

SCHATTENWURFGUTACHTEN

für den Betrieb von

EINER WINDENERGIEANLAGE

- OLDENBROKER FELD II: WEA 03 -

am Standort

OLDENBROKER FELD, 26939 OVELGÖNNE

AUFTRAGGEBER: Projektierungsgesellschaft für regenerative Energiesysteme
mbH
Alexanderstraße 404 b
26127 Oldenburg

AUFTRAGNEHMER: Ingenieurbüro PLANkon
Dipl. Ing. Roman Wagner vom Berg
Blumenstr. 26
26121 Oldenburg
Tel.: 0441-390340

BERICHTSNUMMER: PK 2015049-STG-A

DATUM: 27.04.2017

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Sonnenstand	6
3	Schattenwurf	7
4	Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen.....	8
5	Datengrundlage	9
6	Ergebnisse	12
7	Schlussbetrachtung.....	20
8	Literatur.....	22
9	Anlagen zum Schattenwurfgutachten 1 gepl. WEA 03 im Windpark Oldenbroker Feld	23

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Darstellung der bautechnischen Daten der berücksichtigten WEA.....	9
Tabelle 2: Untersuchte Immissionspunkte (Schattenrezeptoren nach LAI-Schattenwurfhinweisen /3/)	10
Tabelle 3: Berechnungsergebnisse der Vorbelastung.....	13
Tabelle 4: Berechnungsergebnisse der Zusatzbelastung	15
Tabelle 5: Berechnungsergebnisse der Gesamtbelastung.....	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 Windenergieanlagen. Dies ist neben den Schallemissionen der direkte Schattenwurf des Rotors. Der Schatten verursacht Lichtwechsel hinter der Windenergieanlage. 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.

Am Standort Oldenbroker Feld (Gemeinde Ovelgönne) soll geprüft werden, inwiefern die Aufstellung einer Windenergieanlage (WEA) mit der Bezeichnung WEA 03 mit einer Gesamthöhe von 196 m, einem Rotordurchmesser von 112 m und einer Nabenhöhe von 140 m im Rahmen der Aufstellung eines Bebauungsplanes aus Sicht des Immissionsschutzes in Bezug auf den erzeugten Schattenwurf möglich ist.

Laut Auskunft des Auftraggebers handelt es sich bei dem aktuell geplanten Anlagentyp um eine WEA vom Typ Vestas V112 (3,3 MW). Die geplante Nabenhöhe beträgt 140,0 m, der Rotordurchmesser misst 112,0 m und die Nennleistung des Anlagentyps beträgt 3.300 kW. Die geplante WEA ist zur Verminderung der Schallemissionen mit Sägezahn-Hinterkanten oder STE (Serrated Trailing Edge) an den Rotorblättern ausgestattet. Da es im weiteren Verlauf der Planung zur Errichtung der WEA 03 sehr wahrscheinlich bei einer WEA des Typs Vestas V112 mit den oben genannten Anlagenparametern bleibt, wird dieser Anlagentyp in der vorliegenden Prognose als Zusatzbelastung berücksichtigt.

Hinweis: Sollte sich das geplante Vorhaben dahingehend ändern, dass andere WEA-Parameter aufgrund einer Änderung der Nabenhöhe oder des WEA-Typs zu berücksichtigen sind oder aber sich die Standort-Koordinaten der WEA 03 verschieben sollten, wäre zu prüfen, ob die vorliegende Prognose noch immer den „worst case“ repräsentiert und ggf. eine Überarbeitung des Gutachtens vorzunehmen ist.

Der Auftraggeber, die Projektierungsgesellschaft für regenerative Energiesysteme mbH, beauftragte das Ingenieurbüro PLANKon mit der Erstellung einer Schattenwurfprognose für die geplante Windenergieanlage mit der Bezeichnung WEA 03. Die hier vorgenommene Begutachtung erfolgt im Rahmen des Bebauungsplan-Verfahrens am Standort Oldenbroker Feld. Im vorliegenden Gutachten erfolgt eine Prognoseberechnung der entstehenden Schattenwurfimmissionen, die durch den Betrieb der Windenergieanlage WEA 03 hervorgerufen werden, für jeden relevanten Immissionspunkt. Die aus den Schattenwurfimmissionen entstehenden Umwelteinwirkungen werden hinsichtlich einer dem geltenden BImSchG /3/ entsprechenden Genehmigungsfähigkeit untersucht. Als Beurteilungsgrundlage werden dementsprechend die in den LAI-Schattenwurfhinweisen /3/ empfohlenen Richtwerte herangezogen.

Nördlich und westlich der geplanten Anlage WEA 03 werden im Windpark Oldenbroker Feld bereits 16 WEA betrieben. Der Windpark besteht aus fünf WEA des Typs Vestas V80, acht WEA vom Typ Vestas V66 sowie drei WEA vom Typ Vestas V112 (3,3 MW). Weiterhin sind neun WEA vom Typ Vestas V112 mit 3,3 MW bzw. 3,45 MW Nennleistung am Windpark-Standort Oldenbroker Feld genehmigt, welche ebenfalls als Vorbelastung Berücksichtigung finden.

