

SCHATTENWURFGUTACHTEN

für den Betrieb von

EINER WINDENERGIEANLAGE

vom Typ REpower MM100 mit 100 m Nabenhöhe

am Standort

23617 KRUMBECKER HOF

AUFTRAGGEBER: Windkraft Krumbecker Hof GmbH
Krumbecker Hof 8
D – 23617 Stockelsdorf

AUFTRAGNEHMER: Ingenieurbüro PLANkon
Dipl. Ing. Roman Wagner vom Berg
Blumenstr. 15
D - 26121 Oldenburg
Tel.: 0441-390340

BERICHTSNUMMER: PK 2013044-STG

DATUM: 27.06.2013

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
2	Sonnenstand.....	4
3	Schattenwurf.....	4
4	Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen	5
5	Datengrundlage	6
6	Ergebnisse.....	7
7	Schlussbetrachtung.....	14
8	Literatur.....	16
9	Anlagen zum Schattenwurfgutachten einer geplanten WEA REpower MM100 beim Krumbecker Hof.....	17

1 Einleitung

Der Ausbau der Windenergienutzung zur elektrischen Stromerzeugung wurde in den letzten Jahren stark intensiviert und vorangetrieben.

Durch die Windkraftnutzung entsteht jedoch nicht nur der positive Effekt der regenerativen Stromgewinnung, es ergeben sich auch mögliche Beeinträchtigungen durch Windkraftanlagen. Dies ist neben den Schallemissionen der direkte Schattenwurf des Rotors. Der Schatten verursacht Lichtwechsel hinter der Windkraftanlage. Je nach Rotordrehzahl und der Anzahl der Rotorblätter beträgt die Frequenz der Lichtwechsel zwischen ca. 0,4 und 4 Hz. Diese Helligkeitsschwankungen können sich auf Menschen störend auswirken und im Falle starker Belastung unzumutbar werden.

Für den Standort Krumbecker Hof ist die Aufstellung von einer Windenergieanlage (WEA) des Typs REpower MM100 geplant. Die geplante Nabenhöhe beträgt 100 m, der Rotordurchmesser beträgt 100 m und die Nennleistung der Anlage beträgt 2.000 kW.

Südöstlich des geplanten Standortes werden südsüdwestlich des Krumbecker Hofes zwei WEA Enercon E-40/5.40 mit Nabenhöhen von 50 und 65 m, einer Nennleistung von 500 kW und einem Rotordurchmesser von 40,3 m betrieben. Diese WEA werden nicht in die Schattenwurfberechnungen miteinbezogen, da lt. Auskunft von Herrn Moser, der sowohl der Antragsteller der hier begutachteten WEA REpower MM100 als auch der Betreiber der beiden Enercon-Altanlagen ist, die zwei existierenden WEA vor Inbetriebnahme der hier geplanten WEA außer Betrieb genommen und dann zurückgebaut werden sollen.

Nördlich der geplanten WEA wurden in einem Abstand von ca. 1.400 m zur äußersten Anlage vor kurzem 20 WEA Enercon E-101 eines weiteren Antragstellers beantragt. Diese wurden bei den Berechnungen dieses Gutachtens berücksichtigt.

Westlich der 20 beantragten Anlagen wird auf dem Grundstück des Wohn- und Geschäftshauses Butterstieg 3 in Reinsbek bereits eine WEA vom Typ Enercon E-18 betrieben. Sie besitzt einen Rotordurchmesser von 18 m, eine Nabenhöhe von 38,5 m (Angabe des Herstellers) und eine Nennleistung von 80 kW. Diese WEA wird zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme des beantragten Windparks nachts in einem Zeitraum von 22.00 h abends bis 06.00 h morgens ausgeschaltet werden, wird aber im Tagzeitraum von 06.00 h bis 22.00 h in Betrieb sein. Diese vorhandene Anlage erzielt lt. Herstellerangaben eine Schattenwurfreichweite von 400 m. Da sich durch den Schattenwurf der vorhandenen E-18 und der geplanten RE MM100 keine gemeinsamen Immissionspunkte ergeben, wird die existierende WEA aber nicht bei den folgenden Schattenberechnungen berücksichtigt.

Der Auftraggeber, die Fa. Windkraft Krumbecker Hof GmbH, beauftragte das Ingenieurbüro PLANkon mit der Erstellung einer Schattenwurfprognose für die eine geplante Windenergieanlage. Die hier vorgenommene Begutachtung erfolgt im Rahmen des Genehmigungsverfahrens.

Der Krumbecker Hof ist ein Bestandteil der Dorfschaft Krumbeck, die zur amtsfreien Gemeinde Stockelsdorf im Kreis Ostholstein gehört und in Schleswig-Holstein liegt. Der Auftraggeber plant hier eine Windkraftanlage des Typs REpower MM100.

Das Gebiet um den Standort stellt sich als landwirtschaftlich genutzter Einwirkungsbereich dar. Die geplante Anlage befindet sich zwischen den Ortschaften Krumbeck im Westen, Oberwohlde im Nordosten, der Siedlung Krumbecker Hof im Osten und Mönkhagen im Süden. Die Anlage besitzt zur Wohnbebauung der Orte eine Entfernung von mindestens 412 m.

Durch das Schattenwurfgutachten wird der Schattenwurf auf Wohngebäude oder Arbeitsstätten berechnet. Die Grundberechnungen gehen dabei von dem ungünstigsten Fall aus, dass die Sonne immer scheint, der Rotor sich kontinuierlich dreht und, in Bezug auf den betrachteten Immissionspunkt,

senkrecht zu den Sonnenstrahlen steht. Die Berechnungen werden mit der Software „SHADOW“ der Firma Energi og Miljodata (EMD) durchgeführt.

2 Sonnenstand

Für die Ermittlung des Rotorschattenwurfs an einem Beobachtungspunkt bilden neben dem Sonnenstand auch geometrische Größen die Grundlage. 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 Standort die geographischen, jahreszeitlichen, und tageszeitlichen Daten berücksichtigt werden. Mit diesen Daten werden die Deklination δ , der Stundenwinkel ω , die Sonnenhöhe h , der Azimut γ und der Sonnenauf- und Untergang berechnet (s. Abbildungen im Anhang). Die Begriffe in den Abbildungen bedeuten:

- **Deklination δ :** Jahresgang der Sonne. Winkel, um den die Sonne im Verlauf der Jahreszeiten um den Zenit am Äquator schwankt. (Winteranfang (21.12.) $-23,45^\circ$, Sommeranfang (21.6.) $23,45^\circ$ und Herbst- (23.9.) sowie Frühlingsanfang (21.3.) 0°);
- **Sonnenhöhe h :** Einfallswinkel der Sonne gegenüber einer horizontalen Fläche;
- **Stundenwinkel ω :** Winkel zwischen dem Sonnenhöchststand und dem aktuellen Sonnenstand. Zeitlich vor dem Sonnenhöchststand ist er positiv und danach negativ;
- **Azimut γ :** Winkel zwischen der Südrichtung und dem auf die horizontale Ebene projizierten Sonnenstand. Im Uhrzeigersinn vor der südlichen Richtung positiv und danach negativ;
- **Sonnenaufgang t_a , Sonnenuntergang t_u :** Aufgang/Untergang, wenn der Sonnenmittelpunkt über die horizontale Fläche morgens/abends am Horizont sichtbar/verdeckt wird.

Die Berechnungen berücksichtigen die sich verändernde Dauer eines Tages von dem vorherigen Sonnenhöchststand zum nächsten Sonnenhöchststand, die wegen der elliptischen Umlaufbahn der Erde um die Sonne um bis zu 16 Minuten variiert. 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 verschieben sich aber die Ergebnisse in dem Zeitraum über alle vier Jahre um bis zu einem Tag.

3 Schattenwurf

Im Allgemeinen wird beim Schattenwurf zwischen dem Kern- und dem Halbschatten unterschieden. Der Kernschatten entspricht dem Bereich, in dem die direkten Sonnenstrahlen durch das Hindernis vollständig verdeckt werden. Der Halbschatten ist der Bereich, der nur von einem Teil des Sonnenlichts bestrahlt wird. Da Windkraftanlagen schmale Flügel besitzen, ist der Kernschatten nur sehr kurz und deshalb nicht relevant. Bei einer Rotorblattbreite von 2 m beträgt die Länge des Kernschattens 216 m und ist geringer als die Mindestabstände, die zur Wohnbebauung eingehalten werden müssen. Die Intensität des noch relevanten Halbschattens nimmt mit zunehmender Entfernung ab.

Bei dem oben erwähnten Rotorblatt beträgt die Schattenintensität in 500 m Entfernung nur noch 43 % gegenüber dem Kernschatten.

Über den Sonnenstand wird der Schattenwurf einer WEA berechnet. Die notwendigen Daten sind:

- die Koordinaten der WEA (Breiten- und Längengrad, Höhe über NN),
- Ausmaße der WEA (Nabenhöhe, Rotordurchmesser, mittlere Blatttiefe),
- minimale Sonnenhöhe, ab welcher der Schattenwurf relevant ist.

Die minimale Sonnenhöhe gibt an, ab welchem Winkel die direkte Sonneneinstrahlung nach dem Sonnenaufgang und vor dem Sonnenuntergang so stark ist, dass der Schattenwurf eine wahrnehmbare Beeinträchtigung darstellt. Theoretisch existiert bei minimaler Sonnenhöhe ein unendlich weiter Schattenwurf, der aber in der Praxis wegen Bewuchs, Bebauung, Dunst und der zu durchdringenden Atmosphärenschichten in ebenem Gelände vernachlässigt werden kann. Daher wird Schattenwurf durch Sonnenstände unter 3° nicht berücksichtigt.

Der Beschattungsbereich (maximale Reichweite des Schattenwurfs einer WEA) wird nach dem sog. 20%-Kriterium entsprechend /3/ ermittelt. Der Abstand beinhaltet den Bereich, in welchem die Sonnenfläche gerade zu 20 % durch den Rotor verdeckt wird.

Zur Ermittlung des Schattens auf einen Immissionspunkt wird mit dem Modul SHADOW (WindPRO) /1/ die Simulation des Verlaufs der Sonne in 2-Minuten-Schritten über das ganze Jahr durchgeführt. Unter Berücksichtigung der Koordinaten für den jeweiligen Immissionspunkt und den WEA-Daten wird über die Simulation untersucht, ob der Immissionspunkt durch den Schattenwurf einer oder mehrerer Windkraftanlagen beeinträchtigt wird. Tritt eine Störung auf, werden dazu das Datum, der Beginn, das Ende und die Dauer des Schattens für jeden Tag angegeben. Über ein ganzes Jahr wird daraus wiederum die Anzahl der Schattentage und die gesamte Schattenwurfdauer berechnet.

Für die Windkraftanlage des Typs REpower MM100 mit 100,0 m Nabenhöhe wurde ein max. Einwirkungsbereich des Schattenwurfes von 1.564 m auf die untersuchten vertikalen Flächen (Fenster) ermittelt. Für die Windkraftanlagen des Typs Enercon E-101 mit 99,0 m Nabenhöhe wurde ein max. Einwirkungsbereich des Schattenwurfes von 2.216 m auf die untersuchten vertikalen Flächen (Fenster) ermittelt. Die Angabe des Beschattungsbereiches der geplanten und als vorhanden angesetzten Anlagen ist in den Berechnungen des Anhangs zu finden.

