



Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH

Bestimmung des Schattenwurfes durch sieben Windenergieanlagen am Standort Giershagen

Auftraggeber: Windpark Giershagen GmbH & Co. KG
Hundebusch 5
34431 Marsberg-Giershagen
Deutschland

Standort: Giershagen, Nordrhein-Westfalen

Berichts-Nr.: 24-707-7241473-Rev.00-SW-LF

Art des Berichtes: Schattenwurfberechnung

Datum: 05.11.2024



Bestimmung des Schattenwurfes durch sieben Windenergieanlagen am Standort Giershagen

-Prüfbericht-

Für dieses Projekt ausgestellte Dokumente hinsichtlich der Schattenwurfberechnung:

Berichtsnummer	Datum	Titel	Inhaltliche Änderungen
24-707-7241473-Rev.00-SW-LF	05.11.2024	Bestimmung des Schattenwurfes durch sieben Windenergieanlagen am Standort Giershagen	Erstbericht Schattenwurfberechnung

Die anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 für die Bereiche "Bestimmung von Windpotenzial und Energieerträgen von Windenergieanlagen; Durchführung, Auswertung und Analyse von Windmessungen mittels Anemometern, SoDAR und LiDAR; Bestimmung der Standortgüte zur Inbetriebnahme; Bestimmung der Standortgüte nach Inbetriebnahme; Berechnung der Turbulenzintensität; Schattenwurfberechnung von Windenergieanlagen; Schallimmissionsprognosen von Windenergieanlagen; Erstellung von Windatlanan sowie Bestimmung der Wind- und Ertragsindizes; Erstellung von Erlösgutachten; Berechnung von Marktwertatlanten" akkreditiert.

Reppenstedt, den 05.11.2024

verantwortlicher Bearbeiter



Lena Fieckel
Meteorologie M.Sc.
Senior Consultant

geprüft



Julia Blanke
Dipl.-Meteorologin
Senior Consultant

freigegeben



Lasse Blanke
Geschäftsführer

Rechtliche Hinweise

Dieser Bericht wurde nach bestem Wissen und Gewissen und dem aktuellen Stand der Technik erstellt. Eine Haftung für die hier dargestellten Ergebnisse seitens des Auftragnehmers wird nicht übernommen. Diese Stellungnahme bleibt bis zur Abnahme und Bezahlung unter Ausschluss jeglicher Nutzung alleiniges Eigentum der anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH.

Die anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH verfügt über eine Berufshaftpflichtversicherung, die auf Verlangen nachgewiesen werden kann. Eine Haftung wird nur im Rahmen des Deckungsschutzes dieser Versicherung übernommen. Eine weitergehende Haftung wird ausdrücklich ausgeschlossen. Ein Gewährleistungsanspruch von Seiten Dritter entfällt.

Die anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH ist neutral und unabhängig. Verflechtungen geschäftlicher oder privater Art mit dem Auftraggeber oder anderen Firmen bestehen nicht.

Eine auszugsweise Veröffentlichung ist nicht erlaubt.

Das vorliegende Dokument darf zum Einholen von erforderlichen Genehmigungen, für die Prospektierung, für die Projektfinanzierung sowie im Rahmen einer Due Diligence an Dritte weitergegeben werden. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung des Berichtes ist nur mit schriftlicher Erlaubnis der anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH gestattet.

Dieser Bericht umfasst 32 Seiten.

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Vorbemerkungen	5
2 Standort und Lagebeschreibung	6
2.1 Zusatzbelastung	7
2.2 Vorbelastung	7
2.3 Immissionsorte	8
2.4 Standortbesichtigung.....	10
3 Berechnungen	11
4 Ergebnisse	12
4.1 Ergebnisse Zusatzbelastung	12
4.2 Ergebnisse Vorbelastung	14
4.3 Ergebnisse Gesamtbelastung	16
5 Unsicherheiten	17
6 Literatur	18
Anhang A Abkürzungsverzeichnis	19
Anhang B Karte der astr. max. möglichen Beschattungsdauer	20
Anhang C Zusatzbelastung - Detaillierte Ergebnisse windPRO	23
Anhang D Vorbelastung - Detaillierte Ergebnisse windPRO	26
Anhang E Gesamtbelastung - Detaillierte Ergebnisse windPRO	29
Anhang F Beschattungs-Kalender	32

1 Vorbemerkungen

Die anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH wurde am 09.04.2024 von der Windpark Giershagen GmbH & Co. KG beauftragt, die Belastung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen (WEA) am Standort Giershagen, Nordrhein-Westfalen abzuschätzen.

Zur Berechnung des Schattenwurfes wird das Programm windPRO (Version 4.0) der Firma EMD International A/S, Aalborg, Dänemark verwendet [5]. Die zugrunde gelegten Eckdaten der verschiedenen WEA wurden der in windPRO integrierten Datenbank bzw. den Herstellerdokumenten entnommen. Die Koordinaten der geplanten WEA wurden vom Auftraggeber übermittelt.

Die Ergebnisse basieren wo genannt auf vom Auftraggeber, Anlagenhersteller oder Behörden zur Verfügung gestellten Angaben zum Standort, Betriebsverhalten der Windenergieanlagen und Informationen zu der bestehenden oder sich im Genehmigungsverfahren befindlichen Vorbelastung. Die Daten und Informationen, die nicht von der anemos GmbH gemessen, erhoben und verarbeitet wurden, haben dennoch eine Auswirkung auf das Ergebnis und gelten wie erhalten.

Im gesamten Dokument wird ein Punkt als Dezimaltrennzeichen verwendet. Die im Gutachten aufgeführten Zahlen können gerundet angegeben sein. Alle Ergebnisse und Zwischenergebnisse werden jedoch ungerundet verrechnet. Es kann daher vorkommen, dass einige Ergebnisse mit den im Gutachten angegebenen Zahlenwerten nicht exakt nachgerechnet werden können.

Dieses Gutachten richtet sich nach der Leitlinie des Länderausschusses für Immissionsschutz „Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen“ (23.01.2020) [3] sowie dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) [2].

Die in diesem Bericht dargestellten Ergebnisse sind ausschließlich für die in diesem Bericht ausgewiesene Windparkkonfiguration des betrachteten Standortes Giershagen, Nordrhein-Westfalen gültig.

2 Standort und Lagebeschreibung

Der geplante Windpark befindet sich im mittleren Westen Deutschlands, ca. 35 km südlich des Stadtzentrums von Paderborn. Eine detaillierte Übersichtskarte der Vor- und Zusatzbelastung sowie der berücksichtigten Immissionsorte (IO) befindet sich in Abb. 2.

Die unmittelbare Umgebung der geplanten WEA-Standorte wird durch offenes Areal gebildet. Der südliche bis nördliche Sektor ist direkt angrenzend an das Windparkareal von Wäldern umgeben. Bei der Berechnung des Schattenwurfes der WEA wird in diesem Bericht vom schlechtest möglichen Fall ausgegangen, weshalb die Abschirmung der IO durch eventuelle Sichthindernisse vernachlässigt wird. Lediglich mögliche Verdeckung durch die Orographie (also z. B. einen Berg) werden berücksichtigt.

Die Geländehöhen wurden aufgrund der Lage des Standortes an der Grenze zwischen Nordrhein-Westfalen und Hessen sowohl dem DGM5 der Geobasis NRW (© Geobasis NRW, dl-de/by-2-0) als auch dem DGM5 der Hessischen Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation (HVBG), bezogen über windPRO, entnommen. Für dieses Projekt wurden Daten mit einer räumlichen Auflösung von 5 m und einer vertikalen Auflösung von 5 m verwendet. Die Größe des insgesamt berücksichtigten Gebietes ist aus der Abb. 2 ersichtlich.

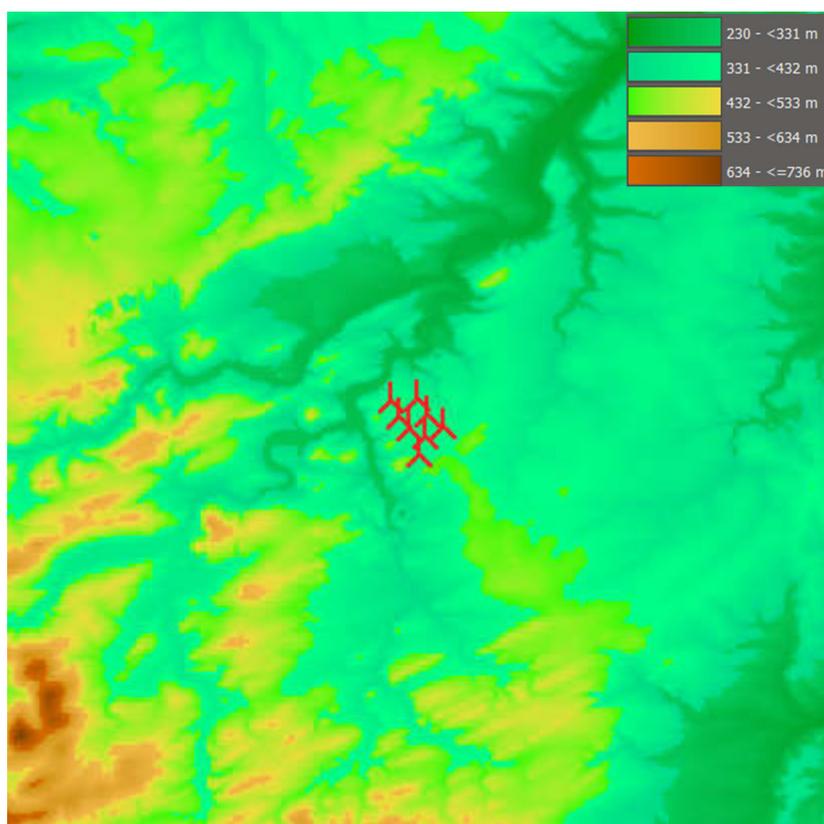


Abb. 1: Orographie der Standortumgebung (20 x 20 km²).

2.1 Zusatzbelastung

Die UTM-Koordinaten (ETRS89, Zone 32) für die Zusatzbelastung sind in Tab. 1 angegeben. Als Zusatzbelastung werden die vom Auftraggeber geplanten WEA bezeichnet.

