

**Schattenwurfanalyse
zum
Antrag auf Genehmigung nach § 4 BImSchG
zur Errichtung und Betrieb
von acht Windkraftanlagen
des Typs GE 5.5-158**

**im Windfeld Schmatzin (Rev.3.0)
in den Gemarkungen Lüssow und Schmatzin**

Landkreis Vorpommern-Greifswald

**ENERTRAG AG
17291 Dauerthal**

Titel: Schattenwurfanalyse zum Antrag auf Genehmigung nach § 4 BImSchG zur Errichtung und Betrieb von acht Windkraftanlagen des Typs GE 5.5-158 im Windfeld Schmatzin (Rev. 3.0)

Kurzbezeichnung: Schattenwurfanalyse Windfeld Schmatzin Rev.3.0

Berichts-Nr.: PT SZ 32 BImSch Rev.3.0

Datum: 04.03.2022



Erstellt: Dipl.-Ing. Robert Kreibitz



Geprüft: BSc. Johannes Wischniewski

Projekthistorie

Berichtsnummer	Datum	Kurzbezeichnung	Änderung
PT SZ 32 BImSch Rev.0.0	03.04.2020	Schattenwurfanalyse Windfeld Schmatzin	Erstgutachten
PT SZ 32 BImSch Rev.1.0	18.05.2021	Schattenwurfanalyse Windfeld Schmatzin Rev.1.0	- Einstellung zusätzlicher Immissionsorte
PT SZ 32 BImSch Rev.2.0	04.11.2021	Schattenwurfanalyse Windfeld Schmatzin Rev.2.0	- Verschiebung von zwei beantragten Standorten - Änderung des Anlagentyps von einer der beantragten WKA
PT SZ 32 BImSch Rev.3.0	04.03.2022	Schattenwurfanalyse im Windfeld Schmatzin Rev.3.0	- Verschiebung der beantragten WKA PT S6 - Änderung des Anlagentyps der beantragten WKA PT S6

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung /Aufgabenstellung	1
2 Schattenwurf von WKA.....	2
2.1 Einfluss des Sonnenstandes	2
2.2 Einfluss der Bewölkung	3
2.3 Einfluss der Windrichtung	3
2.4 Meteorologisch wahrscheinlicher Schattenwurf	3
3 Berechnung der Schattenwurfdauer.....	4
3.1 Richtlinien.....	4
3.2 Kernschatten / Halbschatten	4
3.3 Beschreibung der Immissionsorte und der WKA	5
3.4 Berechnung und Bewertung der Schattenwurfdauer	7
4 Ergebnis.....	8
Vorbelastung.....	8
Zusatzbelastung/Gesamtbelastung	8
5 Gesamtbeurteilung	9

Anlagen

- **Berechnungsergebnisse WindPRO SHADOW**

Berechnungsergebnisse Zusatzbelastung/Gesamtbelastung
Hauptergebnis (astron. max. möglich und meteorologisch wahrsch.
Beschattungsdauern)
Grafischer Kalender (für die betroffenen Immissionsorte)
Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Stunden pro Jahr
Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Minuten pro Tag

Abschaltplan

Richtlinien & Gesetze

LAI WEA-Schattenwurf- Hinweise	Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen Aktualisierung 2019, Stand 23.01.2020
-----------------------------------	---

1 Einleitung /Aufgabenstellung

Diese 3. Revision stellt eine Aktualisierung des Erstgutachtens PT SZ 32 Rev.0.0 vom 03.04.2020 sowie der 1. Revision vom 18.05.2021 und der 2. Revision vom 04.11.2021 dar und ersetzt diese in allen Punkten.

Entsprechend der Nachforderung vom 07.04.2021 sind in der ersten Revision des Gutachtens weitere Immissionsorte in den Ortschaften Schmatzin, Lüssow und Glödenhof eingestellt worden.

Anlass dieser dritten Revision ist die erneute Standortverschiebung der beantragten Anlage PT S6, sowie die Änderung des Anlagentyps von einer GE 3.6-137 auf eine GE 5.5-158.

Gegenstand dieses Gutachtens ist die Prüfung, ob die Errichtung der 8 beantragten Windkraftanlagen (WKA) zu Überschreitungen der maximal zulässigen Schattenwurfzeiten führen kann.

WKA werfen bei Sonnenschein aufgrund der baulichen Abmessungen einen Schatten. Je nach Standort der WKA kann vom Schattenwurf des sich drehenden Rotors eine unerwünschte Beeinträchtigung für Menschen ausgehen. Aus der Rotordrehzahl und der Anzahl der Rotorblätter einer WKA ergibt sich die jeweilige Frequenz, mit der stark wechselnde Lichtverhältnisse im Schattenbereich der Rotorkreisfläche auftreten können. Es handelt sich in der Regel um niedrige Frequenzen im Bereich von 0,5 bis 3 Hz, mit der für den Betrachter die Lichtverhältnisse (hell/dunkel) wechseln; je nach Intensität, Frequenz und Häufigkeit der wechselnden Lichtverhältnisse können für Personen, die sich längere Zeit im Schattenbereich des Rotors aufhalten, Beeinträchtigungen entstehen.

Die hier vorliegende Betrachtung prognostiziert die astronomisch maximal mögliche Schattenwurfdauer an den einzelnen relevanten Immissionsorten rund um die hier beantragten 8 WKA. Die Berechnung der theoretisch maximalen Schattenwurfdauer erfolgt als Linien gleicher Schattenwurfdauer und für die einzelnen Immissionsorte (Rezeptoren) rund um die hier beantragten WKA.

Grundlage und Voraussetzungen der Berechnung sind:

- Lageplan der WKA
- Topographische Karte mit Lage der Immissionsorte
- Die Sonne scheint den ganzen Tag, an allen Tagen im Jahr (wolkenloser Himmel)
- Windrichtung entspricht dem Azimutwinkel der Sonne (max. Schatten)
- WKA sind an allen Tagen im Jahr in Betrieb und drehen sich

Die Koordinatenangaben erfolgen im vorliegenden Gutachten unter Bezug auf das Referenzsystem ETRS 89. Sofern Koordinatenangaben in anderen Systemen bereitgestellt oder übermittelt wurden, sind diese in das System ETRS 89 transformiert worden.

Es wird versichert, dass die nachfolgenden Ermittlungen gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik, sowie nach bestem Wissen und Gewissen mit größter Sorgfalt durchgeführt wurden.

2 Schattenwurf von WKA

Die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) hat festgelegt, dass ab einer Bestrahlungsstärke der direkten Sonne n strahlung von mindestens 120 W/m^2 von Sonnenschein gesprochen werden kann.

Bei Sonnenschein beeinflussen die folgenden drei meteorologischen Effekte die Größe des Schattenwurfes und die Dauer der Beschattung (reale Beschattung):

- Sonnenstand
- Bewölkung / Wetterlage
- Windrichtung

Aufgrund der o.g. Effekte reduziert sich die reale Beschattungsdauer um ca. 70% gegenüber der theoretisch maximalen Beschattungsdauer.

2.1 Einfluss des Sonnenstandes

Befinden sich im Strahlengang undurchsichtige oder nicht völlig durchsichtige Körper (Hindernisse), so entsteht infolge der Ablenkung des Lichtes (oder Allgemein der Strahlung) eine nicht oder weniger belichtete (bestrahlte) Fläche, die als Schatten bezeichnet wird. Derartige Hindernisse können sich am Himmel befinden, wie z.B. Wolken oder Flugzeuge, oder an der Erdoberfläche, wie Bewuchs (Bäume, Hecken), Hügel oder Bauten. Durch diese Zusammenstellung soll veranschaulicht werden, dass Beschattung durch WKA nur einer der vielen Lichteffekte ist, die uns im täglichen Leben begegnen.

Es wird auch der Begriff „Schlagschatten“ verwendet, um anzudeuten, dass die Umrisse des Hindernisses sich am Schattenrand scharf abzeichnen. Der Begriff „Halbschatten“ bedeutet, dass andere Lichtquellen hinter ein Hindernis leuchten und den Schatten aufhellen. Die direkte Sonnenstrahlung wird auch durch Streuung und Absorption in der Atmosphäre geschwächt. Der Linke-Trübungsfaktor T_L ist ein Maß für die optische Dicke der getrübbten und feuchten Atmosphäre. Für den Linke-Trübungsfaktor T_L gelten folgende Richtwerte.

Tabelle 1: Typische Werte für T_L in Deutschland

Luftmasse	T_L
sehr reine frische Luft	2
reine Warmluft	3
gealterte oder feuchtwarme Luft	4-6
verunreinigte Luft	>6

Je flacher die Sonne über dem Horizont steht, desto dicker ist die durchstrahlte Atmosphäre. Beim Passieren der Atmosphäre kann die direkte Sonnenstrahlung derart geschwächt werden, dass weniger als 120 W/m^2 den Erdboden erreichen. Das ist z.B. bei einem Sonnenhöhenwinkel von $7,5^\circ$ der Fall, wenn eine gealterte oder feuchtwarme Luft mit einem Trübungsfaktor $T_L=5$ vorliegt.

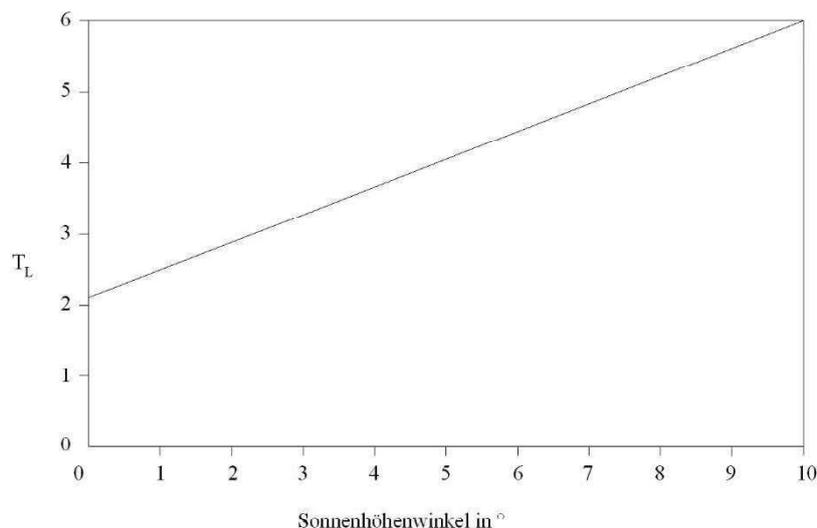


Abbildung 1: Reduktion der direkten Sonneneinstrahlung auf 120 W/m² in Abhängigkeit vom Sonnenhöhenwinkel und Linke-Trübungsfaktor

Aufgrund des langen Weges der Sonnenstrahlen in den frühen Morgen- und den späten Abendstunden (zusätzlich gealterte Luft) durch die Atmosphäre, kann generell davon ausgegangen werden, dass unterhalb eines Kappungswinkels von 3° die Sonneneinstrahlung weniger als 120 W/m² beträgt.

2.2 Einfluss der Bewölkung

Wenn die Sonne von Wolken verdeckt wird, kann durch die WKA kein Schatten entstehen. Mit Hilfe der Messdaten zur Sonnenscheindauer an Klimastationen des Deutschen Wetterdienstes DWD lässt sich feststellen, wie lange im Mittel direkte, schattenwerfende Sonnenstrahlung auftritt.

Tabelle 2 gibt für jeden Monat die durchschnittliche Sonnenscheindauer in Stunden pro Tag an. Die Daten sind an der DWD Wetterstation Greifswald ermittelt worden, bei der es sich um die nächstgelegene Station zum Windfeld Schmatzin handelt, welche die Sonnenscheindauer erfasst.

Tabelle 2: Durchschnittliche Sonnenscheindauer in Stunde pro Tag (Station Greifswald WEWA)

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1,55	2,36	3,87	6,27	7,87	7,40	7,94	7,03	5,17	3,68	1,73	1,26

2.3 Einfluss der Windrichtung

Die Rotationsscheibe ruft auf der Erdoberfläche einen elliptischen Schatten hervor. Dieser hat seine größte Breite, wenn die Scheibe senkrecht zur Sonnenrichtung steht, d.h. wenn der Wind aus der Richtung oder in die Richtung zur Sonne weht. Dreht der Wind aus dieser Richtung heraus, so wird der elliptische Schatten zunehmend schmaler. Für den Fall, dass Windrichtung und Sonneneinstrahlung senkrecht aufeinander stehen, hat der Schatten die Form eines Striches, kann also unberücksichtigt bleiben.

2.4 Meteorologisch wahrscheinlicher Schattenwurf

Die im vorliegenden Gutachten durchgeführte Bewertung erfolgt auf Grundlage des astronomisch maximal möglichen Schattenwurfs. Wie zuvor beschrieben ist der tatsächliche Schattenwurf aufgrund von Bewölkung, Windaufkommen und Windrichtung beeinflusst. Der mögliche Schattenwurf ist im realen Betrieb somit deutlich geringer als die astronomisch maximal möglichen Beschattungszeiten.

