

# Schattenwurfprognose

für 1 neue Windenergieanlage zum  
Windparkvorhaben

## Granzin (WEA 01)

19386 Granzin  
(Mecklenburg-Vorpommern)

Datum: 25.05.2020

**Bericht SW-3652-200525**

Erstellt von:  
PROKON Regenerative Energien eG  
Kirchhoffstraße 3  
25524 Itzehoe

Bearbeiter/in:  
Dipl.-Met. Susan Schlimper  
Gisela Gründer

Fon (0 48 21) 68 55-100

Fax (0 48 21) 68 55-200

Die vorliegende Schattenwurfprognose zum Windparkvorhaben Granzin (WEA 01) im Landkreis Ludwigslust-Parchim (Mecklenburg-Vorpommern) wurde von der PROKON Regenerative Energien eG gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch erstellt.

Für die Einhaltung der prognostizierten Ergebnisse der Schattenwurfprognose werden seitens des Gutachters keine Garantien übernommen. Sie basieren auf Berechnungen nach den Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) vom 13.03.2002. Die Berechnungen wurden mit dem Softwareprogramm WindPRO (Modul SHADOW) von Energi- og Miljødata (DK) durchgeführt.

Itzehoe, 25.05.2020



Dipl.-Met. S. Schlimper



Gisela Gründer

# Inhalt

<b>1 Einleitung .....</b>	<b>4</b>
<b>2 Theoretischer Teil.....</b>	<b>5</b>
2.1 Sonnenstand .....	5
2.2 Schattenwurf .....	7
2.2.1 Schattenwurfreichweite .....	7
2.2.2 Schattenverlauf, Berechnung .....	7
2.2.3 Richtlinien.....	9
2.3 „worst-case“ Betrachtung.....	9
2.4 Wahrscheinlichkeitsbetrachtung .....	10
2.4.1 Sonnenscheinwahrscheinlichkeit .....	10
2.4.2 Reduktion der Schattenwurfdauer durch den Azimutwinkel .....	11
2.4.3 Schattenwurf nur bei Betrieb der Anlage.....	11
<b>3 Standort- und WEA-Daten.....</b>	<b>12</b>
3.1 Standortübersicht .....	12
3.2 Immissionsorte (Schattenrezeptoren).....	13
3.3 Windenergieanlagen .....	13
3.3.1 Bestehende Anlagen (Vorbelastung).....	15
3.3.2 Geplante Anlagen (Zusatzbelastung) .....	16
<b>4 Ergebnisse der Schattenwurfberechnungen.....</b>	<b>17</b>
4.1 Berechnungsergebnisse .....	17
4.1 Qualität der Prognose.....	20
<b>5 FAZIT .....</b>	<b>21</b>
<b>6 Vorschriften und Quellen (Auswahl) .....</b>	<b>23</b>
<b>7 Anhang .....</b>	<b>24</b>

# 1 Einleitung

Die Nutzung des Windes zur elektrischen Stromerzeugung gewinnt im Rahmen der umweltfreundlichen Energieversorgung zunehmend an Bedeutung. Im Gegensatz zu konventionellen Stromerzeugungsanlagen bestehen bei Windenergieanlagen (WEA) wesentlich weniger negative Beeinträchtigungen (u.a. Flächenverbrauch, Schadstoffausstoß) auf unsere Umwelt. Eine der möglichen unerwünschten Auswirkungen ist der Schattenwurf des sich drehenden Rotors. Der Schatten verursacht je nach Drehzahl des Rotors hinter der WEA starke Lichtwechsel mit einer Frequenz zwischen 0,4 und 3 Hz. Helligkeitsschwankungen dieser Art wirken auf den Menschen störend und sind auf längere Dauer nicht zumutbar. Deshalb sollte bei jeder WEA-Planung eine Untersuchung des Schattenwurfs durchgeführt werden. Durch ein Schattenwurfgutachten ist es möglich, die Menge des Schattenwurfs auf Wohngebäude und Arbeitsstätten zu ermitteln. Ist eine Beeinträchtigung durch den Schattenwurf zu erwarten, wird in der Prognose der Schattenwurf zeitlich (Datum/Uhrzeit/Dauer) genau vorhergesagt. Sind durch den Schattenwurf gravierende Beeinträchtigungen zu erwarten, können die Anlagen mit einer Abschaltautomatik ausgerüstet werden, die zu den fraglichen Zeiten die Anlagen vorübergehend abschalten.

In dieser Prognose wird die Berechnung des Schattenwurfs für den astronomisch maximal möglichen Fall durchgeführt, d.h. dass die Sonne immer scheint, der Rotor sich kontinuierlich dreht und senkrecht zu den Sonnenstrahlen steht. Dieser Fall wird als „worst case“ („schlechtester Fall“) bezeichnet. Die für den „worst case“ ermittelten Ergebnisse ermöglichen eindeutige und vergleichbare Aussagen über das Ausmaß des periodischen Schattenwurfs an einzelnen Tagen sowie die Summe über das Jahr.

## 2 Theoretischer Teil

### 2.1 Sonnenstand

Der Sonnenstand bildet die Grundlage für die Berechnung des Schattenwurfs. Der Stand der Sonne ist im Wesentlichen von der Erdrotation, der Neigung der Erdachse und der elliptischen Laufbahn der Erde um die Sonne abhängig. Weiterhin müssen für jeden beliebigen Standort die geographischen, jahreszeitlichen und tageszeitlichen Daten berücksichtigt werden.

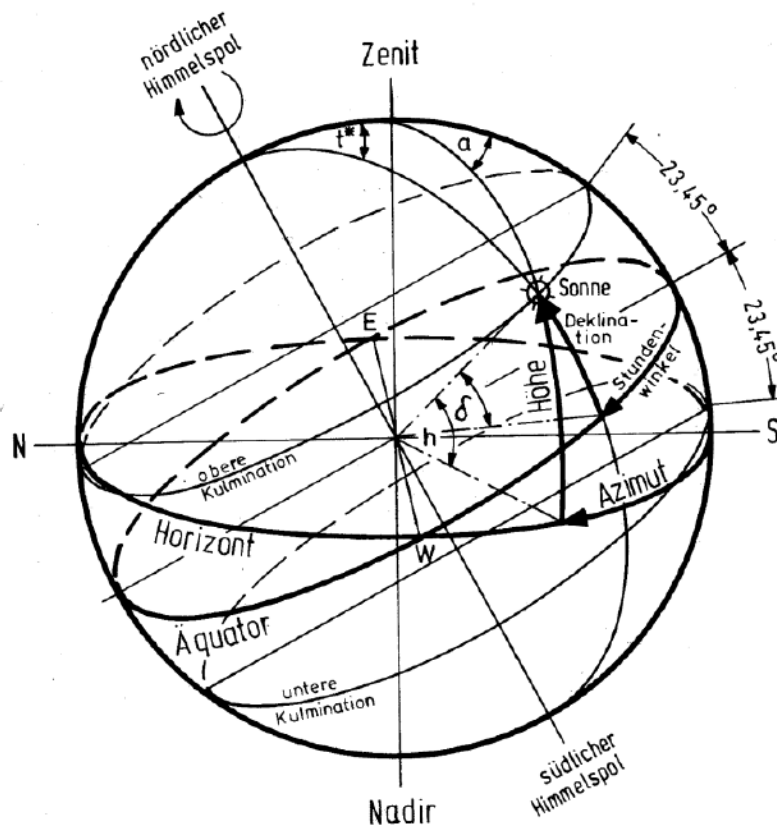


Abb. 1 Winkelzusammenhänge des Sonnenstands an einem Betrachtungspunkt

Mit diesen Daten werden die Deklination  $\delta$ , der Stundenwinkel  $\omega$ , die Sonnenhöhe  $h$ , der Azimut  $\gamma$  sowie der Sonnenauf- ( $t_a$ ) und Sonnenuntergang ( $t_u$ ) berechnet. Die Begriffe bedeuten (siehe Abbildung 1):

- Deklination  $\delta$ : Der Winkel, um den die Sonne im Verlauf der Jahreszeiten vom Himmelsäquator (Erdäquator auf den Himmel projiziert) abweicht. [Winteranfang (21.12.)  $-23,45^\circ$ ; Sommeranfang (21.6.)  $+23,45^\circ$ ; Herbstanfang (23.9.) und Frühlingsanfang (21.3.)  $0^\circ$ ]
- Sonnenhöhe  $h$ : Einfallswinkel der Sonne gegenüber einer horizontalen Fläche.
- Stundenwinkel  $\omega$ : Winkel zwischen dem Sonnenhöchststand und dem aktuellen Sonnenstand.
- Azimut  $\gamma$ : Winkel zwischen der Südrichtung und dem auf die horizontale Ebene projizierten Sonnenstand.
- Sonnenaufgang  $t_a$ , Sonnenuntergang  $t_u$ : Zeitpunkt am Morgen bzw. am Abend, wenn der Sonnenmittelpunkt in der Ebene am Horizont sichtbar/verdeckt wird.

Die Berechnungen berücksichtigen die sich verändernde Tageslänge von einem zum nächsten Sonnenhöchststand, die aufgrund der elliptischen Umlaufbahn der Erde um die Sonne um bis zu 16 Minuten variieren kann. In Abbildung 2 ist die Abweichung (Zeitkorrektur) der Tagesdauer von einem 24-Stunden Tag und die Deklination in Abhängigkeit vom Tag des Jahres dargestellt.

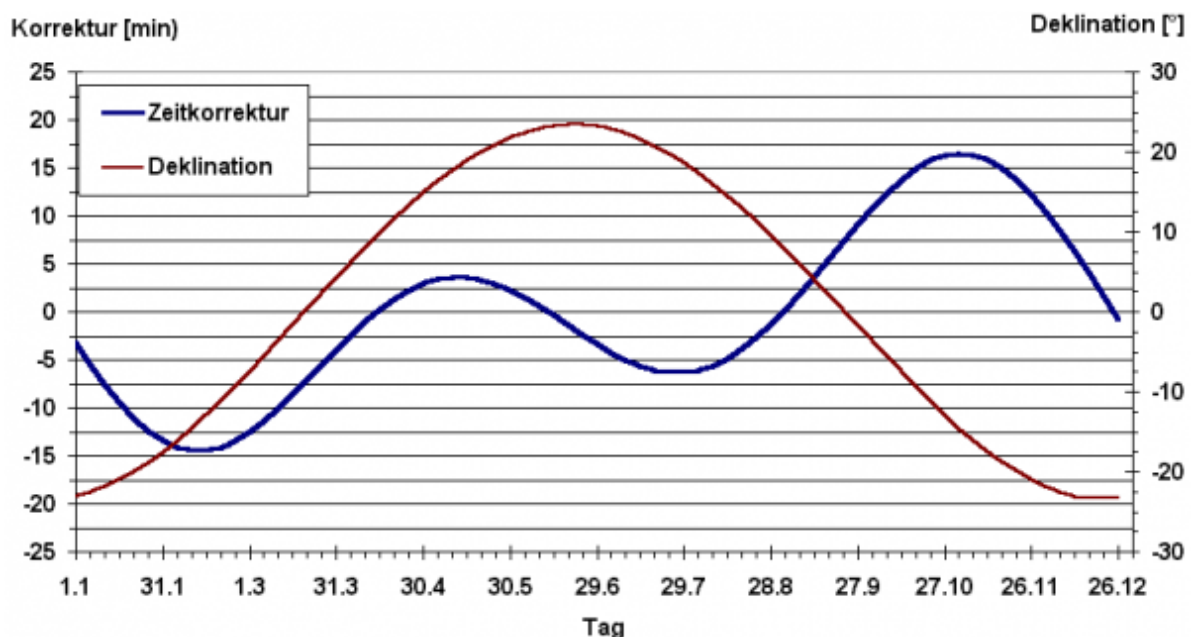


Abb. 2 Zeitkorrektur und Deklination über ein Jahr

Da die Ergebnisse nicht nur für ein Jahr gültig sein sollen, wird in den Berechnungen die Zahl der Tage pro Jahr auf 365,25 Tage gemittelt. Dadurch verschieben sich aber die Ergebnisse wegen des Schaltjahres alle vier Jahre um bis zu einem Tag. Die Zeitangaben in den Kalendern (Sommerzeitumschaltung) beziehen sich auf das aktuelle Jahr.

## 2.2 Schattenwurf

### 2.2.1 Schattenwurfreichweite

Im Allgemeinen wird beim Schattenwurf zwischen Kern- und Halbschatten unterschieden. Der Kernschatten entspricht dem Bereich, in dem die direkten Sonnenstrahlen durch das Hindernis vollständig verdeckt werden. Der Halbschatten ist der Bereich, in dem nur ein Teil des direkten Sonnenlichts auftrifft. Da Windenergieanlagen schmale Flügel besitzen, ist der Kernschatten nur sehr kurz (ca. 320 m bei einer mittleren Rotorblatttiefe von 2,5 m) und deshalb nicht relevant.

Die Intensität des noch relevanten Halbschattens nimmt mit zunehmender Entfernung ab, so dass sich die durch den Schattenwurf des Rotors verursachten Helligkeitsschwankungen reduzieren. Im Allgemeinen gilt der Halbschatten als nicht mehr relevant, wenn das Rotorblatt die Sonne zu weniger als 20 % verdeckt. Da die Blatttiefe nicht über den gesamten Flügel konstant ist, sondern zur Rotorblattspitze hin abnimmt, ist ersatzweise ein rechteckiges Rotorblatt mit mittlerer Blatttiefe zu ermitteln und zugrunde zu legen (mittlere Blatttiefe =  $0,5 * (\text{max. Blatttiefe} + \text{min. Blatttiefe bei } 90 \% \text{ Rotorradius})$ ).

### 2.2.2 Schattenverlauf, Berechnung

Der Verlauf des Schattenwurfs (Abbildung 3) wird über den Sonnenstand, den Standort bzw. die Standorte der WEA und über die Lage der Immissionsorte ermittelt. Dazu sind die folgenden Daten notwendig:

- die genaue Position/Koordinaten der WEA und der Immissionsorte (Breiten- und Längengrad, Höhe über NN)
- Abmessungen der WEA (Nabenhöhe und Rotordurchmesser).

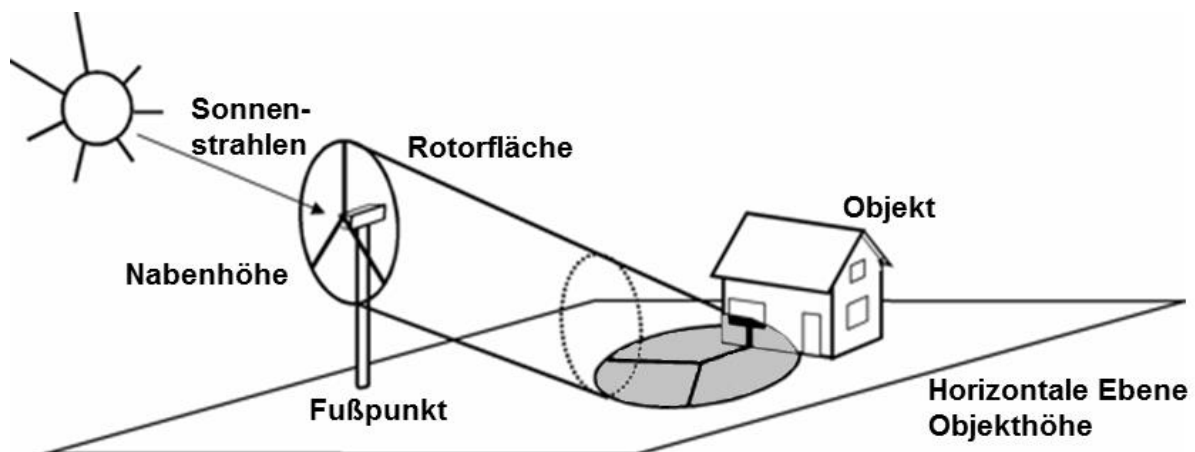


Abb. 3 Schattenwurf des Rotors

Zur Ermittlung des Schattenwurfs an einem Immissionsort wird dort ein virtueller Schattenrezeptor mit den Ausmaßen der zu untersuchenden Fläche platziert. Bei der Simulation des Sonnenstands über ein Jahr registriert der virtuelle Rezeptor den Schattenwurf in diesem Zeitraum.

Die Simulation des Verlaufs der Sonne wird mit dem Modul SHADOW der Software WindPRO in 1-Minuten-Schritten von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang über das ganze Jahr durchgeführt. Unter Berücksichtigung einer minimalen Sonnenhöhe, der Koordinaten, der Lage und der Größe des Rezeptors sowie der WEA-Daten wird ermittelt, ob am Rezeptor ein Schattenwurf durch eine oder mehrere Windenergieanlagen auftritt. Tritt ein Schlagschatten auf, werden für diesen das Datum, der Beginn, das Ende und die Dauer sowie die verursachende WEA des Schattens angegeben (siehe Kalender zu jedem Schattenrezeptor). Daraus werden wiederum über ein ganzes Jahr die Anzahl der Schattentage und die gesamte Schattenwurfdauer berechnet (siehe Hauptergebnis).

Der Schattenwurf bei Sonnenständen unter  $3^\circ$  Erhöhung über dem Horizont kann wegen Bewuchs, Bebauung und der zu durchdringenden Atmosphärenschichten in ebenem Gelände vernachlässigt werden. Ob hier auch ein höherer Wert angesetzt werden kann, hängt von der Orographie, der Bebauung und dem Bewuchs um den WEA-Standort ab und muss im Einzelnen ggf. genauer untersucht werden, wenn davon auszugehen ist, dass bei gegebenem Schattenwurf durch die Gegebenheiten vor Ort eine wesentliche Verringerung der Beeinträchtigung zu erwarten ist.



### 2.2.3 Richtlinien

Die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) hat die vom staatlichen Umweltamt Schleswig gemeinsam mit Fachleuten, Gutachtern, Gewerbeaufsichtsämtern und weiteren betroffenen Einrichtungen erarbeiteten Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise) vom Jahr 2002 als Standard anerkannt. Die folgenden Angaben sind die Anhaltswerte entsprechend den WEA-Schattenwurf-Hinweisen, die bei der Berechnung von Schattenwurfzeiten an einem Immissionsort zu Grunde gelegt werden:

- Die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer („worst case“) an einem Immissionsort darf maximal 30 Stunden im Jahr und maximal 30 Minuten am Tag betragen.
- Ein Schattenwurf bei einem Sonnenstand unter  $3^\circ$  ist nicht zu berücksichtigen.
- Der Einwirkungsbereich des Schattens ist der Bereich, in dem die Sonne zu mehr als 20 % durch das Rotorblatt verdeckt ist.
- Die Berechnung für einen punktförmigen Rezeptor wird in 2,0 m Höhe am Immissionsort empfohlen, um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu ermöglichen.
- Darüber hinaus ist es sinnvoll, die realen Schattenwurfzeiten bezogen auf ein Fenster von üblichen Abmessungen anzugeben. Überschreiten diese einen Immissionsrichtwert von 8 Stunden/Jahr, so ist der darüber hinausgehende Schattenwurf zu unterbinden.

## 2.3 „worst-case“ Betrachtung

Die berechneten (astronomisch maximal möglichen) Beschattungsdauern beziehen sich auf den ungünstigsten Fall („worst-case“), d.h. wenn die Sonne immer scheint, der Rotor sich kontinuierlich dreht und dieser senkrecht zu den Sonnenstrahlen steht. Diese Vereinfachung ermöglicht zum einen eine zuverlässige Prognose der maximal zu erwartenden Schattenwurfdauern und zum anderen wird die direkte Vergleichbarkeit von WEA-Standorten hinsichtlich ihres Beeinträchtigungspotenzials durch Schattenwurf ermöglicht.

## Zusammenfassung der „worst-case“ – Parameter

- Die Sonne scheint den ganzen Tag von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang mit maximaler Intensität.
- Es ist strahlend blauer Himmel, keine Wolke verdeckt die Sonne.
- Die WEA sind ständig und bei voller Leistung in Betrieb.
- Der Rotor steht senkrecht und damit mit maximaler Kreisfläche zu den Sonnenstrahlen.
- Die Fenster der untersuchten Gebäude am Immissionspunkt stehen senkrecht und ohne Neigung und damit mit maximaler Fensterfläche zu den WEA.
- Kein natürliches oder künstliches Hindernis befindet sich zwischen WEA und Immissionspunkt.

## 2.4 Wahrscheinlichkeitsbetrachtung

### 2.4.1 Sonnenscheinwahrscheinlichkeit

Den Berechnungen nach dem „worst-case“-Prinzip wurde die Annahme kontinuierlichen Sonnenscheins zu Grunde gelegt. Um dagegen den tatsächlich zu erwartenden Schattenwurf zu bestimmen, muss die Sonnenscheinwahrscheinlichkeit mit berücksichtigt werden, die in der Praxis gleichzusetzen ist mit der Wahrscheinlichkeit der Existenz eines Schattenwurfs. Die Sonnenscheinwahrscheinlichkeit ist von Region zu Region unterschiedlich und wird an Wetterstationen gemessen. Die dazu erhältlichen Daten basieren auf mehrjährigen Messungen. Angegeben wird üblicherweise die mittlere tägliche Sonnenscheindauer in Stunden, jeweils bezogen auf die einzelnen Monate. Teilt man diese Sonnenscheindauer durch die mittlere Zeitdauer von Sonnenaufgang bis -untergang im gleichen Monat, erhält man die Sonnenscheinwahrscheinlichkeit im jeweiligen Monat. Dieser Wert liegt im Dezember zwischen 10 % (Kassel) und 22 % (Freiburg) und im Juli/August zwischen 40 % (Düsseldorf) und 52 % (Freiburg) [Quelle: Atlas über die Sonnenstrahlung Europas].

## 2.4.2 Reduktion der Schattenwurfdauer durch den Azimutwinkel

Bei der Berechnung der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauern („worst-case“) wird ebenfalls vom ungünstigsten Fall ausgegangen, dass die Windrichtung mit der Richtung der Sonnenstrahlen identisch ist und die Ausrichtung des Rotors damit einen größtmöglichen Schatten zur Folge hat. Wird die Windrichtungsverteilung berücksichtigt, so verkürzt sich die Dauer des Schattenwurfs pro Tag, da ein Winkel zwischen der Windrichtung und den Sonnenstrahlen einen schmaleren, ellipsenförmigen Schattenwurf verursacht (vgl. Abbildung 3).

Als Basis dient hier die Windrichtungsverteilung in 12 Sektoren, die dem Windgutachten oder einer in der Nähe gemessenen Windstatistik entnommen werden kann. Entsprechend der Windrichtungsverteilung in Sektoren wird die relevante Schattenwurfrichtungsbeziehung (WEA - Immissionspunkt) einem Windrichtungssektor zugeordnet. Gegenüberliegende Sektoren (Luv oder Lee von der Sonne angestrahlt) werden dabei in gleicher Weise berücksichtigt. Durch die Schrägstellung der Rotorebene verkleinern sich der Schattenwurfkegel und somit auch die Zeitpunkte des Schattenanfangs und des Schattensendes, also die Dauer des Schattenwurfs auf den Immissionspunkt.

## 2.4.3 Schattenwurf nur bei Betrieb der Anlage

Weiterhin ist die WEA nicht ständig in Betrieb, wodurch sich die Wahrscheinlichkeit eines Schattenwurfs durch den sich drehenden Rotor zusätzlich reduziert. Erst wenn die Windgeschwindigkeit einen Wert über der Anlaufwindgeschwindigkeit erreicht, beginnt sich die WEA zu drehen. Die Stillstandhäufigkeit kann ebenfalls mit Hilfe der Weibull-Funktion (Windgutachten bezogen auf Nabenhöhe) und der Anlaufwindgeschwindigkeit der WEA angegeben werden. Die "In-Betrieb"-Häufigkeit bezeichnet so das Verhältnis von Betriebsstunden der Anlage und der Stundenzahl eines Jahres (8760 h). Die entsprechenden Werte können in der Regel ebenfalls dem Windgutachten zum Standort entnommen werden.

## 3 Standort- und WEA-Daten

### 3.1 Standortübersicht

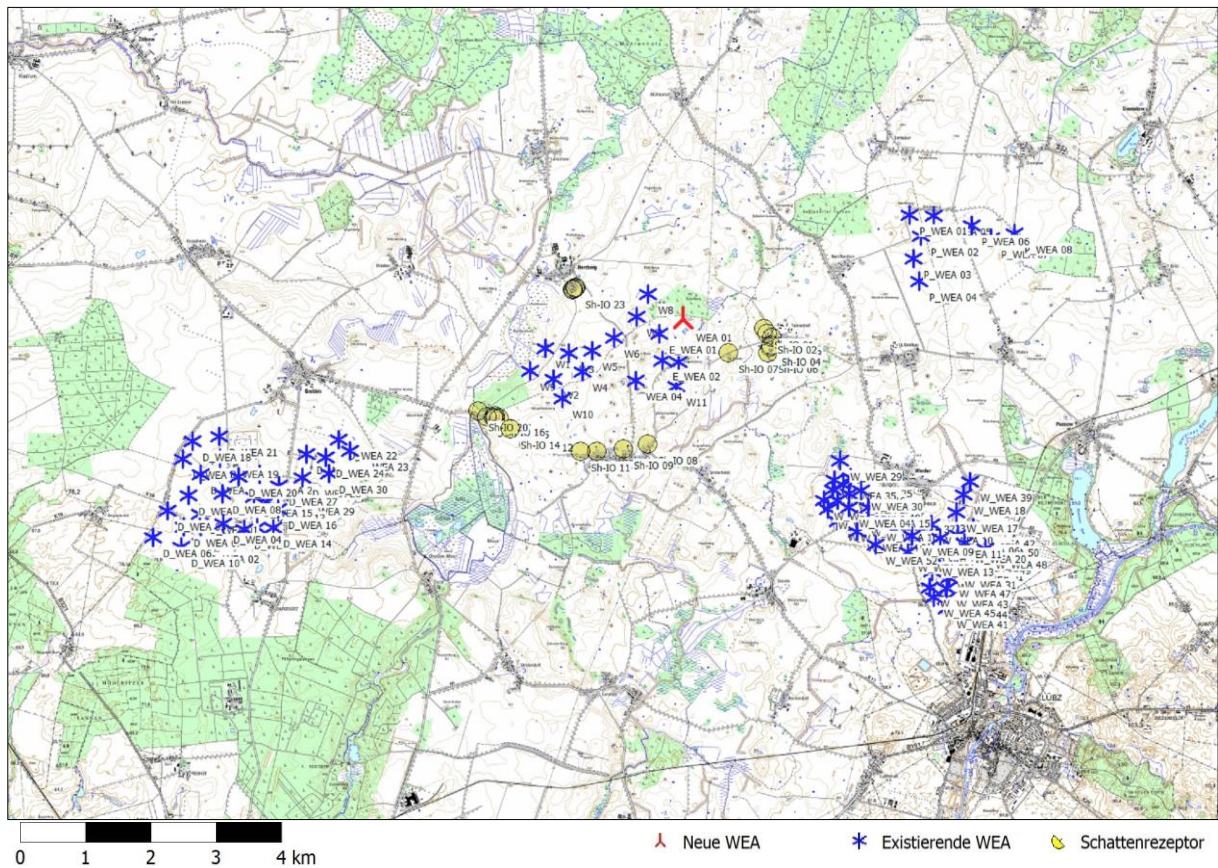


Abb. 1 Standorte der geplanten WEA, der existierenden WEA und der Immissionsorte

## 3.2 Immissionsorte (Schattenrezeptoren)

Für die Berechnung der Schattenwurfzeiten am Standort Granzin (WEA 01) wurden mehrere Schattenrezeptoren bzw. Immissionsorte auf Basis einer amtlichen topografischen Karte im Maßstab 1:25.000 untersucht. Die schattenwurfkritischen Gebiete entsprechen den in der unmittelbaren Umgebung des Standorts befindlichen Wohngebäuden bzw. Siedlungsbereichen.

In Tabelle 3.1 sind die Immissionsorte mit ihren in der Prognose verwendeten Bezeichnungen (Spalte IO) und ihren Koordinaten sowie geodätischen Höhen aufgeführt. Es werden insgesamt 24 Immissionsorte berücksichtigt, an denen der Schattenwurf untersucht wird. Es ist notwendig, eine differenzierte Betrachtung der Immissionsorte hinsichtlich der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung durchzuführen.

Alle 24 Immissionsorte wurden im sog. „Gewächshaus Modus“ berechnet, da sie von existierenden und geplanten Anlagen umgeben sind und in diesem Modus der Schattenwurf aus allen Richtungen am Rezeptor berücksichtigt wird.

Tab. 3.1 Immissionsorte

IO	Immissionsort	Rechts	Hoch	Höhe [m ü. NHN]	Ausrichtungs- modus
		System UTM ETRS89			
Sh-IO 01	Granziner Straße 15, Tannenhof	33.299.514	5.934.433	67,5	„Gewächshaus Modus“
Sh-IO 02	Granziner Straße 14, Tannenhof	33.299.556	5.934.353	68,0	„Gewächshaus Modus“
Sh-IO 03	Wiesenweg 5, Tannenhof	33.299.637	5.934.281	66,9	„Gewächshaus Modus“
Sh-IO 04	Wiesenweg 11, Tannenhof	33.299.608	5.934.154	66,0	„Gewächshaus Modus“
Sh-IO 05	Wiesenweg 10, Tannenhof	33.299.596	5.934.135	65,1	„Gewächshaus Modus“
Sh-IO 06	Wiesenweg 8, Tannenhof	33.299.558	5.934.042	64,7	„Gewächshaus Modus“
Sh-IO 07	Ausbau 61, Tannenhof	33.298.932	5.934.069	70,6	„Gewächshaus Modus“
Sh-IO 08	Lange Straße 58, Granzin	33.297.581	5.932.678	63,0	„Gewächshaus Modus“
Sh-IO 09	Lange Straße 50, Granzin	33.297.192	5.932.621	65,9	„Gewächshaus Modus“

...Fortsetzung Tab. 3.1

IO	Immissionsort	Rechts	Hoch	Höhe [m ü. NHN]	Ausrichtungs- modus
		System UTM ETRS89			
Sh-IO 10	Lange Straße 37, Granzin	33.296.770	5.932.599	67,7	„Gewächshaus Modus“
Sh-IO 11	Lange Straße 36, Granzin	33.296.518	5.932.609	69,0	„Gewächshaus Modus“
Sh-IO 12	Granziner Straße 10, Bahlenrade	33.295.624	5.932.963	69,0	„Gewächshaus Modus“
Sh-IO 13	Granziner Straße 2, Bahlenrade	33.295.442	5.932.996	71,4	„Gewächshaus Modus“
Sh-IO 14	Granziner Straße 3, Bahlenrade	33.295.415	5.933.022	71,5	„Gewächshaus Modus“
Sh-IO 15	Granziner Straße 9, Bahlenrade	33.295.240	5.933.196	72,2	„Gewächshaus Modus“
Sh-IO 16	Granziner Straße 8, Bahlenrade	33.295.188	5.933.226	72,7	„Gewächshaus Modus“
Sh-IO 17	Granziner Straße 4, Bahlenrade	33.295.184	5.933.188	72,4	„Gewächshaus Modus“
Sh-IO 18	Granziner Straße 5, Bahlenrade	33.295.155	5.933.204	73,1	„Gewächshaus Modus“
Sh-IO 19	Granziner Straße 6, Bahlenrade	33.295.060	5.933.219	73,5	„Gewächshaus Modus“
Sh-IO 20	Granziner Straße 7, Bahlenrade	33.294.914	5.933.318	67,0	„Gewächshaus Modus“
Sh-IO 21	Am Berg 20, Herzberg	33.296.497	5.935.179	67,3	„Gewächshaus Modus“
Sh-IO 22	Am Berg 19, Herzberg	33.296.516	5.935.188	68,1	„Gewächshaus Modus“
Sh-IO 23	Am Berg 18, Herzberg	33.296.540	5.935.200	68,7	„Gewächshaus Modus“
Sh-IO 24	Am Berg 17, Herzberg	33.296.556	5.935.212	69,0	„Gewächshaus Modus“

### 3.3 Windenergieanlagen

Nördlich der Ortschaft Granzin im Landkreis Ludwigslust-Parchim (Mecklenburg-Vorpommern) plant die PROKON Regenerative Energien eG die Errichtung von einer Windenergieanlage vom Typ GE 5.5-158 auf 161,0 m Nabenhöhe.

In räumlich relevanter Nähe der Windparkplanung befinden sich mehrere Windparks mit insgesamt 82 Windenergieanlagen in Betrieb und 23 WEA im Genehmigungsverfahren. Diese werden in Absprache mit der zuständigen Genehmigungsbehörde in diesem Gutachten mit den behördlich vorgegebenen Koordinaten als Vorbelastung berücksichtigt.