Die Gemarkung Oldenbrok (26939 Gemeinde Ovelgönne) gehört zum Landkreis Wesermarsch in Niedersachsen. Das Gebiet um den Standort stellt sich als landwirtschaftlich genutzter Einwirkungsbereich dar. Der Standort der im vorliegenden Gutachten betrachteten geplanten

Windpark-Erweiterung um eine Anlage mit der Bezeichnung WEA 03 befindet sich mind. 650 m westlich bzw. nördlich der nächstgelegenen Wohnbebauung im Außenbereich an den Straßen Hoher Feldweg und Alte Linie. Des Weiteren befinden sich in einer Entfernung von mind. 1.660 m zu der geplanten WEA 03 die Ortschaft Oldenbrok-Altendorf, mind. 2.170 m nördlich Oldenbrok-Mittelort und ca. 3.230 m nordwestlich Ober- und Niederhörne.

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 WindPRO, Modul „Shadow“ der Firma EMD International A/S 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 Windenergieanlagen 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 Windenergieanlagen 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 geplanten WEA 03 vom Typ Vestas V112 (3,3 MW) mit 140,0 m Nabenhöhe wurde ein max. Einwirkbereich des Schattenwurfes von 1.708 m auf die untersuchten vertikalen Flächen (Fenster) ermittelt. Die Angabe des Beschattungsbereiches der geplanten und vorhandenen Anlagen ist in den Berechnungsausdrucken im Anhang 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 schmaleren 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 die geplante WEA 03 vom Typ Vestas V112 (3,3 MW), 16 vorhandene und neun genehmigte WEA unterschiedlicher Typen im Windpark Oldenbroker Feld durchgeführt.

Nördlich und westlich der geplanten Anlage WEA 03 werden im Windpark Oldenbroker Feld bereits 16 WEA betrieben. Der Windpark besteht aus fünf WEA des Typs Vestas V80, acht WEA vom Typ Vestas V66 sowie drei WEA vom Typ Vestas V112 (3,3 MW). Weiterhin sind neun WEA vom Typ Vestas V112 mit 3,3 MW bzw. 3,45 MW Nennleistung am Windpark-Standort Oldenbroker Feld genehmigt, welche ebenfalls als Vorbelastung Berücksichtigung finden. Nach Auskunft vom Landkreis Wesermarsch (Telefonat Herr Metz vom 10.10.2016) sind derzeit keine weiteren WEA, gewerbliche oder sonstige am Standort beantragt oder genehmigt.

Tabelle 1: Darstellung der bautechnischen Daten der berücksichtigten WEA

Anzahl	WEA-Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Anzahl Rotorblätter	Status
		[kW]	[m]	[m]		
1	Vestas V112 (WEA 03)	3.300	112,0	140,0	3	geplant
8	Vestas V66	1.650	66,0	67,0	3	vorhanden
5	Vestas V80	2.000	80,0	60,0	3	vorhanden
3	Vestas V112	3.300	112,0	140,0	3	vorhanden
7	Vestas V112	3.300	112,0	140,0	3	genehmigt
2	Vestas V112	3.450	112,0	140,0	3	genehmigt

Die Koordinaten der vorhandenen WEA wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt und stellen im Falle der Anlagentypen Vestas V66 und V80 die eingemessenen Koordinaten der WEA dar. Die Koordinaten der neun genehmigten WEA vom Typ Vestas V112 (7 x Vestas V112 mit 3,3 MW Nennleistung und 2 x Vestas V112 mit 3,45 MW Nennleistung) wurden, ebenso wie die Koordinaten der geplanten Anlage WEA 03, vom Auftraggeber vorgegeben. Ebenso wurde der aktuelle Genehmigungs-Status der noch nicht errichteten, jedoch als Vorbelastung berücksichtigten WEA durch den Auftraggeber mitgeteilt.

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

Die Bezeichnungen und Lagebeschreibungen für die untersuchten Immissionspunkte sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 2: Untersuchte Immissionspunkte (Schattenrezeptoren nach LAI-Schattenwurfhinweisen /3/)

Immissionspunkt	Lagebeschreibung
SR 01	Vedhuser Chaussee 27
SR 02	Kläranlage, Mühlenhellmer
SR 03	Mittelweg 1 (Kuhlmann)
SR 04	Alte Linie 1 (Feldhaus)
SR 05	Hoher Feldweg 3
SR 06	Hoher Feldweg 2
SR 07	Heinrich-Schütte Str. 16
SR 08	Heinrich-Schütte Str. 14
SR 09	Heinrich-Schütte Str. 17
SR 10	Heinrich-Schütte Str. 21
SR 11	Heinrich-Schütte Str. 31
SR 12	Heinrich-Schütte Str. 41
SR 13	Renkerhellmer 1
SR 14	Heinrich-Schütte Str. 55
SR 15	Heinrich-Schütte Str. 59A
SR 16	Heinrich-Schütte Str. 59
SR 17	Heinrich-Schütte Str. 62
SR 18	Heinrich-Schütte Str. 64
SR 19	Heinrich-Schütte Str. 69
SR 20	Heinrich-Schütte Str. 71
SR 21	Linebroker Str. 4
SR 22	Linebroker Str. 7
SR 23	Linebroker Str. 13
SR 24	Linebroker Str. 15
SR 25	Linebroker Str. 17
SR 26	Linebroker Str. 19
SR 27	Linebroker Str. 23
SR 28	Linebroker Str. 32
SR 29	Linebroker Str. 34

