



Schattenwurfprognose – Revision 1

Projekt:	Seelow-Worin
	Errichtung von 3 Windenergieanlagen Typ: V162-5.6 mit einer Nabenhöhe von 166 m plus 3 m Fundamenterhöhung und einer Nennleistung von 5,6 MW
Bundesland:	Brandenburg Deutschland
Berichtsdatum:	Rerik, 19.11.2019
Berichtsnummer:	enosite-0056-ST-2019-02
Bearbeitung:	Lena Fieckel

enosite GmbH

Straße am Zeltplatz 7
18230 Ostseebad Rerik

Tel. 038296-746-220

www.eno-site.com

Auftraggeber:	eno energy GmbH Turnerweg 8 01097 Dresden Frau Christina Arlt
Auftragnehmer:	enosite GmbH Straße am Zeltplatz 7 18230 Ostseebad Rerik
Auftragsdatum:	17.09.2019
Aufgabenstellung:	Erstellung einer Schattenwurfprognose
Standort:	Seelow-Worin
Erstellt von:	Lena Fieckel
Geprüft von:	Astrid Zädow
Seitenzahl:	36

Änderungsverlauf		
Bezeichnung	Datum	Inhalt
enosite-0056-ST-2019-01	04.11.2019	Schattenwurfprognose WP Seelow-Worin Rev. 0 3xV162-5.6
enosite-0056-ST-2019-02	19.11.2019	Schattenwurfprognose WP Seelow-Worin Rev. 1 - Berücksichtigung einer Fundamenterhöhung an Bestands-WEA und an den geplanten WEA

Inhalt

TABELLENVERZEICHNIS	3
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	3
1 Aufgabenstellung und verwendete Unterlagen.....	4
2 Grundlagen.....	6
3 Standortbeschreibung.....	7
4 Kenndaten der Windenergieanlagen.....	9
5 Immissionsrichtwerte und Immissionsorte.....	10
6 Prognoseergebnisse.....	13
6.1 Zusatzbelastung.....	13
6.2 Vorbelastung.....	13
6.3 Gesamtbelastung.....	14
7 Beurteilung der Berechnungsergebnisse	15
Literatur.....	16
Anhang.....	17
A-1 Koordinaten der WEA und IO.....	18
A-2 Fotodokumentation zu den maßgeblichen Immissionsorten.....	20
A-3 Berechnungsergebnisse der Zusatzbelastung	22
A-4 Berechnungsergebnisse der Vorbelastung.....	27
A-5 Berechnungsergebnisse der Gesamtbelastung.....	32

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Spezifikationen der geplanten und existierenden WEA im Windpark Seelow-Worin	9
Tabelle 2: Übersicht relevanter IO	12
Tabelle 3: Ergebnisse der Zusatzbelastung.....	13
Tabelle 4: Ergebnisse der Vorbelastung.....	13
Tabelle 5: Ergebnisse der Gesamtbelastung	14
Tabelle A-1: Koordinaten der WEA.....	18
Tabelle A-2: Koordinaten der IO	19

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Darstellung Bildung Schattenwurf [1]	6
Abbildung 2: Übersicht Projekt Seelow-Worin	8
Abbildung 3: Beschattungsbereich Projekt Seelow-Worin	11



1 Aufgabenstellung und verwendete Unterlagen

Die eno energy GmbH beauftragte die enosite GmbH mit der Erstellung einer Schattenwurfprognose für den Standort Seelow-Worin, Landkreis Märkisch-Oderland im Bundesland Brandenburg.

Für den angegebenen Standort wird vom Auftraggeber die Errichtung von drei Windenergieanlagen (WEA) des Typs Vestas V162-5.6 mit 166 m Nabenhöhe (NH) plus 3 m Fundamenterhöhung geplant. Am Standort sind 19 WEA als Bestand und 8 WEA, die sich in der Genehmigungsphase befinden, zu berücksichtigen.

Dies ist eine Revision zum Gutachten enosite-0056-ST-2019-01 vom 04.11.2019, die notwendig wurde, da die geplanten und fremdgeplanten WEA am Standort Seelow mit einer Fundamenterhöhung von 3 m zu berücksichtigen sind. Die Revision 1 ersetzt die Revision 0 vollständig.

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

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

- Angaben zu Nabenhöhe, Anlagentyp und Standortkoordinaten der berücksichtigten WEA (Stand September 2019)
- Luftbildaufnahmen
- Ergebnisse der Standortbesichtigung der enosite GmbH vom 16.10.2019
- Topografische Karten im Maßstab 1:50.000 (TK50)

Schutzvermerk entsprechend ISO 16016**Copyright © 2019 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 mit dem Inhalt dieses Berichtes an andere Parteien als dem Kunden. Wenn dritte Personen sich in irgendeiner Weise auf den Inhalt dieser Prognose beziehen, geschieht dies ausschließlich auf eigenes Risiko.

Haftungsausschluss

Für die prognostizierten Ergebnisse der Schallimmissionsprognose wird seitens des Gutachters keine Garantie übernommen. Sie basieren auf den Berechnungen mit dem Modul SHADOW der Software WindPRO in der Version 3.3.274 der Firma EMD International A/S aus Aalborg, Dänemark und den von den Anlagenherstellern gestellten Anlagendaten.

Bearbeitet von:

*Lena Fieckel**M.Sc. Meteorologie*

Geprüft von:

*Astrid Zadow**Dipl.-Geogr.*

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 Nabenhöhe, der Rotordurchmesser sowie die Rotorblatttiefe einer WEA. Der Zusammenhang zwischen Sonnenstand, Nabenhöhe, Rotordurchmesser und Schattenfläche ist in der nachstehenden Abbildung 1 zu erkennen.

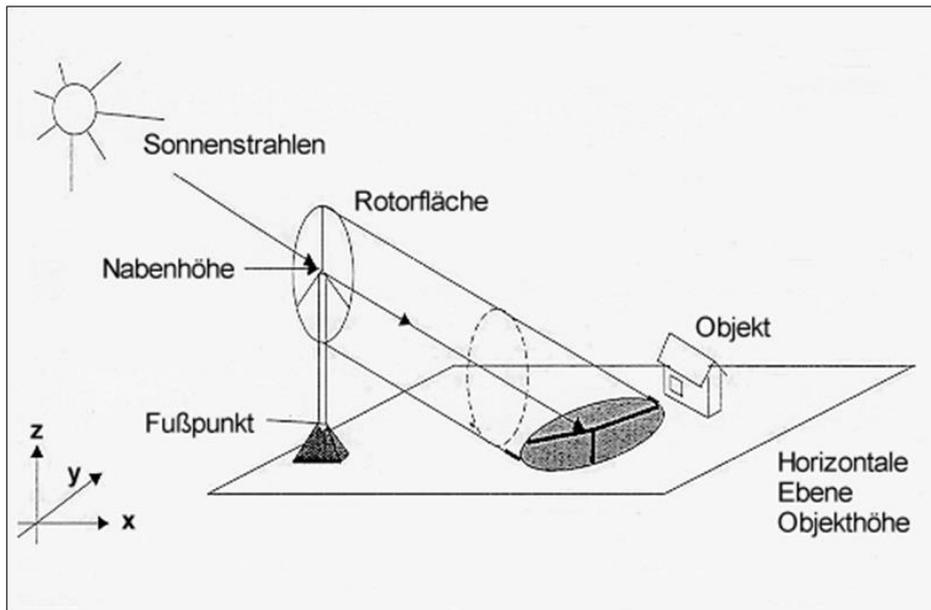


Abbildung 1: Darstellung Bildung Schattenwurf [1]

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 oder teilweise 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 Immissionsorten (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 WEA-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 für die geplanten Anlagen vorgesehene Standort befindet sich im Landkreis Märkisch-Oderland rund 2,7 km nordwestlich von der Kreisstadt Seelow und ca. 1,3 km südwestlich von der Ortschaft Gusow-Platkow im Bundesland Brandenburg.

Der zur Gemeinde Vierlinden gehörende Ort Görldorf befindet sich südwestlich des geplanten Standortes. Südlich befindet sich der zur Gemeinde Vierlinden gehörende Ort Diedersdorf und nordöstlich der zu Seelow gehörende Ortsteil Werbig. Das lokale Windfeld befindet sich am westlichen Rande eines Plateaus, welches zu allen Seiten abfällt. Das weiträumige Gelände des Windfeldes ist reliefiert und fällt zum östlich gelegenen und landschaftsprägenden Oderbruch hin ab.

Die Geländehöhen im zu betrachtenden Bereich liegen zwischen rund 100 m über NN im südwestlich gelegenen Behlendorfer Wald und 10 m über NN östlich des zu Seelow gehörenden Ortsteils Werbig. Nordöstlich des Planungsgebietes befindet sich das Waldgebiet Gusower Oberheide und südlich das Waldgebiet Sandfichten.

Bei dem für die Errichtung der WEA vorgesehenen Bereich handelt es sich um landwirtschaftlich genutzte Flächen und Weideflächen. Die nähere Umgebung ist durch kleinere Ortschaften, landwirtschaftliche Nutzflächen, verschiedene Seen sowie Wälder geprägt.

Östlich und südöstlich vom geplanten Standort befinden sich 19 WEA in Betrieb. Außerdem sind 8 WEA zu berücksichtigen, die sich derzeit im Genehmigungsverfahren befinden.

Die Positionen der geplanten WEA, der zu berücksichtigenden WEA und der ermittelten IO sind in der Abbildung 2 dargestellt. Die Koordinaten können den Berechnungsausdrücken und der Tabelle A-1 und Tabelle A-2 im Anhang entnommen werden.

