

Schattenwurfanalyse
zum
Antrag auf Genehmigung nach § 4 BImSchG
zur Errichtung und Betrieb
von 4 Windkraftanlagen
des Typs GE 5.3-158

im Windeignungsgebiet Wallmow
in der Gemarkung Trampe

Gemeinde Brüssow

Landkreis Uckermark

ENERTRAG AG
17291 Dauerthal

vom: 04.12.2018

M.Sc. Christoph Haucke

Inhalt

Anlagen:	1
1 Einleitung /Aufgabenstellung	1
2 Schattenwurf von Windkraftanlagen	1
2.1 Einfluss des Sonnenstandes	2
2.2 Einfluss der Bewölkung	3
2.3 Einfluss der Windrichtung	3
3 Berechnung der Schattenwurfdauer.....	3
3.1 Richtlinien	3
3.2 Kernschatten / Halbschatten	4
3.3 Abschätzung der Schattendauer an den Immissionsorten	4
3.3.1 Beschreibung der Immissionsorte und der Windkraftanlagen	4
3.3.2 Berechnung und Bewertung der Schattenwurfdauer	6
4 Ergebnisse	7
4.1 Durch den Windpark verursachte Immissionen durch Schattenwurf	7
Schattenwurfbelastung durch die WKA der Vorbelastung	7
Zusatzbelastung durch die beantragten Windkraftanlagen	8
Gesamtbelastung durch die WKA der Vorbelastung und die neu beantragten Anlagen	9
4.2 Gesamtbeurteilung	12
5 Gewähr	12

Anlagen:

Berechnungen aus WindPRO SHADOW

- Hauptergebnis Vorbelastung	2 Seiten
Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Stunden pro Jahr	1 Seite
Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Minuten pro Tag	1 Seite
- Hauptergebnis Zusatzbelastung	2 Seiten
Graphischer Kalender der betroffenen Immissionsorte	5 Seiten
Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Stunden pro Jahr	1 Seite
Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Minuten pro Tag	1 Seite
- Hauptergebnis Gesamtbelastung	2 Seiten
Graphischer Kalender der betroffenen Immissionsorte	6 Seiten
Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Stunden pro Jahr	1 Seite
Schattenwurfkarte astronomisch max. mögliche Minuten pro Tag	1 Seite
- Hauptergebnis Gesamtbelastung, Kontrollrechnung	3 Seiten

1 Einleitung /Aufgabenstellung

Windkraftanlagen (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.

Mit dem vorliegenden Antrag nach § 4 BImSchG wird die Errichtung und der Betrieb von 4 Windkraftanlagen (WKA) des Typs GE 5.3-158 in der Gemarkung Brüssow beantragt.

Inhalt des vorliegenden Gutachtens ist die Prüfung, ob der Betrieb dieser 4 WKA zu Überschreitungen der maximal zulässigen Schattenwurfzeiten führen kann.

Die hier vorliegende Betrachtung prognostiziert die maximal mögliche Schattenwurfdauer an den einzelnen relevanten Immissionsorten (IO) rund um die hier beantragten 4 WKA.

Die Berechnung der theoretisch maximalen Schattenwurfdauer für insgesamt 18 WKA (14 WKA Bestand, 4 WKA Antragsgegenstand) erfolgt als Linien gleicher Schattenwurfdauer und für die einzelnen Immissionsorte (Rezeptoren, siehe Berechnungsauszüge aus WindPRO SHADOW in der Anlage).

Grundlage und Voraussetzungen der Berechnung sind:

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

2 Schattenwurf von Windkraftanlagen

Die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) hat festgelegt, dass man von Sonnenschein spricht, wenn die Bestrahlungsstärke der direkten Sonnenstrahlung mindestens 120 W/m² 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 Abblendung des Lichtes (oder allgemein der Strahlung) eine nicht oder weniger belichtete (bestrahlte) Fläche, die als Schatten bezeichnet wird. Derartige Hindernisse können sich am Himmel befinden, wie z.B. Wolken oder Flugzeuge, oder an der Erdoberfläche, wie Bewuchs (Bäume, Hecken), Hügel oder Bauten. Durch diese Zusammenstellung soll veranschaulicht werden, dass Beschattung durch WKA nur einer der vielen Lichteffekte ist, die uns im täglichen Leben begegnen.

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

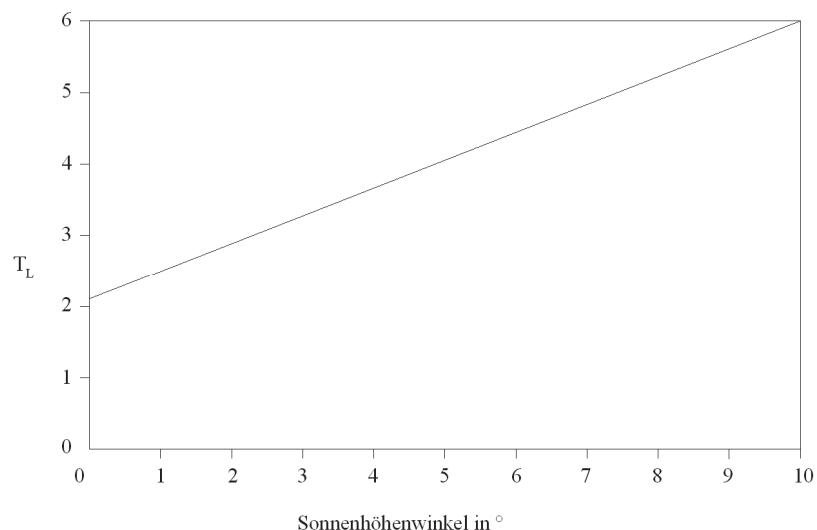


Abb. 1: Reduktion der direkten Sonneneinstrahlung auf 120 W/m^2 in Abhängigkeit vom Sonnenhöhenwinkel und Linke-Trübungsfaktor

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^2 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 Sonnenscheindauer in Minuten pro Tagesstunde an, z.B. scheint im Monat Mai die Sonne zwischen 10 Uhr und 11 Uhr im Mittel 32 Minuten lang.

Nur während dieser 32 Minuten kann Schattenwurf auftreten.

Tab. 2: Durchschnittliche Sonnenscheindauer in Minuten pro Tagesstunde

Monat WOZ	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
03-04												
04-05					4	7	5	1				
05-06				4	17	19	17	8				
06-07			1	13	24	23	24	21	6			
07-08		2	7	23	29	23	26	28	17	4	1	
08-09	2	10	16	26	29	25	26	29	23	14	5	1
09-10	8	14	19	28	31	26	29	34	26	20	13	6
10-11	13	19	20	35	32	27	30	34	27	22	16	10
11-12	14	21	21	31	33	29	32	34	26	24	17	12
12-13	13	22	20	31	34	29	32	35	26	22	18	13
13-14	11	21	20	30	34	29	32	34	25	20	16	11
14-15	7	18	19	28	34	29	30	33	22	20	14	5
15-16	1	11	16	26	34	28	31	32	20	24	5	
16-17		2	10	23	32	27	29	29	16	4		
17-18			2	17	29	26	25	22	4			
18-19				3	20	22	19	8				
19-20					4	8	4					
20-21												

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.

3 Berechnung der Schattenwurfdauer

3.1 Richtlinien

Das Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg hat am 24. März 2003, geändert durch den Erlass vom 28. Februar 2015 eine Leitlinie zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Leitlinie) herausgegeben.

Die bisherigen Richtwerte für die Schattenwurfzeiten an einem Immissionsort (Rezeptor) bei permanentem Sonnenschein liegen bei maximal 30 Stunden im Jahr und 30 Minuten am Tag. 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

Die realen Schattenwurfzeiten sollen maximal 8 Stunden im Jahr nicht überschreiten.

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

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:

$$\infty_{RB} < \infty_S$$

Mit ∞_{RB} = vom Rotorblatt eingenommener Winkel
 ∞_S = von der Sonne eingenommener Winkel

Für die Winkel gilt:

$$\begin{aligned}\infty_{RB} &= \arctan(d/f) \\ \infty_S &= \arctan(D_S/A_{SE}) = 0,53^\circ\end{aligned}$$

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 Blattiefe. Dies wird als Schattenintensität bezeichnet. Man unterscheidet in Kernschattengrenze und Grenze der Schattenintensität von 20%.

3.3 Abschätzung der Schattendauer an den Immissionsorten

3.3.1 Beschreibung der Immissionsorte und der Windkraftanlagen

In der Berechnung werden die umliegenden Wohnbebauungen und schutzwürdigen Objekte im Einwirkungsbereich der WKA betrachtet.

Die technischen Daten der hier beantragten 4 WKA lauten:

Hersteller und Typ der WKA:	GE 5.3-158
Nennleistung:	5.300 kW
Nabenhöhe:	161,0 m
Rotordurchmesser	158,0 m
Beschattungsbereich	1.798 m

Tab.3: Standorte der beantragten 4 Windkraftanlagen

Anlage Bez.	Typ	UTM Koordinaten WGS 84 Zone 33N		Geographische Koordinaten WGS 84	
		Rechts	Hoch	Länge	Breite
GR K1	GE 5.3-158	440.037	5.914.049	14°05'55,40"	53°22'19,74"
GR K2	GE 5.3-158	439.680	5.913.772	14°05'36,28"	53°22'10,63"
GR K3	GE 5.3-158	440.350	5.913.862	14°06'12,46"	53°22'13,82"
GR K4	GE 5.3-158	440.253	5.913.502	14°06'07,46"	53°22'02,13"

Vorbelastung:

Als Vorbelastung einzustellen sind zunächst 14 in Betrieb befindliche WKA im Windeignungsgebiet Wallmow. Die technischen Daten dieser Anlagen und die Standorte können den Berechnungsergebnissen in der Anlage entnommen werden.

Immissionsorte:

Die Rezeptoren sind nach den örtlichen Gegebenheiten an den Orträndern mit der höchsten Nähe zum Windeignungsgebiet und/oder entsprechend der Schattenwurflinien im Einwirkungsbereich der Anlagen ausgewählt.

Tab. 4: Adressen und Koordinaten der Immissionsorte

Bez. IO	Ortschaft	Lagebeschreibung/ Adresse	UTM Koordinaten WGS 84 Zone 33N	
			Rechts	Hoch
A	Grü	Grünberg, Nr. 1	442.739	5.912.039
B	Ham	Hammelstall, Nr. 3	441.108	5.914.858
C		Hammelstall, Nr. 8	441.124	5.914.622
D	Hed	Hedwigshof, Nr. 12	438.962	5.915.178
E		Hedwigshof, Nr. 4	438.789	5.914.838
F		Hedwigshof, Nr. 7	438.835	5.915.047
G	Kla	Klausthal, Nr. 5	441.203	5.911.471
H	Moo	Moor, Nr. 7d	439.690	5.915.508
I	Tra	Trampe, Nr 40	441.726	5.913.086
J		Trampe, Nr. 30	441.665	5.913.339
K		Trampe, Nr. 35	441.290	5.913.513
L		Trampe, Nr. 42	441.634	5.912.911
M	Wal	Wallmow, Ferienhaus (Flst. 201)	439.047	5.910.953
N		Wallmow, Nr. 1	439.648	5.910.720
O		Wallmow, Nr. 53	439.139	5.911.244
P		Wallmow, Nr. 6 (Schule)	439.529	5.910.801
Q		Wallmow, Nr. 65	439.092	5.910.389
R	Wen	Wendtshof, Nr. 10	438.082	5.912.406
S		Wendtshof, Nr. 7	438.058	5.912.537

3.3.2 Berechnung und Bewertung der Schattenwurfdauer

Die Berechnung der Schattenwurfzeiten 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 Windkraftanlagen 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 (Windkraftanlagen) 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 folgende 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 Stunden 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 Ergebnisse

4.1 Durch den Windpark verursachte Immissionen durch Schattenwurf

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

Schattenwurfbelastung durch die WKA der Vorbelastung

Durch die insgesamt 14 WKA der Vorbelastung ergeben sich folgende theoretisch maximal mögliche Schattenwurfzeiten:

Tab. 5: Ergebnisse der Schattenwurfberechnung – Vorbelastung (14 WKA)

Bez. IO	Lagebeschreibung / Adresse		Schattenwurf Gesamtdauer pro Jahr	Mittlere Schattendauer Maximum pro Tag
			[Std/Jahr]	[Std/Tag]
A	Grü	Nr. 1	00:00	00:00
B	Ham	Nr. 3	00:00	00:00
C		Nr. 8	00:00	00:00
D	Hed	Nr. 12	00:00	00:00
E		Nr. 4	00:00	00:00
F		Nr. 7	00:00	00:00
G	Kla	Nr. 5	13:09	00:17
H	Moo	Nr. 7d	00:00	00:00
I	Tra	Nr 40	23:43	00:22
J		Nr. 30	30:43	00:22
K		Nr. 35	47:29	00:29
L		Nr. 42	32:08	00:24
M	Wal	Ferienhaus (Flst. 201)	00:00	00:00
N		Nr. 1	00:00	00:00
O		Nr. 53	00:00	00:00
P		Nr. 6 (Schule)	00:00	00:00
Q		Nr. 65	00:00	00:00
R	Wen	Nr. 10	26:09	00:25
S		Nr. 7	20:04	00:24

Im Ergebnis der Schattenwurfberechnung zeigt sich, dass durch die bestehenden Anlagen der Vorbelastung in den Ortschaften Klausthal, Trampe und Wendtshof Schattenwurf verursacht wird, in Trampe liegt dieser zum Teil über den zulässigen Richtwerten liegt.

Die maximale Belastung der Gesamtdauer pro Jahr tritt an den IO K und L in Trampe auf.

Ein Teil der vorhandenen Anlagen ist wahrscheinlich mit Abschaltautomatiken ausgestattet. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Richtwerte so eingehalten werden.

Zusatzbelastung durch die beantragten Windkraftanlagen

Die beantragten 4 WKA in der Gemarkung Trampe führen zu folgenden theoretisch maximal möglichen Schattenwurfdauern an den einzelnen Immissionsorten:

Tab. 6: Ergebnisse der Schattenwurfberechnung – Zusatzbelastung (4 WKA Antrag)
durch das Vorhaben nicht betroffene IO sind grau dargestellt

Bez. IO	Lagebeschreibung / Adresse		Schattenwurf Gesamtdauer pro Jahr	Mittlere Schattendauer Maximum pro Tag
			[Std/Jahr]	[Std/Tag]
A	Grü	Nr. 1	00:00	00:00
B	Ham	Nr. 3	55:09	00:42
C		Nr. 8	75:52	00:46
D	Hed	Nr. 12	18:48	00:25
E		Nr. 4	41:20	00:28
F		Nr. 7	30:37	00:26
G	Kla	Nr. 5	00:00	00:00
H	Moo	Nr. 7d	00:00	00:00
I	Tra	Nr. 40	38:02	00:25
J		Nr. 30	32:55	00:34
K		Nr. 35	83:53	00:51
L		Nr. 42	24:05	00:26
M	Wal	Ferienhaus (Flst. 201)	00:00	00:00
N		Nr. 1	00:00	00:00
O		Nr. 53	00:00	00:00
P		Nr. 6 (Schule)	00:00	00:00
Q		Nr. 65	00:00	00:00
R	Wen	Nr. 10	00:00	00:00
S		Nr. 7	00:00	00:00

Durch die beantragte WKA wird in den Ortschaften Hammelstall, Hedwigshof und Trampe Schattenwurf verursacht. Der Schattenwurf, der durch das Vorhaben verursacht wird, überschreitet in allen Ortschaften die Richtwerte für die Gesamtdauer pro Jahr und in Hammelstall und Trampe die mittlere maximale Schattendauer pro Tag.

Der Schattenwurf in den Ortschaften Hammelstall, Hedwigshof und Trampe wird durch die beantragten WKA GR K1, GR K2, GR K3 und GR K4 verursacht. Die beantragten WKA müssen daher alle mit einer Abschaltautomatik ausgestattet bzw. gesteuert werden.

Gesamtbelastung durch die WKA der Vorbelastung und die neu beantragten Anlagen

Durch die 14 WKA der Vorbelastung und die beantragte 4 WKA ergeben sich folgende theoretisch maximal möglichen Schattenwurfzeiten für die Gesamtbelastung:

Tab. 7: Ergebnisse der Schattenwurfberechnung – Gesamtbelastung (14 WKA VB, 4 WKA Antrag)

Bez. IO	Lagebeschreibung / Adresse		Schattenwurf Gesamtdauer pro Jahr	Mittlere Schattendauer Maximum pro Tag
			[Std/Jahr]	[Std/Tag]
A	Grü	Nr. 1	00:00	00:00
B	Ham	Nr. 3	55:09	00:42
C		Nr. 8	75:52	00:46
D	Hed	Nr. 12	18:48	00:25
E		Nr. 4	41:20	00:28
F		Nr. 7	30:37	00:26
G	Kla	Nr. 5	13:09	00:17
H	Moo	Nr. 7d	00:00	00:00
I	Tra	Nr. 40	61:45	00:25
J		Nr. 30	63:38	00:34
K		Nr. 35	131:22	00:51
L		Nr. 42	56:13	00:26
M	Wal	Ferienhaus (Flst. 201)	00:00	00:00
N		Nr. 1	00:00	00:00
O		Nr. 53	00:00	00:00
P		Nr. 6 (Schule)	00:00	00:00
Q		Nr. 65	00:00	00:00
R	Wen	Nr. 10	26:09	00:25
S		Nr. 7	20:04	00:24

Durch das beantragte Vorhaben in Verbindung mit den Anlagen der Vorbelastung kommt es in Hammelstall, Hedwigshof und Trampe zu weiteren Erhöhungen der Schattenwurfdauern mit Richtwertüberschreitungen für die Schattenwurfgesamtdauer pro Jahr und die mittlere maximale Schattendauer pro Tag.

