

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

**Kurzbezeichnung** Schattenwurfanalyse Windfeld Schmatzin  
:

**Berichts-Nr.:** PT SZ 32 BImSch Rev.0.0

**Datum:** 03.04.2020



---

**Erstellt:** Dipl.-Ing. Robert Kreibitz

---

**Geprüft:** BSc. Johannes Wischnewski

Projekthistorie

Berichtsnummer	Datum	Kurzbezeichnung	Änderung
PT SZ 32 BImSch Rev.0.0	03.04.2020	Schattenwurfgutachten Windfeld Schmatzin	Erstgutachten

## Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung /Aufgabenstellung.....	2
2 Schattenwurf von WKA .....	3
2.1 Einfluss des Sonnenstandes.....	3
2.2 Einfluss der Bewölkung .....	4
2.3 Einfluss der Windrichtung.....	4
2.4 Meteorologisch wahrscheinlicher Schattenwurf.....	4
3 Berechnung der Schattenwurfdauer.....	5
3.1 Richtlinien .....	5
3.2 Kernschatten / Halbschatten.....	5
3.3 Beschreibung der Immissionsorte und der WKA.....	6
3.4 Berechnung und Bewertung der Schattenwurfdauer .....	7
4 Ergebnis.....	8
Vorbelastung.....	8
Zusatzbelastung/Gesamtbelastung.....	8
5 Gesamtbeurteilung.....	9
6 Gewähr .....	9

## **Anlagen**

- **A1** Berechnungsergebnisse WindPRO SHADOW

Berechnungsergebnisse Zusatzbelastung/Gesamtbelastung

Hauptergebnis

Grafischer Kalender (je Immissionsort)

Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Stunden pro Jahr

Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Minuten pro Tag

Abschaltplan Zusatzbelastung/Gesamtbelastung

Berechnungsergebnisse Gesamtbelastung meteorologisch wahrscheinlich

## **Richtlinien & Gesetze**

- Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise), Stand 13.03.2002

## 1 Einleitung /Aufgabenstellung

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.

Inhalt des vorliegenden Gutachtens ist die Prüfung, ob der Betrieb dieser acht WKA zu Überschreitungen der maximal zulässigen Schattenwurfzeiten führen kann.

Die hier vorliegende Betrachtung prognostiziert die maximal mögliche Schattenwurfdauer an den einzelnen relevanten Immissionsorten (IO) rund um die hier beantragten acht WKA.

Die Berechnung der theoretisch maximalen Schattenwurfdauer für insgesamt acht WKA erfolgt als Linien gleicher Schattenwurfdauer und für die einzelnen Immissionsorte (Rezeptoren, siehe Berechnungsauszüge aus WindPRO SHADOW in der Anlage).

Grundlage und Voraussetzungen der Berechnung sind:

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

Die Koordinatenangaben erfolgen im vorliegenden Gutachten unter Bezug auf das Referenzsystem UTM WGS84. Sofern Koordinatenangaben in anderen System bereitgestellt oder übermittelt wurden, sind diese in das System UTM WGS84 transformiert worden.

## 2 Schattenwurf von WKA

Die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) hat festgelegt, dass man von Sonnenschein spricht, wenn die Bestrahlungsstärke der direkten Sonnenstrahlung mindestens  $120 \text{ W/m}^2$  beträgt.

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 Ablendung 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 getrüben 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  $120 \text{ W/m}^2$  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.

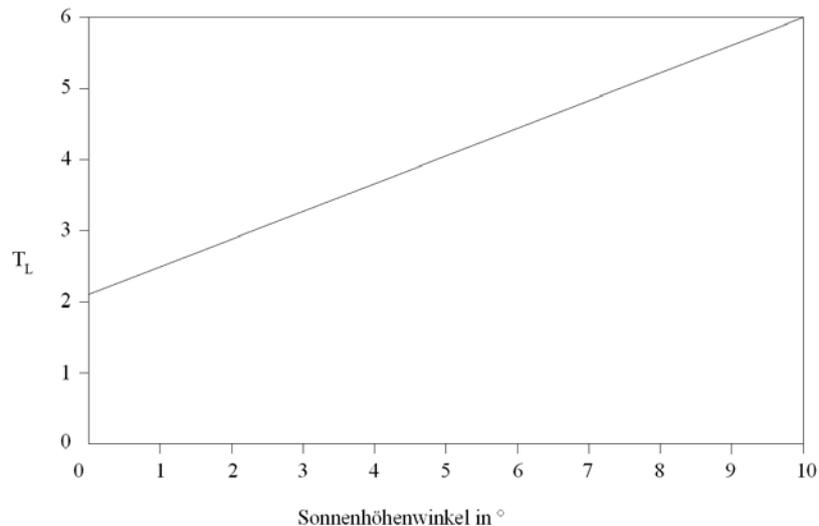


Abbildung 1: Reduktion der direkten Sonneneinstrahlung auf 120 W/m<sup>2</sup> in Abhängigkeit vom Sonnenhöhenwinkel und Linke-Trübungsfaktor

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/m<sup>2</sup> 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 ca. 20 km entfernten DWD Wetterstation Greifswald ermittelt worden, bei der er 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 Blattiefe), 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  $\alpha_{RB}$  = vom Rotorblatt eingenommener Winkel  
 $\alpha_S$  = 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

Es sollen insgesamt 8 WKA betrachtet werden. In der Berechnung werden die umliegenden Wohnbebauungen im Einwirkungsbereich rund um die geplanten Standorte betrachtet.

Bereits existierende oder im Genehmigungsverfahren befindliche WKA, welche als Vorbelastung berücksichtigt werden müssen, existieren nicht im relevanten Umfeld der hier beantragten WKA.

Die Koordinatenangaben erfolgen im vorliegenden Gutachten unter Bezug auf das Referenzsystem UTM WGS84. Sofern Koordinatenangaben in anderen System bereitgestellt oder übermittelt wurden, sind diese in das System UTM WGS84 transformiert worden.

Tabelle 3: Standorte der beantragten WKA

Anlagen Bez.	UTM Koordinaten WGS 84 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	401.781	5.976.283	GE 5.5-158	161,0	-
PT S5	402.345	5.976.291	GE 5.5-158	161,0	-
PT S6	402.573	5.975.856	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]	Rotordurchmesser [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:

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 WGS 84 Zone 33N	
		Ost	Nord
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
D	Lüssow, Schmatzinder Weg 6	401.893	5.975.104
E	Lüssow, Schmatzinder Weg 9	401.778	5.975.113
F	Lüssow, Ranziner Weg 6	401.693	5.975.285
G	Lüssow, Hof 1	401.293	5.975.047
H	Lüssow, Glödenhofer Weg 6a	401.301	5.975.341
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
N	Glödenhof, Dorfstraße 1	400.841	5.977.606
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 Jahresstunden 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**

Eine Betrachtung der Vorbelastung entfällt in dem hier vorliegenden Gutachten. Im relevanten Umfeld der betrachteten Immissionsorte, auf welche die hier geplanten WKA einwirken, existieren keine weitere WKA, welche als Vorbelastung berücksichtigt werden können.

### **Zusatzbelastung/Gesamtbelastung**

Da keine Vorbelastung untersucht werden kann, ist die Zusatzbelastung in diesem Fall gleich der Gesamtbelastung.

Durch die acht beantragten Windkraftanlagen in den Gemarkungen Lüssow und Schmatzin kann es zu folgenden theoretisch maximal möglichen Schattenwurfauern an den einzelnen Immissionspunkten kommen:

Tabelle 6: Ergebnisse der Schattenwurfberechnung – Zusatzbelastung

Bez. IO	Lagebeschreibung / Adresse	Schattenwurf Gesamtdauer pro Jahr	Mittlere Schattendauer Maximum pro Tag
		[Std/Jahr]	[Std/Tag]
A	Schmatzin, Frei im Felde Nr.3	162:12	01:19
B	Schmatzin, Frei im Felde Nr.2	56:22	00:50
C	Schmatzin, Dorfstraße 22a	15:39	00:23
D	Lüssow, Schmatzinder Weg 6	50:15	00:38
E	Lüssow, Schmatzinder Weg 9	34:46	00:34
F	Lüssow, Ranziner Weg 6	49:22	00:32
G	Lüssow, Hof 1	28:50	00:25
H	Lüssow, Glödenhofer Weg 6a	32:00	00:28
I	Lüssow, Glödenhofer Weg 4	23:08	00:25
J	Lüssow, Glödenhofer Weg 1	19:34	00:23
K	Glödenhof, Dorfstraße 19	82:40	01:01
L	Glödenhof, Dorfstraße 18	96:34	00:59
M	Glödenhof, Dorfstraße 13	106:52	01:01
N	Glödenhof, Dorfstraße 1	56:54	00:41
O	Ostwin, Dorfstraße 21	09:24	00:24

Durch die beantragen WKA wird an allen Immissionsorten Schattenwurf hervorgerufen. Dabei kommt es an insgesamt zehn Immissionsorten zu Überschreitungen der maximal

zulässigen Richtwerte.

Die maximale Belastung tritt mit theoretischen 162:12 Stunden Gesamtschattendauer pro Jahr am IO A in Schmatzin (Außenbereich) auf.

Die beantragten WKA müssen daher mit einer Abschaltautomatik ausgestattet bzw. gesteuert werden, um eine Überschreitung der gesetzlichen Grenzwerte der zulässigen Beschattungszeiten auszuschließen.

## **5 Gesamtbeurteilung**

Durch die beantragten acht WKA wird in den Ortschaften Lüssow und Glödenhof Schattenwurf verursacht.

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 im Windfeld Schmatzin“ bei Beachtung der oben gemachten Hinweise zum Einsatz einer Abschaltautomatik in allen beantragten WKA keine Bedenken.

## **6 Gewähr**

Es wird versichert, dass die vorliegenden Ermittlungen unparteiisch, gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik und nach bestem Wissen und Gewissen durchgeführt wurden.