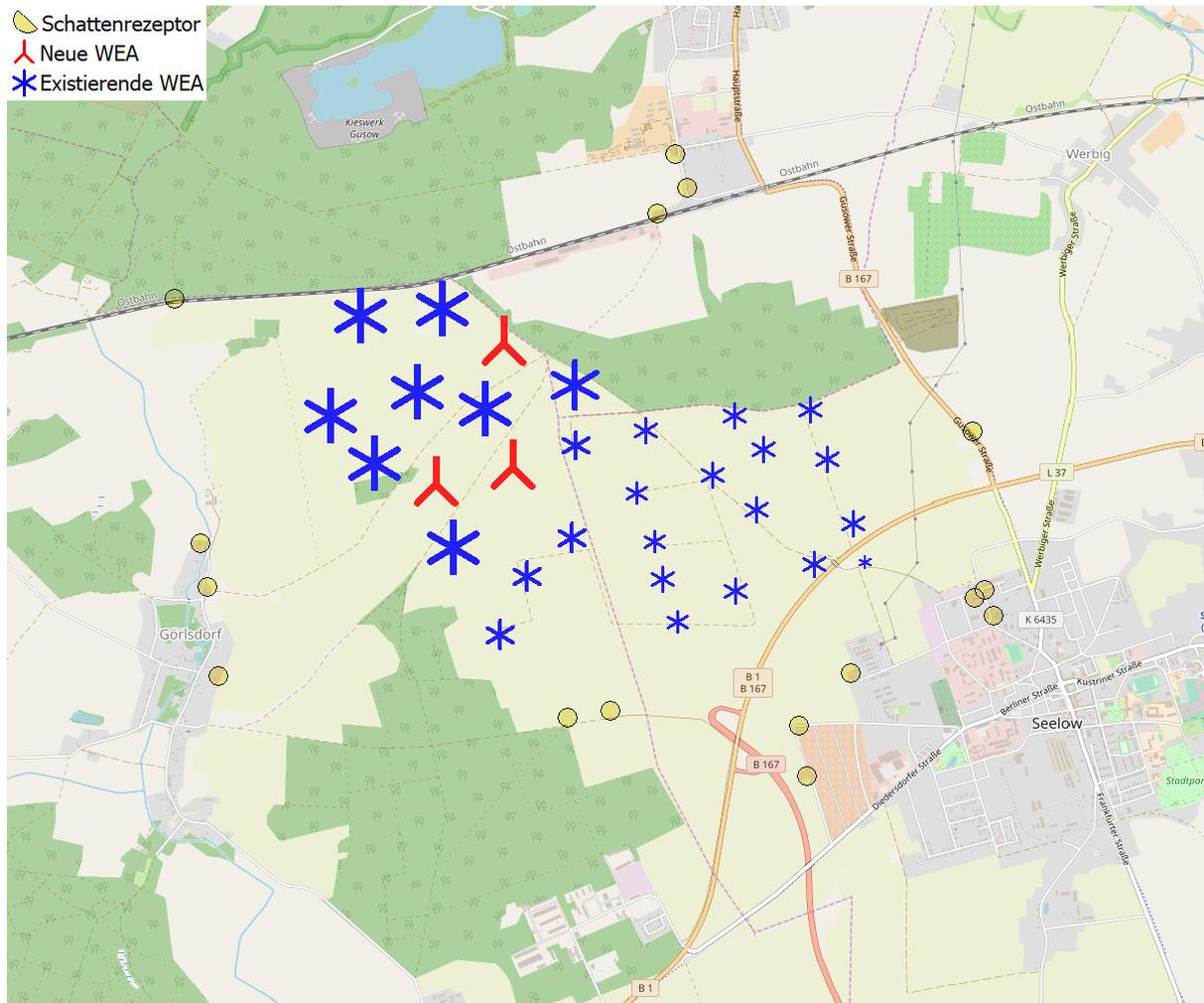


Abbildung 2: Übersicht Projekt Seelow-Worin

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, Nabenhöhe, Rotordurchmesser, Rotorblatttiefe der zu betrachtenden WEA sowie die Lage der IO als Eingangsgrößen für die verwendete Berechnungssoftware benötigt.

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 Seelow-Worin

WEA	n	Nennleistung	RD	NH	Rotorblatttyp	max. Blatttiefe	Blatttiefe bei 90% Rotorradius	Beschattungsbereich
		[kW]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[m]
V162-5.6	3	5.600	162,0	169,0 ^{a)}	Vestas	4,3	1,69	2.041
V162-5.6	7	5.600	162,0	169,0 ^{a)}	Vestas	4,3	1,69	2.041
V150-5.6	1	5.600	150,0	169,0 ^{a)}	Vestas	4,2	1,35	1.901
V80-2.0	9	2.000	80,0	78,0	Vestas 39	3,5	1,13	1.582
E-66 18/70	3	1.800	70,0	98,0	Enercon	3,3	1,07	1.486
V90-2.0	1	2.000	90,0	105,0	Vestas	3,5	0,92	1.506
V44-600	1	600	44,0	63,0	Vestas 20	1,6	0,70	771
E-82 E2 2.3	2	2.300	82,0	138,4	Enercon	3,6	1,13	1.599
E-92 2.35	3	2.350	92,0	138,4	Enercon	3,6	0,83	1.513

a) Inkl. 3 m Fundamenterhöhung

Die Koordinaten der WEA wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt und werden in der Tabelle A-1 im Anhang aufgeführt.

5 Immissionsrichtwerte und Immissionsorte

Gemäß der Leitlinie der „Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen“ des Länderausschusses für Immissionsschutz („WEA Schattenwurfhinweise“) vom 13.03.2002 [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 natürlich nicht der Fall. Real zu erwartende Schattenwurfzeiten können unter Berücksichtigung der Parameter Sonnenscheinwahrscheinlichkeit, Windgeschwindigkeitsverteilung und Windrichtung berechnet werden.

Wird die maximal 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 Balkons) 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.

Für das Projekt Seelow-Worin wurde die Schattenwurfausbreitung in unmittelbarer Nähe des Standortes der geplanten WEA betrachtet. Dabei handelt es sich um die Ortschaften Seelow, Görldorf, Hufen und Gusow-Platkow.

Bei der Prüfung der Zusatzbelastung werden relevante IO, an denen es zu Schattenwurf durch die beantragten WEA kommt, näher untersucht.



Die Abbildung 3 zeigt den Beschattungsbereich der geplanten WEA.

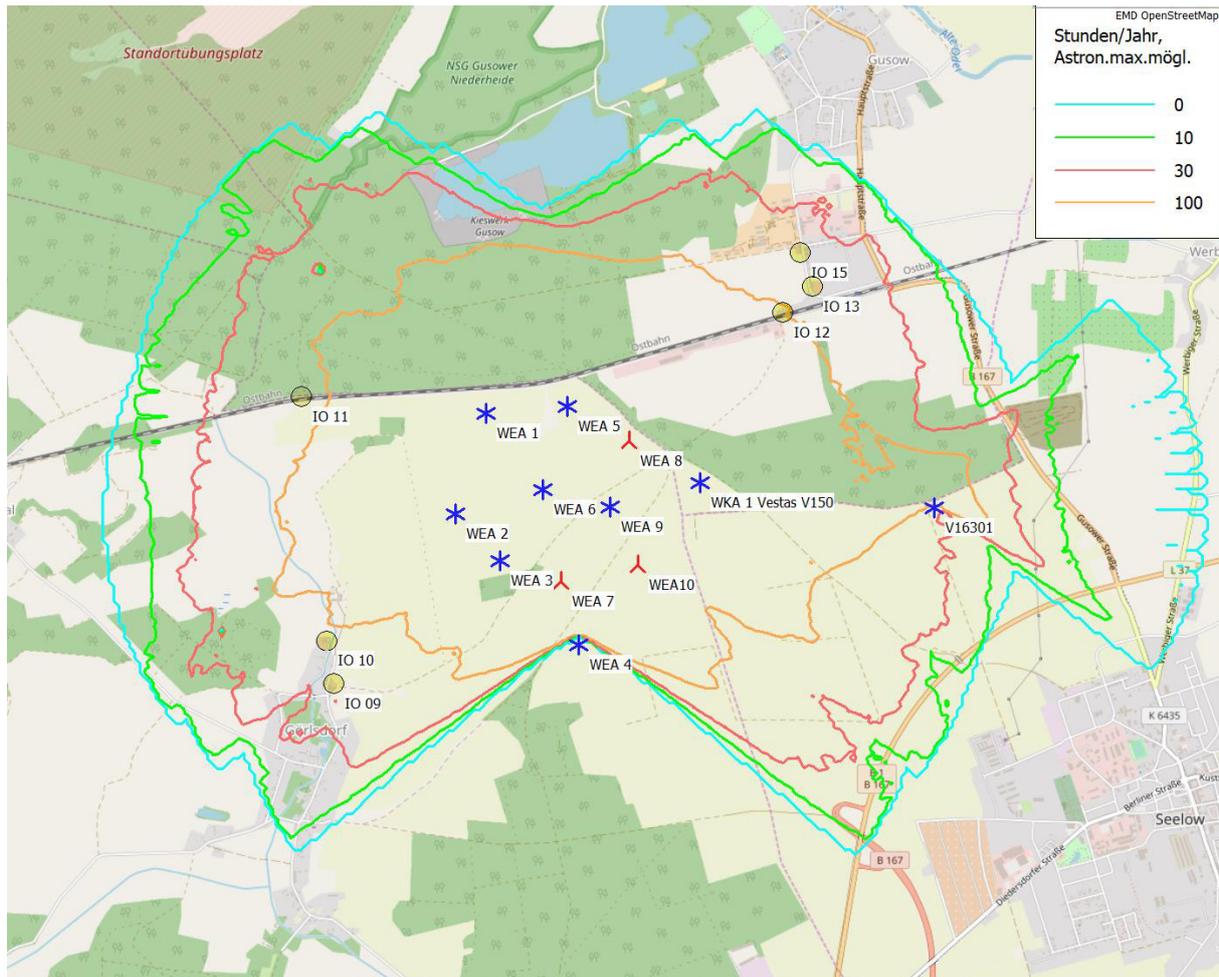


Abbildung 3: Beschattungsbereich Projekt Seelow-Worin

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 16 IO im möglichen Beschattungsbereich untersucht.