Immissionspunkt	Lagebeschreibung
SR 30	Mittelorter Str. 38
SR 31	Grantchaussee 3
SR 32	Grantchaussee 11

Anmerkung: Den Schattenberechnungen liegen Sichtbarkeitsanalysen zugrunde, d.h., es wird überprüft, ob eine Sichtbeziehung zwischen WEA und Immissionspunkt 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 Immissionspunkten keine Sichtbeziehung haben, erzeugen keinen Schattenwurf. Bei Einschränkung der Sichtbarkeit (z.B. nur halbe Rotorfläche sichtbar) entsteht auch eine Minderung des Schattenwurfes. Die Schattenrezeptoren; d.h. hier untersuchten Immissionspunkte, sind nach dem sog. „Gewächshaus-Modus“ ausgerichtet, sie registrieren also Beschattungen aus allen Himmelsrichtungen.

Die betrachteten Immissionspunkte wurden im Zuge zweier Ortsbegehungen am 18.08.2015 und am 22.03.2016 in Augenschein genommen.

Es werden insgesamt 32 Gebäude in der näheren Umgebung zu der geplanten Windenergieanlage als Immissionspunkte untersucht. Bei den Immissionspunkten handelt es sich vorwiegend um die nächstgelegene Wohnbebauung mit Lage im Außenbereich oder Dorf-/Mischgebiet. Im Falle von SR 02 handelt es sich nicht um ein Wohnhaus, sondern um die südwestlich der Ortschaft Oldenbrok-Mittelort an der Straße Mühlenhellmer gelegene Teichkläranlage. An dem Gebäude wurden bei der Ortsbegehung nach Norden und Süden ausgerichtete Fenster festgestellt. Da die Gebäudenutzung nicht ermittelt werden konnte und nicht auszuschließen ist, dass es sich bei dem Gebäude um einen Büro-Arbeitsplatz handelt, wurde das Gebäude als Immissionspunkt SR 02 berücksichtigt.

6 Ergebnisse

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 16 vorhandene und neun genehmigte Anlagen (Vorbelastung), eine Berechnung für die geplante Anlage WEA 03 (Zusatzbelastung) und eine Berechnung für alle 26 WEA insgesamt (Gesamtbelastung) durchgeführt und dokumentiert.

Es ist sicherzustellen, dass der Immissionsrichtwert nach Empfehlungen des LAI /3/ 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 untersuchten Immissionspunkte sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt. In den Berechnungsausdrücken im Anhang sind die Berechnungsergebnisse dokumentiert.

Tabelle 3: Berechnungsergebnisse der Vorbelastung

Immissionspunkt	Tage/Jahr [d/a] Worst Case	max. Dauer/Tag [h/d] Worst Case	max. Dauer/Jahr [h/a] Worst Case
SR 01	123	00:27	33:54
SR 02	339	01:40	247:25
SR 03	237	01:02	130:05
SR 04	128	00:28	35:27
SR 05	75	00:44	32:38
SR 06	75	00:39	29:25
SR 07	145	00:28	39:19
SR 08	109	00:28	32:14
SR 09	77	00:31	22:52
SR 10	120	00:40	39:43
SR 11	209	00:40	73:42
SR 12	235	00:28	69:26
SR 13	338	00:54	159:44
SR 14	283	00:35	91:10
SR 15	315	00:46	127:22
SR 16	314	00:46	128:01
SR 17	344	00:50	149:50
SR 18	336	00:50	147:16
SR 19	293	00:45	133:20
SR 20	229	00:41	85:51
SR 21	265	00:55	161:42
SR 22	144	00:34	51:10
SR 23	138	00:48	83:54
SR 24	118	00:52	74:07
SR 25	86	01:13	68:55
SR 26	64	00:50	38:21
SR 27	60	00:40	33:16
SR 28	46	00:31	19:21
SR 29	46	00:29	17:50
SR 30	35	00:18	08:02
SR 31	0	00:00	00:00
SR 32	0	00:00	00:00

Bei Betrachtung der Vorbelastung wird der vom LAI /3/ empfohlene Richtwert für die zulässige Jahresgesamstundenzahl (30 h/a) an den Immissionspunkten SR 01 bis SR 05, SR 07, SR 08 und SR 10 bis SR 27 überschritten. An den Immissionspunkten SR 02, SR 03, SR 05, SR 06, SR 09 bis SR 11 und SR 13 bis SR 28 wird der Richtwert für die zulässige Tagesminutenzahl (30 min/d) für Schattenwurf überschritten.

