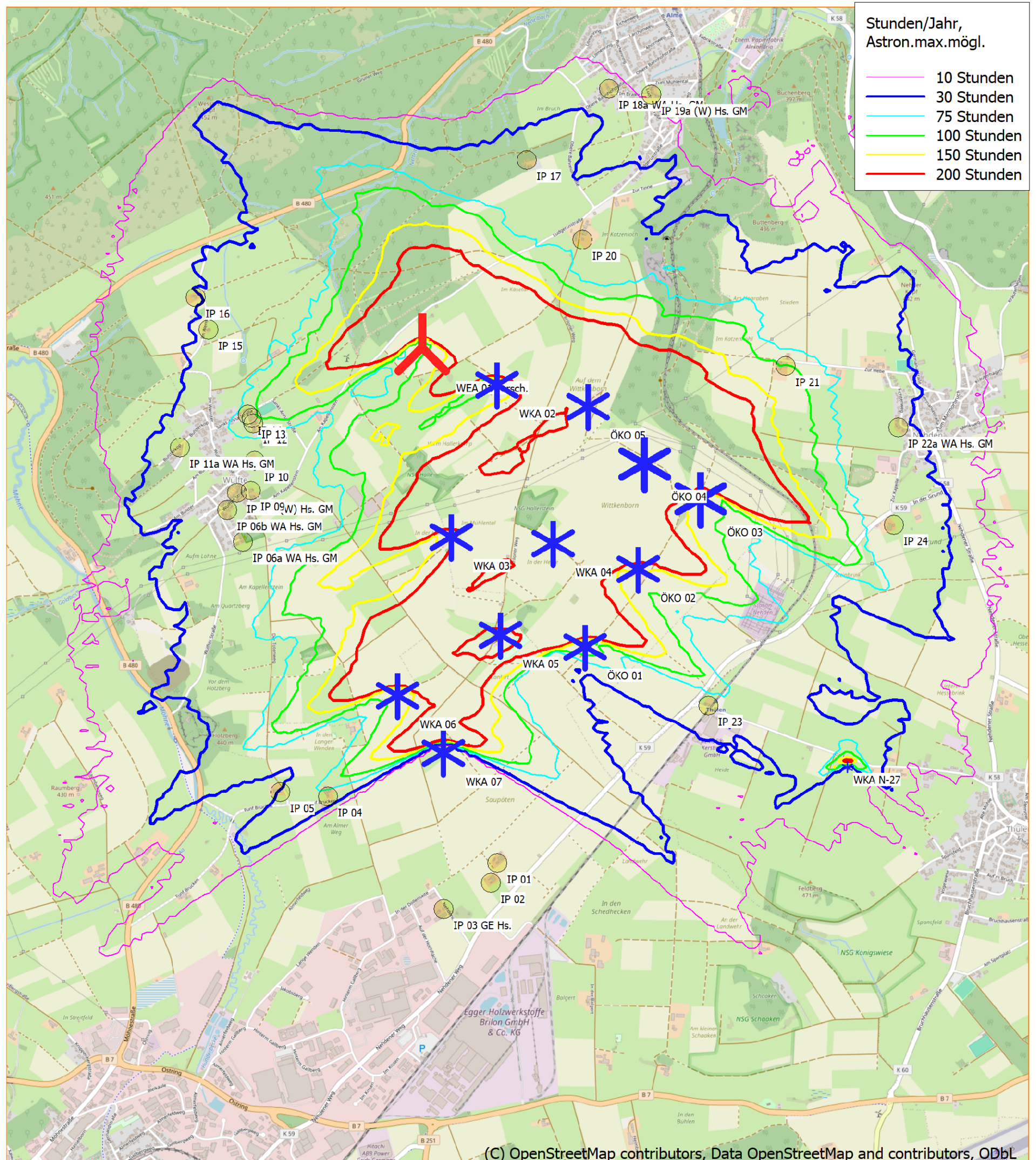
Sander Bruch Str. 10
DE-33106 Paderborn
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

09.01.2026 12:08/4.2.285

SHADOW - Karte

Berechnung: Gesamtbelastung



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

0 250 500 750 1000m

Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:20.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 472.710 Nord: 5.697.780

Neue WEA Existierende WEA Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: 13_10_17 Höhen Wülfe online 50x50 RK.wpo (2)

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 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 geplante ENERCON-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 in der Gesamtübersichtskarte und in der Detailkarte eingezeichneten Punkte. Es handelt sich im Einzelnen um die nicht fortlaufend nummerierten Punkte IP 01 – IP 24, 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° 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 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 neue, hier beurteilte Anlage an den Rezeptoren IP 11a – IP 17 sowie IP 20 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 die untersuchten Standorte, die in dem Kapitel Projekteinhalte genau beschrieben sind und gelten nur für die in Betracht gezogenen Anlagentypen, mit entsprechenden Rordurchmessern, 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)**

