

SCHATTENTECHNISCHER BERICHT

NE-2022-07-005

Schattenwurfgutachten für den Windpark "WP Sirnitz Dreispitz" mit insgesamt fünf geplanten Windenergieanlagen vom Typ VESTAS V172-7.2 am Standort Sirnitz/Dreispitz auf dem Gemeindegebiet der Städte 79410 Müllheim und 79295 Sulzburg.

Datum:

14. Dezember 2022

Auftraggeber:

Das Grüne Emissionshaus GmbH
Goethestraße 4
79100 Freiburg

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. (FH) Timm Schaer, M.Sc.

noxt! engineering GmbH

Malberger Straße 13 · 49082 Osnabrück · Germany

Tel.: +49 (0) 160-40 24 579

engineering.noxt.de · engineering@noxt.de

HRB-Nr.: 216557 · Amtsgericht Osnabrück

Geschäftsführer: Dipl.-Ing. (FH) Timm Schaer, M.Sc. & Dr. Phil Patock

Ehrenwörtliche Erklärung

Der nachfolgende Bericht wurde nach bestem Wissen und Gewissen mit größter Sorgfalt erstellt und beinhaltet den anerkannten Stand der Technik. Die Ergebnisse basieren auf Daten, welche die noxt! engineering GmbH von Dritten zur Verfügung gestellt bekommen hat. Dieses sind u.a. Hersteller von Windenergieanlagen, Landesvermessungsämter und Immissionsschutzbehörden. Die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität dieser Daten kann durch die noxt! engineering GmbH nicht geprüft werden. Eine Haftung für diese Daten kann die noxt! engineering GmbH dementsprechend nicht übernehmen. Wir weisen den Auftraggeber darauf hin und er erkennt an, dass alle seine Entscheidungen, sei es kommerziell, technisch, steuerlich oder rechtlich, auf dem dieses Dokument basiert, in seiner alleinigen Verantwortung liegen. Die noxt! engineering GmbH ist von jeglicher Haftung ausgenommen, die auf den Daten Dritter basiert. Der Auftraggeber wird noxt! engineering GmbH insoweit von jeder Haftung freistellen.

Der Bericht enthält insgesamt 44 Seiten. Die Weitergabe von Daten oder Informationen ist dem Auftraggeber gestattet. Authentisch ist dieses Dokument nur mit Originalunterschriften. Bezüglich der Urheberrechte verweisen wir auf die jeweils gültigen noxt! engineering GmbH Beraterbedingungen. Diese finden Sie unter engineering.noxt.de/agb.

Osnabrück, 14. Dezember 2022
noxt! engineering GmbH



Firmenstempel

Geschäftsführer und Bearbeiter
(Dipl.-Ing. (FH) Timm Schaefer, M.Sc.)

Geschäftsführer
(Dr. Phil Patock)

1 Kurzfassung

Am Standort Sirnitz/Dreisnitz auf dem Gemeindegebiet der Städte 79410 Müllheim und 79295 Sulzburg plant die Tochterfirma der badenova Das Grüne Emissionshaus GmbH die Errichtung von fünf Windenergieanlagen vom Typ VESTAS V172-7.2. Insgesamt werden drei Schattenrezeptoren (SR-01 bis SR-03) berücksichtigt. Diese Schattenwurfprognose analysiert den astronomisch maximal möglichen Schattenwurf der geplanten Anlagen. Die Berechnungen der Schattenwurfzeiten erfolgen nach den Vorgaben der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI) in der aktualisierten Fassung von 2019 [bun20].

Die Berechnungen haben ergeben, dass es an einem der drei Schattenrezeptoren zu unzulässigen Überschreitungen von einem der beiden Grenzwerte durch die Gesamtbelastung kommt. An dem Schattenrezeptor SR-03 kommt es zu einer Überschreitung des täglichen Grenzwertes von 63 Minuten. Der tägliche Grenzwert wird durch die Gesamtbelastung nur an diesem Schattenrezeptoren überschritten. Der jährliche Grenzwert wird nur an dem Schattenrezeptor SR-03 mit 59:07 Stunden überschritten.

Die ausgewählten Immissionsorte wurden bei dem Ortstermin am 18.08.2022 durch Kai Bekel besichtigt. Die Fotos sind in Kapitel 8 dargestellt. Die Schutzbedürftigkeit wurde im Einzelnen nicht überprüft.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	2
2	Situation und Aufgabenstellung	7
3	Rechtliche Grundlagen	8
4	Berechnungsgrundlagen	10
4.1	Immissionsorte	10
4.2	Vorbelastung	10
4.3	Zusatzbelastung	11
4.4	Abstände zwischen den Schattenrezeptoren und den geplanten Windenergieanlagen	11
5	Berechnungsergebnisse	13
5.1	Vorbelastung	13
5.2	Zusatzbelastung	13
5.3	Gesamtbelastung	14
6	Bewertung	16
6.1	Bewertung der Jahreswerte	16
6.2	Bewertung der Tageswerte	17
7	Interaktive Karte	18
8	Ortstermin	19
8.1	Besichtigungsbilder SR-001	19
8.2	Besichtigungsbilder SR-002	20
8.3	Besichtigungsbilder SR-003	20
	Literaturverzeichnis	21
A	Karte ZB	22
B	Ergebnis GB	24
C	Kalender GB pro SR	26
D	Grafischer Kalender GB pro SR	30

E	Kalender GB pro WEA	32
F	Grafischer Kalender GB pro WEA	38
G	Karte GB	40
H	Ergebnis ZB	42
I	Revisionsübersicht	44

Abbildungsverzeichnis

8.1	Nord-Westansicht SR-01	19
8.2	Süd-Ostansicht SR-02	20
8.3	Südansicht SR-03	20

Tabellenverzeichnis

4.1	Auflistung der untersuchten Immissionsorte mit Adressen und den jeweiligen Koordinaten im Koordinatensystem ETRS89 / UTM Zone 32N	10
4.2	Auflistung der Zusatzbelastung mit den jeweiligen Kenndaten (Nennleistung P_N , Rotordurchmesser d_R und Nabenhöhe h_N)	11
4.3	Horizontale Abstände zwischen den Schattenrezeptoren und den geplanten Windenergieanlagen.	11
5.1	Schattenwurfzeiten der Zusatzbelastung an den untersuchten Schattenrezeptoren inkl. der jeweiligen Überschreitungen der jährlichen und täglichen Grenzwerte	14
5.2	Schattenwurfzeiten der Gesamtbelastung an den untersuchten Schattenrezeptoren inkl. der jeweiligen Überschreitungen der jährlichen und täglichen Grenzwerte	14
6.1	Die Bewertung des maximal möglichen Schattenwurfs bezogen auf den jährlichen Grenzwert. Dargestellt werden die Vorbelastung (VB), die Gesamtbelastung (GB), die Überschreitung der Gesamtbelastung und die Erhöhung der Gesamtbelastung durch die Zusatzbelastung.	16
6.2	Die Bewertung des maximal möglichen Schattenwurfs bezogen auf den täglichen Grenzwert. Dargestellt werden die Vorbelastung (VB), die Gesamtbelastung (GB), die Überschreitung der Gesamtbelastung und die Erhöhung der Gesamtbelastung durch die Zusatzbelastung.	17
I.1	Revisionsübersicht	44

2 Situation und Aufgabenstellung

Am Standort Sirnitz/Dreispitz auf dem Gemeindegebiet der Städte 79410 Müllheim und 79295 Sulzburg plant die Tochterfirma der badenova Das Grüne Emissionshaus GmbH die Errichtung von fünf Windenergieanlagen vom Typ VESTAS V172-7.2. Die Anlagen haben eine Nabenhöhe von 175,0 m und eine elektrische Leistung von 7.200 kW. Der Standort befindet sich in Baden-Württemberg. Für die Genehmigung geplanter Windenergieanlagen ist der Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald zuständig.

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens gemäß dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) muss für die geplanten Windenergieanlagen der Nachweis zur Schattenwurfausbreitung geführt werden. Berechnungsdetails werden durch die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI) in der aktualisierten Fassung von 2019 [bun20] vorgegeben. Die in diesem Gutachten dargestellten Berechnungen erfolgen strikt nach diesen Vorgaben.