#### 3.3.1 Bestehende Anlagen (Vorbelastung)

Tab. 3.2 WEA-Daten der Vorbelastung

Bezeichnung	Rechts	Hoch	Anlagentyp	Nabenhöhe [m]	Rotor-durchmesser [m]	max. Blatttiefe [m]	Beschatt.-bereich [m]
	System UTM ETRS89						
W1 <sup>1)</sup>	33.296.021	5.934.272	Vestas V162-5.6MW	169,0 <sup>2)</sup>	162,0	4,30	1.982
W2 <sup>1)</sup>	33.296.132	5.933.781	Vestas V162-5.6MW	169,0 <sup>2)</sup>	162,0	4,30	1.982
W3 <sup>1)</sup>	33.296.386	5.934.184	Vestas V162-5.6MW	169,0 <sup>2)</sup>	162,0	4,30	1.982
W4 <sup>1)</sup>	33.296.592	5.933.873	Vestas V162-5.6MW	169,0 <sup>2)</sup>	162,0	4,30	1.982
W5 <sup>1)</sup>	33.296.768	5.934.202	Vestas V162-5.6MW	169,0 <sup>2)</sup>	162,0	4,30	1.982
W6 <sup>1)</sup>	33.297.123	5.934.391	Vestas V150-5.6MW	169,0 <sup>2)</sup>	150,0	4,24	1.897
W7 <sup>1)</sup>	33.297.499	5.934.705	Vestas V162-5.6MW	169,0 <sup>2)</sup>	162,0	4,30	1.982
W8 <sup>1)</sup>	33.297.689	5.935.061	Vestas V162-5.6MW	169,0 <sup>2)</sup>	162,0	4,30	1.982
W9 <sup>1)</sup>	33.295.767	5.933.926	Vestas V162-5.6MW	169,0 <sup>2)</sup>	162,0	4,30	1.982
W10 <sup>1)</sup>	33.296.254	5.933.467	Vestas V162-5.6MW	169,0 <sup>2)</sup>	162,0	4,30	1.982
W11 <sup>1)</sup>	33.298.078	5.933.577	Vestas V162-5.6MW	169,0 <sup>2)</sup>	162,0	4,30	1.982
W12 <sup>1)</sup>	33.298.124	5.933.962	Vestas V162-5.6MW	169,0 <sup>2)</sup>	162,0	4,30	1.982
E_WEA 01 <sup>1)</sup>	33.297.837	5.934.429	GE 5.5-158	161,0	158,0	4,00	1.798
E_WEA 02 <sup>1)</sup>	33.297.868	5.934.001	GE 5.5-158	161,0	158,0	4,00	1.798
WEA 04 <sup>1)</sup>	33.297.438	5.933.691	GE 5.5-158	161,0	158,0	4,00	1.798

<sup>1)</sup> WEA befinden sich derzeit im Genehmigungsverfahren

<sup>2)</sup> Nabenhöhe 166,0 m zzgl. Fundamenthöhung von 3,0 m

### Irrelevante Vorbelastung gemäß Vorprüfung

- Windpark Dargelütz      30 WEA
- Windpark Werder        52 WEA
- Windpark Passow        8 WEA

Die Vorprüfung hat ergeben, dass die Windenergieanlagen aus diesen 3 Windparks keinen schattenwurfrelevanten Einfluss auf die Immissionsorte der aktuellen Planung haben und somit nicht im Einwirkungsbereich der untersuchten Immissionsorte liegen. Demzufolge werden diese 90 Windenergieanlagen in den nachfolgenden Berechnungen nicht weiter berücksichtigt. Weitere Hinweise hierzu sind im Kapitel 7 aufgeführt.

### 3.3.2 Geplante Anlagen (Zusatzbelastung)

Tab. 3.3      WEA-Daten der Zusatzbelastung

Bezeichnung	Rechts	Hoch	Anlagentyp	Naben- höhe [m]	Rotor- durch- messer [m]	max. Blatt- tiefe [m]	Beschatt.- bereich [m]
	System UTM ETRS89						
WEA 01	33.298.240	5.934.641	GE 5.5-158	161,0	158,0	4,00	1.798



## 4 Ergebnisse der Schattenwurfberechnungen

### 4.1 Berechnungsergebnisse

Für die Berechnung des astronomisch maximal möglichen Schattenwurfs („worst-case“), d.h. ohne Berücksichtigung von Bewölkung, Stillstandzeiten der WEA und Windrichtung wurde an den einzelnen Immissionsorten ein virtueller punktförmiger Rezeptor der Größe 1,0 x 1,0 m in 2,0 m Höhe platziert. Die Ausrichtung des Rezeptors ist horizontal, so dass der Schattenwurf unabhängig von der Einfallrichtung registriert wird.

In der vorliegenden Schattenwurfprognose für den geplanten Windpark Granzin (WEA 01) wurden für insgesamt 24 Immissionsorte folgende Berechnungen durchgeführt:

- die Vorbelastung (kurz: VB) 15 x WEA
- die Zusatzbelastung (kurz: ZB) 1 x WEA
- die Gesamtbelastung (kurz: GB) VB und ZB

Die einzuhaltenden Immissionsrichtwerte betragen entsprechend der WEA-Schattenwurf-Hinweise:

- max. 30 Stunden/Jahr
- max. 30 Minuten/Tag.

Die unter den genannten Annahmen errechneten Ergebnisse werden in der folgenden Tabelle 4.1 dargestellt, wobei mögliche Überschreitungen grau hervorgehoben werden.

#### **Anmerkungen:**

Die Ergebnisse sind nur in Verbindung mit den WindPRO-Berechnungen vom 25.05.2020 gültig. Die exakten Koordinaten der Windenergieanlagen und Immissionsorte sind diesen Berechnungen zu entnehmen. Die Berechnungen stellen lediglich eine Prognose dar und sind nach bestem Wissen und Gewissen erstellt.

Tab. 4.1 Astronomisch maximal möglicher Schattenwurf

IO	Immissionsort	Max. Stunden/Jahr [hh:mm]			Max. Minuten/Tag [hh:mm]		
		VB	ZB	GB	VB	ZB	GB
Sh-IO 01	Granziner Straße 15, Tannenhof	42:36	14:45	57:21	0:39	0:29	0:39
Sh-IO 02	Granziner Straße 14, Tannenhof	32:48	14:06	46:54	0:37	0:28	0:37
Sh-IO 03	Wiesenweg 5, Tannenhof	22:29	12:49	35:18	0:34	0:26	0:34
Sh-IO 04	Wiesenweg 11, Tannenhof	29:50	14:17	44:07	0:33	0:26	0:33
Sh-IO 05	Wiesenweg 10, Tannenhof	30:24	14:51	45:15	0:33	0:26	0:33
Sh-IO 06	Wiesenweg 8, Tannenhof	31:28	17:44	49:12	0:33	0:27	0:33
Sh-IO 07	Ausbau 61, Tannenhof	128:14	0:00	128:14	0:59	0:00	0:59
Sh-IO 08	Lange Straße 58, Granzin	40:13	0:00	40:13	0:43	0:00	0:43
Sh-IO 09	Lange Straße 50, Granzin	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Sh-IO 10	Lange Straße 37, Granzin	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Sh-IO 11	Lange Straße 36, Granzin	14:11	0:00	14:11	0:22	0:00	0:22
Sh-IO 12	Granziner Straße 10, Bahlenrade	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Sh-IO 13	Granziner Straße 2, Bahlenrade	13:02	0:00	13:02	0:28	0:00	0:28
Sh-IO 14	Granziner Straße 3, Bahlenrade	26:04	0:00	26:04	0:37	0:00	0:37
Sh-IO 15	Granziner Straße 9, Bahlenrade	72:56	0:00	72:56	0:53	0:00	0:53
Sh-IO 16	Granziner Straße 8, Bahlenrade	75:43	0:00	75:43	0:47	0:00	0:47
Sh-IO 17	Granziner Straße 4, Bahlenrade	72:11	0:00	72:11	0:49	0:00	0:49
Sh-IO 18	Granziner Straße 5, Bahlenrade	72:21	0:00	72:21	0:45	0:00	0:45
Sh-IO 19	Granziner Straße 6, Bahlenrade	72:14	0:00	72:14	0:42	0:00	0:42
Sh-IO 20	Granziner Straße 7, Bahlenrade	67:04	0:00	67:04	0:42	0:00	0:42
Sh-IO 21	Am Berg 20, Herzberg	156:02	0:00	156:02	2:04	0:00	2:04
Sh-IO 22	Am Berg 19, Herzberg	151:53	0:00	151:53	1:56	0:00	1:56
Sh-IO 23	Am Berg 18, Herzberg	159:27	6:43	166:10	1:59	0:21	1:59
Sh-IO 24	Am Berg 17, Herzberg	154:09	6:53	161:02	1:55	0:21	1:55

Die Berechnungen des astronomisch maximal möglichen Schattenwurfs durch die geplante und die existierenden bzw. im Genehmigungsverfahren befindlichen Windenergieanlagen (s. Tabelle 4.1) zeigen Überschreitungen der Immissionsrichtwerte für den Grenzwert des astronomisch maximal möglichen Schattenwurfs von 30 Stunden/Jahr in der Vorbelastung an den Immissionsorten Sh-IO 01, Sh-IO 02, Sh-IO 05 bis Sh-IO 08 und Sh-IO 15 bis Sh-IO 24 und in der Gesamtbelastung an den Immissionsorten Sh-IO 01 bis Sh-IO 08 und Sh-IO 15 bis Sh-IO 24. Für den Grenzwert des astronomisch maximal möglichen Schattenwurfs von 30 Minuten/Tag in der Vor- und Gesamtbelastung an den Immissionsorten Sh-IO 01 bis Sh-IO 08 und Sh-IO 14 bis Sh-IO 24. An den Immissionsorten, wo die Grenzwerte für den astronomisch maximal möglichen Schattenwurf bereits in der Vorbelastung überschritten sind, sind keine weiteren, d.h. additiven Schattenwurfzeiten durch die geplante WEA zulässig.

Maßgeblich verantwortlich für die Überschreitungen des zulässigen Schattenwurfs an den betroffenen Immissionsorten Sh-IO 01 bis Sh-IO 06 und Sh-IO 23 bis Sh-IO 24 ist demnach die **geplante Windenergieanlage** (WEA 01) der PROKON Regenerative Energien eG. **Deshalb sind ab Erreichen der zulässigen Grenzwerte Minderungsmaßnahmen an dieser WEA notwendig.** Die Einhaltung der zulässigen Schattenwurfzeiten wird hierbei durch **Installation einer Regeltechnik (Schattenwurfabschaltmodul) in dieser WEA** erreicht, die den Schattenwurf durch zeitweise Abschaltung der WEA auf ein zulässiges Maß reduziert.

**Daher hält die PROKON Regenerative Energien eG das Vorhaben aus immissionsschutzrechtlicher Sicht grundsätzlich für genehmigungsfähig.**

Die detaillierten Berechnungsergebnisse, die berechneten Schattenwurfzeiten als grafische Kalender eines jeden Schattenrezeptors und einer jeden WEA, sowie die Schattenwurfkarten sind im Anhang beigelegt. Die tabellarischen Kalender können bei Bedarf für jeden Schattenrezeptor nachgereicht werden.

## 4.1 Qualität der Prognose

Die Güte der Immissionsprognose hängt im Wesentlichen von der Genauigkeit des verwendeten Berechnungsmodells und der Zuverlässigkeit der Eingangsdaten ab, d.h. von der Exaktheit der Koordinaten und der relevanten Parameter der Windenergieanlagen.

Zur Berechnung des periodischen Schattenwurfs verwendet die Software WindPRO ein rein geometrisches Modell. Der Abstand zwischen der Rotorebene und der Turmachse ist vernachlässigbar und wird daher nicht berücksichtigt. Zudem wird eine minimale relevante Sonnenhöhe von  $3^\circ$  (Gehungswinkel) angenommen, d.h. niedrigere Sonnenständen werden aufgrund von Bewuchs, Bebauung und der Absorption in den zu durchdringenden Atmosphärenschichten vernachlässigt. Die Berechnung geht ferner von einer freien Ausbreitung aus, tatsächliche Hindernisse wie z.B. Wälder oder Häuser werden nicht berücksichtigt.

Prof. Hans Dieter Freund von der Fachhochschule Kiel hat die „Einflüsse der Lufttrübung, der Sonnenausdehnung und der Flügelform auf den periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen“ untersucht. Diese physikalischen Parameter haben einen wesentlichen Einfluss auf den periodischen Schattenwurf, werden allerdings in der Berechnungssoftware WindPRO nicht berücksichtigt. Dadurch ergeben sich an den in Frage kommenden Immissionsorten in der Regel zu lange Schattenwurfzeiten. Das hier verwendete, rein geometrische Berechnungsmodell liefert also im Allgemeinen konservativere Werte.

Es sei an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen, dass die Berechnungen für den astronomisch maximal möglichen Schattenwurf entsprechend den Anforderungen der WEA-Schattenwurf-Hinweise des LAI durchgeführt worden sind. Unter Berücksichtigung der lokalen Windrichtungsverhältnisse und der Sonnenhäufigkeit am Standort **reduziert sich der meteorologisch wahrscheinliche Schattenwurf erfahrungsgemäß um mehr als 75 % des astronomisch maximal möglichen Schattenwurfs.**

## 5 FAZIT

Die vorliegende Schattenwurfprognose zum Windpark Granzin (WEA 01) dient als Nachweis, ob die Immissionsrichtwerte gemäß den WEA-Schattenwurf-Hinweisen für den astronomisch maximal möglichen Schattenwurf von 30 Stunden/Jahr und 30 Minuten/Tag an den gewählten Immissionsorten eingehalten oder überschritten werden. Als Immissionsorte wurden die nahegelegensten Gebäude (Wohnnutzung, Büronutzung) gewählt.

Die Berechnungen des astronomisch maximal möglichen Schattenwurfs durch die geplante und die existierenden bzw. im Genehmigungsverfahren befindlichen Windenergieanlagen zeigen Überschreitungen der Immissionsrichtwerte für den Grenzwert des astronomisch maximal möglichen Schattenwurfs von 30 Stunden/Jahr in der Vorbelastung am Sh-IO 01, Sh-IO 02, Sh-IO 05 bis Sh-IO 08 und Sh-IO 15 bis Sh-IO 24 und in der Gesamtbelastung am Sh-IO 01 bis Sh-IO 08 und Sh-IO 15 bis Sh-IO 24. Für den Grenzwert des astronomisch maximal möglichen Schattenwurfs von 30 Minuten/Tag in der Vor- und Gesamtbelastung am Sh-IO 01 bis Sh-IO 08 und Sh-IO 14 bis Sh-IO 24. An den Immissionsorten, wo die Grenzwerte für den astronomisch maximal möglichen Schattenwurf bereits in der Vorbelastung überschritten sind, sind keine weiteren, d.h. additiven Schattenwurfzeiten durch die geplante WEA zulässig.

Maßgeblich verantwortlich für die Überschreitungen des zulässigen Schattenwurfs an den betroffenen Immissionsorten Sh-IO 01 bis Sh-IO 06 und Sh-IO 23 bis Sh-IO 24 ist demnach die **geplante Windenergieanlage** (WEA 01) der PROKON Regenerative Energien eG. **Deshalb sind ab Erreichen der zulässigen Grenzwerte Minderungsmaßnahmen an dieser WEA notwendig.** Die Einhaltung der zulässigen Schattenwurfzeiten wird hierbei durch **Installation einer Regeltechnik (Schattenwurfschaltmodul) in dieser WEA** erreicht, die den Schattenwurf durch zeitweise Abschaltung der WEA auf ein zulässiges Maß reduziert.

**Daher hält die PROKON Regenerative Energien eG das Vorhaben aus immissionsschutzrechtlicher Sicht grundsätzlich für genehmigungsfähig.**

Sollte sich der Standort, der Anlagentyp oder die Nabenhöhe der Windenergieanlagen ändern, sind die Werte der Schattenwurfzeiten an den Schattenwurfrezeptoren nicht mehr gültig und müssen neu berechnet werden.

Die berechneten Ergebnisse stellen lediglich eine Prognose dar. Sie sind nach bestem Wissen und Gewissen und mit dem neuesten Stand der Berechnungsprogramme erstellt worden.

## 6 Vorschriften und Quellen (Auswahl)

- Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG  
Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge.
- Bund/Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI)  
Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen. Stand: 13.03.2002
- Staatliches Umweltamt Schleswig  
Abgestimmte Randbedingungen und Basisgrößen für die Erstellung von Immissionsprognosen bezüglich des bewegten Schattenwurfs von im Land Schleswig-Holstein geplanten Windenergieanlagen. Ergebnisprotokoll des 3. Fachgesprächs vom 19.11.1999 über Umwelteinwirkungen von Windenergieanlagen. Schleswig, 1999.
- Freund, Hans-Dieter  
Einflüsse der Lufttrübung, der Sonnenausdehnung und der Flügelform auf den Schattenwurf von Windenergieanlagen. Forschungsbericht zur Umwelttechnik der Fachhochschule Kiel. Januar 2002
- EMD International A/S (DK): Beschreibung Software WindPRO – Modul SHADOW

## 7 Anhang

- Anhang A: Vorprüfung Irrelevanz: Berechnungsergebnisse astronomisch maximal möglicher Schattenwurf
- Anhang B: Berechnungsergebnisse astronomisch maximal möglicher Schattenwurf (Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung)
- Anhang C: Grafischer Schattenwurfkalender je Schattenrezeptor (Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung)
- Anhang D: Grafischer Schattenwurfkalender je WEA (Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung)
- Anhang E: Schattenwurfkarten in Stunden/Jahr (Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung)
- Anhang F: Schattenwurfkarte in Minuten/Tag (Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung)



## Anhang A

Vorprüfung Irrelevanz:

Berechnungsergebnisse astronomisch maximal möglicher Schattenwurf

- Windpark Dargelütz
- Windpark Werder
- Windpark Passow

Projekt:

**WP Granzin**

Lizenzierter Anwender:

**PROKON Regenerative Energien eG**

Kirchhoffstraße 3

DE-25524 Itzehoe

+49 4821 6855 100

Susan Schlimper / s.schlimper@prokon.net

Berechnet:

25.05.2020 08:25/3.3.274

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Schattenwurf "worst case" - Vorprüfung WP Dargelütz

### Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA

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

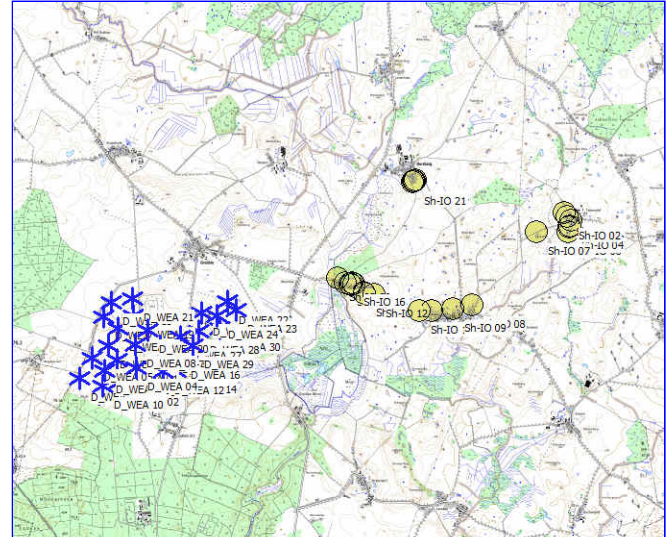
Siehe WEA-Tabelle

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: DGM SRTM 1  
 Hindernisse in Berechnung nicht verwendet  
 Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m  
 Rasterauflösung: 1,0 m

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



Maßstab 1:150.000

\* Existierende WEA

● Schattenrezeptor

### WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]								[m]	[U/min]
D_WEA 01	33.290.427	5.931.886	77,0	D_WEA 01 - E...Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0	
D_WEA 02	33.290.418	5.931.434	77,4	D_WEA 02 - E...Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0	
D_WEA 03	33.290.193	5.932.770	75,0	D_WEA 03 - E...Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0	
D_WEA 04	33.290.789	5.931.725	80,0	D_WEA 04 - E...Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0	
D_WEA 05	33.289.912	5.931.960	76,0	D_WEA 05 - E...Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0	
D_WEA 06	33.289.658	5.931.554	76,0	D_WEA 06 - E...Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0	
D_WEA 07	33.290.161	5.931.696	75,3	D_WEA 07 - E...Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0	
D_WEA 08	33.290.800	5.932.188	80,2	D_WEA 08 - E...Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0	
D_WEA 09	33.290.256	5.932.186	78,0	D_WEA 09 - E...Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0	
D_WEA 10	33.290.102	5.931.382	80,2	D_WEA 10 - E...Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0	
D_WEA 11	33.290.465	5.932.515	77,0	D_WEA 11 - E...Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0	
D_WEA 12	33.291.330	5.931.626	81,8	D_WEA 12 - E...Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2.300	2.300	71,0	85,0	1.643	20,0	
D_WEA 13	33.291.496	5.932.041	79,8	D_WEA 13 - E...Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2.300	2.300	71,0	85,0	1.643	20,0	
D_WEA 14	33.291.578	5.931.621	81,0	D_WEA 14 - E...Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2.300	2.300	71,0	85,0	1.643	20,0	
D_WEA 15	33.291.298	5.932.124	79,3	D_WEA 15 - E...Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2.300	2.300	71,0	85,0	1.643	20,0	
D_WEA 16	33.291.665	5.931.909	82,2	D_WEA 16 - E...Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2.300	2.300	71,0	85,0	1.643	20,0	
D_WEA 17	33.291.114	5.931.621	79,3	D_WEA 17 - E...Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2.300	2.300	71,0	85,0	1.643	20,0	
D_WEA 18	33.290.360	5.933.046	75,0	D_WEA 18 - E...Ja	ENERCON	E-82-2.000	2.000	82,0	78,3	1.552	19,5	
D_WEA 19	33.290.789	5.932.761	80,3	D_WEA 19 - E...Ja	ENERCON	E-82-2.000	2.000	82,0	78,3	1.552	19,5	
D_WEA 20	33.291.065	5.932.453	79,1	D_WEA 20 - E...Ja	ENERCON	E-82-2.000	2.000	82,0	78,3	1.552	19,5	
D_WEA 21	33.290.784	5.933.102	77,0	D_WEA 21 - E...Ja	ENERCON	E-82-2.000	2.000	82,0	78,3	1.552	19,5	
D_WEA 22	33.292.680	5.932.971	67,5	D_WEA 22 - E...Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
D_WEA 23	33.292.852	5.932.779	68,0	D_WEA 23 - E...Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
D_WEA 24	33.292.467	5.932.692	74,4	D_WEA 24 - E...Ja	ENERCON	E-82-2.000	2.000	82,0	108,3	1.550	19,5	
D_WEA 25	33.292.157	5.932.756	77,9	D_WEA 25 - E...Ja	ENERCON	E-82-2.000	2.000	82,0	108,3	1.550	19,5	
D_WEA 26	33.291.396	5.932.478	81,3	D_WEA 26 - E...Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
D_WEA 27	33.291.704	5.932.286	80,0	D_WEA 27 - E...Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
D_WEA 28	33.292.076	5.932.397	76,7	D_WEA 28 - E...Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
D_WEA 29	33.291.957	5.932.116	79,0	D_WEA 29 - E...Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	
D_WEA 30	33.292.505	5.932.433	71,5	D_WEA 30 - E...Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.601	18,0	

**SHADOW - Hauptergebnis****Berechnung:** Schattenwurf "worst case" - Vorprüfung WP Dargelütz**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]	[°]		
Sh-IO 01	Sh-IO 01 - Granziner Straße 15, Tannenhof	33.299.514	5.934.433	67,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 02	Sh-IO 02 - Granziner Straße 14, Tannenhof	33.299.556	5.934.353	68,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 03	Sh-IO 03 - Wiesenweg 5, Tannenhof	33.299.637	5.934.281	66,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 04	Sh-IO 04 - Wiesenweg 11, Tannenhof	33.299.608	5.934.154	66,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 05	Sh-IO 05 - Wiesenweg 10, Tannenhof	33.299.596	5.934.135	65,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 06	Sh-IO 06 - Wiesenweg 8, Tannenhof	33.299.558	5.934.042	64,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 07	Sh-IO 07 - Ausbau 61, Tannenhof	33.298.932	5.934.069	70,6	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 08	Sh-IO 08 - Lange Straße 58, Granzin	33.297.581	5.932.678	63,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 09	Sh-IO 09 - Lange Straße 50, Granzin	33.297.192	5.932.621	65,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 10	Sh-IO 10 - Lange Straße 37, Granzin	33.296.770	5.932.599	67,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 11	Sh-IO 11 - Lange Straße 36, Granzin	33.296.518	5.932.609	69,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 12	Sh-IO 12 - Granziner Straße 10, Bahlenrade	33.295.624	5.932.963	69,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 13	Sh-IO 13 - Granziner Straße 2, Bahlenrade	33.295.442	5.932.996	71,4	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 14	Sh-IO 14 - Granziner Straße 3, Bahlenrade	33.295.415	5.933.022	71,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 15	Sh-IO 15 - Granziner Straße 9, Bahlenrade	33.295.240	5.933.196	72,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 16	Sh-IO 16 - Granziner Straße 8, Bahlenrade	33.295.188	5.933.226	72,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 17	Sh-IO 17 - Granziner Straße 4, Bahlenrade	33.295.184	5.933.188	72,4	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 18	Sh-IO 18 - Granziner Straße 5, Bahlenrade	33.295.155	5.933.204	73,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 19	Sh-IO 19 - Granziner Straße 6, Bahlenrade	33.295.060	5.933.219	73,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 20	Sh-IO 20 - Granziner Straße 7, Bahlenrade	33.294.914	5.933.318	67,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 21	Sh-IO 21 - Am Berg 20, Herzberg	33.296.497	5.935.179	67,3	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 22	Sh-IO 22 - Am Berg 19, Herzberg	33.296.516	5.935.188	68,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 23	Sh-IO 23 - Am Berg 18, Herzberg	33.296.540	5.935.200	68,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 24	Sh-IO 24 - Am Berg 17, Herzberg	33.296.556	5.935.212	69,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0

**Berechnungsergebnisse**

Schattenrezeptor

**astron. max. mögl. Beschattungsdauer**

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
Sh-IO 01	Sh-IO 01 - Granziner Straße 15, Tannenhof	0:00	0	0:00
Sh-IO 02	Sh-IO 02 - Granziner Straße 14, Tannenhof	0:00	0	0:00
Sh-IO 03	Sh-IO 03 - Wiesenweg 5, Tannenhof	0:00	0	0:00
Sh-IO 04	Sh-IO 04 - Wiesenweg 11, Tannenhof	0:00	0	0:00
Sh-IO 05	Sh-IO 05 - Wiesenweg 10, Tannenhof	0:00	0	0:00
Sh-IO 06	Sh-IO 06 - Wiesenweg 8, Tannenhof	0:00	0	0:00
Sh-IO 07	Sh-IO 07 - Ausbau 61, Tannenhof	0:00	0	0:00
Sh-IO 08	Sh-IO 08 - Lange Straße 58, Granzin	0:00	0	0:00
Sh-IO 09	Sh-IO 09 - Lange Straße 50, Granzin	0:00	0	0:00
Sh-IO 10	Sh-IO 10 - Lange Straße 37, Granzin	0:00	0	0:00
Sh-IO 11	Sh-IO 11 - Lange Straße 36, Granzin	0:00	0	0:00
Sh-IO 12	Sh-IO 12 - Granziner Straße 10, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 13	Sh-IO 13 - Granziner Straße 2, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 14	Sh-IO 14 - Granziner Straße 3, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 15	Sh-IO 15 - Granziner Straße 9, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 16	Sh-IO 16 - Granziner Straße 8, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 17	Sh-IO 17 - Granziner Straße 4, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 18	Sh-IO 18 - Granziner Straße 5, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 19	Sh-IO 19 - Granziner Straße 6, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 20	Sh-IO 20 - Granziner Straße 7, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 21	Sh-IO 21 - Am Berg 20, Herzberg	0:00	0	0:00
Sh-IO 22	Sh-IO 22 - Am Berg 19, Herzberg	0:00	0	0:00
Sh-IO 23	Sh-IO 23 - Am Berg 18, Herzberg	0:00	0	0:00
Sh-IO 24	Sh-IO 24 - Am Berg 17, Herzberg	0:00	0	0:00

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
D_WEA 01	D_WEA 01 - E-70 E4 2.0^85m	0:00
D_WEA 02	D_WEA 02 - E-70 E4 2.0^85m	0:00
D_WEA 03	D_WEA 03 - E-70 E4 2.0^85m	0:00

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

**WP Granzin**

Lizenzierter Anwender:

**PROKON Regenerative Energien eG**

Kirchhoffstraße 3

DE-25524 Itzehoe

+49 4821 6855 100

Susan Schlimper / s.schlimper@prokon.net

Berechnet:

25.05.2020 08:25/3.3.274

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Schattenwurf "worst case" - Vorprüfung WP Dargelütz

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	Maximal [h/a]
D_WEA 04	D_WEA 04 - E-70 E4 2.0^85m	0:00
D_WEA 05	D_WEA 05 - E-70 E4 2.0^85m	0:00
D_WEA 06	D_WEA 06 - E-70 E4 2.0^85m	0:00
D_WEA 07	D_WEA 07 - E-70 E4 2.0^85m	0:00
D_WEA 08	D_WEA 08 - E-70 E4 2.0^85m	0:00
D_WEA 09	D_WEA 09 - E-70 E4 2.0^85m	0:00
D_WEA 10	D_WEA 10 - E-70 E4 2.0^85m	0:00
D_WEA 11	D_WEA 11 - E-70 E4 2.0^85m	0:00
D_WEA 12	D_WEA 12 - E-70 E4 2.3^85m	0:00
D_WEA 13	D_WEA 13 - E-70 E4 2.3^85m	0:00
D_WEA 14	D_WEA 14 - E-70 E4 2.3^85m	0:00
D_WEA 15	D_WEA 15 - E-70 E4 2.3^85m	0:00
D_WEA 16	D_WEA 16 - E-70 E4 2.3^85m	0:00
D_WEA 17	D_WEA 17 - E-70 E4 2.3^85m	0:00
D_WEA 18	D_WEA 18 - E-82 2.0^78m	0:00
D_WEA 19	D_WEA 19 - E-82 2.0^78m	0:00
D_WEA 20	D_WEA 20 - E-82 2.0^78m	0:00
D_WEA 21	D_WEA 21 - E-82 2.0^78m	0:00
D_WEA 22	D_WEA 22 - E-82 E2 2.3^108,3m	0:00
D_WEA 23	D_WEA 23 - E-82 E2 2.3^108,3m	0:00
D_WEA 24	D_WEA 24 - E-82 2.0^108,3m	0:00
D_WEA 25	D_WEA 25 - E-82 2.0^108,3m	0:00
D_WEA 26	D_WEA 26 - E-82 E2 2.3^108,3m	0:00
D_WEA 27	D_WEA 27 - E-82 E2 2.3^108,3m	0:00
D_WEA 28	D_WEA 28 - E-82 E2 2.3^108,3m	0:00
D_WEA 29	D_WEA 29 - E-82 E2 2.3^108,3m	0:00
D_WEA 30	D_WEA 30 - E-82 E2 2.3^108,3m	0:00

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

Projekt:

**WP Granzin**

Lizenzierter Anwender:

**PROKON Regenerative Energien eG**

Kirchhoffstraße 3

DE-25524 Itzehoe

+49 4821 6855 100

Susan Schlimper / s.schlimper@prokon.net

Berechnet:

25.05.2020 08:25/3.3.274

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Schattenwurf "worst case" - Vorprüfung WP Werder

### 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: DGM SRM 1

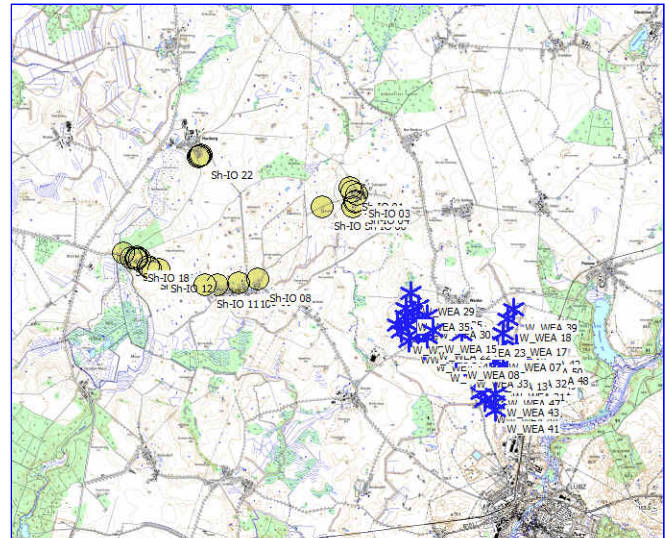
Hindernisse in Berechnung nicht verwendet

Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m

Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 33



Maßstab 1:150.000

\* Existierende WEA

● Schattenrezeptor

### WEA

	Ost	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]
W_WEA 01	33.301.573	5.931.260	60,2	W_WEA 01 - ...	Nein	ENERCON	E-40/5.40-500	500	40,3	65,0	897	38,0
W_WEA 02	33.301.784	5.931.221	62,4	W_WEA 02 - ...	Nein	ENERCON	E-40/5.40-500	500	40,3	65,0	897	38,0
W_WEA 03	33.302.015	5.930.478	54,2	W_WEA 03 - ...	Nein	ENERCON	E-40/5.40-500	500	40,3	65,0	897	38,0
W_WEA 04	33.300.738	5.931.541	60,0	W_WEA 04 - ...	Nein	ENERCON	E-40/5.40-500	500	40,3	65,0	897	38,0
W_WEA 05	33.301.962	5.930.231	54,3	W_WEA 05 - ...	Nein	ENERCON	E-40/5.40-500	500	40,3	65,0	897	38,0
W_WEA 06	33.302.443	5.931.044	56,1	W_WEA 06 - ...	Nein	ENERCON	E-40/5.40-500	500	40,3	65,0	897	38,0
W_WEA 07	33.302.311	5.931.107	54,9	W_WEA 07 - ...	Nein	ENERCON	E-40/5.40-500	500	40,3	65,0	897	38,0
W_WEA 08	33.301.481	5.930.981	61,5	W_WEA 08 - ...	Nein	ENERCON	E-40/5.40-500	500	40,3	65,0	897	38,0
W_WEA 09	33.301.715	5.931.055	62,2	W_WEA 09 - ...	Nein	ENERCON	E-40/5.40-500	500	40,3	65,0	897	38,0
W_WEA 10	33.302.025	5.931.224	58,0	W_WEA 10 - ...	Nein	ENERCON	E-40/5.40-500	500	40,3	65,0	897	38,0
W_WEA 11	33.302.159	5.931.003	55,1	W_WEA 11 - ...	Nein	ENERCON	E-40/5.40-500	500	40,3	65,0	897	38,0
W_WEA 12	33.302.246	5.930.847	53,3	W_WEA 12 - ...	Nein	ENERCON	E-40/5.40-500	500	40,3	65,0	897	38,0
W_WEA 13	33.302.025	5.930.724	54,0	W_WEA 13 - ...	Nein	ENERCON	E-40/5.40-500	500	40,3	65,0	897	38,0
W_WEA 14	33.300.756	5.931.315	58,2	W_WEA 14 - ...	Nein	JACOBS	43/600-600/100	600	43,0	60,0	802	27,0
W_WEA 15	33.301.037	5.931.531	60,7	W_WEA 15 - ...	Nein	JACOBS	43/600-600/100	600	43,0	60,0	802	27,0
W_WEA 16	33.301.160	5.931.311	62,1	W_WEA 16 - ...	Nein	JACOBS	43/600-600/100	600	43,0	60,0	802	27,0
W_WEA 17	33.302.441	5.931.403	55,0	W_WEA 17 - ...	Nein	JACOBS	43/600-600/100	600	43,0	60,0	802	27,0
W_WEA 18	33.302.561	5.931.680	54,0	W_WEA 18 - ...	Nein	JACOBS	43/600-600/100	600	43,0	60,0	802	27,0
W_WEA 19	33.302.723	5.930.835	57,0	W_WEA 19 - ...	Ja	NEG MICON	NM 43-600-600/150	600	43,0	60,0	802	27,0
W_WEA 20	33.302.543	5.930.909	52,9	W_WEA 20 - ...	Ja	NEG MICON	NM 43-600-600/150	600	43,0	60,0	802	27,0
W_WEA 21	33.301.443	5.931.148	62,0	W_WEA 21 - ...	Nein	NEG MICON	NM48/750-750/200	750	48,2	60,0	815	22,0
W_WEA 22	33.300.922	5.931.393	59,1	W_WEA 22 - ...	Nein	NEG MICON	NM48/750-750/200	750	48,2	70,0	815	22,0
W_WEA 23	33.301.609	5.931.427	61,6	W_WEA 23 - ...	Nein	NEG MICON	NM48/750-750/200	750	48,2	70,0	815	22,0
W_WEA 24	33.300.555	5.931.664	61,4	W_WEA 24 - ...	Nein	NEG MICON	NM48/750-750/200	750	48,2	70,0	815	22,0
W_WEA 25	33.300.782	5.932.013	63,0	W_WEA 25 - ...	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52,0	61,5	1.116	22,4
W_WEA 26	33.300.549	5.931.336	60,1	W_WEA 26 - ...	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52,0	61,5	1.116	22,4
W_WEA 27	33.300.750	5.931.767	61,0	W_WEA 27 - ...	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52,0	61,5	1.116	22,4
W_WEA 28	33.300.491	5.931.840	62,4	W_WEA 28 - ...	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52,0	61,5	1.116	22,4
W_WEA 29	33.300.627	5.932.291	66,0	W_WEA 29 - ...	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52,0	61,5	1.116	22,4
W_WEA 30	33.300.945	5.931.811	61,0	W_WEA 30 - ...	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52,0	61,5	1.116	22,4
W_WEA 31	33.302.375	5.930.506	54,0	W_WEA 31 - ...	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52,0	61,5	1.116	22,4
W_WEA 32	33.302.422	5.930.766	54,3	W_WEA 32 - ...	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52,0	61,5	1.116	22,4
W_WEA 33	33.301.643	5.930.806	59,1	W_WEA 33 - ...	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52,0	61,5	1.116	22,4
W_WEA 34	33.300.849	5.931.161	58,8	W_WEA 34 - ...	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52,0	61,5	1.116	22,4
W_WEA 35	33.300.526	5.931.993	64,2	W_WEA 35 - ...	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52,0	61,5	1.116	22,4

(Fortsetzung nächste Seite)...