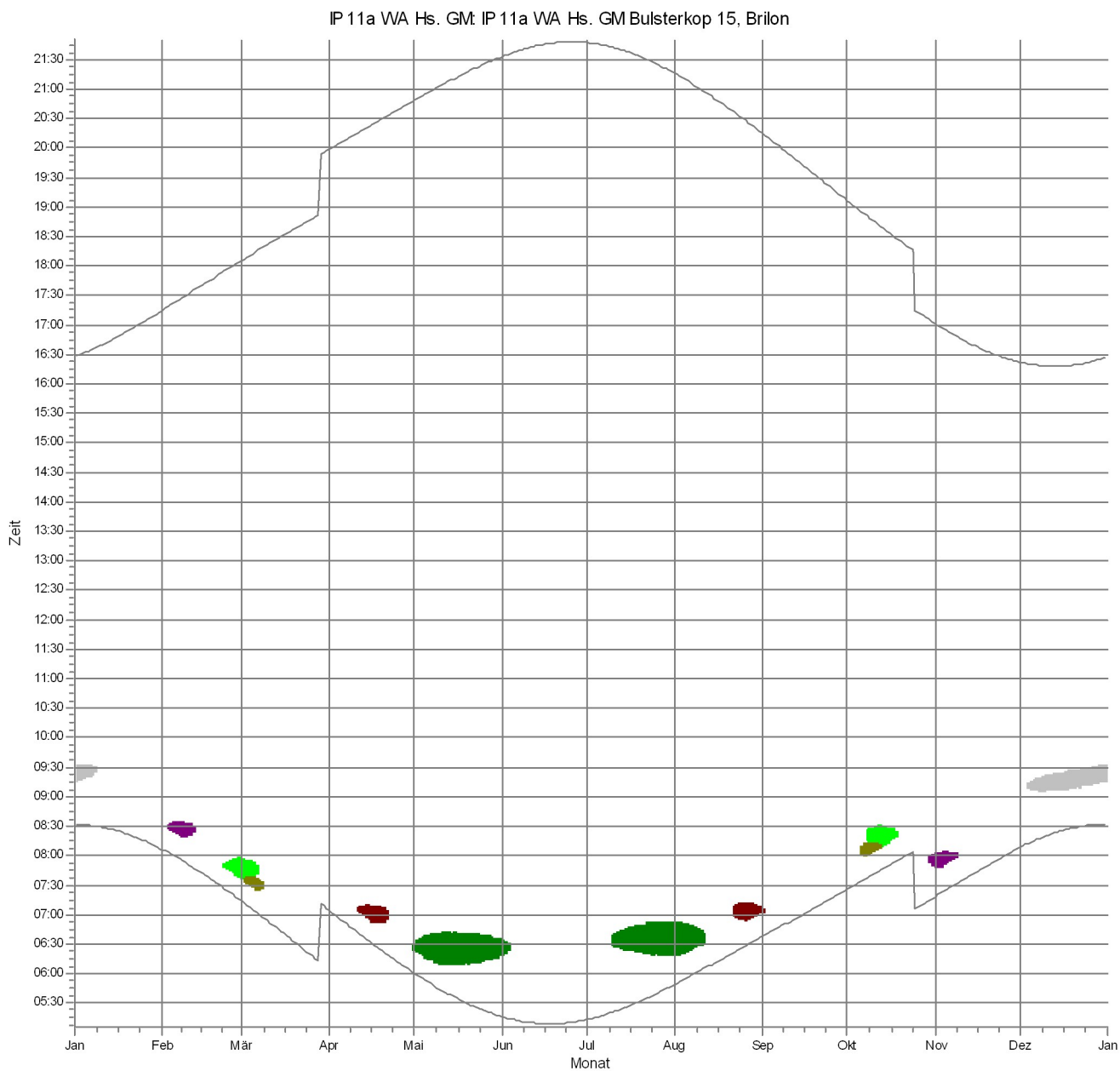


Stand 23.01.2020

Seite 1 von 11

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



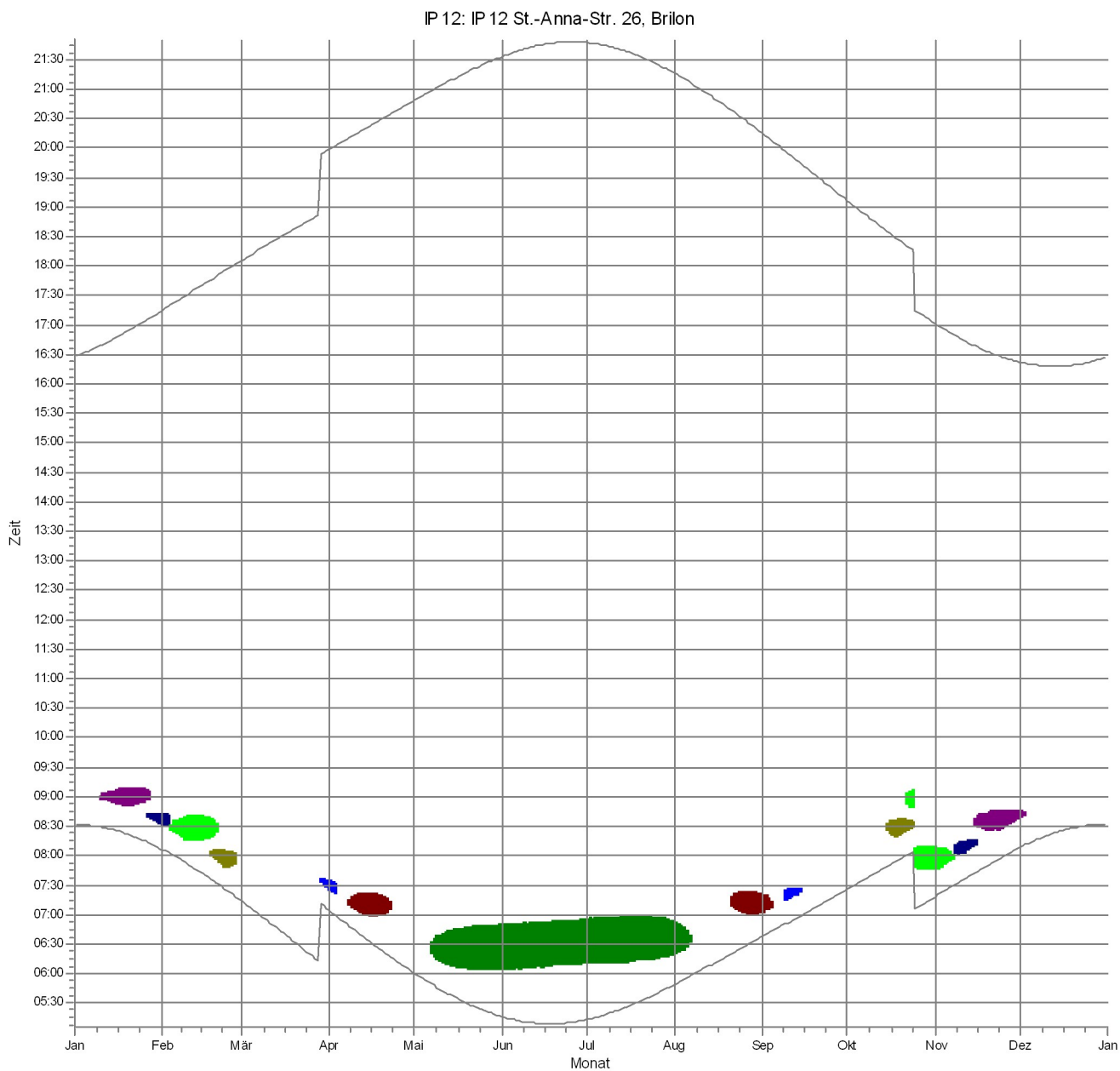
WEA

WEA 01 versch.: WEA 01 E-175 EP5 162mNH
WKA 02: WKA 02 E-115 149,1m NH
WKA 03: WKA 03 E-115 149,1m NH

WKA 04: WKA 04 E-115 149,1m NH
WKA 05: WKA 05 E-115 149,1m NH
WKA 06: WKA 06 E-115 149,1m NH