Die vorhandenen WEA verursachen an den Immissionspunkten SR 31 und SR 32 keinen Schattenwurf.

Da die Vorbelastung die Richtwerte der obigen Berechnung zufolge bereits überschreitet, ist davon auszugehen, dass derzeit eine Abschaltautomatik an den vorhandenen WEA installiert ist bzw. an den genehmigten WEA eingerichtet wird, bevor diese in Betrieb genommen werden. Die bestehende Abschaltregelung wird in dieser Schattenwurfprognose allerdings vernachlässigt, da keine Daten zur Verfügung stehen, die einen sinnvollen Ausschluss von Schattenwurf durch die Vorbelastung aufgrund der Abschaltautomatik ermöglichen. Diese Vorgehensweise ist üblich und führt insgesamt zu einer „worst case“ Betrachtung der Schattenwurfimmissionen am untersuchten Standort. An denjenigen Immissionspunkten, an denen die Richtwerte für Schattenwurfimmissionen bereits in der Vorbelastung ausgeschöpft werden (SR 01 bis SR 28), muss jeder zusätzliche Schattenwurf durch die geplanten WEA mittels Abregelung vermieden werden.

Theoretische Schattenwurfzeiten (worst case) für die Zusatzbelastung

Die theoretischen Schattenwurfzeiten bezogen auf die untersuchten Immissionspunkte sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt. In den Berechnungsausdrücken im Anhang sind die Berechnungsergebnisse dokumentiert.

Tabelle 4: Berechnungsergebnisse der Zusatzbelastung

Immissionspunkt	Tage/Jahr [d/a] Worst Case	max. Dauer/Tag [h/d] Worst Case	max. Dauer/Jahr [h/a] Worst Case
SR 01	0	00:00	00:00
SR 02	74	00:22	18:49
SR 03	34	00:22	09:51
SR 04	100	00:41	57:17
SR 05	0	00:00	00:00
SR 06	0	00:00	00:00
SR 07	0	00:00	00:00
SR 08	0	00:00	00:00
SR 09	0	00:00	00:00
SR 10	0	00:00	00:00
SR 11	0	00:00	00:00
SR 12	0	00:00	00:00
SR 13	22	00:16	04:33
SR 14	0	00:00	00:00
SR 15	0	00:00	00:00
SR 16	0	00:00	00:00
SR 17	0	00:00	00:00
SR 18	0	00:00	00:00
SR 19	0	00:00	00:00
SR 20	0	00:00	00:00
SR 21	0	00:00	00:00
SR 22	0	00:00	00:00
SR 23	0	00:00	00:00
SR 24	0	00:00	00:00
SR 25	0	00:00	00:00
SR 26	0	00:00	00:00
SR 27	0	00:00	00:00
SR 28	0	00:00	00:00
SR 29	0	00:00	00:00
SR 30	0	00:00	00:00
SR 31	0	00:00	00:00
SR 32	0	00:00	00:00

Die Berechnung der Zusatzbelastung zeigt am Immissionspunkt SR 04 sowohl eine Überschreitung des Richtwertes für die zulässige Jahresgesamstundenzahl (30 h/a) für Schattenwurf als auch des Richtwertes für die zulässige Tagesminutenzahl (30 min/d) für Schattenwurf.

An allen weiteren Immissionsorten, abgesehen von SR 04, werden die Richtwerte in Bezug auf Schattenwurfimmissionen durch den Einfluss der Zusatzbelastung eingehalten.

Die geplante WEA 03 verursacht an den Immissionsorten SR 01, SR 05 bis SR 12 und SR 14 bis SR 32 keinen Schattenwurf.

Theoretische Schattenwurfzeiten (worst case) für die Gesamtbelastung

Die theoretischen Schattenwurfzeiten bezogen auf die untersuchten Immissionspunkte sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt. In den Berechnungsausdrücken im Anhang sind die Berechnungsergebnisse dokumentiert.

Tabelle 5: Berechnungsergebnisse der Gesamtbelastung

Immissionspunkt	Tage/Jahr [d/a] Worst Case	max. Dauer/Tag [h/d] Worst Case	max. Dauer/Jahr [h/a] Worst Case
SR 01	123	00:27	33:54
SR 02	339	01:40	266:14
SR 03	260	01:02	139:56
SR 04	133	00:59	92:44
SR 05	75	00:44	32:38
SR 06	75	00:39	29:25
SR 07	145	00:28	39:19
SR 08	109	00:28	32:14
SR 09	77	00:31	22:52
SR 10	120	00:40	39:43
SR 11	209	00:40	73:42
SR 12	235	00:28	69:26
SR 13	338	01:00	164:17
SR 14	283	00:35	91:10
SR 15	315	00:46	127:22
SR 16	314	00:46	128:01
SR 17	344	00:50	149:50
SR 18	336	00:50	147:16
SR 19	293	00:45	133:20
SR 20	229	00:41	85:51
SR 21	265	00:55	161:42
SR 22	144	00:34	51:10
SR 23	138	00:48	83:54
SR 24	118	00:52	74:07
SR 25	86	01:13	68:55
SR 26	64	00:50	38:21
SR 27	60	00:40	33:16
SR 28	46	00:31	19:21
SR 29	46	00:29	17:50
SR 30	35	00:18	08:02
SR 31	0	00:00	00:00
SR 32	0	00:00	00:00