Der Standort ist nicht umgeben von für dieses Gutachten relevanten Windenergieanlagen, sodass keine Anlage als Vorbelastung berücksichtigt wird. An den umliegenden Wohngebäuden wurden insgesamt drei Schattenrezeptoren angesetzt. Berechnet werden die Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung. Die Gesamtbelastung (Kumulativ aufaddierte Schattenwurfzeiten der Vor- und Zusatzbelastung) darf die in den LAI-Hinweisen festgelegten Grenzwerte an den Wohngebäuden nicht überschreiten. Tritt jedoch an einem oder mehreren Schattenrezeptoren eine Überschreitung der Grenzwerte auf, muss von Seiten des Anlagenbetreibers eine entsprechende technische Abschalt- oder Schattenautomatik in den geplanten Windenergieanlagen installiert werden.

3 Rechtliche Grundlagen

Der Gesetzgeber fordert über das Bundesimmissionsschutzgesetz [BIm21], dass schädliche Umwelteinwirkungen und Gefahren, erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft nicht hervorgerufen werden können. Die Maßnahmen zu deren Vermeidung müssen dem Stand der Technik entsprechen.

Die Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windkraftanlagen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI) in der aktualisierten Fassung von 2019 [bun20] konkretisieren die gesetzlichen Vorgaben.

Windenergieanlagen (WEA) verursachen durch ihre Rotorbewegung einen periodischen Schattenschlag, welcher in der Nachbarschaft zu Belästigungen führen kann (optische Immissionen). Dieses trifft nicht auf den Turm zu, da dieser einen statischen Schatten verursacht.

Die Länge des jeweiligen Schattens hängt von dem Sonnenstand über dem Horizont ab. Je niedriger der Sonnenstand, desto länger ist der Schatten. Dieses hängt von der Jahres- und Tageszeit ab. Bei den Berechnungen wird ein Sonnenstand von mindestens 3° berücksichtigt. Unterhalb von diesem kann der Effekt wegen der Bebauung, des Bewuchses und die dann nur noch schwer zu durchdringende Atmosphäre vernachlässigt werden.

Betrachtet werden müssen die Immissionsorte, die schutzbedürftige Räume aufweisen. Dieses sind:

- Wohnräume, einschließlich Wohndielen,
- Schlafräume, einschließlich Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten und Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien,
- Unterrichtsräume in Schulen, Hochschulen und ähnlichen Einrichtungen,
- Büroräume, Praxisräume, Arbeitsräume, Schulungsräume und ähnliche Arbeitsräume

Zusätzlich gelten an Gebäude angrenzende Balkone und Terrassen in der Zeit zwischen 6:00 Uhr und 22:00 Uhr als schutzbedürftige Räume.

Bau- und planungsrechtlich genehmigte Flächen müssen ebenfalls betrachtet werden, wenn Gebäude mit schutzbedürftigen Räumen errichtet werden dürfen. Der Immissionsort muss an den äußersten, am stärksten belasteten Rand der Fläche in einer Höhe von 2 m gelegt werden.

Die Schutzbedürftigkeit der einzelnen Räume von Gebäuden wird hier nicht detailliert untersucht. Betrachtet wird immer die Fassadenseite mit den höchsten Belastungen. Zwischen Kern- und Halbschatten wird bei der Worst-Case Betrachtung an dieser Stelle nicht unterschieden.

Die Hinweise der LAI [bun20] geben vor, dass eine erhebliche Belästigung in der Nachbarschaft nicht mehr gegeben ist, sobald der kumulative astronomisch maximal mögliche Schattenwurf aller betrachteten Windenergieanlagen (WEA) an den jeweiligen Immissionsorten in einer Höhe von 2 m die folgenden Grenzwerte nicht überschreitet:

- 30 Stunden pro Kalenderjahr
- 30 Minuten pro Kalendertag

Bei einer Überschreitung der Grenzwerte müssen technische Einrichtungen, wie beispielsweise Abschalt- oder Schattenautomatiken, in den Windenergieanlagen installiert werden, damit die Grenzwerte eingehalten werden. Hier wird allerdings die tatsächliche, reale Schattenwurfdauer von 8 h pro Kalenderjahr angesetzt. Diese kann so begründet werden, dass der Worst-Case Fall in der Realität nie eintreten wird und der Grenzwert von 30 h pro Kalenderjahr mit meteorologischen Daten aus den 8 h entwickelt wurden. Für den Worst-Case Fall werden gemäß der Hinweise der LAI [bun20] die folgenden Annahmen getroffen:

- Die Sonne ist eine punktförmige Quelle.
- Die Sonne scheint zu 100% von Sonnenauf- bis Sonnenuntergang.
- Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Achse zwischen der Sonne und dem Immissionsort.
- Hindernisse haben keine abschirmende Wirkung.
- Der Schattenrezeptor wird an der am meisten belasteten Fassade im Gewächshausmodus platziert. Das bedeutet, dass die Sonneneinstrahlung von allen Seiten gleichmäßig und gleichzeitig erfolgt.

Die Modellierung und Berechnung des Schattenwurfs erfolgt in der Software WindPRO in der Version 4.5.123 des Herstellers EMD International A/S. An den Immissionsorten werden Schattenrezeptoren mit einer Ausdehnung von 0,1 m × 0,1 m in einer Höhe von 2 m an der am höchsten belasteten Fassade gesetzt.

4 Berechnungsgrundlagen

In den folgenden Abschnitten werden die Grundlagen der Berechnung dargestellt. Dieses sind die ausgewählten Immissionsorte, die bestehenden sowie die geplanten Windenergieanlagen für den Windpark "WP Sirnitz Dreispitz".

4.1 Immissionsorte

Für die Berechnungen und Beurteilungen wurden für den Standort Sirnitz/Dreispitz auf dem Gemeindegebiet der Städte 79410 Müllheim und 79295 Sulzburg insgesamt drei Schattenrezeptoren (SR-01 bis SR-03) ausgewählt. Die vollständigen Adressen sowie die Koordinaten im Koordinatensystem ETRS89 / UTM Zone 32N sind in der nachfolgenden Tabelle 4.1 aufgelistet.

Tabelle 4.1: Auflistung der untersuchten Immissionsorte mit Adressen und den jeweiligen Koordinaten im Koordinatensystem ETRS89 / UTM Zone 32N

ID	Straße	Ort	Ostwert [m]	Nordwert [m]
SR-01	Sirnitz 3	79410 Müllheim	406.986	5.294.624
SR-02	Am Lindengraben 2	79410 Badenweiler	403.332	5.295.550
SR-03	Kälbelescheuer	79244 Münstertal	407.831	5.295.662

Die genannten Schattenrezeptoren wurden bei einer Ortsbesichtigung am 18.08.2022 durch Kai Bekel fotografisch festgehalten.

4.2 Vorbelastung

Am Standort Sirnitz/Dreispitz auf dem Gemeindegebiet der Städte 79410 Müllheim und 79295 Sulzburg besteht keine Vorbelastung (VB) die berücksichtigt werden muss.

4.3 Zusatzbelastung

Die Zusatzbelastung (ZB) im Windpark "WP Sirnitz Dreispitz" besteht aus insgesamt fünf Windenergieanlagen der Typen VESTAS V172-7.2. Die einzelnen Kenndaten wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt und sind der folgenden Tabelle 4.2 zu entnehmen. Die Koordinaten, angegeben im Koordinatensystem ETRS89 / UTM Zone 32N, sind in der Anlage H dargestellt.

Tabelle 4.2: Auflistung der Zusatzbelastung mit den jeweiligen Kenndaten (Nennleistung P_N , Rotordurchmesser d_R und Nabenhöhe h_N)

ID	Anlagentyp	P_N [kW]	d_R [m]	h_N [m]
D1	VESTAS V172-7.2	7.200	172,0	175,0
D2	VESTAS V172-7.2	7.200	172,0	175,0
S1	VESTAS V172-7.2	7.200	172,0	175,0
S2	VESTAS V172-7.2	7.200	172,0	175,0
S3	VESTAS V172-7.2	7.200	172,0	175,0

4.4 Abstände zwischen den Schattenrezeptoren und den geplanten Windenergieanlagen

Aus den Koordinaten der ausgewählten Schattenrezeptoren SR-01 bis SR-03 und der Anlagen der Zusatzbelastung ergeben sich die folgenden horizontalen Abstände. Angegeben werden somit nicht die Entfernungen von der Nabe zum Schattenrezeptor.