# **ANLAGE**

## **Berechnungsergebnisse WindPRO SHADOW**

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung/Gesamtbelastung (8 WKA Antrag)

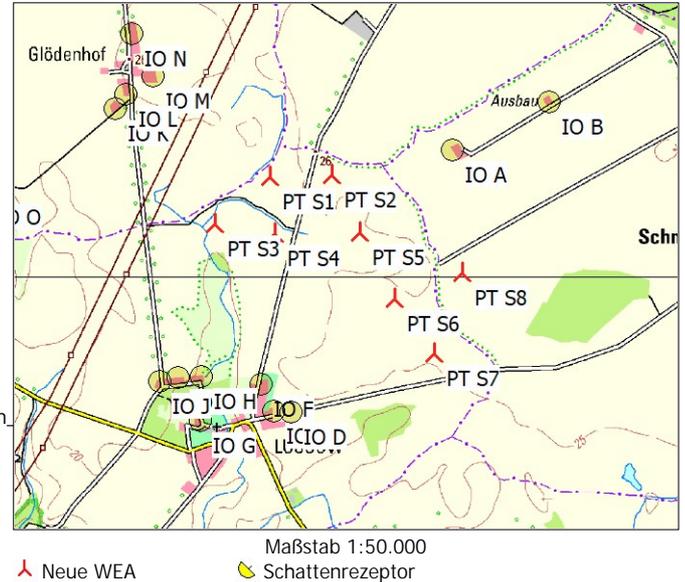
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

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

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der  
Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf  
den folgenden Annahmen:  
Verwendete Höhenlinien: Höhenraster-Objekt: PT SZ 34 Schmatzin AEP-Progn  
Hindernisse in Berechnung nicht verwendet  
Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m  
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:  
UTM WGS84 Zone: 33



### WEA

	X(Ost)	Y(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	PT S1	Ja	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	PT S2	Ja	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	PT S3	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 665-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	0,0
PT S4	401.781	5.976.283	22,9	PT S4	Ja	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	PT S5	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 665-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	0,0
PT S6	402.573	5.975.856	25,0	PT S6	Ja	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	PT S7	Ja	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	PT S8	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 665-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	0,0

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IO A	Schmatzin, Frei im Felde Nr.3 (WBB im Außenbereich)	402.950	5.976.839	27,5	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO B	Schmatzin, Frei im Felde Nr.2 (WBB im Außenbereich)	403.587	5.977.156	27,5	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO C	Schmatzin, Dorfstraße 22a	404.571	5.975.939	27,5	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO D	Lüssow, Schmatzinder Weg 6	401.893	5.975.104	25,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO E	Lüssow, Schmatzinder Weg 9	401.778	5.975.113	24,6	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO F	Lüssow, Ranziner Weg 6	401.693	5.975.285	23,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO G	Lüssow, Hof 1	401.293	5.975.047	18,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO H	Lüssow, Glödenhofer Weg 6a	401.301	5.975.341	20,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO I	Lüssow, Glödenhofer Weg 4	401.147	5.975.330	20,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO J	Lüssow, Glödenhofer Weg 1	401.028	5.975.309	20,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO K	Glödenhof, Dorfstraße 19	400.739	5.977.112	22,5	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO L	Glödenhof, Dorfstraße 18	400.807	5.977.207	22,7	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO M	Glödenhof, Dorfstraße 13	400.986	5.977.326	25,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO N	Glödenhof, Dorfstraße 1	400.841	5.977.606	25,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO O	Ostwin, Dorfstraße 21	399.881	5.976.559	19,2	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung/Gesamtbelastung (8 WKA Antrag)

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
IO A	Schmatzin, Frei im Felde Nr.3 (WBB im Außenbereich)	162:12	211	1:19
IO B	Schmatzin, Frei im Felde Nr.2 (WBB im Außenbereich)	56:22	125	0:50
IO C	Schmatzin, Dorfstraße 22a	15:39	58	0:23
IO D	Lüssow, Schmatzinder Weg 6	50:15	92	0:38
IO E	Lüssow, Schmatzinder Weg 9	34:46	92	0:34
IO F	Lüssow, Ranziner Weg 6	49:22	118	0:32
IO G	Lüssow, Hof 1	28:50	87	0:25
IO H	Lüssow, Glödenhofer Weg 6a	32:00	96	0:28
IO I	Lüssow, Glödenhofer Weg 4	23:08	74	0:25
IO J	Lüssow, Glödenhofer Weg 1	19:34	75	0:23
IO K	Glödenhof, Dorfstraße 19	82:40	140	1:01
IO L	Glödenhof, Dorfstraße 18	96:34	161	0:59
IO M	Glödenhof, Dorfstraße 13	106:52	142	1:01
IO N	Glödenhof, Dorfstraße 1	56:54	117	0:41
IO O	Ostwin, Dorfstraße 21	9:24	30	0:24

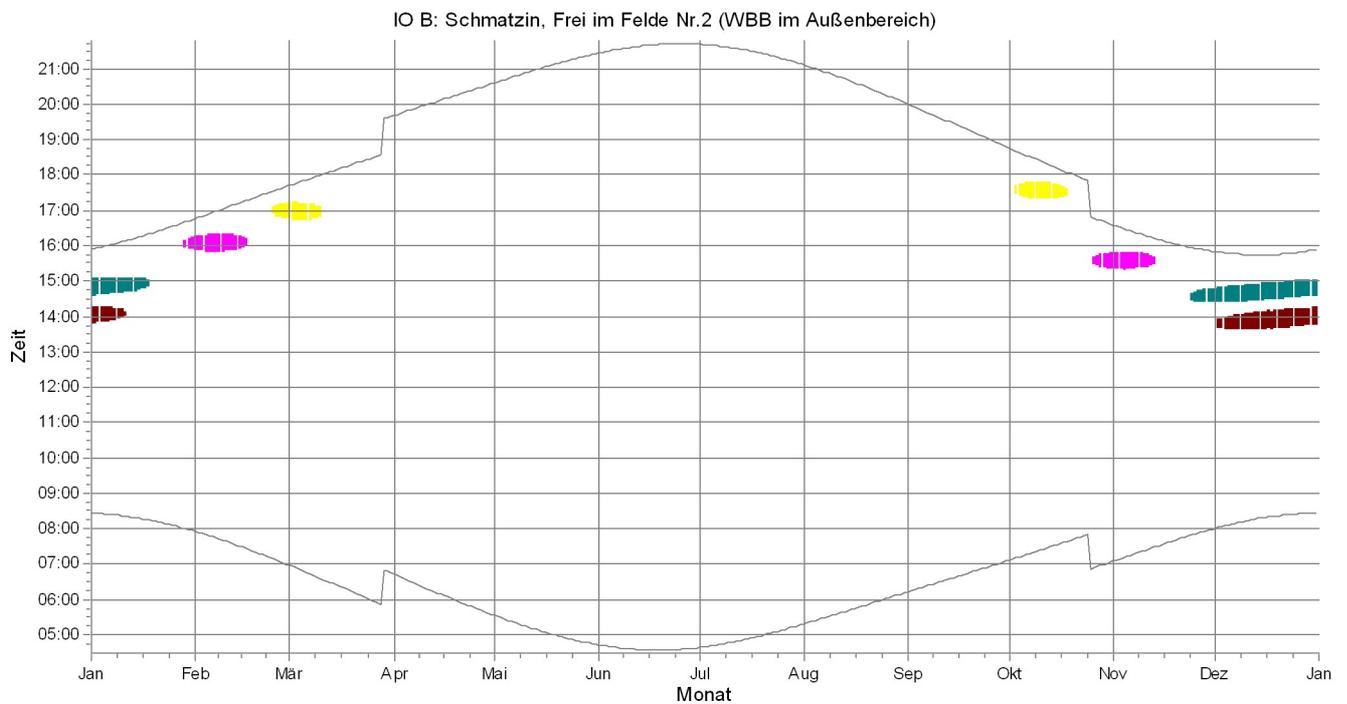
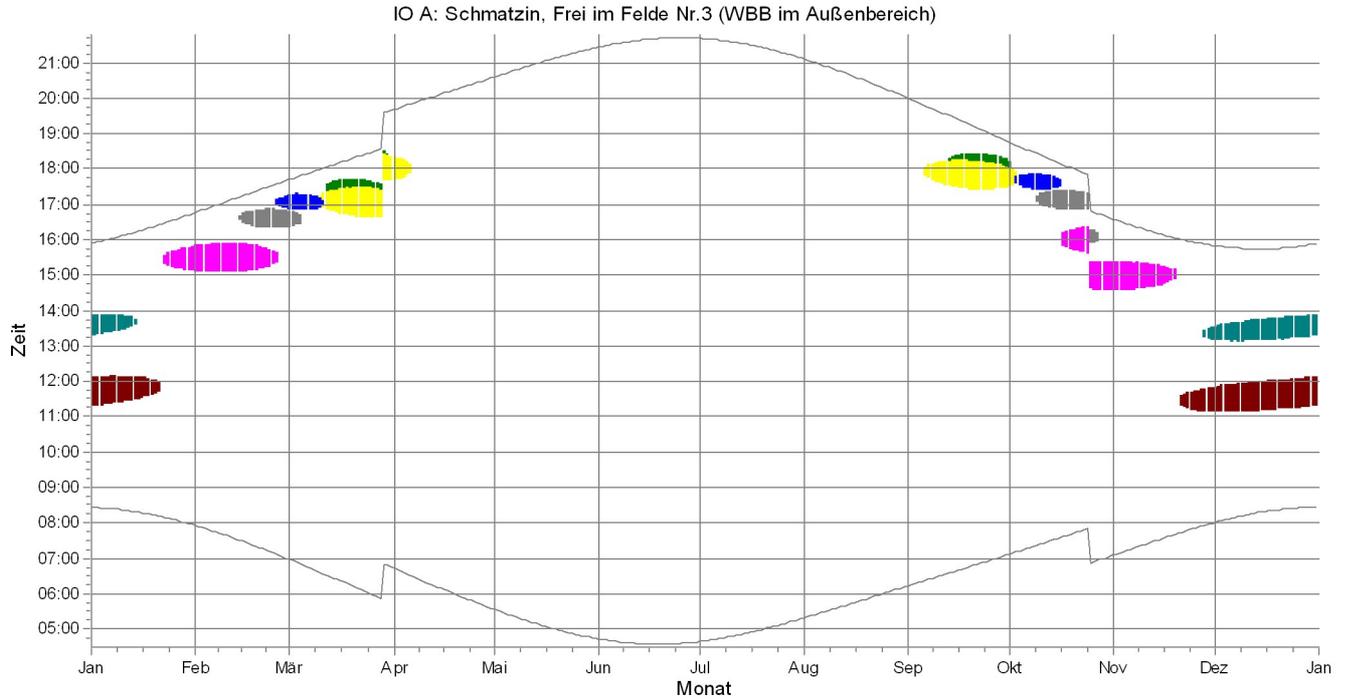
Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
PT S1	PT S1	91:28
PT S2	PT S2	84:02
PT S3	PT S3	119:29
PT S4	PT S4	80:53
PT S5	PT S5	76:06
PT S6	PT S6	86:55
PT S7	PT S7	100:49
PT S8	PT S8	91:48

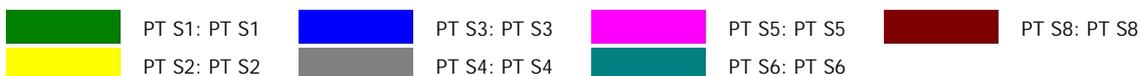
Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

## SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Zusatzbelastung/Gesamtbelastung (8 WKA Antrag)

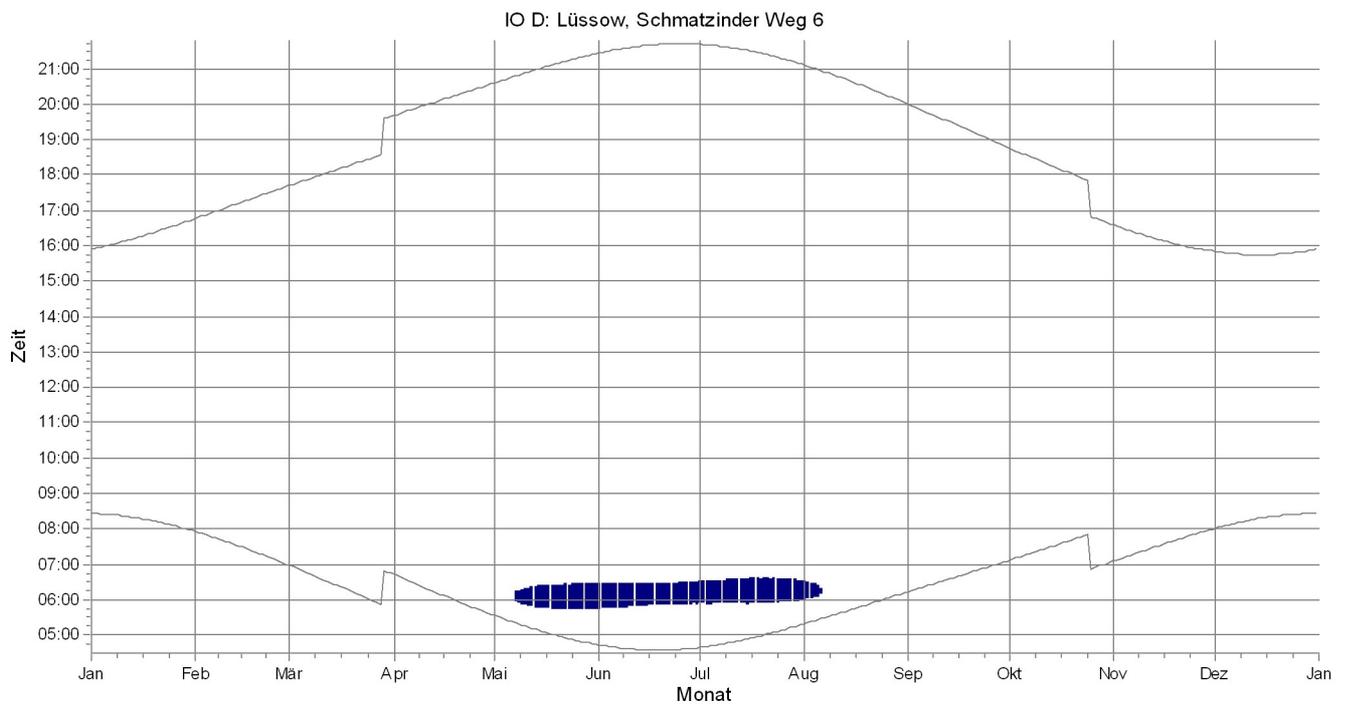
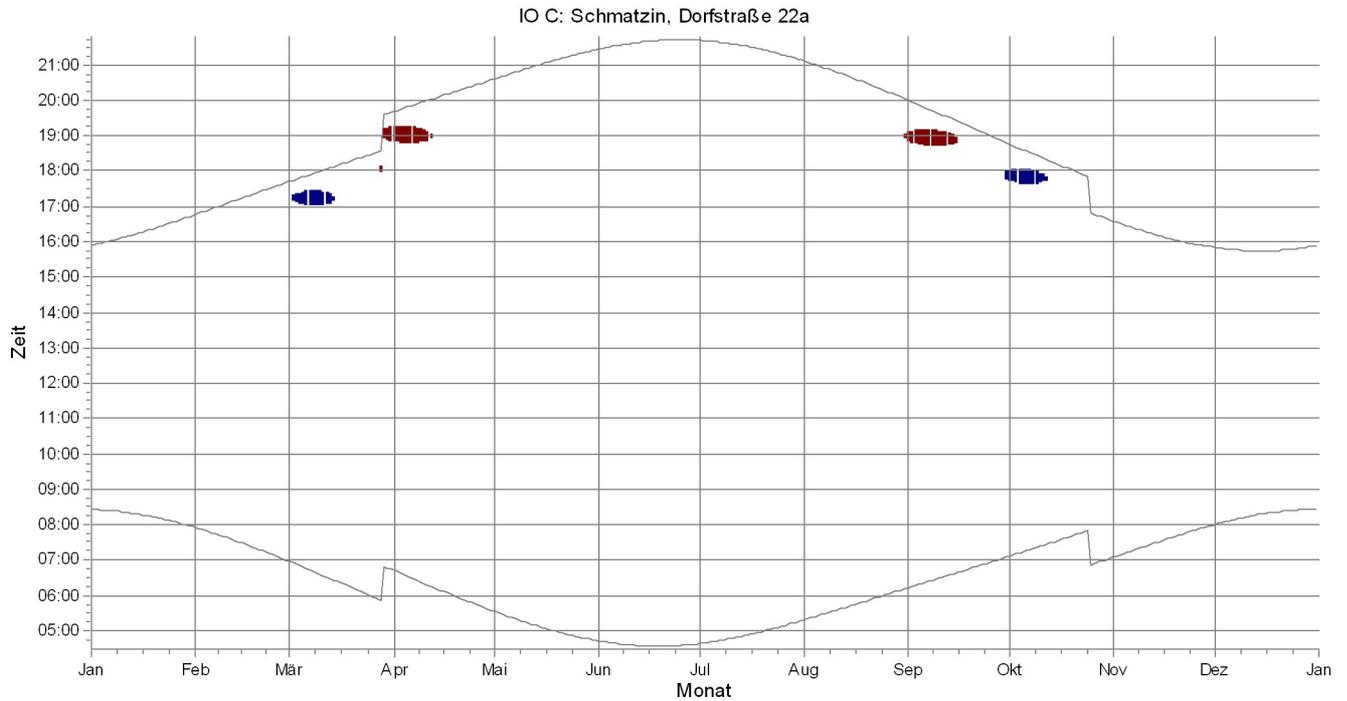


WEA



## SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Zusatzbelastung/Gesamtbelastung (8 WKA Antrag)

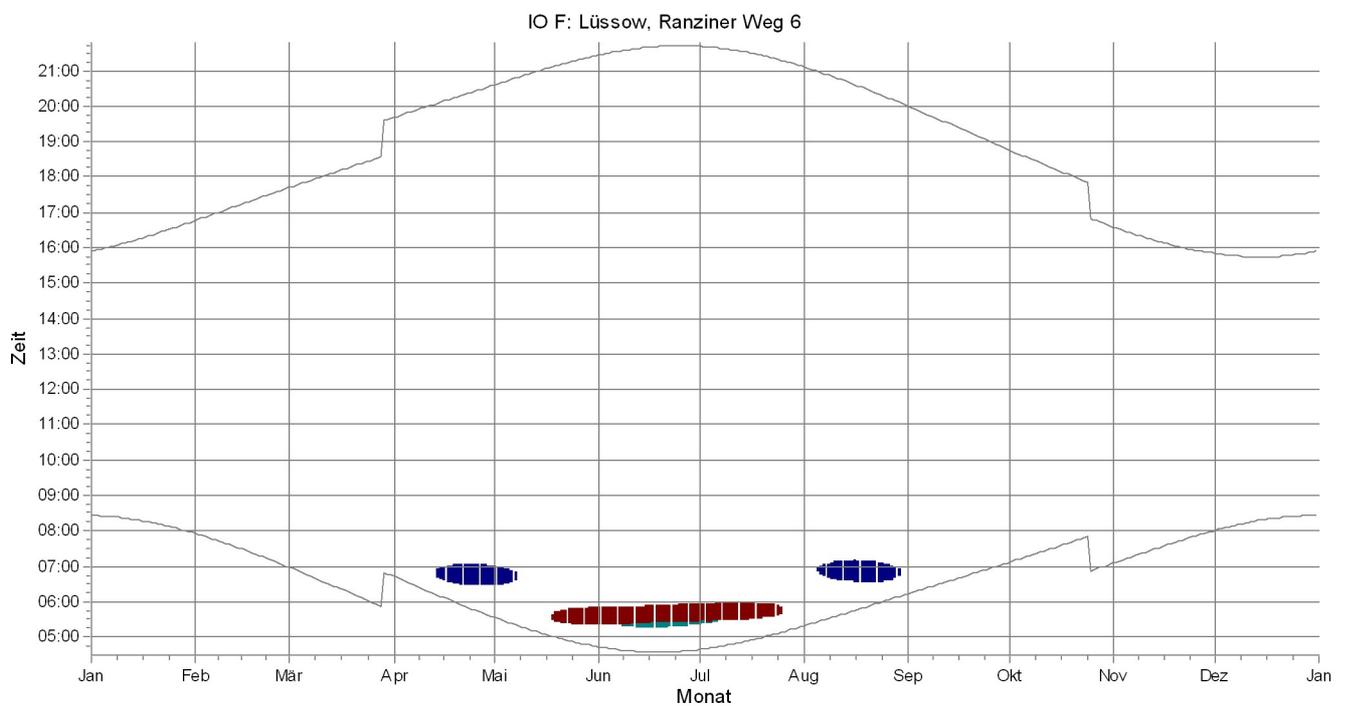
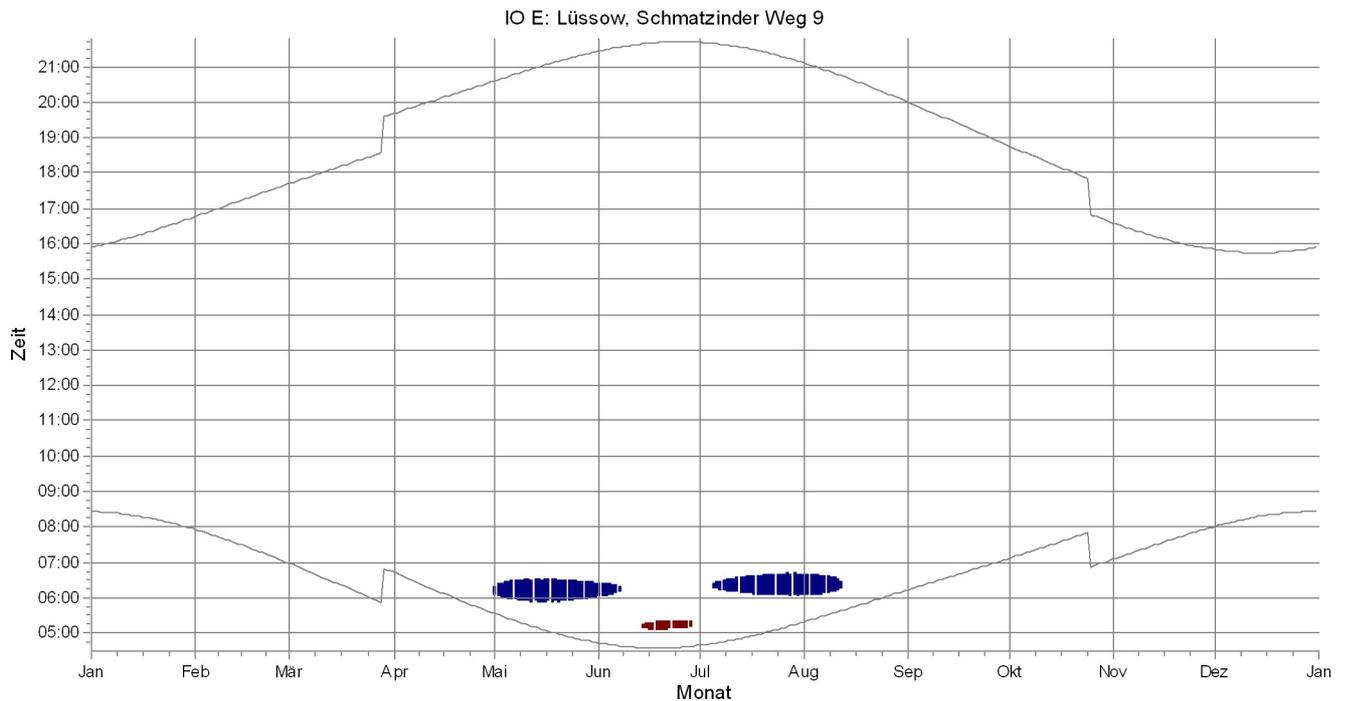


