



Schattenwurfprognose – Revision 0

Projekt: **Torisdorf III (Löwitz West) WEA 5+6**
Errichtung von zwei Windenergieanlagen Typ eno160-6.0 mit einer Nabenhöhe von 165,0 m und einer Nennleistung von 6,0 MW

Bundesland: Mecklenburg – Vorpommern
Deutschland

Berichtsdatum: Rerik, 01.08.2022

Berichtsnummer: enosite-0094-ST-2022-01

Bearbeitung: Astrid Zädow

enosite GmbH

Straße am Zeltplatz 7
18230 Ostseebad Rerik

Tel. 038296-747 400

www.eno-site.com



Auftraggeber:	eno energy GmbH Kempowski-Ufer 1 18055 Rostock Frau Christin Plepla
Auftragnehmer:	enosite GmbH Straße am Zeltplatz 7 18230 Ostseebad Rerik
Auftragsdatum:	14.07.2020
Aufgabenstellung:	Erstellung einer Schattenwurfprognose
Standort:	Torisdorf, Löwitz West, M-V
Erstellt von:	Astrid Zädow
Geprüft von:	Katharina Rusch

Änderungsverlauf			
Bezeichnung	Datum	Seite(n)	Beschreibung
enosite-0094-ST-2022-01	03.08.2022	40	Revision 0 2x eno160-6.0, 165,0 m



Inhalt

II	Tabellenverzeichnis	3
III	Abbildungsverzeichnis	3
1	Aufgabenstellung und verwendete Unterlagen.....	4
2	Grundlagen.....	6
3	Standortbeschreibung.....	7
4	Kenndaten der Windenergieanlagen.....	8
5	Immissionsrichtwerte und Immissionsorte.....	9
6	Prognoseergebnisse	12
6.1	Zusatzbelastung	12
6.2	Vorbelastung.....	13
6.3	Gesamtbelastung.....	15
7	Unsicherheitsbetrachtung	16
8	Beurteilung der Berechnungsergebnisse	18
9	Literatur	19
	Anhang.....	20
A-1	Koordinaten der berücksichtigten Windenergieanlagen und Immissionsorte	21
A-2	Fotodokumentation zu den Immissionsorten	23
A-3	Berechnungsergebnisse der Zusatzbelastung	28
A-4	Berechnungsergebnisse der Vorbelastung.....	32
A-5	Berechnungsergebnisse der Gesamtbelastung.....	37

II Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Spezifikationen der geplanten und existierenden WEA im Windpark Torisdorf/Löwitz	9
Tabelle 2: Adressen der relevanten IO	11
Tabelle 3: Ergebnisse Schattenwurf der Zusatzbelastung	12
Tabelle 4: Ergebnisse der Vorbelastung.....	14
Tabelle 5: Ergebnisse der Gesamtbelastung	15
Tabelle 6: Koordinaten der WEA	21
Tabelle 7: Koordinaten der IO.....	21

III Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung Bildung Schattenwurf	6
Abbildung 2: Übersicht Projekt Torisdorf III.....	8
Abbildung 3: Beschattungsbereich Projekt Torisdorf III.....	11



1 Aufgabenstellung und verwendete Unterlagen

Die eno energy GmbH beauftragte die enosite GmbH mit der Erstellung einer Schattenwurfprognose für den Standort Torisdorf III (Löwitz West), Stadt Rehna, Ortslage Löwitz, Landkreis Nordwestmecklenburg im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern.

Für den angegebenen Standort wird vom Auftraggeber die Errichtung von zwei Windenergieanlagen (WEA) des Typs eno160-6.0 mit 165,0 m Nabenhöhe (NH) geplant. In einem Umkreis von 4 km sind drei bestehende WEA, 12 fremdgeplante WEA im Genehmigungsverfahren und 4 WEA im Genehmigungsverfahren seitens der eno energy GmbH (Torisdorf I+II) zu berücksichtigen.

In der vorliegenden Prognose wird berücksichtigt, dass die geplante WEA 6 die WEA 3 im Genehmigungsverfahren ersetzen wird.

Weitere Angaben zu den Anlageneigenschaften können der Tabelle 1 entnommen werden.

Die vom Auftraggeber bereitgestellten Angaben bezüglich des Typs und der Lage der betrachteten WEA werden als richtig und vollständig vorausgesetzt.

Der Standort wurde am 24.07.2019 besichtigt, wobei die WEA-Standorte und Immissionsorte (IO) mittels Feldprotokollen und Fotos dokumentiert wurden. Im Rahmen der letzten Standortbegehung am 06.07.2022 durch einen Mitarbeiter der enosite GmbH konnten die IO bestätigt werden.

Für die Erstellung der Schattenwurfberechnung wurden folgende Unterlagen und Dokumente verwendet:

- Angaben zu NH, Anlagentyp und Standortkoordinaten der berücksichtigenden WEA (Stand: Juli 2022)
- Luftbildauswertung
- Topografische Karte im Maßstab 1:25.000 (TK25)
- Standortbesichtigungen vom 24.07.2019 durch die Bearbeiterin (in Verbindung mit der Begehung vom 06.07.2022)



Schutzvermerk entsprechend ISO 16016**Copyright © 2022 enosite GmbH**

Weitergabe sowie Vervielfältigung des Dokumentes, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadensersatz. Alle Rechte sind für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

Empfänger

Die enosite GmbH übernimmt keine Verantwortung für den Inhalt dieses Berichtes gegenüber anderen Parteien als dem Kunden. Wenn dritte Personen sich in irgendeiner Weise auf den Inhalt dieser Prognose beziehen, geschieht dies ausschließlich auf eigenes Risiko.

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens ist es neben dem Auftraggeber auch den zuständigen Genehmigungsbehörden und den finanzierenden Banken gestattet, die vorliegende Schattenwurfprognose ausschließlich in vollem Umfang und nicht in Auszügen zu verwenden und zu prüfen.

Haftungsausschluss

Für die prognostizierten Ergebnisse der Schattenwurfprognose wird seitens des Gutachters keine Garantie übernommen. Sie basieren auf den Berechnungen mit dem Modul SHADOW der Software WindPRO in der Version 3.5.584 der Firma EMD International A/S aus Aalborg, Dänemark und den von den Anlagenherstellern gestellten Anlagendaten.

Akkreditierung

Die enosite GmbH ist von der „Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS)“ nach EN ISO/IEC 17025:2018 für den Bereich „Ermittlung des Schattenwurfs von Windenergieanlagen“ und nach den auf der Anlage zur Urkunde vermerkten Prüfverfahren akkreditiert.

Bearbeiter:

Astrid Zadow

Dipl.-Geogr.

Prüfer:

Katharina Rusch

M.Sc. Geophys.



2 Grundlagen

Die Drehbewegung der Rotoren von WEA führt zu einem unregelmäßigen, sich periodisch verändernden Schattenwurf.

Der Schattenwurf einer WEA ist von mehreren Faktoren abhängig. Neben der Sonnenscheindauer ist der Einfallswinkel der Sonne entscheidend. Dieser lässt sich aus astronomischen, jahreszeitlichen und geografischen Parametern bestimmen. Weitere Einflussgrößen sind der Standort, die NH, der Rotordurchmesser (RD) sowie die Rotorblatttiefe einer WEA. Der Zusammenhang zwischen Sonnenstand, NH, RD sowie Schattenfläche ist in der nachstehenden Abbildung 1 [1] zu erkennen.

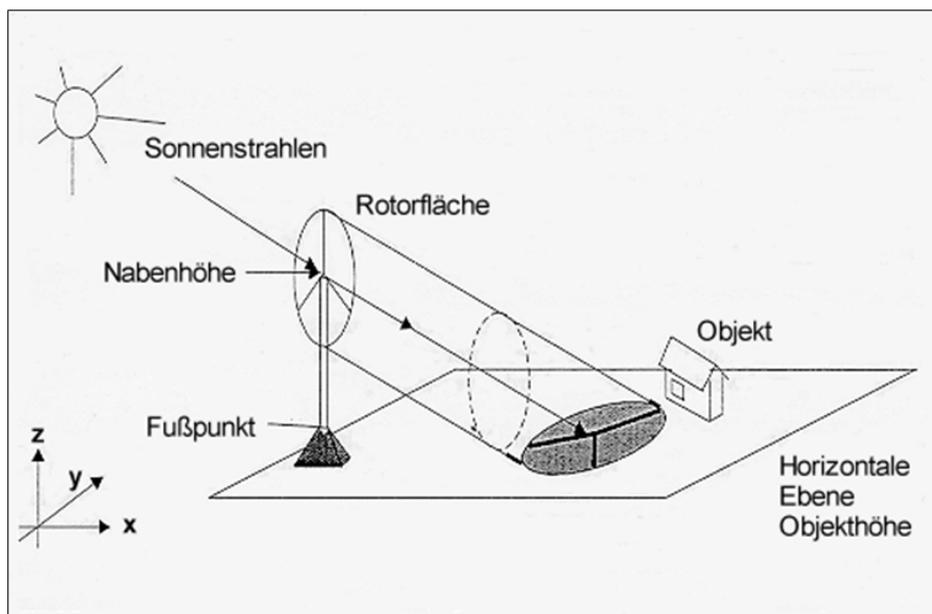


Abbildung 1: Darstellung Bildung Schattenwurf

Rein geometrisch betrachtet, reicht der Schatten bei Sonnenaufgang und -untergang unendlich weit, allerdings nimmt der Anteil der direkten Strahlung mit niedrigem Sonnenstand ab, da die Sonnenstrahlen einen längeren Weg durch die Atmosphäre zurücklegen müssen. Dies führt dazu, dass bei niedrigem Sonnenstand kaum Schattenwurf existiert. Da die Sonne keine Punktlichtquelle darstellt, sondern eine Kugel ist, hat das Licht einen Einstrahlungswinkel von $0,531^\circ$ [2] (bei einem mittleren Abstand von 150.000.000 km zur Sonne). Dadurch gibt es Schattenbereiche, in denen die Sonnenstrahlen durch das Hindernis vollständig und Bereiche, in denen nur ein Teil der Sonnenstrahlen verdeckt werden. Diese Bereiche werden als Kern- und Halbschatten bezeichnet.

Im vorliegenden Fall des von WEA erzeugten periodischen Schattenwurfs ist der Rotor das Schatten verursachende Hindernis. Da die Rotorblätter relativ schmal sind, ist der Kernschatten recht kurz, sodass bei Einhaltung der üblichen Abstände der WEA zu Ortschaften mit potentiellen IO nur der Halbschatten relevant ist.

Der Anteil der verdeckten Sonnenfläche und somit die Intensität des Halbschattens wird mit zunehmender Entfernung immer geringer. Die Helligkeitsschwankungen sind dann so gering, dass sie nicht mehr störend wirken bzw. nicht mehr wahrnehmbar sind.

In den WKA-Schattenwurf-Hinweisen (LAI) [3] wurde festgelegt, dass der Einwirkungsbereich ab einem Verdeckungsgrad der Sonne von 20 % zu betrachten ist, dies entspricht dem Grenzwert von 2,5 %, ab dem Helligkeitsunterschiede vom Menschen wahrgenommen werden können. Ebenso wird festgelegt, dass Sonnenstände unter 3° Erhöhung über dem Horizont wegen Bewuchs, Bebauung und der zu durchdringenden Atmosphärenschichten in ebenem Gelände nicht mehr zu berücksichtigen sind.

3 Standortbeschreibung

Der Standort für die geplanten WEA befindet sich im Landkreis Nordwestmecklenburg, im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern, zwischen den Ortschaften Torisdorf, Löwitz und Klein Rünz.

Die Standorte der WEA 5 und 6 liegen auf dem Gebiet der Ortslage Löwitz der Stadt Rehna.

Insgesamt wird das Planungsgebiet umrahmt von den Ortschaften Lindow, Torisdorf (beide Gemeinde Groß Siemz), Falkenhagen, Löwitz (beide Stadt Rehna), Klein Rünz (Gemeinde Königsfeld) und Samkow (Gemeinde Carlow).

Rund 2,2 km östlich des Standortes befindet sich die Bundesstraße 104. Die Bundesautobahn 20 verläuft ca. 4 km nördlich vom geplanten Standort. Die Stadt Rehna ist ca. 4 km weiter südöstlich und die Stadt Schönberg ist ca. 6 km nördlich vom vorgesehenen Standort entfernt.