Tabelle 4.3: Horizontale Abstände zwischen den Schattenrezeptoren und den geplanten Windenergieanlagen.

ID	Horizontaler Abstand [m]			
	D1	D2	S1	S2
SR-01	2.522	1.904	1.200	576
SR-02	1.524	2.139	2.641	3.450
SR-03	3.027	2.373	1.923	1.187

Tabelle 4.4: Fortsetzung: Horizontale Abstände zwischen den Schattenrezeptoren und den geplanten Windenergieanlagen.

ID	Horizontaler Abstand [m]
SR-01	810
SR-02	4.132
SR-03	532

Zwischen dem Schattenrezeptor SR-03 und der Windenergieanlage S3 besteht mit 532 m der geringste Abstand.

5 Berechnungsergebnisse

In diesem Kapitel werden die Berechnungsergebnisse der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung dargestellt. Grundlage der Berechnungen sind die ausgewählten Schattenrezeptoren sowie die bestehenden und geplanten Windenergieanlagen am Standort Sirnitz/Dreisitz auf dem Gemeindegebiet der Städte 79410 Müllheim und 79295 Sulzburg.

Dargestellt werden in den folgenden Abschnitten die berechneten maximal möglichen jährlichen und täglichen Schattenwurfdauern und die jeweiligen Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte.

5.1 Vorbelastung

Am Standort Sirnitz/Dreisitz auf dem Gemeindegebiet der Städte 79410 Müllheim und 79295 Sulzburg befinden sich keine relevanten Windenergieanlagen, die als Vorbelastung im Sinne der LAI-Hinweise berücksichtigt werden müssen. Daher findet hier keine entsprechende Betrachtung statt.

Die Berechnungen haben ergeben, dass es an keinem der betrachteten Schattenrezeptoren zu Überschreitungen einer der beiden Grenzwerte kommt.

5.2 Zusatzbelastung

Die fünf Windenergieanlagen der Zusatzbelastung (ZB) vom Typ VESTAS V172-7.2 führen an den untersuchten Schattenrezeptoren SR-01 bis SR-03 zu den in Tabelle 5.1 dargestellten Schattenwurfzeiten.

Tabelle 5.1: Schattenwurfzeiten der Zusatzbelastung an den untersuchten Schattenrezeptoren inkl. der jeweiligen Überschreitungen der jährlichen und täglichen Grenzwerte

ID	Jährlich maximal mögliche Schattendauer [h/a]	Jährliche Grenzwertüberschreitung > 30 h/a [h/a]	Täglich maximal mögliche Schattendauer [min/d]	Tägliche Grenzwertüberschreitung > 30 min/d [min/d]
SR-01	9:20	-	22	-
SR-02	16:59	-	25	-
SR-03	89:07	59:07	93	63

Die Zusatzbelastung führt an einem der Schattenrezeptoren zu Überschreitungen einer der beiden Grenzwerte. Die höchste Überschreitung des jährlichen Grenzwertes tritt an SR-03 mit maximal 59:07 Stunden und die des täglichen Grenzwertes am SR-03 mit maximal 63 Minuten auf.

5.3 Gesamtbelastung

Im Windpark "WP Sirnitz Dreispitz" befinden sich keine Windenergieanlagen der Vorbelastung (VB), daher entspricht die Gesamtbelastung (GB) der Zusatzbelastung. Die Schattenwurfzeiten sind in der Tabelle 5.2 dargestellt.

Tabelle 5.2: Schattenwurfzeiten der Gesamtbelastung an den untersuchten Schattenrezeptoren inkl. der jeweiligen Überschreitungen der jährlichen und täglichen Grenzwerte

ID	Jährlich maximal mögliche Schattendauer [h/a]	Jährliche Grenzwertüberschreitung > 30 h/a [h/a]	Täglich maximal mögliche Schattendauer [min/d]	Tägliche Grenzwertüberschreitung > 30 min/d [min/d]
SR-01	9:20	-	22	-
SR-02	16:59	-	25	-
SR-03	89:07	59:07	93	63

Die Gesamtbelastung führt an einem der Schattenrezeptoren zu Überschreitungen einer der beiden Grenzwerte. Die höchste Überschreitung des jährlichen Grenzwertes tritt am SR-03 mit maximal 59:07 Stunden und die des täglichen Grenzwertes am SR-03 mit maximal 63 Minuten auf.

6 Bewertung der Schattenwurfzeiten

Die Bewertung der Zusatzbelastung (ZB) in dem Windpark "WP Sirnitz Dreispitz" erfolgt nach der Relevanz der untersuchten Schattenrezeptoren. Ein Schattenrezeptor weist eine Relevanz auf, sobald die fünf geplanten Windenergieanlagen zu einer Überschreitung der jährlichen oder täglichen Grenzwerte führen. Zusätzlich darf die Zusatzbelastung (ZB) bereits durch die Vorbelastung (VB) überschrittene Schattenrezeptoren nicht weiter erhöhen.

6.1 Bewertung der Jahreswerte

Die Bewertung des maximal möglichen Schattenwurfes bezogen auf den jährlichen Grenzwert wird in der folgenden Tabelle 6.1 dargestellt. Die letzten beiden Spalten (Relevanz (R) und Erhöhung (E)) geben an, ob der Schattenrezeptor nach der oben genannten Definition relevant ist und ob eine Überschreitung der Vorbelastung bereits vorhanden ist und durch die Zusatzbelastung weiter erhöht wird.

Tabelle 6.1: Die Bewertung des maximal möglichen Schattenwurfs bezogen auf den jährlichen Grenzwert. Dargestellt werden die Vorbelastung (VB), die Gesamtbelastung (GB), die Überschreitung der Gesamtbelastung und die Erhöhung der Gesamtbelastung durch die Zusatzbelastung.

ID	Jährlich maximal mögliche Schattendauer VB [h/a]	Jährlich maximal mögliche Schattendauer GB [h/a]	Überschreitung Grenzwert 30 h/a durch GB [h/a]	Erhöhung der VB durch die ZB [h/a]	R	E
SR-01	0:00	9:20	-	9:20	ja	nein
SR-02	0:00	16:59	-	16:59	ja	nein
SR-03	0:00	89:07	59:07	89:07	ja	nein

Der jährliche Grenzwert der Gesamtbelastung wird an insgesamt einem der drei untersuchten Schattenrezeptoren überschritten. Eine Erhöhung an bereits durch die Vorbelastung überschrittenen Schattenrezeptoren ist für keinen der untersuchten Rezeptoren

festzustellen. Details liefert die letzte Spalte der Tabelle 6.1.

6.2 Bewertung der Tageswerte

Die Bewertung des maximal möglichen Schattenwurfs bezogen auf den täglichen Grenzwert wird in der folgenden Tabelle 6.2 dargestellt. Die letzten beiden Spalten (Relevanz (R) und Erhöhung (E)) geben an, ob der Schattenrezeptor nach der oben genannten Definition relevant ist und ob eine Überschreitung der Vorbelastung bereits vorhanden ist und durch die Zusatzbelastung weiter erhöht wird.

Tabelle 6.2: Die Bewertung des maximal möglichen Schattenwurfs bezogen auf den täglichen Grenzwert. Dargestellt werden die Vorbelastung (VB), die Gesamtbelastung (GB), die Überschreitung der Gesamtbelastung und die Erhöhung der Gesamtbelastung durch die Zusatzbelastung.

ID	Täglich maximal mögliche Schatten-dauer VB [min/d]	Täglich maximal mögliche Schatten-dauer GB [min/d]	Überschrei-tung Grenzwert 30 min/d durch GB [min/d]	Erhöhung der VB durch die ZB [min/d]	R	E
SR-01	0	22	-	22	ja	nein
SR-02	0	25	-	25	ja	nein
SR-03	0	93	63	93	ja	nein

Der tägliche Grenzwert der Gesamtbelastung wird an insgesamt einem der drei untersuchten Schattenrezeptoren überschritten. Eine Erhöhung an bereits durch die Vorbelastung überschrittenen Schattenrezeptoren ist für keinen der untersuchten Rezeptoren festzustellen. Details liefert die letzte Spalte der Tabelle 6.2.