Tab. 1: Koordinaten der geplanten WEA (Zusatzbelastung)

WEA	Rechtswert	Hochwert	Höhe ü. NN [m]	WEA-Typ	Nennleistung [kW]	NH [m]	maximale Blatttiefe [m]	minimale Blatttiefe bei 0.9* Rotorradius [m]
WEA01	486390	5694697	415	Enercon E-175 EP5	6300 (OM-YO-12-0)	162	4.01*	1.11*
WEA02	486696	5694167	420					
WEA03	487081	5694005	418					
WEA04	486464	5693337	407					
WEA05	486454	5693762	413					
WEA06	486297	5694309	422					
WEA07	485921	5694489	430					

* Quelle: Hersteller, D02692785/3.4-de/en, 12.08.2024

2.2 Vorbelastung

Die UTM-Koordinaten (ETRS89, Zone 32) für die Vorbelastung sind in Tab. 2 angegeben. Als Vorbelastung werden alle bestehenden oder sich im Genehmigungsverfahren befindlichen WEA im Umkreis der geplanten WEA angesehen.

Tab. 2: Koordinaten der Vorbelastung

WEA	Rechtswert	Hochwert	Höhe ü. NN [m]	WEA-Typ	Nennleistung [kW]	NH [m]
E824350	487237	5692968	437	Enercon E-82 E2	2300	138.4
E824351	487180	5692703	430			
E824352	487232	5692474	414			
E824353	487236	5692224	404			
E824354	487249	5691993	412			
E824355	487388	5691687	431			
E824356	487709	5692501	442			
E824357	487652	5692246	439			
E824358	487635	5691964	437			
E824359	487998	5692372	435			

2.3 Immissionsorte

Die zu beurteilenden IO befinden sich in einer Entfernung von ca. 530 m bis etwa 1400 m im Umkreis der geplanten WEA. Die IO wurden anhand von Kartenmaterial (Geoportal NRW) und Luftbildern ermittelt. Es wurden außerhalb von Giershagen alle für den Schattenwurf relevanten Gebäude im Beschattungsbereich der geplanten WEA als IO aufgenommen. In Giershagen selber wurde die 1. Reihe als Immissionsorte aufgenommen, da diese die höchsten Überschreitungen aufweisen.

Die UTM-Koordinaten (UTM, ETRS89, Zone 32) und Adressen sind in Tab. 3 angegeben.

Tab. 3: Berücksichtigte IO

IO	Bezeichnung / Adresse	Rechtswert	Hochwert	Höhe ü. NN (m)
IO01	Giershagen, Adorfer Weg 37	487646	5694534	416
IO02	Giershagen, Adorfer Weg 41	487724	5694204	424
IO03	Giershagen, Adorfer Weg 44	487698	5694544	420
IO04	Giershagen, Adorfer Weg 60	487817	5693043	420
IO05	Giershagen, Beringhof 1	485074	5695534	372
IO06	Giershagen, Hinterm Hagen 2	487653	5694647	415
IO07	Giershagen, Hinterm Hagen 2 a	487651	5694672	414
IO08	Giershagen, Hinterm Hagen 14	487651	5694710	411
IO09	Giershagen, Hinterm Hagen 16	487643	5694745	409
IO10	Giershagen, Hinterm Hagen 24	487646	5694788	406
IO11	Giershagen, Hinterm Hagen 26	487653	5694816	405
IO12	Giershagen, Hinterm Hagen 30	487661	5694859	402
IO13	Giershagen, Northolter Str. 6	487599	5694923	400
IO14	Giershagen, Northolter Str. 10	487582	5694938	400
IO15	Giershagen, Northolter Str. 14	487564	5694948	401
IO16	Giershagen, Northolter Str. 20	487477	5695001	401
IO17	Giershagen, Rennebusch 5	487443	5694751	416
IO18	Giershagen, Rennebusch 8	487292	5694685	424
IO19	Giershagen, Rennebusch 17	487453	5694705	416
IO20	Giershagen, Rennefeld 14	487440	5695040	402
IO21	Giershagen, Rennefeld 16	487423	5695036	404
IO22	Giershagen, Rennefeld 17	487394	5695024	405
IO23	Giershagen, unbebaute Fläche B-Plan Nr. 8 "Rennefeld"	487513	5694971	401
IO24	Giershagen, Zum Eckefeld 1	487524	5694307	413
IO25	Giershagen, Zum Eckefeld 9	486977	5693471	423
IO26	Giershagen, Zur alten Wiese 7	487631	5694902	400
IO27	Giershagen, Zur alten Wiese 14	487651	5694586	416
IO28	Giershagen, Zur Wilhelmsruh 13	487318	5695130	400
IO29	Giershagen, Zur Wilhelmsruh 24	487359	5695088	401
IO30	Giershagen, Zur Wilhelmsruh 26	487346	5695108	400
IO31	Padberg, Niedermühle 8	485075	5694942	298
IO32	Padberg, Niedermühle 12	485114	5694938	299
IO33	Padberg, Niedermühle 16	485249	5694958	300

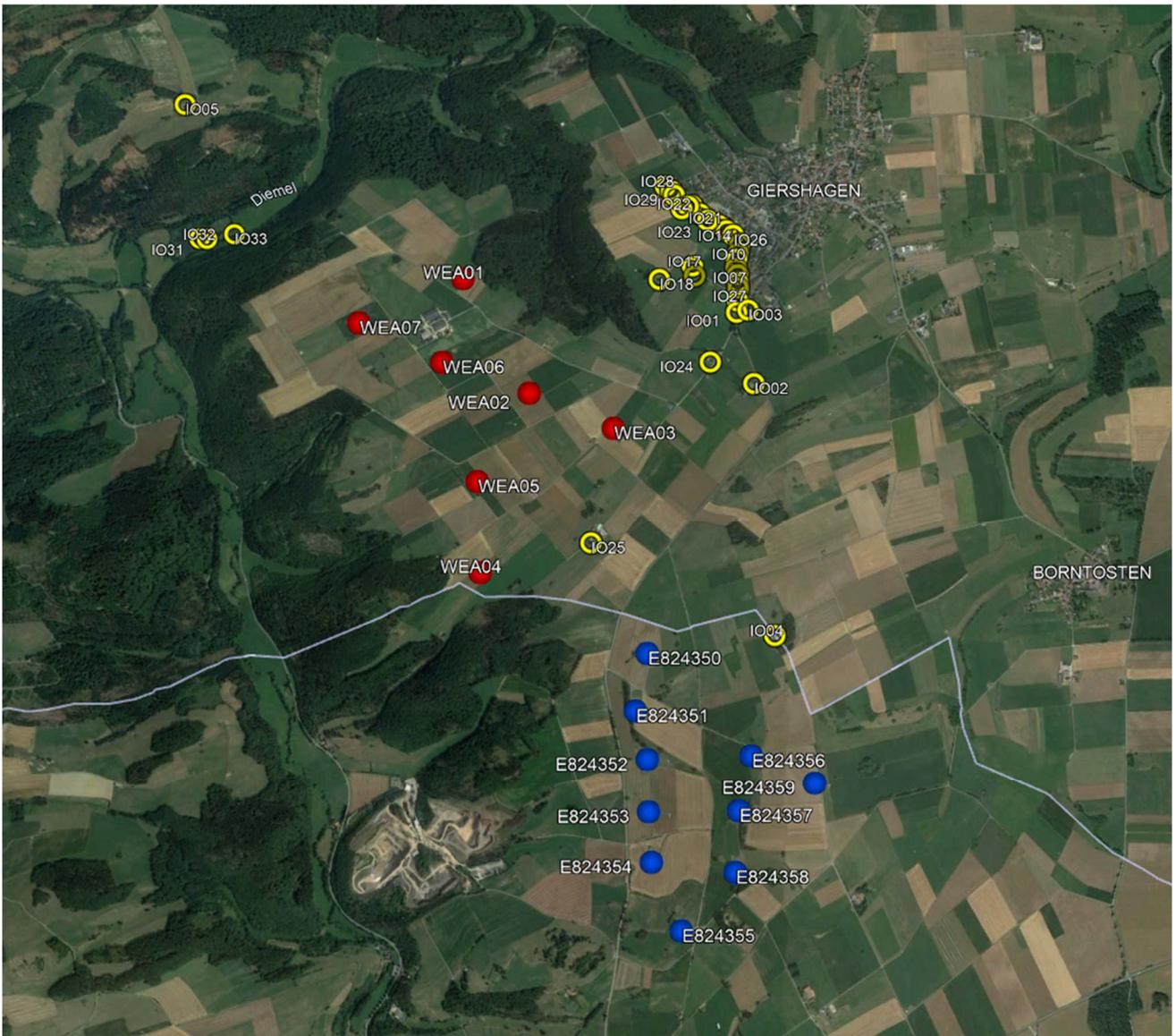


Abb. 2: Lageplan des beurteilten Standortes, rot: Neuplanung, blau: Vorbelastung, gelb: IO, Quelle: Google Earth Pro.

2.4 Standortbesichtigung

Die Standortbesichtigung wurde am 14.05.2024 von der Mitarbeiterin der anemos GmbH Frau Yvonne Meyer durchgeführt.

Während der Besichtigung wurden die Koordinaten sowie die Nabenhöhen der bestehenden WEA überprüft und der Standort der geplanten WEA besichtigt. Die WEA-Typen wurden ebenfalls verifiziert.

Die Fotos wurden im Uhrzeigersinn von Norden anfangend in der Nähe der geplanten WEA02 aufgenommen.



Abb. 3: Standortumgebung 360°.

3 Berechnungen

Für eine vorgegebene Windparkkonfiguration wird die gesamte Belastung durch Schattenwurf für den definierten Immissionsort bestimmt. Die Berechnung erfolgt mit dem in das Programm windPRO integrierten Modul SHADOW [6]. In Anlehnung an die Leitlinie des Länderausschusses für Immissionsschutz wird bei der Simulation von den schlimmsten möglichen Bedingungen („worst case“) ausgegangen. Dies bedeutet, dass die Rotorblätter immer senkrecht zur Sonne stehen, die Sonne tagsüber immer scheint und die Windrichtung dem Azimutwinkel der Sonne entspricht. Zusätzlich wird davon ausgegangen, dass immer ausreichend Wind zum Bewegen des Rotors herrscht. Dies bedingt die höchstmögliche Beschattungsdauer der jeweiligen Standorte.

