

# **WINDPARK VORBEIN 2**

## **Schattenwurf durch Windenergieanlagen auf vorgegebene Betrachtungspunkte**

ermittelt mit Hilfe des Berechnungsprogrammes  
EMD WindPRO version 2.7.473 Juni 2010 / Baustein SHADOW

### **Bauvorhaben:**

Errichtung von 1 Windenergieanlagen vom Typ  
VESTAS V 90 mit einer Nennleistung von 2000 kW und  
einer Nabenhöhe von 105 m

Januar 2011

Auftragnehmer: EEN GmbH  
Schlossweg 3  
18516 Süderholz OT Griebenow

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
<b>Aufgabenstellung</b>	<b>3</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
<b>Maximale Zeiten mit Schattenwurf nach astronomischer Berechnung (worst case)</b>	<b>7</b>
<b>Standortkartenausschnitt im Maßstab 1:30000 vom Standort Vorbein</b>	<b>9</b>
<b>Datenblatt Windenergieanlage VESTAS V 90</b>	<b>10</b>
<b>SHADOW-Hauptergebnis</b>	<b>11</b>
<b>Standortkartenausschnitt im Maßstab 1:30000 ISO-Schattenlinien für Stunden pro Jahr</b>	<b>13</b>
<b>Standortkartenausschnitt im Maßstab 1:30000 ISO-Schattenlinien für Minuten pro Tag</b>	<b>14</b>
<b>SHADOW-Kalender A Vorbein Ausbau, Nr. 57</b>	<b>15</b>
<b>SHADOW-Kalender B Vorbein Ausbau, Nr. 58</b>	<b>18</b>
<b>SHADOW-Kalender C Vorbein, Dorfstr. 41</b>	<b>21</b>
<b>SHADOW-Kalender D Vorbein, Dorfstr. 38</b>	<b>22</b>
<b>SHADOW-Kalender E Gülzowshof, Dorfstr. 3</b>	<b>23</b>
<b>SHADOW-Kalender F Vorbein Ausbau, Nr. 68 (Chausseehaus)</b>	<b>24</b>
<b>SHADOW-Kalender G Düvier, Nr. 93</b>	<b>25</b>
<b>SHADOW-Kalender H Nielitz, Nr. 19</b>	<b>26</b>
<b>SHADOW-Kalender I Nielitz, Nr. 30</b>	<b>27</b>
<b>SHADOW-Kalender J Gülzowshof, Dorfstr. 23 (Einzelgehöft am „Blanken Moor“)</b>	<b>28</b>
<b>SHADOW-Kalender K Gülzowshof, Dorfstr. 24</b>	<b>29</b>
<b>SHADOW-Kalender L Gülzow Dorf, Nr. 5</b>	<b>30</b>
<b>SHADOW-Kalender pro WEA für WEA V 90</b>	<b>31</b>
<b>Anlagen:</b>	
<b>Anlage 1 Berechnung ausschließlich für vorhandene WEA</b>	<b>33</b>
<b>Anlage 2 Berechnung ausschließlich für neu geplante WEA</b>	<b>35</b>
<b>Grafik und Tabelle zum Anteil der Verdeckung</b>	<b>37</b>
<b>Erläuterungen zum Berechnungsprogramm SHADOW</b>	<b>38</b>

## Aufgabenstellung

Es ist für entsprechend des Einwirkbereiches der geplanten WEA festzulegende Betrachtungspunkte (Wohn- und Gewerbegebäude) in Windparknähe der maximale Schattenwurf (worst case) durch die geplante Windenergieanlage (WEA) zu ermitteln. Der Einwirkbereich wurde anhand der ISO-Schattenlinien, Linien gleicher Schattenwurfdauer in Stunden pro Jahr und in Minuten pro Tag mit Hilfe der „worst case“ – Berechnung ermittelt. Die Immissionspunkte wurden als jeweils 2 m über dem Grund befindliche Terrassenflächen (d. h. freier Winkel des Schatteneinfalls) von 2 m (Breite) x 1 m (Höhe) im Gewächshausmodus betrachtet.

Innerhalb des Einwirkbereiches wurden 12 Betrachtungspunkte (Rezeptoren) in Windparknähe ermittelt (die Punkte C, D, G und L müssen eigentlich nicht weiter betrachtet werden, da hier durch die neue WEA kein Schattenwurf verursacht wird, d. h. es liegen eigentlich nur 8 Punkte im Einwirkbereich der geplanten WEA), für diese ist der theoretisch maximal mögliche Schattenwurf (worst case) zu ermitteln.

Im Einzelnen sind dies:

IO- Nr.	Immissionsorte	Gauß-Krüger Krassowski 3 °		Gauß-Krüger Bessel 3 °	
		Ost	Nord	Ost	Nord
A	Vorbein Ausbau, Nr. 57	4.574.651	5.988.424	4.574.625	5.987.833
B	Vorbein Ausbau, Nr. 58	4.574.862	5.988.260	4.574.836	5.987.669
C	Vorbein, Dorfstr. 41	4.574.351	5.986.792	4.574.325	5.986.201
D	Vorbein, Dorfstr. 38	4.574.345	5.986.737	4.574.319	5.986.146
E	Gülzowshof, Dorfstr. 3	4.572.806	5.987.897	4.572.780	5.987.306
F	Vorbein Ausbau, Nr. 68 (Chausseehaus)	4.575.174	5.987.819	4.575.148	5.987.228
G	Düvier, Nr. 93	4.571.088	5.990.004	4.571.062	5.989.413
H	Nielitz, Nr. 19	4.571.969	5.988.667	4.571.943	5.988.076
I	Nielitz, Nr. 30	4.571.634	5.988.768	4.571.608	5.988.177
J	Gülzowshof, Dorfstr. 23 (Einzelgehöft am „Blanken Moor“)	4.573.043	5.988.530	4.573.017	5.987.939
K	Gülzowshof, Dorfstr. 24	4.572.730	5.988.397	4.572.704	5.987.806
L	Gülzow Dorf, Nr. 5	4.573.347	5.990.246	4.573.321	5.989.655

Im Windpark Vorbein 2 soll 1 Windenergieanlage vom Typ VESTAS V 90, 2000 kW mit einer Nabenhöhe von 105 m errichtet werden.

Die in unmittelbarer Nähe vorhandenen 7 Windenergieanlagen vom Typ VESTAS V47 mit einer Nabenhöhe von 65 m und einer Nennleistung von 660 kW müssen berücksichtigt werden. 2 weitere WEA vom Typ ENERCON E 40 mit einer Nabenhöhe von 65 m befinden sich in südlicher Richtung. In der Ortslage Nielitz befinden sich 5 weitere WEA vom Typ VESTAS V 90 mit jeweils 80 m Nabenhöhe. Diese wurden bei der Schattenwurfprognose ebenfalls berücksichtigt.

Grundlage für die Berechnungen bilden die Abmessungen der Windenergieanlagen und die Angaben der Anlagenstandorte und Betrachtungspunkte. Die verwendeten Koordinaten der vorhandenen Windenergieanlagen und der Immissionspunkte wurden vom Vermessungsbüro Scholwin am 02.09.2005 ermittelt. Eine Liste der Koordinaten liegt dem BlmSchG – Antrag bei.

Mit dem Berechnungsprogramm SHADOW als Baustein der aktuellen Version des WindPRO-Programmes von der dänischen Firma EMD werden die rechnerisch maximalen Schattenwurfstunden pro Jahr, die Anzahl der Tage mit Schattenwurf und die maximal möglichen Schattenwurfzeiten in Stunden pro Tag errechnet.

## Zusammenfassung

Für 12 Betrachtungspunkte (Rezeptoren A - L) wurde der theoretisch maximal mögliche Schattenwurf (worst case) auf eine jeweils 2 m über dem Grund befindliche Fläche von 2 m x 1 m in Parkrichtung ermittelt.

Für die „worst case“ (ungünstigste Variante) - Berechnung werden folgende Annahmen gemacht:

- Die Sonne scheint den ganzen Tag, an allen Tagen im Jahr (wolkenloser Himmel)
- Die Windrichtung entspricht dem Azimutwinkel der Sonne, d. h. die Sonnenstrahlung steht senkrecht zur Rotorkreisfläche (max. Schatten)
- Die Windenergieanlagen sind in Betrieb und drehen sich.

Der Schattenwurf wurde jeweils als Grafik dargestellt.

Alle angegebenen Uhrzeiten sind Mitteleuropäische Zeiten (keine Sommerzeiten).

Für die Betrachtungspunkte C – L werden die Richtwerte von 30 Minuten täglich und 30 h jährlich unterschritten. Die maximale Schattendauer beträgt hier zwischen 5 und 28 Minuten am Tag bzw. 0:21 und 23:53 Stunden im Jahr. An den Punkten C, D, G und L verursacht die geplante WEA keinen Schattenwurf.

An den Betrachtungspunkten A und B ergibt sich eine Überschreitung des Richtwertes. Hier wurden 50 bzw. 35 min maximale Schattendauer pro Tag ermittelt. Die Richtwerte von 30 h pro Jahr werden ebenfalls überschritten. Es wurden 50:37 bzw. 42:24 h Schattendauer ermittelt.

Die Richtwertüberschreitungen am Punkt A treten vom 08. – 31. März zwischen 16:13 und 17:03 Uhr und vom 12. September – 5. Oktober zwischen 15:56 und 16:48 Uhr, verursacht durch die geplante WEA 1, auf.

Am Punkt B verursacht ebenfalls WEA 1 vom 08. – 19. April zwischen 17:35 und 18:11 Uhr und vom 24. August – 4. September zwischen 17:35 und 18:11 Uhr die Richtwertüberschreitung.

In den Anlagen 1 und 2 wurden die Einflüsse der Parks einzeln betrachtet:

- in Anlage 1 nur die vorhandenen WEA (Vorbein 1 und 2 x E 40 und 5 x V 90 in Nielitz)
- in Anlage 2 nur die geplante WEA in Vorbein 2

Hier zeigt sich, dass die vorhandenen Windenergieanlagen keine Richtwertüberschreitungen verursachen, die geplante Windenergieanlage in Vorbein 2 ist allein für die Überschreitungen an den Immissionsorten A und B verantwortlich.

Um die möglichen Belastungen der Anwohner unter die obigen Richtwerte zu reduzieren, sollte eine sensorgesteuerte Abschaltautomatik in WEA 1 eingebaut werden. Diese Technik wird von mehreren Herstellern, unter anderem auch von VESTAS, angeboten und wurde bereits in zahlreichen Projekten eingesetzt (Siehe 3.1.4. Abschaltautomatik – Abschaltmodul).

**Gegenüberstellung von Istzustand, Neubelastung, Gesamtbelastung durch alle WEA an den Immissionspunkten**

IP	Vorbelastung durch insgesamt 14 vorhandene WEA – Istzustand 1/2011 <i>Anlage 1</i>		Zusatzbelastung durch 1 neue V 90 <i>Anlage 2</i>		Gesamtbelastung	
	h pro Jahr	Min. pro Tag	h pro Jahr	Min. pro Tag	h pro Jahr	Min. pro Tag
A	10:46 h	0:24 min	39:51 h	0:50 min	50:37 h	0:50 min
B	20:17 h	0:24 min	22:07 h	0:35 min	42:24 h	0:35 min
C	00:45 h	0:07 min	00:00 h	0:00 min	00:45 h	0:07 min
D	13:56 h	0:25 min	00:00 h	0:00 min	13:56 h	0:25 min
E	08:07 h	0:14 min	03:13 h	0:14 min	11:20 h	0:14 min
F	06:46 h	0:20 min	17:07 h	0:22 min	23:53 h	0:22 min
G	20:43 h	0:20 min	00:00 h	0:00 min	20:43 h	0:20 min
H	00:00 h	0:00 min	00:21 h	0:05 min	00:21 h	0:05 min
I	06:59 h	0:16 min	00:08 h	0:02 min	07:07 h	0:16 min
J	12:42 h	0:16 min	04:36 h	0:17 min	17:18 h	0:17 min
K	02:45 h	0:10 min	02:35 h	0:13 min	05:20 h	0:13 min
L	17:53 h	0:28 min	00:00 h	0:00 min	17:53 h	0:28 min

Die Berechnung des Schattenwurfes geht in allen Fällen davon aus, dass völlig freie Sicht von den jeweiligen Betrachtungspunkten auf den Windpark möglich ist. Da der Winkel zwischen Ebene und Oberkante Rotor aber unter 15° liegt, ist es leicht möglich, dass z. B. Bäume in der Nähe der Betrachtungspunkte den Blick zu den WEA und damit den Schattenwurf verhindern.

Laut statistischen Erhebungen für Norddeutschland ergibt sich, dass zu rund 15-30 % der maximal möglichen Schattenwurfedauer auch tatsächlich Schatten auftreten kann. Dies würde beispielsweise für A mit der höchsten Schattendauer im Jahr mit 50:37 h/Jahr (astronomisch) bei 30 % tatsächlichem Schattenwurf ~15 h/a reale Schattenbelastung bedeuten. Zieht man die zulässigen 8 h/a ab, so verbleiben 7 h/a Schattenbelastung. In diesen 7 h müsste die WEA dann tatsächlich zum Schutz von IP-A abgeschaltet werden, wenn sie nach Überschreitung der Grenze von 8 h/a noch für Schattenbelastung an IP-A verantwortlich

sind. Diese Betrachtungsweise zeigt auch, dass IP mit geringfügigen Überschreitungen der astronomischen Grenzwerte kaum zu realen Abschaltungen führen werden.

Alle in den Berechnungen verwendeten Koordinaten sind Gauß-Krüger-Koordinaten, Bessel-3 °- Ellipsoid, Potsdam-Datum (soweit nicht anders beschrieben).

Die Berechnungen wurden unter Verwendung der oben genannten Unterlagen nach bestem Wissen und Gewissen erstellt.

Greifswald, 28. Januar 2011

K. Baumgard  
Geschäftsführerin

**Maximale Zeiten mit Schattenwurf nach astronomischer Berechnung (worst case)**

Es wurden alle Immissionspunkte betrachtet, bei denen die WEA V 90 allein (ohne Beachtung der vorhandenen WEA) für Überschreitungen verantwortlich ist bzw. zusätzlichen Schattenwurf erzeugt, der zur Überschreitung des jährlichen Richtwertes führt. Die Zeiten sind in Mitteleuropäischer Zeit (MEZ) angegeben. Die Zeiten mit Überschreitung der täglichen Richtwerte sind rot und fettgedruckt, zusätzliche Zeiten mit Schattenwurf sind grün dargestellt.

**Immissionsort A (Überschreitung täglicher und jährlicher Richtwert)**

Datum	März	April	September	Oktober
1		16:21-16:50		15:58-16:41
2		16:23-16:47		15:57-16:39
3		16:25-16:45		15:58-16:38
4		16:32-16:39		15:59-16:36
5	16:35-16:49			16:01-16:34
6	16:30-16:52			16:02-16:32
7	16:27-16:55			16:05-16:29
8	16:25-16:56		16:27-16:33	16:07-16:26
9	16:23-16:58		16:21-16:38	16:13-16:21
10	16:21-16:59		16:16-16:40	
11	16:20-17:00		16:14-16:42	
12	16:18-17:01		16:11-16:44	
13	16:18-17:02		16:10-16:45	
14	16:16-17:02		16:07-16:45	
15	16:16-17:03		16:06-16:46	
16	16:15-17:02		16:04-16:47	
17	16:14-17:03		16:03-16:48	
18	16:14-17:03		16:01-16:47	
19	16:14-17:03		16:01-16:47	
20	16:14-17:03		16:00-16:48	
21	16:18-17:03		15:59-16:48	
22	16:14-17:02		15:58-16:47	
23	16:13-17:01		15:58-16:47	
24	16:14-17:01		15:57-16:47	
25	16:14-17:00		15:57-16:46	
26	16:15-16:59		15:57-16:46	
27	16:15-16:58		15:56-16:44	
28	16:16-16:57		15:56-16:44	
29	16:16-16:55		15:57-16:43	
30	16:18-16:54		15:57-16:42	
31	16:19-16:52			

**Immissionsort B (Überschreitung täglicher und jährlicher Richtwert)**

Datum	April	August	September
1			17:35-18:10
2	17:53-17:57		17:36-18:09
3	17:48-18:03		17:35-18:07
4	17:45-18:06		17:36-18:07
5	17:43-18:07		17:36-18:06
6	17:41-18:08		17:36-18:03
7	17:39-18:09		17:38-18:02
8	17:39-18:10		17:39-18:00
9	17:38-18:10		17:42-17:57
10	17:37-18:10		17:45-17:52
11	17:36-18:11		
12	17:35-18:10		
13	17:35-18:10		
14	17:35-18:10		
15	17:35-18:10		
16	17:35-18:09		
17	17:35-18:09	17:56-18:00	
18	17:35-18:08	17:50-18:04	
19	17:35-18:07	17:47-18:06	
20	17:36-18:06	17:46-18:08	
21	17:37-18:05	17:43-18:08	
22	17:39-18:04	17:42-18:10	
23	17:40-18:02	17:41-18:11	
24	17:42-18:00	17:39-18:10	
25	17:44-17:56	17:38-18:11	
26		17:38-18:11	
27		17:37-18:11	
28		17:36-18:11	
29		17:36-18:11	
30		17:36-18:11	
31		17:35-18:10	

WindPRO version 2.7.473 Jun 2010

Projekt:

Windpark Vorbein

EEN GmbH  
Schlossweg 3  
18516 Süderholz OT Griebenow

Ausdruck/Seite

06.01.2011 11:44 / 1

Lizenzierter Anwender:

Energie Engineering Nord GmbH

Schlossweg 3

DE-18516 Süderholz

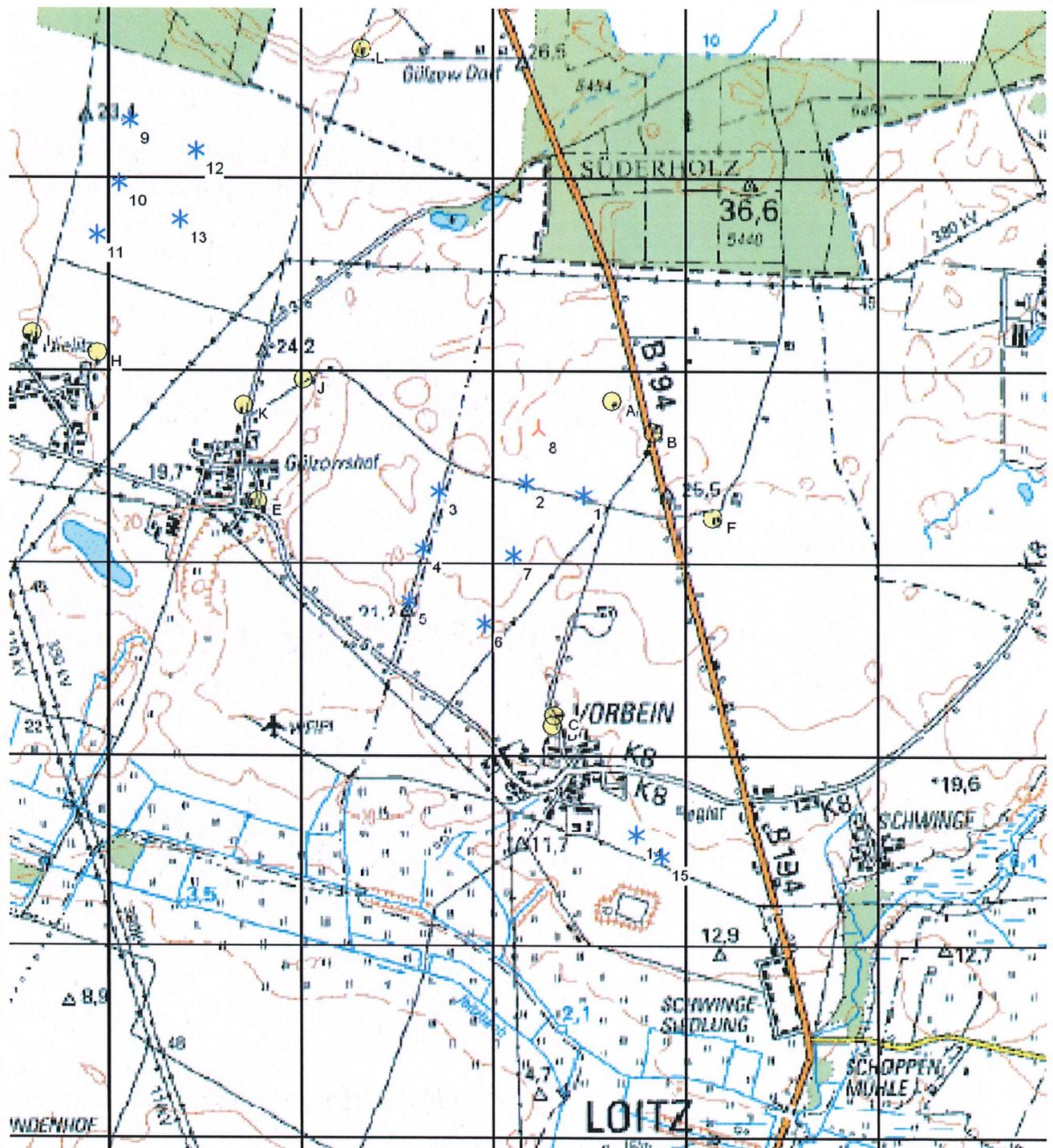
038332/7192-0

Ute Heitmann / u.heitmann@een-gmbh.de

Berechnet

06.01.2011 11:05/2.7.473

### SHADOW - Karte



Karte: VorbeinTopo50 , Druckmaßstab 1:30.000, Kartenzentrum Gauss Kruger (Krass. 3 Deg) Zone: 4 Ost: 4.574.337 Nord: 5.987.467