Bei Betrachtung der Gesamtbelastung wird der Richtwert für die zulässige Jahresgesamtstundenzahl (30 h/a) an den Immissionspunkten SR 01 bis SR 05, SR 07, SR 08 und SR 10 bis SR 27 überschritten. An den Immissionspunkten SR 02 bis SR 06, SR 09 bis SR 11 und SR 13 bis SR 28 wird der Richtwert für die zulässige Tagesminutenzahl (30 min/d) für Schattenwurf überschritten.

In der Gesamtbelastung wird an den Immissionspunkten SR 31 und SR 32 kein Schattenwurf erzeugt, während an den Immissionspunkten SR 29 und SR 30 beide Richtwerte hinsichtlich Schattenwurfimmissionen eingehalten werden.

Die Überschreitungen an den Immissionspunkten SR 01, SR 05 bis SR 12 und SR 14 bis SR 28 werden ausschließlich durch die WEA der Vorbelastung verursacht, da der Schattenwurf durch die geplante WEA 03 diese Immissionspunkte nicht erreicht (vgl. Tab. 4). An den Überschreitungen der Richtwerte für Schattenwurf an den Immissionspunkten SR 02 bis SR 04 und SR 13 sind sowohl die geplante WEA 03 als auch die Vorbelastung beteiligt.

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 28 % der Tages-Zeiten die Sonne scheint. In 72 % der Zeit ist mit Bewölkung zu rechnen. Für die Berechnung der Sonnenscheinwahrscheinlichkeit wurde die ca. 14 km südwestlich liegende Referenzstation Oldenburg 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. 650 m und 3.320 m von der geplanten Windenergieanlage WEA 03 entfernt liegen. Unter Berücksichtigung der Drehzahl des Rotors von 6,2 bis 17,7 U/min (Vestas V112, 3,3 MW) und der Anzahl der Rotorblätter ergibt sich eine Lichtwechselfrequenz des Schattenwurfes von 0,31 Hz bis 0,89 Hz.

Die theoretischen Schattenwurfzeiten werden sich durch die in Kap. 6 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 den Empfehlungen des LAI /3/ soll die astronomisch maximal mögliche Schattenwurfdauer pro Tag 30 Minuten und pro Kalenderjahr 30 Stunden nicht überschreiten.

Die Berechnung der Zusatzbelastung zeigt lediglich am Immissionspunkt SR 04 Überschreitungen der Richtwerte für die zulässige Jahresgesamstundenzahl (30 h/a) und die zulässige Tagesminutenzahl (30 min/d) bezüglich Schattenwurfimmissionen. An allen weiteren Immissionsorten hält der die durch den Einfluss der geplanten WEA 03 erzeugte Schattenwurf die Richtwerte ein; an einer Vielzahl der untersuchten Immissionspunkte verursacht die Zusatzbelastung keinen Schattenwurf (SR 01, SR 05 bis SR 12 und SR 14 bis SR 32, s. Kap. 9).

Bei Betrachtung der Gesamtbelastung wird der Richtwert für die zulässige Jahresgesamstundenzahl (30 h/a) an den Immissionspunkten SR 01 bis SR 05, SR 07, SR 08 und SR 10 bis SR 27 überschritten. An den Immissionspunkten SR 02 bis SR 06, SR 09 bis SR 11 und SR 13 bis SR 28 wird der Richtwert für die zulässige Tagesminutenzahl (30 min/d) für Schattenwurf überschritten. Dabei ist festzustellen, dass die Überschreitungen an den Immissionspunkten SR 01, SR 05 bis SR 12 und SR 14 bis SR 28 ausschließlich durch die 25 WEA der Vorbelastung verursacht werden, da der Schattenwurf durch die geplante WEA 03 diese Immissionspunkte nicht erreicht (vgl. Tab. 4, Kap. 9). Hingegen sind für die Überschreitungen der Richtwerte für Schattenwurf an den Immissionspunkten SR 02 bis SR 04 und SR 13 sowohl die geplante WEA 03 als auch die Vorbelastung verantwortlich.

Aufgrund der möglichen Überschreitung der maximalen Schattenwurfdauer wird die geplante WEA 03 nach ihrem Aufbau 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 pro Jahr 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 (mit Wohn- oder Arbeitsnutzung) als Immissionspunkte berücksichtigt, da ein Gutachten mit einer großen Anzahl an Immissionspunkten schnell unübersichtlich wird und für die Programmierung einer Schattenwurfabschaltung weitergehende 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.