Bei dem für die Errichtung der WEA vorgesehenen Bereich handelt es sich um landwirtschaftlich genutzte Flächen. Die nähere Umgebung ist durch kleinere Ortschaften und landwirtschaftliche Nutzflächen sowie kleine Mischwaldareale (z.B. Torisdorfer Holz) geprägt. Großräumig sind die Niederungen des Flusses Maurine im Westen und des Flusses Radegast im Osten für die Landschaftsgestaltung bedeutend.

Die Standortumgebung ist hügelig. Die Geländehöhen in der direkten Umgebung liegen zwischen ca. 10 m über Normalhöhennull (NHN) in den genannten Niederungen und 67,5 m über NHN nördlich von Klein Rünz.

Eine Übersicht der örtlichen Situation gibt die Abbildung 2 wieder.

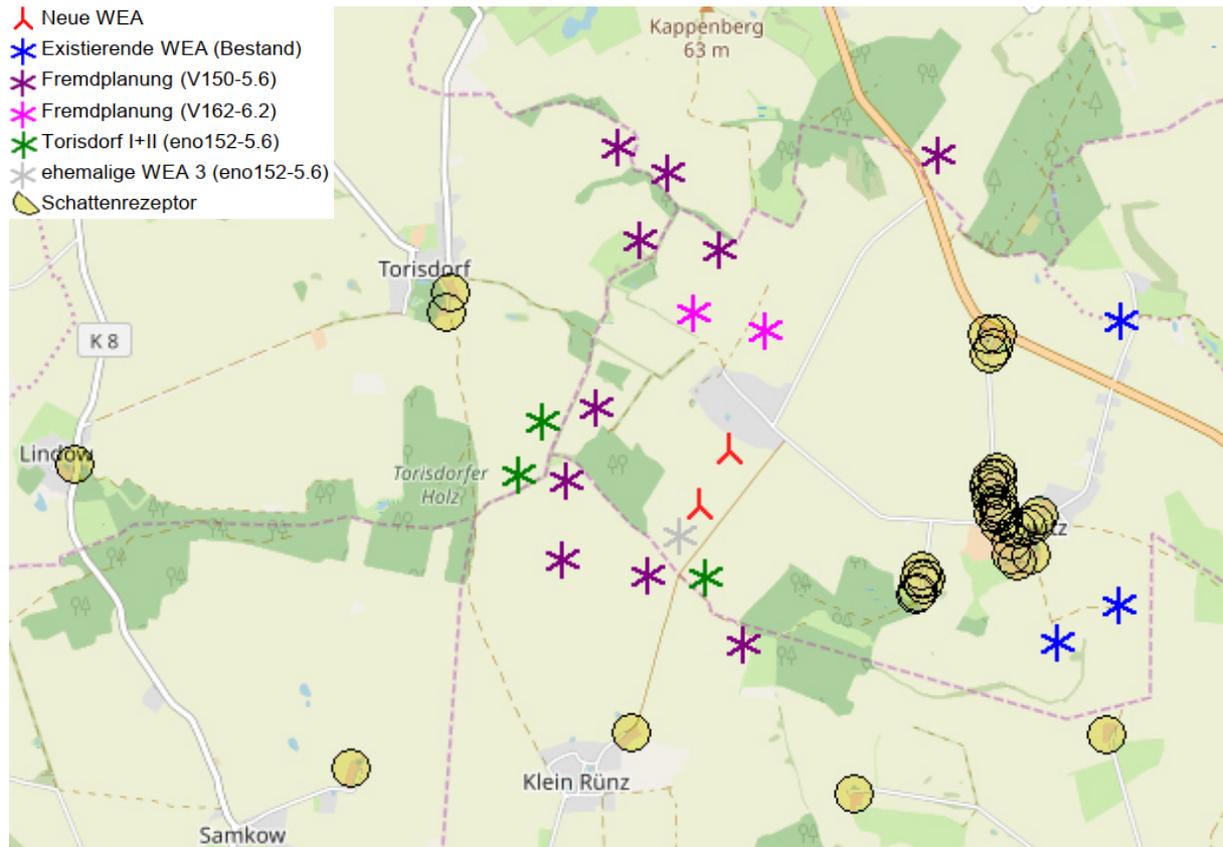


Abbildung 2: Übersicht Projekt Torisdorf III

4 Kenndaten der Windenergieanlagen

Grundsätzlich verursachen WEA aufgrund der Rotation des Rotors einen periodisch auftretenden Schatten, der gemäß BImSchG § 3 Abs. 2 als Immission aufzufassen ist [4]. Durch Schattenwurf verursachte Gesundheitsgefährdungen sind bisher nicht bekannt. Daher ist der Schattenwurf einer WEA lediglich als Belästigung einzustufen. Im Rahmen der Genehmigung von WEA-Projekten ist zu prüfen, ob die durch Schattenwurf einer bzw. mehrerer WEA hervorgerufene Belästigung erheblich ist.

Für die Ermittlung der Schattenwurfimmissionen werden Standort, NH, RD und Rotorblatttiefe der zu betrachtenden WEA sowie die Lage der IO als Eingangsgrößen für die verwendete Berechnungssoftware benötigt. Zur Berechnung des Verdeckungsgrades der Sonne wird die Rotorblattgeometrie herangezogen. Über den gesamten Rotorflügel ist die Rotorblatttiefe nicht konstant, sondern zum Rand hin abnehmend. Daher wird gemäß [2] ersatzweise ein rechteckiges Rotorblatt mit einer mittleren Blatttiefe als Grundlage verwendet. Diese mittlere Blatttiefe errechnet sich folgendermaßen:

$$\text{mittlere Blatttiefe} = \frac{\text{max. Blatttiefe} - \text{min. Blatttiefe bei 90\% Radius}}{2}$$

Die für die Prognoseberechnung erforderlichen Daten der untersuchten WEA sind in der nachfolgenden Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Spezifikationen der geplanten und existierenden WEA im Windpark Torisdorf/Löwitz

WEA	n	Nennleistung	RD	NH	Rotorblatttyp	max. Blatttiefe	Blatttiefe bei 90 % Rotorradius	Beschattungsbereich
		[kW]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[m]
eno160-6.0	2	6.000	160,0	165,0	LM78,3	4,12	1,02	1.743
eno152-5.6	3	5.600	152,0	165,0	SR 152	4,73	0,92	1.918
V27 150-50	1	150	27,0	30,0	VESTAS 13	1,29	0,32	548
S77 1500	2	1.500	77,0	61,5	NR 37.5 (LM 37.3)	3,1	1,32	1.505
V150-5.6	10	5.600	150,0	166,0	VESTAS	4,24	1,35	1.897
V162-6.2	2	6.200	162,0	169,0	VESTAS	4,32	1,68	2.037

Die Koordinaten der WEA wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt und werden in der Tabelle 6 im Anhang aufgeführt. Die Grundgenauigkeit der Koordinaten beträgt ± 3 m bis ± 5 m, die der NH ± 3 m. Der RD und die Blattparameter werden durch den WEA-Typ vorgegeben. Die Daten wurden durch den Hersteller der WEA übermittelt.

5 Immissionsrichtwerte und Immissionsorte

Gemäß der Leitlinie der „Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windkraftanlagen Aktualisierung 2019“ des Länderausschusses für Immissionsschutz („WKA Schattenwurfhinweise“) vom 23.01.2020 [3] wird eine Einwirkung durch zu erwartenden periodischen Schattenwurf als nicht erheblich belästigend angesehen, wenn die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer aller WEA am jeweiligen IO nicht mehr als 30 Stunden je Jahr („worst case“) und darüber hinaus nicht mehr als 30 Minuten pro Tag beträgt.

Für die Berechnung des „worst case“ - Falles werden folgende Annahmen berücksichtigt: Die Sonne scheint den ganzen Tag bei wolkenlosem Himmel, die Rotorfläche steht senkrecht zur Sonneneinstrahlung und die Rotoren der Anlagen drehen durchgängig. Dies ist in der Realität nicht der Fall. Real zu erwartende Schattenwurfzeiten können unter Berücksichtigung der Parameter Sonnenscheinwahrscheinlichkeit, Windgeschwindigkeitsverteilung und Windrichtung berechnet werden.

Wird die maximale mögliche Beschattungsdauer überschritten, ist die Installation einer Schattenabschaltautomatik vorgesehen. Für diese wird eine maximale meteorologische (reale) Beschattungsdauer von 8 Stunden pro Kalenderjahr und 30 Minuten pro Tag festgelegt.

Der Verlauf des Schattens wird an den jeweiligen zu berücksichtigenden Anlagen zugewandten Hausfronten betrachtet. Um eine Berechnung „zur sicheren Seite“ zu gewährleisten, wird



für alle Rezeptoren ein Punktrezeptor von 0,1 m (Breite) x 0,1 m (Länge) und 0° Neigung festgelegt. Die Bezugshöhe für die Betrachtungen ist jeweils mit 2 m über dem Erdboden bestimmt. Damit werden alle Schatteneinflüsse unabhängig von der tatsächlich bestehenden Fensterausrichtung erfasst. Die Berechnung erfolgt im „Gewächshaus-Modus“, eine mögliche Eigenabschirmung des Gebäudes wird nicht betrachtet. Den Fensterfronten vorgelagerte Gebäude, Bäume, Hecken oder andere, sichtverschattende Gegebenheiten wurden nicht berücksichtigt.

Der periodische Schattenwurf als Immission im Sinne des BImSchG ist entsprechend [3] und [4] an schutzwürdigen Räumen, wie

- Wohnräumen,
- Schlafräumen,
- Unterrichtsräumen,
- Büroräumen, Praxisräumen und Arbeitsräumen

zu ermitteln.

Direkt an Gebäuden beginnende Außenflächen (z.B. Terrassen und Balkone) sind den schutzwürdigen Räumen von 6:00 Uhr bis 22:00 Uhr gleichgestellt. Weiterhin sind unbebaute Flächen, auf denen nach Bau- und Planungsrecht Gebäude mit schutzwürdigen Räumen zulässig sind, als IO zu berücksichtigen.

Innerhalb der Software WindPRO erfolgt die Schattenwurfberechnung für einen Zeitraum von einem Jahr mit einer Schrittweite von einem Tag und einer Minute.

Weitere Hinweise zur Berechnungsmethode im Modul SHADOW sind in [2] ersichtlich.

Für das Projekt Torisdorf III (Löwitz) wurde die Schattenwurfausbreitung in unmittelbarer Nähe des Standortes der geplanten WEA betrachtet. Dabei handelt es sich um die Ortschaften Löwitz, Königsfeld, Samkow, Lindow und Torisdorf.

Bei der Prüfung der Zusatzbelastung werden relevante IO, an denen es zu Schattenwurf durch die beantragten Anlagen kommen könnte, näher untersucht.

Die folgende Abbildung 3 zeigt den astronomisch maximalen Beschattungsbereich der geplanten WEA sowie die betrachteten IO.