Zusätzlich wird hier die sogenannte meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer pro Immissionspunkt berechnet. Hierfür wird zunächst pro Monat die statistisch zu erwartende Sonnenscheindauer von einer in der Nähe gelegenen Wetterstation (in diesem Fall die Station Bad Lippspringe, aus windPRO entnommen) verwendet. Weiterhin werden pro Windrichtungssektor die theoretischen Betriebsstunden berechnet. Grundlage hierfür bilden die bereits in der Windvorabschätzung verwendeten Winddaten aus dem anemos Windatlas für Deutschland D-3km.E5 (24-707-7241575-Rev.00-WV-MEK, 21.10.2024). Da nur die A- und k-Parameter vorliegen, jedoch keine Informationen über die Betriebsstunden, werden diese mit der nachfolgenden Formel berechnet:

$$t = e^{-\left(\frac{v}{A}\right)^k} * 8760h$$

mit t = Betriebsstunden

v = Einschaltwindgeschwindigkeit der WEA

Die so ermittelten Betriebsstunden werden dann über die Windrichtungsverteilung auf die Sektoren aufgeteilt.

Aus diesen Informationen berechnet die Software die Reduktion der ermittelten maximalen Schattenwurfzeiten und gibt die erwartete tatsächliche Beschattungsdauer pro Immissionspunkt in Stunden pro Jahr an.

Gemäß der Leitlinie für die optischen Emissionen von Windenergieanlagen [3] wird für jeden Immissionspunkt ein horizontal ausgerichteter Rezeptor mit einer Fläche von 0.1 * 0.1 m² in einer Höhe von 2.0 m über Grund angenommen. Es wird die Einstellung Gewächshausmodus verwendet, die keinerlei Verschattungen z.B. durch Gebäude oder Bewuchs beinhaltet. Diese Einstellung wird als konservativ angesehen.

Die Bereiche, in denen die Rotorblätter weniger als 20 % der Sonne verdecken, werden nicht berücksichtigt. Dabei wird die in der Leitlinie des Länderausschusses für Immissionsschutz zugrunde gelegte mittlere Blatttiefe angenommen:

$$\text{Mittlere Blatttiefe} = \frac{1}{2} (\text{maximale Blatttiefe} + \text{minimale Blatttiefe bei } 0.9 * \text{Rotorradius})$$

Falls keine Informationen über die Blatttiefe vorhanden sind, wird ein maximaler Beschattungsbereich von 2500 m angenommen.

Der Grenzwert für den zu berechnenden Schattenwurf ist bei einer Sonnenhöhe von 3° über dem Horizont erreicht. Als Referenzjahr wurde das Jahr 2023 gewählt.

4 Ergebnisse

Da die Grenzwerte der maximal zumutbaren täglichen und jährlichen Beschattungszeiten gesetzlich nicht verbindlich geregelt sind, werden hier die Hinweise der Leitlinie des Länderausschuss für Immissionsschutz als Grundlage herangezogen. Im Zuge dessen sollten die jährlichen maximal möglichen Beschattungszeiten eine Dauer von 30 h/Jahr und die täglichen Beschattungszeiten eine Dauer von 30 min/Tag nicht überschreiten.

Für die berechnete wahrscheinliche Beschattungsdauer liegt der Grenzwert entsprechend niedriger bei 8 h/a. Dieser Wert entspricht dem Grenzwert, nach dessen Erreichen eine WEA mit Schattenwurfmodul, das die meteorologischen Parameter berücksichtigt, abzuschalten ist, also dem Grenzwert für die tatsächlich auftretende Beschattungsdauer (s. auch Hinweise LAI).

Die durchgeführten Berechnungen führen zu den in den Tab. 4 - Tab. 6 dargestellten Ergebnissen. Die detaillierten Ergebnisausdrucke des Programms windPRO zur Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung sind im Anhang C - Anhang E dargestellt.

4.1 Ergebnisse Zusatzbelastung

Die aufgrund der Zusatzbelastung (s. Tab. 1) entstehende Schattenwurfbelastung ist der Tab. 4 zu entnehmen. Die detaillierten Ergebnisausdrucke des Programms windPRO zur Zusatzbelastung sind im Anhang C dargestellt. Eine Karte mit den Isolinien der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer ist im Anhang B zu finden.

Tab. 4: Ergebnisse Zusatzbelastung

IO Nr.	Berechnete jährliche Beschattungsdauer [worst case h/a]	Berechnete maximale Beschattungsdauer pro Tag [worst case h/d]	erwartete Beschattungsdauer („meteorologisch wahrscheinlich“, h/a)
IO01	160:30	1:22	28:50
IO02	134:16	1:31	27:58
IO03	136:33	1:18	24:29
IO04	46:56	0:30	10:57
IO05	67:10	0:55	8:13
IO06	139:56	1:15	23:24
IO07	140:05	1:14	22:59
IO08	137:46	1:12	22:09
IO09	135:48	1:11	21:31
IO10	130:34	1:08	20:22
IO11	126:29	1:07	19:32
IO12	120:42	1:04	18:23
IO13	126:12	1:03	18:48
IO14	124:01	1:03	18:25
IO15	121:58	1:03	18:05
IO16	107:32	0:58	16:02
IO17	179:00	1:18	27:43
IO18	223:34	1:32	35:21

IO Nr.	Berechnete jährliche Beschattungsdauer [worst case h/a]	Berechnete maximale Beschattungsdauer pro Tag [worst case h/d]	erwartete Beschattungsdauer („meteorologisch wahrscheinlich“, h/a)
IO19	191:56	1:22	30:12
IO20	95:34	0:52	14:30
IO21	95:38	0:51	14:35
IO22	97:31	0:49	14:58
IO23	116:09	1:03	17:12
IO24	226:53	1:36	45:44
IO25	129:13	1:13	27:13
IO26	120:50	1:03	17:58
IO27	156:22	1:19	27:09
IO28	86:06	0:39	13:13
IO29	89:09	0:38	13:41
IO30	87:31	0:38	13:25
IO31	49:17	0:50	9:01
IO32	52:46	0:52	9:39
IO33	52:35	0:54	9:29

Die jährlichen bzw. täglichen empfohlenen Richtwerte der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer werden aufgrund der Zusatzbelastung an allen untersuchten IO bzw. an 32 der 33 IO überschritten. Der täglich empfohlene Richtwert astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer wird nur am IO04 nicht überschritten.

Bei Betrachtung der meteorologisch wahrscheinlichen Beschattungsdauer wird zusätzlich deutlich, dass eine Überschreitung der Grenzwerte für die tatsächliche Beschattungsdauer an allen untersuchten IO zu erwarten ist.

Die detaillierten Ergebnisse sind dem Anhang C zu entnehmen.

4.2 Ergebnisse Vorbelastung

Die aufgrund der Vorbelastung (s. Tab. 2) entstehende Schattenwurfbelastung ist der Tab. 5 zu entnehmen. Die detaillierten Ergebnisse sind dem Anhang D zu entnehmen.

Tab. 5: Ergebnisse Vorbelastung

IO Nr.	Berechnete jährliche Beschattungsdauer [worst case h/a]	Berechnete maximale Beschattungsdauer pro Tag [worst case h/d]	erwartete Beschattungsdauer („meteorologisch wahrscheinlich“, h/a)
IO01	0:00	0:00	00:00
IO02	0:00	0:00	00:00
IO03	0:00	0:00	00:00
IO04	104:58	1:18	14:55
IO05	0:00	0:00	00:00
IO06	0:00	0:00	00:00
IO07	0:00	0:00	00:00
IO08	0:00	0:00	00:00
IO09	0:00	0:00	00:00
IO10	0:00	0:00	00:00
IO11	0:00	0:00	00:00
IO12	0:00	0:00	00:00
IO13	0:00	0:00	00:00
IO14	0:00	0:00	00:00
IO15	0:00	0:00	00:00
IO16	0:00	0:00	00:00
IO17	0:00	0:00	00:00
IO18	0:00	0:00	00:00
IO19	0:00	0:00	00:00
IO20	0:00	0:00	00:00
IO21	0:00	0:00	00:00
IO22	0:00	0:00	00:00
IO23	0:00	0:00	00:00
IO24	0:00	0:00	00:00
IO25	57:28	0:54	06:17
IO26	0:00	0:00	00:00
IO27	0:00	0:00	00:00
IO28	0:00	0:00	00:00
IO29	0:00	0:00	00:00
IO30	0:00	0:00	00:00
IO31	0:00	0:00	00:00
IO32	0:00	0:00	00:00
IO33	0:00	0:00	00:00

Die jährlichen und täglichen empfohlenen Richtwerte der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer werden aufgrund der Vorbelastung an zwei IO (IO04 und IO025) überschritten.

Bei Betrachtung der meteorologisch wahrscheinlichen Beschattungsdauer wird zusätzlich deutlich, dass eine Überschreitung der Grenzwerte für die tatsächliche Beschattungsdauer ebenfalls an zwei IO (IO04 und IO025) zu erwarten ist.

Vier der bestehenden WEA (E24354, E24355, E24357 und E24358) erzeugen an den untersuchten IO keinen Schattenwurf. Die detaillierten Ergebnisse sind dem Anhang D zu entnehmen.

4.3 Ergebnisse Gesamtbelastung

Die aufgrund der Vor- und Zusatzbelastung (s. Tab. 1 und Tab. 2) entstehende Schattenwurfbelastung ist der Tab. 6 zu entnehmen. Die detaillierten Ergebnisse sind dem Anhang E zu entnehmen.

