

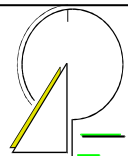
GEMEINDE RASTEDE

Landkreis Ammerland



Vorhabenbezogener Bebauungsplan Nr. 11 „Windenergie Wapeldorf / Heubült“

Begründung (Teil I)



INHALTSÜBERSICHT

1.0	ANLASS UND ZIEL DER PLANUNG	1
2.0	RAHMENBEDINGUNGEN	2
2.1	Kartenmaterial	2
2.2	Räumlicher Geltungsbereich	2
2.3	Nutzungsstruktur / Städtebauliche Situation	2
3.0	PLANERISCHE VORGABEN UND HINWEISE	2
3.1	Landesraumordnungsprogramm Niedersachsen	2
3.2	Regionales Raumordnungsprogramm	3
3.3	Vorbereitende und verbindliche Bauleitplanung	4
4.0	ÖFFENTLICHE BELANGE	4
4.1	Belange von Natur und Landschaft	4
4.2	Belange des Denkmalschutzes	5
4.3	Belange des Bodenschutzes / Altablagerungen / Kampfmittel	5
4.4	Belange des Immissionsschutzes	5
4.4.1	Schallimmissionen	5
4.4.2	Schattenwurf der Windenergieanlagen	7
4.5	Belange der Luftfahrt	8
4.6	Belange der Verkehrssicherheit / Eisabwurf	9
4.7	Belange des Modellflugsportclubs	9
5.0	INHALTE DES BEBAUUNGSPLANES	10
5.1	Vorhaben- und Erschließungsplan	10
5.2	Art der baulichen Nutzung	10
5.3	Maß der baulichen Nutzung	10
5.4	Überbaubare und nicht überbaubare Grundstücksflächen	11
5.5	Öffentliche Verkehrsfläche	11
5.6	Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung	11
5.7	Wasserflächen	12
5.8	Fläche für die Landwirtschaft und Wald	12
6.0	ÖRTLICHE BAUVORSCHRIFTEN	12
7.0	VERKEHRLICHE UND TECHNISCHE INFRASTRUKTUR	13
8.0	VERFAHRENSGRUNDLAGEN /-VERMERKE	13
8.1	Rechtsgrundlagen	13
8.2	Planverfasser	14

1.0 ANLASS UND ZIEL DER PLANUNG

Die Gemeinde Rastede beabsichtigt anlässlich aktueller Entwicklungsvorhaben und dem Willen der Gemeinde Rastede einen Beitrag zur Energiewende zu leisten, die planungsrechtlichen Voraussetzungen zur Errichtung eines Windparks im nördlichen Gemeindegebiet zu schaffen und führt zu diesem Zweck die Aufstellung des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes Nr. 11 „Windenergie Wapeldorf / Heubült“ durch.

Aufgrund der anhaltenden regionalen Nachfrage nach neuen Standorten für Windenergieanlagen hat die Gemeinde Rastede die „Standortpotenzialstudie für Windparks im Gebiet der Gemeinde Rastede“ (DIEKMANN & MOSEBACH, 2016) erarbeiten lassen, in der das gesamte Gemeindegebiet hinsichtlich möglicher, für Windenergienutzungen geeigneter Standorte untersucht worden ist.

Die Potenzialstudie, aus dem Jahr 2016, dient als fachliche Grundlage für die in der Flächennutzungsplanänderung Nr. 70 erfolgende Ausweisung eines weiteren Sondergebietes „Windenergie“ im nördlichen Teil des Gemeindegebietes, die eine Ausschlusswirkung nach § 35 (3) Satz 3 BauGB entfaltet. Mit der Flächennutzungsplanänderung Nr. 70 wird das Planungsziel einer städtebaulich geordneten und verträglichen Entwicklung der Windenergienutzung innerhalb des Gemeindegebietes Rastede verfolgt, wodurch ein Beitrag zur Förderung regenerativer Energien im Sinne von § 1 (6) Nr. 7f BauGB geleistet werden soll. Durch den vorliegenden vorhabenbezogenen Bebauungsplan Nr. 11 „Windenergie Wapeldorf / Heubült“ wird auf Ebene der verbindlichen Bauleitplanung die Errichtung eines Windparks planungsrechtlich abgesichert.

Im Rahmen der o. g. Standortpotenzialstudie wurden in einem ersten Arbeitsschritt die „harten“ Tabuzonen herausgearbeitet. Nachfolgend wurden unter Berücksichtigung aktueller Raumanforderungen und bestehender Flächenrestriktionen sowie unter Einhaltung notwendiger Schutzabstände zu Siedlungsräumen usw. verschiedene Potenzialflächen für Windenergienutzungen ermittelt.

Dem Ergebnis der Studie zufolge weist das Gemeindegebiet fünf Potenzialräume auf, die sich in unterschiedlicher Weise als geeignet für Windenergienutzungen darstellen. Obwohl gemäß der Studie verschiedenen Flächen, unterschiedlich für eine Windenergienutzung geeignet sind, hat sich der Rat der Gemeinde Rastede dazu entschieden nicht alle Flächen gleichzeitig einer Windenergienutzung zuzuführen, sondern lediglich die Potenzialflächen 1-4 zu entwickeln.

Neben einem bereits vorgeprägten Standort (Potenzialfläche 4), an dem sich heute bereits ein Windpark befindet (Windpark Liethe) und der weiter ausgebaut bzw. repowert werden soll, beabsichtigt die Gemeinde drei weitere Potenzialflächen im Rahmen von Flächennutzungsplanänderungen für eine Windenergienutzung planungsrechtlich vorzubereiten. Im Rahmen der vorliegenden Flächennutzungsplanänderungen werden die Potenzialflächen „Rastede Nord“ (Potenzialfläche 1) und „Bekhausen Nord“ (Potenzialfläche 2) aufgrund der räumlichen Nähe gemeinsam planungsrechtlich vorbereitet. Die Stadt Varel beabsichtigt auf angrenzenden Flächen ebenfalls zwei Teilbereiche planungsrechtlich für die Windenergienutzung vorzubereiten, so dass hier kommunal übergreifend ein größerer Windpark entstehen könnte.

Seitens eines Vorhabenträgers ist die Entwicklung eines Windparks mit sieben Windenergieanlagen verteilt auf drei Teilflächen geplant. Zwei dieser Teilflächen befinden sich im Hoheitsgebiet der Gemeinde Rastede, wo fünf der geplanten sieben Anlagen errichtet werden sollen. Neben der parallel erfolgenden 70. Änderung des Flächennutzungsplanes wird die konkrete Gebietsentwicklung über den vorliegenden vorhabenbezogenen Bebauungsplan Nr. 11 „Windenergie Wapeldorf / Heubült“ und das nachgelagert bundesimmissionsschutzrechtliche Genehmigungsverfahren gesteuert.

Die Standortverträglichkeit der geplanten Windenergieanlagen bezüglich der umliegenden Wohnnutzungen wird durch die Erarbeitung entsprechender Fachgutachten (Lärm,

Schattenwurf) geprüft. In der Abwägung gem. § 1 (7) BauGB sind gleichermaßen die Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege gem. § 1 (6) Nr. 7 BauGB zu berücksichtigen (vgl. § 1a BauGB). Diese werden im Umweltbericht zum vorhabenbezogenen Bebauungsplan Nr. 11 „Windenergie Wapeldorf / Heubült“ umfassend beschrieben und bewertet. Der notwendige Ausgleich erfolgt über geeignete Maßnahmen auf externen Kompensationsflächen. Die umweltbezogenen Auswirkungen des Planvorhabens werden im Umweltbericht gem. § 2a BauGB dokumentiert. Der Umweltbericht zum vorhabenbezogenen Bebauungsplan Nr. 11 „Windenergie Wapeldorf / Heubült“ ist verbindlicher Bestandteil der Begründung und als Teil II dieser Begründung beigelegt.

2.0 RAHMENBEDINGUNGEN

2.1 Kartenmaterial

Die Planzeichnung des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes Nr. 11 „Windenergie Wapeldorf / Heubült“ wurde unter Verwendung einer amtlichen Plangrundlage, die vom Vermessungsbüro Menger aus Westerstede im Maßstab 1 : 1.000 zur Verfügung gestellt wurde, im Maßstab 1 : 2.500 erstellt.

2.2 Räumlicher Geltungsbereich

Der Geltungsbereich des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes Nr. 11 „Windenergie Wapeldorf / Heubült“ liegt im Norden der Gemeinde Rastede, nördlich und südlich der Spohler Straße. Das Plangebiet umfasst ein ca. 17,7 ha großes Areal. Die genauen Grenzen des Plangebiets sind der Planzeichnung zu entnehmen.

2.3 Nutzungsstruktur / Städtebauliche Situation

Das Plangebiet gliedert sich in zwei Teilflächen nördlich und südlich der Spohler Straße. Der nördliche Teilbereich grenzt unmittelbar an das Hoheitsgebiet der Stadt Varel. Innerhalb der Teilflächen befinden sich keinerlei bauliche Anlagen, alle Flächen werden derzeit landwirtschaftlich genutzt. Die nördliche Teilfläche wird durch die Wapel (Gewässer II. Ordnung) begrenzt, die südliche Teilfläche wird durch Bekhauser Bäke (Gewässer II. Ordnung) gequert. Größere Gehölzstrukturen sind in keiner der beiden Teilflächen vorhanden. Die nächstgelegenen Gebäude mit Wohnnutzungen befinden sich in einer Entfernung von 550 m gemessen von der Geltungsbereichsgrenze des Bebauungsplanes Nr. 11 „Windenergie Wapeldorf / Heubült“. In etwa 400 m nördlich der nördlichen Teilfläche verläuft eine Freileitung. Das Gebäude, welches sich nördlich der Spohler Straße zwischen den beiden Teilflächen des Bebauungsplanes befindet, wird durch einen Modellflugsportclub (Modellflugsport Club MFSC Hahn e.V. Wapeldorf) genutzt.

3.0 PLANERISCHE VORGABEN UND HINWEISE

Nach § 1 BauGB unterliegen Bauleitpläne einer Anpassung an die Ziele der Raumordnung. Aus den Vorgaben der übergeordneten Planungen ist die kommunale Planung zu entwickeln bzw. hierauf gemäß § 1 (4) BauGB abzustimmen.

3.1 Landesraumordnungsprogramm Niedersachsen

Das Landesraumordnungsprogramm 2017 (LROP-VO 2017) stellt die für das Plangebiet geltenden planerischen Ziele der Landesplanung dar.

Die LROP-VO 2017 trifft für das Plangebiet keine speziellen zeichnerischen Aussagen. Im näheren Umfeld wird die geplante Bundesautobahn 20 (BAB 20) dargestellt. Die geplante Trasse liegt südlich des Geltungsbereichs der 70. Flächennutzungsplanänderung sowie des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes Nr. 11 „Windenergie Wapeldorf - Heubült“.

In der beschreibenden Darstellung der LROP-VO 2017 wird zum Punkt Energie erläutert, dass die Nutzung einheimischer Energieträger und erneuerbarer Energien unterstützt werden soll. Die Träger der Regionalplanung sollen darauf hinwirken, dass der Anteil einheimischer Energieträger und erneuerbarer Energien unter Berücksichtigung der regionalen Gegebenheiten insbesondere der Windenergie, der Solarenergie, der Wasserkraft, der Geothermie sowie von Biomasse und Biogas raumverträglich ausgebaut wird.

Für die Nutzung von Windenergie geeignete raumbedeutsame Standorte sind zu sichern und unter Berücksichtigung der Repowering-Möglichkeiten in den Regionalen Raumordnungsprogrammen als Vorranggebiete oder Eignungsgebiete Windenergienutzung festzulegen.

Mit der Schaffung der planungsrechtlichen Voraussetzung durch den vorhabenbezogenen Bebauungsplan Nr. 11 „Windenergie Wapeldorf / Heubült“ für die Errichtung von Windenergieanlagen innerhalb der Gemeinde Rastede werden die Ziele der Raumordnung beachtet.

3.2 Regionales Raumordnungsprogramm

Das Regionale Raumordnungsprogramm für den Landkreis Ammerland aus dem Jahr 1996 wird der vorliegenden Bauleitplanung zu Grunde gelegt.

In der zeichnerischen Darstellung des Regionalen Raumordnungsprogramms wird das Plangebiet als Vorsorgegebiet für Natur und Landschaft gekennzeichnet. Der textlichen Ausführung zum RROP ist hierzu zu entnehmen, dass diese Darstellung für Gebiete und Landschaftsteile getroffen wurde, die wegen ihrer Vielfalt, Eigenart und Schönheit eine besondere Bedeutung für das Landschaftsbild besitzen oder die wegen ihrer ökologischen Bedeutung für den Naturhaushalt und als Lebensraum für die Tier- und Pflanzenwelt wichtige Bereiche darstellen. Diese Gebiete sind vor Beeinträchtigungen zu schützen und - soweit erforderlich - durch Landschaftsschutzgebietsverordnungen zu sichern, zu pflegen und zu entwickeln. Sie erfüllen teilweise die Funktion von ökologischen Puffer- und Entwicklungsflächen für die dargestellten Vorranggebiete für Natur und Landschaft. Da es sich hier um ein Vorsorgegebiet für Natur und Landschaft und kein Vorranggebiet handelt, unterliegt dieser Belang der Abwägung. Es handelt sich hierbei um einen Grundsatz der Raumordnung, nicht um ein Ziel der Raumordnung.

Im Regionalen Raumordnungsprogramm des Landkreises Ammerland werden keine Ziele der Raumordnung zum Ausbau oder zur Steuerung der Windenergienutzung definiert. Es ist aber festgelegt, dass Windenergieanlagen unter den Gesichtspunkten der Umweltverträglichkeit und sozialen Akzeptanz auf geeignete Standorte zu konzentrieren sind. Die Gemeinde Rastede gibt hier, wie auch der Landkreis Ammerland in seinem Standortkonzept Windenergie aus dem Jahr 2013, dem Ziel des LROP, dem Ausbau regenerativer Energien, den Vorrang vor dem Grundsatz der Raumordnung.

Der Bereich der Bekhauser Bäke ist als Gebiet zur Verbesserung der Landschaftsstruktur und des Naturhaushaltes dargestellt (linienhafte Darstellung). Diese Darstellung enthält Gewässer und Gewässerabschnitte erhalten, die aktuell eine Bedeutung als Lebensräume für anspruchsvollere Tier- und Pflanzenarten der Fließgewässer aufweisen, jedoch durch Gewässerausbau bzw. -belastung gestört oder geschädigt sind. Sie sind zur Wiederherstellung ihrer ökologischen Funktionsfähigkeit auf der Grundlage entsprechender Renaturierungskonzepte naturnah umzugestalten bzw. durch entsprechende Maßnahmen zu reaktivieren. Die planungsrechtliche Vorbereitung eines Windparkstandortes widerspricht der getroffenen Darstellung nicht, eine Renaturierung ist auch im Einklang mit einem Windpark möglich.

Westlich angrenzend befinden sich Gebiete, die als Vorsorgegebiet für die Landwirtschaft aufgrund eines hohen, natürlichen, standortgebundenen landwirtschaftlichen Er-

tragspotenzials gekennzeichnet sind. Zusätzlich ist dieser Raum als Gebiet zur Verbesserung der Landschaftsstruktur und des Naturhaushaltes und außerdem als Vorsorgegebiet für die Trinkwassergewinnung dargestellt. Die Darstellung als Vorsorgegebiet für die Trinkwassergewinnung gilt auch für die nördliche Teilfläche des Geltungsbereichs.

Die im Westen verlaufende Bundesautobahn 29 (BAB 29) und die Anschlussstelle Jaderberg sind entsprechend im RROP dargestellt. Die Spohler Straße (L 820), welche zwischen den beiden Teilbereichen der Flächennutzungsplanänderung verläuft, ist als Hauptverkehrsstraße von regionaler Bedeutung gekennzeichnet. Parallel dazu ist eine Fernwasserleitung dargestellt.

Der vorliegende vorhabenbezogene Bebauungsplan Nr. 11 „Windenergie Wapeldorf / Heubült“ entspricht den Zielen des RROP. Folglich ist die Planung mit den Zielen der Raumordnung gem. § 1 (4) BauGB vereinbar.

3.3 Vorbereitende und verbindliche Bauleitplanung

Im rechtswirksamen Flächennutzungsplan der Gemeinde Rastede (Stand 18.06.1993) wird der Geltungsbereich des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes Nr. 11 „Windenergie Wapeldorf / Heubült“ abgesehen von den Gewässern II. Ordnung (Wapel und Bekhauser Bäke) als Fläche für die Landwirtschaft dargestellt. Die beiden Gewässer sind als Wasserflächen dargestellt.

Zur bauleitplanerischen Vorbereitung des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes Nr. 11 „Windenergie Wapeldorf / Heubült“ wird parallel gem. § 8 (3) BauGB die Flächennutzungsplanänderung Nr. 70, in der die Darstellung einer Sonderbaufläche mit der Zweckbestimmung „Windenergie“ vorgesehen ist, durchgeführt.

Für das Plangebiet liegt kein verbindlicher Bebauungsplan vor.

4.0 ÖFFENTLICHE BELANGE

4.1 Belange von Natur und Landschaft

Gleichzeitig mit der Änderung Nr. 70 des Flächennutzungsplanes wird der vorhabenbezogene Bebauungsplan Nr. 11 „Windenergie Wapeldorf / Heubült“ im Parallelverfahren gem. § 8 (3) BauGB aufgestellt. Auf Ebene der verbindlichen Bauleitplanung wurde gem. § 2 (4) Satz 1 BauGB i. V. m. § 2a Nr. 2 BauGB ein Umweltbericht mit einer umfassenden Beschreibung und Bewertung der voraussichtlichen Umweltauswirkungen für das gesamte Planvorhaben im Geltungsbereich des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes Nr. 11 „Windenergie Wapeldorf / Heubült“ erstellt. Dieser Umweltbericht wird auch für die Änderung des Flächennutzungsplanes herangezogen. Aufgabe des Umweltberichts ist es, die Belange des Umwelt- und Naturschutzes sowie der Landschaftspflege so umfassend zu berücksichtigen, dass die Beeinträchtigungen des Naturhaushaltes, die mit der Realisierung des Vorhabens verbunden sind, sofern möglich, vermieden, minimiert oder kompensiert werden können. Dies ist auf Grundlage der angewandten Eingriffsregelung im Rahmen des Umweltberichts geschehen. Der Umweltbericht ist verbindlicher Bestandteil der Begründung des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes Nr. 11 „Windenergie Wapeldorf / Heubült“ und dieser Begründung als Teil II beigefügt.

Die mit dem Vorhaben verbundenen Eingriffe in Natur und Landschaft werden im Rahmen des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes Nr. 11 „Windenergie Wapeldorf / Heubült“ kompensiert. Die Durchführung der Kompensation wird über entsprechende Regelungen in einem städtebaulichen Vertrag zwischen der Gemeinde Rastede und den Vorhabenträgern sichergestellt.