Die Abbildung 3 verdeutlicht, dass es durch die geplanten WEA in Görlsdorf und Gusow-Platkow zu periodischem Schattenwurf kommt. Diese betroffenen IO sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2: Übersicht relevanter IO

IO	Adresse	Postleitzahl	Gemeinde
IO 09	Görlsdorf, Am Fließ 56	15306	Vierlinden
IO 10	Görlsdorf, Str. der Jugend 10		
IO 11	Görlsdorf, An der Bahn 1		
IO 12	Gusow-Platkow, Bahnhof 4	15306	Gusow-Platkow
IO 13	Gusow-Platkow, Siedlung 9a		
IO 15	Gusow-Platkow, Siedlung 9		

Die IO wurden im Rahmen der Standortbegehung vom 16.10.2019 aufgenommen und dokumentiert. Eine Fotodokumentation ist im Anhang A-2 zu finden.

Der IO11 konnte bei der Standortbegehung nicht angefahren werden, da kein Zufahrtsweg ersichtlich war. Ein Satellitenbild aus dem Jahr 2010 zeigt, dass dort ein Haus gestanden hat. Auf Satellitenbildern aus dem Jahr 2019 ist dies nicht mehr ersichtlich (s. Anhang A-2). Der IO11 wird trotzdem in die Betrachtungen aufgenommen.

Die Koordinaten sämtlicher relevanter IO sind im Anhang in der Tabelle A-2 aufgeführt. In der Ergebniszusammenstellung 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 sowie die Gesamtbelastung dargestellt.

6.1 Zusatzbelastung

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

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen für die Zusatzbelastung im Projekt Seelow-Worin mit drei geplanten WEA können der nachstehenden Tabelle 3 und dem Anhang entnommen werden.

Tabelle 3: Ergebnisse der Zusatzbelastung

IO	Schattenwurf „worst case“	Anzahl der Tage mit Schatten	Schattenwurf „worst case“
	[h/a]	[d/a]	[h/d]
IO 09	34:35	102	00:27
IO 10	16:46	47	00:27
IO 11	14:57	57	00:21
IO 12	24:34	71	00:33
IO 13	18:10	63	00:28
IO 15	20:05	60	00:27

Wie in Tabelle 3 ersichtlich ist, wird am IO09 die Einwirkdauer von maximal 30 Stunden pro Jahr um 4 Stunden und 35 Minuten überschritten.

Bei der maximal zulässigen Schattenwurfzeit von 30 Minuten pro Tag kommt es am IO012 zu einer Überschreitung. Diese beträgt 3 Minuten.

6.2 Vorbelastung

Als Vorbelastung werden 27 WEA berücksichtigt. In der Tabelle 4 sind die Berechnungsergebnisse enthalten. Die detaillierten Berechnungsausdrucke sind dem Anhang zu entnehmen.

Tabelle 4: Ergebnisse der Vorbelastung

IO	Schattenwurf „worst case“	Anzahl der Tage mit Schatten	Schattenwurf „worst case“
	[h/a]	[d/a]	[h/d]
IO 09	25:23	83	00:26
IO 10	58:51	120	00:44
IO 11	65:01	140	00:46
IO 12	82:39	146	00:53
IO 13	57:48	133	00:44
IO 15	27:31	87	00:27

Aus der Tabelle 4 ist zu ersehen, dass bereits die Vorbelastung Überschreitungen der zulässigen Einwirkzeiten aufweist. Dabei handelt es sich um 4 relevante IO (IO10-IO13) mit

einer Überschreitung der jährlichen Einwirkdauer von höchstens 30 Stunden pro Jahr um maximal 52 Stunden und 39 Minuten.

Die zulässige Beschattungsdauer von 30 Minuten je Tag wird an 4 relevanten IO (IO10-13) mit maximal 23 Minuten überschritten.

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	Schattenwurf „worst case“	Anzahl der Tage mit Schatten	Schattenwurf „worst case“
	[h/a]	[d/a]	[h/d]
IO 09	59:58	140	00:38
IO 10	75:37	164	00:44
IO 11	73:25	154	00:46
IO 12	104:40	158	00:54
IO 13	72:33	142	00:44
IO 15	47:36	121	00:37

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 relevanten IO kommt, wobei die Abweichungen höchstens 74 Stunden und 40 Minuten betragen.

Des Weiteren werden bei allen relevanten IO die maximal zulässigen Beschattungszeiten von 30 Minuten pro Tag überschritten. Die höchste Überschreitung von 24 Minuten wurde am IO12 ermittelt.

7 Beurteilung der Berechnungsergebnisse

Die Beurteilung der Berechnungsergebnisse erfolgt anhand der Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurfhinweise) des LAI. 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. Bei der Berechnung der Schattenwurfzeiten wurden Gebäude, Bäume, Hecken oder andere, sichtverschattende Gegebenheiten, welche den Fensterfronten vorgelagert sind, nicht berücksichtigt.

Die geplanten WEA vom Typ V162-5.6 verursachen an 6 der 16 untersuchten IO periodischen Schattenwurf. Dabei werden die Richtwerte nach [3] für die astronomisch maximal zulässige jährliche Beschattungsdauer und die tägliche Beschattungsdauer jeweils an einem IO überschritten.

Durch das Zusammenwirken der WEA der Zusatz- und der Vorbelastung kommt es an allen relevante IO (IO09 – IO13, IO15) zu Überschreitungen bei der zulässigen jährlichen Schattenwurfdauer.

Aufgrund der prognostizierten Überschreitung des Richtwertes für die jährliche Schattenwurfdauer an 6 IO in der Gesamtbelastung sind Maßnahmen zu ergreifen, welche die tatsächliche Beschattungsdauer entsprechend der Richtwerte gemäß [4] auf höchstens 8 Stunden pro Jahr sowie maximal 30 Minuten pro Tag begrenzen.

Entsprechend der Berechnungsergebnisse bedeutet dies für die geplante WEA, dass sichergestellt sein muss, 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.

Literatur

- [1] Hau, E., Windkraftanlagen, 5. Auflage, Springer Vieweg, 2014
- [2] <http://help.emd.dk/mediawiki>
- [3] Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI): „Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immission von Windenergieanlagen“, 13.03.2002
- [4] Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17.05.2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 20.11.2014 (BGBl. I S. 1740) geändert worden ist.



Anhang



A-1 Koordinaten der WEA und IO

Tabelle A-1: Koordinaten der WEA

Nr.	Typ	Höhe ü NN*	ETRS89 Zone 33	
		[m]	X (Ost)	Y (Nord)
WEA 7	V162-5.600	55,0	454.386	5.821.797
WEA 8	V162-5.600	56,5	454.791	5.822.621
WEA10	V162-5.600	54,9	454.836	5.821.896
V16299	V80-2.0MW-2.000	57,5	456.808	5.821.542
V16300	V80-2.0MW-2.000	57,5	456.663	5.821.925
V16301	V80-2.0MW-2.000	58,1	456.564	5.822.216
V16302	V80-2.0MW-2.000	55,0	456.132	5.822.182
V16306	V80-2.0MW-2.000	52,8	455.612	5.822.099
V16305	V80-2.0MW-2.000	53,8	455.997	5.821.839
V16304	V80-2.0MW-2.000	55,0	456.255	5.821.629
V16303	V80-2.0MW-2.000	55,5	456.582	5.821.311
V16307	V80-2.0MW-2.000	53,6	456.127	5.821.154
WKA 1 E-66	E-66/18.70-1.800	52,3	455.555	5.821.737
WKA 2 E-66	E-66/18.70-1.800	52,5	455.660	5.821.449
V18173	V90-2.000	55,0	455.204	5.822.019
V2207 Vestas	V44-600	57,3	456.880	5.821.319
WKA 1 E-82 E2	E-82 E2-2.300	55,6	456.292	5.821.985
WKA 2 E-82 E2	E-82 E2-2.300	52,5	455.702	5.821.227
WKA 3 E-66	E-66/18.70-1.800	55,0	455.786	5.820.979
WKA17 E-92	E-92 2,3 MW-2.350	55,0	454.911	5.821.255
WKA18 E-92	E-92 2,3 MW-2.350	55,0	454.748	5.820.915
WKA19 E-92	E-92 2,3 MW-2.350	55,0	455.177	5.821.476
WKA 1 Vestas V150	V150-5.600	55,0	455.200	5.822.374
WEA 1	V162-5.600	46,3	453.955	5.822.790
WEA 2	V162-5.600	50,0	453.774	5.822.205
WEA 3	V162-5.600	55,0	454.024	5.821.925
WEA 4	V162-5.600	55,0	454.482	5.821.429
WEA 5	V162-5.600	44,3	454.430	5.822.828
WEA 6	V162-5.600	50,0	454.281	5.822.342
WEA 9	V162-5.600	57,5	454.675	5.822.236

Tabelle A-2: Koordinaten der IO

IO	Adresse	Höhe ü NN*	ETRS89 Zone 33	
		[m]	X (Ost)	Y (Nord)
IO 09	Görlsdorf, Am Fließ 56	30,7	453.051	5.821.206
IO 10	Görlsdorf, Str. der Jugend 10	34,7	453.014	5.821.464
IO 11	Görlsdorf, An der Bahn 1	35,1	452.875	5.822.901
IO 12	Gusow-Platkow, Bahnhof 4	25,0	455.692	5.823.366
IO 13	Gusow-Platkow, Siedlung 9a	22,3	455.869	5.823.515
IO 15	Gusow-Platkow, Siedlung 9	18,4	455.801	5.823.711

*Die Höhe über NN basiert auf den verwendeten SRTM Höhenlinien mit einer Nahbereich-Anpassung auf Basis der TK50-Karte

A-2 Fotodokumentation zu den maßgeblichen Immissionsorten





Bild 1: IO09, Görlsdorf, Am Fließ 56



Bild 2: IO10, Görlsdorf, Str. der Jugend 10



Bild 3: IO12, Gusow-Platkow, Bahnhof 4



Bild 4: IO13, Gusow-Platkow, Siedlung 9a



Bild 5: IO15, Gusow-Platkow, Siedlung 9



Bild 6: IO11, Görlsdorf, An der Bahn 1
(Satellitenbild Google Earth 2010)



Bild 7: IO11, Görlsdorf, An der Bahn 1
(Satellitenbild Google Earth 2019)

A-3 Berechnungsergebnisse der Zusatzbelastung



Projekt:

WP Seelow-Worin

Beschreibung:

Die enosite GmbH übernimmt hierfür keine Gewähr.