Im Anhang befindet sich eine Kontrollberechnung der maximal möglichen Schattenwurfzeiten bei Ausstattung bzw. Steuerung der GR K1, GR K2, GR K3 und GR K4.

Die Nachweisrechnung erfolgt über eine sogenannte WKA-Rezeptorkombination. Dabei wird gewählt, bei welchen Kombinationen der betrachteten WKA mit den eingestellten Rezeptoren eine Abschaltung erfolgen soll, wenn dort Schattenwurf hervorgerufen wird. Wenn eine solche Kombination gewählt wird, schaltet die WKA ab, sobald der Rezeptor durch sie beschattet wird, so dass die Schattenwurfzeiten am IO reduziert werden.

Damit wird der Nachweis erbracht, dass durch diese Maßnahme ein Betrieb ohne Überschreitung der Richtwerte gewährleistet werden kann.

Im Ergebnis kann festgestellt werden, dass durch die Ausstattung mit einem Abschaltmodul, bzw. die Steuerung durch ein Solches von den beantragten WKA eine Überschreitung der Richtwerte in Hammelstall, Hedwigshof und Trampe ausgeschlossen werden kann.

4.2 Gesamtbeurteilung

Durch die beantragten WKA GR K1, GR K2, GR K3 und GR K4 wird in den Ortschaften Hammelstall, Hedwigshof und Trampe Schattenwurf verursacht. In diesen Ortschaften kommt es zu Überschreitungen der Richtwerte für die Gesamtdauer pro Jahr und die mittlere maximale Schattendauer pro Tag. Ebenso kommt es in Trampe durch die Vorbelastungs-WKA zu Überschreitungen der Richtwerte für die Gesamtdauer pro Jahr.

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

Aus Sicht der zu erwartenden Schattenwurfbelastung bestehen gegen das hier untersuchte Vorhaben „Errichtung und Betrieb von 4 Windkraftanlagen im Windeignungsgebiet Wallmow“ bei Beachtung der oben gemachten Hinweise durch den Einsatz einer Abschaltautomatik keine Bedenken.

5 Gewähr

Diese Prognose stellt die voraussichtlichen Schattenwurfzeiten für die beantragten 4 WKA in der Gemarkung Trampe und 14 weitere vorhandenen WKA für die umliegenden Wohnbebauungen und schutzwürdigen Objekte dar.

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

Dauerthal, den 04.12.2018



M.Sc. Christoph Haucke

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: VB (14 WKA Bestand) 16.05.2018

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA

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

Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont

3 °

Tage zwischen Berechnungen

1 Tag(e)

Berechnungszeitsprung

1 Minuten

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche

Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:

Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang

Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung

Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

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

Verwendete Höhenlinien: kombi DGM SRTM

Hindernisse in Berechnung verwendet

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

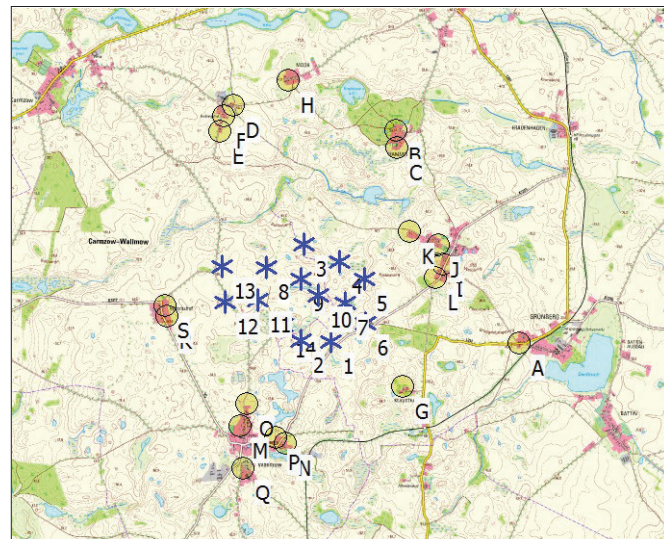
Rasterauflösung: 10,0 m

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-WGS84 Zone: 33

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller					Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
1	440.251	5.912.066	60,0	ENERCON E-82 E2 2300 8...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
2	439.852	5.912.088	60,0	ENERCON E-82 E2 2300 8...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
3	439.895	5.913.359	64,5	GE WIND ENERGY GE 2.5...	Nein	GE WIND ENERGY	GE 2.5xl-2.500	2.500	100,0	100,0	1.574	14,0
4	440.361	5.913.119	56,1	GE WIND ENERGY GE 2.5...	Nein	GE WIND ENERGY	GE 2.5xl-2.500	2.500	100,0	100,0	1.574	14,0
5	440.695	5.912.896	55,3	GE WIND ENERGY GE 2.5...	Nein	GE WIND ENERGY	GE 2.5xl-2.500	2.500	100,0	100,0	1.574	14,0
6	440.707	5.912.316	60,0	GE WIND ENERGY GE 2.5...	Nein	GE WIND ENERGY	GE 2.5xl-2.500	2.500	100,0	100,0	1.574	14,0
7	440.433	5.912.582	60,0	GE WIND ENERGY GE 2.5...	Nein	GE WIND ENERGY	GE 2.5xl-2.500	2.500	100,0	100,0	1.574	14,0
8	439.392	5.913.049	60,0	ENERCON E-82 E2 2300 8...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
9	439.853	5.912.902	60,0	ENERCON E-82 E2 2300 8...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
10	440.086	5.912.676	60,0	ENERCON E-82 E2 2300 8...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
11	439.281	5.912.614	60,0	ENERCON E-82 E2 2300 8...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
12	438.852	5.912.595	60,0	ENERCON E-82 E2 2300 8...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
13	438.817	5.913.064	60,0	ENERCON E-82 E2 2300 8...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
14	439.614	5.912.291	60,0	ENERCON E-82 E2 2300 8...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0



Maßstab 1:100.000

* Existierende WEA

● Schattenrezeptor

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]		[m]
A	Grünberg, Nr. 1	442.739	5.912.039	40,1	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	Hammelstall, Nr. 3	441.108	5.914.858	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	Hammelstall, Nr. 8	441.124	5.914.622	50,1	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	Hedwigshof, Nr. 12	438.962	5.915.178	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	Hedwigshof, Nr. 4	438.789	5.914.838	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	Hedwigshof, Nr. 7	438.835	5.915.047	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	Klausthal, Nr. 5	441.203	5.911.471	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	Moor, Nr. 7d	439.690	5.915.508	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	Trampe, Nr. 40	441.726	5.913.086	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	Trampe, Nr. 30	441.665	5.913.339	49,9	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	Trampe, Nr. 35	441.290	5.913.513	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L	Trampe, Nr. 42	441.634	5.912.911	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	Wallmow, Ferienhaus (Flst. 201)	439.047	5.910.953	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	Wallmow, Nr. 1	439.648	5.910.720	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	Wallmow, Nr. 53	439.139	5.911.244	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
P	Wallmow, Nr. 6 (Schule)	439.529	5.910.801	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: VB (14 WKA Bestand) 16.05.2018

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]		[m]
Q	Wallmow, Nr. 65	439.092	5.910.389	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
R	Wendtshof, Nr. 10	438.082	5.912.406	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S	Wendtshof, Nr. 7	438.058	5.912.537	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	Grünberg, Nr. 1	0:00	0	0:00
B	Hammelstall, Nr. 3	0:00	0	0:00
C	Hammelstall, Nr. 8	0:00	0	0:00
D	Hedwigshof, Nr. 12	0:00	0	0:00
E	Hedwigshof, Nr. 4	0:00	0	0:00
F	Hedwigshof, Nr. 7	0:00	0	0:00
G	Klausthal, Nr. 5	13:09	64	0:17
H	Moor, Nr. 7d	0:00	0	0:00
I	Trampe, Nr. 40	23:43	103	0:22
J	Trampe, Nr. 30	30:43	134	0:22
K	Trampe, Nr. 35	47:29	156	0:29
L	Trampe, Nr. 42	32:08	124	0:24
M	Wallmow, Ferienhaus (Flst. 201)	0:00	0	0:00
N	Wallmow, Nr. 1	0:00	0	0:00
O	Wallmow, Nr. 53	0:00	0	0:00
P	Wallmow, Nr. 6 (Schule)	0:00	0	0:00
Q	Wallmow, Nr. 65	0:00	0	0:00
R	Wendtshof, Nr. 10	26:09	104	0:25
S	Wendtshof, Nr. 7	20:04	84	0:24

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (58)	8:36
2	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (59)	4:33
3	GE WIND ENERGY GE 2.5xl 2500 100.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:150,0 m) (60)	4:08
4	GE WIND ENERGY GE 2.5xl 2500 100.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:150,0 m) (61)	23:04
5	GE WIND ENERGY GE 2.5xl 2500 100.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:150,0 m) (62)	49:28
6	GE WIND ENERGY GE 2.5xl 2500 100.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:150,0 m) (63)	29:34
7	GE WIND ENERGY GE 2.5xl 2500 100.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:150,0 m) (64)	31:13
8	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (65)	9:59
9	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (66)	2:39
10	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (67)	5:56
11	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (68)	8:49
12	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (69)	23:42
13	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (74)	0:00
14	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (75)	4:53

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:

DE GR AA 06 08.03.2018 chau

Beschreibung:

Das Windfeld liegt im Nordosten der Uckermark zwischen den Ortschaften Wallmow, Trampe und Grünberg auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche. Es ist ein ausgewiesenes Windnutzungsgebiet.

Lizenzierter Anwender:

Enertrag Energiedienst GmbH

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

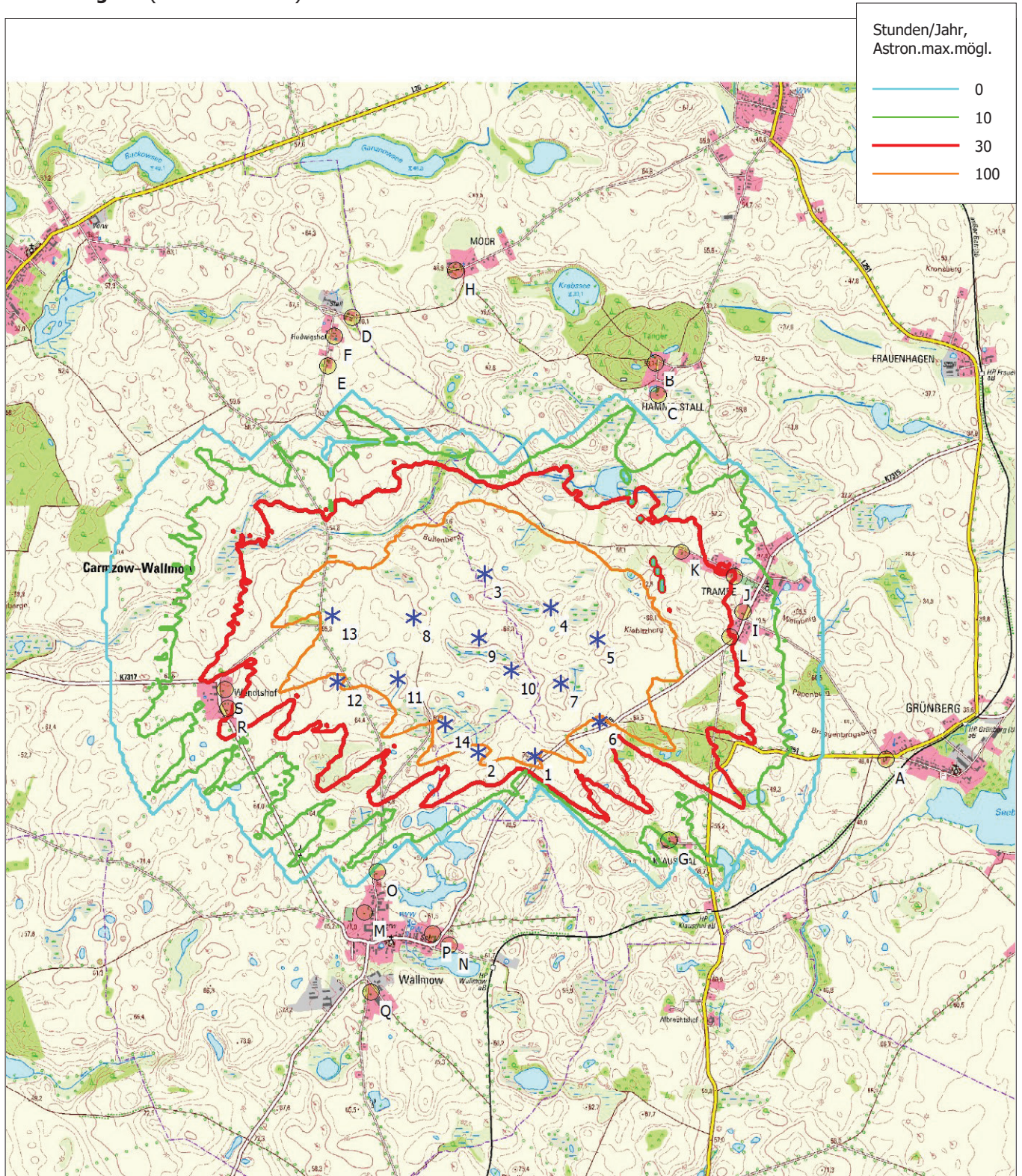
Christoph Hauke / christoph.hauke@enertrag.com

Berechnet:

16.05.2018 10:24/3.2.669

SHADOW - Karte

Berechnung: VB (14 WKA Bestand) 16.05.2018



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: TK25, Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM (north)-WGS84 Zone: 33 Ost: 440.080 Nord: 5.913.191

* Existierende WEA Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: kombi DGM SRTM

Projekt:

DE GR AA 06 08.03.2018 chau

Beschreibung:

Das Windfeld liegt im Nordosten der Uckermark zwischen den Ortschaften Wallmow, Trampe und Grünberg auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche. Es ist ein ausgewiesenes Windnutzungsgebiet.

Lizenzierter Anwender:

Enertrag Energiedienst GmbH

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

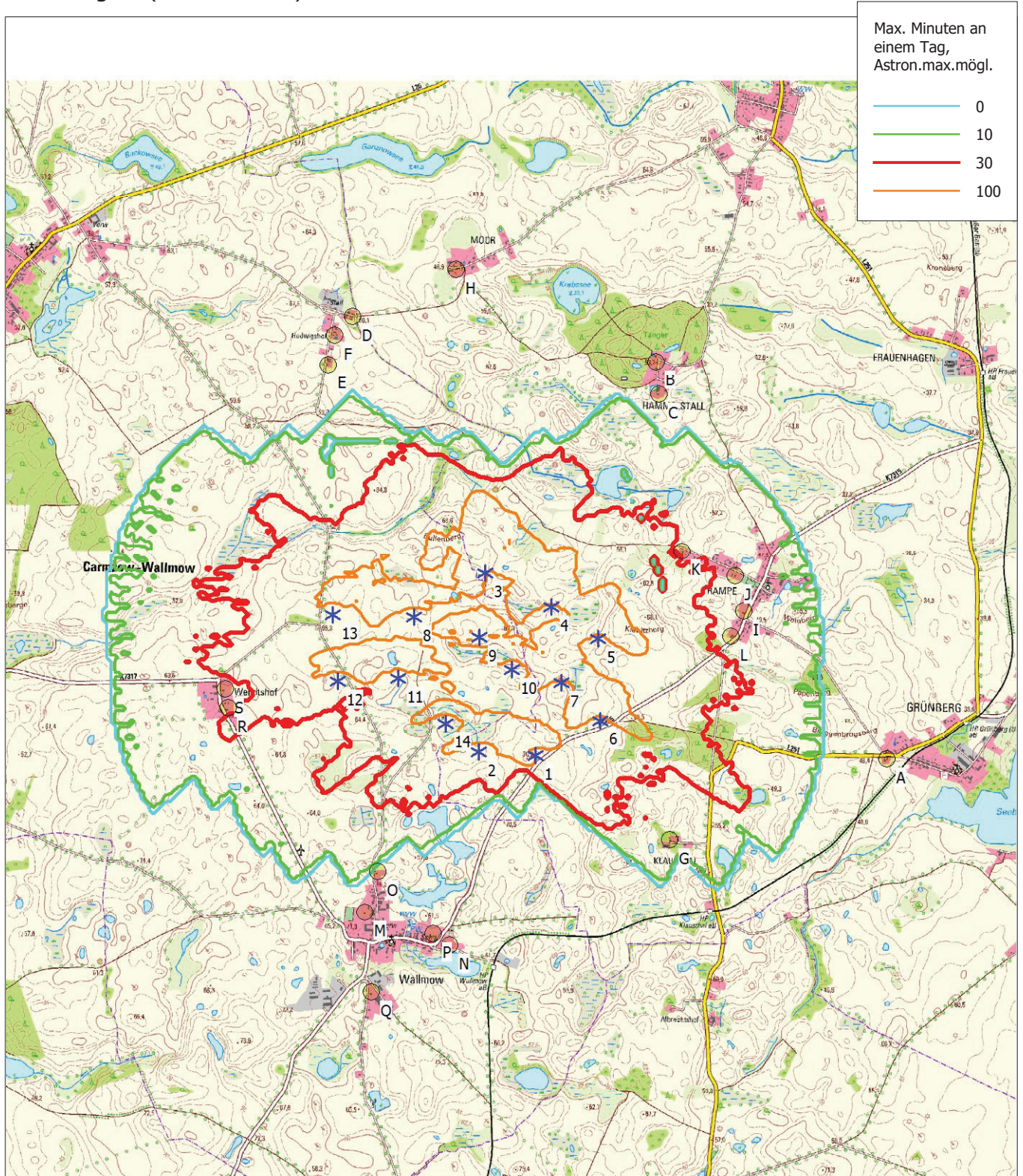
Christoph Hauke / christoph.hauke@enertrag.com

Berechnet:

16.05.2018 10:24/3.2.669

SHADOW - Karte

Berechnung: VB (14 WKA Bestand) 16.05.2018



Karte: TK25, Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM (north)-WGS84 Zone: 33 Ost: 440.080 Nord: 5.913.191

* Existierende WEA Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: kombi DGM SRTM

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: ZB (4 WKA Antrag) 04.12.2018

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA

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

Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont

3 °

Tage zwischen Berechnungen

1 Tag(e)

Berechnungszeitsprung

1 Minuten

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche

Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:

Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang

Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung

Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

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

Verwendete Höhenlinien: kombi DGM SRTM

Hindernisse in Berechnung verwendet

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

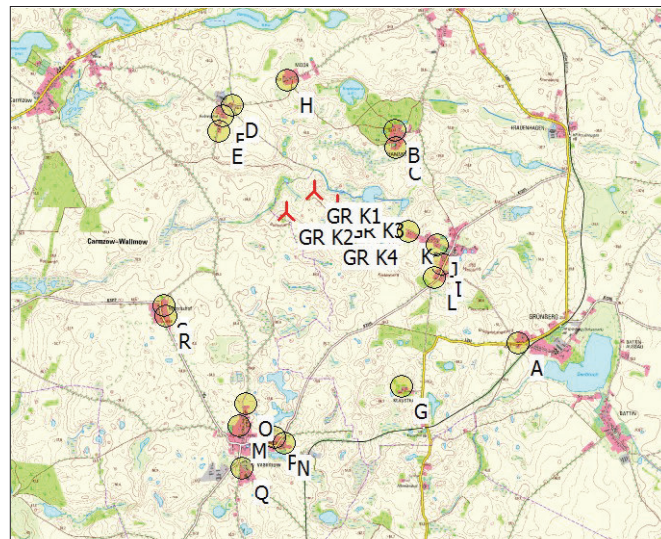
Rasterauflösung: 10,0 m

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-WGS84 Zone: 33

WEA

				WEA-Typ		Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
Ost	Nord	Z	Beschreibung	Aktuell	Hersteller					Beschatt.-Bereich	U/min
		[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
1	440.037	5.914.049	56,7 GR K1	Ja	GE WIND ENERGY	GE 5.3-158-5.300	5.300	158,0	161,0	1.798	0,0
2	439.680	5.913.772	61,2 GR K2	Ja	GE WIND ENERGY	GE 5.3-158-5.300	5.300	158,0	161,0	1.798	0,0
3	440.350	5.913.862	53,5 GR K3	Ja	GE WIND ENERGY	GE 5.3-158-5.300	5.300	158,0	161,0	1.798	0,0
4	440.253	5.913.502	56,8 GR K4	Ja	GE WIND ENERGY	GE 5.3-158-5.300	5.300	158,0	161,0	1.798	0,0



Maßstab 1:100.000

Neue WEA

Schattenrezeptor

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	Grünberg, Nr. 1	442.739	5.912.039	40,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	Hammelstall, Nr. 3	441.108	5.914.858	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	Hammelstall, Nr. 8	441.124	5.914.622	50,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	Hedwigshof, Nr. 12	438.962	5.915.178	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	Hedwigshof, Nr. 4	438.789	5.914.838	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	Hedwigshof, Nr. 7	438.835	5.915.047	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	Klausthal, Nr. 5	441.203	5.911.471	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	Moor, Nr. 7d	439.690	5.915.508	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	Trampe, Nr. 40	441.726	5.913.086	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	Trampe, Nr. 30	441.665	5.913.339	49,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	Trampe, Nr. 35	441.290	5.913.513	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L	Trampe, Nr. 42	441.634	5.912.911	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	Wallmow, Ferienhaus (Flst. 201)	439.047	5.910.953	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	Wallmow, Nr. 1	439.648	5.910.720	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	Wallmow, Nr. 53	439.139	5.911.244	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
P	Wallmow, Nr. 6 (Schule)	439.529	5.910.801	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Q	Wallmow, Nr. 65	439.092	5.910.389	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
R	Wendtshof, Nr. 10	438.082	5.912.406	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S	Wendtshof, Nr. 7	438.058	5.912.537	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Projekt:

DE GR AA 07 04.12.2018 chau

Beschreibung:

Das Windfeld liegt im Nordosten der Uckermark zwischen den Ortschaften Wallmow, Trampe und Grünberg auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche. Es ist ein ausgewiesenes Windnutzungsgebiet.

Lizenzierter Anwender:

Enertrag Energiedienst GmbH

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

Christoph Haucke / christoph.haucke@enertrag.com

Berechnet:

04.12.2018 10:55/3.2.737

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: ZB (4 WKA Antrag) 04.12.2018

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
A	Grünberg, Nr. 1	0:00	0	0:00
B	Hammelstall, Nr. 3	55:09	113	0:42
C	Hammelstall, Nr. 8	75:52	145	0:46
D	Hedwigshof, Nr. 12	18:48	62	0:25
E	Hedwigshof, Nr. 4	41:20	114	0:28
F	Hedwigshof, Nr. 7	30:37	92	0:26
G	Klausthal, Nr. 5	0:00	0	0:00
H	Moor, Nr. 7d	0:00	0	0:00
I	Trampe, Nr. 40	38:02	114	0:25
J	Trampe, Nr. 30	32:55	85	0:34
K	Trampe, Nr. 35	83:53	163	0:51
L	Trampe, Nr. 42	24:05	83	0:26
M	Wallmow, Ferienhaus (Flst. 201)	0:00	0	0:00
N	Wallmow, Nr. 1	0:00	0	0:00
O	Wallmow, Nr. 53	0:00	0	0:00
P	Wallmow, Nr. 6 (Schule)	0:00	0	0:00
Q	Wallmow, Nr. 65	0:00	0	0:00
R	Wendtshof, Nr. 10	0:00	0	0:00
S	Wendtshof, Nr. 7	0:00	0	0:00

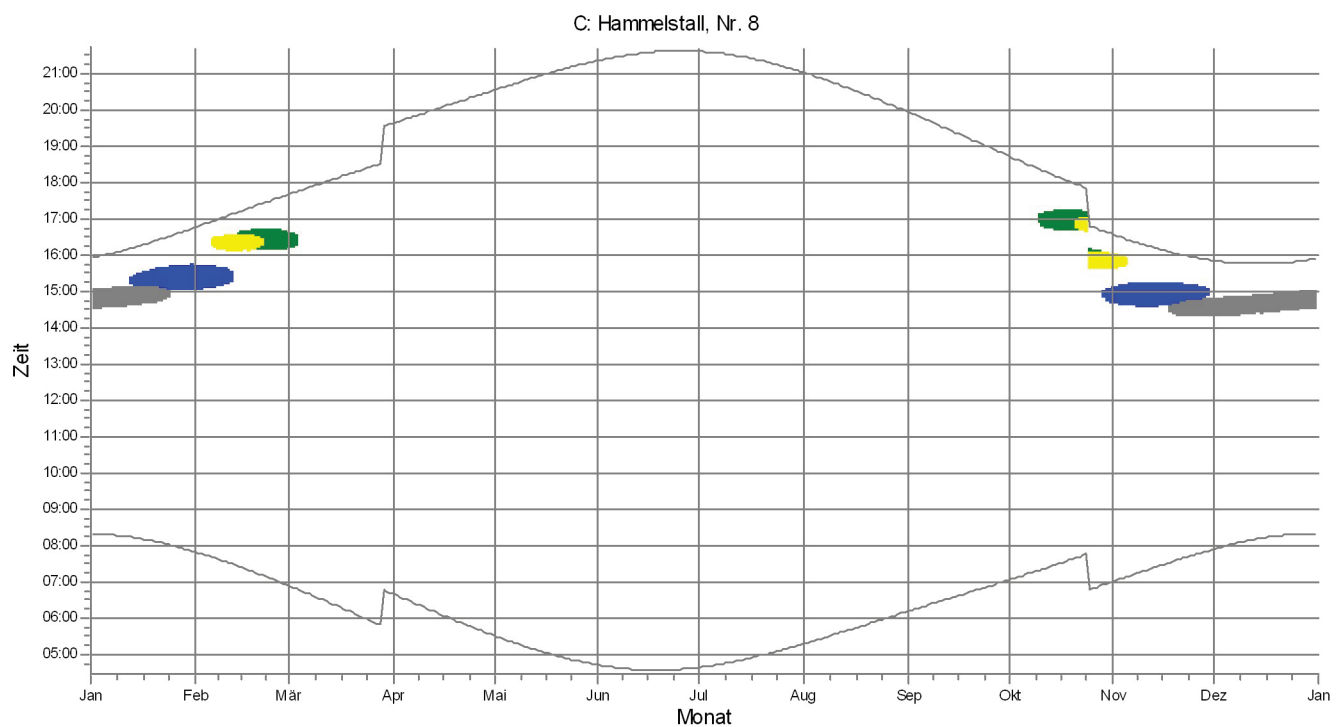
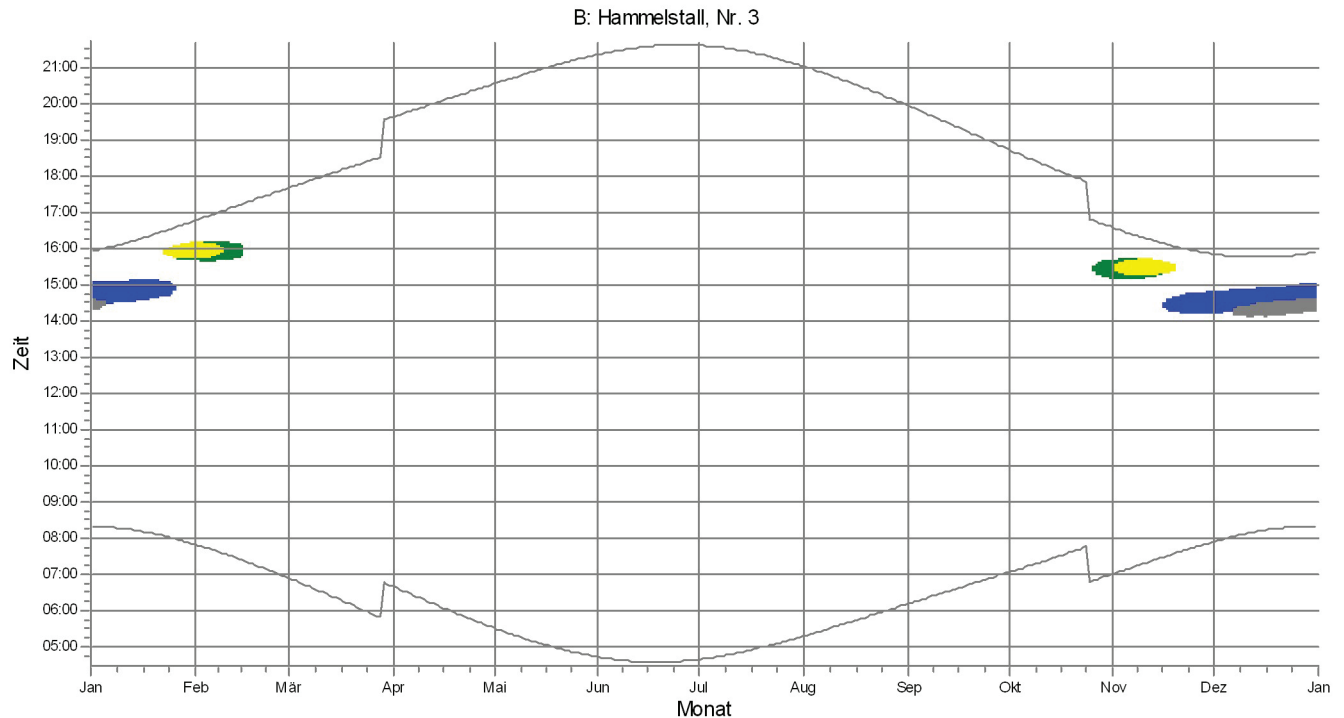
Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal
		[h/a]
1	GR K1	98:20
2	GR K2	75:01
3	GR K3	144:14
4	GR K4	95:12

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

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: ZB (4 WKA Antrag) 04.12.2018



WEA



1: GR K1



2: GR K2



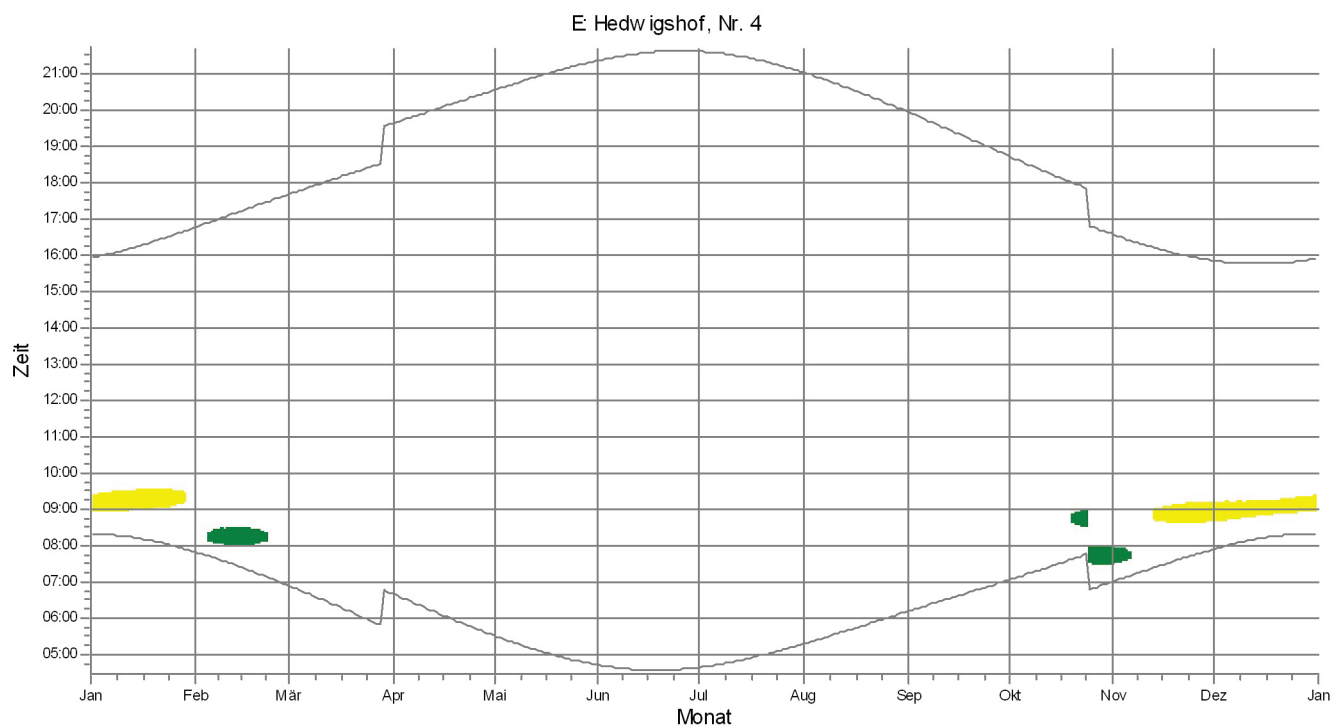
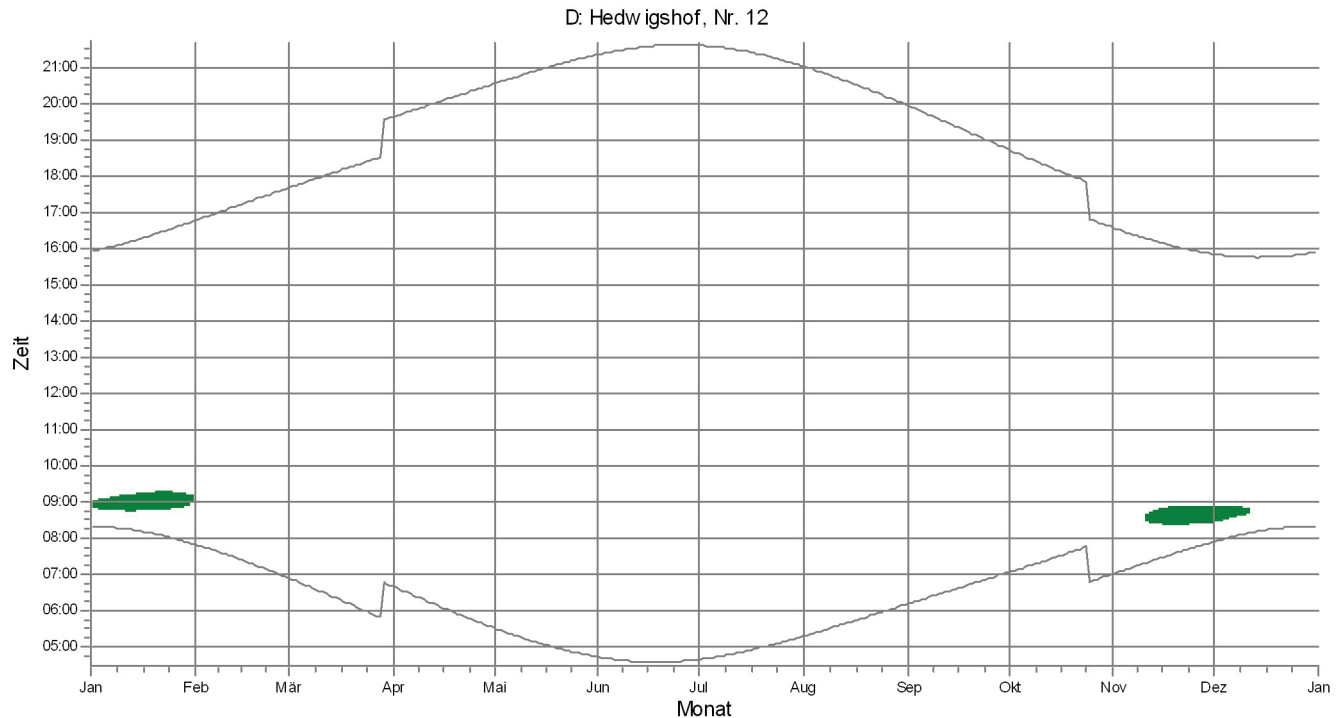
3: GR K3