4.2 Belange des Denkmalschutzes

Im Rahmen der Bauleitplanung sind gem. § 1 (6) Nr. 5 BauGB die Belange des Denkmalschutzes und der Denkmalpflege zu beachten. Folglich wird nachrichtlich auf die Meldepflicht von ur- und frühgeschichtlichen Bodenfunden im Zuge von Bauausführungen mit folgendem Text hingewiesen:

Sollten bei den geplanten Bau- und Erdarbeiten ur- oder frühgeschichtliche Bodenfunde (das können u. a. sein: Tongefäßscherben, Holzkohleansammlungen, Schlacken sowie auffällige Bodenverfärbungen u. Steinkonzentrationen, auch geringe Spuren solcher Funde) gemacht werden, sind diese gem. § 14 Abs. 1 des Nds. Denkmalschutzgesetzes (NDSchG) meldepflichtig und müssen der zuständigen unteren Denkmalschutzbehörde des Landkreises Ammerland oder dem Niedersächsischen Landesamt für Denkmalpflege – Referat Archäologie – Stützpunkt Oldenburg, Ofener Straße 15, Tel. 0441/799-2120 unverzüglich gemeldet werden. Meldepflichtig sind der Finder, der Leiter der Arbeiten oder der Unternehmer. Bodenfunde und Fundstellen sind nach § 14 Abs. 2 des NDSchG bis zum Ablauf von 4 Werktagen nach der Anzeige unverändert zu lassen, bzw. für ihren Schutz ist Sorge zu tragen, wenn nicht die Denkmalschutzbehörde vorher die Fortsetzung der Arbeit gestattet.

4.3 Belange des Bodenschutzes / Altablagerungen / Kampfmittel

Im Rahmen des Altlastenprogramms des Landes Niedersachsen haben die Landkreise gezielte Nachermittlungen über Altablagerungen innerhalb ihrer Grenzen durchgeführt und entsprechendes Datenmaterial gesammelt. Dieses wurde vom Niedersächsischen Landesamt für Wasser und Abfall (NLWA) bewertet. Nach diesen Unterlagen liegen im Plangebiet keine Altablagerungen vor.

Sollten bei den geplanten Bau- und Erdarbeiten weitere Hinweise auf Altablagerungen zutage treten, so ist unverzüglich die untere Bodenschutzbehörde des Landkreises Ammerland zu benachrichtigen.

Grundsätzlich sind bei geplanten Baumaßnahmen oder Erdarbeiten die Vorschriften des vorsorgenden Bodenschutzes zu beachten, d. h. jeder, der auf den Boden einwirkt, hat sich so zu verhalten, dass schädliche Bodenveränderungen nicht hervorgerufen werden. Grundstückseigentümer bzw. Nutzer sind verpflichtet, Maßnahmen zur Abwehr der von ihrem Grundstück drohenden schädlichen Bodenveränderung zu ergreifen (Grundpflichten gem. § 4 BBodSchG).

4.4 Belange des Immissionsschutzes

Im Rahmen der Bauleitplanung sind die mit der Planung verbundenen, unterschiedlichen Belange untereinander und miteinander zu koordinieren, so dass Konfliktsituationen vermieden und die städtebauliche Ordnung sichergestellt wird. Es sind die allgemeinen Anforderungen und die Belange des Umweltschutzes gem. § 1 (6) Nr. 1 BauGB zu beachten. Schädliche Umwelteinwirkungen sind bei der Planung nach Möglichkeit zu vermeiden (§ 50 BImSchG). Die mit dem Planvorhaben verfolgte Nutzung von Windenergieanlagen ist allgemein mit Emissionsentwicklungen verbunden. Neben den Betriebsgeräuschen (Schallentwicklung) ist durch die rotierenden Anlagen mit Schattenwurf zu rechnen, der sich beeinträchtigend auf den Menschen auswirken kann.

4.4.1 Schallimmissionen

Zur Prüfung der mit dem Planvorhaben verbundenen Schallimmissionen wurde durch das Ingenieurbüro PLANKon, Oldenburg ein Geräuschimmissionsgutachten (Bericht-Nr.: PK 2016015-SLG-A, 05.02.2018, s. Anlage) erstellt. Hierbei wurde ein Gutachten für die neun Windenergieanlagen im Bereich des Standortes Varel-Rosenberg / -Neu- enwege/ Rastede- Wapeldorf / Heubült erstellt. Die Aussagen des Gutachtens beziehen

sich somit nicht nur auf die geplanten Windenergieanlagen in diesem vorhabenbezogenen Bebauungsplan.

Als immissionsrelevante Windenergieanlagen wurden hierbei die Anlagen vom Typ ENERCON E-82 E2 (TES) mit 108,4 m Nabenhöhe und einer Nennleistung von 2.300 kW zugrunde gelegt. Für die Berechnungen wurde generell ein Schalleistungspegel von 101,8 dB (A) (Ergebniszusammenfassung der Fa. Kötter - Auszug aus dem Bericht Nr. 214585-01.01) berücksichtigt. Da die Windenergieanlage am Standort SO WEA 1 nachts (22-6 Uhr) in einer schallreduzierter Betriebsweise gefahren werden muss, hat diese Windenergieanlagen nachts einen Schallpegel von 99,4 dB(A) (Messbericht der Fa. Kötter - Auszug aus dem Bericht Nr. 213498-02.02).

Der Gutachter hat in seiner aktuellen Untersuchung die LAI (Die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz) „Hinweise zum Schallschutz bei Windkraftanlagen (WKA)“ in der Fassung von 2017 berücksichtigt. Das Berechnungsverfahren ist bei der Berücksichtigung der LAI 2017 etwas verändert und setzt sich in der Planungspraxis aktuell durch. Diese LAI Hinweise, sind aufgrund eines noch nicht dazu vorliegenden Erlasses in Niedersachsen rechtlich noch nicht verbindlich eingeführt worden. Dennoch werden von vielen Landkreisen schon die Berechnungen nach neuer LAI gefordert, obwohl die genauen Festsetzungen zur Anwendung in Niedersachsen noch nicht vorliegen. Um der aktuellen Praxis Rechnung zu tragen, hat der Gutachter die LAI im Stand 2017 daher schon heute zu Grunde gelegt.

Die geplanten Windparkstandorte Varel - Rosenberg/ Neuenwege sowie Rastede – Wapeldorf / Heubült befinden sich weit außerhalb des Einwirkungsbereiches der bestehenden Windparks Conneforde, Gemeinde Wiefelstede und Varel-Hohelucht. Im näheren Umfeld sind keine weiteren Windenergieanlagen beantragt oder genehmigt, die ansonsten als Vorbelastung zu berücksichtigen wären. Die im Bereich Varel-Neuenwege befindliche Biogasanlage wurde als mögliche Schallvorbelastung geprüft und als nicht relevant eingestuft.

Die maßgeblichen Immissionsorte sind die nächstgelegenen Wohngebäude im Außenbereich und an den Ortsrändern für die, entsprechend ihrer vornehmlichen Lage im Außenbereich, der Richtwert der TA-Lärm für Dorf- oder Mischgebiete zugrunde gelegt wurde (Richtwert Tag/Nacht in dB(A) 60/45). Für das Wohnhaus Wiesenweg 1, Varel soll die Wohnnutzung aufgegeben werden. Ein entsprechender Bauantrag wurde gestellt. Das Gebäude wird daher nicht mehr als Immissionsort berücksichtigt.

Anhand des rechnerischen Beurteilungsverfahrens wurde die Schallimmissionsbelastung an den relevanten Immissionsorten mit dem Ergebnis geprüft, dass an allen Immissionspunkten der zulässige Richtwert von 45 dB (A) nicht überschritten wird. Als Immissionspunkt mit dem höchsten Immissionspegel sowie dem geringsten Abstand zum Richtwert ergibt sich in der Berechnung der Gesamtbelastung der Immissionspunkt Spohler Straße 105, Rastede-Wapeldorf.

An diesem Immissionspunkt gibt es eine zulässige Überschreitung von 0,3 dB(A). Diese Überschreitung ist trotz Ausweisung im Berechnungsausdruck mit „nicht eingehalten“ noch zulässig, da gem. TA Lärm der Nachweis gegenüber gerundeten Werten erfolgt und 45,3 dB(A) gerundet 45 dB(A) ergibt und damit der Richtwert zwar erreicht aber eingehalten ist.

Der Gutachter kommt zu dem Ergebnis, dass die neun geplanten Anlagen tagsüber bei Volllast betrieben werden können und lediglich eine Anlage nachts in einem schalloptimierten Modus laufen muss. Die anderen acht Anlagen können auch nachts bei Volllast betrieben werden.

Innerhalb der festgesetzten Sondergebiete 2-5 (SO WEA 2-5) mit der Zweckbestimmung Windenergieanlagen (WEA) gem. § 11 BauNVO dürfen Windenergieanlagen mit einem maximalen Schalleistungspegel (inkl. Sicherheitszuschlag) für die maßgeblichen Nachtzeit (22 bis 6 Uhr) von 103,3 dB(A) betrieben werden.

Innerhalb des festgesetzten Sondergebietes 1 (SO WEA 1) mit der Zweckbestimmung Windenergieanlagen (WEA) gem. § 11 BauNVO dürfen Windenergieanlagen mit einem maximalen Schallleistungspegel (inkl. Sicherheitszuschlag) für die maßgeblichen Nachtzeit (22 bis 6 Uhr) von 101,6 dB(A) betrieben werden.

Tieffrequente Geräusche/ Infrasschall

Zu den möglichen Infrasschallimmissionen, die von Windenergieanlagen ausgehen können, wurden in der Vergangenheit umfangreiche Untersuchungen vorgenommen. Grundsätzlich strahlen Windenergieanlagen, wie jedes andere hohe Bauwerk auch durch Wirbelbildung Infrasschall aus. Als Infrasschall wird Schall im Frequenzbereich < 20 Hz bezeichnet. Wahrnehmbar durch das menschliche Ohr ist dieser Frequenzbereich erst ab einem Schallpegel von 71 dB (Hörschwellenpegel im Infrasschallbereich gem. DIN 45680), Gesundheitsgefährdungen können erst ab einem Pegel von 120 dB erwartet werden (DEWI, Deutsches Windenergieinstitut Wilhelmshaven). Der Infrasschallpegel nimmt mit zunehmender Entfernung ab. Bei Messung an vergleichbaren Windenergieanlagen wurde festgestellt, dass die abgestrahlten Schallpegel im Infrasschallbereich (< 20 Hz) bei den durch die Wohnnutzung eingehaltenen Abständen weit unterhalb der Wahrnehmbarkeitsschwelle liegen.

4.4.2 Schattenwurf der Windenergieanlagen

Zur Prüfung der mit dem Planvorhaben verbundenen Schattenwurfbelastung wurde durch das Ingenieurbüro PLANKon, Oldenburg ein Schattenwurfgutachten für die neun Windenergieanlagen im Bereich des Standortes Varel-Rosenberg / -Neuenwege/ Rastede – Wapeldorf / Heubült (Bericht-Nr.: PK 2016015-STG, 31.05.2016, s. Anlage) erarbeitet. Die Aussagen des Gutachtens beziehen sich somit nicht nur auf die fünf geplanten Windenergieanlagen in diesem Bebauungsplan.

Die Schattenwurfberechnung erfolgte unter Berücksichtigung aller immissionsrelevanten Windenergieanlagen (WEA) im Untersuchungsraum. Diese umfassen die neun Windenergieanlagen der Typ ENERCON E-82 E2 (TES) mit 108,4 m Nabenhöhe. Als maßgebliche Immissionsorte (IO) wurden die nächstgelegenen Wohngebäude in der Umgebung ausgewählt, für die von erhöhter potenzieller Schattenwurfimmission ausgegangen werden kann.

Im 2002 sind durch einen Erlass des Niedersächsischen Umweltministeriums die „Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen“ für Niedersachsen als Grundlage im Genehmigungsverfahren festgelegt worden.

Im Rahmen des Schattenwurfgutachtens zeigt sich, dass eine Überschreitung des Jahresrichtwertes von 30 Stunden für die astronomisch mögliche Beschattungsdauer an insgesamt 34 der 41 betrachteten Immissionspunkte zu erwarten ist. An diesen Immissionspunkten sollte das Jahresmaximum auf 30 Stunden pro Jahr begrenzt werden.

Eine Überschreitung des Tagesrichtwertes von 30 Minuten astronomisch möglicher Beschattungsdauer ist an 22 Immissionspunkten durch die Gesamtbelastung mit den vorhandenen Windenergieanlagen zu erwarten. An diesen 22 Immissionspunkten sollte das Tagesmaximum auf 30 Minuten pro Tag begrenzt werden.

Bei dem Immissionspunkt mit der höchsten astronomisch möglichen Beschattungszeit pro Jahr handelt es sich um das Wohngebäude Wiesenweg 1, Rosenberg (IP E). Für diesen IP ergeben sich astronomisch möglichen Beschattungszeiten von 122:04 Stunden pro Jahr. Bei den Immissionspunkten mit der höchsten astronomisch möglichen Beschattungszeit je Tag handelt es sich ebenfalls um das Wohngebäude Wiesenweg 1, Rosenberg (IP E). Für diese IP ergibt sich eine astronomisch mögliche Beschattungszeit von 1:19 Stunden je Tag. Diese Zeiten können jedoch nur bei wolken- bzw. dunstfreiem Himmel und ungünstigster Rotorstellung (Rotor senkrecht zur Richtung Sonne – Be-

trachter) erreicht werden. Angesichts der zu erwartenden Beschattungszeiten unter Berücksichtigung der tatsächlichen Sonnenscheindauer und der Windrichtungsverteilung reduzieren sich die Beschattungszeiten deutlich.

Aufgrund der Überschreitungen an den Immissionspunkten ist eine Verminderung der Beeinträchtigungen durch Rotorschattenwurf herbeizuführen. Hierbei ist das Betriebsführungssystem der Windenergieanlagen so anzupassen oder durch Zusatzgeräte so auszustatten, dass die Windenergieanlage bei Überschreitungen zeitweise abgeschaltet werden.

Hieraus wird ersichtlich, dass anhand der Programmierung der astronomisch möglichen Schattenwurfzeiten sowie der Messung der tatsächlichen Sonneneinstrahlung eine Abschaltung bei Überschreitung der zulässigen Werte gewährleistet ist. Die Aktivierung der Schattenabschaltung wird von der Datenfernübertragung protokolliert und über mehrere Jahre gespeichert. Der Einsatz der Schattenwurfabschaltmodule entsprechend den Inhalten des Gutachtens wird im Rahmen des Durchführungsvertrages zum Bebauungsplan verbindlich geregelt. Den Belangen des Immissionsschutzes wird auf diese Weise Rechnung getragen.

4.5 Belange der Luftfahrt

Bei Bauhöhen von über 100 m über Grund wird generell eine Tag/Nacht-Kennzeichnung als Luftfahrthindernis sowohl für den militärischen als auch für den zivilen Flugbetrieb gemäß der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV) zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen in der aktuell gültigen Fassung notwendig. Nach § 14 i. V. m. § 31 und § 12 Luftverkehrsgesetz (LuftVG) bedürfen die Anlagen zudem der Erteilung einer Genehmigung durch die zuständige Luftfahrtbehörde. Die Anforderungen der militärischen und zivilen Luftfahrt an die Kennzeichnungs- und Genehmigungspflicht der geplanten Windenergieanlagen werden im Rahmen des BlmSch - Genehmigungsverfahrens berücksichtigt. Die Genehmigungspflicht bei Bauwerkshöhen über 100 m/Grund nach § 14 LuftVG wird im Bebauungsplan nachrichtlich übernommen.

Im Rahmen des Durchführungsvertrages zwischen der Gemeinde Rastede und dem Vorhabenträger wird der Einsatz einer bedarfsgerechten Befeuerung vereinbart. Ziel ist es, die Befeuerung so zu steuern, dass diese nur bei tatsächlichem Überflug eines Flugobjektes zum Einsatz gebracht werden muss. In der übrigen Nachtzeit bleibt der Windpark dann „unbeleuchtet“, eine dauerhafte blinkende Kennzeichnung wird so vermieden.

Bezüglich umliegender Radarstationen wurde durch die Airbus Defence and Space GmbH eine signaturtechnische Untersuchung durchgeführt. Diese Untersuchung kommt für die Radarstationen Wittmundhafen und Brockzetel zu folgendem Ergebnis:

Zum Radar Wittmundhafen:

Unter Abwägung der verschiedenen untersuchten Überflugpfade ist die Realisierung der geplanten WEAs als Enercon E82 E2 radartechnisch zulässig, da keine relevanten Zielverlustwahrscheinlichkeiten festzustellen sind, die zu einem Trackabbruch für ein LFZ mit einem RQS von 3 m² (Klasse Cessna oder größer) führen. Eine Fremdabschaltung für die geplanten WEAs ist daher nicht notwendig.

Zum Radar Brockzetel:

Für die untersuchte Frequenz von 3,1 GHz ist eine Reichweitenreduktion auf minimal 98,31 % des ungestörten Falls zu erwarten. Damit ist keine Reichweitenreduktion messbar. Eine Reichweitenreduktion ist erst bei unter 96,2 % des ungestörten Falles gegeben. Die Planung ist bezüglich des LV-Radars Brockzetel radartechnisch zulässig. Es ist keine messbare Reichweitenminderung zu erwarten.

4.6 Belange der Verkehrssicherheit / Eisabwurf

Grundsätzlich besteht bei Windenergieanlagen eine potenzielle Gefährdung durch Eisabwurf. Bei Temperaturen um und unterhalb des Gefrierpunktes kann es bei einer entsprechenden Luftfeuchtigkeit an den Vorderseiten der Rotorblätter von Windenergieanlagen zur Bildung von Eis, Raureif oder Schneeablagerungen kommen. Insbesondere bei den derzeit üblichen Windenergieanlagen mit Nabenhöhen über 100 m erfolgt die Eisbildung bereits durch das Durchlaufen der Rotorblätter durch Gebiete mit hoher Feuchtigkeit, z. B. bei tief hängenden Wolken und bei Hochnebel. Aufgrund der Drehbewegung der Rotorblätter können die gebildeten Eisablagerungen mehr als über 100 m weit geschleudert werden, was eine wesentliche Gefährdung von Personen und Sachen und insgesamt eine Beeinträchtigung der öffentlichen Sicherheit in besiedelten Gebieten oder im Bereich von Verkehrswegen darstellt.