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: IP 12 - IP 12 St.-Anna-Str. 26, Brilon



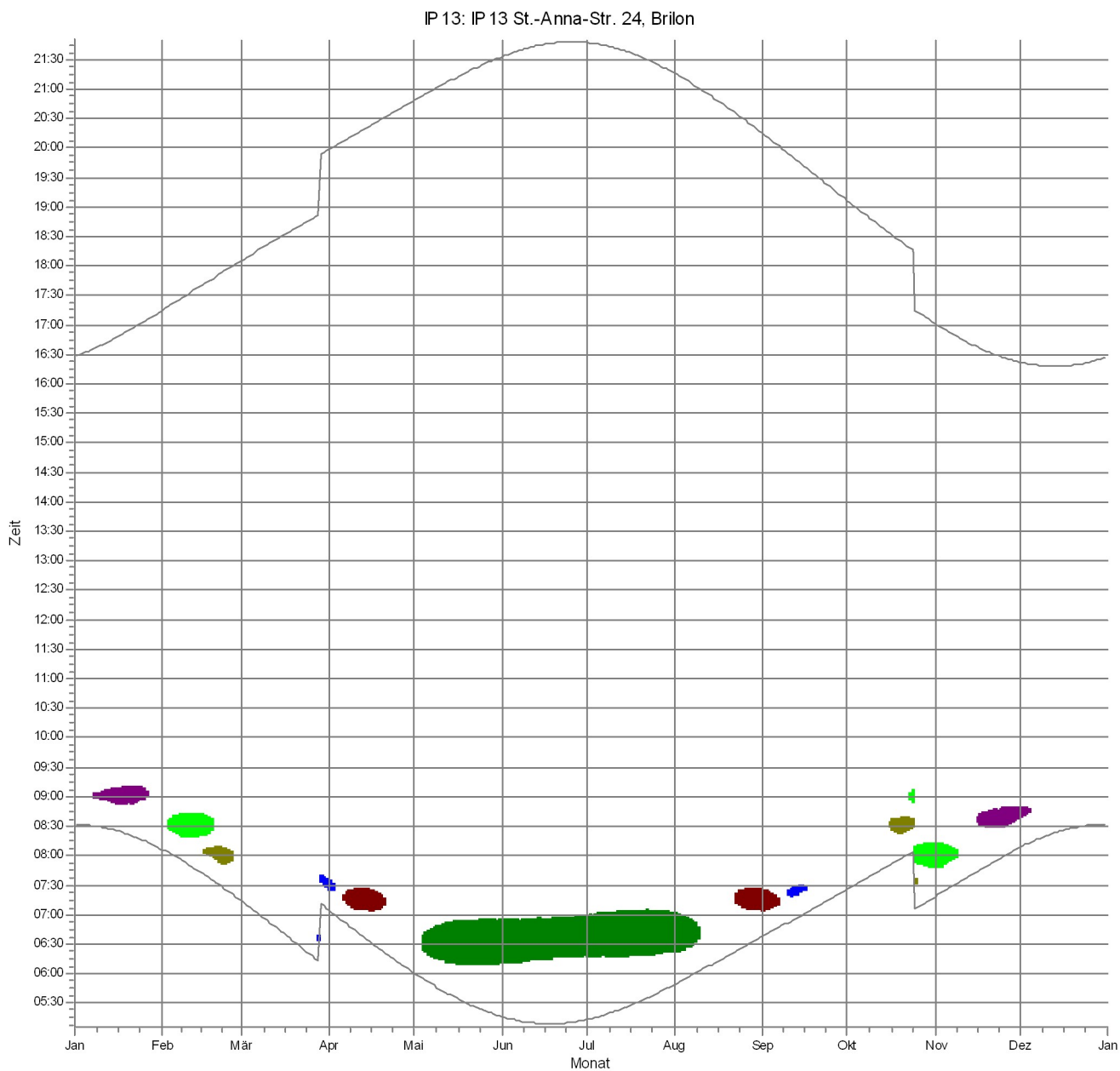
WEA

WEA 01 versch.: WEA 01 E-175 EP5 162mNH
 ÖKO 05: ÖKO 05 E-115 149,1mNH
 ÖKO 01: ÖKO 01 E-115 149,1mNH
 WKA 02: WKA 02 E-115 149,1m NH

WKA 03: WKA 03 E-115 149,1m NH
 WKA 04: WKA 04 E-115 149,1m NH
 WKA 05: WKA 05 E-115 149,1m NH

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: IP 13 - IP 13 St.-Anna-Str. 24, Brilon