▲ Neue WEA    \* Existierende WEA    ○ Schattenrezeptor

Vestas Deutschland GmbH  
Otto-Hahn-Straße 2 D-25813 Husum  
Tel. 04841 / 9710 Fax 04841 / 971141  
e-mail: [vestas@vestas.de](mailto:vestas@vestas.de)  
Internet: <http://www.vestas.de>

Ausdruck/Seite  
06.01.2011 13:55 / 1  
Lizenzierter Anwender:

Berechnet:  
06.01.2011 13:54

### VESTAS V90 2000 90.0 !O!

Datei C:\WindPRO Data\WTG Data\VESTAS V90 2000 90.0 !O!.wtg

Firma	VESTAS	Hub height 95 and 105m are only available as Dibt certification.
Typ/Version	V90	Stopwind speed for 95m is 21 m/s
Nennleistung	2.000,0 kW	Stopwind speed for 105m is 23 m/s
zweiter Generator	0,0 kW	For latest data (7/2009) final confirmation by manufacturer is pending.
Rotordurchmesser	90,0 m	
Turm	konisch	
Netzfrequenz	50/60 Hz	
Herkunftsland	DK	
Blatt-Typ	Vestas	
Generatortyp	Ein-Generator-System	
Nennndrehzahl	14,9 U/min	
Einschaltzahl	9,0 U/min	
Nabenhöhe(n)	80,0; 95,0; 105,0 m	
Maximale Blatttiefe	3,42 m	
Blatttiefe bei 90% Radius	0,77 m	
Aktuell	Ja	
Erstellt von	EMD	
Erzeugt	09.12.2004 18:04	
Bearbeitet	09.12.2004 18:04	



### Visualisierungsdaten

Name Tubular all heights 08-2004  
Quelle Manufacturer

Nabenhöhe [m]	Datum	Erstellt von	Erzeugt	Bearbeitet	Standardwert(e)
80,000	25.08.2004 00:00	EMD	25.08.2004 17:00	19.08.2008 11:25	Ja

Final confirmation of data by manufacturer is pending

### Turm

Höhe [m]	Durchmesser unten [m]	Durchmesser oben [m]
80,0	4,2	2,3

### Gondel

Verhältnis Turmposition zur Gondellänge: 23 %

Form	Höhe vorne [m]	Höhe hinten [m]	Breite vorne [m]	Breite hinten [m]	Länge unten [m]	Länge oben [m]	Offset Vorne [m]	Offset Hinten [m]
Quader	2,53	1,68	3,64	3,64	0,63	1,05	0,50	0,85
Quader	3,58	2,53	3,64	3,64	0,27	0,27	0,00	0,50
Quader	4,11	3,58	3,64	3,64	5,17	5,17	0,00	0,00
Quader	4,11	4,11	3,64	3,64	1,89	1,89	0,00	0,00
Quader	3,58	4,11	3,64	3,64	1,05	0,63	0,00	0,00

### Rotor und Nabe

Anzahl der Rotorblätter	3
Blattposition (Blattmitte bis Gondel)	0,84 m
Max. Blatt-Tiefe	3,42 m
Position des Rotors relativ zum Turm	Gegenwind
Nabellänge (Gondel bis Spitze)	3,99 m
Nasenlänge (0 = keine Nase)	2,10 m
Nabendurchmesser (2x Radius Blattwurzel - Nabe)	3,63 m
Max. Nasendurchmesser	3,63 m
Durchmesser Welle	3,63 m
Neigungswinkel, Nabe	5,0 °
Blatt Konuswinkel	0,0 °

0790

Projekt

Windpark Vorbein

EEN GmbH  
Schlossweg 3  
18516 Süderholz OT Griebenow

Ausdruck/Site

06.01.2011 14:01 / 1

Lizenzierter Anwender:

Energie Engineering Nord GmbH  
Schlossweg 3  
DE-18516 Süderholz  
038332/7192-0

Ute Heitmann / u.heitmann@een-gmbh.de  
Berechnet:

06.01.2011 11:05/2.7.473

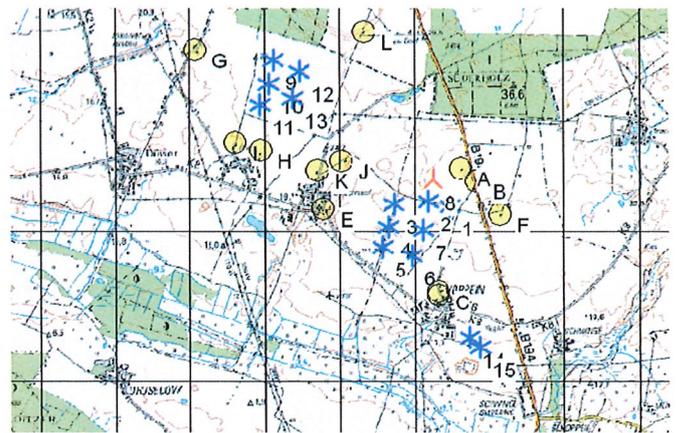
## SHADOW - Hauptergebnis

### Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA Keine Begrenzung  
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 Sonneneinfallsrichtung  
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: Höhenlinien Vorbein  
Hindernisse in Berechnung verwendet  
Augenhöhe: 1,5 m  
Rasterauflösung: 10 m



Maßstab 1:100.000

▲ Neue WEA    \* Existierende WEA    ● Schattenrezeptor

### WEA

GK (Krass. 3 Deg) Zone: 4	GK (Krass. 3 Deg) Zone: 4			Beschreibung	WEA-Typ		Generatortyp	Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	U/min [U/min]
	Ost	Nord	Z		Aktuell	Hersteller					
			[m]								
1	4.574.502	5.987.933	23,0	V 47-1 (Verm... Ja	Ja	VESTAS	V47-660/200	660	47,0	65,0	26,0
2	4.574.201	5.987.997	22,3	V 47-2 (Verm... Ja	Ja	VESTAS	V47-660/200	660	47,0	65,0	26,0
3	4.573.749	5.987.951	22,9	V 47-3 (Verm... Ja	Ja	VESTAS	V47-660/200	660	47,0	65,0	26,0
4	4.573.666	5.987.654	20,2	V 47-4 (Verm... Ja	Ja	VESTAS	V47-660/200	660	47,0	65,0	26,0
5	4.573.593	5.987.383	19,5	V 47-5 (Verm... Ja	Ja	VESTAS	V47-660/200	660	47,0	65,0	26,0
6	4.573.987	5.987.266	19,0	V 47-6 (Verm... Ja	Ja	VESTAS	V47-660/200	660	47,0	65,0	26,0
7	4.574.139	5.987.620	21,1	V 47-7 (Verm... Ja	Ja	VESTAS	V47-660/200	660	47,0	65,0	26,0
8	4.574.267	5.988.276	23,0	V 90, 2 MW - 1	Ja	VESTAS	V90-2MW-2.000	2.000	90,0	105,0	14,9
9	4.572.136	5.989.875	22,0	WEA 1 - V 90...	Ja	VESTAS	V90-2MW-2.000	2.000	90,0	80,0	14,9
10	4.572.081	5.989.550	21,0	WEA 2 - V 90...	Ja	VESTAS	V90-2MW-2.000	2.000	90,0	80,0	14,9
11	4.571.965	5.989.279	23,0	WEA 3 - V 90...	Ja	VESTAS	V90-2MW-2.000	2.000	90,0	80,0	14,9
12	4.572.482	5.989.720	23,0	WEA 4 - V 90...	Ja	VESTAS	V90-2MW-2.000	2.000	90,0	80,0	14,9
13	4.572.396	5.989.360	23,0	WEA 5 - V 90...	Ja	VESTAS	V90-2MW-2.000	2.000	90,0	80,0	14,9
14	4.574.774	5.986.176	14,0	E 40 - 1 (Ver... Nein	Nein	ENERCON	E-40/5.40-500	500	40,3	65,0	38,0
15	4.574.909	5.986.059	14,0	E 40 - 2 (Ver... Nein	Nein	ENERCON	E-40/5.40-500	500	40,3	65,0	38,0

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	GK (Krass. 3 Deg) Zone: 4			Breite [m]	Höhe [m]	Höhe über Grund [m]	Azimutwinkel (von Süd) [°]	Neigung des Fensters [°]	Ausrichtungsmodus
		Ost	Nord	Z						
A	Vorbein Ausbau, Nr. 57 (B 194)	4.574.651	5.988.424	24,7	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
B	Vorbein Ausbau, Nr. 58 (B 194)	4.574.862	5.988.260	25,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
C	Vorbein, Dorfstr. 41	4.574.351	5.986.792	15,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
D	Vorbein, Dorfstr. 38	4.574.345	5.986.737	14,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
E	Gülzowshof, Dorfstr. 3	4.572.806	5.987.897	19,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
F	Vorbein Ausbau, Nr. 68 (Chausseehaus)	4.575.174	5.987.819	24,5	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
G	Düvier, Nr. 93	4.571.088	5.990.004	20,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
H	Nielitz, Nr. 19	4.571.969	5.988.667	20,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
I	Nielitz, Nr. 30	4.571.634	5.988.768	20,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
J	Gülzowshof, Dorfstr. 23 ("Blankes Moor")	4.573.043	5.988.530	20,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
K	Gülzowshof, Dorfstr. 24	4.572.730	5.988.397	20,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
L	Gülzow Dorf, Nr. 5	4.573.347	5.990.246	20,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"

0791

Projekt

**Windpark Vorbein**

EEN GmbH  
 Schlossweg 3  
 18516 Süderholz OT Griebenow

Ausdruck/Seite

06.01.2011 14:01 / 2

Lizenziertes Anwender:

**Energie Engineering Nord GmbH**

Schlossweg 3

DE-18516 Süderholz

038332/7192-0

Ute Heitmann / u.heitmann@een-gmbh.de

Berechnet:

06.01.2011 11:05/2.7.473

**SHADOW - Hauptergebnis**

**Berechnungsergebnisse**

Schattenrezeptor

Nr. Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
	Stunden/Jahr	Schattentage/a	Max. Schatten Stunden/Tag
	[Std/Jahr]	[Tage/Jahr]	[Std/Tag]
A Vorbein Ausbau, Nr. 57 (B 194)	▶ 50:37	112	0:50 ◀
B Vorbein Ausbau, Nr. 58 (B 194)	▶ 42:24	149	0:35 ◀
C Vorbein, Dorfstr. 41	0:45	10	0:07
D Vorbein, Dorfstr. 38	13:56	40	0:25
E Gülzowshof, Dorfstr. 3	11:20	81	0:14
F Vorbein Ausbau, Nr. 68 (Chausseehaus)	23:53	103	0:22
G Dölvier, Nr. 93	20:43	98	0:20
H Nielitz, Nr. 19	0:21	6	0:05
I Nielitz, Nr. 30	7:07	41	0:16
J Gülzowshof, Dorfstr. 23 ("Blankes Moor")	17:18	104	0:17
K Gülzowshof, Dorfstr. 24	5:20	48	0:13
L Gülzow Dorf, Nr. 5	17:53	88	0:28

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr. Name	Maximal	Erwartet
	[Std/Jahr]	[Std/Jahr]
1 V 47-1 (Vermesser)	17:01	
2 V 47-2 (Vermesser)	15:33	
3 V 47-3 (Vermesser)	9:39	
4 V 47-4 (Vermesser)	4:22	
5 V 47-5 (Vermesser)	2:38	
6 V 47-6 (Vermesser)	1:28	
7 V 47-7 (Vermesser)	4:28	
8 V 90, 2 MW - 1	89:46	
9 WEA 1 - V 90, NH 80 m	8:26	
10 WEA 2 - V 90, NH 80 m	7:33	
11 WEA 3 - V 90, NH 80 m	16:31	
12 WEA 4 - V 90, NH 80 m	9:26	
13 WEA 5 - V 90, NH 80 m	14:23	
14 E 40 - 1 (Vermesser)	9:19	
15 E 40 - 2 (Vermesser)	6:07	

0792

Projekt:

Windpark VorbeinLinien

EEN GmbH  
 Schlossweg 3  
 18516 Süderholz OT Griebenow

Schattenwurf in Stunden pro Jahr

Ausdruck/Seite

06.01.2011 10:56 / 1

Lizenzierter Anwender:

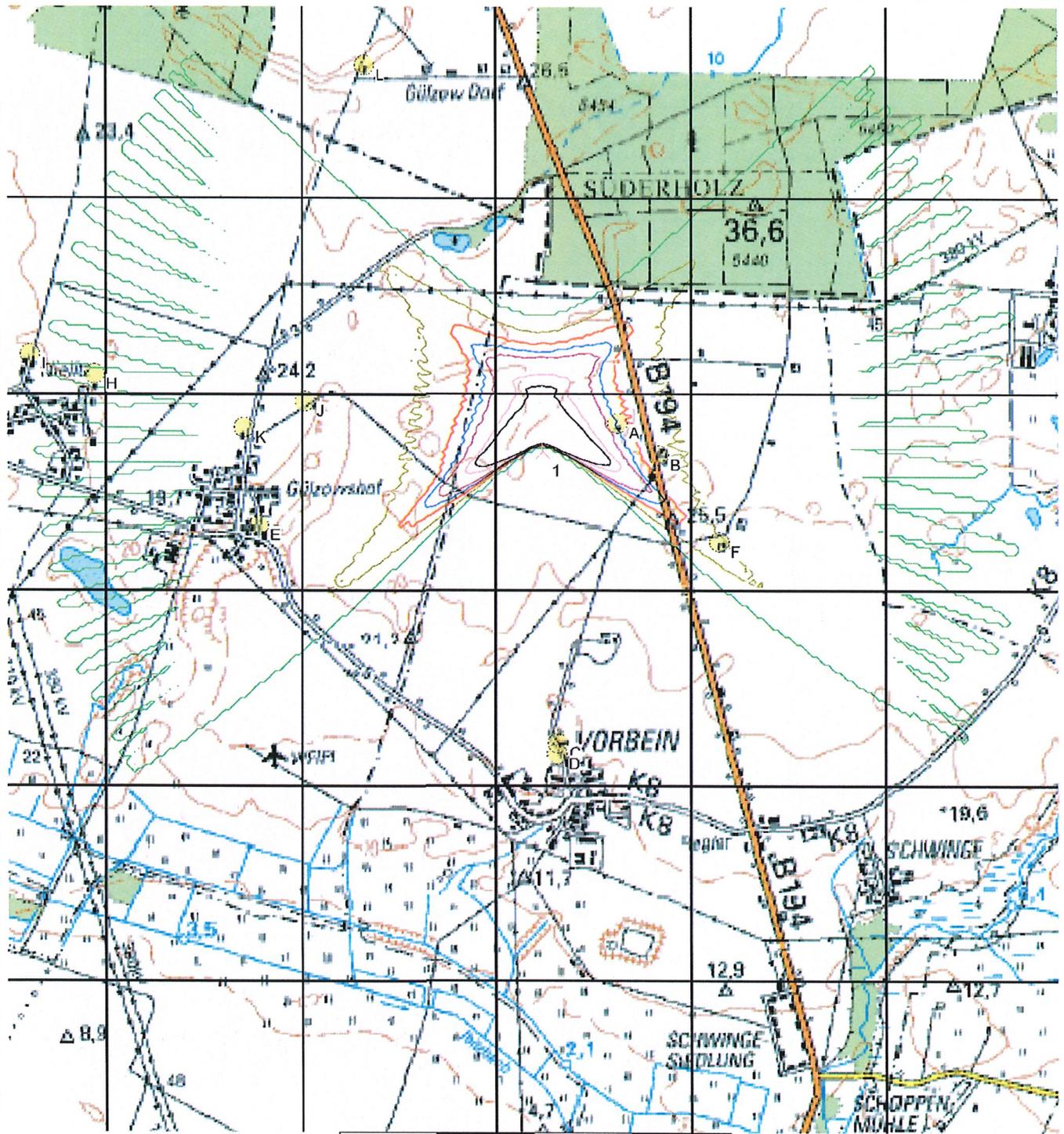
Energie Engineering Nord GmbH  
 Schlossweg 3  
 DE-18516 Süderholz  
 0383327192-0

Berechnet:

06.01.2011 10:12/2.6.1.252

SHADOW - Karte: VorbeinTopo50.bmi

Berechnung: Nur eine neue WEA - Schattenlinien V 90 Datei: VorbeinTopo50.bmi



Karte: VorbeinTopo50, Druckmaßstab 1:30.000, Kartenzentrum Gauss Kruger (Krass. 3 Deg) Zone: 4 Ost: 4.574.336 Nord: 5.987.653

▲ Neue WEA

☺ Schattenrezeptor

Iso-Schattenlinien in Stunden/Jahr. Berechnung der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer

0 15 30 40 50 80 100

0793

Projekt:

Windpark VorbeinLinien

EEN GmbH  
Schlossweg 3  
18516 Süderholz OT Griebenow

Schattenwurf in Minuten pro Tag

Ausdruck/Seite

06.01.2011 11:00 / 1

Lizenzierter Anwender:

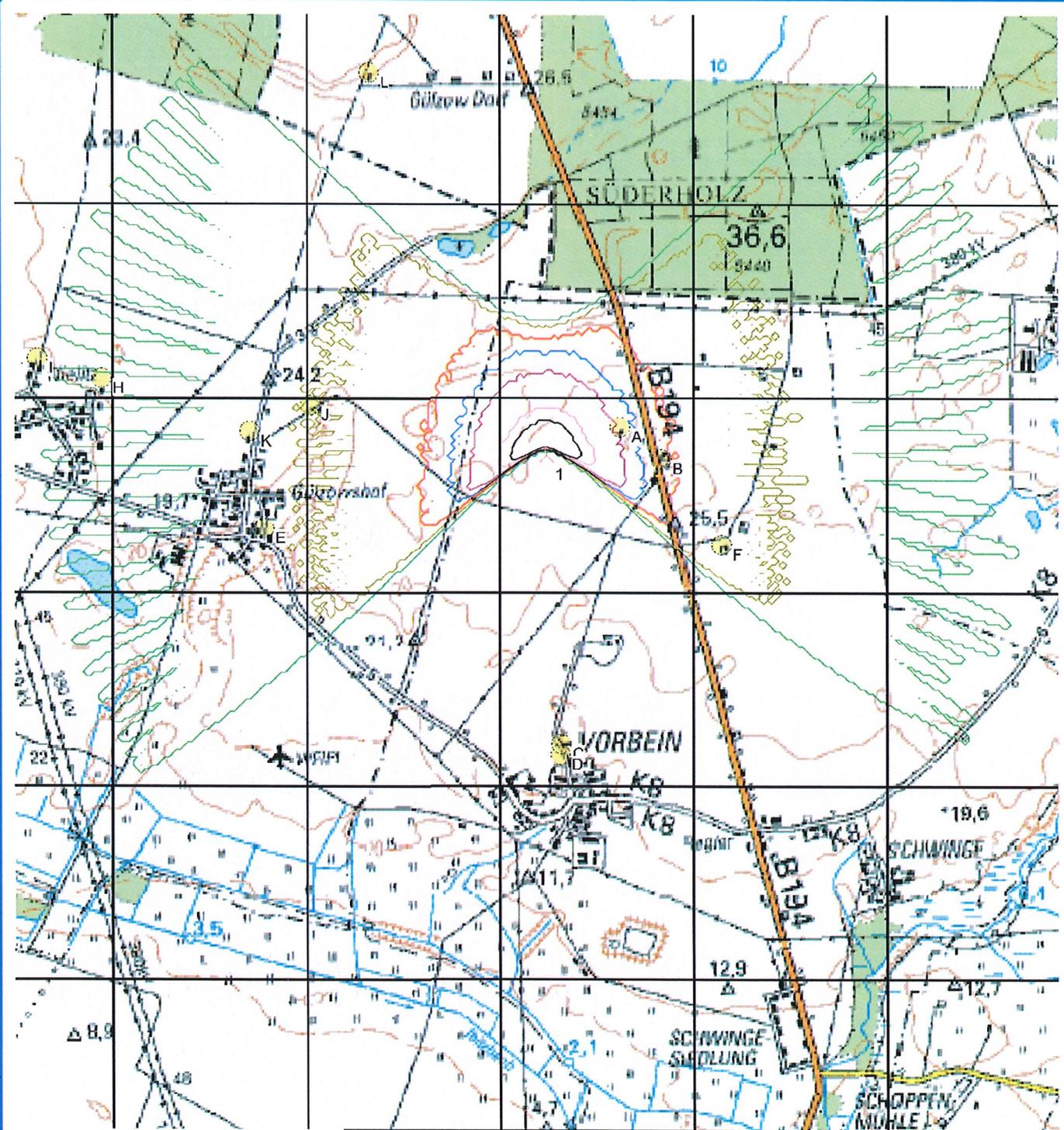
Energie Engineering Nord GmbH  
Schlossweg 3  
DE-18516 Süderholz  
038332/7192-0

