

**Schattenwurfanalyse  
im Windfeld Tantow 3 Rev.1.0**

**zum  
Antrag auf Genehmigung nach § 4 BImSchG  
zur Errichtung und Betrieb  
von drei Windkraftanlagen  
des Typs V150-5.6**

**in den Gemarkungen Rosow und Neurochlitz**

**Landkreis Uckermark**

**ENERTRAG AG  
17291 Dauerthal**

SD T3 32 BImSch Rev.1.0, vom 27.11.2019

**Titel:** Schattenwurfanalyse im Windfeld Tantow 3 Rev.1.0 zum Antrag auf Genehmigung nach § 4 BImSchG zur Errichtung und Betrieb von drei Windkraftanlagen des Typs V150-5.6

**Kurzbezeichnung:** Schattenwurfanalyse Windfeld Tantow 3 Rev.1.0

**Berichts-Nr.:** SD T3 32 BImSch Rev.1.0

**Datum:** 27.11.2019



---

**Erstellt:** BSc. Johannes Wischnewski



---

**Geprüft:** MSc. Jonas Armbröster

Tabelle 1: Projekthistorie

Berichtsnummer	Datum	Kurzbezeichnung	Änderung
SD T3 32 BImSch Rev.0.0	28.05.2019	Schattenwurfanalyse Windfeld Tantow (T3)	Erstgutachten
SD T3 32 BImSch Rev.1.0	27.11.2019	Schattenwurfanalyse Windfeld Tantow 3 Rev.1.0	Änderung beantragte Zusatzbelastung auf 3 WKA Aktualisierung der Vorbelastung

## **Inhalt**

1 Einleitung /Aufgabenstellung .....	2
2 Schattenwurf von WKA .....	3
2.1 Einfluss des Sonnenstandes .....	3
2.2 Einfluss der Bewölkung .....	4
2.3 Einfluss der Windrichtung .....	4
2.3 Meteorologisch wahrscheinlicher Schattenwurf.....	4
3 Berechnung der Schattenwurfdauer.....	5
3.1 Richtlinien .....	5
3.2 Kernschatten / Halbschatten .....	5
3.3 Beschreibung der Immissionsorte und der WKA.....	6
3.4 Berechnung und Bewertung der Schattenwurfdauer.....	9
4 Ergebnis .....	10
5 Gesamtbeurteilung.....	11
6 Gewähr .....	12

## **Anlagen:**

- **A1** Berechnungsergebnisse WindPRO SHADOW

### **Berechnungsergebnisse Vorbelastung**

Hauptergebnis

Grafischer Kalender (je Immissionsort)

Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Stunden pro Jahr

Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Minuten pro Tag

### **Berechnungsergebnisse Zusatzbelastung**

Hauptergebnis

Grafischer Kalender (je Immissionsort)

Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Stunden pro Jahr

Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Minuten pro Tag

### **Berechnungsergebnisse Zusatzbelastung – inkl. paralleler Planung**

Hauptergebnis

Grafischer Kalender (je Immissionsort)

Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Stunden pro Jahr

Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Minuten pro Tag

### **Berechnungsergebnisse Gesamtbelastung**

Hauptergebnis

Grafischer Kalender (je Immissionsort)

Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Stunden pro Jahr

Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Minuten pro Tag

### **Berechnungsergebnisse Gesamtbelastung – inkl. paralleler Planung**

Hauptergebnis

Grafischer Kalender (je Immissionsort)

Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Stunden pro Jahr

Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Minuten pro Tag

### **Abschaltplan – inkl. paralleler Planung**

## **Richtlinien & Gesetze**

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

## 1 Einleitung / Aufgabenstellung

Diese Revision stellt eine Aktualisierung des vorherigen Erstgutachtens SD T3 32 BImSch Rev.0.0 vom 28.05.2019 dar und ersetzt dieses in allen Punkten.

Im Vergleich zum vorherigen Gutachten wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Änderung der berücksichtigten Zusatzbelastung (beantragt) von 4 auf 3 WKA
- Änderung der parallel geplanten WKA von 16 auf 17 WKA, Änderung von WKA-Typen und Koordinaten
- Änderung des WKA Typs einer Vorbelastungs-WKA

Gegenstand dieses Gutachtens ist die Prüfung, ob die Errichtung von drei beantragten Windkraftanlagen (WKA) unter Berücksichtigung von 17 weiteren parallel geplanten WKA und der Vorbelastung zu Überschreitungen der maximal zulässigen Schattenwurfzeiten führen kann.

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

Die hier vorliegende Betrachtung prognostiziert die astronomisch maximal mögliche Schattenwurfdauer an den einzelnen relevanten Immissionsorten rund um die hier beantragten WKA. Die Berechnung der theoretisch maximalen Schattenwurfdauer für insgesamt 44 WKA erfolgt als Linien gleicher Schattenwurfdauer und für die einzelnen Immissionsorte (Rezeptoren) rund um die hier beantragten WKA.

Grundlage und Voraussetzungen der Berechnung sind:

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

## 2 Schattenwurf von WKA

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

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

- Sonnenstand
- Bewölkung / Wetterlage
- Windrichtung

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

### 2.1 Einfluss des Sonnenstandes

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

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

Tab. 1: Typische Werte für  $T_L$  in Deutschland

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

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

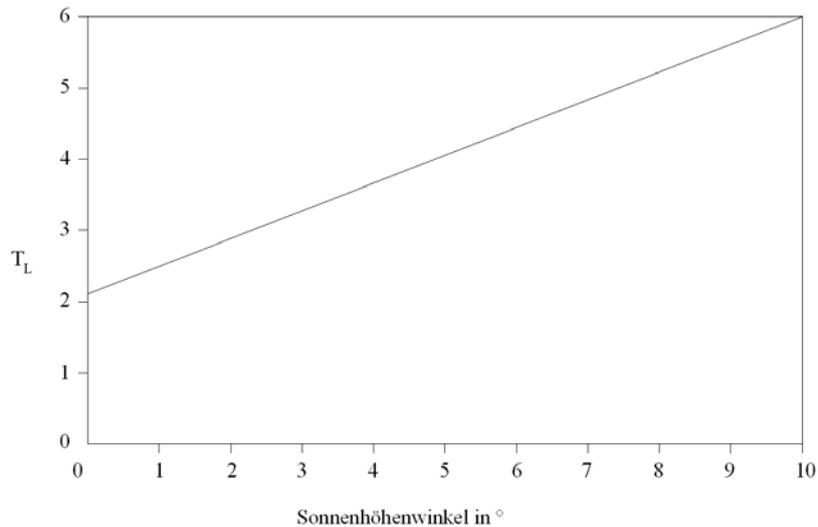


Abbildung 1: Reduktion der direkten Sonneneinstrahlung auf 120 W/m<sup>2</sup> in Abhängigkeit vom Sonnenhöhenwinkel und Linke-Trübungsfaktor

Aufgrund des langen Weges der Sonnenstrahlen in den frühen Morgen- und den späten Abendstunden (zusätzlich gealterte Luft) durch die Atmosphäre, kann generell davon ausgegangen werden, dass unterhalb eines Kappungswinkels von 3° die Sonneneinstrahlung weniger als 120 W/m<sup>2</sup> beträgt.

## 2.2 Einfluss der Bewölkung

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

Tabelle 2 gibt für jeden Monat die durchschnittliche Sonnenscheindauer in Stunden pro Tag an. Die Daten wurden an der Wetterstation Kolobrzeg in Polen, bei der er sich um die nächstgelegene Station, welche die Sonnenscheindauer erfasst, zum Windfeld Tantow handelt.

Tabelle 2: Durchschnittliche Sonnenscheindauer in Stunde pro Tag

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1,33	2,19	3,53	5,54	7,87	7,57	7,41	7,34	4,73	3,34	1,48	1,08

## 2.3 Einfluss der Windrichtung

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

## 2.4 Meteorologisch wahrscheinlicher Schattenwurf

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

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

### 3 Berechnung der Schattenwurfdauer

#### 3.1 Richtlinien

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

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

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

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

#### 3.2 Kernschatten / Halbschatten

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

Der Abstand, ab dem nur noch ein Halbschatten vorhanden ist, lässt sich wie folgt berechnen:

Die Bedingung für Halbschatten lautet:

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

Mit  $\alpha_{RB}$  = vom Rotorblatt eingenommener Winkel  
 $\alpha_S$  = von der Sonne eingenommener Winkel

Für die Winkel gilt:

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

mit:

- der Abstand des Rotorblattes zum Betrachter wird mit f dargestellt
- das Maß des Rotorblattes an der breitesten Stelle – d
- $A_{SE}$  bezeichnet den Abstand zwischen Sonne und Erde ( $1,5 \times 10^8$  km) und
- $D_S$  den Durchmesser der Sonne.

Es ergibt sich die Bedingung:

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

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

### 3.3 Beschreibung der Immissionsorte und der WKA

Insgesamt sind 44 WKA in der Schattenwurfanalyse zu berücksichtigen. Die berücksichtigten WKA sind unterteilt in Vorbelastung und Zusatzbelastung. Die Zusatzbelastung beinhaltet drei beantragte WKA. In der Zusatzbelastung in Tabelle 3 werden auch 17 parallel geplante WKA dargestellt, deren Schattenwurf auf die hier betrachteten Immissionsorte ebenfalls berücksichtigt wird.

Die Standorte der Vorbelastung und Zusatzbelastung sowie deren technischen Daten können den Tabelle 3 bis Tabelle 5 entnommen werden.

Tabelle 3: Standorte der Vorbelastung

Anlagen Bez.	UTM Koordinaten ETRS 89 Zone 33N		Typ	NH [m]	WEG / Bereich
	Rechts	Hoch			
WEA 01	458806	5904648	V136-3.45	166,0	Tantow
WEA 02	458780	5904316	V136-3.45	166,0	
WEA 03	459063	5904148	V136-3.45	166,0	
NR G1	459567	5909128	E-82 E2-2.3	138,4	Nadrensee
NR G2	459930	5909138	E-82 E2-2.3	138,4	
NR G3	459286	5908782	E-82 E2-2.3	138,4	
NR N1	457490	5908312	V90-2.0	105,0	
NR N2	457654	5908049	V90-2.0	105,0	
NR P1	457719	5908920	V90-2.0	105,0	
NR P2	458268	5909091	V90-2.0	125,0	
NR P3	458322	5908787	V90-2.0	105,0	
NR P4	458057	5908615	V90-2.0	105,0	
NR P5	457655	5908611	V90-2.0	105,0	
NR P6	457922	5908331	V90-2.0	105,0	
NR P7	458248	5908077	V90-2.0	105,0	
NR P8	457935	5907896	V90-2.0	105,0	
NR R1	458741	5908769	V90-2.0	105,0	
NR R2	458715	5908423	V90-2.0	105,0	
NR R3	458654	5907991	V90-2.0	105,0	
SD E1	459666	5908858	V117-3.45	141,5	
SD E3	459078	5908267	V117-3.45	141,5	
SD E4	459438	5908192	V117-3.45	141,5	
SD E5	459332	5907890	V117-3.45	141,5	
SD E6	459566	5907558	V117-3.45	141,5	

Tabelle 4: Standorte der Zusatzbelastung (beantragte und parallel geplante WKA)

Anlagen Bez.	UTM Koordinaten ETRS 89 Zone 33N		Typ	NH [m]	Status
	Rechts	Hoch			
(T1) SD O1	458311	5904716	V150-5.6	166,0	parallel geplante WKA
(T1) SD O2	458161	5904330	V150-5.6	166,0	
(T1) SD O3	457841	5903960	V150-5.6	166,0	
(T1) SD O4	458365	5903971	V150-5.6	166,0	
(T1) SD O5	458864	5903832	V150-5.6	166,0	
(T1) SD O6	457923	5903533	V150-5.6	166,0	
(T1) SD O7	458544	5903527	V150-5.6	166,0	
(T1) SD O8	459177	5903511	V150-5.6	166,0	
(T1) SD P1	458057	5905423	V150-5.6	166,0	
(T1) SD P2	458378	5905133	V150-5.6	166,0	
(T2) SD F1	459872	5905318	V150-5.6	166,0	
(T2) SD K6	459788	5904907	V150-5.6	166,0	
(T2) SD K7	459310	5904975	V150-5.6	166,0	
(T2) SD K8	459400	5904579	V150-5.6	166,0	
(T2) SD K9	458840	5905013	V150-5.6	166,0	
<b>(T3) SD K1</b>	<b>460826</b>	<b>5905901</b>	<b>V150-5.6</b>	<b>166,0</b>	<b>beantragte WKA</b>
<b>(T3) SD K2</b>	<b>460883</b>	<b>5905420</b>	<b>V150-5.6</b>	<b>166,0</b>	
<b>(T3) SD K4</b>	<b>460916</b>	<b>5904981</b>	<b>V150-5.6</b>	<b>166,0</b>	
(T4) SD K3	460182	5905469	V126-3.45	149,0	parallel geplante WKA
(T4) SD K5	460130	5904982	V126-3.45	149,0	

Für die dargestellten WKA der Zusatzbelastung ist zu beachten, dass diese mit einer optionalen Fundamentenerhöhung von bis zu 3 realisiert werden können.

Tabelle 5: Technische Daten

Typ	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Maximale Blatttiefe [m]	Blatttiefe bei 90% Rotorradius [m]	Beschattungsbereich [m]
V136-3.45	166,0	136	4,11	1,23	1812
V126-3.45	149,0	126	4,00	1,05	1714
E-82 2.3	138,4	82	3,58	1,13	1599
V90-2.0	105,0 / 125,0	90	3,51	0,92	1506/1504
V117-3.45	141,5	117	4,00	1,04	1711
V150-5.6	166,0	150	4,24	1,35	1897

#### Immissionsorte:

Die Rezeptoren sind nach den örtlichen Gegebenheiten an den Ortsrändern mit der höchsten Nähe zum Windfeld und/oder entsprechend der Schattenwurflinien im Einwirkungsbereich der Anlagen ausgewählt. In der Berechnung werden die umliegenden Wohnbebauungen im Einwirkungsbereich **der beantragten WKA** betrachtet. In diesem Einwirkungsbereich werden die Immissionsorte ausgewählt. Die Auswirkungen der Vorbelastung und der parallel geplanten WKA werden zusätzlich berücksichtigt.

In Abbildung 2 ist der maximale Beschattungsbereich der beantragten WKA dargestellt. Demnach werden in der Ortschaft Rosow und der polnischen Ortschaft Kamieniec Schattenwurf verursacht. Ein kleiner Teil der polnischen Ortschaft Pargowo befindet sich ebenfalls noch im Beschattungsbereich der beantragten WKA. Es handelt sich hierbei jedoch um den Bereich einer Bauruine. Die Ortschaft Pargowo wird somit nicht weiter berücksichtigt.

Um alle Neigungen bzw. möglichen Winkel vorhandener Fenster abzudecken, wurde der „Gewächshausmodus“ eingestellt. In folgender Tabelle sind die berücksichtigten Immissionsorte aufgelistet.

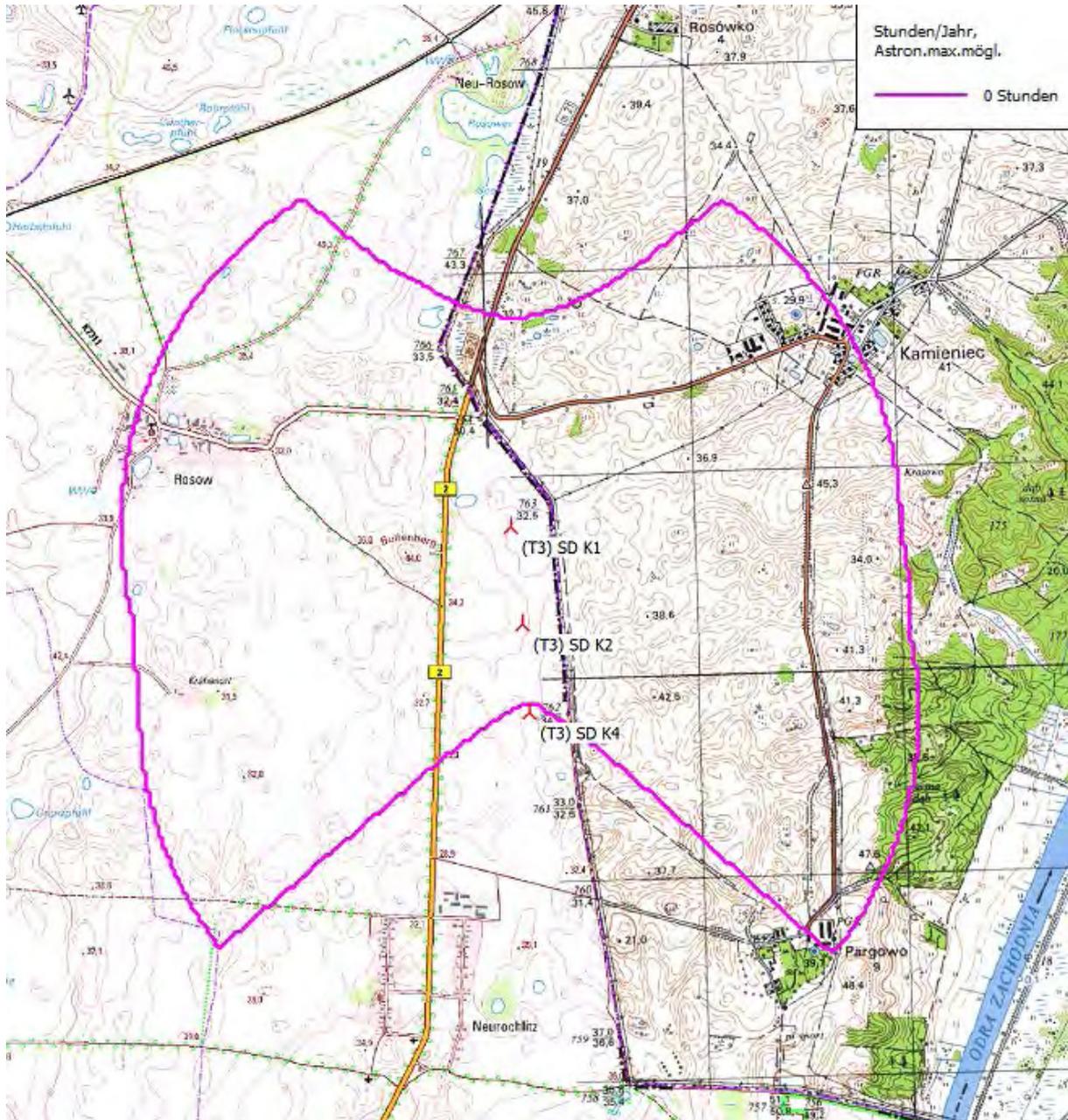


Abbildung 2: Untersuchungsraum; rote Symbole: beantragte WKA; pinke Linie: Nullimmissionsgrenze der beantragten WKA

Tabelle 6: Adressen und Koordinaten der Immissionsorte

Bez. IO	Lagebeschreibung / Adresse	UTM Koordinaten WGS 84 Zone 33N	
		Ost	Nord
<b>IO 1</b>	Rosow, Dorfstraße 1	459775	5906420
<b>IO 2</b>	Rosow, Dorfstraße 5a	459712	5906372
<b>IO 3</b>	Rosow, Dorfstraße 8	459655	5906352
<b>IO 4</b>	Rosow, Dorfstraße 10	459643	5906325
<b>IO 5</b>	Rosow, Dorfstraße 13	459585	5906270
<b>IO 6</b>	Rosow, Dorfstraße 15	459501	5906272
<b>IO 7</b>	Rosow, Dorfstraße 17	459442	5906282
<b>IO 8</b>	Rosow, Dorfstraße 23a	459374	5906310
<b>IO 9</b>	Rosow, Dorfstraße 27	459296	5906310
<b>IO 10</b>	Rosow, Dorfstraße 30a	459225	5906436
<b>IO 11</b>	Rosow, Dorfstraße 32	459141	5906398
<b>IO 12</b>	Rosow, Tantower Straße 4	459098	5906289
<b>IO 13</b>	Rosow, Tantower Straße 13	458978	5906255
<b>IO 14</b>	Rosow, Tantower Straße 15	458942	5906196
<b>IO 15</b>	Rosow, Tantower Straße 10	458992	5906088
<b>IO 16</b>	Rosow, Tantower Straße 12	458984	5906040
<b>IO 17</b>	Rosow, Tantower Straße 21	458920	5906023
<b>IO 18</b>	Kmieniec, Nr. 38	462153	5906790
<b>IO 19</b>	Kamieniec, Nr. 50	461972	5906765
<b>IO 20</b>	Kamieniec, Nr. 43	462031	5906917
<b>IO 21</b>	Kamieniec, Nr. 44	462041	5906974
<b>IO 22</b>	Kamieniec, Nr. nicht bekannt	462387	5906616

### 3.4 Berechnung und Bewertung der Schattenwurfdauer

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

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

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

Die Abweichungen beruhen auf folgenden Annahmen:

1. an 365 Tagen liegen Witterungs- und Betriebsbedingungen vor, die den Schattenwurf maximieren
  - 365 Tage Windgeschwindigkeiten über 3 m/s bis unter 25 m/s
  - Azimutwinkel der Gondel steht im 90° Winkel zum relevanten Immissionsort
  - 365 Tage Sonnenschein

2. das Modell beruht auf einem geometrischen Rechenmodell
- unendliche Ausdehnung der Sonnenstrahlung
  - die Rotorblätter werden als schattenwerfende strukturlose Kreisscheibe angenommen / Einfluss der Flügelform wird vernachlässigt
  - der Einfluss der Atmosphäre wird vernachlässigt

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

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

## 4 Ergebnis

In der folgenden Tabelle werden die Ergebnisse der Beschattungszeiten dargestellt. Da die Vorbelastung keinen Schattenwurf an den hier relevanten IO verursacht, entspricht die Zusatzbelastung gleichzeitig der Gesamtbelastung. Zusätzlich wird eine Gesamtbelastung mit den 17 weiteren parallel geplanten WKA dargestellt.