4: GR K4

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: ZB (4 WKA Antrag) 04.12.2018



WEA



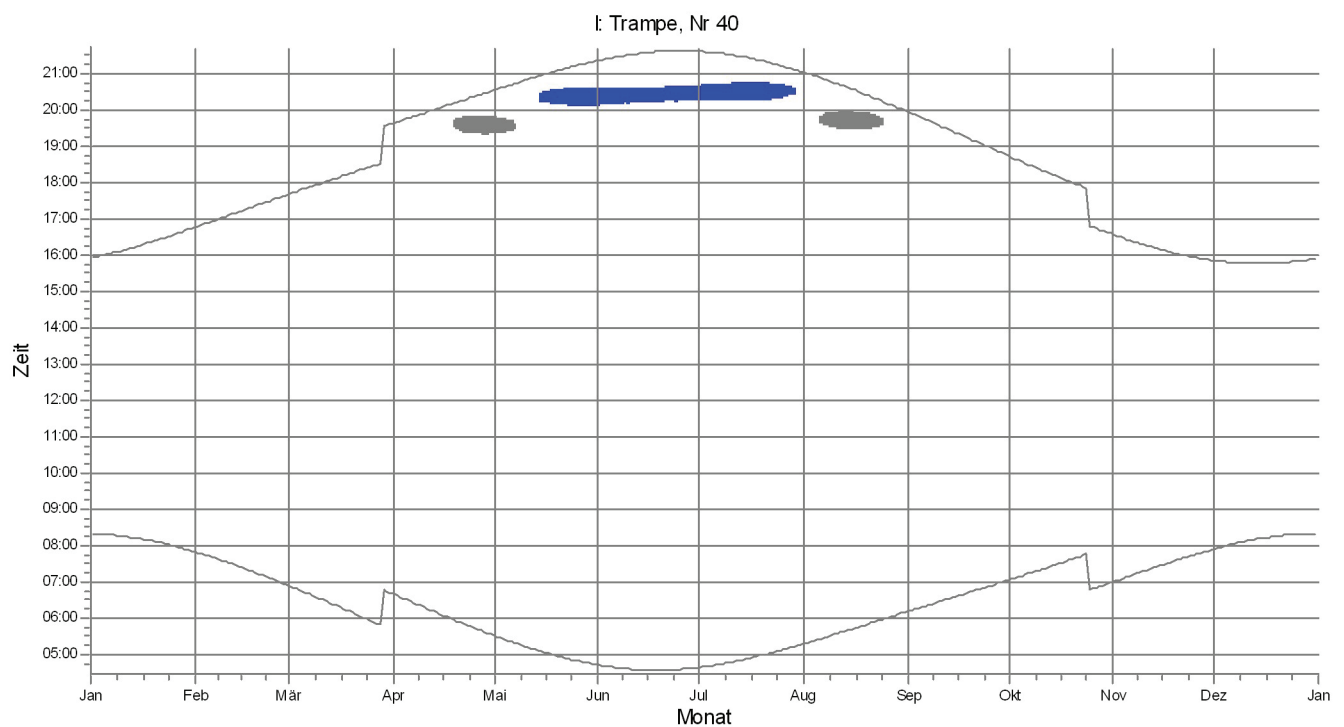
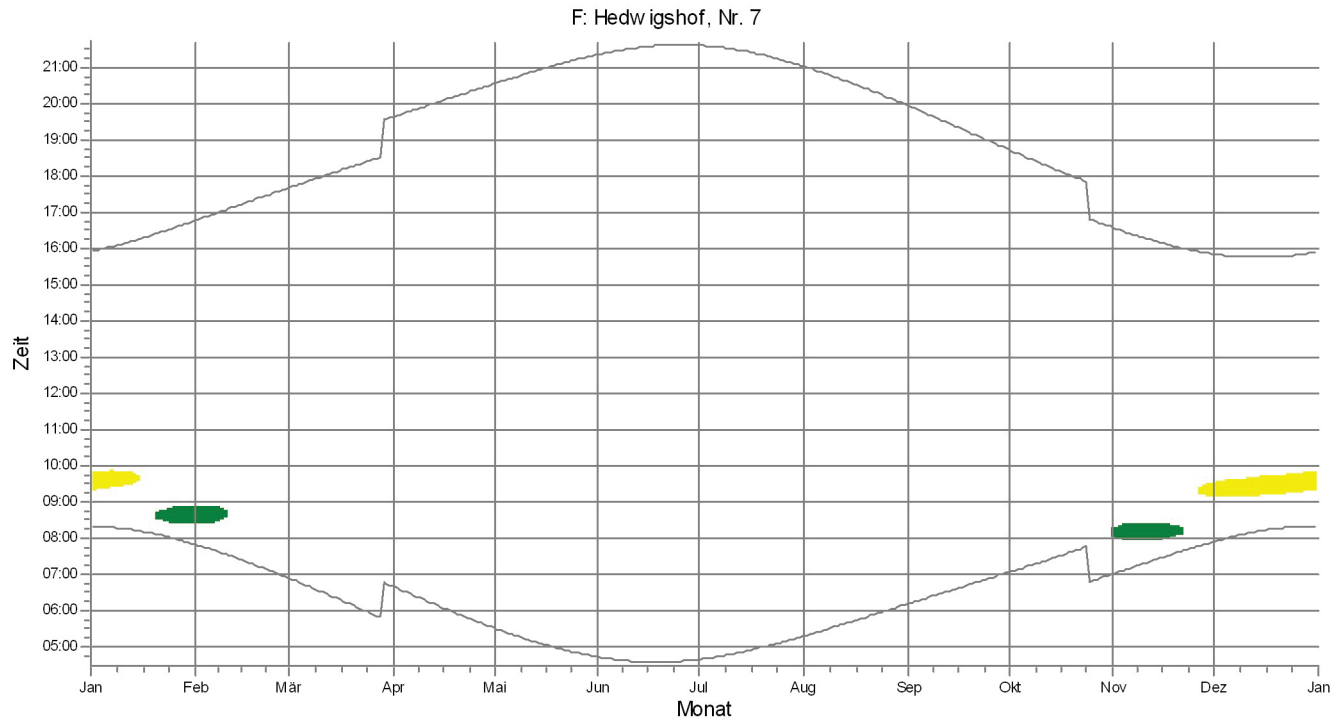
1: GR K1



2: GR K2

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: ZB (4 WKA Antrag) 04.12.2018



WEA



1: GR K1



2: GR K2



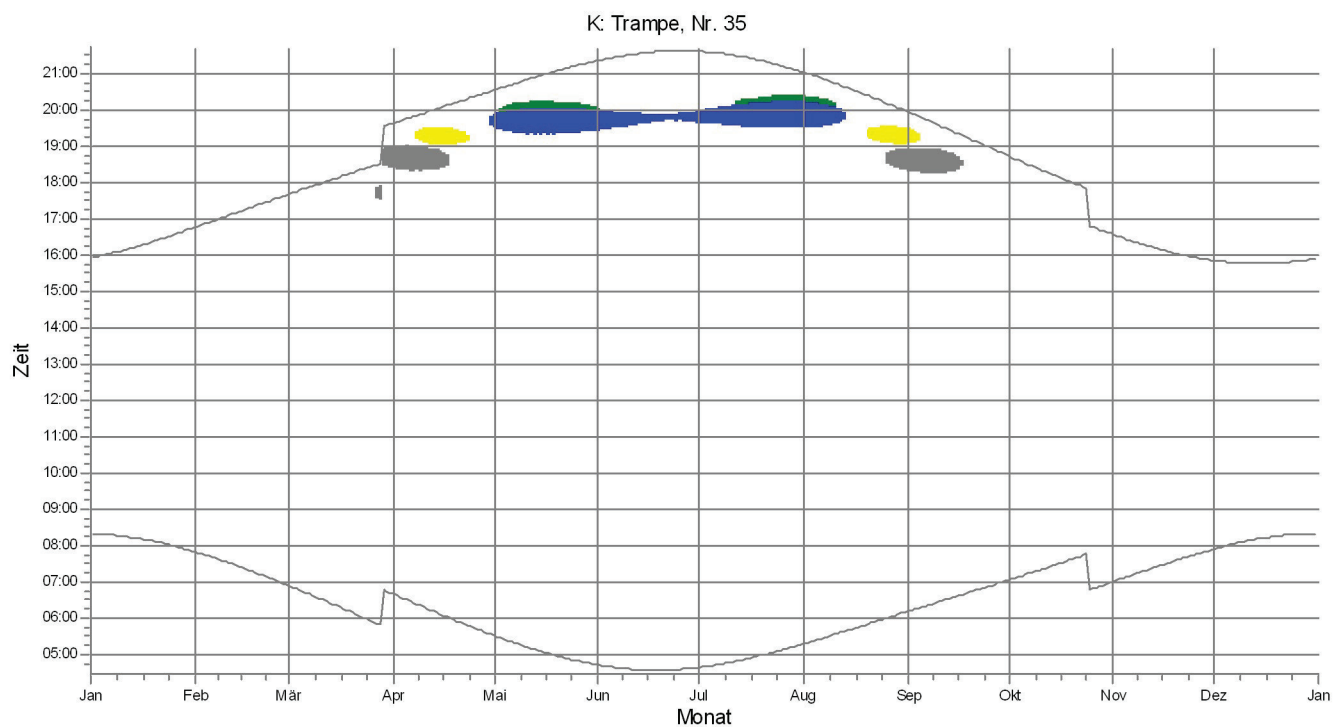
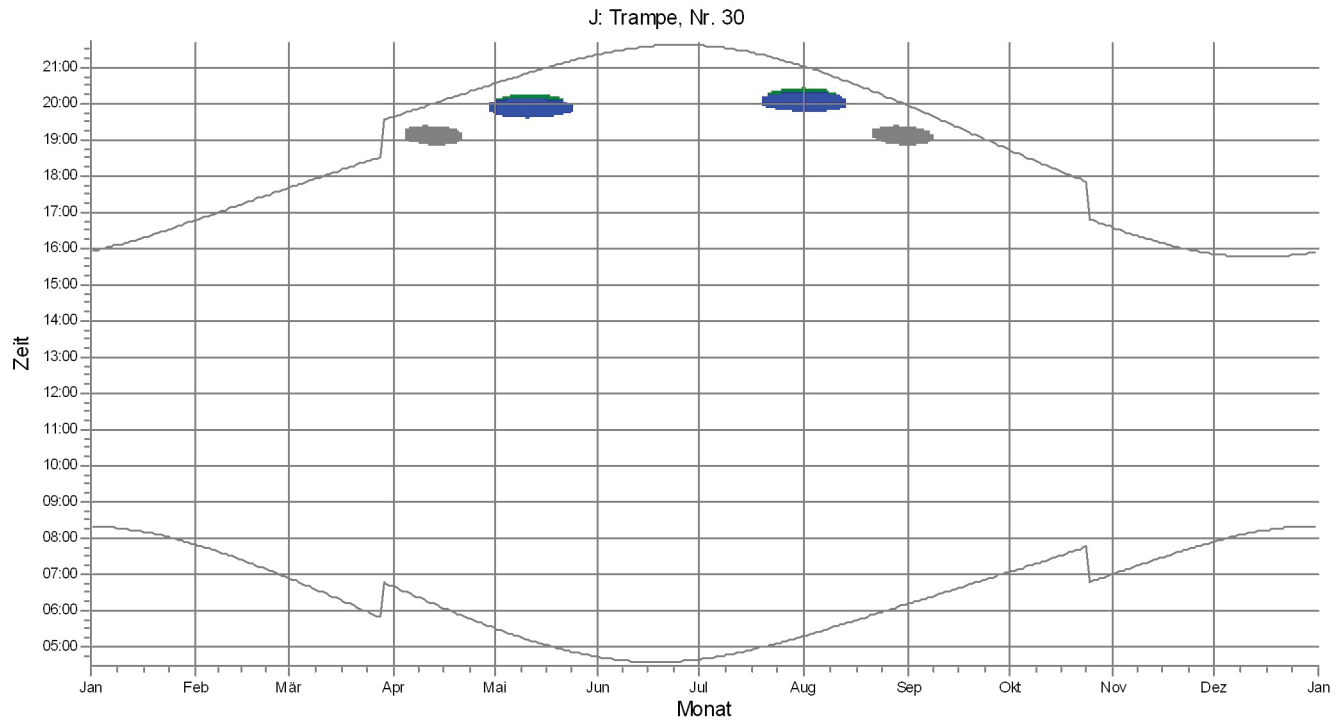
3: GR K3



4: GR K4

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: ZB (4 WKA Antrag) 04.12.2018



WEA



1: GR K1



2: GR K2



3: GR K3



4: GR K4

Projekt:

DE GR AA 07 04.12.2018 chau

Beschreibung:

Das Windfeld liegt im Nordosten der Uckermark zwischen den Ortschaften Wallmow, Trampe und Grünberg auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche. Es ist ein ausgewiesenes Windnutzungsgebiet.

Lizenzierter Anwender:

Enertrag Energiedienst GmbH

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

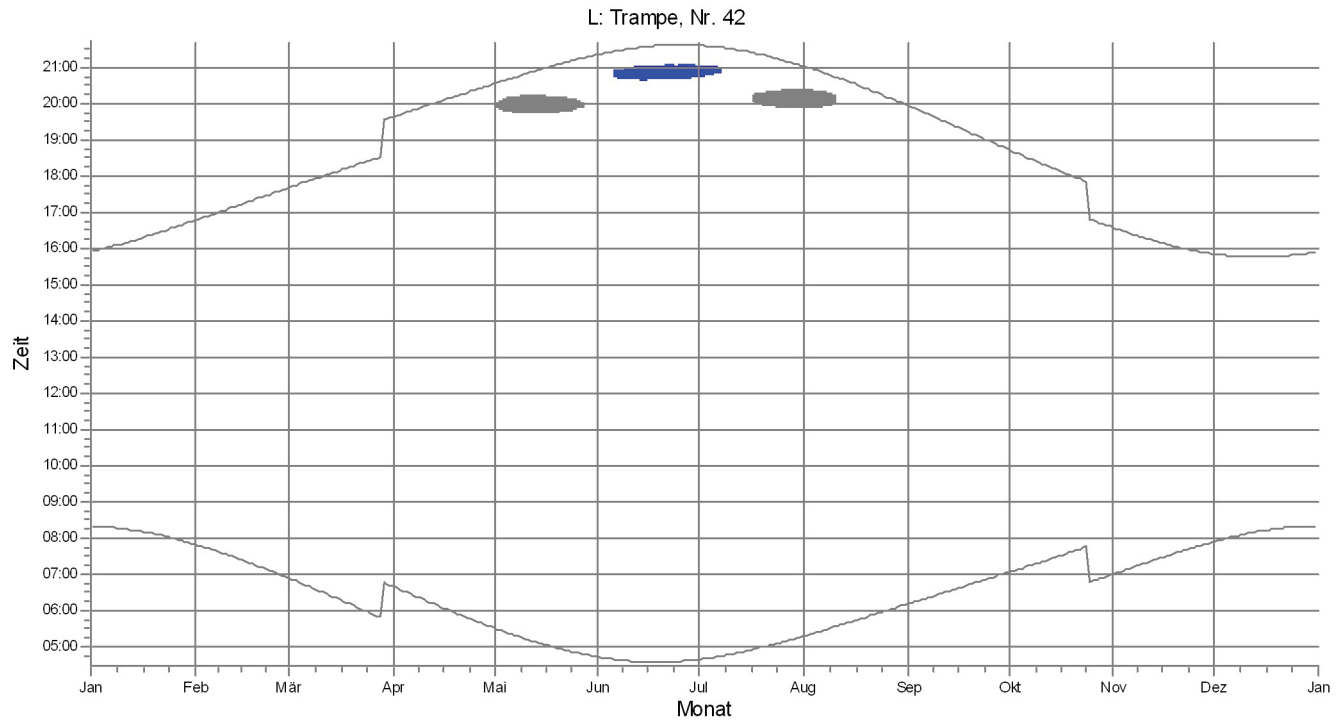
Christoph Haucke / christoph.haucke@enertrag.com

Berechnet:

04.12.2018 10:55/3.2.737

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: ZB (4 WKA Antrag) 04.12.2018



WEA



3: GR K3



4: GR K4

Projekt:

DE GR AA 07 04.12.2018 chau

Beschreibung:

Das Windfeld liegt im Nordosten der Uckermark zwischen den Ortschaften Wallmow, Trampe und Grünberg auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche. Es ist ein ausgewiesenes Windnutzungsgebiet.