4 Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen

Die Berechnungen sind für kontinuierlichen Sonnenschein durchgeführt. Da dies nicht der Fall ist, muss die Sonnenscheinwahrscheinlichkeit berücksichtigt werden, weil mit dieser die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten des Schattenwurfes einhergeht. Die Sonnenscheinwahrscheinlichkeit ist von Region zu Region unterschiedlich und basiert auf mehrjährigen Messungen. Als Datengrundlage werden die Angaben aus den „Klimadaten für Deutschland“ /2/ verwendet, die vom Deutschen Wetterdienst erstellt wurden. Angegeben wird üblicherweise die durchschnittliche Prozentzahl der Bewölkung je Monat.

Die in dem Gutachten dargestellten Ergebnisse gehen ebenfalls von dem ungünstigsten Fall aus, dass die Windrichtung mit der Richtung der Sonnenstrahlen identisch ist. Berücksichtigt man die Windrichtungsverteilung, so verkürzt sich die Dauer des Schattenwurfs je Tag, da ein Winkel zwischen der Windrichtung und der Sonnenstrahlen einen schmalen ellipsen- bis linienförmigen Schattenwurf verursacht.

Weiterhin ist die WEA nicht dauernd in Betrieb, wodurch sich die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten des Schattenwurfes durch den sich drehenden Rotor zusätzlich reduziert.

Die Windrichtungsverteilung kann den Daten einer nahen Wetterstation entnommen werden. Die Stillstandshäufigkeit kann ebenfalls mit Hilfe dieser Daten und der Leistungskennlinie der WEA angegeben werden. Bei Windgeschwindigkeiten unter 1,0 m/s kann in jedem Fall von einem Stillstand der Windenergieanlage ausgegangen werden.

5 Datengrundlage

Die Berechnung des Schattenwurfes basiert auf den geographischen Daten, die aus den entsprechenden Karten graphisch über die Berechnungssoftware ermittelt wurden. Die Berechnungen wurden für eine geplante Anlage vom Typ REpower MM100 und 20 als vorhanden angesetzte WEA Enercon E-101 durchgeführt.

Tabellarische Darstellung der bautechnischen Daten der berücksichtigten WEA:

Parameter	1 gepl. WEA	20 beantragte WEA
WEA - Typ	REpower MM100	Enercon E-101
Nennleistung	2.000 kW	3.000 kW
Rotordurchmesser	100,0 m	101,0 m
Anzahl Rotorblätter	3	3
Nabenhöhe(n)	100,0 m	99,0 m

Die Standortdaten der berücksichtigten WEA und der berücksichtigten Immissionspunkte, Häuser etc. sind den Berechnungstabellen im Anhang zu entnehmen. Als Schattenrezeptor wird je betrachtetem Immissionspunkt gem. den WEA-Schattenwurf-Hinweisen /3/ ein Fenster mit den Abmessungen von 0,1 * 0,1 m und einer Brüstungshöhe von 2,0 m angesetzt.

6 Ergebnisse

Die Bezeichnungen und Lagebeschreibungen für die verschiedenen Immissionspunkte sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Immissionspunkt	Lagebeschreibung
IP A	Whs. Fichtenstr. 2, Krumbeck
IP B	Whs. Fichtenstr. 4a, Krumbeck
IP C	Whs. Fichtenstr. 6, Krumbeck
IP D	Whs. Fichtenstr. 8, Krumbeck
IP E	Whs. Fichtenstr. 8a, Krumbeck
IP F	Whs. Plögergang 9, Krumbeck
IP G	Whs. Plögergang 7, Krumbeck
IP H	Whs. Alte Schule 1, Krumbeck
IP I	Whs. Am Brink 15, Obernwohlde
IP J	Whs. Am Brink 13, Obernwohlde
IP K	Whs. Am Brink 11, Obernwohlde
IP L	Whs. Am Brink 11a, Obernwohlde
IP M	Whs. Neubau Gillwisch, Obernwohlde
IP N	Whs. Gillwisch 5, Obernwohlde
IP O	Whs. Krumbecker Hof 2, Obernwohlde
IP P	Whs. Krumbecker Hof 1, Obernwohlde
IP Q	Whs. Krumbecker Hof 3, Obernwohlde
IP R	Whs. Krumbecker Hof 4, Obernwohlde
IP S	Whs. Krumbecker Hof 5, Obernwohlde
IP T	Whs. Krumbecker Hof 8, Obernwohlde

Anmerkung: Den Schattenberechnungen liegen Sichtbarkeitsanalysen zugrunde, d.h., es wird überprüft, ob eine Sichtbeziehung zwischen WEA und Rezeptor besteht. Berücksichtigt wird dabei das Gelände der Umgebung.

Hindernisse, die z.B. durch Baumbestand etc. entstehen könnten, werden in den Berechnungen nicht berücksichtigt.

Windenergieanlagen, die zu den IPs keine Sichtbeziehung haben, erzeugen keinen Schattenwurf. Bei Einschränkung der Sichtbarkeit (z.B. nur halber Rotorfläche) entsteht auch eine Minderung des Schattenwurfes.

Die Rezeptoren sind nach dem sog. „Gewächshaus-Modus“ ausgerichtet, sie registrieren also Beschattungen aus allen Himmelsrichtungen.

Theoretische Schattenwurfzeiten (worst case)

Die Ergebnisse der Berechnung sind in der Gesamtübersichtstabelle und präziser in einem Schattenwurfkalender zu jedem Immissionspunkt im Anhang wiedergegeben. Es wurde eine Berechnung für 20 als vorhanden angesetzte Anlagen (Vorbelastung), eine Berechnung für eine geplante Anlage (Zusatzbelastung) und eine Berechnung für alle 21 Anlagen insgesamt (Gesamtbelastung) durchgeführt und dokumentiert.

Es ist sicherzustellen, dass der Immissionsrichtwert für die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer von 30 Stunden im Kalenderjahr nicht überschritten wird. Für die tägliche Beschattungsdauer beträgt der Richtwert 30 Minuten.

Theoretische Schattenwurfzeiten (worst case) für die Vorbelastung

Die theoretischen Schattenwurfzeiten bezogen auf die verschiedenen Immissionspunkte sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

IP Punkt	Tage/Jahr [d/a] Worst Case	max. Dauer/Tag [h/d] Worst Case	max. Dauer/Jahr [h/a] Worst Case
A	0	00:00	00:00
B	0	00:00	00:00
C	0	00:00	00:00
D	0	00:00	00:00
E	0	00:00	00:00
F	0	00:00	00:00
G	0	00:00	00:00
H	0	00:00	00:00
I	136	00:32	42:50
J	131	00:33	41:01
K	130	00:32	40:14
L	125	00:32	38:29

IP Punkt	Tage/Jahr [d/a] Worst Case	max. Dauer/Tag [h/d] Worst Case	max. Dauer/Jahr [h/a] Worst Case
M	90	00:22	17:35
N	89	00:21	16:32
O	32	00:13	04:28
P	30	00:12	03:59
Q	30	00:11	03:35
R	30	00:11	03:30
S	32	00:11	03:38
T	31	00:12	04:01

An den Immissionspunkten I bis L (Wohnhäuser Am Brink 15, 13, 11 und 11a in Obernwohlde) werden die zulässige Jahresgesamstundenzahl (30 h/a) und die zulässige Tagesminutenzahl (30 min/d) für Schattenwurf überschritten.

Auch die IPs M bis T sind vom Schattenwurf der beantragten 20 WEA betroffen, die täglichen und jährlichen Richtwerte werden an diesen IPs aber eingehalten.

Es wird kein Schattenwurf durch die betrachteten, als vorhanden angesetzten WEA an den IPs A - H verursacht.

Theoretische Schattenwurfzeiten (worst case) für die Zusatzbelastung

Die theoretischen Schattenwurfzeiten bezogen auf die verschiedenen Immissionspunkte sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

IP Punkt	Tage/Jahr [d/a] Worst Case	max. Dauer/Tag [h/d] Worst Case	max. Dauer/Jahr [h/a] Worst Case
A	43	00:28	15:14
B	42	00:28	14:35
C	40	00:27	14:21
D	39	00:28	13:50
E	36	00:26	12:29
F	34	00:26	11:10
G	33	00:26	11:14
H	54	00:29	19:38
I	28	00:17	06:21
J	40	00:22	11:45
K	44	00:23	14:06
L	46	00:24	14:55
M	60	00:27	21:05
N	54	00:27	18:39
O	68	00:54	47:57
P	64	00:50	41:42
Q	60	00:44	34:15
R	58	00:42	32:28
S	59	00:41	31:13
T	62	00:48	38:54

Alle in der obigen Tabelle aufgeführten IPs sind vom Schattenwurf der einen geplanten WEA betroffen.

An den Immissionspunkten O bis T (alle Wohnbebauungen des Krumbecker Hofes) werden die zulässige Jahresgesamstundenzahl (30 h/a) und die zulässige Tagesminutenzahl (30 min/d) für Schattenwurf überschritten, an allen anderen IPs werden die Richtwerte eingehalten.

Theoretische Schattenwurfzeiten (worst case) für die Gesamtbelastung

Die theoretischen Schattenwurfzeiten bezogen auf die verschiedenen Immissionspunkte sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

IP Punkt	Tage/Jahr [d/a] Worst Case	max. Dauer/Tag [h/d] Worst Case	max. Dauer/Jahr [h/a] Worst Case
A	43	00:28	15:14
B	42	00:28	14:35
C	40	00:27	14:21
D	39	00:28	13:50
E	36	00:26	12:29
F	34	00:26	11:10
G	33	00:26	11:14
H	54	00:29	19:38
I	164	00:32	49:11
J	171	00:33	52:46
K	174	00:32	54:20
L	171	00:32	53:24
M	150	00:27	38:40
N	143	00:27	35:11
O	100	00:54	52:25
P	94	00:50	45:41
Q	90	00:44	37:50
R	88	00:42	35:58
S	91	00:41	34:51
T	93	00:48	42:55

Alle berücksichtigten Immissionspunkte sind vom Schattenwurf der geplanten und der beantragten WEA betroffen.

Überschreitungen der zulässigen Jahresgesamstundenzahl (30 h/a) und der zulässigen Tagesminutenzahl (30 min/d) für Schattenwurf ergeben sich an den IPs I bis L (Wohnhäuser Am Brink 15, 13, 11 und 11a in Obernwohlde) und O bis T (alle Wohnbebauungen des Krumbecker Hofes). An den

Immissionspunkten M und N wird allein die zulässige Jahresgesamstundenzahl für Schattenwurf überschritten.

Die Immissionsorte A bis H sind dabei allein vom Schattenwurf der geplanten WEA betroffen, die beantragten 20 WEA erzeugen an diesen IPs keinen Schattenwurf.

Der maßgebliche Schattenwurf an den IPs I bis L entstammt den beantragten WEA, am erzeugten Schattenwurf an den IPs M und N sind sowohl die geplante als auch die als vorhanden angesetzten WEA gleichermaßen beteiligt.

Hauptverantwortlich für die Schattenwurfbelastung an den IPs O bis T ist dagegen die geplante WEA.

Erzeugt die geplante REpower-WEA an den IPs I bis L Schattenwurf, so ist sie temporär abzuschalten, da die Richtwerte an diesen Immissionsorten bereits durch die Vorbelastung überschritten werden. Durch die Zusatzbelastung darf an diesen IPs kein zusätzlicher Schattenwurf entstehen.