Lizenziertes Anwender:

eno energy GmbH

Am Strande 2e

DE-18055 Rostock

03 81 20 37 92 0

Lena Fieckel / lena.fieckel@eno-energy.com

Berechnet:

18.11.2019 13:59/3.3.274

enosITE

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Seelow-Worin ZB 3xV162

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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 Sonneneinfallrichtung

Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

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

Verwendete Höhenlinien: HL SRTM

Hindernisse in Berechnung verwendet

Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 2,0 m

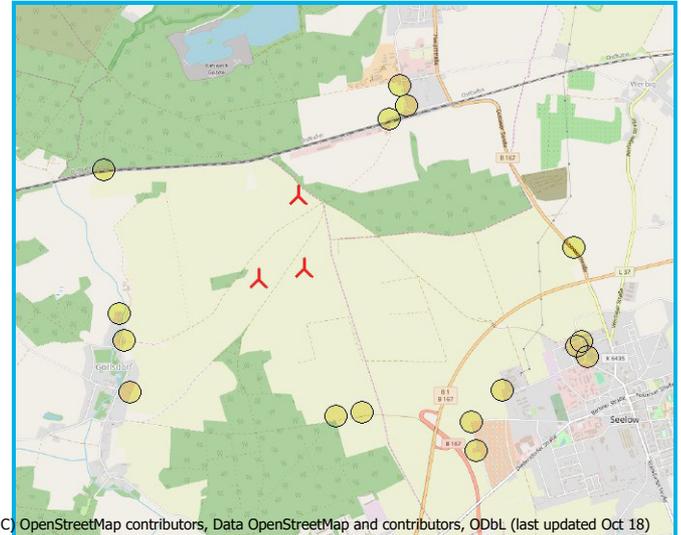
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 33

WEA

	Ost Nord Z			Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotordurchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
	[m]	[m]	[m]		Aktuell	Hersteller	Typ				[kW]	[m]
eno	454.836	5.821.896	54,9	WEA10	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	169,0	2.041	0,0
eno	454.791	5.822.621	56,5	WEA 8	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	169,0	2.041	0,0
eno	454.386	5.821.797	55,0	WEA 7	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	169,0	2.041	0,0



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL (last updated Oct 18)

Maßstab 1:75.000
 Neue WEA Schattenrezeptor

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IO 01	Seelow, Humboldtstr. 12	457.575	5.821.150	55,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IO 02	Seelow, Mühlenstr. 27a	457.518	5.821.103	55,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IO 03	Seelow, Robert-Koch-Str. 1 - Krankenhaus	457.629	5.821.000	54,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IO 04	Seelow, Müncheberger Weg 33	456.791	5.820.666	54,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IO 05	Seelow, Görldorfer Weg 26	456.528	5.820.072	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IO 05a	Seelow, Kleingartenanlagen	456.483	5.820.361	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IO 06	Hufen, Nr. 4	455.393	5.820.457	55,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IO 07	Hufen, Nr. 7	455.142	5.820.424	55,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IO 08	Görldorf, Am Fließ 46	453.110	5.820.682	38,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IO 09	Görldorf, Am Fließ 56	453.051	5.821.206	30,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IO 10	Görldorf, Str. der Jugend 10	453.014	5.821.464	34,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IO 11	Görldorf, An der Bahn 1	452.875	5.822.901	35,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IO 12	Gusow-Platkow, Bahnhof 4	455.692	5.823.366	25,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IO 13	Gusow-Platkow, Siedlung 9a	455.869	5.823.515	22,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IO 14	Seelow, Gusower Str. 2	457.512	5.822.076	58,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IO 15	Gusow-Platkow, Siedlung 9	455.801	5.823.711	18,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
IO 01	Seelow, Humboldtstr. 12	0:00	0	0:00
IO 02	Seelow, Mühlenstr. 27a	0:00	0	0:00
IO 03	Seelow, Robert-Koch-Str. 1 - Krankenhaus	0:00	0	0:00
IO 04	Seelow, Müncheberger Weg 33	0:00	0	0:00

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

WP Seelow-Worin

Beschreibung:

Die enosite GmbH übernimmt hierfür keine Gewähr.

Lizenzierter Anwender:

eno energy GmbH

Am Strande 2e

DE-18055 Rostock

03 81 20 37 92 0

Lena Fieckel / lena.fieckel@eno-energy.com

Berechnet:

18.11.2019 13:59/3.3.274

enosITE 

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Seelow-Worin ZB 3xV162

...(Fortsetzung von letzter Seite)

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
IO 05	Seelow, Görldorfer Weg 26	0:00	0	0:00
IO 05a	Seelow, Kleingartenanlagen	0:00	0	0:00
IO 06	Hufen, Nr. 4	0:00	0	0:00
IO 07	Hufen, Nr. 7	0:00	0	0:00
IO 08	Görldorf, Am Fließ 46	0:00	0	0:00
IO 09	Görldorf, Am Fließ 56	34:35	102	0:27
IO 10	Görldorf, Str. der Jugend 10	16:46	47	0:27
IO 11	Görldorf, An der Bahn 1	14:57	57	0:21
IO 12	Gusow-Platkow, Bahnhof 4	24:34	71	0:33
IO 13	Gusow-Platkow, Siedlung 9a	18:10	63	0:28
IO 14	Seelow, Gusower Str. 2	0:00	0	0:00
IO 15	Gusow-Platkow, Siedlung 9	20:05	60	0:27

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal
		[h/a]
eno WEA10		24:00
eno WEA 8		49:24
eno WEA 7		52:51

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:

WP Seelow-Worin

Beschreibung:

Die enosite GmbH übernimmt hierfür keine Gewähr.

Lizenzierter Anwender:

eno energy GmbH

Am Strande 2e

DE-18055 Rostock

03 81 20 37 92 0

Lena Fieckel / lena.fieckel@eno-energy.com

Berechnet:

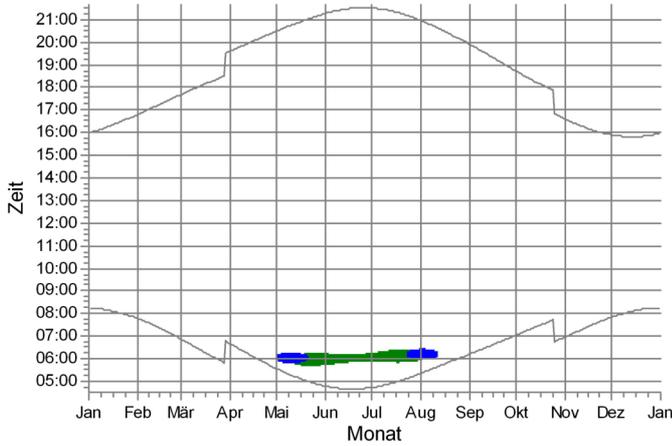
18.11.2019 13:59/3.3.274



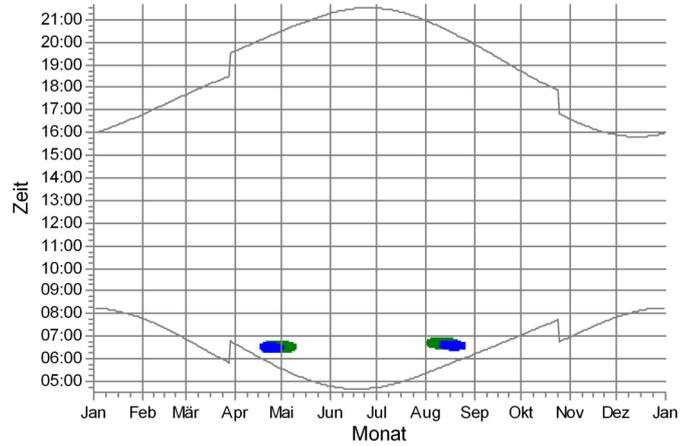
SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Seelow-Worin ZB 3xV162