7 Interaktive Karte



Die interaktive Karte dient der Darstellung aller bedeutenden Ergebnisse des Berichtes. Sowohl alle relevanten Windenergieanlagen der Vor- und Zusatzbelastung als auch die untersuchten Schattenrezeptoren sind in der Karte berücksichtigt.

Durch die intuitive Bedienung und der Möglichkeit des individuellen Zooms lässt sich die Lage im Detail analysieren. Durch einen Klick auf die Windenergieanlagen öffnet sich ein Fenster mit den technischen Daten der Anlage. Gleiches gilt für den Klick auf die untersuchten Schattenrezeptoren. Hier werden die relevanten Ergebnisse für den Standort beschrieben und die Schattensituation individuell begutachtet. Das Menü oben auf der rechten Seite dient zur Auswahl verschiedener weiterer Ansichten. Einzelne Windenergieanlagen lassen sich aus- oder einblenden.

Über die Auswahl können Rasterschattenkarten dargestellt werden. Hiermit lassen sich die Bereiche analysieren bei denen eine Überschreitung der gesetzlich festgelegten Grenzwerte der Tages- bzw. Jahreswerte auftritt. Es wird zwischen der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung unterschieden. Mit dieser Technologie ist eine noch detailliertere Analyse und Begutachtung der Schattensituation am Standort als je zuvor möglich. Das Öffnen der interaktiven Karten funktioniert nur im Adobe Acrobat Reader.

8 Ortstermin

Der Ortstermin wurde am 18.08.2022 durch Kai Bekel durchgeführt. Dieser Termin diente dazu, festzustellen, ob die Informationen vor Ort dem entsprechen, was aus dem Kartenmaterial und den Luftbildern im Vorfeld entnommen werden konnten. Neue Gebäude, Siedlungen oder Anlagen der Vorbelastung können so gefunden und entsprechend berücksichtigt werden.

8.1 Besichtigungsbilder SR-001



Abbildung 8.1: Nord-Westansicht SR-01

8.2 Besichtigungsbilder SR-002



Abbildung 8.2: Süd-Ostansicht SR-02

8.3 Besichtigungsbilder SR-003



Abbildung 8.3: Südansicht SR-03

Literaturverzeichnis

- [BIm21] BImSchG: Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), das zuletzt durch Artikel 10 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146) geändert worden ist. Juli 2021
- [bun20] (LAI), Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft I. (Hrsg.): Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windkraftanlagen Aktualisierung 2019 (WKA-Schattenwurfhinweise). Januar 2020

A Schattenwurfkarte der Zusatzbelastung

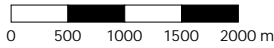
Nachfolgend ist die Karte der Zusatzbelastung (ZB) mit den drei untersuchten Schattenrezeptoren (SR-01 bis SR-03) dargestellt. Die Schattenausbreitung wird unterteilt in Minuten pro Tag (Linie) und Stunden pro Jahr (Fläche).

Projekt:
WP Sirnitz Dreispitz

Lizenzierter Anwender:
noxt! engineering GmbH
Malberger Straße 13
DE-49082 Osnabrück
+49 (0)160 40 24 579
Timm Schaer / timm@noxt.de
Berechnet:
06.12.2022 14:17/3.5.587



SHADOW - Karte
Berechnung: Gesamtbelastung



Karte: Bitmap-Karte: noxt-DTK10-Schweighof_DTK10K_402250_5292000_co8.tif, Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 406.350 Nord: 5.295.840
 Neue WEA Schattenrezeptor
 Höhe der Schattenkarte: PrjAss Höhenraster (SRTM: Shuttle DTM 1 arc-second)
 Zeitschritt: 2 Minuten, Schrittweite: 3 Tag(e), Kartenauflosung: 10 m, Sichtbarkeit Auflösung: 5 m, Augenhöhe: 1,5 m



B Hauptergebnis der Gesamtbelastung

Nachfolgend ist das Hauptergebnis der Gesamtbelastung aller drei untersuchten Schatzenrezeptoren (SR-01 bis SR-03) dargestellt. Die Ergebnisse sind angegeben in Minuten pro Tag und Stunden pro Jahr.

Projekt:
WP Sirnitz Dreispitz

Lizenzierter Anwender:
noxt! engineering GmbH
Malberger Straße 13
DE-49082 Osnabrück
+49 (0)160 40 24 579
Timm Schaer / timm@noxt.de
Berechnet:
06.12.2022 14:17/3.5.587



SHADOW - Hauptergebnis

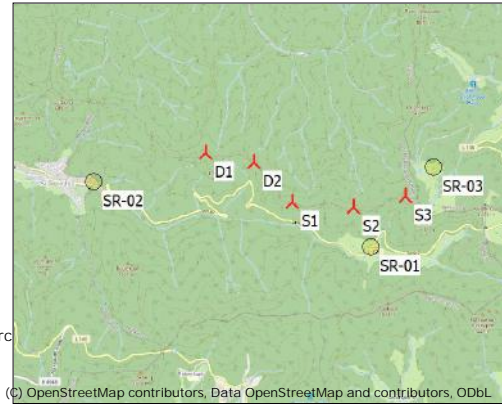
Berechnung: Gesamtbelastung
Annahmen für Schattenwurfberechnung

Beschattungsbereich der WEA
Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung 1 Minuten
Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche
Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur
Sonneneinstrahlung
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der
Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert
auf den folgenden Annahmen:
Verwendete Höhenlinien: PrjAss Höhenraster (SRTM: Shuttle DTM 1 arc
Hindernisse in Berechnung verwendet
Rasterauflösung: 1,0 m

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



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL
Maßstab 1:75.000

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ	Ak- tu- ell	Hersteller	Typ	Nenn- leistung	Rotor- durch- messer	Naben- höhe	Schattendaten Beschatt.- Bereich	U/min
			[m]						[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
D1	404.814	5.295.905	849,4	VESTAS V172-7.2 720...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.783	0,0	
D2	405.460	5.295.762	826,7	VESTAS V172-7.2 720...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.783	0,0	
S1	405.955	5.295.239	934,1	VESTAS V172-7.2 720...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.783	0,0	
S2	406.759	5.295.153	997,4	VESTAS V172-7.2 720...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.783	0,0	
S3	407.455	5.295.285	1.067,8	VESTAS V172-7.2 720...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.783	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]	[°]		[m]
SR-01	Sirnitz 3, 79410 Müllheim	406.986	5.294.624	914,4	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
SR-02	Am Lindengraben 2, 79410 Badenweiler	403.332	5.295.550	463,7	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
SR-03	Kälbelescheuer, 79244 Münstertal	407.831	5.295.662	976,8	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
SR-01	Sirnitz 3, 79410 Müllheim	9:20	32	0:22
SR-02	Am Lindengraben 2, 79410 Badenweiler	16:59	50	0:25
SR-03	Kälbelescheuer, 79244 Münstertal	89:07	84	1:33

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
D1	VESTAS V172-7.2 7200 172,0 !O! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (1)	16:59
D2	VESTAS V172-7.2 7200 172,0 !O! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (2)	0:00
S1	VESTAS V172-7.2 7200 172,0 !O! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (3)	9:20
S2	VESTAS V172-7.2 7200 172,0 !O! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (4)	19:37
S3	VESTAS V172-7.2 7200 172,0 !O! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (5)	69:30

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.



C Kalender der Gesamtbelastung pro SR

Nachfolgend ist der Kalender der drei untersuchten Schattenrezeptoren (SR-01 bis SR-03) mit den Schattenzeiten über das gesamte Jahr dargestellt.