Für die Prognose von Ertragsberechnungen von WKA ist es sinnvoll, mithilfe von Statistiken die meteorologisch wahrscheinlichen Beschattungszeiten zu prognostizieren. Hierfür werden unter Berücksichtigung des durchschnittlichen Windaufkommens und Sonnenscheindauern die meteorologisch wahrscheinlichen Schattenwurfzeiten im Anhang als zusätzliche Information zur Verfügung gestellt.

3 Berechnung der Schattenwurfdauer

3.1 Richtlinien

Die Schattenwurfanalyse und die Darstellung der Ergebnisse auf Grundlage der „Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen“ des LAI vom 13.03.2002 zu erstellen.

Die Richtwerte für die Schattenwurfzeiten an einem Immissionsort (Rezeptor) bei permanentem Sonnenschein liegen bei maximal 30 Stunden im Jahr und 30 Minuten am Tag (worst case). Die realen Schattenwurfzeiten sollen maximal 8 Stunden im Jahr nicht überschreiten.

Bei Überschreitung des Tag-Richtwertes an mindestens *drei* Tagen im Jahr ist durch geeignete Maßnahmen die Begrenzung der täglichen Beschattungsdauer auf 30 Minuten zu gewährleisten.

Ein Expertengremium, das sich mit der Schattenwurfproblematik beschäftigt, hat festgestellt, dass der Einwirkungsbereich der Beeinträchtigungen durch den Schattenwurf bei ca. 20% Verdeckungsgrad (= Schattenintensität) der Sonne endet, da ab dieser Schattenintensität die Helligkeitsschwankungen durch den Schattenwurf kaum mehr wahrgenommen werden. Der Wert für den Verdeckungsgrad bzw. die Schattenintensität bestimmt sich über die Blattbreite (mittlere Blatttiefe), den Sonnendurchmesser, die Entfernung zur Sonne und den Abstand zwischen WKA und Immissionsort (Rezeptor).

3.2 Kernschatten / Halbschatten

Zu unterscheiden sind im Wesentlichen der Kern- und der Halbschatten. Als Kernschatten bezeichnet man den Bereich des Schattens, der dadurch entsteht, dass keine direkte (Sonnen-) Strahlung diesen Bereich erreicht. Der Halbschatten ist durch teilweise Strahlungseinwirkung erhellt. Bei WKA ist der Kernschatten der Bereich, aus dem man die Sonne nicht sehen kann -sie also insgesamt durch das Rotorblatt verdeckt wird. Der Kernschatten sorgt für den Schlagschatten mit stark abgegrenzten Konturen. Der Abstand, ab dem nur noch ein Halbschatten vorhanden ist, lässt sich wie folgt berechnen:

Die Bedingung für Halbschatten lautet:

$$\alpha_{RB} < \alpha_S$$

Mit α_{RB} = vom Rotorblatt eingenommener Winkel
 α_S = von der Sonne eingenommener Winkel

Für die Winkel gilt:

$$\alpha_{RB} = \arctan(d/f)$$
$$\alpha_S = \arctan(D_S/A_{SE}) = 0,53^\circ$$

mit:

- der Abstand des Rotorblattes zum Betrachter wird mit f dargestellt
- das Maß des Rotorblattes an der breitesten Stelle – d

- A_{SE} bezeichnet den Abstand zwischen Sonne und Erde ($1,5 \times 10^8$ km) und
- D_S den Durchmesser der Sonne.

Es ergibt sich die Bedingung:

$$\alpha_{RB} < 0,53$$

Berechnet man das Verhältnis der durchschnittlichen Rotorblatttiefe im Verhältnis zum von der Sonne eingenommenen Winkel, so erhält man ein Verdeckungsverhältnis zwischen Sonne und Blatttiefe. Dies wird als Schattenintensität bezeichnet. Man unterscheidet in Kernschattengrenze und Grenze der Schattenintensität von 20%.

3.3 Beschreibung der Immissionsorte und der WKA

Insgesamt sind die 8 beantragten WKA in der Schattenwurfanalyse zu berücksichtigen. Eine Vorbelastung durch bestehende, genehmigte oder beantragte Windkraftanlagen ist nicht vorhanden.

In der Berechnung werden die umliegenden Wohnbebauungen im Einwirkungsbereich der WKA betrachtet. Die Standorte der beantragten WKA sowie deren technischen Daten können den Tabellen 3 und 4 entnommen werden.

Tabelle 3: Standorte der beantragten WKA (Änderungen gegenüber Rev.2.0 sind rot hervorgehoben)

Baugrenze/ Anlagen Bez.	UTM Koordinaten ETRS 89 Zone 33N		Typ	Nabenhöhe [m]	Fundament- erhöhung (optional) [m]
	Rechts	Hoch			
PT S1	401.754	5.976.657	GE 5.5-158	161,0	-
PT S2	402.161	5.976.669	GE 5.5-158	161,0	-
PT S3	401.391	5.976.347	GE 5.5-158	161,0	-
PT S4	401.790	5.976.296	GE 5.5-158	161,0	-
PT S5	402.345	5.976.291	GE 5.5-158	161,0	-
PT S6	402.421	5.975.984	GE 5.5-158	161,0	-
PT S7	402.830	5.975.491	GE 5.5-158	161,0	-
PT S8	403.016	5.976.023	GE 5.5-158	161,0	-

Tabelle 4: Technische Daten

Typ	Nabenhöhe [m]	Rotordurch- messer [m]	Maximale Blatttiefe [m]	Blatttiefe bei 90% Rotorradius [m]	Beschattungs- bereich [m]
GE 5.5-158	161,0	158,0	4,00	1,35	1.816

Immissionsorte:

In der folgenden Schattenwurfkarte ist der Einwirkungsbereich der Windkraftanlagen dargestellt. Die 0-Linie (grau dargestellt) markiert diejenige Fläche, innerhalb derer es überhaupt zu Verschattungen durch die WKA kommen kann. Die roten Linien stellen den immissionsschutzrechtlichen relevanten Verlauf der 30 Minuten-pro-Tag-Linie (rot gestrichelt) und der 30 Stunden-pro-Jahr-Linie (rot durchlaufend) der zu erwartenden astronomisch möglichen Beschattungszeit dar. An Immissionsorte die innerhalb der beiden letztgenannten Linien liegen, kann es theoretisch zu Richtwertüberschreitungen durch die Beschattung kommen.

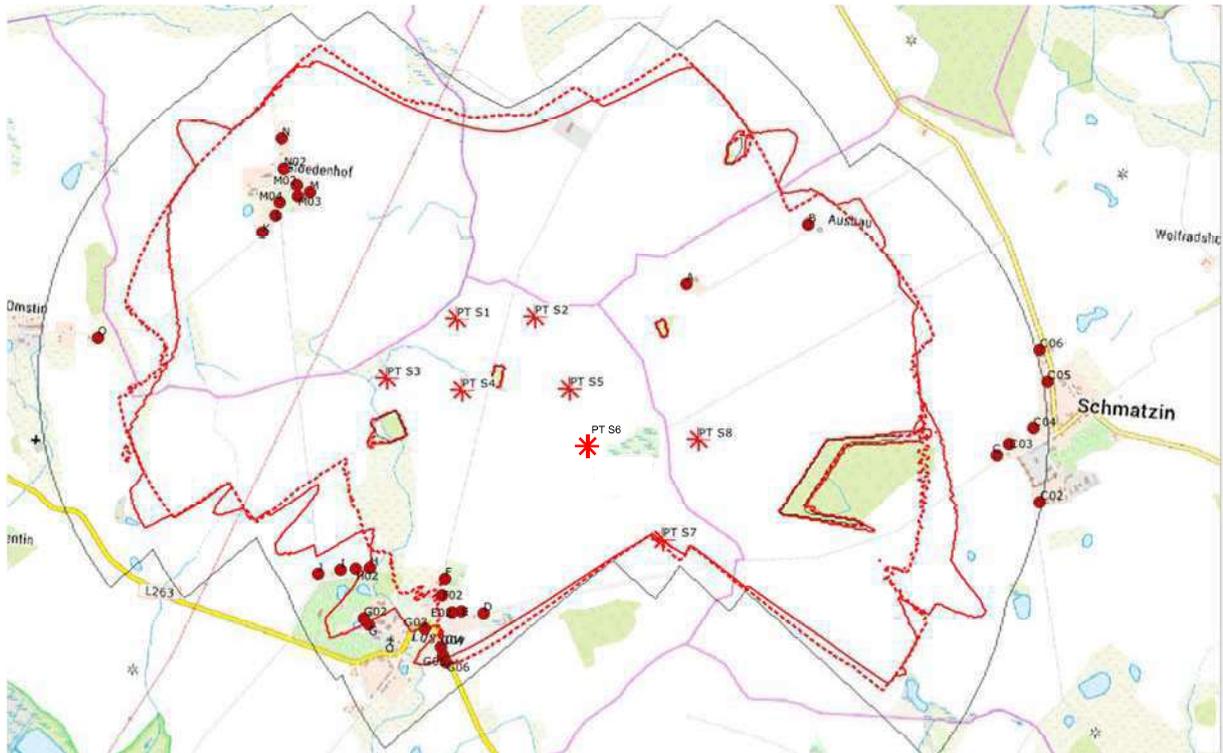


Abbildung 2: Einwirkungsbereich der beantragten WKA mit Nullbeschattungslinie (schwarz), 30-Min/Tag-Linie und 30-Stunden/Jahr-Linie (rot-gestrichelt, rot-durchlaufend)

Die Rezeptoren sind nach den örtlichen Gegebenheiten an den Ortsrändern mit der höchsten Nähe zum Windfeld und/oder entsprechend der Schattenwurflinien im Einwirkungsbereich der geplanten WKA ausgewählt.

Um alle Neigungen bzw. möglichen Winkel vorhandener Fenster abzudecken, wurde der „Gewächshausmodus“ eingestellt.

Tabelle 5: Adressen und Koordinaten der Immissionsorte

Bez. IO	Lagebeschreibung / Adresse	UTM Koordinaten ETRS 89 Zone 33N	
		Rechts	Hoch
A	Schmatzin, Frei im Felde Nr.3 (WBB im Außenbereich)	402.950	5.976.839
B	Schmatzin, Frei im Felde Nr.2 (WBB im Außenbereich)	403.587	5.977.156
C	Schmatzin, Dorfstraße 22a	404.571	5.975.939
C02	Schmatzin, Dorfstr. 36	404.795	5.975.686
C03	Schmatzin, Dorfstr. 21	404.636	5.975.999
C04	Schmatzin, Dorfstr. 22a	404.759	5.976.080
C05	Schmatzin, Dorfstr. 40	404.833	5.976.326
C06	Schmatzin, Dorfstr. 43	404.794	5.976.495
D	Lüssow, Schmatziner Weg 6	401.893	5.975.104
E	Lüssow, Schmatziner Weg 9	401.778	5.975.113
E02	Lüssow, Schmatziner Weg 10	401.728	5.975.107
F	Lüssow, Ranziner Weg 6	401.693	5.975.285
F02	Lüssow, Ranziner Weg 4	401.678	5.975.199
G	Lüssow, Hof 1	401.293	5.975.047
G02	Lüssow, Hof 2	401.268	5.975.079
G03	Lüssow, Anklamer Str. 1	401.585	5.975.023
G04	Lüssow, Anklamer Str. 3	401.668	5.974.931

Bez. IO	Lagebeschreibung / Adresse	UTM Koordinaten ETRS 89 Zone 33N	
		Rechts	Hoch
G05	Lüssow, Anklamer Str. 4	401.683	5.974.888
G06	Lüssow, Anklamer Str. 5	401.699	5.974.849
H	Lüssow, Glödenhofer Weg 6a	401.301	5.975.341
H02	Lüssow, Glödenhofer Weg 5	401.228	5.975.334
I	Lüssow, Glödenhofer Weg 4	401.147	5.975.330
J	Lüssow, Glödenhofer Weg 1	401.028	5.975.309
K	Glödenhof, Dorfstraße 19	400.739	5.977.112
L	Glödenhof, Dorfstraße 18	400.807	5.977.207
M	Glödenhof, Dorfstraße 13	400.986	5.977.326
M02	Glödenhof, Dorfstr. 8	400.917	5.977.361
M03	Glödenhof, Dorfstr. 15	400.925	5.977.303
M04	Glödenhof, Dorfstr. 17	400.829	5.977.271
N	Glödenhof, Dorfstraße 1	400.841	5.977.606
N02	Glödenhof, Dorfstr. 5	400.852	5.977.450
O	Ostwin, Dorfstraße 21	399.881	5.976.559

3.4 Berechnung und Bewertung der Schattenwurfdauer

Die Berechnung der Schattenwurfzeiten im Windfeld Schmatzin wird mit der Software WindPRO SHADOW der Firma EMD durchgeführt. Dieses Programm berücksichtigt die bisherigen Erkenntnisse aus der Expertenrunde des staatlichen Umweltamtes Schleswig. Eine Kappung wird unterhalb des Sonnenstandes von 3° durchgeführt.

Das Berechnungsmodell geht von einer sogenannten "worst case" Situation aus. Das bedeutet, dass angenommen wird, dass die Sonne an 365 Tagen im Jahr scheint, dass die WKA das ganze Jahr über permanent drehen und dass die Anlagen in einem 90° Winkel zu den einzelnen Rezeptoren stehen. Zudem sind alle Rezeptoren so zu den Emissionsquellen (WKA) ausgerichtet, dass das schützenswerte Objekt zu 100% von dem Schattenwurf betroffen ist.