Oldenburg, den 27. April 2017

Erstellt durch



8 Literatur

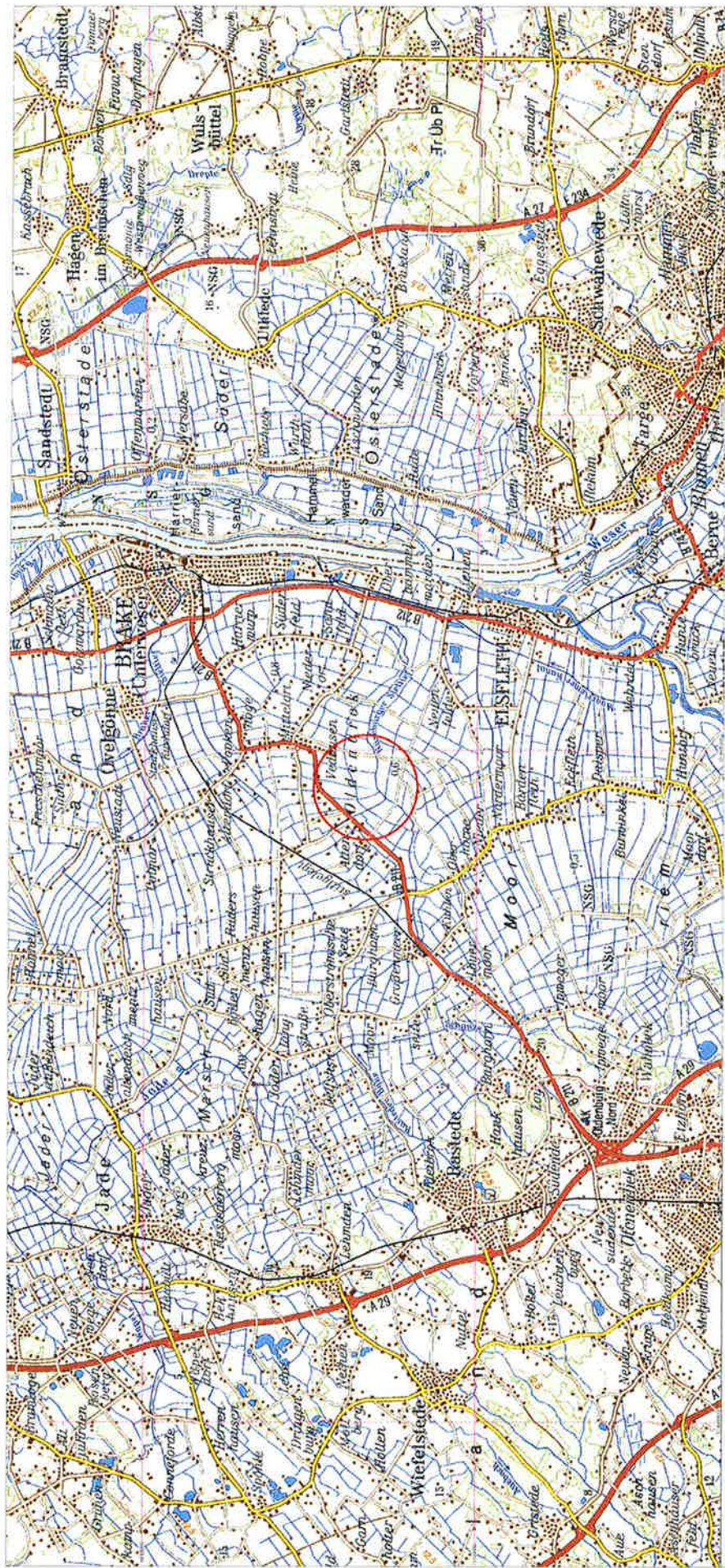
- /1/ Programmbeschreibung der Berechnungssoftware WindPRO, Modul „Shadow“ der Fa. EMD International A/S
- /2/ Deutscher Wetterdienst „Klimadaten von Deutschland, Zeitraum 1961-1990“, Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach am Main 1996
- /3/ Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI): Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Emissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise), Beschlüsse der 103. LAI-Sitzung, Mai 2002

9 Anlagen zum Schattenwurfgutachten 1 gepl. WEA 03 im Windpark Oldenbroker Feld

- 1 Blatt Übersichtsplan
- 2 Blatt Lageplan
- 4 Blatt Lageplan Detailansichten der Immissionspunkte

- 14 Blatt Berechnungsprotokolle, inkl. Eingabedaten und Kalender (grafisch) sowie Karte der Jahresstundenzahl (Isolinien) und max. Schattenwurf pro Tag (Raster): 16 vorh. & 9 genehm. WEA (Vorbelastung)
- 40 Blatt Berechnungsprotokolle, inkl. Eingabedaten und Kalender (tabellarisch und grafisch) sowie Karte der Jahresstundenzahl (Isolinien) und max. Schattenwurf pro Tag (Raster): 1 gepl. WEA 03 (Zusatzbelastung)
- 76 Blatt Berechnungsprotokolle, inkl. Eingabedaten und Kalender (tabellarisch und grafisch) sowie Karte der Jahresstundenzahl (Isolinien) und max. Schattenwurf pro Tag (Raster): 26 WEA insgesamt (Gesamtbelastung)