WEA

PT S7: PT S7     PT S8: PT S8

## SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Zusatzbelastung/Gesamtbelastung (8 WKA Antrag)

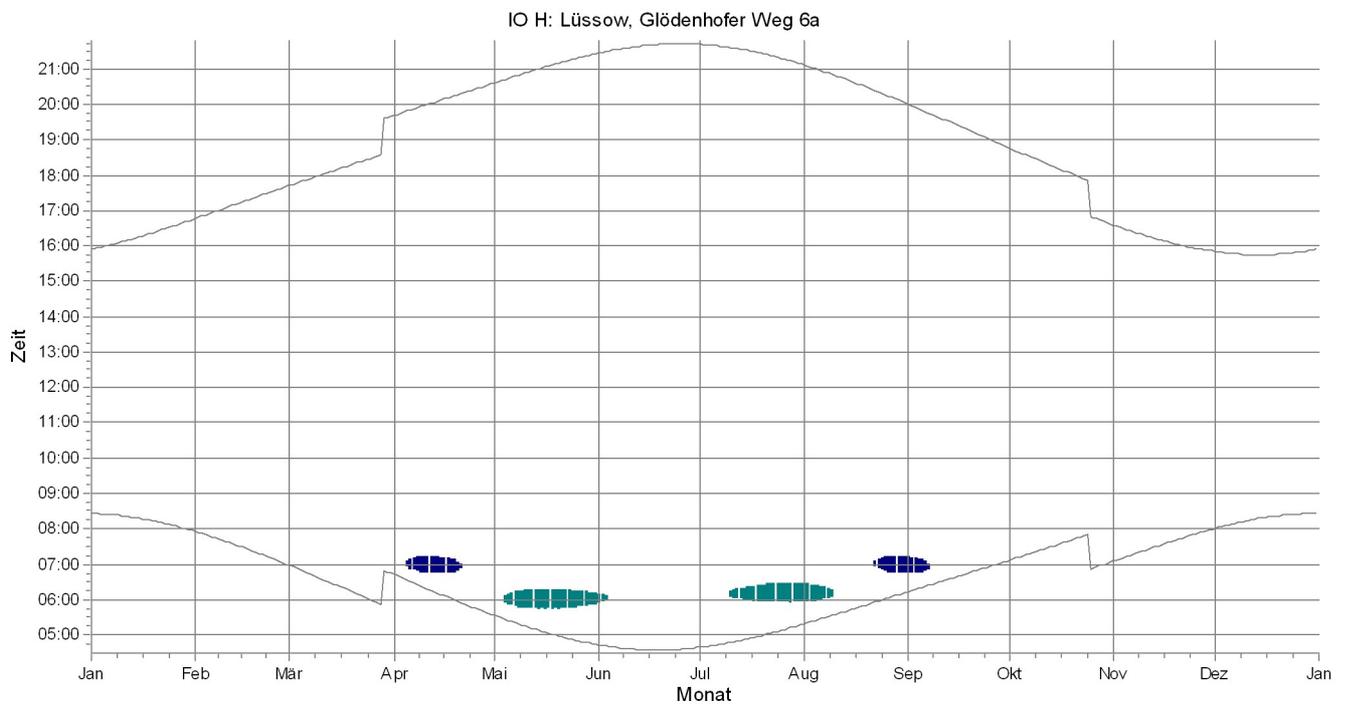
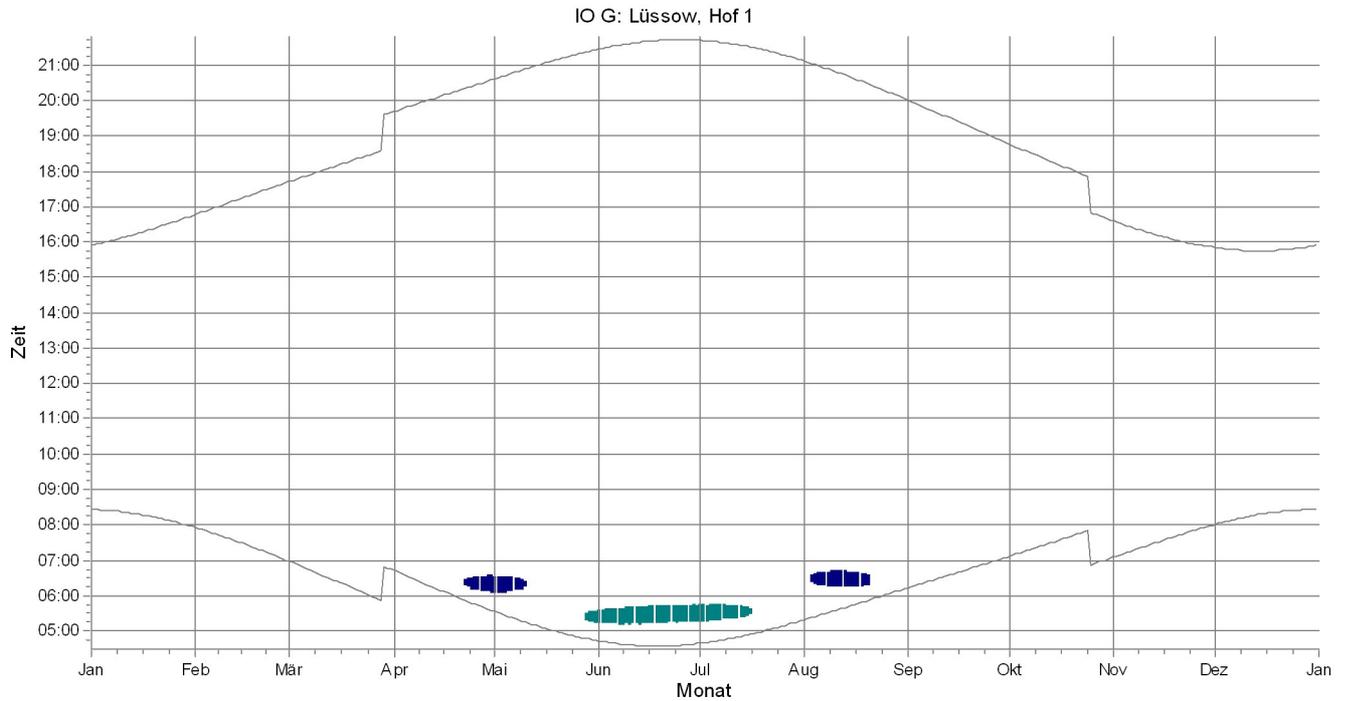