Die Ergebnisse des Prognoseverfahrens zur Ermittlung der theoretischen Beschattung weisen i.d.R. erheblich höhere Beschattungszeiten auf, als effektiv vorliegen werden. Das Verfahren geht von dem worst case Fall aus. In der Realität ist von erheblich geringeren Beschattungszeiten an den relevanten Immissionsorten auszugehen.

Die Abweichungen beruhen auf folgenden Annahmen:

1. an 365 Tagen liegen Witterungs- und Betriebsbedingungen vor, die den Schattenwurf maximieren
 - 365 Tage Windgeschwindigkeiten über 3 m/s bis unter 25 m/s
 - Azimutwinkel der Gondel steht im 90° Winkel zum relevanten Immissionsort
 - 365 Tage Sonnenschein
2. das Modell beruht auf einem geometrischen Rechenmodell
 - unendliche Ausdehnung der Sonnenstrahlung
 - die Rotorblätter werden als schattenwerfende strukturlose Kreisscheibe angenommen / Einfluss der Flügelform wird vernachlässigt
 - der Einfluss der Atmosphäre wird vernachlässigt

Daher ist von einer realen Beschattungsdauer auszugehen, die um 70% niedriger ausfällt als die theoretisch ermittelte Dauer. Dies ergibt sich aus den folgenden Umständen:

- a) Die Windverhältnisse liegen insgesamt nur an 75% der Ja hresstunden im Betriebsbereich.
- b) Aufgrund der ermittelten Windverteilung ergibt sich bereits, dass in maximal 30 bis 40% der Zeit der Azimutwinkel der Gondel die Einwirkung auf den jeweilig relevanten Immissionsort zulässt.
- c) Für Deutschland wurde ermittelt, dass maximal an 1.900 Std. die Sonne scheint.
- d) Es wird deutlich, dass die Annahme, dass es in nur 30% der Fälle überhaupt zu einer realen Beschattung der Immissionsorte kommen kann, ein realistischer Wert ist.

4 Ergebnis

Vorbelastung

Im relevanten Umfeld der betrachteten Immissionsorte, auf welche die hier beantragten WKA einwirken, existieren keine weitere WKA, die als Vorbelastung berücksichtigt werden können.

Zusatzbelastung/Gesamtbelastung

Die Schattenwurfdauer, die sich an den untersuchten Immissionsorten durch die beantragten WKA ergibt, ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 6: Ergebnisse der Schattenwurfberechnung – Zusatzbelastung/Gesamtbelastung

Bez. IO	Lagebeschreibung / Adresse	Schattenwurf Gesamtdauer pro Jahr	Mittlere Schattendauer Maximum pro Tag
		[Std/Jahr]	[Std/Tag]
A	Schmatzin, Frei im Felde Nr.3 (WBB im Außenbereich)	185:54	01:23
B	Schmatzin, Frei im Felde Nr.2 (WBB im Außenbereich)	53:27	00:30
C	Schmatzin, Dorfstraße 22a	15:39	00:23
C02	Schmatzin, Dorfstr. 36	06:53	00:21
C03	Schmatzin, Dorfstr. 21	08:15	00:23
C04	Schmatzin, Dorfstr. 22a	06:53	00:21
C05	Schmatzin, Dorfstr. 40	00:00	00:00
C06	Schmatzin, Dorfstr. 43	00:00	00:00
D	Lüssow, Schmatzinder Weg 6	50:14	00:38
E	Lüssow, Schmatzinder Weg 9	34:48	00:34
E02	Lüssow, Schmatziner Weg 10	33:58	00:33
F	Lüssow, Ranziner Weg 6	46:25	00:32
F02	Lüssow, Ranziner Weg 4	41:15	00:32
G	Lüssow, Hof 1	11:21	00:24
G02	Lüssow, Hof 2	10:43	00:23
G03	Lüssow, Anklamer Str. 1	29:49	00:29
G04	Lüssow, Anklamer Str. 3	35:15	00:30
G05	Lüssow, Anklamer Str. 4	32:14	00:30
G06	Lüssow, Anklamer Str. 5	27:01	00:30
H	Lüssow, Glödenhofer Weg 6a	36:28	00:31
H02	Lüssow, Glödenhofer Weg 5	38:26	00:29
I	Lüssow, Glödenhofer Weg 4	38:14	00:27
J	Lüssow, Glödenhofer Weg 1	31:20	00:25
K	Glödenhof, Dorfstraße 19	82:29	00:59
L	Glödenhof, Dorfstraße 18	96:00	00:58
M	Glödenhof, Dorfstraße 13	107:01	01:00
M02	Glödenhof, Dorfstr. 8	96:44	00:55

Bez. IO	Lagebeschreibung / Adresse	Schattenwurf Gesamtdauer pro Jahr	Mittlere Schattendauer Maximum pro Tag
		[Std/Jahr]	[Std/Tag]
M03	Glödenhof, Dorfstr. 15	100:17	00:57
M04	Glödenhof, Dorfstr. 17	92:59	00:56
N	Glödenhof, Dorfstraße 1	57:48	00:41
N02	Glödenhof, Dorfstr. 5	78:26	00:51
O	Ostwin, Dorfstraße 21	09:24	00:24

Durch die beantragten WKA wird in allen Immissionsorten Schattenwurf hervorgerufen. An insgesamt 17 IO in den Ortschaften Lüssow und Glödenhof kommt es zu Überschreitungen des maximal zulässigen Richtwerts für die Gesamtschattendauer pro Jahr und/oder der mittleren maximalen Schattendauer pro Tag. Die Ortschaft Glödenhof liegt dabei vollständig innerhalb der Schattenwurflinien für die Richtwerte der Gesamtschattendauer pro Jahr und die mittlere maximale Schattendauer pro Tag.

In Schmatzin und Ostwin wird ebenfalls Schattenwurf verursacht, der aber deutlich unterhalb der Richtwerte liegt.

Die maximale Belastung tritt mit theoretischen 185:54 Stunden Gesamtschattendauer pro Jahr am IO A – einem vor Schmatzin gelegenen Gehöft im Außenbereich auf.

Wegen der Überschreitungen müssen alle beantragten WKA mit einer Abschaltautomatik ausgestattet bzw. durch eine solche gesteuert werden, um eine Überschreitung der gesetzlichen Richtwerte für die zulässigen Beschattungszeiten auszuschließen.

5 Gesamtbeurteilung

Durch die beantragten Windkraftanlagen wird in allen umliegenden Ortschaften Schattenwurf verursacht. Die Richtwerte für die Gesamtdauer pro Jahr und/oder die mittlere maximale Schattendauer pro Tag werden an einigen IO in Lüssow und Glödenhof, sowie den Schmatzin vorgelagerten Gehöften überschritten.

Durch den Einsatz bzw. die Steuerung durch eine geeignete Abschaltautomatik in den beantragten WKA kann die Einhaltung der Richtwerte für die Schattenwurfbelastung gewährleistet werden.

Aus Sicht der zu erwartenden Schattenwurfbelastung bestehen gegen das hier untersuchte Vorhaben „Errichtung und Betrieb von acht Windkraftanlagen des Typs GE 5.5-158 im Windfeld Schmatzin“ bei Beachtung der oben gemachten Hinweise zum Einsatz einer Abschaltautomatik (in allen beantragten WKA) keine Bedenken.

ANLAGE

Berechnungsergebnisse WindPRO SHADOW

Berechnungsergebnisse Zusatzbelastung/Gesamtbelastung

Hauptergebnis (astron. max. möglich und meteorologisch wahrsch. Beschattungsdauern)

Grafischer Kalender (für die betroffenen Immissionsorte)

Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Stunden pro Jahr

Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Minuten pro Tag

Abschaltplan

Hauptergebnis

(Beispiel eines Abschaltplans zur Vermeidung von Schattenwurf der beantragten WKA)

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatz-/Gesamtbelastung (8 WKA Antrag) Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

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

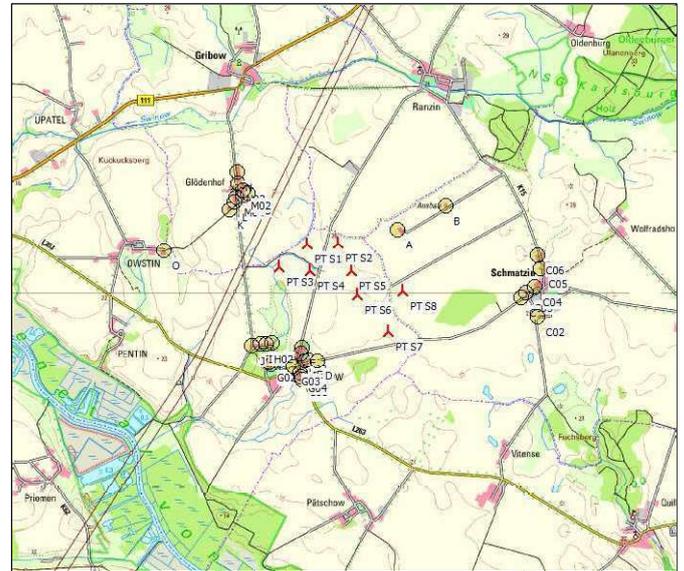
Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) []
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,55 2,36 3,87 6,27 7,87 7,40 7,94 7,03 5,17 3,68 1,73 1,26

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:
DE PT SZ Wind DEWI 18.07.2017

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
329 514 691 590 489 455 716 1.188 1.508 1.061 556 337 8.432
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

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

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



Maßstab 1:100,000

Neue WEA

Schattenrezeptor

WEA

Nr.	Ost Nord Z			Beschreibung	WEA-Typ		Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
	[m]	[m]	[m]		Ak-tuell	Hersteller					Beschatt.-Bereich	U/min
PT S1	401.754	5.976.657	23,8	GE WIND EN...	Nein	GE WIND ENERGY	5,5-158 Thrust 665-5.500	5,500	158,0	161,0	1.816	0,0
PT S2	402.161	5.976.669	25,7	GE WIND EN...	Nein	GE WIND ENERGY	5,5-158 Thrust 665-5.500	5,500	158,0	161,0	1.816	0,0
PT S3	401.391	5.976.347	22,5	GE WIND EN...	Nein	GE WIND ENERGY	5,5-158 Thrust 665-5.500	5,500	158,0	161,0	1.816	0,0
PT S4	401.790	5.976.296	23,0	GE WIND EN...	Nein	GE WIND ENERGY	5,5-158 Thrust 665-5.500	5,500	158,0	161,0	1.816	0,0
PT S5	402.345	5.976.291	25,0	GE WIND EN...	Nein	GE WIND ENERGY	5,5-158 Thrust 665-5.500	5,500	158,0	161,0	1.816	0,0
PT S6	402.421	5.975.984	25,0	GE WIND EN...	Nein	GE WIND ENERGY	5,5-158 Thrust 665-5.500	5,500	158,0	161,0	1.816	0,0
PT S7	402.830	5.975.491	25,5	GE WIND EN...	Nein	GE WIND ENERGY	5,5-158 Thrust 665-5.500	5,500	158,0	161,0	1.816	0,0
PT S8	403.016	5.976.023	26,5	GE WIND EN...	Nein	GE WIND ENERGY	5,5-158 Thrust 665-5.500	5,500	158,0	161,0	1.816	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]	[°]		[m]
A	Schmatzin, Frei im Felde Nr.3 (WBB im Außenbereich)	402.950	5.976.839	27,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	Schmatzin, Frei im Felde Nr.2 (WBB im Außenbereich)	403.587	5.977.156	27,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	Schmatzin, Dorfstraße 22a	404.571	5.975.939	27,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C02	Schmatzin, Dorfstr. 36	404.795	5.975.686	27,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C03	Schmatzin, Dorfstr. 21	404.636	5.975.999	27,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C04	Schmatzin, Dorfstr. 22a	404.759	5.976.080	27,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C05	Schmatzin, Dorfstr. 40	404.833	5.976.326	26,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C06	Schmatzin, Dorfstr. 43	404.794	5.976.495	25,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	Lüssow, Schmatziner Weg 6	401.893	5.975.104	25,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	Lüssow, Schmatziner Weg 9	401.778	5.975.113	24,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E02	Lüssow, Schmatziner Weg 10	401.728	5.975.107	24,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	Lüssow, Ranziner Weg 6	401.693	5.975.285	23,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F02	Lüssow, Ranziner Weg 4	401.678	5.975.199	23,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	Lüssow, Hof 1	401.293	5.975.047	18,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G02	Lüssow, Hof 2	401.268	5.975.079	18,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G03	Lüssow, Anklamer Str. 1	401.585	5.975.023	21,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G04	Lüssow, Anklamer Str. 3	401.668	5.974.931	21,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G05	Lüssow, Anklamer Str. 4	401.683	5.974.888	20,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G06	Lüssow, Anklamer Str. 5	401.699	5.974.849	19,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	Lüssow, Glödenhofer Weg 6a	401.301	5.975.341	20,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H02	Lüssow, Glödenhofer Weg 5	401.228	5.975.334	20,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatz-/Gesamtbelastung (8 WKA Antrag)