Berechnet:

06.01.2011 10:12/2.6.1.252

SHADOW - Karte: VorbeinTopo50.bmi

Berechnung: Nur eine neue WEA - Schattenlinien V 90 Datei: VorbeinTopo50.bmi



Karte: VorbeinTopo50, Druckmaßstab 1:30.000, Kartenzentrum Gauss Kruger (Krass. 3 Deg) Zone: 4 Ost: 4.574.336 Nord: 5.987.653

▲ Neue WEA

● Schattenrezeptor

Iso-Schattenlinien in Max.Minuten/d. Berechnung der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer

0 15 30 40 50 80 100

0794

Projekt

**Windpark Vorbein**

EEN GmbH  
 Schlossweg 3  
 18516 Süderholz OT Griebenow

Ausdruck/Seite

06.01.2011 14:36 / 1

Lizenzierter Anwender:

**Energie Engineering Nord GmbH**

Schlossweg 3

DE-18516 Süderholz

038332/7192-0

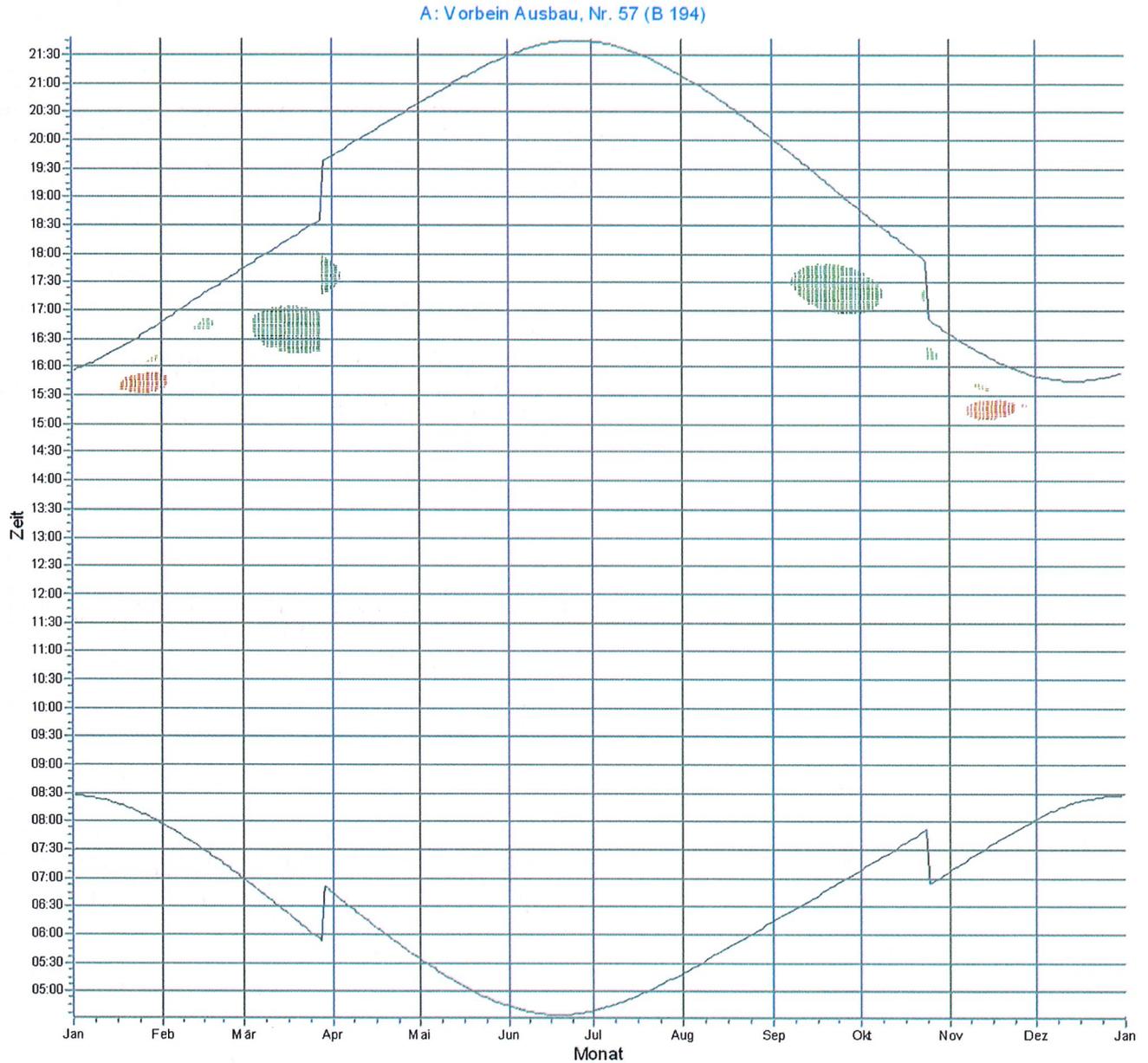
Ute Heitmann / u.heitmann@een-gmbh.de

Berechnet:

06.01.2011 11:05/2.7.473

**SHADOW - Grafischer Kalender**

Schattenrezeptor: A - Vorbein Ausbau, Nr. 57 (B 194)



WEA

8: V 90, 2 MW - 1  
 2: V 47-2 (Vermesser)

3: V 47-3 (Vermesser)  
 4: V 47-4 (Vermesser)

5: V 47-5 (Vermesser)

0795

Projekt:

Windpark Vorbein

Ausdruck/Seite

06.01.2011 14:45 / 1

Lizenzierter Anwender:

Energie Engineering Nord GmbH

Schlossweg 3

DE-18516 Süderholz

038332/7192-0

Ute Heitmann / u.heitmann@een-gmbh.de

Berechnet

06.01.2011 11:05/2.7.473

## SHADOW - Kalender

Schattenrezeptor: A - Vorbein Ausbau, Nr. 57 (B 194)

### Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA Keine Begrenzung  
 Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °  
 Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)  
 Berechnungszeitsprung 1 Minuten

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:

- Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
- Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlungsrichtung
- Die Windenergieanlage/ ist/sind immer in Betrieb

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1	08:27 15:55	07:57 16:47	15:36 (2)   08:59 15:50 (2)   17:43	08:43 19:42	17:21 (8)   05:33 20:38	04:43 21:29
2	08:27 15:57	07:55 16:49	15:37 (2)   08:58 15:49 (2)   17:45	08:41 19:44	17:23 (8)   05:31 20:40	04:43 21:30
3	08:27 15:58	07:53 16:51	15:39 (2)   08:54 15:48 (2)   17:47	08:38 19:46	17:26 (8)   05:29 20:42	04:42 21:31
4	08:27 15:59	07:51 16:53	08:52 17:49	08:36 19:48	17:32 (8)   05:27 20:44	04:41 21:32
5	08:26 18:00	07:50 16:55	08:49 17:51	18:35 (8)   08:33 16:49 (8)   19:50	05:25 20:45	04:40 21:33
6	08:26 18:02	07:48 16:57	08:47 17:53	16:30 (8)   08:31 16:52 (8)   19:52	05:23 20:47	04:39 21:34
7	08:25 18:03	07:46 16:59	08:45 17:55	16:27 (8)   08:28 16:55 (8)   19:53	05:21 20:49	04:39 21:35
8	08:25 18:04	07:44 17:01	08:42 17:57	16:25 (8)   08:26 16:58 (8)   19:55	05:19 20:51	04:38 21:36
9	08:24 18:06	07:42 17:03	08:40 17:59	16:23 (8)   08:24 16:58 (8)   19:57	05:17 20:53	04:37 21:37
10	08:24 18:07	07:40 17:05	08:37 18:01	16:21 (8)   08:21 16:59 (8)   19:59	05:16 20:54	04:37 21:38
11	08:23 18:09	07:38 17:07	08:35 18:03	16:20 (8)   08:19 17:00 (8)   20:01	05:14 20:56	04:36 21:39
12	08:22 18:10	07:36 17:09	08:32 18:05	16:18 (8)   08:16 17:01 (8)   20:03	05:12 20:58	04:36 21:40
13	08:21 18:12	07:34 17:11	16:40 (3)   08:30 16:41 (3)   18:07	16:18 (8)   08:14 17:02 (8)   20:05	05:10 21:00	04:36 21:40
14	08:21 18:14	07:32 17:13	16:40 (3)   08:28 16:44 (3)   18:08	16:16 (8)   08:12 17:02 (8)   20:07	05:08 21:01	04:35 21:41
15	08:20 18:15	07:30 17:15	16:39 (3)   08:25 16:46 (3)   18:10	16:16 (8)   08:09 17:03 (8)   20:08	05:07 21:03	04:35 21:42
16	08:19 18:17	07:28 17:17	16:40 (3)   08:23 16:49 (3)   18:12	16:15 (8)   08:07 17:02 (8)   20:10	05:05 21:05	04:35 21:42
17	08:18 18:19	07:26 17:19	16:39 (3)   08:20 16:50 (3)   18:14	16:14 (8)   08:05 17:03 (8)   20:12	05:03 21:06	04:35 21:43
18	08:17 18:20	15:35 (2)   07:23 15:41 (2)   17:21	16:40 (3)   08:18 16:49 (3)   18:16	16:14 (8)   08:02 17:03 (8)   20:14	05:02 21:08	04:35 21:43
19	08:15 18:22	15:34 (2)   07:21 15:44 (2)   17:23	16:42 (3)   08:15 16:48 (3)   18:18	16:14 (8)   08:00 17:03 (8)   20:16	05:00 21:10	04:35 21:44
20	08:14 18:24	15:34 (2)   07:19 15:46 (2)   17:25	08:13 18:20	16:14 (8)   05:58 17:03 (8)   20:18	04:59 21:11	04:35 21:44
21	08:13 18:26	15:32 (2)   07:17 15:47 (2)   17:27	08:10 18:22	16:13 (8)   05:55 17:02 (8)   20:20	04:57 21:13	04:35 21:44
22	08:12 18:28	15:33 (2)   07:15 15:48 (2)   17:29	08:08 18:24	16:14 (8)   05:53 17:02 (8)   20:21	04:56 21:14	04:35 21:44
23	08:10 18:30	15:32 (2)   07:12 15:49 (2)   17:31	08:05 18:25	16:13 (8)   05:51 17:01 (8)   20:23	04:54 21:16	04:35 21:44
24	08:09 18:31	15:32 (2)   07:10 15:50 (2)   17:33	08:03 18:27	16:14 (8)   05:49 17:01 (8)   20:25	04:53 21:18	04:36 21:45
25	08:08 18:33	15:32 (2)   07:08 15:50 (2)   17:35	08:00 18:29	16:14 (8)   05:46 17:00 (8)   20:27	04:52 21:19	04:36 21:45
26	08:06 18:35	15:32 (2)   07:06 15:50 (2)   17:37	05:58 18:31	16:15 (8)   05:44 16:59 (8)   20:29	04:50 21:20	04:36 21:45
27	08:05 18:37	15:32 (2)   07:03 16:04 (4)   17:39	05:55 18:33	16:15 (8)   05:42 16:58 (8)   20:31	04:49 21:22	04:37 21:44
28	08:03 18:39	15:32 (2)   07:01 18:06 (4)   17:41	05:53 18:35	16:16 (8)   05:40 16:57 (8)   20:33	04:48 21:23	04:37 21:44
29	08:02 18:41	15:33 (2)   16:08 (4)	06:51 19:37	17:16 (8)   05:39 17:55 (8)   20:34	04:47 21:25	04:38 21:44
30	08:00 18:43	15:33 (2)   18:10 (4)	08:48 19:39	17:16 (8)   05:36 17:54 (8)   20:36	04:46 21:26	04:39 21:44
31	07:58 18:45	15:35 (2)   18:11 (4)	08:46 19:40	17:19 (8)   17:52 (8)	04:44 21:27	21:44
Sonnenscheinstunden	249	273	367	420	495	511
astr.max.mögl.Beschattung	236	83	1105	79		

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang	(WEA mit erstem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)		Zeitpunkt (SS:MM) Schattende	(WEA mit letztem Schatten)

0796

Projekt

Windpark Vorbein

Ausdruck/Seite

06.01.2011 14:45 / 2

Lizenzierter Anwender:

Energie Engineering Nord GmbH

Schlossweg 3

DE-18516 Süderholz

038332/7192-0

Ute Heitmann / u.heitmann@een-gmbh.de

Berechnet:

06.01.2011 11:05/2.7.473

## SHADOW - Kalender

Schattenrezeptor: A - Vorbein Ausbau, Nr. 57 (B 194)

### Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA Keine Begrenzung  
 Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °  
 Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)  
 Berechnungszeitsprung 1 Minuten

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:

- Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
- Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlungsrichtung
- Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	04:39	05:20	06:14	07:08	16:58 (8) 07:07	08:02
	21:44	21:08	20:01	18:47	17:41 (8) 16:36	15:51
2	04:40	05:21	06:16	07:10	16:57 (8) 07:09	08:04
	21:43	21:06	19:58	18:44	17:39 (8) 16:34	15:50
3	04:41	05:23	06:18	07:12	16:58 (8) 07:11	08:05
	21:43	21:04	19:56	18:42	17:38 (8) 16:32	15:49
4	04:42	05:25	06:20	07:14	16:59 (8) 07:13	08:07
	21:42	21:02	19:54	18:39	17:36 (8) 16:30	15:49
5	04:43	05:26	06:22	07:15	17:01 (8) 07:15	08:08
	21:42	21:00	19:51	18:37	17:34 (8) 16:28	15:48
6	04:44	05:28	06:23	07:17	17:02 (8) 07:17	08:10
	21:41	20:59	19:49	18:34	17:32 (8) 16:26	15:47
7	04:44	05:30	06:25	07:19	17:05 (8) 07:19	08:11
	21:40	20:57	19:46	18:32	17:29 (8) 16:24	15:47
8	04:46	05:32	06:27	17:27 (8) 07:21	17:07 (8) 07:21	15:09 (2) 08:12
	21:40	20:55	19:44	17:33 (8) 18:30	17:26 (8) 16:22	15:18 (2) 15:47
9	04:47	05:33	06:29	17:21 (8) 07:23	17:13 (8) 07:22	15:08 (2) 08:14
	21:39	20:53	19:41	17:38 (8) 18:27	17:21 (8) 16:20	15:20 (2) 15:46
10	04:48	05:35	06:30	17:16 (8) 07:25	17:07 (8) 07:24	15:06 (2) 08:15
	21:38	20:51	19:39	17:40 (8) 18:25	17:19 (8) 16:19	15:21 (2) 15:46
11	04:49	05:37	06:32	17:14 (8) 07:27	17:06 (8) 07:26	15:06 (2) 08:16
	21:37	20:48	19:36	17:42 (8) 18:22	17:17 (8) 16:17	15:42 (4) 15:46
12	04:50	05:39	06:34	17:11 (8) 07:28	17:04 (8) 07:28	15:05 (2) 08:17
	21:36	20:46	19:34	17:44 (8) 18:20	17:15 (8) 16:15	15:42 (4) 15:45
13	04:51	05:40	06:36	17:10 (8) 07:30	17:03 (8) 07:30	15:05 (2) 08:18
	21:35	20:44	19:31	17:45 (8) 18:18	17:13 (8) 16:13	15:40 (4) 15:45
14	04:52	05:42	06:38	17:07 (8) 07:32	17:02 (8) 07:32	15:04 (2) 08:19
	21:34	20:42	19:29	17:45 (8) 18:15	17:12 (8) 16:12	15:38 (4) 15:45
15	04:54	05:44	06:39	17:06 (8) 07:34	17:01 (8) 07:34	15:04 (2) 08:20
	21:33	20:40	19:26	17:46 (8) 18:13	17:10 (8) 16:10	15:36 (4) 15:45
16	04:55	05:46	06:41	17:04 (8) 07:36	17:00 (8) 07:36	15:04 (2) 08:21
	21:32	20:38	19:24	17:47 (8) 18:11	17:09 (8) 16:09	15:23 (2) 15:45
17	04:56	05:49	06:43	17:03 (8) 07:38	17:00 (8) 07:38	15:05 (2) 08:22
	21:31	20:36	19:21	17:48 (8) 18:08	17:07 (8) 16:07	15:23 (2) 15:46
18	04:58	05:49	06:45	17:01 (8) 07:40	17:00 (8) 07:40	15:06 (2) 08:23
	21:30	20:33	19:19	17:47 (8) 18:06	17:06 (8) 16:06	15:24 (2) 15:46
19	04:59	05:51	06:46	17:01 (8) 07:42	17:00 (8) 07:42	15:07 (2) 08:23
	21:28	20:31	19:16	17:47 (8) 18:04	17:04 (8) 16:04	15:24 (2) 15:46
20	05:01	05:53	06:48	17:00 (8) 07:44	17:00 (8) 07:44	15:08 (2) 08:24
	21:27	20:29	19:14	17:48 (8) 18:01	17:03 (8) 16:03	15:23 (2) 15:46
21	05:02	05:55	06:50	16:59 (8) 07:45	17:00 (8) 07:45	15:08 (2) 08:25
	21:26	20:27	19:11	17:48 (8) 17:59	17:02 (8) 16:02	15:23 (2) 15:47
22	05:04	05:56	06:52	16:58 (8) 07:47	17:00 (8) 07:47	15:10 (2) 08:25
	21:24	20:24	19:09	17:47 (8) 17:57	17:00 (8) 16:00	15:22 (2) 15:47
23	05:05	05:58	06:54	16:58 (8) 07:49	17:12 (3) 07:49	15:11 (2) 08:26
	21:23	20:22	19:07	17:47 (8) 17:55	17:19 (3) 15:59	10 15:21 (2) 15:48
24	05:07	06:00	06:55	16:57 (8) 07:51	17:10 (3) 07:51	15:13 (2) 08:26
	21:21	20:20	19:04	17:47 (8) 17:52	17:20 (3) 15:58	7 15:20 (2) 15:48
25	05:08	06:02	06:57	16:57 (8) 06:53	16:09 (3) 07:52	08:26
	21:20	20:17	19:02	17:46 (8) 16:50	16:20 (3) 15:57	15:49
26	05:10	06:04	06:59	16:57 (8) 06:55	16:09 (3) 07:54	08:27
	21:18	20:15	18:59	17:46 (8) 16:48	16:18 (3) 15:56	15:50
27	05:11	06:05	07:01	16:56 (8) 06:57	16:09 (3) 07:56	15:18 (5) 08:27
	21:16	20:13	18:57	17:44 (8) 16:46	16:15 (3) 15:54	2 15:19 (5) 15:50
28	05:13	06:07	07:03	16:56 (8) 06:59	16:09 (3) 07:57	15:17 (5) 08:27
	21:15	20:10	18:54	17:44 (8) 16:44	16:13 (3) 15:53	2 15:18 (5) 15:51
29	05:15	06:09	07:04	16:57 (8) 07:01	16:09 (3) 07:59	08:27
	21:13	20:08	18:52	17:43 (8) 16:42	16:13 (3) 15:53	15:52
30	05:16	06:11	07:06	16:57 (8) 07:03	16:08 (3) 08:01	08:27
	21:11	20:06	18:49	17:42 (8) 16:40	16:13 (3) 15:52	15:53
31	05:18	06:13		17:05		08:27
	21:10	20:03		16:38		15:54
Sonnenscheinstunden	513	460	382	328	258	232
astr.max.mögl.Beschattung			931	323	280	

0797

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang	(WEA mit erstem Schatten)	Zeitpunkt (SS:MM) Schattende	(WEA mit letztem Schatten)
--------------	-----------------------	-------------------------	----------------------	----------------------------------	---------------------------	------------------------------	----------------------------