Die IPs M bis T sind bereits durch Schattenwurf der beantragten WEA vorbelastet. Wird an diesen IPs Schattenwurf erzeugt, der die täglichen oder jährlichen Richtwerte überschreitet, so muss durch eine zeitweise Abschaltung der geplanten WEA die Einhaltung der Richtwerte gewährleistet sein. Die geplante WEA darf bis zum Erreichen der Richtwerte aber einen Beitrag leisten.

Wahrscheinlichkeiten der Schattenwurf mindernden Ereignisse

Die den Schattenwurf reduzierenden Ereignisse, wie tatsächliche Sonnenscheindauer, tatsächliche Windverteilung und Betriebsdauer, ergeben die Wahrscheinlichkeiten für das Ereignis des Schattenwurfes.

Bei der Betrachtung der Wahrscheinlichkeiten ergibt sich, dass an dem untersuchten Standort damit zu rechnen ist, dass nur in durchschnittlich 35 % der Tages-Zeiten die Sonne scheint. In 65 % der Zeit ist mit Bewölkung zu rechnen. Für die Berechnung der Sonnenscheinwahrscheinlichkeit wurde die Referenzstation Travemünde aus den „Klimadaten für Deutschland“ /2/ verwendet.

Die Wahrscheinlichkeit der verschiedenen Schattenwurf erzeugenden Rotorstellungen, bedingt durch die Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Windrichtungen und die damit entstehenden Schattenwurf erzeugenden Flächen in Bezug auf die Immissionspunkte, kann durch das Berechnungsprogramm ausführlich untersucht werden, ist aber in den Berechnungsergebnissen im Anhang nicht enthalten.

Die theoretische Schattenwurfzeit reduziert sich auch durch die generelle Betriebsdauer der Windenergieanlage, die leider im Sinne der Stromgewinnung auch Perioden der Windstille beinhaltet.

7 Schlussbetrachtung

Bei diesen Berechnungen wurden Immissionspunkte untersucht, die zwischen ca. 412 und 1.058 m von den geplanten Windkraftanlagen entfernt liegen. Unter Berücksichtigung der Drehzahl des Rotors von 7,8 bis 13,9 U/min und der Anzahl der Rotorblätter ergibt sich eine Lichtwechselfrequenz des Schattenwurfes von 0,39 bis 0,70 Hz.

Die theoretischen Schattenwurfzeiten werden sich durch die in Abschnitt 5 genannten Reduzierungen (Windgeschehen, wahrscheinliche Sonnenscheindauer) vermindern. Eine exakte Berechnung dieser Reduzierungen ist jedoch nicht möglich. Es können nur Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen angestellt werden, da sich nicht ermitteln läßt, ob das Schattenwurf reduzierende Ereignis immer in der jahresdurchschnittlichen Häufigkeit während des errechneten Zeitraums des Schattenwurfs stattfindet.

Entsprechend /3/ soll die astronomisch maximal mögliche Schattenwurfdauer pro Tag 30 min und pro Kalenderjahr 30 h nicht überschreiten.

Diese Richtwerte werden in der Berechnung der Gesamtbelastung an den Immissionspunkten I bis T nicht eingehalten.

An den IPs (IPs I bis L), deren Richtwerte allein schon durch die Vorbelastung überschritten werden, darf die geplante WEA keinen Beitrag zum Schattenwurf mehr leisten. Dies ist durch eine zeitweise Abschaltung zu gewährleisten.

An den IPs M bis T, die ebenfalls bereits dem Schattenwurf der beantragten Anlagen ausgesetzt sind, darf durch die Planung Schattenwurf auf die Immissionspunkte einwirken, bis die zulässigen jährlichen und täglichen Richtwerte erreicht sind. Dann ist durch eine zeitweise Abschaltung der geplanten REpower MM100 eine Überschreitung der Richtwerte zu verhindern.

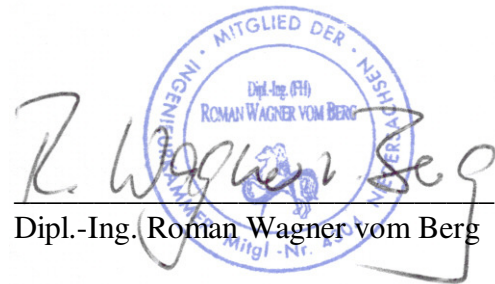
Im Fall einer möglichen Überschreitung der maximalen Schattenwurfdauer werden nach Aufbau der Windenergieanlagen die maßgeblich Schattenwurf erzeugenden WEA (s. auch Kalender) mit einer entsprechenden Regeltechnik versehen, um den tatsächlichen Schattenwurf durch zeitweise Abschaltung auf das zulässige Maß zu reduzieren. Bei Einsatz einer Abschaltautomatik, die keine meteorologischen Parameter berücksichtigt, ist durch diese der Schattenwurf auf die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer von 30 Stunden pro Kalenderjahr zu begrenzen. Wird eine Abschaltautomatik eingesetzt, die meteorologische Parameter (Schattenwurf mindernde Ereignisse) berücksichtigt, ist gem. /3/ auf die tatsächliche Beschattungsdauer von 8 Stunden zu begrenzen.

Dieses Schattenwurfgutachten dient zum Nachweis, ob in den dem Windpark nahegelegenen Ortslagen die zulässigen Grenzwerte für Schattenwurf eingehalten oder überschritten werden. Es werden je Ortslage die nahegelegensten Gebäude (unabhängig von Wohn- oder Arbeitsnutzung) als Immissionspunkte berücksichtigt, da ein Gutachten mit einer großen Anzahl an Immissionspunkten schnell unübersichtlich wird und für die Programmierung einer Schattenwurfabschaltung weitergehenden Untersuchungen erforderlich sind. Dabei ist zu berücksichtigen, dass neben den untersuchten Immissionspunkten in der jeweiligen Ortslage auch weitere Gebäude von Überschreitungen betroffen sein können. Für die Einschätzung von Betroffenenheiten können die den Gutachten beiliegenden Schattenwurfkarten genutzt werden. Bei Programmierung einer Schattenwurfabschaltung müssen die genauen Koordinaten der Immissionspunkte berücksichtigt werden. Dazu werden i.d.R. die Wandecken oder Fensterecken bei Gebäuden, sowie deren Höhenlage eingemessen. Es ist bei der Einmessung sehr ratsam auch die Gebäude bei Einmessung und Programmierung zu berücksichtigen, bei denen gem. den Vorermittlungen die Grenzwerte nur knapp eingehalten werden, da die Ermittlungen ohne

eingemessene Koordinaten (Vorermittlungen) immer gewisse Unsicherheiten bergen, die dann im ungünstigen Fall doch zu leichten Überschreitungen an einem Gebäude führen könnten.

Im vorliegenden Falle besitzen die als vorhanden angesetzten 20 WEA der Fa. Enercon Bestandschutz, so dass entstehende Überschreitungen an den IPs M bis T durch zeitweise Abschaltung der einen geplanten WEA der Fa. REpower vermieden werden müssen. An den IPs I bis L darf wegen des Ausschöpfens der Richtwerte durch die Vorbelastung kein Schattenwurf durch die geplante WEA erzeugt werden, dies ist ebenfalls durch Abregelung der geplanten Anlage zu erreichen.

Oldenburg, den 27. Juni 2013

The image shows a handwritten signature in black ink, which appears to read 'R. Wagner vom Berg'. The signature is written over a blue circular professional seal. The seal contains the text 'MITGLIED DER INGENIEURKAMMER NIEDERSACHSEN' around the perimeter, 'Dipl.-Ing. (FH)' in the center, and 'ROMAN WAGNER VOM BERG' below that. There is also a small logo of a lion in the center of the seal.

Dipl.-Ing. Roman Wagner vom Berg

8 Literatur

- /1/ Programmbeschreibung der Berechnungssoftware „Shadow“ der Fa. EMD (Energi og Miljodata)
- /2/ Deutscher Wetterdienst „Klimadaten von Deutschland, Zeitraum 1961-1990“, Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach am Main 1996
- /3/ Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Emissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise)

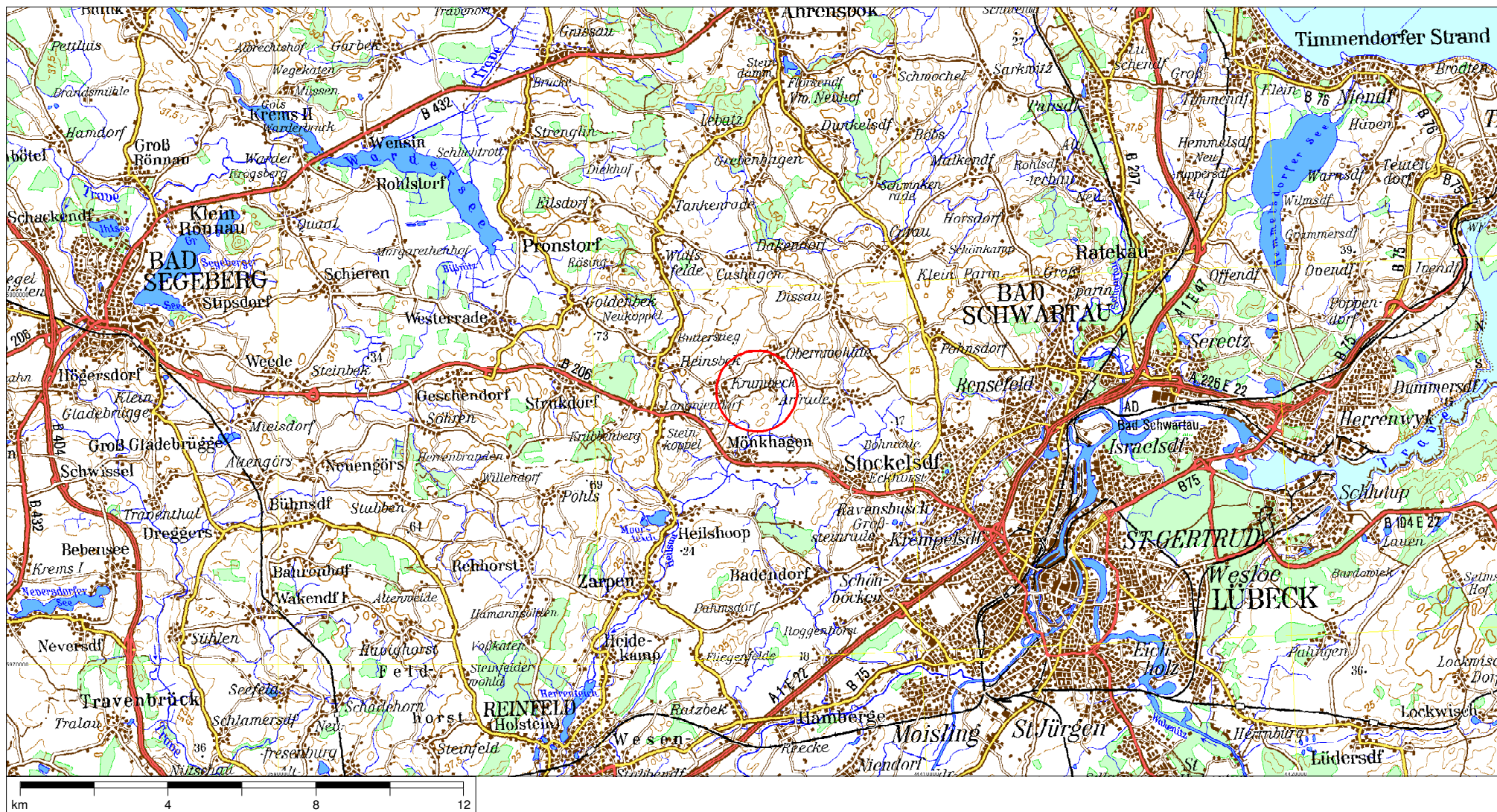
9 Anlagen zum Schattenwurfgutachten einer geplanten WEA REpower MM100 beim Krumbecker Hof