Tabelle 7: Ergebnisse der Schattenwurfberechnung

	<b>Vorbelastung</b> 24 WKA		<b>Zusatzbelastung = Gesamtbelastung</b> 3 WKA beantragt		<b>Gesamtbelastung + parallele Planung</b> 20 WKA 3 WKA beantragt 17 WKA par. geplant	
Bez. IO	Gesamt Schattenwurf pro Jahr	Mittlere Schattendauer Maximum pro Tag	Gesamt Schattenwurf pro Jahr	Mittlere Schattendauer Maximum pro Tag	Gesamt Schattenwurf pro Jahr	Mittlere Schattendauer Maximum pro Tag
	[Std/Jahr]	[Std/Tag]	[Std/Jahr]	[Std/Tag]	[Std/Jahr]	[Std/Tag]
<b>IO 1</b>	0:00	00:00	44:02	00:30	65:40	01:04
<b>IO 2</b>	0:00	00:00	43:53	00:29	87:28	01:07
<b>IO 3</b>	0:00	00:00	39:48	00:28	100:03	01:13
<b>IO 4</b>	0:00	00:00	37:21	00:28	106:24	01:14
<b>IO 5</b>	0:00	00:00	32:28	00:27	117:50	01:14
<b>IO 6</b>	0:00	00:00	19:12	00:25	98:02	01:02
<b>IO 7</b>	0:00	00:00	17:45	00:24	93:24	01:05
<b>IO 8</b>	0:00	00:00	16:12	00:23	93:37	01:03
<b>IO 9</b>	0:00	00:00	14:31	00:21	94:56	00:57
<b>IO 10</b>	0:00	00:00	6:56	00:20	68:25	00:53
<b>IO 11</b>	0:00	00:00	6:23	00:19	72:29	00:52
<b>IO 12</b>	0:00	00:00	6:10	00:20	85:19	00:52
<b>IO 13</b>	0:00	00:00	5:19	00:18	79:35	00:54
<b>IO 14</b>	0:00	00:00	0:00	00:00	90:12	00:57
<b>IO 15</b>	0:00	00:00	5:37	00:19	115:12	01:04

	<b>Vorbelastung</b> 24 WKA		<b>Zusatzbelastung = Gesamtbelastung</b> 3 WKA beantragt		<b>Gesamtbelastung + parallele Planung</b> 20 WKA 3 WKA beantragt 17 WKA par. geplant	
Bez. IO	Gesamt Schattenwurf pro Jahr	Mittlere Schattendauer Maximum pro Tag	Gesamt Schattenwurf pro Jahr	Mittlere Schattendauer Maximum pro Tag	Gesamt Schattenwurf pro Jahr	Mittlere Schattendauer Maximum pro Tag
	[Std/Jahr]	[Std/Tag]	[Std/Jahr]	[Std/Tag]	[Std/Jahr]	[Std/Tag]
<b>IO 16</b>	0:00	00:00	5:38	00:19	134:07	01:38
<b>IO 17</b>	0:00	00:00	0:00	00:00	134:16	01:36
<b>IO 18</b>	0:00	00:00	26:43	00:22	26:43	00:22
<b>IO 19</b>	0:00	00:00	30:30	00:25	30:30	00:25
<b>IO 20</b>	0:00	00:00	23:33	00:23	23:33	00:23
<b>IO 21</b>	0:00	00:00	12:13	00:22	12:13	00:22
<b>IO 22</b>	0:00	00:00	7:16	00:20	7:16	00:20

Im Ergebnis kann festgestellt werden, dass die Vorbelastung keinen Schattenwurf an den hier maßgeblichen Immissionsorten verursacht. Durch die Zusatzbelastung (beantragte WKA) wird an allen 22 Immissionsorten Schattenwurf verursacht. An insgesamt 6 Immissionsorten werden die jährlich zulässigen Grenzwerte durch die Zusatzbelastung überschritten (blau hervorgehoben). Unter Berücksichtigung weiterer 17 parallel geplanter WKA werden die Schattenwurfzeiten weiter erhöht. Bei Betrachtung aller geplanten WKA werden an 18 Immissionsorten die jährlichen Grenzwerte überschritten. An 17 Immissionsorten werden auch die täglichen Beschattungszeiten überschritten.

Für die Ergebnisse ist zu beachten, dass für die polnischen Immissionsorte die gleichen Richtwerte herangezogen wurden, welche in Deutschland gelten, da für Polen keine gesetzlichen Festlegungen bezüglich Beschattungszeiten gelten. Dies gilt im vorliegenden Fall für die Immissionsorte 18 bis 22.

## 5 Gesamtbeurteilung

Durch den Einsatz geeigneter Abschaltautomatiken bzw. der Überwachung aller beantragten WKA (und der parallelen Planung) kann die Einhaltung der Richtwerte auch unter Berücksichtigung der parallel geplanten WKA sicher gewährleistet werden.

Für den Fall, dass für die beantragten WKA eine Fundamentenerhöhung umgesetzt wird, ist durch die daraus resultierende Erhöhung der Nabenhöhe (bis zu 3 m) mit einer geringen Zu- oder Abnahme der Schattenwurfzeiten an den untersuchten IO zu rechnen, welche zu keiner abweichenden Beurteilung der in Kapitel 4 aufgeführten Ergebnisse führt.

Aus Sicht der zu erwartenden Schattenwurfbelastung besteht gegen das hier untersuchte Vorhaben „Errichtung und Betrieb von drei Windkraftanlagen im Windfeld Tantow“ bei Beachtung der oben gemachten Hinweise keine Bedenken.

## **6 Gewähr**

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

## **ANLAGE**

- **A1** Berechnungsergebnisse WindPRO SHADOW

### **Berechnungsergebnisse Vorbelastung**

Hauptergebnis

Grafischer Kalender (je Immissionsort)

Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Stunden pro Jahr

Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Minuten pro Tag

### **Berechnungsergebnisse Zusatzbelastung**

Hauptergebnis

Grafischer Kalender (je Immissionsort)

Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Stunden pro Jahr

Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Minuten pro Tag

### **Berechnungsergebnisse Zusatzbelastung – inkl. paralleler Planung**

Hauptergebnis

Grafischer Kalender (je Immissionsort)

Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Stunden pro Jahr

Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Minuten pro Tag

### **Berechnungsergebnisse Gesamtbelastung**

Hauptergebnis

Grafischer Kalender (je Immissionsort)

Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Stunden pro Jahr

Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Minuten pro Tag

### **Berechnungsergebnisse Gesamtbelastung – inkl. paralleler Planung**

Hauptergebnis

Grafischer Kalender (je Immissionsort)

Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Stunden pro Jahr

Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Minuten pro Tag

### **Abschaltplan – inkl. paralleler Planung**

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** SD T3 Vorbelastung

**Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs**

Beschattungsbereich der WEA

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

Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont

3 °

Tage zwischen Berechnungen

1 Tag(e)

Berechnungszeitsprung

1 Minuten

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [KOLOBRZEG]

Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
1,33 2,19 3,53 5,54 7,87 7,57 7,41 7,34 4,73 3,34 1,48 1,08

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:

Wind DEWI JUL2017

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
332	380	427	578	704	586	641	1.013	1.140	973	673	459	7.906

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

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

Verwendete Höhenlinien: Höhenraster-Objekt: SD T1+T2 34 AEP-Progn Rev2

Hindernisse in Berechnung nicht verwendet

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

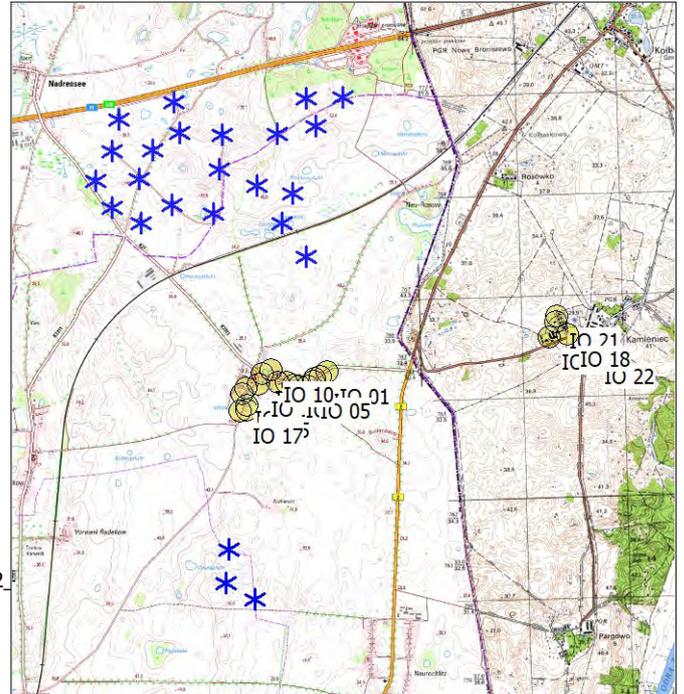
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:

UTM WGS84 Zone: 33

### WEA

	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]				[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]	
NR G1	459.567	5.909.128	50,0	ENERCON E-82 E2 2300 82....Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
NR G2	459.930	5.909.138	50,0	ENERCON E-82 E2 2300 82....Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
NR G3	459.286	5.908.782	45,5	ENERCON E-82 E2 2300 82....Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0	
NR N1	457.490	5.908.312	33,6	VESTAS V90 2000 90.0 !O! ...Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9	
NR N2	457.654	5.908.049	30,7	VESTAS V90 2000 90.0 !O! ...Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9	
NR P1	457.719	5.908.920	37,5	VESTAS V90 2000 90.0 !O! ...Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9	
NR P2	458.268	5.909.091	29,0	VESTAS V90 2000 90.0 !O! ...Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	125,0	1.504	14,9	
NR P3	458.322	5.908.787	38,1	VESTAS V90 2000 90.0 !O! ...Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9	
NR P4	458.057	5.908.615	36,3	VESTAS V90 2000 90.0 !O! ...Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9	
NR P5	457.655	5.908.611	32,2	VESTAS V90 2000 90.0 !O! ...Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9	
NR P6	457.922	5.908.331	33,4	VESTAS V90 2000 90.0 !O! ...Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9	
NR P7	458.248	5.908.077	31,5	VESTAS V90 2000 90.0 !O! ...Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9	
NR P8	457.935	5.907.896	34,9	VESTAS V90 2000 90.0 !O! ...Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9	
NR R1	458.741	5.908.769	33,7	VESTAS V90 2000 90.0 !O! ...Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9	
NR R2	458.715	5.908.423	42,5	VESTAS V90 2000 90.0 !O! ...Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9	
NR R3	458.654	5.907.991	28,1	VESTAS V90 2000 90.0 !O! ...Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9	
SD E1	459.666	5.908.858	49,8	VESTAS V117-3.45 3450 11...Ja	VESTAS	V117-3.45-3.450	3.450	117,0	141,5	1.711	0,0	
SD E3	459.078	5.908.267	42,9	VESTAS V117-3.45 3450 11...Ja	VESTAS	V117-3.45-3.450	3.450	117,0	141,5	1.711	0,0	
SD E4	459.438	5.908.192	42,5	VESTAS V117-3.45 3450 11...Ja	VESTAS	V117-3.45-3.450	3.450	117,0	141,5	1.711	0,0	
SD E5	459.332	5.907.890	30,5	VESTAS V117-3.45 3450 11...Ja	VESTAS	V117-3.45-3.450	3.450	117,0	141,5	1.711	0,0	
SD E6	459.566	5.907.558	32,6	VESTAS V117-3.45 3450 11...Ja	VESTAS	V117-3.45-3.450	3.450	117,0	141,5	1.711	0,0	
WEA 01	458.806	5.904.648	32,4	VESTAS V136 3600 136.0 !... Ja	VESTAS	V136-3.600	3.600	136,0	166,0	1.812	12,8	
WEA 02	458.780	5.904.316	34,5	VESTAS V136 3600 136.0 !... Ja	VESTAS	V136-3.600	3.600	136,0	166,0	1.812	12,8	
WEA 03	459.063	5.904.148	32,5	VESTAS V136 3600 136.0 !... Ja	VESTAS	V136-3.600	3.600	136,0	166,0	1.812	12,8	



Maßstab 1:75.000  
\* Existierende WEA    ● Schattenrezeptor

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IO 01	459.775	5.906.420	34,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1

(Fortsetzung nächste Seite)...

**SHADOW - Hauptergebnis****Berechnung: SD T3 Vorbelastung**

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IO 02	459.712	5.906.372	33,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 03	459.655	5.906.352	32,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 04	459.643	5.906.325	32,4	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 05	459.585	5.906.270	32,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 06	459.501	5.906.272	30,6	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 07	459.442	5.906.282	30,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 08	459.374	5.906.310	30,4	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 09	459.296	5.906.310	32,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 10	459.225	5.906.436	32,5	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 11	459.141	5.906.398	32,5	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 12	459.098	5.906.289	32,5	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 13	458.978	5.906.255	33,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 14	458.942	5.906.196	32,8	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 15	458.992	5.906.088	32,5	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 16	458.984	5.906.040	32,8	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 17	458.920	5.906.023	33,7	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 18	462.153	5.906.790	30,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 19	461.972	5.906.765	30,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 20	462.031	5.906.917	30,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 21	462.041	5.906.974	30,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 22	462.387	5.906.616	30,7	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1

**Berechnungsergebnisse**

Schattenrezeptor

Nr.	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]	Stunden/Jahr [h/a]	
IO 01	0:00	0	0:00	0:00	
IO 02	0:00	0	0:00	0:00	
IO 03	0:00	0	0:00	0:00	
IO 04	0:00	0	0:00	0:00	
IO 05	0:00	0	0:00	0:00	
IO 06	0:00	0	0:00	0:00	
IO 07	0:00	0	0:00	0:00	
IO 08	0:00	0	0:00	0:00	
IO 09	0:00	0	0:00	0:00	
IO 10	0:00	0	0:00	0:00	
IO 11	0:00	0	0:00	0:00	
IO 12	0:00	0	0:00	0:00	
IO 13	0:00	0	0:00	0:00	
IO 14	0:00	0	0:00	0:00	
IO 15	0:00	0	0:00	0:00	
IO 16	0:00	0	0:00	0:00	
IO 17	0:00	0	0:00	0:00	
IO 18	0:00	0	0:00	0:00	
IO 19	0:00	0	0:00	0:00	
IO 20	0:00	0	0:00	0:00	
IO 21	0:00	0	0:00	0:00	
IO 22	0:00	0	0:00	0:00	

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Erwartet [h/a]
NR G1	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (777)	0:00	0:00
NR G2	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (778)	0:00	0:00
NR G3	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (779)	0:00	0:00
NR N1	VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (780)	0:00	0:00
NR N2	VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (781)	0:00	0:00
NR P1	VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (782)	0:00	0:00
NR P2	VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 125,0 m (Ges:170,0 m) (783)	0:00	0:00
NR P3	VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (784)	0:00	0:00
NR P4	VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (785)	0:00	0:00

(Fortsetzung nächste Seite)...

## SHADOW - Hauptergebnis

### Berechnung: SD T3 Vorbelastung

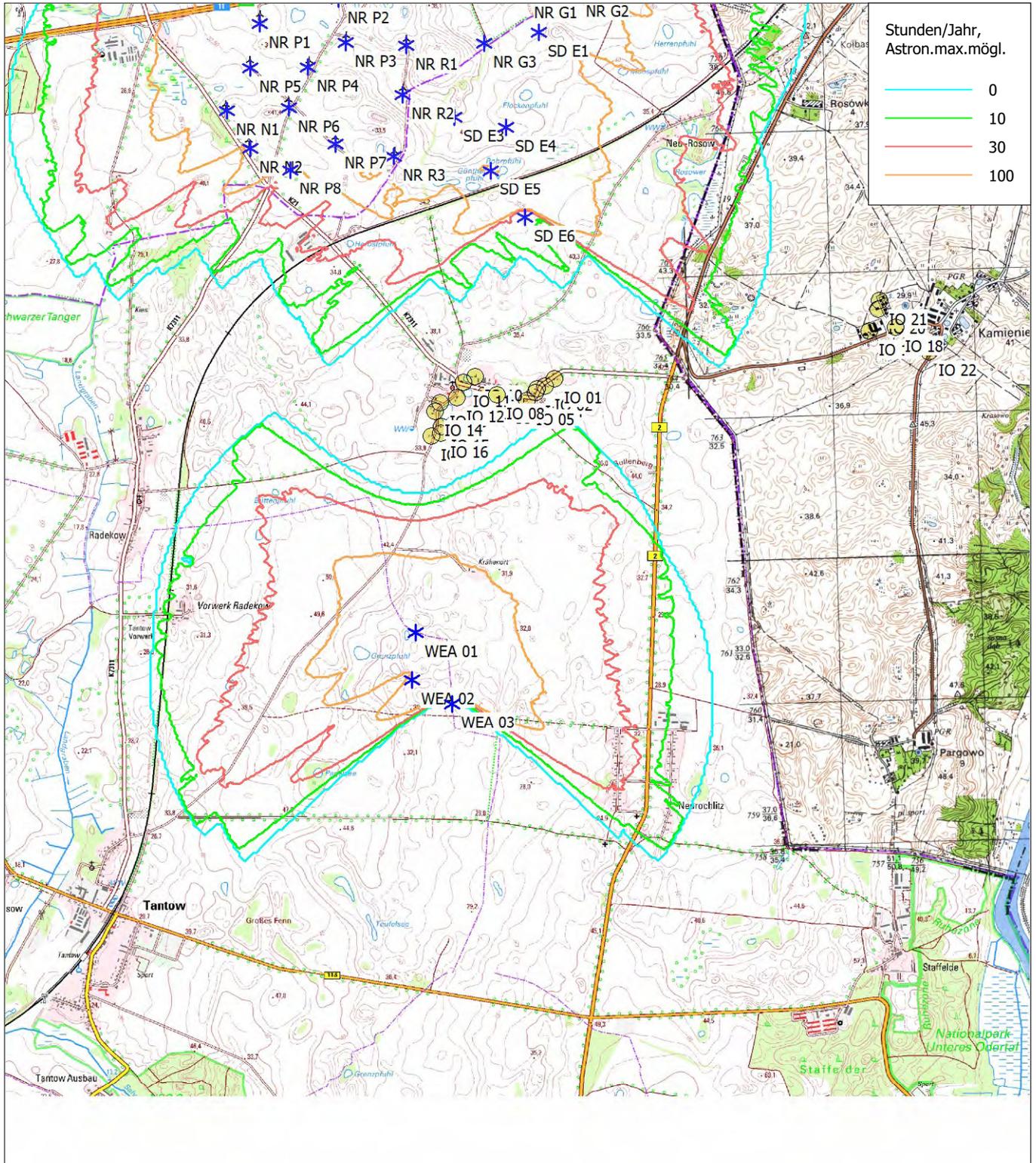
...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Erwartet [h/a]
NR P5	VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (786)	0:00	0:00
NR P6	VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (787)	0:00	0:00
NR P7	VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (788)	0:00	0:00
NR P8	VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (789)	0:00	0:00
NR R1	VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (790)	0:00	0:00
NR R2	VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (791)	0:00	0:00
NR R3	VESTAS V90 2000 90.0 !O! NH: 105,0 m (Ges:150,0 m) (792)	0:00	0:00
SD E1	VESTAS V117-3.45 3450 117.0 !O! NH: 141,5 m (Ges:200,0 m) (793)	0:00	0:00
SD E3	VESTAS V117-3.45 3450 117.0 !O! NH: 141,5 m (Ges:200,0 m) (795)	0:00	0:00
SD E4	VESTAS V117-3.45 3450 117.0 !O! NH: 141,5 m (Ges:200,0 m) (796)	0:00	0:00
SD E5	VESTAS V117-3.45 3450 117.0 !O! NH: 141,5 m (Ges:200,0 m) (797)	0:00	0:00
SD E6	VESTAS V117-3.45 3450 117.0 !O! NH: 141,5 m (Ges:200,0 m) (798)	0:00	0:00
WEA 01	VESTAS V136 3600 136.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:234,0 m) (772)	0:00	0:00
WEA 02	VESTAS V136 3600 136.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:234,0 m) (773)	0:00	0:00
WEA 03	VESTAS V136 3600 136.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:234,0 m) (774)	0:00	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.