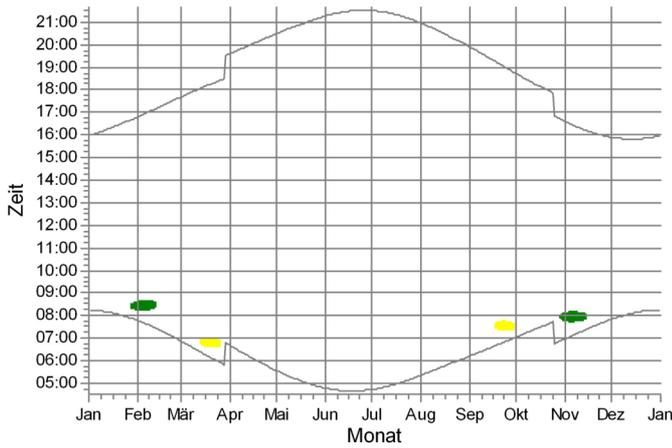
IO 09: Görldorf, Am Fließ 56



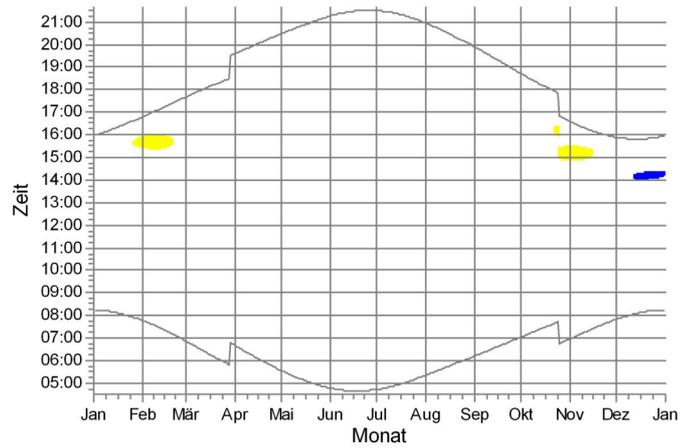
IO 10: Görldorf, Str. der Jugend 10



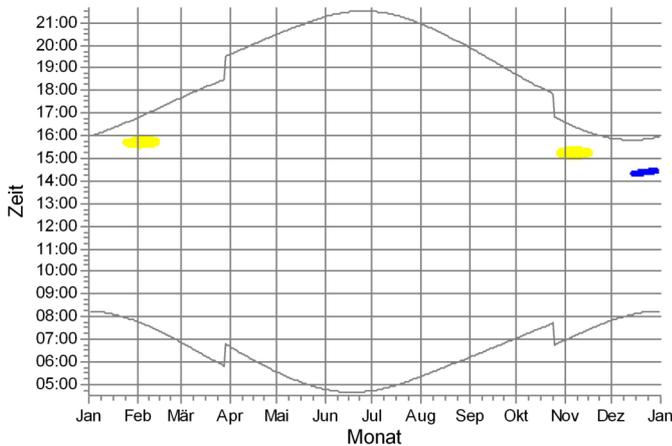
IO 11: Görldorf, An der Bahn 1



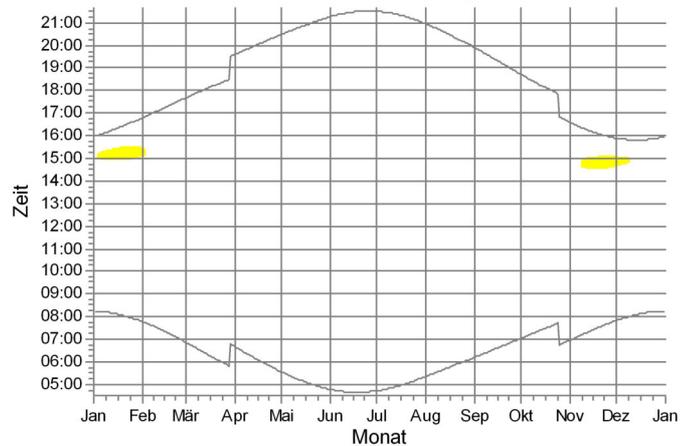
IO 12: Gusow-Platkow, Bahnhof 4



IO 13: Gusow-Platkow, Siedlung 9a



IO 15: Gusow-Platkow, Siedlung 9



WEA



eno: WEA 7



eno: WEA 8



eno: WEA10

Projekt:
WP Seelow-Worin

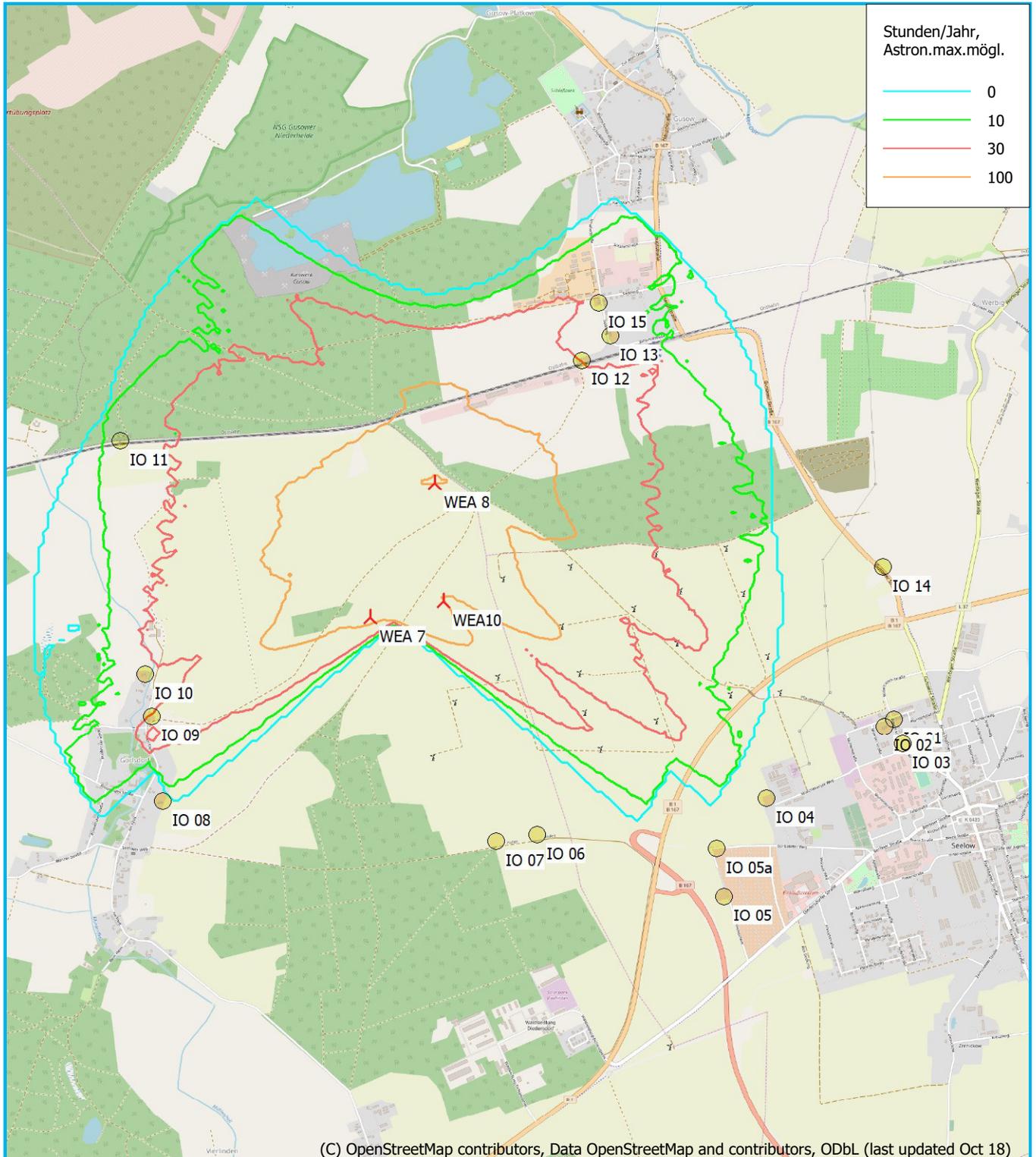
Beschreibung:
Die enosite GmbH übernimmt hierfür keine
Gewähr.

Lizenzierter Anwender:
eno energy GmbH
Am Strande 2e
DE-18055 Rostock
03 81 20 37 92 0
Lena Fieckel / lena.fieckel@eno-energy.com
Berechnet:
18.11.2019 13:59/3.3.274

enosite

SHADOW - Karte

Berechnung: Seelow-Worin ZB 3xV162



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:35.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 455.310 Nord: 5.822.040

Neue WEA Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: HL SRTM

A-4 Berechnungsergebnisse der Vorbelastung



Projekt:

WP Seelow-Worin

Beschreibung:

Die enosite GmbH übernimmt hierfür keine Gewähr.

Lizenzierter Anwender:

eno energy GmbH

Am Strande 2e

DE-18055 Rostock

03 81 20 37 92 0

Lena Fieckel / lena.fieckel@eno-energy.com

Berechnet:

18.11.2019 14:44/3.3.274

enosITE

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Seelow-Worin VB 3xV162

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

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

Verwendete Höhenlinien: HL SRTM

Hindernisse in Berechnung verwendet

Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 2,0 m

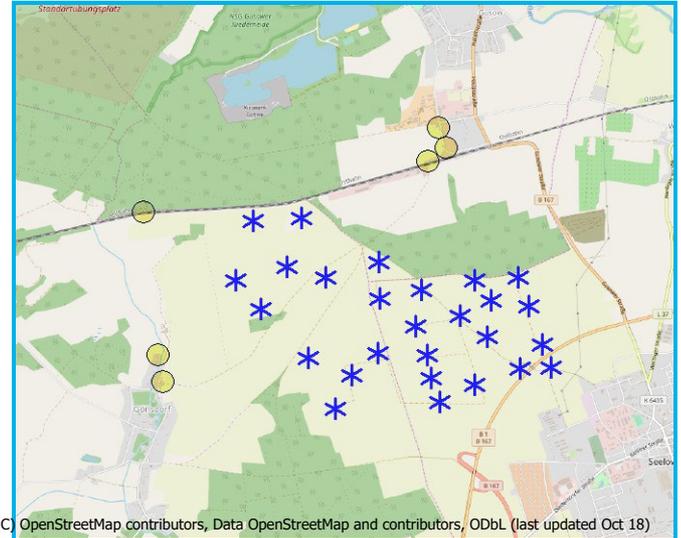
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 33

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]
1	456.808	5.821.542	57,5	V16299	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	78,0	1.582	16,7
2	456.663	5.821.925	57,5	V16300	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	78,0	1.582	16,7
3	456.564	5.822.216	58,1	V16301	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	78,0	1.582	16,7
4	456.132	5.822.182	55,0	V16302	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	78,0	1.582	16,7
5	455.612	5.822.099	52,8	V16306	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	78,0	1.582	16,7
6	455.997	5.821.839	53,8	V16305	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	78,0	1.582	16,7
7	456.255	5.821.629	55,0	V16304	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	78,0	1.582	16,7
8	456.582	5.821.311	55,5	V16303	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	78,0	1.582	16,7
9	456.127	5.821.154	53,6	V16307	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	78,0	1.582	16,7
10	455.555	5.821.737	52,3	WKA 1 E-66	Nein	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	1.486	22,0
11	455.660	5.821.449	52,5	WKA 2 E-66	Nein	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	1.486	22,0
12	455.204	5.822.019	55,0	V18173	Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
13	456.880	5.821.319	57,3	V2207 Vestas	Nein	VESTAS	V44-600	600	44,0	63,0	771	28,0
14	456.292	5.821.985	55,6	WKA 1 E-82 E2	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
15	455.702	5.821.227	52,5	WKA 2 E-82 E2	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
16	455.786	5.820.979	55,0	WKA 3 E-66	Nein	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0	1.486	22,0
17	454.911	5.821.255	55,0	WKA17 E-92	Ja	ENERCON	E-92 2,3 MW-2.350	2.350	92,0	138,4	1.513	16,0
18	454.748	5.820.915	55,0	WKA18 E-92	Ja	ENERCON	E-92 2,3 MW-2.350	2.350	92,0	138,4	1.513	16,0
19	455.177	5.821.476	55,0	WKA19 E-92	Ja	ENERCON	E-92 2,3 MW-2.350	2.350	92,0	138,4	1.513	16,0
20	455.200	5.822.374	55,0	WKA 1 Vestas V150	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	169,0	1.897	0,0
21	453.955	5.822.790	46,3	WEA 1	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	169,0	2.041	0,0
22	453.774	5.822.205	50,0	WEA 2	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	169,0	2.041	0,0
23	454.024	5.821.925	55,0	WEA 3	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	169,0	2.041	0,0
24	454.482	5.821.429	55,0	WEA 4	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	169,0	2.041	0,0
25	454.430	5.822.828	44,3	WEA 5	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	169,0	2.041	0,0
26	454.281	5.822.342	50,0	WEA 6	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	169,0	2.041	0,0
27	454.675	5.822.236	57,5	WEA 9	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	169,0	2.041	0,0



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL (last updated Oct 18)

* Existierende WEA

Maßstab 1:75.000
● 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]
IO 09	Görlsdorf, Am Fließ 56	453.051	5.821.206	30,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IO 10	Görlsdorf, Str. der Jugend 10	453.014	5.821.464	34,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IO 11	Görlsdorf, An der Bahn 1	452.875	5.822.901	35,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

WP Seelow-Worin

Beschreibung:

Die enosite GmbH übernimmt hierfür keine Gewähr.