**SHADOW - Hauptergebnis****Berechnung:** Schattenwurf "worst case" - Vorprüfung WP Werder

...(Fortsetzung von letzter Seite)

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]								[m]	[U/min]
W_WEA 36	33.300.404	5.931.529	63,7	W_WEA 36 - ...	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52,0	61,5	1.116	22,4
W_WEA 37	33.301.441	5.931.423	63,3	W_WEA 37 - ...	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52,0	61,5	1.116	22,4
W_WEA 38	33.300.341	5.931.674	63,1	W_WEA 38 - ...	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52,0	61,5	1.116	22,4
W_WEA 39	33.302.672	5.931.881	56,0	W_WEA 39 - ...	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52,0	61,5	1.116	22,4
W_WEA 40	33.300.895	5.931.634	59,6	W_WEA 40 - ...	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52,0	73,8	1.115	22,4
W_WEA 41	33.302.222	5.929.882	53,0	W_WEA 41 - ...	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52,0	73,8	1.115	22,4
W_WEA 42	33.302.695	5.931.144	56,1	W_WEA 42 - ...	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52,0	73,8	1.115	22,4
W_WEA 43	33.302.235	5.930.208	53,0	W_WEA 43 - ...	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52,0	73,8	1.115	22,4
W_WEA 44	33.302.212	5.930.039	51,6	W_WEA 44 - ...	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52,0	73,8	1.115	22,4
W_WEA 45	33.302.020	5.930.075	54,4	W_WEA 45 - ...	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52,0	73,8	1.115	22,4
W_WEA 46	33.300.661	5.931.904	62,9	W_WEA 46 - ...	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52,0	73,8	1.115	22,4
W_WEA 47	33.302.275	5.930.373	52,8	W_WEA 47 - ...	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52,0	73,8	1.115	22,4
W_WEA 48	33.302.871	5.930.803	56,6	W_WEA 48 - ...	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52,0	73,8	1.115	22,4
W_WEA 49	33.302.618	5.930.718	57,9	W_WEA 49 - ...	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52,0	73,8	1.115	22,4
W_WEA 50	33.302.751	5.930.998	55,3	W_WEA 50 - ...	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52,0	73,8	1.115	22,4
W_WEA 51	33.302.488	5.930.623	57,0	W_WEA 51 - ...	Nein	NEG MICON	NM52/900-900/200	900	52,0	73,8	1.115	22,4
W_WEA 52	33.301.132	5.930.942	61,0	W_WEA 52 - ...	Ja	NORDEX	N117/3600-3.600	3.600	117,0	140,6	1.486	12,6

**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]
Sh-IO 01	Sh-IO 01 - Granziner Straße 15, Tannenhof	33.299.514	5.934.433	67,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 02	Sh-IO 02 - Granziner Straße 14, Tannenhof	33.299.556	5.934.353	68,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 03	Sh-IO 03 - Wiesenweg 5, Tannenhof	33.299.637	5.934.281	66,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 04	Sh-IO 04 - Wiesenweg 11, Tannenhof	33.299.608	5.934.154	66,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 05	Sh-IO 05 - Wiesenweg 10, Tannenhof	33.299.596	5.934.135	65,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 06	Sh-IO 06 - Wiesenweg 8, Tannenhof	33.299.558	5.934.042	64,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 07	Sh-IO 07 - Ausbau 61, Tannenhof	33.298.932	5.934.069	70,6	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 08	Sh-IO 08 - Lange Straße 58, Granzin	33.297.581	5.932.678	63,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 09	Sh-IO 09 - Lange Straße 50, Granzin	33.297.192	5.932.621	65,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 10	Sh-IO 10 - Lange Straße 37, Granzin	33.296.770	5.932.599	67,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 11	Sh-IO 11 - Lange Straße 36, Granzin	33.296.518	5.932.609	69,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 12	Sh-IO 12 - Granziner Straße 10, Bahlenrade	33.295.624	5.932.963	69,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 13	Sh-IO 13 - Granziner Straße 2, Bahlenrade	33.295.442	5.932.996	71,4	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 14	Sh-IO 14 - Granziner Straße 3, Bahlenrade	33.295.415	5.933.022	71,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 15	Sh-IO 15 - Granziner Straße 9, Bahlenrade	33.295.240	5.933.196	72,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 16	Sh-IO 16 - Granziner Straße 8, Bahlenrade	33.295.188	5.933.226	72,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 17	Sh-IO 17 - Granziner Straße 4, Bahlenrade	33.295.184	5.933.188	72,4	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 18	Sh-IO 18 - Granziner Straße 5, Bahlenrade	33.295.155	5.933.204	73,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 19	Sh-IO 19 - Granziner Straße 6, Bahlenrade	33.295.060	5.933.219	73,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 20	Sh-IO 20 - Granziner Straße 7, Bahlenrade	33.294.914	5.933.318	67,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 21	Sh-IO 21 - Am Berg 20, Herzberg	33.296.497	5.935.179	67,3	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 22	Sh-IO 22 - Am Berg 19, Herzberg	33.296.516	5.935.188	68,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 23	Sh-IO 23 - Am Berg 18, Herzberg	33.296.540	5.935.200	68,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 24	Sh-IO 24 - Am Berg 17, Herzberg	33.296.556	5.935.212	69,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0

**Berechnungsergebnisse**

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
Sh-IO 01	Sh-IO 01 - Granziner Straße 15, Tannenhof	0:00	0	0:00
Sh-IO 02	Sh-IO 02 - Granziner Straße 14, Tannenhof	0:00	0	0:00
Sh-IO 03	Sh-IO 03 - Wiesenweg 5, Tannenhof	0:00	0	0:00
Sh-IO 04	Sh-IO 04 - Wiesenweg 11, Tannenhof	0:00	0	0:00
Sh-IO 05	Sh-IO 05 - Wiesenweg 10, Tannenhof	0:00	0	0:00
Sh-IO 06	Sh-IO 06 - Wiesenweg 8, Tannenhof	0:00	0	0:00
Sh-IO 07	Sh-IO 07 - Ausbau 61, Tannenhof	0:00	0	0:00

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

**WP Granzin**

Lizenzierter Anwender:

**PROKON Regenerative Energien eG**

Kirchhoffstraße 3

DE-25524 Itzehoe

+49 4821 6855 100

Susan Schlimper / s.schlimper@prokon.net

Berechnet:

25.05.2020 08:25/3.3.274

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Schattenwurf "worst case" - Vorprüfung WP Werder

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
Sh-IO 08	Sh-IO 08 - Lange Straße 58, Granzin	0:00	0	0:00
Sh-IO 09	Sh-IO 09 - Lange Straße 50, Granzin	0:00	0	0:00
Sh-IO 10	Sh-IO 10 - Lange Straße 37, Granzin	0:00	0	0:00
Sh-IO 11	Sh-IO 11 - Lange Straße 36, Granzin	0:00	0	0:00
Sh-IO 12	Sh-IO 12 - Granziner Straße 10, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 13	Sh-IO 13 - Granziner Straße 2, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 14	Sh-IO 14 - Granziner Straße 3, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 15	Sh-IO 15 - Granziner Straße 9, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 16	Sh-IO 16 - Granziner Straße 8, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 17	Sh-IO 17 - Granziner Straße 4, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 18	Sh-IO 18 - Granziner Straße 5, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 19	Sh-IO 19 - Granziner Straße 6, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 20	Sh-IO 20 - Granziner Straße 7, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 21	Sh-IO 21 - Am Berg 20, Herzberg	0:00	0	0:00
Sh-IO 22	Sh-IO 22 - Am Berg 19, Herzberg	0:00	0	0:00
Sh-IO 23	Sh-IO 23 - Am Berg 18, Herzberg	0:00	0	0:00
Sh-IO 24	Sh-IO 24 - Am Berg 17, Herzberg	0:00	0	0:00

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal
		[h/a]
W_WEA 01	W_WEA 01 - E-40/5.40^65m	0:00
W_WEA 02	W_WEA 02 - E-40/5.40^65m	0:00
W_WEA 03	W_WEA 03 - E-40/5.40^65m	0:00
W_WEA 04	W_WEA 04 - E-40/5.40^65m	0:00
W_WEA 05	W_WEA 05 - E-40/5.40^65m	0:00
W_WEA 06	W_WEA 06 - E-40/5.40^65m	0:00
W_WEA 07	W_WEA 07 - E-40/5.40^65m	0:00
W_WEA 08	W_WEA 08 - E-40/5.40^65m	0:00
W_WEA 09	W_WEA 09 - E-40/5.40^65m	0:00
W_WEA 10	W_WEA 10 - E-40/5.40^65m	0:00
W_WEA 11	W_WEA 11 - E-40/5.40^65m	0:00
W_WEA 12	W_WEA 12 - E-40/5.40^65m	0:00
W_WEA 13	W_WEA 13 - E-40/5.40^65m	0:00
W_WEA 14	W_WEA 14 - Jacobs 43/600^60m	0:00
W_WEA 15	W_WEA 15 - Jacobs 43/600^60m	0:00
W_WEA 16	W_WEA 16 - Jacobs 43/600^60m	0:00
W_WEA 17	W_WEA 17 - Jacobs 43/600^60m	0:00
W_WEA 18	W_WEA 18 - Jacobs 43/600^60m	0:00
W_WEA 19	W_WEA 19 - NM43/600^60	0:00
W_WEA 20	W_WEA 20 - NM43/600^60	0:00
W_WEA 21	W_WEA 21 - NM48/750^60m	0:00
W_WEA 22	W_WEA 22 - NM48/750^70m	0:00
W_WEA 23	W_WEA 23 - NM48/750^70m	0:00
W_WEA 24	W_WEA 24 - NM48/750^70m	0:00
W_WEA 25	W_WEA 25 - NM52/900^61,5m	0:00
W_WEA 26	W_WEA 26 - NM52/900^61,5m	0:00
W_WEA 27	W_WEA 27 - NM52/900^61,5m	0:00
W_WEA 28	W_WEA 28 - NM52/900^61,5m	0:00
W_WEA 29	W_WEA 29 - NM52/900^61,5m	0:00
W_WEA 30	W_WEA 30 - NM52/900^61,5m	0:00
W_WEA 31	W_WEA 31 - NM52/900^61,5m	0:00
W_WEA 32	W_WEA 32 - NM52/900^61,5m	0:00
W_WEA 33	W_WEA 33 - NM52/900^61,5m	0:00
W_WEA 34	W_WEA 34 - NM52/900^61,5m	0:00
W_WEA 35	W_WEA 35 - NM52/900^61,5m	0:00
W_WEA 36	W_WEA 36 - NM52/900^61,5m	0:00
W_WEA 37	W_WEA 37 - NM52/900^61,5m	0:00
W_WEA 38	W_WEA 38 - NM52/900^61,5m	0:00
W_WEA 39	W_WEA 39 - NM52/900^61,5m	0:00
W_WEA 40	W_WEA 40 - NM52/900^73,8m	0:00
W_WEA 41	W_WEA 41 - NM52/900^73,8m	0:00

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

**WP Granzin**

Lizenzierter Anwender:

**PROKON Regenerative Energien eG**

Kirchhoffstraße 3

DE-25524 Itzehoe

+49 4821 6855 100

Susan Schlimper / s.schlimper@prokon.net

Berechnet:

25.05.2020 08:25/3.3.274

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Schattenwurf "worst case" - Vorprüfung WP Werder

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	Maximal [h/a]
W_WEA 42	W_WEA 42 - NM52/900^73,8m	0:00
W_WEA 43	W_WEA 43 - NM52/900^73,8m	0:00
W_WEA 44	W_WEA 44 - NM52/900^73,8m	0:00
W_WEA 45	W_WEA 45 - NM52/900^73,8m	0:00
W_WEA 46	W_WEA 46 - NM52/900^73,8m	0:00
W_WEA 47	W_WEA 47 - NM52/900^73,8m	0:00
W_WEA 48	W_WEA 48 - NM52/900^73,8m	0:00
W_WEA 49	W_WEA 49 - NM52/900^73,8m	0:00
W_WEA 50	W_WEA 50 - NM52/900^73,8m	0:00
W_WEA 51	W_WEA 51 - NM52/900^73,8m	0:00
W_WEA 52	W_WEA 52 - N117-3600^140,6m	0:00

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



Projekt:

**WP Granzin**

Lizenzierter Anwender:

**PROKON Regenerative Energien eG**

Kirchhoffstraße 3

DE-25524 Itzehoe

+49 4821 6855 100

Susan Schlimper / s.schlimper@prokon.net

Berechnet:

25.05.2020 08:25/3.3.274

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Schattenwurf "worst case" - Vorprüfung WP Passow

### Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA

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

Siehe WEA-Tabelle

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

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

Verwendete Höhenlinien: DGM SRTM 1

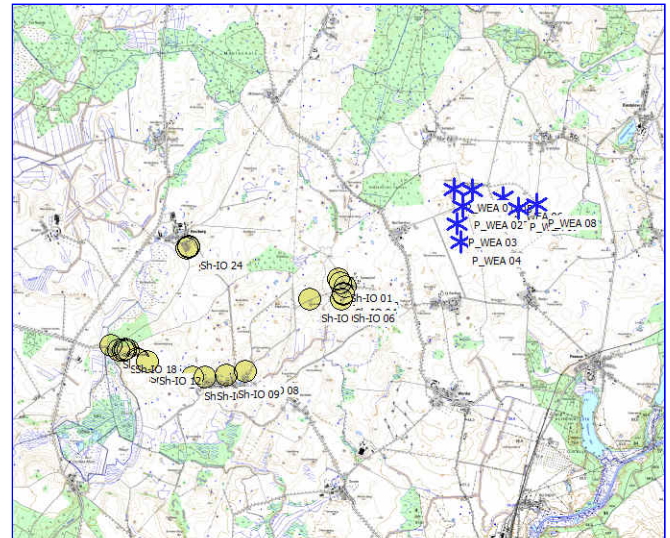
Hindernisse in Berechnung nicht verwendet

Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m

Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 33



Maßstab 1:150.000

\* Existierende WEA

● Schattenrezeptor

### WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Ak-tuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
P_WEA 01	33.301.896	5.936.138	76,2	P_WEA 01 - V150-4.2... Ja		VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	169,0	1.897	12,0
P_WEA 02	33.302.050	5.935.797	75,9	P_WEA 02 - V150-4.2... Ja		VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	169,0	1.897	12,0
P_WEA 03	33.301.924	5.935.445	74,1	P_WEA 03 - V150-4.2... Ja		VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	169,0	1.897	12,0
P_WEA 04	33.301.996	5.935.078	72,2	P_WEA 04 - V150-4.2... Ja		VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	169,0	1.897	12,0
P_WEA 05	33.302.269	5.936.103	75,0	P_WEA 05 - V150-4.2... Ja		VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	169,0	1.897	12,0
P_WEA 06	33.302.875	5.935.923	67,3	P_WEA 06 - V150-4.2... Ja		VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	169,0	1.897	12,0
P_WEA 07	33.303.168	5.935.712	67,3	P_WEA 07 - V150-4.2... Ja		VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	169,0	1.897	12,0
P_WEA 08	33.303.541	5.935.774	62,7	P_WEA 08 - V150-4.2... Ja		VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	169,0	1.897	12,0

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
Sh-IO 01	Sh-IO 01 - Granziner Straße 15, Tannenhof	33.299.514	5.934.433	67,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 02	Sh-IO 02 - Granziner Straße 14, Tannenhof	33.299.556	5.934.353	68,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 03	Sh-IO 03 - Wiesenweg 5, Tannenhof	33.299.637	5.934.281	66,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 04	Sh-IO 04 - Wiesenweg 11, Tannenhof	33.299.608	5.934.154	66,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 05	Sh-IO 05 - Wiesenweg 10, Tannenhof	33.299.596	5.934.135	65,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 06	Sh-IO 06 - Wiesenweg 8, Tannenhof	33.299.558	5.934.042	64,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 07	Sh-IO 07 - Ausbau 61, Tannenhof	33.298.932	5.934.069	70,6	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 08	Sh-IO 08 - Lange Straße 58, Granzin	33.297.581	5.932.678	63,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 09	Sh-IO 09 - Lange Straße 50, Granzin	33.297.192	5.932.621	65,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 10	Sh-IO 10 - Lange Straße 37, Granzin	33.296.770	5.932.599	67,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 11	Sh-IO 11 - Lange Straße 36, Granzin	33.296.518	5.932.609	69,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 12	Sh-IO 12 - Granziner Straße 10, Bahlenrade	33.295.624	5.932.963	69,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 13	Sh-IO 13 - Granziner Straße 2, Bahlenrade	33.295.442	5.932.996	71,4	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 14	Sh-IO 14 - Granziner Straße 3, Bahlenrade	33.295.415	5.933.022	71,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 15	Sh-IO 15 - Granziner Straße 9, Bahlenrade	33.295.240	5.933.196	72,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 16	Sh-IO 16 - Granziner Straße 8, Bahlenrade	33.295.188	5.933.226	72,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 17	Sh-IO 17 - Granziner Straße 4, Bahlenrade	33.295.184	5.933.188	72,4	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 18	Sh-IO 18 - Granziner Straße 5, Bahlenrade	33.295.155	5.933.204	73,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 19	Sh-IO 19 - Granziner Straße 6, Bahlenrade	33.295.060	5.933.219	73,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 20	Sh-IO 20 - Granziner Straße 7, Bahlenrade	33.294.914	5.933.318	67,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 21	Sh-IO 21 - Am Berg 20, Herzberg	33.296.497	5.935.179	67,3	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 22	Sh-IO 22 - Am Berg 19, Herzberg	33.296.516	5.935.188	68,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

**WP Granzin**

Lizenzierter Anwender:

**PROKON Regenerative Energien eG**

Kirchhoffstraße 3

DE-25524 Itzehoe

+49 4821 6855 100

Susan Schlimper / s.schlimper@prokon.net

Berechnet:

25.05.2020 08:25/3.3.274

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Schattenwurf "worst case" - Vorprüfung WP Passow

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr. [m]
Sh-IO 23	Sh-IO 23 - Am Berg 18, Herzberg	33.296.540	5.935.200	68,7	[m] 1,0	[m] 1,0	[m] 2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 24	Sh-IO 24 - Am Berg 17, Herzberg	33.296.556	5.935.212	69,0	[m] 1,0	[m] 1,0	[m] 2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0

## Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
Sh-IO 01	Sh-IO 01 - Granziner Straße 15, Tannenhof	0:00	0	0:00
Sh-IO 02	Sh-IO 02 - Granziner Straße 14, Tannenhof	0:00	0	0:00
Sh-IO 03	Sh-IO 03 - Wiesenweg 5, Tannenhof	0:00	0	0:00
Sh-IO 04	Sh-IO 04 - Wiesenweg 11, Tannenhof	0:00	0	0:00
Sh-IO 05	Sh-IO 05 - Wiesenweg 10, Tannenhof	0:00	0	0:00
Sh-IO 06	Sh-IO 06 - Wiesenweg 8, Tannenhof	0:00	0	0:00
Sh-IO 07	Sh-IO 07 - Ausbau 61, Tannenhof	0:00	0	0:00
Sh-IO 08	Sh-IO 08 - Lange Straße 58, Granzin	0:00	0	0:00
Sh-IO 09	Sh-IO 09 - Lange Straße 50, Granzin	0:00	0	0:00
Sh-IO 10	Sh-IO 10 - Lange Straße 37, Granzin	0:00	0	0:00
Sh-IO 11	Sh-IO 11 - Lange Straße 36, Granzin	0:00	0	0:00
Sh-IO 12	Sh-IO 12 - Granziner Straße 10, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 13	Sh-IO 13 - Granziner Straße 2, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 14	Sh-IO 14 - Granziner Straße 3, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 15	Sh-IO 15 - Granziner Straße 9, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 16	Sh-IO 16 - Granziner Straße 8, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 17	Sh-IO 17 - Granziner Straße 4, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 18	Sh-IO 18 - Granziner Straße 5, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 19	Sh-IO 19 - Granziner Straße 6, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 20	Sh-IO 20 - Granziner Straße 7, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 21	Sh-IO 21 - Am Berg 20, Herzberg	0:00	0	0:00
Sh-IO 22	Sh-IO 22 - Am Berg 19, Herzberg	0:00	0	0:00
Sh-IO 23	Sh-IO 23 - Am Berg 18, Herzberg	0:00	0	0:00
Sh-IO 24	Sh-IO 24 - Am Berg 17, Herzberg	0:00	0	0:00

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
P_WEA 01	P_WEA 01 - V150-4.2^169m	0:00
P_WEA 02	P_WEA 02 - V150-4.2^169m	0:00
P_WEA 03	P_WEA 03 - V150-4.2^169m	0:00
P_WEA 04	P_WEA 04 - V150-4.2^169m	0:00
P_WEA 05	P_WEA 05 - V150-4.2^169m	0:00
P_WEA 06	P_WEA 06 - V150-4.2^169m	0:00
P_WEA 07	P_WEA 07 - V150-4.2^169m	0:00
P_WEA 08	P_WEA 08 - V150-4.2^169m	0:00

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.

## Anhang B

### Berechnungsergebnisse astronomisch maximal möglicher Schattenwurf

- Vorbelastung
- Zusatzbelastung
- Gesamtbelastung

Projekt:

**WP Granzin**

Lizenzierter Anwender:

**PROKON Regenerative Energien eG**

Kirchhoffstraße 3

DE-25524 Itzehoe

+49 4821 6855 100

Susan Schlimper / s.schlimper@prokon.net

Berechnet:

25.05.2020 08:25/3.3.274

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Schattenwurf Vorbelastung "worst case"

### 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: DGM SRM 1

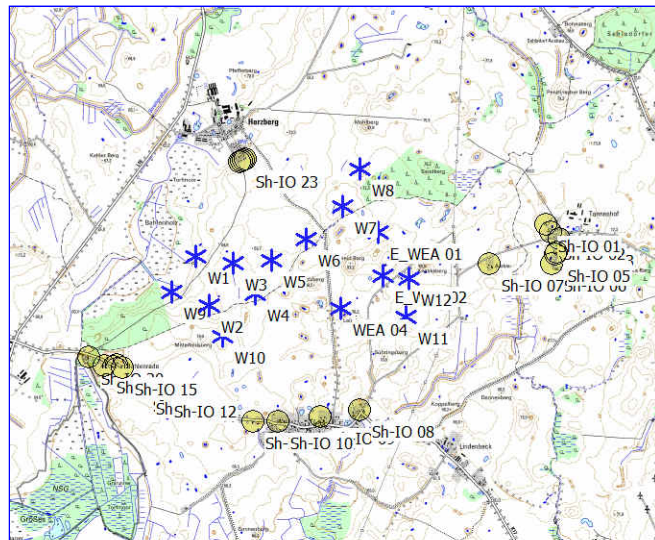
Hindernisse in Berechnung nicht verwendet

Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m

Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 33



Maßstab 1:75.000  
 \* Existierende WEA    ● 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]
E_WEA 01	33.297.837	5.934.429	71,6	E_WEA 01 - ...	Ja	GE WIND ENERGY	GE 5.5-158-5.500	5.500	158,0	161,0	1.798	9,7
E_WEA 02	33.297.868	5.934.001	72,1	E_WEA 02 - ...	Ja	GE WIND ENERGY	GE 5.5-158-5.500	5.500	158,0	161,0	1.798	9,7
W1	33.296.021	5.934.272	60,6	W1 - V162-5...	Ja	VESTAS	V162/5.6-5.600	5.600	162,0	169,0	1.982	9,3
W10	33.296.254	5.933.467	74,0	W10 - V162-...	Ja	VESTAS	V162/5.6-5.600	5.600	162,0	169,0	1.982	9,3
W11	33.298.078	5.933.577	68,9	W11 - V162-...	Ja	VESTAS	V162/5.6-5.600	5.600	162,0	169,0	1.982	9,3
W12	33.298.124	5.933.962	70,1	W12 - V162-...	Ja	VESTAS	V162/5.6-5.600	5.600	162,0	169,0	1.982	9,3
W2	33.296.132	5.933.781	66,0	W2 - V162-5...	Ja	VESTAS	V162/5.6-5.600	5.600	162,0	169,0	1.982	9,3
W3	33.296.386	5.934.184	64,1	W3 - V162-5...	Ja	VESTAS	V162/5.6-5.600	5.600	162,0	169,0	1.982	9,3
W4	33.296.592	5.933.873	63,8	W4 - V162-5...	Ja	VESTAS	V162/5.6-5.600	5.600	162,0	169,0	1.982	9,3
W5	33.296.768	5.934.202	63,0	W5 - V162-5...	Ja	VESTAS	V162/5.6-5.600	5.600	162,0	169,0	1.982	9,3
W6	33.297.123	5.934.391	64,8	W6 - V150-5...	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	169,0	1.897	10,1
W7	33.297.499	5.934.705	67,1	W7 - V162-5...	Ja	VESTAS	V162/5.6-5.600	5.600	162,0	169,0	1.982	9,3
W8	33.297.689	5.935.061	70,0	W8 - V162-5...	Ja	VESTAS	V162/5.6-5.600	5.600	162,0	169,0	1.982	9,3
W9	33.295.767	5.933.926	60,7	W9 - V162-5...	Ja	VESTAS	V162/5.6-5.600	5.600	162,0	169,0	1.982	9,3
WEA 04	33.297.438	5.933.691	70,8	WEA 04 - GE...	Ja	GE WIND ENERGY	GE 5.5-158-5.500	5.500	158,0	161,0	1.798	9,7

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
Sh-IO 01	Sh-IO 01 - Granziner Straße 15, Tannenhof	33.299.514	5.934.433	67,5	[m]	[m]	[m]	[°]	"Gewächshaus-Modus"	[m]
Sh-IO 02	Sh-IO 02 - Granziner Straße 14, Tannenhof	33.299.556	5.934.353	68,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 03	Sh-IO 03 - Wiesenweg 5, Tannenhof	33.299.637	5.934.281	66,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 04	Sh-IO 04 - Wiesenweg 11, Tannenhof	33.299.608	5.934.154	66,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 05	Sh-IO 05 - Wiesenweg 10, Tannenhof	33.299.596	5.934.135	65,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 06	Sh-IO 06 - Wiesenweg 8, Tannenhof	33.299.558	5.934.042	64,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 07	Sh-IO 07 - Ausbau 61, Tannenhof	33.298.932	5.934.069	70,6	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 08	Sh-IO 08 - Lange Straße 58, Granzin	33.297.581	5.932.678	63,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 09	Sh-IO 09 - Lange Straße 50, Granzin	33.297.192	5.932.621	65,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 10	Sh-IO 10 - Lange Straße 37, Granzin	33.296.770	5.932.599	67,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 11	Sh-IO 11 - Lange Straße 36, Granzin	33.296.518	5.932.609	69,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 12	Sh-IO 12 - Granziner Straße 10, Bahlenrade	33.295.624	5.932.963	69,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 13	Sh-IO 13 - Granziner Straße 2, Bahlenrade	33.295.442	5.932.996	71,4	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 14	Sh-IO 14 - Granziner Straße 3, Bahlenrade	33.295.415	5.933.022	71,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

WP Granzin

Lizenzierter Anwender:

PROKON Regenerative Energien eG

Kirchhoffstraße 3

DE-25524 Itzehoe

+49 4821 6855 100

Susan Schlimper / s.schlimper@prokon.net

Berechnet:

25.05.2020 08:25/3.3.274

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Schattenwurf Vorbelastung "worst case"

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr. [m]
Sh-IO 15	Sh-IO 15 - Granziner Straße 9, Bahlenrade	33.295.240	5.933.196	72,2	[m]	[m]	[m]	[°]	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 16	Sh-IO 16 - Granziner Straße 8, Bahlenrade	33.295.188	5.933.226	72,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 17	Sh-IO 17 - Granziner Straße 4, Bahlenrade	33.295.184	5.933.188	72,4	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 18	Sh-IO 18 - Granziner Straße 5, Bahlenrade	33.295.155	5.933.204	73,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 19	Sh-IO 19 - Granziner Straße 6, Bahlenrade	33.295.060	5.933.219	73,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 20	Sh-IO 20 - Granziner Straße 7, Bahlenrade	33.294.914	5.933.318	67,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 21	Sh-IO 21 - Am Berg 20, Herzberg	33.296.497	5.935.179	67,3	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 22	Sh-IO 22 - Am Berg 19, Herzberg	33.296.516	5.935.188	68,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 23	Sh-IO 23 - Am Berg 18, Herzberg	33.296.540	5.935.200	68,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 24	Sh-IO 24 - Am Berg 17, Herzberg	33.296.556	5.935.212	69,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0

## Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

### astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
Sh-IO 01	Sh-IO 01 - Granziner Straße 15, Tannenhof	42:36	131	0:39
Sh-IO 02	Sh-IO 02 - Granziner Straße 14, Tannenhof	32:48	96	0:37
Sh-IO 03	Sh-IO 03 - Wiesenweg 5, Tannenhof	22:29	64	0:34
Sh-IO 04	Sh-IO 04 - Wiesenweg 11, Tannenhof	29:50	90	0:33
Sh-IO 05	Sh-IO 05 - Wiesenweg 10, Tannenhof	30:24	91	0:33
Sh-IO 06	Sh-IO 06 - Wiesenweg 8, Tannenhof	31:28	96	0:33
Sh-IO 07	Sh-IO 07 - Ausbau 61, Tannenhof	128:14	235	0:59
Sh-IO 08	Sh-IO 08 - Lange Straße 58, Granzin	40:13	75	0:43
Sh-IO 09	Sh-IO 09 - Lange Straße 50, Granzin	0:00	0	0:00
Sh-IO 10	Sh-IO 10 - Lange Straße 37, Granzin	0:00	0	0:00
Sh-IO 11	Sh-IO 11 - Lange Straße 36, Granzin	14:11	49	0:22
Sh-IO 12	Sh-IO 12 - Granziner Straße 10, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 13	Sh-IO 13 - Granziner Straße 2, Bahlenrade	13:02	36	0:28
Sh-IO 14	Sh-IO 14 - Granziner Straße 3, Bahlenrade	26:04	53	0:37
Sh-IO 15	Sh-IO 15 - Granziner Straße 9, Bahlenrade	72:56	114	0:53
Sh-IO 16	Sh-IO 16 - Granziner Straße 8, Bahlenrade	75:43	123	0:47
Sh-IO 17	Sh-IO 17 - Granziner Straße 4, Bahlenrade	72:11	116	0:49
Sh-IO 18	Sh-IO 18 - Granziner Straße 5, Bahlenrade	72:21	121	0:45
Sh-IO 19	Sh-IO 19 - Granziner Straße 6, Bahlenrade	72:14	128	0:42
Sh-IO 20	Sh-IO 20 - Granziner Straße 7, Bahlenrade	67:04	146	0:42
Sh-IO 21	Sh-IO 21 - Am Berg 20, Herzberg	156:02	203	2:04
Sh-IO 22	Sh-IO 22 - Am Berg 19, Herzberg	151:53	201	1:56
Sh-IO 23	Sh-IO 23 - Am Berg 18, Herzberg	159:27	199	1:59
Sh-IO 24	Sh-IO 24 - Am Berg 17, Herzberg	154:09	197	1:55

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
E_WEA 01	E_WEA 01 - GE 5.5-158^161m	64:56
E_WEA 02	E_WEA 02 - GE 5.5-158^161m	52:34
W1	W1 - V162-5.6^169m	42:50
W10	W10 - V162-5.6^169m	111:58
W11	W11 - V162-5.6^169m	68:26
W12	W12 - V162-5.6^169m	66:50
W2	W2 - V162-5.6^169m	75:38
W3	W3 - V162-5.6^169m	31:22
W4	W4 - V162-5.6^169m	50:24
W5	W5 - V162-5.6^169m	52:44
W6	W6 - V150-5.6^169m	68:11
W7	W7 - V162-5.6^169m	43:32
W8	W8 - V162-5.6^169m	36:44
W9	W9 - V162-5.6^169m	10:22
WEA 04	WEA 04 - GE 5.5-158^161m	24:10

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

Projekt:

**WP Granzin**

Lizenzierter Anwender:

**PROKON Regenerative Energien eG**

Kirchhoffstraße 3

DE-25524 Itzehoe

+49 4821 6855 100

Susan Schlimper / s.schlimper@prokon.net

Berechnet:

25.05.2020 08:25/3.3.274

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Schattenwurf Zusatzbelastung "worst case"

### 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: DGM SRTM 1

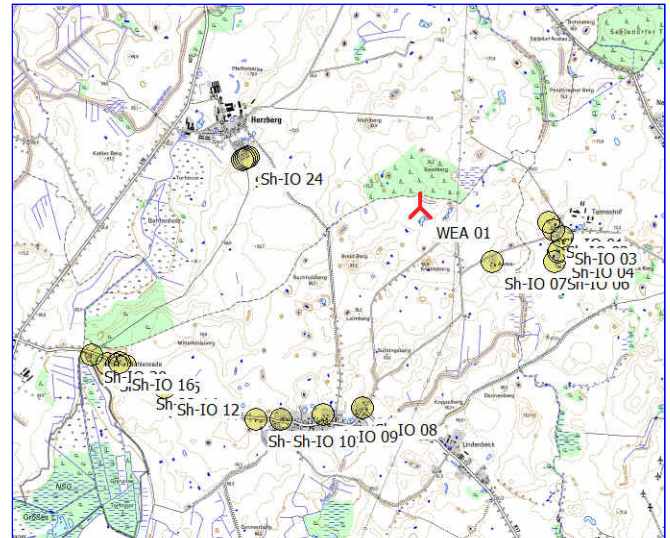
Hindernisse in Berechnung nicht verwendet

Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m

Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-ETRS89 Zone: 33



Neue WEA

Schattenrezeptor

Maßstab 1:75.000

### WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller					Beschatt.-Bereich	U/min
WEA 01	33.298.240	5.934.641	71,1	WEA 01 - GE...	Ja	GE WIND ENERGY	GE 5.5-158-5.500	5.500	158,0	161,0	1.798	9,7

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
Sh-IO 01	Sh-IO 01 - Granziner Straße 15, Tannenhof	33.299.514	5.934.433	67,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 02	Sh-IO 02 - Granziner Straße 14, Tannenhof	33.299.556	5.934.353	68,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 03	Sh-IO 03 - Wiesenweg 5, Tannenhof	33.299.637	5.934.281	66,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 04	Sh-IO 04 - Wiesenweg 11, Tannenhof	33.299.608	5.934.154	66,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 05	Sh-IO 05 - Wiesenweg 10, Tannenhof	33.299.596	5.934.135	65,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 06	Sh-IO 06 - Wiesenweg 8, Tannenhof	33.299.558	5.934.042	64,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 07	Sh-IO 07 - Ausbau 61, Tannenhof	33.298.932	5.934.069	70,6	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 08	Sh-IO 08 - Lange Straße 58, Granzin	33.297.581	5.932.678	63,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 09	Sh-IO 09 - Lange Straße 50, Granzin	33.297.192	5.932.621	65,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 10	Sh-IO 10 - Lange Straße 37, Granzin	33.296.770	5.932.599	67,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 11	Sh-IO 11 - Lange Straße 36, Granzin	33.296.518	5.932.609	69,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 12	Sh-IO 12 - Granziner Straße 10, Bahlenrade	33.295.624	5.932.963	69,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 13	Sh-IO 13 - Granziner Straße 2, Bahlenrade	33.295.442	5.932.996	71,4	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 14	Sh-IO 14 - Granziner Straße 3, Bahlenrade	33.295.415	5.933.022	71,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 15	Sh-IO 15 - Granziner Straße 9, Bahlenrade	33.295.240	5.933.196	72,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 16	Sh-IO 16 - Granziner Straße 8, Bahlenrade	33.295.188	5.933.226	72,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 17	Sh-IO 17 - Granziner Straße 4, Bahlenrade	33.295.184	5.933.188	72,4	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 18	Sh-IO 18 - Granziner Straße 5, Bahlenrade	33.295.155	5.933.204	73,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 19	Sh-IO 19 - Granziner Straße 6, Bahlenrade	33.295.060	5.933.219	73,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 20	Sh-IO 20 - Granziner Straße 7, Bahlenrade	33.294.914	5.933.318	67,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 21	Sh-IO 21 - Am Berg 20, Herzberg	33.296.497	5.935.179	67,3	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 22	Sh-IO 22 - Am Berg 19, Herzberg	33.296.516	5.935.188	68,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 23	Sh-IO 23 - Am Berg 18, Herzberg	33.296.540	5.935.200	68,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 24	Sh-IO 24 - Am Berg 17, Herzberg	33.296.556	5.935.212	69,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0

Projekt:

WP Granzin

Lizenzierter Anwender:

PROKON Regenerative Energien eG

Kirchhoffstraße 3

DE-25524 Itzehoe

+49 4821 6855 100

Susan Schlimper / s.schlimper@prokon.net

Berechnet:

25.05.2020 08:25/3.3.274

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Schattenwurf Zusatzbelastung "worst case"

### Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
Sh-IO 01	Sh-IO 01 - Granziner Straße 15, Tannenhof	14:45	40	0:29
Sh-IO 02	Sh-IO 02 - Granziner Straße 14, Tannenhof	14:06	39	0:28
Sh-IO 03	Sh-IO 03 - Wiesenweg 5, Tannenhof	12:49	38	0:26
Sh-IO 04	Sh-IO 04 - Wiesenweg 11, Tannenhof	14:17	42	0:26
Sh-IO 05	Sh-IO 05 - Wiesenweg 10, Tannenhof	14:51	44	0:26
Sh-IO 06	Sh-IO 06 - Wiesenweg 8, Tannenhof	17:44	52	0:27
Sh-IO 07	Sh-IO 07 - Ausbau 61, Tannenhof	0:00	0	0:00
Sh-IO 08	Sh-IO 08 - Lange Straße 58, Granzin	0:00	0	0:00
Sh-IO 09	Sh-IO 09 - Lange Straße 50, Granzin	0:00	0	0:00
Sh-IO 10	Sh-IO 10 - Lange Straße 37, Granzin	0:00	0	0:00
Sh-IO 11	Sh-IO 11 - Lange Straße 36, Granzin	0:00	0	0:00
Sh-IO 12	Sh-IO 12 - Granziner Straße 10, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 13	Sh-IO 13 - Granziner Straße 2, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 14	Sh-IO 14 - Granziner Straße 3, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 15	Sh-IO 15 - Granziner Straße 9, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 16	Sh-IO 16 - Granziner Straße 8, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 17	Sh-IO 17 - Granziner Straße 4, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 18	Sh-IO 18 - Granziner Straße 5, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 19	Sh-IO 19 - Granziner Straße 6, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 20	Sh-IO 20 - Granziner Straße 7, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 21	Sh-IO 21 - Am Berg 20, Herzberg	0:00	0	0:00
Sh-IO 22	Sh-IO 22 - Am Berg 19, Herzberg	0:00	0	0:00
Sh-IO 23	Sh-IO 23 - Am Berg 18, Herzberg	6:43	26	0:21
Sh-IO 24	Sh-IO 24 - Am Berg 17, Herzberg	6:53	26	0:21

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
WEA 01	WEA 01 - GE 5.5-158^161m	64:29

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

Projekt:

**WP Granzin**

Lizenzierter Anwender:

**PROKON Regenerative Energien eG**

Kirchhoffstraße 3

DE-25524 Itzehoe

+49 4821 6855 100

Susan Schlimper / s.schlimper@prokon.net

Berechnet:

25.05.2020 08:26/3.3.274

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Schattenwurf Gesamtbelastung "worst case"

### Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA

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

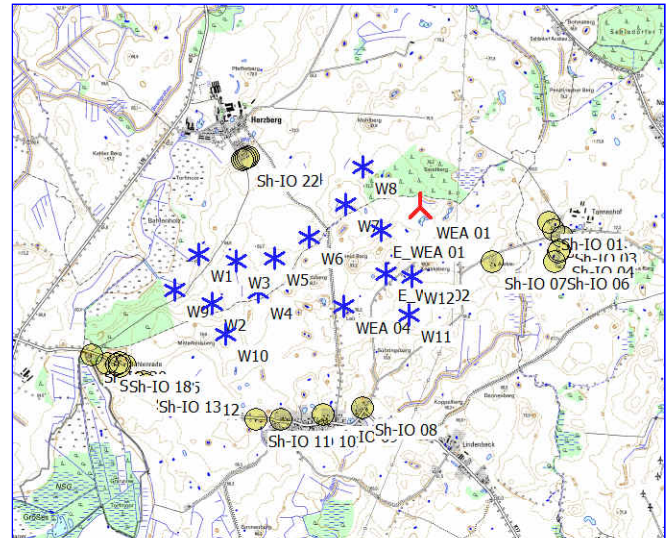
Siehe WEA-Tabelle

- 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: DGM SRTM 1
- Hindernisse in Berechnung nicht verwendet
- Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m
- Rasterauflösung: 1,0 m

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



Maßstab 1:75.000  
▲ Neue WEA  
★ Existierende WEA  
● 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]
E_WEA 01	33.297.837	5.934.429	71,6	E_WEA 01 - ...	Ja	GE WIND ENERGY	GE 5.5-158-5.500	5.500	158,0	161,0	1.798	9,7
E_WEA 02	33.297.868	5.934.001	72,1	E_WEA 02 - ...	Ja	GE WIND ENERGY	GE 5.5-158-5.500	5.500	158,0	161,0	1.798	9,7
W1	33.296.021	5.934.272	60,6	W1 - V162-5...	Ja	VESTAS	V162/5.6-5.600	5.600	162,0	169,0	1.982	9,3
W10	33.296.254	5.933.467	74,0	W10 - V162-...	Ja	VESTAS	V162/5.6-5.600	5.600	162,0	169,0	1.982	9,3
W11	33.298.078	5.933.577	68,9	W11 - V162-...	Ja	VESTAS	V162/5.6-5.600	5.600	162,0	169,0	1.982	9,3
W12	33.298.124	5.933.962	70,1	W12 - V162-...	Ja	VESTAS	V162/5.6-5.600	5.600	162,0	169,0	1.982	9,3
W2	33.296.132	5.933.781	66,0	W2 - V162-5...	Ja	VESTAS	V162/5.6-5.600	5.600	162,0	169,0	1.982	9,3
W3	33.296.386	5.934.184	64,1	W3 - V162-5...	Ja	VESTAS	V162/5.6-5.600	5.600	162,0	169,0	1.982	9,3
W4	33.296.592	5.933.873	63,8	W4 - V162-5...	Ja	VESTAS	V162/5.6-5.600	5.600	162,0	169,0	1.982	9,3
W5	33.296.768	5.934.202	63,0	W5 - V162-5...	Ja	VESTAS	V162/5.6-5.600	5.600	162,0	169,0	1.982	9,3
W6	33.297.123	5.934.391	64,8	W6 - V150-5...	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	169,0	1.897	10,1
W7	33.297.499	5.934.705	67,1	W7 - V162-5...	Ja	VESTAS	V162/5.6-5.600	5.600	162,0	169,0	1.982	9,3
W8	33.297.689	5.935.061	70,0	W8 - V162-5...	Ja	VESTAS	V162/5.6-5.600	5.600	162,0	169,0	1.982	9,3
W9	33.295.767	5.933.926	60,7	W9 - V162-5...	Ja	VESTAS	V162/5.6-5.600	5.600	162,0	169,0	1.982	9,3
WEA 01	33.298.240	5.934.641	71,1	WEA 01 - GE...	Ja	GE WIND ENERGY	GE 5.5-158-5.500	5.500	158,0	161,0	1.798	9,7
WEA 04	33.297.438	5.933.691	70,8	WEA 04 - GE...	Ja	GE WIND ENERGY	GE 5.5-158-5.500	5.500	158,0	161,0	1.798	9,7

### 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]
Sh-IO 01	Sh-IO 01 - Granziner Straße 15, Tannenhof	33.299.514	5.934.433	67,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 02	Sh-IO 02 - Granziner Straße 14, Tannenhof	33.299.556	5.934.353	68,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 03	Sh-IO 03 - Wiesenweg 5, Tannenhof	33.299.637	5.934.281	66,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 04	Sh-IO 04 - Wiesenweg 11, Tannenhof	33.299.608	5.934.154	66,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 05	Sh-IO 05 - Wiesenweg 10, Tannenhof	33.299.596	5.934.135	65,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 06	Sh-IO 06 - Wiesenweg 8, Tannenhof	33.299.558	5.934.042	64,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 07	Sh-IO 07 - Ausbau 61, Tannenhof	33.298.932	5.934.069	70,6	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 08	Sh-IO 08 - Lange Straße 58, Granzin	33.297.581	5.932.678	63,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 09	Sh-IO 09 - Lange Straße 50, Granzin	33.297.192	5.932.621	65,9	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 10	Sh-IO 10 - Lange Straße 37, Granzin	33.296.770	5.932.599	67,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 11	Sh-IO 11 - Lange Straße 36, Granzin	33.296.518	5.932.609	69,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 12	Sh-IO 12 - Granziner Straße 10, Bahnenrade	33.295.624	5.932.963	69,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 13	Sh-IO 13 - Granziner Straße 2, Bahnenrade	33.295.442	5.932.996	71,4	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0

(Fortsetzung nächste Seite)...



Projekt:

**WP Granzin**

Lizenzierter Anwender:

**PROKON Regenerative Energien eG**

Kirchhoffstraße 3

DE-25524 Itzehoe

+49 4821 6855 100

Susan Schlimper / s.schlimper@prokon.net

Berechnet:

25.05.2020 08:26/3.3.274

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Schattenwurf Gesamtbelastung "worst case"

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
Sh-IO 14	Sh-IO 14 - Granziner Straße 3, Bahlenrade	33.295.415	5.933.022	71,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 15	Sh-IO 15 - Granziner Straße 9, Bahlenrade	33.295.240	5.933.196	72,2	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 16	Sh-IO 16 - Granziner Straße 8, Bahlenrade	33.295.188	5.933.226	72,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 17	Sh-IO 17 - Granziner Straße 4, Bahlenrade	33.295.184	5.933.188	72,4	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 18	Sh-IO 18 - Granziner Straße 5, Bahlenrade	33.295.155	5.933.204	73,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 19	Sh-IO 19 - Granziner Straße 6, Bahlenrade	33.295.060	5.933.219	73,5	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 20	Sh-IO 20 - Granziner Straße 7, Bahlenrade	33.294.914	5.933.318	67,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 21	Sh-IO 21 - Am Berg 20, Herzberg	33.296.497	5.935.179	67,3	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 22	Sh-IO 22 - Am Berg 19, Herzberg	33.296.516	5.935.188	68,1	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 23	Sh-IO 23 - Am Berg 18, Herzberg	33.296.540	5.935.200	68,7	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0
Sh-IO 24	Sh-IO 24 - Am Berg 17, Herzberg	33.296.556	5.935.212	69,0	1,0	1,0	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	3,0

## Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
Sh-IO 01	Sh-IO 01 - Granziner Straße 15, Tannenhof	57:21	159	0:39
Sh-IO 02	Sh-IO 02 - Granziner Straße 14, Tannenhof	46:54	135	0:37
Sh-IO 03	Sh-IO 03 - Wiesenweg 5, Tannenhof	35:18	102	0:34
Sh-IO 04	Sh-IO 04 - Wiesenweg 11, Tannenhof	44:07	132	0:33
Sh-IO 05	Sh-IO 05 - Wiesenweg 10, Tannenhof	45:15	135	0:33
Sh-IO 06	Sh-IO 06 - Wiesenweg 8, Tannenhof	49:12	148	0:33
Sh-IO 07	Sh-IO 07 - Ausbau 61, Tannenhof	128:14	235	0:59
Sh-IO 08	Sh-IO 08 - Lange Straße 58, Granzin	40:13	75	0:43
Sh-IO 09	Sh-IO 09 - Lange Straße 50, Granzin	0:00	0	0:00
Sh-IO 10	Sh-IO 10 - Lange Straße 37, Granzin	0:00	0	0:00
Sh-IO 11	Sh-IO 11 - Lange Straße 36, Granzin	14:11	49	0:22
Sh-IO 12	Sh-IO 12 - Granziner Straße 10, Bahlenrade	0:00	0	0:00
Sh-IO 13	Sh-IO 13 - Granziner Straße 2, Bahlenrade	13:02	36	0:28
Sh-IO 14	Sh-IO 14 - Granziner Straße 3, Bahlenrade	26:04	53	0:37
Sh-IO 15	Sh-IO 15 - Granziner Straße 9, Bahlenrade	72:56	114	0:53
Sh-IO 16	Sh-IO 16 - Granziner Straße 8, Bahlenrade	75:43	123	0:47
Sh-IO 17	Sh-IO 17 - Granziner Straße 4, Bahlenrade	72:11	116	0:49
Sh-IO 18	Sh-IO 18 - Granziner Straße 5, Bahlenrade	72:21	121	0:45
Sh-IO 19	Sh-IO 19 - Granziner Straße 6, Bahlenrade	72:14	128	0:42
Sh-IO 20	Sh-IO 20 - Granziner Straße 7, Bahlenrade	67:04	146	0:42
Sh-IO 21	Sh-IO 21 - Am Berg 20, Herzberg	156:02	203	2:04
Sh-IO 22	Sh-IO 22 - Am Berg 19, Herzberg	151:53	201	1:56
Sh-IO 23	Sh-IO 23 - Am Berg 18, Herzberg	166:10	201	1:59
Sh-IO 24	Sh-IO 24 - Am Berg 17, Herzberg	161:02	200	1:55

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
E_WEA 01	E_WEA 01 - GE 5.5-158^161m	64:56
E_WEA 02	E_WEA 02 - GE 5.5-158^161m	52:34
W1	W1 - V162-5.6^169m	42:50
W10	W10 - V162-5.6^169m	111:58
W11	W11 - V162-5.6^169m	68:26
W12	W12 - V162-5.6^169m	66:50
W2	W2 - V162-5.6^169m	75:38
W3	W3 - V162-5.6^169m	31:22
W4	W4 - V162-5.6^169m	50:24
W5	W5 - V162-5.6^169m	52:44
W6	W6 - V150-5.6^169m	68:11
W7	W7 - V162-5.6^169m	43:32
W8	W8 - V162-5.6^169m	36:44
W9	W9 - V162-5.6^169m	10:22
WEA 01	WEA 01 - GE 5.5-158^161m	64:29
WEA 04	WEA 04 - GE 5.5-158^161m	24:10

Projekt:

**WP Granzin**

Lizenzierter Anwender:

**PROKON Regenerative Energien eG**

Kirchhoffstraße 3

DE-25524 Itzehoe

+49 4821 6855 100

Susan Schlimper / s.schlimper@prokon.net

Berechnet:

25.05.2020 08:26/3.3.274

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Schattenwurf Gesamtbelastung "worst case"

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.

## Anhang C

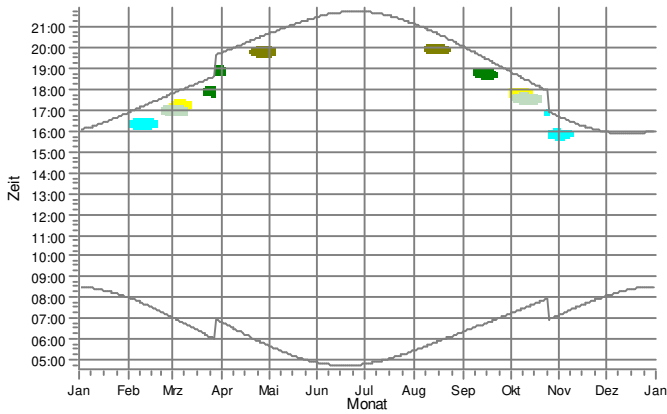
### Grafischer Schattenwurfkalender je Schattenrezeptor

- Vorbelastung
- Zusatzbelastung
- Gesamtbelastung

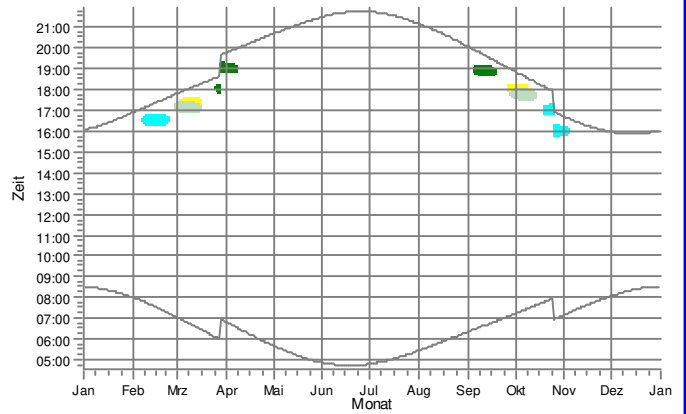
## SHADOW - Grafischer Kalender

**Berechnung:** Schattenwurf Vorbelastung "worst case"

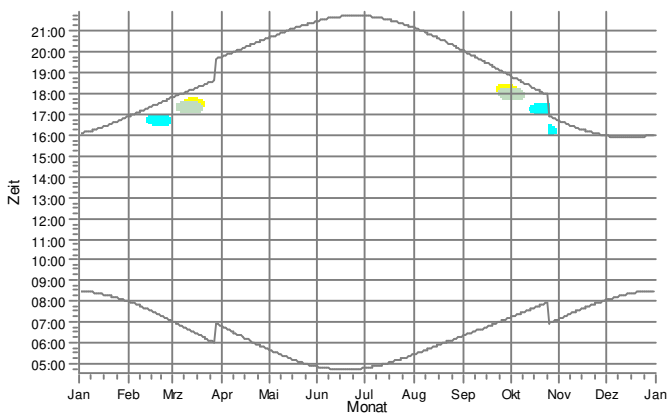
Sh-IO 01: Sh-IO 01 - Granziner Straße 15, Tannenhof



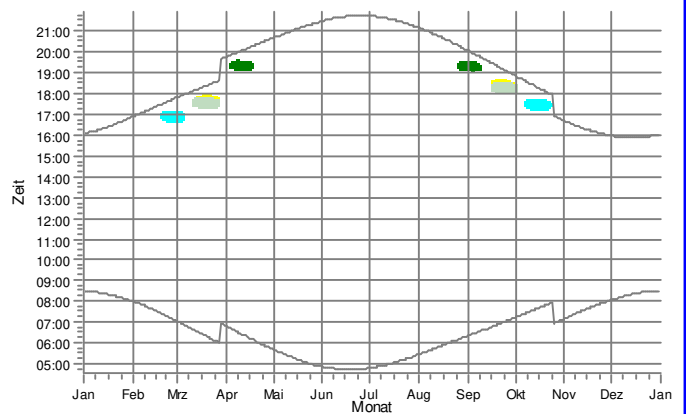
Sh-IO 02: Sh-IO 02 - Granziner Straße 14, Tannenhof



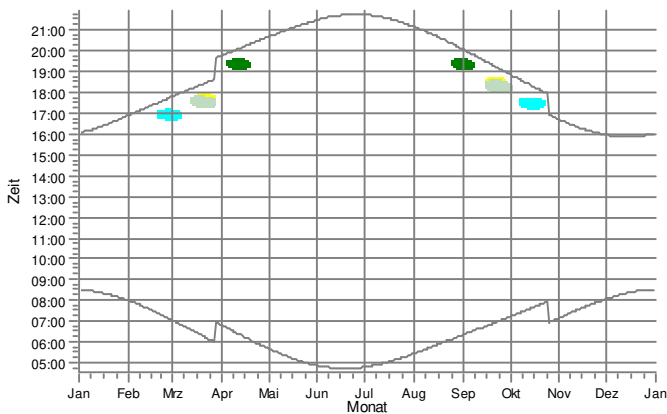
Sh-IO 03: Sh-IO 03 - Wiesenweg 5, Tannenhof



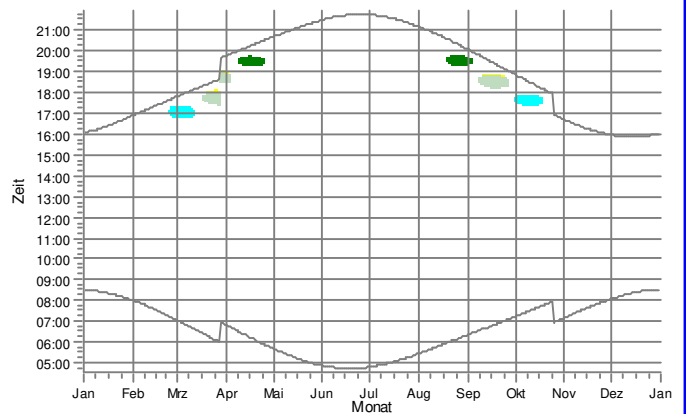
Sh-IO 04: Sh-IO 04 - Wiesenweg 11, Tannenhof








Sh-IO 05: Sh-IO 05 - Wiesenweg 10, Tannenhof



Sh-IO 06: Sh-IO 06 - Wiesenweg 8, Tannenhof



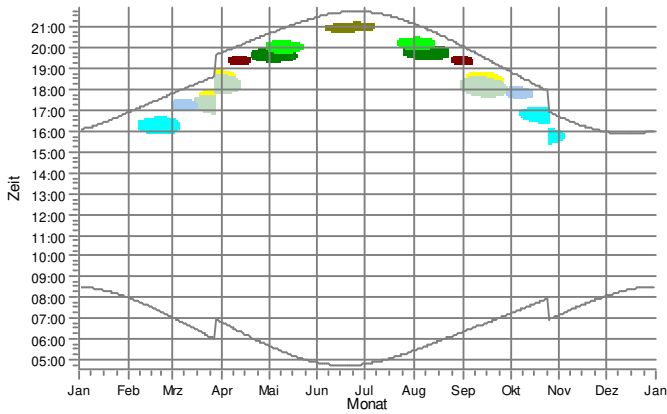
**WEA**

- |  |  |  |
|--|--|--|
|  E_WEA 01: E_WEA 01 - GE 5.5-158^161m |  W8: W8 - V162-5.6^169m   |  W12: W12 - V162-5.6^169m |
|  E_WEA 02: E_WEA 02 - GE 5.5-158^161m |  W11: W11 - V162-5.6^169m |  |

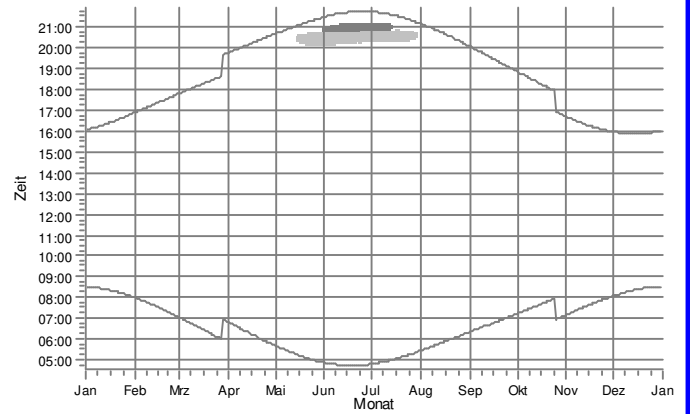
**SHADOW - Grafischer Kalender**

**Berechnung:** Schattenwurf Vorbelastung "worst case"

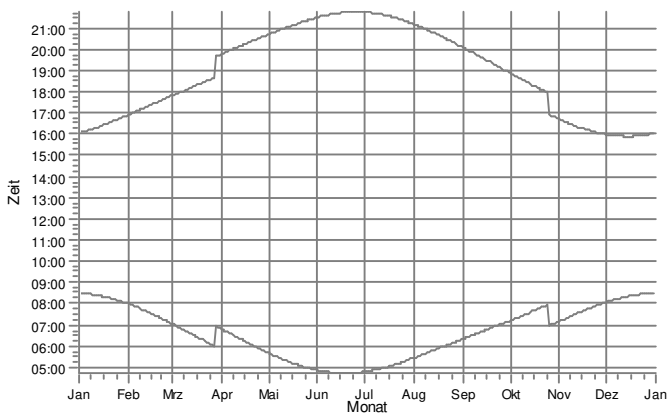
Sh-IO 07: Sh-IO 07 - Ausbau 61, Tannenhof



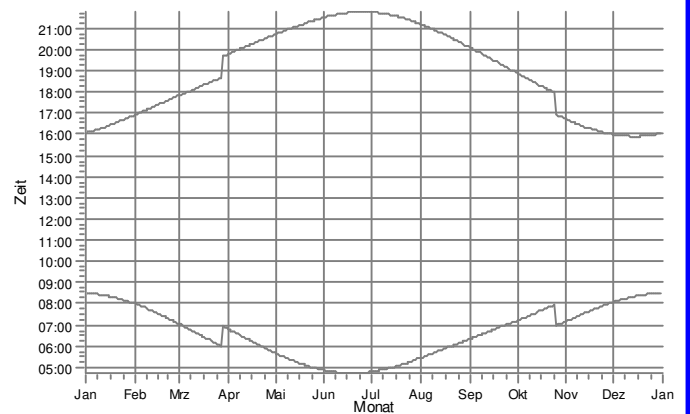
Sh-IO 08: Sh-IO 08 - Lange Straße 58, Granzin



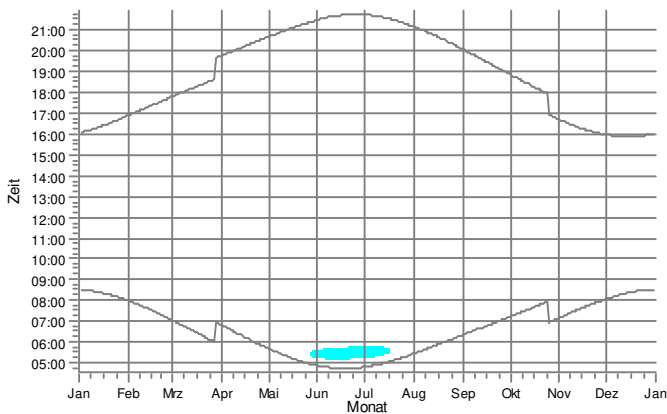
Sh-IO 09: Sh-IO 09 - Lange Straße 50, Granzin