Aufgrund der Besonderheiten einer Windenergieanlage mit drehendem Rotor ergeben sich daher neben den erforderlichen Abstandsflächen gem. NBauO zudem Forderungen zur Abstandshaltung wegen Eisabwurfgefahr. Gemäß Anlage 1 Nr. 2.7.9 der aktuellen Liste der Technischen Baubestimmungen ist die Richtlinie „Windenergieanlagen; Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“ in Verbindung mit der dazugehörigen Anlage 1 Nr. 2.7/12 Ziffer 2 gelten Abstände größer als $1,5 \times$ (Rotordurchmesser + Nabenhöhe) zu Verkehrswegen und Gebäuden in der Regel als ausreichend anzusehen. Diese Abstände können unterschritten werden, sofern Einrichtungen installiert werden, durch die der Betrieb der Windenergieanlage bei Eisansatz sicher ausgeschlossen werden kann oder durch die ein Eisansatz verhindert werden kann. Eine gutachterliche Stellungnahme eines Sachverständigen zur Funktionssicherheit dieser Einrichtungen ist als Teil der Bauvorlagen vorzulegen.

Die im Plangebiet vorgesehenen Windenergieanlagen sind, sofern Abstände z. B. zu Verkehrswegen dies erfordern, mit einem automatischen Eiserkennungs- und Maschinenabschaltsystem auszustatten. Die Funktionsweise dieser Systeme stellt sich wie folgt dar. Möglicher Eisansatz wird durch das Betriebsführungssystem der Windenergieanlagen erkannt, in dem die aktuellen Werte für Leistung und Windgeschwindigkeit der Anlagen erfasst und mit dem vorgegebenen Betriebskennfeld verglichen werden. Eine entsprechende Abweichung deutet auf eine Verschlechterung der Rotorblattdynamik durch Eisansatz hin – es erfolgt eine Abschaltung der Anlage. Aufgrund der hohen Empfindlichkeit der aerodynamischen Profile wird die Windenergieanlage bereits abgeschaltet bevor das Eis in einer gefährdenden Dicke auf dem Rotorblatt abgelagert wird. Zusätzlich werden auch Turm- und Treibstangenschwingungen erkannt, die durch vereisungsbedingte Zusatzmassen am Rotor entstehen. Auch sie führen zu einer Abschaltung der Anlage. Die Anlage wird erst nach einem manuellen Reset wieder in Betrieb gesetzt.

Der Einsatz eines Eiserkennungs- und Maschinenabschaltsystem ist durch einen Hinweis im Bebauungsplan kenntlich gemacht und wird im Rahmen des BImSch-Genehmigungsverfahrens sichergestellt.

4.7 Belange des Modellflugsportclubs

Südlich der nördlichen Teilfläche befindet sich das Gelände eines Modellflugsportclubs (Modellflugsport Club MFSC Hahn e.V. Wapeldorf). Das Gelände umfasst im Wesentlichen ein Vereinsheim und eine Start- und Landebahn. Der Club besitzt eine Aufstiegserlaubnis für den heutigen Betrieb.

Mit der derzeit vorliegenden Planung würde der Club die Aufstiegserlaubnis für die heutige Start- und Landebahn verlieren. Die Gemeinde Rastede hat sich klar für den Erhalt dieses Clubs ausgesprochen. Im Einvernehmen zwischen dem Modellflugsportclubs und dem Vorhabenträger wurde eine Verlagerung der Start- und Landebahn vereinbart. Für eine neue Start- und Landebahn, östlich der heutigen liegt eine Aufstiegserlaubnis

der Luftfahrtbehörde vor. Diese Erlaubnis enthält eine aufschiebende Wirkung. Das bedeutet, dass der Club die heutige Start- und Landebahn weiter nutzen kann, bis für die geplanten Windenergieanlagen die BImSch-Genehmigungen vorliegen. Sobald die Genehmigungen vorliegen, tritt die neue Aufstiegserlaubnis in Kraft, so dass der Fortbestand des Clubs aus Sicht der Luftverkehrsbehörde abgesichert ist. Etwaige privatrechtliche Vereinbarungen zur Verlagerung der Start- und Landebahn müssen zwischen dem Club und dem Vorhabenträger abgeschlossen werden und sind nicht Gegenstand der Bauleitplanung.

5.0 INHALTE DES BEBAUUNGSPLANES

5.1 Vorhaben- und Erschließungsplan

Dem vorhabenbezogenen Bebauungsplan Nr. 11 „Windenergie Wapeldorf / Heubült“ ist ein Vorhaben- und Erschließungsplan und eine Vorhabenbeschreibung gem. § 12 (3) BauGB beigelegt. In den entsprechenden Unterlagen ist das Vorhaben eindeutig beschrieben.

5.2 Art der baulichen Nutzung

Anlässlich des aktuellen Entwicklungsvorhabens werden mit dem vorhabenbezogenen Bebauungsplan Nr. 11 "Windenergie Wapeldorf / Heubült" die planungsrechtlichen Voraussetzungen für die Errichtung eines Windparks mit fünf Windenergieanlagen geschaffen, um die Windenergienutzung in der Gemeinde Rastede im Sinne von § 1 (6) Nr. 7f BauGB (Nutzung erneuerbarer Energien) weiterzuentwickeln.

Im Rahmen der vorliegenden Planung werden daher die Anlagenstandorte inkl. der von den Rotoren überstrichenen Flächen als sonstige Sondergebiete (SO) mit der Zweckbestimmung „Windenergieanlagen“ gem. § 11 (2) BauNVO festgesetzt.

Zur Realisierung der geplanten Maßnahmen sollen fünf Windenergieanlagen errichtet werden. In dem vorhabenbezogenen Bebauungsplan Nr. 11 „Windenergie Wapeldorf / Heubült“ werden jeweils im Bereich der geplanten Anlagenstandorte überbaubare Grundstücksflächen in Anlehnung an einen Kreisradius entsprechend dem maximal zulässigen Rotordurchmesser festgelegt.

Innerhalb der überbaubaren Grundstücksflächen sind die für den Betrieb der Windenergieanlagen notwendigen baulichen Anlagen und technischen Einrichtungen unterzubringen. Zur Steuerung einer zweckgebundenen Nutzung sind auf den festgesetzten überbaubaren Grundstücksflächen ausschließlich folgende Nutzungen zulässig:

- Windenergieanlagen (WEA)
- notwendige Infrastrukturanlagen
- landwirtschaftliche Nutzungen

Die Flächen außerhalb der überbaubaren Bereiche werden als Flächen für die Landwirtschaft festgesetzt, um die Bewirtschaftung der Freiflächen zwischen den Anlagenstandorten weiterhin sicherzustellen.

5.3 Maß der baulichen Nutzung

Innerhalb des festgesetzten Sondergebietes (SO WEA) wird das Maß der baulichen Nutzung über die Festlegung einer maximal zulässigen Grundfläche (GR) gem. § 16 (2) Nr. 1 BauNVO je Anlagenstandort bestimmt.

Zur Begrenzung der Flächenversiegelung auf das notwendige Mindestmaß wird, bezogen auf die einzelnen überbaubaren Grundstücksflächen eine nutzungsspezifische Grundfläche (GR) festgesetzt, die sich aus dem Flächenanteil für die notwendigen Auf-

stell- und Erschließungsflächen (Fundament, Kranstellflächen etc.) im Bereich der einzelnen Anlagenstandorte ergibt. Die im Bebauungsplan gesondert, außerhalb der überbaubaren Flächen gem. § 9 (1) Nr. 11 BauGB, als private Verkehrsflächen festgesetzten Erschließungswege sind hierbei nicht zu berücksichtigen. Eine Überschreitung der festgesetzten Grundfläche (GR) von 1.200 m² nach § 19 (4) BauNVO wird zur Minimierung der Flächenversiegelung nicht zugelassen.

Innerhalb des Sondergebietes (SO WEA) wird das Maß der baulichen Nutzung zudem über die Festsetzung der Höhe der Windenergieanlagen gem. § 16 (2) Nr. 4 BauNVO definiert. Die maximale Bauhöhe der neu geplanten Windenergieanlagen beträgt jeweils 150 m.

Für die festgesetzten Höhen gelten folgende Bezugspunkte gem. § 18 (1) BauNVO:

- Oberer Bezugspunkt: Nabenhöhe der Anlage plus halbem Rotordurchmesser (senkrechte Rotorspitze)
- Unterer Bezugspunkt: Oberkante der nächstgelegenen privaten Erschließungsstraße der jeweiligen Windenergieanlage.

5.4 Überbaubare und nicht überbaubare Grundstücksflächen

Die überbaubaren und nicht überbaubaren Grundstücksflächen werden innerhalb des Sondergebietes (SO WEA) über die Festsetzung von Baugrenzen gem. § 23 (3) BauNVO so definiert, dass sie für die Errichtung der geplanten Windenergieanlagen ausreichend dimensioniert sind. Dementsprechend werden um die insgesamt fünf neu geplanten Windenergieanlagenstandorte überbaubare Grundstücksflächen angeordnet. Hierdurch werden sowohl der Anlagenstandort selbst als auch die Projektionsfläche, die durch den Rotor überstrichen wird, abgedeckt.

Durch die Festsetzung überbaubarer Grundstücksflächen werden die Standorte der Anlagen exakt definiert.

5.5 Öffentliche Verkehrsfläche

Die äußere Erschließung erfolgt für die nördliche Teilfläche über die Spohler Straße (L 820). Von dieser öffentlichen Straße werden die einzelnen Anlagen durch private landwirtschaftliche Straßen / Genossenschaftswege erschlossen. Um die Anbindung an das überörtliche Straßennetz möglich zu machen, muss ein Teil (hier 30,0 m) der privaten landwirtschaftlichen Straßen als öffentliche Straßenverkehrsfläche gewidmet und gemäß der Vorgaben der NLStBV ausgebaut werden. Die ersten 30,0 m der landwirtschaftlichen Straße, die an die Spohler Straße grenzen, werden daher als öffentliche Verkehrsfläche gem. § 9 (1) Nr. 11 BauGB festgesetzt.

5.6 Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung

Die innere Erschließung der Anlagenstandorte erfolgt durch private landwirtschaftliche Straßen / Genossenschaftswege. Die neu zu schaffenden Wegetrassen wurden so gewählt, dass einerseits vorhandene Gräben und Wallhecken geschützt werden und gleichzeitig die landwirtschaftlichen Flächen nicht zu stark durchschnitten werden und somit die ordnungsgemäße Bewirtschaftung der Flächen nicht beeinträchtigt wird.

Die planungsrechtliche Absicherung dieser Wege erfolgt über die Festsetzung von Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung gem. § 9 (1) Nr. 11 BauGB. Zu diesen Erschließungsflächen gehören nicht nur die privaten Verkehrswege, sondern auch die den Anlagen jeweils zugeordneten Kranstellflächen. Diese sowie die übrigen privaten Verkehrsflächen sind entsprechend ihrem Nutzungszweck und zur Minimierung der Versiegelung aus wasserdurchlässigem Material (Schotterbauweise) herzustellen.

5.7 Wasserflächen

Die im Geltungsbereich verlaufenden Gewässer II. Ordnung, die Wapel im nördlichen Bereich und die Bekhauser Bäke im Süden, werden im Bebauungsplan gem. § 9 (1) Nr. 16 BauGB als Wasserflächen festgesetzt. Die entlang der Gewässer einzuhaltenden Gewässerräumstreifen werden nachrichtlich in die Planzeichnung des Bebauungsplanes übernommen. Im Zuge der Erschließungsplanung sind die ggf. notwendigen wasserrechtlichen Genehmigungsverfahren durchzuführen.

5.8 Fläche für die Landwirtschaft und Wald

Die überwiegenden Flächen innerhalb des Geltungsbereichs sind heute landwirtschaftliche Flächen und sollen als solche auch in Zukunft genutzt werden. Aus diesem Grund werden diese Flächen um die Windenergieanlagenstandorte und die notwendigen Erschließungswege entsprechend der gegenwärtigen Nutzung für die weitere Bewirtschaftung für landwirtschaftliche Zwecke gesichert. Den landwirtschaftlichen Belangen und den Entwicklungsinteressen der örtlichen Landwirte wird somit Rechnung getragen.

Am nördlichen Rand der südlichen Teilfläche befindet sich, überwiegend außerhalb des Geltungsbereichs, ein naturnahes Feldgehölz, welches aufgrund seiner Ausprägung als Wald einzustufen ist. Die Teilfläche dieses Feldgehölzes innerhalb des Geltungsbereichs wird entsprechend als Wald gem. § 9 (1) Nr. 18b BauGB festgesetzt und somit planungsrechtlich gesichert.

6.0 ÖRTLICHE BAUVORSCHRIFTEN

Im Rahmen des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes Nr. 11 „Windenergie Wapeldorf / Heubült“ werden örtliche Bauvorschriften gem. § 84 der Niedersächsischen Bauordnung (NBauO) entsprechend des Planvorhabens definiert, die für den gesamten Geltungsbereich des Bebauungsplanes gelten. Sie umfassen gestalterische Vorgaben bezüglich der Farbgebung, Werbeanlagen und der Lichtenanlagen, um im Hinblick auf das Landschaftsbild und die Fernwirkung eine verträgliche Gestaltung der Anlagenstandorte zu sichern.

Der räumliche Geltungsbereich der örtlichen Bauvorschriften entspricht dem Geltungsbereich des vorhabenbezogenen Bebauungsplans Nr. 11 „Windenergie Wapeldorf / Heubült“.

Anlagentyp

Die Windenergieanlagen müssen als geschlossene Körper errichtet werden.

Farbgebung

Die einzelnen Bauteile der Windenergieanlagen (WEA) sind in einem mattierten, weißen bis hellgrauen Farbton anzulegen.

Ausnahmsweise können im unteren Bereich des Windenergieanlagenturms mattierte grüne Farbtöne gewählt werden. Hierbei ist eine Abstufung der Farbtöne von dunkel- auf hellgrün, jeweils von unten ausgehend, bis zu einer Höhe von maximal 20,00 m zulässig.

Die Außenfassaden von Umspannwerken und Nebenanlagen (Hochbauten wie z.B. erforderliche Kompaktstationen) sind mit einem dauerhaft mattierten hellgrauen oder schilfgrünen Anstrich zu versehen.

Werbeanlagen

Innerhalb des Geltungsbereiches sind Werbeanlagen und Werbeflächen nicht zulässig. Ausgenommen ist die Eigenwerbung des Herstellers, bezogen auf den installierten Anlagentyp. Die Werbeaufschrift ist auf die Anlagengondel zu beschränken. Lichtwerbung oder die Beleuchtung der Werbeschrift ist unzulässig.

Lichtanlagen

Beleuchtungskörper an baulichen Anlagen und als eigenständige Außenleuchten sind nicht zulässig. Ausgenommen ist die notwendige Beleuchtung für Wartungsarbeiten sowie Kennzeichnungen gemäß Luftverkehrsgesetz.

7.0 VERKEHRLICHE UND TECHNISCHE INFRASTRUKTUR

- **Äußere Erschließung**
Die Verkehrsanbindung des Plangebietes erfolgt für die nördliche Teilfläche über die Spohler Straße (L 820) und für die südliche Teilfläche über den Vorderweg.
- **Gas- und Stromversorgung, Schmutz- und Abwasserversorgung, Wasserversorgung, Abfallbeseitigung**
Die Ver- und Entsorgung des Plangebietes bezüglich der o. g. Aspekte ist entsprechend der angestrebten Nutzungsform nicht erforderlich.
- **Oberflächenentwässerung**
Die Oberflächenentwässerung erfolgt über Anschluss an das vorhandene Entwässerungssystem.
- **Fernmeldetechnische Versorgung**
Die fernmeldetechnische Versorgung des Plangebietes wird innerhalb der Ausführungsplanung geregelt.
- **Sonderabfälle**
Sonderabfälle sind vom Abfallerzeuger einer ordnungsgemäßen Entsorgung zuzuführen.
- **Brandschutz**
Die Löschwasserversorgung wird entsprechend den jeweiligen Anforderungen im Zuge der Ausführungsplanung sichergestellt.
- **Anbindung an das öffentliche Stromnetz**
Die Anbindung an das öffentliche Stromnetz ist im Rahmen der konkreten Planungen sicherzustellen.

8.0 VERFAHRENSGRUNDLAGEN /-VERMERKE

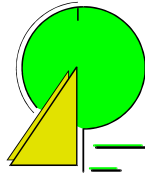
8.1 Rechtsgrundlagen

- **BauGB** (Baugesetzbuch),
- **BauNVO** (Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke: Baunutzungsverordnung),
- **PlanzV** (Verordnung über die Ausarbeitung der Bauleitpläne und die Darstellung des Planinhaltes: Planzeichenverordnung),
- **NBauO** (Niedersächsische Bauordnung),
- **BNatSchG** (Bundesnaturschutzgesetz),
- **NAGBNatSchG** (Nieders. Ausführungsgesetz z. Bundesnaturschutzgesetz),
- **NKomVG** (Nieders. Kommunalverfassungsgesetz).

8.2 Planverfasser

Die Ausarbeitung des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes Nr. 11 „Windenergie Wapeldorf / Heubült“ erfolgte im Auftrag der Windkonzept Projektentwicklungs GmbH & Co. KG für die Gemeinde Rastede durch

Diekmann •
Mosebach
& Partner



Regionalplanung
Stadt- und Landschaftsplanung
Entwicklungs- und Projektmanagement

Oldenburger Straße 86 - 26180 Rastede
Telefon (0 44 02) 9116-30
Telefax (0 44 02) 9116-40
www.diekmann-mosebach.de
mail: info@diekmann-mosebach.de

Anlagen

- „Schattenwurfgutachten für den Betrieb von 9 Windenergieanlagen Typ Enercon E-82 E2 (2,3 MW) mit 108,4 m Nabenhöhe am Standort 26313 Varel-Rosenberg / Neuenwege und 26180 Rastede-Heubült“, Berichtsnummer PK 2016015-STG, 31.05.2016, PLANKon, Blumenstraße 26, 26121 Oldenburg
- „Geräuschemissionsgutachten für den Betrieb von 9 Windenergieanlagen Typ Enercon E-82 E2 (2,3 MW, TES) mit 108,4 m Nabenhöhe am Standort 26313 Varel-Rosenberg / Neuenwege und 26180 Rastede-Heubült“, Berichtsnummer PK 2016015-SLG-A, 05.02.2018, PLANKon, Blumenstraße 26, 26121 Oldenburg
- Anlage 3a: Vorhaben- und Erschließungsplan „Errichtung von 2 Windenergieanlagen des Typs ENERCON E-82 E2 / 108,38mNh“.
- Anlage 3b: Vorhabenbeschreibung „Kurzbeschreibung“ (Teilfläche Nord)
- Anlage 4a: Vorhaben- und Erschließungsplan „Errichtung von 3 Windenergieanlagen des Typs ENERCON E-82 E2 / 108,38mNh“.
- Anlage 4b: Vorhabenbeschreibung „Kurzbeschreibung“ (Teilfläche Süd)
- Anlage 5: Signaturtechnisches Gutachten zur Planung von Windenergieanlagen im Bereich Wapeldorf-Heubült im Einflussbereich der militärischen Radaranlagen Brockzetel und Wittmund (Gutachten Nr.: TAEYO2-333/16)

SCHATTENWURFGUTACHTEN

für den Betrieb von

9 WINDENERGIEANLAGEN

TYP ENERCON E-82 E2 (2,3 MW) MIT 108,4 M NABENHÖHE

am Standort

26316 VAREL-ROSENBERG/-NEUENWEGE / 26180 RASTEDE-HEUBÜLT

AUFTRAGGEBER: Windkonzept Projektentwicklungs GmbH & Co. KG
Mansholter Str. 30
26215 Wiefelstede

BERICHTSNUMMER: PK 2016015-STG

DATUM: 31.05.2016

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Sonnenstand	4
3	Schattenwurf	5
4	Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen.....	6
5	Datengrundlage	7
6	Ergebnisse	10
7	Schlussbetrachtung.....	13
8	Literatur.....	15
9	Anlagen zum Schattenwurfgutachten 9 WEA Enercon E-82 E2 (2,3 MW) am Standort Rosenberg / Neuenwege / Heubült.....	16

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Darstellung der bautechnischen Daten der berücksichtigten WEA.....	7
Tabelle 2: Untersuchte Immissionspunkte (Schattenrezeptoren nach LAI-Schattenwurfhinweisen /3/)	8
Tabelle 3: Berechnungsergebnisse der Gesamtbelastung	10

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 Rosenberg / Neuenwege / Heubült in den Gemeinden Varel und Rastede ist die Errichtung von neun Windenergieanlagen (WEA) des Typs Enercon E-82 E2 (2,3 MW) mit einer Nabenhöhe von jeweils 108,4 m geplant. Der Rotordurchmesser der geplanten Anlagen beträgt 82,0 m und die Nennleistung beträgt je WEA 2.300 kW.