Tab. 6: Ergebnisse Gesamtbelastung

IO Nr.	Berechnete jährliche Beschattungsdauer [worst case h/a]	Berechnete maximale Beschattungsdauer pro Tag [worst case h/d]	erwartete Beschattungsdauer („meteorologisch wahrscheinlich“, h/a)
IO01	160:30	1:22	29:27
IO02	134:16	1:31	28:33
IO03	136:33	1:18	25:00
IO04	151:54	1:18	25:52
IO05	67:10	0:55	08:15
IO06	139:56	1:15	23:53
IO07	140:05	1:14	23:27
IO08	137:46	1:12	22:36
IO09	135:48	1:11	21:56
IO10	130:34	1:08	20:47
IO11	126:29	1:07	19:56
IO12	120:42	1:04	18:45
IO13	126:12	1:03	19:11
IO14	124:01	1:03	18:47
IO15	121:58	1:03	18:26
IO16	107:32	0:58	16:21
IO17	179:00	1:18	28:15
IO18	223:34	1:32	36:01
IO19	191:56	1:22	30:47
IO20	95:34	0:52	14:48
IO21	95:38	0:51	14:53
IO22	97:31	0:49	15:16
IO23	116:09	1:03	17:32
IO24	226:53	1:36	46:40
IO25	186:41	1:13	34:02
IO26	120:50	1:03	18:19
IO27	156:22	1:19	27:43
IO28	86:06	0:39	13:29
IO29	89:09	0:38	13:58
IO30	87:31	0:38	13:41
IO31	49:17	0:50	09:08
IO32	52:46	0:52	09:47

IO Nr.	Berechnete jährliche Beschattungsdauer [worst case h/a]	Berechnete maximale Beschattungsdauer pro Tag [worst case h/d]	erwartete Beschattungsdauer („meteorologisch wahrscheinlich“, h/a)
IO33	52:35	0:54	09:35

Die jährlichen und täglichen empfohlenen Richtwerte der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer werden aufgrund der Gesamtbelastung an allen untersuchten IO überschritten.

Bei Betrachtung der meteorologisch wahrscheinlichen Beschattungsdauer wird zusätzlich deutlich, dass eine Überschreitung der Grenzwerte für die tatsächliche Beschattungsdauer ebenfalls an allen untersuchten IO zu erwarten ist.

Die detaillierten Ergebnisse sind dem Anhang E zu entnehmen.

Um die Anforderungen der WEA-Schattenwurf-Hinweise des LAI [3] einzuhalten, wird die Installation einer Abschaltvorrichtung an allen geplanten Windenergieanlagen empfohlen, die anhand der Messung der relevanten meteorologischen Größen eine eventuelle Überschreitung der Grenzwerte tatsächlicher Beschattungsdauer verhindert und dafür sorgt, dass die geplanten WEA an den bereits durch die Vorbelastung überschrittenen IO keinerlei Schattenwurf verursacht.

5 Unsicherheiten

Jegliche Prognosen und Berechnungen unterliegen gewissen Unsicherheiten. Im Fall von Schattenwurf allgemein sind diese als gering einzustufen, da die Berechnungen auf fixen geometrischen und astrophysischen Gegebenheiten basieren. Eine 100 %-ige Garantie, dass alle Inputvariablen in ausreichend genauer Form eingegeben wurden, kann jedoch nicht gewährleistet werden. So können z.B. ungenau angegebene Koordinaten oder ein ungenau vorliegendes Orographiemodell zu verfälschten Ergebnissen führen. Eine Quantifizierung dieser Unsicherheitskomponenten ist nicht möglich, jedoch sollte erwähnt werden, dass Unsicherheiten bestehen.

Unter anderem aufgrund dieser Faktoren ist diese Berechnung dafür geeignet, eventuelle Überschreitungen von Grenzwerten aufzuzeigen und kann somit auch zur immissionsschutzrechtlichen Beurteilung an IO herangezogen werden. Sie ist jedoch nicht geeignet, Schattenmodule hinsichtlich ihrer exakten Abschaltzeiten zu programmieren.

6 Literatur

- [1] Agatz, Monika, Windenergie-Handbuch, 17. Ausgabe: Dezember 2020
- [2] BUNDES-IMMISSIONSSCHUTZGESETZ in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 08. April 2019 (BGBl. I S. 432)
- [3] Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen, Aktualisierung 2019, Stand 23.01.2020, Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI)
- [4] Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, 03/2002, Sachinformation Optische Immissionen von Windenergieanlagen
- [5] windPRO, EMD International A/S, Software and Handbook, www.emd.dk
- [6] windPRO wiki: <https://help.emd.dk/mediawiki/index.php?title=SHADOW-Berechnung>

Anhang A Abkürzungsverzeichnis

BlmSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
DGM	Digitales Geländemodell
DIN	Deutsches Institut für Normung
GB	Gesamtbelastung
IEC	International Electrotechnical Commission (intern. Normungsgremium für Elektrotechnik)
IO / IP	Immissionsort / Immissionspunkt
ISO	Internationale Organisation für Normung
LAI	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz
NH	Nabenhöhe einer WEA
NN	Normalnull
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
USGS EROS Data Center	United States Geological Survey Earth Resources Observation and Science Data Center
UTM	Universale Transversale Mercatorprojektion
VB	Vorbelastung
WEA	Windenergieanlage(n)
WGS	World Geodetic System
ZB	Zusatzbelastung

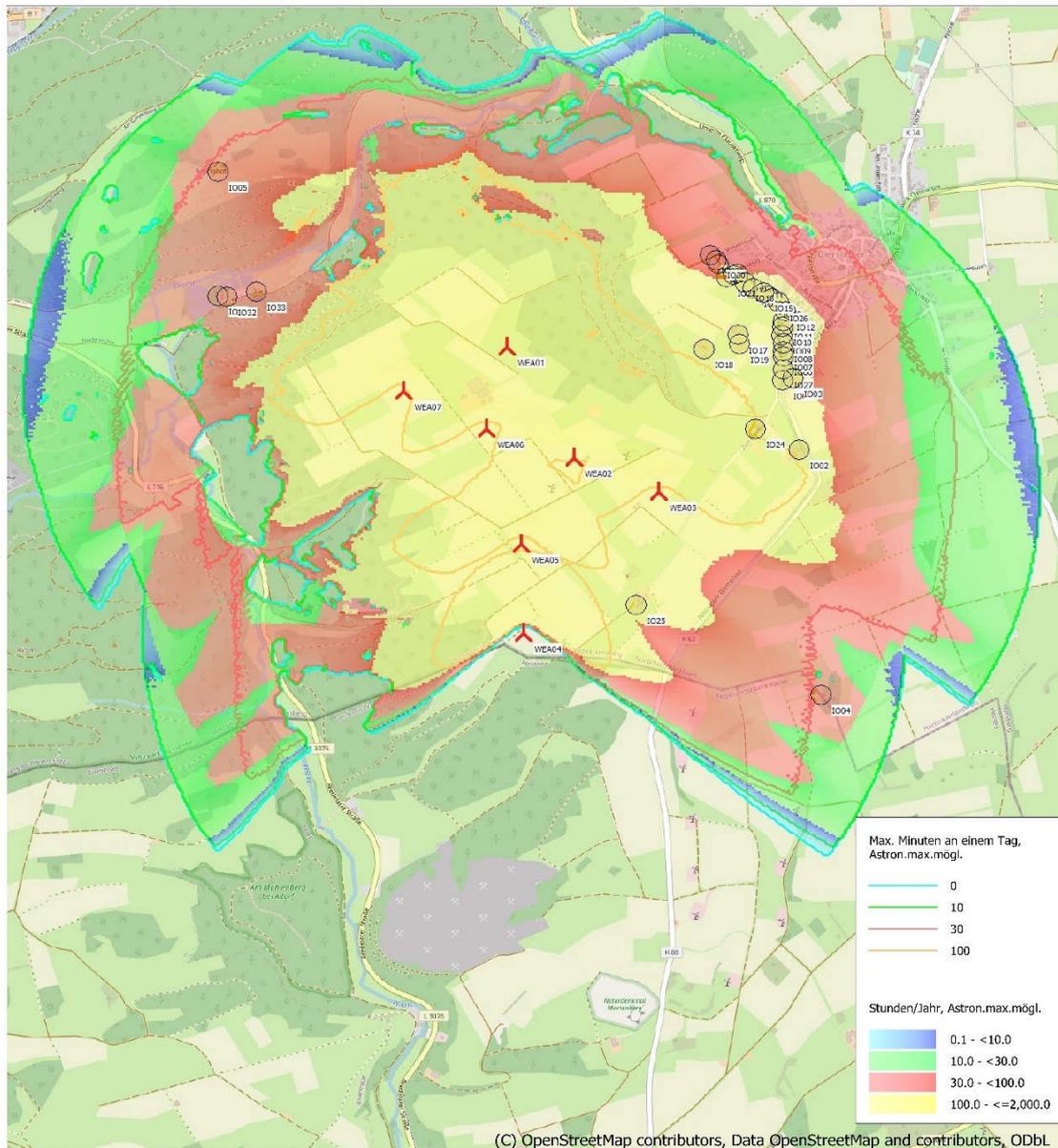
Anhang B Karten der astr. max. möglichen Beschattungsdauer

Projekt:
Giershagen

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
Daniel Baudach / daniel.baudach@anemos.de
Berechnet:
24.10.2024 16:30/4.0.540



SHADOW - Karte
Berechnung: 2024-10 Giershagen ZB



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

0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:27,000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 486,527 Nord: 5,693,606

Neue WEA Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: oro_DGM5_NRW_Hessen_5m_20x20km_Giershagen.wpo (5)

Zeitschritt: 2 Minuten, Schrittweite: 3 Tag(e), Kartenaufösung: 10 m, Sichtbarkeit Auflösung: 5 m, Augenhöhe: 1.5 m