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr. [m]
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
	I Lüssow, Glödenhofer Weg 4	401.147	5.975.330	20,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
	J Lüssow, Glödenhofer Weg 1	401.028	5.975.309	20,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
	K Glödenhof, Dorfstraße 19	400.739	5.977.112	22,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
	L Glödenhof, Dorfstraße 18	400.807	5.977.207	22,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
	M Glödenhof, Dorfstraße 13	400.986	5.977.326	25,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
	M02 Glödenhof, Dorfstr. 8	400.917	5.977.361	25,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
	M03 Glödenhof, Dorfstr. 15	400.925	5.977.303	25,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
	M04 Glödenhof, Dorfstr. 17	400.829	5.977.271	23,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
	N Glödenhof, Dorfstraße 1	400.841	5.977.606	25,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
	N02 Glödenhof, Dorfstr. 5	400.852	5.977.450	25,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
	O Ostwin, Dorfstraße 21	399.881	5.976.559	19,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]
	A Schmatzin, Frei im Felde Nr.3 (WBB im Außenbereich)	185:54	213	1:23	31:22
	B Schmatzin, Frei im Felde Nr.2 (WBB im Außenbereich)	53:27	145	0:30	8:16
	C Schmatzin, Dorfstraße 22a	15:39	58	0:23	3:45
	C02 Schmatzin, Dorfstr. 36	6:53	29	0:21	1:47
	C03 Schmatzin, Dorfstr. 21	8:15	28	0:23	2:01
	C04 Schmatzin, Dorfstr. 22a	6:53	28	0:21	1:35
	C05 Schmatzin, Dorfstr. 40	0:00	0	0:00	0:00
	C06 Schmatzin, Dorfstr. 43	0:00	0	0:00	0:00
	D Lüssow, Schmatziner Weg 6	50:14	92	0:38	16:02
	E Lüssow, Schmatziner Weg 9	34:48	92	0:34	11:15
	E02 Lüssow, Schmatziner Weg 10	33:58	96	0:33	10:57
	F Lüssow, Ranziner Weg 6	46:25	118	0:32	14:32
	F02 Lüssow, Ranziner Weg 4	41:15	108	0:32	12:57
	G Lüssow, Hof 1	11:21	37	0:24	3:31
	G02 Lüssow, Hof 2	10:43	36	0:23	3:16
	G03 Lüssow, Anklamer Str. 1	29:49	94	0:29	9:39
	G04 Lüssow, Anklamer Str. 3	35:15	82	0:30	11:21
	G05 Lüssow, Anklamer Str. 4	32:14	72	0:30	10:21
	G06 Lüssow, Anklamer Str. 5	27:01	63	0:30	8:38
	H Lüssow, Glödenhofer Weg 6a	36:28	95	0:31	11:17
	H02 Lüssow, Glödenhofer Weg 5	38:26	100	0:29	12:00
	I Lüssow, Glödenhofer Weg 4	38:14	105	0:27	12:00
	J Lüssow, Glödenhofer Weg 1	31:20	111	0:25	9:55
	K Glödenhof, Dorfstraße 19	82:29	140	0:59	11:15
	L Glödenhof, Dorfstraße 18	96:00	161	0:58	11:45
	M Glödenhof, Dorfstraße 13	107:01	142	1:00	12:06
	M02 Glödenhof, Dorfstr. 8	96:44	140	0:55	10:53
	M03 Glödenhof, Dorfstr. 15	100:17	147	0:57	11:40
	M04 Glödenhof, Dorfstr. 17	92:59	153	0:56	11:03
	N Glödenhof, Dorfstraße 1	57:48	117	0:41	5:56
	N02 Glödenhof, Dorfstr. 5	78:26	132	0:51	8:32
	O Ostwin, Dorfstraße 21	9:24	30	0:24	2:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Erwartet [h/a]
PT S1	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (369)	105:00	15:56
PT S2	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (370)	90:57	17:54
PT S3	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (371)	138:13	16:03
PT S4	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (372)	97:56	11:35
PT S5	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (373)	80:10	13:07
PT S6	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (374)	104:06	21:45
PT S7	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (375)	135:55	42:38
PT S8	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (376)	116:37	24:27

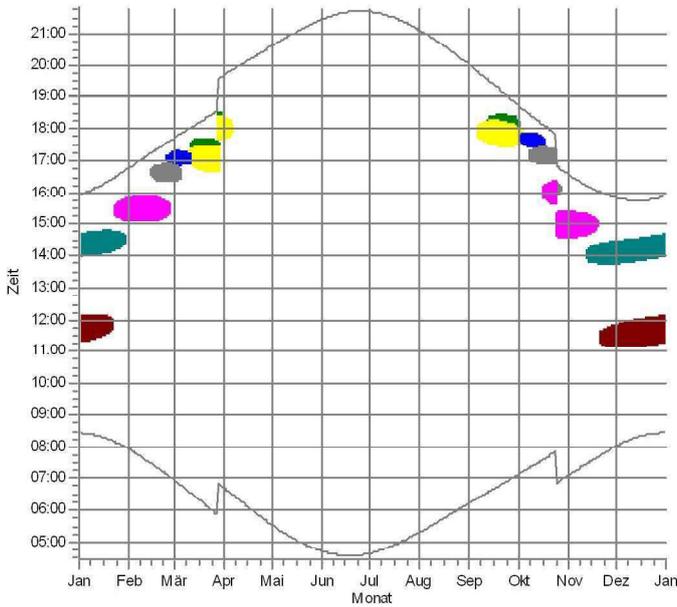
Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

Die Berechnung der Gesamtsumme für einen Rezeptor arbeitet mit einer gemittelten Richtungskorrektur für alle WEA, die an einem gegebenen Tag zur Beschattung beitragen. Wenn der Schattenwurf einer WEA in einem Winkel gleichgerichtet ist, kann die Gesamtsumme geringfügig von der Summe der Beschattungszeiten abweichen. Die WEA-Berechnung wird für die individuellen WEA berechnet.

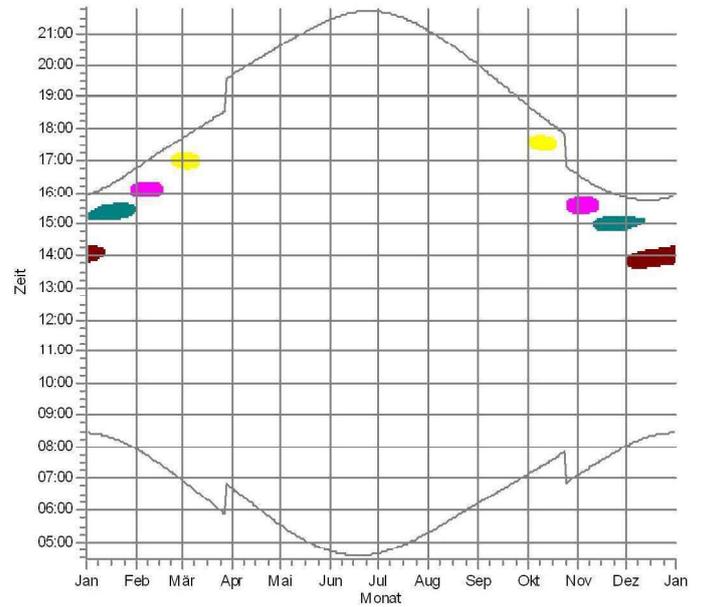
SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Zusatz-/Gesamtbelastung (8 WKA Antrag)

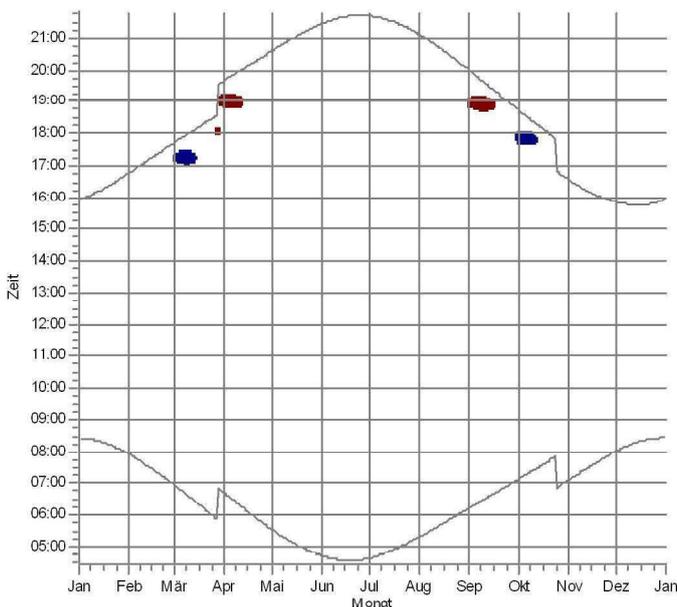
A: Schmatzin, Frei im Felde Nr.3 (WBB im Außenbereich)



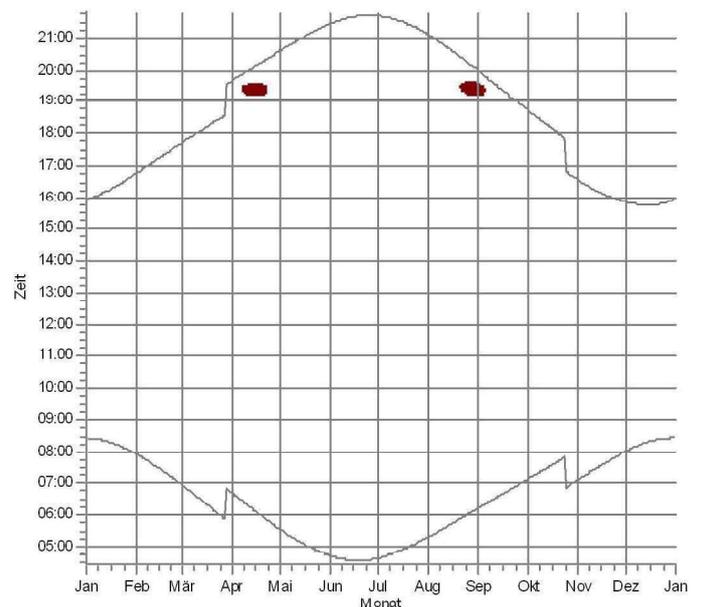
B: Schmatzin, Frei im Felde Nr.2 (WBB im Außenbereich)



C: Schmatzin, Dorfstraße 22a



C02: Schmatzin, Dorfstr. 36



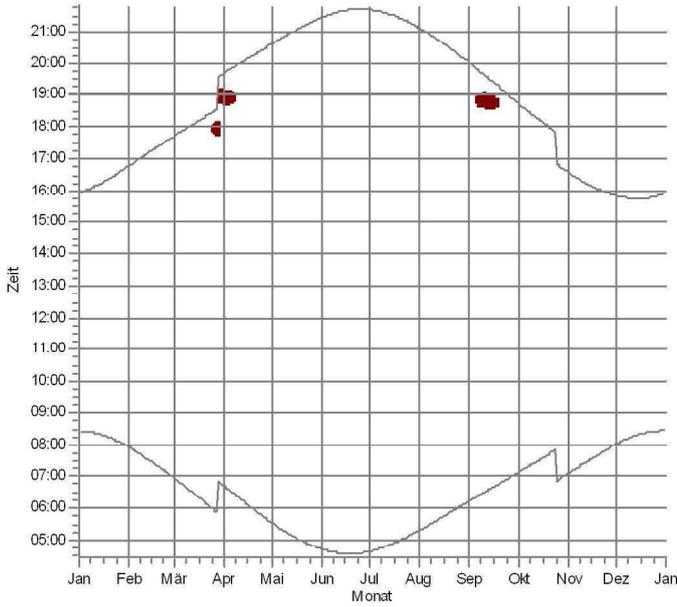
WEA

	PT S1: GE WIND ENERGY 5,5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (369)
	PT S2: GE WIND ENERGY 5,5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (370)
	PT S3: GE WIND ENERGY 5,5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (371)
	PT S4: GE WIND ENERGY 5,5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (372)
	PT S5: GE WIND ENERGY 5,5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (373)
	PT S6: GE WIND ENERGY 5,5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (374)
	PT S7: GE WIND ENERGY 5,5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (375)
	PT S8: GE WIND ENERGY 5,5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (376)

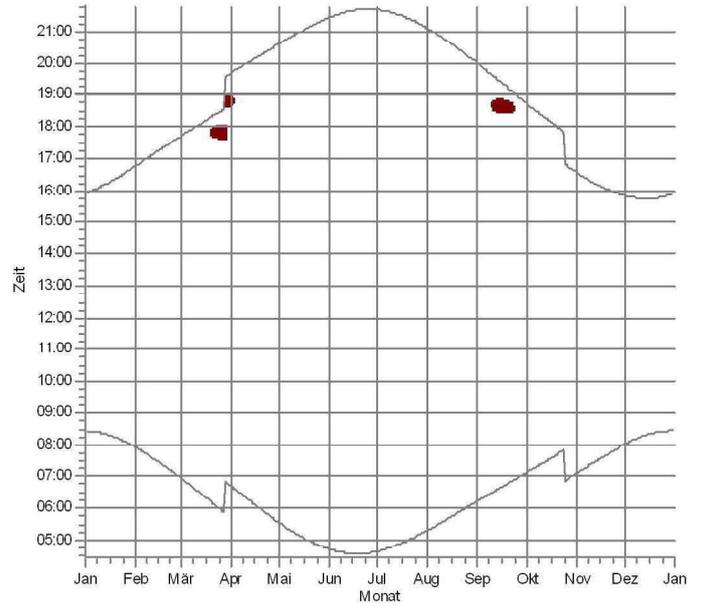
SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Zusatz-/Gesamtbelastung (8 WKA Antrag)