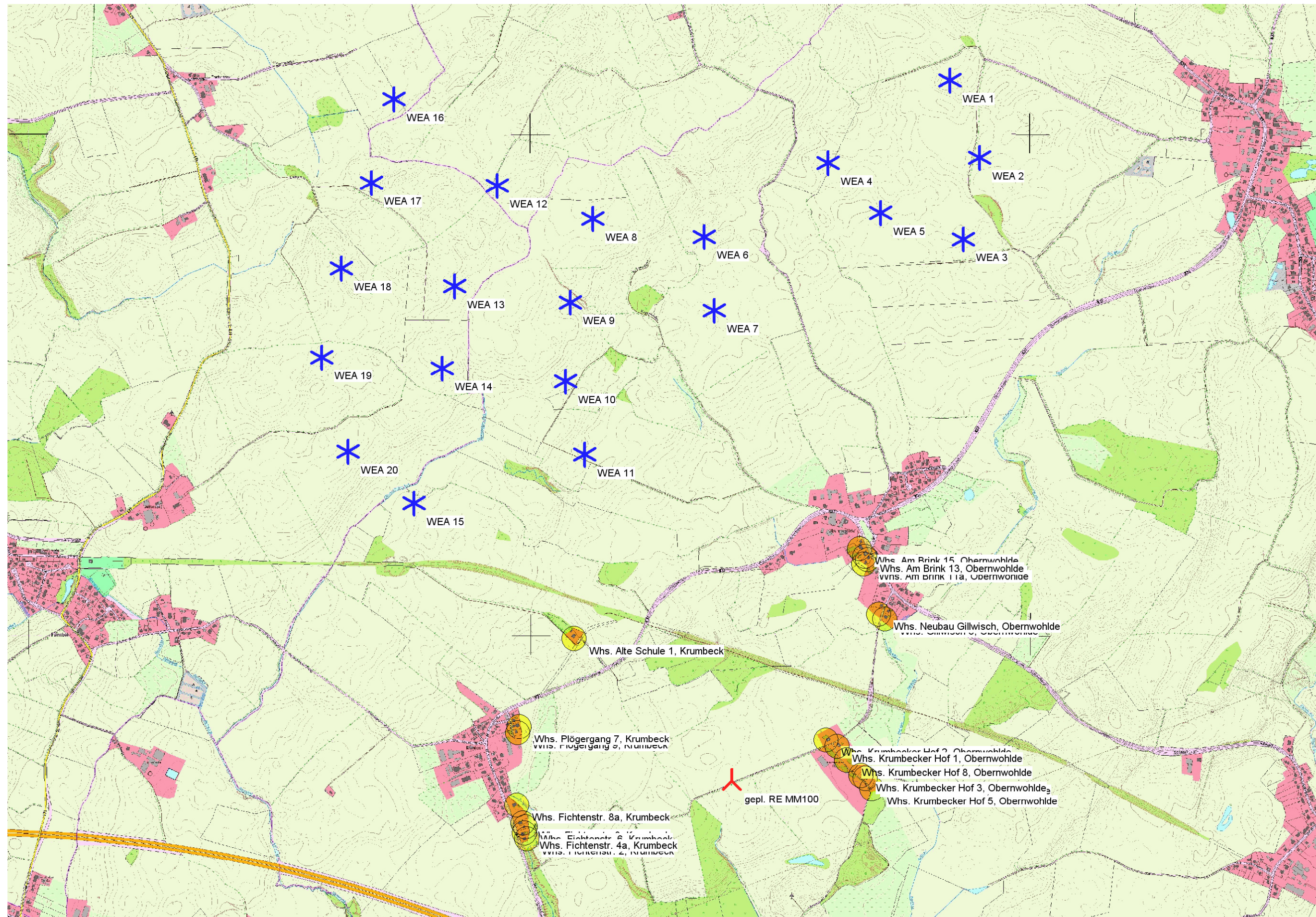
- 1 Blatt Übersichtskarte
- 6 Blatt Lageplan

- 7 Blatt Berechnungsprotokolle der Vorbelastung, inkl. Eingabedaten und Kalender (grafisch) sowie Isolinienkarte der Jahresstundenzahl
- 28 Blatt Berechnungsprotokolle der Zusatzbelastung, inkl. Eingabedaten und Kalender (tabellarisch und grafisch) sowie Isolinienkarte der Jahresstundenzahl
- 42 Blatt Berechnungsprotokolle der Gesamtbelastung, inkl. Eingabedaten und Kalender (tabellarisch und grafisch) sowie Isolinienkarte der Jahresstundenzahl

- 1 Blatt Daten Sonnenwahrscheinlichkeit Station Travemünde

- 10 Blatt photographische Dokumentation der Immissionspunkte





Neue WEA
Existierende WEA

Schattenrezeptor

Karte: TK_Oberwohlde , Druckmaßstab 1:15.000, Kartenzentrum GK (Bessel) Zone: 4 Ost: 4.405.603 Nord: 5.978.476

Quelle der Schattenkarte: Orographie Krumbecker Hof bearb.

Projekt:
Krumbecker Hof

SHADOW -
Karte
Berechnung:

Gesamtbelastung aus 1 gepl. RE MM100 und 20 bearbeiteten E-101

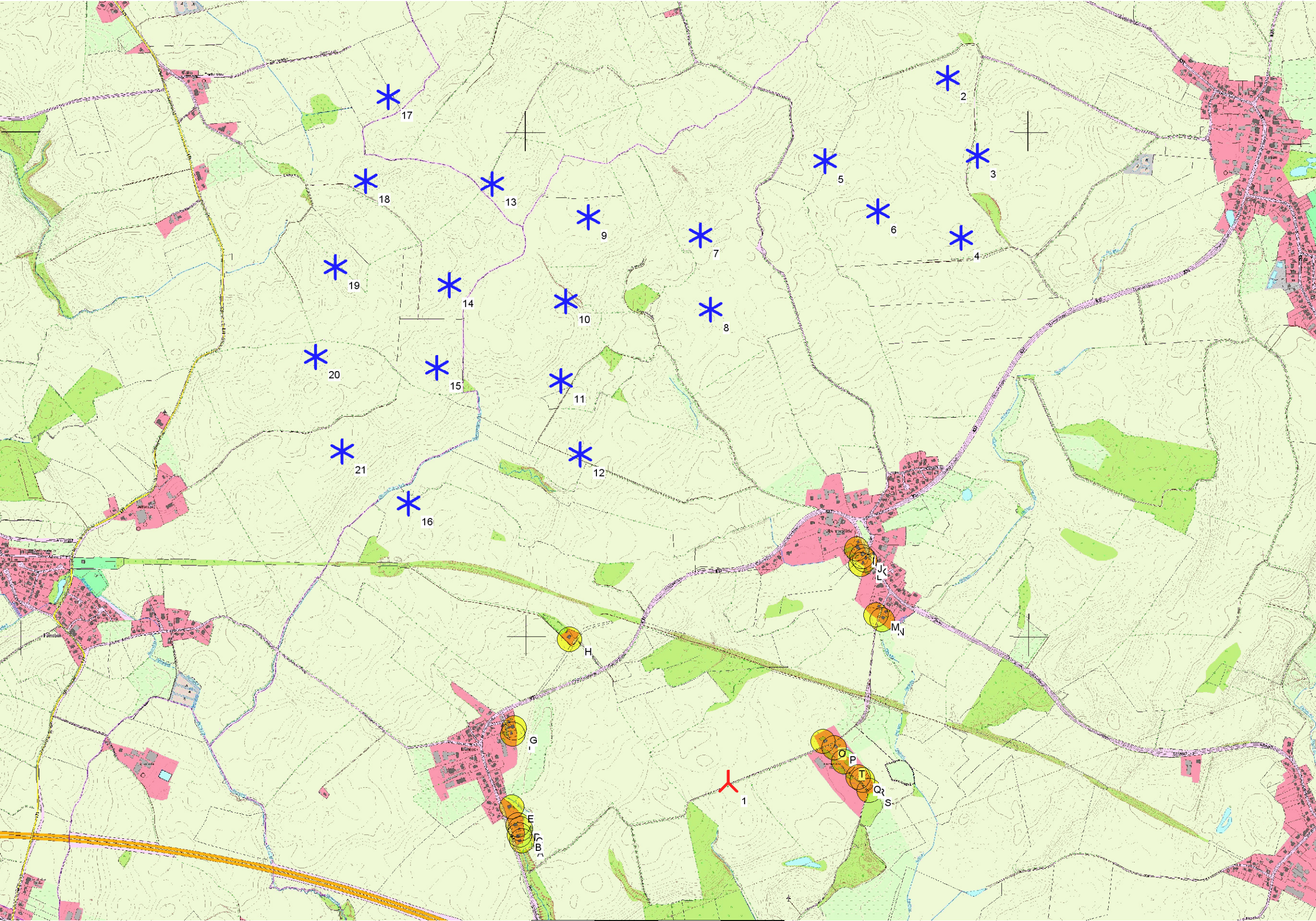
Ausdruck/Seite
25.06.2013 11:42 / 1

Lizenzierter Anwender:
Ingenieurbüro PLANKon
Blumenstraße 15
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0

Berechnet:
25.06.2013 10:06/2.8.579



PLANKon



Projekt:
Krumbecker Hof

**SHADOW -
Karte**
Berechnung:

Gesambelastung aus 1 gepl. RE MM100 und 20 beantragten E-101

Ausdruck/Seite
25.06.2013 11:42 / 1

Lizenzierter Anwender:
Ingenieurbüro PLANKon
Blumenstraße 15
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0