Projekt: WP Sirnitz Dreispitz

Lizenzierter Anwender: noxt! engineering GmbH, Malberger Straße 13, DE-49082 Osnabrück, +49 (0)160 40 24 579, Timm Schaer / timm@noxt.de, Berechnet: 06.12.2022 14:17/3.5.587



SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: SR-01 - Sirnitz 3, 79410 Müllheim
Annahmen für Schattenwurfberechnung

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinfallrichtung
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Table with 12 columns (Januar to Dezember) and 31 rows of data showing solar shadow times and durations for each day of the year.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Summary table with columns: Tag im Monat, Sonnenaufgang (SS:MM), Sonnenuntergang (SS:MM), Minuten mit Schatten, Zeitpunkt (SS:MM), Schattenanfang, Schattenende, (WEA mit erstem Schatten), (WEA mit letztem Schatten)



Projekt:
WP Sirnitz Dreispitz

Lizenzierter Anwender:
noxt! engineering GmbH
Malberger Straße 13
DE-49082 Osnabrück
+49 (0)160 40 24 579
Timm Schaer / timm@noxt.de
Berechnet:
06.12.2022 14:17/3.5.587



SHADOW - Kalender

Berechnung: GesamtbelastungSchattenrezeptor: SR-02 - Am Lindengraben 2, 79410 Badenweiler
Annahmen für Schattenwurfberechnung

- Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
- Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
- Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung
- Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember				
1	08:19 16:47	07:58 17:29	07:12 18:13	07:10 19:38	06:14 20:41	05:36 21:19	07:33 (D1) 05:34 23	07:35 (D1) 06:05	06:47 20:12	07:27 19:11	07:13 18:13	07:57 16:40				
2	08:19 16:48	07:57 17:31	07:10 18:14	07:08 20:00	06:12 20:42	05:35 21:20	07:32 (D1) 05:35 23	07:36 (D1) 06:06	06:48 20:10	07:29 19:09	07:14 17:12	07:58 16:40				
3	08:19 16:49	07:56 17:32	07:09 18:16	07:06 20:01	06:10 20:44	05:35 21:21	07:32 (D1) 05:36 19	07:35 (D1) 06:08	06:49 20:08	07:30 19:07	07:16 17:10	07:59 16:39				
4	08:19 16:50	07:54 17:34	07:07 18:17	07:04 20:03	06:09 20:45	05:34 21:22	07:31 (D1) 05:37 23	07:36 (D1) 06:09	06:51 20:06	07:32 19:05	07:17 17:09	08:00 16:39				
5	08:19 16:51	07:53 17:35	07:05 18:19	07:02 20:04	06:07 20:49	05:33 21:23	07:31 (D1) 05:39 22	07:37 (D1) 06:10	06:52 20:04	07:33 19:03	07:19 17:07	08:01 16:38				
6	08:18 16:52	07:51 17:37	07:03 18:20	07:00 20:06	06:06 20:48	05:33 21:24	07:32 (D1) 05:38 21	07:38 (D1) 06:12	06:53 20:02	07:34 19:04	07:20 17:06	08:03 16:38				
7	08:18 16:54	07:50 17:38	07:01 18:22	06:58 20:07	06:04 20:49	05:33 21:25	07:31 (D1) 05:39 22	07:37 (D1) 06:13	06:55 20:00	07:36 19:03	07:22 17:07	08:04 16:38				
8	08:18 16:55	07:48 17:40	06:59 18:23	06:56 20:08	06:03 20:51	05:32 21:25	07:31 (D1) 05:40 22	07:38 (D1) 06:16	06:56 19:58	07:37 18:57	07:23 17:03	08:05 16:38				
9	08:18 16:56	07:47 17:42	06:57 18:25	06:54 20:10	06:01 20:52	05:32 21:26	07:31 (D1) 05:40 23	07:39 (D1) 06:16	06:57 19:56	07:39 18:55	07:25 17:01	08:06 16:37				
10	08:17 16:57	07:45 17:43	06:55 18:26	06:52 20:11	06:00 20:53	05:31 21:27	07:31 (D1) 05:41 19	07:40 (D1) 06:17	06:59 19:54	07:40 18:50	07:27 17:00	08:07 16:37				
11	08:17 16:58	07:44 17:45	06:53 18:28	06:50 20:13	05:58 20:55	05:31 21:27	07:31 (D1) 05:42 17	07:40 (D1) 06:18	07:00 19:52	07:42 18:51	07:28 16:59	08:08 16:37				
12	08:16 17:00	07:42 17:46	06:51 18:29	06:48 20:14	05:57 20:56	05:31 21:28	07:31 (D1) 05:43 16	07:41 (D1) 06:20	07:01 19:50	07:43 18:49	07:30 16:57	08:09 16:37				
13	08:16 17:01	07:41 17:48	06:49 18:31	06:46 20:16	05:56 20:57	05:31 21:29	07:31 (D1) 05:44 14	07:42 (D1) 06:21	07:03 19:48	07:44 18:47	07:31 16:56	08:10 16:37				
14	08:15 17:02	07:39 17:50	06:47 18:32	06:44 20:17	05:54 20:59	05:31 21:29	07:31 (D1) 05:45 12	07:43 (D1) 06:22	07:04 19:46	07:46 18:45	07:33 16:55	08:10 16:37				
15	08:15 17:04	07:37 17:51	06:45 18:34	06:42 20:18	05:53 21:00	05:30 21:30	07:32 (D1) 05:46 9	07:45 (D1) 06:24	07:05 19:44	07:47 18:43	07:34 16:54	08:11 16:37				
16	08:14 17:05	07:36 17:53	06:43 18:35	06:41 20:20	05:52 21:01	05:30 21:30	07:32 (D1) 05:47 1	07:49 (D1) 06:25	07:07 19:42	07:49 18:41	07:36 16:53	08:12 16:38				
17	08:13 17:06	07:34 17:54	06:41 18:37	06:39 20:21	05:50 21:03	05:30 21:31	07:32 (D1) 05:48 24	07:50 (D1) 06:24	07:08 19:40	07:50 18:39	07:37 16:51	08:13 16:38				
18	08:13 17:08	07:34 17:56	06:41 18:38	06:39 20:23	05:50 21:04	05:30 21:31	07:32 (D1) 05:48 25	07:51 (D1) 06:25	07:10 19:38	07:51 18:38	07:38 16:50	08:14 16:38				
19	08:12 17:09	07:31 17:57	06:37 18:40	06:35 20:24	05:48 21:05	05:30 21:31	07:32 (D1) 05:50 25	07:52 (D1) 06:26	07:11 19:36	07:53 18:36	07:40 16:49	08:15 16:39				
20	08:11 17:11	07:29 17:59	06:35 18:41	06:33 20:25	05:47 21:06	05:31 21:32	07:32 (D1) 05:51 25	07:53 (D1) 06:27	07:12 19:34	07:55 18:34	07:41 16:48	08:15 16:39				
21	08:10 17:12	07:27 18:01	06:33 18:43	06:31 20:27	05:46 21:07	05:31 21:32	07:32 (D1) 05:52 25	07:54 (D1) 06:28	07:14 19:32	07:56 18:32	07:43 16:47	08:15 16:40				
22	08:09 17:14	07:25 18:02	06:31 18:44	06:29 20:28	05:45 21:09	05:31 21:32	07:33 (D1) 05:53 25	07:55 (D1) 06:29	07:15 19:29	07:58 18:30	07:44 16:46	08:16 16:40				
23	08:08 17:15	07:23 18:04	06:29 18:45	06:28 20:30	05:44 21:10	05:31 21:32	07:33 (D1) 05:54 25	07:56 (D1) 06:30	07:16 19:27	07:59 18:28	07:46 16:46	08:16 16:40				
24	08:07 17:17	07:22 18:05	06:27 18:47	06:26 20:31	05:43 21:11	05:31 21:32	07:34 (D1) 05:54 25	07:57 (D1) 06:31	07:18 19:25	08:01 18:27	07:47 16:45	08:17 16:41				
25	08:06 17:18	07:20 18:07	06:24 18:48	06:24 20:33	05:42 21:12	05:32 21:32	07:33 (D1) 05:57 24	07:58 (D1) 06:32	07:19 19:23	08:02 17:25	07:49 16:44	08:17 16:41				
26	08:05 17:20	07:18 18:08	06:22 18:50	06:22 20:34	05:41 21:13	05:32 21:32	07:34 (D1) 05:58 24	07:59 (D1) 06:33	07:20 19:21	08:04 17:23	07:50 16:43	08:18 16:42				
27	08:04 17:21	07:16 18:10	06:20 18:51	06:20 20:35	05:40 21:14	05:32 21:32	07:34 (D1) 05:59 24	08:00 (D1) 06:34	07:22 19:19	08:05 17:21	07:51 16:42	08:18 16:43				
28	08:03 17:23	07:14 18:11	06:18 18:53	06:19 20:37	05:39 21:15	05:33 21:32	07:34 (D1) 06:00 25	08:01 (D1) 06:35	07:23 19:17	08:07 17:20	07:53 16:42	08:19 16:44				
29	08:02 17:24		07:16 19:54	06:17 20:38	05:38 21:16	05:33 21:32	07:35 (D1) 06:01 24	08:02 (D1) 06:36	07:25 19:15	08:08 17:18	07:54 16:41	08:18 16:44				
30	08:01 17:26		07:15 19:56	06:15 20:40	05:37 21:17	05:34 21:32	07:34 (D1) 06:03 24	08:03 (D1) 06:37	07:26 19:13	08:10 17:16	07:55 16:41	08:19 16:45				
31	07:59 17:27		07:12 19:57	06:12 20:43	05:37 21:18	05:34 21:32	07:34 (D1) 06:04 25	08:04 (D1) 06:38	07:27 19:11	08:11 17:15	07:56 16:41	08:19 16:46				
Sonnenscheinstunden																
astr.max.mögl.Beschattung		276	286	368	409	469	44	478	693	483	282	443	378	337	280	263