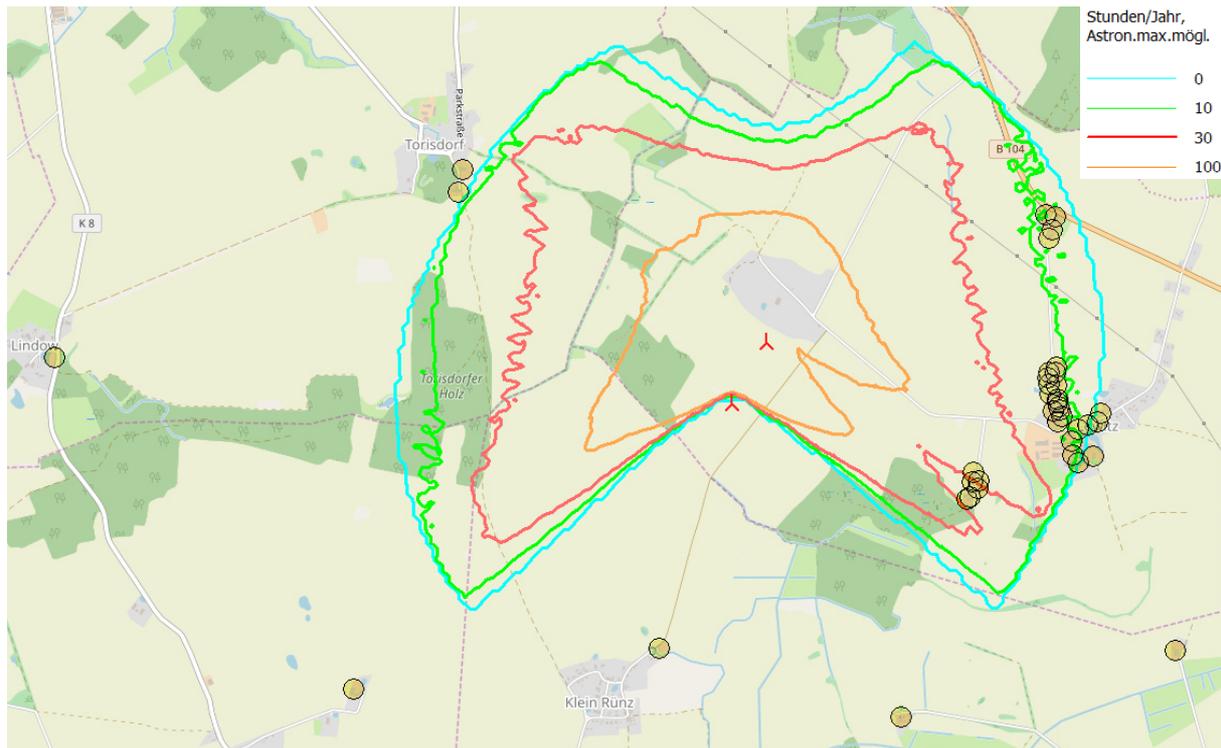


Abbildung 3: Beschattungsbereich Projekt Torisdorf III

Die hellblaue Isolinie stellt die Grenze des Beschattungsbereichs der geplanten WEA dar. Innerhalb der roten Isolinie tritt an mehr als 30 Stunden im Jahr periodischer Schattenwurf auf, grün markiert eine Einwirkung von 10 Stunden pro Jahr. Insgesamt wurden 39 IO im möglichen Beschattungsbereich untersucht.

Die Abbildung 3 verdeutlicht, dass es durch die geplanten WEA in Löwitz (Ortsteil von 19217 Rehna) zu periodischem Schattenwurf kommt. In der folgenden Tabelle 2 sind die relevanten IO ersichtlich.

Tabelle 2: Adressen der relevanten IO

IO	Adresse	IO	Adresse
1	Löwitz, An der Chaussee 7	15	Löwitz, Schmiedeweg 1a
2	Löwitz, An der Chaussee 3	16	Löwitz, Schmiedeweg 3
3	Löwitz, An der Chaussee 4	17	Löwitz, Schmiedeweg 1e
4	Löwitz, An der Chaussee 5	18	Löwitz, Schmiedeweg 1
5	Löwitz, Schmiedeweg 4a	21	Löwitz, Lindenweg 21
6	Löwitz, Schmiedeweg 4	22	Löwitz, Dorfplatz 5
7	Löwitz, Schmiedeweg 7	23	Löwitz, Dorfplatz 1
8	Löwitz, Schmiedeweg 6	24	Löwitz, Dorfplatz 2
9	Löwitz, Schmiedeweg 6a	27	Löwitz, Am Wald 1
10	Löwitz, Schmiedeweg 2	28	Löwitz, Am Wald 2
11	Löwitz, Schmiedeweg 5	29	Löwitz, Am Wald 3
12	Löwitz, Schmiedeweg 1d	30	Löwitz, Am Wald 4
13	Löwitz, Schmiedeweg 1c	31	Löwitz, Am Wald 5
14	Löwitz, Schmiedeweg 1b	32	Löwitz, Am Wald 5a

Die IO wurden im Rahmen der Standortbegehung vom 24.07.2019 aufgenommen und dokumentiert. Eine Fotodokumentation ist im Anhang A-2 zu finden.

Die Koordinaten sämtlicher IO sind im Anhang in der Tabelle 7 aufgeführt. In der Ergebnisszusammenstellung im Anhang sind die detaillierten Berechnungsergebnisse dargestellt.

6 Prognoseergebnisse

In den folgenden Tabellen sind die Prognoseergebnisse der Schattenwurfberechnung für die Zusatzbelastung durch die geplanten WEA, die mögliche Vorbelastung durch die bestehenden WEA und WEA in der Genehmigungsphase sowie die Gesamtbelastung dargestellt.

6.1 Zusatzbelastung

Die Zusatzbelastung ist der Immissionsbeitrag, der an einem IO durch die zu beurteilenden WEA hervorgerufen wird.

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen für die Zusatzbelastung im Projekt Torisdorf III mit zwei neu zu errichtenden WEA können der nachstehenden Tabelle 3 und dem Anhang entnommen werden. Der tabellarische Schattenwurfkalender ist in einem separaten Dokument enthalten (enosite-0094-Kalender-Shadow-2022-01.pdf). Diesem ist zu entnehmen, an welchem Tag und zu welcher Zeit mit Schattenwurf einer bestimmten WEA gerechnet werden kann.

Tabelle 3: Ergebnisse Schattenwurf der Zusatzbelastung

IO	astronomisch max. möglich, kumuliert „worst case“	Anzahl der Tage mit Schatten	astronomisch max. möglich „worst case“
	[h/a] Stunden:Minuten	[d/a]	[h/d] Stunden:Minuten
1	09:05	30	00:23
2	08:32	29	00:22
3	08:57	30	00:23
4	09:06	30	00:23
5	17:54	60	00:24
6	18:02	59	00:24
7	18:58	63	00:25
8	19:22	62	00:25
9	19:20	63	00:25
10	18:16	61	00:24
11	19:20	62	00:25
12	18:43	62	00:24
13	18:36	61	00:24
14	18:38	63	00:24
15	18:30	62	00:24
16	19:41	64	00:24



IO	astronomisch max. möglich, kumuliert „worst case“	Anzahl der Tage mit Schatten	astronomisch max. möglich „worst case“
	[h/a] Stunden:Minuten	[d/a]	[h/d] Stunden:Minuten
17	18:28	64	00:24
18	19:18	66	00:24
19	00:00	0	00:00
20	00:00	0	00:00
21	09:01	33	00:22
22	09:50	34	00:22
23	10:46	36	00:23
24	11:16	39	00:23
25	00:00	0	00:00
26	00:00	0	00:00
27	37:11	97	00:29
28	32:49	92	00:28
29	28:58	86	00:29
30	26:56	83	00:28
31	21:41	59	00:29
32	23:38	64	00:29
33	00:00	0	00:00
34	00:00	0	00:00
35	00:00	0	00:00
36	00:00	0	00:00
37	00:00	0	00:00
38	00:00	0	00:00
39	00:00	0	00:00

Die Ergebnisse der Tabelle 3 zeigen, dass an den IO 27 und 28 der Grenzwert für die jährliche Beschattungsdauer um maximal 7 Stunden und 11 Minuten (IO 27) überschritten wird. Die tägliche Beschattungsdauer wird an allen IO eingehalten. An den IO 19, 20, 25, 26 und 33 - 39 kommt es zu keinem Schattenwurf. Daher werden diese 11 IO in den weiteren Berechnungen nicht berücksichtigt.

6.2 Vorbelastung

Als Vorbelastung werden bestehende, genehmigte bzw. im Genehmigungsverfahren befindliche WEA in der direkten Umgebung berücksichtigt.

Der Standort Torisdorf III ist Teil des Windparks Löwitz West/Torisdorf. Hier sind 3 existierende WEA sowie 15 WEA, die sich in der Genehmigung befinden, in die Berechnung einzubeziehen. Die Ergebnisse der Vorbelastung sind in der folgenden Tabelle 4 sowie in den Berechnungsausdrücken im Anhang ersichtlich.



Tabelle 4: Ergebnisse der Vorbelastung

IO	astronomisch max. möglich, kumuliert „worst case“	Anzahl der Tage mit Schatten	astronomisch max. möglich „worst case“
	[h/a] Stunden:Minuten	[d/a]	[h/d] Stunden:Minuten
1	30:01	74	00:40
2	27:33	72	00:38
3	28:16	75	00:36
4	29:22	79	00:36
5	57:12	195	00:30
6	54:20	195	00:30
7	52:28	175	00:31
8	51:08	166	00:32
9	49:30	162	00:32
10	50:06	166	00:30
11	44:36	153	00:30
12	27:58	122	00:21
13	26:11	118	00:21
14	24:34	112	00:21
15	23:17	105	00:22
16	21:26	84	00:22
17	22:06	96	00:22
18	22:02	85	00:22
21	30:01	126	00:27
22	24:05	99	00:26
23	23:58	90	00:25
24	38:24	117	00:30
27	38:57	107	00:32
28	38:42	106	00:33
29	39:47	108	00:32
30	39:25	109	00:33
31	41:18	107	00:33
32	42:25	106	00:34

An allen relevanten IO kommt es durch die existierenden WEA zu Immissionen durch periodischen Schattenwurf. Der Grenzwert für die jährliche Beschattungsdauer wird an den IO 1, 5 – 11, 21, 24 und 27 – 32 um maximal 27 Stunden und 12 Minuten (IO 5) überschritten. An den IO 1 – 4, 7 – 9 und 27 – 32 wird der Grenzwert für die tägliche Beschattungsdauer um maximal 10 Minuten (IO 1) nicht eingehalten.



6.3 Gesamtbelastung

Die Gesamtbelastung ist die Belastung eines IO, die von allen Anlagen der Zusatz- und Vorbelastung hervorgerufen wird. Die Berechnungsergebnisse können der Tabelle 5 sowie dem Anhang entnommen werden.

Tabelle 5: Ergebnisse der Gesamtbelastung

IO	astronomisch max. möglich, kumuliert „worst case“	Anzahl der Tage mit Schatten	astronomisch max. möglich „worst case“
	[h/a] Stunden:Minuten	[d/a]	[h/d] Stunden:Minuten
1	39:06	104	00:40
2	36:05	101	00:38
3	37:13	105	00:36
4	38:28	109	00:36
5	75:06	255	00:30
6	72:22	254	00:30
7	71:26	238	00:31
8	70:30	228	00:32
9	68:50	225	00:32
10	68:22	227	00:30
11	63:56	215	00:30
12	46:41	184	00:24
13	44:47	179	00:24
14	43:12	175	00:24
15	41:47	167	00:24
16	41:07	148	00:24
17	40:34	160	00:24
18	41:20	151	00:24
21	39:02	159	00:27
22	33:55	133	00:26
23	34:44	126	00:25
24	49:40	156	00:30
27	76:08	204	00:32
28	71:31	198	00:33
29	68:45	194	00:32
30	66:21	192	00:33
31	62:59	166	00:33
32	66:03	170	00:34

Bei der Betrachtung der Gesamtbelastung ist zu erkennen, dass es durch das Zusammenwirken aller Anlagen zu Überschreitungen der maximal zulässigen Beschattungsdauer von 30



Stunden pro Jahr an allen 28 relevanten IO kommt, wobei die Abweichungen höchstens 46 Stunden und 8 Minuten (IO 27) betragen.

Des Weiteren werden bei 13 relevanten IO die maximal zulässigen Beschattungszeiten von 30 Minuten pro Tag überschritten (IO 1 – 4, 7 – 9 und 27 – 32). Die höchste Überschreitung von 10 Minuten wurde am IO 1 ermittelt.

7 Unsicherheitsbetrachtung

Rechtsverbindliche Immissionsgrenzwerte für den periodischen Schattenwurf liegen derzeit nicht vor. Grundlage der Betrachtung sind die in den Hinweisen des LAI [3] empfohlenen Richtwerte. Entsprechend [3] sind Schattenwurfzeiten mit einer Genauigkeit von 1 Minute/Tag zu bestimmen. Bei der Auswahl der verwendeten Software ist zu beachten, dass eine entsprechende Genauigkeit gewährleistet ist.

Die in Kapitel 2 und Kapitel 4 aufgeführten Modelle führen grundsätzlich zu Unsicherheiten, da von durchschnittlichen, mathematisch vereinfachten Annahmen ausgegangen wird.