Im näheren Umfeld zu den geplanten WEA bestehen aktuell keine weiteren, als Vorbelastung zu berücksichtigenden, WEA.

Der Auftraggeber, die Windkonzept Projektentwicklungs GmbH & Co. KG, beauftragte das Ingenieurbüro PLANKon mit der Erstellung einer Schattenwurfprognose für die neun geplanten Windenergieanlagen. Die hier vorgenommene Begutachtung erfolgt im Rahmen des BImSchG-Genehmigungsverfahrens.

Die Gemeinde Varel mit den Ortsteilen Rosenberg und Neuenwege gehört zum Landkreis Friesland. Die Gemeinde Rastede mit den Ortsteilen Heubült und Wapeldorf liegt im Landkreis Ammerland. Beide Gemeinden befinden sich in Niedersachsen.

Das Gebiet um den Standort stellt sich als landwirtschaftlich genutzter Einwirkungsbereich dar. Die Stadt Varel im Norden und Jaderberg im Osten stellen die nächstgelegenen größeren Ortschaften im Umfeld des geplanten Windparks dar. Die Aufstellung der WEA ist beidseitig der BAB A29 in den Vareler Ortsteilen Rosenberg und Neuenwege nördlich der Landesstraße L862 geplant, sowie östlich der A29 und südlich der L862 im Rasteder Ortsteil Heubült. Die Anlagen besitzen zu der vorhandenen Wohnbebauung im Außenbereich eine Entfernung von mind. 530 m. Die Wohnnutzung an dem näher gelegenen Immissionspunkt E (Wiesenweg 1, Rosenberg), ca. 395 m nördlich der geplanten WEA mit der Bezeichnung „WEA 02“, wird aufgegeben. Eine Berücksichtigung als Immissionspunkt zur Ermittlung der Schattenwurfimmissionen findet trotzdem statt (s. Kap. 5).

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 Windenergieanlagen des Typs Enercon E-82 E2 (2,3 MW) mit 108,4 m Nabenhöhe wurde ein max. Einwirkungsbereich des Schattenwurfes von 1.598 m auf die untersuchten vertikalen Flächen (Schattenrezeptoren gem. LAI-Hinweisen /3/) ermittelt.

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 vorliegenden Kartenmaterial graphisch über die Berechnungssoftware ermittelt wurden. Die Berechnungen wurden für die neun geplanten Anlagen vom Typ Enercon E-82 E2 (2,3 MW) durchgeführt. Die geplante WEA vom Typ Enercon E-82 E2 (2,3 MW) ist an den Rotorblättern mit Serrations ausgestattet (TES – Tearing Edge Serrations). Die Koordinaten der geplanten WEA wurden vom Auftraggeber vorgegeben.

Im Vorfeld der Schattenwurfprognose wurde geprüft, ob von den bestehenden Windparks bei Conneforde im Landkreis Ammerland (3 x Enercon E-40/6.44, mind. 4 km westlich des Planungsstandortes) und im Windpark Varel-Hohelucht (4 x Enercon E-82 E2 und 3 x Enercon E-66/18.70, ca. 3,4 km nordöstlich des Planungsstandortes) Schattenwurfimmissionen ausgehen, die in der vorliegenden Prognose als relevante Vorbelastung zu berücksichtigen sind. Die Berechnung des Schattenwurfes durch die Windparks Conneforde und Hohelucht ergibt jedoch, dass beide Windparks aufgrund der großen Distanz zum geplanten Standort Rosenberg / Neuenwege / Heubült, an den betrachteten Immissionspunkten keinen Schattenwurf erzeugen (vgl. Berechnungsergebnisse im Anhang).

Laut Aussage der zuständigen Behörden der Landkreise Ammerland (Herr Herbers, Amt für Bauwesen und Kreisentwicklung, E-Mail vom 30.05.2016) und Friesland (Frau Salomon, Telefonat vom 30.05.2016) sind im näheren Umfeld zu den geplanten WEA, ebenso wie in den vorhandenen beiden Windparks, aktuell keine weiteren WEA beantragt oder genehmigt, die ansonsten als Vorbelastung zu berücksichtigen wären.

Tabelle 1: Darstellung der bautechnischen Daten der berücksichtigten WEA

Parameter	9 gepl. WEA
WEA - Typ	Enercon E-82 E2 (TES)
Nennleistung	2.300 kW
Rotordurchmesser	82,0 m
Anzahl Rotorblätter	3
Nabenhöhe	108,4 m

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 * 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
A	Beekenweg 7, Rosenberg
B	Beekenweg 8, Rosenberg
C	Bültersweg 2, Rosenberg
D	Bültersweg 4, Rosenberg
E	Wiesenweg 1, Rosenberg
F	Bültersweg 1, Neuenwege
G	Behntweg 2, Neuenwege
H	Bültersweg 5, Neuenwege
I	Bültersweg 7, Neuenwege
J	Bültersweg 9, Neuenwege
K	Oldenburger Str. 127, Neuenwege
L	Oldenburger Str. 140, Neuenwege
M	Oldenburger Str. 140A, Neuenwege
N	An der Wapel 31, Heubült (verfallen)
O	An der Wapel 16, Heubült
P	An der Wapel 12, Heubült
Q	An der Wapel 2, Heubült
R	Wilhelmshavener Str. 700, Heubült
S	Wilhelmshavener Str. 680, Heubült
T	Wilhelmshavener 673, Heubült
U	Spohler Str. 1, Heubült
V	Spohler Str. 2b, Heubült
W	Wilhelmshavener Str. 657a, Heubült
X	Wilhelmshavener Str. 630, Heubült
Y	Wilhelmshavener Str. 591, Heubült
Z	Wilhelmshavener Str. 573, Heubült
AA	Wilhelmshavener Str. 546, Heubült
AB	Wilhelmshavener Str. 533, Heubült
AC	Vorderweg 67, Wapeldorf

Immissionspunkt	Lagebeschreibung
AD	Vorderweg 53a, Wapeldorf
AE	Vorderweg 34, Wapeldorf
AF	Vorderweg 10, Wapeldorf
AG	Vorderweg 6, Wapeldorf
AH	Spohler Str. 111, Wapeldorf
AI	Spohler Str. 107, Wapeldorf
AJ	Spohler Str. 105, Wapeldorf
AK	Spohler Str. 116, Wapeldorf (verfallen)
AL	Spohler Str. 120, Wapeldorf
AM	Spohler Str. 162, Wapeldorf
AN	Spohler Str. 168, Wapeldorf
AO	Mitteldörper Weg 4A, Wapeldorf

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 halber Rotorfläche) 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.

Es werden insgesamt 41 Gebäude in der näheren Umgebung zu den geplanten Windenergieanlagen als Immissionspunkte untersucht. Bei den Immissionspunkten handelt es sich vorwiegend um die nächstgelegene Wohnbebauung mit Lage im Außenbereich. Alle Immissionspunkte wurden im Zuge einer Ortsbegehung am 26.05.2016 in Augenschein genommen.

Für den ca. 395 m nördlich der geplanten WEA mit der Bezeichnung „WEA 02“ gelegenen Immissionspunkt Wiesenweg 1 in Varel-Rosenberg (Immissionspunkt E) wurde vom Auftraggeber und von der Stadt Varel (Herr Freitag, Fachbereich Planung und Bau, Telefonat vom 22.02.2016) mitgeteilt, dass die Wohnnutzung aufgegeben werde. Die Berücksichtigung als Schall-Immissionspunkt entfällt deshalb. Eine Berücksichtigung als Schatten-Immissionspunkt ist jedoch weiterhin erforderlich, da eine Nutzung des Gebäudes als Büro folgen soll, welche wiederum der Schutzwürdigkeit nach LAI-Schattenwurfhinweisen /3/ unterliegt.

Im Falle der Immissionspunkte N (An der Wapel 31, Rastede-Heubült) und AK (ehemaliges Gasthaus „frivoli“, Spohler Str. 116, Rastede-Wapeldorf) handelt es sich um zurzeit unbewohnte, verfallene Gebäude. Da eine Wiederaufnahme der Wohnnutzung hier nicht auszuschließen ist, wurden die beiden Gebäude im Sinne einer „worst case“-Prognose als Immissionspunkte berücksichtigt.

Am Immissionspunkt AH (Spohler Str. 111, Rastede-Wapeldorf), welches zum Autohaus Mönlich gehört, wird nach Besichtigung vor Ort sowohl von der Nutzung sowohl als Wohnhaus als auch als Büro ausgegangen. In beiden Fällen ist eine Berücksichtigung als Immissionspunkt gem. /3/ erforderlich.

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 die neun geplanten WEA (Zusatzbelastung) durchgeführt und dokumentiert. Da am Standort Rosenberg/Neuenwege/Heubült keine relevante Vorbelastung in Bezug auf Schattenwurfimmissionen besteht (vgl. Berechnungsergebnisse zur Prüfung möglicher Vorbelastung im Anhang), stellt die Zusatzbelastung durch die neun geplanten Anlagen in diesem Falle die Gesamtbelastung am Standort dar.

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 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 3: Berechnungsergebnisse der Gesamtbelastung

Immissionspunkt	Tage/Jahr [d/a] Worst Case	max. Dauer/Tag [h/d] Worst Case	max. Dauer/Jahr [h/a] Worst Case
A	74	00:34	28:26
B	88	00:32	29:39
C	102	00:32	34:17
D	125	00:29	39:15
E	171	01:19	122:04
F	76	00:29	22:30
G	184	00:55	98:17
H	159	00:47	77:33
I	151	00:47	76:15
J	110	00:47	54:41
K	46	00:56	32:26
L	64	01:05	58:30

Immissionspunkt	Tage/Jahr [d/a] Worst Case	max. Dauer/Tag [h/d] Worst Case	max. Dauer/Jahr [h/a] Worst Case
M	70	01:07	65:42
N	120	00:29	33:17
O	115	00:28	34:05
P	116	00:29	35:29
Q	118	00:29	36:14
R	143	00:37	52:33
S	165	00:47	60:49
T	196	00:44	83:48
U	221	00:35	85:00
V	187	00:39	77:12
W	231	00:34	87:06
X	212	00:30	65:22
Y	134	00:29	46:23
Z	91	00:31	35:09
AA	110	00:25	35:58
AB	70	00:27	27:57
AC	77	00:33	31:45
AD	116	00:38	54:22
AE	160	00:28	49:25
AF	143	00:27	43:39
AG	136	00:27	42:01
AH	196	00:29	67:43
AI	229	00:30	76:56
AJ	208	00:32	71:46
AK	204	00:31	72:16
AL	168	00:26	52:09
AM	62	00:17	12:46
AN	60	00:17	12:12
AO	53	00:14	08:35

Bei Betrachtung der Gesamtbelastung durch die neun geplanten WEA ergibt sich, dass der Richtwert für die zulässige Jahresgesamstundenzahl (30 h/a) an den Immissionspunkten C bis E, G

bis AA und AC bis AL überschritten wird. An den Immissionspunkten A bis C, E, G bis M, R bis W, Z, AC, AD, AJ und AK wird der Richtwert für die zulässige Tagesminutenzahl (30 min/d) für Schattenwurf überschritten. An den Immissionspunkten X und AI wird der Richtwert für die zulässige Schattenwurfdauer pro Tag erreicht.

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. 15 km südlich gelegene 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. 395 m und 769 m von den geplanten Windenergieanlagen entfernt liegen. Unter Berücksichtigung der Drehzahl des Rotors von 6 bis 18 U/min (Enercon E-82 E2 mit 2,3 MW Nennleistung) und der Anzahl der Rotorblätter ergibt sich eine Lichtwechselfrequenz des Schattenwurfes von 0,30 Hz bis 0,90 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.

Bei Betrachtung der Gesamtbelastung durch die neun geplanten WEA wird der Richtwert für die zulässige Jahresgesamstundenzahl (30 h/a) an den Immissionspunkten C bis E, G bis AA und AC bis AL überschritten wird. An den Immissionspunkten A bis C, E, G bis M, R bis W, Z, AC, AD, AJ und AK wird der Richtwert für die zulässige Tagesminutenzahl (30 min/d) für Schattenwurf überschritten. An den Immissionspunkten X und AI wird der Richtwert für die zulässige Schattenwurfdauer pro Tag erreicht.

An den Immissionspunkten, an denen sich in der Schattenwurfprognose Überschreitungen der Richtwerte nach LAI-Hinweisen /3/ ergeben, muss die von den geplanten WEA verursachte Schattenwurfbelastung auf das zulässige Maß reduziert werden. Dies muss durch die Einrichtung einer Schattenabschaltung für die geplanten Anlagen gewährleistet werden.

Aufgrund der ermittelten 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 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 Wanddecken 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 31. Mai 2016


Dipl.-Ing. Roman Wagner vom Berg



8 Literatur

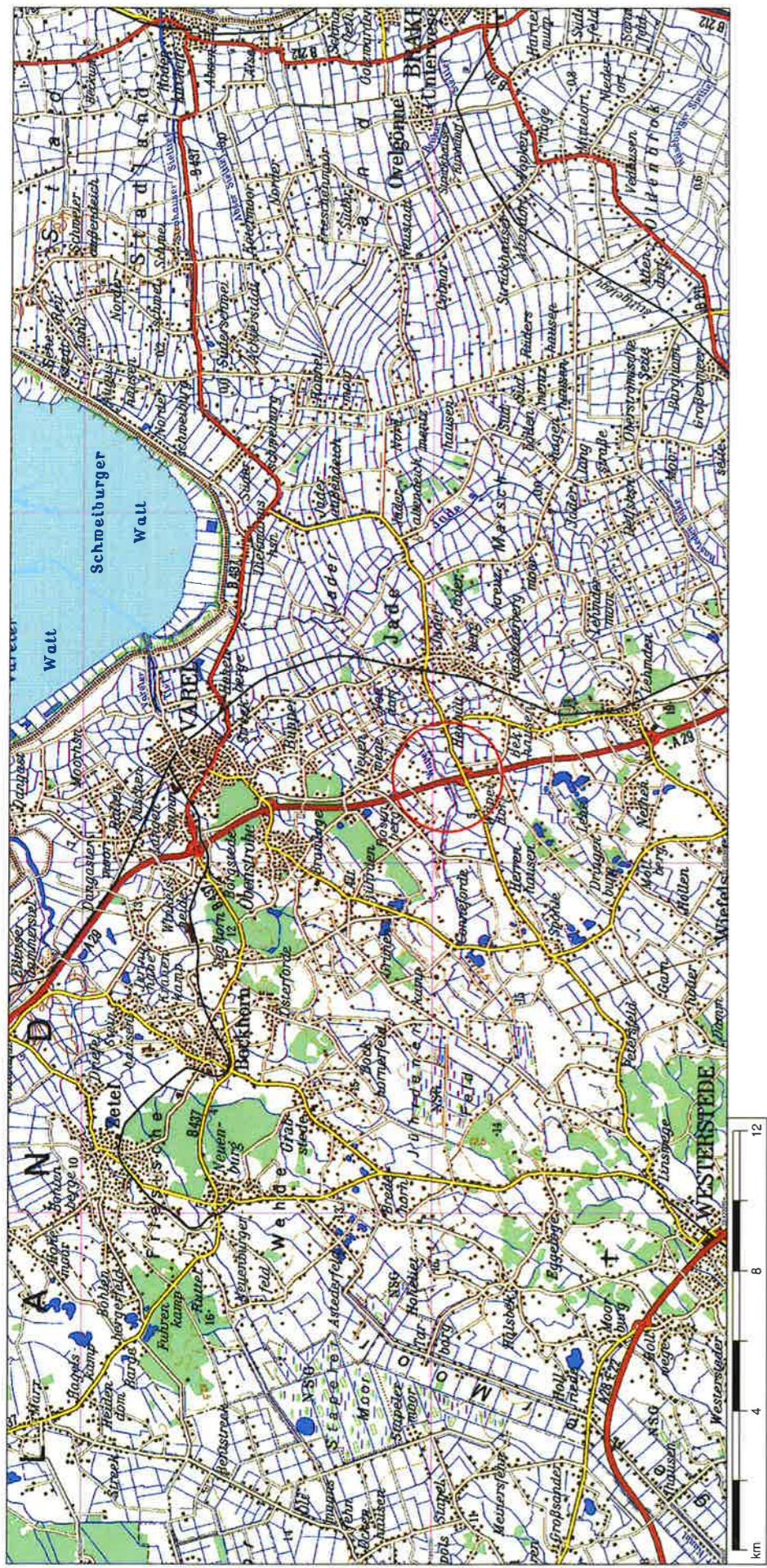
- /1/ Programmbeschreibung der Berechnungssoftware WindPRO, Modul „Shadow“ der Fa. EMD International A/S
- /2/ Deutscher Wetterdienst „Klimadaten von Deutschland, Zeitraum 1961-1990“, Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach am Main 1996
- /3/ Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI): Hinweise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