Berechnet:
25.06.2013 10:06/2.8.579

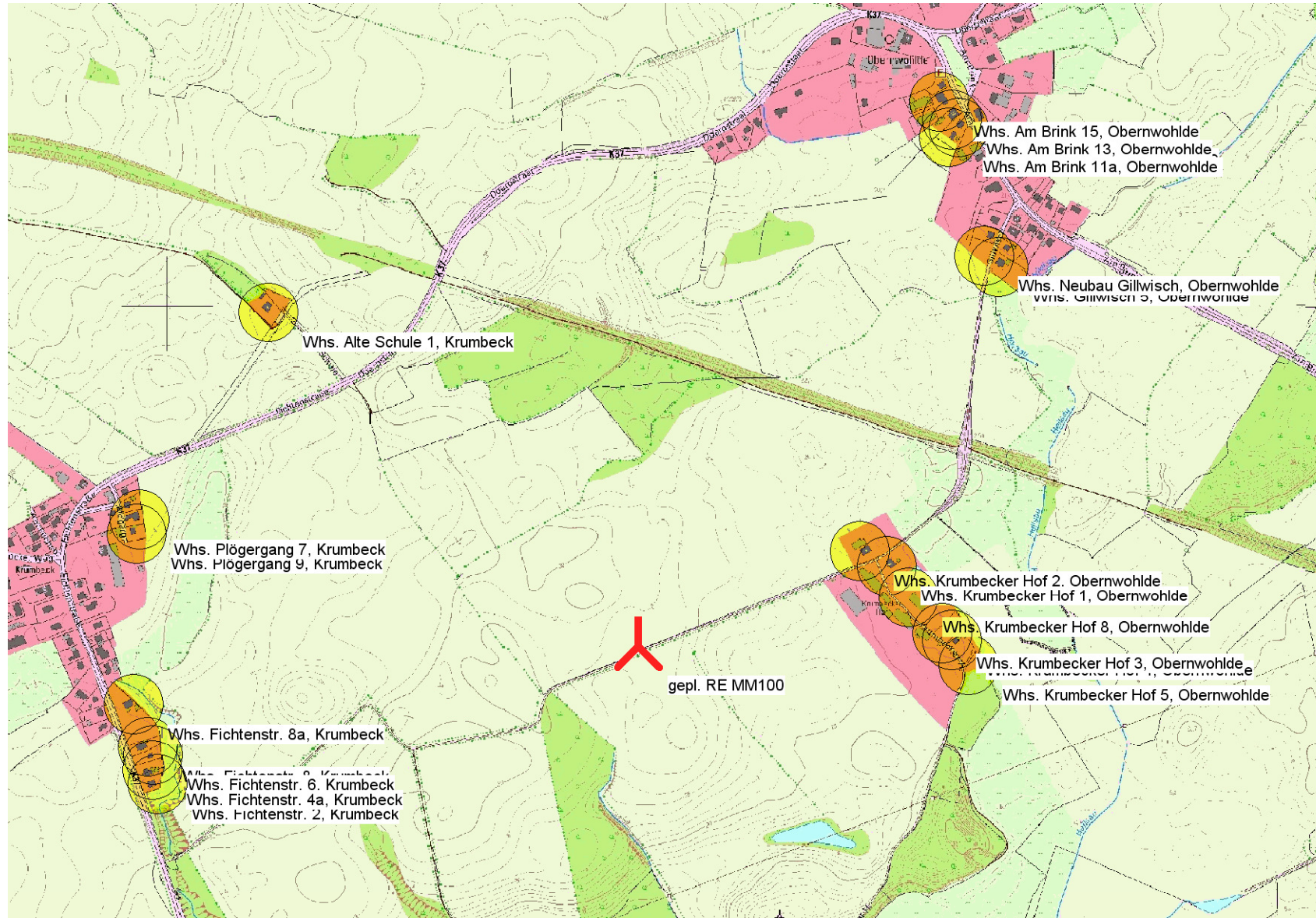


PLANKon

Neue WEA * Existierende WEA

● Schattenrezeptor

Karte: TK_Obernwohde , Druckmaßstab 1:15.000, Kartenzentrum GK (Bessel) Zone: 4 Ost: 4.405.603 Nord: 5.978.476



0 100 200 300 400 m

Karte: TK_Obernwohde, Druckmaßstab 1:10.000, Kartenzentrum GK (Bessel) Zone: 4 Ost: 4.405.900 Nord: 5.977.500

Neue WEA

Existierende WEA

Schattenrezeptor

WindPRO, entwickelt von EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Øst, Tel: +45 96 44 11, Fax: +45 96 44 2418, e-mail: windpro@emd.dk

Projekt:

Krumbecker Hof

SHADOW - Karte

Berechnung:

Gesamtbelastung aus 1 gepl. RE MM100 und 20 beantragten E-101

Ausdruck/Seite

25.06.2013 11:44 / 1

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKon

Blumenstraße 15

DE-26121 Oldenburg

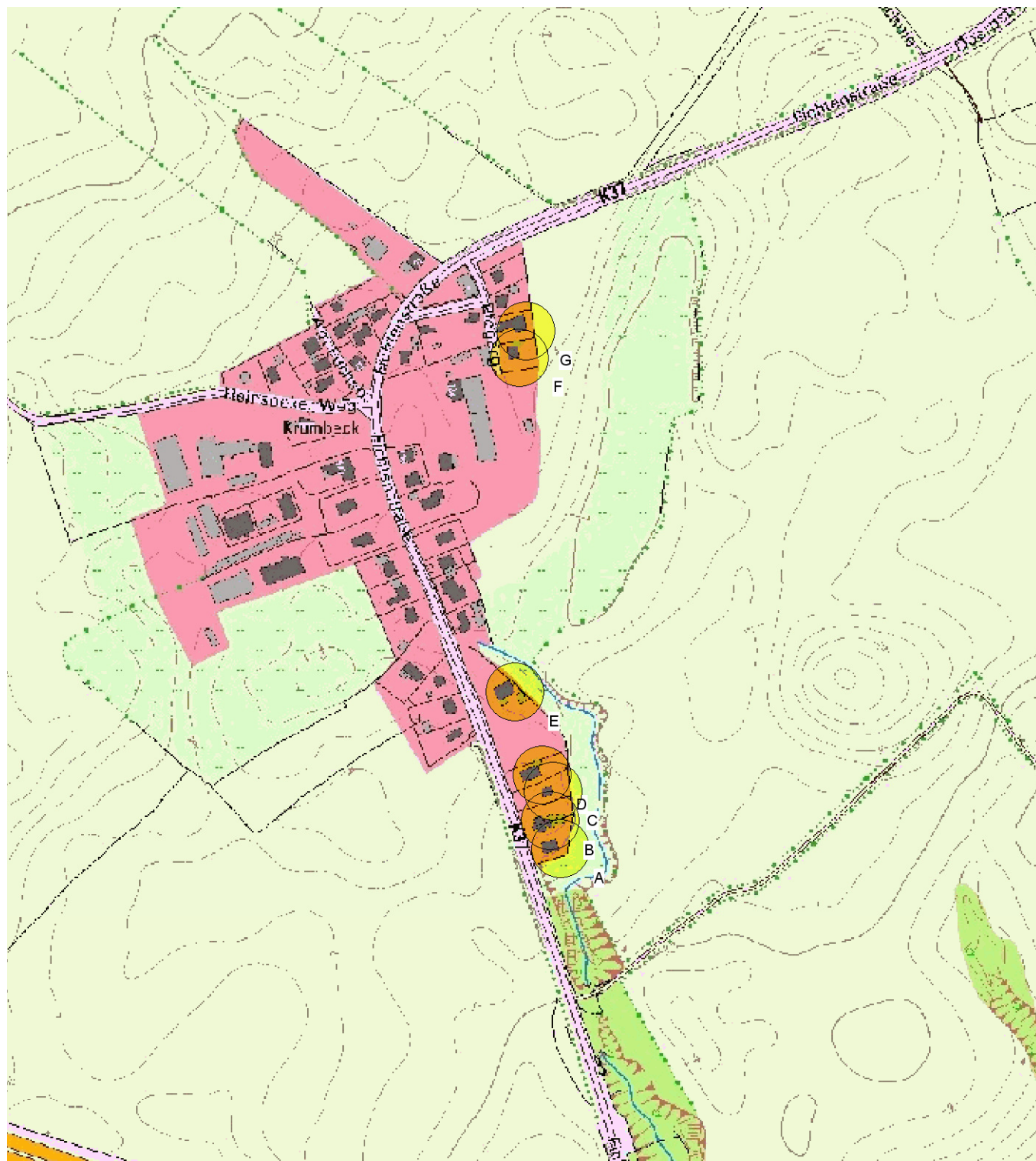
0441 390 34 - 0

Berechnet:

25.06.2013 10:06/2.8.579



PLANKon

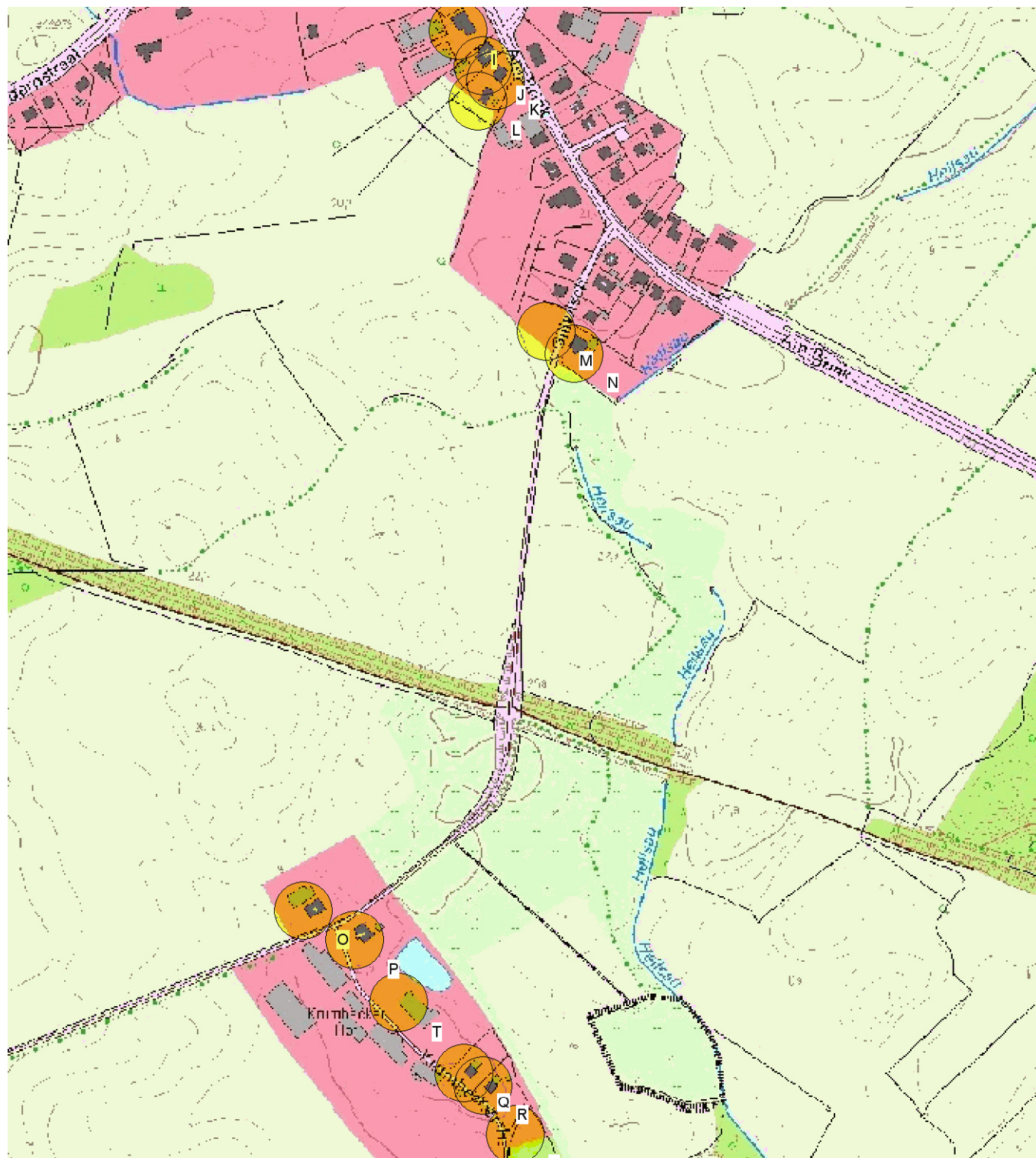
**SHADOW - Karte****Berechnung:** Gesamtbelastung aus 1 gepl. RE MM100 und 20 beantragten E-101

0 50 100 150 200 m

Karte: TK_Obernwohde, Druckmaßstab 1:5.000, Kartenzentrum GK (Bessel) Zone: 4 Ost: 4.404.985 Nord: 5.977.220

▲ Neue WEA
 ✱ Existierende WEA
 ● Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Orographie Krumbecker Hof-bean

**SHADOW - Karte****Berechnung:** Gesamtbelastung aus 1 gepl. RE MM100 und 20 beantragten E-101

0 50 100 150 200 m

Karte: TK_Obernwohde, Druckmaßstab 1:5.000, Kartenzentrum GK (Bessel) Zone: 4 Ost: 4.406.425 Nord: 5.977.610

▲ Neue WEA
 ★ Existierende WEA
 ● Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Orographie Krumbecker Hof-beach



SHADOW - Karte

Berechnung: Gesamtbelastung aus 1 gepl. RE MM100 und 20 beantragten E-101



0 25 50 75 100m

Karte: LB Obernwohlde , Druckmaßstab 1:2.500, Kartenzentrum GK (Bessel) Zone: 4 Ost: 4.406.400 Nord: 5.977.135

Neue WEA * Existierende WEA Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Orographie Krumbecker Hof bearb.