### SHADOW - Karte

Berechnung: SD T3 Vorbelastung



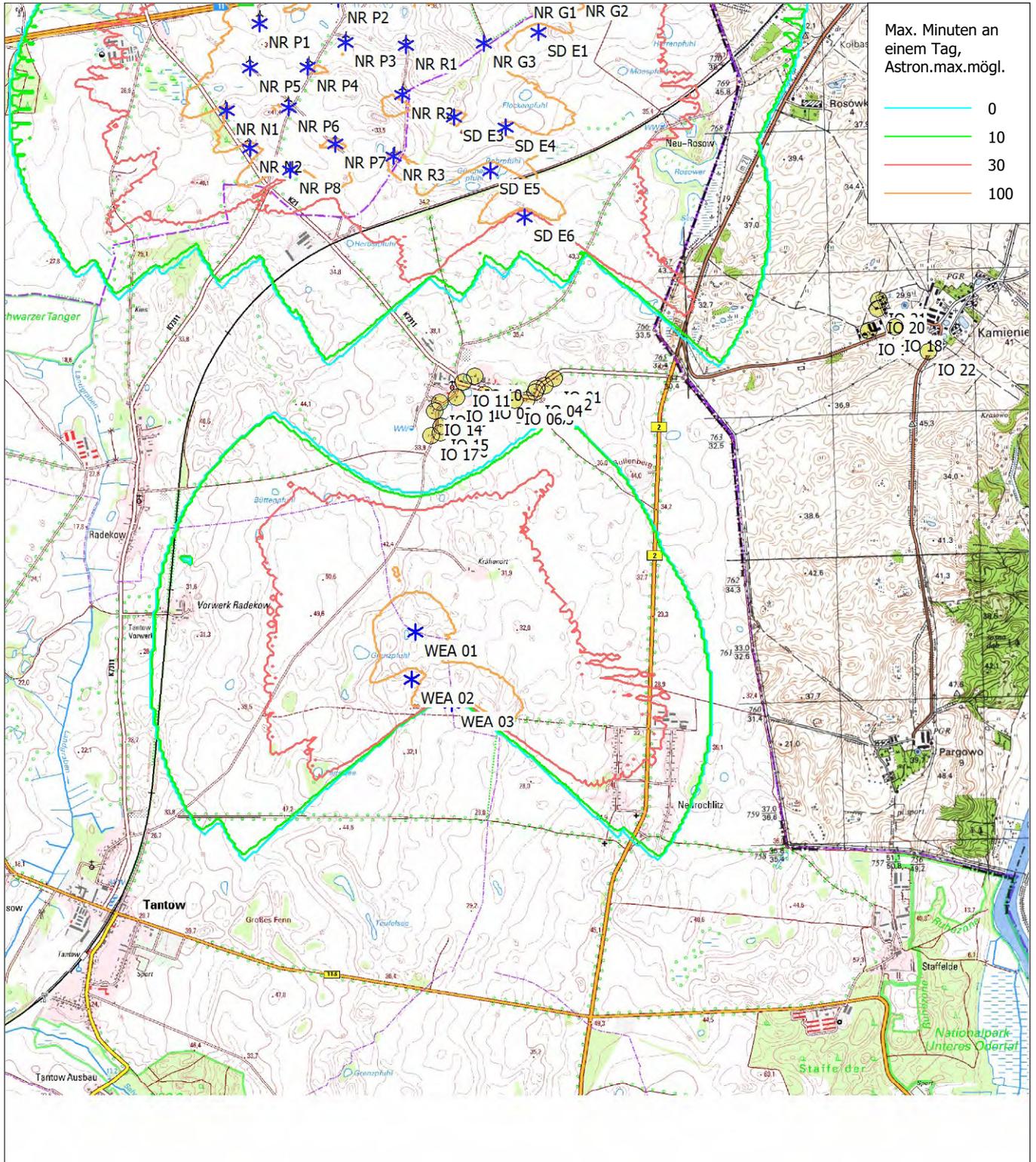
Karte: TK25 mit Polen , Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM WGS84 Zone: 33 Ost: 459.520 Nord: 5.904.979

\* Existierende WEA    ● Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: SD T1+T2 34 AEP-Progn Rev2\_EMDGrid\_0.wpg (2)

### SHADOW - Karte

Berechnung: SD T3 Vorbelastung



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: TK25 mit Polen , Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM WGS84 Zone: 33 Ost: 459.520 Nord: 5.904.979

\* Existierende WEA    ☀ Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: SD T1+T2 34 AEP-Progn Rev2\_EMDGrid\_0.wpg (2)

Projekt:

**SD T1\_2\_3\_4 34 AEP-Progn Rev17\_jowi**

Beschreibung:

=Gesamtbelastung  
3 WKA, da keine  
Vorbelastung  
vorhanden

Lizenzierter Anwender:

**Enertrag Energiedienst GmbH**

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

Johannes Wischnewski / johannes.wischnewski@enertrag.com

Berechnet:

12.11.2019 12:10/3.3.261

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** SD T3 Zusatzbelastung 3 WKA

**Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs**

Beschattungsbereich der WEA

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

Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont

3 °

Tage zwischen Berechnungen

1 Tag(e)

Berechnungszeitsprung

1 Minuten

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [KOLOBRZEG]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,33	2,19	3,53	5,54	7,87	7,57	7,41	7,34	4,73	3,34	1,48	1,08

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:  
Wind DEWI JUL2017

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
356	407	458	619	755	628	687	1.085	1.221	1.043	721	492	8.472

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

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

Verwendete Höhenlinien: Höhenraster-Objekt: SD T1+T2 34 AEP-Progn Rev2

Hindernisse in Berechnung nicht verwendet

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

Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:

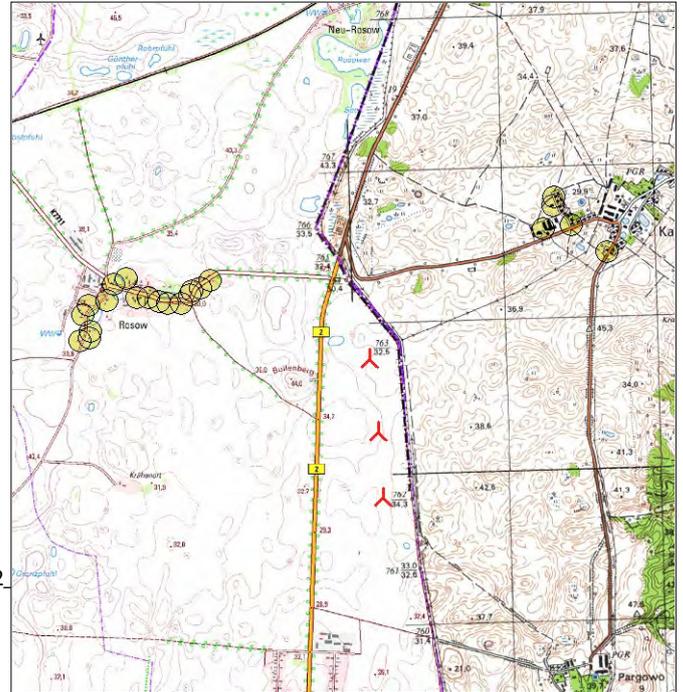
UTM WGS84 Zone: 33

### WEA

	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Ak-tuell	Hersteller Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
(T3) SD K1	460.826	5.905.901	30,0	VESTAS V150-5.6 5600 1...	Ja	VESTAS V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T3) SD K2	460.883	5.905.420	30,5	VESTAS V150-5.6 5600 1...	Ja	VESTAS V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T3) SD K4	460.916	5.904.981	28,6	VESTAS V150-5.6 5600 1...	Ja	VESTAS V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IO 01	459.775	5.906.420	34,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 02	459.712	5.906.372	33,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 03	459.655	5.906.352	32,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 04	459.643	5.906.325	32,4	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 05	459.585	5.906.270	32,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 06	459.501	5.906.272	30,6	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 07	459.442	5.906.282	30,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 08	459.374	5.906.310	30,4	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 09	459.296	5.906.310	32,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 10	459.225	5.906.436	32,5	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 11	459.141	5.906.398	32,5	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 12	459.098	5.906.289	32,5	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 13	458.978	5.906.255	33,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 14	458.942	5.906.196	32,8	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 15	458.992	5.906.088	32,5	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 16	458.984	5.906.040	32,8	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 17	458.920	5.906.023	33,7	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 18	462.153	5.906.790	30,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 19	461.972	5.906.765	30,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 20	462.031	5.906.917	30,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 21	462.041	5.906.974	30,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 22	462.387	5.906.616	30,7	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1



Maßstab 1:50.000  
Neue WEA Schattenrezeptor

Projekt:

**SD T1\_2\_3\_4 34 AEP-Progn Rev17\_jowi**

Beschreibung:

=Gesamtbelastung  
3 WKA, da keine  
Vorbelastung  
vorhanden

Lizenzierter Anwender:

**Enertrag Energiedienst GmbH**

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

Johannes Wischnewski / johannes.wischnewski@enertrag.com

Berechnet:

12.11.2019 12:10/3.3.261

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** SD T3 Zusatzbelastung 3 WKA

### Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]	Stunden/Jahr [h/a]	
IO 01	44:02	134	0:30	5:12	
IO 02	43:53	138	0:29	5:16	
IO 03	39:48	139	0:28	4:58	
IO 04	37:21	135	0:28	4:52	
IO 05	32:28	112	0:27	4:34	
IO 06	19:12	63	0:25	3:15	
IO 07	17:45	60	0:24	3:01	
IO 08	16:12	59	0:23	2:45	
IO 09	14:31	55	0:21	2:31	
IO 10	6:56	27	0:20	1:16	
IO 11	6:23	26	0:19	1:10	
IO 12	6:10	24	0:20	1:11	
IO 13	5:19	24	0:18	1:03	
IO 14	0:00	0	0:00	0:00	
IO 15	5:37	24	0:19	1:11	
IO 16	5:38	24	0:19	1:12	
IO 17	0:00	0	0:00	0:00	
IO 18	26:43	99	0:22	3:08	
IO 19	30:30	95	0:25	3:27	
IO 20	23:33	84	0:23	2:31	
IO 21	12:13	43	0:22	1:23	
IO 22	7:16	28	0:20	1:19	

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name			Maximal	Erwartet
				[h/a]	[h/a]
(T3) SD K1	VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O!	NH: 166,0 m (Ges:241,0 m)	(881)	91:30	15:18
(T3) SD K2	VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O!	NH: 166,0 m (Ges:241,0 m)	(882)	75:31	8:27
(T3) SD K4	VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O!	NH: 166,0 m (Ges:241,0 m)	(883)	40:35	3:34

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:

**SD T1\_2\_3\_4 34 AEP-Progn Rev17\_jowi**

Beschreibung:

=Gesamtbelastung  
3 WKA, da keine  
Vorbelastung  
vorhanden

Lizenzierter Anwender:

**Enertrag Energiedienst GmbH**

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

Johannes Wischnewski / johannes.wischnewski@enertrag.com

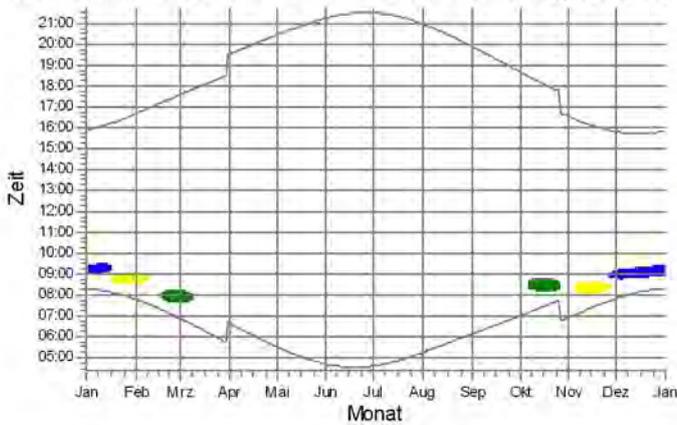
Berechnet:

12.11.2019 12:10/3.3.261

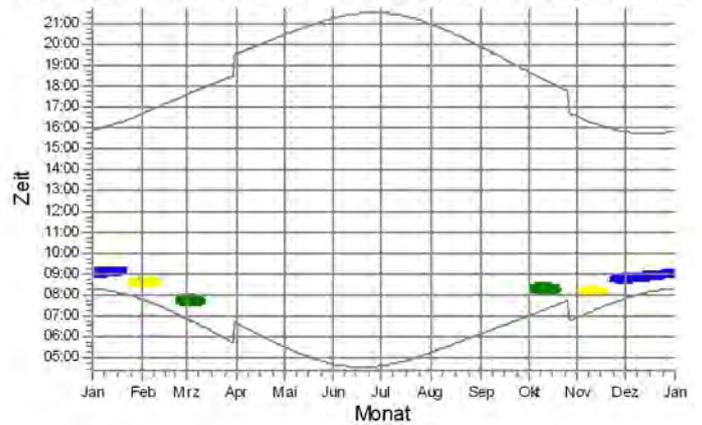
## SHADOW - Grafischer Kalender

**Berechnung: SD T3 Zusatzbelastung 3 WKA**

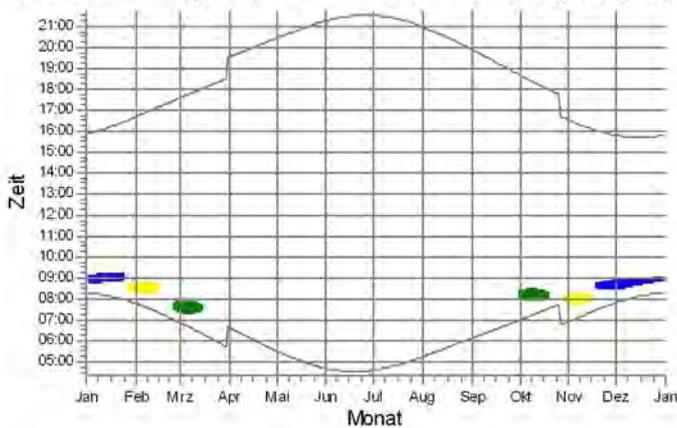
IO 01: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (380)



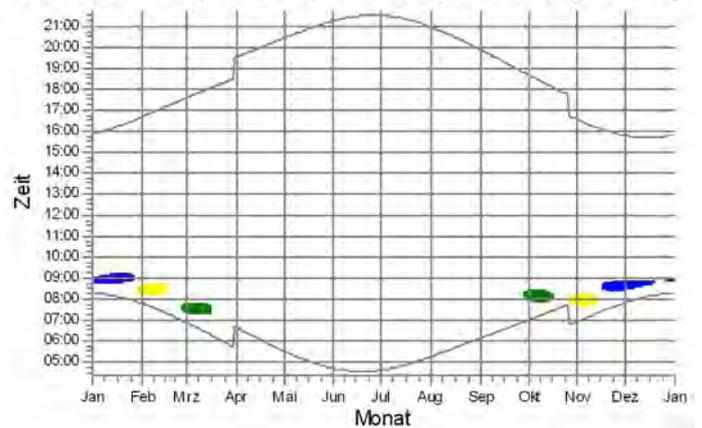
IO 02: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (381)



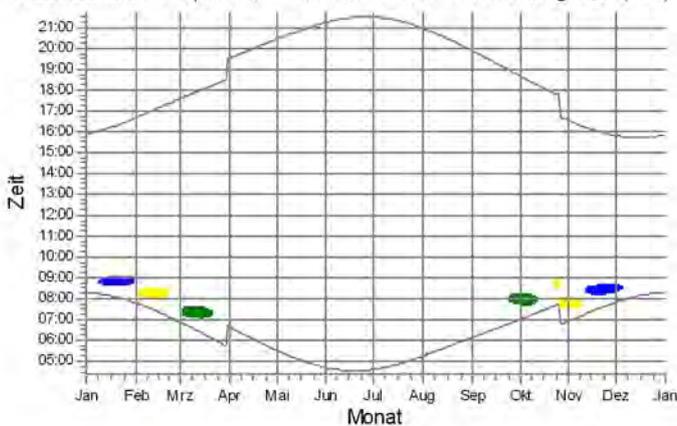
IO 03: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (382)



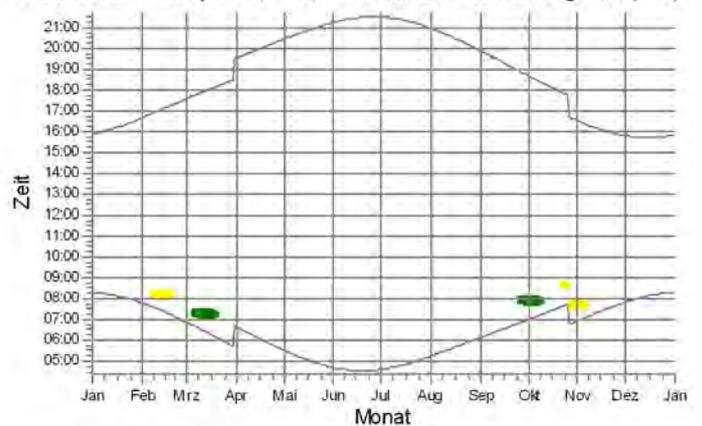
IO 04: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (383)



IO 05: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (384)



IO 06: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (385)



WEA

- (T3) SD K1: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (881)
- (T3) SD K2: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (882)
- (T3) SD K4: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (883)

Projekt:

**SD T1\_2\_3\_4 34 AEP-Progn Rev17\_jowi**

Beschreibung:

=Gesamtbelastung  
3 WKA, da keine  
Vorbelastung  
vorhanden

Lizenzierter Anwender:

**Enertrag Energiedienst GmbH**

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

Johannes Wischnewski / johannes.wischnewski@enertrag.com

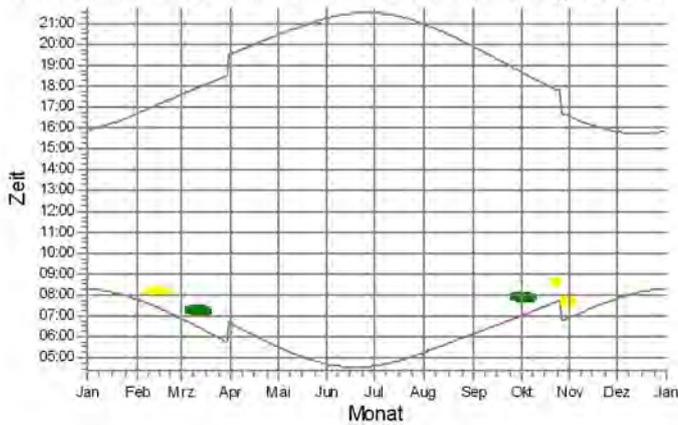
Berechnet:

12.11.2019 12:10/3.3.261

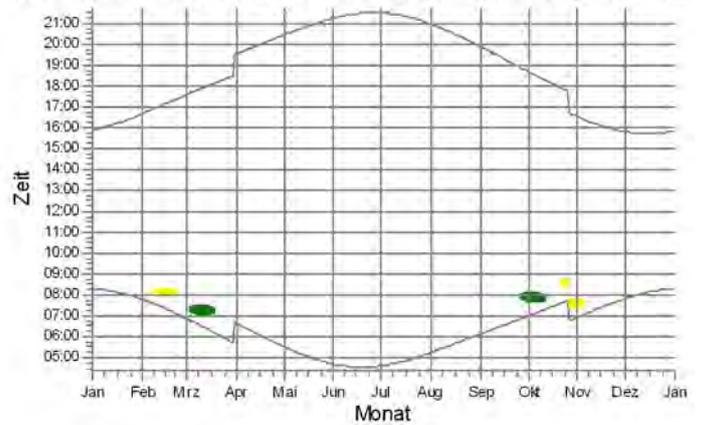
## SHADOW - Grafischer Kalender

**Berechnung: SD T3 Zusatzbelastung 3 WKA**

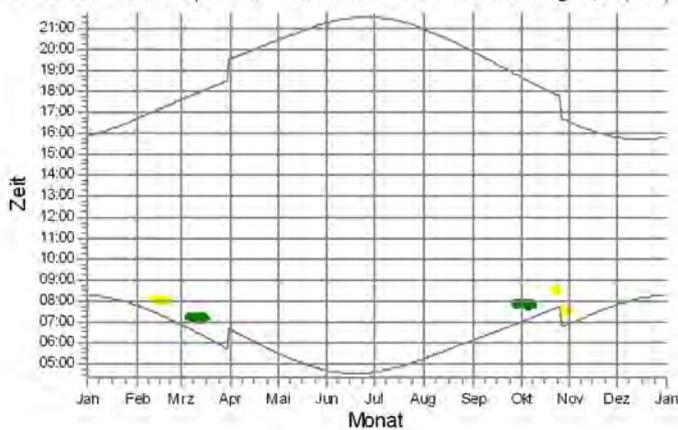
IO 07: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (386)