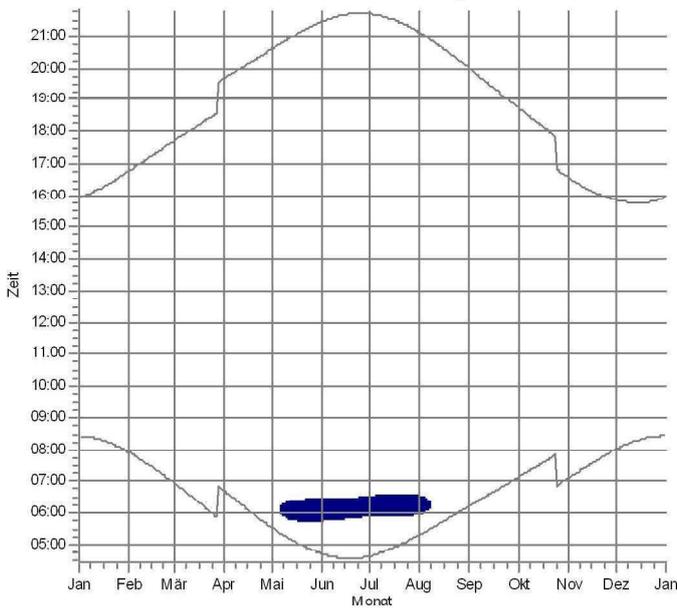
C03: Schatzlin, Dorfstr. 21



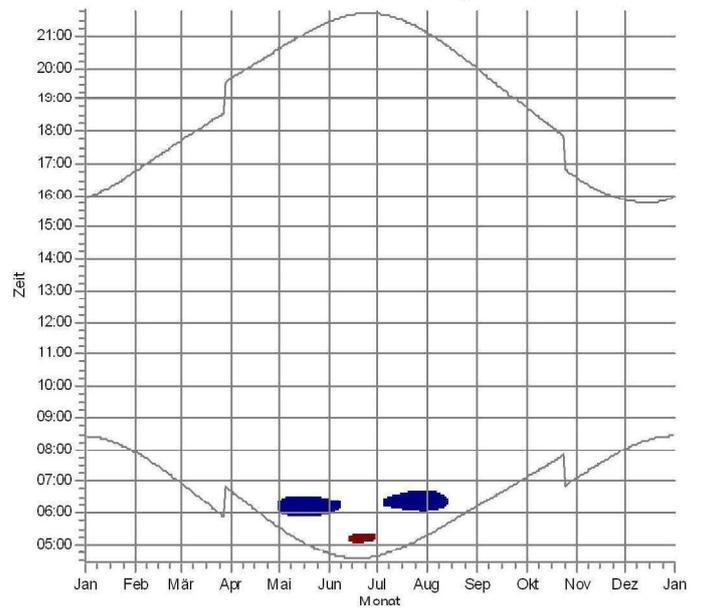
C04: Schatzlin, Dorfstr. 22a



D: Lüssow, Schatzliner Weg 6



E: Lüssow, Schatzliner Weg 9



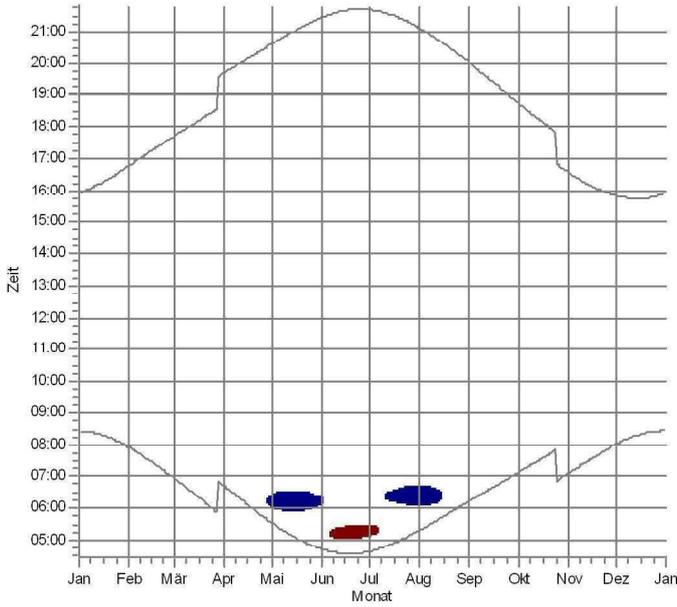
WEA

- PT S7: GE WIND ENERGY 5,5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (375)
- PT S8: GE WIND ENERGY 5,5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (376)

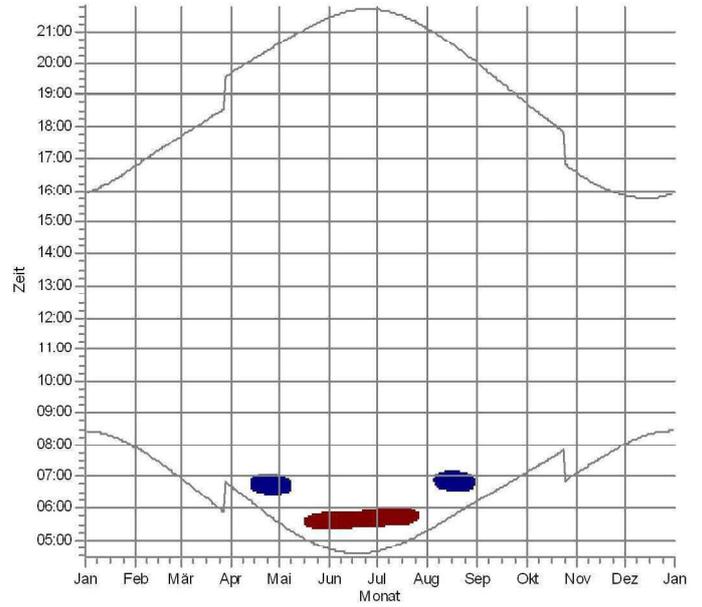
SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Zusatz-/Gesamtbelastung (8 WKA Antrag)

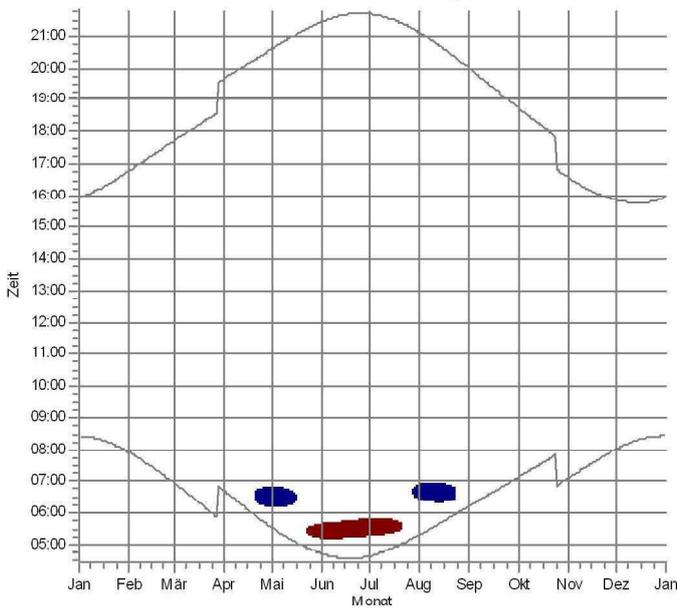
E02: Lüssow , Schmatziner Weg 10



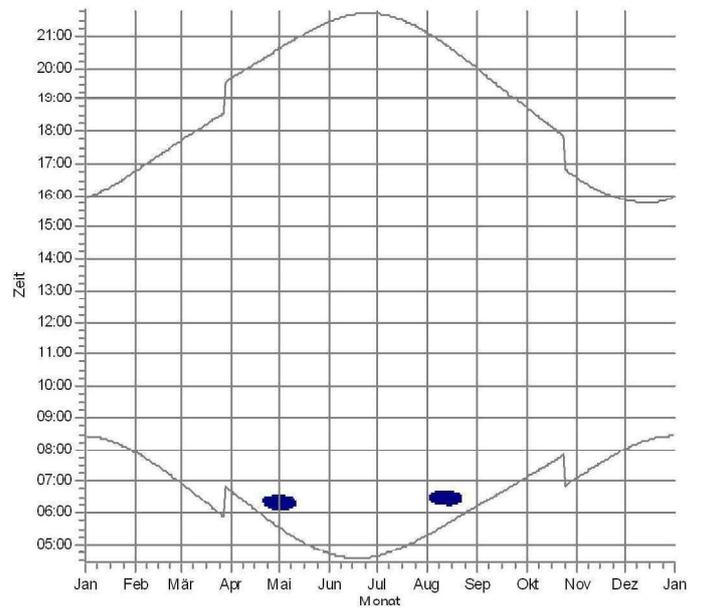
F: Lüssow , Ranziner Weg 6



F02: Lüssow , Ranziner Weg 4



G: Lüssow , Hof 1



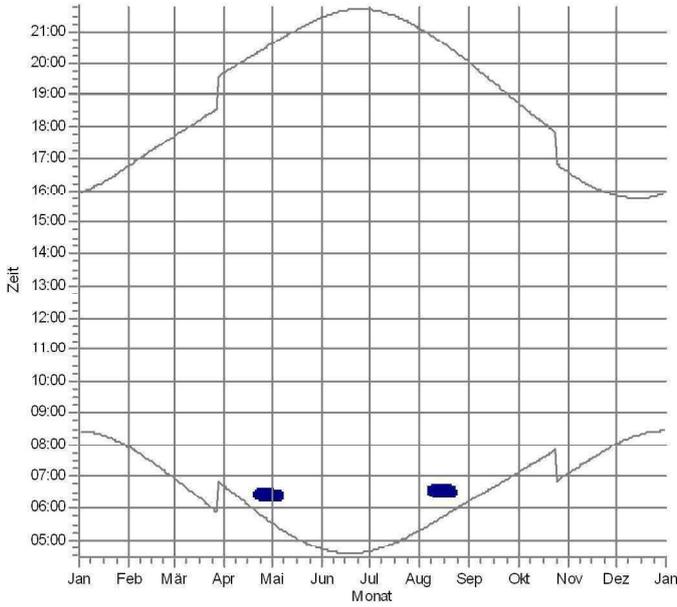
WEA

- PT S7: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (375)
- PT S8: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (376)

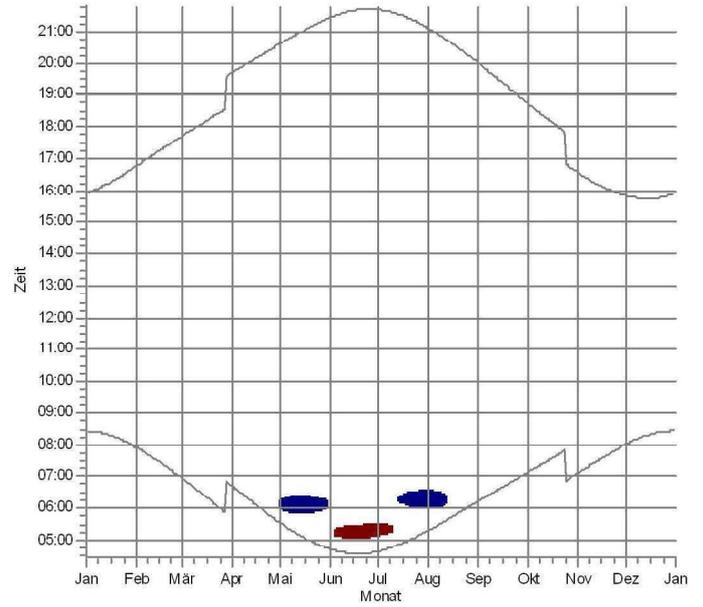
SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Zusatz-/Gesamtbelastung (8 WKA Antrag)