Projekt:

Krumbecker Hof

Ausdruck/Seite

25.06.2013 09:28 / 1

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKon

Blumenstraße 15

DE-26121 Oldenburg

0441 390 34 - 0

Berechnet:

25.06.2013 09:05/2.8.579



PLANKon

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung aus 20 beantragten WEA Enercon E-101 mit 99 m NH

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

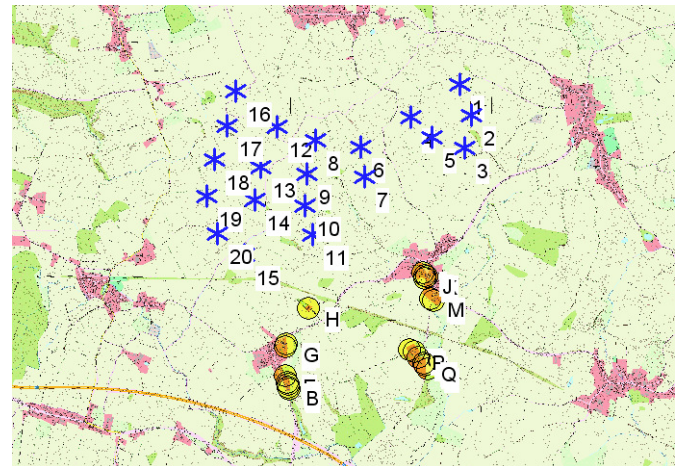
Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:

Verwendete Höhenlinien: Orographie Krumbecker Hof bearb.

Hindernisse in Berechnung nicht verwendet

Augenhöhe: 1,5 m

Rasterauflösung: 10,0 m



Maßstab 1:75.000
* Existierende WEA ● Schattenrezeptor

WEA

GK (Bessel) Zone: 4			WEA-Typ			Schattendaten				
Ost	Nord	Z	Beschreibung	Aktuell	Hersteller	Typ	Nenn-leistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Beschatt.-Bereich
[m]						[kW]			[m]	
									[U/min]	
1	4.406.831	5.979.944	38,0 WEA 1	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	99,0	2.216 14,5
2	4.406.936	5.979.630	34,2 WEA 2	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	99,0	2.216 14,5
3	4.406.856	5.979.306	34,7 WEA 3	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	99,0	2.216 14,5
4	4.406.329	5.979.634	38,0 WEA 4	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	99,0	2.216 14,5
5	4.406.531	5.979.426	38,7 WEA 5	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	99,0	2.216 14,5
6	4.405.821	5.979.360	41,8 WEA 6	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	99,0	2.216 14,5
7	4.405.848	5.979.064	38,1 WEA 7	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	99,0	2.216 14,5
8	4.405.379	5.979.451	57,1 WEA 8	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	99,0	2.216 14,5
9	4.405.275	5.979.122	50,0 WEA 9	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	99,0	2.216 14,5
10	4.405.241	5.978.807	45,0 WEA 10	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	99,0	2.216 14,5
11	4.405.306	5.978.513	40,0 WEA 11	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	99,0	2.216 14,5
12	4.405.002	5.979.599	65,0 WEA 12	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	99,0	2.216 14,5
13	4.404.814	5.979.206	59,8 WEA 13	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	99,0	2.216 14,5
14	4.404.750	5.978.881	55,0 WEA 14	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	99,0	2.216 14,5
15	4.404.614	5.978.348	45,0 WEA 15	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	99,0	2.216 14,5
16	4.404.604	5.979.963	58,0 WEA 16	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	99,0	2.216 14,5
17	4.404.500	5.979.632	60,2 WEA 17	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	99,0	2.216 14,5
18	4.404.363	5.979.295	65,0 WEA 18	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	99,0	2.216 14,5
19	4.404.270	5.978.944	65,0 WEA 19	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	99,0	2.216 14,5
20	4.404.360	5.978.564	56,4 WEA 20	Ja	ENERCON	E-101-3.000	3.000	101,0	99,0	2.216 14,5

Schattenrezeptor-Eingabe

		GK (Bessel) Zone: 4									
Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe über Grund	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	
				[m]	[m]	[m]		[°]	[°]		
A	Whs. Fichtenstr. 2, Krumbeck	4.405.009	5.976.989	31,0	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	
B	Whs. Fichtenstr. 4a, Krumbeck	4.405.001	5.977.014	31,0	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	
C	Whs. Fichtenstr. 6, Krumbeck	4.405.004	5.977.039	31,1	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	
D	Whs. Fichtenstr. 8, Krumbeck	4.404.995	5.977.054	31,4	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	
E	Whs. Fichtenstr. 8a, Krumbeck	4.404.975	5.977.127	31,5	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	
F	Whs. Plöggengang 9, Krumbeck	4.404.991	5.977.416	34,0	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	
G	Whs. Plöggengang 7, Krumbeck	4.404.998	5.977.439	34,0	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	
H	Whs. Alte Schule 1, Krumbeck	4.405.233	5.977.782	35,7	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	
I	Whs. Am Brink 15, Obernwohlde	4.406.389	5.978.092	22,2	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	
J	Whs. Am Brink 13, Obernwohlde	4.406.410	5.978.060	22,0	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	

Fortsetzung auf nächster Seite...

Projekt:

Krumbecker Hof

Ausdruck/Seite

25.06.2013 09:28 / 2

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKon

Blumenstraße 15
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0

PLANKon

Berechnet:

25.06.2013 09:05/2.8.579

SHADOW - Hauptergebnis**Berechnung:** Vorbelastung aus 20 beantragten WEA Enercon E-101 mit 99 m NH

...Fortsetzung von der vorigen Seite

Nr.	Name	GK (Bessel) Zone: 4		Z	Breite	Höhe	Höhe über Grund	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus
		Ost	Nord							
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
K	Whs. Am Brink 11, Obernwohlde	4.406.421	5.978.047	21,9	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
L	Whs. Am Brink 11a, Obernwohlde	4.406.404	5.978.030	21,6	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
M	Whs. Neubau Gillwisch, Obernwohlde	4.406.455	5.977.828	20,0	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
N	Whs. Gillwisch 5, Obernwohlde	4.406.478	5.977.807	20,0	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
O	Whs. Krumbecker Hof 2, Obernwohlde	4.406.222	5.977.334	22,0	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
P	Whs. Krumbecker Hof 1, Obernwohlde	4.406.266	5.977.307	21,0	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
Q	Whs. Krumbecker Hof 3, Obernwohlde	4.406.356	5.977.188	20,9	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
R	Whs. Krumbecker Hof 4, Obernwohlde	4.406.372	5.977.176	20,4	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
S	Whs. Krumbecker Hof 5, Obernwohlde	4.406.398	5.977.133	19,0	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
T	Whs. Krumbecker Hof 8, Obernwohlde	4.406.302	5.977.251	20,0	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr	Schattentage/a	Max.Schatten
		[Std/Jahr]	[Tage/Jahr]	Stunden/Tag
A	Whs. Fichtenstr. 2, Krumbeck	0:00	0	0:00
B	Whs. Fichtenstr. 4a, Krumbeck	0:00	0	0:00
C	Whs. Fichtenstr. 6, Krumbeck	0:00	0	0:00
D	Whs. Fichtenstr. 8, Krumbeck	0:00	0	0:00
E	Whs. Fichtenstr. 8a, Krumbeck	0:00	0	0:00
F	Whs. Plögergang 9, Krumbeck	0:00	0	0:00
G	Whs. Plögergang 7, Krumbeck	0:00	0	0:00
H	Whs. Alte Schule 1, Krumbeck	0:00	0	0:00
I	Whs. Am Brink 15, Obernwohlde	42:50	136	0:32
J	Whs. Am Brink 13, Obernwohlde	41:01	131	0:33
K	Whs. Am Brink 11, Obernwohlde	40:14	130	0:32
L	Whs. Am Brink 11a, Obernwohlde	38:29	125	0:32
M	Whs. Neubau Gillwisch, Obernwohlde	17:35	90	0:22
N	Whs. Gillwisch 5, Obernwohlde	16:32	89	0:21
O	Whs. Krumbecker Hof 2, Obernwohlde	4:28	32	0:13
P	Whs. Krumbecker Hof 1, Obernwohlde	3:59	30	0:12
Q	Whs. Krumbecker Hof 3, Obernwohlde	3:35	30	0:11
R	Whs. Krumbecker Hof 4, Obernwohlde	3:30	30	0:11
S	Whs. Krumbecker Hof 5, Obernwohlde	3:38	32	0:11
T	Whs. Krumbecker Hof 8, Obernwohlde	4:01	31	0:12

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[Std/Jahr]	[Std/Jahr]
1	WEA 1	0:00	
2	WEA 2	0:00	
3	WEA 3	0:00	
4	WEA 4	0:00	
5	WEA 5	0:00	
6	WEA 6	0:00	
7	WEA 7	0:00	
8	WEA 8	0:00	
9	WEA 9	0:00	
10	WEA 10	24:31	
11	WEA 11	30:14	
12	WEA 12	0:00	
13	WEA 13	11:06	
14	WEA 14	10:18	
15	WEA 15	13:55	
16	WEA 16	0:00	
17	WEA 17	0:00	

Fortsetzung auf nächster Seite...