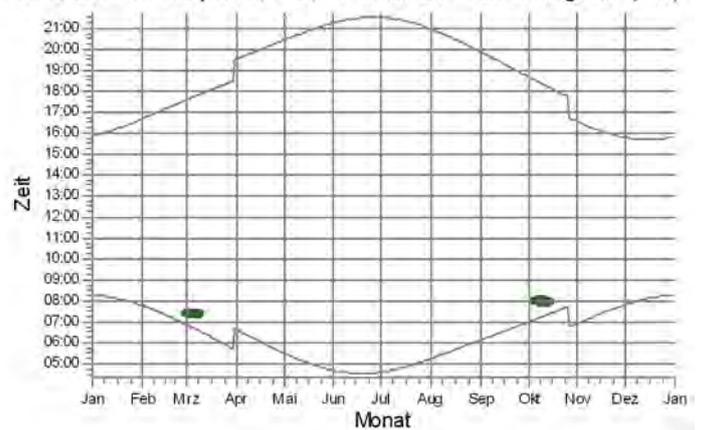
IO 08: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (387)



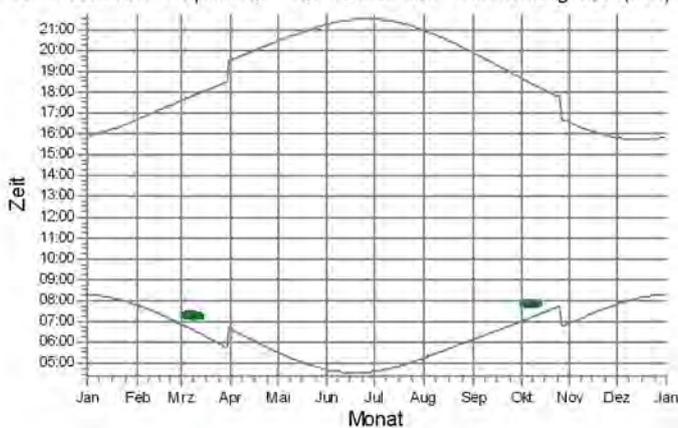
IO 09: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (388)



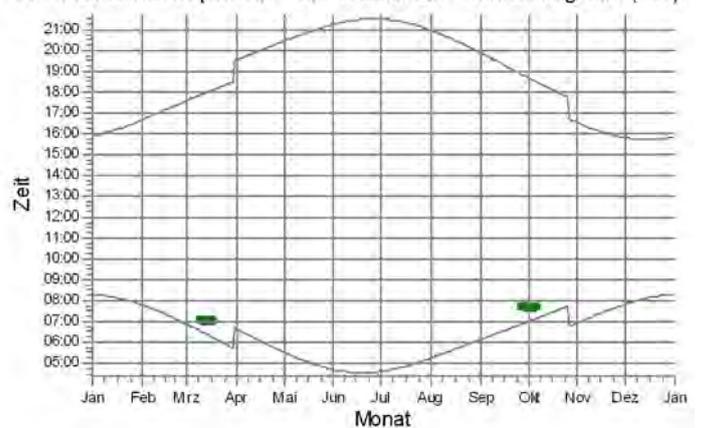
IO 10: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (389)



IO 11: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (390)



IO 12: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (391)



WEA

 (T3) SD K1: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (881)

 (T3) SD K2: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (882)

Projekt:

**SD T1\_2\_3\_4 34 AEP-Progn Rev17\_jowi**

Beschreibung:

=Gesamtbelastung  
3 WKA, da keine  
Vorbelastung  
vorhanden

Lizenzierter Anwender:

**Enertrag Energiedienst GmbH**

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

Johannes Wischnewski / johannes.wischnewski@enertrag.com

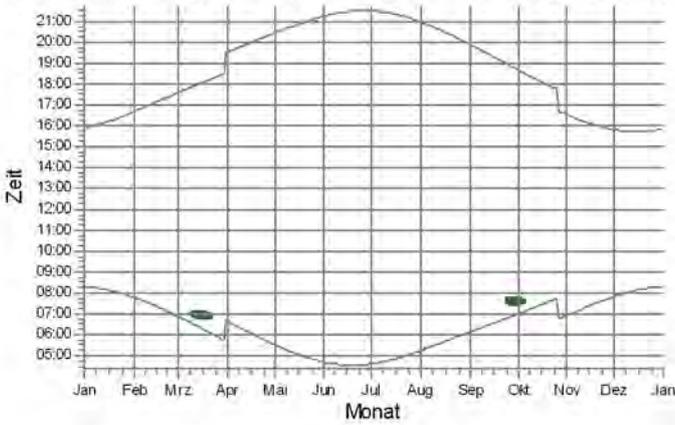
Berechnet:

12.11.2019 12:10/3.3.261

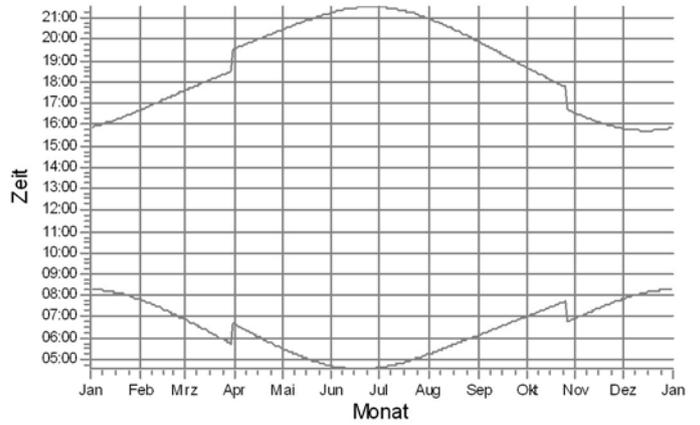
## SHADOW - Grafischer Kalender

**Berechnung: SD T3 Zusatzbelastung 3 WKA**

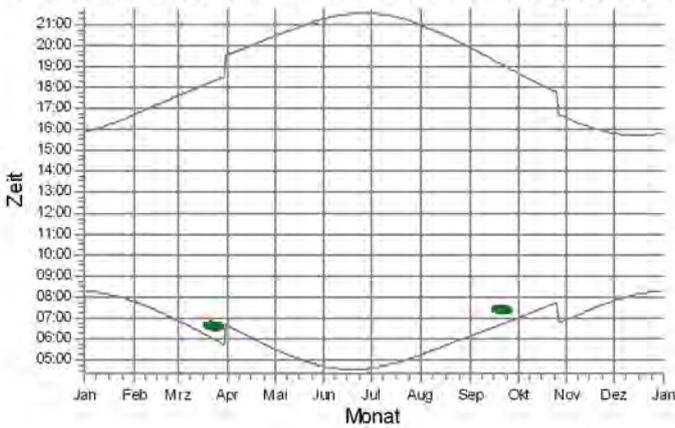
IO 13: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (392)



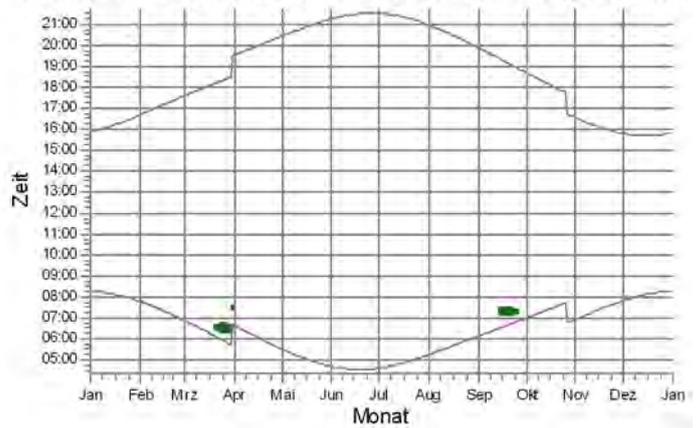
IO 14: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (393)



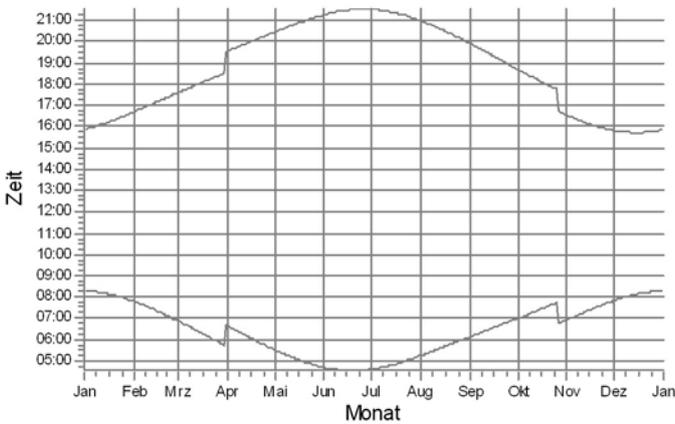
IO 15: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (394)



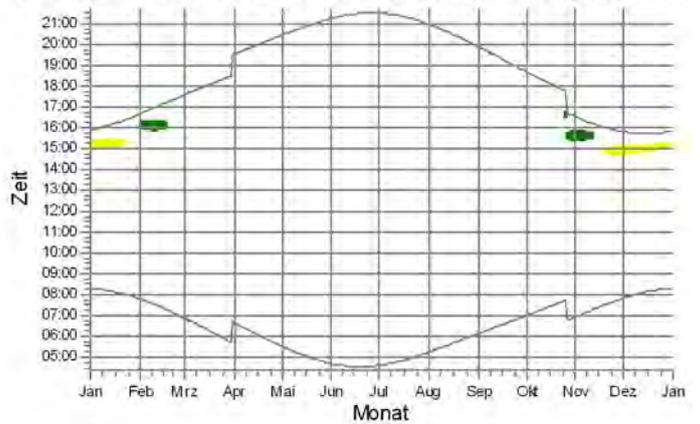
IO 16: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (395)



IO 17: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (396)



IO 18: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (397)



WEA

 (T3) SD K1: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (881)

 (T3) SD K2: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (882)

Projekt:

**SD T1\_2\_3\_4 34 AEP-Progn Rev17\_jowi**

Beschreibung:

=Gesamtbelastung  
3 WKA, da keine  
Vorbelastung  
vorhanden

Lizenzierter Anwender:

**Enertrag Energiedienst GmbH**

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

Johannes Wischnewski / johannes.wischnewski@enertrag.com

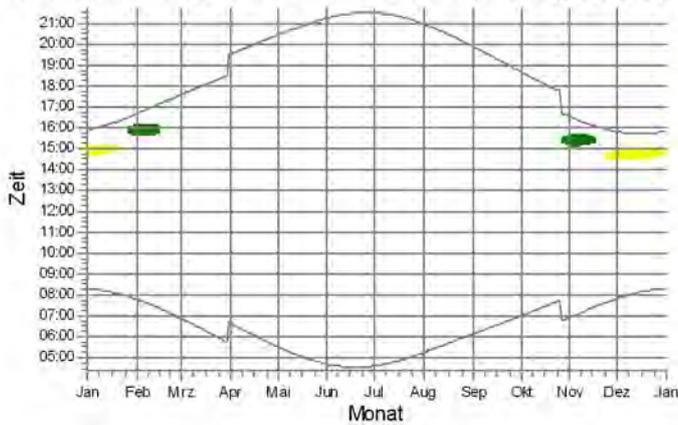
Berechnet:

12.11.2019 12:10/3.3.261

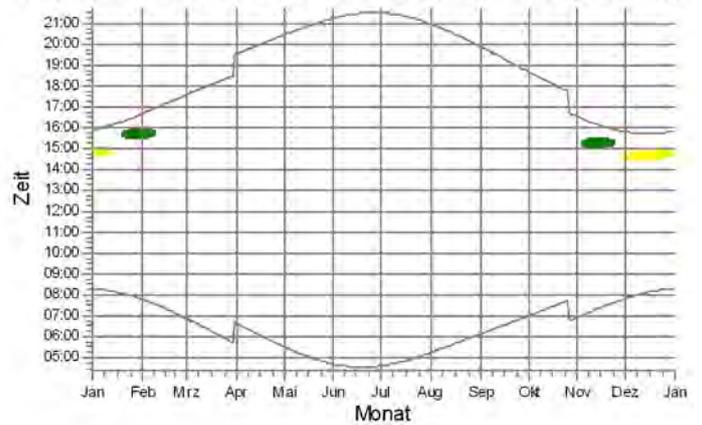
## SHADOW - Grafischer Kalender

**Berechnung: SD T3 Zusatzbelastung 3 WKA**

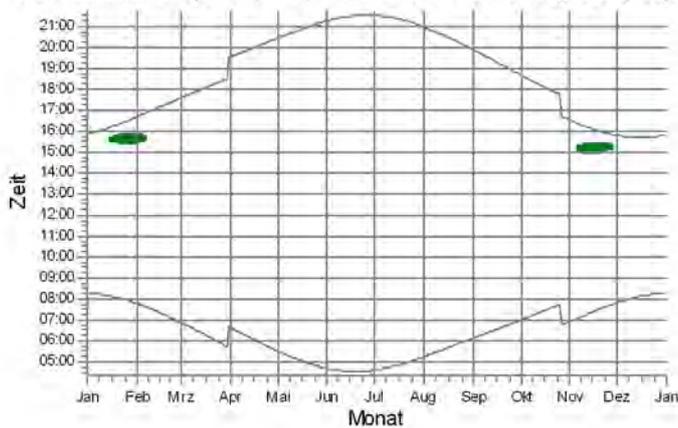
IO 19: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (398)



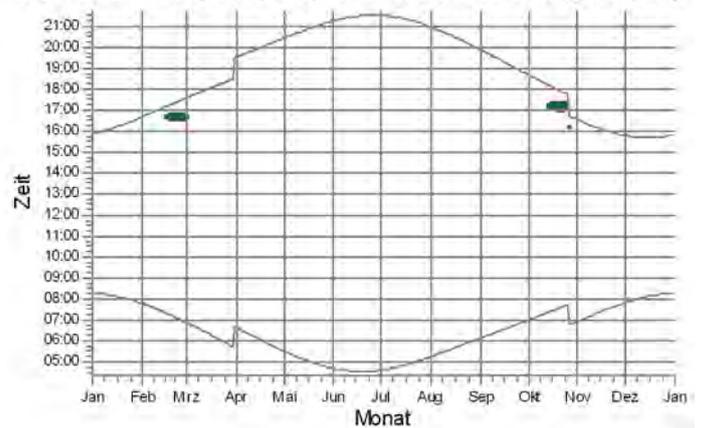
IO 20: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (399)



IO 21: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (400)



IO 22: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (401)



WEA



(T3) SD K1: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (881)

(T3) SD K2: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (882)

Projekt:

**SD T1\_2\_3\_4 34 AEP-Progn Rev17\_jowi**

Beschreibung:

=Gesamtbelastung  
3 WKA, da keine  
Vorbelastung  
vorhanden

Lizenzierter Anwender:

**Enertrag Energiedienst GmbH**

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

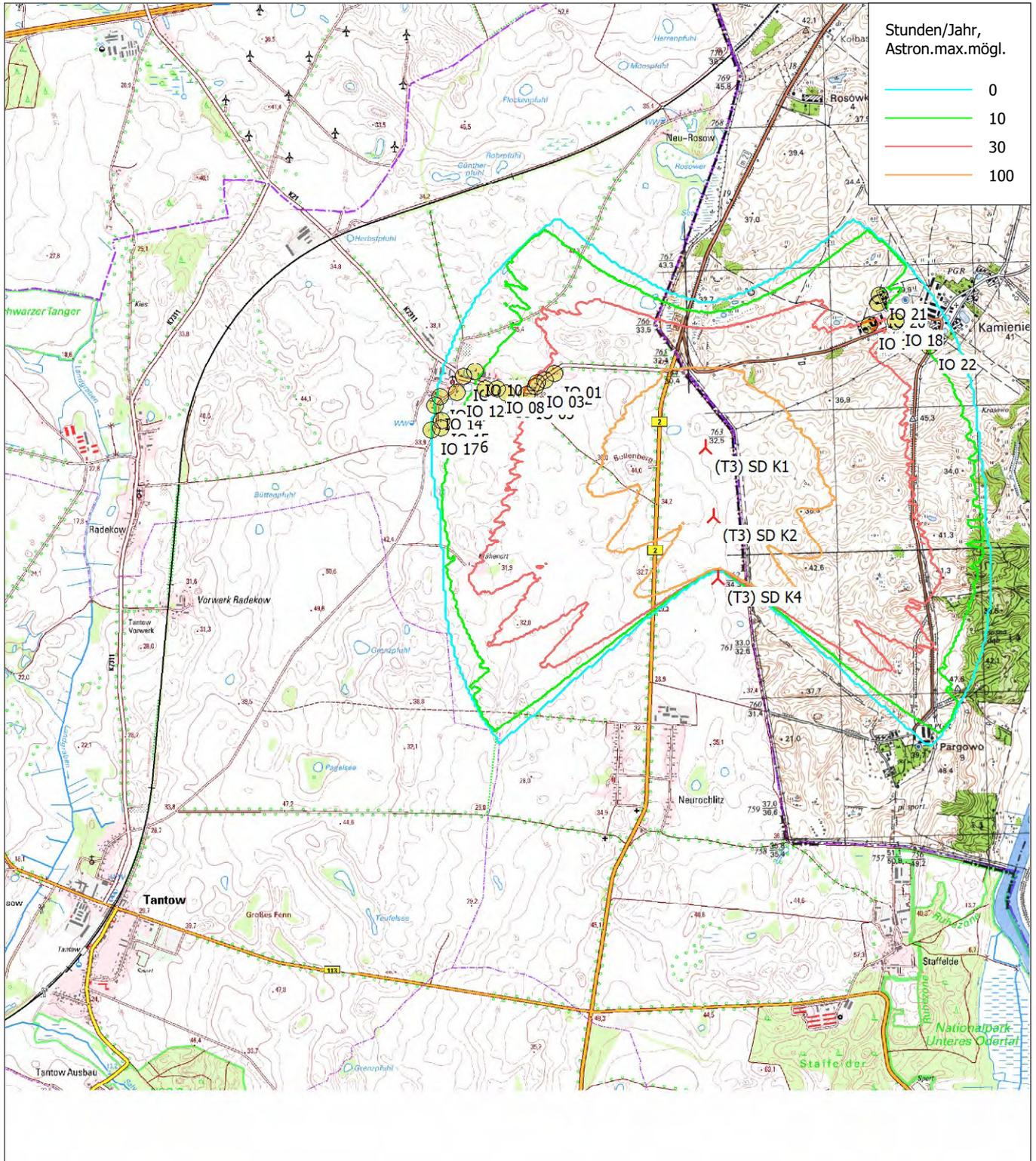
Johannes Wischnewski / johannes.wischnewski@enertrag.com

Berechnet:

12.11.2019 12:10/3.3.261

## SHADOW - Karte

**Berechnung: SD T3 Zusatzbelastung 3 WKA**



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: TK25 mit Polen , Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM WGS84 Zone: 33 Ost: 459.520 Nord: 5.904.940

Neue WEA

Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: SD T1+T2 34 AEP-Progn Rev2\_EMDGrid\_0.wpg (2)

Projekt:

**SD T1\_2\_3\_4 34 AEP-Progn Rev17\_jowi**

Beschreibung:

= Gesamtbelastung  
3 WKA, da keine  
Vorbelastung  
vorhanden

Lizenzierter Anwender:

**Enertrag Energiedienst GmbH**

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

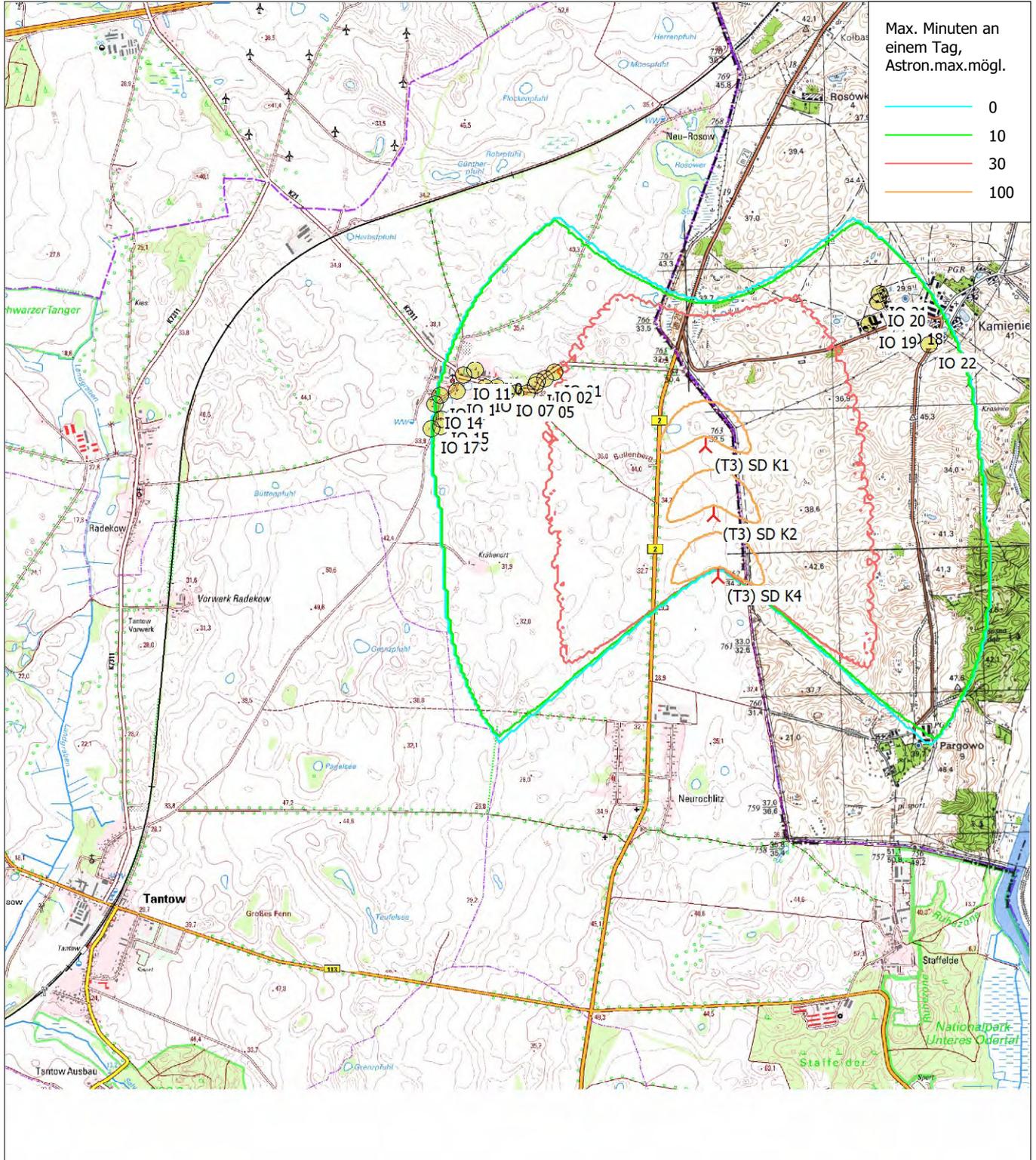
Johannes Wischnewski / johannes.wischnewski@enertrag.com

Berechnet:

12.11.2019 12:10/3.3.261

## SHADOW - Karte

**Berechnung: SD T3 Zusatzbelastung 3 WKA**



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: TK25 mit Polen , Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM WGS84 Zone: 33 Ost: 459.520 Nord: 5.904.940

Neue WEA

Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: SD T1+T2 34 AEP-Progn Rev2\_EMDGrid\_0.wpg (2)

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** SD T3 Zusatzbelastung 3 WKA + 17 WKA par.Plan.

### Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

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

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [KOLOBRZEG]  
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
1,33 2,19 3,53 5,54 7,87 7,57 7,41 7,34 4,73 3,34 1,48 1,08

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:  
Wind DEWI JUL2017

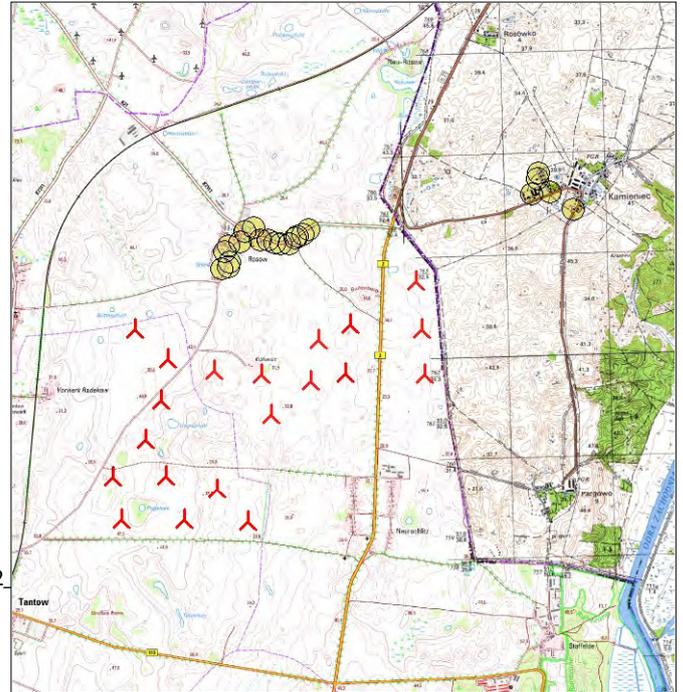
Betriebsdauer je Sektor  
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe  
356 407 458 619 754 627 686 1.085 1.220 1.042 720 491 8.464  
Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:  
Verwendete Höhenlinien: Höhenraster-Objekt: SD T1+T2 34 AEP-Progn Rev2  
Hindernisse in Berechnung nicht verwendet  
Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m  
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:  
UTM WGS84 Zone: 33

### WEA

	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Schattendaten				
					Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung	Rotordurchmesser	Nabenhöhe	Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]				[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]	
(T1) SD O1	458.311	5.904.716	44,0	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T1) SD O2	458.161	5.904.330	42,5	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T1) SD O3	457.841	5.903.960	43,2	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T1) SD O4	458.365	5.903.971	42,7	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T1) SD O5	458.864	5.903.832	35,0	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T1) SD O6	457.923	5.903.533	43,1	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T1) SD O7	458.544	5.903.527	42,5	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T1) SD O8	459.177	5.903.511	31,0	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T1) SD P1	458.057	5.905.423	47,5	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T1) SD P2	458.378	5.905.133	47,6	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T2) SD F1	459.872	5.905.318	34,6	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T2) SD K6	459.788	5.904.907	33,8	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T2) SD K7	459.310	5.904.975	32,7	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T2) SD K8	459.400	5.904.579	33,1	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T2) SD K9	458.840	5.905.013	36,3	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T3) SD K1	460.826	5.905.901	30,0	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T3) SD K2	460.883	5.905.420	30,5	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T3) SD K4	460.916	5.904.981	28,6	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja	Ja	VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T4) SD K3	460.182	5.905.469	35,0	VESTAS V126-3.45 345... Ja	Ja	VESTAS	V126-3.45-3.450	3.450	126,0	149,0	1.714	12,8
(T4) SD K5	460.130	5.904.982	32,4	VESTAS V126-3.45 345... Ja	Ja	VESTAS	V126-3.45-3.450	3.450	126,0	149,0	1.714	12,8



Maßstab 1:75.000  
▲ Neue WEA     ● Schattenrezeptor

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IO 01	459.775	5.906.420	34,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 02	459.712	5.906.372	33,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 03	459.655	5.906.352	32,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 04	459.643	5.906.325	32,4	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 05	459.585	5.906.270	32,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

SD T1\_2\_3\_4 34 AEP-Progn Rev17\_jowi

Beschreibung:

Gesamtbelastung  
(3WKA + 17WKA)

Lizenzierter Anwender:

Enertrag Energiedienst GmbH

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

Johannes Wischnewski / johannes.wischnewski@enertrag.com

Berechnet:

12.11.2019 13:54/3.3.261

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** SD T3 Zusatzbelastung 3 WKA + 17 WKA par.Plan.

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IO 06	459.501	5.906.272	30,6	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 07	459.442	5.906.282	30,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 08	459.374	5.906.310	30,4	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 09	459.296	5.906.310	32,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 10	459.225	5.906.436	32,5	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 11	459.141	5.906.398	32,5	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 12	459.098	5.906.289	32,5	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 13	458.978	5.906.255	33,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 14	458.942	5.906.196	32,8	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 15	458.992	5.906.088	32,5	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 16	458.984	5.906.040	32,8	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 17	458.920	5.906.023	33,7	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 18	462.153	5.906.790	30,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 19	461.972	5.906.765	30,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 20	462.031	5.906.917	30,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 21	462.041	5.906.974	30,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 22	462.387	5.906.616	30,7	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1

## Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
	Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	
	[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	
IO 01	65:40	134	1:04	7:07	
IO 02	87:28	142	1:07	9:23	
IO 03	100:03	159	1:13	11:03	
IO 04	106:24	161	1:14	11:47	
IO 05	117:50	162	1:14	13:01	
IO 06	98:02	154	1:02	11:12	
IO 07	93:24	155	1:05	10:44	
IO 08	93:37	154	1:03	10:36	
IO 09	94:56	154	0:57	10:38	
IO 10	68:25	126	0:53	7:12	
IO 11	72:29	125	0:52	7:38	
IO 12	85:19	135	0:52	9:13	
IO 13	79:35	143	0:54	8:54	
IO 14	90:12	127	0:57	9:41	
IO 15	115:12	163	1:04	13:40	
IO 16	134:07	169	1:38	15:49	
IO 17	134:16	149	1:36	15:21	
IO 18	26:43	99	0:22	3:08	
IO 19	30:30	95	0:25	3:27	
IO 20	23:33	84	0:23	2:31	
IO 21	12:13	43	0:22	1:23	
IO 22	7:16	28	0:20	1:18	

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Erwartet [h/a]
(T1) SD O1 VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (865)		3:06	0:16
(T1) SD O2 VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (866)		0:00	0:00
(T1) SD O3 VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (867)		0:00	0:00
(T1) SD O4 VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (868)		0:00	0:00
(T1) SD O5 VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (869)		0:00	0:00
(T1) SD O6 VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (870)		0:00	0:00
(T1) SD O7 VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (871)		0:00	0:00
(T1) SD O8 VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (872)		0:00	0:00
(T1) SD P1 VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (873)		59:30	8:53
(T1) SD P2 VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (874)		110:23	11:16
(T2) SD F1 VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (875)		171:45	16:20
(T2) SD K6 VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (877)		44:04	3:51
(T2) SD K7 VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (878)		16:26	1:21

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

**SD T1\_2\_3\_4 34 AEP-Progn Rev17\_jowi**

Beschreibung:

Gesamtbelastung  
(3WKA + 17WKA)

Lizenzierter Anwender:

**Enertrag Energiedienst GmbH**

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

Johannes Wischnewski / johannes.wischnewski@enertrag.com

Berechnet:

12.11.2019 13:54/3.3.261

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** SD T3 Zusatzbelastung 3 WKA + 17 WKA par.Plan.

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Erwartet [h/a]
(T2) SD K8	VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (879)	0:00	0:00
(T2) SD K9	VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (880)	28:43	2:39
(T3) SD K1	VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (881)	91:30	15:17
(T3) SD K2	VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (882)	75:31	8:27
(T3) SD K4	VESTAS V150-5.6 5600 150.0 !O! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (883)	40:35	3:34
(T4) SD K3	VESTAS V126-3.45 3450 126.0 !O! NH: 149,0 m (Ges:212,0 m) (967)	152:22	15:52
(T4) SD K5	VESTAS V126-3.45 3450 126.0 !O! NH: 149,0 m (Ges:212,0 m) (968)	40:38	3:40

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:

SD T1\_2\_3\_4 34 AEP-Progn Rev17\_jowi

Beschreibung:

Gesamtbelastung  
(3WKA + 17WKA)

Lizenzierter Anwender:

Enertrag Energiedienst GmbH

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

Johannes Wischnewski / johannes.wischnewski@enertrag.com

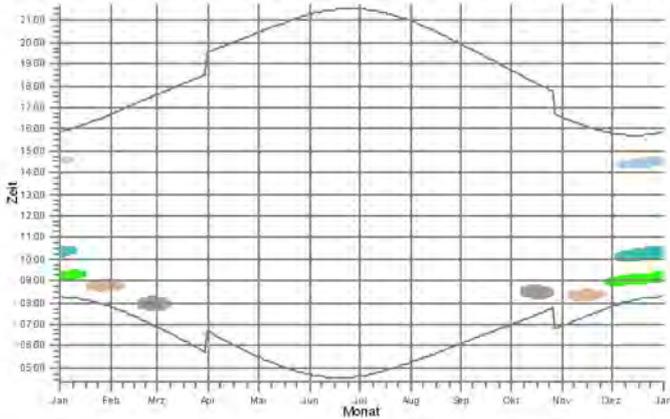
Berechnet:

12.11.2019 13:54/3.3.261

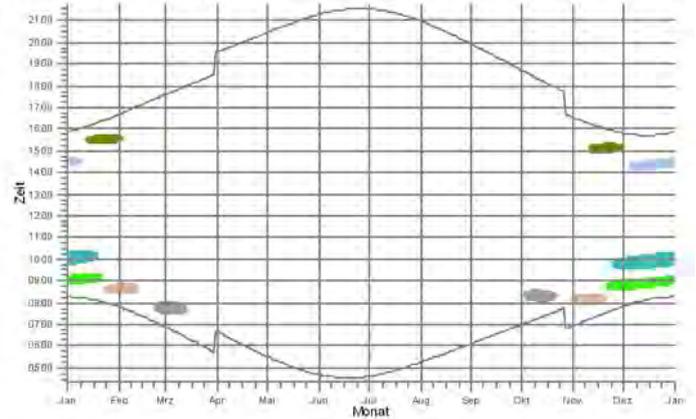
## SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: SD T3 Zusatzbelastung 3 WKA + 17 WKA par.Plan.

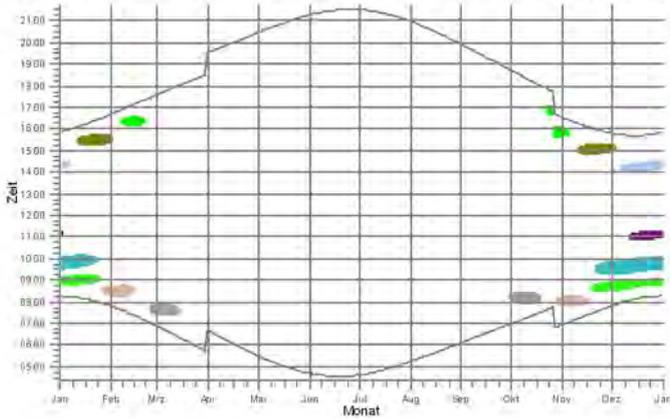
IO 01: Schattenrezeptor: 0,1 x 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (380)



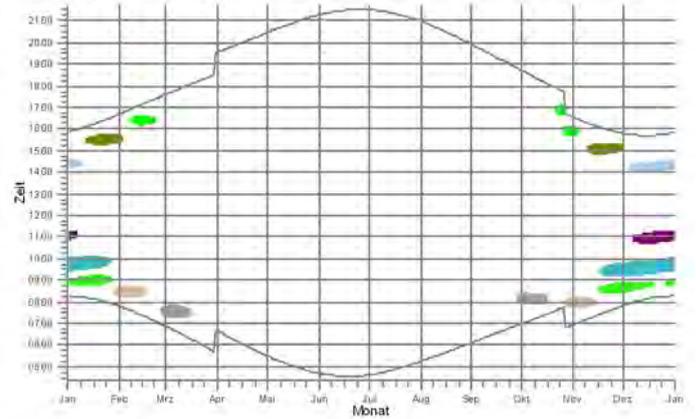
IO 02: Schattenrezeptor: 0,1 x 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (381)



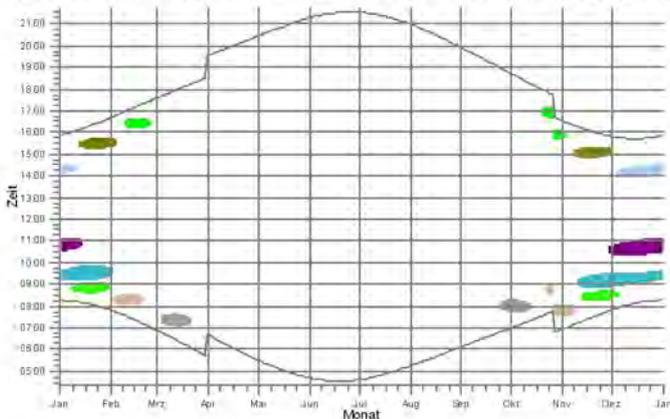
IO 03: Schattenrezeptor: 0,1 x 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (382)



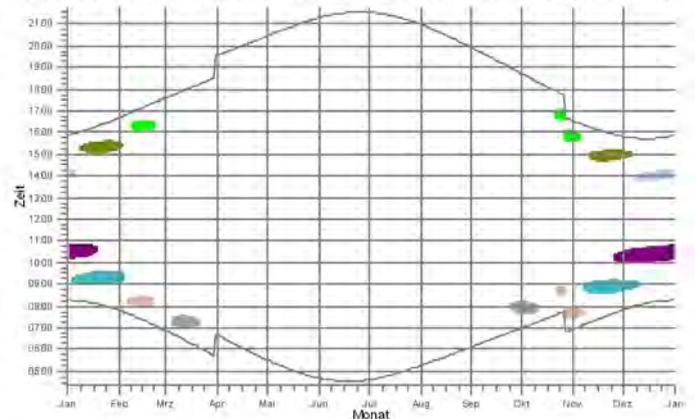
IO 04: Schattenrezeptor: 0,1 x 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (383)



IO 05: Schattenrezeptor: 0,1 x 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (384)



IO 06: Schattenrezeptor: 0,1 x 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (385)



WEA

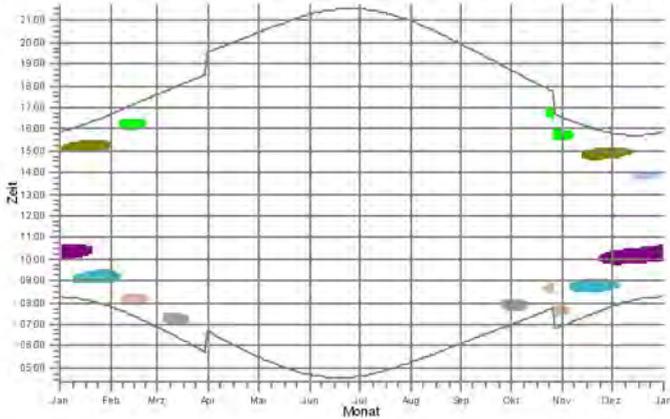
- (T1) SD P1: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (873)
- (T1) SD P2: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (874)
- (T2) SD F1: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (875)
- (T2) SD K9: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (880)

- (T3) SD K1: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (881)
- (T3) SD K2: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (882)
- (T3) SD K4: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (883)
- (T4) SD K3: VESTAS V126-3.45 3450 126.0 IO! NH: 149,0 m (Ges:212,0 m) (967)

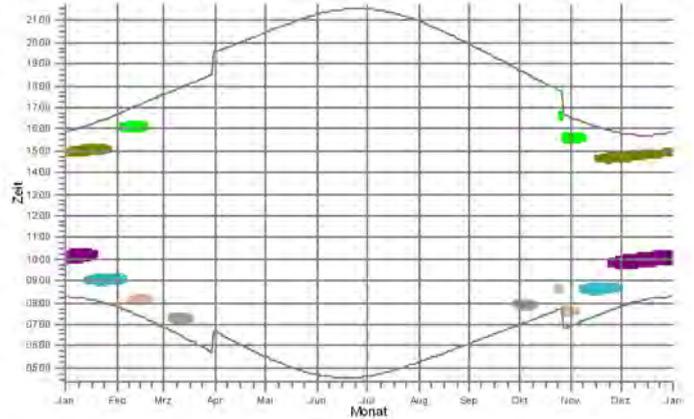
## SHADOW - Grafischer Kalender

**Berechnung:** SD T3 Zusatzbelastung 3 WKA + 17 WKA par.Plan.

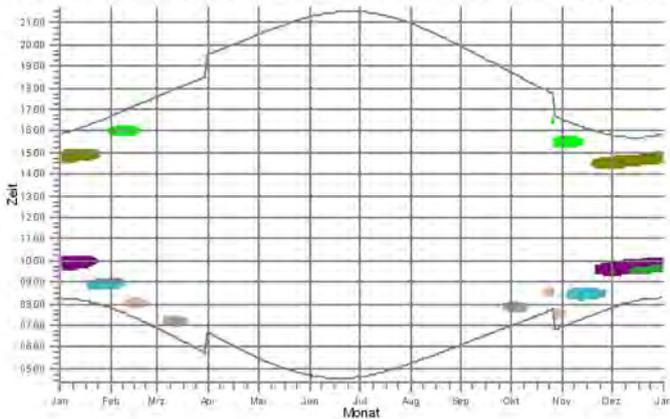
IO 07: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (386)



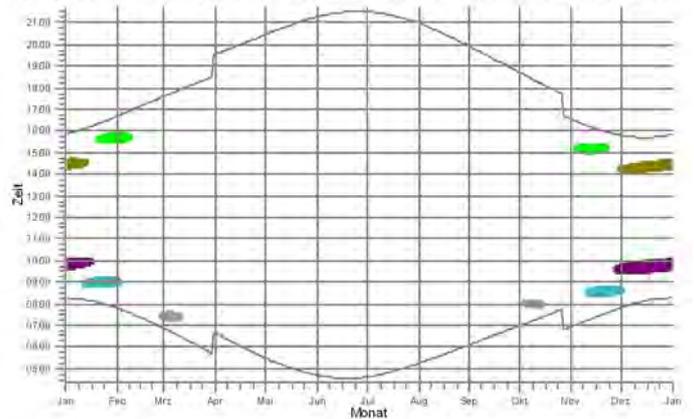
IO 08: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (387)



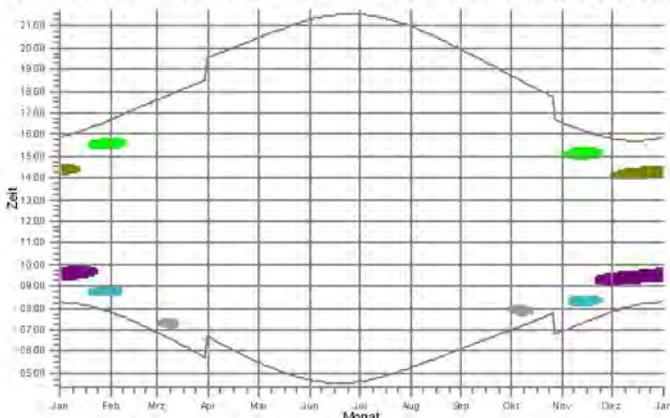
IO 09: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (388)