WEA

PT S6: PT S6    PT S7: PT S7    PT S8: PT S8

## SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Zusatzbelastung/Gesamtbelastung (8 WKA Antrag)

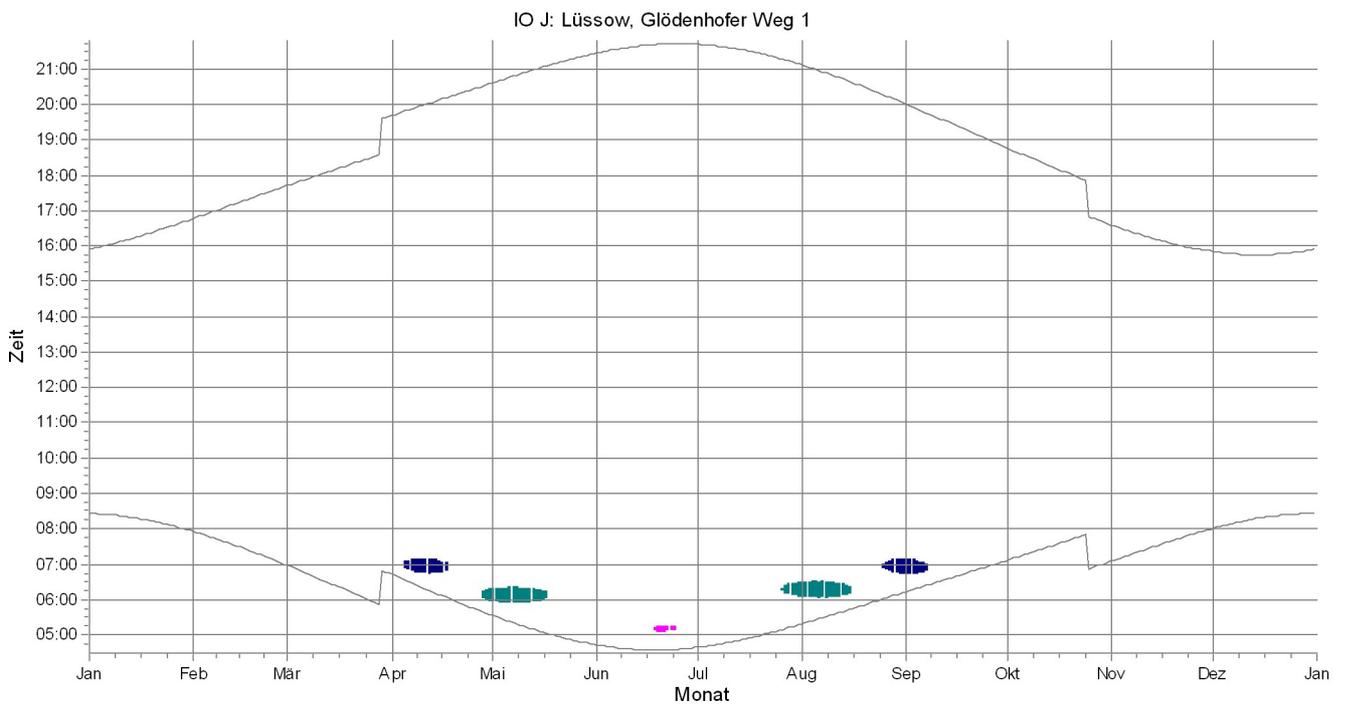
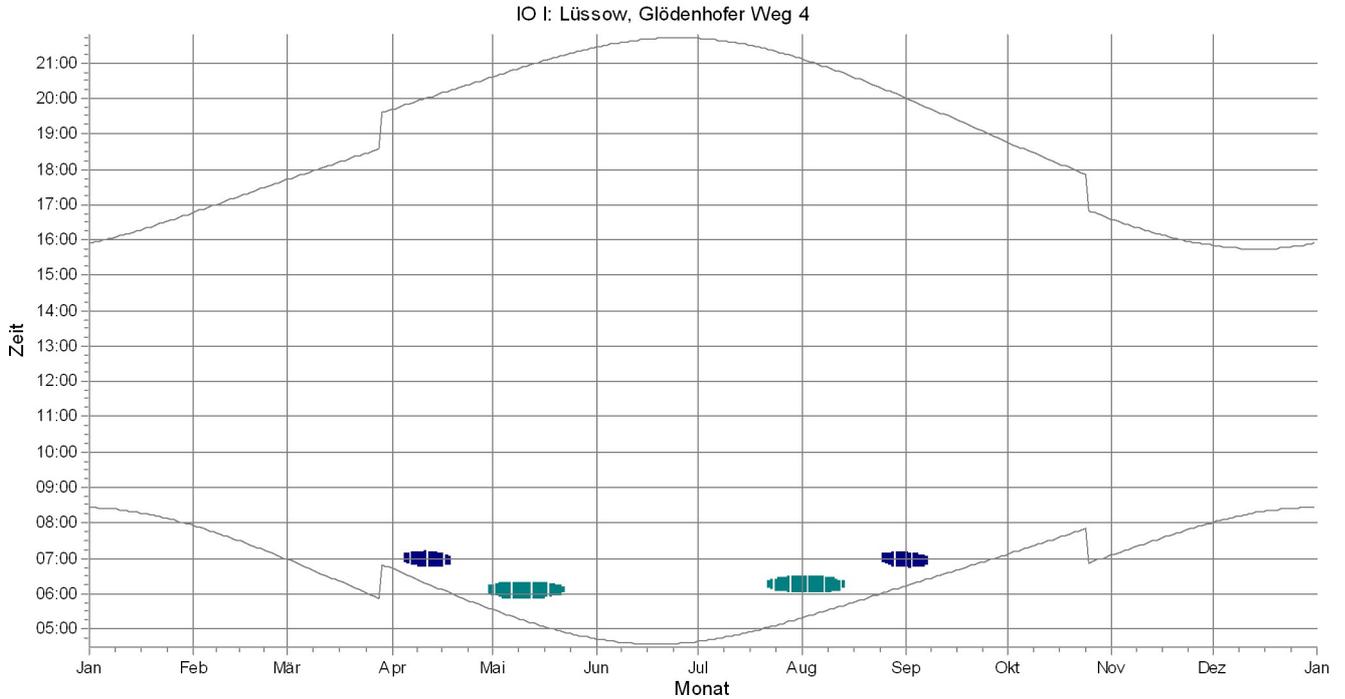


WEA

PT S6: PT S6      PT S7: PT S7

## SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Zusatzbelastung/Gesamtbelastung (8 WKA Antrag)

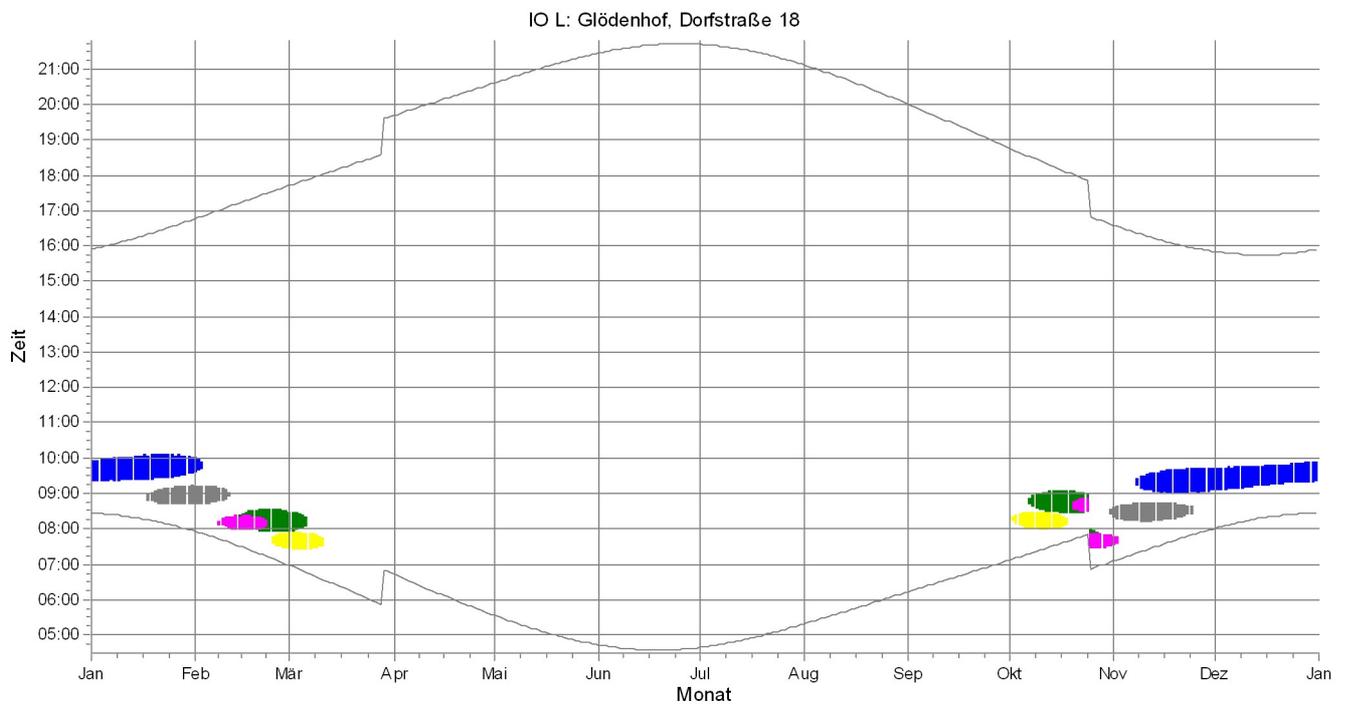
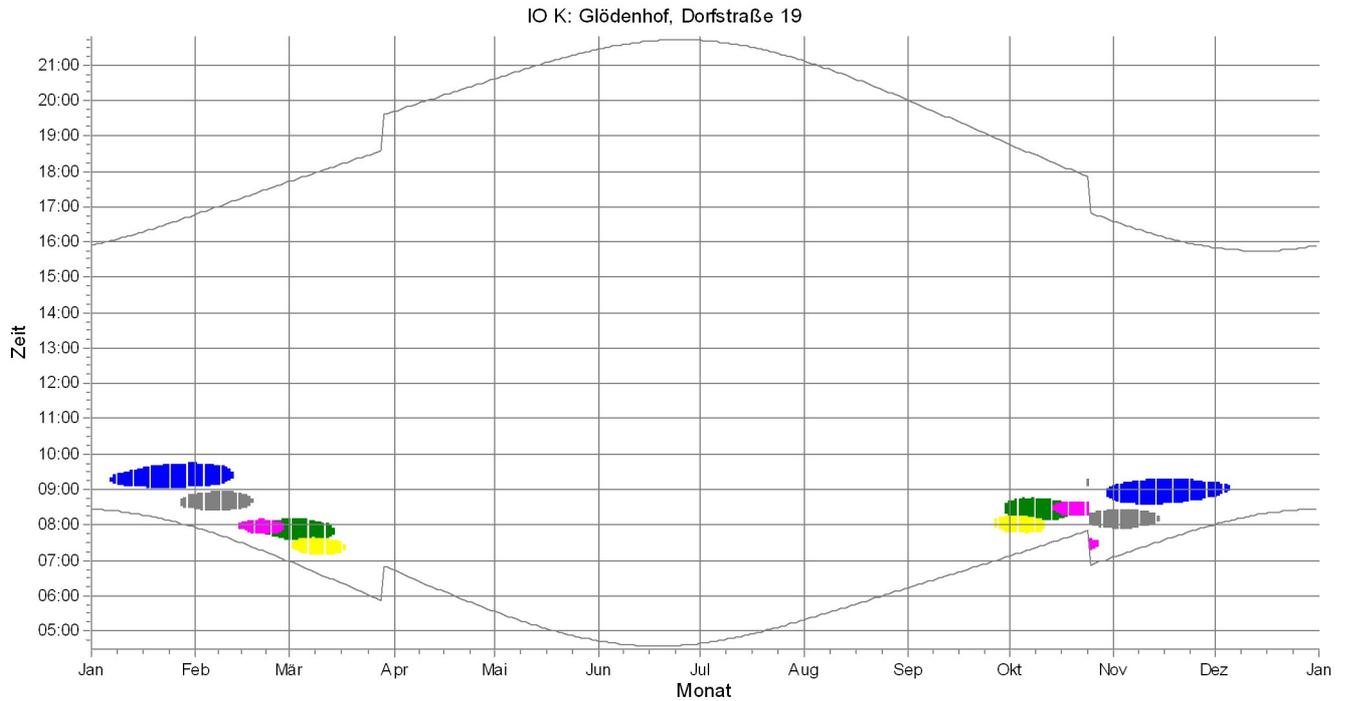