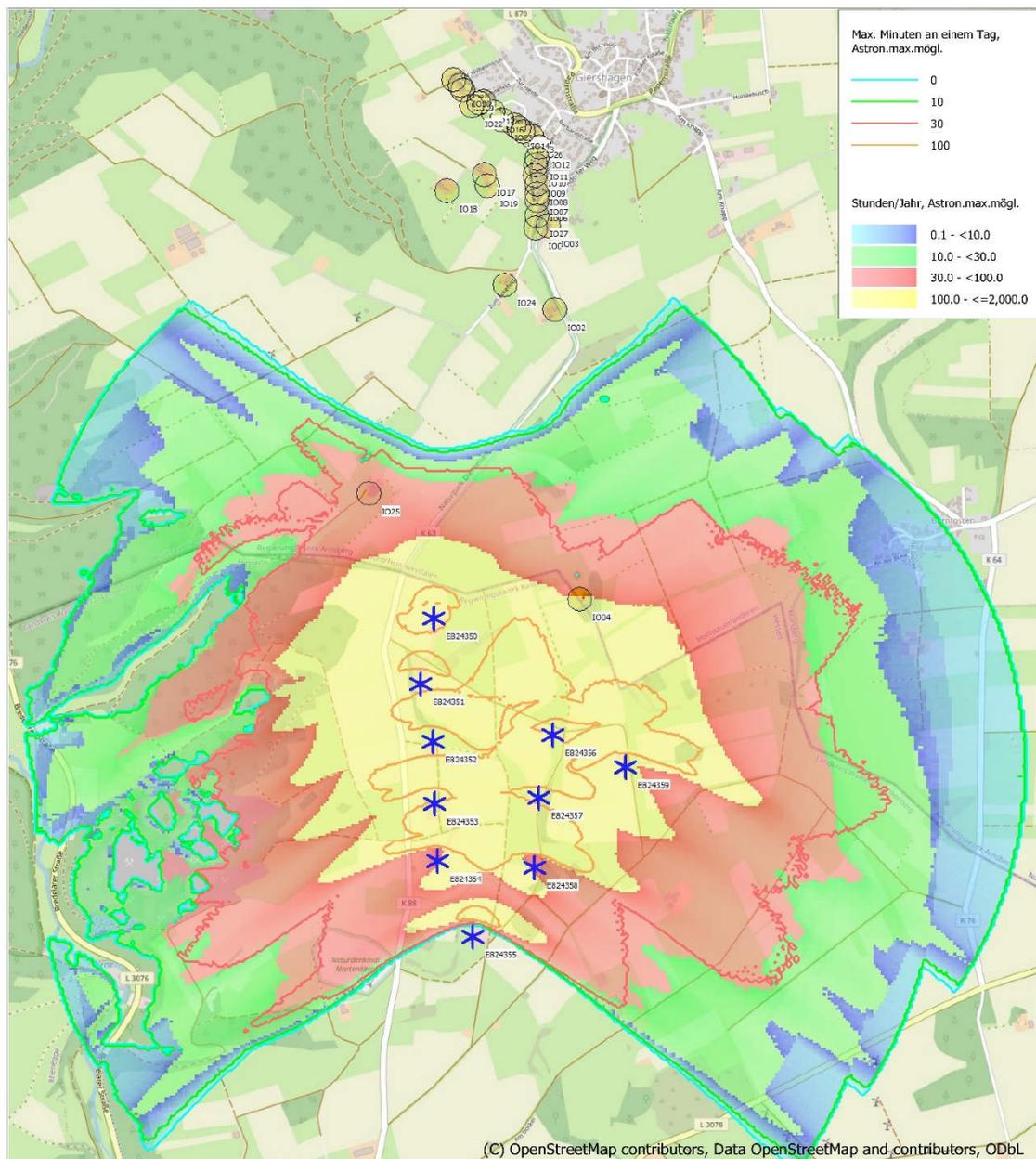
Projekt:
Giershagen

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
Daniel Baudach / daniel.baudach@anemos.de
Berechnet:
25.10.2024 09:57/4.0.540



SHADOW - Karte

Berechnung: 2024-10 Giershagen VB



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

0 250 500 750 1000m

Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:23,000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 487,600 Nord: 5,693,106
 * Existierende WEA Schattenrezeptor
 Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: oro_DGM5_NRW_Hessen_5m_20x20km_Giershagen.wpo (5)
 Zeitschritt: 2 Minuten, Schrittweite: 3 Tag(e), Kartenaufösung: 10 m, Sichtbarkeit Auflösung: 5 m, Augenhöhe: 1.5 m



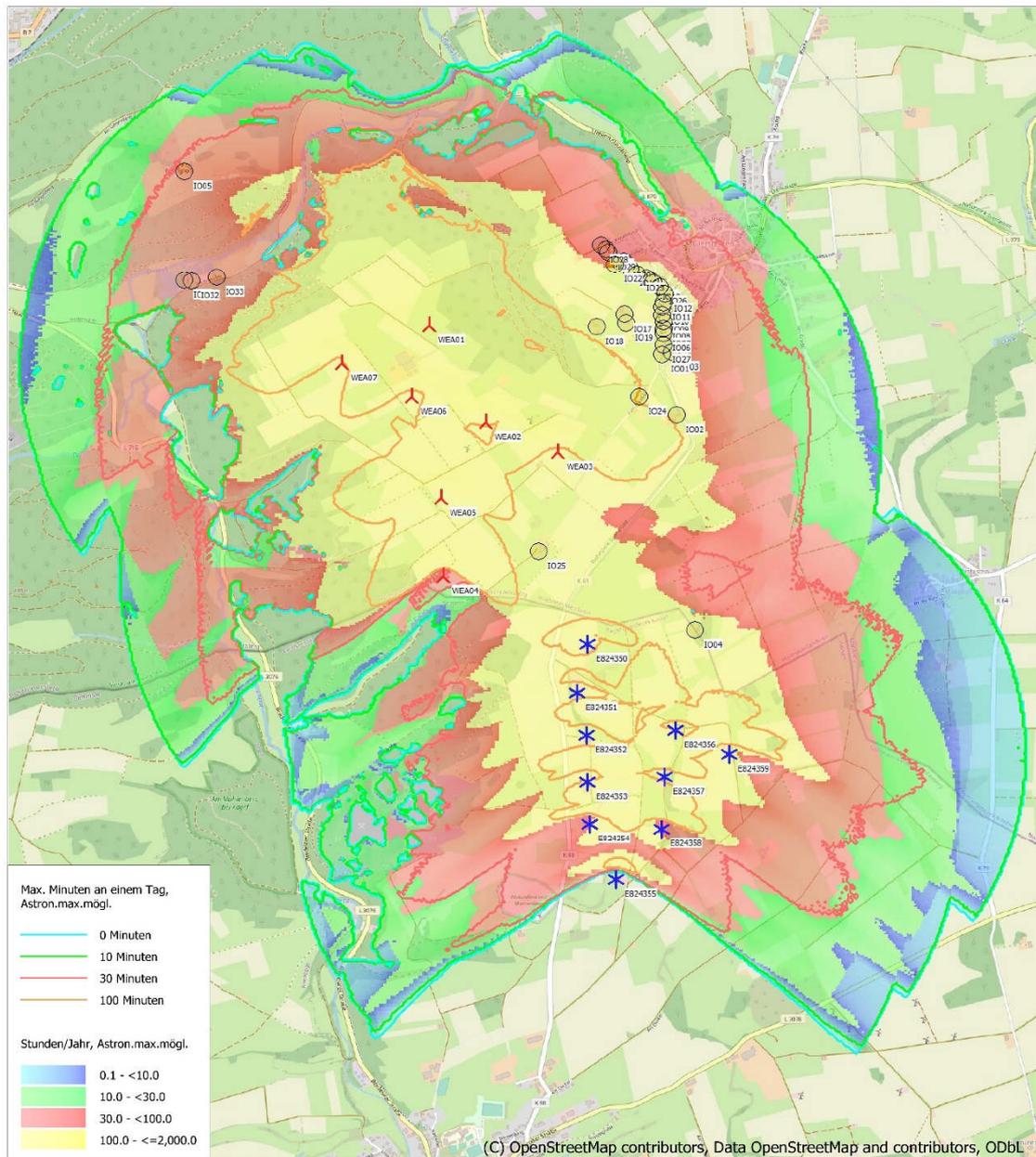
Projekt:
Giershagen

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
Daniel Baudach / daniel.baudach@anemos.de
Berechnet:
25.10.2024 09:02/4.0.540



SHADOW - Karte

Berechnung: 2024-10 Giershagen GB



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

- 0 Minuten
- 10 Minuten
- 30 Minuten
- 100 Minuten

Stunden/Jahr, Astron.max.mögl.

- 0.1 - <10.0
- 10.0 - <30.0
- 30.0 - <100.0
- 100.0 - <=2,000.0

0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:31,000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 486,902 Nord: 5,693,307
 Neue WEA * Existierende WEA Schattenrezeptor
 Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: oro_DGM5_NRW_Hessen_5m_20x20km_Giershagen.wpo (5)
 Zeitschritt: 2 Minuten, Schrittweite: 3 Tag(e), Kartenaufösung: 10 m, Sichtbarkeit Auflösung: 5 m, Augenhöhe: 1.5 m



Anhang C Zusatzbelastung - Detaillierte Ergebnisse windPRO

Projekt:
Giershagen

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
Daniel Baudach / daniel.baudach@anemos.de
Berechnet:
24.10.2024 16:30/4.0.540



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: 2024-10 Giershagen ZB
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

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:
Terraindaten: WASP (9)

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
337 298 372 451 480 453 764 1,024 1,144 1,367 1,082 581 8,353

Monatliche Aggregation der met. wahrsch. Reduzierung
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie
Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der
Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf
den folgenden Annahmen:
Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien: oro_DGM5_NRW_Hessen_5m_20x20km
Rasterauflösung: 1.0 m

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

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ	Ak- tu- ell	Her- steller	Typ	Nenn- leistung	Rotor- durch- messer	NH	Schattendaten	
	[m]								[kW]	[m]	[m]	Beschatt.- Bereich	U/min
WEA01	486,390	5,694,697	415.0	ENERCON E-175 EP5 6000 1...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6,000	6,000	175.0	162.0	1,737	-	-
WEA02	486,696	5,694,167	420.0	ENERCON E-175 EP5 6000 1...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6,000	6,000	175.0	162.0	1,737	-	-
WEA03	487,081	5,694,005	418.0	ENERCON E-175 EP5 6000 1...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6,000	6,000	175.0	162.0	1,737	-	-
WEA04	486,464	5,693,337	406.5	ENERCON E-175 EP5 6000 1...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6,000	6,000	175.0	162.0	1,737	-	-
WEA05	486,454	5,693,762	412.6	ENERCON E-175 EP5 6000 1...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6,000	6,000	175.0	162.0	1,737	-	-
WEA06	486,297	5,694,309	421.5	ENERCON E-175 EP5 6000 1...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6,000	6,000	175.0	162.0	1,737	-	-
WEA07	485,921	5,694,489	430.0	ENERCON E-175 EP5 6000 1...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6,000	6,000	175.0	162.0	1,737	-	-