- 1 Blatt Daten Sonnenwahrscheinlichkeit Station Oldenburg



BASIS - Karte

Berechnung: Übersicht vorhandene WEA, genehmigte WEA & Immissionspunkte



* Neue WEA
 * Existierende WEA
 ● Schattenrezeptor

Karte: TK25 Oldenbrok, Maßstab 1:20.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone 32 Ost 458.341 Nord: 5.903.150



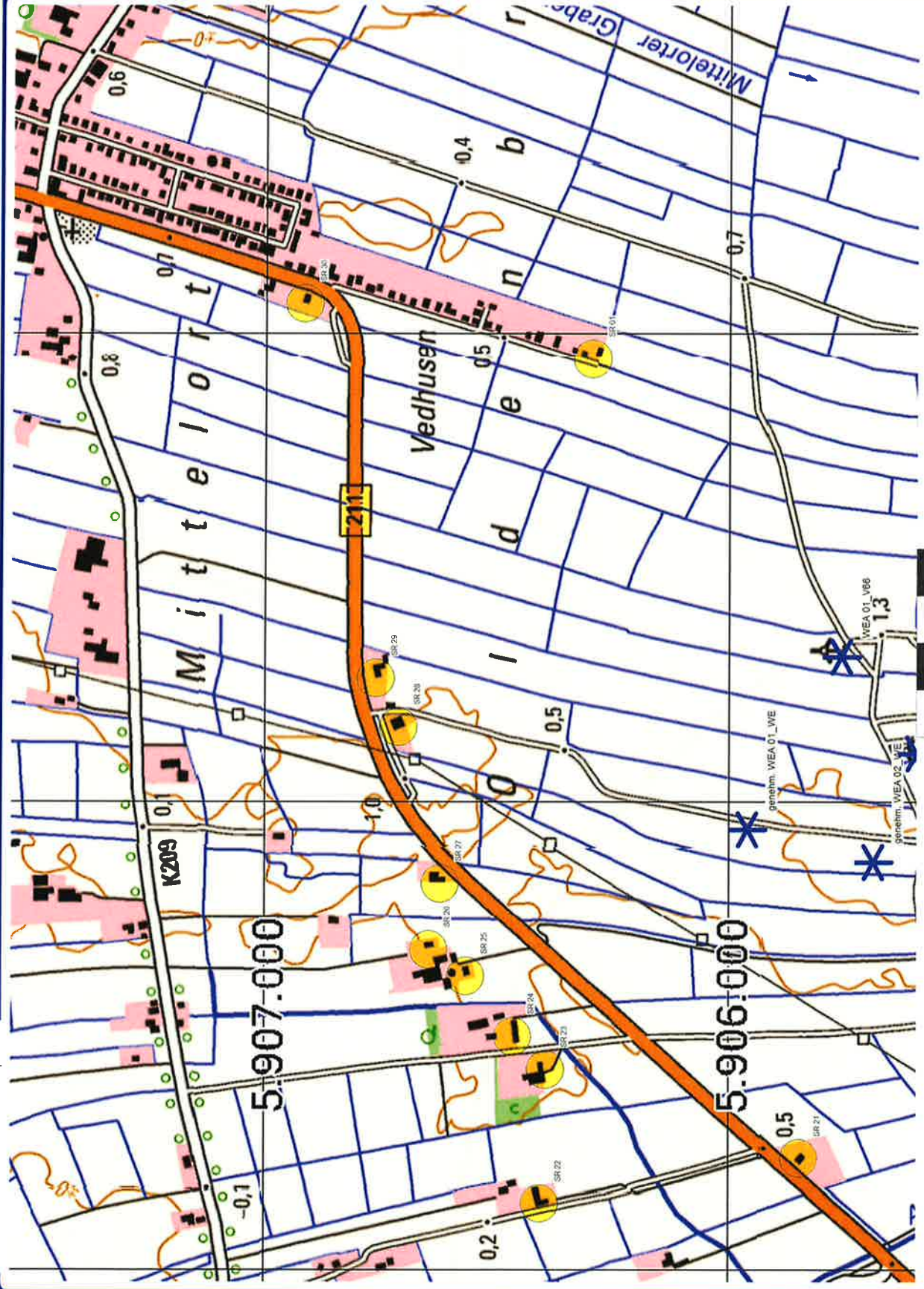
BASIS - Karte

Berechnung: Übersicht vorhandene WEA, genehmigte WEA & Immissionspunkte



▲ Neue WEA
 ★ Existierende WEA
 ● Schattenrezeptor

Karte: TK25 Oldenbrok, Maßstab 1:20.000, Mitte UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost 458.341 Nord 5.903.150