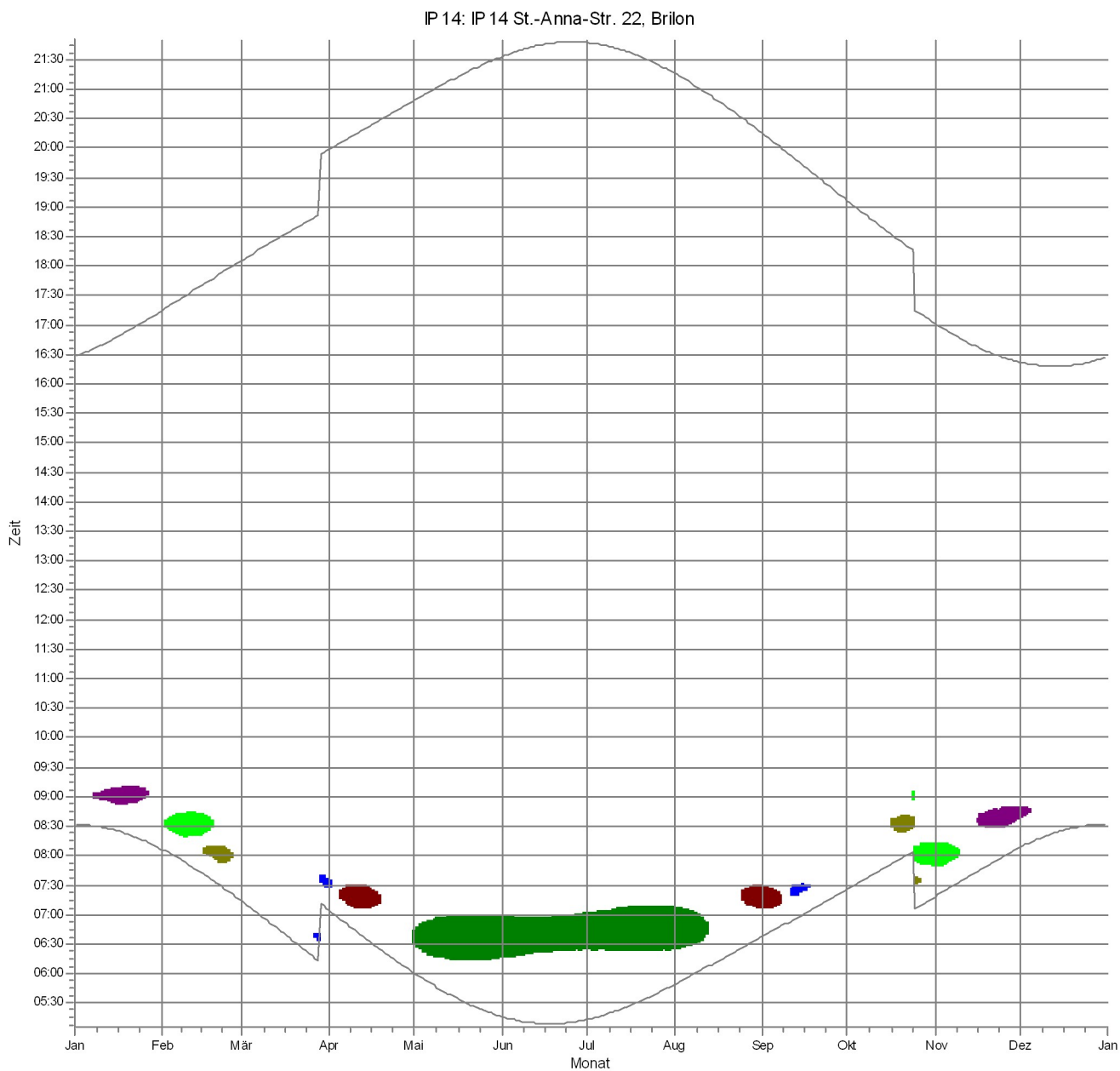
WEA

WEA 01 versch.: WEA 01 E-175 EP5 162mNH
 ÖKO 05: ÖKO 05 E-115 149,1mNH
 WKA 02: WKA 02 E-115 149,1mNH

WKA 03: WKA 03 E-115 149,1m NH
 WKA 04: WKA 04 E-115 149,1m NH
 WKA 05: WKA 05 E-115 149,1m NH

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: IP 14 - IP 14 St.-Anna-Str. 22, Brilon