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]
IO01	Giershagen, Adorfer Weg 37	487,646	5,694,534	415.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO02	Giershagen, Adorfer Weg 41	487,724	5,694,204	424.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO03	Giershagen, Adorfer Weg 44	487,698	5,694,544	419.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO04	Giershagen, Adorfer Weg 60	487,817	5,693,043	420.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO05	Giershagen, Beringhof 1	485,074	5,695,534	372.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO06	Giershagen, Hinterm Hagen 2	487,653	5,694,647	415.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO07	Giershagen, Hinterm Hagen 2 a	487,651	5,694,672	413.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO08	Giershagen, Hinterm Hagen 14	487,651	5,694,710	411.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO09	Giershagen, Hinterm Hagen 16	487,643	5,694,745	408.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO10	Giershagen, Hinterm Hagen 24	487,646	5,694,788	405.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO11	Giershagen, Hinterm Hagen 26	487,653	5,694,816	404.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO12	Giershagen, Hinterm Hagen 30	487,661	5,694,859	402.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO13	Giershagen, Northolter Str. 6	487,599	5,694,923	400.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO14	Giershagen, Northolter Str. 10	487,582	5,694,938	400.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO15	Giershagen, Northolter Str. 14	487,564	5,694,948	400.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO16	Giershagen, Northolter Str. 20	487,477	5,695,001	401.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO17	Giershagen, Rennebusch 5	487,443	5,694,751	415.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO18	Giershagen, Rennebusch 8	487,292	5,694,685	424.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO19	Giershagen, Rennebusch 17	487,453	5,694,705	416.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

Giershagen

Lizenzierter Anwender:

anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
 Böhmsholzer Weg 3
 DE-21391 Reppenstedt
 49(0)4131-8308-100
 Daniel Baudach / daniel.baudach@anemos.de
Berechnet:
 24.10.2024 16:30/4.0.540



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: 2024-10 Giershagen ZB

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI)
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IO20	Giershagen, Rennefeld 14	487,440	5,695,040	402.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO21	Giershagen, Rennefeld 16	487,423	5,695,036	403.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO22	Giershagen, Rennefeld 17	487,394	5,695,024	405.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO23	Giershagen, unbebaute Fläche B-Plan Nr. 8 "Rennefeld"	487,513	5,694,971	400.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO24	Giershagen, Zum Eckefeld 1	487,524	5,694,307	412.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO25	Giershagen, Zum Eckefeld 9	486,977	5,693,471	422.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO26	Giershagen, Zur alten Wiese 7	487,631	5,694,902	400.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO27	Giershagen, Zur alten Wiese 14	487,651	5,694,586	416.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO28	Giershagen, Zur Wilhelmsruh 13	487,318	5,695,130	400.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO29	Giershagen, Zur Wilhelmsruh 24	487,359	5,695,088	401.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO30	Giershagen, Zur Wilhelmsruh 26	487,346	5,695,108	400.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO31	Padberg, Niedermühle 8	485,075	5,694,942	298.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO32	Padberg, Niedermühle 12	485,114	5,694,938	298.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO33	Padberg, Niedermühle 16	485,249	5,694,958	299.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungs	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	Stunden/Jahr
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	[h/a]
IO01	Giershagen, Adorfer Weg 37	160:30	256	1:22	28:50	28:50
IO02	Giershagen, Adorfer Weg 41	134:16	212	1:31	27:58	27:58
IO03	Giershagen, Adorfer Weg 44	136:33	235	1:18	24:29	24:29
IO04	Giershagen, Adorfer Weg 60	46:56	124	0:30	10:57	10:57
IO05	Giershagen, Beringhof 1	67:10	122	0:55	8:13	8:13
IO06	Giershagen, Hinterm Hagen 2	139:56	221	1:15	23:24	23:24
IO07	Giershagen, Hinterm Hagen 2 a	140:05	219	1:14	22:59	22:59
IO08	Giershagen, Hinterm Hagen 14	137:46	214	1:12	22:09	22:09
IO09	Giershagen, Hinterm Hagen 16	135:48	208	1:11	21:31	21:31
IO10	Giershagen, Hinterm Hagen 24	130:34	204	1:08	20:22	20:22
IO11	Giershagen, Hinterm Hagen 26	126:29	200	1:07	19:32	19:32
IO12	Giershagen, Hinterm Hagen 30	120:42	194	1:04	18:23	18:23
IO13	Giershagen, Northolter Str. 6	126:12	197	1:03	18:48	18:48
IO14	Giershagen, Northolter Str. 10	124:01	195	1:03	18:25	18:25
IO15	Giershagen, Northolter Str. 14	121:58	194	1:03	18:05	18:05
IO16	Giershagen, Northolter Str. 20	107:32	187	0:58	16:02	16:02
IO17	Giershagen, Rennebusch 5	179:00	228	1:18	27:43	27:43
IO18	Giershagen, Rennebusch 8	223:34	250	1:32	35:21	35:21
IO19	Giershagen, Rennebusch 17	191:56	236	1:22	30:12	30:12
IO20	Giershagen, Rennefeld 14	95:34	180	0:52	14:30	14:30
IO21	Giershagen, Rennefeld 16	95:38	181	0:51	14:35	14:35
IO22	Giershagen, Rennefeld 17	97:31	183	0:49	14:58	14:58
IO23	Giershagen, unbebaute Fläche B-Plan Nr. 8 "Rennefeld"	116:09	191	1:03	17:12	17:12
IO24	Giershagen, Zum Eckefeld 1	226:53	286	1:36	45:44	45:44
IO25	Giershagen, Zum Eckefeld 9	129:13	151	1:13	27:13	27:13
IO26	Giershagen, Zur alten Wiese 7	120:50	188	1:03	17:58	17:58
IO27	Giershagen, Zur alten Wiese 14	156:22	246	1:19	27:09	27:09
IO28	Giershagen, Zur Wilhelmsruh 13	86:06	165	0:39	13:13	13:13
IO29	Giershagen, Zur Wilhelmsruh 24	89:09	172	0:38	13:41	13:41
IO30	Giershagen, Zur Wilhelmsruh 26	87:31	169	0:38	13:25	13:25
IO31	Padberg, Niedermühle 8	49:17	89	0:50	9:01	9:01
IO32	Padberg, Niedermühle 12	52:46	90	0:52	9:39	9:39
IO33	Padberg, Niedermühle 16	52:35	86	0:54	9:29	9:29

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Erwartet [h/a]
WEA01	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162.0 m (Ges:249.5 m) (9)	198:53	42:14
WEA02	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162.0 m (Ges:249.5 m) (10)	264:09	44:40
WEA03	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162.0 m (Ges:249.5 m) (11)	370:13	56:52
WEA04	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162.0 m (Ges:249.5 m) (12)	165:43	30:23
WEA05	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162.0 m (Ges:249.5 m) (13)	195:10	33:30

(Fortsetzung nächste Seite)...



Projekt:

Giershagen

Lizenzierter Anwender:

anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
Daniel Baudach / daniel.baudach@anemos.de
Berechnet:
24.10.2024 16:30/4.0.540



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: 2024-10 Giershagen ZB

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name		Maximal [h/a]	Erwartet [h/a]
WEA06	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162.0 m (Ges:249.5 m) (14)		163:51	30:05
WEA07	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162.0 m (Ges:249.5 m) (15)		159:08	27:15

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.



Anhang D Vorbelastung - Detaillierte Ergebnisse windPRO

Projekt:
Giershagen

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
Daniel Baudach / daniel.baudach@anemos.de
Berechnet:
25.10.2024 09:57/4.0.540



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: 2024-10 Giershagen VB
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

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:
Terraindaten: WAsP (9)

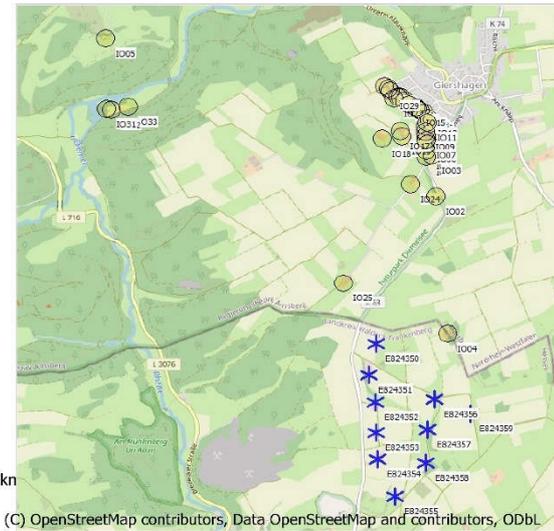
Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
323 296 393 492 497 443 733 1,009 1,204 1,477 1,100 556 8,524

Monatliche Aggregation der met. wahrsch. Reduzierung
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie
Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der
Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf
den folgenden Annahmen:
Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien: oro_DGM5_NRW_Hessen_5m_20x20km
Rasterauflösung: 1.0 m

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

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	NH	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]				[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]	
E824350	487,237	5,692,968	436.7	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !...Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	138.4	1,599	18.0	
E824351	487,180	5,692,703	430.0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !...Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	138.4	1,599	18.0	
E824352	487,232	5,692,474	413.9	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !...Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	138.4	1,599	18.0	
E824353	487,236	5,692,224	404.3	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !...Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	138.4	1,599	18.0	
E824354	487,249	5,691,993	411.6	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !...Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	138.4	1,599	18.0	
E824355	487,388	5,691,687	430.8	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !...Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	138.4	1,599	18.0	
E824356	487,709	5,692,501	441.8	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !...Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	138.4	1,599	18.0	
E824357	487,652	5,692,246	438.6	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !...Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	138.4	1,599	18.0	
E824358	487,635	5,691,964	436.7	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !...Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	138.4	1,599	18.0	
E824359	487,998	5,692,372	435.0	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !...Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	138.4	1,599	18.0	