Zu den vereinfachten Annahmen gehört die Betrachtung der Sonne als Lichtquelle mit einem konstanten Abstand und einer konstanten Größe. Unberücksichtigt bleibt, dass sich der Abstand der Sonne zur Erde und die Sonnengröße im Laufe des Jahres und der Jahrhunderte verändern kann.

Bei den IO werden Wohn- und Arbeitsgebäude mit Fenstern betrachtet. Dabei werden die IO an die dem WP zugewandte Seite der Gebäude platziert. Eine entsprechende Detailbegutachtung dieser Gebäude zur Bestimmung der genauen Lage und Ausrichtung der Fenster ist nicht Teil dieser Prognose. Bei einer Vermessung der Gebäude mit Bestimmung der Fensterpositionen können daher Abweichungen zu den verwendeten Koordinaten auftreten. Ebenso können präzise Angaben zu den Fensterpositionen die unterschiedlichen Tageszeiten und Sonnenscheinrichtungen (Abend/Morgen – Ost/West) widerspiegeln und ggf. für die Schattenwurfprogrammierung notwendig sein.

In der Prognose werden bei dem Betrieb der WEA Zeiten, in denen die WEA wegen Flaute oder Stürmen steht, nicht mit herangezogen.

Bei der Berechnung des Beschattungsbereiches ist zu beachten, dass die atmosphärischen Bedingungen wie Bewölkung und Nebel die astronomisch maximal möglichen Beschattungszeiten in der Regel verkürzen. Diese Bedingungen unterliegen jedoch jährlichen Schwankungen, die in den vorliegenden Berechnungen nicht betrachtet werden. Hinzu kommen mögliche Variationen der Beschattungszeiten durch den von Jahr zu Jahr leicht veränderlichen Sonnen-gang.

Außerdem unterliegt die Betrachtung der Oberflächenstrukturen vereinfachten Annahmen. Eine mögliche Sichtversperrungen durch Bewuchs wird in der vorliegenden Schattenwurfbe-rechnung nicht berücksichtigt. Orographie bedingte Sichtversperrungen (Berg/Tal) fließen hin-gegen mit ein, da angenommen wird, dass sich diese innerhalb des Betriebszeitraumes der WEA nicht maßgeblich verändern.



Die größten Unsicherheiten innerhalb der Schattenwurfberechnung entstehen durch Ungenauigkeiten bei den Koordinaten der betrachteten WEA und der IO. Gemäß [3] sollte in der Prognose die Grundgenauigkeit der geometrischen Parameter ± 3 m bis ± 10 m betragen. Gerade im Randbereich der Schattenwurfausbreitung können 10 m Abweichung bei den IO bzw. WEA deutlich den Unterschied zwischen „Grenzbereich überschritten“ oder „nicht überschritten“ ergeben. Am größten wird dieser Effekt an den nördlichen und südlichen Flanken der Schattenwurfausbreitung, da hier die Gradienten zwischen „kein Schattenwurf“ und „Überschreitung der Richtwerte“ am steilsten sind.

Bei der Programmierung des Schattenwurfmoduls wird ein Pufferbereich berücksichtigt, um kleinere Abweichungen aufzufangen. Eine Pufferzone von 5 Stunden/Jahr bzw. 5 Minuten/Tag für die untersuchten IO wird von der enosite GmbH dabei empfohlen. Das bedeutet, dass alle IO mit einer Schattenwurfzeit in der ZB von 25 Stunden/Jahr bzw. 25 Minuten/Tag und mehr sowie alle IO mit einer Schattenwurfzeit in der VB von 25 Stunden/Jahr bzw. 25 Minuten/Tag und mehr mit zusätzlichem Einfluss durch die ZB mit in die Programmierung aufgenommen werden. Daher werden erst größere Abweichungen als 5 Stunden/Jahr oder 5 Minuten/Tag innerhalb der ZB zusätzlich näher untersucht.

Bei Testberechnungen in dem vorliegenden Projekt Torisdorf III, in denen die geplanten 2 WEA jeweils um 5 m in die vier Himmelsrichtungen verschoben wurde, konnte an keinem IO eine Veränderung von mehr als 5 Minuten/Tag festgestellt werden. Für den Fall der Verschiebung nach Süden (Worst-Case) wurde zusätzlich eine Erhöhung und Verringerung der NH um 3 m geprüft. Bei der Kombination von 5 m Verschiebung nach Süden und bei einer Verringerung der NH um 3 m konnte am IO 29 die stärkste Veränderung festgestellt werden. An diesem IO gibt es in der Zusatzbelastung eine astronomisch maximal kumulierte jährliche Beschattungsdauer von 28 Stunden und 58 Minuten und bei der genannten Unsicherheitsbetrachtung eine astronomisch maximal kumulierte jährliche Beschattungsdauer von 30 Stunden und 37 Minuten. Aufgrund der Überschreitungen in der Vorbelastung und aufgrund der oben erläuterten Pufferzone von 5 Stunden/ Jahr ist die ermittelte Zunahme der Schattenwurfzeit an IO 29 nicht signifikant.

Große Bedeutung haben ebenfalls die Kenndaten, wie RD und Blattgeometrie der betrachteten WEA. Bereits geringe Veränderung der Parameter führen zu maßgeblichen Veränderungen der Beschattungszeiten.

Für die in der Schattenwurfprognose betrachteten WEA lagen bezüglich des RD und der Blattdaten Angaben der Hersteller vor, so dass mit dem genauen Einwirkbereichen der Anlagen gerechnet werden konnte und damit die Unsicherheit für diese Eingangsparameter vernachlässigbar ist.

Die ermittelten Schattenwurfzeiten und Unsicherheiten beziehen sich auf die in der Prognose verwendeten Koordinaten der WEA und IO sowie die Kenndaten der WEA (NH, RD, Blattgeometrie).



8 Beurteilung der Berechnungsergebnisse

Die Beurteilung der Berechnungsergebnisse erfolgt anhand der WKA-Schattenwurfhinweise des LAI [3]. Der Immissionsrichtwert für die tägliche Beschattungsdauer beträgt nach den LAI-Hinweisen 30 Minuten. Bei Überschreitung dieses Richtwertes an mindestens drei Tagen ist durch geeignete Maßnahmen die Einhaltung des Richtwertes sicherzustellen.

Für die jährliche Beschattungsdauer gilt ein Richtwert von 30 Stunden für die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer und von 8 Stunden für die tatsächliche Beschattungsdauer.

Alle IO im Einwirkungsbereich der beantragten WEA wurden im Rahmen der Schattenwurfprognose aufgenommen. Obwohl die IO, die sich aus Sicht der WEA „hinter“ den IO aus der „vorderen Reihe“ zum Windpark befinden, von der Schattenabschaltung für die vorgelagerten Gebäude profitieren, wurden sie zur besseren Transparenz mit aufgeführt.

Die geplanten zwei WEA vom Typ eno160-6.0 verursachen an 28 von 39 untersuchten IO periodischen Schattenwurf.

Aufgrund der prognostizierten Überschreitung des Richtwertes für die tägliche und jährliche Schattenwurfdauer in der Zusatz- und Gesamtbelastung sind Maßnahmen zu ergreifen, welche die tatsächliche Beschattungsdauer entsprechend der Richtwerte gemäß [3] auf höchstens 8 Stunden pro Jahr sowie maximal 30 Minuten pro Tag begrenzen.

Entsprechend den Berechnungsergebnissen ist für die geplanten WEA sicherzustellen, dass die maximal zulässigen Beschattungszeiten an allen relevanten IO eingehalten werden.

Dazu wird empfohlen, die beantragten Anlagen mit einem Schattenabschaltmodul auszurüsten. Dieses Modul muss so programmiert werden, dass die zulässigen Grenzwerte an keinem IO überschritten werden.

Für die Programmierung des Schattenabschaltmoduls ist im Allgemeinen darauf zu achten, dass alle betroffenen Fenster, Balkone etc. an den relevanten IO betrachtet werden. Nicht zu berücksichtigen sind in der Regel betroffene Gebäudeteile mit seltener oder kurzzeitiger räumlicher Nutzung, wie Toiletten, Abstellräume etc.

In Bezug auf die IO, welche in das Modul einprogrammiert werden sollten, ist es empfehlenswert, alle IO einzuprogrammieren, deren Richtwerte durch die Zusatzbelastung nahezu bzw. überschritten werden. Außerdem sind die IO, die bereits in der Vorbelastung Überschreitungen aufweisen und die zusätzlich durch die geplante WEA beeinflusst werden sowie die IO, die erst durch das Zusammenwirken durch die WEA der Vor- und Zusatzbelastung Überschreitungen der zulässigen täglichen oder jährlichen Schattenwurfdauer haben, mit in die Programmierung aufzunehmen.

Aufgrund der prognostizierten Überschreitung des Richtwertes für die tägliche bzw. jährliche Schattenwurfdauer bereits in der Vorbelastung an 19 IO sind Maßnahmen zu ergreifen, die eine zusätzliche Beschattung durch die geplanten WEA an diesen IO verhindert. Entweder ist die geplante WEA direkt entsprechend zu programmieren oder in einem Schattenwurfmodul sind die betroffenen IO mit einer Null-Abschattung zu berücksichtigen.



9 Literatur

- [1] Hau, E., Windkraftanlagen, 5. Auflage, Springer Vieweg, 2014
- [2] <http://help.emd.dk/mediawiki/index.php?title=SHADOW-Berechnungsmethode>
- [3] Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI): „Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immission von Windkraftanlagen Aktualisierung 2019“, 23.01.2020
- [4] Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17.05.2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 08.04.2019 (BGBl. I S. 432) geändert worden ist.



Anhang



A-1 Koordinaten der berücksichtigten Windenergieanlagen und Immissionssorte

Tabelle 6: Koordinaten der WEA

Nr.	Typ	Höhe ü NHN*	ETRS89 Zone 33	
		[m]	X (Ost)	Y (Nord)
geplant				
WEA 5	eno160-6.0	61,5	235.507	5.968.252
WEA 6	eno160-6.0	59,6	235.310	5.967.941
Fremdplanung / WEA im Genehmigungsverfahren				
WEA 1	eno152-5.6	60,0	234.446	5.968.477
WEA 2	eno152-5.6	61,7	234.295	5.968.189
WEA 3	eno152-5.6	56,2	235.193	5.967.786
WEA 4	eno152-5.6	58,4	235.320	5.967.540
WKA 1	V150-5.6	35,0	234.966	5.970.027
WKA 2	V150-5.6	37,9	235.242	5.969.863
WKA 3	V150-5.6	38,1	235.062	5.969.487
WKA 4	V150-5.6	46,6	235.507	5.969.405
WKA 5	V150-5.6	55,0	234.759	5.968.547
WKA 6	V150-5.6	57,7	234.568	5.968.140
WKA 7	V150-5.6	64,7	234.522	5.967.683
WKA 8	V150-5.6	40,0	236.785	5.969.874
WKA 9	V150-5.6	56,0	234.997	5.967.570
WKA 10	V150-5.6	47,5	235.513	5.967.147
WKA 11	V162-6.2	40,0	235.347	5.969.052
WKA 12	V162-6.2	40,1	235.745	5.968.932
Bestand				
WKA A1	S77-1.500	50,0	237.672	5.967.243
WKA A2	S77-1.500	50,0	237.307	5.967.055
WEA Gletzow	V27 150-50	54,1	237.770	5.968.873

Tabelle 7: Koordinaten der IO

IO	Adresse	Höhe ü. NHN*	ETRS89 Zone 33	
		[m]	X (Ost)	Y (Nord)
1	Löwitz, An der Chaussee 7	38,7	237.010	5.968.838
2	Löwitz, An der Chaussee 3	38,2	237.060	5.968.826
3	Löwitz, An der Chaussee 4	37,5	237.035	5.968.759
4	Löwitz, An der Chaussee 5	36,4	237.016	5.968.717
5	Löwitz, Schmiedeweg 4a	50,0	237.018	5.968.037
6	Löwitz, Schmiedeweg 4	50,0	237.014	5.968.011
7	Löwitz, Schmiedeweg 7	50,0	236.979	5.968.009