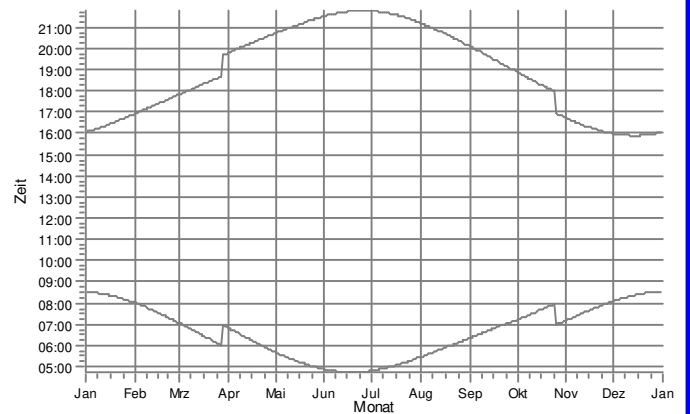
Sh-IO 10: Sh-IO 10 - Lange Straße 37, Granzin













Sh-IO 11: Sh-IO 11 - Lange Straße 36, Granzin



Sh-IO 12: Sh-IO 12 - Granziner Straße 10, Bahlenrade



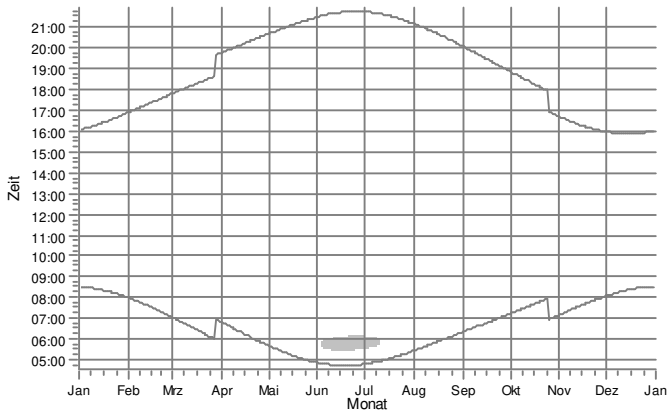
**WEA**

- |  |  |  |
|--|--|--|
|  E_WEA 01: E_WEA 01 - GE 5.5-158^161m |  W7: W7 - V162-5.6^169m   |  W12: W12 - V162-5.6^169m         |
|  E_WEA 02: E_WEA 02 - GE 5.5-158^161m |  W8: W8 - V162-5.6^169m   |  WEA 04: WEA 04 - GE 5.5-158^161m |
|  W2: W2 - V162-5.6^169m               |  W10: W10 - V162-5.6^169m |  |
|  W6: W6 - V150-5.6^169m               |  W11: W11 - V162-5.6^169m |  |

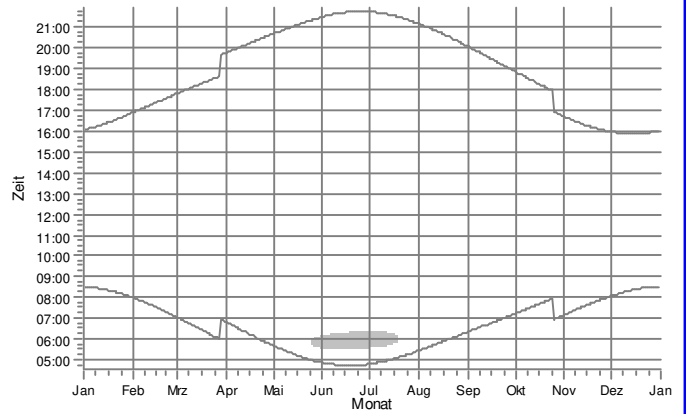
## SHADOW - Grafischer Kalender

**Berechnung:** Schattenwurf Vorbelastung "worst case"

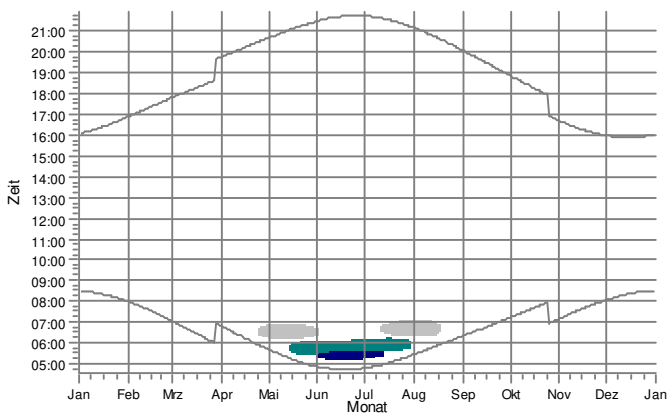
Sh-IO 13: Sh-IO 13 - Granziner Straße 2, Bahlnrade



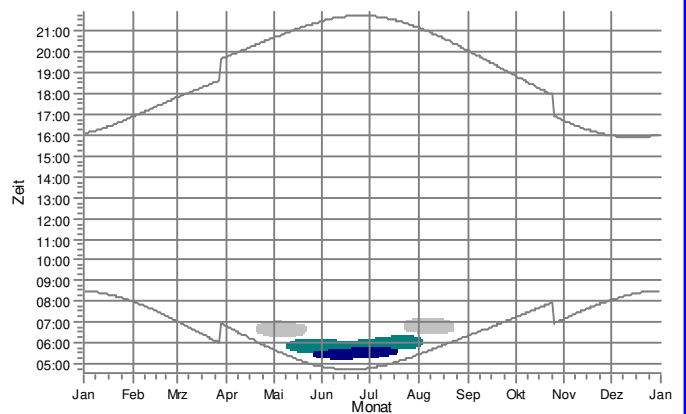
Sh-IO 14: Sh-IO 14 - Granziner Straße 3, Bahlnrade



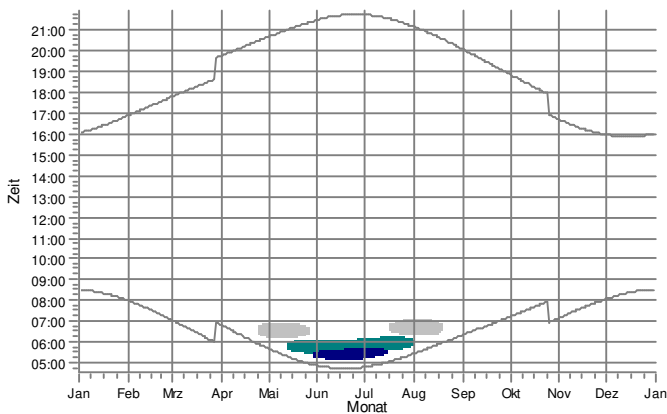
Sh-IO 15: Sh-IO 15 - Granziner Straße 9, Bahlnrade



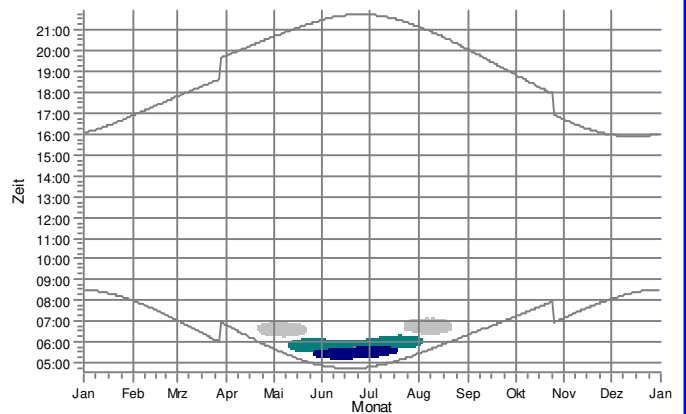
Sh-IO 16: Sh-IO 16 - Granziner Straße 8, Bahlnrade



Sh-IO 17: Sh-IO 17 - Granziner Straße 4, Bahlnrade



Sh-IO 18: Sh-IO 18 - Granziner Straße 5, Bahlnrade



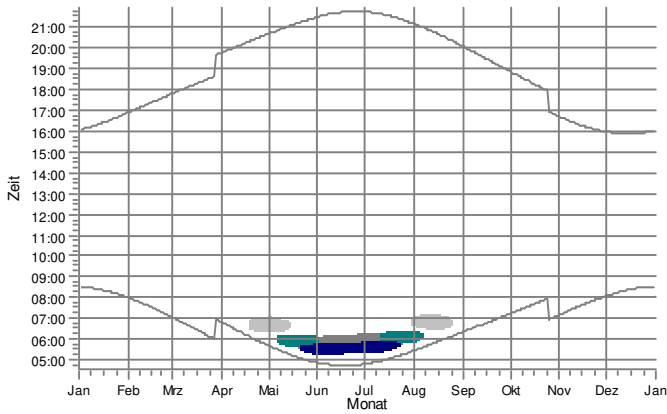
WEA



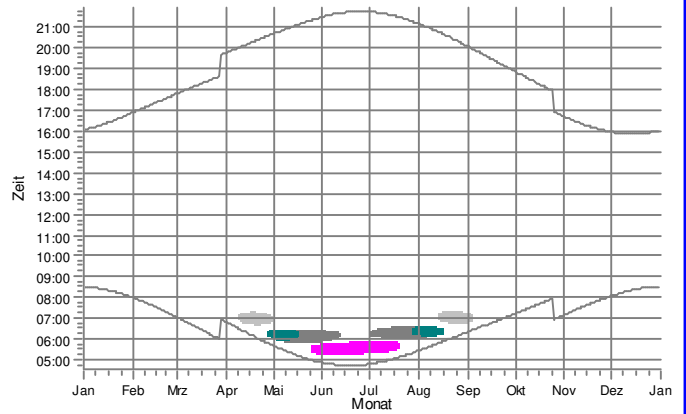
## SHADOW - Grafischer Kalender

**Berechnung:** Schattenwurf Vorbelastung "worst case"

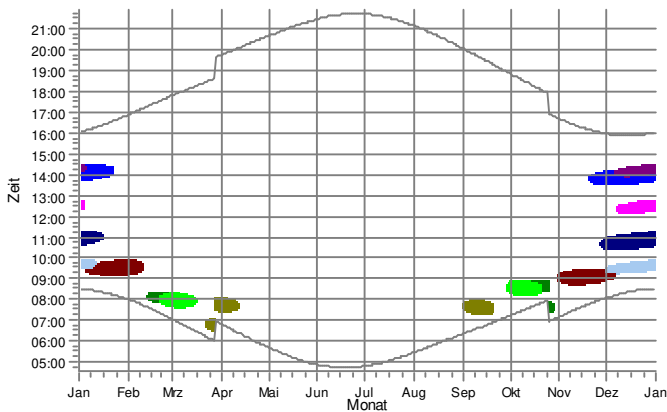
Sh-IO 19: Sh-IO 19 - Granziner Straße 6, Bahlenrade



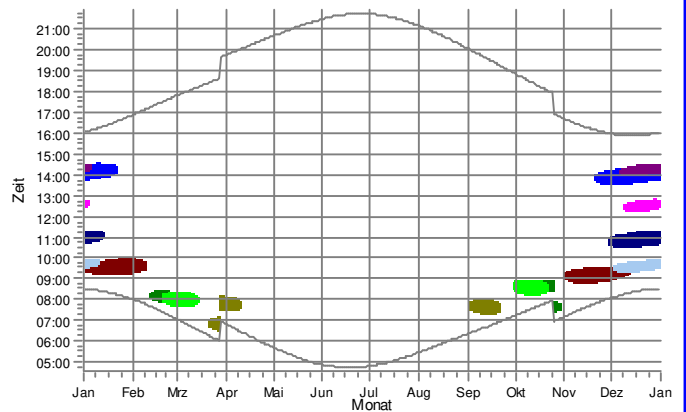
Sh-IO 20: Sh-IO 20 - Granziner Straße 7, Bahlenrade



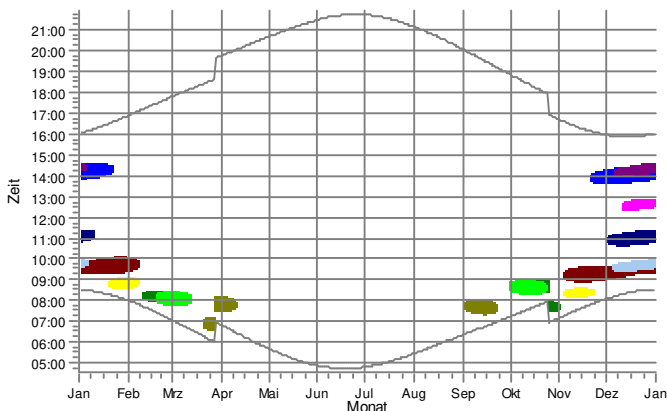
Sh-IO 21: Sh-IO 21 - Am Berg 20, Herzberg



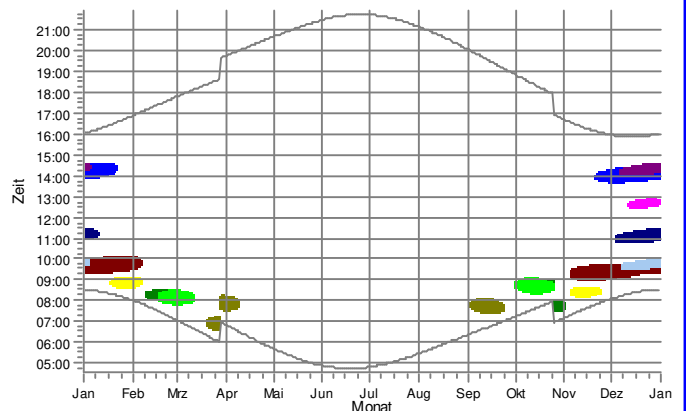
Sh-IO 22: Sh-IO 22 - Am Berg 19, Herzberg
















Sh-IO 23: Sh-IO 23 - Am Berg 18, Herzberg



Sh-IO 24: Sh-IO 24 - Am Berg 17, Herzberg



**WEA**

- |  |  |  |
|--|--|--|
|  E_WEA 01: E_WEA 01 - GE 5.5-158^161m |  W4: W4 - V162-5.6^169m |  W9: W9 - V162-5.6^169m           |
|  E_WEA 02: E_WEA 02 - GE 5.5-158^161m |  W5: W5 - V162-5.6^169m |  W10: W10 - V162-5.6^169m         |
|  W1: W1 - V162-5.6^169m               |  W6: W6 - V150-5.6^169m |  WEA 04: WEA 04 - GE 5.5-158^161m |
|  W2: W2 - V162-5.6^169m               |  W7: W7 - V162-5.6^169m |  |
|  W3: W3 - V162-5.6^169m               |  W8: W8 - V162-5.6^169m |  |

Projekt:

**WP Granzin**

Lizenzierter Anwender:

**PROKON Regenerative Energien eG**

Kirchhoffstraße 3

DE-25524 Itzehoe

+49 4821 6855 100

Susan Schlimper / s.schlimper@prokon.net

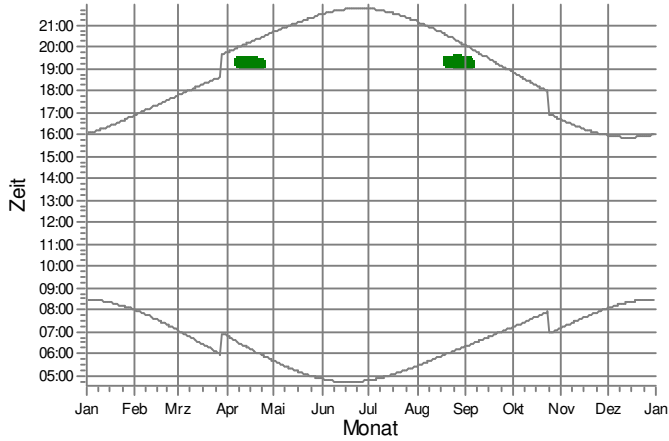
Berechnet:

25.05.2020 08:25/3.3.274

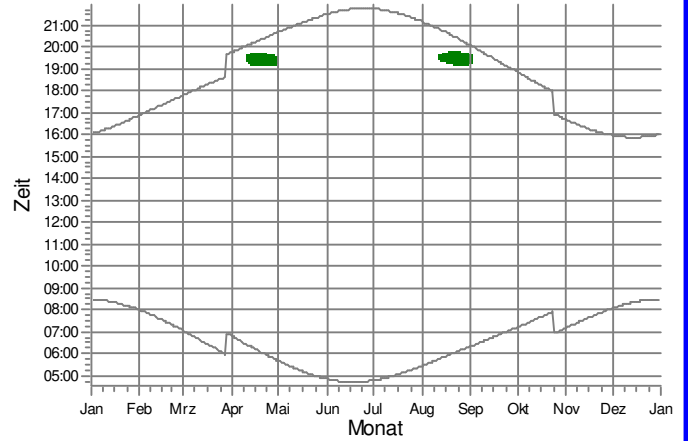
## SHADOW - Grafischer Kalender

**Berechnung:** Schattenwurf Zusatzbelastung "worst case"

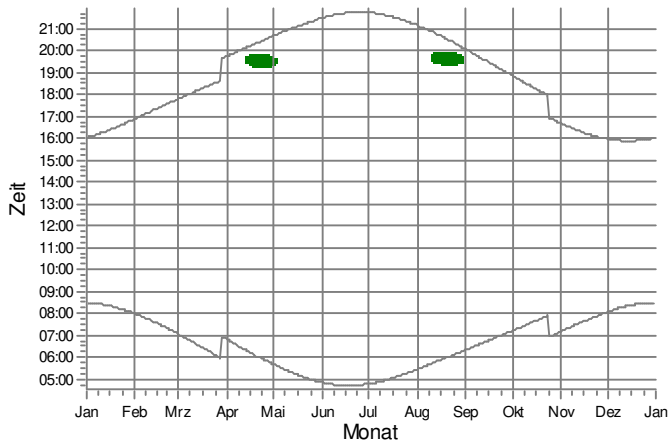
Sh-IO 01: Sh-IO 01 - Granziner Straße 15, Tannenhof



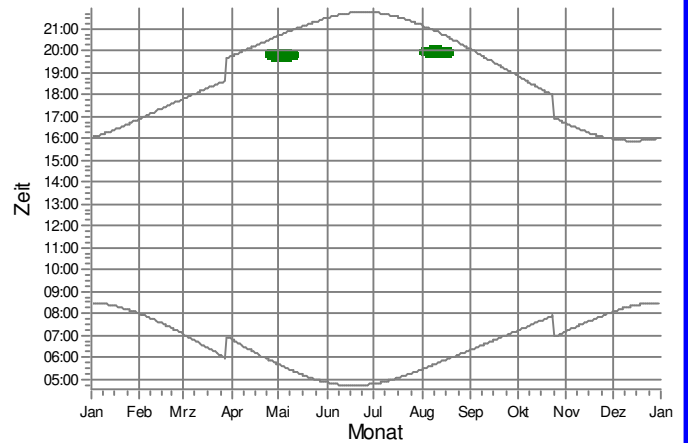
Sh-IO 02: Sh-IO 02 - Granziner Straße 14, Tannenhof



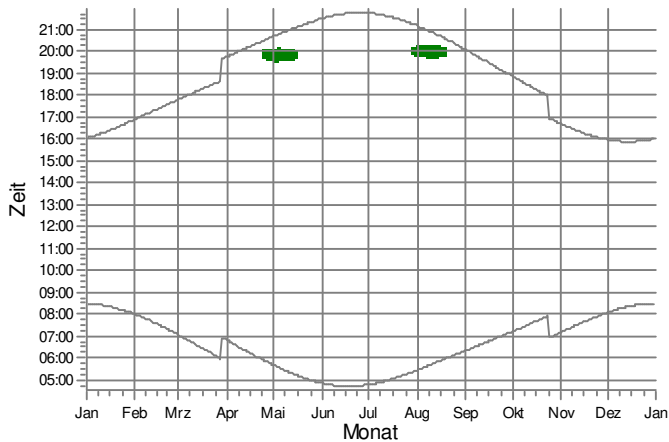
Sh-IO 03: Sh-IO 03 - Wiesenweg 5, Tannenhof



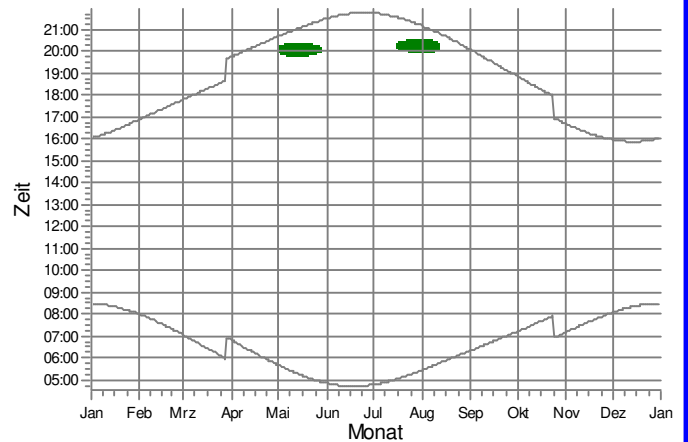
Sh-IO 04: Sh-IO 04 - Wiesenweg 11, Tannenhof



Sh-IO 05: Sh-IO 05 - Wiesenweg 10, Tannenhof



Sh-IO 06: Sh-IO 06 - Wiesenweg 8, Tannenhof



WEA

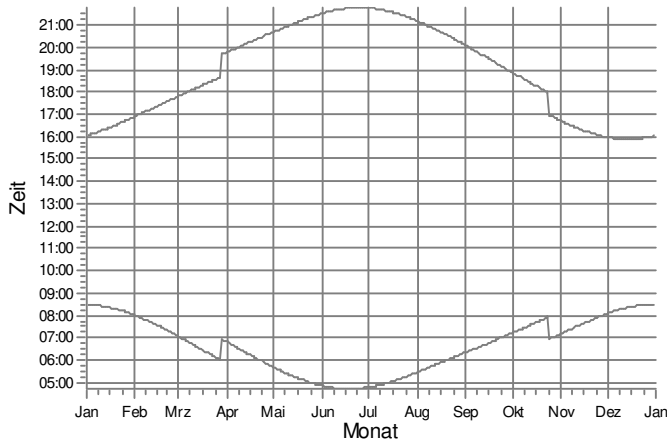
 WEA 01: WEA 01 - GE 5.5-158^161m



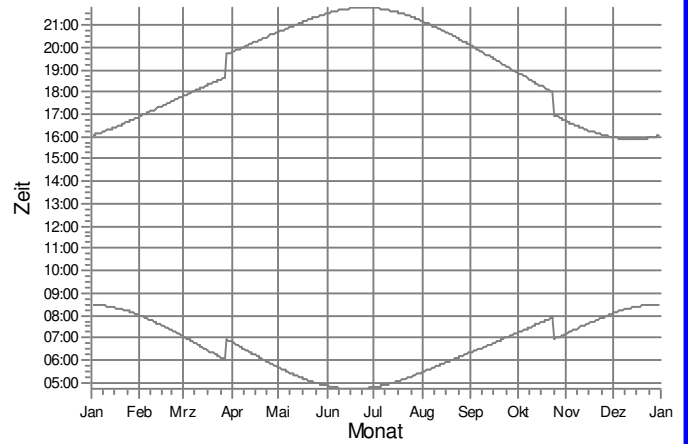
### SHADOW - Grafischer Kalender

**Berechnung:** Schattenwurf Zusatzbelastung "worst case"

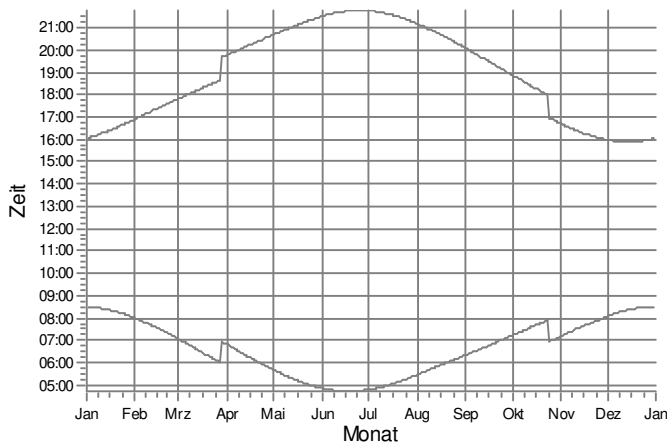
Sh-IO 07: Sh-IO 07 - Ausbau 61, Tannenhof



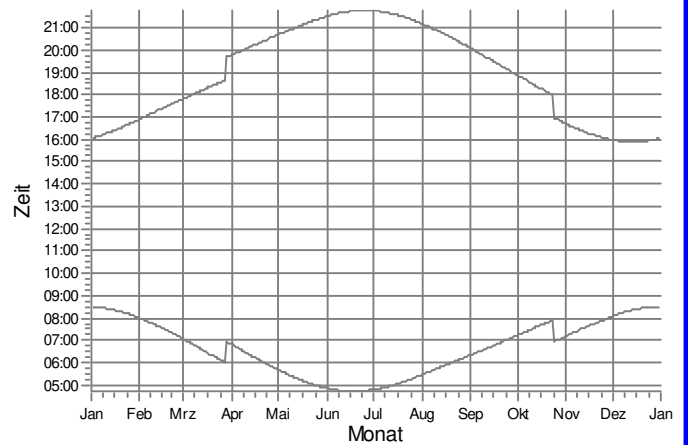
Sh-IO 08: Sh-IO 08 - Lange Straße 58, Granzin



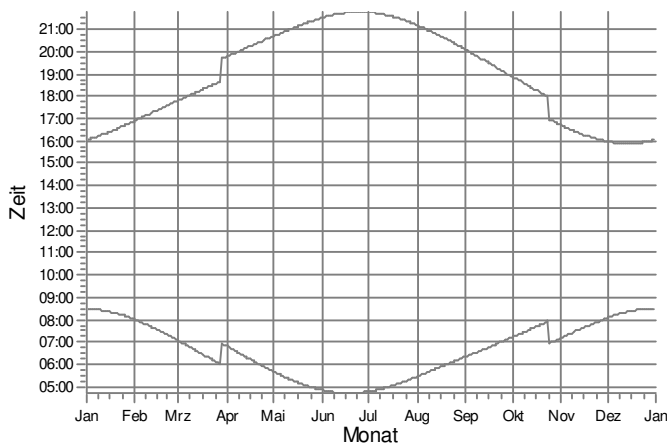
Sh-IO 09: Sh-IO 09 - Lange Straße 50, Granzin



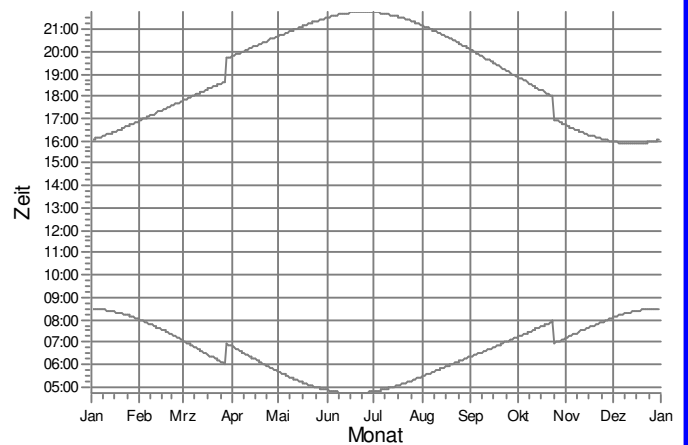
Sh-IO 10: Sh-IO 10 - Lange Straße 37, Granzin



Sh-IO 11: Sh-IO 11 - Lange Straße 36, Granzin



Sh-IO 12: Sh-IO 12 - Granziner Straße 10, Bahlenrade

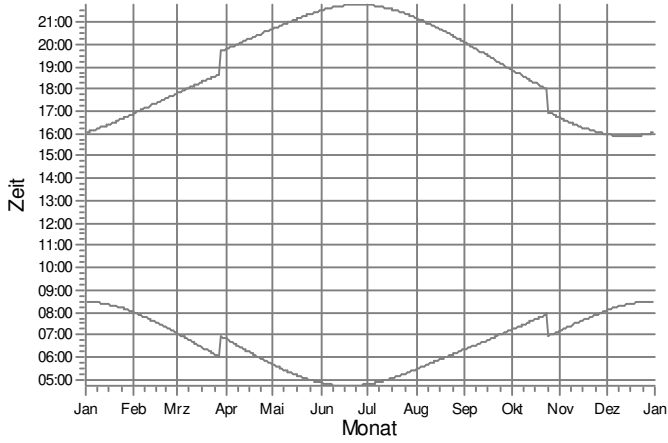


WEA

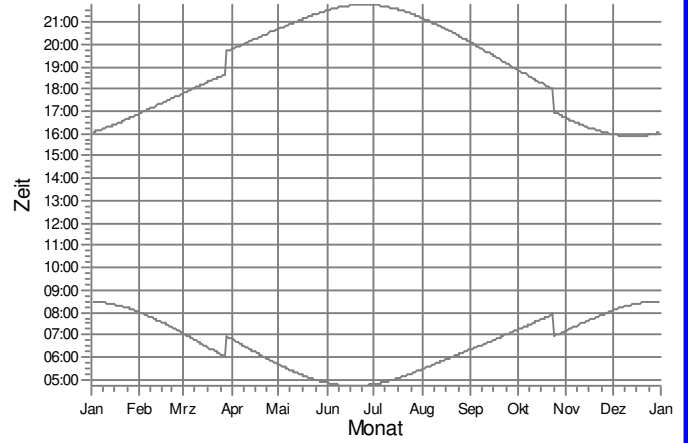
### SHADOW - Grafischer Kalender

**Berechnung:** Schattenwurf Zusatzbelastung "worst case"

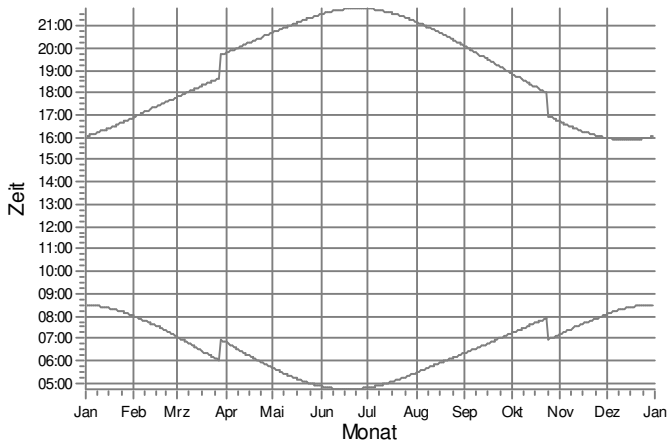
Sh-IO 13: Sh-IO 13 - Granziner Straße 2, Bahlenrade



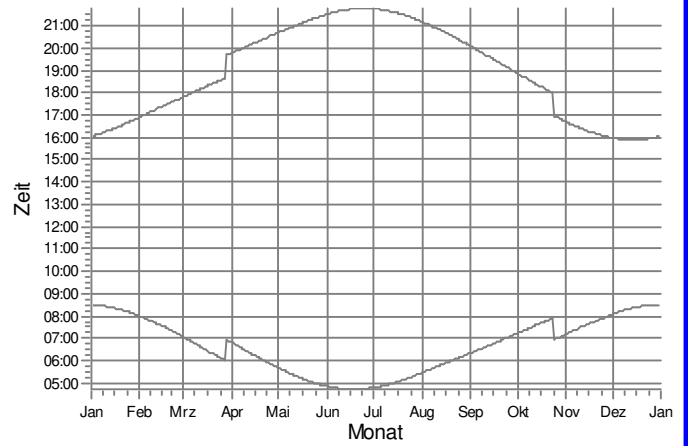
Sh-IO 14: Sh-IO 14 - Granziner Straße 3, Bahlenrade



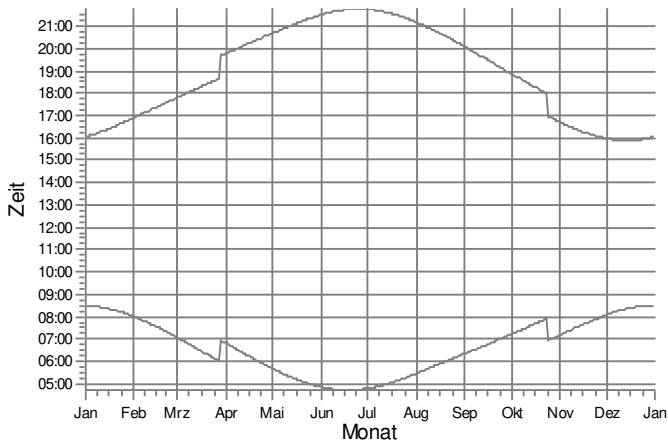
Sh-IO 15: Sh-IO 15 - Granziner Straße 9, Bahlenrade



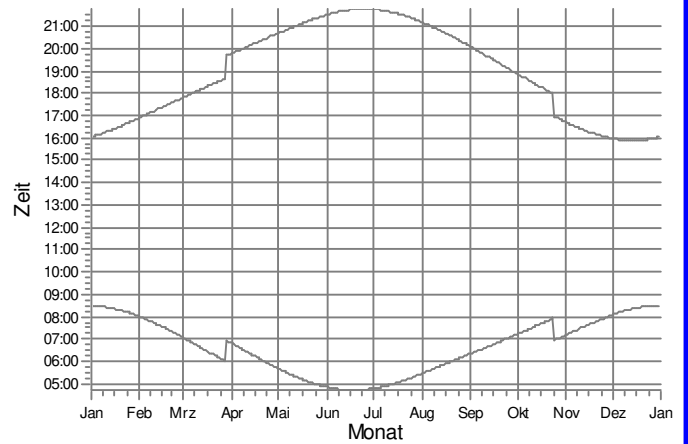
Sh-IO 16: Sh-IO 16 - Granziner Straße 8, Bahlenrade