Lizenzierter Anwender:

Enertrag Energiedienst GmbH

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

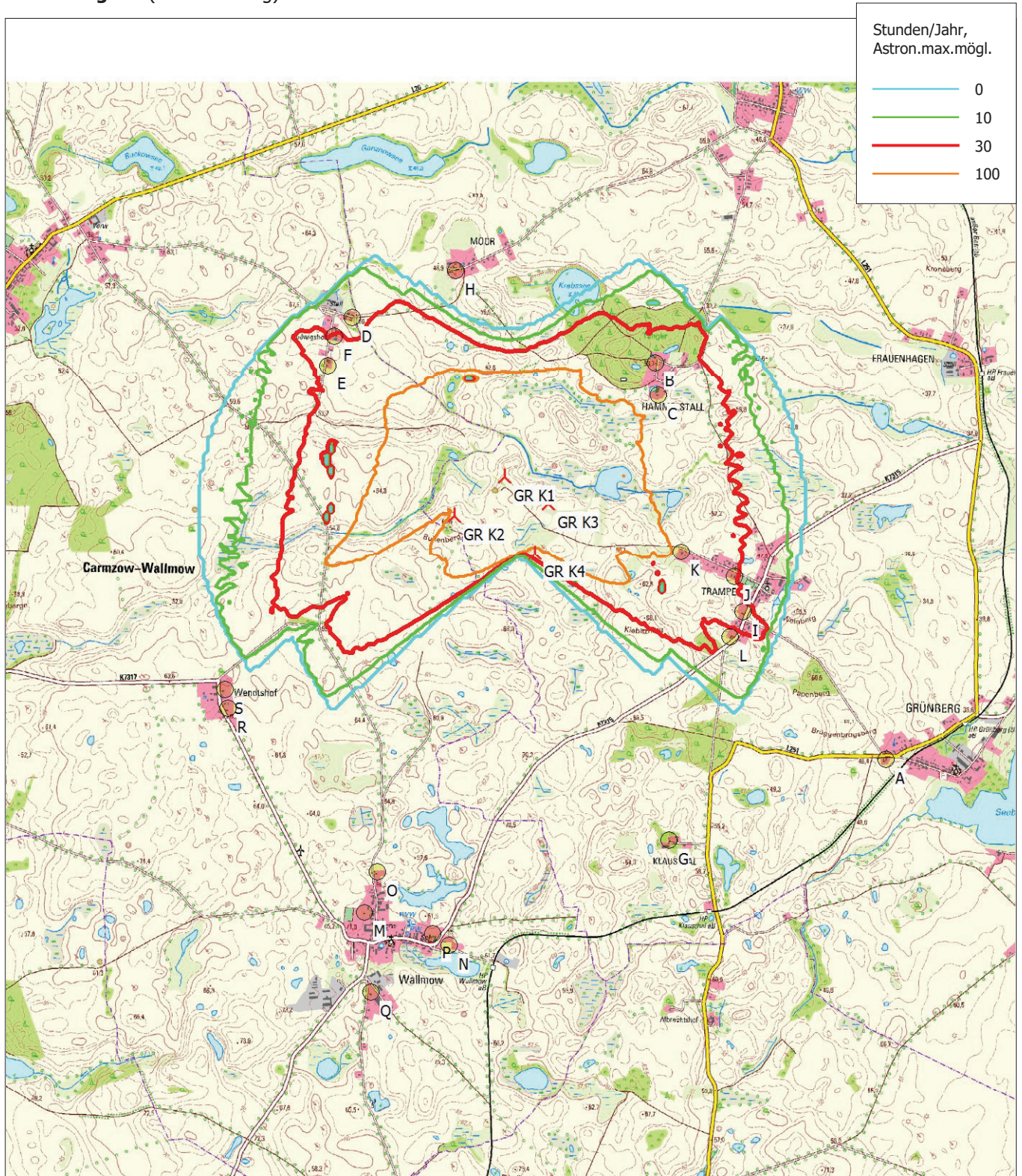
Christoph Hauke / christoph.hauke@enertrag.com

Berechnet:

04.12.2018 10:55/3.2.737

SHADOW - Karte

Berechnung: ZB (4 WKA Antrag) 04.12.2018



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: TK25, Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM (north)-WGS84 Zone: 33 Ost: 440.080 Nord: 5.913.191

Neue WEA

Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: kombi DGM SRTM

Projekt:

DE GR AA 07 04.12.2018 chau

Beschreibung:

Das Windfeld liegt im Nordosten der Uckermark zwischen den Ortschaften Wallmow, Trampe und Grünberg auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche. Es ist ein ausgewiesenes Windnutzungsgebiet.

Lizenzierter Anwender:

Enertrag Energiedienst GmbH

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

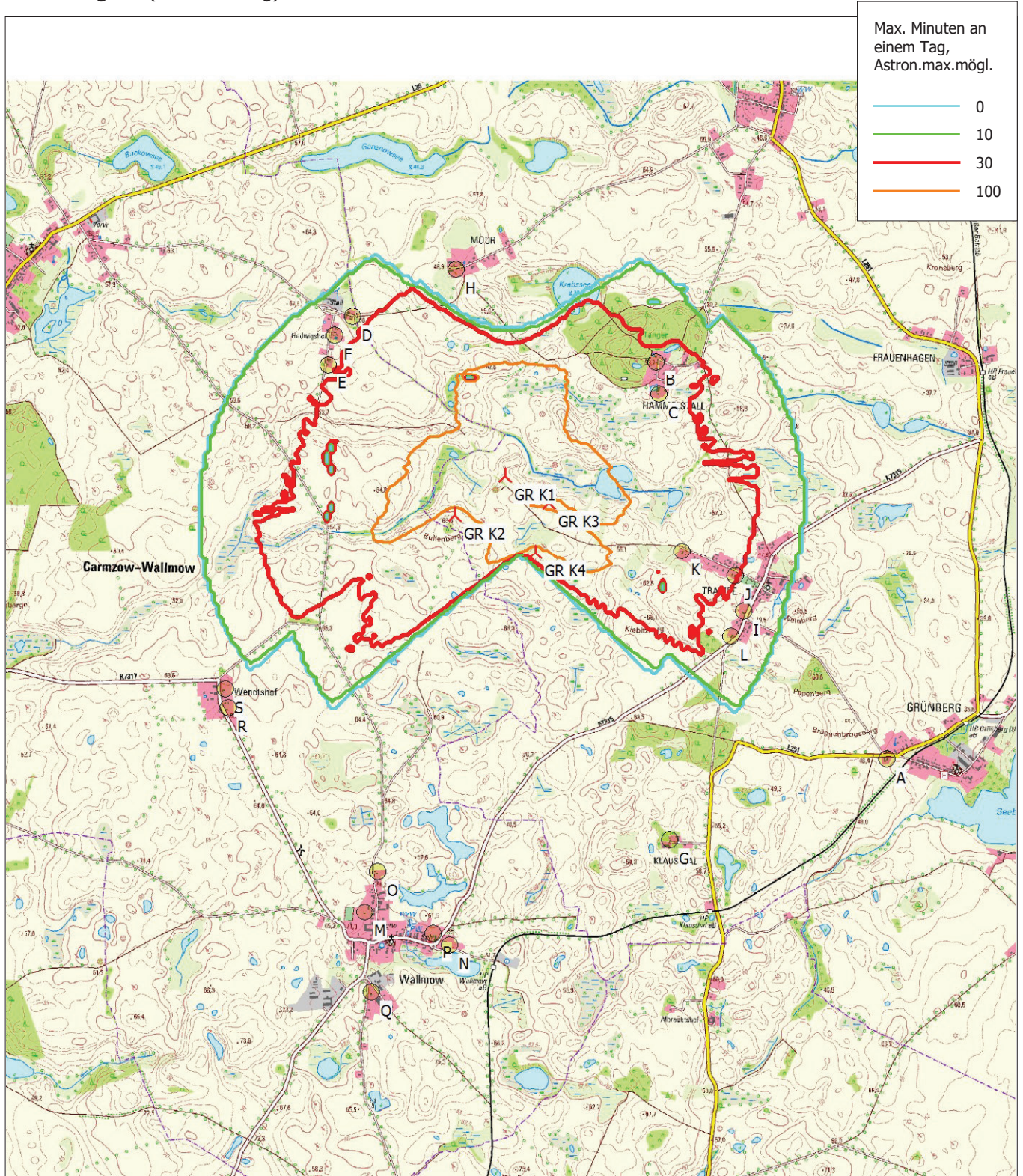
Christoph Hauke / christoph.hauke@enertrag.com

Berechnet:

04.12.2018 10:55/3.2.737

SHADOW - Karte

Berechnung: ZB (4 WKA Antrag) 04.12.2018



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: TK25, Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM (north)-WGS84 Zone: 33 Ost: 440.080 Nord: 5.913.191

Neue WEA

Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: kombi DGM SRTM

Projekt:

DE GR AA 07 04.12.2018 chau

Beschreibung:

Das Windfeld liegt im Nordosten der Uckermark zwischen den Ortschaften Wallmow, Trampe und Grünberg auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche. Es ist ein ausgewiesenes Windnutzungsgebiet.

Lizenzierter Anwender:

Enertrag Energiedienst GmbH

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

Christoph Hauke / christoph.hauke@enertrag.com

Berechnet:

04.12.2018 10:56/3.2.737

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB (14 WKA Bestand, 4 WKA Antrag) 04.12.2018

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA

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

Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont

3 °

Tage zwischen Berechnungen

1 Tag(e)

Berechnungszeitsprung

1 Minuten

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche

Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:

Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang

Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung

Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

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

Verwendete Höhenlinien: kombi DGM SRTM

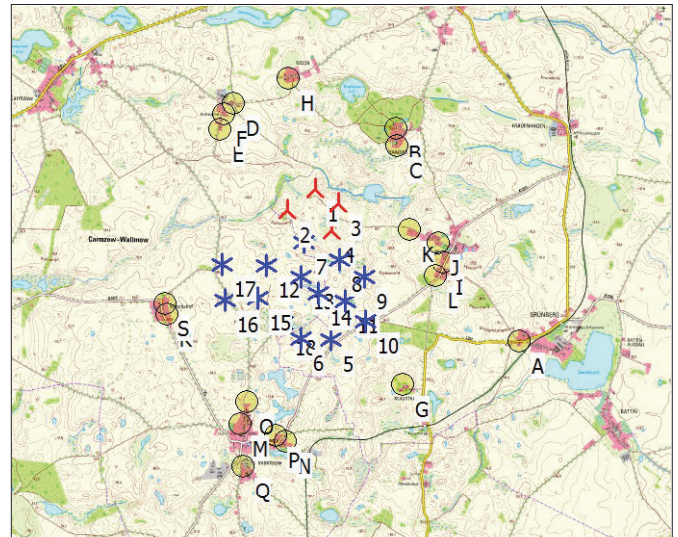
Hindernisse in Berechnung verwendet

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

Rasterauflösung: 10,0 m

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-WGS84 Zone: 33



Maßstab 1:100.000

Neue WEA

Existierende WEA

Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller					Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
1	440.037	5.914.049	56,7	GR K1	Ja	GE WIND ENERGY	GE 5.3-158-5.300	5.300	158,0	161,0	1.798	0,0
2	439.680	5.913.772	61,2	GR K2	Ja	GE WIND ENERGY	GE 5.3-158-5.300	5.300	158,0	161,0	1.798	0,0
3	440.350	5.913.862	53,5	GR K3	Ja	GE WIND ENERGY	GE 5.3-158-5.300	5.300	158,0	161,0	1.798	0,0
4	440.253	5.913.502	56,8	GR K4	Ja	GE WIND ENERGY	GE 5.3-158-5.300	5.300	158,0	161,0	1.798	0,0
5	440.251	5.912.066	60,0	ENERCON E-82 E2 230...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
6	439.852	5.912.088	60,0	ENERCON E-82 E2 230...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
7	439.895	5.913.359	64,5	GE WIND ENERGY GE ...	Nein	GE WIND ENERGY	GE 2.5xl-2.500	2.500	100,0	100,0	1.574	14,0
8	440.361	5.913.119	56,1	GE WIND ENERGY GE ...	Nein	GE WIND ENERGY	GE 2.5xl-2.500	2.500	100,0	100,0	1.574	14,0
9	440.695	5.912.896	55,3	GE WIND ENERGY GE ...	Nein	GE WIND ENERGY	GE 2.5xl-2.500	2.500	100,0	100,0	1.574	14,0
10	440.707	5.912.316	60,0	GE WIND ENERGY GE ...	Nein	GE WIND ENERGY	GE 2.5xl-2.500	2.500	100,0	100,0	1.574	14,0
11	440.433	5.912.582	60,0	GE WIND ENERGY GE ...	Nein	GE WIND ENERGY	GE 2.5xl-2.500	2.500	100,0	100,0	1.574	14,0
12	439.392	5.913.049	60,0	ENERCON E-82 E2 230...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
13	439.853	5.912.902	60,0	ENERCON E-82 E2 230...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
14	440.086	5.912.676	60,0	ENERCON E-82 E2 230...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
15	439.281	5.912.614	60,0	ENERCON E-82 E2 230...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
16	438.852	5.912.595	60,0	ENERCON E-82 E2 230...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
17	438.817	5.913.064	60,0	ENERCON E-82 E2 230...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
18	439.614	5.912.291	60,0	ENERCON E-82 E2 230...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	Grünberg, Nr. 1	442.739	5.912.039	40,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	Hammelstall, Nr. 3	441.108	5.914.858	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	Hammelstall, Nr. 8	441.124	5.914.622	50,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	Hedwigshof, Nr. 12	438.962	5.915.178	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	Hedwigshof, Nr. 4	438.789	5.914.838	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	Hedwigshof, Nr. 7	438.835	5.915.047	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	Klausthal, Nr. 5	441.203	5.911.471	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	Moor, Nr. 7d	439.690	5.915.508	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	Trampe, Nr. 40	441.726	5.913.086	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	Trampe, Nr. 30	441.665	5.913.339	49,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	Trampe, Nr. 35	441.290	5.913.513	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L	Trampe, Nr. 42	441.634	5.912.911	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB (14 WKA Bestand, 4 WKA Antrag) 04.12.2018

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
M	Wallmow, Ferienhaus (Flst. 201)	439.047	5.910.953	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	Wallmow, Nr. 1	439.648	5.910.720	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	Wallmow, Nr. 53	439.139	5.911.244	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
P	Wallmow, Nr. 6 (Schule)	439.529	5.910.801	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Q	Wallmow, Nr. 65	439.092	5.910.389	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
R	Wendtshof, Nr. 10	438.082	5.912.406	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S	Wendtshof, Nr. 7	438.058	5.912.537	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
A	Grünberg, Nr. 1	0:00	0	0:00
B	Hammelstall, Nr. 3	55:09	113	0:42
C	Hammelstall, Nr. 8	75:52	145	0:46
D	Hedwigshof, Nr. 12	18:48	62	0:25
E	Hedwigshof, Nr. 4	41:20	114	0:28
F	Hedwigshof, Nr. 7	30:37	92	0:26
G	Klausthal, Nr. 5	13:09	64	0:17
H	Moor, Nr. 7d	0:00	0	0:00
I	Trampe, Nr. 40	61:45	217	0:25
J	Trampe, Nr. 30	63:38	219	0:34
K	Trampe, Nr. 35	131:22	319	0:51
L	Trampe, Nr. 42	56:13	207	0:26
M	Wallmow, Ferienhaus (Flst. 201)	0:00	0	0:00
N	Wallmow, Nr. 1	0:00	0	0:00
O	Wallmow, Nr. 53	0:00	0	0:00
P	Wallmow, Nr. 6 (Schule)	0:00	0	0:00
Q	Wallmow, Nr. 65	0:00	0	0:00
R	Wendtshof, Nr. 10	26:09	104	0:25
S	Wendtshof, Nr. 7	20:04	84	0:24

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	GR K1	98:20
2	GR K2	75:01
3	GR K3	144:14
4	GR K4	95:12
5	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (58)	8:36
6	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (59)	4:33
7	GE WIND ENERGY GE 2.5xl 2500 100.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:150,0 m) (60)	4:08
8	GE WIND ENERGY GE 2.5xl 2500 100.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:150,0 m) (61)	23:04
9	GE WIND ENERGY GE 2.5xl 2500 100.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:150,0 m) (62)	49:28
10	GE WIND ENERGY GE 2.5xl 2500 100.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:150,0 m) (63)	29:34
11	GE WIND ENERGY GE 2.5xl 2500 100.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:150,0 m) (64)	31:13
12	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (65)	9:59
13	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (66)	2:39
14	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (67)	5:56
15	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (68)	8:49
16	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (69)	23:42
17	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (74)	0:00
18	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (75)	4:53

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:

DE GR AA 07 04.12.2018 chau

Beschreibung:

Das Windfeld liegt im Nordosten der Uckermark zwischen den Ortschaften Wallmow, Trampe und Grünberg auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche. Es ist ein ausgewiesenes Windnutzungsgebiet.