Projekt:

Krumbecker Hof

Ausdruck/Seite

25.06.2013 09:28 / 3

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKon

Blumenstraße 15

DE-26121 Oldenburg

0441 390 34 - 0

Berechnet:

25.06.2013 09:05/2.8.579



PLANKon

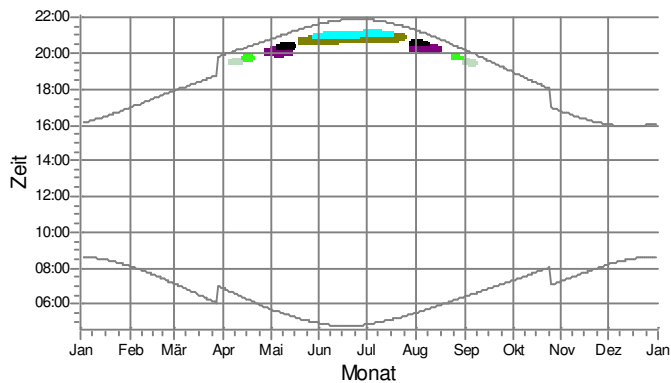
SHADOW - Hauptergebnis**Berechnung:** Vorbelastung aus 20 beantragten WEA Enercon E-101 mit 99 m NH

...Fortsetzung von der vorigen Seite

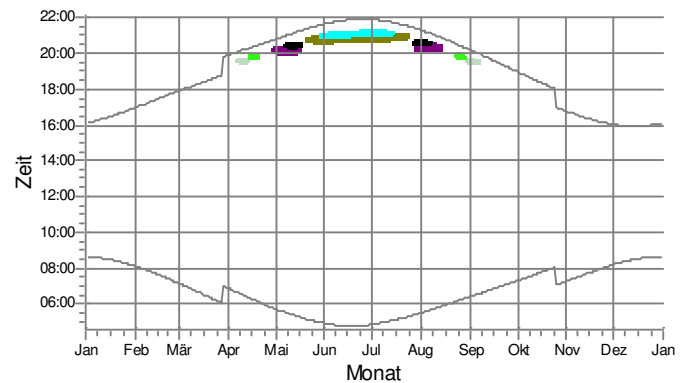
Nr.	Name	Maximal [Std/Jahr]	Erwartet [Std/Jahr]
18	WEA 18	0:00	
19	WEA 19	0:00	
20	WEA 20	2:50	

**SHADOW - Grafischer Kalender****Berechnung:** Vorbelastung aus 20 beantragten WEA Enercon E-101 mit 99 m NH

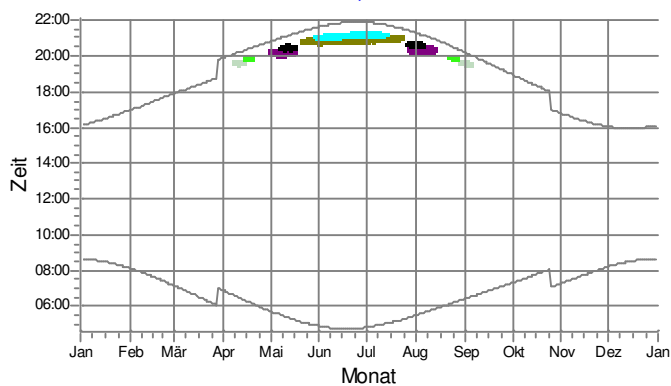
I: Whs. Am Brink 15, Obernw ohlde



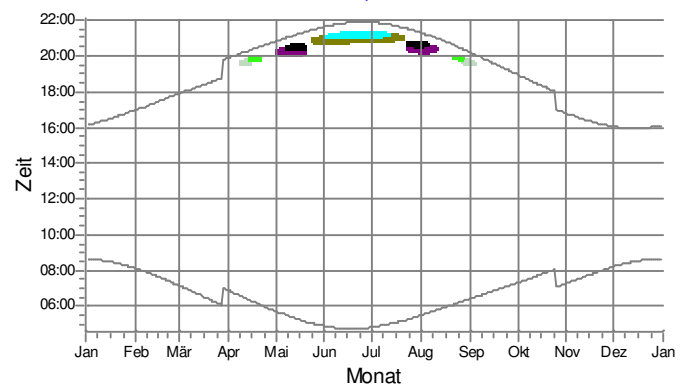
J: Whs. Am Brink 13, Obernw ohlde



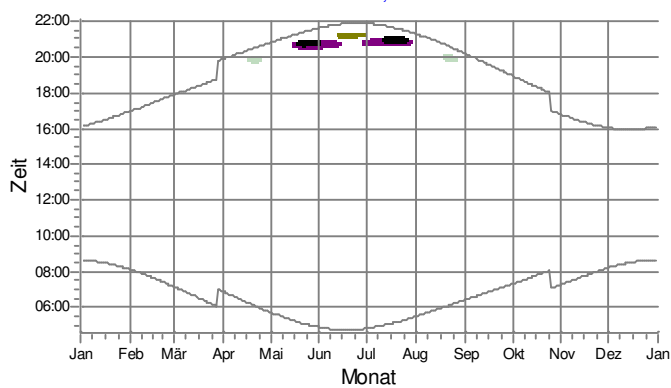
K: Whs. Am Brink 11, Obernw ohlde



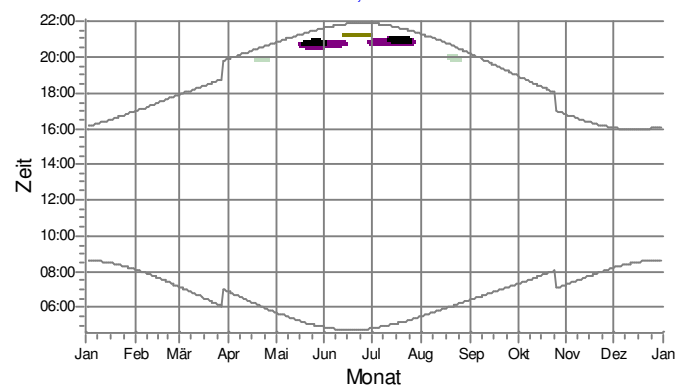
L: Whs. Am Brink 11a, Obernw ohlde

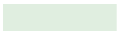
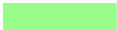


M: Whs. Neubau Gillw isch, Obernw ohlde



N: Whs. Gillw isch 5, Obernw ohlde

**WEA**

	10: WEA 10		13: WEA 13		15: WEA 15
	11: WEA 11		14: WEA 14		20: WEA 20

Projekt:

Krumbecker Hof

Ausdruck/Seite

25.06.2013 09:28 / 5

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKon

Blumenstraße 15

DE-26121 Oldenburg

0441 390 34 - 0

Berechnet:

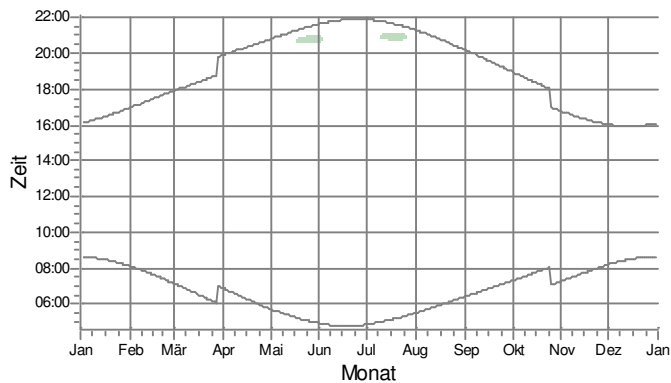
25.06.2013 09:05/2.8.579



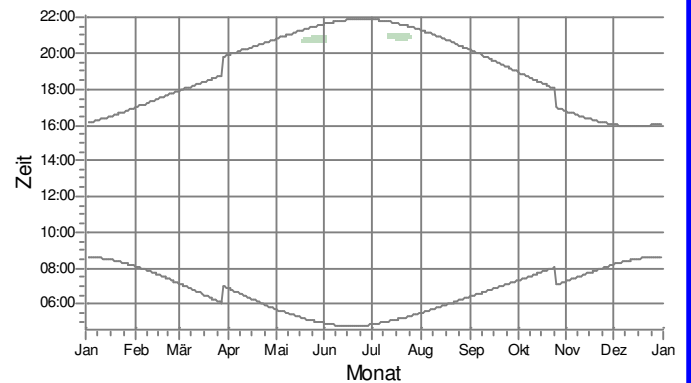
PLANKon

SHADOW - Grafischer Kalender**Berechnung:** Vorbelastung aus 20 beantragten WEA Enercon E-101 mit 99 m NH