Sh-IO 17: Sh-IO 17 - Granziner Straße 4, Bahlenrade



Sh-IO 18: Sh-IO 18 - Granziner Straße 5, Bahlenrade

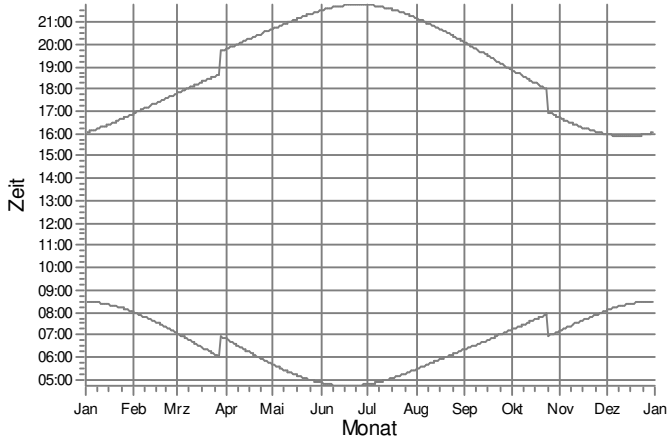


WEA

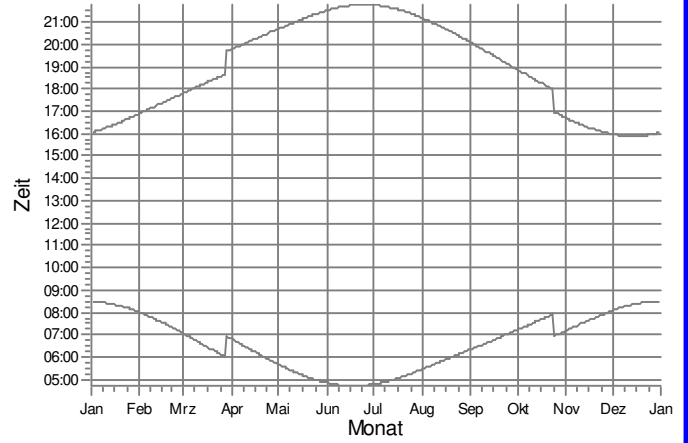
## SHADOW - Grafischer Kalender

**Berechnung:** Schattenwurf Zusatzbelastung "worst case"

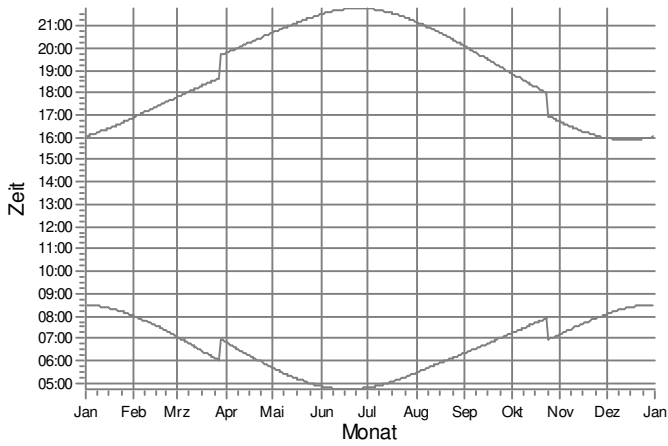
Sh-IO 19: Sh-IO 19 - Granziner Straße 6, Bahlenrade



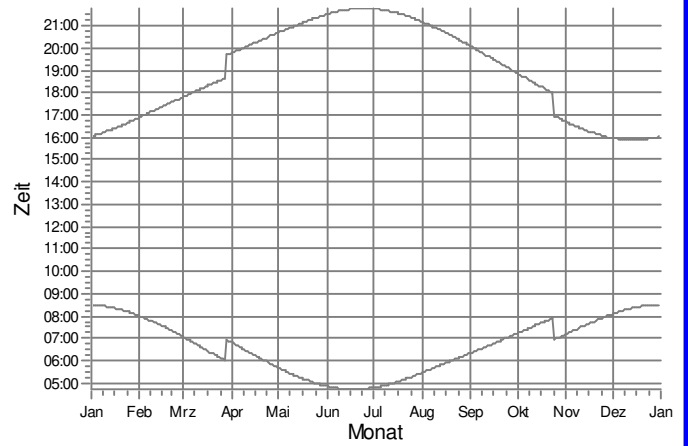
Sh-IO 20: Sh-IO 20 - Granziner Straße 7, Bahlenrade



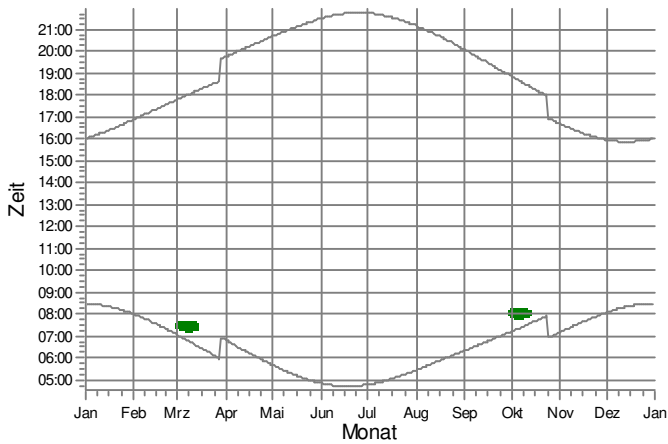
Sh-IO 21: Sh-IO 21 - Am Berg 20, Herzberg



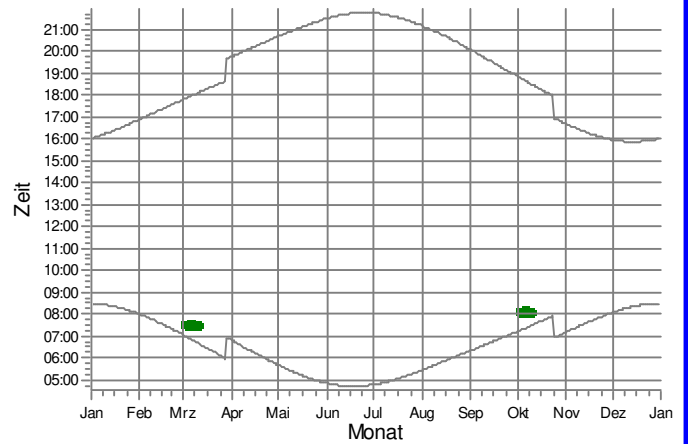
Sh-IO 22: Sh-IO 22 - Am Berg 19, Herzberg



Sh-IO 23: Sh-IO 23 - Am Berg 18, Herzberg



Sh-IO 24: Sh-IO 24 - Am Berg 17, Herzberg



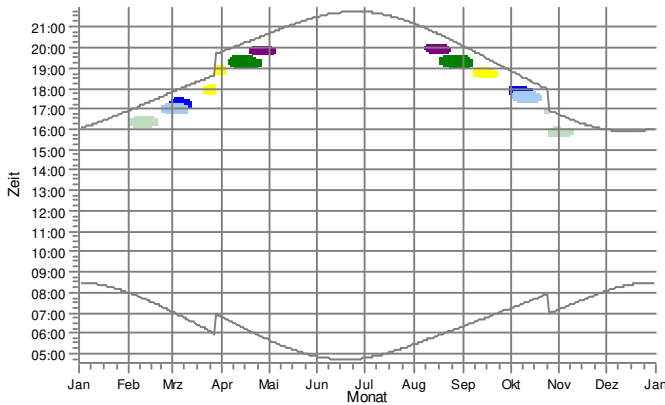
WEA

WEA 01 WEA 01 - GE 5.5-158^161m

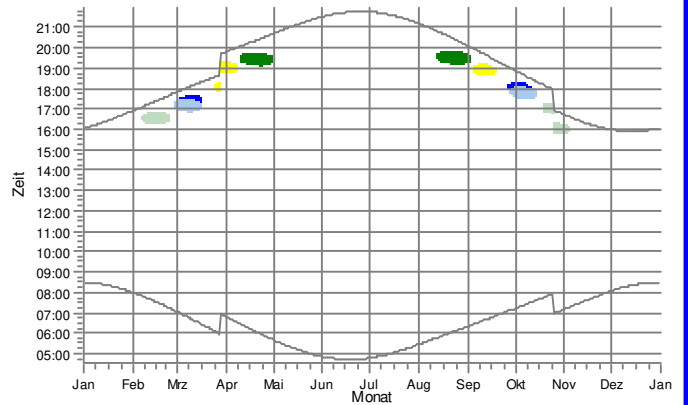
## SHADOW - Grafischer Kalender

**Berechnung:** Schattenwurf Gesamtbelastung "worst case"

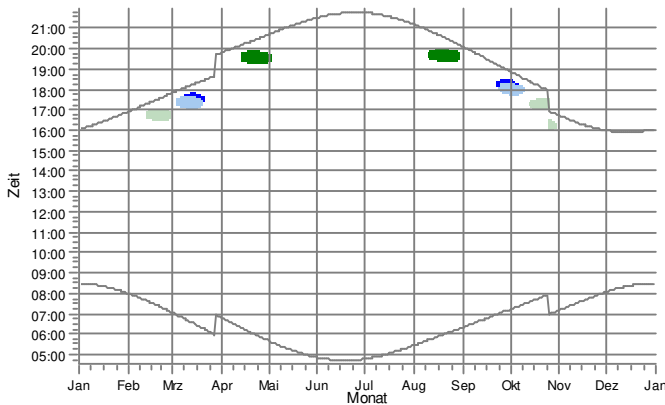
Sh-IO 01: Sh-IO 01 - Granziner Straße 15, Tannenhof



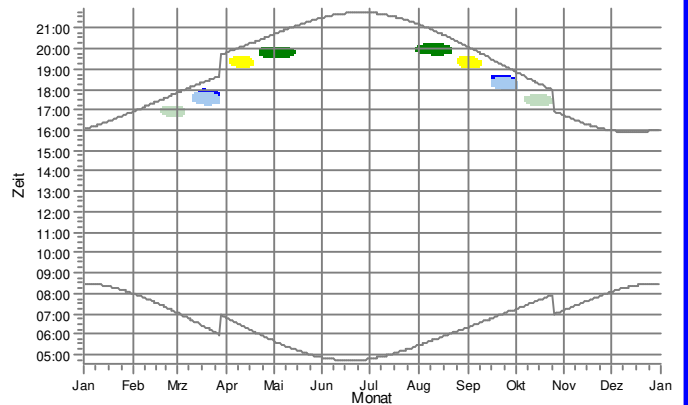
Sh-IO 02: Sh-IO 02 - Granziner Straße 14, Tannenhof



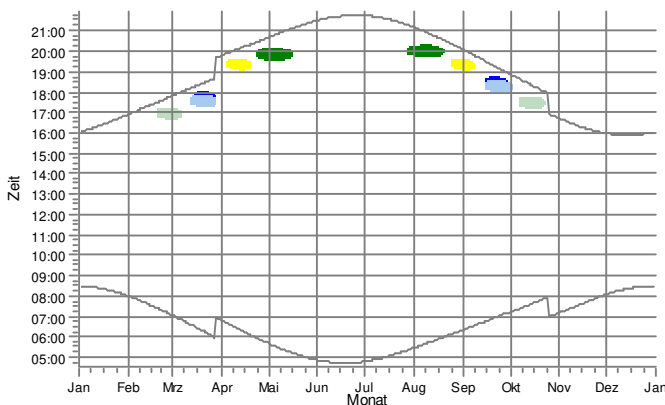
Sh-IO 03: Sh-IO 03 - Wiesenweg 5, Tannenhof



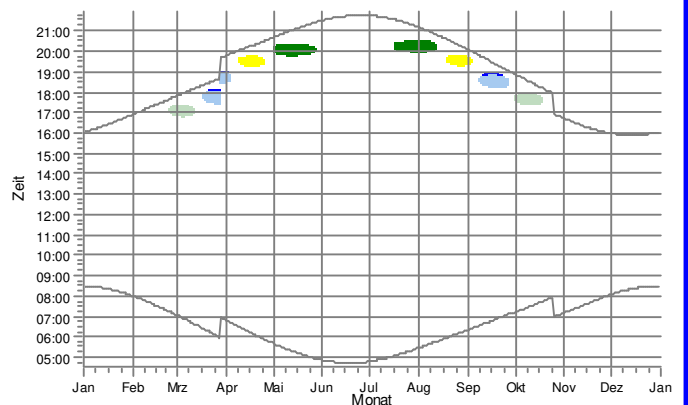
Sh-IO 04: Sh-IO 04 - Wiesenweg 11, Tannenhof









Sh-IO 05: Sh-IO 05 - Wiesenweg 10, Tannenhof



Sh-IO 06: Sh-IO 06 - Wiesenweg 8, Tannenhof



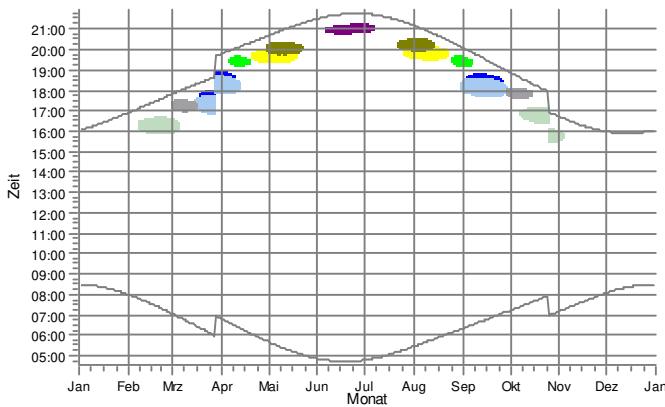
**WEA**

- |   |                                      |   |                                      |   |                          |
|---|--------------------------------------|---|--------------------------------------|---|--------------------------|
|  | WEA 01: WEA 01 - GE 5.5-158^161m     |  | E_WEA 02: E_WEA 02 - GE 5.5-158^161m |  | W11: W11 - V162-5.6^169m |
|  | E_WEA 01: E_WEA 01 - GE 5.5-158^161m |  | W8: W8 - V162-5.6^169m               |  | W12: W12 - V162-5.6^169m |

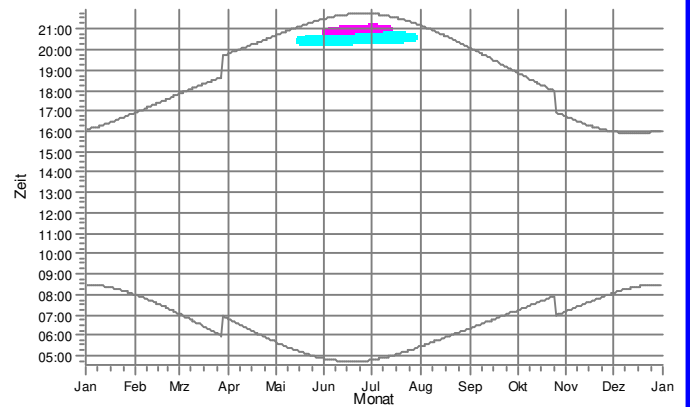
## SHADOW - Grafischer Kalender

**Berechnung:** Schattenwurf Gesamtbelastung "worst case"

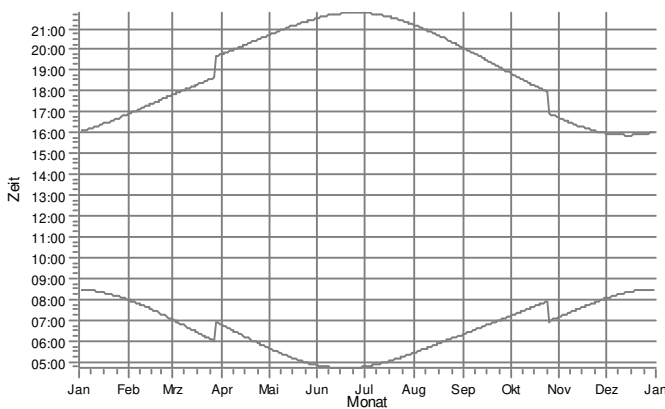
Sh-IO 07: Sh-IO 07 - Ausbau 61, Tannenhof



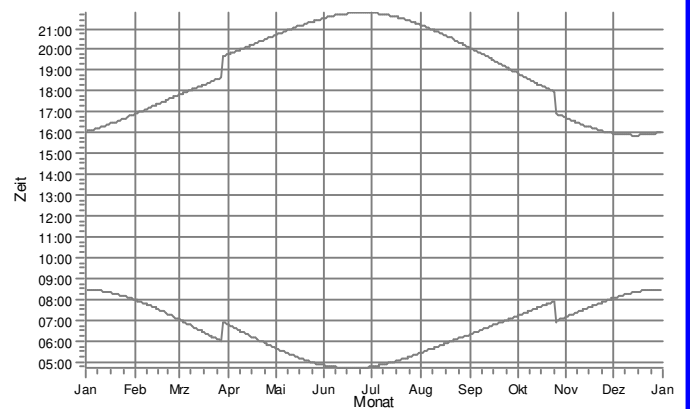
Sh-IO 08: Sh-IO 08 - Lange Straße 58, Granzin



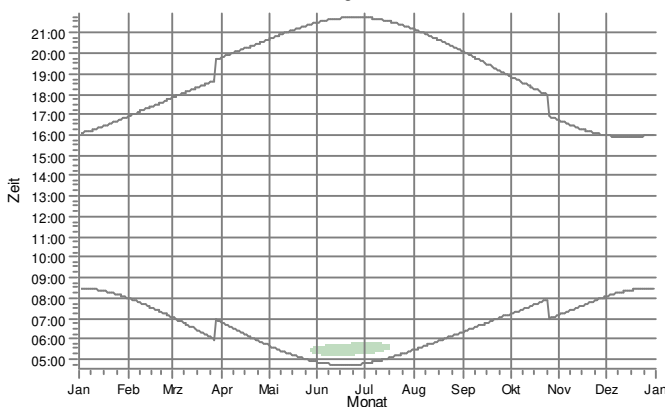
Sh-IO 09: Sh-IO 09 - Lange Straße 50, Granzin



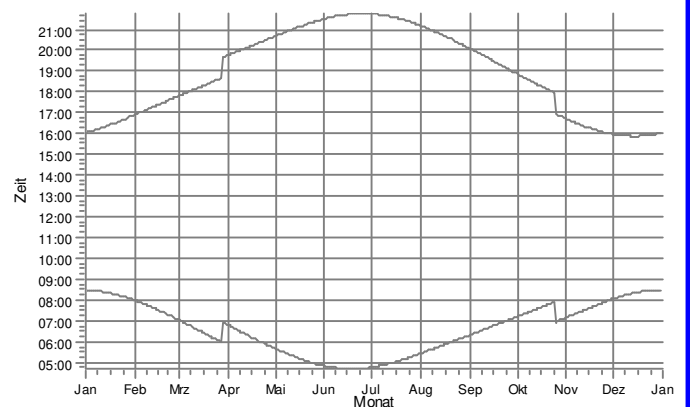
Sh-IO 10: Sh-IO 10 - Lange Straße 37, Granzin













Sh-IO 11: Sh-IO 11 - Lange Straße 36, Granzin



Sh-IO 12: Sh-IO 12 - Granziner Straße 10, Bahlenrade



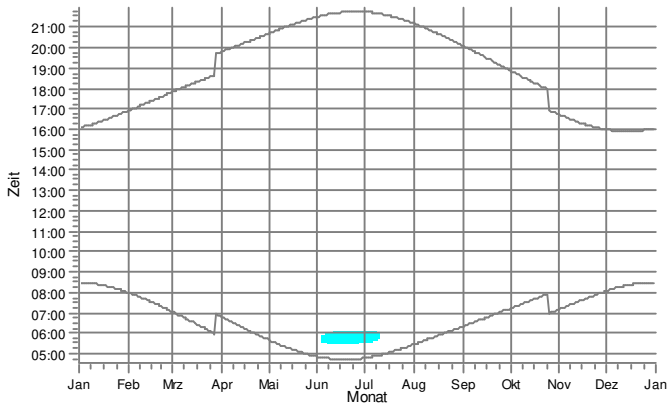
**WEA**

- |  |  |  |
|--|--|--|
|  E_WEA 01: E_WEA 01 - GE 5.5-158^161m |  W7: W7 - V162-5.6^169m   |  W12: W12 - V162-5.6^169m         |
|  E_WEA 02: E_WEA 02 - GE 5.5-158^161m |  W8: W8 - V162-5.6^169m   |  WEA 04: WEA 04 - GE 5.5-158^161m |
|  W2: W2 - V162-5.6^169m               |  W10: W10 - V162-5.6^169m |  |
|  W6: W6 - V150-5.6^169m               |  W11: W11 - V162-5.6^169m |  |

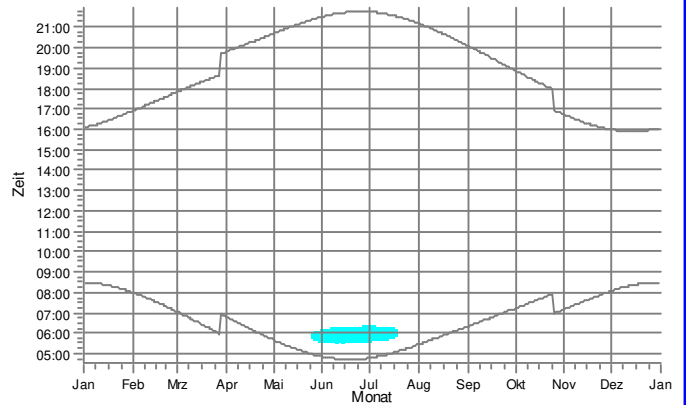
## SHADOW - Grafischer Kalender

**Berechnung:** Schattenwurf Gesamtbelastung "worst case"

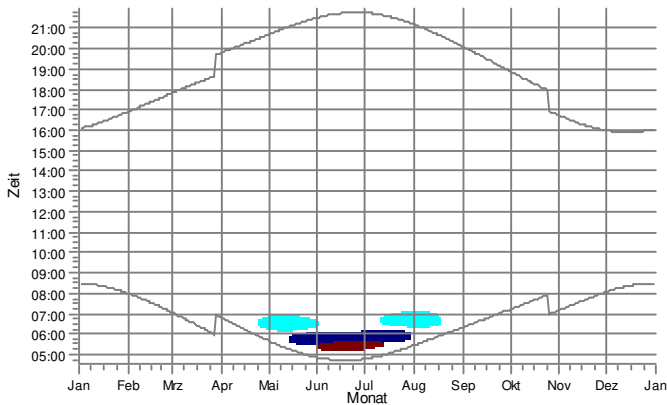
Sh-IO 13: Sh-IO 13 - Granziner Straße 2, Bahlenrade



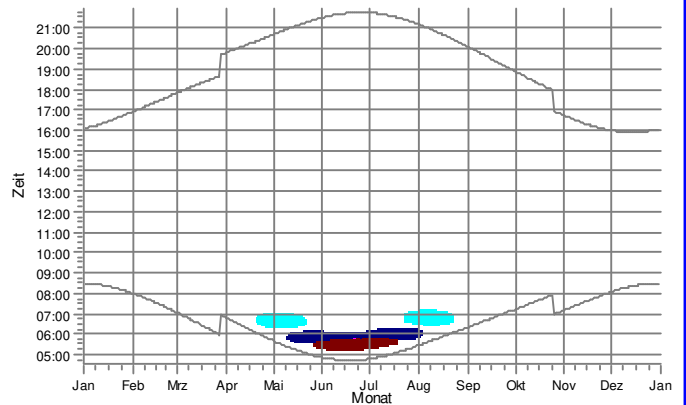
Sh-IO 14: Sh-IO 14 - Granziner Straße 3, Bahlenrade



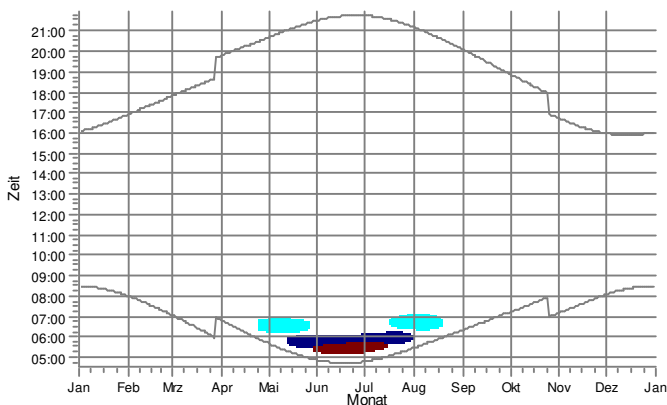
Sh-IO 15: Sh-IO 15 - Granziner Straße 9, Bahlenrade



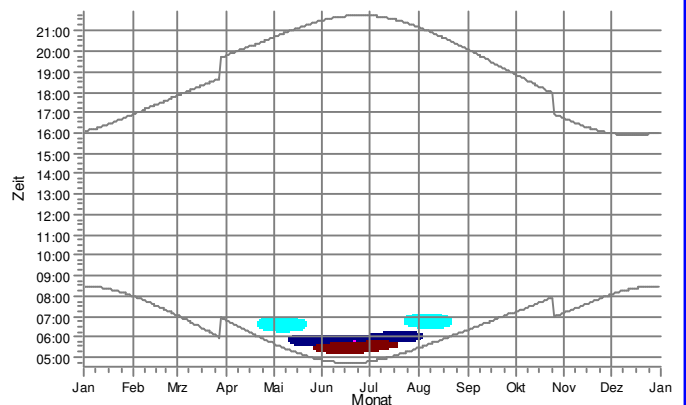
Sh-IO 16: Sh-IO 16 - Granziner Straße 8, Bahlenrade



Sh-IO 17: Sh-IO 17 - Granziner Straße 4, Bahlenrade



Sh-IO 18: Sh-IO 18 - Granziner Straße 5, Bahlenrade



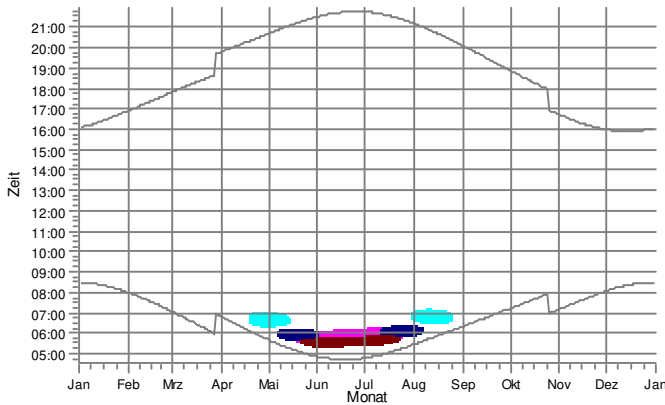
WEA



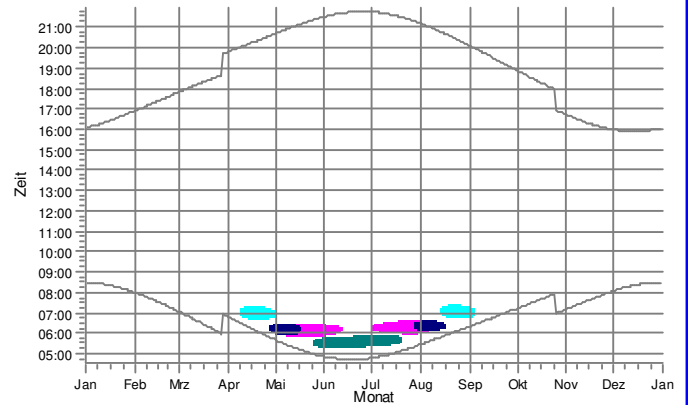
## SHADOW - Grafischer Kalender

**Berechnung:** Schattenwurf Gesamtbelastung "worst case"

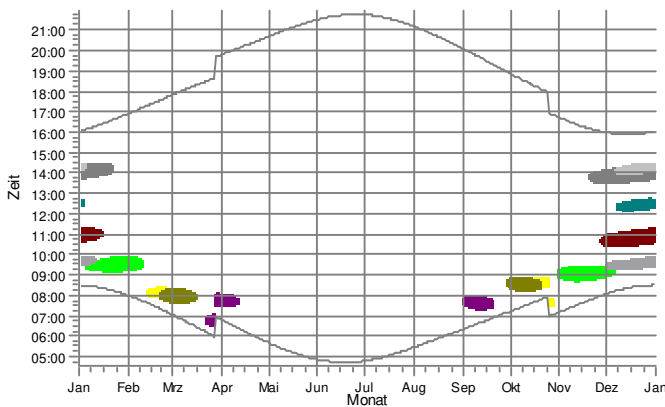
Sh-IO 19: Sh-IO 19 - Granziner Straße 6, Bahlenrade



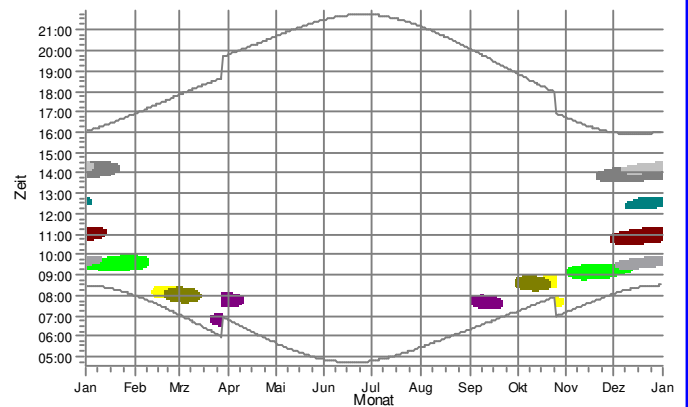
Sh-IO 20: Sh-IO 20 - Granziner Straße 7, Bahlenrade



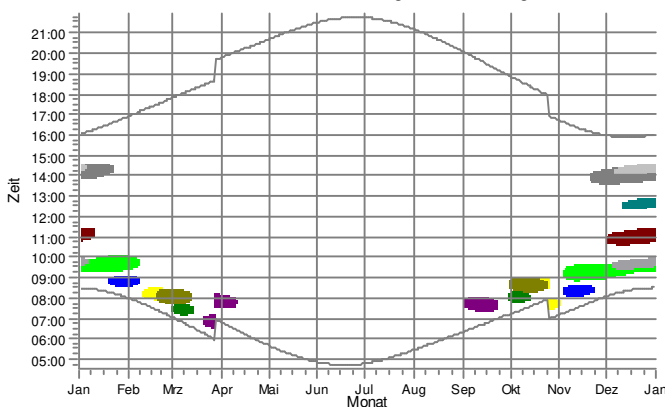
Sh-IO 21: Sh-IO 21 - Am Berg 20, Herzberg



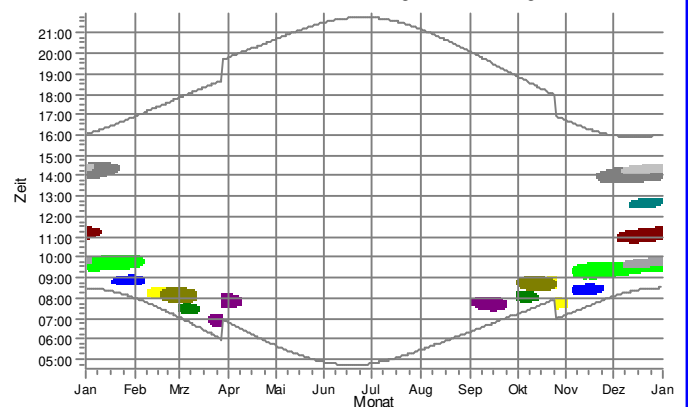
Sh-IO 22: Sh-IO 22 - Am Berg 19, Herzberg

















Sh-IO 23: Sh-IO 23 - Am Berg 18, Herzberg



Sh-IO 24: Sh-IO 24 - Am Berg 17, Herzberg



**WEA**

- |  |  |  |
|--|--|--|
|  WEA 01: WEA 01 - GE 5.5-158^161m     |  W3: W3 - V162-5.6^169m |  W8: W8 - V162-5.6^169m           |
|  E_WEA 01: E_WEA 01 - GE 5.5-158^161m |  W4: W4 - V162-5.6^169m |  W9: W9 - V162-5.6^169m           |
|  E_WEA 02: E_WEA 02 - GE 5.5-158^161m |  W5: W5 - V162-5.6^169m |  W10: W10 - V162-5.6^169m         |
|  W1: W1 - V162-5.6^169m               |  W6: W6 - V150-5.6^169m |  WEA 04: WEA 04 - GE 5.5-158^161m |
|  W2: W2 - V162-5.6^169m               |  W7: W7 - V162-5.6^169m |  |

## Anhang D

### Grafischer Schattenwurfkalender je WEA

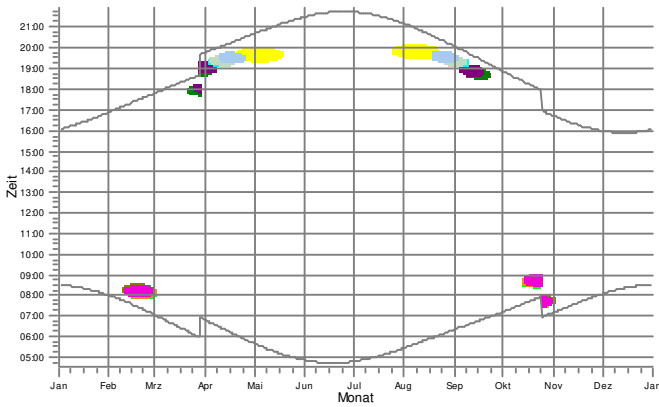
- Vorbelastung
- Zusatzbelastung
- Gesamtbelastung