Lizenzierter Anwender:

Enertrag Energiedienst GmbH

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

Christoph Haucke / christoph.haucke@enertrag.com

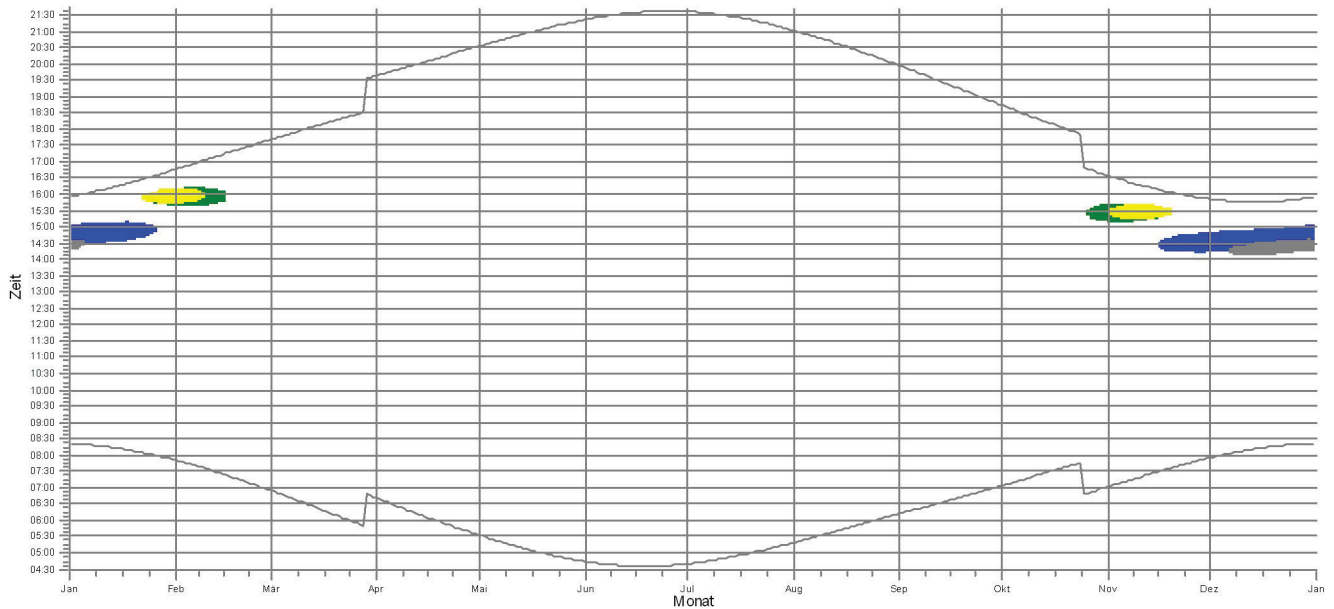
Berechnet:

04.12.2018 10:56/3.2.737

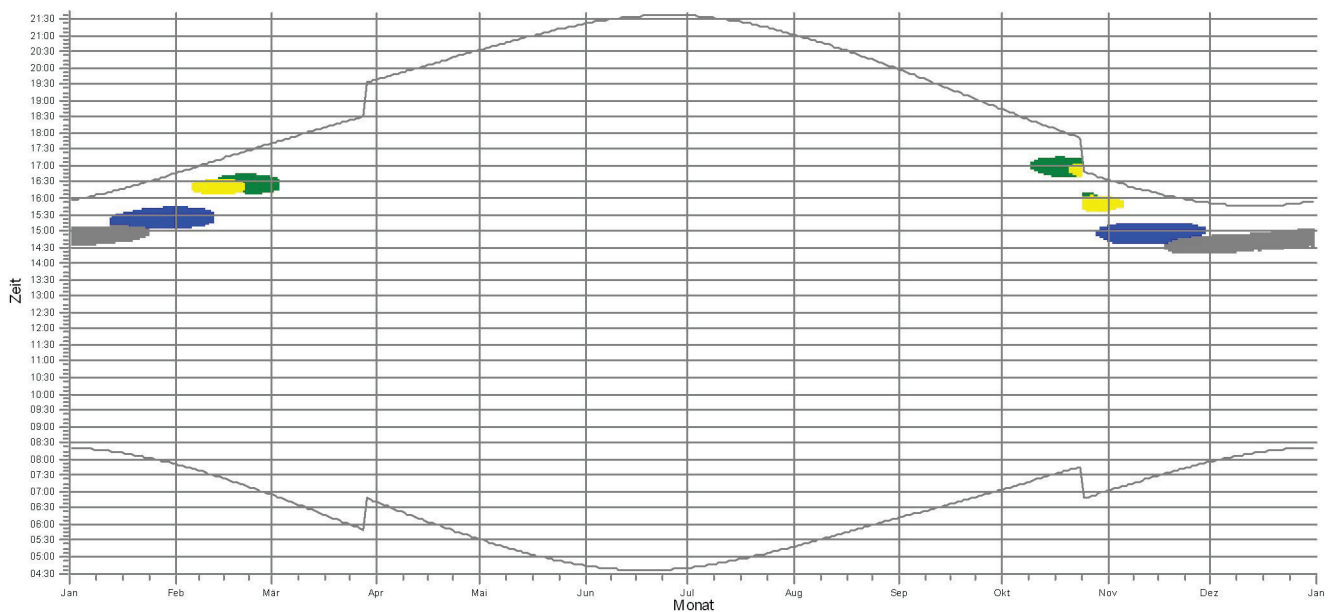
SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: GB (14 WKA Bestand, 4 WKA Antrag) 04.12.2018

B: Hammelstall, Nr. 3



C: Hammelstall, Nr. 8



WEA

1: GR K1
2: GR K2

3: GR K3
4: GR K4

Projekt:

DE GR AA 07 04.12.2018 chau

Beschreibung:

Das Windfeld liegt im Nordosten der Uckermark zwischen den Ortschaften Wallmow, Trampe und Grünberg auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche. Es ist ein ausgewiesenes Windnutzungsgebiet.

Lizenzierter Anwender:

Enertrag Energiedienst GmbH

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

Christoph Haucke / christoph.haucke@enertrag.com

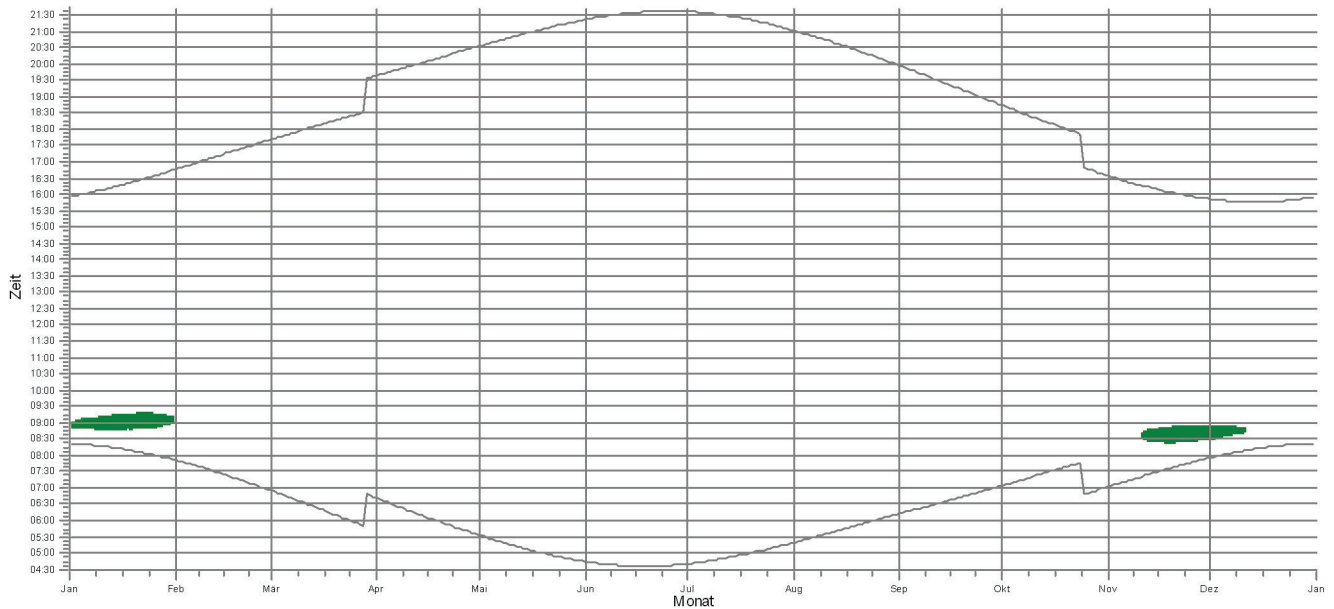
Berechnet:

04.12.2018 10:56/3.2.737

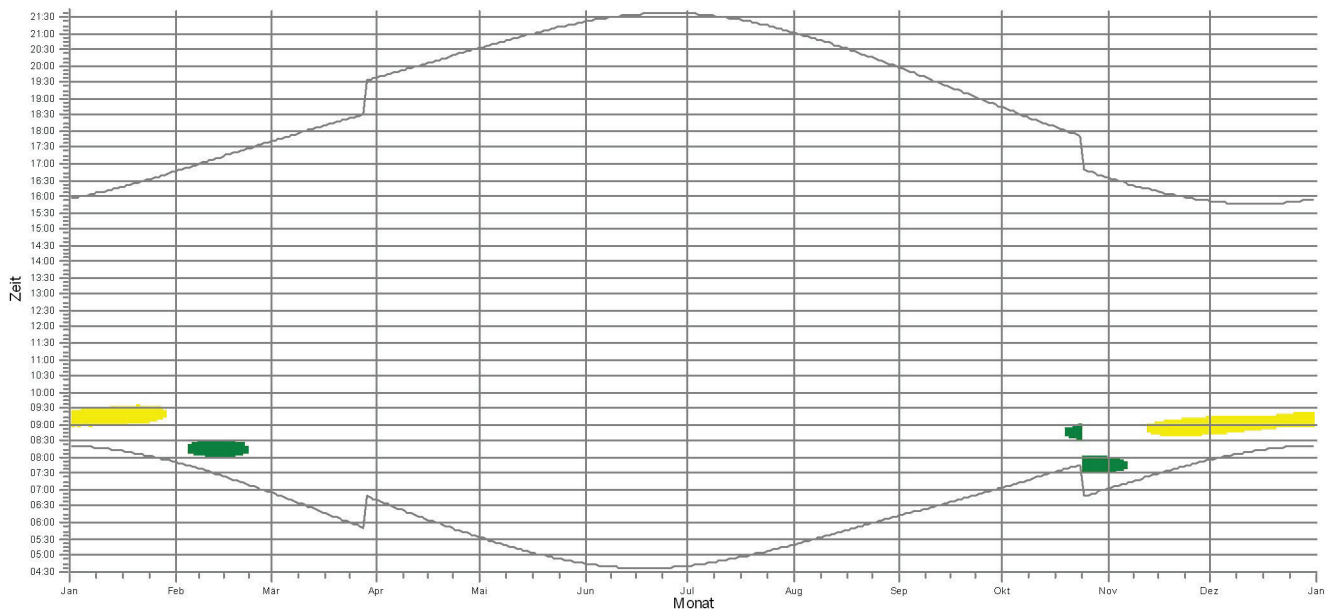
SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: GB (14 WKA Bestand, 4 WKA Antrag) 04.12.2018

D: Hedwigshof, Nr. 12



E: Hedwigshof, Nr. 4



WEA



1: GR K1



2: GR K2

Projekt:

DE GR AA 07 04.12.2018 chau

Beschreibung:

Das Windfeld liegt im Nordosten der Uckermark zwischen den Ortschaften Wallmow, Trampe und Grünberg auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche. Es ist ein ausgewiesenes Windnutzungsgebiet.

Lizenzierter Anwender:

Enertrag Energiedienst GmbH

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

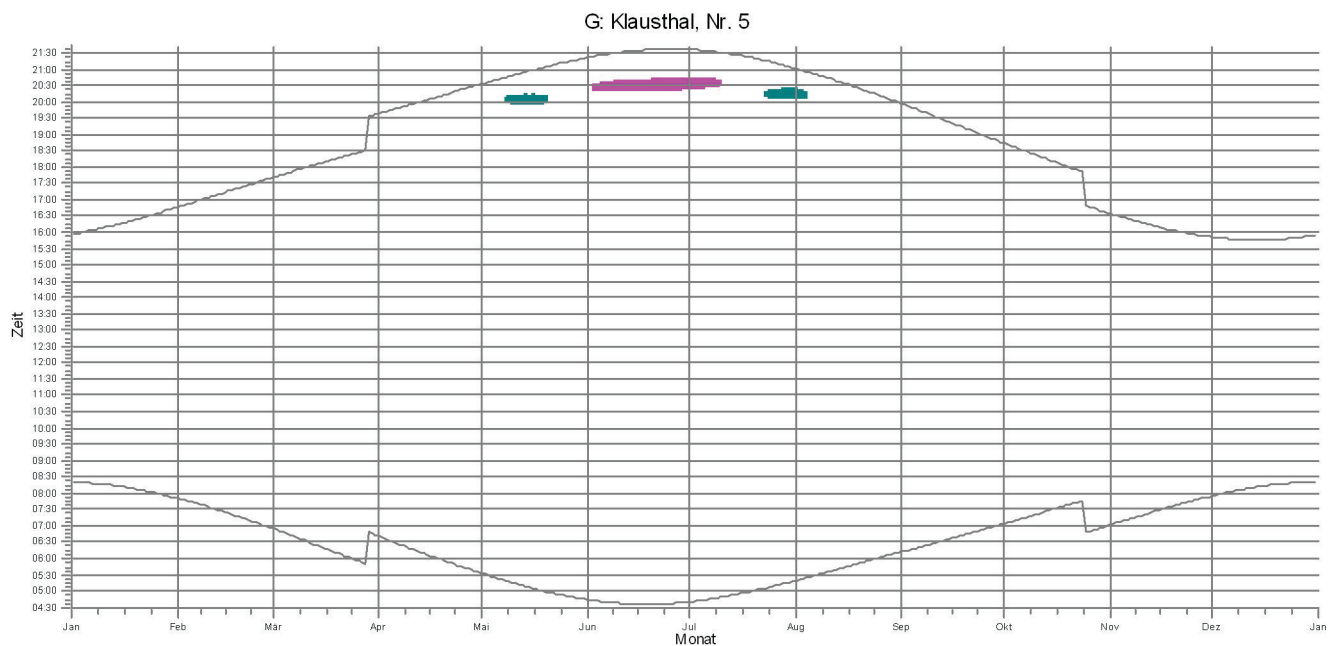
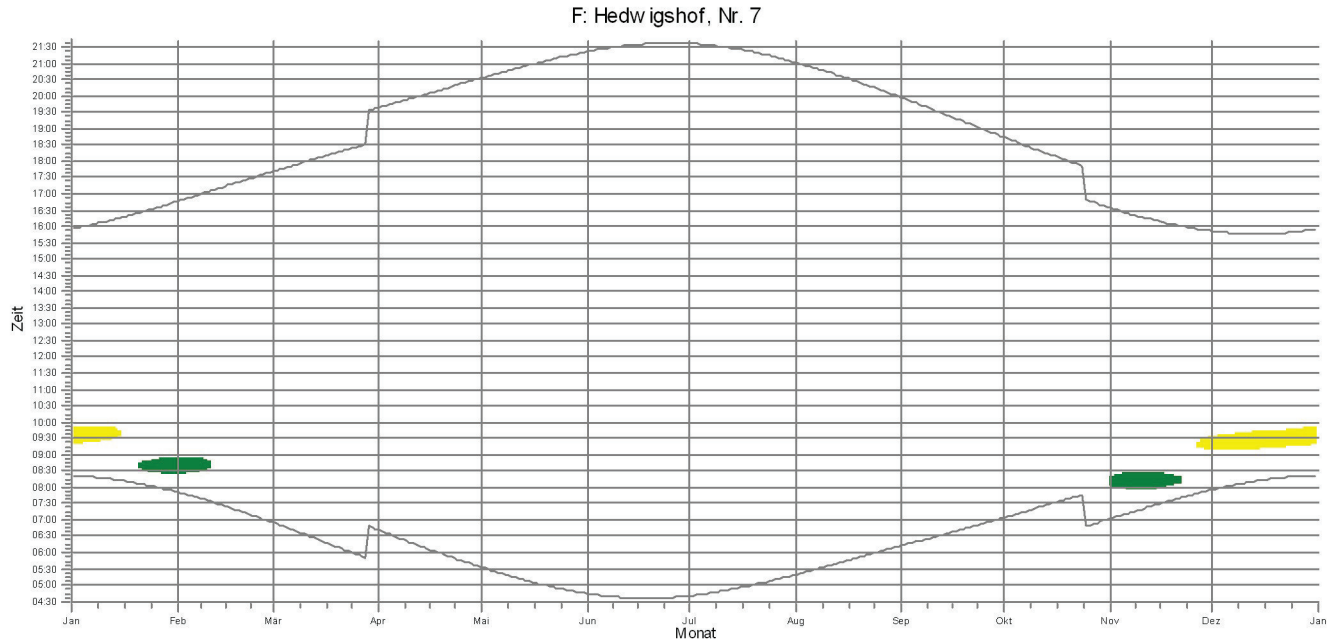
Christoph Haucke / christoph.haucke@enertrag.com

Berechnet:

04.12.2018 10:56/3.2.737

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: GB (14 WKA Bestand, 4 WKA Antrag) 04.12.2018