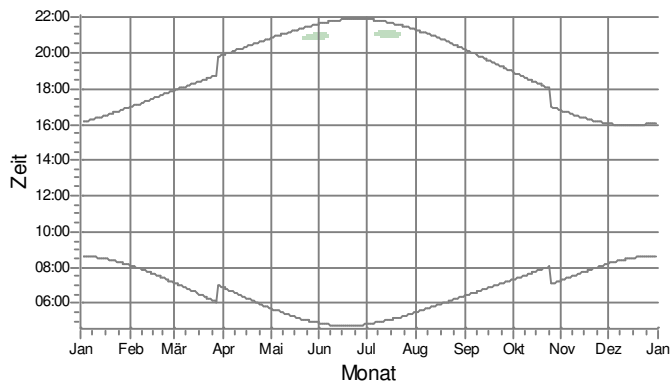
O: Whs. Krumbecker Hof 2, Obernw ohlde



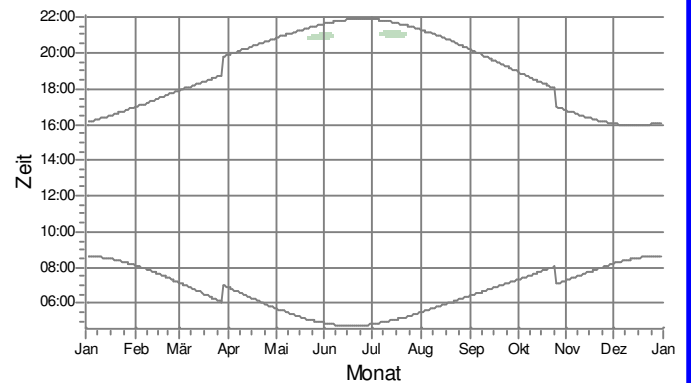
P: Whs. Krumbecker Hof 1, Obernw ohlde



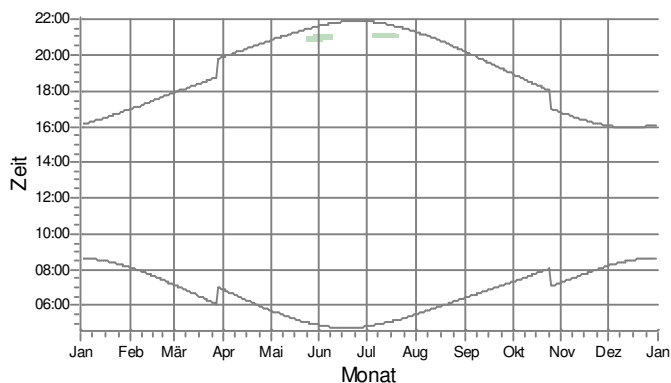
Q: Whs. Krumbecker Hof 3, Obernw ohlde



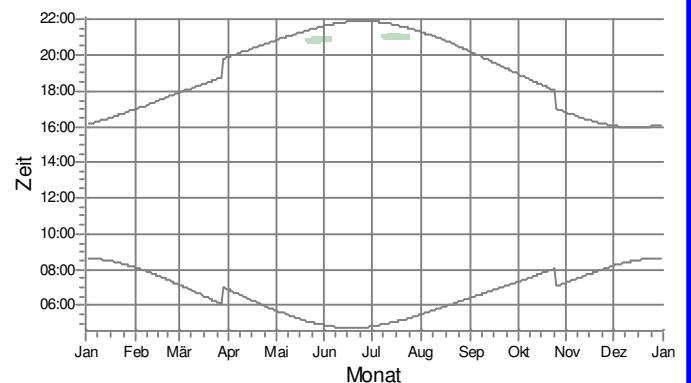
R: Whs. Krumbecker Hof 4, Obernw ohlde



S: Whs. Krumbecker Hof 5, Obernw ohlde



T: Whs. Krumbecker Hof 8, Obernw ohlde

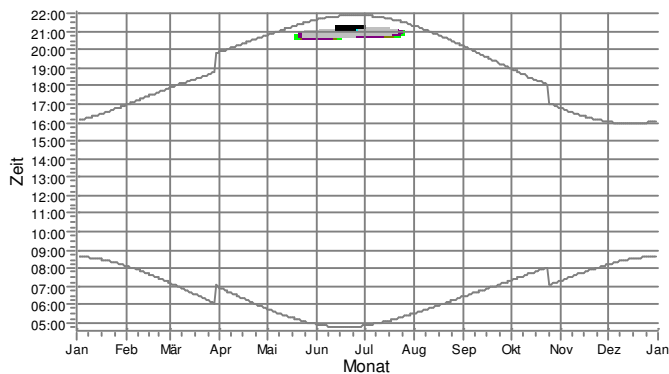


WEA

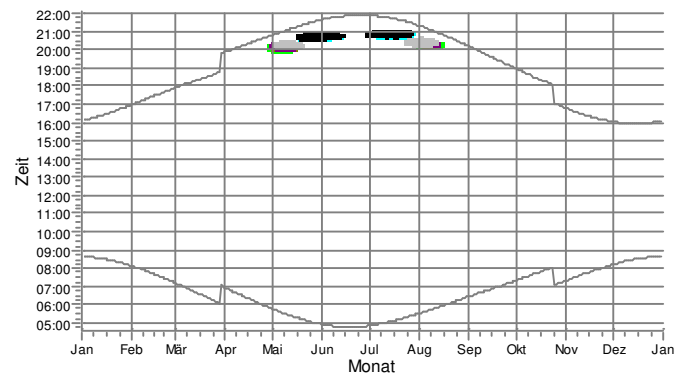
15: WEA 15

**SHADOW - Grafischer Kalender pro WEA****Berechnung:** Vorbelastung aus 20 beantragten WEA Enercon E-101 mit 99 m NH

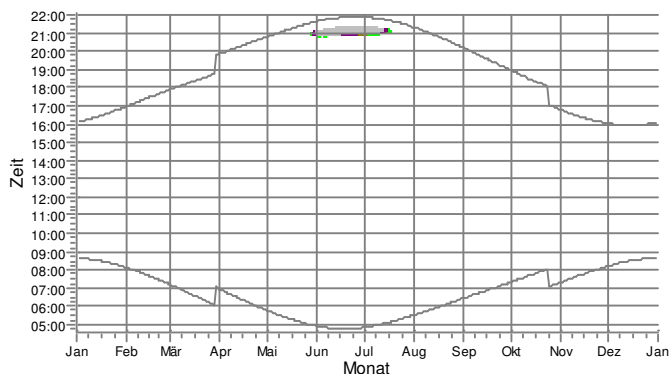
10: WEA 10



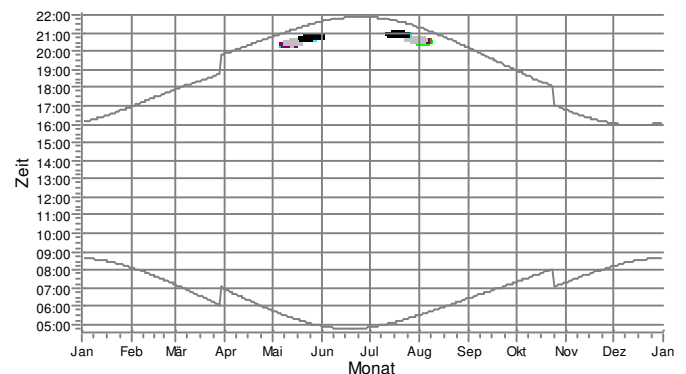
11: WEA 11



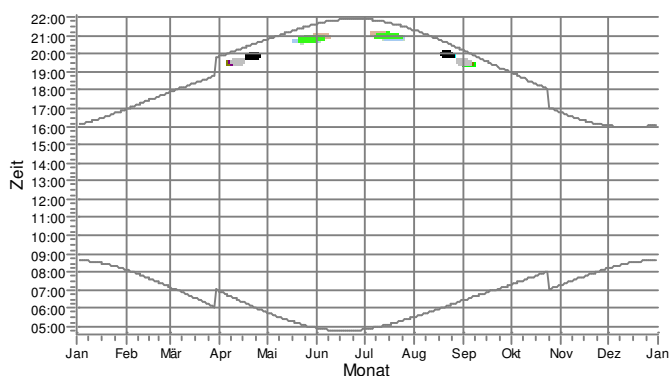
13: WEA 13



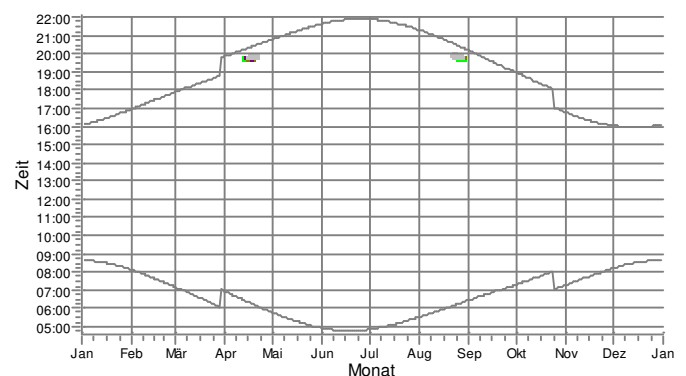
14: WEA 14



15: WEA 15

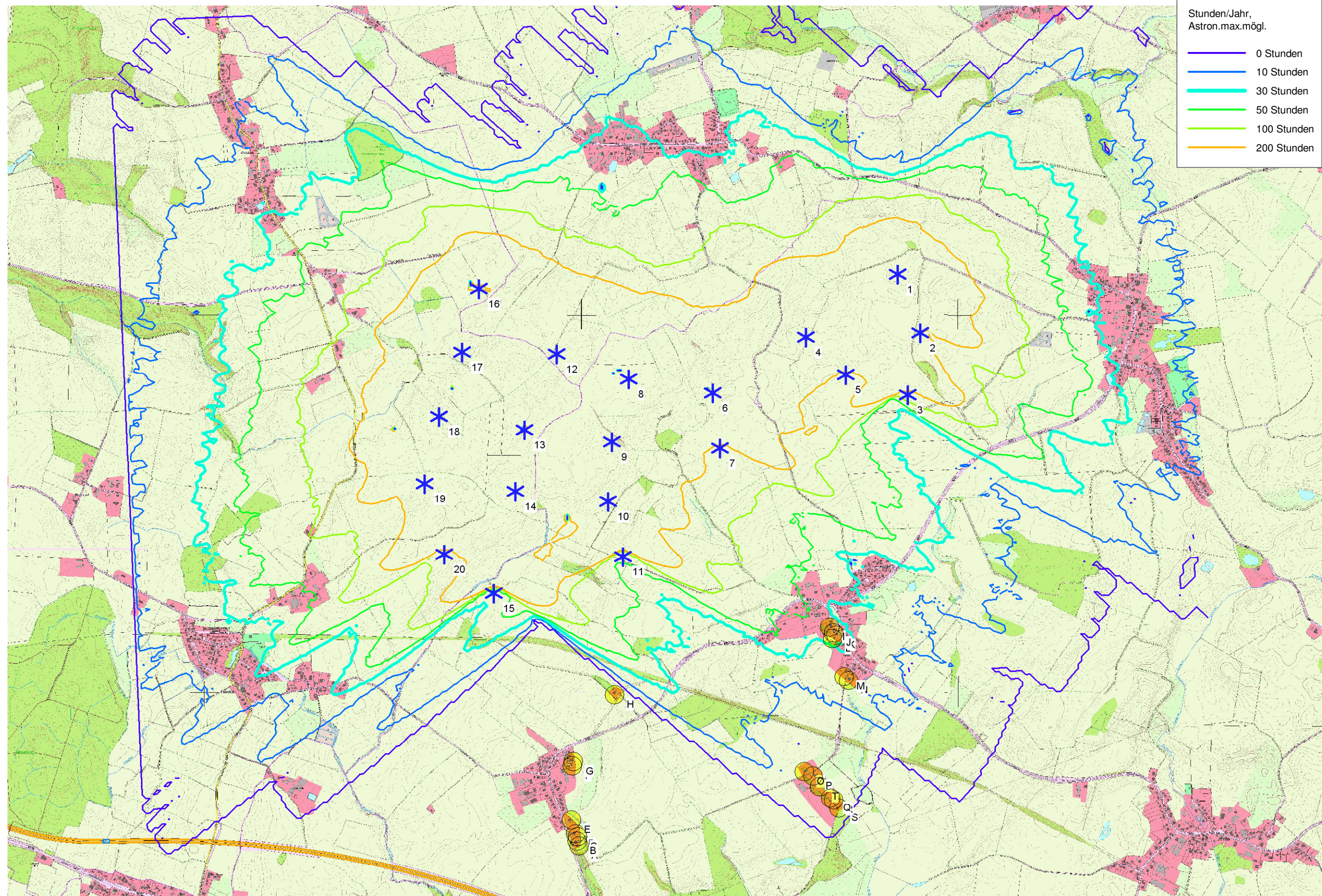


20: WEA 20



Schattenrezeptoren

I: Whs. Am Brink 15, Oberwohlde	M: Whs. Neubau Gillwisch, Oberwohlde	Q: Whs. Krumbecker Hof 3, Oberwohlde
J: Whs. Am Brink 13, Oberwohlde	N: Whs. Gillwisch 5, Oberwohlde	R: Whs. Krumbecker Hof 4, Oberwohlde
K: Whs. Am Brink 11, Oberwohlde	O: Whs. Krumbecker Hof 2, Oberwohlde	S: Whs. Krumbecker Hof 5, Oberwohlde
L: Whs. Am Brink 11a, Oberwohlde	P: Whs. Krumbecker Hof 1, Oberwohlde	T: Whs. Krumbecker Hof 8, Oberwohlde



Stunden/Jahr,
Astron.max.mögl.

- 0 Stunden
- 10 Stunden
- 30 Stunden
- 50 Stunden
- 100 Stunden
- 200 Stunden

Projekt:
Krumbecker Hof

**SHADOW -
Karte**
Berechnung:

Vorbelastung aus 20 beantragten WEA Enercon E-101 mit 99 m NH

Ausdruck/Seite
25.06.2013 09:40 / 1
Lizenzierter Anwender:
Ingenieurbüro PLANKon
Blumenstraße 15
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0

Berechnet:
25.06.2013 09:05/2.8.579



PLANKon

* Existierende WEA

● Schattenrezeptor

Karte: TK_Obernwohde , Druckmaßstab 1:20.000, Kartenzentrum GK (Bessel) Zone: 4 Ost: 4.405.540 Nord: 5.979.060

Höhe der Schattenkarte: Orographie Krumbecker Hof bearb.