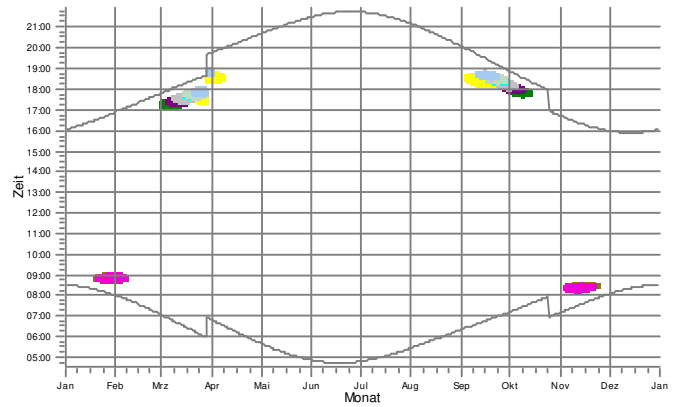
## SHADOW - Grafischer Kalender pro WEA

**Berechnung:** Schattenwurf Vorbelastung "worst case"

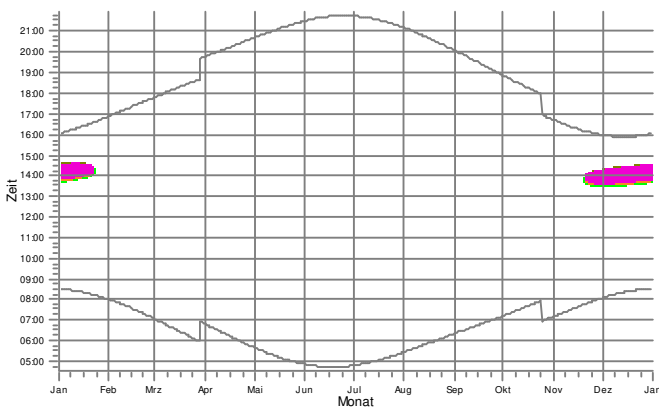
E\_WEA 01: E\_WEA 01 - GE 5.5-158^161m



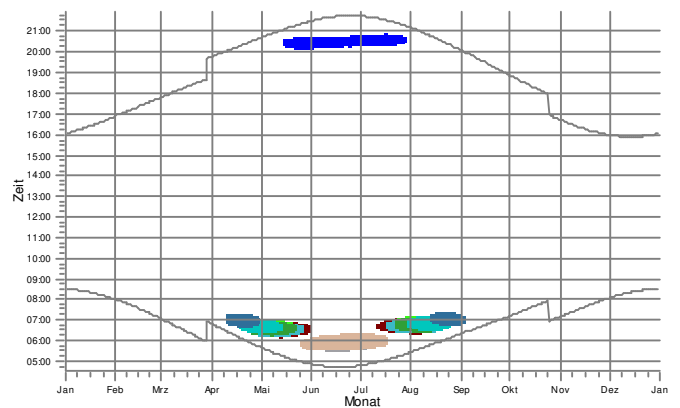
E\_WEA 02: E\_WEA 02 - GE 5.5-158^161m



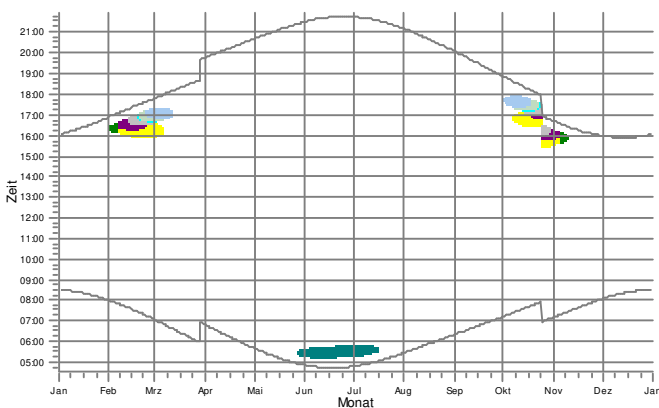
W1: W1 - V162-5.6^169m



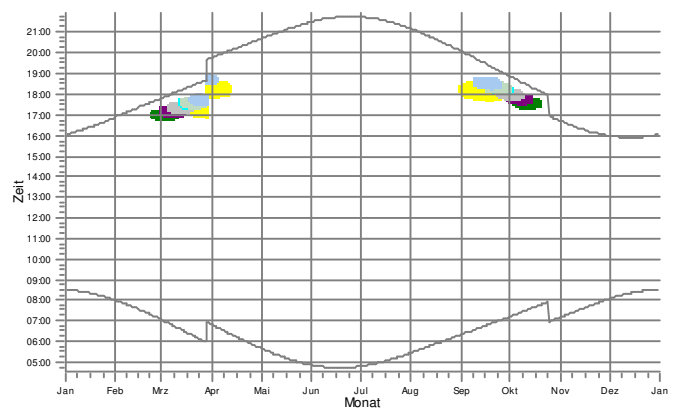
W10: W10 - V162-5.6^169m
























W11: W11 - V162-5.6^169m



W12: W12 - V162-5.6^169m

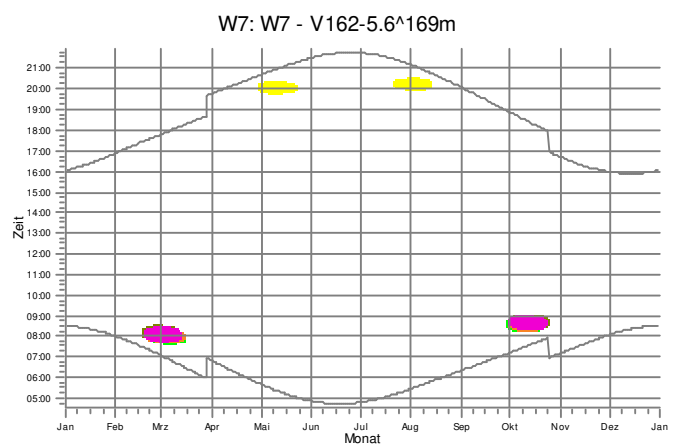
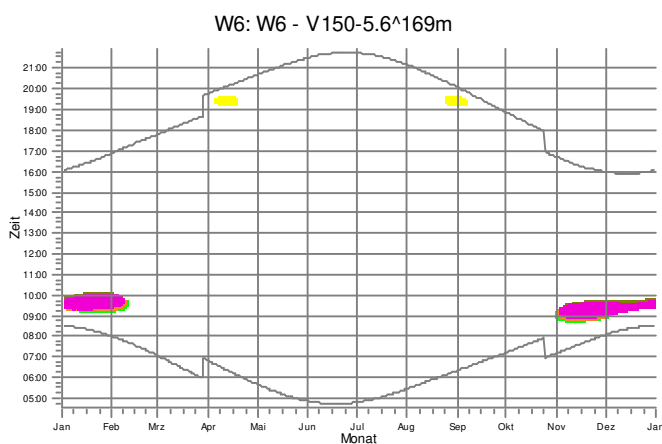
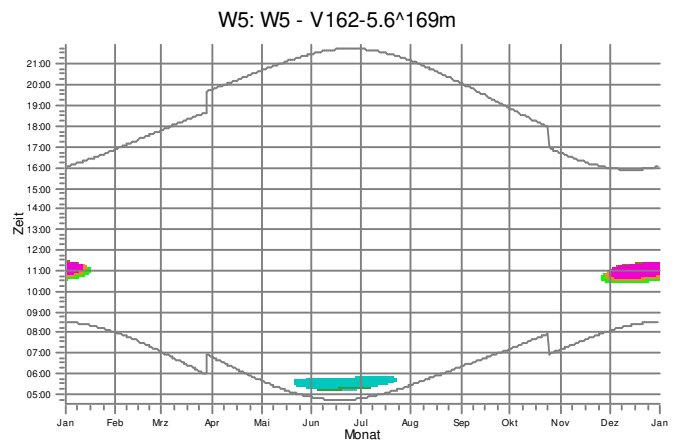
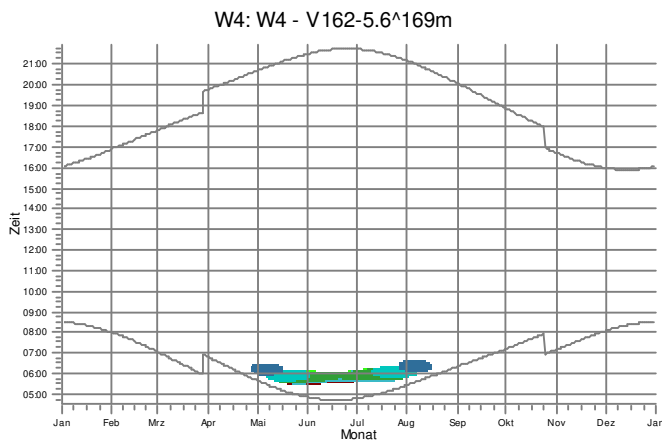
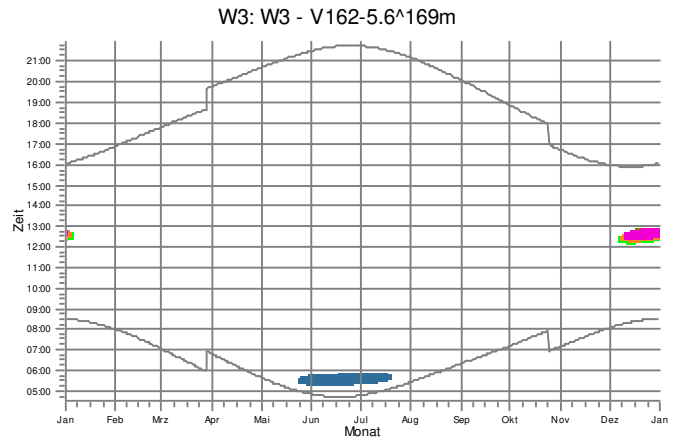
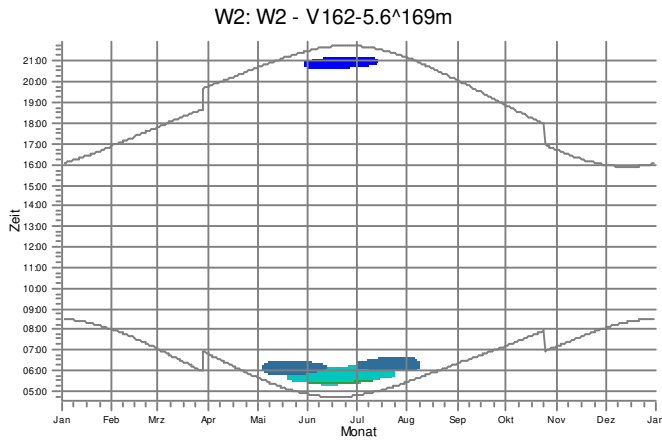


Schattenrezeptoren













 Sh-IO 01: Sh-IO 01 - Granziner Straße 15, Tannenhof	 Sh-IO 02: Sh-IO 02 - Granziner Straße 14, Tannenhof	 Sh-IO 16: Sh-IO 16 - Granziner Straße 8, Bahlenrade
 Sh-IO 07: Sh-IO 07 - Ausbau 61, Tannenhof	 Sh-IO 03: Sh-IO 03 - Wiesenweg 5, Tannenhof	 Sh-IO 17: Sh-IO 17 - Granziner Straße 4, Bahlenrade
 Sh-IO 08: Sh-IO 08 - Lange Straße 58, Granzin	 Sh-IO 04: Sh-IO 04 - Wiesenweg 11, Tannenhof	 Sh-IO 18: Sh-IO 18 - Granziner Straße 5, Bahlenrade
 Sh-IO 11: Sh-IO 11 - Lange Straße 36, Granzin	 Sh-IO 05: Sh-IO 05 - Wiesenweg 10, Tannenhof	 Sh-IO 19: Sh-IO 19 - Granziner Straße 6, Bahlenrade
 Sh-IO 15: Sh-IO 15 - Granziner Straße 9, Bahlenrade	 Sh-IO 06: Sh-IO 06 - Wiesenweg 8, Tannenhof	 Sh-IO 20: Sh-IO 20 - Granziner Straße 7, Bahlenrade
 Sh-IO 21: Sh-IO 21 - Am Berg 20, Herzberg	 Sh-IO 13: Sh-IO 13 - Granziner Straße 2, Bahlenrade	 Sh-IO 22: Sh-IO 22 - Am Berg 19, Herzberg
 Sh-IO 24: Sh-IO 24 - Am Berg 17, Herzberg	 Sh-IO 14: Sh-IO 14 - Granziner Straße 3, Bahlenrade	 Sh-IO 23: Sh-IO 23 - Am Berg 18, Herzberg

## SHADOW - Grafischer Kalender pro WEA

**Berechnung:** Schattenwurf Vorbelastung "worst case"



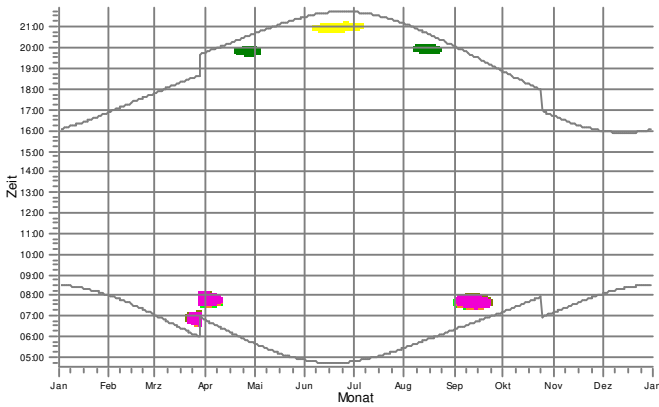
Schattenrezeptoren

- |   |   |   |
|---|---|---|
|  Sh-IO 07: Sh-IO 07 - Ausbau 61, Tannenhof           |  Sh-IO 24: Sh-IO 24 - Am Berg 17, Herzberg           |  Sh-IO 19: Sh-IO 19 - Granziner Straße 6, Bahlenrade |
|  Sh-IO 08: Sh-IO 08 - Lange Straße 58, Granzin       |  Sh-IO 16: Sh-IO 16 - Granziner Straße 8, Bahlenrade |  Sh-IO 20: Sh-IO 20 - Granziner Straße 7, Bahlenrade |
|  Sh-IO 15: Sh-IO 15 - Granziner Straße 9, Bahlenrade |  Sh-IO 17: Sh-IO 17 - Granziner Straße 4, Bahlenrade |  Sh-IO 22: Sh-IO 22 - Am Berg 19, Herzberg           |
|  Sh-IO 21: Sh-IO 21 - Am Berg 20, Herzberg           |  Sh-IO 18: Sh-IO 18 - Granziner Straße 5, Bahlenrade |  Sh-IO 23: Sh-IO 23 - Am Berg 18, Herzberg           |

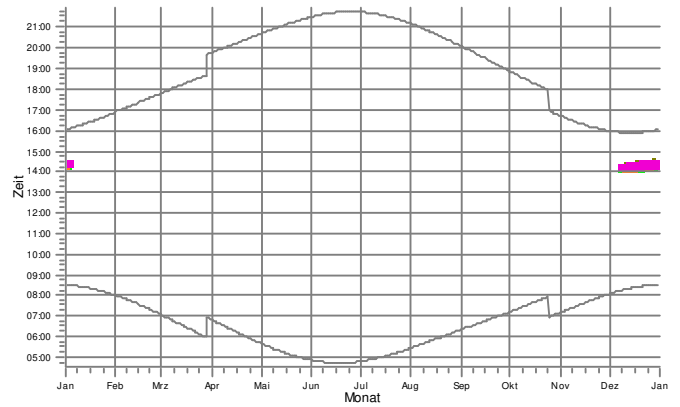
## SHADOW - Grafischer Kalender pro WEA

**Berechnung:** Schattenwurf Vorbelastung "worst case"

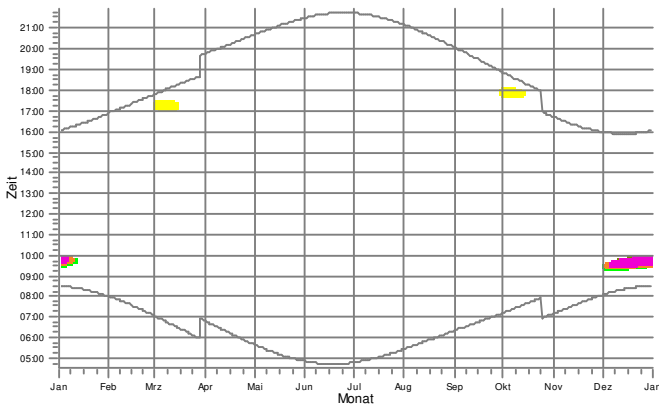
W8: W8 - V162-5.6^169m









W9: W9 - V162-5.6^169m



WEA 04: WEA 04 - GE 5.5-158^161m

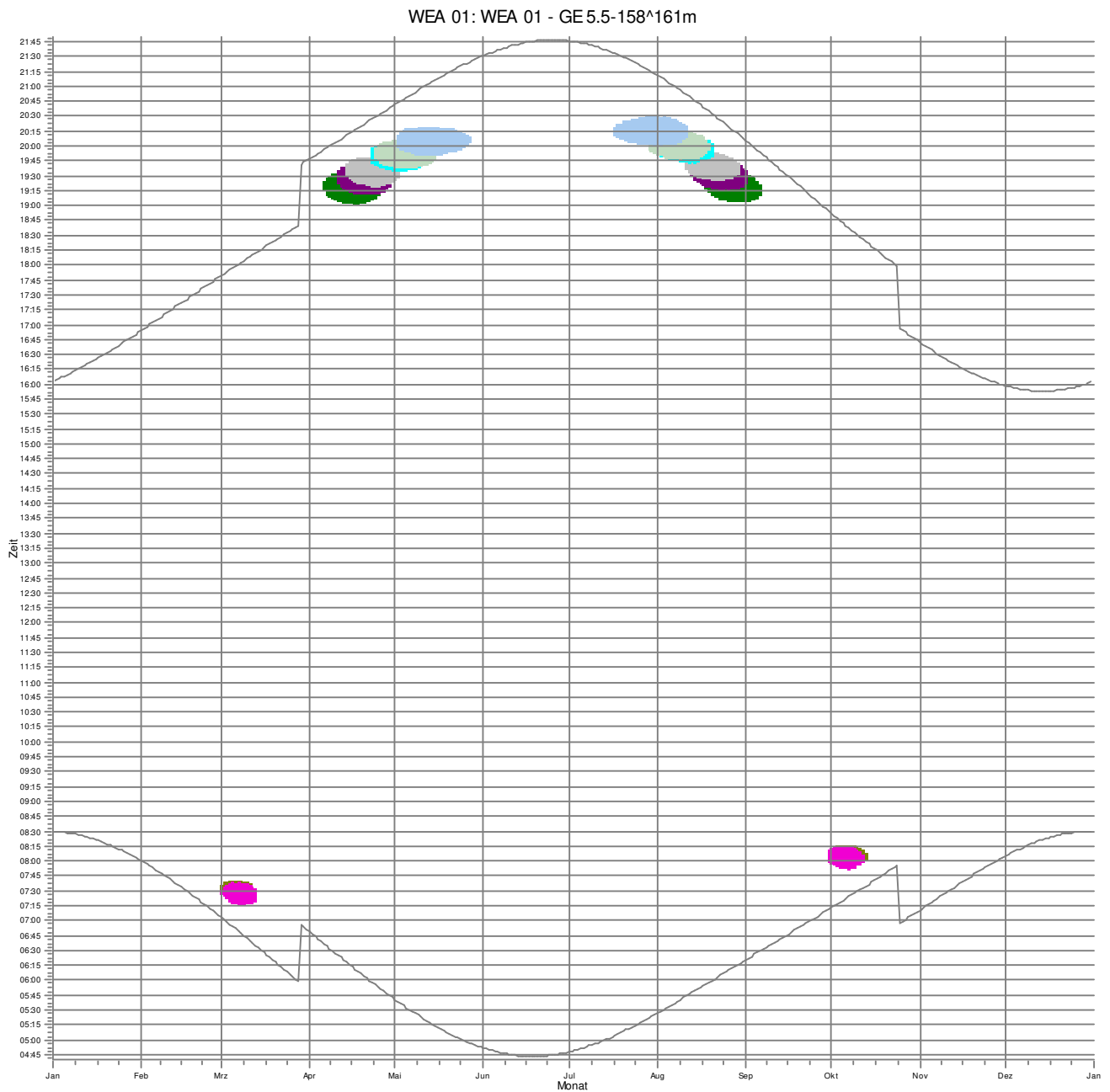


Schattenrezeptoren

- |   |   |   |
|---|---|---|
|  Sh-IO 01: Sh-IO 01 - Granziner Straße 15, Tannenhof |  Sh-IO 21: Sh-IO 21 - Am Berg 20, Herzberg |  Sh-IO 22: Sh-IO 22 - Am Berg 19, Herzberg |
|  Sh-IO 07: Sh-IO 07 - Ausbau 61, Tannenhof           |  Sh-IO 24: Sh-IO 24 - Am Berg 17, Herzberg |  Sh-IO 23: Sh-IO 23 - Am Berg 18, Herzberg |

## SHADOW - Grafischer Kalender pro WEA

**Berechnung:** Schattenwurf Zusatzbelastung "worst case" **WEA:** WEA 01 - WEA 01 - GE 5.5-158^161m

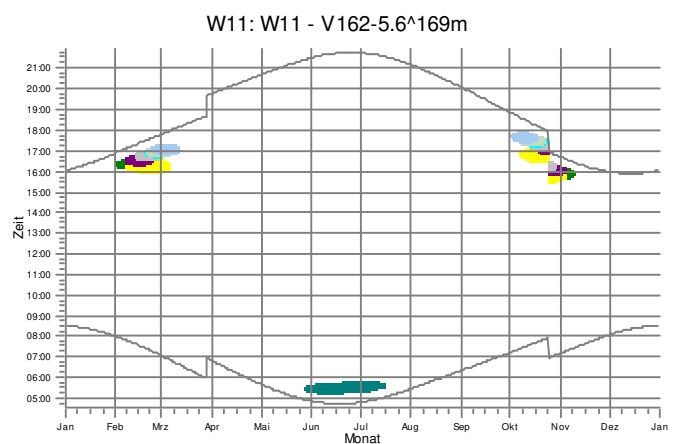
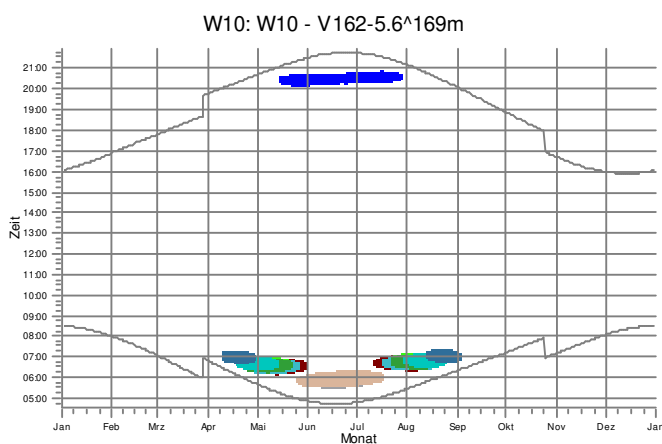
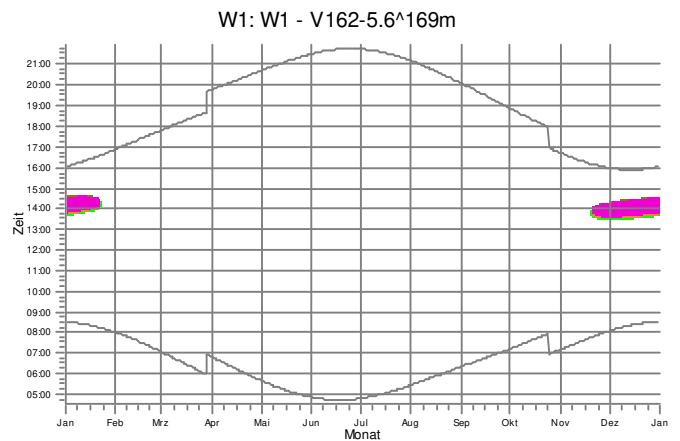
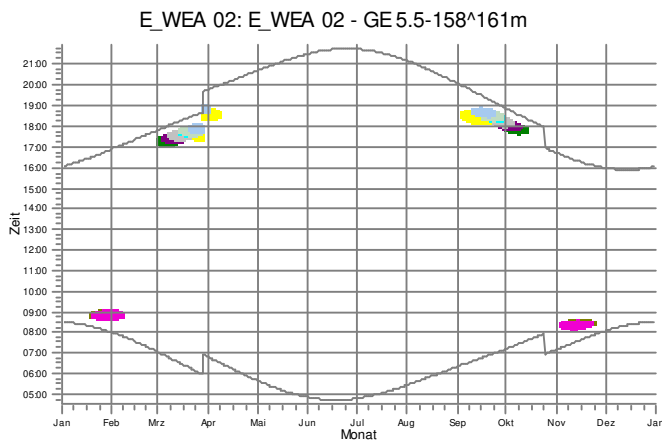
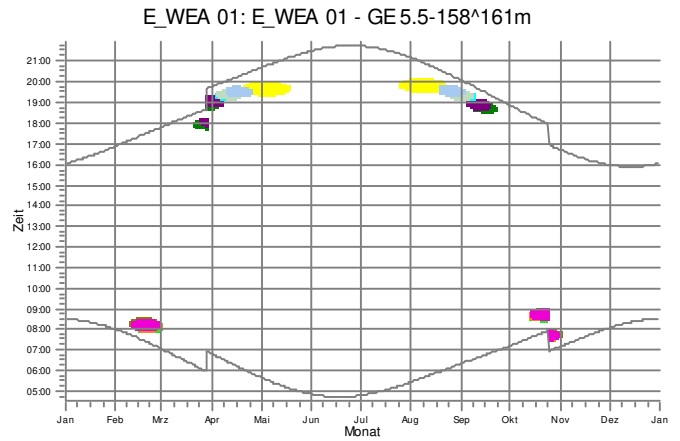
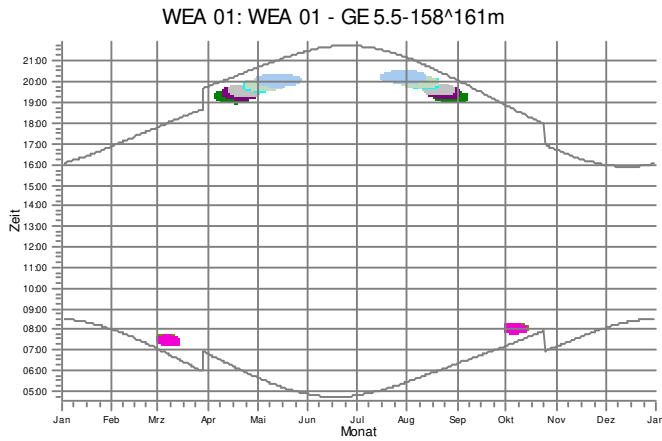


### Schattenrezeptoren






















<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: green; border: 1px solid black;"></span> Sh-IO 01: Sh-IO 01 - Granziner Straße 15, Tannenhof	<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: grey; border: 1px solid black;"></span> Sh-IO 03: Sh-IO 03 - Wiesenweg 5, Tannenhof	<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightblue; border: 1px solid black;"></span> Sh-IO 06: Sh-IO 06 - Wiesenweg 8, Tannenhof
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: purple; border: 1px solid black;"></span> Sh-IO 24: Sh-IO 24 - Am Berg 17, Herzberg	<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: cyan; border: 1px solid black;"></span> Sh-IO 04: Sh-IO 04 - Wiesenweg 11, Tannenhof	<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: pink; border: 1px solid black;"></span> Sh-IO 23: Sh-IO 23 - Am Berg 18, Herzberg
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: purple; border: 1px solid black;"></span> Sh-IO 02: Sh-IO 02 - Granziner Straße 14, Tannenhof	<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightgreen; border: 1px solid black;"></span> Sh-IO 05: Sh-IO 05 - Wiesenweg 10, Tannenhof	

## SHADOW - Grafischer Kalender pro WEA

**Berechnung:** Schattenwurf Gesamtbelastung "worst case"

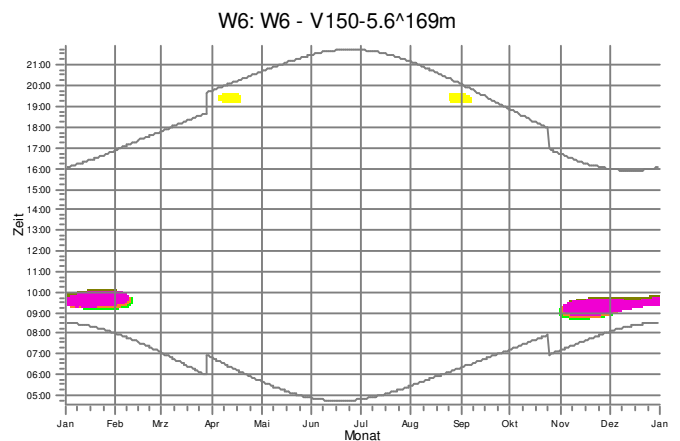
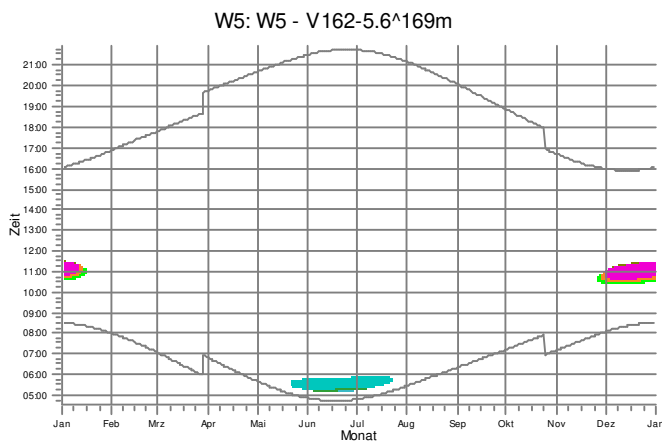
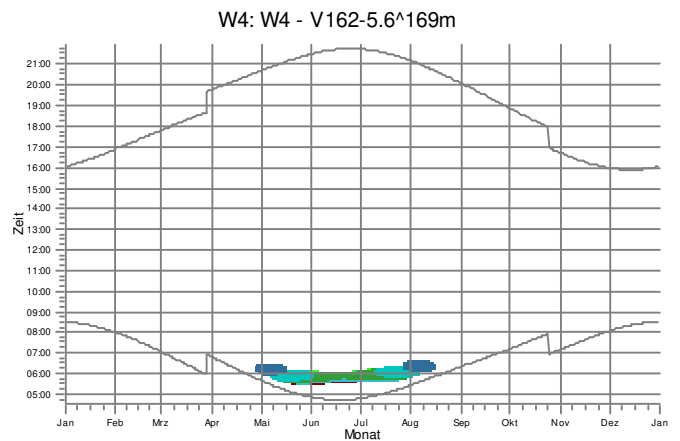
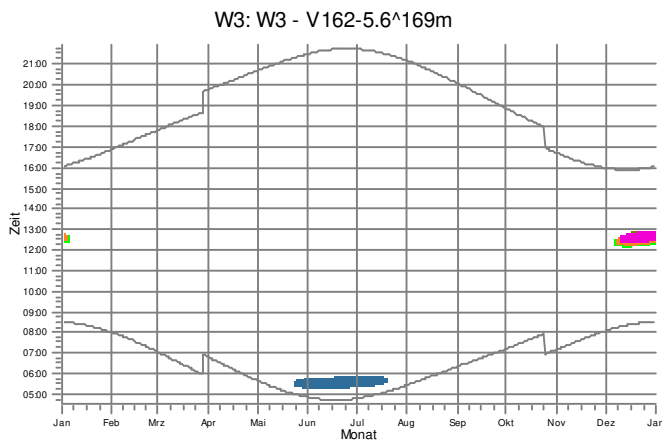
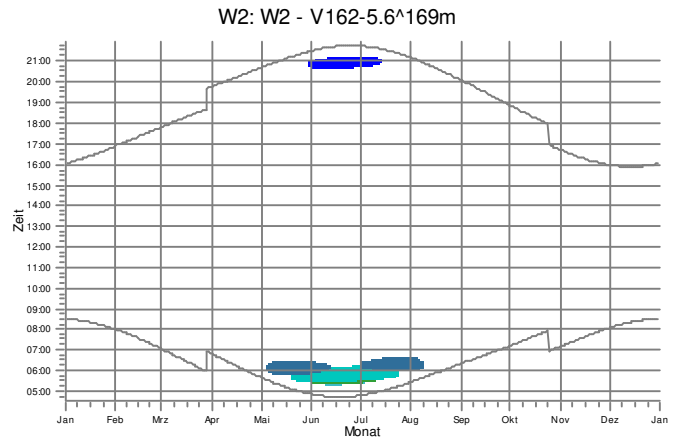
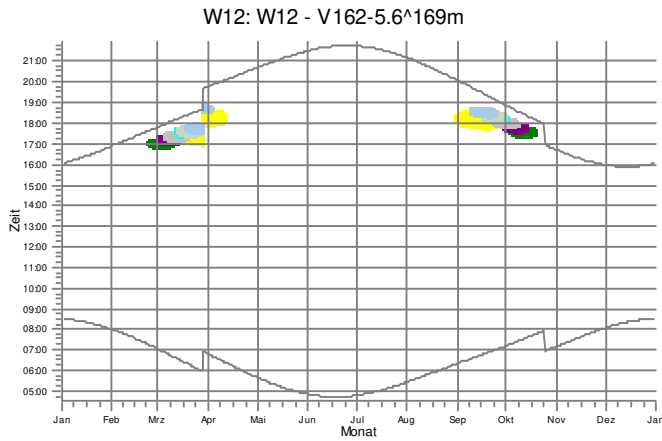