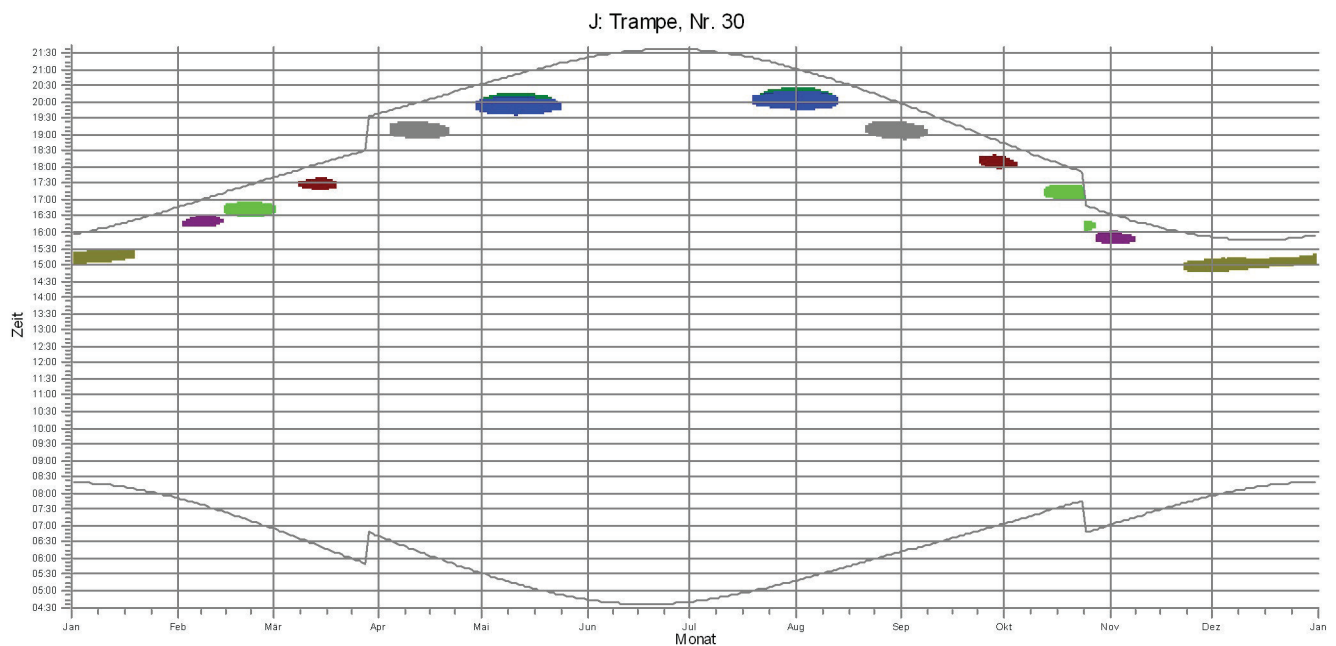
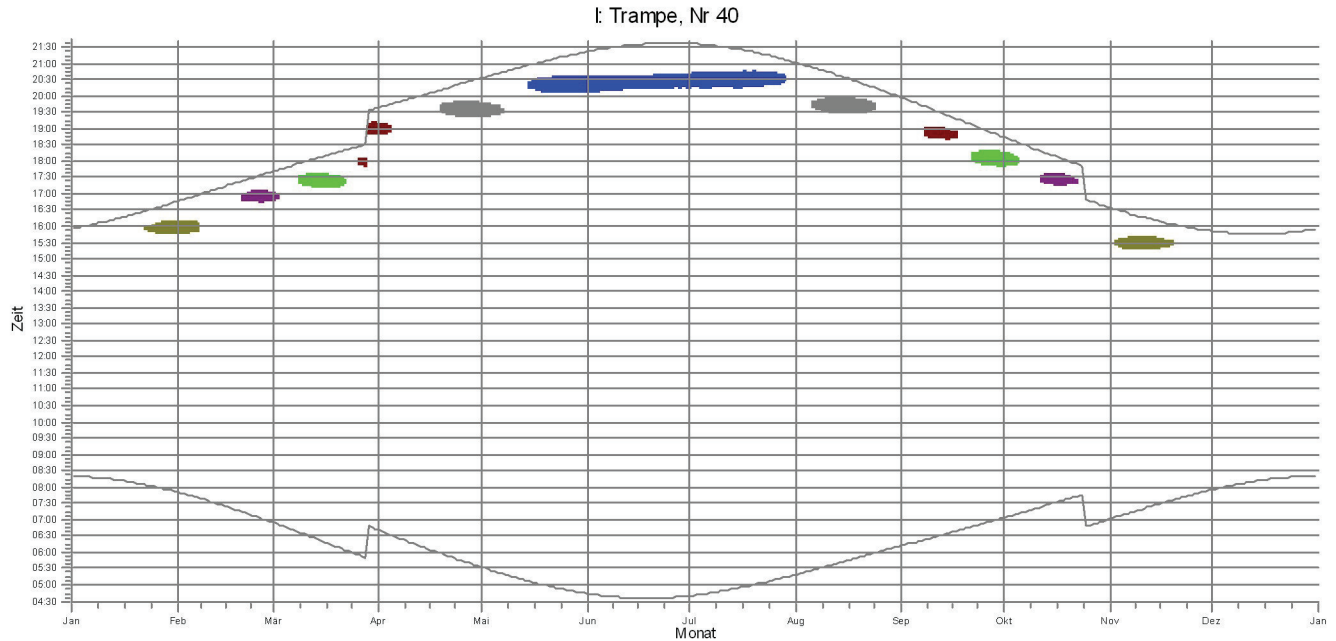
WEA

1: GR K1
2: GR K2

5: ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (58)
6: ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (59)

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: GB (14 WKA Bestand, 4 WKA Antrag) 04.12.2018



WEA

1: GR K1	9: GE WIND ENERGY GE 2.5xl 2500 100.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:150,0 m) (62)
3: GR K3	10: GE WIND ENERGY GE 2.5xl 2500 100.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:150,0 m) (63)
4: GR K4	11: GE WIND ENERGY GE 2.5xl 2500 100.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:150,0 m) (64)
8: GE WIND ENERGY GE 2.5xl 2500 100.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:150,0 m) (61)	

Projekt:

DE GR AA 07 04.12.2018 chau

Beschreibung:

Das Windfeld liegt im Nordosten der Uckermark zwischen den Ortschaften Wallmow, Trampe und Grünberg auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche. Es ist ein ausgewiesenes Windnutzungsgebiet.

Lizenzierter Anwender:

Enertrag Energiedienst GmbH

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

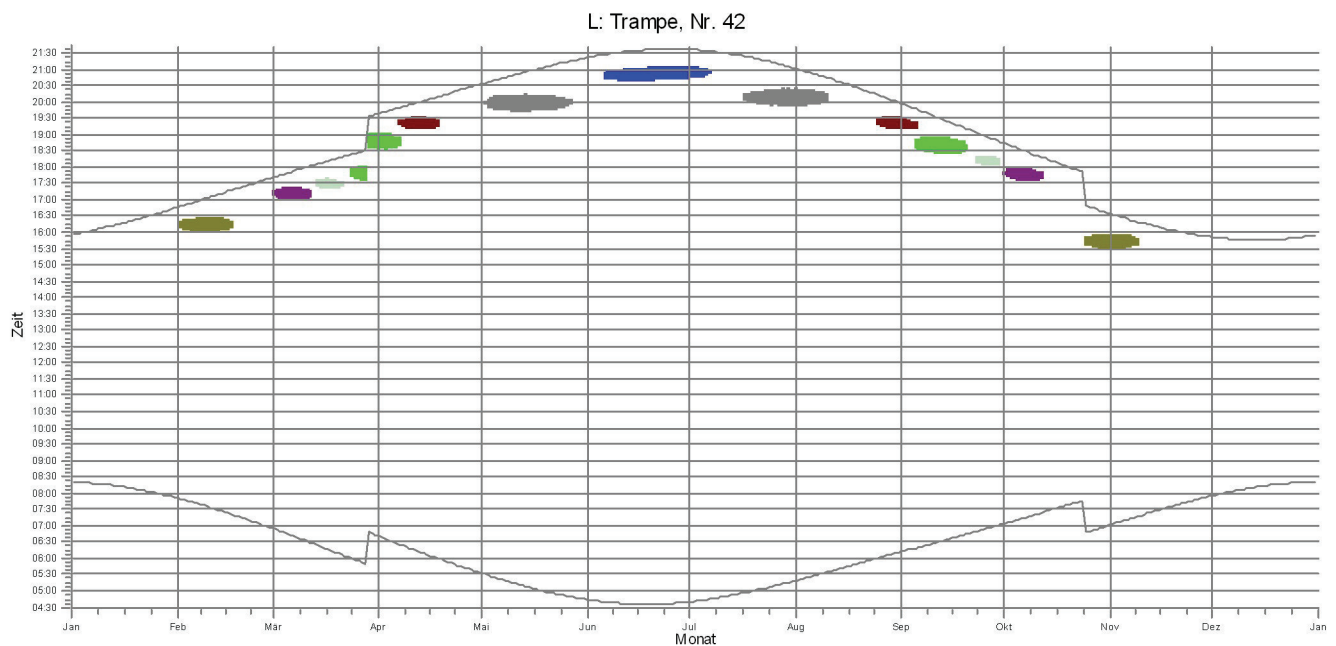
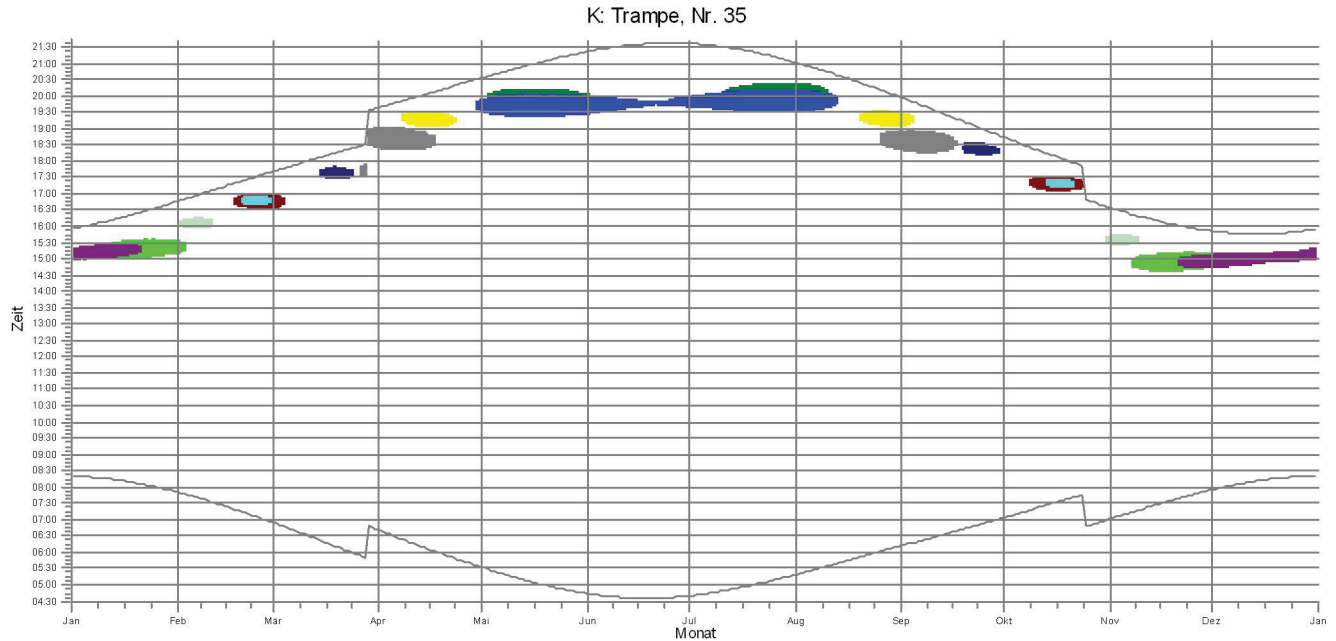
Christoph Haucke / christoph.haucke@enertrag.com

Berechnet:

04.12.2018 10:56/3.2.737

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: GB (14 WKA Bestand, 4 WKA Antrag) 04.12.2018



WEA

1: GR K1	9: GE WIND ENERGY GE 2.5xl 2500 100.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:150,0 m) (62)
2: GR K2	10: GE WIND ENERGY GE 2.5xl 2500 100.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:150,0 m) (63)
3: GR K3	11: GE WIND ENERGY GE 2.5xl 2500 100.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:150,0 m) (64)
4: GR K4	13: ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (66)
7: GE WIND ENERGY GE 2.5xl 2500 100.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:150,0 m) (60)	14: ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (67)
8: GE WIND ENERGY GE 2.5xl 2500 100.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:150,0 m) (61)	

Projekt:

DE GR AA 07 04.12.2018 chau

Beschreibung:

Das Windfeld liegt im Nordosten der Uckermark zwischen den Ortschaften Wallmow, Trampe und Grünberg auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche. Es ist ein ausgewiesenes Windnutzungsgebiet.

Lizenzierter Anwender:

Enertrag Energiedienst GmbH

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

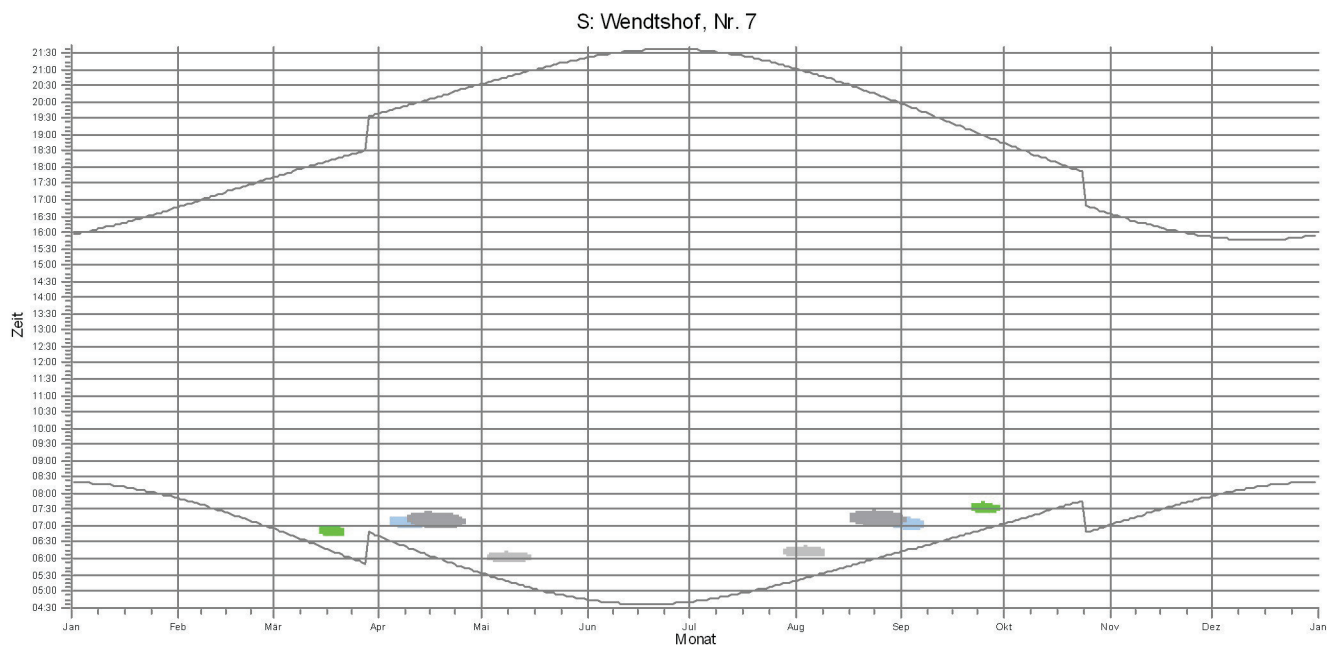
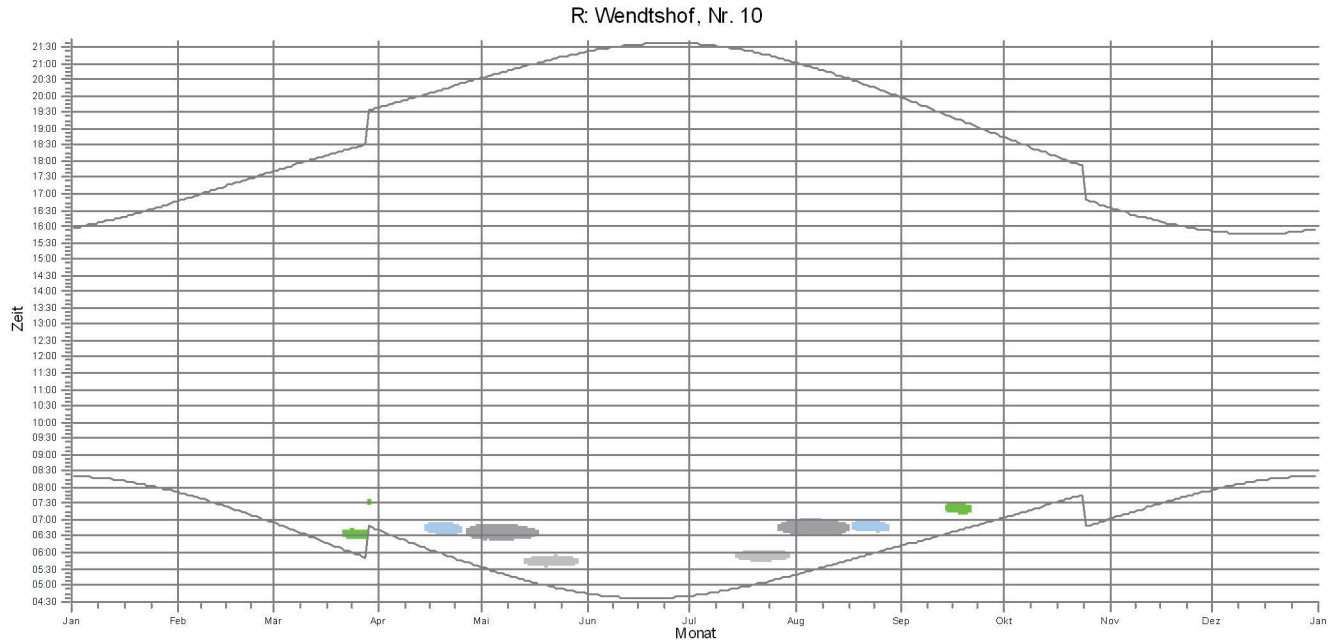
Christoph Haucke / christoph.haucke@enertrag.com

Berechnet:

04.12.2018 10:56/3.2.737

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: GB (14 WKA Bestand, 4 WKA Antrag) 04.12.2018



WEA

12: ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (65)
15: ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (68)

16: ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (69)
18: ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (75)

Projekt:

DE GR AA 07 04.12.2018 chau

Beschreibung:

Das Windfeld liegt im Nordosten der Uckermark zwischen den Ortschaften Wallmow, Trampe und Grünberg auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche. Es ist ein ausgewiesenes Windnutzungsgebiet.