Lizenzierter Anwender:

eno energy GmbH

Am Strande 2e

DE-18055 Rostock

03 81 20 37 92 0

Lena Fieckel / lena.fieckel@eno-energy.com

Berechnet:

18.11.2019 14:44/3.3.274

enosITE 

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Seelow-Worin VB 3xV162

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IO 12	Gusow-Platkow, Bahnhof 4	455.692	5.823.366	25,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IO 13	Gusow-Platkow, Siedlung 9a	455.869	5.823.515	22,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IO 15	Gusow-Platkow, Siedlung 9	455.801	5.823.711	18,4	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]
IO 09	Görlsdorf, Am Fließ 56	25:23	83	0:26
IO 10	Görlsdorf, Str. der Jugend 10	58:51	120	0:44
IO 11	Görlsdorf, An der Bahn 1	65:01	140	0:46
IO 12	Gusow-Platkow, Bahnhof 4	82:39	146	0:53
IO 13	Gusow-Platkow, Siedlung 9a	57:48	133	0:44
IO 15	Gusow-Platkow, Siedlung 9	27:31	87	0:27

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	V16299	0:00
2	V16300	0:00
3	V16301	1:10
4	V16302	0:00
5	V16306	0:00
6	V16305	0:00
7	V16304	0:00
8	V16303	0:00
9	V16307	0:00
10	WKA 1 E-66	0:00
11	WKA 2 E-66	0:00
12	V18173	0:00
13	V2207 Vestas	0:00
14	WKA 1 E-82 E2	0:00
15	WKA 2 E-82 E2	0:00
16	WKA 3 E-66	0:00
17	WKA17 E-92	0:00
18	WKA18 E-92	0:00
19	WKA19 E-92	0:00
20	WKA 1 Vestas V150	43:08
21	WEA 1	26:13
22	WEA 2	21:25
23	WEA 3	54:44
24	WEA 4	23:34
25	WEA 5	36:55
26	WEA 6	23:08
27	WEA 9	75:44

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:

WP Seelow-Worin

Beschreibung:

Die enosite GmbH übernimmt hierfür keine Gewähr.

Lizenzierter Anwender:

eno energy GmbH

Am Strande 2e

DE-18055 Rostock

03 81 20 37 92 0

Lena Fieckel / lena.fieckel@eno-energy.com

Berechnet:

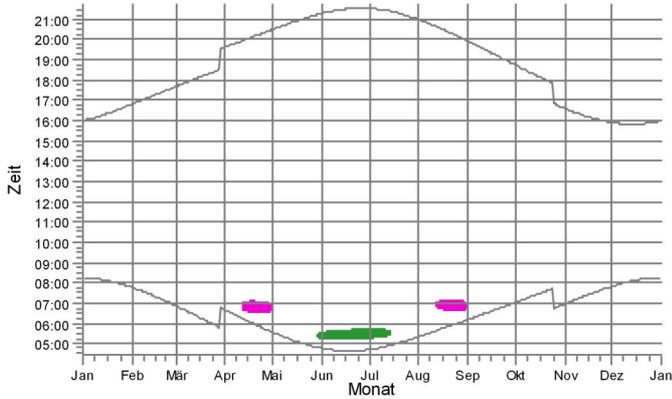
18.11.2019 14:44/3.3.274

enosite

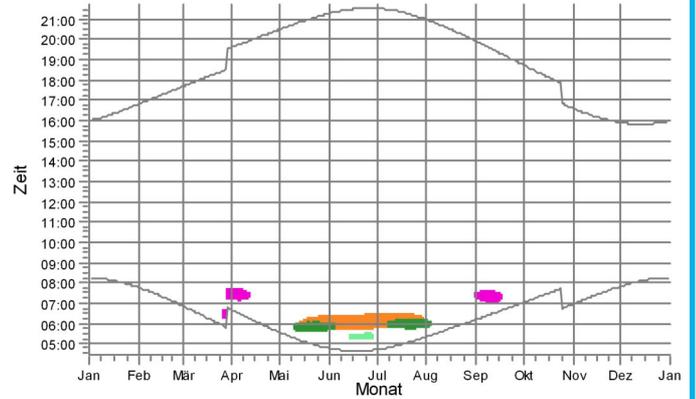
SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Seelow-Worin VB 3xV162