Projekt

**Windpark Vorbein**

EEN GmbH  
 Schlossweg 3  
 18516 Süderholz OT Griebenow

Ausdruck/Seite

06.01.2011 14:36 / 2

Lizenzierter Anwender:

**Energie Engineering Nord GmbH**

Schlossweg 3

DE-18516 Süderholz

0383327192-0

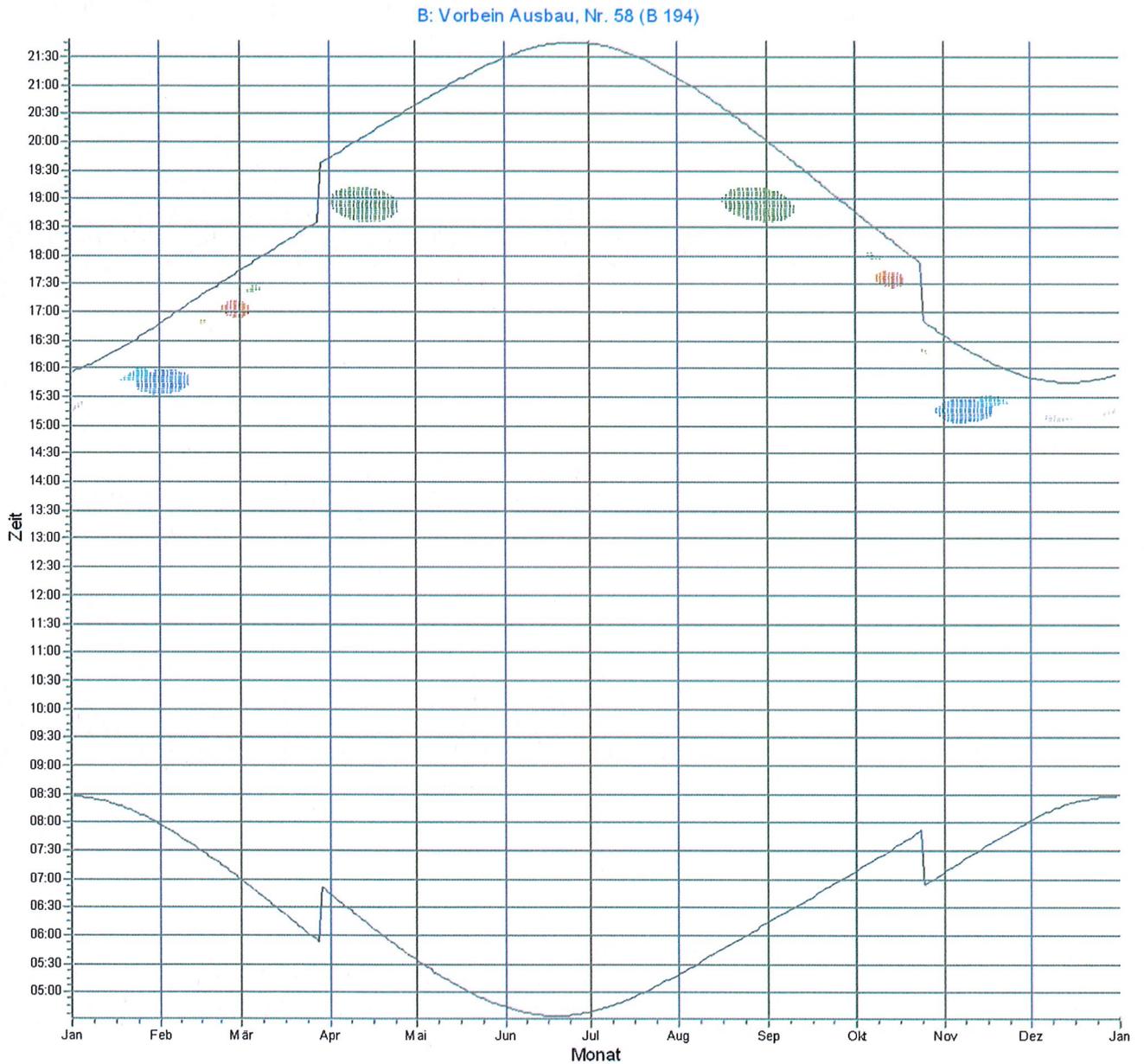
Ute Heitmann / u.heitmann@een-gmbh.de

Berechnet:

06.01.2011 11:05/2.7.473

**SHADOW - Grafischer Kalender**

Schattenrezeptor: B - Vorbein Ausbau, Nr. 58 (B 194)



**WEA**

- |   |   |   |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #008000; margin-right: 5px;"></span> 8: V 90, 2 MW - 1</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #000080; margin-right: 5px;"></span> 1: V 47-1 (Vermesser)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #800000; margin-right: 5px;"></span> 2: V 47-2 (Vermesser)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #008000; margin-right: 5px;"></span> 3: V 47-3 (Vermesser)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #FFD700; margin-right: 5px;"></span> 4: V 47-4 (Vermesser)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #A9A9A9; margin-right: 5px;"></span> 6: V 47-6 (Vermesser)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #00CED1; margin-right: 5px;"></span> 7: V 47-7 (Vermesser)</li> </ul> |
|---|---|---|

0798

Projekt:

Windpark Vorbein

EEN GmbH  
 Schlossweg 3  
 18516 Süderholz OT Griebenow

Ausdruck/Seite

06.01.2011 14:45 / 3

Lizenzierter Anwender:

Energie Engineering Nord GmbH

Schlossweg 3

DE-18516 Süderholz

038332/7192-0

Ute Heitmann / u.heitmann@een-gmbh.de

Berechnet:

06.01.2011 11:05/2.7.473

**SHADOW - Kalender**

Schattenrezeptor: B - Vorbein Ausbau, Nr. 58 (B 194)

**Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs**

Beschattungsbereich der WEA Keine Begrenzung  
 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/h ist/sind immer in Betrieb

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1	08:27	15:15 (6)   07:57	15:33 (1)   06:59	16:53 (2)   06:43	18:53 (8)   05:33	19:10 (8)   04:43
	15:55	3 15:18 (6)   16:47	23 15:58 (1)   17:43	15 17:08 (2)   19:42	20:38	21:29
2	08:27	15:15 (6)   07:55	15:33 (1)   06:56	16:53 (2)   06:41	18:53 (8)   05:31	19:10 (8)   04:43
	15:57	3 15:18 (6)   16:49	23 15:58 (1)   17:45	15 17:08 (2)   19:44	4 18:57 (8)   20:40	21:30
3	08:27	15:16 (6)   07:53	15:33 (1)   06:54	16:55 (2)   06:39	18:48 (8)   05:29	19:10 (8)   04:42
	15:58	4 15:20 (6)   16:51	23 15:58 (1)   17:47	12 17:07 (2)   19:46	15 19:03 (8)   20:42	21:31
4	08:27	15:17 (6)   07:51	15:33 (1)   06:52	16:56 (2)   06:36	18:45 (8)   05:27	19:10 (8)   04:41
	15:59	4 15:21 (6)   16:53	24 15:57 (1)   17:49	11 17:22 (3)   19:48	21 19:06 (8)   20:44	21:32
5	08:28	15:19 (6)   07:50	15:33 (1)   06:49	17:20 (3)   06:33	18:43 (8)   05:25	19:10 (8)   04:40
	16:00	3 15:22 (6)   16:55	23 15:58 (1)   17:51	4 17:24 (3)   19:50	24 19:07 (8)   20:45	21:33
6	08:28	15:34 (1)   06:47	15:35 (1)   06:45	17:20 (3)   06:31	18:41 (8)   05:23	19:10 (8)   04:39
	16:02	22 15:58 (1)   17:53	6 17:26 (3)   19:52	27 19:08 (8)   20:47	21:34	
7	08:25	15:35 (1)   06:45	15:35 (1)   06:45	17:21 (3)   06:28	18:39 (8)   05:21	19:10 (8)   04:39
	16:03	21 15:58 (1)   17:55	7 17:28 (3)   19:53	30 19:09 (8)   20:49	21:35	
8	08:25	15:35 (1)   06:42	15:35 (1)   06:42	17:22 (3)   06:26	18:39 (8)   05:19	19:10 (8)   04:38
	16:04	20 15:55 (1)   17:57	3 17:25 (3)   19:55	31 19:10 (8)   20:51	21:36	
9	08:24	15:37 (1)   06:40	15:37 (1)   06:40	17:25 (3)   06:24	18:38 (8)   05:17	19:10 (8)   04:37
	16:06	17 15:54 (1)   17:59	19:57	32 19:10 (8)   20:53	21:37	
10	08:24	15:38 (1)   06:37	15:38 (1)   06:37	17:21 (3)   06:21	18:37 (8)   05:16	19:10 (8)   04:37
	16:07	15 15:53 (1)   18:01	19:59	33 19:10 (8)   20:54	21:38	
11	08:23	15:41 (1)   06:35	15:41 (1)   06:35	17:21 (3)   06:19	18:36 (8)   05:14	19:10 (8)   04:36
	16:09	10 15:51 (1)   18:03	20:01	35 19:11 (8)   20:56	21:39	
12	08:22	15:42 (1)   06:32	15:42 (1)   06:32	17:20 (3)   06:16	18:35 (8)   05:12	19:10 (8)   04:36
	16:10	17 15:50 (1)   18:05	18:05	35 19:10 (8)   20:58	21:40	
13	08:21	15:43 (1)   06:30	15:43 (1)   06:30	17:19 (3)   06:14	18:35 (8)   05:10	19:10 (8)   04:36
	16:12	17 15:51 (1)   18:07	18:07	35 19:10 (8)   21:00	21:40	
14	08:20	15:44 (1)   06:28	15:44 (1)   06:28	17:18 (3)   06:12	18:35 (8)   05:08	19:10 (8)   04:35
	16:14	17 15:52 (1)   18:09	18:09	35 19:10 (8)   21:01	21:41	
15	08:20	15:45 (1)   06:25	15:45 (1)   06:25	17:17 (3)   06:09	18:35 (8)   05:07	19:10 (8)   04:35
	16:15	17 15:53 (1)   18:10	18:10	35 19:10 (8)   21:03	21:42	
16	08:19	15:46 (4)   06:23	15:46 (4)   06:23	17:16 (3)   06:07	18:35 (8)   05:05	19:10 (8)   04:35
	16:17	3 16:49 (4)   18:12	18:12	34 19:09 (8)   21:05	21:42	
17	08:18	15:47 (4)   06:20	15:47 (4)   06:20	17:15 (3)   06:05	18:35 (8)   05:03	19:10 (8)   04:35
	16:19	3 16:50 (4)   18:14	18:14	34 19:09 (8)   21:06	21:43	
18	08:18	15:48 (7)   06:18	15:48 (7)   06:18	17:14 (3)   06:02	18:36 (8)   05:02	19:10 (8)   04:35
	16:20	17 15:54 (7)   18:16	18:16	32 19:08 (8)   21:08	21:43	
19	08:15	15:46 (7)   06:15	15:46 (7)   06:15	17:13 (3)   06:00	18:35 (8)   05:00	19:10 (8)   04:35
	16:22	2 15:47 (7)   17:23	18:18	32 19:07 (8)   21:10	21:43	
20	08:14	15:46 (7)   06:13	15:46 (7)   06:13	17:12 (3)   05:58	18:36 (8)   04:59	19:10 (8)   04:35
	16:24	4 15:50 (7)   17:25	18:20	30 19:06 (8)   21:11	21:44	
21	08:13	15:46 (7)   06:11	15:46 (7)   06:11	17:11 (3)   05:55	18:37 (8)   04:57	19:10 (8)   04:35
	16:26	5 15:51 (7)   17:27	18:22	28 19:05 (8)   21:13	21:44	
22	08:12	15:46 (7)   06:08	15:46 (7)   06:08	17:10 (3)   05:53	18:39 (8)   04:56	19:10 (8)   04:35
	16:28	8 15:54 (7)   17:29	18:24	25 19:04 (8)   21:14	21:44	
23	08:10	15:46 (7)   06:07	15:46 (7)   06:07	17:09 (3)   05:51	18:40 (8)   04:54	19:10 (8)   04:35
	16:30	9 15:55 (7)   17:31	5 17:04 (2)   18:25	22 19:02 (8)   21:16	21:44	
24	08:09	15:39 (1)   07:10	15:39 (1)   07:10	17:08 (2)   06:03	18:42 (8)   04:53	19:10 (8)   04:36
	16:31	18 15:58 (7)   17:33	9 17:05 (2)   18:27	20:25	18 19:00 (8)   21:18	21:45
25	08:08	15:37 (1)   07:08	15:37 (1)   07:08	17:07 (2)   06:00	18:44 (8)   04:52	19:10 (8)   04:36
	16:33	21 15:58 (7)   17:35	13 17:08 (2)   18:29	20:27	12 18:58 (8)   21:19	21:45
26	08:06	15:35 (1)   07:06	15:35 (1)   07:06	17:06 (2)   05:58	18:40 (8)   04:50	19:10 (8)   04:36
	16:35	23 15:58 (7)   17:37	15 17:09 (2)   18:31	20:29	21:20	21:45
27	08:05	15:35 (1)   07:03	15:35 (1)   07:03	17:05 (2)   05:55	18:38 (8)   04:49	19:10 (8)   04:37
	16:37	23 15:58 (7)   17:39	16 17:09 (2)   18:33	20:31	21:22	21:44
28	08:03	15:34 (1)   07:01	15:34 (1)   07:01	17:04 (2)   05:53	18:37 (8)   04:48	19:10 (8)   04:37
	16:39	23 15:57 (7)   17:41	16 17:09 (2)   18:35	20:33	21:23	21:44
29	08:02	15:33 (1)   06:59	15:33 (1)   06:59	17:03 (2)   05:51	18:36 (8)   04:47	19:10 (8)   04:38
	16:41	21 15:54 (1)   17:43	19:37	20:34	21:25	21:44
30	08:00	15:32 (1)   06:57	15:32 (1)   06:57	17:02 (2)   05:49	18:35 (8)   04:46	19:10 (8)   04:39
	16:43	22 15:54 (1)   17:45	19:39	20:36	21:26	21:44
31	07:58	15:33 (1)   06:55	15:33 (1)   06:55	17:01 (2)   05:47	18:34 (8)   04:44	19:10 (8)   04:39
	16:45	23 15:56 (1)   17:47	19:40	21:27	21:27	21:44
Sonnenscheinstunden	249	273	367	420	495	511
astr.max.mögl.Beschattung	219	301	73	659		

0799

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende (WEA mit letztem Schatten)

Projekt:

Windpark Vorbein

EEN GmbH  
 Schlossweg 3  
 18516 Süderholz OT Griebenow

Ausdruck/Seite

06.01.2011 14:45 / 4

Lizenzierter Anwender:

Energie Engineering Nord GmbH

Schlossweg 3

DE-18516 Süderholz

0383327192-0

Ute Heitmann / u.heitmann@een-gmbh.de

Berechnet:

06.01.2011 11:05/2.7.473

### SHADOW - Kalender

Schattenrezeptor: B - Vorbein Ausbau, Nr. 58 (B 194)

#### Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA Keine Begrenzung  
 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

	Jul	August	September	Oktober	November	Dezember	
1	04:39	05:20	06:14	18:35 (8)   07:08	07:07	15:07 (1)   08:02	
	21:44	21:08	20:01	▶35 19:10 (8)   18:47	16:36	15	15:22 (1)   15:51
2	04:40	05:21	06:16	18:36 (8)   07:10	07:09	15:06 (1)   08:04	
	21:43	21:06	19:58	▶33 19:09 (8)   18:44	16:34	18	15:24 (1)   15:50
3	04:41	05:23	06:18	18:35 (8)   07:12	07:11	15:05 (1)   08:05	
	21:43	21:04	19:56	▶32 19:07 (8)   18:42	16:32	20	15:25 (1)   15:49
4	04:42	05:25	06:20	18:36 (8)   07:14	07:13	15:04 (1)   08:07	
	21:42	21:02	19:54	▶31 19:07 (8)   18:39	16:30	22	15:26 (1)   15:49
5	04:43	05:26	06:22	18:36 (8)   07:15	07:15	15:03 (1)   08:08	
	21:42	21:00	19:51	30 19:06 (8)   18:37	16:28	23	15:26 (1)   15:48
6	04:44	05:28	06:23	18:36 (8)   07:17	17:58 (3)   07:17	15:03 (1)   08:10	
	21:41	20:58	19:49	27 19:03 (8)   18:34	5 18:03 (3)   16:26	23	15:26 (1)   15:47
7	04:44	05:30	06:25	18:36 (8)   07:19	17:56 (3)   07:19	15:03 (1)   08:11	
	21:40	20:57	19:46	24 19:02 (8)   18:32	7 18:03 (3)   16:24	23	15:26 (1)   15:47
8	04:45	05:32	06:27	18:36 (8)   07:21	17:55 (3)   07:21	15:02 (1)   08:12	
	21:40	20:55	19:44	21 19:00 (8)   18:30	6 18:01 (3)   16:22	24	15:26 (1)   15:47
9	04:47	05:33	06:29	18:42 (8)   07:23	17:32 (2)   07:22	15:03 (1)   08:14	
	21:39	20:53	19:41	15 18:57 (8)   18:27	10 17:58 (3)   16:20	24	15:27 (1)   15:46
10	04:48	05:35	06:30	18:45 (8)   07:25	17:30 (2)   07:24	15:04 (1)   08:15	
	21:38	20:51	19:39	7 18:52 (8)   18:25	13 17:56 (3)   16:19	23	15:27 (1)   15:46
11	04:49	05:37	06:32	18:46 (8)   07:27	17:28 (2)   07:26	15:04 (1)   08:16	
	21:37	20:48	19:36	18:22	14 17:42 (2)   16:17	23	15:27 (1)   15:46
12	04:50	05:39	06:34	18:28	17:27 (2)   07:28	15:04 (1)   08:17	
	21:36	20:46	19:34	18:20	15 17:42 (2)   16:15	22	15:26 (1)   15:45
13	04:51	05:40	06:36	18:30	17:26 (2)   07:30	15:05 (1)   08:18	
	21:35	20:44	19:31	18:18	15 17:41 (2)   16:13	20	15:25 (1)   15:45
14	04:52	05:42	06:38	18:32	17:25 (2)   07:32	15:06 (1)   08:19	
	21:34	20:42	19:29	18:15	16 17:41 (2)   16:12	23	15:29 (7)   15:45
15	04:54	05:44	06:39	18:34	17:25 (2)   07:34	15:07 (1)   08:20	
	21:33	20:40	19:26	18:13	15 17:40 (2)   16:10	23	15:30 (7)   15:45
16	04:55	05:46	06:41	18:36	17:26 (2)   07:36	15:08 (1)   08:21	
	21:32	20:38	19:24	18:11	14 17:40 (2)   16:09	23	15:31 (7)   15:45
17	04:56	05:48	18:56 (8)   06:43	18:38	17:26 (2)   07:38	15:10 (1)   08:22	
	21:31	20:36	4 19:00 (8)   19:21	18:08	12 17:38 (2)   16:07	21	15:31 (7)   15:46
18	04:58	05:49	18:50 (8)   06:45	18:08	17:28 (2)   07:40	15:13 (1)   08:23	
	21:30	20:33	14 19:04 (8)   19:19	18:06	8 17:36 (2)   16:06	17	15:32 (7)   15:46
19	04:59	05:51	18:47 (8)   06:46	18:04	07:42	15:21 (7)   08:23	
	21:28	20:31	19 19:06 (8)   19:16	18:04	9 16:04	15:30 (7)   15:46	
20	05:01	05:53	18:48 (8)   06:48	18:04	07:43	15:21 (7)   08:24	
	21:27	20:29	22 19:08 (8)   19:14	18:01	8 16:03	15:29 (7)   15:46	
21	05:02	05:55	18:43 (8)   06:50	18:01	07:45	15:22 (7)   08:25	
	21:26	20:27	25 19:08 (8)   19:11	17:59	16:02	5 15:27 (7)   15:47	
22	05:04	05:56	18:42 (8)   06:52	17:57	07:47	15:22 (7)   08:25	
	21:24	20:24	28 19:10 (8)   19:09	17:57	4 16:00	15:28 (7)   15:47	
23	05:05	05:58	18:41 (8)   06:54	17:57	07:49	15:23 (7)   08:26	
	21:23	20:22	30 19:11 (8)   19:06	17:55	2 15:59	15:24 (7)   15:48	
24	05:07	06:00	18:39 (8)   06:55	17:51	07:51	15:24 (7)   15:48	
	21:21	20:20	▶31 19:10 (8)   19:04	17:52	15:58	15:48	
25	05:08	06:02	18:38 (8)   06:57	17:52	18:17 (4)   07:52	15:28 (7)   15:48	
	21:20	20:17	▶33 19:11 (8)   19:02	18:53	3 16:20 (4)   15:57	15:48	
26	05:10	06:04	18:38 (8)   06:59	18:53	18:16 (4)   07:54	15:48	
	21:18	20:15	▶33 19:11 (8)   18:59	18:48	2 16:18 (4)   15:56	15:50	
27	05:11	06:05	18:37 (8)   07:01	18:47	07:56	15:50	15:11 (8)
	21:16	20:13	▶34 19:11 (8)   18:57	18:46	15:54	2 15:12 (8)	
28	05:13	06:07	18:36 (8)   07:03	18:46	07:57	15:50	15:12 (8)
	21:15	20:10	▶35 19:11 (8)   18:54	18:44	15:53	2 15:13 (8)	
29	05:15	06:09	18:36 (8)   07:04	18:44	07:59	15:52	15:12 (8)
	21:13	20:08	▶35 19:11 (8)   18:52	18:42	15:53	2 15:14 (8)	
30	05:16	06:11	18:36 (8)   07:06	18:42	08:01	15:53	15:13 (8)
	21:11	20:06	▶35 19:11 (8)   18:49	18:40	4 15:17 (1)   15:52	2 15:15 (8)	
31	05:18	06:13	18:35 (8)	18:38	15:09 (1)	15:14 (8)	15:14 (8)
	21:10	20:03	▶35 19:10 (8)	18:38	11 15:20 (1)	15:14 (8)	15:16 (8)
Sonnenscheinstunden	513	460	382	328	258	232	
astr.max.mögl.Beschattung		413	255	170	415	39	