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

Maßstab 1:50,000
* Existierende WEA * Schattenrezeptor

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IO01	Giershagen, Adorfer Weg 37	487,646	5,694,534	415.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO02	Giershagen, Adorfer Weg 41	487,724	5,694,204	424.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO03	Giershagen, Adorfer Weg 44	487,698	5,694,544	419.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO04	Giershagen, Adorfer Weg 60	487,817	5,693,043	420.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO05	Giershagen, Beringhof 1	485,074	5,695,534	372.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO06	Giershagen, Hinterm Hagen 2	487,653	5,694,647	415.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO07	Giershagen, Hinterm Hagen 2 a	487,651	5,694,672	413.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO08	Giershagen, Hinterm Hagen 14	487,651	5,694,710	411.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO09	Giershagen, Hinterm Hagen 16	487,643	5,694,745	408.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO10	Giershagen, Hinterm Hagen 24	487,646	5,694,788	405.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO11	Giershagen, Hinterm Hagen 26	487,653	5,694,816	404.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO12	Giershagen, Hinterm Hagen 30	487,661	5,694,859	402.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO13	Giershagen, Northolter Str. 6	487,599	5,694,923	400.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO14	Giershagen, Northolter Str. 10	487,582	5,694,938	400.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO15	Giershagen, Northolter Str. 14	487,564	5,694,948	400.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO16	Giershagen, Northolter Str. 20	487,477	5,695,001	401.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0

(Fortsetzung nächste Seite)...



Projekt:

Giershagen

Lizenzierter Anwender:

anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH

Böhmsholzer Weg 3

DE-21391 Reppenstedt

49(0)4131-8308-100

Daniel Baudach / daniel.baudach@anemos.de

Berechnet:

25.10.2024 09:57/4.0.540



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: 2024-10 Giershagen VB

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI)
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IO17	Giershagen, Rennebusch 5	487,443	5,694,751	415.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO18	Giershagen, Rennebusch 8	487,292	5,694,685	424.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO19	Giershagen, Rennebusch 17	487,453	5,694,705	416.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO20	Giershagen, Rennefeld 14	487,440	5,695,040	402.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO21	Giershagen, Rennefeld 16	487,423	5,695,036	403.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO22	Giershagen, Rennefeld 17	487,394	5,695,024	405.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO23	Giershagen, unbebaute Fläche B-Plan Nr. 8 "Rennefeld"	487,513	5,694,971	400.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO24	Giershagen, Zum Eckefeld 1	487,524	5,694,307	412.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO25	Giershagen, Zum Eckefeld 9	486,977	5,693,471	422.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO26	Giershagen, Zur alten Wiese 7	487,631	5,694,902	400.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO27	Giershagen, Zur alten Wiese 14	487,651	5,694,586	416.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO28	Giershagen, Zur Wilhelmsruh 13	487,318	5,695,130	400.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO29	Giershagen, Zur Wilhelmsruh 24	487,359	5,695,088	401.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO30	Giershagen, Zur Wilhelmsruh 26	487,346	5,695,108	400.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO31	Padberg, Niedermühle 8	485,075	5,694,942	298.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO32	Padberg, Niedermühle 12	485,114	5,694,938	298.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO33	Padberg, Niedermühle 16	485,249	5,694,958	299.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungs	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	
IO01	Giershagen, Adorfer Weg 37	0:00	0	0:00	0:00	
IO02	Giershagen, Adorfer Weg 41	0:00	0	0:00	0:00	
IO03	Giershagen, Adorfer Weg 44	0:00	0	0:00	0:00	
IO04	Giershagen, Adorfer Weg 60	104:58	172	1:18	14:55	
IO05	Giershagen, Beringhof 1	0:00	0	0:00	0:00	
IO06	Giershagen, Hinterm Hagen 2	0:00	0	0:00	0:00	
IO07	Giershagen, Hinterm Hagen 2 a	0:00	0	0:00	0:00	
IO08	Giershagen, Hinterm Hagen 14	0:00	0	0:00	0:00	
IO09	Giershagen, Hinterm Hagen 16	0:00	0	0:00	0:00	
IO10	Giershagen, Hinterm Hagen 24	0:00	0	0:00	0:00	
IO11	Giershagen, Hinterm Hagen 26	0:00	0	0:00	0:00	
IO12	Giershagen, Hinterm Hagen 30	0:00	0	0:00	0:00	
IO13	Giershagen, Northolter Str. 6	0:00	0	0:00	0:00	
IO14	Giershagen, Northolter Str. 10	0:00	0	0:00	0:00	
IO15	Giershagen, Northolter Str. 14	0:00	0	0:00	0:00	
IO16	Giershagen, Northolter Str. 20	0:00	0	0:00	0:00	
IO17	Giershagen, Rennebusch 5	0:00	0	0:00	0:00	
IO18	Giershagen, Rennebusch 8	0:00	0	0:00	0:00	
IO19	Giershagen, Rennebusch 17	0:00	0	0:00	0:00	
IO20	Giershagen, Rennefeld 14	0:00	0	0:00	0:00	
IO21	Giershagen, Rennefeld 16	0:00	0	0:00	0:00	
IO22	Giershagen, Rennefeld 17	0:00	0	0:00	0:00	
IO23	Giershagen, unbebaute Fläche B-Plan Nr. 8 "Rennefeld"	0:00	0	0:00	0:00	
IO24	Giershagen, Zum Eckefeld 1	0:00	0	0:00	0:00	
IO25	Giershagen, Zum Eckefeld 9	57:28	93	0:54	6:17	
IO26	Giershagen, Zur alten Wiese 7	0:00	0	0:00	0:00	
IO27	Giershagen, Zur alten Wiese 14	0:00	0	0:00	0:00	
IO28	Giershagen, Zur Wilhelmsruh 13	0:00	0	0:00	0:00	
IO29	Giershagen, Zur Wilhelmsruh 24	0:00	0	0:00	0:00	
IO30	Giershagen, Zur Wilhelmsruh 26	0:00	0	0:00	0:00	
IO31	Padberg, Niedermühle 8	0:00	0	0:00	0:00	
IO32	Padberg, Niedermühle 12	0:00	0	0:00	0:00	
IO33	Padberg, Niedermühle 16	0:00	0	0:00	0:00	

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[h/a]	[h/a]
E824350	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138.4 m (Ges:179.4 m) (641)	52:43	8:02
E824351	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138.4 m (Ges:179.4 m) (642)	11:16	2:16

(Fortsetzung nächste Seite)...



Projekt:

Giershagen

Lizenzierter Anwender:

anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH

Böhmholzer Weg 3

DE-21391 Reppenstedt

49(0)4131-8308-100

Daniel Baudach / daniel.baudach@anemos.de

Berechnet:

25.10.2024 09:57/4.0.540



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: 2024-10 Giershagen VB

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name					Maximal	Erwartet
						[h/a]	[h/a]
E824352	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138.4 m (Ges:179.4 m) (644)					13:27	2:02
E824353	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138.4 m (Ges:179.4 m) (647)					9:26	1:03
E824354	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138.4 m (Ges:179.4 m) (649)					0:00	0:00
E824355	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138.4 m (Ges:179.4 m) (650)					0:00	0:00
E824356	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138.4 m (Ges:179.4 m) (643)					51:32	5:29
E824357	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138.4 m (Ges:179.4 m) (646)					0:00	0:00
E824358	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138.4 m (Ges:179.4 m) (648)					0:00	0:00
E824359	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138.4 m (Ges:179.4 m) (645)					24:02	2:18

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.

Anhang E Gesamtbelastung - Detaillierte Ergebnisse windPRO

Projekt:
Giershagen

Lizenziertes Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
Daniel Baudach / daniel.baudach@anemos.de
Berechnet:
25.10.2024 09:02/4.0.540



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: 2024-10 Giershagen GB
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

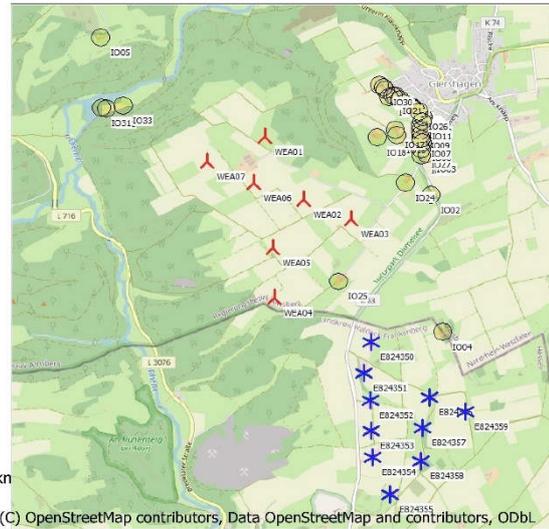
Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [BAD LIPPSPRINGE]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1.58 3.21 3.35 5.03 6.68 5.58 6.26 5.85 4.04 3.08 2.01 1.34

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:
Terraindaten: WASP (9)

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
329 297 385 475 490 447 746 1,015 1,180 1,431 1,093 567 8,453

Monatliche Aggregation der met. wahrsch. Reduzierung
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie
Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der
Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf
den folgenden Annahmen:
Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien: oro_DGM5_NRW_Hessen_5m_20x20km
Rasterauflösung: 1.0 m