WEA

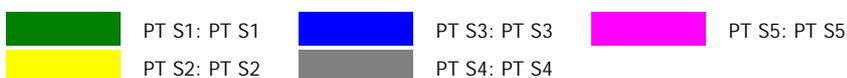
PT S5: PT S5
  PT S6: PT S6
  PT S7: PT S7

## SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Zusatzbelastung/Gesamtbelastung (8 WKA Antrag)

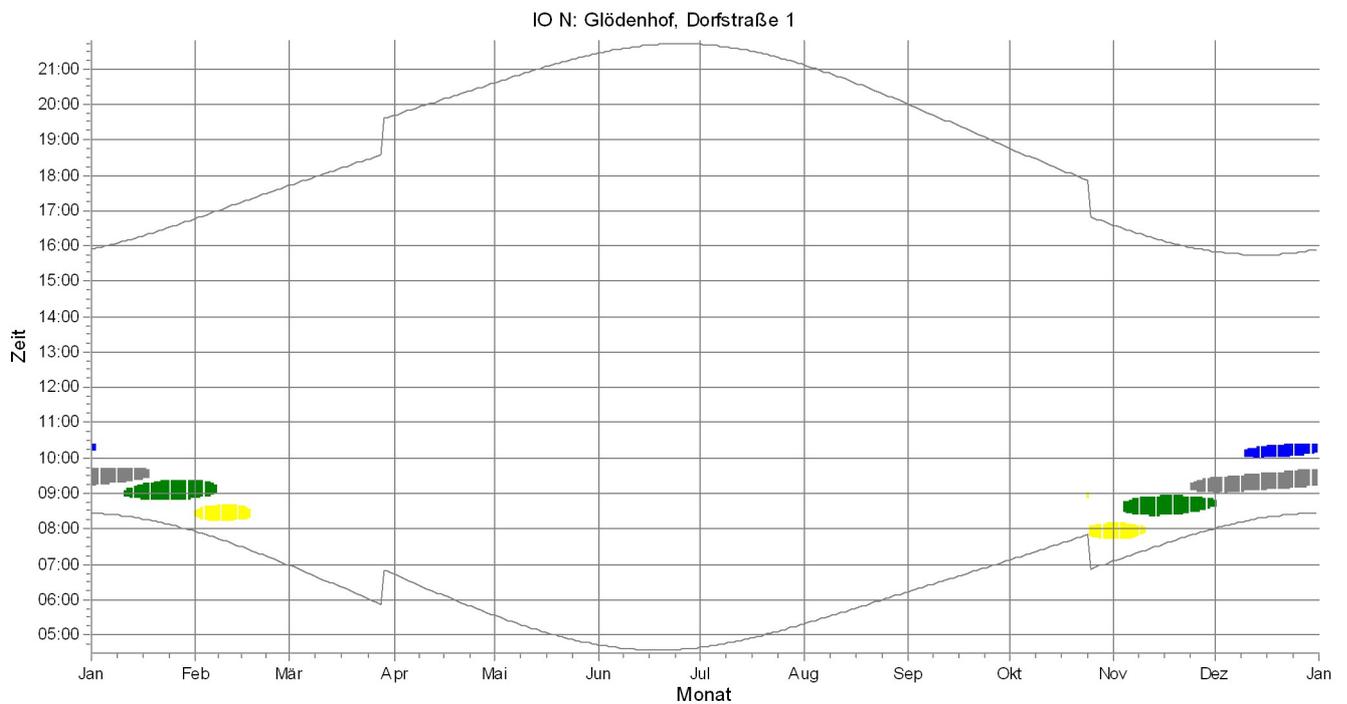
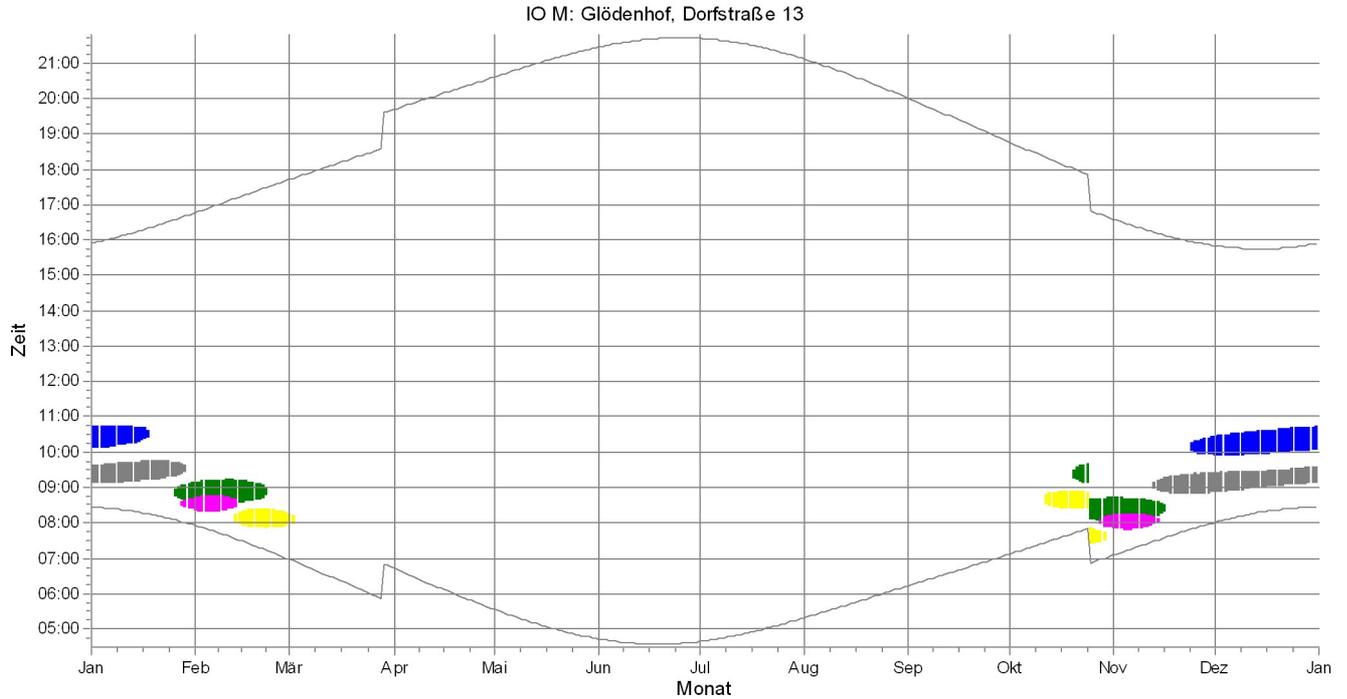