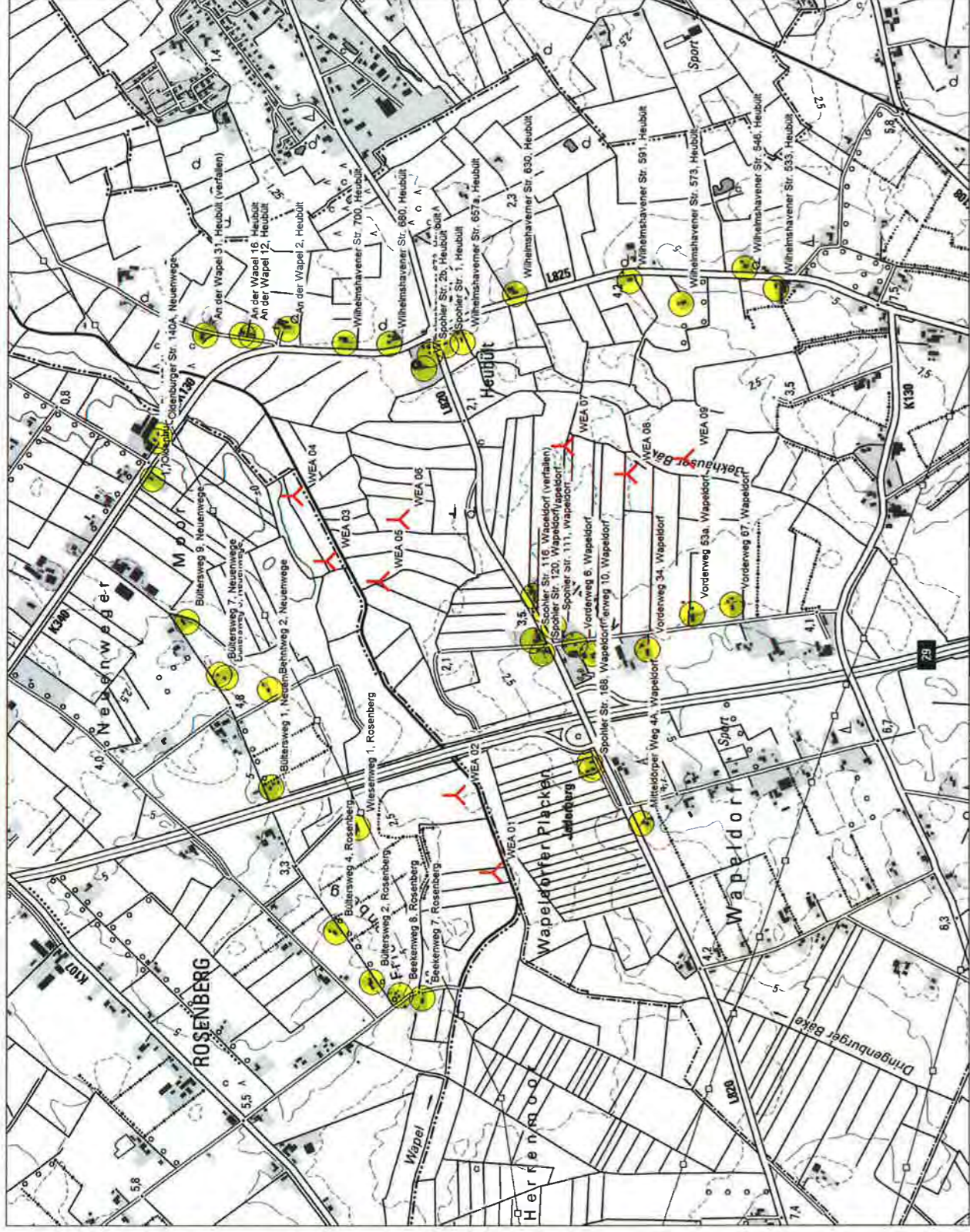
9 Anlagen zum Schattenwurfgutachten 9 WEA Enercon E-82 E2 (2,3 MW) am Standort Rosenberg / Neuenwege / Heubült

- 1 Blatt Übersichtsplan
- 2 Blatt Lageplan
- 3 Blatt Detailansichten Standort Rosenberg / Neuenwege / Heubült

- 4 Blatt Prüfung der Vorbelastung durch vorh. WEA: 3 x Enercon E-40/6.44 (Conneforde), 3 x E-66/18.70 und 4 x E-82 E2 (Varel-Hohelucht) - Berechnungsprotokolle inkl. Eingabedaten und Kalender (grafisch) sowie Karte der Jahresstundenzahl (Isolinien) und max. Schattenwurf pro Tag (Raster)
- 91 Blatt Gesamtbelastung durch neun geplante WEA - Berechnungsprotokolle inkl. Eingabedaten und Kalender (tabellarisch und grafisch) sowie Karte der Jahresstundenzahl (Isolinien) und max. Schattenwurf pro Tag (Raster)

- 1 Blatt Daten Sonnenwahrscheinlichkeit Station Oldenburg





BASIS -
Karte

Berechnung:

Übersicht güt. WEA und Immissionspunkte Rosenberg-Neuenwege-Heubütt

Lizenzierter Anwender:
Ingenieurbüro PLANKON
Blumenstrasse 26
DE-26121 Oldenburg
0441.390.34 - 0

Datum:
31.05.2016 10:37/3.0.629

Karte: AKS georef. LGUN, Maßstab 1:15.000, Mitrz. GK (3 deg)-DHDN/PPD/Bessel (DE 1995 <=5m) Zone: 3 Ost: 3.442.974 Nord: 5.911.391

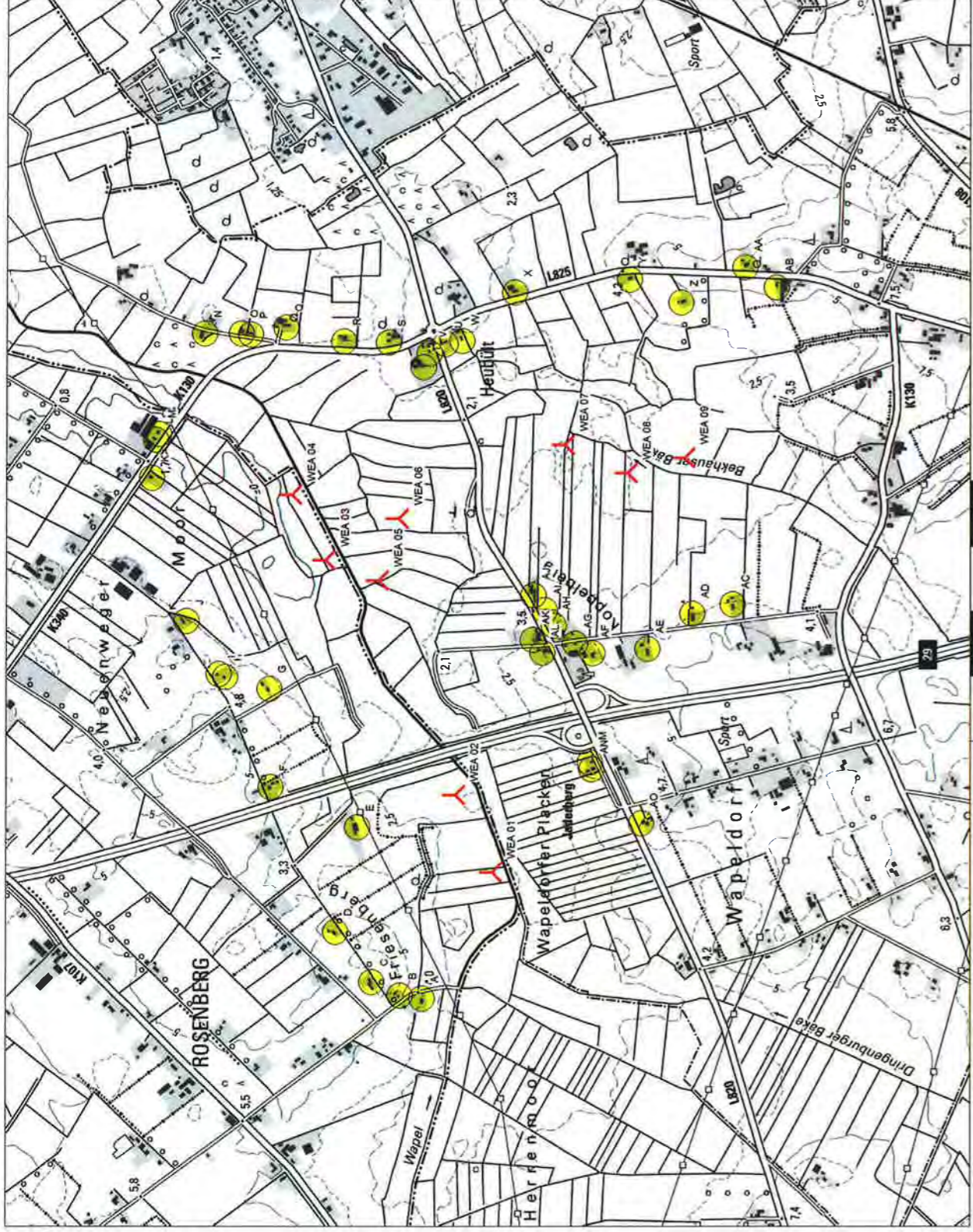
© Schattentanzprojektor

Neue WEA

windPRO 3.0.627 © EWD International AG, Tel. +49 36 35 44 44, www.ewd.de, windpro@ewd.de

31.05.2016 11:16 / 1

windPRO



Neue WEA
Schattenrezeptor
Karte: AKS georef. UTM, Maßstab 1:15.000, Mittz. GK (3 deg)-DHDN(P)/Bessel (DE 1995 (+5m)) Zone: 3 Ost. 3.442.974 Nord: 5.911.391
1000m
750
500
250
0

windPRO 3.0.0.29 © EMP Informations AG, Tel. +49 96 35 44 44, www.emd.de, windpro@emd.de

31.05.2016 10:37/3.0.629

BASIS - Karte

Berechnung:

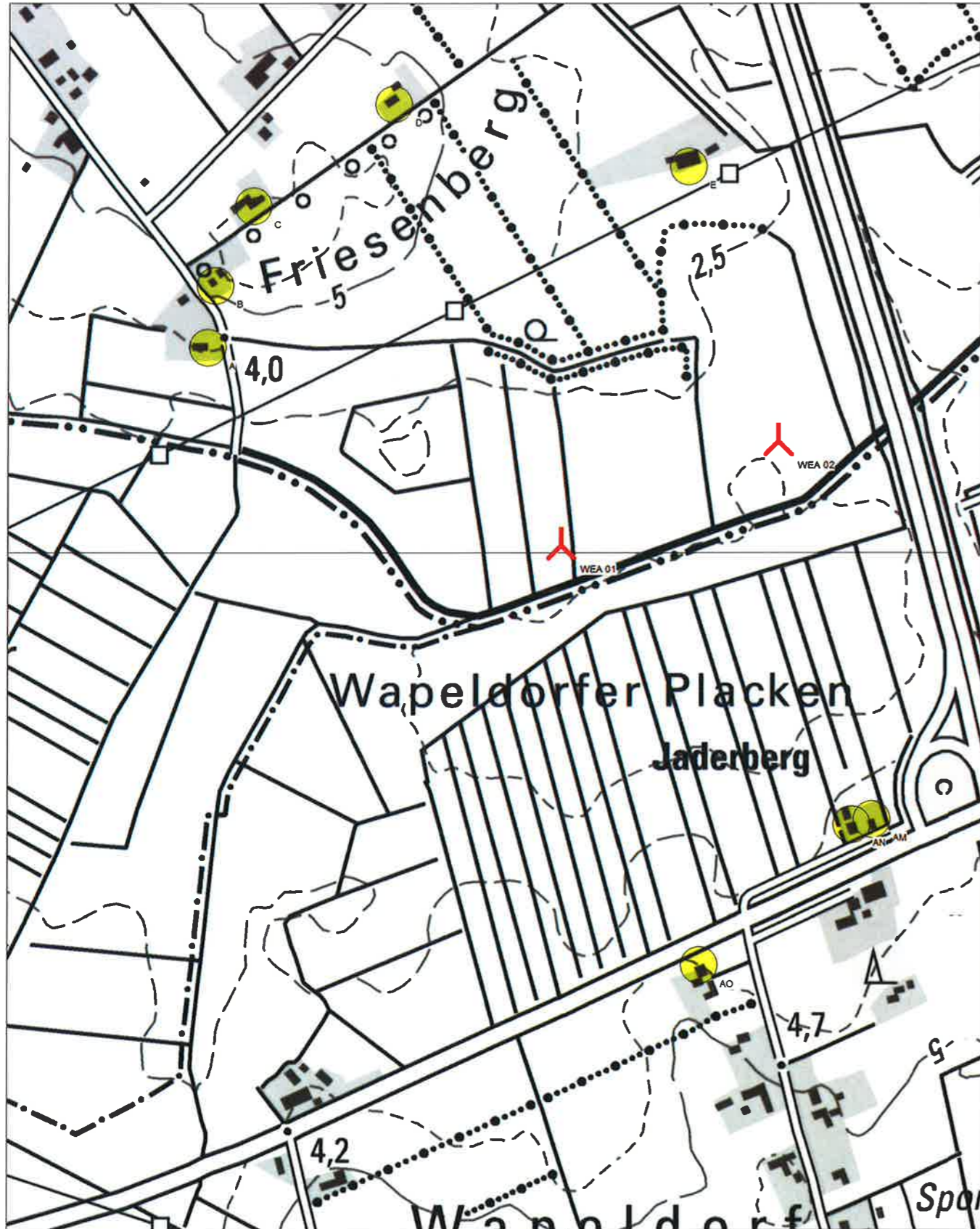
Übersicht: top., WEA und Immissionspunkte Rosenberg-Neuenwege-Heublütt

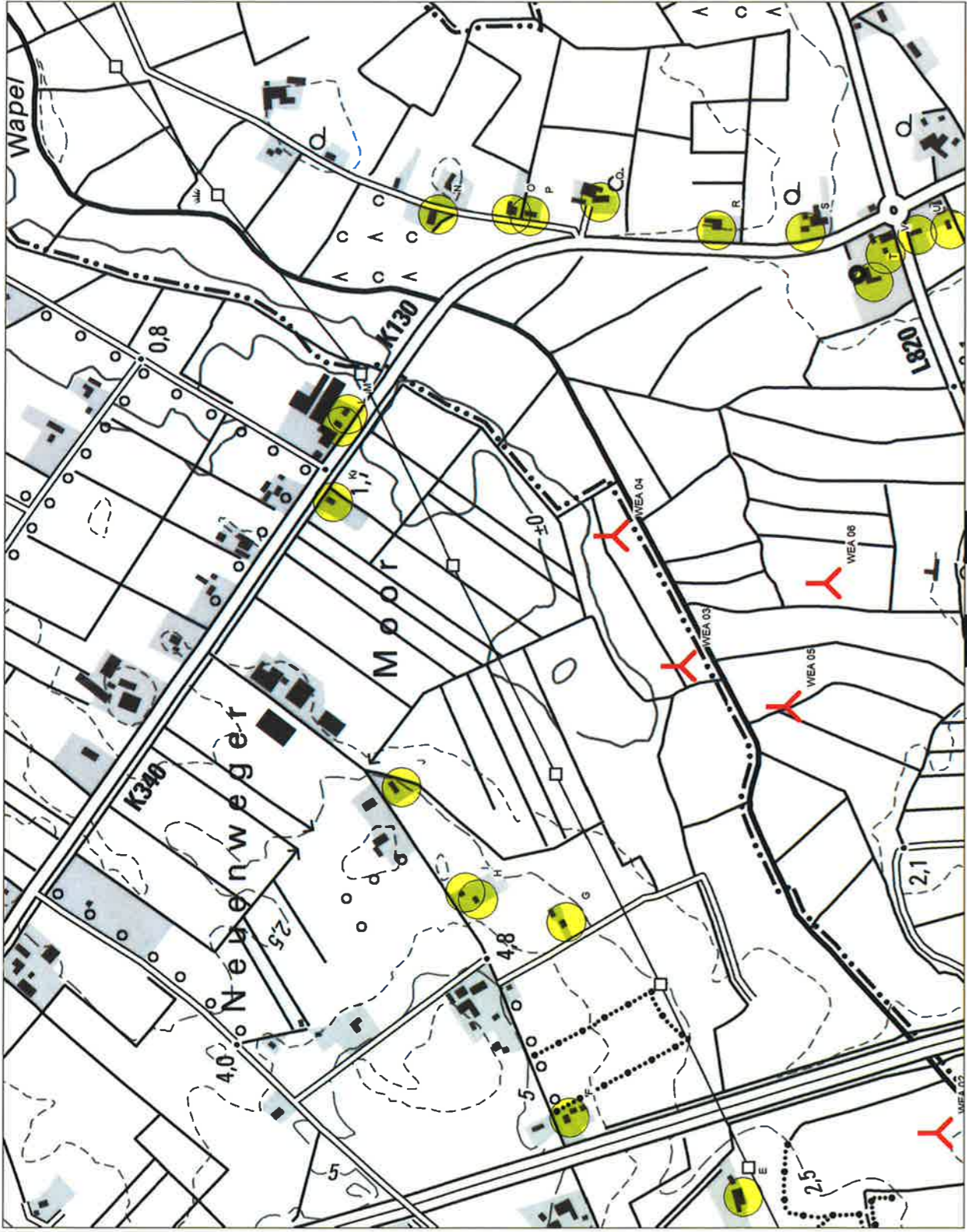
Immissionsbüro
Immissionsbüro PLANIKON
Blumenstrasse 26
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0

Berechnung:
31.05.2016 10:37/3.0.629

BASIS - Karte

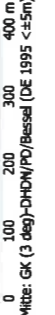
Berechnung: Übersicht gepl. WEA und Immissionspunkt Rosenberg-Neuenwege-Heubütt





Neue WEA
Schaltzentrale
Karte: AKS geomaf. LGLN, Maßstab 1:7.500, MItz: GK (D deg)-DHDN/PO/Bessel (DE 1995 <-> 5.5m) Zone: 3 Ost: 3.443.267 Nord: 5.912.393

windPRO 3.0.627 © EMD International AG, Tel. +49 36 35 44 41, www.emd.de, windpro@emd.de