IO	Adresse	Höhe ü. NHN*	ETRS89 Zone 33	
		[m]	X (Ost)	Y (Nord)
8	Löwitz, Schmiedeweg 6	50,0	236.969	5.967.982
9	Löwitz, Schmiedeweg 6a	50,0	236.975	5.967.951
10	Löwitz, Schmiedeweg 2	50,0	237.014	5.967.941
11	Löwitz, Schmiedeweg 5	50,0	236.977	5.967.900
12	Löwitz, Schmiedeweg 1d	50,8	237.014	5.967.867
13	Löwitz, Schmiedeweg 1c	52,5	237.016	5.967.849
14	Löwitz, Schmiedeweg 1b	54,3	237.020	5.967.830
15	Löwitz, Schmiedeweg 1a	55,0	237.024	5.967.809
16	Löwitz, Schmiedeweg 3	54,2	236.988	5.967.804
17	Löwitz, Schmiedeweg 1e	55,0	237.035	5.967.778
18	Löwitz, Schmiedeweg 1	53,0	237.011	5.967.751
19	Löwitz, Lindenweg 12a	52,2	237.238	5.967.780
20	Löwitz, Lindenweg 19/a	53,4	237.220	5.967.736
21	Löwitz, Lindenweg 21	54,5	237.168	5.967.721
22	Löwitz, Dorfplatz 5	53,6	237.114	5.967.705
23	Löwitz, Dorfplatz 1	51,5	237.076	5.967.642
24	Löwitz, Dorfplatz 2	50,0	237.077	5.967.568
25	Löwitz, Dorfplatz 3	50,0	237.105	5.967.528
26	Löwitz, Dorfplatz 4/a	51,4	237.183	5.967.557
27	Löwitz, Am Wald 1	50,0	236.555	5.967.508
28	Löwitz, Am Wald 2	50,0	236.578	5.967.461
29	Löwitz, Am Wald 3	50,0	236.545	5.967.456
30	Löwitz, Am Wald 4	50,0	236.570	5.967.423
31	Löwitz, Am Wald 5	50,0	236.531	5.967.379
32	Löwitz, Am Wald 5a	50,0	236.512	5.967.367
33	Königsfeld, Himmel 1	50,0	237.556	5.966.513
34	Königsfeld, Kastanienhof 1	47,5	236.102	5.966.245
35	Klein Rünz, Falkenhagener Str. 32	60,9	234.854	5.966.677
36	Samkow, Zum Feld 7	50,8	233.248	5.966.556
37	Lindow, Im Rundling 3	42,2	231.780	5.968.388
38	Torisdorf, Rünzer Weg 2	48,2	233.942	5.969.134
39	Torisdorf, Rünzer Weg 1	47,1	233.972	5.969.247

*Die Höhe über NHN basiert auf den verwendeten SRTM Höhenlinien mit einer Nahbereichsanpassung auf Basis der TK25 Karte.



A-2 Fotodokumentation zu den Immissionsorten

Die Aufnahmen entstanden am 24.07.2019.

vlnr = von links nach rechts



Bild 1: IO 1, Löwitz, An der Chaussee 7



Bild 2: IO 2, Löwitz, An der Chaussee 3



Bild 3: IO 3, Löwitz, An der Chaussee 4



Bild 4: IO 4, Löwitz, An der Chaussee 5



Bild 5: IO 5, Löwitz, Schmiedeweg 4a



Bild 6: IO 6, Löwitz, Schmiedeweg 4



Bild 7: IO 7, Löwitz, Schmiedeweg 7



Bild 8: IO 8, Löwitz, Schmiedeweg 6



Bild 9: IO 9, Löwitz, Schmiedeweg 6a



Bild 10: IO 10, Löwitz, Schmiedeweg 2



Bild 11: IO 11, Löwitz, Schmiedeweg 5



Bild 12: IO 12, Löwitz, Schmiedeweg 1d



Bild 13: IO 13, Löwitz, Schmiedeweg 1c



Bild 14: IO 14, Löwitz, Schmiedeweg 1b



Bild 15: IO 15, Löwitz, Schmiedeweg 1a



Bild 16: IO 16, Löwitz, Schmiedeweg 3



Bild 17: IO 17, Löwitz, Schmiedeweg 1e



Bild 18: IO 18, Löwitz, Schmiedeweg 1



Bild 19: IO 19, Löwitz, Lindenweg 12a



Bild 20: IO 20, Löwitz, Lindeweg 19/a



Bild 21: IO 21, Löwitz, Lindeweg 21



(aus: <https://www.gaia-mv.de/gaia/gaia.php>, 01.08.2022)

Bild 22: IO 22, Löwitz, Dorfplatz 5



Bild 23: IO 23, Löwitz, Dorfplatz 1



Bild 24: IO 24, Löwitz, Dorfplatz 2



Bild 25: IO 25, Löwitz, Dorfplatz 3



Bild 26: IO 26, Löwitz, Dorfplatz 4/a



Bild 27: IO 27, Löwitz, Am Wald 1



Bild 28: IO 28, Löwitz, Am Wald 2



Bild 29: IO 29, Löwitz, Am Wald 3



Bild 30: IO 30, Löwitz, Am Wald 4 (Ruine)



Bild 31: IO31, 32 Löwitz, Am Wald 5, 5a (v.l.n.r.)



Bild 32: IO 33, Königsfeld, Himmel 1



Bild 33: IO 34, Königsfeld, Kastanienhof 1



Bild 34: IO 35, Klein Rünz, Falkenhagener Str. 32 (Ruine)



Bild 35: IO 36, Samkow, Zum Feld 7



Bild 36: IO 37, Lindow, Im Rundling 3



Bild 37: IO 38, Torisdorf, Rünzer Weg 2



Bild 38: IO 39, Torisdorf, Rünzer Weg 1

A-3 Berechnungsergebnisse der Zusatzbelastung



Projekt:

0094_Torisdorf

Beschreibung:

Falkenhagen wird nicht als IO betrachtet.

Die enosite GmbH übernimmt hierfür keine Gewähr.

Lizenzierter Anwender:

enosite GmbH

Straße am Zeltplatz 7

DE-18230 Ostseebad Rerik

+49(0)38296 747 400

Astrid Zädow / astrid.zaedow@eno-site.com

Berechnet:

01.08.2022 14:57/3.5.584

enosite

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Torisdorf III WEA 5 + 6 ZB 2022-08-01

Annahmen für Schattenwurfberechnung

Beschattungsbereich der WEA

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

Siehe WEA-Tabelle

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

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche

Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:

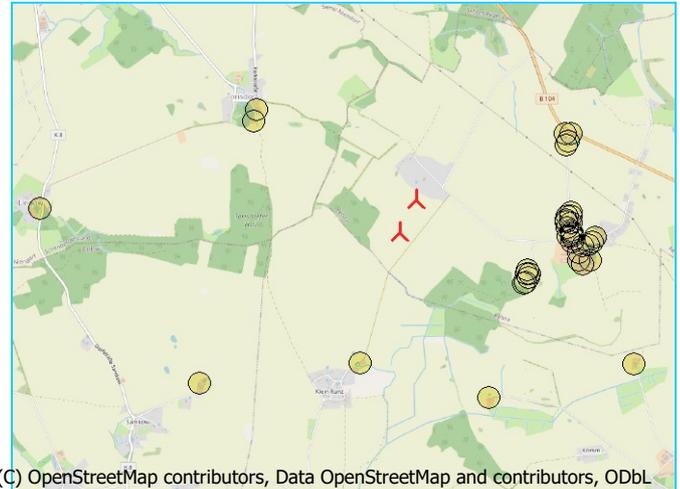
Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang

Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlungsrichtung

Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Sichtbarkeitsberechnung wurde deaktiviert, d.h. potenzielle Verdeckung der WEA durch Hindernisse oder Hügel wird nicht berücksichtigt.

Alle Koordinatenangaben in:
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 33



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

Maßstab 1:75.000

Neue WEA

Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
WEA 5	235.507	5.968.252	61,5	eno eno160-6.0M...	Ja	eno	eno160-6.0MW_rev1-6.000	6.000	160,0	165,0	1.743	9,8
WEA 6	235.310	5.967.941	59,6	eno eno160-6.0M...	Ja	eno	eno160-6.0MW_rev1-6.000	6.000	160,0	165,0	1.743	9,8

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
01	Lowitz, An der Chaussee 7	237.010	5.968.838	38,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
02	Lowitz, An der Chaussee 3	237.060	5.968.826	38,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
03	Lowitz, An der Chaussee 4	237.035	5.968.759	37,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
04	Lowitz, An der Chaussee 5	237.016	5.968.717	36,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
05	Lowitz, Schmiedeweg 4a	237.018	5.968.037	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
06	Lowitz, Schmiedeweg 4	237.014	5.968.011	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
07	Lowitz, Schmiedeweg 7	236.979	5.968.009	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
08	Lowitz, Schmiedeweg 6	236.969	5.967.982	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
09	Lowitz, Schmiedeweg 6a	236.975	5.967.951	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
10	Lowitz, Schmiedeweg 2	237.014	5.967.941	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
11	Lowitz, Schmiedeweg 5	236.977	5.967.900	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
12	Lowitz, Schmiedeweg 1d	237.014	5.967.867	50,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
13	Lowitz, Schmiedeweg 1c	237.016	5.967.849	52,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
14	Lowitz, Schmiedeweg 1b	237.020	5.967.830	54,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
15	Lowitz, Schmiedeweg 1a	237.024	5.967.809	55,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
16	Lowitz, Schmiedeweg 3	236.988	5.967.804	54,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
17	Lowitz, Schmiedeweg 1e	237.035	5.967.778	55,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
18	Lowitz, Schmiedeweg 1	237.011	5.967.751	53,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
19	Lowitz, Lindeweg 12a	237.238	5.967.780	52,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
20	Lowitz, Lindeweg 19/a	237.220	5.967.736	53,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
21	Lowitz, Lindeweg 21	237.168	5.967.721	54,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
22	Lowitz, Dorfplatz 5	237.114	5.967.705	53,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
23	Lowitz, Dorfplatz 1	237.076	5.967.642	51,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
24	Lowitz, Dorfplatz 2	237.077	5.967.568	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
25	Lowitz, Dorfplatz 3	237.105	5.967.528	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
26	Lowitz, Dorfplatz 4/a	237.183	5.967.557	51,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
27	Lowitz, Am Wald 1	236.555	5.967.508	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
28	Lowitz, Am Wald 2	236.578	5.967.461	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
29	Lowitz, Am Wald 3	236.545	5.967.456	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
30	Lowitz, Am Wald 4	236.570	5.967.423	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
31	Lowitz, Am Wald 5	236.531	5.967.379	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

0094_Torisdorf

Beschreibung:

Falkenhagen wird nicht als IO betrachtet.

Die enosite GmbH übernimmt hierfür keine Gewähr.