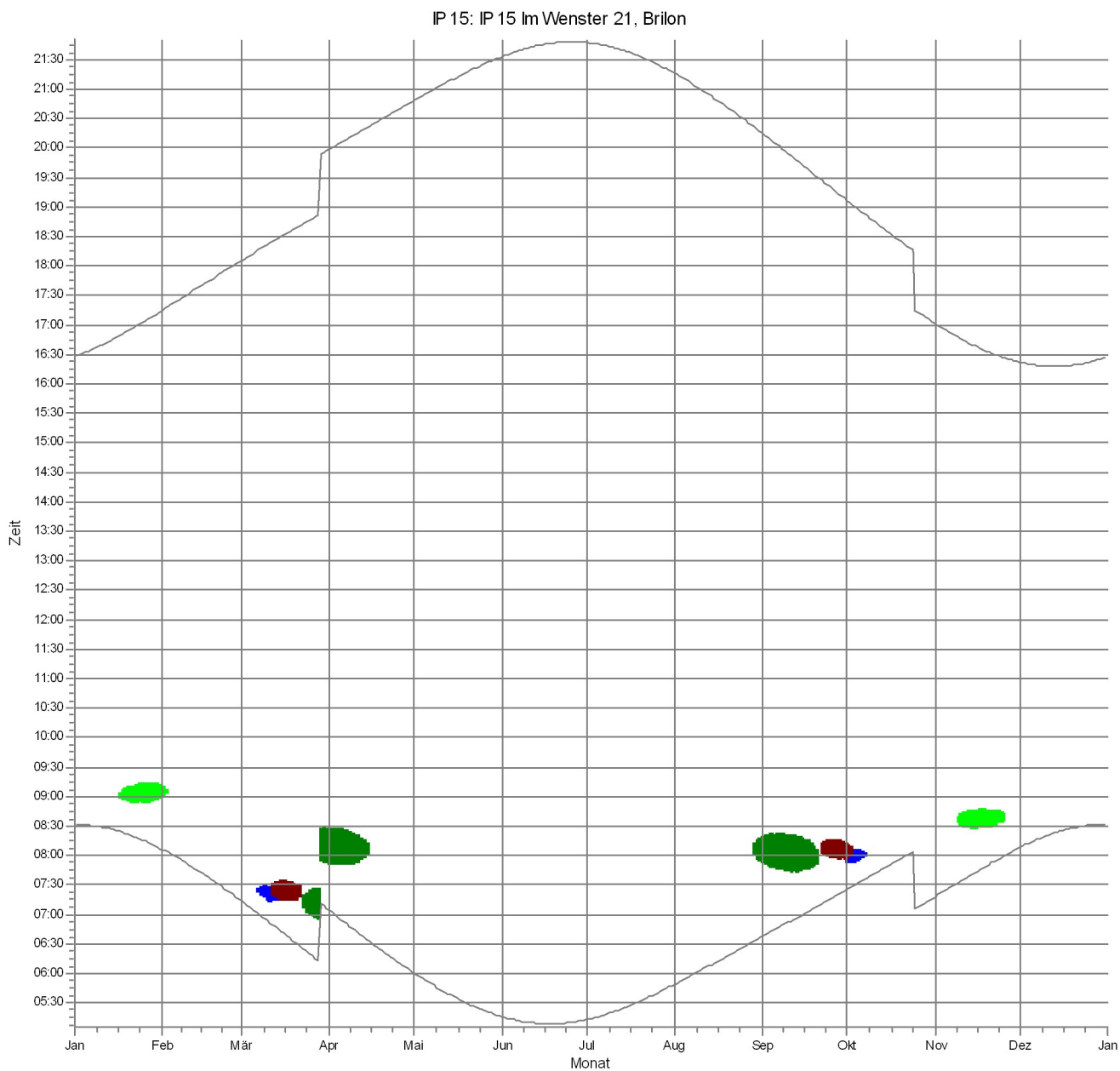
WEA

WEA 01 versch.: WEA 01 E-175 EP5 162mNH
ÖKO 05: ÖKO 05 E-115 149,1mNH
WKA 02: WKA 02 E-115 149,1m NH

WKA 03: WKA 03 E-115 149,1m NH
WKA 04: WKA 04 E-115 149,1m NH
WKA 05: WKA 05 E-115 149,1m NH

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: IP 15 - IP 15 Im Wenster 21, Brilon



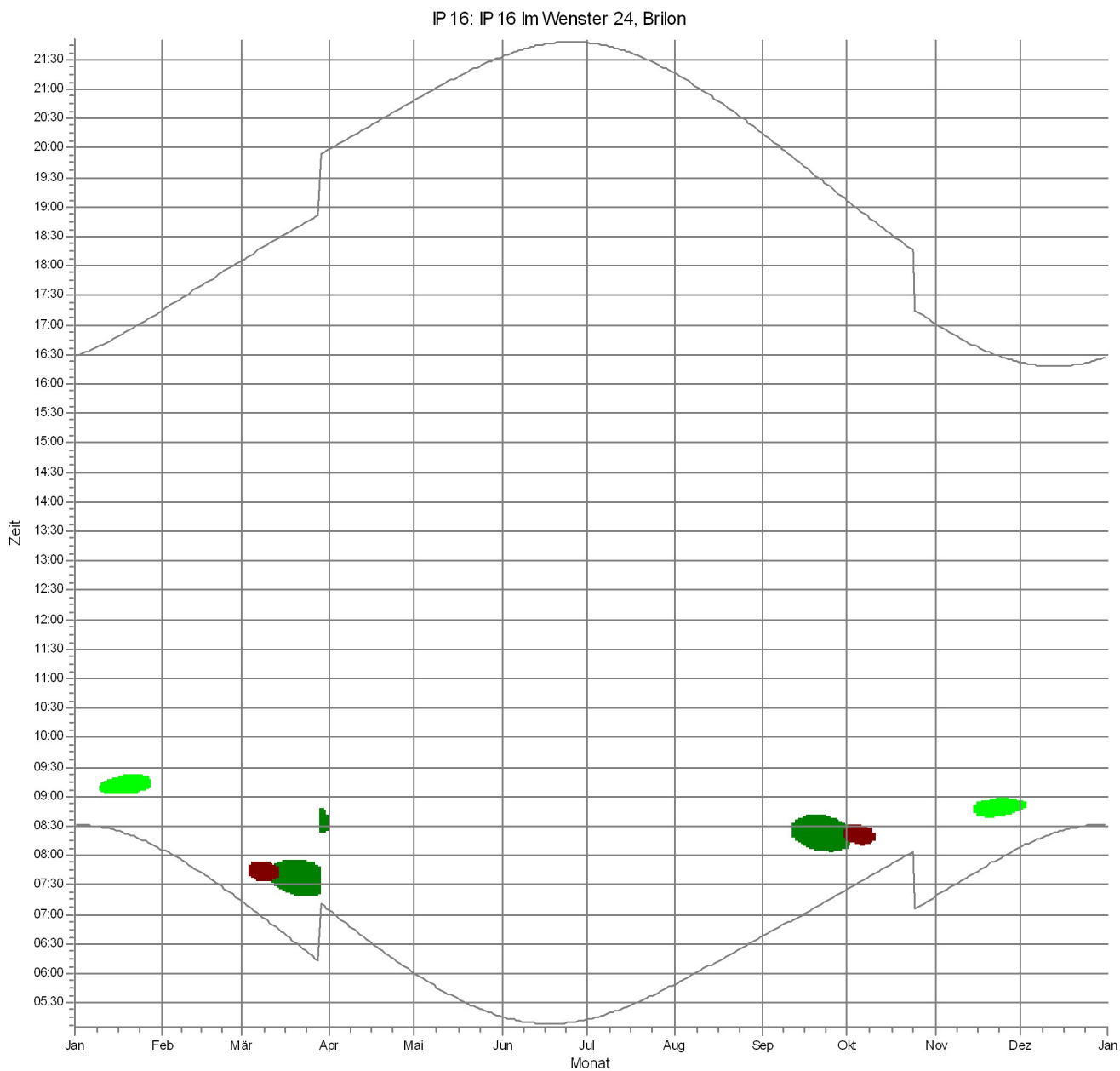
WEA

WEA 01 versch.: WEA 01 E-175 EP5 162mNH
ÖKO 05: ÖKO 05 E-115 149,1mNH

WKA 02: WKA 02 E-115 149,1m NH
WKA 03: WKA 03 E-115 149,1m NH

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: IP 16 - IP 16 Im Wenster 24, Brilon