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenanfang	(WEA mit erstem Schatten)
				Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenende	(WEA mit letztem Schatten)



Projekt: WP Sirnitz Dreispitz

Lizenzierter Anwender: noxt! engineering GmbH, Malberger Straße 13, DE-49082 Osnabrück, +49 (0)160 40 24 579, Timm.Schaer / timm@noxt.de, 06.12.2022 14:17/3.5.587



SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: SR-03 - Kälbelescheuer, 79244 Münstertal
Annahmen für Schattenwurfberechnung

- Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinfallrichtung
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for days, showing solar shadow data (times and durations).

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Table with columns: Tag im Monat, Sonnenaufgang (SS:MM), Sonnenuntergang (SS:MM), Minuten mit Schatten, Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang, Zeitpunkt (SS:MM) Schatteneinde, (WEA mit erstem Schatten), (WEA mit letztem Schatten)



D Grafischer Kalender der Gesamtbelastung pro SR

Nachfolgend ist der grafische Kalender der drei untersuchten Schattenrezeptoren (SR-01 bis SR-03) mit den Schattenzeiten je Schattenrezeptor über das gesamte Jahr dargestellt.

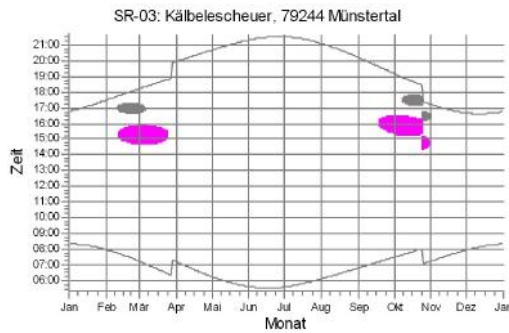
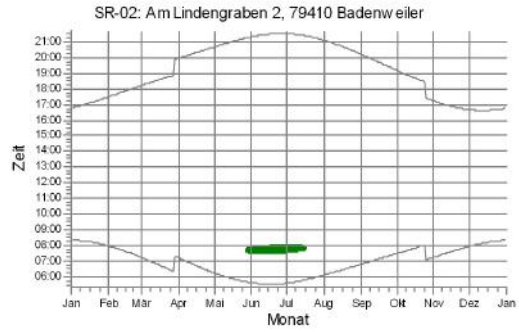
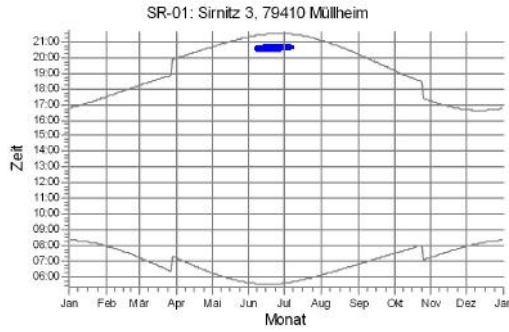
Projekt:
WP Sirnitz Dreispitz

Lizenzierter Anwender:
noxt! engineering GmbH
Malberger Straße 13
DE-49082 Osnabrück
+49 (0)160 40 24 579
Timm Schaer / timm@noxt.de
Berechnet:
06.12.2022 14:17/3.5.587



SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



WEA

- D1: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (1)
- S1: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (3)
- S2: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (4)
- S3: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (5)

E Kalender der Gesamtbelastung pro WEA

Nachfolgend ist der Kalender mit den Schattenzeiten je Windenergieanlage über das gesamte Jahr dargestellt.

Projekt:
WP Sirnitz Dreispitz

Lizenzierter Anwender:
noxt! engineering GmbH
Malberger Straße 13
DE-49082 Osnabrück
+49 (0)160 40 24 579
Timm Schaer / timm@noxt.de
Berechnet:
06.12.2022 14:17/3.5.587



SHADOW - Kalender pro WEA

Berechnung: GesamtbelastungWEA: D1 - VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (1)
Annahmen für Schattenwurfberechnung

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for days, showing start and end times for shadows. Includes a summary row for 'Sonnenscheinstunden' and 'Anzahl Minuten mit Schatten'.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Table with 5 columns: Tag im Monat, Sonnenaufgang (SS:MM), Sonnenuntergang (SS:MM), Zeitpunkt (SS:MM), Schattenanfang-Zeitpunkt (SS:MM), Schattenende/Minuten mit Schatten.

Projekt: WP Sirnitz Dreispitz

Lizenzierter Anwender: noxt! engineering GmbH, Malberger Straße 13, DE-49082 Osnabrück, +49 (0)160 40 24 579, Timm Schaer / timm@noxt.de



SHADOW - Kalender pro WEA

Berechnung: GesamtbelastungWEA: D2 - VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (2)

Annahmen für Schattenwurfberechnung

- Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for days (1 to 31). Columns contain sunrise and sunset times. The bottom row shows 'Sonnenscheinstunden' and 'Anzahl Minuten mit Schatten' for each month.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Small table defining the layout of the data matrix with columns: Tag im Monat, Sonnenaufgang (SS:MM), Sonnenuntergang (SS:MM), Zeitpunkt (SS:MM), Schattenanfang-Zeitpunkt (SS:MM), Schattenende/Minuten mit Schatten.



Projekt: WP Sirnitz Dreispitz

Lizenzierter Anwender: noxt! engineering GmbH, Malberger Straße 13, DE-49082 Osnabrück, +49 (0)160 40 24 579, Timm Schaer / timm@noxt.de, Berechnet: 06.12.2022 14:17/3.5.587



SHADOW - Kalender pro WEA

Berechnung: GesamtbelastungWEA: S1 - VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! NH: 175.0 m (Ges:261.0 m) (3) Annahmen für Schattenwurfberechnung

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen: Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinfallrichtung Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for each day, showing sunrise, sunset, and shadow times. Includes summary rows for 'Sonnenscheinstunden' and 'Anzahl Minuten mit Schatten'.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Matrix layout table with columns: Tag im Monat, Sonnenaufgang (SS:MM), Sonnenuntergang (SS:MM), Zeitpunkt (SS:MM), Schattenanfang-Zeitpunkt (SS:MM), Schattenende/Minuten mit Schatten, Zeitpunkt (SS:MM), Schattenanfang-Zeitpunkt (SS:MM), Schattenende/Minuten mit Schatten.