Schattenrezeptoren



















 Sh-IO 01: Sh-IO 01 - Granziner Straße 15, Tannenhof	 Sh-IO 02: Sh-IO 02 - Granziner Straße 14, Tannenhof	 Sh-IO 16: Sh-IO 16 - Granziner Straße 8, Bahlenrade
 Sh-IO 07: Sh-IO 07 - Ausbau 61, Tannenhof	 Sh-IO 03: Sh-IO 03 - Wiesenweg 5, Tannenhof	 Sh-IO 17: Sh-IO 17 - Granziner Straße 4, Bahlenrade
 Sh-IO 08: Sh-IO 08 - Lange Straße 58, Granzin	 Sh-IO 04: Sh-IO 04 - Wiesenweg 11, Tannenhof	 Sh-IO 18: Sh-IO 18 - Granziner Straße 5, Bahlenrade
 Sh-IO 11: Sh-IO 11 - Lange Straße 36, Granzin	 Sh-IO 05: Sh-IO 05 - Wiesenweg 10, Tannenhof	 Sh-IO 19: Sh-IO 19 - Granziner Straße 6, Bahlenrade
 Sh-IO 15: Sh-IO 15 - Granziner Straße 9, Bahlenrade	 Sh-IO 06: Sh-IO 06 - Wiesenweg 8, Tannenhof	 Sh-IO 20: Sh-IO 20 - Granziner Straße 7, Bahlenrade
 Sh-IO 21: Sh-IO 21 - Am Berg 20, Herzberg	 Sh-IO 13: Sh-IO 13 - Granziner Straße 2, Bahlenrade	 Sh-IO 22: Sh-IO 22 - Am Berg 19, Herzberg
 Sh-IO 24: Sh-IO 24 - Am Berg 17, Herzberg	 Sh-IO 14: Sh-IO 14 - Granziner Straße 3, Bahlenrade	 Sh-IO 23: Sh-IO 23 - Am Berg 18, Herzberg

## SHADOW - Grafischer Kalender pro WEA

**Berechnung:** Schattenwurf Gesamtbelastung "worst case"

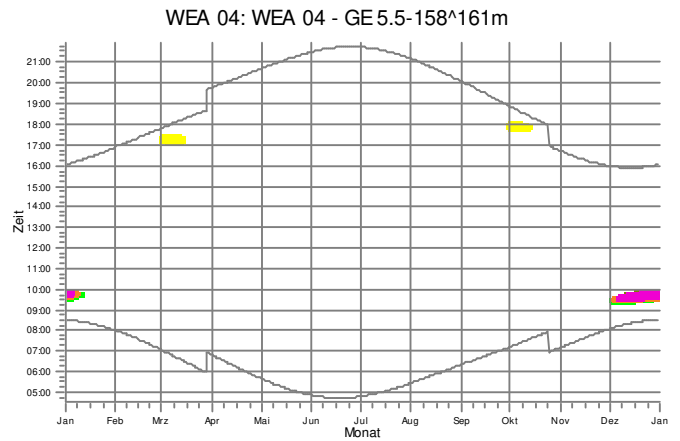
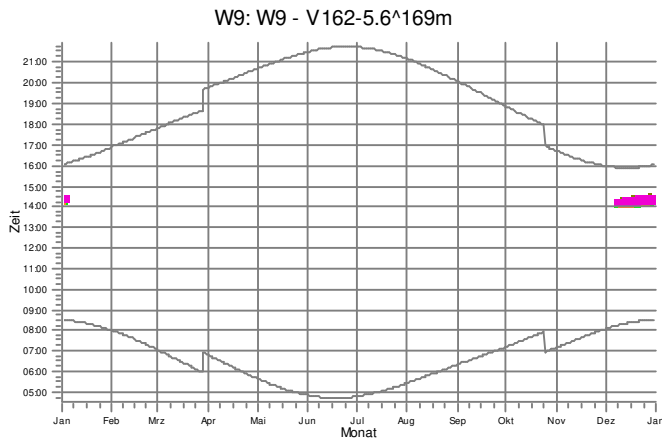
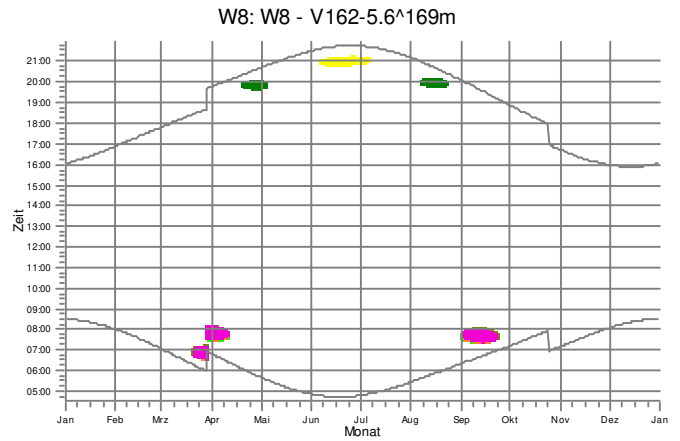
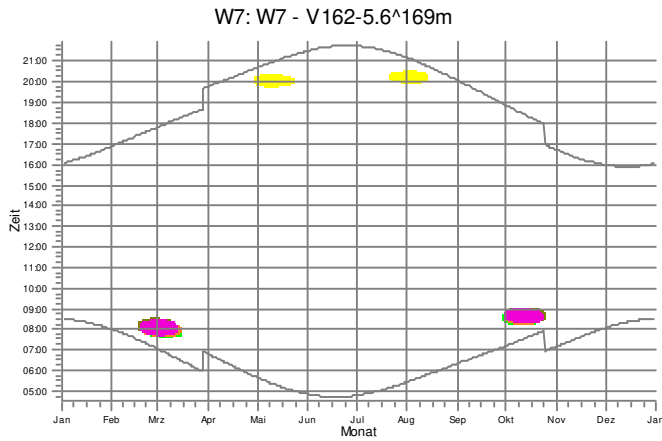


### Schattenrezeptoren







 Sh-IO 01: Sh-IO 01 - Granziner Straße 15, Tannenhof	 Sh-IO 02: Sh-IO 02 - Granziner Straße 14, Tannenhof	 Sh-IO 17: Sh-IO 17 - Granziner Straße 4, Bahlenrade
 Sh-IO 07: Sh-IO 07 - Ausbau 61, Tannenhof	 Sh-IO 03: Sh-IO 03 - Wiesenweg 5, Tannenhof	 Sh-IO 18: Sh-IO 18 - Granziner Straße 5, Bahlenrade
 Sh-IO 08: Sh-IO 08 - Lange Straße 58, Granzin	 Sh-IO 04: Sh-IO 04 - Wiesenweg 11, Tannenhof	 Sh-IO 19: Sh-IO 19 - Granziner Straße 6, Bahlenrade
 Sh-IO 15: Sh-IO 15 - Granziner Straße 9, Bahlenrade	 Sh-IO 05: Sh-IO 05 - Wiesenweg 10, Tannenhof	 Sh-IO 20: Sh-IO 20 - Granziner Straße 7, Bahlenrade
 Sh-IO 21: Sh-IO 21 - Am Berg 20, Herzberg	 Sh-IO 06: Sh-IO 06 - Wiesenweg 8, Tannenhof	 Sh-IO 22: Sh-IO 22 - Am Berg 19, Herzberg
 Sh-IO 24: Sh-IO 24 - Am Berg 17, Herzberg	 Sh-IO 16: Sh-IO 16 - Granziner Straße 8, Bahlenrade	 Sh-IO 23: Sh-IO 23 - Am Berg 18, Herzberg

## SHADOW - Grafischer Kalender pro WEA

**Berechnung:** Schattenwurf Gesamtbelastung "worst case"



### Schattenrezeptoren

 Sh-IO 01: Sh-IO 01 - Granziner Straße 15, Tannenhof	 Sh-IO 21: Sh-IO 21 - Am Berg 20, Herzberg	 Sh-IO 22: Sh-IO 22 - Am Berg 19, Herzberg
 Sh-IO 07: Sh-IO 07 - Ausbau 61, Tannenhof	 Sh-IO 24: Sh-IO 24 - Am Berg 17, Herzberg	 Sh-IO 23: Sh-IO 23 - Am Berg 18, Herzberg

## Anhang E

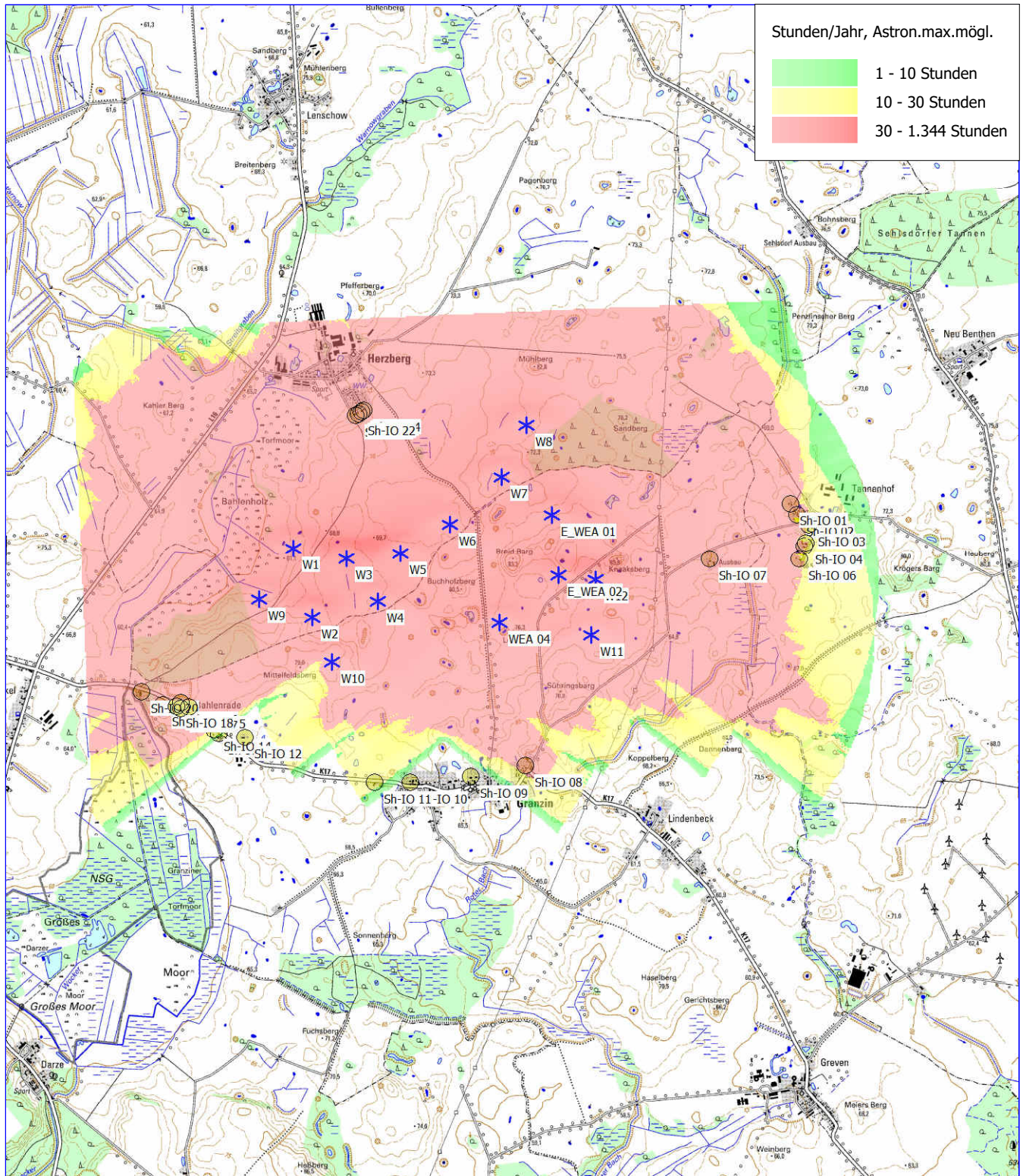
### Schattenwurfkarten in Stunden/Jahr

- Vorbelastung
- Zusatzbelastung
- Gesamtbelastung



## SHADOW - Karte

**Berechnung:** Schattenkarte Vorbelastung "worst case" - in Stunden/Jahr



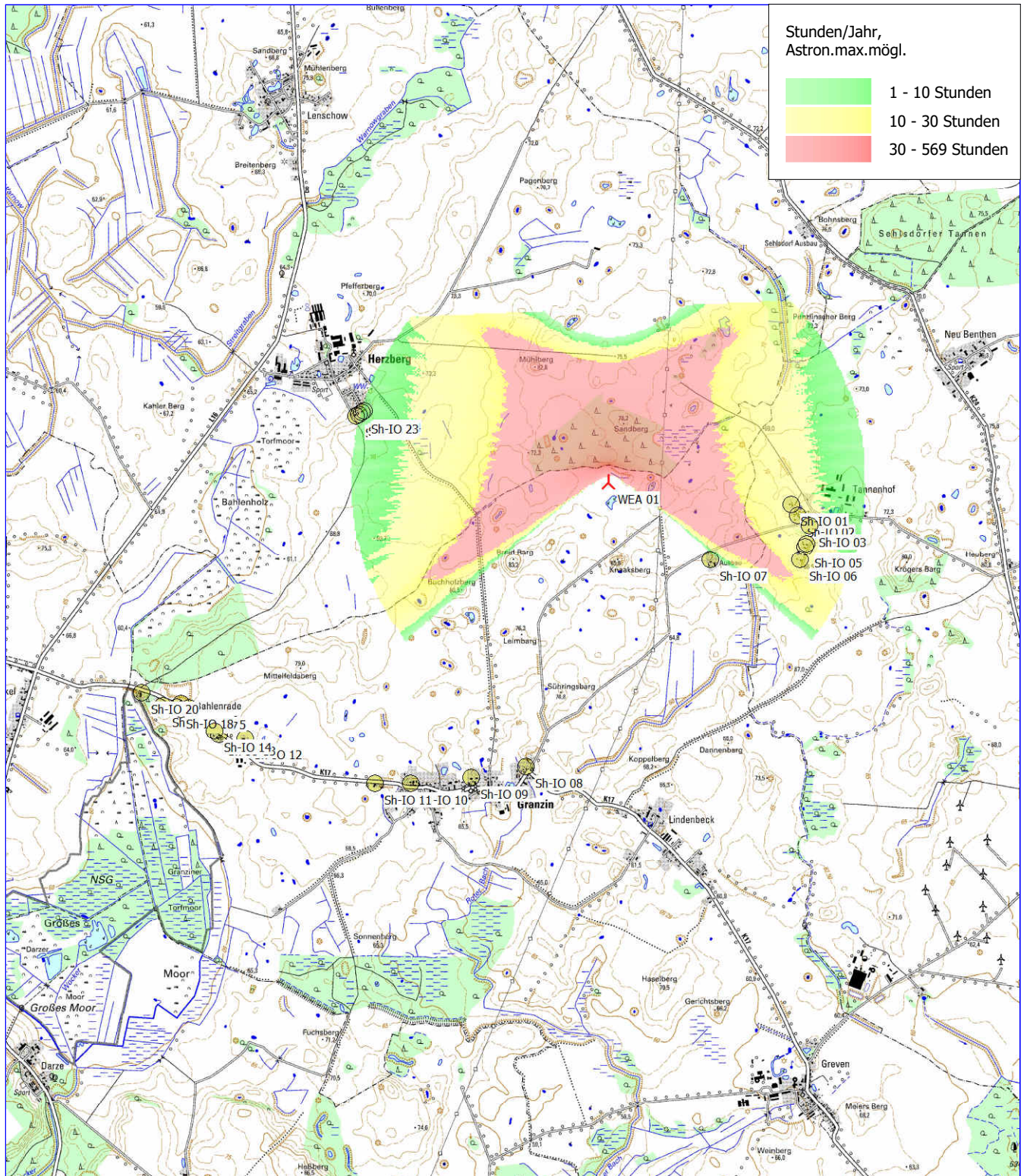
Karte: 200128\_Granzin\_Top25 , Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 33.297.350 Nord: 5.933.780

\* Existierende WEA    ● Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: DGM SRTM 1

## SHADOW - Karte

**Berechnung:** Schattenkarte Zusatzbelastung "worst case" - in Stunden/Jahr



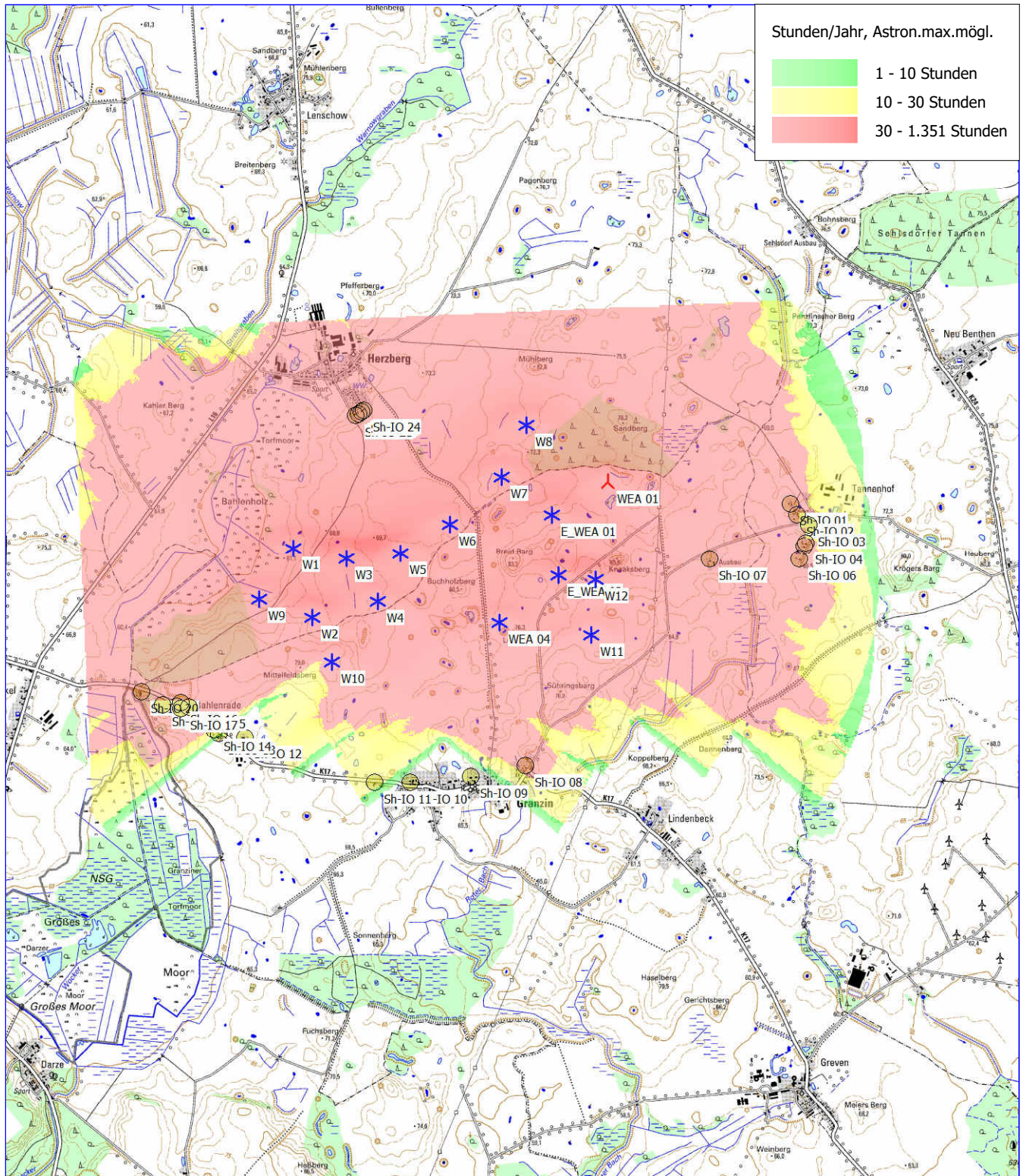
Karte: 200128\_Granzin\_Top25 , Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 33.297.350 Nord: 5.933.780

⚡ Neue WEA      📍 Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: DGM SRTM 1

## SHADOW - Karte

**Berechnung:** Schattenkarte Gesamtbelastung "worst case" - in Stunden/Jahr



Karte: 200128\_Granzin\_Top25 , Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 33.297.350 Nord: 5.933.780

▲ Neue WEA    \* Existierende WEA    📍 Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: DGM SRTM 1

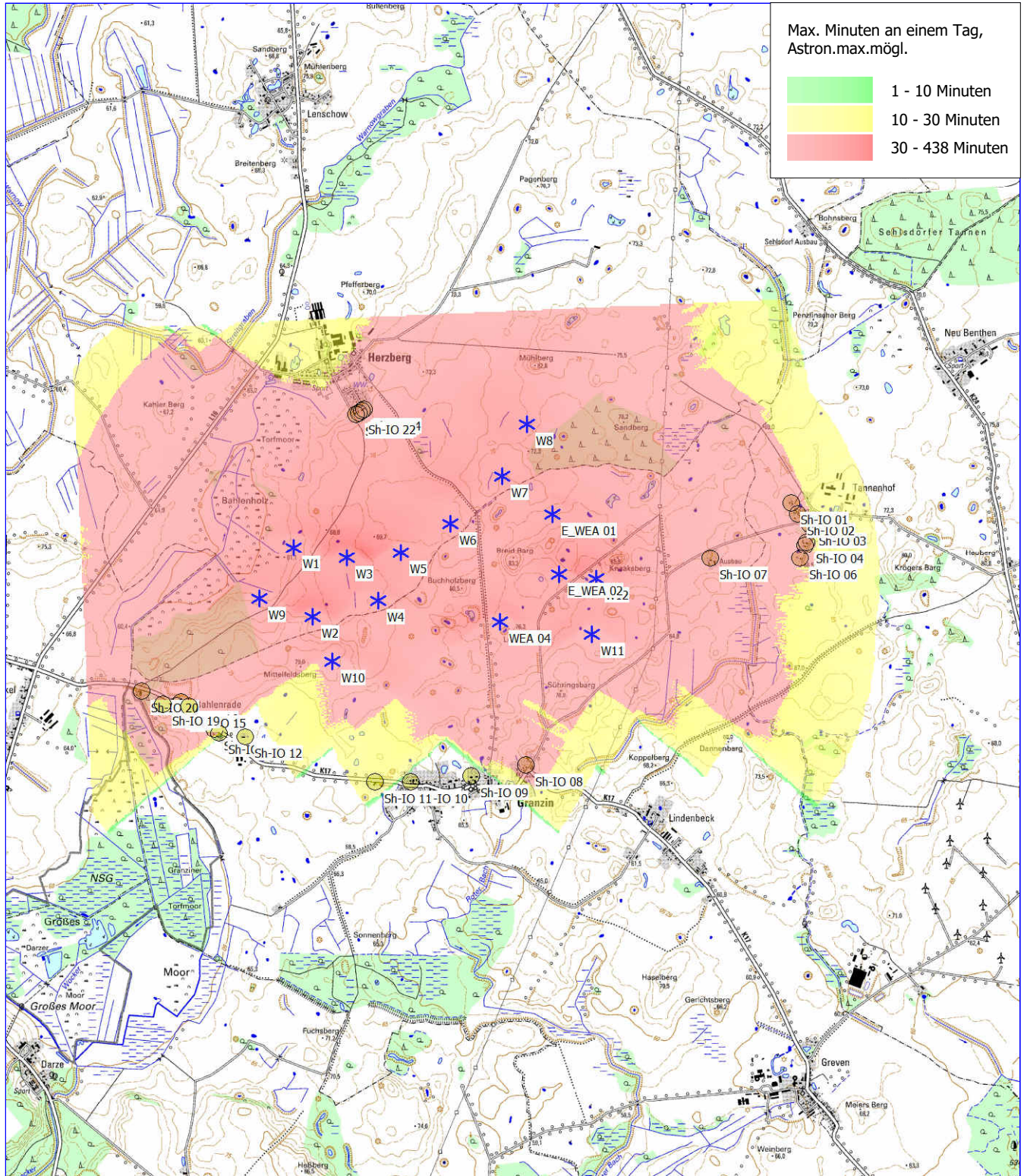
## Anhang F

### Schattenwurfkarten in Minuten/Tag

- Vorbelastung
- Zusatzbelastung
- Gesamtbelastung

## SHADOW - Karte

**Berechnung:** Schattenkarte Vorbelastung "worst case" - in Minuten/Tag



0 500 1000 1500 2000 m

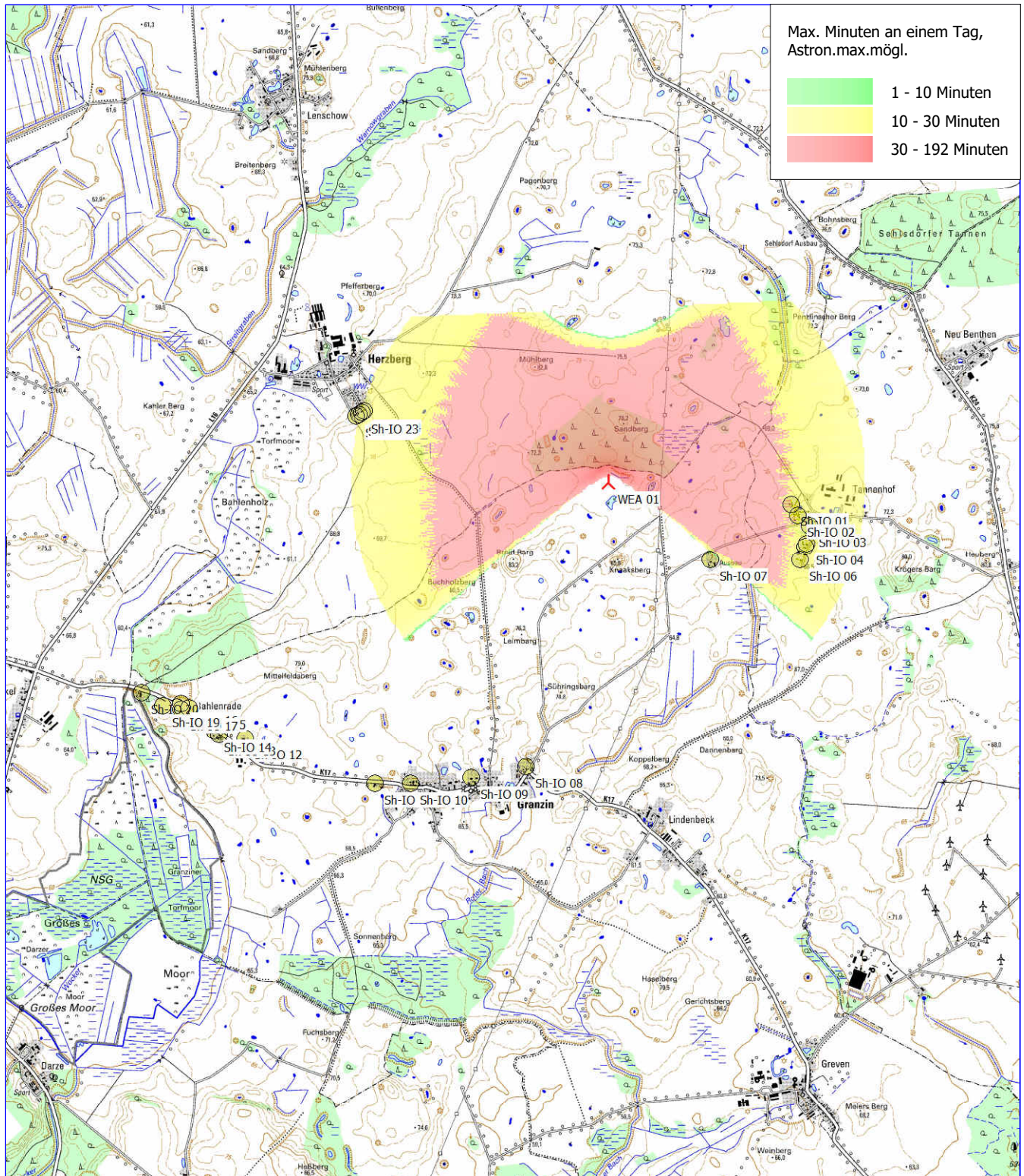
Karte: 200128\_Granzin\_Top25 , Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 33.297.350 Nord: 5.933.780

\* Existierende WEA    Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: DGM SRTM 1

## SHADOW - Karte

**Berechnung:** Schattenkarte Zusatzbelastung "worst case" - in Minuten/Tag



0 500 1000 1500 2000 m

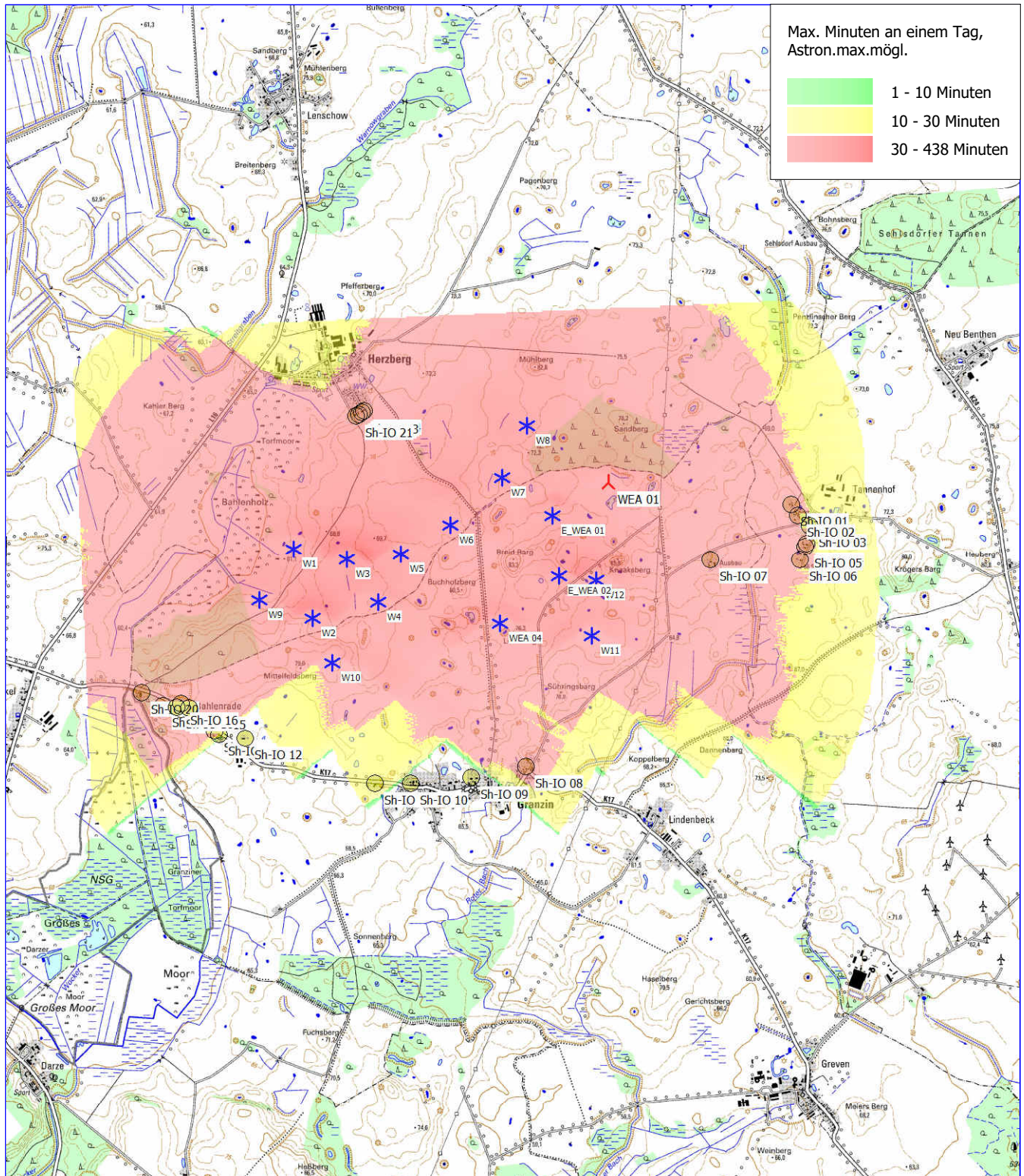
Karte: 200128\_Granzin\_Top25 , Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 33.297.350 Nord: 5.933.780

⚡ Neue WEA      🟡 Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: DGM SRTM 1

## SHADOW - Karte

**Berechnung:** Schattenkarte Gesamtbelastung "worst case" - in Minuten/Tag



Karte: 200128\_Granzin\_Top25 , Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 33.297.350 Nord: 5.933.780

▲ Neue WEA    ★ Existierende WEA    ● Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: DGM SRTM 1