BASIS -
Karte
Berechnung:

26.04.2017 15:54 / 1
 Ingenieurbüro PLANKON
 Blumenstrasse 25
 DE-26121 Oldenburg
 0441 390 34 - 0
 26.04.2017 12:17/2:9.285

PLANKON

Karte TK25 Oldenbrok Maßstab 1:8.000. Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone 32. Ost: 459 232 Nord: 5 904 648

* Existierende WEA

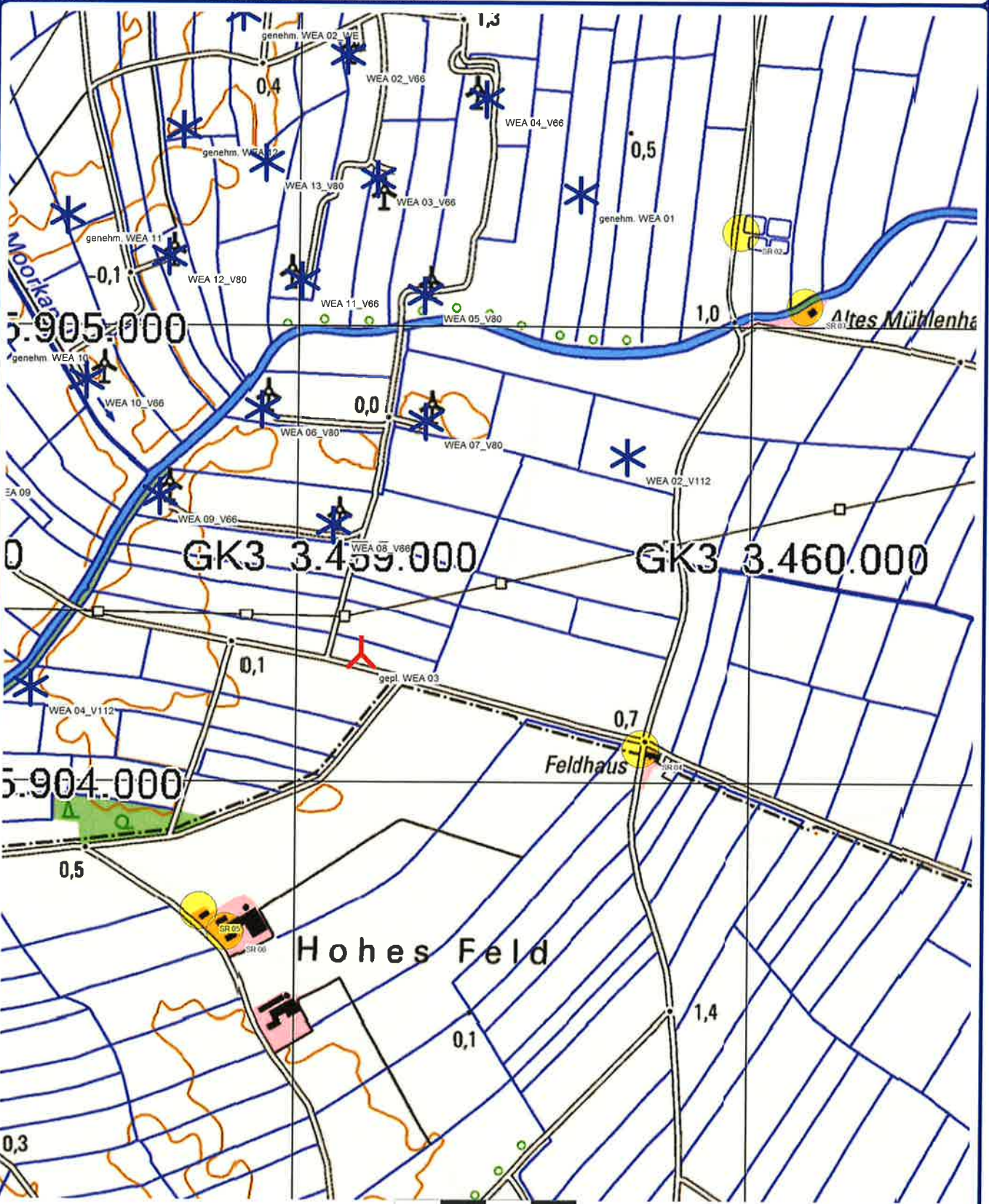
Neue WEA

WindPRO, entwickelt von FUGRO International AS, Nord-Lanternen 10, DK-8250 Aalborg Ø, Tel: +45 26 35 44 41, Fax: +45 96 34 47 46, e-mail: windpro@fugro.dk



BASIS - Karte

Berechnung: Übersicht vorhandene WEA, genehmigte WEA & Immissionspunkte



Neue WEA

Existierende WEA

Schallrezeptor

Karte: TK25 Oldenbrok, Maßstab 1:8.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 459.371 Nord: 5.902.469