Lizenzierter Anwender:

enosite GmbH

Straße am Zeltplatz 7

DE-18230 Ostseebad Rerik

+49(0)38296 747 400

Astrid Zädow / astrid.zaedow@eno-site.com

Berechnet:

01.08.2022 14:57/3.5.584



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Torisdorf III WEA 5 + 6 ZB 2022-08-01

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
32	Lowitz, Am Wald 5a	236.512	5.967.367	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
33	Königsfeld, Himmel 1	237.556	5.966.513	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
34	Königsfeld, Kastanienhof 1	236.102	5.966.245	47,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
35	Klein Rünz, Falkenhagener Str. 32	234.854	5.966.677	60,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
36	Samkow, Zum Feld 7	233.248	5.966.556	50,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
37	Lindow, Im Rundling 3	231.780	5.968.388	42,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
38	Torisdorf, Rünzer Weg 2	233.942	5.969.134	48,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
39	Torisdorf, Rünzer Weg 1	233.972	5.969.247	47,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
01	Lowitz, An der Chaussee 7	9:05	30	0:23
02	Lowitz, An der Chaussee 3	8:32	29	0:22
03	Lowitz, An der Chaussee 4	8:57	30	0:23
04	Lowitz, An der Chaussee 5	9:06	30	0:23
05	Lowitz, Schmiedeweg 4a	17:54	60	0:24
06	Lowitz, Schmiedeweg 4	18:02	59	0:24
07	Lowitz, Schmiedeweg 7	18:58	63	0:25
08	Lowitz, Schmiedeweg 6	19:22	62	0:25
09	Lowitz, Schmiedeweg 6a	19:20	63	0:25
10	Lowitz, Schmiedeweg 2	18:16	61	0:24
11	Lowitz, Schmiedeweg 5	19:20	62	0:25
12	Lowitz, Schmiedeweg 1d	18:43	62	0:24
13	Lowitz, Schmiedeweg 1c	18:36	61	0:24
14	Lowitz, Schmiedeweg 1b	18:38	63	0:24
15	Lowitz, Schmiedeweg 1a	18:30	62	0:24
16	Lowitz, Schmiedeweg 3	19:41	64	0:24
17	Lowitz, Schmiedeweg 1e	18:28	64	0:24
18	Lowitz, Schmiedeweg 1	19:18	66	0:24
19	Lowitz, Lindeweg 12a	0:00	0	0:00
20	Lowitz, Lindeweg 19/a	0:00	0	0:00
21	Lowitz, Lindeweg 21	9:01	33	0:22
22	Lowitz, Dorfplatz 5	9:50	34	0:22
23	Lowitz, Dorfplatz 1	10:46	36	0:23
24	Lowitz, Dorfplatz 2	11:16	39	0:23
25	Lowitz, Dorfplatz 3	0:00	0	0:00
26	Lowitz, Dorfplatz 4/a	0:00	0	0:00
27	Lowitz, Am Wald 1	37:11	97	0:29
28	Lowitz, Am Wald 2	32:49	92	0:28
29	Lowitz, Am Wald 3	28:58	86	0:29
30	Lowitz, Am Wald 4	26:56	83	0:28
31	Lowitz, Am Wald 5	21:41	59	0:29
32	Lowitz, Am Wald 5a	23:38	64	0:29
33	Königsfeld, Himmel 1	0:00	0	0:00
34	Königsfeld, Kastanienhof 1	0:00	0	0:00
35	Klein Rünz, Falkenhagener Str. 32	0:00	0	0:00
36	Samkow, Zum Feld 7	0:00	0	0:00
37	Lindow, Im Rundling 3	0:00	0	0:00
38	Torisdorf, Rünzer Weg 2	0:00	0	0:00
39	Torisdorf, Rünzer Weg 1	0:00	0	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
WEA 5 eno eno160-6.0MW_rev1 6000 160.0 !O! NH: 165,0 m (Ges:245,0 m) (326)		88:02
WEA 6 eno eno160-6.0MW_rev1 6000 160.0 !O! NH: 165,0 m (Ges:245,0 m) (329)		69:41

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

Projekt:

0094_Torisdorf

Beschreibung:

Falkenhagen wird nicht als IO betrachtet.

Die enosite GmbH übernimmt hierfür keine Gewähr.

Lizenzierter Anwender:

enosite GmbH

Straße am Zeltplatz 7

DE-18230 Ostseebad Rerik

+49(0)38296 747 400

Astrid Zädow / astrid.zaedow@eno-site.com

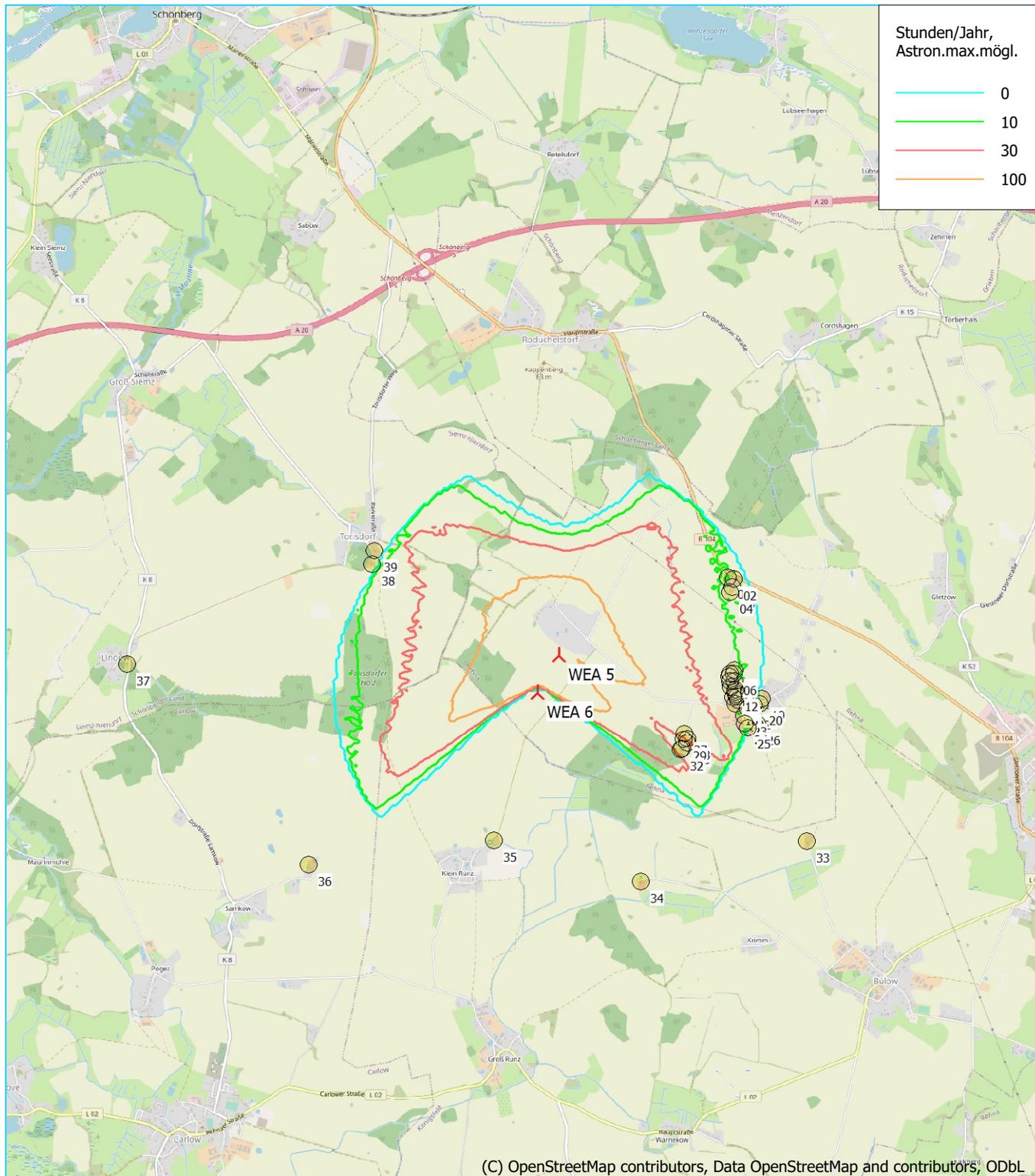
Berechnet:

01.08.2022 14:57/3.5.584



SHADOW - Karte

Berechnung: Torisdorf III WEA 5 + 6 ZB 2022-08-01



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 235.080 Nord: 5.968.710

Neue WEA

Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: CONTOURLINE_ONLINEDATA_1.wpo (5)

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

A-4 Berechnungsergebnisse der Vorbelastung



Projekt:

0094_Torisdorf

Beschreibung:

Falkenhagen wird nicht als IO betrachtet.

Die enosite GmbH übernimmt hierfür keine Gewähr.

Lizenzierter Anwender:

enosite GmbH

Straße am Zeltplatz 7

DE-18230 Ostseebad Rerik

+49(0)38296 747 400

Astrid Zädow / astrid.zaedow@eno-site.com

Berechnet:

01.08.2022 14:57/3.5.584

enoSITE

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Torisdorf III WEA 5 + 6 VB 18 WEA 2022-08-01

Annahmen für Schattenwurfberechnung

Beschattungsbereich der WEA

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

Siehe WEA-Tabelle

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

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche

Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:

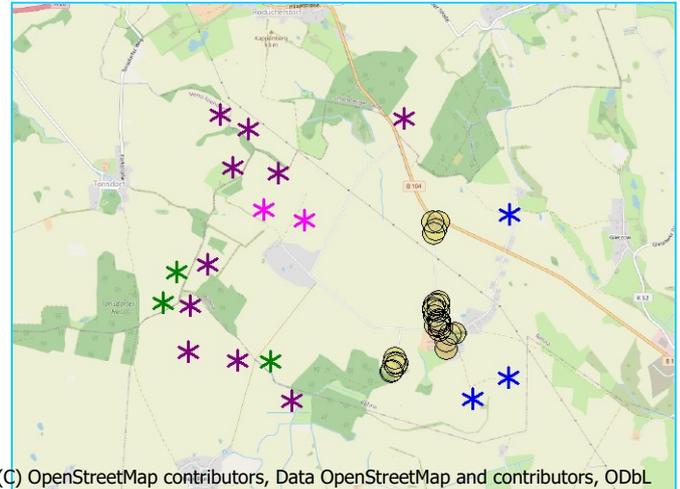
Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang

Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlungsrichtung

Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Sichtbarkeitsberechnung wurde deaktiviert, d.h. potenzielle Verdeckung der WEA durch Hindernisse oder Hügel wird nicht berücksichtigt.

Alle Koordinatenangaben in:
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 33



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

Maßstab 1:75.000

* Existierende WEA

● Schattenrezeptor

WEA

WEA	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Schattendaten				
					Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]				[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]	
WEA 1	234.446	5.968.477	60,0	eno eno152-5.6 560...	Ja	eno	eno152-5.6-5.600	5.600	152,0	165,0	1.918	10,2
WEA 2	234.295	5.968.189	61,7	eno eno152-5.6 560...	Ja	eno	eno152-5.6-5.600	5.600	152,0	165,0	1.918	10,2
WEA 4	235.320	5.967.540	58,4	eno eno152-5.6 560...	Ja	eno	eno152-5.6-5.600	5.600	152,0	165,0	1.918	10,2
WEA Gletzow	237.770	5.968.873	54,1	VESTAS V27 150-50...	Nein	VESTAS	V27-150/50	150	27,0	30,0	548	42,7
WKA 1	234.966	5.970.027	35,0	VESTAS V150-5.6 5...	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
WKA 10	235.513	5.967.147	47,5	VESTAS V150-5.6 5...	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
WKA 11	235.347	5.969.052	40,0	VESTAS V162-6.2 6...	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.037	0,0
WKA 12	235.745	5.968.932	40,1	VESTAS V162-6.2 6...	Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.037	0,0
WKA 2	235.242	5.969.863	37,9	VESTAS V150-5.6 5...	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
WKA 3	235.062	5.969.487	38,1	VESTAS V150-5.6 5...	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
WKA 4	235.507	5.969.405	46,6	VESTAS V150-5.6 5...	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
WKA 5	234.759	5.968.547	55,0	VESTAS V150-5.6 5...	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
WKA 6	234.568	5.968.140	57,7	VESTAS V150-5.6 5...	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
WKA 7	234.522	5.967.683	64,7	VESTAS V150-5.6 5...	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
WKA 8	236.785	5.969.874	40,0	VESTAS V150-5.6 5...	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
WKA 9	234.997	5.967.570	56,0	VESTAS V150-5.6 5...	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
WKA A1	237.672	5.967.243	50,0	SÜDWIND S77 1500...	Nein	SÜDWIND	S77-1.500	1.500	77,0	61,5	1.505	17,3
WKA A2	237.307	5.967.055	50,0	SÜDWIND S77 1500...	Nein	SÜDWIND	S77-1.500	1.500	77,0	61,5	1.505	17,3

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]
01	Lowitz, An der Chaussee 7	237.010	5.968.838	38,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
02	Lowitz, An der Chaussee 3	237.060	5.968.826	38,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
03	Lowitz, An der Chaussee 4	237.035	5.968.759	37,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
04	Lowitz, An der Chaussee 5	237.016	5.968.717	36,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
05	Lowitz, Schmiedeweg 4a	237.018	5.968.037	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
06	Lowitz, Schmiedeweg 4	237.014	5.968.011	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
07	Lowitz, Schmiedeweg 7	236.979	5.968.009	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
08	Lowitz, Schmiedeweg 6	236.969	5.967.982	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
09	Lowitz, Schmiedeweg 6a	236.975	5.967.951	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
10	Lowitz, Schmiedeweg 2	237.014	5.967.941	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
11	Lowitz, Schmiedeweg 5	236.977	5.967.900	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
12	Lowitz, Schmiedeweg 1d	237.014	5.967.867	50,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
13	Lowitz, Schmiedeweg 1c	237.016	5.967.849	52,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
14	Lowitz, Schmiedeweg 1b	237.020	5.967.830	54,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
15	Lowitz, Schmiedeweg 1a	237.024	5.967.809	55,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

0094_Torisdorf

Beschreibung:

Falkenhagen wird nicht als IO betrachtet.