Projekt:
WP Sirnitz Dreispitz

Lizenzierter Anwender:
noxt! engineering GmbH
Malberger Straße 13
DE-49082 Osnabrück
+49 (0)160 40 24 579
Timm Schaer / timm@noxt.de
Berechnet:
06.12.2022 14:17/3.5.587



SHADOW - Kalender pro WEA

Berechnung: GesamtbelastungWEA: S2 - VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (4)
Annahmen für Schattenwurfberechnung

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	Januar	Februar	Marz	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:19 16:47	07:58 17:29	07:12 18:13	16:45-17:11/26	07:10 19:58	06:14 20:41	05:36 21:19	05:34 21:06	06:05 20:12	06:46 19:11	07:27 18:40	07:13 16:40
2	08:19 16:48	07:57 17:30	07:10 18:14	16:46-17:09/23	07:08 20:00	06:12 20:42	05:35 21:20	05:35 21:04	06:06 20:10	06:48 19:09	07:29 18:39	07:14 16:39
3	08:19 16:49	07:55 17:32	07:08 18:16	16:48-17:08/20	07:06 20:01	06:10 20:44	05:34 21:21	05:35 21:03	06:08 20:08	06:49 19:07	07:30 18:30	07:16 16:39
4	08:19 16:50	07:54 17:34	07:06 18:17	16:50-17:05/15	07:04 20:02	06:09 20:45	05:34 21:22	05:36 21:31	06:09 20:02	06:50 19:05	07:31 18:05	07:17 16:39
5	08:18 16:51	07:53 17:35	07:04 18:19	16:54-17:00/6	07:02 20:04	06:07 20:46	05:33 21:23	05:37 21:31	06:10 20:00	06:52 19:03	07:33 18:03	07:19 16:38
6	08:18 16:52	07:51 17:37	07:03 18:20		07:00 20:05	06:06 20:48	05:33 21:24	05:38 21:30	06:11 20:59	06:53 19:01	07:34 18:01	07:20 16:38
7	08:18 16:53	07:50 17:38	07:01 18:22		06:58 20:07	06:04 20:49	05:32 21:24	05:38 21:30	06:13 20:57	06:55 18:59	07:36 18:59	07:22 17:04
8	08:18 16:55	07:48 17:40	06:59 18:23		06:56 20:08	06:02 20:51	05:32 21:25	05:39 21:29	06:14 20:55	06:56 18:57	07:37 18:57	07:23 17:03
9	08:17 16:56	07:47 17:41	06:57 18:25		06:54 20:10	06:01 20:52	05:32 21:26	05:40 21:29	06:15 20:54	06:57 18:55	07:38 18:55	17:27-17:38/11
10	08:17 16:57	07:45 17:43	06:55 18:26		06:52 20:11	06:00 20:53	05:31 21:27	05:41 21:28	06:17 20:52	06:59 18:53	07:40 18:53	17:23-17:40/17
11	08:17 16:58	07:44 17:45	16:55-17:02/7		06:53 20:12	06:58 20:55	05:31 21:27	05:42 21:28	06:18 20:51	07:00 19:52	07:41 18:51	17:20-17:42/22
12	08:16 16:59	07:42 17:46	16:51-17:06/15		06:48 20:14	05:57 20:56	05:31 21:28	05:43 21:27	06:19 20:49	07:01 19:50	07:43 18:49	17:19-17:43/24
13	08:16 17:01	07:40 17:48	16:49-17:09/20		06:46 20:15	05:55 20:57	05:31 21:28	05:43 21:26	06:21 20:47	07:03 19:48	07:44 18:47	17:17-17:44/27
14	08:15 17:02	07:39 17:49	16:47-17:10/23		06:44 20:17	05:54 20:59	05:30 21:29	05:44 21:26	06:22 20:46	07:04 19:46	07:46 18:45	17:16-17:45/29
15	08:14 17:03	07:37 17:51	16:45-17:11/26		06:42 20:18	05:53 21:00	05:30 21:29	05:45 21:25	06:23 20:44	07:05 19:44	07:47 18:43	17:14-17:46/32
16	08:14 17:05	07:36 17:53	16:45-17:13/28		06:43 20:20	05:51 21:01	05:30 21:30	05:46 21:24	06:25 20:42	07:07 19:42	07:49 18:41	17:14-17:46/32
17	08:13 17:06	07:34 17:54	16:44-17:13/29		06:39 20:21	05:50 21:02	05:30 21:30	05:47 21:23	06:26 20:40	07:08 19:40	07:50 18:39	17:14-17:46/32
18	08:12 17:08	07:32 17:56	16:43-17:14/31		06:37 20:22	05:49 21:04	05:30 21:31	05:49 21:22	06:27 20:39	07:09 19:38	07:52 18:37	17:13-17:46/33
19	08:12 17:09	07:30 17:57	16:42-17:14/32		06:35 20:24	05:48 21:05	05:30 21:31	05:50 21:21	06:29 20:37	07:11 19:36	07:53 18:36	17:13-17:46/33
20	08:11 17:10	07:29 17:59	16:42-17:14/32		06:33 20:25	05:47 21:06	05:30 21:31	05:51 21:20	06:30 20:35	07:12 19:33	07:54 18:34	17:12-17:45/33
21	08:10 17:12	07:27 18:00	16:42-17:15/33		06:31 20:27	05:46 21:07	05:31 21:32	05:52 21:19	06:31 20:33	07:13 19:31	07:56 18:32	17:13-17:46/33
22	08:09 17:13	07:25 18:02	16:42-17:15/33		06:29 20:28	05:44 21:08	05:31 21:32	05:53 21:18	06:33 20:31	07:15 19:29	07:57 18:30	17:12-17:45/33
23	08:08 17:15	07:23 18:04	16:42-17:15/33		06:27 20:30	05:43 21:10	05:31 21:32	05:54 21:17	06:34 20:29	07:16 19:27	07:59 18:28	17:13-17:44/31
24	08:07 17:16	07:21 18:05	16:42-17:14/32		06:26 20:31	05:42 21:11	05:31 21:32	05:55 21:16	06:36 20:28	07:18 19:25	08:00 18:27	17:13-17:43/30
25	08:06 17:18	07:20 18:07	16:42-17:14/32		06:24 20:32	05:41 21:12	05:32 21:32	05:56 21:15	06:37 20:26	07:19 19:23	07:02 18:25	16:14-16:43/29
26	08:05 17:19	07:18 18:08	16:42-17:13/31		06:22 20:34	05:40 21:13	05:32 21:32	05:58 21:14	06:38 20:24	07:20 19:21	07:03 18:23	16:15-16:42/27
27	08:04 17:21	07:16 18:10	16:42-17:12/30		06:20 20:35	05:40 21:14	05:32 21:32	05:59 21:12	06:40 20:22	07:22 19:19	07:05 18:21	16:15-16:40/25
28	08:03 17:23	07:14 18:11	16:43-17:11/28		06:19 20:37	05:39 21:15	05:33 21:32	06:00 21:11	06:41 20:20	07:23 19:17	07:06 18:20	16:17-16:39/22
29	08:02 17:24	07:14 18:11			06:17 20:38	05:38 21:16	05:33 21:32	06:01 21:10	06:42 20:18	07:24 19:15	07:08 18:18	16:19-16:38/19
30	08:00 17:26	07:14 18:11			06:15 20:39	05:37 21:17	05:34 21:32	06:02 21:09	06:44 20:16	07:26 19:13	07:10 18:16	16:21-16:35/14
31	07:59 17:27	07:12 18:11			06:14 20:40	05:36 21:18	05:36 21:32	06:04 21:07	06:45 20:14	07:11 18:15	16:26-16:31/5	16:40 16:46
Sonnenscheinstunden		276	286	368	409	469	478	483	443	378	337	280
Anzahl Minuten mit Schatten		0	495	90	0	0	0	0	0	378	592	0

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Sonnenuntergang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenanfang-Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenende/Minuten mit Schatten
--------------	-----------------------	-------------------------	-------------------	----------------------------------	-----------------------------------



Projekt: WP Sirtitz Dreispitz

Lizenzierter Anwender: noxt! engineering GmbH
Malberger Straße 13
DE-49082 Osnabrück
+49 (0)160 40 24 579
Timm Schaer / timm@noxt.de
Berechnet: 06.12.2022 14:17/3.5.587



SHADOW - Kalender pro WEA

Berechnung: GesamtbelastungWEA: S3 - VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (5)
Annahmen für Schattenwurfberechnung

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Table with columns for months (Januar to Dezember) and rows for each day, showing time intervals and shadow cast durations.

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Table with 6 columns: Tag im Monat, Sonnenaufgang (SS:MM), Sonnenuntergang (SS:MM), Zeitpunkt (SS:MM), Schattenanfang-Zeitpunkt (SS:MM), Schattenende/Minuten mit Schatten.



F Grafischer Kalender der Gesamtbelastung pro WEA

Nachfolgend ist der grafische Kalender mit den Schattenzeiten je Windenergieanlage über das gesamte Jahr dargestellt.