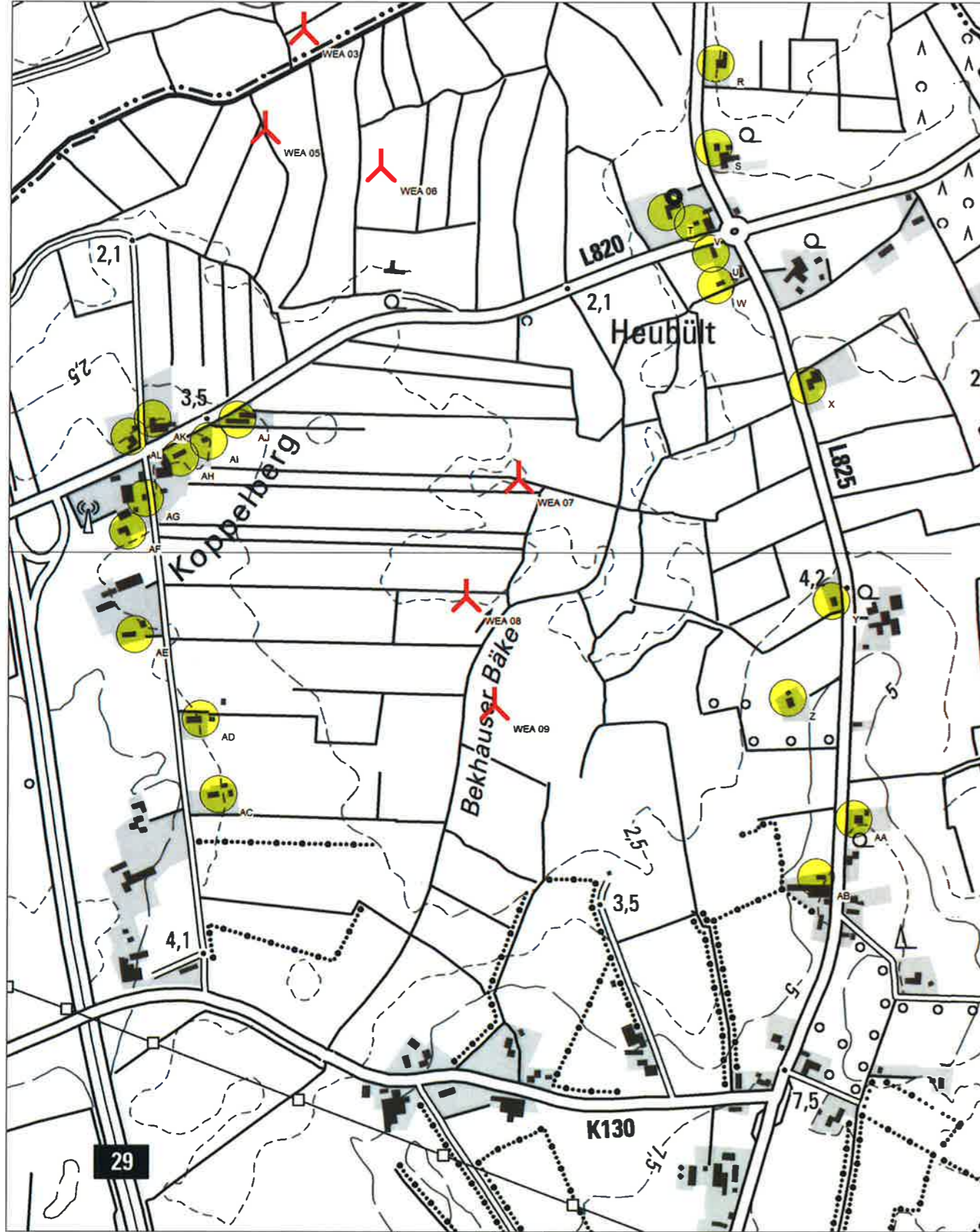
BASIS -
Karte
Berechnung:
Büro für Wind- und Umweltschutz Rosenberg-Neuenwege-Heubütt

Lizenzierter Anwender:
Tippelkornbüro PLANKON
Blumenstraße 26
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0

Druckdatum:
31.05.2016 10:37/3.0.629

BASIS - Karte

Berechnung: Übersicht gepl. WEA und Immissionspunkt Rosenberg-Neuenwege-Heubütt



SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfung der Vorbelastung durch vorh. WEA: 3 x Enercon E-40/6.44, 3 x E-66/18.70 und 4 x E-82 E2

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 Sonneneinstrahlungsrichtung
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: Oro R-N-Heubült_bearb..wpo (2)

Hindernisse in Berechnung nicht verwendet

Augenhöhe: 1,5 m

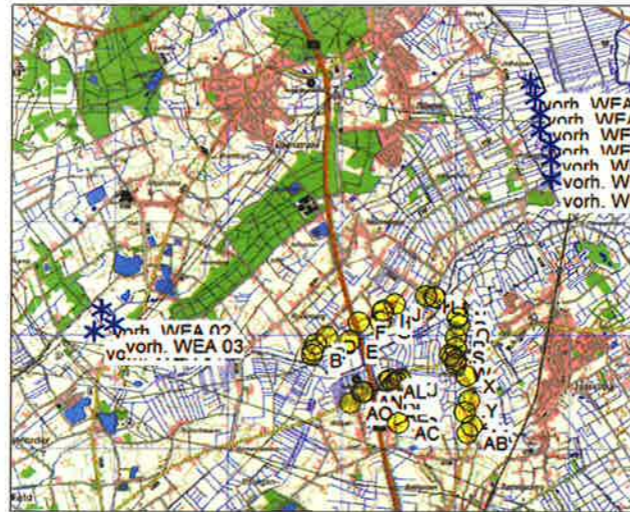
Rasterauflösung: 10,0 m

Alle Koordinatenangaben in

GK (3 deg)-DHDN/PD/Bessel (DE 1995 $\pm 5m$) Zone: 3

WEA

Rechts	Hoch	Z	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten			
			Beschreibung	Aktuell	Hersteller				Typ	Beschatt.-Bereich [m]	U/min [U/min]	
		[m]										
vorh. WEA 01	3.437.639	5.912.063	10,0	Enercon E-40...	Nein	ENERCON	E-40/6.44-600	600	44,0	58,0	836	34,5
vorh. WEA 02	3.437.757	5.912.449	10,0	Enercon E-40...	Nein	ENERCON	E-40/6.44-600	600	44,0	58,0	836	34,5
vorh. WEA 03	3.437.984	5.912.198	10,0	Enercon E-40...	Nein	ENERCON	E-40/6.44-600	600	44,0	58,0	836	34,5
vorh. WEA 04	3.445.300	5.916.456	0,0	Enercon E-82...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.598	18,0
vorh. WEA 05	3.445.379	5.916.190	0,0	Enercon E-82...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.598	18,0
vorh. WEA 06	3.445.471	5.915.911	0,0	Enercon E-82...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.598	18,0
vorh. WEA 07	3.445.478	5.915.622	0,0	Enercon E-82...	Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.598	18,0
vorh. WEA 08	3.445.659	5.915.372	0,0	Enercon E-66...	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	65,0	1.487	22,0
vorh. WEA 09	3.445.664	5.915.094	0,0	Enercon E-66...	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	65,0	1.487	22,0
vorh. WEA 10	3.445.671	5.914.771	0,0	Enercon E-66...	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	65,0	1.487	22,0



Maßstab 1:125.000
* Existierende WEA ⦿ Schattenrezeptor

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Rechts	Hoch	Z	Breite [m]	Höhe [m]	Höhe über Grund [m]	Azimutwinkel (von Süd) [°]	Neigung des Fensters [°]	Ausrichtungsmodus
A	Beekenweg 7, Rosenberg	3.441.486	5.911.645	1,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
B	Beekenweg 8, Rosenberg	3.441.496	5.911.729	5,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
C	Bültersweg 2, Rosenberg	3.441.548	5.911.838	5,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
D	Bültersweg 4, Rosenberg	3.441.740	5.911.977	5,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
E	Wiesenberg 1, Rosenberg	3.442.143	5.911.892	2,4	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
F	Bültersweg 1, Neuenwege	3.442.297	5.912.227	3,1	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
G	Behntweg 2, Neuenwege	3.442.675	5.912.233	2,1	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
H	Bültersweg 5, Neuenwege	3.442.719	5.912.404	1,9	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
I	Bültersweg 7, Neuenwege	3.442.732	5.912.429	1,8	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
J	Bültersweg 9, Neuenwege	3.442.935	5.912.552	2,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
K	Oldenburger Str. 127, Neuenwege	3.443.486	5.912.686	0,5	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
L	Oldenburger Str. 140, Neuenwege	3.443.632	5.912.670	0,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
M	Oldenburger Str. 140A, Neuenwege	3.443.656	5.912.659	0,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
N	An der Wapel 31, Heubült (verfallen)	3.444.042	5.912.484	1,1	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
O	An der Wapel 16, Heubült	3.444.042	5.912.342	1,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
P	An der Wapel 12, Heubült	3.444.039	5.912.307	1,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
Q	An der Wapel 2, Heubült	3.444.066	5.912.170	1,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
R	Wilhelmshavener Str. 700, Heubült	3.444.012	5.911.946	1,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
S	Wilhelmshavener Str. 680, Heubült	3.444.008	5.911.774	2,0	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
T	Wilhelmshavener 673, Heubült	3.443.912	5.911.642	1,9	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
U	Spohler Str. 1, Heubült	3.444.003	5.911.557	2,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
V	Spohler Str. 2b, Heubült	3.443.966	5.911.619	2,2	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"
W	Wilhelmshavener Str. 657a, Heubült	3.444.014	5.911.493	2,3	0,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"

(Fortsetzung nächste Seite)...

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfung der Vorbelastung durch vorh. WEA: 3 x Enercon E-40/6.44, 3 x E-66/18.70 und 4 x E-82 E2

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	Rechts	Hoch	Z	Breite	Höhe	Höhe über Grund	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
X	Wilhelmshavener Str. 630, Heubült	3.444.200	5.911.288	2,0	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
Y	Wilhelmshavener Str. 591, Heubült	3.444.250	5.910.847	2,9	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
Z	Wilhelmshavener Str. 573, Heubült	3.444.162	5.910.649	4,3	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AA	Wilhelmshavener Str. 546, Heubült	3.444.297	5.910.402	5,0	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AB	Wilhelmshavener Str. 533, Heubült	3.444.220	5.910.282	5,0	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AC	Vorderweg 67, Wapeldorf	3.442.000	5.910.451	4,4	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AD	Vorderweg 53a, Wapeldorf	3.442.963	5.910.605	4,1	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AE	Vorderweg 34, Wapeldorf	3.442.828	5.910.778	4,3	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AF	Vorderweg 10, Wapeldorf	3.442.812	5.910.989	3,7	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AG	Vorderweg 6, Wapeldorf	3.442.848	5.911.056	3,5	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AH	Spohler Str. 111, Wapeldorf	3.442.919	5.911.139	2,9	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AI	Spohler Str. 107, Wapeldorf	3.442.977	5.911.173	2,5	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AJ	Spohler Str. 105, Wapeldorf	3.443.035	5.911.217	2,5	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AK	Spohler Str. 116, Wapeldorf (verfallen)	3.442.862	5.911.219	2,7	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AL	Spohler Str. 120, Wapeldorf	3.442.814	5.911.182	2,8	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AM	Spohler Str. 162, Wapeldorf	3.442.392	5.911.000	2,8	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AN	Spohler Str. 168, Wapeldorf	3.442.365	5.910.993	2,8	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AO	Mitteldörper Weg 4A, Wapeldorf	3.442.157	5.910.801	3,1	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"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	Beekenweg 7, Rosenberg	0:00	0	0:00
B	Beekenweg 8, Rosenberg	0:00	0	0:00
C	Bültersweg 2, Rosenberg	0:00	0	0:00
D	Bültersweg 4, Rosenberg	0:00	0	0:00
E	Wiesenweg 1, Rosenberg	0:00	0	0:00
F	Bültersweg 1, Neuenwege	0:00	0	0:00
G	Behntweg 2, Neuenwege	0:00	0	0:00
H	Bültersweg 5, Neuenwege	0:00	0	0:00
I	Bültersweg 7, Neuenwege	0:00	0	0:00
J	Bültersweg 9, Neuenwege	0:00	0	0:00
K	Oldenburger Str. 127, Neuenwege	0:00	0	0:00
L	Oldenburger Str. 140, Neuenwege	0:00	0	0:00
M	Oldenburger Str. 140A, Neuenwege	0:00	0	0:00
N	An der Wapel 31, Heubült (verfallen)	0:00	0	0:00
O	An der Wapel 16, Heubült	0:00	0	0:00
P	An der Wapel 12, Heubült	0:00	0	0:00
Q	An der Wapel 2, Heubült	0:00	0	0:00
R	Wilhelmshavener Str. 700, Heubült	0:00	0	0:00
S	Wilhelmshavener Str. 680, Heubült	0:00	0	0:00
T	Wilhelmshavener 673, Heubült	0:00	0	0:00
U	Spohler Str. 1, Heubült	0:00	0	0:00
V	Spohler Str. 2b, Heubült	0:00	0	0:00
W	Wilhelmshavener Str. 657a, Heubült	0:00	0	0:00
X	Wilhelmshavener Str. 630, Heubült	0:00	0	0:00
Y	Wilhelmshavener Str. 591, Heubült	0:00	0	0:00
Z	Wilhelmshavener Str. 573, Heubült	0:00	0	0:00
AA	Wilhelmshavener Str. 546, Heubült	0:00	0	0:00
AB	Wilhelmshavener Str. 533, Heubült	0:00	0	0:00
AC	Vorderweg 67, Wapeldorf	0:00	0	0:00
AD	Vorderweg 53a, Wapeldorf	0:00	0	0:00
AE	Vorderweg 34, Wapeldorf	0:00	0	0:00
AF	Vorderweg 10, Wapeldorf	0:00	0	0:00
AG	Vorderweg 6, Wapeldorf	0:00	0	0:00
AH	Spohler Str. 111, Wapeldorf	0:00	0	0:00
AI	Spohler Str. 107, Wapeldorf	0:00	0	0:00
AJ	Spohler Str. 105, Wapeldorf	0:00	0	0:00
AK	Spohler Str. 116, Wapeldorf (verfallen)	0:00	0	0:00
AL	Spohler Str. 120, Wapeldorf	0:00	0	0:00

(Fortsetzung nächste Seite)...

SHADOW - Hauptergebnis

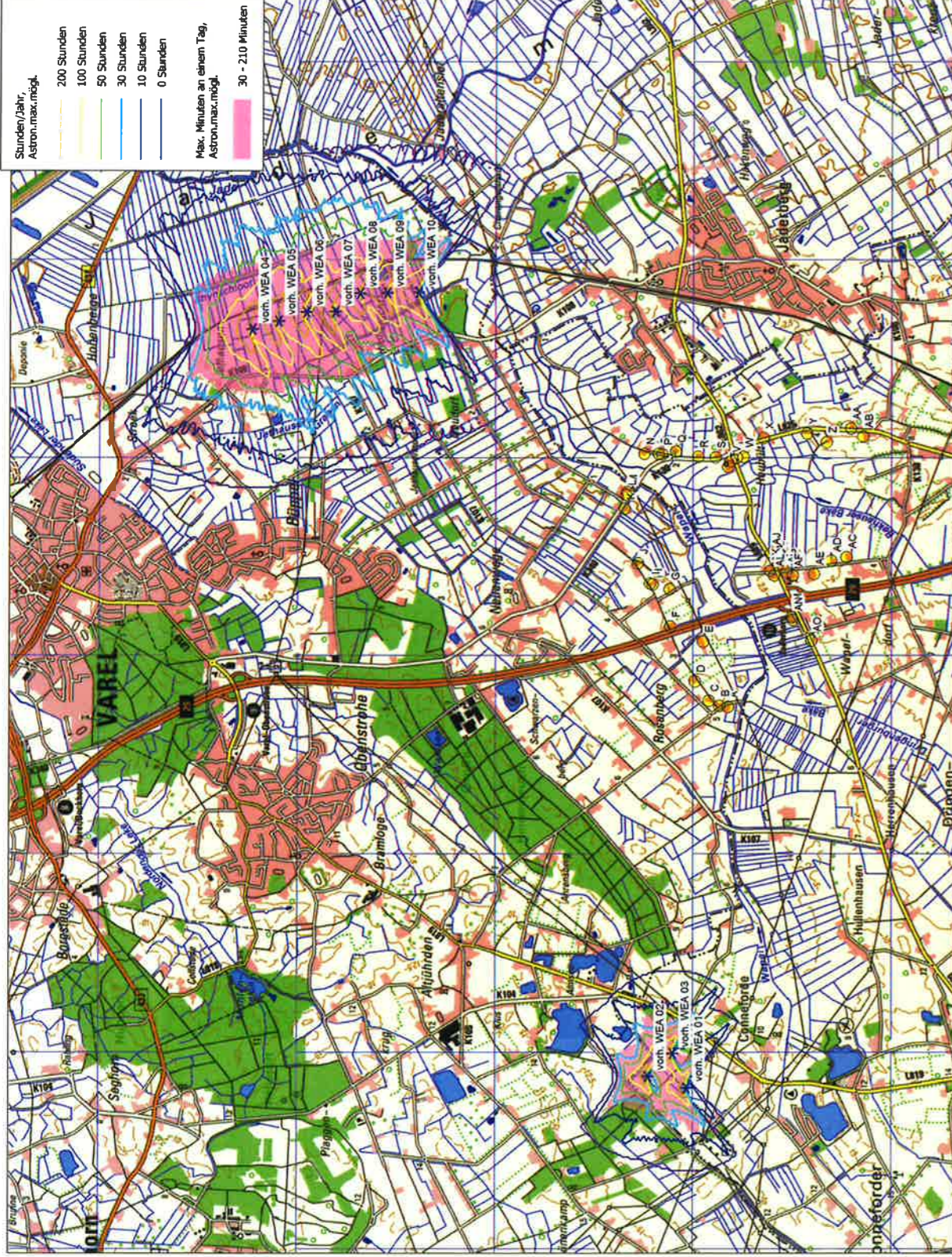
Berechnung: Prüfung der Vorbelastung durch vorh. WEA: 3 x Enercon E-40/6.44, 3 x E-66/18.70 und 4 x E-82 E2

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr. Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
	Stunden/Jahr	Schattentage/a	Max.Schatten Stunden/Tag
	[Std/Jahr]	[Tage/Jahr]	[Std/Tag]
AM Spohler Str. 162, Wapeldorf	0:00	0	0:00
AN Spohler Str. 168, Wapeldorf	0:00	0	0:00
AO Mitteldörper Weg 4A, Wapeldorf	0:00	0	0:00

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[Std/Jahr]	[Std/Jahr]
vorh. WEA 01	Enercon E-40/6.44	0:00	
vorh. WEA 02	Enercon E-40/6.44	0:00	
vorh. WEA 03	Enercon E-40/6.44	0:00	
vorh. WEA 04	Enercon E-82 E2	0:00	
vorh. WEA 05	Enercon E-82 E2	0:00	
vorh. WEA 06	Enercon E-82 E2	0:00	
vorh. WEA 07	Enercon E-82 E2	0:00	
vorh. WEA 08	Enercon E-66/18.70	0:00	
vorh. WEA 09	Enercon E-66/18.70	0:00	
vorh. WEA 10	Enercon E-66/18.70	0:00	



SHADOW - Karte

Berechnung:
 Planung des Windenergiepotenzials nach WEA 3.1 Edition 4-2014, 3.1 Edition 3.1, und 4.1, 4.2, 4.3