Die enosite GmbH übernimmt hierfür keine Gewähr.

Lizenzierter Anwender:

enosite GmbH

Straße am Zeltplatz 7

DE-18230 Ostseebad Rerik

+49(0)38296 747 400

Astrid Zädow / astrid.zaedow@eno-site.com

Berechnet:

01.08.2022 14:57/3.5.584



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Torisdorf III WEA 5 + 6 VB 18 WEA 2022-08-01

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
16	Löwitz, Schmiedeweg 3	236.988	5.967.804	54,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
17	Löwitz, Schmiedeweg 1e	237.035	5.967.778	55,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
18	Löwitz, Schmiedeweg 1	237.011	5.967.751	53,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
21	Löwitz, Lindeweg 21	237.168	5.967.721	54,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
22	Löwitz, Dorfplatz 5	237.114	5.967.705	53,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
23	Löwitz, Dorfplatz 1	237.076	5.967.642	51,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
24	Löwitz, Dorfplatz 2	237.077	5.967.568	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
27	Löwitz, Am Wald 1	236.555	5.967.508	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
28	Löwitz, Am Wald 2	236.578	5.967.461	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
29	Löwitz, Am Wald 3	236.545	5.967.456	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
30	Löwitz, Am Wald 4	236.570	5.967.423	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
31	Löwitz, Am Wald 5	236.531	5.967.379	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
32	Löwitz, Am Wald 5a	236.512	5.967.367	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
01	Löwitz, An der Chaussee 7	30:01	74	0:40
02	Löwitz, An der Chaussee 3	27:33	72	0:38
03	Löwitz, An der Chaussee 4	28:16	75	0:36
04	Löwitz, An der Chaussee 5	29:22	79	0:36
05	Löwitz, Schmiedeweg 4a	57:12	195	0:30
06	Löwitz, Schmiedeweg 4	54:20	195	0:30
07	Löwitz, Schmiedeweg 7	52:28	175	0:31
08	Löwitz, Schmiedeweg 6	51:08	166	0:32
09	Löwitz, Schmiedeweg 6a	49:30	162	0:32
10	Löwitz, Schmiedeweg 2	50:06	166	0:30
11	Löwitz, Schmiedeweg 5	44:36	153	0:30
12	Löwitz, Schmiedeweg 1d	27:58	122	0:21
13	Löwitz, Schmiedeweg 1c	26:11	118	0:21
14	Löwitz, Schmiedeweg 1b	24:34	112	0:21
15	Löwitz, Schmiedeweg 1a	23:17	105	0:22
16	Löwitz, Schmiedeweg 3	21:26	84	0:22
17	Löwitz, Schmiedeweg 1e	22:06	96	0:22
18	Löwitz, Schmiedeweg 1	22:02	85	0:22
21	Löwitz, Lindeweg 21	30:01	126	0:27
22	Löwitz, Dorfplatz 5	24:05	99	0:26
23	Löwitz, Dorfplatz 1	23:58	90	0:25
24	Löwitz, Dorfplatz 2	38:24	117	0:30
27	Löwitz, Am Wald 1	38:57	107	0:32
28	Löwitz, Am Wald 2	38:42	106	0:33
29	Löwitz, Am Wald 3	39:47	108	0:32
30	Löwitz, Am Wald 4	39:25	109	0:33
31	Löwitz, Am Wald 5	41:18	107	0:33
32	Löwitz, Am Wald 5a	42:25	106	0:34

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
	WEA 1 eno eno152-5.6 5600 152.0 !O! NH: 165,0 m (Ges:241,0 m) (134)	0:00
	WEA 2 eno eno152-5.6 5600 152.0 !O! NH: 165,0 m (Ges:241,0 m) (135)	0:00
	WEA 4 eno eno152-5.6 5600 152.0 !O! NH: 165,0 m (Ges:241,0 m) (193)	60:53
	WEA Gletzow VESTAS V27 150-50 27.0 !O! NH: 30,0 m (Ges:43,5 m) (155)	0:00
	WKA 1 VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (156)	0:00
	WKA 10 VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (165)	60:56
	WKA 11 VESTAS V162-6.2 6200 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (166)	46:44
	WKA 12 VESTAS V162-6.2 6200 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (167)	58:44
	WKA 2 VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (157)	0:00
	WKA 3 VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (158)	0:00
	WKA 4 VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (159)	20:41

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

0094_Torisdorf

Beschreibung:

Falkenhagen wird nicht als IO betrachtet.

Die enosite GmbH übernimmt hierfür keine Gewähr.

Lizenzierter Anwender:

enosite GmbH

Straße am Zeltplatz 7

DE-18230 Ostseebad Rerik

+49(0)38296 747 400

Astrid Zädow / astrid.zaedow@eno-site.com

Berechnet:

01.08.2022 14:57/3.5.584



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Torisdorf III WEA 5 + 6 VB 18 WEA 2022-08-01

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Maximal [h/a]
	WKA 5 VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (160)	0:00
	WKA 6 VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (161)	0:00
	WKA 7 VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (162)	0:00
	WKA 8 VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (163)	0:00
	WKA 9 VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (164)	18:53
	WKA A1 SÜDWIND S77 1500 77.0 !-! NH: 61,5 m (Ges:100,0 m) (153)	60:50
	WKA A2 SÜDWIND S77 1500 77.0 !-! NH: 61,5 m (Ges:100,0 m) (154)	31:40

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

Projekt:

0094_Torisdorf

Beschreibung:

Falkenhagen wird nicht als IO betrachtet.

Die enosite GmbH übernimmt hierfür keine Gewähr.

Lizenzierter Anwender:

enosite GmbH

Straße am Zeltplatz 7

DE-18230 Ostseebad Rerik

+49(0)38296 747 400

Astrid Zädow / astrid.zaedow@eno-site.com

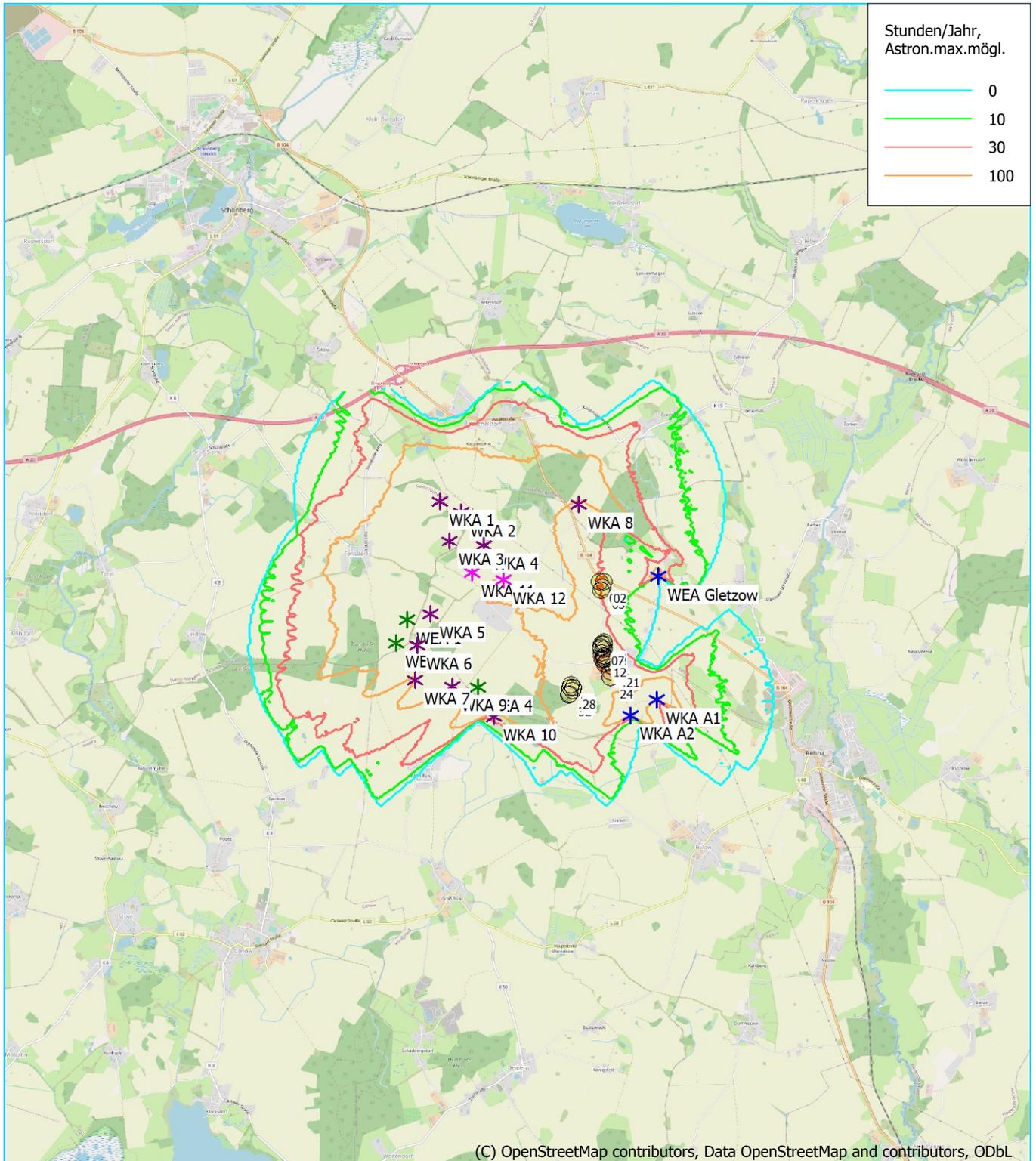
Berechnet:

01.08.2022 14:57/3.5.584



SHADOW - Karte

Berechnung: Torisdorf III WEA 5 + 6 VB 18 WEA 2022-08-01



0 1 2 3 4 km

Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:75.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 235.680 Nord: 5.968.710

* Existierende WEA 📍 Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: CONTOURLINE_ONLINEDATA_1.wpo (5)

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

A-5 Berechnungsergebnisse der Gesamtbelastung



Projekt:

0094_Torisdorf

Beschreibung:

Falkenhagen wird nicht als IO betrachtet.

Die enosite GmbH übernimmt hierfür keine Gewähr.

Lizenzierter Anwender:

enosite GmbH

Straße am Zeltplatz 7

DE-18230 Ostseebad Rerik

+49(0)38296 747 400

Astrid Zadow / astrid.zaedow@eno-site.com

Berechnet:

01.08.2022 14:56/3.5.584

enoSITE

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Torisdorf III WEA 5 + 6 GB 2xneu + 18xBestand (8 relevant) 2022-08-01

Annahmen für Schattenwurfberechnung

Beschattungsbereich der WEA

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

Siehe WEA-Tabelle

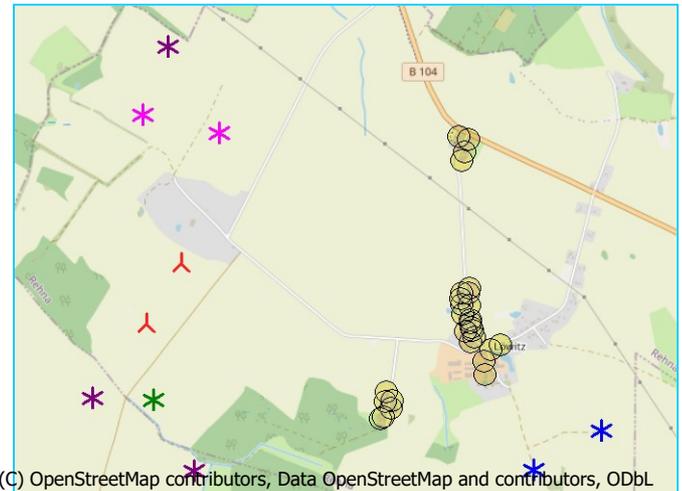
Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °
 Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
 Berechnungszeitsprung 1 Minuten

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

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

Sichtbarkeitsberechnung wurde deaktiviert, d.h. potenzielle Verdeckung
 der WEA durch Hindernisse oder Hügel wird nicht berücksichtigt.