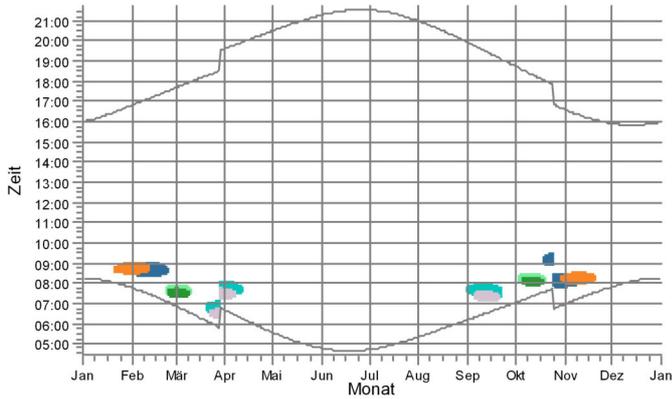
IO 09: Görldorf, Am Fließ 56



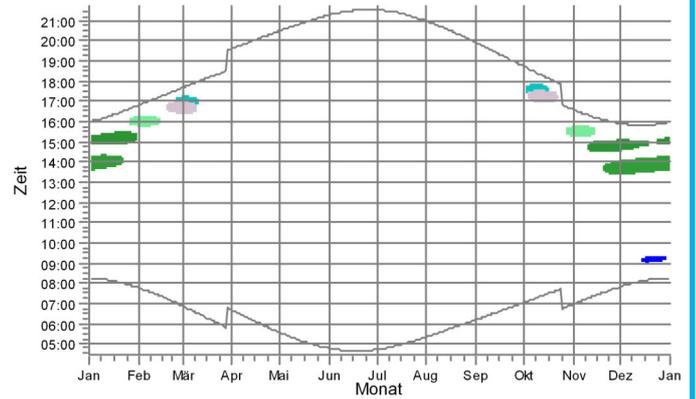
IO 10: Görldorf, Str. der Jugend 10



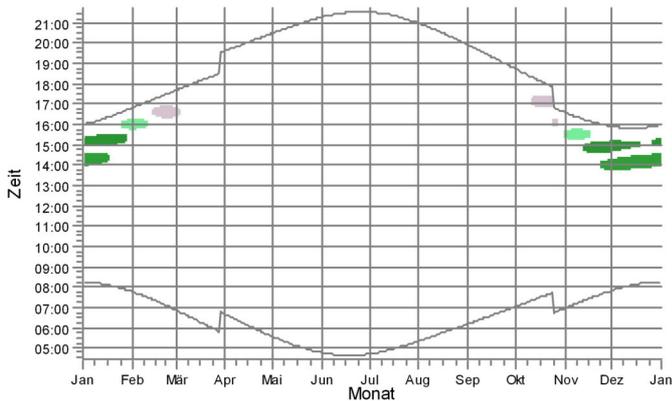
IO 11: Görldorf, An der Bahn 1



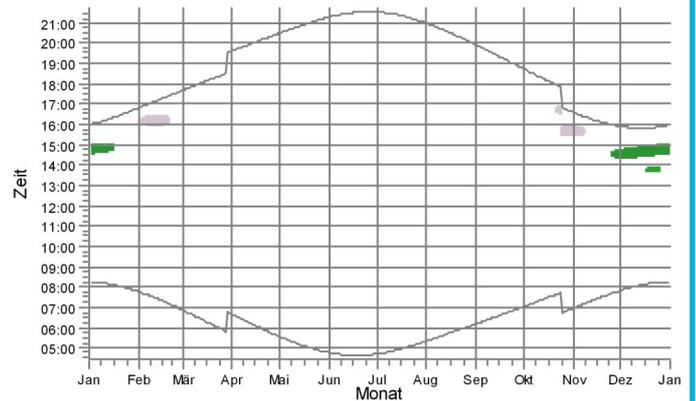
IO 12: Gusow-Platkow, Bahnhof 4



IO 13: Gusow-Platkow, Siedlung 9a



IO 15: Gusow-Platkow, Siedlung 9



WEA

	3: V16301		22: WEA 2		25: WEA 5
	20: WKA 1 Vestas V150		23: WEA 3		26: WEA 6
	21: WEA 1		24: WEA 4		27: WEA 9

Projekt:
WP Seelow-Worin

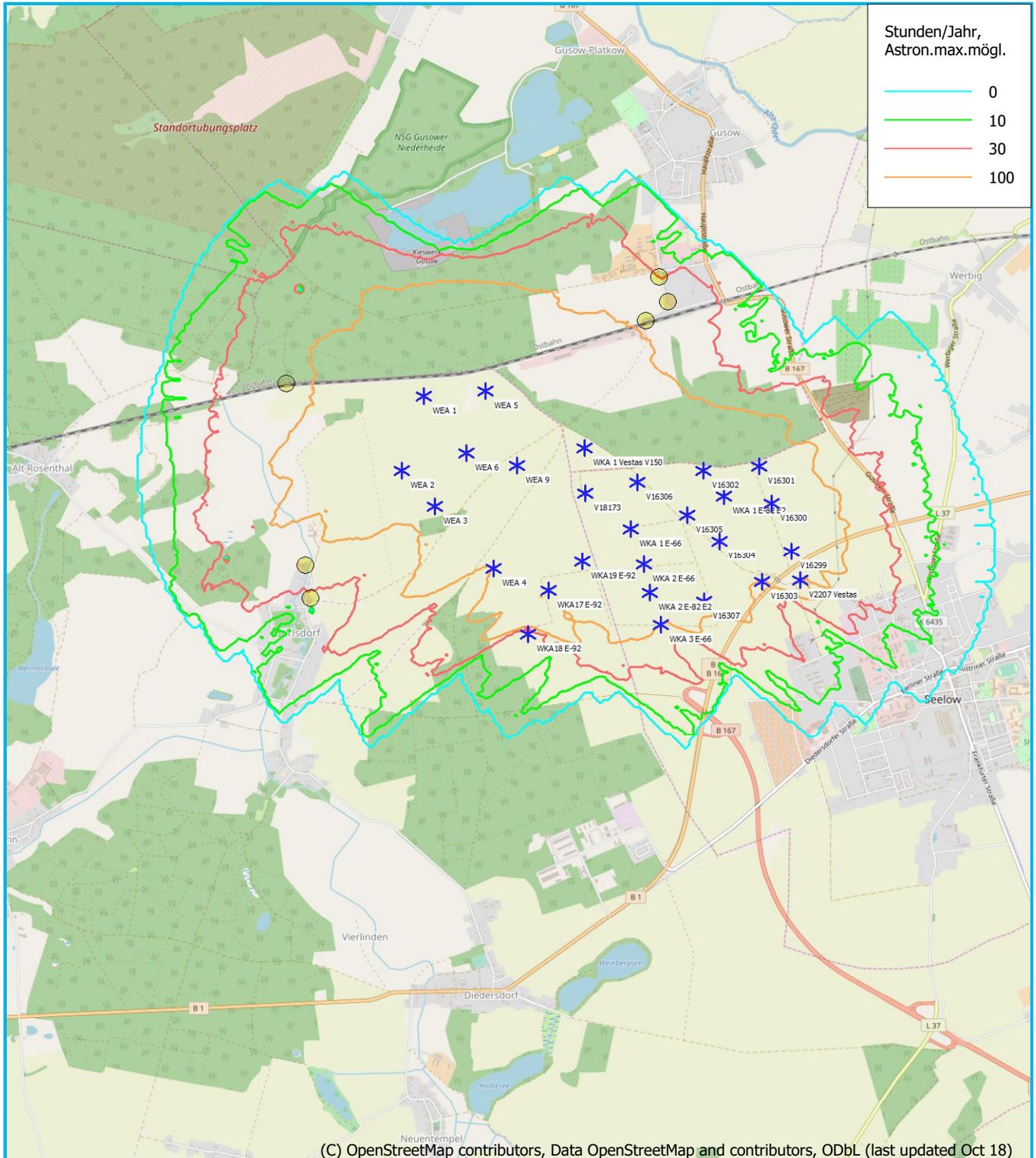
Beschreibung:
Die enosite GmbH übernimmt hierfür keine Gewähr.

Lizenzierter Anwender:
eno energy GmbH
Am Strande 2e
DE-18055 Rostock
03 81 20 37 92 0
Lena Fieckel / lena.fieckel@eno-energy.com
Berechnet:
18.11.2019 14:44/3.3.274

enosite

SHADOW - Karte

Berechnung: Seelow-Worin VB 3xV162



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:45.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 454.710 Nord: 5.821.350

* Existierende WEA ☼ Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: HL SRTM

A-5 Berechnungsergebnisse der Gesamtbelastung



Projekt:

WP Seelow-Worin

Beschreibung:

Die enosite GmbH übernimmt hierfür keine Gewähr.

Lizenziertes Anwender:

eno energy GmbH

Am Strande 2e

DE-18055 Rostock

03 81 20 37 92 0

Lena Fieckel / lena.fieckel@eno-energy.com

Berechnet:

30.10.2019 15:53/3.3.274

enosITE

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Seelow-Worin GB 3xV162

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

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

Verwendete Höhenlinien: HL SRTM

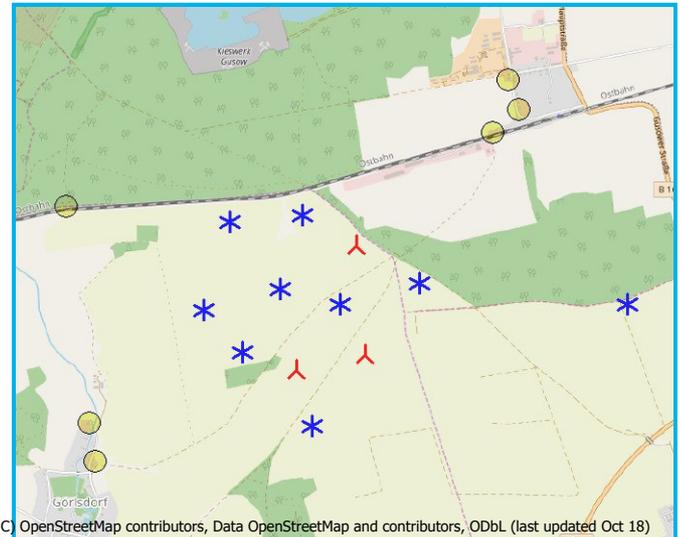
Hindernisse in Berechnung verwendet

Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 2,0 m

Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 33



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL (last updated Oct 18)

Maßstab 1:50.000
 ▲ 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]	
1	454.386	5.821.797	55,0	WEA 7	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	166,0	2.041	0,0
2	454.791	5.822.621	56,5	WEA 8	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	166,0	2.041	0,0
3	454.836	5.821.896	54,9	WEA10	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	166,0	2.041	0,0
4	456.564	5.822.216	58,1	V16301	Ja	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	78,0	1.582	16,7
5	455.200	5.822.374	55,0	WKA 1 Vestas V150	Ja	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	166,0	1.901	10,4
6	453.955	5.822.790	46,3	WEA 1	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	166,0	2.041	0,0
7	453.774	5.822.205	50,0	WEA 2	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	166,0	2.041	0,0
8	454.024	5.821.925	55,0	WEA 3	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	166,0	2.041	0,0
9	454.482	5.821.429	55,0	WEA 4	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	166,0	2.041	0,0
10	454.430	5.822.828	44,3	WEA 5	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	166,0	2.041	0,0
11	454.281	5.822.342	50,0	WEA 6	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	166,0	2.041	0,0
12	454.675	5.822.236	57,5	WEA 9	Ja	VESTAS	V162-5.600	5.600	162,0	166,0	2.041	0,0

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IO 09	Görlsdorf, Am Fließ 56	453.051	5.821.206	30,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IO 10	Görlsdorf, Str. der Jugend 10	453.014	5.821.464	34,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IO 11	Görlsdorf, An der Bahn 1	452.875	5.822.901	35,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IO 12	Gusow-Platkow, Bahnhof 4	455.692	5.823.366	25,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IO 13	Gusow-Platkow, Siedlung 9a	455.869	5.823.515	22,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
IO 15	Gusow-Platkow, Siedlung 9	455.801	5.823.711	18,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
IO 09	Görlsdorf, Am Fließ 56	59:49	139	0:38
IO 10	Görlsdorf, Str. der Jugend 10	76:41	164	0:47
IO 11	Görlsdorf, An der Bahn 1	72:59	153	0:46
IO 12	Gusow-Platkow, Bahnhof 4	104:42	157	0:56
IO 13	Gusow-Platkow, Siedlung 9a	72:46	142	0:44
IO 15	Gusow-Platkow, Siedlung 9	47:02	120	0:37

Projekt:

WP Seelow-Worin

Beschreibung:

Die enosite GmbH übernimmt hierfür keine Gewähr.

Lizenzierter Anwender:

eno energy GmbH

Am Strande 2e

DE-18055 Rostock

03 81 20 37 92 0

Lena Fieckel / lena.fieckel@eno-energy.com

Berechnet:

30.10.2019 15:53/3.3.274

enosITE 

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Seelow-Worin GB 3xV162

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA 7	52:17
2	WEA 8	49:58
3	WEA10	22:39
4	V16301	1:10
5	WKA 1 Vestas V150	41:59
6	WEA 1	26:17
7	WEA 2	21:26
8	WEA 3	55:19
9	WEA 4	23:22
10	WEA 5	36:57
11	WEA 6	24:10
12	WEA 9	77:06

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:

WP Seelow-Worin

Beschreibung:

Die enosite GmbH übernimmt hierfür keine Gewähr.