Verantwortlich:
 Ingenieurbüro PLANKON
 Blumenstrasse 26
 DE-26121 Oldenburg
 0441 390 34 - 0

Datum:
 30.05.2016 15:23/3.0.629

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe

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 Sonneneinstrahlungsrichtung
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:

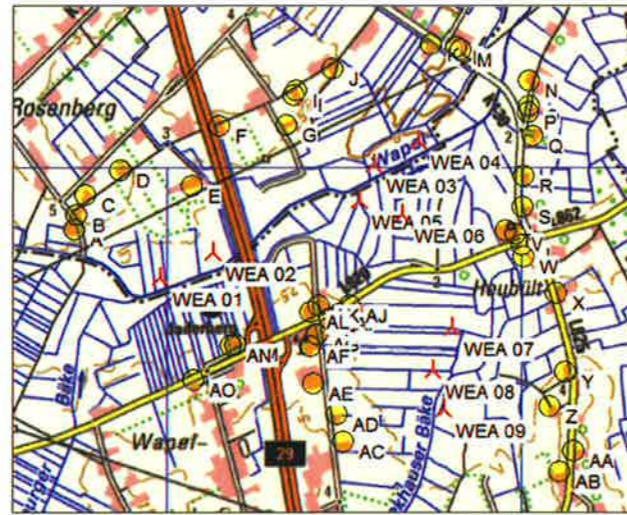
Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien: Oro R-N-Heubült_bearb..wpo (2)

Hindernisse in Berechnung nicht verwendet

Augenhöhe: 1,5 m

Rasterauflösung: 10,0 m

Alle Koordinatenangaben in
GK (3 deg)-DHDN/PD/Bessel (DE 1995 <±5m) Zone: 3



Maßstab 1:40.000
▲ Neue WEA ☉ Schattenrezeptor

WEA

WEA	Rechts	Hoch	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min [U/min]
WEA 01	3.441.970	5.911.375	1,5	Enercon E-82 E2 T... Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.598	18,0	
WEA 02	3.442.267	5.911.517	1,3	Enercon E-82 E2 T... Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.598	18,0	
WEA 03	3.443.169	5.912.014	0,2	Enercon E-82 E2 T... Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.598	18,0	
WEA 04	3.443.421	5.912.144	0,1	Enercon E-82 E2 T... Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.598	18,0	
WEA 05	3.443.091	5.911.811	0,7	Enercon E-82 E2 T... Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.598	18,0	
WEA 06	3.443.329	5.911.734	1,0	Enercon E-82 E2 T... Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.598	18,0	
WEA 07	3.443.613	5.911.097	1,3	Enercon E-82 E2 T... Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.598	18,0	
WEA 08	3.443.505	5.910.855	1,3	Enercon E-82 E2 T... Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.598	18,0	
WEA 09	3.443.564	5.910.634	1,8	Enercon E-82 E2 T... Ja	ENERCON	E-82 E2-2.300	2.300	82,0	108,4	1.598	18,0	

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Rechts	Hoch	Z	Breite	Höhe	Höhe über Grund	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
A	Beekenweg 7, Rosenberg	3.441.486	5.911.645	1,3	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
B	Beekenweg 8, Rosenberg	3.441.496	5.911.729	5,0	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
C	Bültersweg 2, Rosenberg	3.441.548	5.911.838	5,0	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
D	Bültersweg 4, Rosenberg	3.441.740	5.911.977	5,0	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
E	Wiesenweg 1, Rosenberg	3.442.143	5.911.892	2,4	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
F	Bültersweg 1, Neuenwege	3.442.297	5.912.227	3,1	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
G	Behntweg 2, Neuenwege	3.442.675	5.912.233	2,1	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
H	Bültersweg 5, Neuenwege	3.442.719	5.912.404	1,9	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
I	Bültersweg 7, Neuenwege	3.442.732	5.912.429	1,8	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
J	Bültersweg 9, Neuenwege	3.442.935	5.912.552	2,5	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
K	Oldenburger Str. 127, Neuenwege	3.443.486	5.912.686	0,5	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
L	Oldenburger Str. 140, Neuenwege	3.443.632	5.912.670	0,0	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
M	Oldenburger Str. 140A, Neuenwege	3.443.656	5.912.659	0,0	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
N	An der Wapel 31, Heubült (verfallen)	3.444.042	5.912.484	1,1	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
O	An der Wapel 16, Heubült	3.444.042	5.912.342	1,3	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
P	An der Wapel 12, Heubült	3.444.039	5.912.307	1,3	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
Q	An der Wapel 2, Heubült	3.444.066	5.912.170	1,3	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
R	Wilhelmshavener Str. 700, Heubült	3.444.012	5.911.946	1,3	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
S	Wilhelmshavener Str. 680, Heubült	3.444.008	5.911.774	2,0	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
T	Wilhelmshavener 673, Heubült	3.443.912	5.911.642	1,9	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
U	Spohler Str. 1, Heubült	3.444.003	5.911.557	2,3	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
V	Spohler Str. 2b, Heubült	3.443.966	5.911.619	2,2	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
W	Wilhelmshavener Str. 657a, Heubült	3.444.014	5.911.493	2,3	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
X	Wilhelmshavener Str. 630, Heubült	3.444.200	5.911.288	2,0	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

Windpark Rosenberg-Neuenwege-Heubütt

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON
Blumenstrasse 26
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0

Berechnet:

30.05.2016 15:20/3.0.629

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	Rechts	Hoch	Z	Breite	Höhe	Höhe über Grund	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus
					[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
Y	Wilhelmshavener Str. 591, Heubütt	3.444.250	5.910.847	2,9	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
Z	Wilhelmshavener Str. 573, Heubütt	3.444.162	5.910.649	4,3	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AA	Wilhelmshavener Str. 546, Heubütt	3.444.297	5.910.402	5,0	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AB	Wilhelmshavener Str. 533, Heubütt	3.444.220	5.910.282	5,0	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AC	Vorderweg 67, Wapeldorf	3.443.000	5.910.451	4,4	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AD	Vorderweg 53a, Wapeldorf	3.442.963	5.910.605	4,1	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AE	Vorderweg 34, Wapeldorf	3.442.828	5.910.778	4,3	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AF	Vorderweg 10, Wapeldorf	3.442.812	5.910.989	3,7	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AG	Vorderweg 6, Wapeldorf	3.442.848	5.911.056	3,5	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AH	Spohler Str. 111, Wapeldorf	3.442.919	5.911.139	2,9	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AI	Spohler Str. 107, Wapeldorf	3.442.977	5.911.173	2,5	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AJ	Spohler Str. 105, Wapeldorf	3.443.035	5.911.217	2,5	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AK	Spohler Str. 116, Wapeldorf (verfallen)	3.442.862	5.911.219	2,7	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AL	Spohler Str. 120, Wapeldorf	3.442.814	5.911.182	2,8	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AM	Spohler Str. 162, Wapeldorf	3.442.392	5.911.000	2,8	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AN	Spohler Str. 168, Wapeldorf	3.442.365	5.910.993	2,8	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
AO	Mitteldörper Weg 4A, Wapeldorf	3.442.157	5.910.801	3,1	0,1	0,1	2,0	0,0	90,0	"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	Beekenweg 7, Rosenberg	28:26	74	0:34
B	Beekenweg 8, Rosenberg	29:39	88	0:32
C	Bültersweg 2, Rosenberg	34:17	102	0:32
D	Bültersweg 4, Rosenberg	39:15	125	0:29
E	Wiesenweg 1, Rosenberg	122:04	171	1:19
F	Bültersweg 1, Neuenwege	22:30	76	0:29
G	Behntweg 2, Neuenwege	98:17	184	0:55
H	Bültersweg 5, Neuenwege	77:33	159	0:47
I	Bültersweg 7, Neuenwege	76:15	151	0:47
J	Bültersweg 9, Neuenwege	54:41	110	0:47
K	Oldenburger Str. 127, Neuenwege	32:26	46	0:56
L	Oldenburger Str. 140, Neuenwege	58:30	64	1:05
M	Oldenburger Str. 140A, Neuenwege	65:42	70	1:07
N	An der Wapel 31, Heubütt (verfallen)	33:17	120	0:29
O	An der Wapel 16, Heubütt	34:05	115	0:28
P	An der Wapel 12, Heubütt	35:29	116	0:29
Q	An der Wapel 2, Heubütt	36:14	118	0:29
R	Wilhelmshavener Str. 700, Heubütt	52:33	143	0:37
S	Wilhelmshavener Str. 680, Heubütt	60:49	165	0:47
T	Wilhelmshavener 673, Heubütt	83:48	196	0:44
U	Spohler Str. 1, Heubütt	85:00	221	0:35
V	Spohler Str. 2b, Heubütt	77:12	187	0:39
W	Wilhelmshavener Str. 657a, Heubütt	87:06	231	0:34
X	Wilhelmshavener Str. 630, Heubütt	65:22	212	0:30
Y	Wilhelmshavener Str. 591, Heubütt	46:23	134	0:29
Z	Wilhelmshavener Str. 573, Heubütt	35:09	91	0:31
AA	Wilhelmshavener Str. 546, Heubütt	35:58	110	0:25
AB	Wilhelmshavener Str. 533, Heubütt	27:57	70	0:27
AC	Vorderweg 67, Wapeldorf	31:45	77	0:33
AD	Vorderweg 53a, Wapeldorf	54:22	116	0:38
AE	Vorderweg 34, Wapeldorf	49:25	160	0:28
AF	Vorderweg 10, Wapeldorf	43:39	143	0:27
AG	Vorderweg 6, Wapeldorf	42:01	136	0:27
AH	Spohler Str. 111, Wapeldorf	67:43	196	0:29
AI	Spohler Str. 107, Wapeldorf	76:56	229	0:30
AJ	Spohler Str. 105, Wapeldorf	71:46	208	0:32
AK	Spohler Str. 116, Wapeldorf (verfallen)	72:16	204	0:31
AL	Spohler Str. 120, Wapeldorf	52:09	168	0:26
AM	Spohler Str. 162, Wapeldorf	12:46	62	0:17

(Fortsetzung nächste Seite)...

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr	Schattentage/a	Max.Schatten Stunden/Tag
		[Std/Jahr]	[Tage/Jahr]	[Std/Tag]
	AN Spöhler Str. 166, Wapeldorf	12:12	60	0:17
	AO Mitteldörper Weg 4A, Wapeldorf	8:35	53	0:14

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[Std/Jahr]	[Std/Jahr]
WEA 01	Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)	179:46	
WEA 02	Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)	186:50	
WEA 03	Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)	239:41	
WEA 04	Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)	204:18	
WEA 05	Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)	155:03	
WEA 06	Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)	166:00	
WEA 07	Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)	226:40	
WEA 08	Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)	238:02	
WEA 09	Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)	212:21	

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe **Schattenrezeptor:** A - Beekenweg 7, Rosenberg

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1	08:43	08:14	07:18	08:21 (WEA 01)	07:04	05:56
	16:19	17:10	18:04	34 08:55 (WEA 01)	20:02	20:56
2	08:43	08:12	07:15	08:21 (WEA 01)	07:01	05:54
	16:21	17:12	18:06	34 08:55 (WEA 01)	20:03	20:58
3	08:43	08:11	07:13	08:21 (WEA 01)	06:59	05:52
	16:22	17:14	18:08	33 08:54 (WEA 01)	20:05	20:59
4	08:43	08:09	07:11	08:21 (WEA 01)	06:57	05:50
	16:23	17:16	18:10	33 08:54 (WEA 01)	20:07	21:01
5	08:43	08:07	07:09	08:22 (WEA 01)	06:54	05:48
	16:24	17:18	18:12	31 08:53 (WEA 01)	20:09	21:03
6	08:42	08:06	07:06	08:21 (WEA 01)	06:52	05:46
	16:25	17:20	18:14	31 08:52 (WEA 01)	20:11	21:05
7	08:42	08:04	07:04	08:22 (WEA 01)	06:50	05:44
	16:27	17:21	18:16	29 08:51 (WEA 01)	20:13	21:06
8	08:41	08:02	07:02	08:22 (WEA 01)	06:47	05:42
	16:28	17:23	18:18	27 08:49 (WEA 01)	20:14	21:08
9	08:41	08:00	06:59	08:24 (WEA 01)	06:45	05:40
	16:30	17:25	18:19	24 08:48 (WEA 01)	20:16	21:10
10	08:40	07:58	06:57	08:26 (WEA 01)	06:42	05:38
	16:31	17:27	18:21	20 08:46 (WEA 01)	20:18	21:12
11	08:39	07:56	06:54	08:27 (WEA 01)	06:40	05:37
	16:32	17:29	18:23	16 08:43 (WEA 01)	20:20	21:13
12	08:39	07:54	06:52	08:32 (WEA 01)	06:38	05:35
	16:34	17:31	18:25	6 08:38 (WEA 01)	20:22	21:15
13	08:38	07:52	06:50		06:35	05:33
	16:36	17:33	18:27		20:23	21:17
14	08:37	07:50	06:47		06:33	05:32
	16:37	17:35	18:29		20:25	21:18
15	08:36	07:48	06:45		06:31	05:30
	16:39	17:37	18:31		20:27	21:20
16	08:35	07:46	06:43	07:19 (WEA 02)	06:29	05:28
	16:40	17:39	18:32	7 07:26 (WEA 02)	20:29	21:22
17	08:34	07:44	06:40	07:16 (WEA 02)	06:26	05:27
	16:42	17:41	18:34	13 07:29 (WEA 02)	20:31	21:23
18	08:33	07:42	06:38	07:13 (WEA 02)	06:24	05:25
	16:44	17:43	18:36	17 07:30 (WEA 02)	20:32	21:25
19	08:32	07:40	06:35	07:12 (WEA 02)	06:22	05:24
	16:46	17:45	18:38	19 07:31 (WEA 02)	20:34	21:26
20	08:31	07:38	06:33	07:10 (WEA 02)	06:19	05:22
	16:47	17:47	18:40	21 07:31 (WEA 02)	20:36	21:28
21	08:30	07:36	06:30	07:10 (WEA 02)	06:17	05:21
	16:49	17:49	18:42	22 07:32 (WEA 02)	20:38	21:30
22	08:29	07:33	06:28	07:08 (WEA 02)	06:15	05:19
	16:51	17:51	18:43	24 07:32 (WEA 02)	20:40	21:31
23	08:27	07:31	06:26	07:08 (WEA 02)	06:13	05:18
	16:53	17:53	18:45	24 07:32 (WEA 02)	20:41	21:33
24	08:26	07:29	06:23	07:09 (WEA 02)	06:11	05:16
	16:55	17:55	18:47	23 07:32 (WEA 02)	20:43	21:34
25	08:25	07:27	06:21	07:08 (WEA 02)	06:08	05:15
	16:56	17:57	18:49	23 07:31 (WEA 02)	20:45	21:35
26	08:23	07:25	06:18	07:09 (WEA 02)	06:06	05:14
	16:58	17:59	18:51	21 07:30 (WEA 02)	20:47	21:37
27	08:22	07:22	06:16	07:09 (WEA 02)	06:04	05:13
	17:00	18:01	18:53	19 07:28 (WEA 02)	20:49	21:38
28	08:20	07:20	06:14	07:10 (WEA 02)	06:02	05:12
	17:02	18:02	18:54	17 07:27 (WEA 02)	20:50	21:40
29	08:19		07:11	08:10 (WEA 02)	06:00	05:11
	17:04		19:56	15 08:25 (WEA 02)	20:52	21:41
30	08:17		07:09	08:13 (WEA 02)	05:58	05:09
	17:06		19:58	9 08:22 (WEA 02)	20:54	21:42
31	08:16		07:06			05:08
	17:08		20:00			21:43
Sonnenscheinstunden	252	274	367	419	492	507
astr.max.mögl.Beschattung		257	592			

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)	Zeitpunkt (SS:MM) Schattende (WEA mit letztem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)			

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe
Schattenrezeptor: A - Beekenweg 7, Rosenberg

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

- 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	05:04	05:43	06:36	07:28	07:25	08:19
	21:59	21:25	20:20	19:07	16:58	16:14
2	05:04	05:44	06:38	07:30	09:08 (WEA 01)	07:27
	21:59	21:23	20:17	19:05	12 09:20 (WEA 01)	16:56
3	05:05	05:46	06:39	07:31	09:05 (WEA 01)	07:29
	21:59	21:21	20:15	19:02	18 09:23 (WEA 01)	16:54
4	05:06	05:48	06:41	07:33	09:02 (WEA 01)	07:31
	21:58	21:20	20:13	19:00	22 09:24 (WEA 01)	16:52
5	05:07	05:49	06:43	07:35	09:00 (WEA 01)	07:33
	21:58	21:18	20:10	18:57	25 09:25 (WEA 01)	16:50
6	05:08	05:51	06:44	07:37	08:59 (WEA 01)	07:34
	21:57	21:16	20:08	18:55	28 09:27 (WEA 01)	16:48
7	05:09	05:53	06:46	07:39	08:58 (WEA 01)	07:36
	21:56	21:14	20:05	18:53	29 09:27 (WEA 01)	16:46
8	05:10	05:54	06:48	07:40	08:57 (WEA 01)	07:38
	21:56	21:12	20:03	18:50	31 09:28 (WEA 01)	16:45
9	05:11	05:56	06:50	07:42	08:56 (WEA 01)	07:40
	21:55	21:10	20:01	18:48	32 09:28 (WEA 01)	16:43
10	05:12	05:58	06:51	07:44	08:55 (WEA 01)	07:42
	21:54	21:08	19:58	18:46	33 09:28 (WEA 01)	16:41
11	05:13	05:59	06:53	07:46	08:54 (WEA 01)	07:44
	21:53	21:06	19:56	18:43	34 09:28 (WEA 01)	16:39
12	05:14	06:01	06:55	07:48	08:54 (WEA 01)	07:46
	21:52	21:04	19:53	18:41	34 09:28 (WEA 01)	16:38
13	05:15	06:03	06:57	07:49	08:54 (WEA 01)	07:48
	21:51	21:02	19:51	8 08:05 (WEA 02)	07:49	08:34
14	05:16	06:05	06:58	08:01 (WEA 02)	18:39	34 09:28 (WEA 01)
	21:50	21:00	19:48	14 08:15 (WEA 02)	07:51	16:36
15	05:18	06:06	07:00	07:59 (WEA 02)	07:53	33 09:27 (WEA 01)
	21:49	20:58	19:46	17 08:16 (WEA 02)	18:34	32 09:27 (WEA 01)
16	05:19	06:08	07:02	07:58 (WEA 02)	07:55	32 09:27 (WEA 01)
	21:48	20:56	19:44	20 08:18 (WEA 02)	18:32	31 09:26 (WEA 01)
17	05:20	06:10	07:03	07:57 (WEA 02)	07:57	31 09:26 (WEA 01)
	21:47	20:54	19:41	21 08:18 (WEA 02)	18:29	30 09:25 (WEA 01)
18	05:22	06:11	07:05	07:56 (WEA 02)	07:59	30 09:25 (WEA 01)
	21:46	20:51	19:39	22 08:18 (WEA 02)	18:27	28 09:24 (WEA 01)
19	05:23	06:13	07:07	07:55 (WEA 02)	08:00	28 09:24 (WEA 01)
	21:45	20:49	19:36	23 08:18 (WEA 02)	18:25	26 09:23 (WEA 01)
20	05:24	06:15	07:09	07:55 (WEA 02)	08:02	26 09:23 (WEA 01)
	21:43	20:47	19:34	23 08:18 (WEA 02)	18:23	24 09:22 (WEA 01)
21	05:26	06:17	07:10	07:54 (WEA 02)	08:04	24 09:22 (WEA 01)
	21:42	20:45	19:31	23 08:17 (WEA 02)	18:21	20 09:20 (WEA 01)
22	05:27	06:18	07:12	07:54 (WEA 02)	08:06	20 09:20 (WEA 01)
	21:41	20:43	19:29	23 08:17 (WEA 02)	18:18	15 09:17 (WEA 01)
23	05:29	06:20	07:14	07:54 (WEA 02)	08:08	15 09:17 (WEA 01)
	21:39	20:40	19:26	22 08:16 (WEA 02)	18:16	7 09:13 (WEA 01)
24	05:30	06:22	07:16	07:55 (WEA 02)	08:10	7 09:13 (WEA 01)
	21:38	20:38	19:24	20 08:15 (WEA 02)	18:14	08:08
25	05:32	06:24	07:17	07:55 (WEA 02)	07:12	08:08
	21:36	20:36	19:22	18 08:13 (WEA 02)	17:12	08:09
26	05:33	06:25	07:19	07:57 (WEA 02)	07:14	16:20
	21:35	20:34	19:19	15 08:12 (WEA 02)	17:10	08:11
27	05:35	06:27	07:21	07:59 (WEA 02)	07:15	08:11
	21:33	20:31	19:17	10 08:09 (WEA 02)	17:08	16:19
28	05:36	06:29	07:23	07:17	07:17	08:13
	21:32	20:29	19:14	17:06	16:17	08:14
29	05:38	06:31	07:24	07:19	07:19	16:15
	21:30	20:27	19:12	17:04	16:16	16:15
30	05:39	06:32	07:26	07:21	08:17	08:16
	21:28	20:24	19:09	17:02	16:15	08:17
31	05:41	06:34		07:23		16:17
	21:27	20:22		17:00		08:43
Sonnenscheinstunden	510	458	382	329	261	236
astr.max.mögl.Beschattung			279	578		