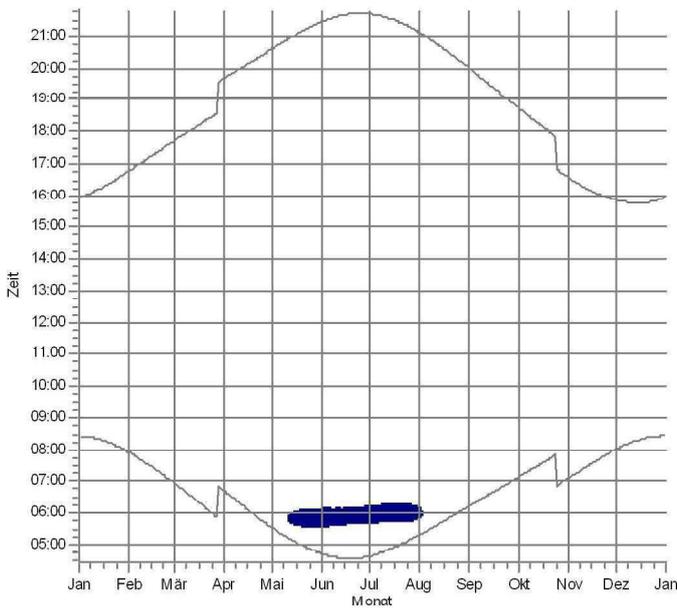
G02: Lüssow , Hof 2



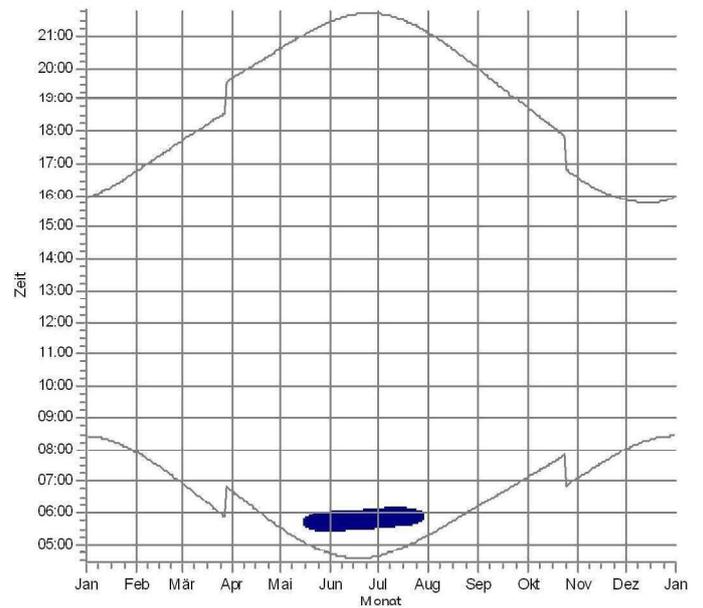
G03: Lüssow , Anklamer Str. 1



G04: Lüssow , Anklamer Str. 3



G05: Lüssow , Anklamer Str. 4



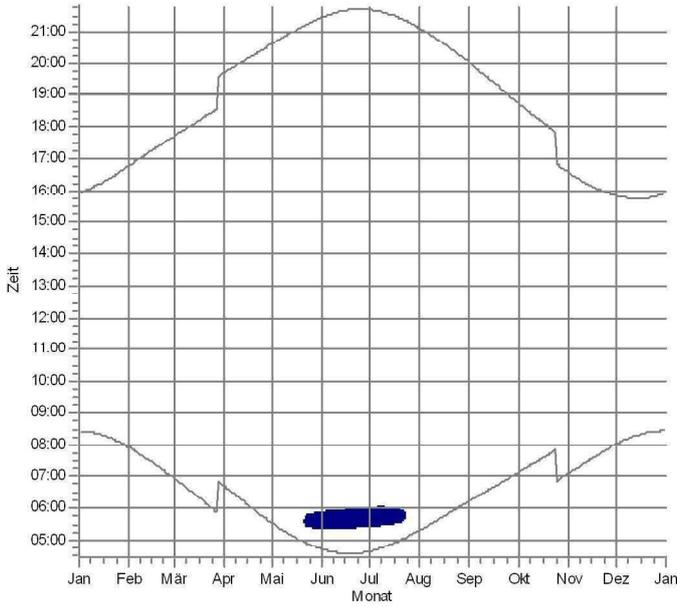
WEA

- PT S7: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (375)
- PT S8: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (376)

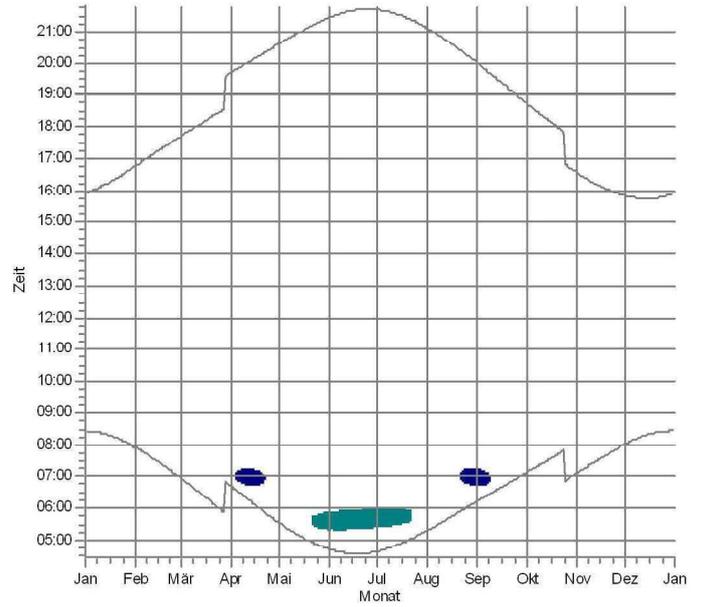
SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Zusatz-/Gesamtbelastung (8 WKA Antrag)

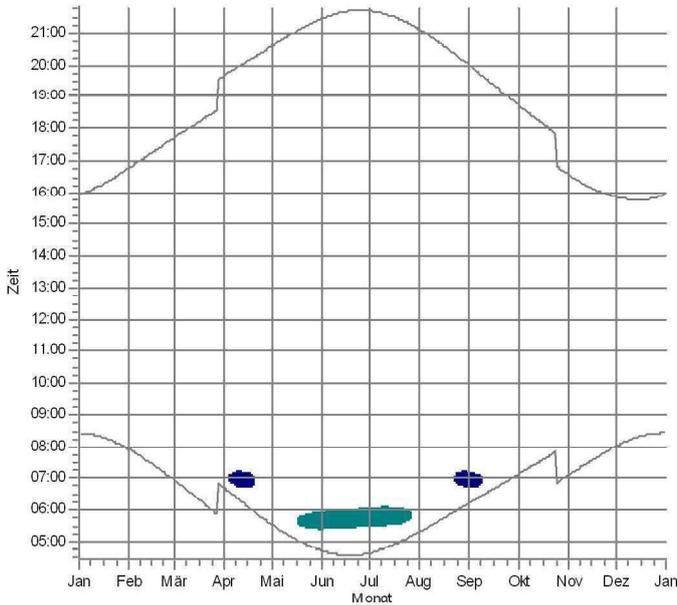
G06: Lüssow , Anklamer Str. 5



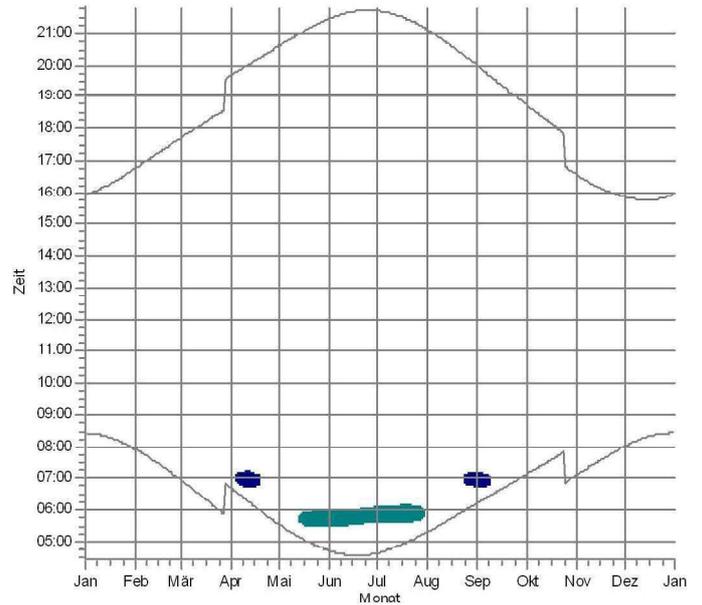
H: Lüssow , Glödenhofer Weg 6a



H02: Lüssow , Glödenhofer Weg 5



I: Lüssow , Glödenhofer Weg 4



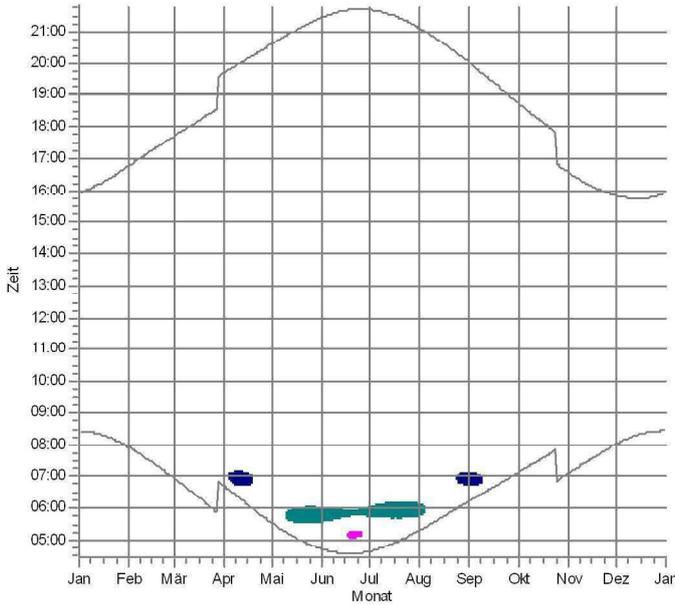
WEA

- PT S6: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (374)
- PT S7: GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (375)

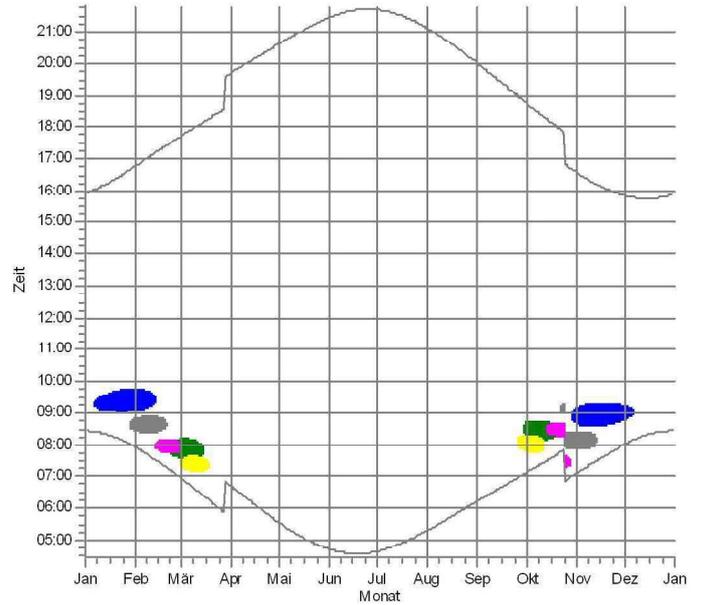
SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Zusatz-/Gesamtbelastung (8 WKA Antrag)