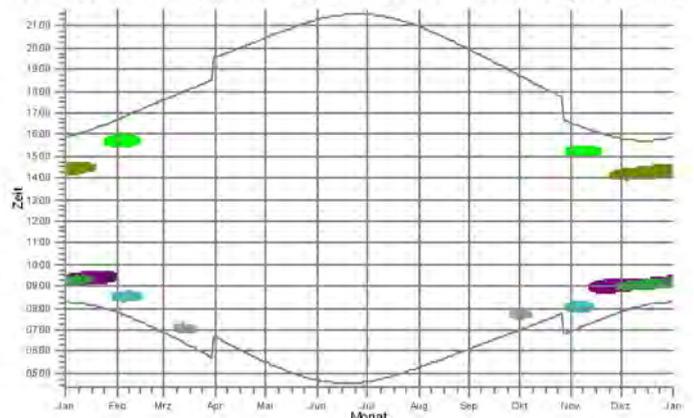
IO 10: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (389)



IO 11: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (390)



IO 12: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (391)



WEA

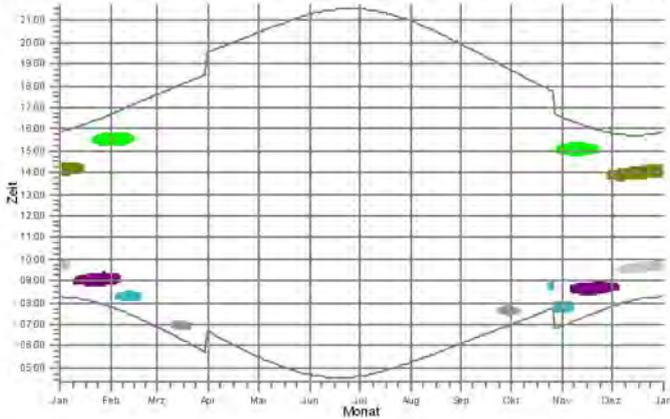
- (T1) SD P1: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (873)
- (T1) SD P2: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (874)
- (T2) SD F1: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (875)
- (T2) SD K9: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (880)

- (T3) SD K1: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (881)
- (T3) SD K2: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (882)
- (T4) SD K3: VESTAS V126-3.45 3450 126.0 IO! NH: 149,0 m (Ges:212,0 m) (967)
- (T4) SD K5: VESTAS V126-3.45 3450 126.0 IO! NH: 149,0 m (Ges:212,0 m) (968)

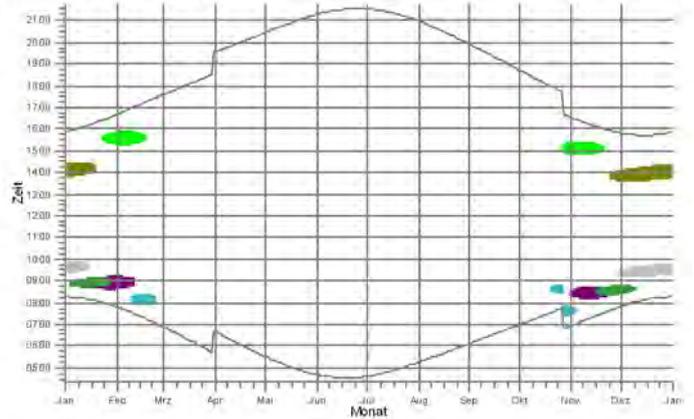
## SHADOW - Grafischer Kalender

**Berechnung:** SD T3 Zusatzbelastung 3 WKA + 17 WKA par.Plan.

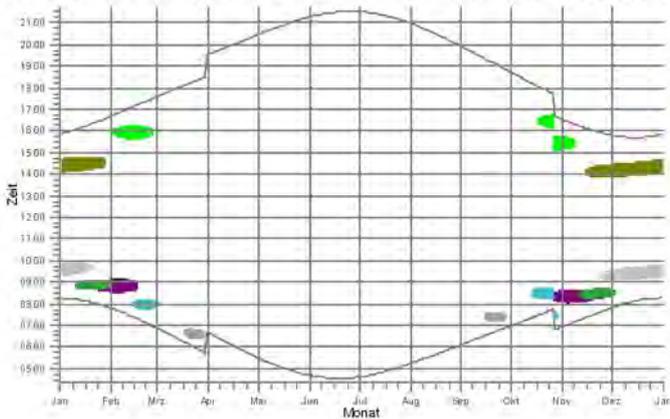
IO 13: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (392)



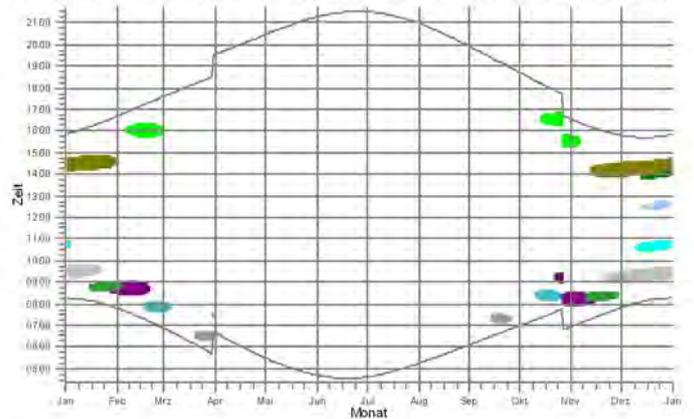
IO 14: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (393)



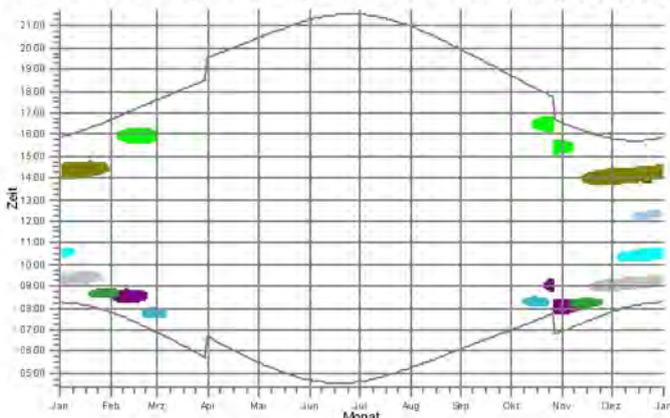
IO 15: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (394)



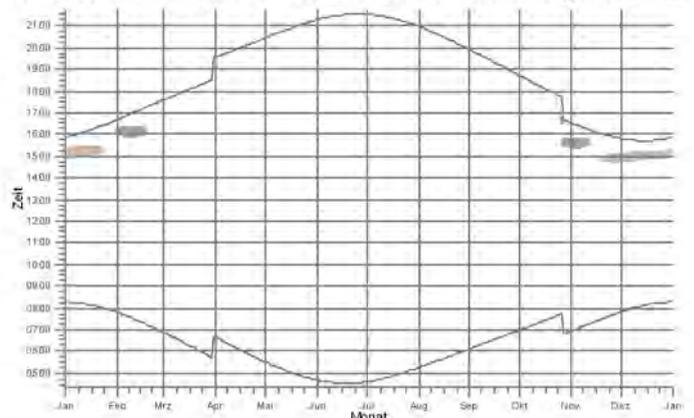
IO 16: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (395)



IO 17: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (396)



IO 18: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (397)



WEA

- (T1) SD O1: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (865)
- (T1) SD P1: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (873)
- (T1) SD P2: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (874)
- (T2) SD F1: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (875)
- (T2) SD K6: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (877)
- (T2) SD K7: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (878)

- (T2) SD K9: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (880)
- (T3) SD K1: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (881)
- (T3) SD K2: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (882)
- (T4) SD K3: VESTAS V126-3.45 3450 126.0 IO! NH: 149,0 m (Ges:212,0 m) (967)
- (T4) SD K5: VESTAS V126-3.45 3450 126.0 IO! NH: 149,0 m (Ges:212,0 m) (968)

Projekt:

**SD T1\_2\_3\_4 34 AEP-Progn Rev17\_jowi**

Beschreibung:

Gesamtbelastung  
(3WKA + 17WKA)

Lizenzierter Anwender:

**Enertrag Energiedienst GmbH**

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

Johannes Wischnewski / johannes.wischnewski@enertrag.com

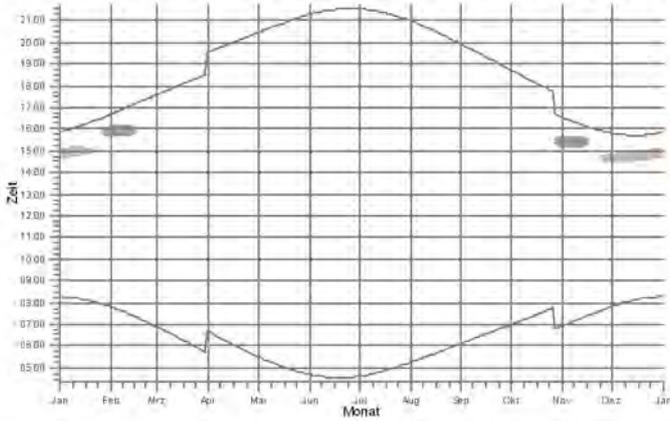
Berechnet:

12.11.2019 13:54/3.3.261

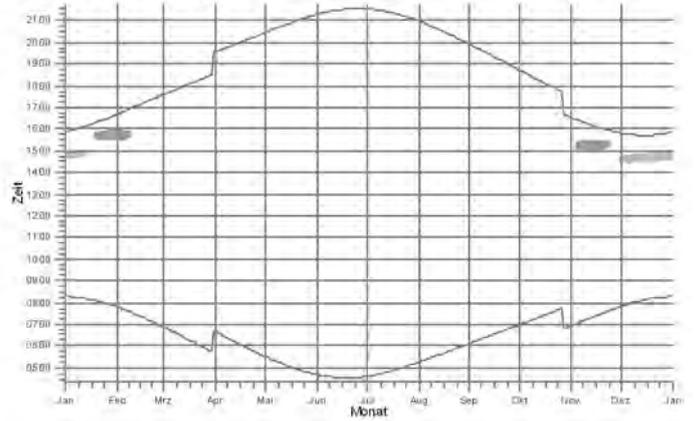
## SHADOW - Grafischer Kalender

**Berechnung:** SD T3 Zusatzbelastung 3 WKA + 17 WKA par.Plan.

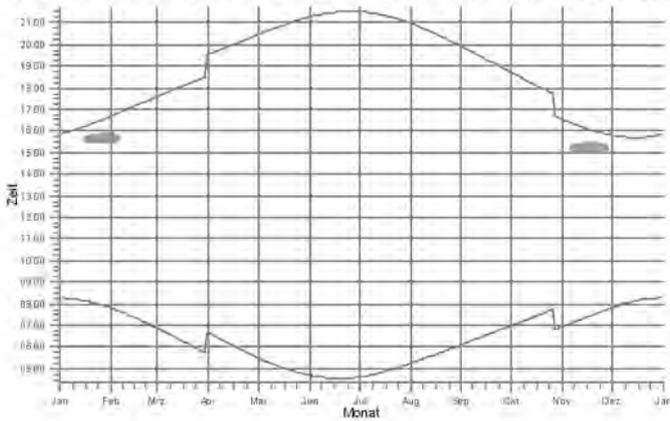
IO 19: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (398)



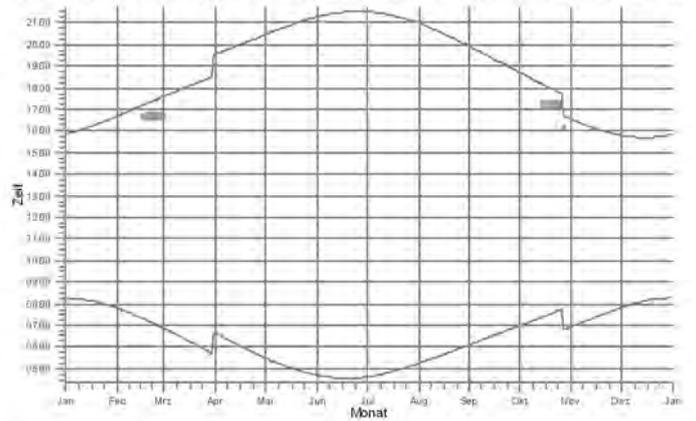
IO 20: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (399)



IO 21: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (400)



IO 22: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (401)



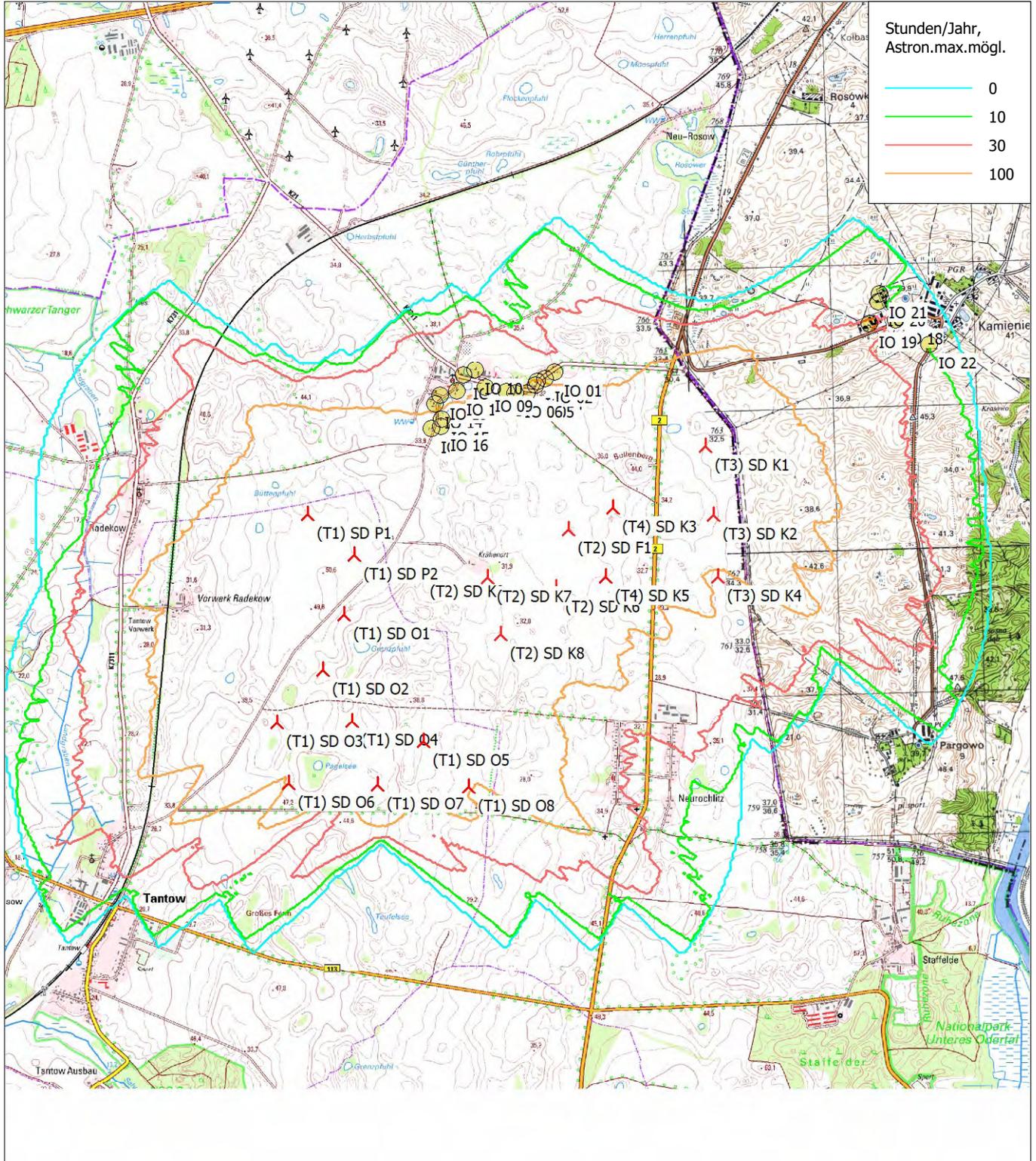
WEA

(T3) SD K1: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (881)

(T3) SD K2: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (882)

**SHADOW - Karte**

**Berechnung: SD T3 Zusatzbelastung 3 WKA + 17 WKA par.Plan.**



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: TK25 mit Polen , Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM WGS84 Zone: 33 Ost: 459.520 Nord: 5.904.940

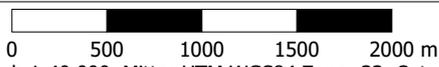
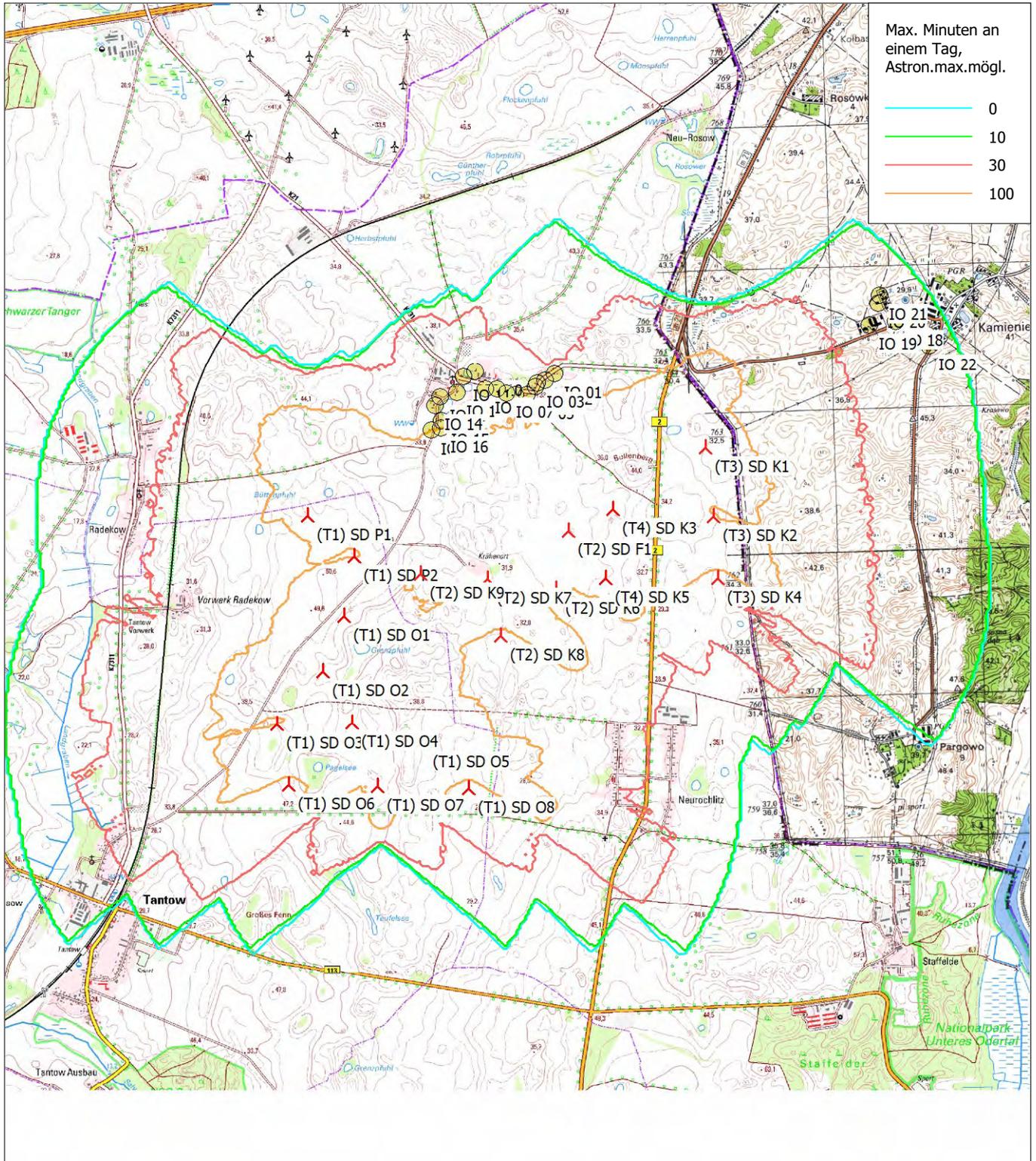
Neue WEA

Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: SD T1+T2 34 AEP-Progn Rev2\_EMDGrid\_0.wpg (2)

## SHADOW - Karte

**Berechnung: SD T3 Zusatzbelastung 3 WKA + 17 WKA par.Plan.**



Karte: TK25 mit Polen , Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM WGS84 Zone: 33 Ost: 459.520 Nord: 5.904.940

Neue WEA

Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: SD T1+T2 34 AEP-Progn Rev2\_EMDGrid\_0.wpg (2)

Projekt:

SD T1\_2\_3\_4 34 AEP-Progn Rev17\_jowi

Beschreibung:

Beispiel eines Abschaltplans der WKA zur Einhaltung der Richtwerte

Lizenzierter Anwender:

Enertrag Energiedienst GmbH

Gut Dauerthal DE-17291 Schenkenberg +49 (0)39854 6459395

Johannes Wischnewski / johannes.wischnewski@enertrag.com

Berechnet:

12.11.2019 14:09/3.3.261

### SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: SD T3 Abschaltplan GB (ZB 3WKA+17WKA par.Plan.)

#### Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA

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

Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °

Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)

Berechnungszeitsprung 1 Minuten

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [KOLOBRZEG]

Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez 1,33 2,19 3,53 5,54 7,87 7,57 7,41 7,34 4,73 3,34 1,48 1,08

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:

Wind DEWI JUL2017

Betriebsdauer je Sektor

N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe 343 392 441 596 727 604 662 1.045 1.176 1.005 694 474 8.159

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Schattenabschaltung für spez. WEA

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

Verwendete Höhenlinien: Höhenraster-Objekt: SD T1+T2 34 AEP-Progn Rev2

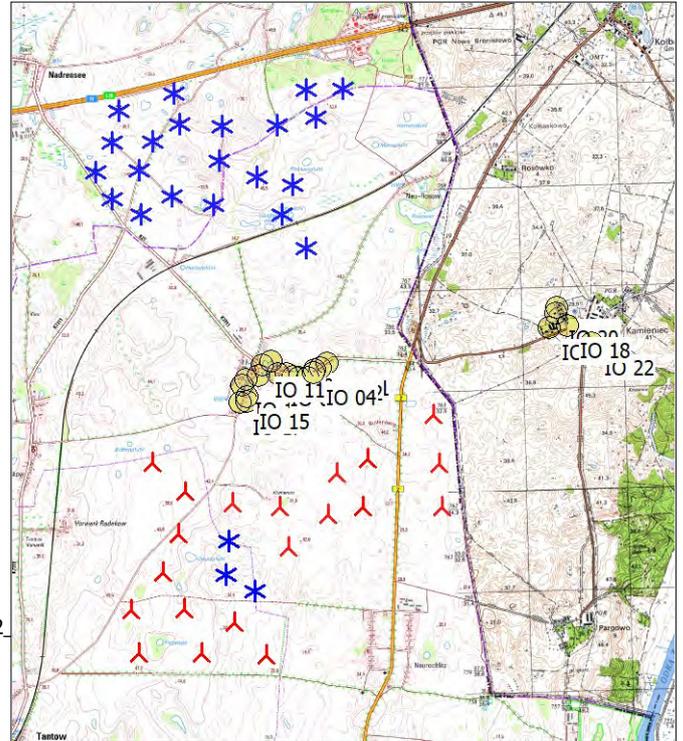
Hindernisse in Berechnung nicht verwendet

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

Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:

UTM WGS84 Zone: 33



Maßstab 1:75.000  
\* Neue WEA \* Existierende WEA Schattenrezeptor

### WEA

	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
			[m]		Aktuell	Hersteller	Typ	[kW]	[m]	[m]	Beschatt.-Bereich	U/min
											[m]	[U/min]
(T1) SD O1	458.311	5.904.716	44,0	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja		VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T1) SD O2	458.161	5.904.330	42,5	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja		VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T1) SD O3	457.841	5.903.960	43,2	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja		VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T1) SD O4	458.365	5.903.971	42,7	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja		VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T1) SD O5	458.864	5.903.832	35,0	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja		VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T1) SD O6	457.923	5.903.533	43,1	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja		VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T1) SD O7	458.544	5.903.527	42,5	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja		VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T1) SD O8	459.177	5.903.511	31,0	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja		VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T1) SD P1	458.057	5.905.423	47,5	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja		VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T1) SD P2	458.378	5.905.133	47,6	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja		VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T2) SD F1	459.872	5.905.318	34,6	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja		VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T2) SD K6	459.788	5.904.907	33,8	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja		VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T2) SD K7	459.310	5.904.975	32,7	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja		VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T2) SD K8	459.400	5.904.579	33,1	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja		VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T2) SD K9	458.840	5.905.013	36,3	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja		VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T3) SD K1	460.826	5.905.901	30,0	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja		VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T3) SD K2	460.883	5.905.420	30,5	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja		VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T3) SD K4	460.916	5.904.981	28,6	VESTAS V150-5.6 5600 ... Ja		VESTAS	V150-5.6-5.600	5.600	150,0	166,0	1.897	0,0
(T4) SD K3	460.182	5.905.469	35,0	VESTAS V126-3.45 345... Ja		VESTAS	V126-3.45-3.450	3.450	126,0	149,0	1.714	12,8
(T4) SD K5	460.130	5.904.982	32,4	VESTAS V126-3.45 345... Ja		VESTAS	V126-3.45-3.450	3.450	126,0	149,0	1.714	12,8
NR G1	459.567	5.909.128	50,0	ENERCON E-82 E2 2300...Ja		ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
NR G2	459.930	5.909.138	50,0	ENERCON E-82 E2 2300...Ja		ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
NR G3	459.286	5.905.782	45,5	ENERCON E-82 E2 2300...Ja		ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
NR N1	457.490	5.908.312	33,6	VESTAS V90 2000 90.0 ... Ja		VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
NR N2	457.654	5.908.049	30,7	VESTAS V90 2000 90.0 ... Ja		VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
NR P1	457.719	5.908.920	37,5	VESTAS V90 2000 90.0 ... Ja		VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
NR P2	458.268	5.909.091	29,0	VESTAS V90 2000 90.0 ... Ja		VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	125,0	1.504	14,9
NR P3	458.322	5.908.787	38,1	VESTAS V90 2000 90.0 ... Ja		VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
NR P4	458.057	5.908.615	36,3	VESTAS V90 2000 90.0 ... Ja		VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

SD T1\_2\_3\_4 34 AEP-Progn Rev17\_jowi

Beschreibung:

Beispiel eines  
Abschaltplans der  
WKA zur Einhaltung  
der Richtwerte

Lizenzierter Anwender:

Enertrag Energiedienst GmbH

Gut Dauerthal  
DE-17291 Schenkenberg  
+49 (0)39854 6459395

Johannes Wischnewski / johannes.wischnewski@enertrag.com

Berechnet:

12.11.2019 14:09/3.3.261

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** SD T3 Abschaltplan GB (ZB 3WKA+17WKA par.Plan.)

...(Fortsetzung von letzter Seite)

	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]				[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]	
NR P5	457.655	5.908.611	32,2	VESTAS V90 2000 90.0 ... Ja	Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
NR P6	457.922	5.908.331	33,4	VESTAS V90 2000 90.0 ... Ja	Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
NR P7	458.248	5.908.077	31,5	VESTAS V90 2000 90.0 ... Ja	Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
NR P8	457.935	5.907.896	34,9	VESTAS V90 2000 90.0 ... Ja	Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
NR R1	458.741	5.908.769	33,7	VESTAS V90 2000 90.0 ... Ja	Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
NR R2	458.715	5.908.423	42,5	VESTAS V90 2000 90.0 ... Ja	Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
NR R3	458.654	5.907.991	28,1	VESTAS V90 2000 90.0 ... Ja	Ja	VESTAS	V90-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
SD E1	459.666	5.908.858	49,8	VESTAS V117-3.45 345... Ja	Ja	VESTAS	V117-3.45-3.450	3.450	117,0	141,5	1.711	0,0
SD E3	459.078	5.908.267	42,9	VESTAS V117-3.45 345... Ja	Ja	VESTAS	V117-3.45-3.450	3.450	117,0	141,5	1.711	0,0
SD E4	459.438	5.908.192	42,5	VESTAS V117-3.45 345... Ja	Ja	VESTAS	V117-3.45-3.450	3.450	117,0	141,5	1.711	0,0
SD E5	459.332	5.907.890	30,5	VESTAS V117-3.45 345... Ja	Ja	VESTAS	V117-3.45-3.450	3.450	117,0	141,5	1.711	0,0
SD E6	459.566	5.907.558	32,6	VESTAS V117-3.45 345... Ja	Ja	VESTAS	V117-3.45-3.450	3.450	117,0	141,5	1.711	0,0
WEA 01	458.806	5.904.648	32,4	VESTAS V136 3450 136...Ja	Ja	VESTAS	V136-3.450	3.450	136,0	166,0	1.812	12,8
WEA 02	458.780	5.904.316	34,5	VESTAS V136 3450 136...Ja	Ja	VESTAS	V136-3.450	3.450	136,0	166,0	1.812	12,8
WEA 03	459.063	5.904.148	32,5	SENVION 3.6M140 3600...Ja	Ja	SENVION	3.6M140-3.600	3.600	140,0	160,0	1.696	0,0

## Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IO 01	459.775	5.906.420	34,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 02	459.712	5.906.372	33,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 03	459.655	5.906.352	32,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 04	459.643	5.906.325	32,4	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 05	459.585	5.906.270	32,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 06	459.501	5.906.272	30,6	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 07	459.442	5.906.282	30,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 08	459.374	5.906.310	30,4	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 09	459.296	5.906.310	32,3	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 10	459.225	5.906.436	32,5	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 11	459.141	5.906.398	32,5	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 12	459.098	5.906.289	32,5	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 13	458.978	5.906.255	33,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 14	458.942	5.906.196	32,8	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 15	458.992	5.906.088	32,5	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 16	458.984	5.906.040	32,8	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 17	458.920	5.906.023	33,7	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 18	462.153	5.906.790	30,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 19	461.972	5.906.765	30,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 20	462.031	5.906.917	30,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 21	462.041	5.906.974	30,0	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1
IO 22	462.387	5.906.616	30,7	0,1	0,1	2,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,1

## Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			Vermiedene Stunden pro Jahr	Vermiedene Tage pro Jahr	met. wahrsch. Beschattungsdauer	
	Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag			Stunden/Jahr	Vermiedene Stunden pro Jahr
	[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	[d/a]	[h/a]	[h/a]
IO 01*	29:29	78	0:30	36:11	56	3:40	3:13
IO 02*	13:36	107	0:23	73:52	35	1:53	7:10
IO 03*	8:04	60	0:15	91:59	99	0:55	9:43
IO 04*	7:07	43	0:15	99:17	118	0:35	10:46
IO 05*	23:50	83	0:26	94:00	79	2:05	10:28
IO 06*	23:28	121	0:22	74:34	33	2:15	8:33
IO 07*	12:08	108	0:14	81:16	47	1:17	9:03
IO 08*	6:31	83	0:12	87:06	71	0:47	9:25
IO 09*	8:15	69	0:12	86:41	85	0:59	9:15
IO 10*	5:50	54	0:18	62:35	72	0:40	6:16
IO 11*	7:43	61	0:20	64:46	64	0:56	6:25

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

SD T1\_2\_3\_4 34 AEP-Progn Rev17\_jowi

Beschreibung:

Beispiel eines Abschaltplans der WKA zur Einhaltung der Richtwerte

Lizenzierter Anwender:

Enertrag Energiedienst GmbH
Gut Dauerthal
DE-17291 Schenkenberg
+49 (0)39854 6459395
Johannes Wischnewski / johannes.wischnewski@enertrag.com
Berechnet:
12.11.2019 14:09/3.3.261

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: SD T3 Abschaltplan GB (ZB 3WKA+17WKA par.Plan.)

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Table with 9 columns: Nr., Stunden/Jahr, Schattentage/Jahr, Max.Schattendauer/Tag, Vermiedene Stunden pro Jahr, Vermiedene Tage pro Jahr, met. wahrsch. Beschattungsdauer (Stunden/Jahr, Vermiedene Stunden pro Jahr). Rows include IO 12\* through IO 22.

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

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Table with 4 columns: Nr., Name, Maximal [h/a], Angehalten wg. Schattenabschaltung [h/a], Erwartet [h/a]. Lists various turbine models and their shadowing characteristics.

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:

SD T1\_2\_3\_4 34 AEP-Progn Rev17\_jowi

Beschreibung:

Beispiel eines Abschaltplans der WKA zur Einhaltung der Richtwerte

Lizenzierter Anwender:

Enertrag Energiedienst GmbH

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

Johannes Wischnewski / johannes.wischnewski@enertrag.com

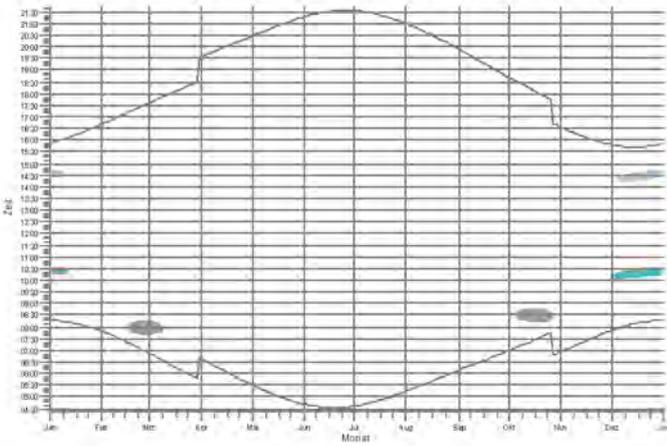
Berechnet:

12.11.2019 14:09/3.3.261

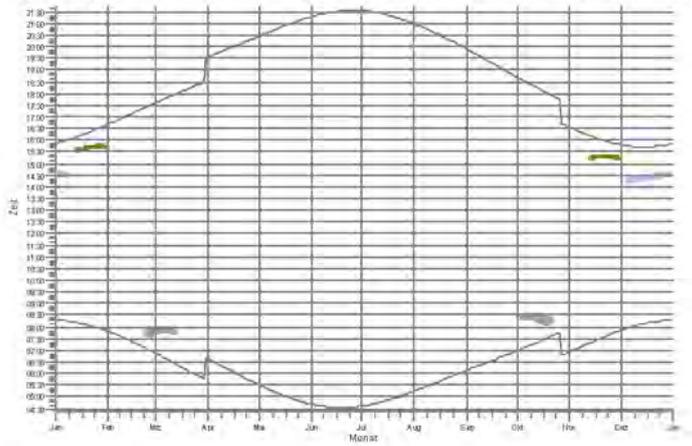
## SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: SD T3 Abschaltplan GB (ZB 3WKA+17WKA par.Plan.)

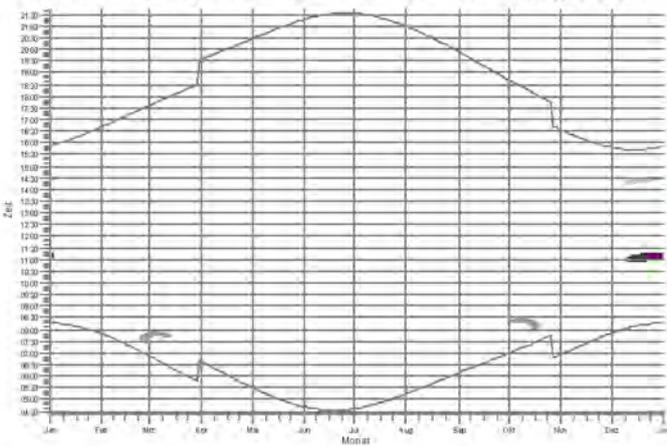
IO 01: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (380)\*



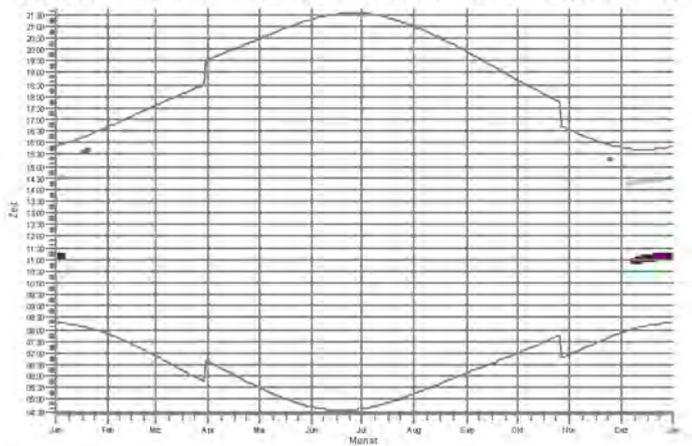
IO 02: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (381)\*



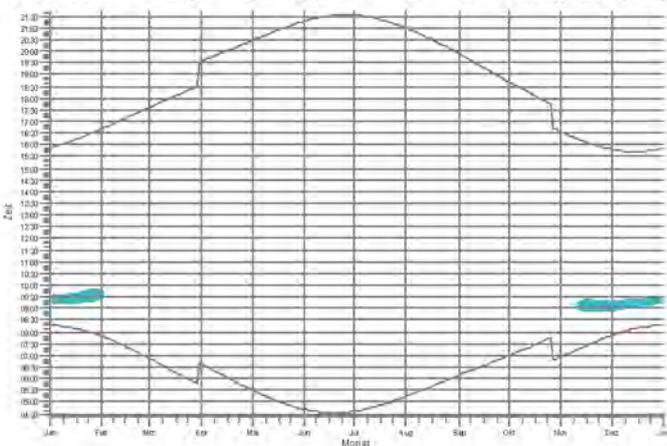
IO 03: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (382)\*



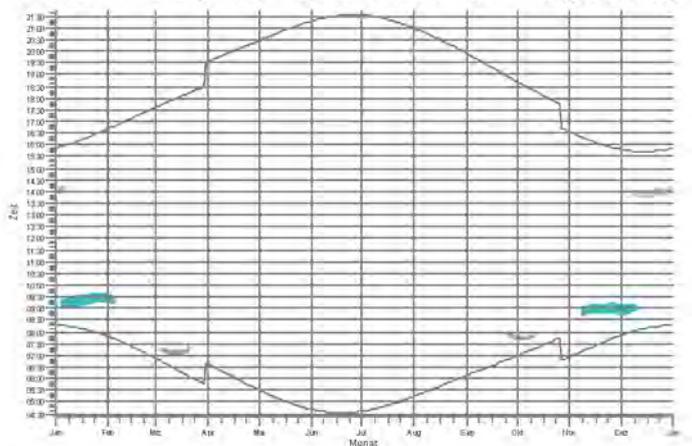
IO 04: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (383)\*



IO 05: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (384)\*



IO 06: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (385)\*



WEA

(T1) SD P1: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (873)

(T1) SD P2: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (874)

(T2) SD F1: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (875)

(T2) SD K9: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (880)

(T3) SD K1: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (881)

(T3) SD K2: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (882)

(T3) SD K4: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (883)

(T4) SD K3: VESTAS V126-3.45 3450 126.0 IO! NH: 149,0 m (Ges:212,0 m) (967)

\* Ergebnisse reduziert um Schattenabschaltung

Projekt:

SD T1\_2\_3\_4 34 AEP-Progn Rev17\_jowi

Beschreibung:

Beispiel eines Abschaltplans der WKA zur Einhaltung der Richtwerte

Lizenzierter Anwender:

Enertrag Energiedienst GmbH

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

Johannes Wischnewski / johannes.wischnewski@enertrag.com

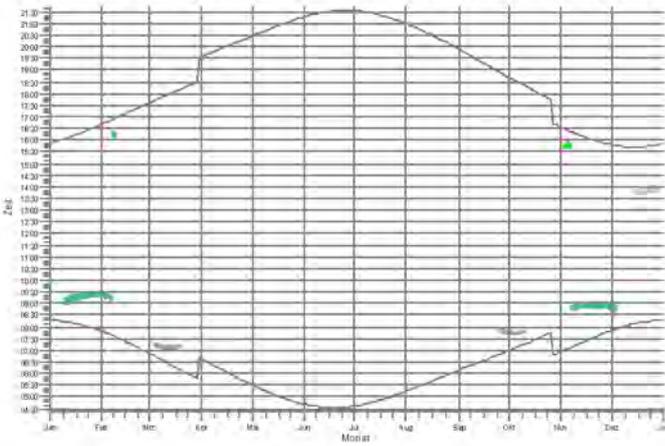
Berechnet:

12.11.2019 14:09/3.3.261

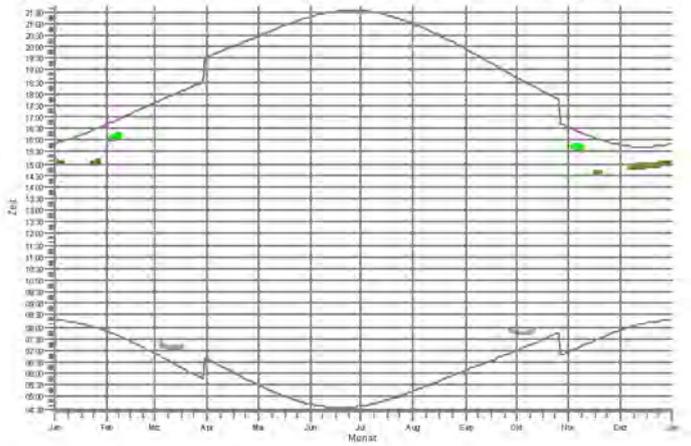
## SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: SD T3 Abschaltplan GB (ZB 3WKA+17WKA par.Plan.)