Lizenzierter Anwender:

Enertrag Energiedienst GmbH

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

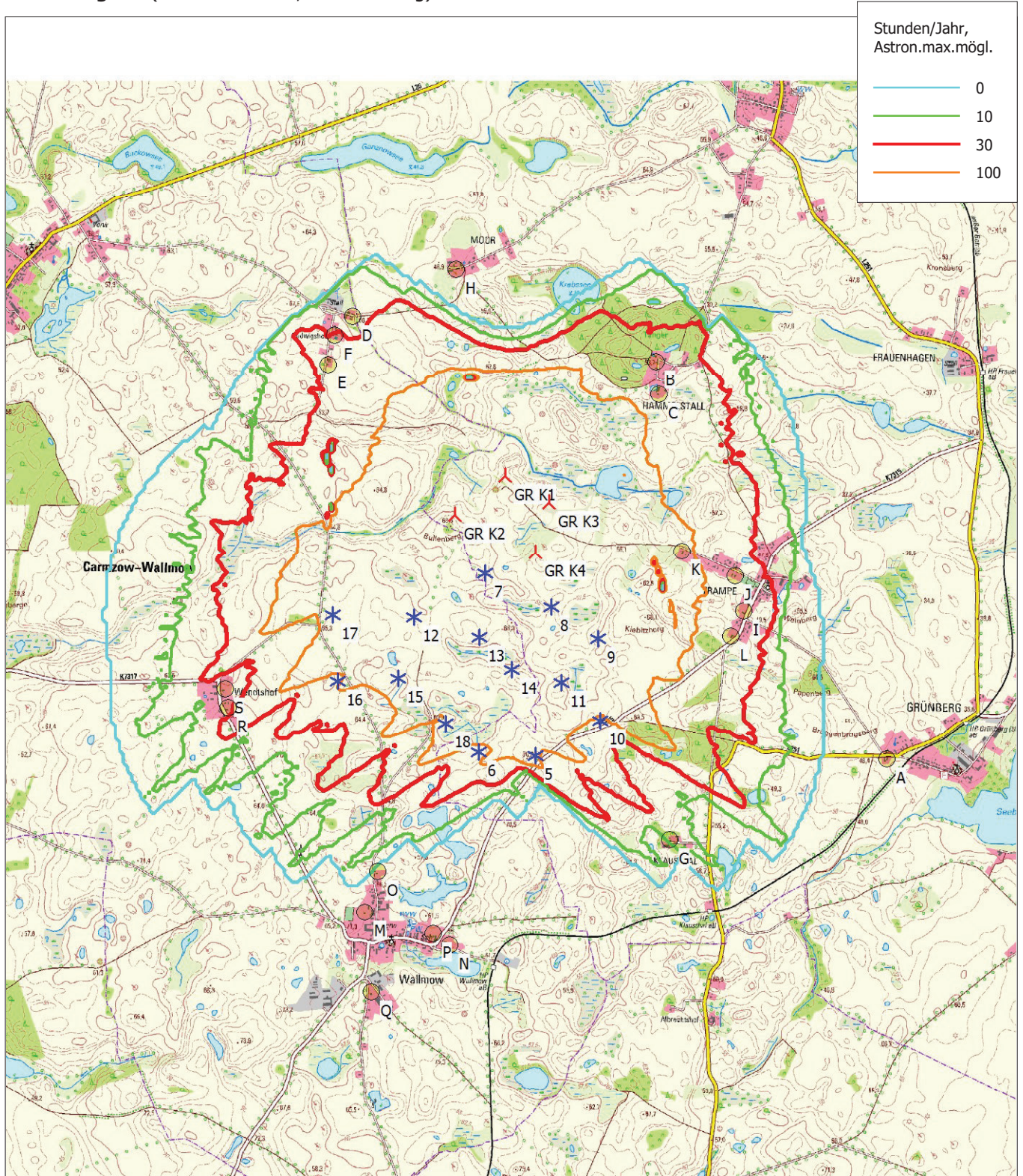
Christoph Hauke / christoph.hauke@enertrag.com

Berechnet:

04.12.2018 10:56/3.2.737

SHADOW - Karte

Berechnung: GB (14 WKA Bestand, 4 WKA Antrag) 04.12.2018



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: TK25, Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM (north)-WGS84 Zone: 33 Ost: 440.080 Nord: 5.913.191

Neue WEA

Existierende WEA

Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: kombi DGM SRTM

Projekt:

DE GR AA 07 04.12.2018 chau

Beschreibung:

Das Windfeld liegt im Nordosten der Uckermark zwischen den Ortschaften Wallmow, Trampe und Grünberg auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche. Es ist ein ausgewiesenes Windnutzungsgebiet.

Lizenzierter Anwender:

Enertrag Energiedienst GmbH

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

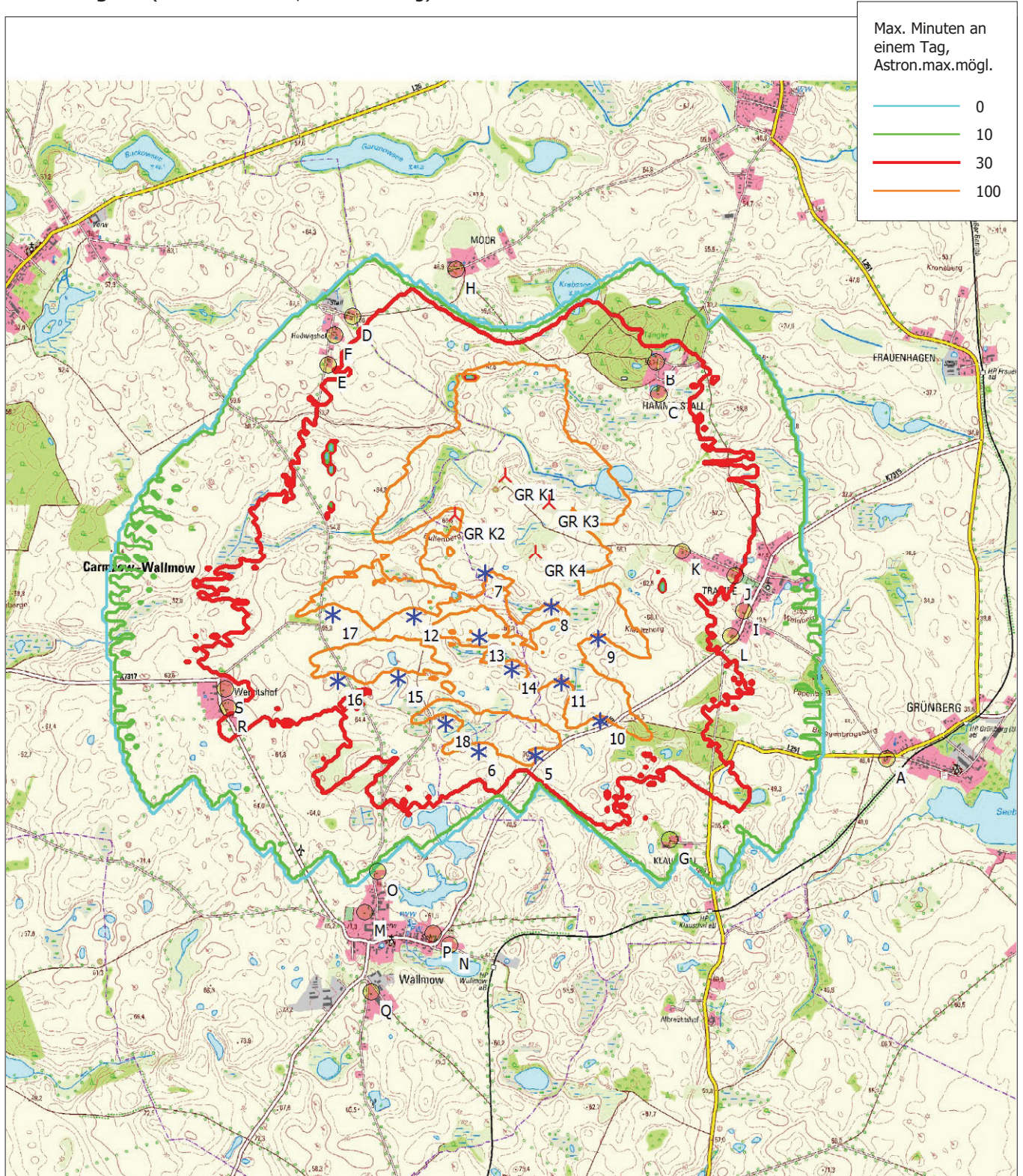
Christoph Hauke / christoph.hauke@enertrag.com

Berechnet:

04.12.2018 10:56/3.2.737

SHADOW - Karte

Berechnung: GB (14 WKA Bestand, 4 WKA Antrag) 04.12.2018



Neue WEA

Karte: TK25, Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM (north)-WGS84 Zone: 33 Ost: 440.080 Nord: 5.913.191

Existierende WEA

Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: kombi DGM SRTM

Projekt:

DE GR AA 07 04.12.2018 chau

Beschreibung:

Das Windfeld liegt im Nordosten der Uckermark zwischen den Ortschaften Wallmow, Trampe und Grünberg auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche. Es ist ein ausgewiesenes Windnutzungsgebiet.

Lizenzierter Anwender:

Enertrag Energiedienst GmbH

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

Christoph Haucke / christoph.haucke@enertrag.com

Berechnet:

04.12.2018 12:30/3.2.737

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB KR (14 WKA Bestand, 4 WKA Antrag) 04.12.2018

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA

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

Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont

3 °

Tage zwischen Berechnungen

1 Tag(e)

Berechnungszeitsprung

1 Minuten

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche

Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:

Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang

Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung

Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Schattenabschaltung für spez. WEA

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

Verwendete Höhenlinien: kombi DGM SRTM

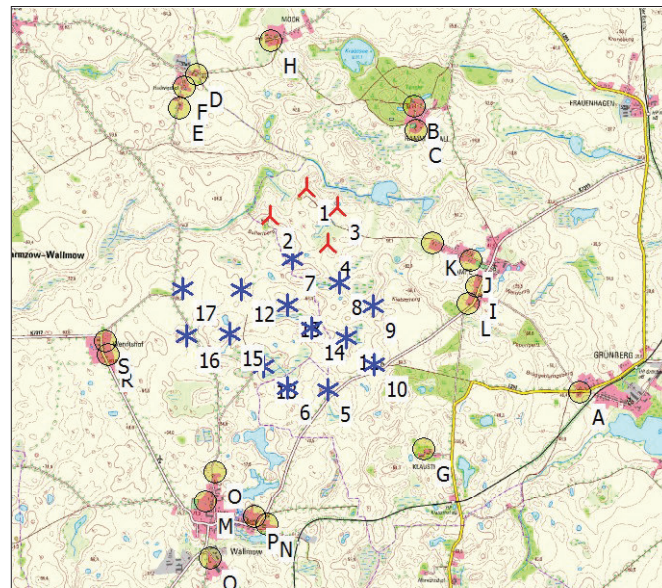
Hindernisse in Berechnung verwendet

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

Rasterauflösung: 10,0 m

Alle Koordinatenangaben in:

UTM (north)-WGS84 Zone: 33



Neue WEA

Maßstab 1:75.000

Existierende WEA

Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller					Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
1	440.037	5.914.049	56,7	GR K1	Ja	GE WIND ENERGY	GE 5.3-158-5.300	5.300	158,0	161,0	1.798	0,0
2	439.680	5.913.772	61,2	GR K2	Ja	GE WIND ENERGY	GE 5.3-158-5.300	5.300	158,0	161,0	1.798	0,0
3	440.350	5.913.862	53,5	GR K3	Ja	GE WIND ENERGY	GE 5.3-158-5.300	5.300	158,0	161,0	1.798	0,0
4	440.253	5.913.502	56,8	GR K4	Ja	GE WIND ENERGY	GE 5.3-158-5.300	5.300	158,0	161,0	1.798	0,0
5	440.251	5.912.066	60,0	ENERCON E-82 E2 230...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
6	439.852	5.912.088	60,0	ENERCON E-82 E2 230...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
7	439.895	5.913.359	64,5	GE WIND ENERGY GE ...	Nein	GE WIND ENERGY	GE 2.5xl-2.500	2.500	100,0	100,0	1.574	14,0
8	440.361	5.913.119	56,1	GE WIND ENERGY GE ...	Nein	GE WIND ENERGY	GE 2.5xl-2.500	2.500	100,0	100,0	1.574	14,0
9	440.695	5.912.896	55,3	GE WIND ENERGY GE ...	Nein	GE WIND ENERGY	GE 2.5xl-2.500	2.500	100,0	100,0	1.574	14,0
10	440.707	5.912.316	60,0	GE WIND ENERGY GE ...	Nein	GE WIND ENERGY	GE 2.5xl-2.500	2.500	100,0	100,0	1.574	14,0
11	440.433	5.912.582	60,0	GE WIND ENERGY GE ...	Nein	GE WIND ENERGY	GE 2.5xl-2.500	2.500	100,0	100,0	1.574	14,0
12	439.392	5.913.049	60,0	ENERCON E-82 E2 230...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
13	439.853	5.912.902	60,0	ENERCON E-82 E2 230...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
14	440.086	5.912.676	60,0	ENERCON E-82 E2 230...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
15	439.281	5.912.614	60,0	ENERCON E-82 E2 230...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
16	438.852	5.912.595	60,0	ENERCON E-82 E2 230...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
17	438.817	5.913.064	60,0	ENERCON E-82 E2 230...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
18	439.614	5.912.291	60,0	ENERCON E-82 E2 230...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	Grünberg, Nr. 1	442.739	5.912.039	40,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	Hammelstall, Nr. 3	441.108	5.914.858	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	Hammelstall, Nr. 8	441.124	5.914.622	50,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	Hedwigshof, Nr. 12	438.962	5.915.178	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	Hedwigshof, Nr. 4	438.789	5.914.838	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	Hedwigshof, Nr. 7	438.835	5.915.047	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	Klausthal, Nr. 5	441.203	5.911.471	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	Moor, Nr. 7d	439.690	5.915.508	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	Trampe, Nr. 40	441.726	5.913.086	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	Trampe, Nr. 30	441.665	5.913.339	49,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

DE GR AA 07 04.12.2018 chau

Beschreibung:

Das Windfeld liegt im Nordosten der Uckermark zwischen den Ortschaften Wallmow, Trampe und Grünberg auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche. Es ist ein ausgewiesenes Windnutzungsgebiet.

Lizenzierter Anwender:

Enertrag Energiedienst GmbH

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

Christoph Haucke / christoph.haucke@enertrag.com

Berechnet:

04.12.2018 12:30/3.2.737

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB KR (14 WKA Bestand, 4 WKA Antrag) 04.12.2018

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
K	Trampe, Nr. 35	441.290	5.913.513	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L	Trampe, Nr. 42	441.634	5.912.911	50,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	Wallmow, Ferienhaus (Flst. 201)	439.047	5.910.953	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	Wallmow, Nr. 1	439.648	5.910.720	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	Wallmow, Nr. 53	439.139	5.911.244	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
P	Wallmow, Nr. 6 (Schule)	439.529	5.910.801	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Q	Wallmow, Nr. 65	439.092	5.910.389	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
R	Wendtshof, Nr. 10	438.082	5.912.406	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
S	Wendtshof, Nr. 7	438.058	5.912.537	60,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Vermiedene Stunden pro Jahr	Vermiedene Tage pro Jahr
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	[d/a]
A	Grünberg, Nr. 1	0:00	0	0:00		
B*	Hammelstall, Nr. 3	17:11	49	0:28	37:58	64
C*	Hammelstall, Nr. 8	20:17	53	0:30	55:35	92
D	Hedwigshof, Nr. 12	18:48	62	0:25		
E*	Hedwigshof, Nr. 4	11:52	36	0:25	29:28	78
F*	Hedwigshof, Nr. 7	12:57	42	0:24	17:40	50
G	Klausthal, Nr. 5	13:09	64	0:17		
H	Moor, Nr. 7d	0:00	0	0:00		
I*	Trampe, Nr. 40	23:43	103	0:22	38:02	114
J*	Trampe, Nr. 30	30:43	134	0:22	32:55	85
K*	Trampe, Nr. 35	47:29	156	0:29	83:53	163
L*	Trampe, Nr. 42	32:08	124	0:24	24:05	83
M	Wallmow, Ferienhaus (Flst. 201)	0:00	0	0:00		
N	Wallmow, Nr. 1	0:00	0	0:00		
O	Wallmow, Nr. 53	0:00	0	0:00		
P	Wallmow, Nr. 6 (Schule)	0:00	0	0:00		
Q	Wallmow, Nr. 65	0:00	0	0:00		
R	Wendtshof, Nr. 10	26:09	104	0:25		
S	Wendtshof, Nr. 7	20:04	84	0:24		

* Rezeptoren, an denen Schattenwurf durch Abschaltung reduziert ist.

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Angehalten wg. Schattenabschaltung [h/a]
1	GR K1	75:20	23:00
2	GR K2	18:38	56:23
3	GR K3	0:00	144:14
4	GR K4	0:00	95:12
5	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (58)	8:36	
6	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (59)	4:33	
7	GE WIND ENERGY GE 2.5xl 2500 100.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:150,0 m) (60)	4:08	
8	GE WIND ENERGY GE 2.5xl 2500 100.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:150,0 m) (61)	23:04	
9	GE WIND ENERGY GE 2.5xl 2500 100.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:150,0 m) (62)	49:28	
10	GE WIND ENERGY GE 2.5xl 2500 100.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:150,0 m) (63)	29:34	
11	GE WIND ENERGY GE 2.5xl 2500 100.0 !O! NH: 100,0 m (Ges:150,0 m) (64)	31:13	
12	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (65)	9:59	
13	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (66)	2:39	
14	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (67)	5:56	
15	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (68)	8:49	
16	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (69)	23:42	
17	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (74)	0:00	
18	ENERCON E-82 E2 2300 82.0 !O! NH: 138,4 m (Ges:179,4 m) (75)	4:53	

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:

DE GR AA 07 04.12.2018 chau

Beschreibung:

Das Windfeld liegt im Nordosten der Uckermark zwischen den Ortschaften Wallmow, Trampe und Grünberg auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche. Es ist ein ausgewiesenes Windnutzungsgebiet.

Lizenzierter Anwender:

Enertrag Energiedienst GmbH

Gut Dauerthal

DE-17291 Schenkenberg

+49 (0)39854 6459395

Christoph Haucke / christoph.haucke@enertrag.com

Berechnet:

04.12.2018 12:30/3.2.737

SHADOW - Schattenabschaltung: WEA-/Rezeptor-Tabelle

Berechnung: GB KR (14 WKA Bestand, 4 WKA Antrag) 04.12.2018

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1										X	X								
2					X	X					X								
3	X	X								X	X	X	X						
4	X	X								X	X	X	X						
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			