WEA

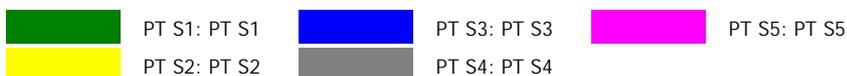


## SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Zusatzbelastung/Gesamtbelastung (8 WKA Antrag)

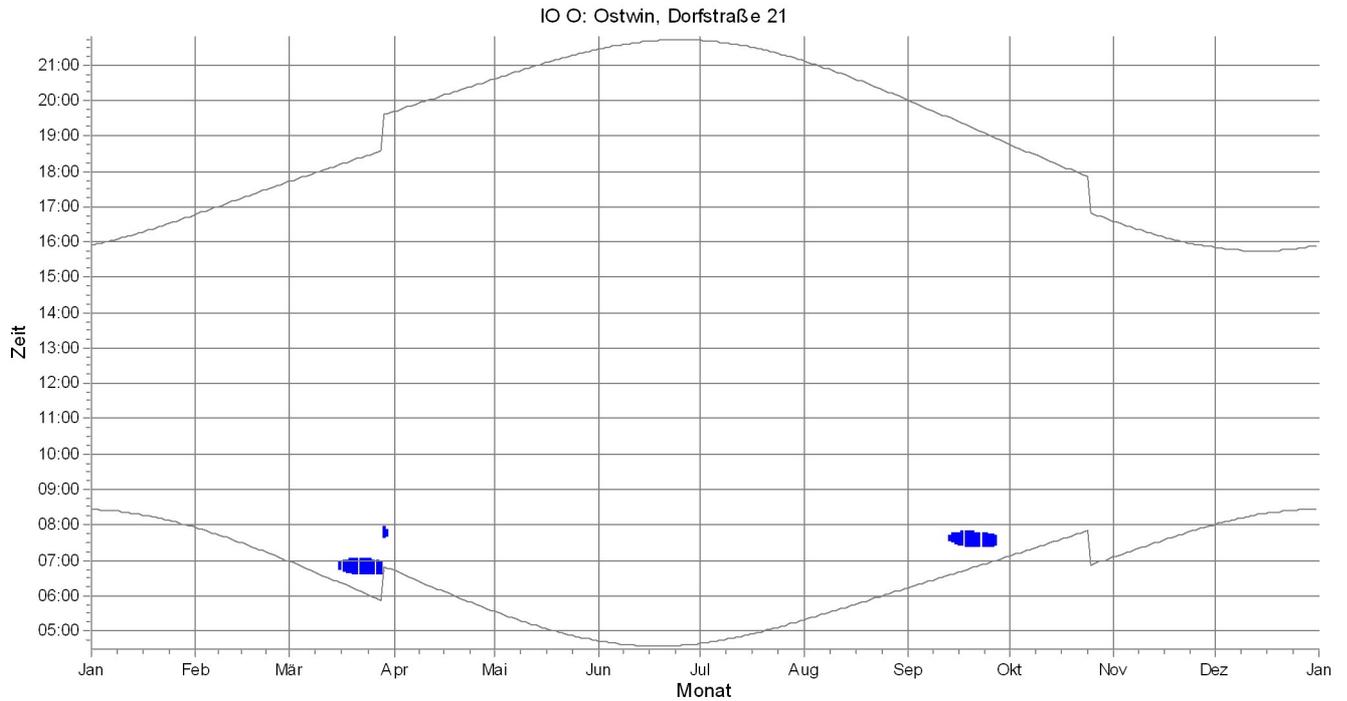


WEA



## SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Zusatzbelastung/Gesamtbelastung (8 WKA Antrag)

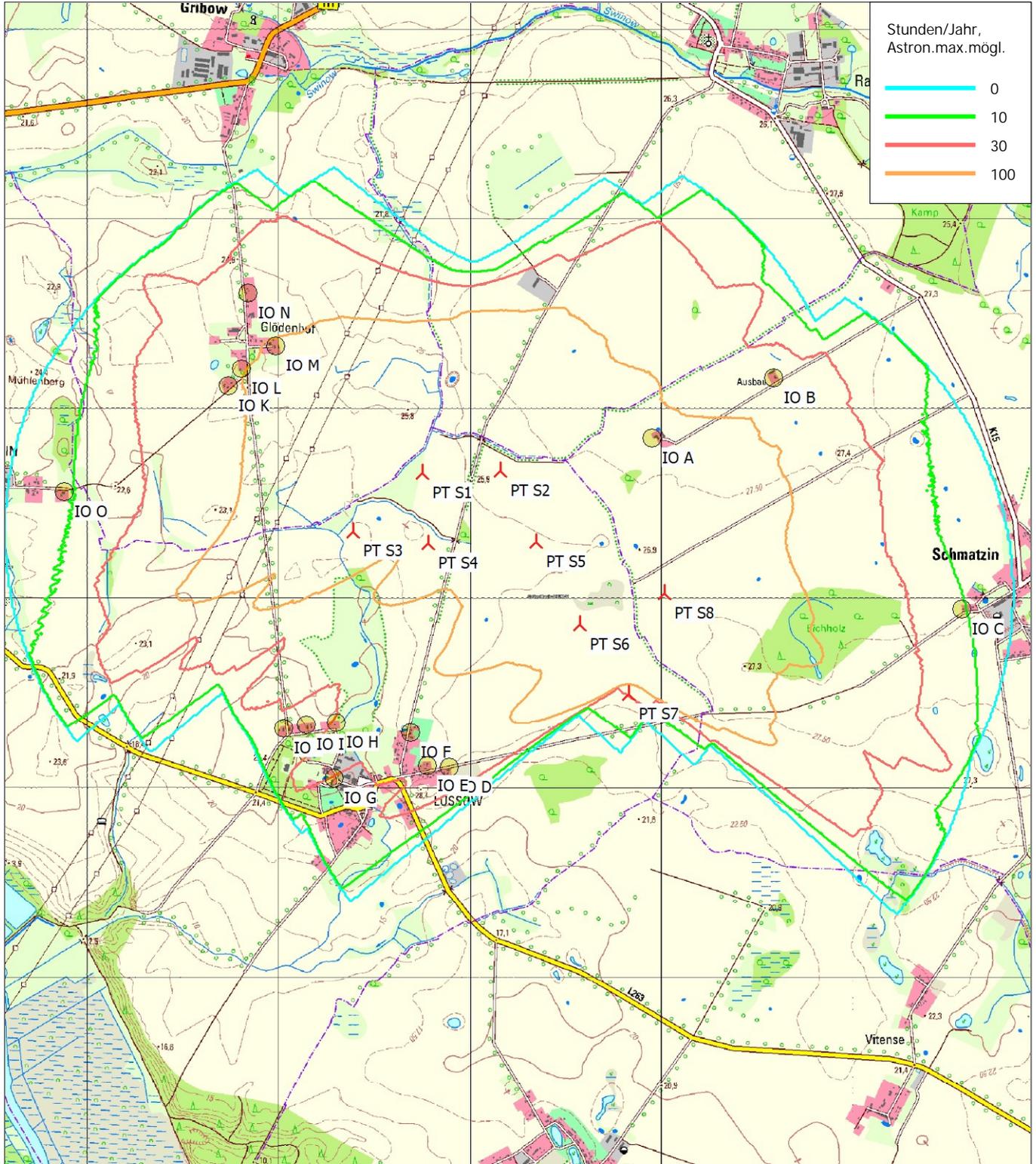


WEA

 PT S3: PT S3

## SHADOW - Karte

Berechnung: Zusatzbelastung/Gesamtbelastung (8 WKA Antrag)



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: TK25 , Maßstab 1:30.000, Mitte: UTM WGS84 Zone: 33 Ost: 402.252 Nord: 5.976.066

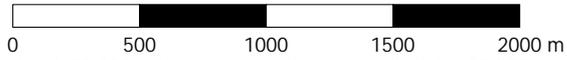
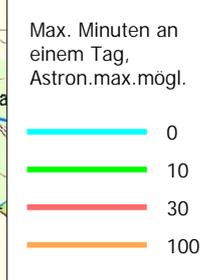
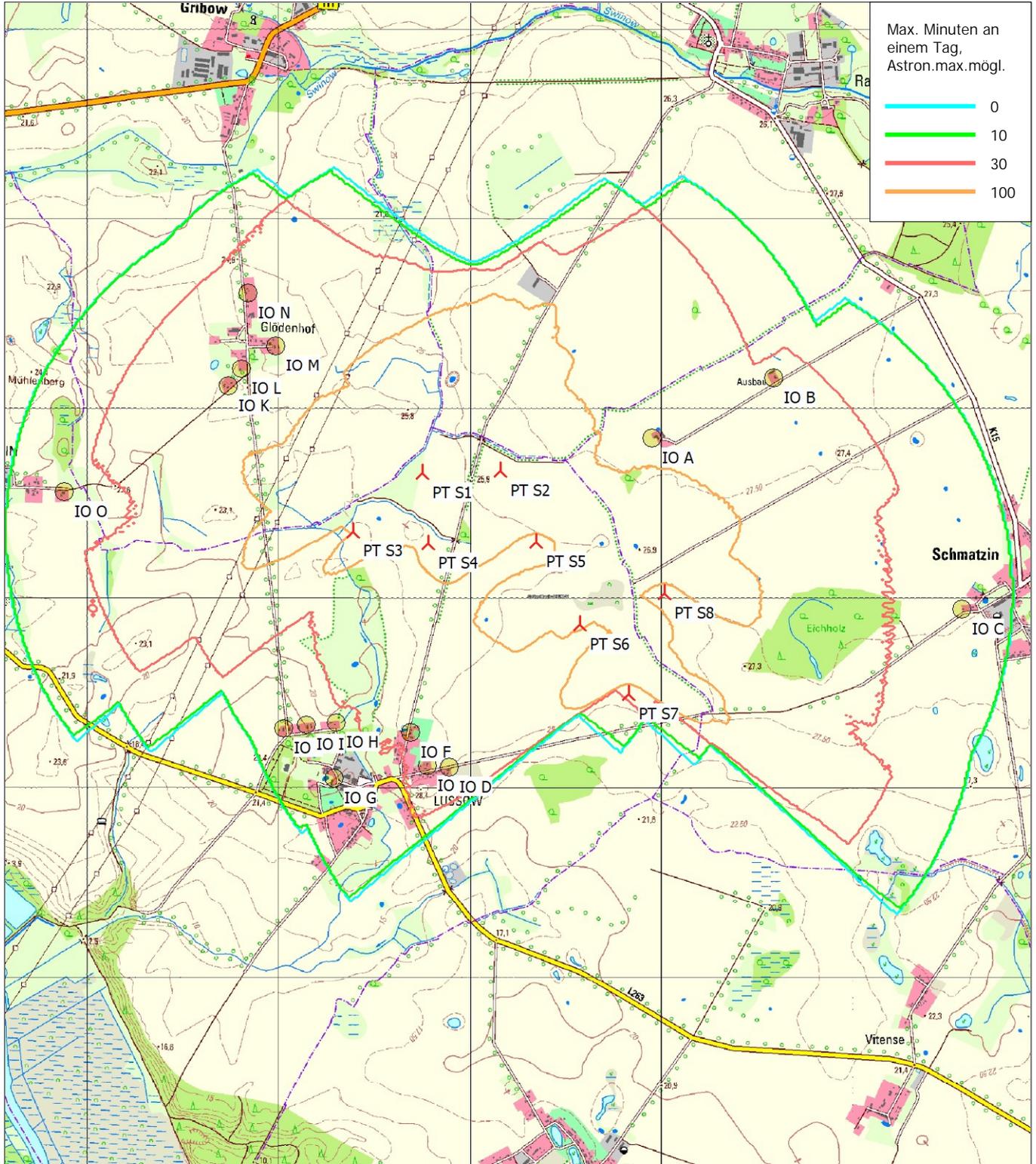
▲ Neue WEA

● Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: PT SZ 34 Schmatzin AEP-Progn\_05\_plw\_EMDGrid\_0.wpg (5)

## SHADOW - Karte

Berechnung: Zusatzbelastung/Gesamtbelastung (8 WKA Antrag)



Karte: TK25 , Maßstab 1:30.000, Mitte: UTM WGS84 Zone: 33 Ost: 402.252 Nord: 5.976.066

Neue WEA

Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: PT SZ 34 Schmatzin AEP-Progn\_05\_plw\_EMDGrid\_0.wpg (5)

## SHADOW - Hauptergebnis

### Berechnung: Abschaltplan Zusatzbelastung/Gesamtbelastung Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

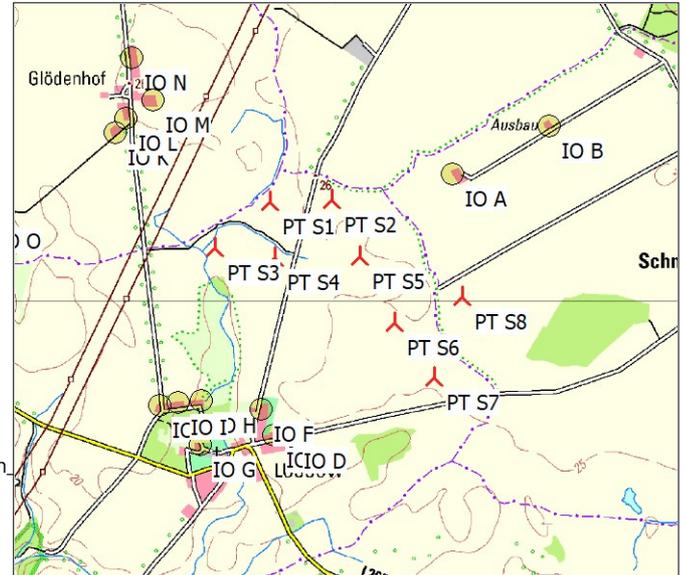
Beschattungsbereich der WEA  
Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt  
Siehe WEA-Tabelle

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

#### Schattenabschaltung für spez. WEA

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der  
Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf  
den folgenden Annahmen:  
Verwendete Höhenlinien: Höhenraster-Objekt: PT SZ 34 Schmatzin AEP-Progn...  
Hindernisse in Berechnung nicht verwendet  
Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m  
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:  
UTM WGS84 Zone: 33



Maßstab 1:50.000

▲ Neue WEA

● Schattenrezeptor

### WEA

	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Ak-tuell	Hersteller					Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
PT S1	401.754	5.976.657	23,8	PT S1	Ja	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	PT S2	Ja	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	PT S3	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 665-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	0,0
PT S4	401.781	5.976.283	22,9	PT S4	Ja	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	PT S5	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 665-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	0,0
PT S6	402.573	5.975.856	25,0	PT S6	Ja	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	PT S7	Ja	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	PT S8	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 665-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	0,0