0800

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende (WEA mit letztem Schatten)

Projekt:

**Windpark Vorbein**

EEN GmbH  
Schlossweg 3  
18516 Süderholz OT Griebenow

Ausdruck/Seite

06.01.2011 14:36 / 3

Lizenzierter Anwender:

**Energie Engineering Nord GmbH**

Schlossweg 3

DE-18516 Süderholz

038332/7192-0

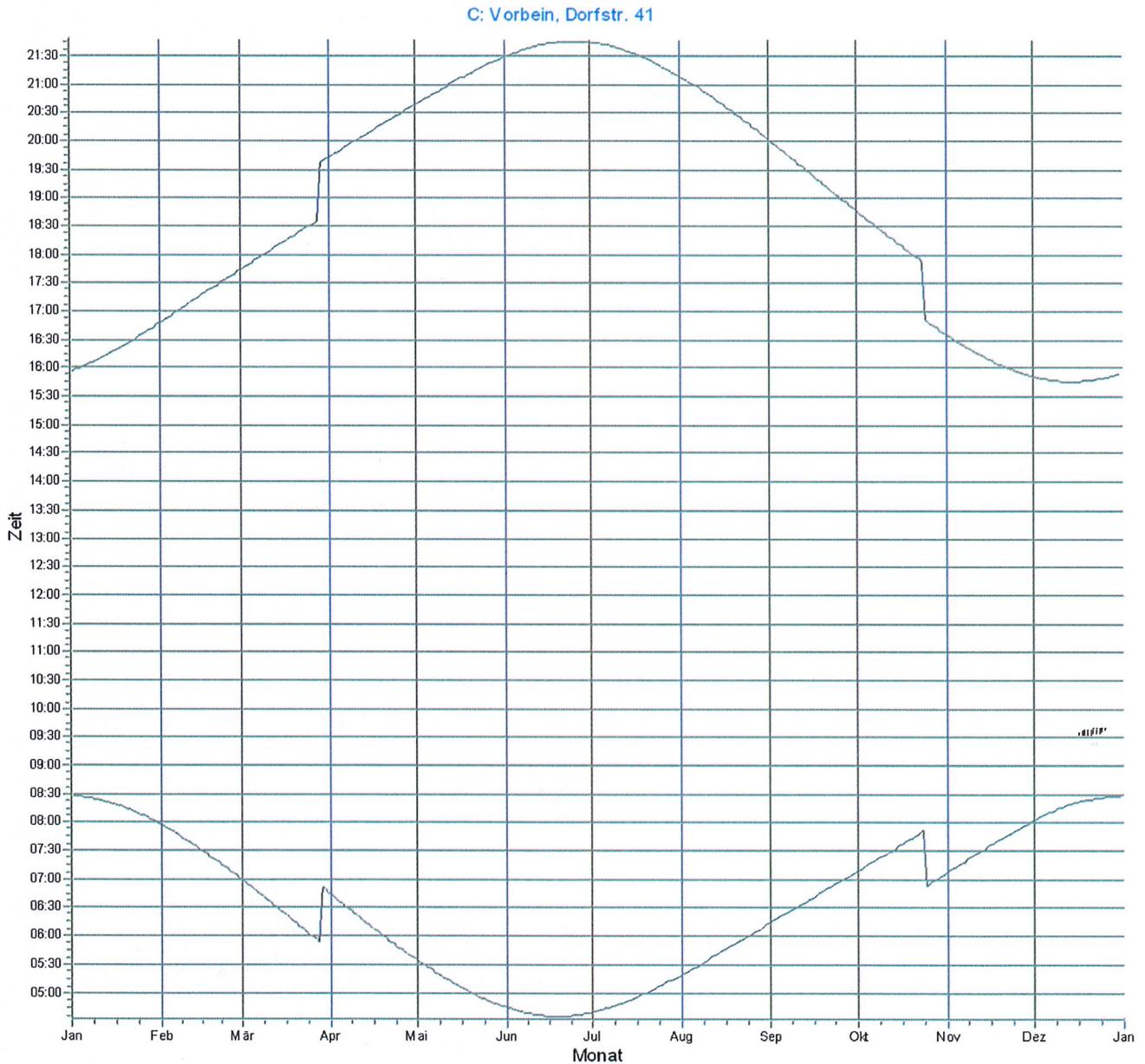
Ute Heitmann / u.heitmann@een-gmbh.de

Berechnet:

06.01.2011 11:05/2.7.473

**SHADOW - Grafischer Kalender**

Schattenrezeptor: C - Vorbein, Dorfstr. 41



WEA

14: E 40 - 1 (Vermesser)

15: E 40 - 2 (Vermesser)

0801

Projekt:

### Windpark Vorbein

EEN GmbH  
Schlossweg 3  
18516 Süderholz OT Griebenow

Ausdruck/Seite

06.01.2011 14:36 / 4

Lizenzierter Anwender:

**Energie Engineering Nord GmbH**

Schlossweg 3

DE-18516 Süderholz

038332/7192-0

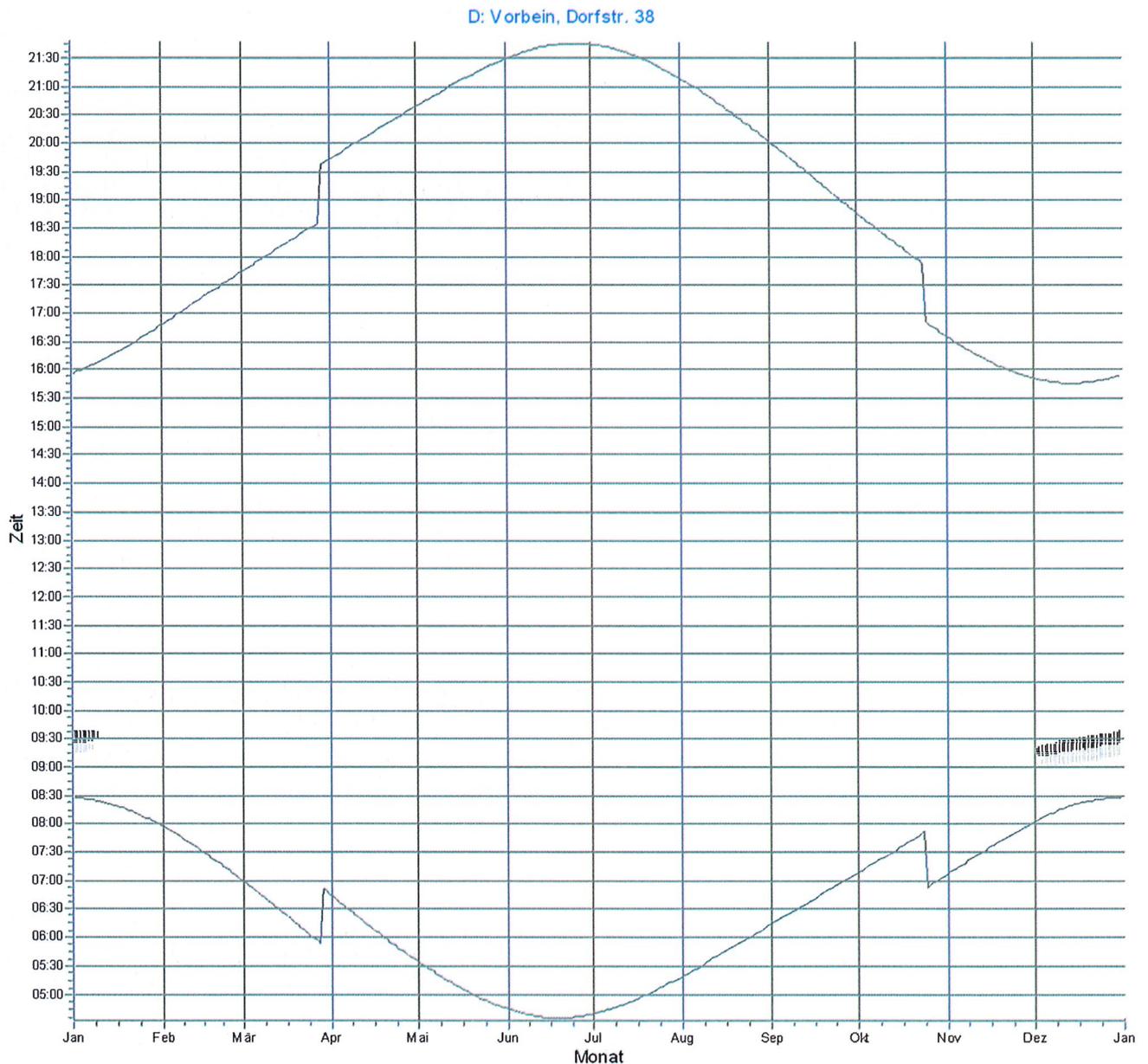
Ute Heitmann / u.heitmann@een-gmbh.de

Berechnet:

06.01.2011 11:05/2.7.473

## SHADOW - Grafischer Kalender

Schattenrezeptor: D - Vorbein, Dorfstr. 38



WEA



14: E 40 - 1 (Vermesser)



15: E 40 - 2 (Vermesser)

0802

Projekt:

**Windpark Vorbein**

EEN GmbH  
 Schlossweg 3  
 18516 Süderholz OT Griebenow

AusdruckSeite

06.01.2011 14:36 / 5

Lizenzierter Anwender:

**Energie Engineering Nord GmbH**

Schlossweg 3

DE-18516 Süderholz

038332/7192-0

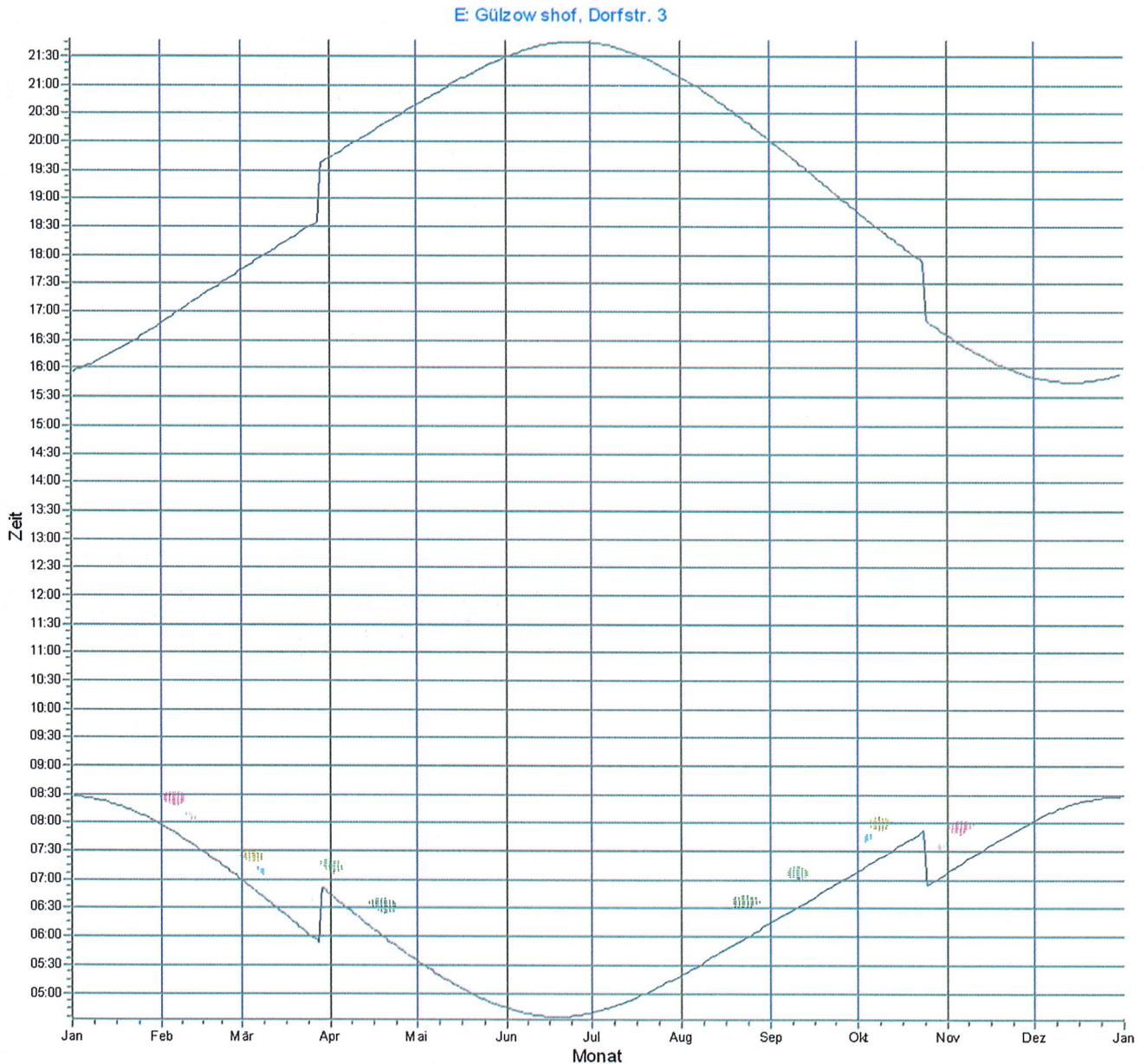
Ute Heitmann / u.heitmann@een-gmbh.de

Berechnet:

06.01.2011 11:05/2.7.473

**SHADOW - Grafischer Kalender**

Schattenrezeptor: E - Gülzowshof, Dorfstr. 3



**WEA**

- |   |   |   |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #4CAF50; margin-right: 5px;"></span> 8: V 90, 2 MW - 1</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #A52A2A; margin-right: 5px;"></span> 2: V 47-2 (Vermesser)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #4CAF50; margin-right: 5px;"></span> 3: V 47-3 (Vermesser)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #FFD700; margin-right: 5px;"></span> 4: V 47-4 (Vermesser)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #800080; margin-right: 5px;"></span> 5: V 47-5 (Vermesser)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #A9A9A9; margin-right: 5px;"></span> 6: V 47-6 (Vermesser)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #00CED1; margin-right: 5px;"></span> 7: V 47-7 (Vermesser)</li> </ul> |
|---|---|---|

0803

Projekt:

**Windpark Vorbein**

EEN GmbH  
 Schlossweg 3  
 18516 Süderholz OT Griebenow

Ausdruck/Seite

06.01.2011 14:36 / 6

Lizenzierter Anwender:

**Energie Engineering Nord GmbH**

Schlossweg 3

DE-18516 Süderholz

038332/7192-0

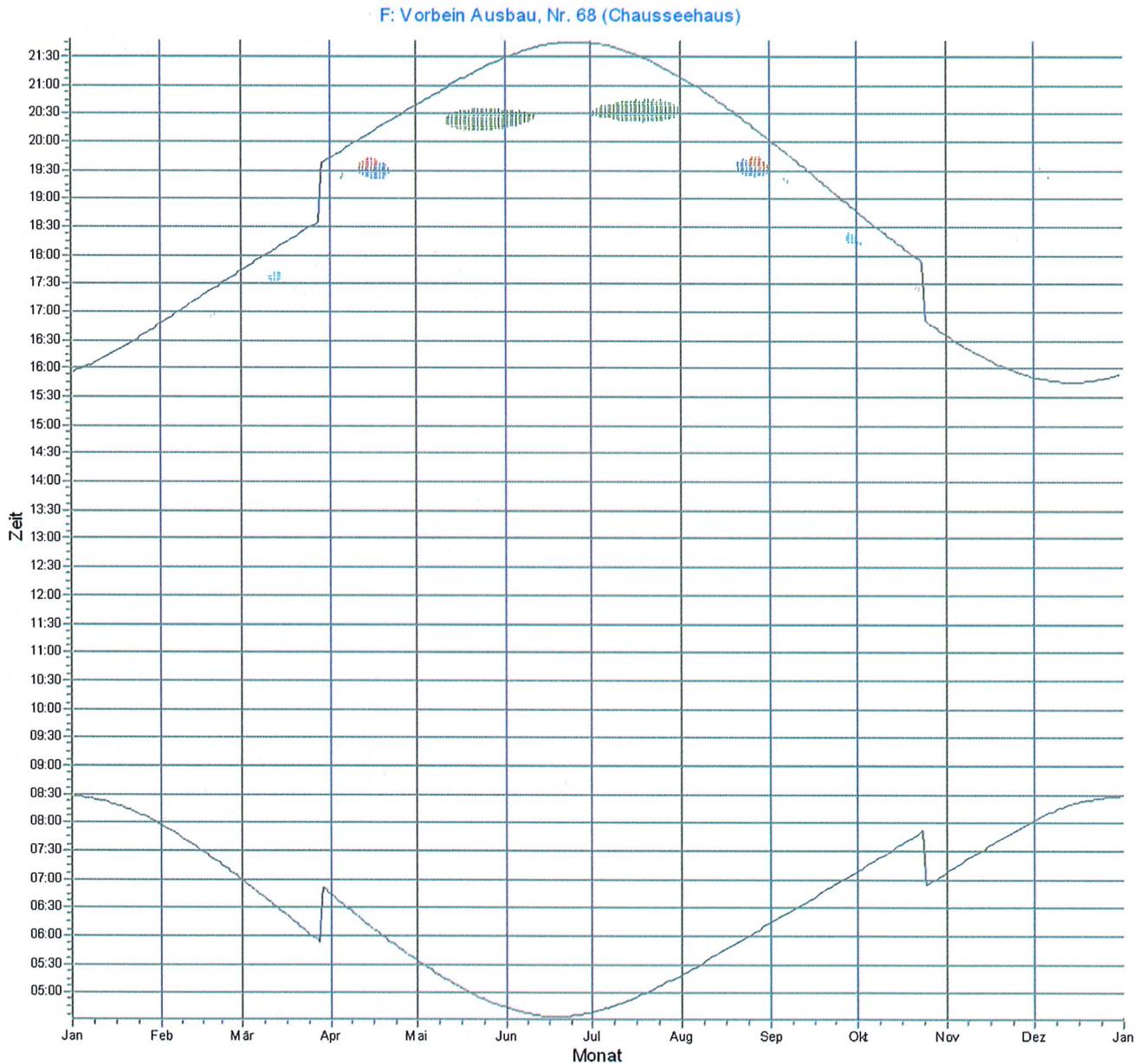
Ute Heitmann / u.heitmann@een-gmbh.de

Berechnet:

06.01.2011 11:05/2.7.473

**SHADOW - Grafischer Kalender**

Schattenrezeptor: F - Vorbein Ausbau, Nr. 68 (Chausseehaus)



WEA

8: V 90, 2 MW - 1  
 1: V 47-1 (Vermesser)

2: V 47-2 (Vermesser)  
 3: V 47-3 (Vermesser)

6: V 47-6 (Vermesser)  
 7: V 47-7 (Vermesser)

0804

Projekt:

**Windpark Vorbein**

EEN GmbH  
 Schlossweg 3  
 18516 Süderholz OT Griebenow

AusdruckSeite

06.01.2011 14:36 / 7

Lizenzierter Anwender:

**Energie Engineering Nord GmbH**

Schlossweg 3

DE-18516 Süderholz

038332/7192-0

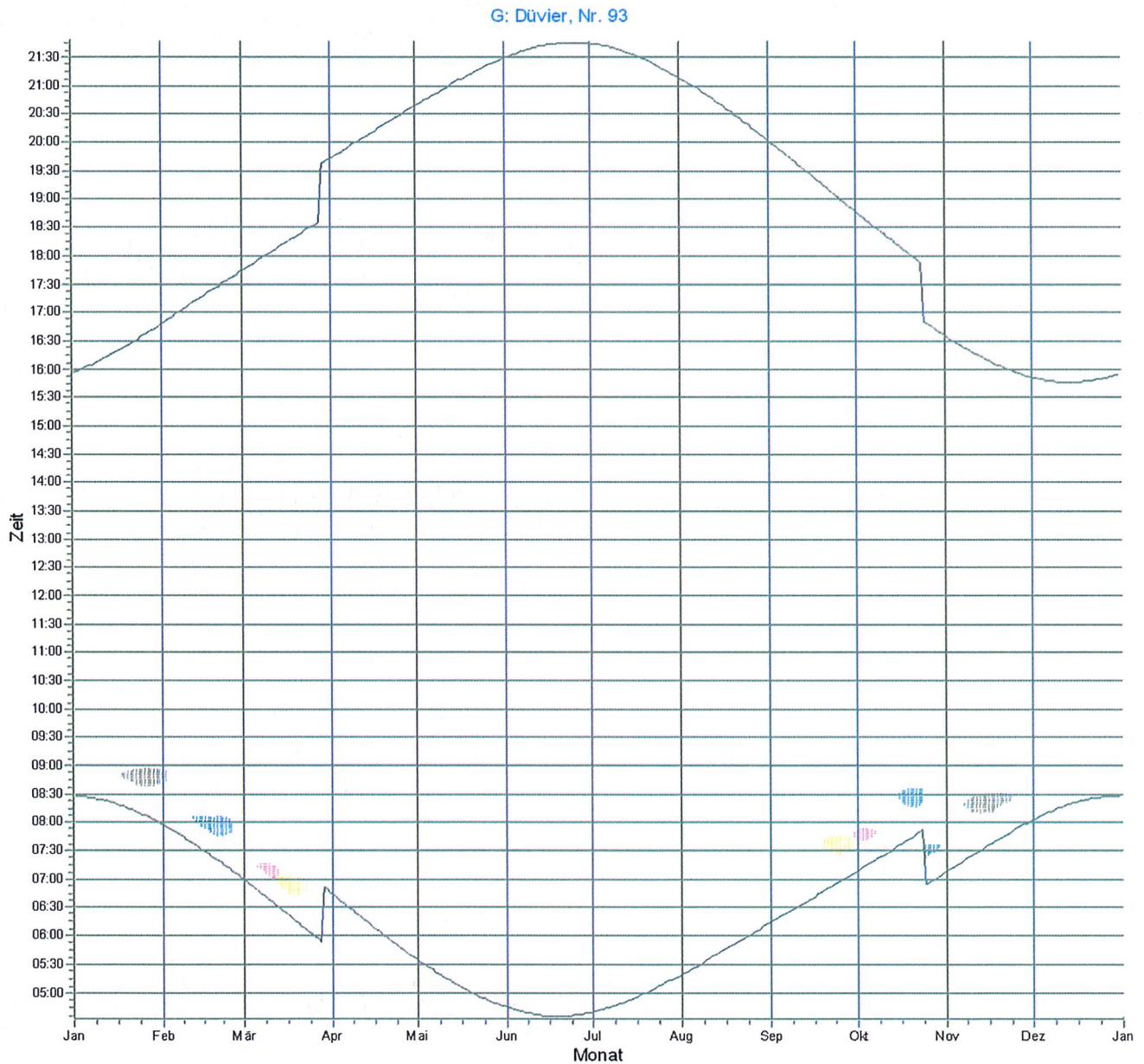
Ute Heitmann / u.heitmann@een-gmbh.de

Berechnet

06.01.2011 11:05/2.7.473

**SHADOW - Grafischer Kalender**

Schattenrezeptor: G - Düvier, Nr. 93



**WEA**

- |   |  |  |
|---|--|--|
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: yellow; border: 1px solid black;"></span> 9: WEA 1 - V 90, NH 80 m | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: grey; border: 1px solid black;"></span> 11: WEA 3 - V 90, NH 80 m | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: teal; border: 1px solid black;"></span> 13: WEA 5 - V 90, NH 80 m |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: blue; border: 1px solid black;"></span> 10: WEA 2 - V 90, NH 80 m  | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: pink; border: 1px solid black;"></span> 12: WEA 4 - V 90, NH 80 m |  |

0805

Projekt:

Windpark Vorbein

EEN GmbH  
Schlossweg 3  
18516 Süderholz OT Griebenow

Ausdruck/Seite

06.01.2011 14:36 / 8

Lizenzierter Anwender:

Energie Engineering Nord GmbH

Schlossweg 3

DE-18516 Süderholz

038332/7192-0

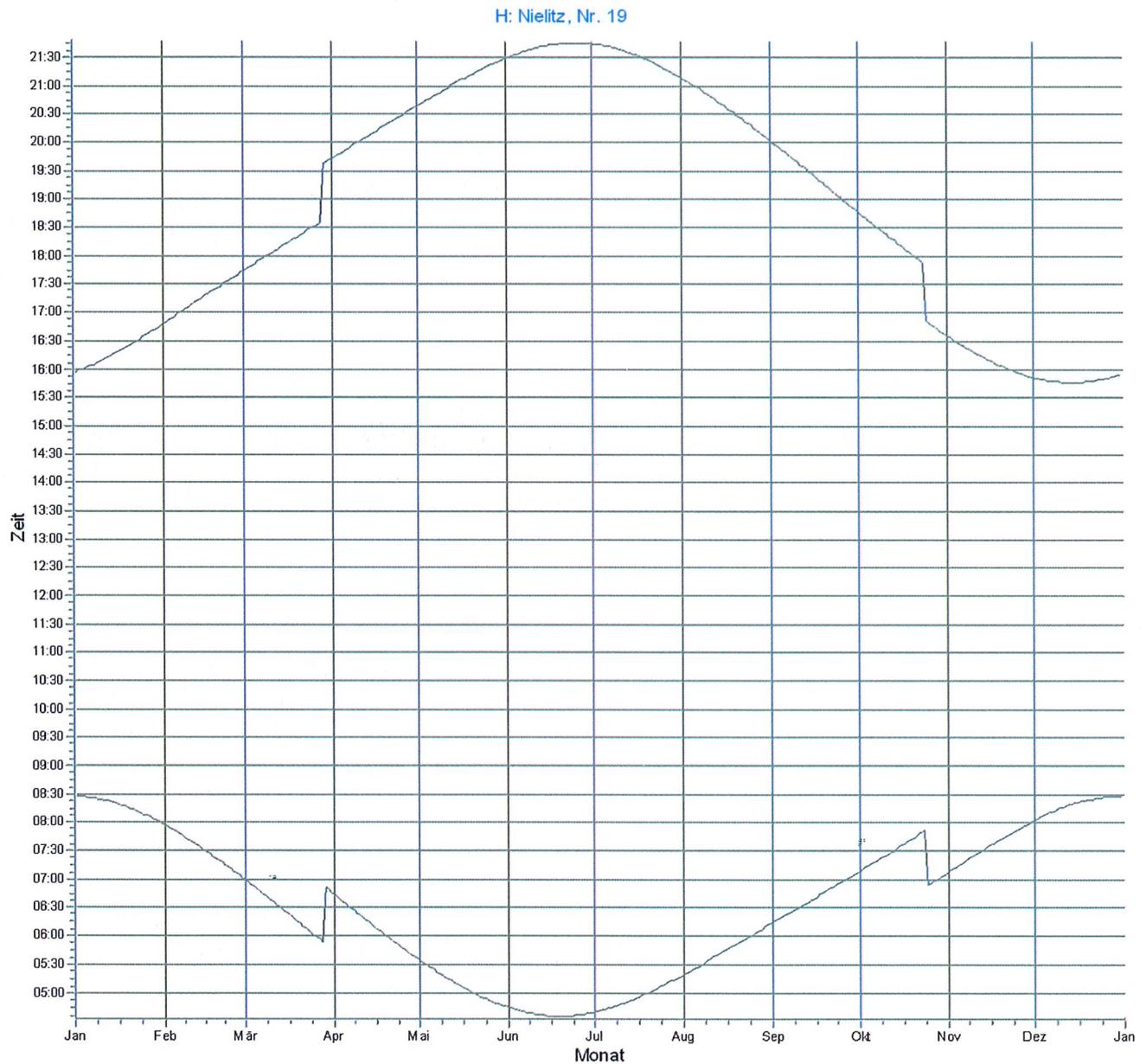
Ute Heitmann / u.heitmann@een-gmbh.de

Berechnet

06.01.2011 11:05/2.7.473

## SHADOW - Grafischer Kalender

Schattenrezeptor: H - Nielitz, Nr. 19



WEA



8: V 90, 2 MW - 1

0806

Projekt:

**Windpark Vorbein**

EEN GmbH  
 Schlossweg 3  
 18516 Süderholz OT Griebenow

Ausdruck/Seite

06.01.2011 14:36 / 9

Lizenzierter Anwender:

**Energie Engineering Nord GmbH**

Schlossweg 3

DE-18516 Süderholz

038332/7192-0

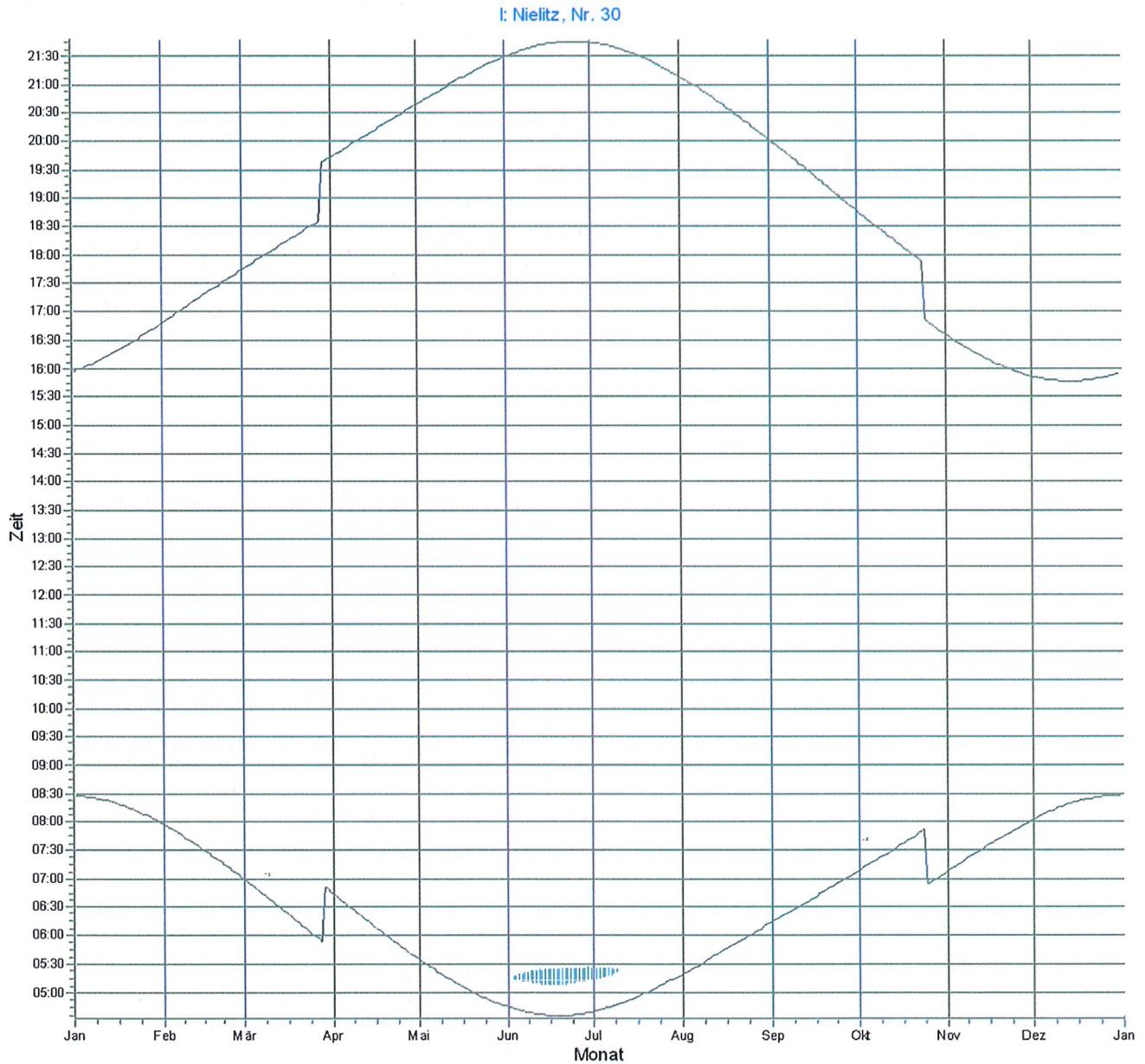
Ute Heitmann / u.heitmann@een-gmbh.de

Berechnet:

06.01.2011 11:05/2.7.473

**SHADOW - Grafischer Kalender**

Schattenrezeptor: I - Nielitz, Nr. 30



WEA

8: V 90, 2 MW - 1

13: WEA 5 - V 90, NH 80 m

0807

Projekt

**Windpark Vorbein**

EEN GmbH  
 Schlossweg 3  
 18516 Süderholz OT Griebenow

Ausdruck/Seite

06.01.2011 14:36 / 10

Lizenzierter Anwender:

**Energie Engineering Nord GmbH**

Schlossweg 3  
 DE-18516 Süderholz  
 038332/7192-0

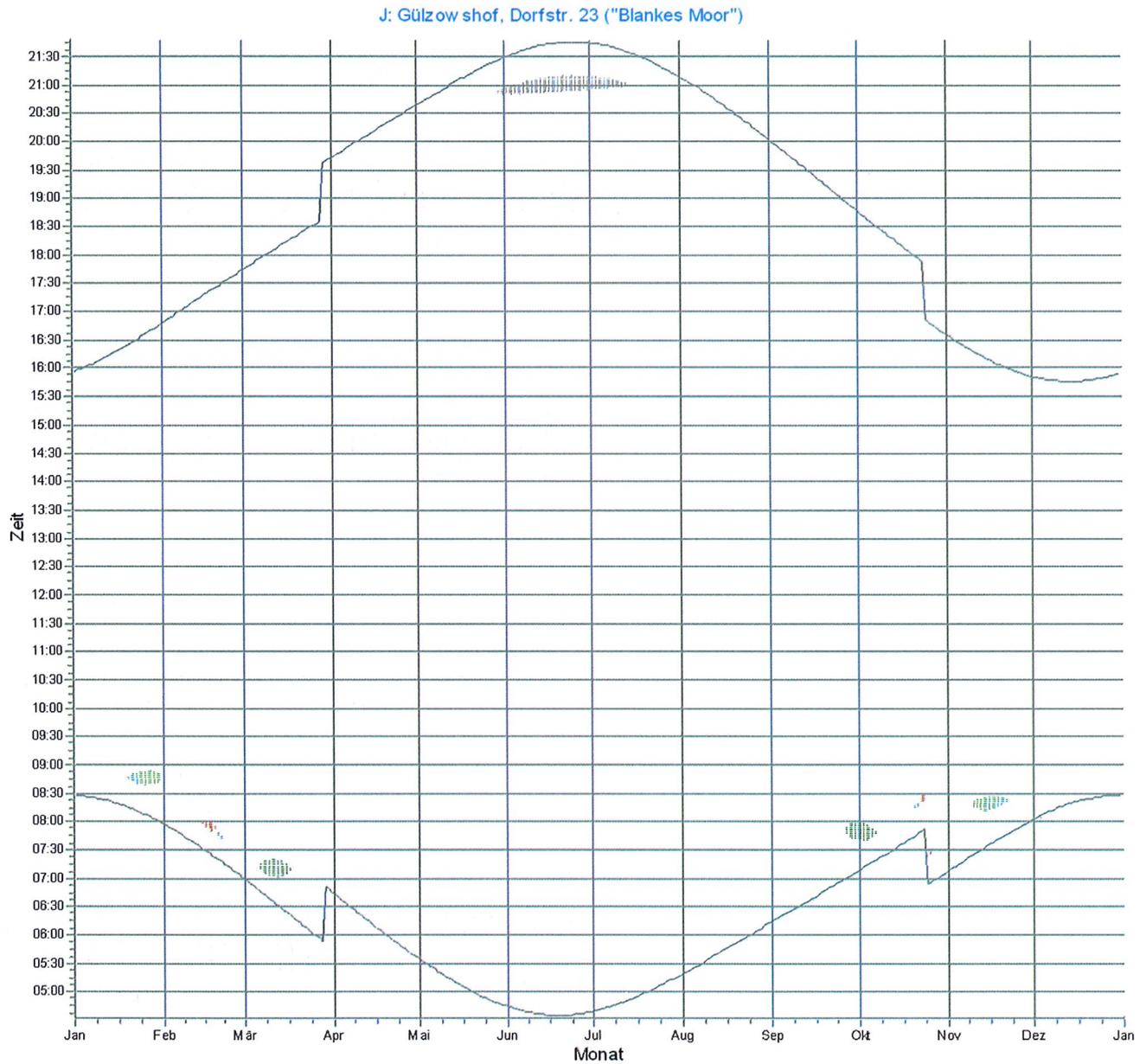
Ute Heitmann / u.heitmann@een-gmbh.de

Berechnet:

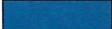
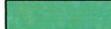
06.01.2011 11:05/2.7.473

**SHADOW - Grafischer Kalender**

Schattenrezeptor: J - Gülzowshof, Dorfstr. 23 ("Blankes Moor")



**WEA**

- |   |   |   |
|---|---|---|
|  8: V 90, 2 MW - 1         |  1: V 47-1 (Vermesser) |  3: V 47-3 (Vermesser) |
|  11: WEA 3 - V 90, NH 80 m |  2: V 47-2 (Vermesser) |  7: V 47-7 (Vermesser) |

0808

Projekt

**Windpark Vorbein**

EEN GmbH  
 Schlossweg 3  
 18516 Süderholz OT Griebenow

Ausdruck/Seite

06.01.2011 14:36 / 11

Lizenziertes Anwender:

**Energie Engineering Nord GmbH**

Schlossweg 3

DE-18516 Süderholz

038332/7192-0

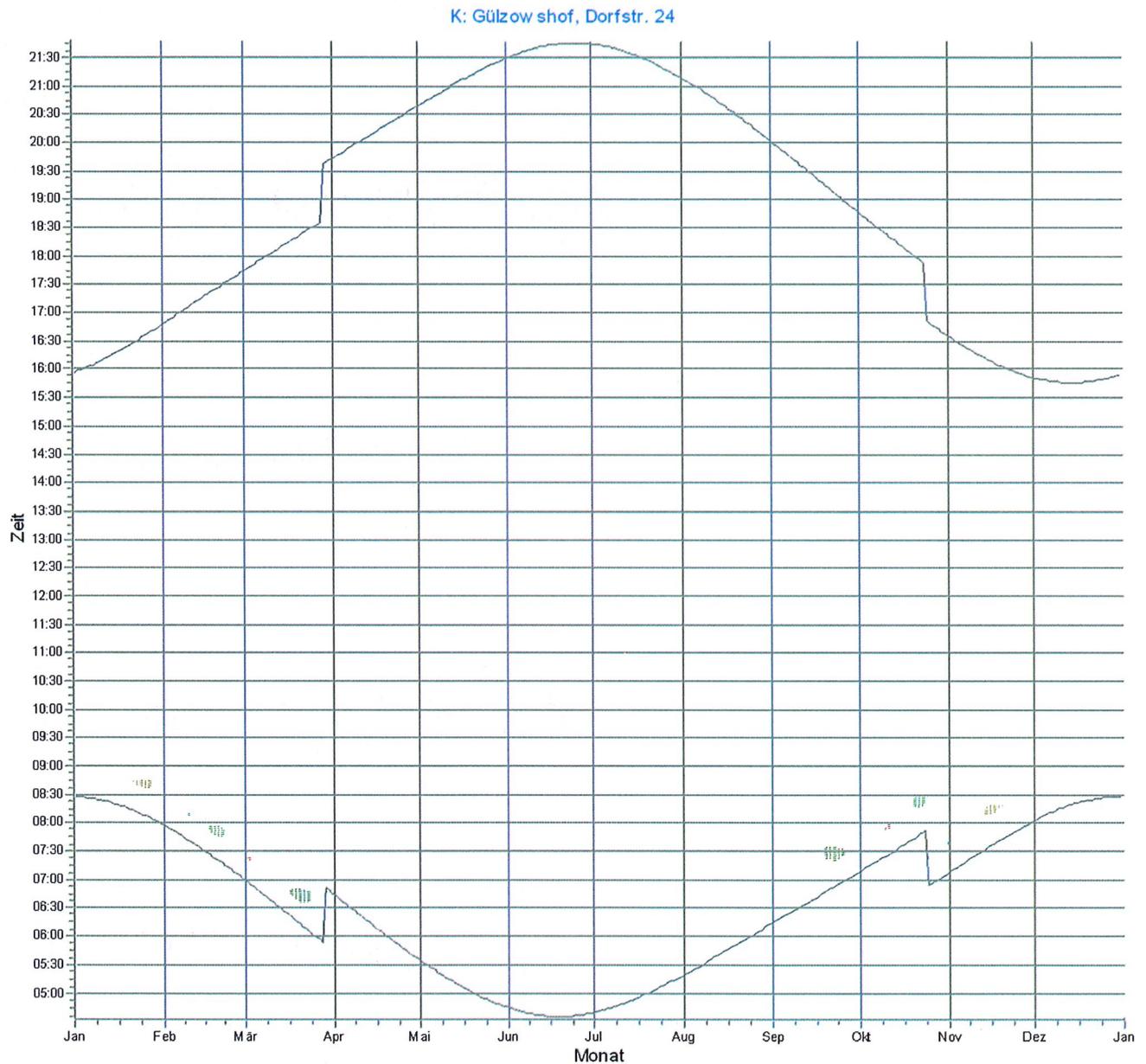
Ute Heitmann / u.heitmann@een-gmbh.de

Berechnet:

06.01.2011 11:05/2.7.473

**SHADOW - Grafischer Kalender**

Schattenrezeptor: K - Gülzowshof, Dorfstr. 24



**WEA**



8: V 90, 2 MW - 1

2: V 47-2 (Vermesser)



3: V 47-3 (Vermesser)

4: V 47-4 (Vermesser)



7: V 47-7 (Vermesser)

0809

Projekt

**Windpark Vorbein**

EEN GmbH  
 Schlossweg 3  
 18516 Süderholz OT Griebenow

Ausdruck/Seite

06.01.2011 14:36 / 12

Lizenzierter Anwender:

**Energie Engineering Nord GmbH**

Schlossweg 3

DE-18516 Süderholz

038332/7192-0

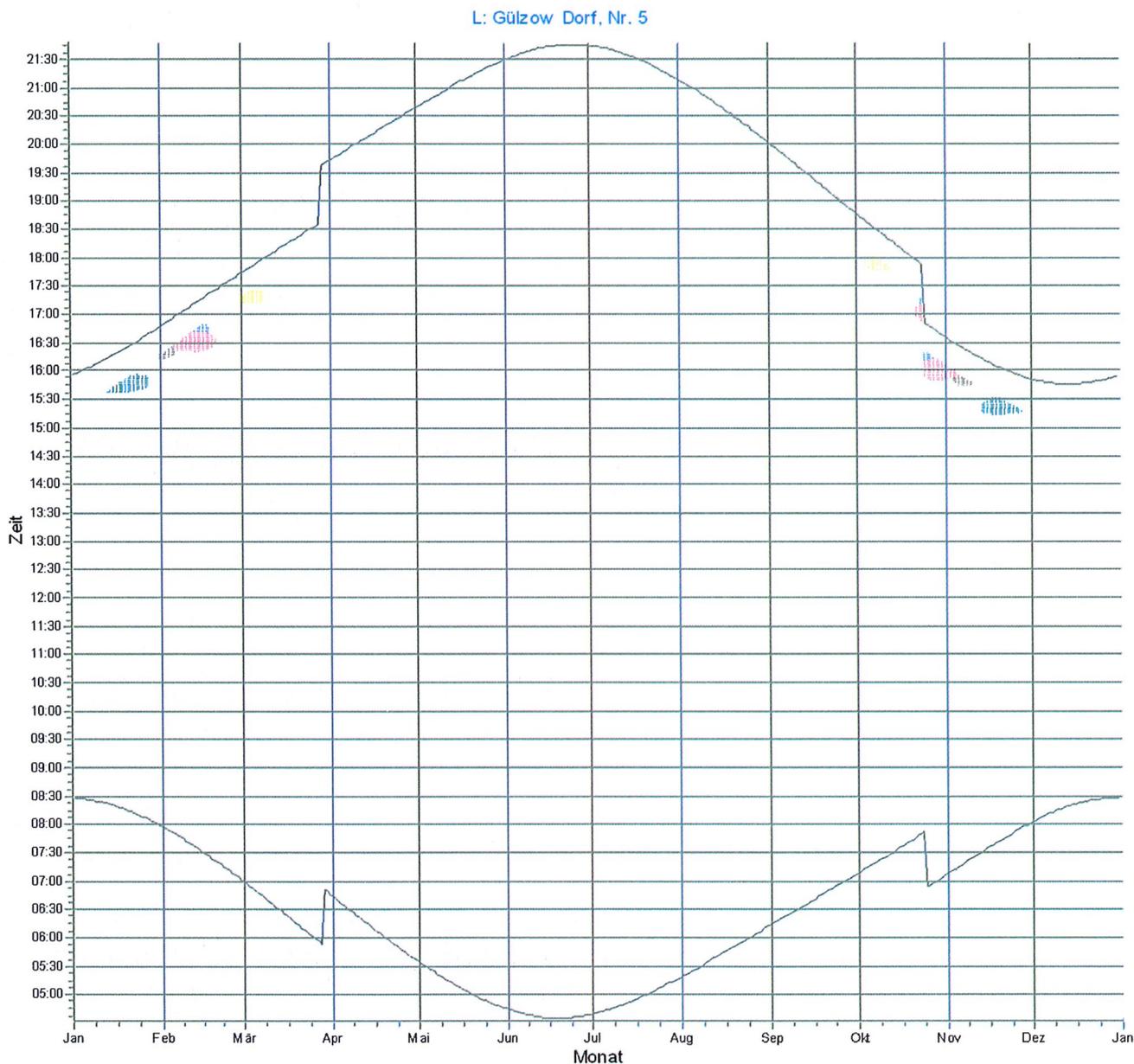
Ute Heitmann / u.heitmann@een-gmbh.de

Berechnet

06.01.2011 11:05/2.7.473

**SHADOW - Grafischer Kalender**

Schattenrezeptor: L - Gülzow Dorf, Nr. 5



**WEA**

- |   |  |  |
|---|--|--|
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: yellow; border: 1px solid black;"></span> 9: WEA 1 - V 90, NH 80 m | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: gray; border: 1px solid black;"></span> 11: WEA 3 - V 90, NH 80 m | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: teal; border: 1px solid black;"></span> 13: WEA 5 - V 90, NH 80 m |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: blue; border: 1px solid black;"></span> 10: WEA 2 - V 90, NH 80 m  | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: pink; border: 1px solid black;"></span> 12: WEA 4 - V 90, NH 80 m |  |

0810

Projekt

Windpark Vorbein

EEN GmbH  
Schlossweg 3  
18516 Süderholz OT Griebenow

Anlage 1 – Istzustand 1/2011

Ausdruck/Seite

06.01.2011 15:38 / 1

Lizenzierter Anwender:

Energie Engineering Nord GmbH

Schlossweg 3

DE-18516 Süderholz

038332/7192-0

Ute Heitmann / u.heitmann@een-gmbh.de

Berechnet

06.01.2011 11:13/2.7.473

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Istzustand 1/2011

### Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA Keine Begrenzung  
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

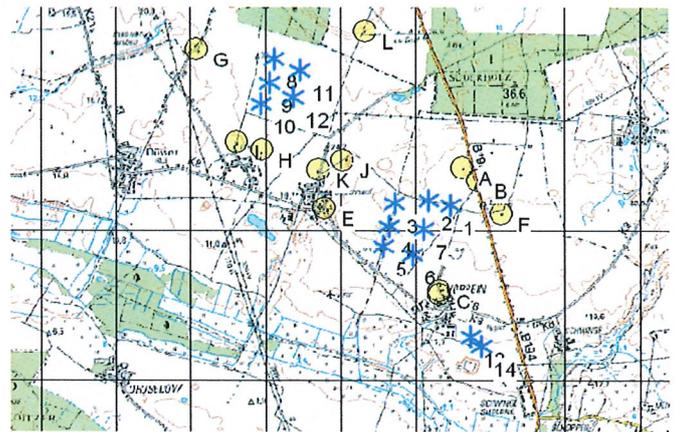
Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der  
Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf  
den folgenden Annahmen:

Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien Vorbein

Hindernisse in Berechnung verwendet

Augenhöhe: 1,5 m

Rasterauflösung: 10 m



\* Existierende WEA

⦿ Schattenrezeptor

### WEA

	GK (Bessel) Zone: 4			Beschreibung	WEA-Typ		Generatortyp	Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	U/min [U/min]
	Ost	Nord	Z		Aktuell	Hersteller					
	GK (Bessel) Zone: 4 [m]										
1	4.574.476	5.987.342	23,0	V 47-1 (Vermesser)	Ja	VESTAS	V47-660/200	660	47,0	65,0	26,0
2	4.574.175	5.987.406	22,3	V 47-2 (Vermesser)	Ja	VESTAS	V47-660/200	660	47,0	65,0	26,0
3	4.573.723	5.987.360	22,9	V 47-3 (Vermesser)	Ja	VESTAS	V47-660/200	660	47,0	65,0	26,0
4	4.573.640	5.987.063	20,2	V 47-4 (Vermesser)	Ja	VESTAS	V47-660/200	660	47,0	65,0	26,0
5	4.573.567	5.986.792	19,5	V 47-5 (Vermesser)	Ja	VESTAS	V47-660/200	660	47,0	65,0	26,0
6	4.571.939	5.988.675	19,0	V 47-6 (Vermesser)	Ja	VESTAS	V47-660/200	660	47,0	65,0	26,0
7	4.574.113	5.987.029	21,1	V 47-7 (Vermesser)	Ja	VESTAS	V47-660/200	660	47,0	65,0	26,0
8	4.572.110	5.989.284	22,0	WEA 1 - V 90, NH 8...	Ja	VESTAS	V90-2MW-2.000	2.000	90,0	80,0	14,9
9	4.572.055	5.988.959	21,0	WEA 2 - V 90, NH 8...	Ja	VESTAS	V90-2MW-2.000	2.000	90,0	80,0	14,9
10	4.571.939	5.988.688	23,0	WEA 3 - V 90, NH 8...	Ja	VESTAS	V90-2MW-2.000	2.000	90,0	80,0	14,9
11	4.572.456	5.989.129	23,0	WEA 4 - V 90, NH 8...	Ja	VESTAS	V90-2MW-2.000	2.000	90,0	80,0	14,9
12	4.572.370	5.988.769	23,0	WEA 5 - V 90, NH 8...	Ja	VESTAS	V90-2MW-2.000	2.000	90,0	80,0	14,9
13	4.574.748	5.985.585	14,0	E 40 - 1 (Vermesser)	Nein	ENERCON	E-40/5.40-500	500	40,3	65,0	38,0
14	4.574.883	5.985.468	14,0	E 40 - 2 (Vermesser)	Nein	ENERCON	E-40/5.40-500	500	40,3	65,0	38,0

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	GK (Bessel) Zone: 4		Z	Breite [m]	Höhe [m]	Höhe über Grund [m]	Azimutwinkel (von Süd) [°]	Neigung des Fensters [°]	Ausrichtungsmodus
		Ost	Nord							
A	Vorbein Ausbau, Nr. 57 (B 194)	4.574.625	5.987.833	24,7	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
B	Vorbein Ausbau, Nr. 58 (B 194)	4.574.836	5.987.669	25,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
C	Vorbein, Dorfstr. 41	4.574.325	5.986.201	15,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
D	Vorbein, Dorfstr. 38	4.574.319	5.986.146	14,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
E	Gülzowshof, Dorfstr. 3	4.572.780	5.987.306	19,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
F	Vorbein Ausbau, Nr. 68 (Chausseehaus)	4.575.148	5.987.228	24,5	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
G	Düvier, Nr. 93	4.571.062	5.989.413	20,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
H	Nielitz, Nr. 19	4.571.943	5.988.076	20,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
I	Nielitz, Nr. 30	4.571.608	5.988.177	20,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
J	Gülzowshof, Dorfstr. 23 ("Blankes Moor")	4.573.017	5.987.939	20,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
K	Gülzowshof, Dorfstr. 24	4.572.704	5.987.806	20,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
L	Gülzow Dorf, Nr. 5	4.573.321	5.989.655	20,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"

0811

Projekt:

Windpark Vorbein

EEN GmbH

Schlossweg 3

18516 Süderholz OT Griebenow

Ausdruck/Seite

06.01.2011 15:38 / 2

Lizenzierter Anwender:

Energie Engineering Nord GmbH

Schlossweg 3

DE-18516 Süderholz

0383327192-0

Ute Heitmann / u.heitmann@een-gmbh.de

Berechnet:

06.01.2011 11:13/2.7.473

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Istzustand 1/2011

### Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr	Schattentage/a	Max.Schatten Stunden/Tag
		[Std/Jahr]	[Tage/Jahr]	[Std/Tag]
A	Vorbein Ausbau, Nr. 57 (B 194)	10:46	49	0:24
B	Vorbein Ausbau, Nr. 58 (B 194)	20:17	100	0:24
C	Vorbein, Dorfstr. 41	0:45	10	0:07
D	Vorbein, Dorfstr. 38	13:56	40	0:25
E	Gülzowshof, Dorfstr. 3	8:07	61	0:14
F	Vorbein Ausbau, Nr. 68 (Chausseehaus)	6:46	41	0:20
G	Düvier, Nr. 93	20:43	98	0:20
H	Nielitz, Nr. 19	0:00	0	0:00
I	Nielitz, Nr. 30	6:59	37	0:16
J	Gülzowshof, Dorfstr. 23 ("Blankes Moor")	12:42	82	0:16
K	Gülzowshof, Dorfstr. 24	2:45	32	0:10
L	Gülzow Dorf, Nr. 5	17:53	88	0:28

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[Std/Jahr]	[Std/Jahr]
1	V 47-1 (Vermesser)	17:01	
2	V 47-2 (Vermesser)	15:33	
3	V 47-3 (Vermesser)	9:39	
4	V 47-4 (Vermesser)	4:22	
5	V 47-5 (Vermesser)	2:38	
6	V 47-6 (Vermesser)	1:28	
7	V 47-7 (Vermesser)	4:28	
8	WEA 1 - V 90, NH 80 m	8:26	
9	WEA 2 - V 90, NH 80 m	7:33	
10	WEA 3 - V 90, NH 80 m	16:31	
11	WEA 4 - V 90, NH 80 m	9:26	
12	WEA 5 - V 90, NH 80 m	14:23	
13	E 40 - 1 (Vermesser)	9:19	
14	E 40 - 2 (Vermesser)	6:07	

0812

Projekt

Windpark Vorbein

EEN GmbH  
Schlossweg 3  
18516 Süderholz OT Griebenow

Anlage 2 – Nur geplante WEA

AusdruckSeite

06.01.2011 15:29 / 1

Lizenzierter Anwender:

Energie Engineering Nord GmbH

Schlossweg 3

DE-18516 Süderholz

038332/7192-0

Ute Heitmann / u.heitmann@een-gmbh.de

Berechnet:

06.01.2011 11:10/2.7.473

## SHADOW - Hauptergebnis

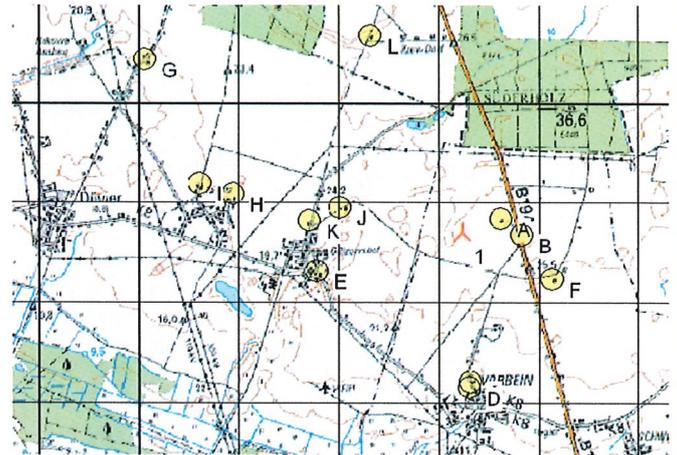
Berechnung: Nur neue WEA

### Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA Keine Begrenzung  
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/h 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: Höhenlinien Vorbein  
Hindernisse in Berechnung verwendet  
Augenhöhe: 1,5 m  
Rasterauflösung: 10 m



Maßstab 1:75.000  
Neue WEA Schattenrezeptor

### WEA

GK (Bessel) Zone: 4	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Nenn-leistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	U/min	
					Aktuell	Hersteller					
GK (Bessel) Zone: 4			[m]				[kW]	[m]	[m]	[U/min]	
1	4.574.241	5.987.685	23,0	V 90, 2 MW - 1	Ja	VESTAS	V90-2MW-2.000	2.000	90,0	105,0	14,9

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	GK (Bessel) Zone: 4			Breite	Höhe	Höhe über Grund	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus
		Ost	Nord	Z						
A	Vorbein Ausbau, Nr. 57 (B 194)	4.574.625	5.987.833	24,7	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
B	Vorbein Ausbau, Nr. 58 (B 194)	4.574.836	5.987.669	25,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
C	Vorbein, Dorfstr. 41	4.574.325	5.986.201	15,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
D	Vorbein, Dorfstr. 38	4.574.319	5.986.146	14,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
E	Gülzowshof, Dorfstr. 3	4.572.780	5.987.306	19,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
F	Vorbein Ausbau, Nr. 68 (Chausseehaus)	4.575.148	5.987.228	24,5	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
G	Düvier, Nr. 93	4.571.062	5.989.413	20,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
H	Nielitz, Nr. 19	4.571.943	5.988.076	20,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
I	Nielitz, Nr. 30	4.571.608	5.988.177	20,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
J	Gülzowshof, Dorfstr. 23 ("Blankes Moor")	4.573.017	5.987.939	20,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
K	Gülzowshof, Dorfstr. 24	4.572.704	5.987.806	20,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
L	Gülzow Dorf, Nr. 5	4.573.321	5.989.655	20,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"

### Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr	Schattentage/a	Max.Schatten Stunden/Tag
		[Std/Jahr]	[Tage/Jahr]	[Std/Tag]
A	Vorbein Ausbau, Nr. 57 (B 194)	▶ 39:51	63	0:50 ◀
B	Vorbein Ausbau, Nr. 58 (B 194)	22:07	49	0:35 ◀
C	Vorbein, Dorfstr. 41	0:00	0	0:00
D	Vorbein, Dorfstr. 38	0:00	0	0:00
E	Gülzowshof, Dorfstr. 3	3:13	20	0:14
F	Vorbein Ausbau, Nr. 68 (Chausseehaus)	17:07	62	0:22
G	Düvier, Nr. 93	0:00	0	0:00
H	Nielitz, Nr. 19	0:21	6	0:05
I	Nielitz, Nr. 30	0:08	4	0:02
J	Gülzowshof, Dorfstr. 23 ("Blankes Moor")	4:36	22	0:17

0813

Fortsetzung auf nächster Seite...