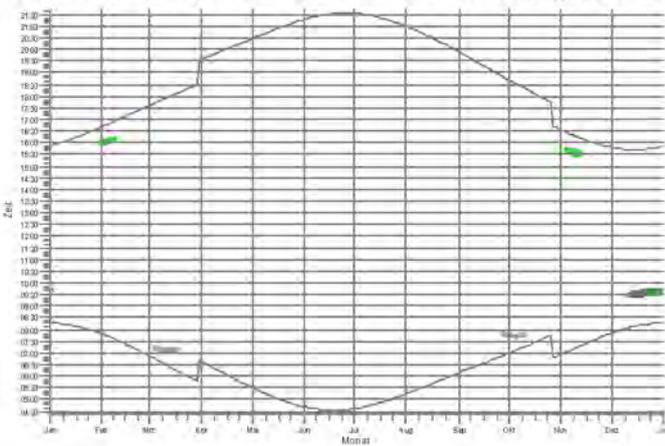
IO 07: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (386)\*



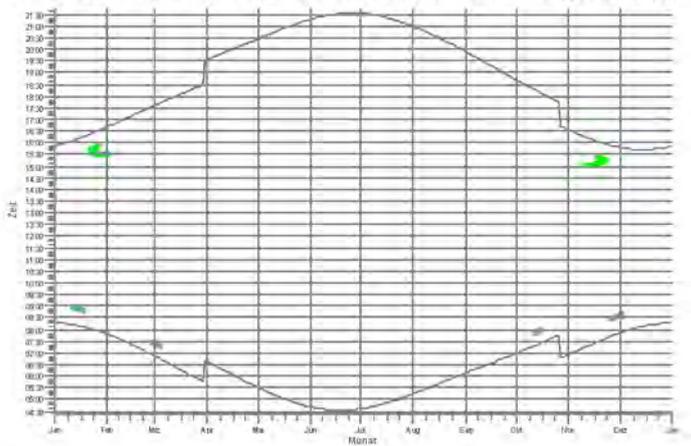
IO 08: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (387)\*



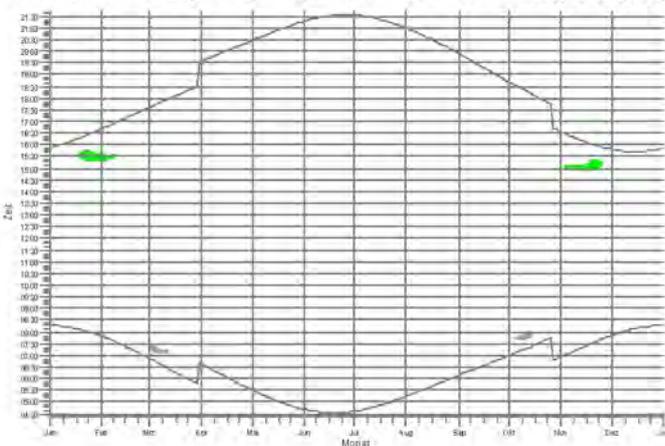
IO 09: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (388)\*



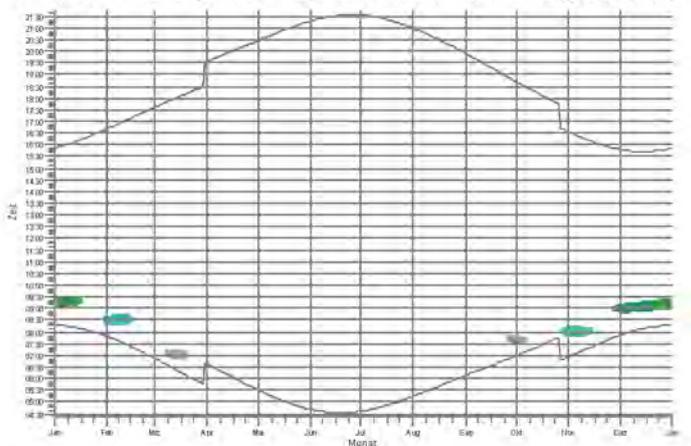
IO 10: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (389)\*



IO 11: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (390)\*



IO 12: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (391)\*



WEA

(T1) SD P1: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (873)  
 (T1) SD P2: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (874)  
 (T2) SD F1: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (875)

(T2) SD K9: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (880)  
 (T3) SD K1: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (881)  
 (T3) SD K2: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (882)

(T4) SD K3: VESTAS V126-3.45 3450 126.0 IO! NH: 149,0 m (Ges:212,0 m) (967)  
 (T4) SD K5: VESTAS V126-3.45 3450 126.0 IO! NH: 149,0 m (Ges:212,0 m) (968)

\* Ergebnisse reduziert um Schattenabschaltung

Projekt:

SD T1\_2\_3\_4 34 AEP-Progn Rev17\_jowi

Beschreibung:

Beispiel eines Abschaltplans der WKA zur Einhaltung der Richtwerte

Lizenzierter Anwender:

Enertrag Energiedienst GmbH

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

Johannes Wischnewski / johannes.wischnewski@enertrag.com

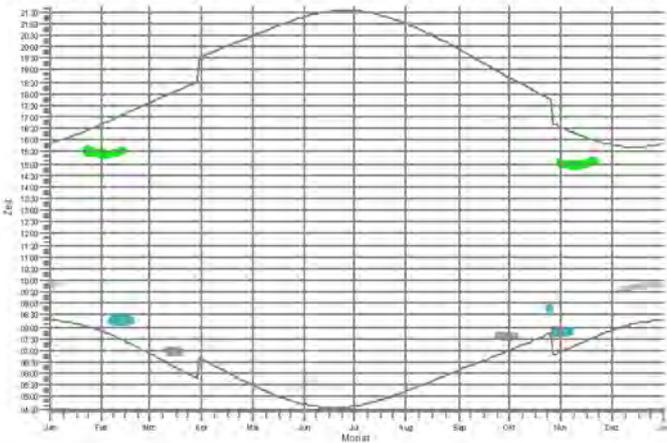
Berechnet:

12.11.2019 14:09/3.3.261

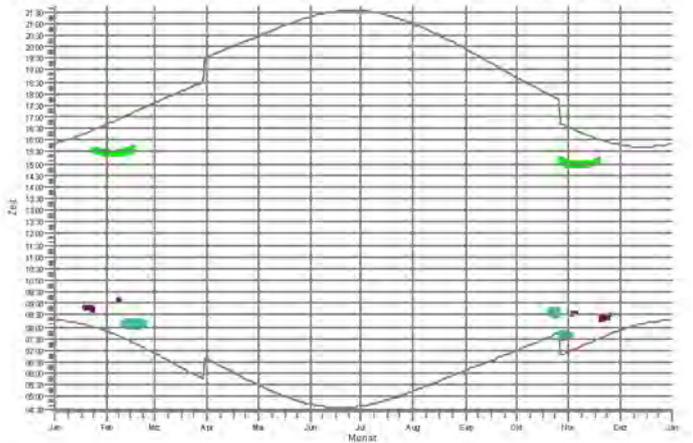
## SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: SD T3 Abschaltplan GB (ZB 3WKA+17WKA par.Plan.)

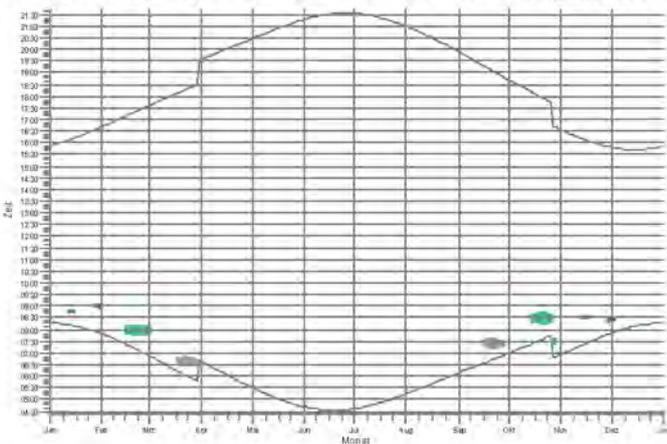
IO 13: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (392)\*



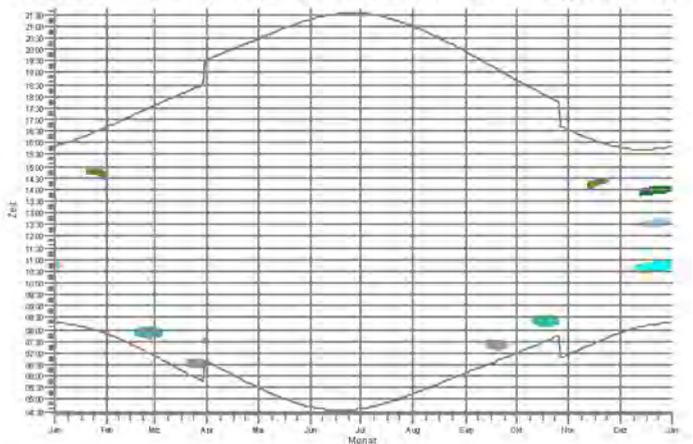
IO 14: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (393)\*



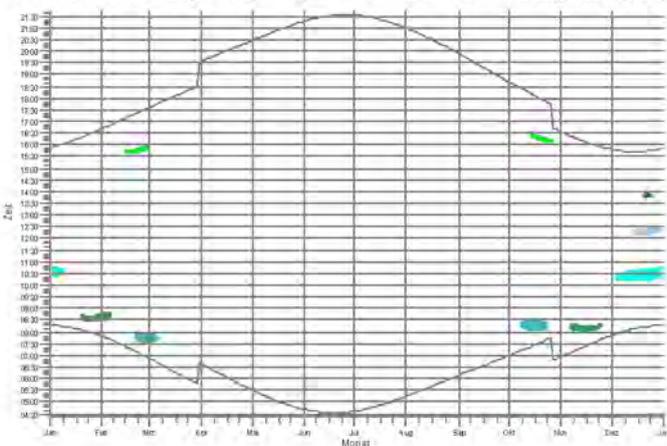
IO 15: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (394)\*



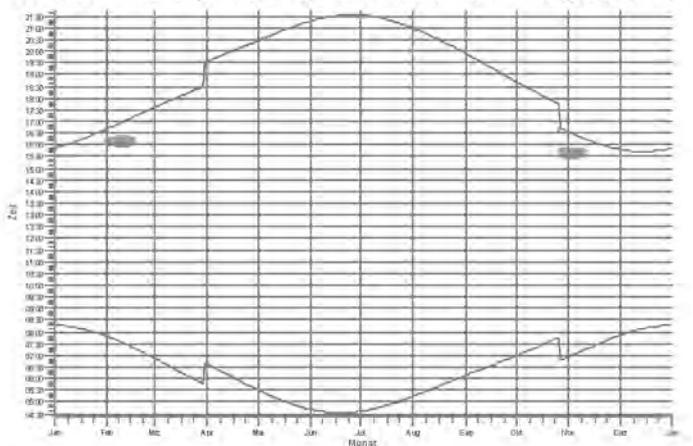
IO 16: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (395)\*



IO 17: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (396)\*



IO 18: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (397)\*



WEA

- (T1) SD O1: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (865)
- (T1) SD P1: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (873)
- (T1) SD P2: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (874)
- (T2) SD F1: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (875)

- (T2) SD K6: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (877)
- (T2) SD K7: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (878)
- (T2) SD K9: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (880)
- (T3) SD K1: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (881)

- (T3) SD K2: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IO! NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (882)
- (T4) SD K3: VESTAS V126-3.45 3450 126.0 IO! NH: 149,0 m (Ges:212,0 m) (967)
- (T4) SD K5: VESTAS V126-3.45 3450 126.0 IO! NH: 149,0 m (Ges:212,0 m) (968)

\* Ergebnisse reduziert um Schattenabschaltung

Projekt:

**SD T1\_2\_3\_4 34 AEP-Progn Rev17\_jowi**

Beschreibung:

Beispiel eines Abschaltplans der WKA zur Einhaltung der Richtwerte

Lizenzierter Anwender:

**Enertrag Energiedienst GmbH**

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

Johannes Wischnewski / johannes.wischnewski@enertrag.com

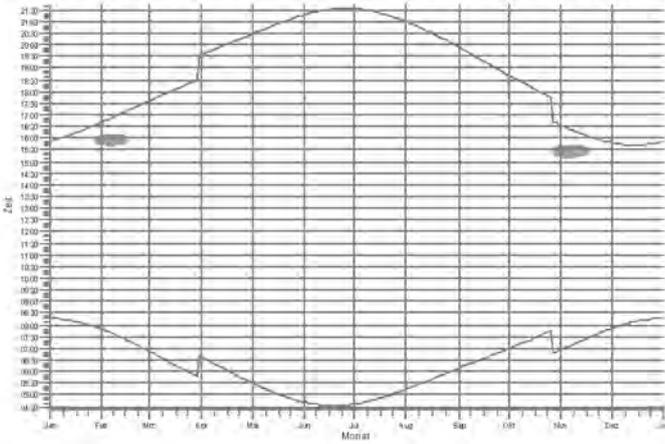
Berechnet:

12.11.2019 14:09/3.3.261

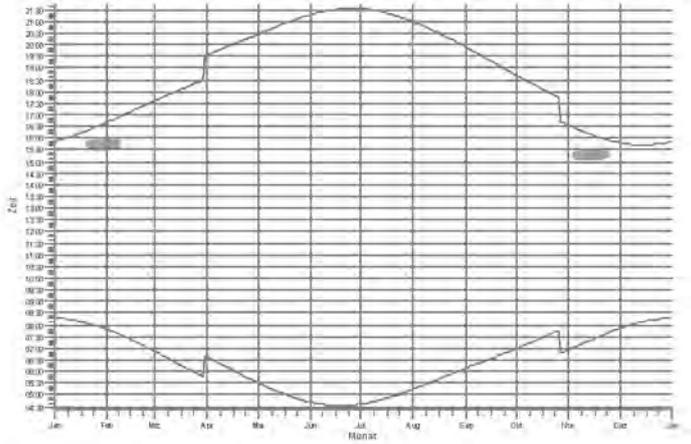
## SHADOW - Grafischer Kalender

**Berechnung:** SD T3 Abschaltplan GB (ZB 3WKA+17WKA par.Plan.)

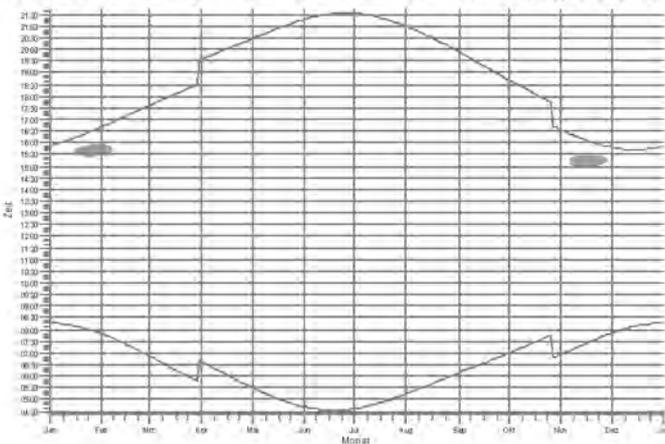
IO 19: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (398)\*



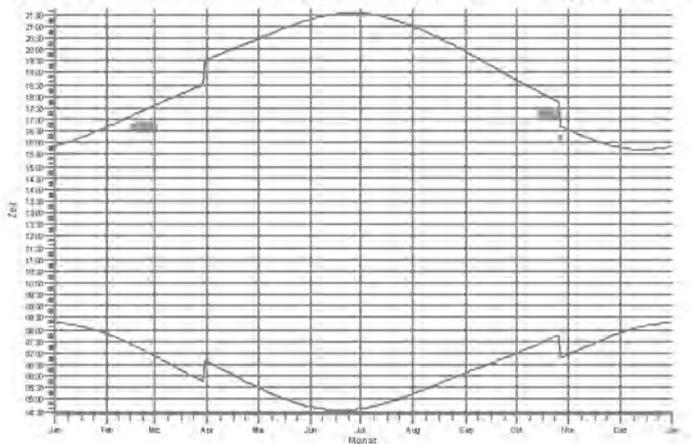
IO 20: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (399)\*



IO 21: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (400)



IO 22: Schattenrezeptor: 0,1 × 0,1 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 0,0° (401)



WEA

(T3) SD K1: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IOI NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (881)

(T3) SD K2: VESTAS V150-5.6 5600 150.0 IOI NH: 166,0 m (Ges:241,0 m) (882)

\* Ergebnisse reduziert um Schattenabschaltung

Projekt:

**SD T1\_2\_3\_4 34 AEP-Progn Rev17\_jowi**

Beschreibung:

Beispiel eines  
Abschaltplans der  
WKA zur Einhaltung  
der Richtwerte

Lizenzierter Anwender:

**Enertrag Energiedienst GmbH**

Gut Dauerthal  
DE-17291 Schenkenberg  
+49 (0)39854 6459395

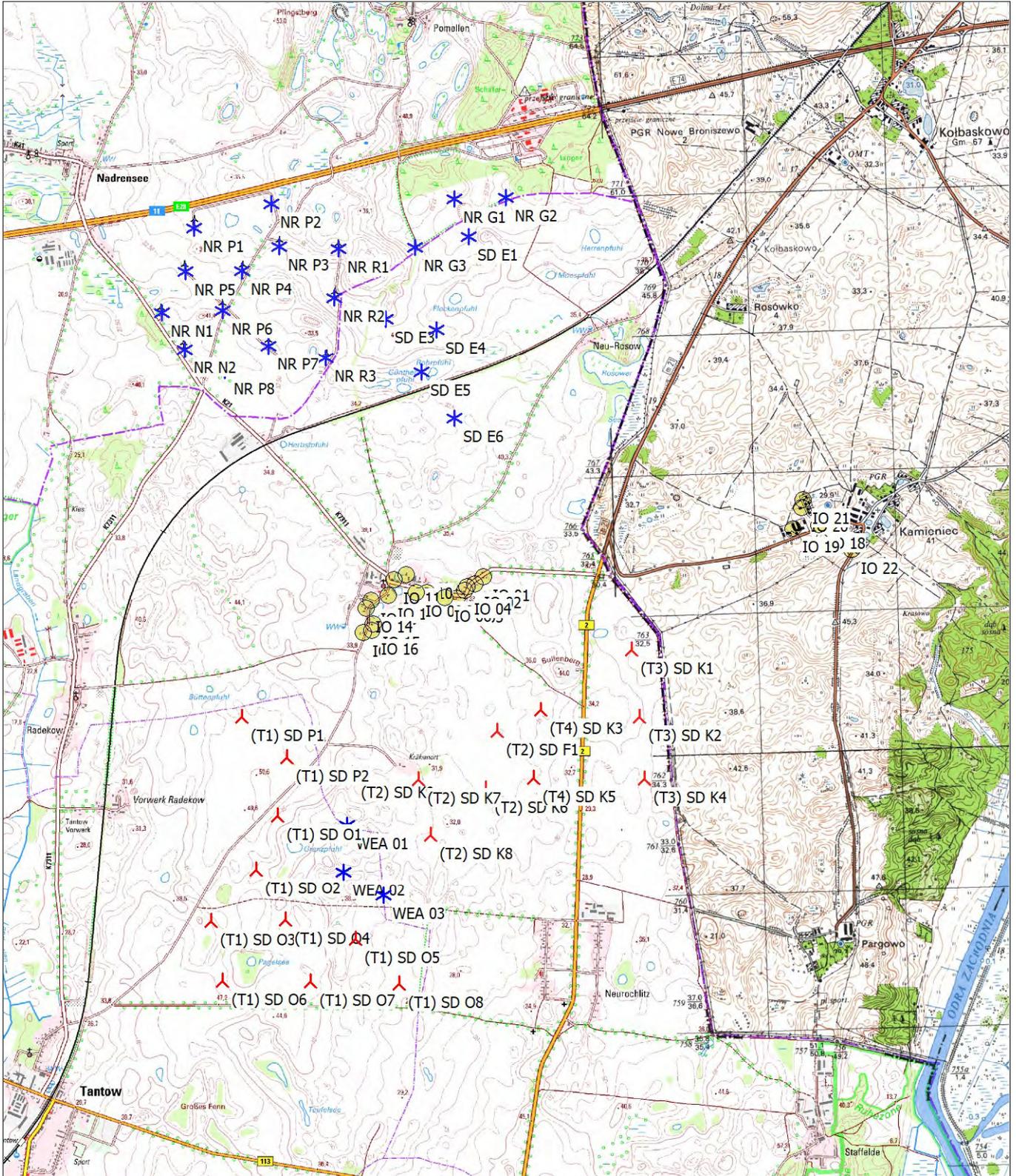
Johannes Wischnewski / johannes.wischnewski@enertrag.com

Berechnet:

12.11.2019 14:09/3.3.261

## SHADOW - Karte

**Berechnung:** SD T3 Abschaltplan GB (ZB 3WKA+17WKA par.Plan.)



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: TK25 mit Polen , Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM WGS84 Zone: 33 Ost: 459.939 Nord: 5.906.324

🚧 Neue WEA

★ Existierende WEA

🟡 Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: SD T1+T2 34 AEP-Progn Rev2\_EMDGrid\_0.wpg (2)