WEA

WEA 01 versch.: WEA 01 E-175 EP5 162mNH
WKA 02: WKA 02 E-115 149,1m NH

WKA 03: WKA 03 E-115 149,1m NH

Projekt:

Anhang 2: Grafischer Kalender

Lizenzierter Anwender:

reko GmbH & Co. KG

Sander Bruch Str. 10
DE-33106 Paderborn
+49 (0) 5254/9528129

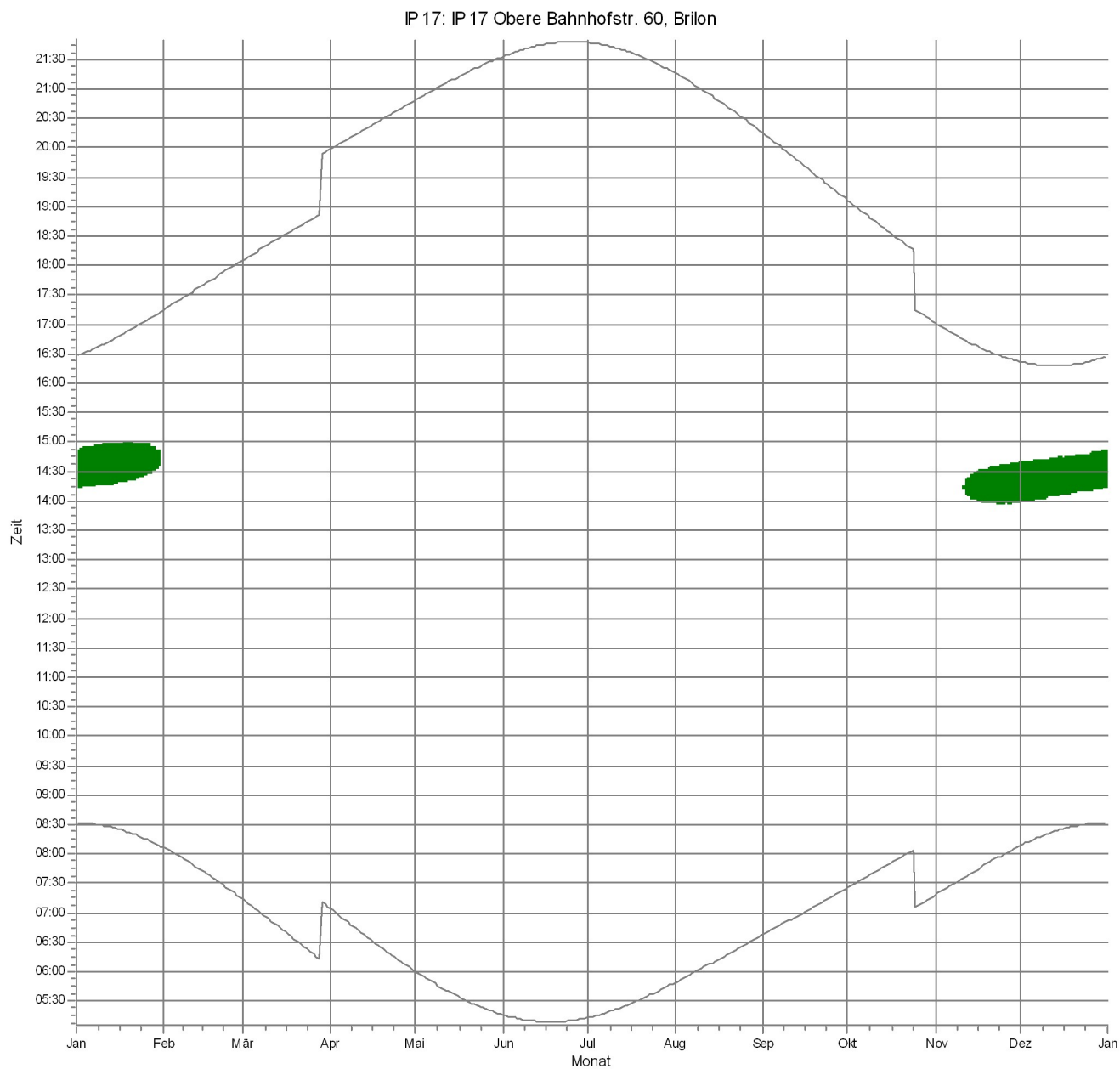


Berechnet:

09.01.2026 12:08/4.2.285

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: IP 17 - IP 17 Obere Bahnhofstr. 60, Brilon



WEA

WEA 01 versch.: WEA 01 E-175 EP5 162mNH

Projekt:

Anhang 2: Grafischer Kalender

Lizenzierter Anwender:

reko GmbH & Co. KG

Sander Bruch Str. 10
DE-33106 Paderborn
+49 (0) 5254/9528129

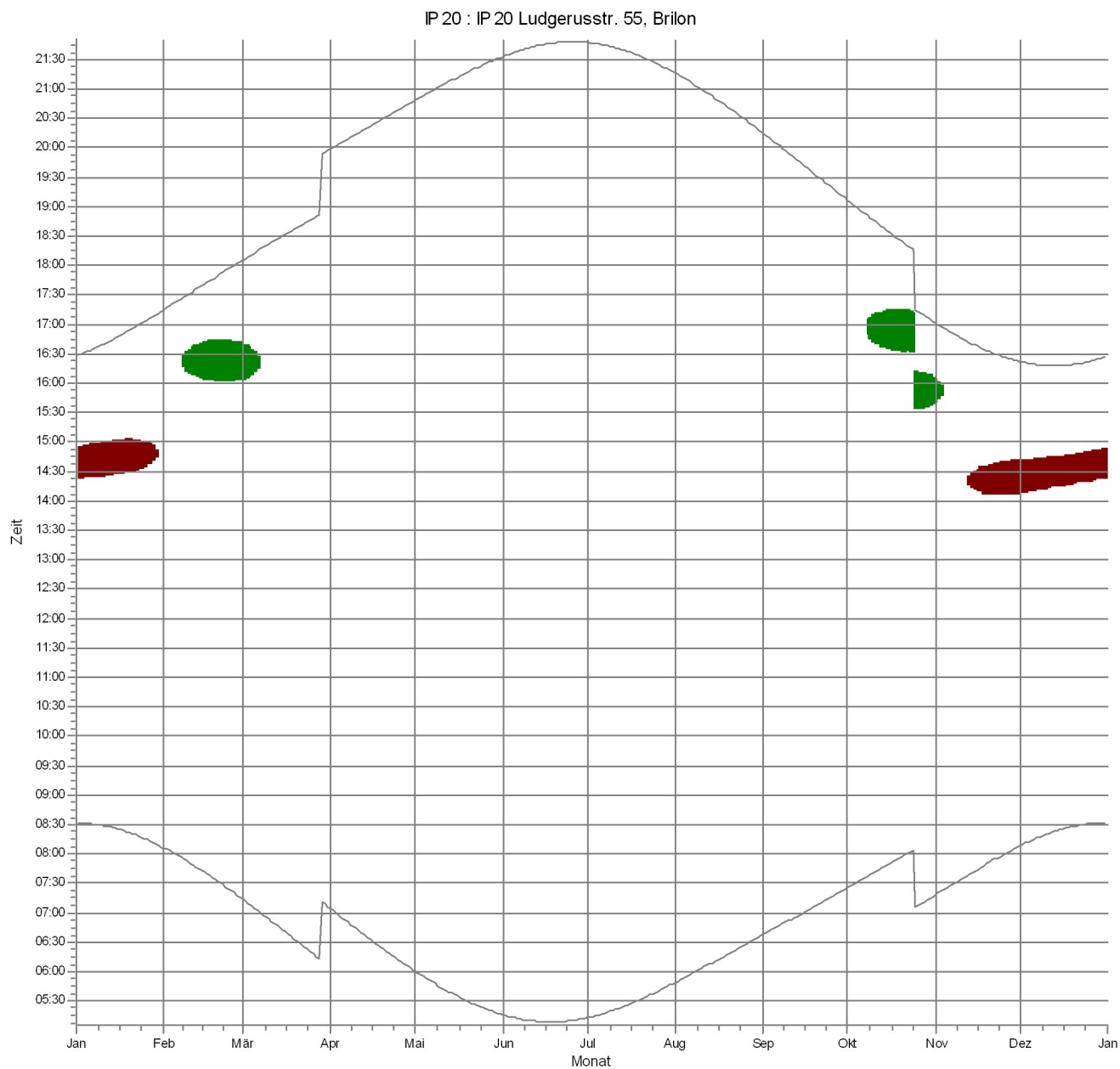


Berechnet:

09.01.2026 12:08/4.2.285

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



WEA



WEA 01 versch.: WEA 01 E-175 EP5 162mNH



WKA 02: WKA 02 E-115 149,1m NH

Projekt:

Anhang 3: Detaillierter Kalender

Lizenzierter Anwender:

reko GmbH & Co. KG

Sander Bruch Str. 10
DE-33106 Paderborn
+49 (0) 5254/9528129



Berechnet:

09.01.2026 12:08/4.2.285

SHADOW - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Gesamtbelastung

Maximal, Stunden/Jahr [h/a]

Rezeptor	WEA WEA 01 versch.	WKA 02	WKA 03	WKA 04	WKA 05	WKA 06	WKA 07	WKA N-27	ÖKO 01	ÖKO 02	ÖKO 03	ÖKO 04	ÖKO 05	Gesamt
IP 01	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
IP 02	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
IP 03 GE Hs.	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
IP 04	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	41:52	0:00	15:17	0:00	0:00	0:00	0:00	57:09
IP 05	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	23:26	0:00	7:42	0:00	0:00	0:00	0:00	31:08
IP 06a WA Hs. GM	0:00	13:49	10:12	4:18	6:00	16:36	16:19	0:00	2:50	1:38	0:00	0:00	1:53	66:21
IP 06b WA Hs. GM	0:00	9:27	8:26	3:39	5:18	20:21	10:30	0:00	2:21	0:00	0:00	0:00	1:30	49:32
IP 07a (W) Hs. GM	0:00	9:16	8:59	3:50	5:42	15:22	1:10	0:00	2:22	0:00	0:00	0:00	1:40	45:51
IP 09	0:00	10:52	10:06	4:23	6:21	10:39	0:00	0:00	2:44	1:33	0:00	0:00	1:53	46:24
IP 10	7:35	9:17	10:13	4:00	6:48	0:00	0:00	0:00	2:22	1:19	0:00	0:00	1:40	41:56
IP 11a WA Hs. GM	26:03	3:54	4:44	1:34	2:59	7:49	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	47:03
IP 12	60:33	7:54	9:45	3:17	6:56	0:00	0:00	0:00	1:49	0:00	0:00	0:00	1:09	91:23
IP 13	63:41	7:42	9:34	3:13	7:03	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	1:08	92:21
IP 14	63:33	7:21	9:23	3:14	6:50	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	1:08	91:29
IP 15	21:25	4:54	7:08	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	2:08	35:08
IP 16	17:47	4:29	7:07	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	28:43
IP 17	45:39	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	45:39
IP 18a WA Hs. GM	25:58	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	25:58
IP 19a (W) Hs. GM	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
IP 20	28:07	36:05	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	64:12
IP 21	0:00	5:09	3:35	7:16	6:21	0:00	0:00	0:00	0:00	12:34	44:27	24:49	10:36	102:02
IP 22a WA Hs. GM	0:00	0:00	0:00	3:22	0:00	0:00	0:00	0:00	4:17	5:49	14:15	9:20	4:23	38:27
IP 23	0:00	0:00	0:41	0:00	16:40	4:37	5:53	1:10	16:00	0:00	0:00	0:00	0:00	45:01
IP 24	0:00	0:00	0:00	3:40	0:00	0:00	0:00	0:00	4:12	6:22	18:32	11:45	5:49	49:59
Gesamt	227:07	103:17	72:56	35:31	58:35	54:33	90:28	1:10	60:16	29:15	77:14	45:54	31:12	