Projekt:

Windpark Vorbein

EEN GmbH  
 Schlossweg 3  
 18516 Süderholz OT Griebenow

Ausdruck/Seite

06.01.2011 15:29 / 2

Lizenzierter Anwender:

Energie Engineering Nord GmbH

Schlossweg 3

DE-18516 Süderholz

038332/7192-0

Ute Heitmann / u.heitmann@een-gmbh.de

Berechnet:

06.01.2011 11:10/2.7.473

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Nur neue WEA

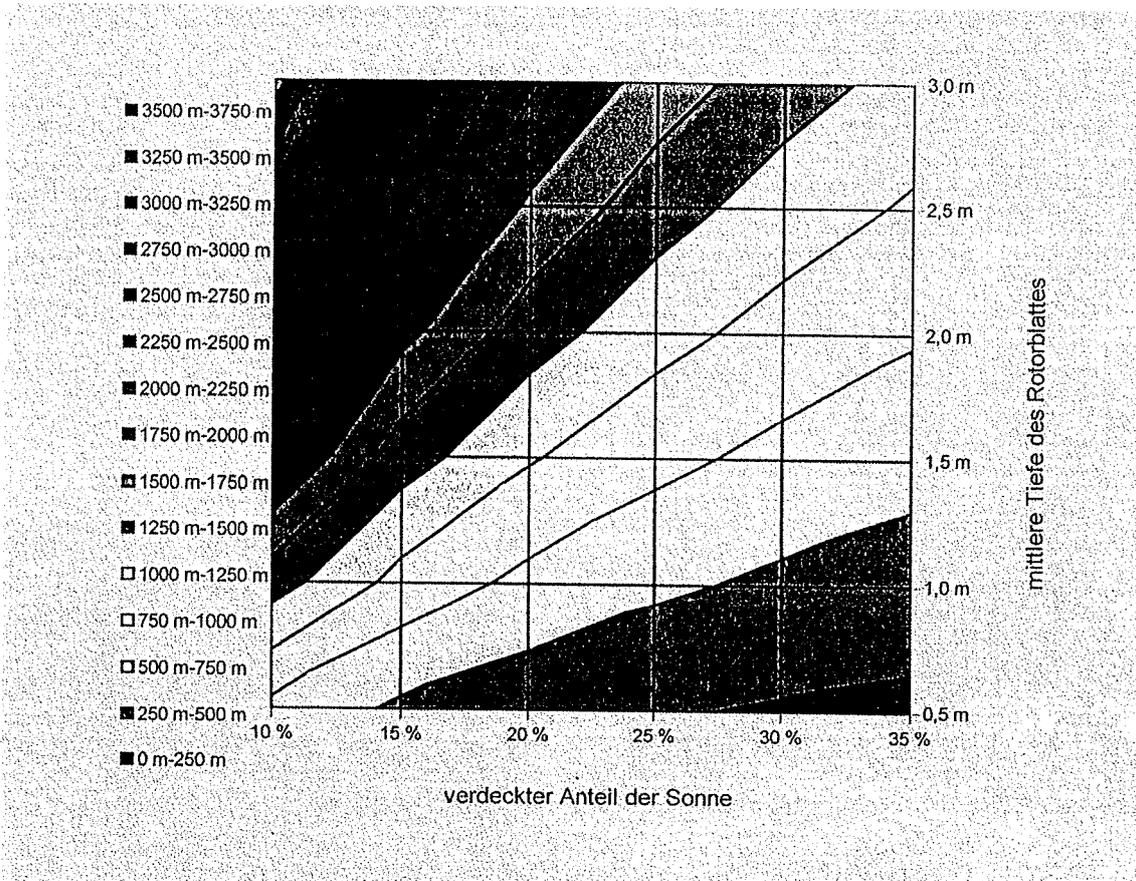
...Fortsetzung von der vorigen Seite

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr	Schattentage/a	Max.Schatten Stunden/Tag
		[Std/Jahr]	[Tage/Jahr]	[Std/Tag]
	K Gülzowshof, Dorfstr. 24	2:35	16	0:13
	L Gülzow Dorf, Nr. 5	0:00	0	0:00

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [Std/Jahr]	Erwartet [Std/Jahr]
1	V 90, 2 MW - 1	89:46	

0814



Blatt-Tiefe	Anteil der Verdeckung durch das Blatt					
	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %
0,5 m	683 m	455 m	341 m	272 m	226 m	193 m
1,0 m	1367 m	910 m	681 m	544 m	452 m	386 m
1,5 m	2050 m	1365 m	1022 m	816 m	678 m	579 m
2,0 m	2734 m	1820 m	1363 m	1088 m	904 m	772 m
2,5 m	3417 m	2275 m	1703 m	1359 m	1129 m	965 m
3,0 m	4101 m	2730 m	2044 m	1631 m	1355 m	1158 m
3,5 m	4784 m	3185 m	2385 m	1903 m	1581 m	1351 m
4,0 m	5467 m	3640 m	2716 m	2175 m	1807 m	1544 m
4,5 m	6150 m	4095 m	3067 m	2447 m	2033 m	1737 m
5,0 m	6833 m	4550 m	3408 m	2719 m	2259 m	1930 m

**VESTAS V 90/2,0 MW** → Rotorblätter 44 m Länge  
 → mittlere Blatttiefe ca. 2,2 m  
 20 % => 1500 m

0815

## Einleitung zum Modul SHADOW

Je nach Standort einer WEA kann vom Schattenwurf des sich drehenden Rotors eine unerwünschte Beeinträchtigung für Menschen ausgehen. Der periodisch auftretende Schatten verursacht je nach Drehzahl und Anzahl der Blätter hinter der Windenergieanlage starke Lichtwechsel mit einer Frequenz zwischen ca. 0,5 und 3 Hz (Lichtwechsel/Sekunde), die auf den Menschen störend wirken können, bei längerer Dauer unerträglich sind und gesundheitsschädigend sein können. Deshalb gehört zu jeder professionellen WEA-Planung in der Nähe von Wohn- oder Arbeitsstätten eine Untersuchung des periodischen Schattenwurfs.

Das Modul SHADOW ermöglicht die Berechnung und Dokumentation dieses periodischen Schattenwurfs. So sind Planerinnen und Planer in der Lage, die Belästigung durch den Schattenwurf z.B. auf Wohngebäude, Arbeitsstätten weitgehend auszuschließen oder zu minimieren. Ist eine Beeinträchtigung durch den Schattenwurf nicht zu vermeiden, ist es hilfreich, den möglichen Schattenwurf auf die betroffenen Objekte zeitlich (Datum/Uhrzeit/Dauer) im voraus genau zu kennen, um z.B. eine Abschaltautomatik zu programmieren.

Die Schattenwurfdauer in der Umgebung kann für eine oder mehrere WEA in Abhängigkeit von Nabenhöhe und Rotordurchmesser ermittelt werden. Neben der von den Behörden verlangten Berechnung der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer, bei der angenommen wird, dass die Sonne immer scheint, die WEA sich ständig dreht und immer senkrecht zur Sonneneinfallrichtung steht, besteht auch die Möglichkeit, statistische Informationen zu Sonnenscheindauer, Windrichtungsverteilung und Stillstandszeiten in die Berechnung einfließen zu lassen und so auch realitätsnahe Werte über den tatsächlich zu erwartenden Schattenwurf zu ermitteln (meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer).

Die Ergebnisse können zum einen flächenhaft in Form einer Karte mit Iso-Zeitlinien (Linien gleicher Schattenwurfdauer) und zum anderen auf spezielle Immissionsorte bezogen ausgegeben werden. Liegt ein digitales Geländemodell (DGM) vor, das auch mit WindPRO erstellt werden kann, kann dieses bei allen Berechnungen berücksichtigt werden.

Bei der Berechnung für Immissionsorte werden an den zu untersuchenden Punkten auf einer Karte virtuelle Schatten -Rezeptoren platziert, die beliebige Flächen, wie z.B. Fenster (auch Dachfenster), Terrassen, Balkone usw., repräsentieren können. Die Schatten -Rezeptoren können in ihrer Dimension, ihrer Himmelsrichtungs-Ausrichtung sowie ihrer Neigung gegenüber der Horizontalen frei verändert werden und so tatsächlich vorhandene Fenster nachbilden. An den Schatten -Rezeptoren berechnet SHADOW die Gesamtdauer des Schattenwurfs (Tage und Stunden pro Jahr, maximale Minuten pro Tag) sowie die Zeitpunkte des Schattenwurfs im Tages- und Jahresverlauf (Datum, Uhrzeit, Dauer).

Die Berechnung sowie die Eingabe der Koordinaten und Eigenschaften zu den Schatten -Rezeptoren erfolgt analog zu den anderen WindPRO Modulen. Auch hier vereinfacht die Möglichkeit, die nötigen Eingabedaten (WEA, Schatten-Rezeptoren) direkt auf einer Karte auf dem Bildschirm einzugeben, die Bearbeitung wesentlich.



## Das SHADOW Berechnungsmodell

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

Mit diesen Daten werden die Deklination, der Stundenwinkel, die Sonnenhöhe, der Azimut und der Sonnenauf- und Untergang berechnet. Die Begriffe bedeuten (siehe Abb. oben):

**Deklination:** Der Winkel, um den die Sonne im Verlauf der Jahreszeiten vom Himmelsäquator (Erdumlaufbahn auf den Himmel projiziert) abweicht. Zu Herbst- und Frühlingsanfang (21.3 bzw. 21.9) beträgt die Deklination  $0^\circ$ , zum Winteranfang (21.12.)  $-23,45^\circ$  und zum Sommeranfang (21.6.)  $+23,45^\circ$

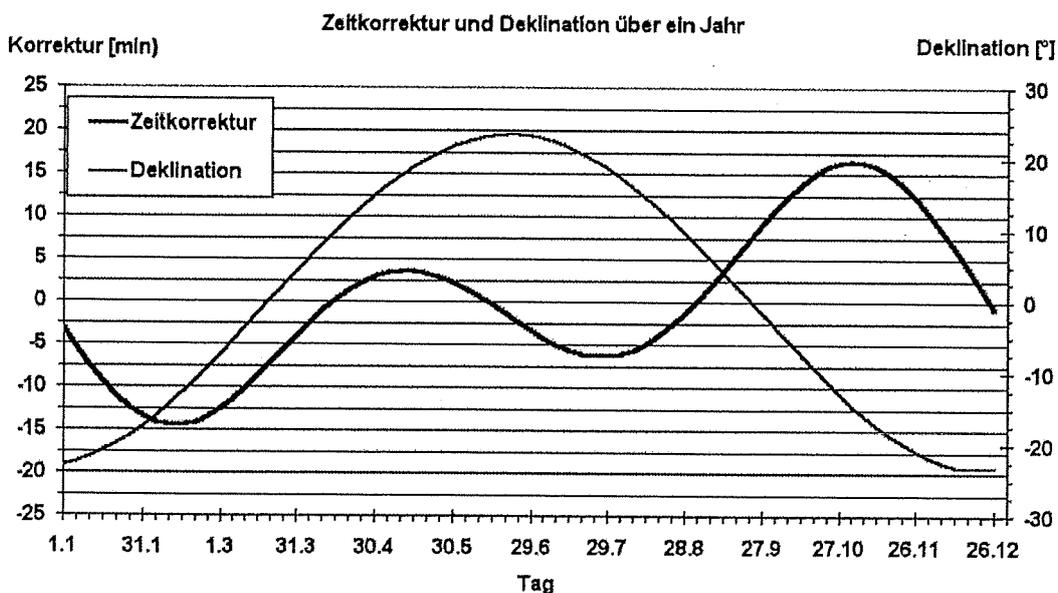
**Sonnenhöhe:** Einfallswinkel der Sonne gegenüber einer horizontalen Fläche;

**Stundenwinkel:** Winkel zwischen dem Sonnenhöchststand und dem aktuellen Sonnenstand.

**Azimut:** Winkel zwischen der Südrichtung und dem auf die horizontale Ebene projizierten Sonnenstand. Im Uhrzeigersinn vor der südlichen Richtung positiv und danach negativ.

**Sonnenaufgang, Sonnenuntergang:** Zeitpunkt am Morgen bzw. Abend, wenn der Sonnenmittelpunkt in der Ebene am Horizont sichtbar/verdeckt wird.

Die Berechnungen berücksichtigen die geringfügig unterschiedliche Dauer eines Tages von einem Sonnenhöchststand zum nächsten Sonnenhöchststand, die wegen der elliptischen Umlaufbahn der Erde um die Sonne im Laufe eines Jahres insgesamt um bis zu 16 Minuten variieren kann. In Abbildung 12 ist die Abweichung (Zeitkorrektur) der Tagesdauer vom 24-Stunden Tag sowie die Deklination über ein Jahr abgebildet.



0818

Da die Ergebnisse nicht nur für ein Jahr gültig sein sollen, wird in den Berechnungen die Tagesanzahl im Jahr auf 365,25 Tage gemittelt. Dadurch können sich aber die Ergebnisse innerhalb eines Zeitraums von vier Jahren um bis zu einem Tag verschieben.

## Schattenreichweite

**Verdeckung der Sonne durch das Rotorblatt:** Im Allgemeinen wird beim Schattenwurf zwischen Kern- und Halbschatten unterschieden. Der Unterschied kommt dadurch zustande, dass die Sonne keine punktförmige sondern eine flächige Lichtquelle ist (Durchmesser von 1.390.000 km). Bei einem mittleren Abstand von 150.000.000 km zur Sonne beträgt der Einstrahlungswinkel  $0,531^\circ$ . Der Kernschatten entspricht dem Bereich, in dem die direkten Sonnenstrahlen durch das Hindernis vollständig verdeckt werden. Der Halbschatten ist der Bereich, auf den nur ein Teil des Sonnenlichts auftrifft. Da Windenergieanlagen schmale Flügel besitzen, ist der Kernschatten nur sehr kurz und deshalb nicht relevant; z.B. beträgt bei einer mittleren Rotorblattbreite von 1,5 m beträgt die Länge des Kernschattens nur 145 m und ist geringer als der Mindestabstand, der sonst bei WEA eingehalten werden muss.

Die Intensität des Halbschattens nimmt mit zunehmender Entfernung ab. Dadurch reduzieren sich auch die Helligkeitsschwankungen, die durch den Schattenwurf des sich drehenden Rotors verursacht werden. Im Allgemeinen gilt der Halbschatten als nicht mehr relevant, wenn das Rotorblatt die Sonne zu weniger als 20% verdeckt. Die Entfernung von der WEA, bei der dies der Fall ist – die maximale Reichweite des Rotorschattens – lässt sich anhand von Daten zur Rotorblattgeometrie berechnen, nämlich der *maximalen Rotorblatt-Tiefe* und der *Rotorblatt-Tiefe bei 90% des Radius*. Diese Daten sind für aktuelle WEA-Typen größtenteils im WEA-Katalog von WindPRO enthalten, so dass die Reichweite des Rotorschattens automatisch berücksichtigt werden kann.

**Einschränkung der Reichweite bei tief stehender Sonne:** Theoretisch existiert bei minimaler Sonnenhöhe ein unendlich weiter Schattenwurf, der aber in der Praxis wegen der Trübung des Himmels sehr schwach ist. Mit abnehmender Sonnenhöhe nimmt der Anteil der direkten Strahlung exponentiell ab, da die Sonnenstrahlen zunehmend einen längeren Weg durch die Atmosphärenschichten zurücklegen müssen. Theoretische und praktische Untersuchungen haben ergeben, dass selbst an klaren Tagen aufgrund der Trübung des Himmels bis zu einer Sonnenhöhe von  $3^\circ$  kein relevanter Schattenwurf existiert. Die Trübung des Himmels ist auf die Rayleigh-Streuung an den Molekülen und Mie-Streuung an den wesentlich größeren Aerosolen (Staub und andere Verunreinigungen in der Luft) zurückzuführen. Die Trübung des Himmels ist zudem von der Jahreszeit, vom Wetter und von der Art der Besiedlung und des Bewuchses abhängig. Die Trübung des Himmels wird durch den Linke-Trübungsfaktor TL beschrieben.

Ab welcher Sonnenhöhe die Sonne tatsächlich über dem Horizont steht, hängt natürlich weiterhin von der Orographie (Hügel, Berge), der Bebauung und dem Bewuchs um den WEA-Standort ab.

## Richtlinien

Der Länderausschuss Immissionen (LAI) hat die federführend vom staatlichen Umweltamt Schleswig unter Mitarbeit von Fachleuten, Gutachtern (u. a. auch EMD), Gewerbeaufsichtsämtern und Weiteren erarbeiteten WEA-Schattenwurf-Hinweise im Jahr 2002 als Standard anerkannt. Die WEA-Schattenwurf-Hinweise enthalten folgende Anhaltswerte:

- die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer darf maximal 30 Stunden im Jahr und maximal 30 Minuten am Tag betragen,
- ein Schattenwurf bei Sonnenständen unter  $3^\circ$  ist nicht zu berücksichtigen,
- Wenn am Immissionsort aufgrund der Entfernung zur WEA die Sonne zu weniger als 20% durch das Rotorblatt verdeckt wird, können die dadurch entstehenden Helligkeitsschwankungen (Schatten) vernachlässigt werden.
- um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu ermöglichen, wird die Berechnung für einen punktförmigen Rezeptor am Immissionsort empfohlen. Darüber hinaus ist es sinnvoll, für ein übliches Fenster z. B. von 1 x 1 m Größe oder mit den vor Ort vorhandenen Fenstergrößen die Schattenwurfzeiten anzugeben.

# Bilddokumentation der Immissionsorte

0821

# **Bilddokumentation der Immissionspunkte (IO) für die Errichtung einer neuen WEA vom Typ VESTAS V 90 mit 2 MW Nennleistung und 105 m Nabenhöhe im Windpark Vorbein**

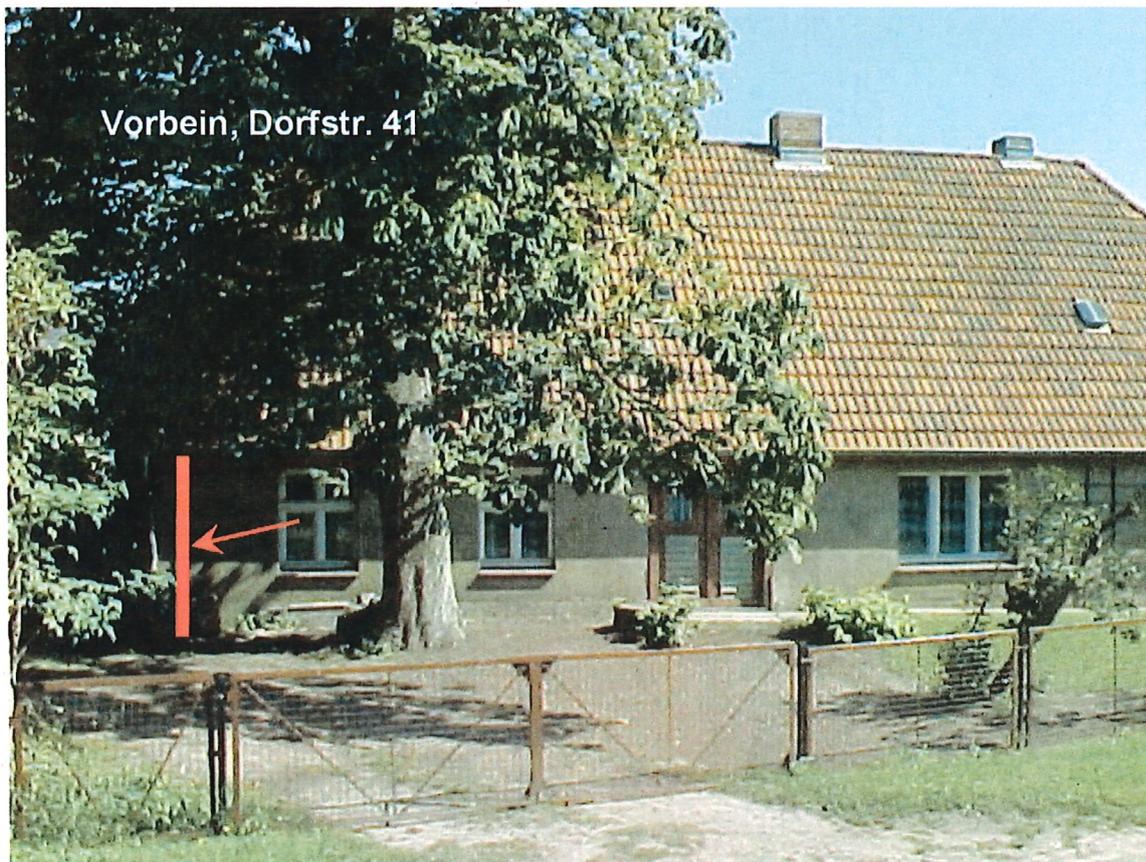
Die Objekte wurden mit der dem Windpark zugewandten  
Hausseite aufgenommen und dargestellt. Die Fotos  
wurden durch das Vermessungsbüro Scholwin erstellt.



IO-A: Vorbein Ausbau, Nr. 57 (B194)



IO-B: Vorbein Ausbau, Nr. 57 (B194)



IO-C: Vorbein, Dorfstr. 41



IO-D: Vorbein, Dorfstr. 41



Gülzowshof, Dorfstr. 3

IO-E: Gülzowshof, Dorfstr. 3



Vorbein Ausbau, Nr. 68 (Chausseehaus)

IO-F: Vorbein Ausbau, Nr. 68 (Chausseehaus)



Düvier, Nr. 93

IO-G: Düvier, Nr. 93



Nielitz, Nr. 19

IO-H: Nielitz, Nr. 19



Nielitz, Nr. 30

IO-I: Nielitz, Nr. 30



Gülzowshof, Dorfstr. 23  
(Einzelgehöft am „Blanken Moor“)

IO-J: Gülzowshof, Dorfstr. 23 (Einzelgehöft am „Blanken Moor“)

**Gülzowshof, Dorfstr. 24**



IO-K: Gülzowshof, Dorfstr. 24



Gülzow Dorf, Nr. 5

IO-L: Gülzow Dorf, Nr. 5