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
IO A	Schmatzin, Frei im Felde Nr.3 (WBB im Außenbereich)	402.950	5.976.839	27,5	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO B	Schmatzin, Frei im Felde Nr.2 (WBB im Außenbereich)	403.587	5.977.156	27,5	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO C	Schmatzin, Dorfstraße 22a	404.571	5.975.939	27,5	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO D	Lüssow, Schmatzinder Weg 6	401.893	5.975.104	25,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO E	Lüssow, Schmatzinder Weg 9	401.778	5.975.113	24,6	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO F	Lüssow, Ranziner Weg 6	401.693	5.975.285	23,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO G	Lüssow, Hof 1	401.293	5.975.047	18,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO H	Lüssow, Glödenhofer Weg 6a	401.301	5.975.341	20,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO I	Lüssow, Glödenhofer Weg 4	401.147	5.975.330	20,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO J	Lüssow, Glödenhofer Weg 1	401.028	5.975.309	20,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO K	Glödenhof, Dorfstraße 19	400.739	5.977.112	22,5	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO L	Glödenhof, Dorfstraße 18	400.807	5.977.207	22,7	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO M	Glödenhof, Dorfstraße 13	400.986	5.977.326	25,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO N	Glödenhof, Dorfstraße 1	400.841	5.977.606	25,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO O	Ostwin, Dorfstraße 21	399.881	5.976.559	19,2	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Abschaltplan Zusatzbelastung/Gesamtbelastung

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer				
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schatten- dauer/Tag	Vermiedene Stunden pro Jahr	Vermiedene Tage pro Jahr
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	[d/a]
IO A*	Schmatzin, Frei im Felde Nr.3 (WBB im Außenbereich)	22:39	67	0:30	139:33	144
IO B*	Schmatzin, Frei im Felde Nr.2 (WBB im Außenbereich)	26:54	79	0:26	29:28	46
IO C	Schmatzin, Dorfstraße 22a	15:39	58	0:23		
IO D*	Lüssow, Schmatzinder Weg 6	0:00	0	0:00	50:15	92
IO E*	Lüssow, Schmatzinder Weg 9	1:55	15	0:09	32:51	77
IO F*	Lüssow, Ranziner Weg 6	26:24	69	0:26	22:58	49
IO G*	Lüssow, Hof 1	13:38	81	0:22	15:12	6
IO H*	Lüssow, Glödenhofer Weg 6a	29:44	94	0:28	2:16	2
IO I*	Lüssow, Glödenhofer Weg 4	21:58	74	0:25	1:10	
IO J*	Lüssow, Glödenhofer Weg 1	18:33	74	0:23	1:01	1
IO K*	Glödenhof, Dorfstraße 19	9:50	31	0:24	72:50	109
IO L*	Glödenhof, Dorfstraße 18	10:34	33	0:25	86:00	128
IO M*	Glödenhof, Dorfstraße 13	22:47	68	0:27	84:05	74
IO N*	Glödenhof, Dorfstraße 1	13:37	80	0:23	43:17	37
IO O	Ostwin, Dorfstraße 21	9:24	30	0:24		

\* Rezeptoren, an denen Schattenwurf durch Abschaltung reduziert ist.

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Angehalten wg. Schattenabschaltung [h/a]
PT S1	PT S1	14:37	76:51
PT S2	PT S2	42:04	41:58
PT S3	PT S3	17:26	102:03
PT S4	PT S4	3:13	77:40
PT S5	PT S5	22:28	53:38
PT S6	PT S6	34:51	52:04
PT S7	PT S7	21:07	79:42
PT S8	PT S8	52:11	39:37

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

Projekt:  
PT SZ 34 Schmatzin AEP-Progn\_08\_rkri

Beschreibung:  
astronomisch max. möglicher  
Schattenwurf

Lizenzierter Anwender:  
Enertrag Energiedienst GmbH  
Gut Dauerthal  
DE-17291 Schenkenberg  
+49 (0)39854 6459395  
Robert Kreibig / robert.kreibig@enertrag.com  
Berechnet:  
02.04.2020 17:50/3.3.279

## SHADOW - Schattenabschaltung: WEA-/Rezeptor-Tabelle

Berechnung: Abschaltplan Zusatzbelastung/Gesamtbelastung

	IO A	IO B	IO C	IO D	IO E	IO F	IO G	IO H	IO I	IO J	IO K	IO L	IO M	IO N	IO O
PT S1											X	X	X	X	
PT S2	X	X													
PT S3											X	X	X		
PT S4	X										X	X	X		
PT S5	X										X	X			
PT S6	X	X												X	
PT S7				X	X	X									
PT S8	X														

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung/Gesamtbelastung meteorologisch wahrscheinlich (8 WKA Antrag)

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

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

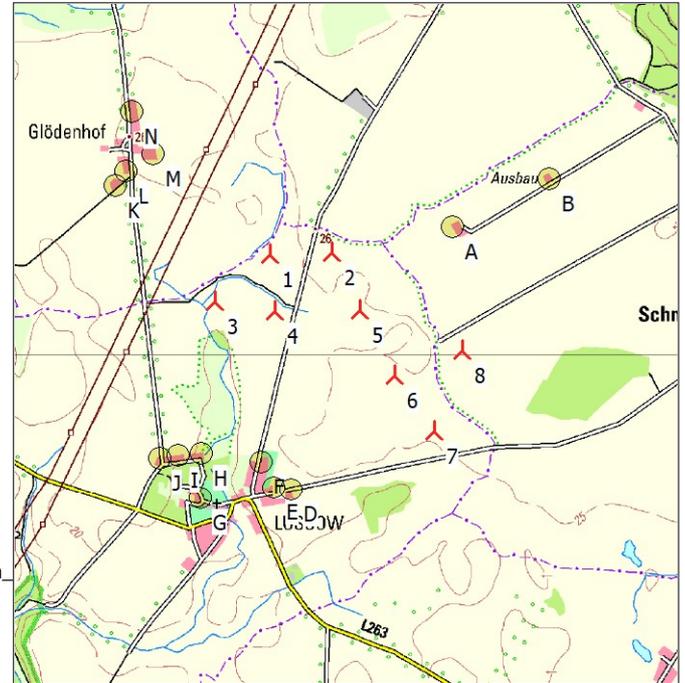
Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) []  
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
1,55 2,36 3,87 6,27 7,87 7,40 7,94 7,03 5,17 3,68 1,73 1,26

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:  
EmdConwx\_N53.930\_E013.520 (23)

Betriebsdauer je Sektor  
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe  
349 352 618 636 630 614 568 808 1.252 1.351 948 499 8.625  
Startwindgeschwindigkeit : Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:  
Verwendete Höhenlinien: Höhenraster-Objekt: PT SZ 34 Schmatzin AEP-Progn  
Hindernisse in Berechnung nicht verwendet  
Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m  
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:  
UTM WGS84 Zone: 33



Maßstab 1:50.000  
Neue WEA Schattenrezeptor

### WEA

	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller					Beschatt.-Bereich	U/min
	[m]						[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]	
1	401.754	5.976.657	23,8	PT S1	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 665-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	0,0
2	402.161	5.976.669	25,7	PT S2	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 665-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	0,0
3	401.391	5.976.347	22,5	PT S3	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 665-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	0,0
4	401.781	5.976.283	22,9	PT S4	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 665-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	0,0
5	402.345	5.976.291	25,0	PT S5	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 665-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	0,0
6	402.573	5.975.856	25,0	PT S6	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 665-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	0,0
7	402.830	5.975.491	25,5	PT S7	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 665-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	0,0
8	403.016	5.976.023	26,5	PT S8	Ja	GE WIND ENERGY	5.5-158 Thrust 665-5.500	5.500	158,0	161,0	1.816	0,0

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	X(Ost)	Y(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	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
B	Schmatzin, Frei im Felde Nr.2 (WBB im Außenbereich)	403.587	5.977.156	27,5	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
C	Schmatzin, Dorfstraße 22a	404.571	5.975.939	27,5	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
D	Lüssow, Schmatzinder Weg 6	401.893	5.975.104	25,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
E	Lüssow, Schmatzinder Weg 9	401.778	5.975.113	24,6	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
F	Lüssow, Ranziner Weg 6	401.693	5.975.285	23,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
G	Lüssow, Hof 1	401.293	5.975.047	18,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
H	Lüssow, Glödenhofer Weg 6a	401.301	5.975.341	20,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
I	Lüssow, Glödenhofer Weg 4	401.147	5.975.330	20,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
J	Lüssow, Glödenhofer Weg 1	401.028	5.975.309	20,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
K	Glödenhof, Dorfstraße 19	400.739	5.977.112	22,5	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
L	Glödenhof, Dorfstraße 18	400.807	5.977.207	22,7	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
M	Glödenhof, Dorfstraße 13	400.986	5.977.326	25,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
N	Glödenhof, Dorfstraße 1	400.841	5.977.606	25,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
O	Ostwin, Dorfstraße 21	399.881	5.976.559	19,2	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung/Gesamtbelastung meteorologisch wahrscheinlich (8 WKA Antrag)

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]	Stunden/Jahr [h/a]	
A	Schmatzin, Frei im Felde Nr.3 (WBB im Außenbereich)	162:12	211	1:19	27:34	
B	Schmatzin, Frei im Felde Nr.2 (WBB im Außenbereich)	56:22	125	0:50	8:11	
C	Schmatzin, Dorfstraße 22a	15:39	58	0:23	4:10	
D	Lüssow, Schmatzinder Weg 6	50:15	92	0:38	16:39	
E	Lüssow, Schmatzinder Weg 9	34:46	92	0:34	11:46	
F	Lüssow, Ranziner Weg 6	49:22	118	0:32	16:03	
G	Lüssow, Hof 1	28:50	87	0:25	9:17	
H	Lüssow, Glödenhofer Weg 6a	32:00	96	0:28	10:40	
I	Lüssow, Glödenhofer Weg 4	23:08	74	0:25	7:39	
J	Lüssow, Glödenhofer Weg 1	19:34	75	0:23	6:25	
K	Glödenhof, Dorfstraße 19	82:40	140	1:01	12:46	
L	Glödenhof, Dorfstraße 18	96:34	161	0:59	13:04	
M	Glödenhof, Dorfstraße 13	106:52	142	1:01	13:09	
N	Glödenhof, Dorfstraße 1	56:54	117	0:41	6:25	
O	Ostwin, Dorfstraße 21	9:24	30	0:24	2:19	

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Erwartet [h/a]
1	PT S1	91:28	16:03
2	PT S2	84:02	18:40
3	PT S3	119:29	15:00
4	PT S4	80:53	10:41
5	PT S5	76:06	12:46
6	PT S6	86:55	19:51
7	PT S7	100:49	32:35
8	PT S8	91:48	17:27

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.