Lizenzierter Anwender:

eno energy GmbH

Am Strande 2e

DE-18055 Rostock

03 81 20 37 92 0

Lena Fieckel / lena.fieckel@eno-energy.com

Berechnet:

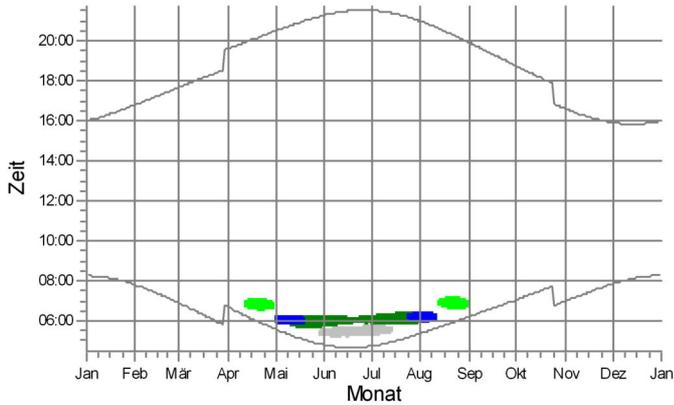
30.10.2019 15:53/3.3.274

enosITE

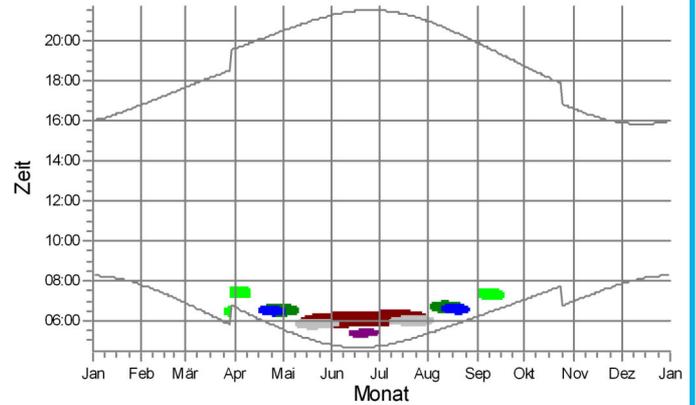
SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Seelow-Worin GB 3xV162

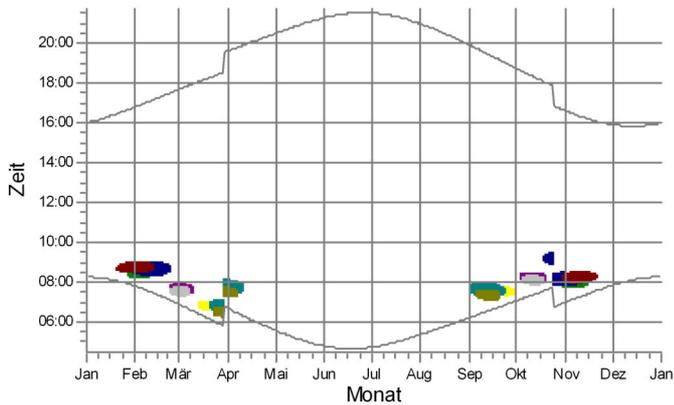
IO 09: Görlsdorf, Am Fließ 56



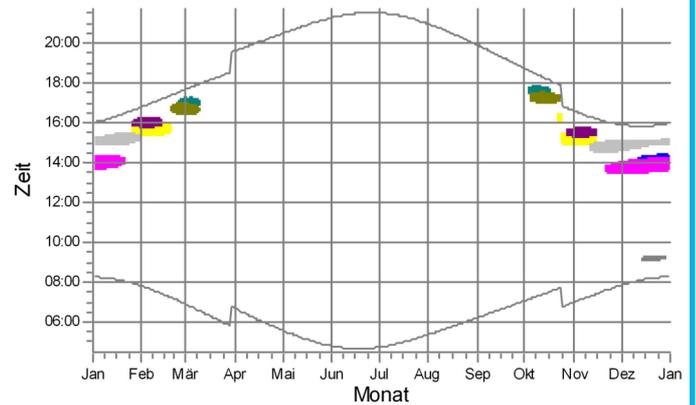
IO 10: Görlsdorf, Str. der Jugend 10



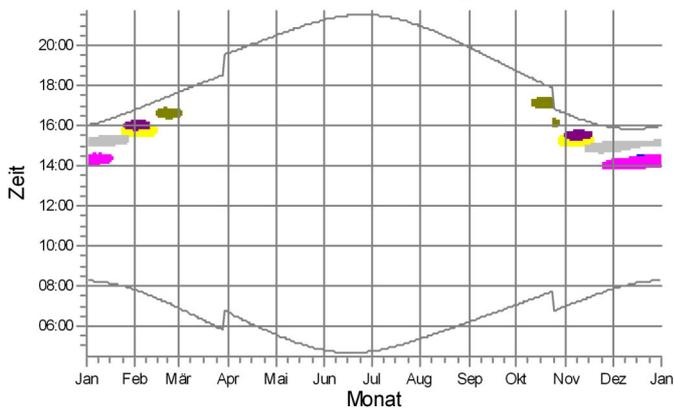
IO 11: Görlsdorf, An der Bahn 1



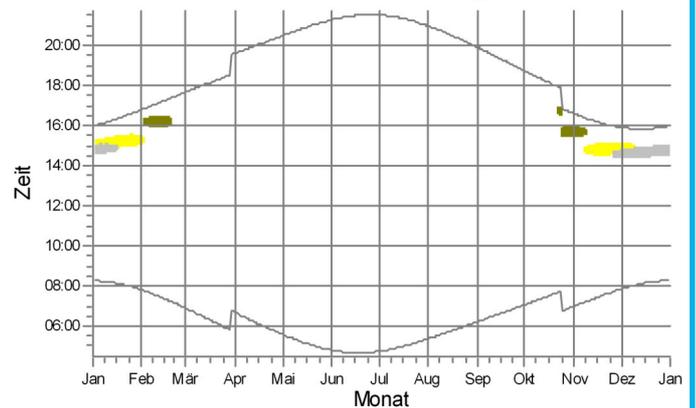
IO 12: Gusow-Platkow, Bahnhof 4



IO 13: Gusow-Platkow, Siedlung 9a



IO 15: Gusow-Platkow, Siedlung 9



WEA

	1: WEA 7		5: WKA 1 Vestas V150		9: WEA 4
	2: WEA 8		6: WEA 1		10: WEA 5
	3: WEA10		7: WEA 2		11: WEA 6
	4: V16301		8: WEA 3		12: WEA 9

Projekt:

WP Seelow-Worin

Beschreibung:

Die enosite GmbH übernimmt hierfür keine Gewähr.

Lizenzierter Anwender:

eno energy GmbH

Am Strande 2e

DE-18055 Rostock

03 81 20 37 92 0

Lena Fieckel / lena.fieckel@eno-energy.com

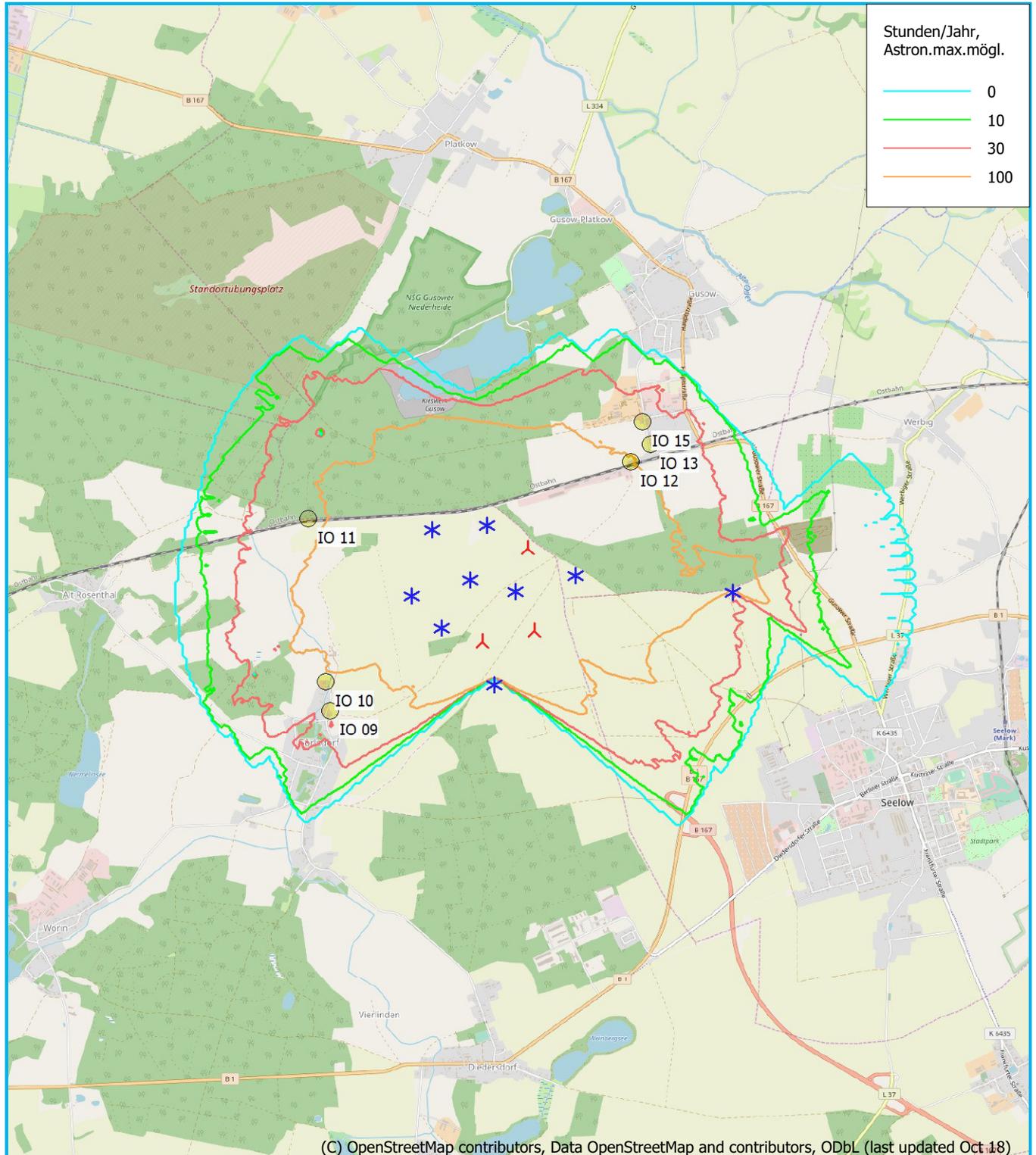
Berechnet:

30.10.2019 15:53/3.3.274

enosite

SHADOW - Karte

Berechnung: Seelow-Worin GB 3xV162



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL (last updated Oct 18)

0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 454.740 Nord: 5.822.370

▲ Neue WEA * Existierende WEA ● Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: HL SRTM