Maximal, Schattentage/Jahr [d/a]

Rezeptor	WEA WEA 01 versch.	WKA 02	WKA 03	WKA 04	WKA 05	WKA 06	WKA 07	WKA N-27	ÖKO 01	ÖKO 02	ÖKO 03	ÖKO 04	ÖKO 05	Gesamt
IP 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IP 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IP 03 GE Hs.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IP 04	0	0	0	0	0	0	70	0	55	0	0	0	0	70
IP 05	0	0	0	0	0	0	58	0	37	0	0	0	0	67
IP 06a WA Hs. GM	0	51	33	21	24	52	60	0	18	14	0	0	18	237
IP 06b WA Hs. GM	0	40	29	20	23	70	43	0	16	0	0	0	15	180
IP 07a (W) Hs. GM	0	37	29	20	24	50	13	0	16	0	0	0	16	160
IP 09	0	41	31	22	26	38	0	0	18	13	0	0	17	160
IP 10	27	34	32	21	30	0	0	0	17	13	0	0	16	152
IP 11a WA Hs. GM	67	22	23	14	20	36	0	0	0	0	0	0	0	172
IP 12	92	30	34	19	36	0	0	0	16	0	0	0	12	231
IP 13	98	30	33	20	38	0	0	0	0	0	0	0	13	226
IP 14	104	28	34	20	38	0	0	0	0	0	0	0	13	231
IP 15	46	21	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	111
IP 16	41	21	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93
IP 17	81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81
IP 18a WA Hs. GM	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68
IP 19a (W) Hs. GM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IP 20	54	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132
IP 21	0	22	19	30	36	0	0	0	0	42	74	54	32	184
IP 22a WA Hs. GM	0	0	0	18	0	0	0	0	24	26	38	31	22	140
IP 23	0	0	10	0	53	22	24	11	41	0	0	0	0	151
IP 24	0	0	0	18	0	0	0	0	21	25	44	37	28	131
Gesamt	678	455	377	243	348	268	268	11	279	133	156	122	218	

Projekt:

Anhang 3: Detaillierter Kalender

Lizenzierter Anwender:

reko GmbH & Co. KG

Sander Bruch Str. 10
DE-33106 Paderborn
+49 (0) 5254/9528129



Berechnet:

09.01.2026 12:08/4.2.285

SHADOW - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Gesamtbelastung

Maximal, Max.Schattendauer/Tag [h/d]

Rezeptor	WEA 01 versch.	WKA 02	WKA 03	WKA 04	WKA 05	WKA 06	WKA 07	WKA N-27	ÖKO 01	ÖKO 02	ÖKO 03	ÖKO 04	ÖKO 05	Gesamt
IP 01	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
IP 02	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
IP 03 GE Hs.	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
IP 04	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:43	0:00	0:19	0:00	0:00	0:00	0:00	1:02
IP 05	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:31	0:00	0:16	0:00	0:00	0:00	0:00	0:43
IP 06a WA Hs. GM	0:00	0:19	0:24	0:16	0:19	0:25	0:19	0:00	0:14	0:11	0:00	0:00	0:10	0:30
IP 06b WA Hs. GM	0:00	0:18	0:23	0:16	0:17	0:22	0:17	0:00	0:13	0:00	0:00	0:00	0:09	0:28
IP 07a (W) Hs. GM	0:00	0:19	0:24	0:16	0:18	0:22	0:07	0:00	0:13	0:00	0:00	0:00	0:10	0:33
IP 09	0:00	0:20	0:25	0:17	0:18	0:20	0:00	0:00	0:13	0:11	0:00	0:00	0:11	0:37
IP 10	0:21	0:21	0:24	0:17	0:18	0:00	0:00	0:00	0:13	0:10	0:00	0:00	0:10	0:37
IP 11a WA Hs. GM	0:31	0:16	0:18	0:11	0:14	0:16	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:31
IP 12	0:45	0:21	0:23	0:15	0:17	0:00	0:00	0:00	0:10	0:00	0:00	0:00	0:08	0:45
IP 13	0:45	0:21	0:23	0:15	0:17	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:08	0:45
IP 14	0:44	0:21	0:22	0:15	0:17	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:08	0:44
IP 15	0:35	0:17	0:17	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:13	0:35
IP 16	0:33	0:16	0:16	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:33
IP 17	0:38	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:38
IP 18a WA Hs. GM	0:26	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:26
IP 19a (W) Hs. GM	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
IP 20	0:40	0:32	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:40
IP 21	0:00	0:17	0:14	0:18	0:14	0:00	0:00	0:00	0:00	0:21	0:42	0:37	0:25	0:53
IP 22a WA Hs. GM	0:00	0:00	0:00	0:14	0:00	0:00	0:00	0:00	0:14	0:18	0:29	0:24	0:16	0:31
IP 23	0:00	0:00	0:05	0:00	0:24	0:16	0:19	0:08	0:29	0:00	0:00	0:00	0:00	0:34
IP 24	0:00	0:00	0:00	0:15	0:00	0:00	0:00	0:00	0:16	0:20	0:32	0:24	0:17	0:49
Gesamt	5:58	4:18	4:18	3:05	3:13	2:01	2:16	0:08	2:50	1:31	1:43	1:25	2:25	

Gesamtzeit kann von Summe abweichen, wenn Beschattungen gleichzeitig auftreten