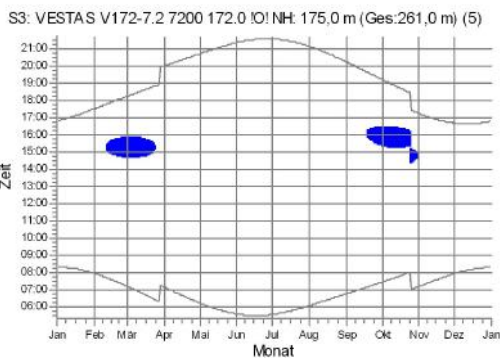
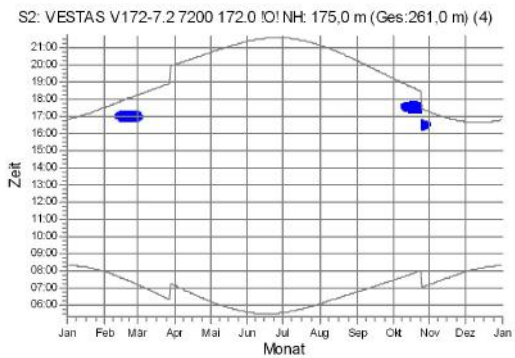
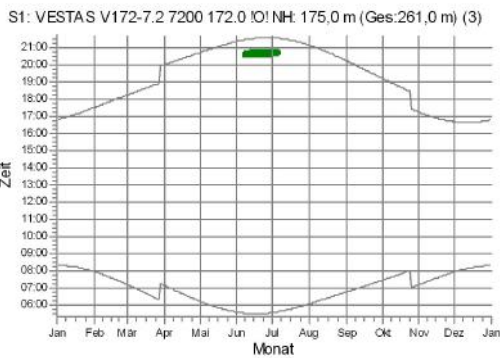
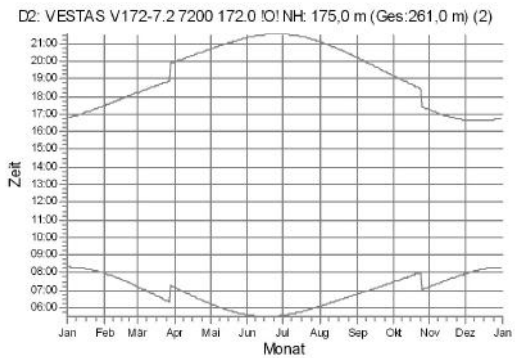
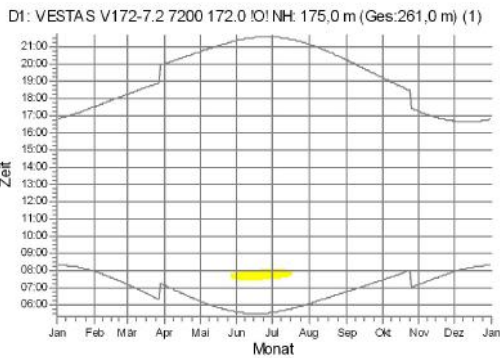
Projekt:
WP Sirnitz Dreispitz

Lizenzierter Anwender:
noxt! engineering GmbH
Malberger Straße 13
DE-49082 Osnabrück
+49 (0)160 40 24 579
Timm Schaer / timm@noxt.de
Berechnet:
06.12.2022 14:17/3.5.587



SHADOW - Grafischer Kalender pro WEA

Berechnung: Gesamtbelastung



Schattenrezeptoren

- SR-01: Sirnitz 3, 79410 Müllheim
- SR-03: Kälbelescheuer, 79244 Münstertal
- SR-02: Am Lindengraben 2, 79410 Badenweiler



G Schattenwurfkarte der Gesamtbelastung

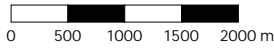
Nachfolgend ist die Karte der Gesamtbelastung (GB) mit den drei untersuchten Schattenrezeptoren (SR-01 bis SR-03) dargestellt. Die Schattenausbreitung wird unterteilt in Minuten pro Tag (Linie) und Stunden pro Jahr (Fläche).

Projekt:
WP Sirnitz Dreispitz

Lizenzierter Anwender:
noxt! engineering GmbH
Malberger Straße 13
DE-49082 Osnabrück
+49 (0)160 40 24 579
Timm Schaer / timm@noxt.de
Berechnet:
06.12.2022 14:17/3.5.587



SHADOW - Karte
Berechnung: Gesamtbelastung



Karte: Bitmap-Karte: noxt-DTK10-Schweighof_DTK10K_402250_5292000_co8.tif, Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 406.350 Nord: 5.295.840
 Neue WEA Schattenrezeptor
 Höhe der Schattenkarte: PrjAss Höhenraster (SRTM: Shuttle DTM 1 arc-second)
 Zeitschritt: 2 Minuten, Schrittweite: 3 Tag(e), Kartenauflosung: 10 m, Sichtbarkeit Auflösung: 5 m, Augenhöhe: 1,5 m

H Hauptergebnis der Zusatzbelastung

Nachfolgend ist das Hauptergebnis der Zusatzbelastung aller drei untersuchten Schattenrezeptoren (SR-01 bis SR-03) dargestellt. Die Ergebnisse sind angegeben in Minuten pro Tag und Stunden pro Jahr.

Projekt:
WP Sirnitz Dreispitz

Lizenzierter Anwender:
noxt! engineering GmbH
Malberger Straße 13
DE-49082 Osnabrück
+49 (0)160 40 24 579
Timm Schaer / timm@noxt.de
Berechnet:
06.12.2022 14:17/3.5.587



SHADOW - Hauptergebnis

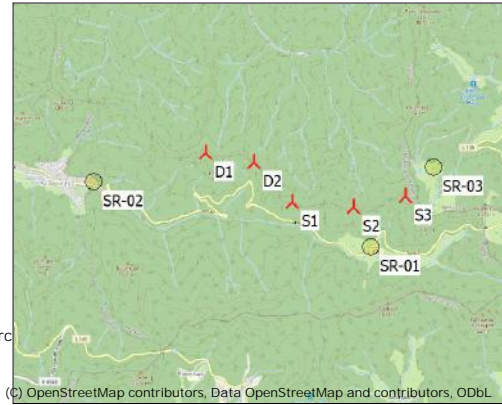
Berechnung: Gesamtbelastung
Annahmen für Schattenwurfberechnung

Beschattungsbereich der WEA
Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung 1 Minuten
Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche
Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur
Sonneneinstrahlung
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der
Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert
auf den folgenden Annahmen:
Verwendete Höhenlinien: PrjAss Höhenraster (SRTM: Shuttle DTM 1 arc
Hindernisse in Berechnung verwendet
Rasterauflösung: 1,0 m

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



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL
Maßstab 1:75.000

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ	Ak- tu- ell	Hersteller	Typ	Nenn- leistung	Rotor- durch- messer	Naben- höhe	Schattendaten Beschatt.- Bereich	U/min
			[m]						[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
D1	404.814	5.295.905	849,4	VESTAS V172-7.2 720...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.783	0,0	
D2	405.460	5.295.762	826,7	VESTAS V172-7.2 720...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.783	0,0	
S1	405.955	5.295.239	934,1	VESTAS V172-7.2 720...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.783	0,0	
S2	406.759	5.295.153	997,4	VESTAS V172-7.2 720...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.783	0,0	
S3	407.455	5.295.285	1.067,8	VESTAS V172-7.2 720...	Ja	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	175,0	1.783	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]	[°]		[m]
SR-01	Sirnitz 3, 79410 Müllheim	406.986	5.294.624	914,4	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
SR-02	Am Lindengraben 2, 79410 Badenweiler	403.332	5.295.550	463,7	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
SR-03	Kälbelescheuer, 79244 Münstertal	407.831	5.295.662	976,8	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
SR-01	Sirnitz 3, 79410 Müllheim	9:20	32	0:22
SR-02	Am Lindengraben 2, 79410 Badenweiler	16:59	50	0:25
SR-03	Kälbelescheuer, 79244 Münstertal	89:07	84	1:33

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
D1	VESTAS V172-7.2 7200 172,0 !O! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (1)	16:59
D2	VESTAS V172-7.2 7200 172,0 !O! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (2)	0:00
S1	VESTAS V172-7.2 7200 172,0 !O! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (3)	9:20
S2	VESTAS V172-7.2 7200 172,0 !O! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (4)	19:37
S3	VESTAS V172-7.2 7200 172,0 !O! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (5)	69:30

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.



I Revisionsübersicht

Tabelle I.1: Revisionsübersicht

Revision	Änderungen	Anmerkungen	Datum
Rev. 0		Initiale Version	07.12.2022