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



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

Maßstab 1:50,000
* Existierende WEA * Schattenrezeptor

WEA

WEA-Typ	Ost Nord Z Beschreibung				Hersteller	Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	NH	Schattendaten	
	Aktuell									Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]				[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
E824350	487,237	5,692,968	436.7	ENERCON E-82 E2 2300 82....Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	138.4	1,599	18.0
E824351	487,180	5,692,703	430.0	ENERCON E-82 E2 2300 82....Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	138.4	1,599	18.0
E824352	487,232	5,692,474	413.9	ENERCON E-82 E2 2300 82....Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	138.4	1,599	18.0
E824353	487,236	5,692,224	404.3	ENERCON E-82 E2 2300 82....Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	138.4	1,599	18.0
E824354	487,249	5,691,993	411.6	ENERCON E-82 E2 2300 82....Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	138.4	1,599	18.0
E824355	487,388	5,691,687	430.8	ENERCON E-82 E2 2300 82....Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	138.4	1,599	18.0
E824356	487,709	5,692,501	441.8	ENERCON E-82 E2 2300 82....Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	138.4	1,599	18.0
E824357	487,652	5,692,246	438.6	ENERCON E-82 E2 2300 82....Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	138.4	1,599	18.0
E824358	487,635	5,691,964	436.7	ENERCON E-82 E2 2300 82....Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	138.4	1,599	18.0
E824359	487,998	5,692,372	435.0	ENERCON E-82 E2 2300 82....Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	138.4	1,599	18.0
WEA01	486,390	5,694,697	415.0	ENERCON E-175 EP5 6000 ... Ja	ENERCON	E-175 EP5-6,000	6,000	175.0	162.0	1,737	-
WEA02	486,696	5,694,167	420.0	ENERCON E-175 EP5 6000 ... Ja	ENERCON	E-175 EP5-6,000	6,000	175.0	162.0	1,737	-
WEA03	487,081	5,694,005	418.0	ENERCON E-175 EP5 6000 ... Ja	ENERCON	E-175 EP5-6,000	6,000	175.0	162.0	1,737	-
WEA04	486,464	5,693,337	406.5	ENERCON E-175 EP5 6000 ... Ja	ENERCON	E-175 EP5-6,000	6,000	175.0	162.0	1,737	-
WEA05	486,454	5,693,762	412.6	ENERCON E-175 EP5 6000 ... Ja	ENERCON	E-175 EP5-6,000	6,000	175.0	162.0	1,737	-
WEA06	486,297	5,694,309	421.5	ENERCON E-175 EP5 6000 ... Ja	ENERCON	E-175 EP5-6,000	6,000	175.0	162.0	1,737	-
WEA07	485,921	5,694,489	430.0	ENERCON E-175 EP5 6000 ... Ja	ENERCON	E-175 EP5-6,000	6,000	175.0	162.0	1,737	-

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]
IO01	Giershagen, Adorfer Weg 37	487,646	5,694,534	415.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO02	Giershagen, Adorfer Weg 41	487,724	5,694,204	424.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO03	Giershagen, Adorfer Weg 44	487,698	5,694,544	419.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO04	Giershagen, Adorfer Weg 60	487,817	5,693,043	420.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO05	Giershagen, Beringhof 1	485,074	5,695,534	372.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO06	Giershagen, Hinterm Hagen 2	487,653	5,694,647	415.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO07	Giershagen, Hinterm Hagen 2 a	487,651	5,694,672	413.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO08	Giershagen, Hinterm Hagen 14	487,651	5,694,710	411.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0

(Fortsetzung nächste Seite)...



Projekt:
Giershagen

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
Daniel Baudach / daniel.baudach@anemos.de
Berechnet:
25.10.2024 09:02/4.0.540



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: 2024-10 Giershagen GB

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)
Nr. Name

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IO09	Giershagen, Hinterm Hagen 16	487,643	5,694,745	408.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO10	Giershagen, Hinterm Hagen 24	487,646	5,694,788	405.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO11	Giershagen, Hinterm Hagen 26	487,653	5,694,816	404.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO12	Giershagen, Hinterm Hagen 30	487,661	5,694,859	402.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO13	Giershagen, Northolter Str. 6	487,599	5,694,923	400.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO14	Giershagen, Northolter Str. 10	487,582	5,694,938	400.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO15	Giershagen, Northolter Str. 14	487,564	5,694,948	400.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO16	Giershagen, Northolter Str. 20	487,477	5,695,001	401.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO17	Giershagen, Rennebusch 5	487,443	5,694,751	415.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO18	Giershagen, Rennebusch 8	487,292	5,694,685	424.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO19	Giershagen, Rennebusch 17	487,453	5,694,705	416.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO20	Giershagen, Rennefeld 14	487,440	5,695,040	402.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO21	Giershagen, Rennefeld 16	487,423	5,695,036	403.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO22	Giershagen, Rennefeld 17	487,394	5,695,024	405.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO23	Giershagen, unbebaute Fläche B-Plan Nr. 8 "Rennefeld"	487,513	5,694,971	400.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO24	Giershagen, Zum Eckefeld 1	487,524	5,694,307	412.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO25	Giershagen, Zum Eckefeld 9	486,977	5,693,471	422.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO26	Giershagen, Zur alten Wiese 7	487,631	5,694,902	400.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO27	Giershagen, Zur alten Wiese 14	487,651	5,694,586	416.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO28	Giershagen, Zur Wilhelmsruh 13	487,318	5,695,130	400.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO29	Giershagen, Zur Wilhelmsruh 24	487,359	5,695,088	401.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO30	Giershagen, Zur Wilhelmsruh 26	487,346	5,695,108	400.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO31	Padberg, Niedermühle 8	485,075	5,694,942	298.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO32	Padberg, Niedermühle 12	485,114	5,694,938	298.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
IO33	Padberg, Niedermühle 16	485,249	5,694,958	299.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungs	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	
IO01	Giershagen, Adorfer Weg 37	160:30	256	1:22	29:27	
IO02	Giershagen, Adorfer Weg 41	134:16	212	1:31	28:33	
IO03	Giershagen, Adorfer Weg 44	136:33	235	1:18	25:00	
IO04	Giershagen, Adorfer Weg 60	151:54	285	1:18	25:52	
IO05	Giershagen, Beringhof 1	67:10	122	0:55	8:15	
IO06	Giershagen, Hinterm Hagen 2	139:56	221	1:15	23:53	
IO07	Giershagen, Hinterm Hagen 2 a	140:05	219	1:14	23:27	
IO08	Giershagen, Hinterm Hagen 14	137:46	214	1:12	22:36	
IO09	Giershagen, Hinterm Hagen 16	135:48	208	1:11	21:56	
IO10	Giershagen, Hinterm Hagen 24	130:34	204	1:08	20:47	
IO11	Giershagen, Hinterm Hagen 26	126:29	200	1:07	19:56	
IO12	Giershagen, Hinterm Hagen 30	120:42	194	1:04	18:45	
IO13	Giershagen, Northolter Str. 6	126:12	197	1:03	19:11	
IO14	Giershagen, Northolter Str. 10	124:01	195	1:03	18:47	
IO15	Giershagen, Northolter Str. 14	121:58	194	1:03	18:26	
IO16	Giershagen, Northolter Str. 20	107:32	187	0:58	16:21	
IO17	Giershagen, Rennebusch 5	179:00	228	1:18	28:15	
IO18	Giershagen, Rennebusch 8	223:34	250	1:32	36:01	
IO19	Giershagen, Rennebusch 17	191:56	236	1:22	30:47	
IO20	Giershagen, Rennefeld 14	95:34	180	0:52	14:48	
IO21	Giershagen, Rennefeld 16	95:38	181	0:51	14:53	
IO22	Giershagen, Rennefeld 17	97:31	183	0:49	15:16	
IO23	Giershagen, unbebaute Fläche B-Plan Nr. 8 "Rennefeld"	116:09	191	1:03	17:32	
IO24	Giershagen, Zum Eckefeld 1	226:53	286	1:36	46:40	
IO25	Giershagen, Zum Eckefeld 9	186:41	244	1:13	34:02	
IO26	Giershagen, Zur alten Wiese 7	120:50	188	1:03	18:19	
IO27	Giershagen, Zur alten Wiese 14	156:22	246	1:19	27:43	
IO28	Giershagen, Zur Wilhelmsruh 13	86:06	165	0:39	13:29	
IO29	Giershagen, Zur Wilhelmsruh 24	89:09	172	0:38	13:58	
IO30	Giershagen, Zur Wilhelmsruh 26	87:31	169	0:38	13:41	
IO31	Padberg, Niedermühle 8	49:17	89	0:50	9:08	
IO32	Padberg, Niedermühle 12	52:46	90	0:52	9:47	
IO33	Padberg, Niedermühle 16	52:35	86	0:54	9:35	



Projekt:

Giershagen

Lizenzierter Anwender:

anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
 Böhmholzer Weg 3
 DE-21391 Reppenstedt
 49(0)4131-8308-100
 Daniel Baudach / daniel.baudach@anemos.de
 Berechnet:
 25.10.2024 09:02/4.0.540



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: 2024-10 Giershagen GB

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name		Maximal [h/a]	Erwartet [h/a]
E824350	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138.4 m (Ges:179.4 m) (641)		52:43	7:58
E824351	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138.4 m (Ges:179.4 m) (642)		11:16	2:14
E824352	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138.4 m (Ges:179.4 m) (644)		13:27	2:00
E824353	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138.4 m (Ges:179.4 m) (647)		9:26	1:02
E824354	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138.4 m (Ges:179.4 m) (649)		0:00	0:00
E824355	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138.4 m (Ges:179.4 m) (650)		0:00	0:00
E824356	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138.4 m (Ges:179.4 m) (643)		51:32	5:28
E824357	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138.4 m (Ges:179.4 m) (646)		0:00	0:00
E824358	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138.4 m (Ges:179.4 m) (648)		0:00	0:00
E824359	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138.4 m (Ges:179.4 m) (645)		24:02	2:18
WEA01	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162.0 m (Ges:249.5 m) (9)		198:53	43:02
WEA02	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162.0 m (Ges:249.5 m) (10)		264:09	45:35
WEA03	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162.0 m (Ges:249.5 m) (11)		370:13	58:01
WEA04	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162.0 m (Ges:249.5 m) (12)		165:43	31:03
WEA05	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162.0 m (Ges:249.5 m) (13)		195:10	34:04
WEA06	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162.0 m (Ges:249.5 m) (14)		163:51	30:40
WEA07	ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !O! NH: 162.0 m (Ges:249.5 m) (15)		159:08	27:38

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.



Anhang F Beschattungs-Kalender

Diese und weitere detaillierte Ergebnisse finden sich im gesonderten Dokument „2024-11-Anhang Schattenwurfkalender_zu_24-707-7241473-Rev.00-SW-LF“.