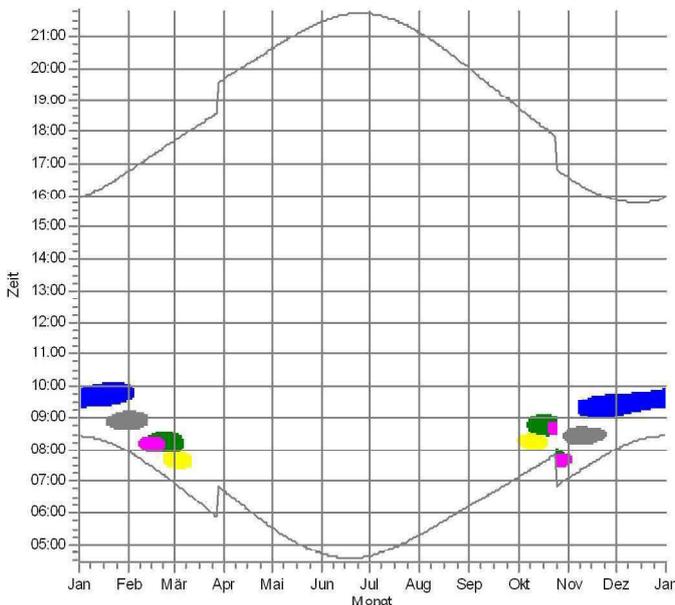
J: Lüssow , Glödenhofer Weg 1



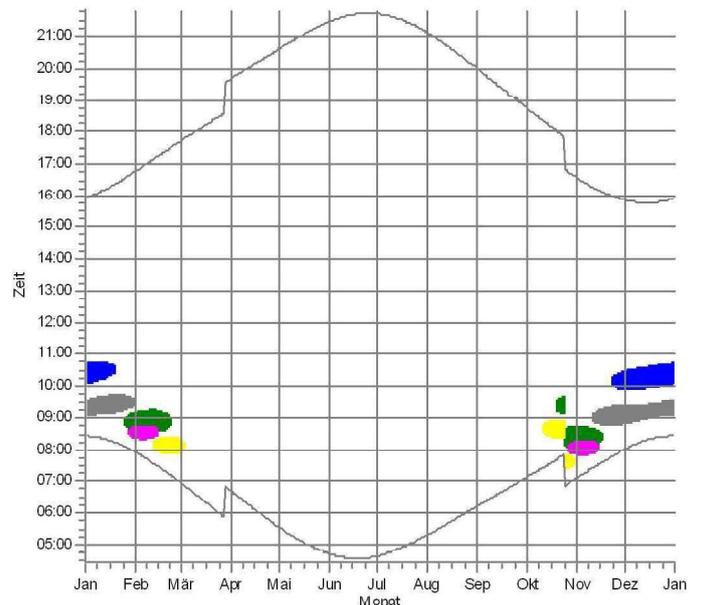
K: Glödenhof, Dorfstraße 19



L: Glödenhof, Dorfstraße 18



M: Glödenhof, Dorfstraße 13



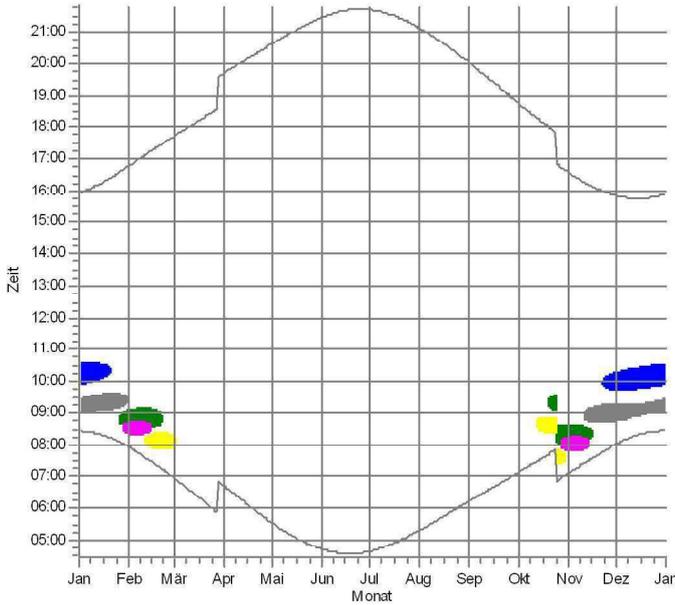
WEA

- PT S1: GE WIND ENERGY 5,5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (369)
- PT S2: GE WIND ENERGY 5,5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (370)
- PT S3: GE WIND ENERGY 5,5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (371)
- PT S4: GE WIND ENERGY 5,5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (372)
- PT S5: GE WIND ENERGY 5,5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (373)
- PT S6: GE WIND ENERGY 5,5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (374)
- PT S7: GE WIND ENERGY 5,5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (375)

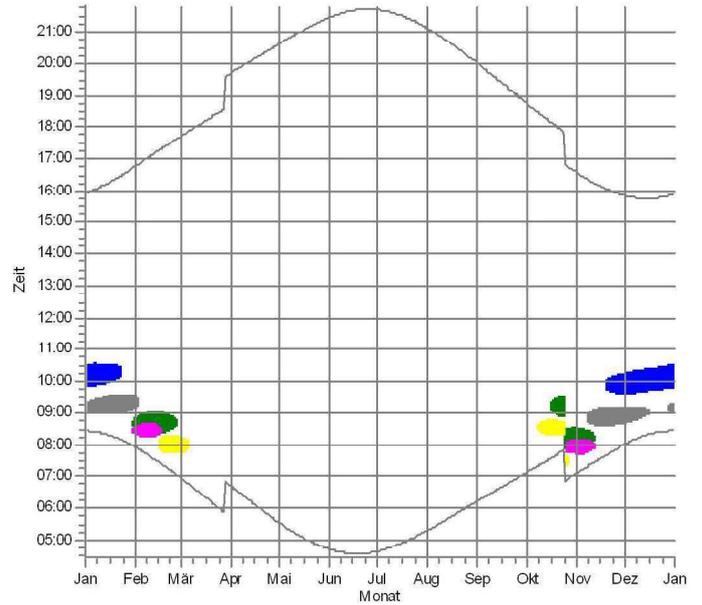
SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Zusatz-/Gesamtbelastung (8 WKA Antrag)

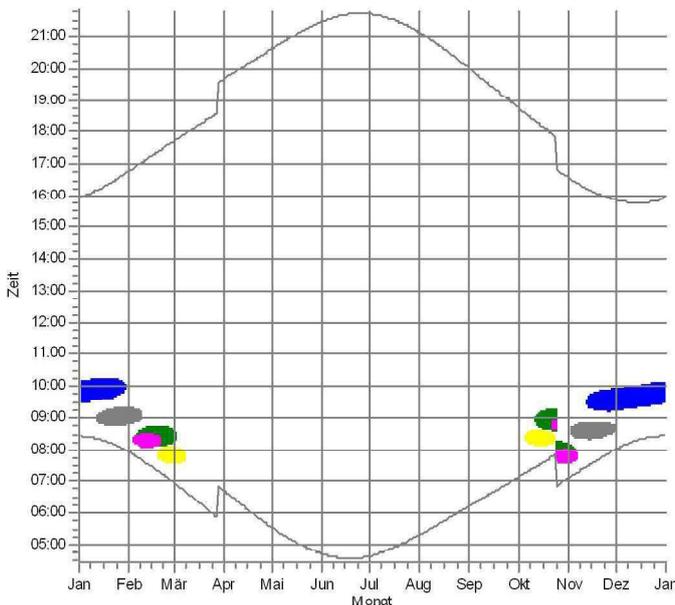
M02: Glödenhof, Dorfstr. 8



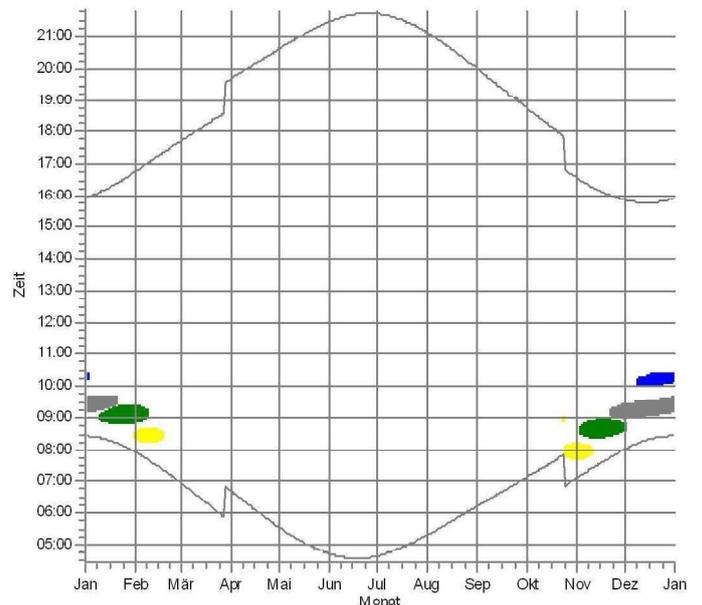
M03: Glödenhof, Dorfstr. 15



M04: Glödenhof, Dorfstr. 17



N: Glödenhof, Dorfstraße 1

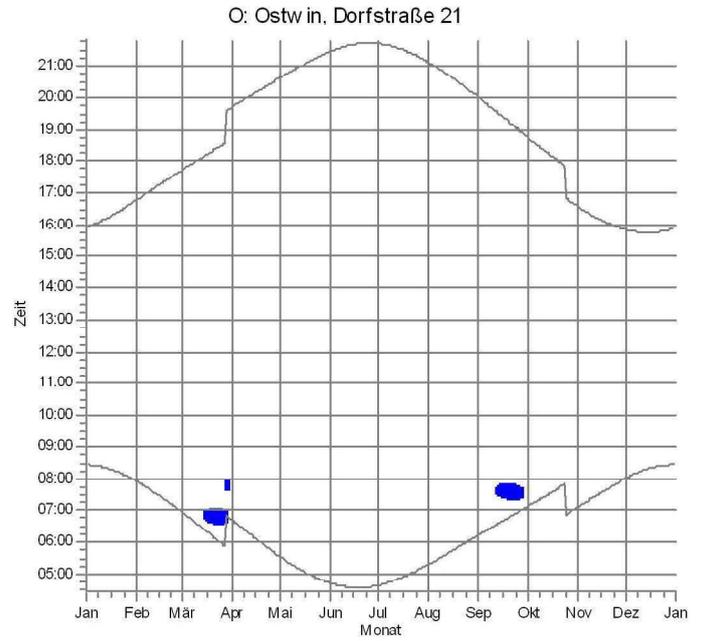
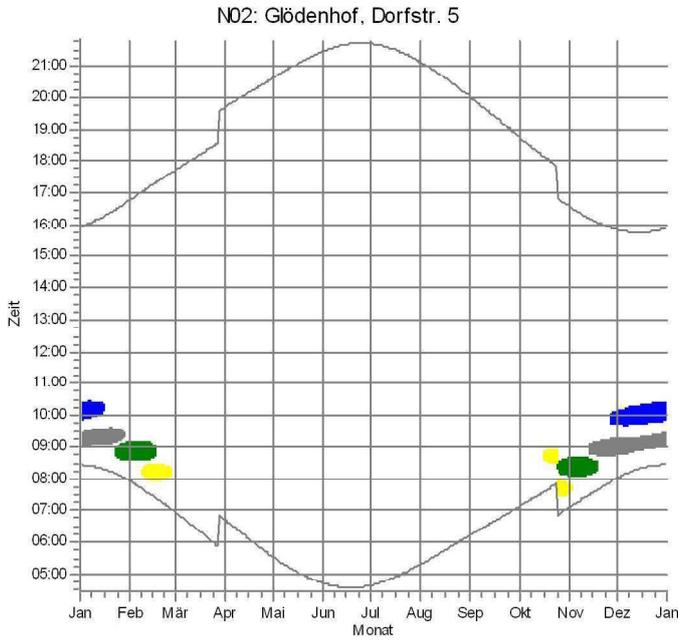


WEA

- PT S1: GE WIND ENERGY 5,5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (369)
- PT S2: GE WIND ENERGY 5,5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (370)
- PT S3: GE WIND ENERGY 5,5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (371)
- PT S4: GE WIND ENERGY 5,5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (372)
- PT S5: GE WIND ENERGY 5,5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (373)

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Zusatz-/Gesamtbelastung (8 WKA Antrag)

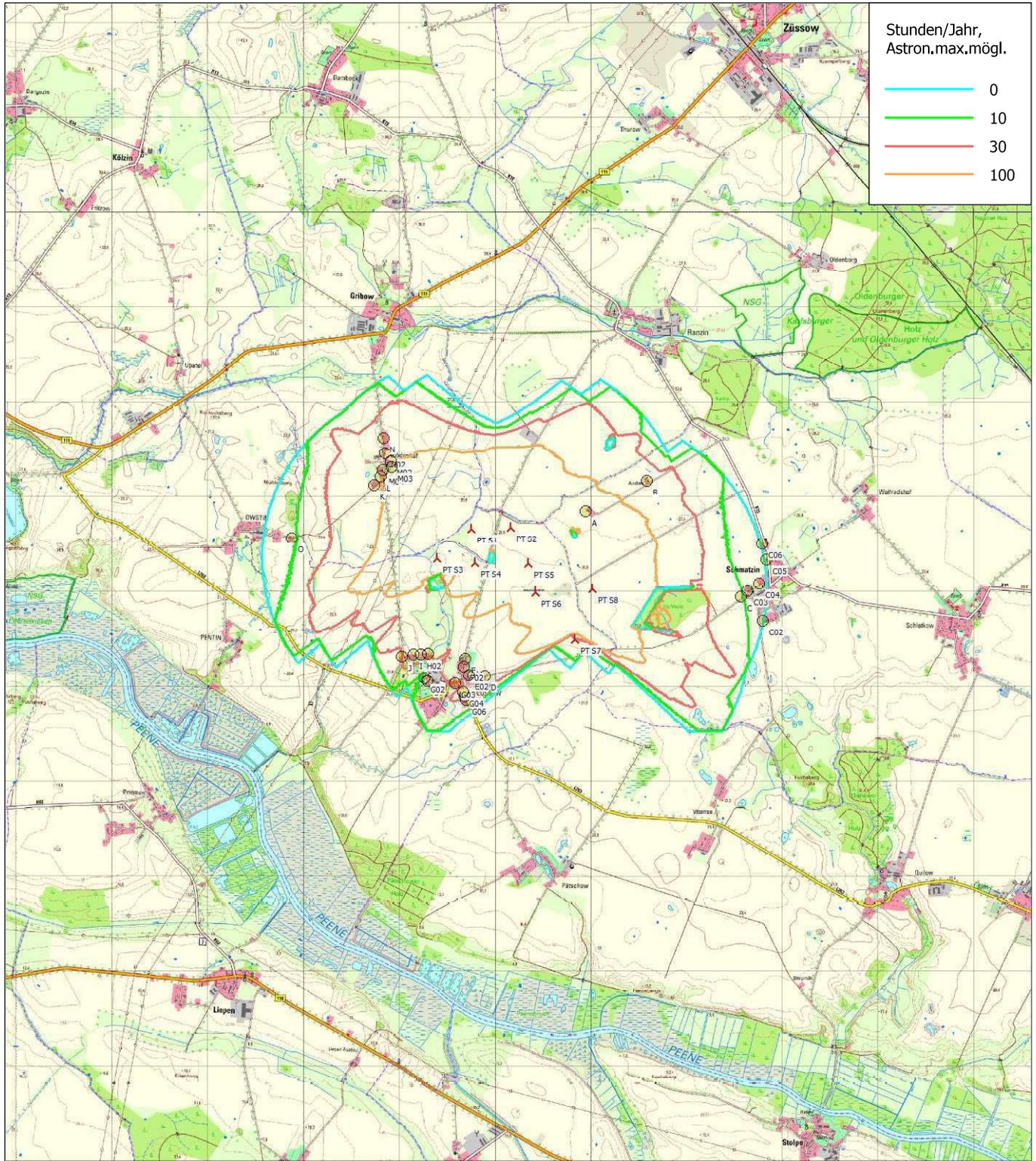


WEA

- PT S1: GE WIND ENERGY 5,5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (369)
- PT S2: GE WIND ENERGY 5,5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (370)
- PT S3: GE WIND ENERGY 5,5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (371)
- PT S4: GE WIND ENERGY 5,5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (372)