Alle Koordinatenangaben in:
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 33



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

Maßstab 1:40.000

▲ Neue WEA * Existierende WEA ● Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
WEA 4	235.320	5.967.540	58,4	eno eno152-5.6...Ja	eno	eno152-5.6-5.600	5.600	152,0	165,0	1.918	10,2	
WEA 5	235.507	5.968.252	61,5	eno eno160-6.0...Ja	eno	eno160-6.0MW_rev1-6.000	6.000	160,0	165,0	1.743	9,8	
WEA 6	235.310	5.967.941	59,6	eno eno160-6.0...Ja	eno	eno160-6.0MW_rev1-6.000	6.000	160,0	165,0	1.743	9,8	
WKA 10	235.513	5.967.147	47,5	VESTAS V150-5...Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0	
WKA 11	235.347	5.969.052	40,0	VESTAS V162-6...Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.037	0,0	
WKA 12	235.745	5.968.932	40,1	VESTAS V162-6...Ja	VESTAS	V162-6.2-6.200	6.200	162,0	169,0	2.037	0,0	
WKA 4	235.507	5.969.405	46,6	VESTAS V150-5...Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0	
WKA 9	234.997	5.967.570	56,0	VESTAS V150-5...Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0	
WKA A1	237.672	5.967.243	50,0	SÜDWIND S77 ... Nein	SÜDWIND	S77-1.500	1.500	77,0	61,5	1.505	17,3	
WKA A2	237.307	5.967.055	50,0	SÜDWIND S77 ... Nein	SÜDWIND	S77-1.500	1.500	77,0	61,5	1.505	17,3	

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]
01	Löwitz, An der Chaussee 7	237.010	5.968.838	38,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
02	Löwitz, An der Chaussee 3	237.060	5.968.826	38,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
03	Löwitz, An der Chaussee 4	237.035	5.968.759	37,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
04	Löwitz, An der Chaussee 5	237.016	5.968.717	36,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
05	Löwitz, Schmiedeweg 4a	237.018	5.968.037	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
06	Löwitz, Schmiedeweg 4	237.014	5.968.011	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
07	Löwitz, Schmiedeweg 7	236.979	5.968.009	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
08	Löwitz, Schmiedeweg 6	236.969	5.967.982	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
09	Löwitz, Schmiedeweg 6a	236.975	5.967.951	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
10	Löwitz, Schmiedeweg 2	237.014	5.967.941	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
11	Löwitz, Schmiedeweg 5	236.977	5.967.900	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
12	Löwitz, Schmiedeweg 1d	237.014	5.967.867	50,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
13	Löwitz, Schmiedeweg 1c	237.016	5.967.849	52,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
14	Löwitz, Schmiedeweg 1b	237.020	5.967.830	54,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
15	Löwitz, Schmiedeweg 1a	237.024	5.967.809	55,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
16	Löwitz, Schmiedeweg 3	236.988	5.967.804	54,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
17	Löwitz, Schmiedeweg 1e	237.035	5.967.778	55,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
18	Löwitz, Schmiedeweg 1	237.011	5.967.751	53,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
21	Löwitz, Lindeweg 21	237.168	5.967.721	54,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
22	Löwitz, Dorfplatz 5	237.114	5.967.705	53,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
23	Löwitz, Dorfplatz 1	237.076	5.967.642	51,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
24	Löwitz, Dorfplatz 2	237.077	5.967.568	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

0094_Torisdorf

Beschreibung:

Falkenhagen wird nicht als IO betrachtet.

Lizenzierter Anwender:

enosite GmbH

Straße am Zeltplatz 7

DE-18230 Ostseebad Rerik

+49(0)38296 747 400

Astrid Zädow / astrid.zaedow@eno-site.com

Berechnet:

01.08.2022 14:56/3.5.584



Die enosite GmbH übernimmt hierfür keine Gewähr.

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Torisdorf III WEA 5 + 6 GB 2xneu + 18xBestand (8 relevant) 2022-08-01

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
27	Löwitz, Am Wald 1	236.555	5.967.508	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
28	Löwitz, Am Wald 2	236.578	5.967.461	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
29	Löwitz, Am Wald 3	236.545	5.967.456	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
30	Löwitz, Am Wald 4	236.570	5.967.423	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
31	Löwitz, Am Wald 5	236.531	5.967.379	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
32	Löwitz, Am Wald 5a	236.512	5.967.367	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
01	Löwitz, An der Chaussee 7	39:06	104	0:40
02	Löwitz, An der Chaussee 3	36:05	101	0:38
03	Löwitz, An der Chaussee 4	37:13	105	0:36
04	Löwitz, An der Chaussee 5	38:28	109	0:36
05	Löwitz, Schmiedeweg 4a	75:06	255	0:30
06	Löwitz, Schmiedeweg 4	72:22	254	0:30
07	Löwitz, Schmiedeweg 7	71:26	238	0:31
08	Löwitz, Schmiedeweg 6	70:30	228	0:32
09	Löwitz, Schmiedeweg 6a	68:50	225	0:32
10	Löwitz, Schmiedeweg 2	68:22	227	0:30
11	Löwitz, Schmiedeweg 5	63:56	215	0:30
12	Löwitz, Schmiedeweg 1d	46:41	184	0:24
13	Löwitz, Schmiedeweg 1c	44:47	179	0:24
14	Löwitz, Schmiedeweg 1b	43:12	175	0:24
15	Löwitz, Schmiedeweg 1a	41:47	167	0:24
16	Löwitz, Schmiedeweg 3	41:07	148	0:24
17	Löwitz, Schmiedeweg 1e	40:34	160	0:24
18	Löwitz, Schmiedeweg 1	41:20	151	0:24
21	Löwitz, Lindeweg 21	39:02	159	0:27
22	Löwitz, Dorfplatz 5	33:55	133	0:26
23	Löwitz, Dorfplatz 1	34:44	126	0:25
24	Löwitz, Dorfplatz 2	49:40	156	0:30
27	Löwitz, Am Wald 1	76:08	204	0:32
28	Löwitz, Am Wald 2	71:31	198	0:33
29	Löwitz, Am Wald 3	68:45	194	0:32
30	Löwitz, Am Wald 4	66:21	192	0:33
31	Löwitz, Am Wald 5	62:59	166	0:33
32	Löwitz, Am Wald 5a	66:03	170	0:34

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
	WEA 4 eno eno152-5.6 5600 152.0 !O! NH: 165,0 m (Ges:241,0 m) (193)	60:53
	WEA 5 eno eno160-6.0MW_rev1 6000 160.0 !O! NH: 165,0 m (Ges:245,0 m) (326)	88:02
	WEA 6 eno eno160-6.0MW_rev1 6000 160.0 !O! NH: 165,0 m (Ges:245,0 m) (329)	69:41
	WKA 10 VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (165)	60:56
	WKA 11 VESTAS V162-6.2 6200 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (166)	46:44
	WKA 12 VESTAS V162-6.2 6200 162.0 !O! NH: 169,0 m (Ges:250,0 m) (167)	58:44
	WKA 4 VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (159)	20:41
	WKA 9 VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (164)	18:53
	WKA A1 SÜDWIND S77 1500 77.0 !-! NH: 61,5 m (Ges:100,0 m) (153)	60:50
	WKA A2 SÜDWIND S77 1500 77.0 !-! NH: 61,5 m (Ges:100,0 m) (154)	31:40

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

Projekt:

0094_Torisdorf

Beschreibung:

Falkenhagen wird nicht als IO betrachtet.

Die enosite GmbH übernimmt hierfür keine Gewähr.

Lizenzierter Anwender:

enosite GmbH

Straße am Zeltplatz 7

DE-18230 Ostseebad Rerik

+49(0)38296 747 400

Astrid Zädow / astrid.zaedow@eno-site.com

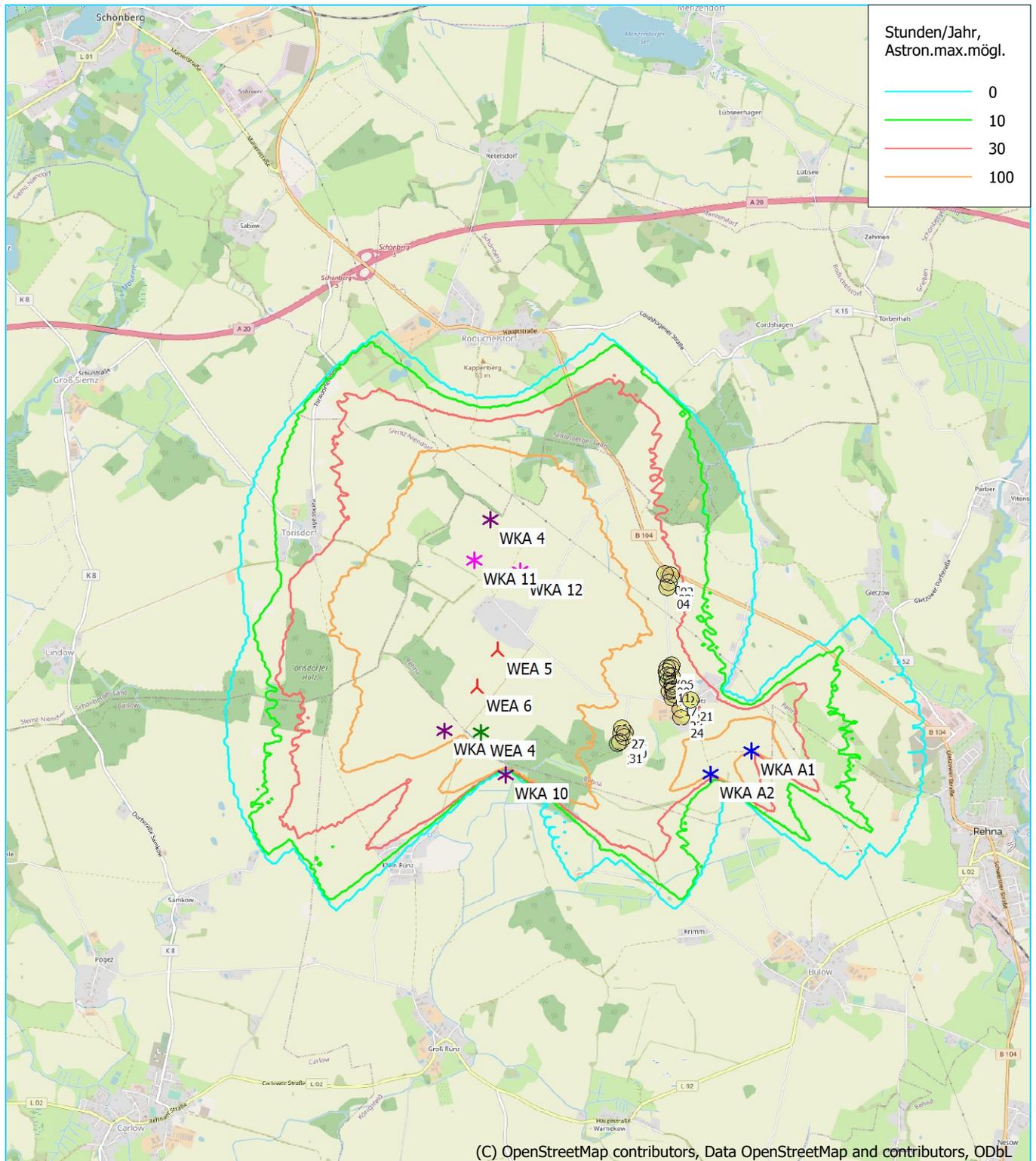
Berechnet:

01.08.2022 14:56/3.5.584



SHADOW - Karte

Berechnung: Torisdorf III WEA 5 + 6 GB 2xneu + 18xBestand (8 relevant) 2022-08-01



Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 235.560 Nord: 5.968.710

🚧 Neue WEA ⚙️ Existierende WEA 🌞 Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: CONTOURLINE_ONLINEDATA_1.wpo (5)

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