SHADOW - Karte

Berechnung: Zusatz-/Gesamtbelastung (8 WKA Antrag)



0 1 2 3 4 km

Karte: TK25 , Maßstab 1:60.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 402.251 Nord: 5.976.066

Neue WEA

Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: PT SZ 34 Schmatzin AEP-Progn_05_plw_EMDGrid_0.wpg (5)

Zeitschritt: 2 Minuten, Schrittweite: 3 Tag(e), Kartenauflösung: 10 m, Sichtbarkeit Auflösung: 5 m, Augenhöhe: 1,5 m

Projekt:

Schmatzin (PT SZ 34 Schmatzin AEP-Progn_16_rkri)

Lizenzierter Anwender:

Enertrag Energiedienst GmbH

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

Berechnet:

01.03.2022 15:26/3.5.576

SHADOW - Karte

Berechnung: Zusatz-/Gesamtbelastung (8 WKA Antrag)



0 1 2 3 4 km

Karte: TK25 , Maßstab 1:60.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 402.251 Nord: 5.976.066

Neue WEA

Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: PT SZ 34 Schmatzin AEP-Progn_05_plw_EMDGrid_0.wpg (5)

Zeitschritt: 2 Minuten, Schrittweite: 3 Tag(e), Kartenauflösung: 10 m, Sichtbarkeit Auflösung: 5 m, Augenhöhe: 1,5 m

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Abschaltplan

Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

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

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) []
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1,55 2,36 3,87 6,27 7,87 7,40 7,94 7,03 5,17 3,68 1,73 1,26

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:
DE PT SZ Wind DEWI 18.07.2017

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
329 514 691 590 489 455 716 1.188 1.508 1.061 556 337 8.432
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Schattenabschaltung für spez. WEA

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

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



Neue WEA

Maßstab 1:100,000

Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller					Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
PT S1	401.754	5.976.657	23,8	GE WIND EN...	Nein	GE WIND ENERGY	5,5-158 Thrust 665-5.500	5,500	158,0	161,0	1.816	0,0
PT S2	402.161	5.976.669	25,7	GE WIND EN...	Nein	GE WIND ENERGY	5,5-158 Thrust 665-5.500	5,500	158,0	161,0	1.816	0,0
PT S3	401.391	5.976.347	22,5	GE WIND EN...	Nein	GE WIND ENERGY	5,5-158 Thrust 665-5.500	5,500	158,0	161,0	1.816	0,0
PT S4	401.790	5.976.296	23,0	GE WIND EN...	Nein	GE WIND ENERGY	5,5-158 Thrust 665-5.500	5,500	158,0	161,0	1.816	0,0
PT S5	402.345	5.976.291	25,0	GE WIND EN...	Nein	GE WIND ENERGY	5,5-158 Thrust 665-5.500	5,500	158,0	161,0	1.816	0,0
PT S6	402.421	5.975.984	25,0	GE WIND EN...	Nein	GE WIND ENERGY	5,5-158 Thrust 665-5.500	5,500	158,0	161,0	1.816	0,0
PT S7	402.830	5.975.491	25,5	GE WIND EN...	Nein	GE WIND ENERGY	5,5-158 Thrust 665-5.500	5,500	158,0	161,0	1.816	0,0
PT S8	403.016	5.976.023	26,5	GE WIND EN...	Nein	GE WIND ENERGY	5,5-158 Thrust 665-5.500	5,500	158,0	161,0	1.816	0,0

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
A	Schmatzin, Frei im Felde Nr.3 (WBB im Außenbereich)	402.950	5.976.839	27,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	Schmatzin, Frei im Felde Nr.2 (WBB im Außenbereich)	403.587	5.977.156	27,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	Schmatzin, Dorfstraße 22a	404.571	5.975.939	27,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C02	Schmatzin, Dorfstr. 36	404.795	5.975.686	27,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C03	Schmatzin, Dorfstr. 21	404.636	5.975.999	27,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C04	Schmatzin, Dorfstr. 22a	404.759	5.976.080	27,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C05	Schmatzin, Dorfstr. 40	404.833	5.976.326	26,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C06	Schmatzin, Dorfstr. 43	404.794	5.976.495	25,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	Lüssow, Schmatziner Weg 6	401.893	5.975.104	25,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	Lüssow, Schmatziner Weg 9	401.778	5.975.113	24,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E02	Lüssow, Schmatziner Weg 10	401.728	5.975.107	24,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	Lüssow, Ranziner Weg 6	401.693	5.975.285	23,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F02	Lüssow, Ranziner Weg 4	401.678	5.975.199	23,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	Lüssow, Hof 1	401.293	5.975.047	18,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G02	Lüssow, Hof 2	401.268	5.975.079	18,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G03	Lüssow, Anklamer Str. 1	401.585	5.975.023	21,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G04	Lüssow, Anklamer Str. 3	401.668	5.974.931	21,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G05	Lüssow, Anklamer Str. 4	401.683	5.974.888	20,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G06	Lüssow, Anklamer Str. 5	401.699	5.974.849	19,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Abschaltplan

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
	H Lüssow, Glödenhofer Weg 6a	401.301	5.975.341	20,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H02	Lüssow, Glödenhofer Weg 5	401.228	5.975.334	20,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
	I Lüssow, Glödenhofer Weg 4	401.147	5.975.330	20,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
	J Lüssow, Glödenhofer Weg 1	401.028	5.975.309	20,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
	K Glödenhof, Dorfstraße 19	400.739	5.977.112	22,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
	L Glödenhof, Dorfstraße 18	400.807	5.977.207	22,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
	M Glödenhof, Dorfstraße 13	400.986	5.977.326	25,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M02	Glödenhof, Dorfstr. 8	400.917	5.977.361	25,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M03	Glödenhof, Dorfstr. 15	400.925	5.977.303	25,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M04	Glödenhof, Dorfstr. 17	400.829	5.977.271	23,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
	N Glödenhof, Dorfstraße 1	400.841	5.977.606	25,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N02	Glödenhof, Dorfstr. 5	400.852	5.977.450	25,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
	O Ostwin, Dorfstraße 21	399.881	5.976.559	19,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer				met. wahrsch. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr	Schatten- tage/Jahr	Max.Schatten- dauer/Tag	Vermiedene Stunden pro Jahr	Vermiedene Tage pro Jahr	Stunden/Jahr	Vermiedene Stunden pro Jahr
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	[d/a]	[h/a]	[h/a]
A*	Schmatzin, Frei im Felde Nr.3 (WBB im Außenbereich)	14:20	39	0:29	171:34	174	3:00	28:23
B*	Schmatzin, Frei im Felde Nr.2 (WBB im Außenbereich)	29:02	94	0:25	24:25	51	4:20	3:55
	C Schmatzin, Dorfstraße 22a	15:39	58	0:23			3:45	
C02	Schmatzin, Dorfstr. 36	6:53	29	0:21			1:47	
C03	Schmatzin, Dorfstr. 21	8:15	28	0:23			2:01	
C04	Schmatzin, Dorfstr. 22a	6:53	28	0:21			1:35	
C05	Schmatzin, Dorfstr. 40	0:00	0	0:00			0:00	
C06	Schmatzin, Dorfstr. 43	0:00	0	0:00			0:00	
D*	Lüssow, Schmatziner Weg 6	0:00	0	0:00	50:14	92	0:00	16:02
E*	Lüssow, Schmatziner Weg 9	0:00	0	0:00	34:48	92	0:00	11:15
E02*	Lüssow, Schmatziner Weg 10	1:24	28	0:13	32:34	68	0:26	10:30
F*	Lüssow, Ranziner Weg 6	26:23	69	0:26	20:02	49	8:30	6:02
F02*	Lüssow, Ranziner Weg 4	26:43	108	0:24	14:32		8:28	4:29
G*	Lüssow, Hof 1	6:20	31	0:22	5:01	6	1:56	1:35
G02*	Lüssow, Hof 2	6:39	35	0:17	4:04	1	2:01	1:15
G03*	Lüssow, Anklamer Str. 1	3:00	55	0:09	26:49	39	0:57	8:41
G04*	Lüssow, Anklamer Str. 3	15:26	82	0:13	19:49		4:57	6:23
G05*	Lüssow, Anklamer Str. 4	22:16	72	0:22	9:58		7:08	3:12
G06*	Lüssow, Anklamer Str. 5	25:15	63	0:29	1:46		8:04	0:33
H*	Lüssow, Glödenhofer Weg 6a	7:54	32	0:24	28:34	63	2:13	9:03
H02*	Lüssow, Glödenhofer Weg 5	13:40	99	0:22	24:46	1	4:08	7:51
I*	Lüssow, Glödenhofer Weg 4	19:16	105	0:24	18:58		6:00	6:00
J*	Lüssow, Glödenhofer Weg 1	20:39	105	0:25	10:41	6	6:32	3:23
K*	Glödenhof, Dorfstraße 19	25:29	75	0:28	57:00	65	3:50	7:25
L*	Glödenhof, Dorfstraße 18	13:49	80	0:22	82:11	81	1:52	9:52
M*	Glödenhof, Dorfstraße 13	27:40	124	0:26	79:21	18	3:30	8:37
M02*	Glödenhof, Dorfstr. 8	18:33	124	0:25	78:11	16	2:27	8:25
M03*	Glödenhof, Dorfstr. 15	12:15	93	0:22	88:02	54	1:37	10:02
M04*	Glödenhof, Dorfstr. 17	5:43	64	0:13	87:16	89	0:44	10:18
N*	Glödenhof, Dorfstraße 1	20:33	96	0:29	37:15	21	1:59	3:57
N02*	Glödenhof, Dorfstr. 5	15:14	104	0:24	63:12	28	2:00	6:32
	O Ostwin, Dorfstraße 21	9:24	30	0:24			2:00	

* Rezeptoren, an denen Schattenwurf durch Abschaltung reduziert ist.

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Angehalten wg. Schattenabschaltung		Erwartet
			[h/a]	[h/a]	
PT S1	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (369)	20:51	84:09	2:11	
PT S2	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (370)	28:03	62:54	4:48	
PT S3	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (371)	23:01	115:12	3:21	
PT S4	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (372)	46:27	51:29	6:35	
PT S5	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (373)	17:56	62:14	2:50	

(Fortsetzung nächste Seite)...

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Abschaltplan

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Angehalten wg. Schattenabschaltung [h/a]	Erwartet [h/a]
PT S6	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (374)	33:08	70:58	7:40
PT S7	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (375)	56:13	79:42	16:58
PT S8	GE WIND ENERGY 5.5-158 Thrust 665 5500 158.0 !O! NH: 161,0 m (Ges:240,0 m) (376)	55:53	60:44	16:22

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

Die Berechnung der Gesamtsumme für einen Rezeptor arbeitet mit einer gemittelten Richtungskorrektur für alle WEA, die an einem gegebenen Tag zur Beschattung beitragen. Wenn der Schattenwurf durch mehrere WEA an einem Tag nicht gleichzeitig stattfindet, kann die so ermittelte Summe geringfügig von der Summe der Beschattungszeiten abweichen, die für die individuellen WEA berechnet werden.

Projekt:

Schmatzin (PT SZ 34 Schmatzin AEP-Progn_16_rkri)

Lizenzierter Anwender:

Enertrag Energiedienst GmbH

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

Berechnet:

01.03.2022 15:27/3.5.576

SHADOW - Schattenabschaltung: WEA-/Rezeptor-Tabelle

Berechnung: Abschaltplan

	A	B	C	C02	C03	C04	C05	C06	D	E	E02	F	F02	G	G02	G03	G04	G05	G06	H	H02	I	J	K	L	M	M02	M03	M04	N	N02	O		
PT S1	X																							X	X	X		X						
PT S2	X	X																												X	X			
PT S3	X																								X	X		X						
PT S4																										X			X					
PT S5	X																								X	X		X						
PT S6	X																				X													
PT S7									X	X			X																					
PT S8	X	X																																