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)

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe **Schattenrezeptor:** B - Beekenweg 8, Rosenberg

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

- 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

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	
1	08:43	08:14	07:18	07:04	07:27 (WEA 05)	05:56	05:07
	16:19	17:10	18:04	20:02	7 07:34 (WEA 05)	20:56	21:45
2	08:43	08:12	07:15	07:01	07:25 (WEA 05)	05:54	05:07
	16:21	17:12	18:06	20:03	9 07:34 (WEA 05)	20:58	21:46
3	08:43	08:11	07:13	06:59	07:22 (WEA 05)	05:52	05:06
	16:22	17:14	18:08	20:05	11 07:33 (WEA 05)	20:59	21:47
4	08:43	08:09	07:11	06:57	07:22 (WEA 05)	05:50	05:05
	16:23	17:16	18:10	20:07	11 07:33 (WEA 05)	21:01	21:48
5	08:43	08:07	07:09	06:54	07:23 (WEA 05)	05:48	05:04
	16:24	17:18	18:12	20:09	9 07:32 (WEA 05)	21:03	21:49
6	08:42	08:06	07:06	06:52	07:24 (WEA 05)	05:46	05:03
	16:25	17:20	18:14	20:11	5 07:29 (WEA 05)	21:05	21:50
7	08:42	08:04	07:04	06:50	07:38 (WEA 02)	05:44	05:03
	16:27	17:21	18:16	20:13	11 07:49 (WEA 02)	21:06	21:51
8	08:41	08:02	07:02	06:47	07:35 (WEA 02)	05:42	05:02
	16:28	17:23	18:18	20:14	16 07:51 (WEA 02)	21:08	21:52
9	08:41	08:00	06:59	06:45	07:34 (WEA 02)	05:40	05:02
	16:30	17:25	18:19	20:16	18 07:52 (WEA 02)	21:10	21:53
10	08:40	07:58	06:57	06:42	07:33 (WEA 02)	05:38	05:01
	16:31	17:27	18:21	20:18	20 07:53 (WEA 02)	21:12	21:54
11	08:39	07:56	06:54	06:40	07:31 (WEA 02)	05:37	05:01
	16:32	17:29	18:23	20:20	22 07:53 (WEA 02)	21:13	21:55
12	08:39	07:54	06:52	06:38	07:31 (WEA 02)	05:35	05:00
	16:34	17:31	18:25	20:22	23 07:54 (WEA 02)	21:15	21:55
13	08:38	07:52	06:50	06:35	07:30 (WEA 02)	05:33	05:00
	16:36	17:33	18:27	20:23	23 07:53 (WEA 02)	21:17	21:56
14	08:37	07:50	06:47	06:33	07:30 (WEA 02)	05:32	05:00
	16:37	17:35	18:29	20:25	23 07:53 (WEA 02)	21:18	21:57
15	08:36	07:48	06:45	06:31	07:29 (WEA 02)	05:30	05:00
	16:39	17:37	18:31	20:27	23 07:52 (WEA 02)	21:20	21:57
16	08:35	07:46	06:43	06:29	07:30 (WEA 02)	05:28	04:59
	16:40	17:39	18:32	20:29	22 07:52 (WEA 02)	21:22	21:58
17	08:34	07:44	06:40	06:26	07:31 (WEA 02)	05:27	04:59
	16:42	17:41	18:34	20:31	20 07:51 (WEA 02)	21:23	21:58
18	08:33	07:42	06:38	06:24	07:31 (WEA 02)	05:25	04:59
	16:44	17:43	18:36	20:32	18 07:49 (WEA 02)	21:25	21:59
19	08:32	07:40	06:35	06:22	07:33 (WEA 02)	05:24	04:59
	16:46	17:45	18:38	20:34	15 07:48 (WEA 02)	21:26	21:59
20	08:31	07:38	06:33	06:19	07:34 (WEA 02)	05:22	04:59
	16:47	17:47	18:40	20:36	11 07:45 (WEA 02)	21:28	21:59
21	08:30	07:36	06:30	06:17		05:21	05:00
	16:49	17:49	18:42	20:38		21:30	22:00
22	08:29	07:33	06:28	06:15		05:19	05:00
	16:51	17:51	18:43	20:40		21:31	22:00
23	08:27	07:31	06:26	06:13		05:18	05:00
	16:53	17:53	18:45	20:41		21:33	22:00
24	08:26	07:29	06:23	06:11		05:16	05:00
	16:55	17:55	18:47	20:43		21:34	22:00
25	08:25	07:27	06:21	06:08		05:15	05:01
	16:56	17:57	18:49	20:45		21:35	22:00
26	08:23	07:25	06:18	06:06		05:14	05:01
	16:58	17:59	18:51	20:47		21:37	22:00
27	08:22	07:22	06:16	06:04		05:13	05:01
	17:00	18:01	18:53	20:49		21:38	22:00
28	08:20	07:20	06:14	06:02		05:12	05:02
	17:02	18:02	18:54	20:50		21:40	22:00
29	08:19		07:11	06:00		05:11	05:02
	17:04		19:56	20:52		21:41	22:00
30	08:17		07:09	05:58		05:09	05:03
	17:06		19:58	20:54		21:42	22:00
31	08:16		07:06	07:30 (WEA 05)		05:08	
	17:08		20:00	4 07:34 (WEA 05)		21:43	
Sonnenscheinstunden	252	274	367	419	52	492	507
astr.max.mögl.Beschattung		562	269				

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)
--------------	-----------------------	-------------------------	----------------------	--	---

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe
Schattenrezeptor: B - Beekenweg 8, Rosenberg
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Jul	August	September	Oktober	November	Dezember		
1	05:04	05:43	06:36	07:28	08:10 (WEA 02)	07:25	08:20 (WEA 01)	08:19
	21:59	21:25	20:20	19:07	23 08:33 (WEA 02)	16:58	25 08:45 (WEA 01)	16:14
2	05:04	05:44	06:38	07:30	08:10 (WEA 02)	07:27	08:21 (WEA 01)	08:20
	21:59	21:23	20:17	19:05	22 08:32 (WEA 02)	16:56	23 08:44 (WEA 01)	16:14
3	05:05	05:46	06:39	07:31	08:10 (WEA 02)	07:29	08:22 (WEA 01)	08:22
	21:59	21:21	20:15	19:02	22 08:32 (WEA 02)	16:54	21 08:43 (WEA 01)	16:13
4	05:06	05:48	06:41	07:33	08:10 (WEA 02)	07:31	08:24 (WEA 01)	08:23
	21:58	21:20	20:13	19:00	20 08:30 (WEA 02)	16:52	17 08:41 (WEA 01)	16:12
5	05:07	05:49	06:43	07:35	08:11 (WEA 02)	07:33	08:26 (WEA 01)	08:25
	21:58	21:18	20:10	18:57	17 08:28 (WEA 02)	16:50	12 08:38 (WEA 01)	16:12
6	05:08	05:51	06:44	07:37	08:13 (WEA 02)	07:34		08:26
	21:57	21:16	20:08	5 07:25 (WEA 05)	18:55	13 08:26 (WEA 02)	16:48	16:11
7	05:09	05:53	06:46	07:39	07:39	08:15 (WEA 02)	07:36	08:27
	21:56	21:14	20:05	9 07:27 (WEA 05)	18:53	8 08:23 (WEA 02)	16:46	16:11
8	05:10	05:54	06:48	07:40	07:40		07:38	08:29
	21:56	21:12	20:03	11 07:27 (WEA 05)	18:50		16:45	16:10
9	05:11	05:56	06:50	07:42	07:42		07:40	08:30
	21:55	21:10	20:01	11 07:27 (WEA 05)	18:48		16:43	16:10
10	05:12	05:58	06:51	07:44	07:44		07:42	08:31
	21:54	21:08	19:58	9 07:27 (WEA 05)	18:46		16:41	16:10
11	05:13	05:59	06:53	07:46	07:46		07:44	08:32
	21:53	21:06	19:56	7 07:26 (WEA 05)	18:43		16:39	16:10
12	05:14	06:01	06:55	07:48	07:48		07:46	08:33
	21:52	21:04	19:53	4 07:25 (WEA 05)	18:41		16:38	16:09
13	05:15	06:03	06:57	07:49	07:49		07:48	08:34
	21:51	21:02	19:51	18:39			16:36	16:09
14	05:16	06:05	06:58	07:51	07:51		07:50	08:35
	21:50	21:00	19:48	18:36			16:35	16:09
15	05:18	06:06	07:00	07:53	09:28 (WEA 01)	07:51		08:36
	21:49	20:58	19:46	18:34	12 09:40 (WEA 01)	16:33		16:09
16	05:19	06:08	07:02	07:55	09:25 (WEA 01)	07:53		08:37
	21:48	20:56	19:44	18:32	18 09:43 (WEA 01)	16:32		16:09
17	05:20	06:10	07:03	07:57	09:23 (WEA 01)	07:55		08:38
	21:47	20:54	19:41	18:29	22 09:45 (WEA 01)	16:30		16:10
18	05:22	06:11	07:05	07:59	09:22 (WEA 01)	07:57		08:39
	21:46	20:51	19:39	18:27	24 09:46 (WEA 01)	16:29		16:10
19	05:23	06:13	07:07	08:00	09:20 (WEA 01)	07:59		08:39
	21:45	20:49	19:36	18:25	27 09:47 (WEA 01)	16:27		16:10
20	05:24	06:15	07:09	08:02	09:20 (WEA 01)	08:01		08:40
	21:43	20:47	19:34	18:23	28 09:48 (WEA 01)	16:26		16:10
21	05:26	06:17	07:10	08:04	09:19 (WEA 01)	08:02		08:41
	21:42	20:45	19:31	18:21	29 09:48 (WEA 01)	16:25		16:11
22	05:27	06:18	07:12	08:06	09:18 (WEA 01)	08:04		08:41
	21:41	20:43	19:29	18:18	31 09:49 (WEA 01)	16:23		16:11
23	05:29	06:20	07:14	08:08	09:18 (WEA 01)	08:06		08:42
	21:39	20:40	19:26	8 08:28 (WEA 02)	18:16	31 09:49 (WEA 01)	16:22	16:12
24	05:30	06:22	07:16	08:10	09:17 (WEA 01)	08:08		08:42
	21:38	20:38	19:24	14 08:31 (WEA 02)	18:14	32 09:49 (WEA 01)	16:21	16:12
25	05:32	06:24	07:17	08:12	08:17 (WEA 01)	08:09		08:43
	21:36	20:36	19:22	18 08:32 (WEA 02)	17:12	32 08:49 (WEA 01)	16:20	16:13
26	05:33	06:25	07:19	08:13	08:17 (WEA 01)	08:11		08:43
	21:35	20:34	19:19	20 08:33 (WEA 02)	17:10	32 08:49 (WEA 01)	16:19	16:14
27	05:35	06:27	07:21	08:12	08:17 (WEA 01)	08:13		08:43
	21:33	20:31	19:17	21 08:33 (WEA 02)	17:08	32 08:49 (WEA 01)	16:18	16:14
28	05:36	06:29	07:23	08:11	08:17 (WEA 01)	08:14		08:43
	21:32	20:29	19:14	23 08:34 (WEA 02)	17:06	31 08:48 (WEA 01)	16:17	16:15
29	05:38	06:31	07:24	08:10	08:18 (WEA 01)	08:16		08:43
	21:30	20:27	19:12	23 08:33 (WEA 02)	17:04	30 08:48 (WEA 01)	16:16	16:16
30	05:39	06:32	07:26	08:10	08:18 (WEA 01)	08:17		08:43
	21:28	20:24	19:09	23 08:33 (WEA 02)	17:02	29 08:47 (WEA 01)	16:15	16:17
31	05:41	06:34		07:23	08:19 (WEA 01)			08:44
	21:27	20:22		17:00	27 08:46 (WEA 01)			16:18
Sonneneinstrahlung	510	458	382	329	592	261	98	236
astr.max.mögl.Beschattung			206					

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)

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe **Schattenrezeptor:** C - Bültersweg 2, Rosenberg

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

- 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

Januar		Februar		März		April		Mai		Juni	
1	08:43	08:14	09:25 (WEA 01)	07:18	08:01 (WEA 02)	07:04	05:56	05:07			
	16:19	17:10	31 09:56 (WEA 01)	18:04	24 08:25 (WEA 02)	20:02	20:56	21:45			
2	08:43	08:12	09:26 (WEA 01)	07:15	08:02 (WEA 02)	07:01	05:54	05:07			
	16:20	17:12	30 09:56 (WEA 01)	18:06	23 08:25 (WEA 02)	20:03	20:58	21:46			
3	08:43	08:11	09:26 (WEA 01)	07:13	08:01 (WEA 02)	06:59	05:52	05:06			
	16:22	17:14	30 09:56 (WEA 01)	18:08	23 08:24 (WEA 02)	20:05	20:59	21:47			
4	08:43	08:09	09:26 (WEA 01)	07:11	08:02 (WEA 02)	06:57	05:50	05:05			
	16:23	17:16	29 09:55 (WEA 01)	18:10	22 08:24 (WEA 02)	20:07	21:01	21:48			
5	08:43	08:07	09:27 (WEA 01)	07:09	08:03 (WEA 02)	06:54	05:48	05:04			
	16:24	17:18	28 09:55 (WEA 01)	18:12	20 08:23 (WEA 02)	20:09	21:03	21:49			
6	08:42	08:06	09:28 (WEA 01)	07:06	08:03 (WEA 02)	06:52	05:46	05:03			
	16:25	17:20	26 09:54 (WEA 01)	18:14	18 08:21 (WEA 02)	20:11	21:05	21:50			
7	08:42	08:04	09:29 (WEA 01)	07:04	08:04 (WEA 02)	06:50	05:44	05:03			
	16:27	17:21	24 09:53 (WEA 01)	18:16	16 08:20 (WEA 02)	20:13	21:06	21:51			
8	08:41	08:02	09:30 (WEA 01)	07:02	08:06 (WEA 02)	06:47	05:42	05:02			
	16:28	17:23	22 09:52 (WEA 01)	18:18	10 08:16 (WEA 02)	20:14	21:08	21:52			
9	08:41	08:00	09:31 (WEA 01)	06:59		06:45	05:40	05:02			
	16:29	17:25	20 09:51 (WEA 01)	18:19		20:16	21:10	21:53			
10	08:40	07:58	09:33 (WEA 01)	06:57		06:42	05:38	05:01			
	16:31	17:27	16 09:49 (WEA 01)	18:21		20:18	21:12	21:54			
11	08:39	07:56	09:36 (WEA 01)	06:54		06:40	05:37	05:01			
	16:32	17:29	10 09:46 (WEA 01)	18:23		20:20	21:13	21:55			
12	08:39	07:54		06:52		06:38	05:35	05:00			
	16:34	17:31		18:25		20:22	21:15	21:55			
13	08:38	07:52		06:50		06:35	05:33	05:00			
	16:36	17:33		18:27		20:23	21:17	21:56			
14	08:37	07:50		06:47		06:33	05:31	05:00			
	16:37	17:35		18:29		20:25	21:18	21:57			
15	08:36	09:33 (WEA 01)	07:48	06:45		06:31	05:30	05:00			
	16:39	6 09:39 (WEA 01)	17:37	18:31		20:27	21:20	21:57			
16	08:35	09:31 (WEA 01)	07:46	06:42		06:28	05:28	04:59			
	16:40	11 09:42 (WEA 01)	17:39	18:32		20:29	21:22	21:58			
17	08:34	09:30 (WEA 01)	07:44	06:40		06:26	05:27	04:59			
	16:42	15 09:45 (WEA 01)	17:41	18:34		20:31	21:23	21:58			
18	08:33	09:28 (WEA 01)	07:42	06:38		06:24	05:25	04:59			
	16:44	17 09:45 (WEA 01)	17:43	18:36		20:32	21:25	21:59			
19	08:32	09:27 (WEA 01)	07:40	06:35		06:22	05:24	04:59			
	16:46	20 09:47 (WEA 01)	17:45	18:38		20:34	21:26	21:59			
20	08:31	09:27 (WEA 01)	07:38	06:33		06:19	05:22	04:59			
	16:47	22 09:49 (WEA 01)	17:47	18:40		20:36	21:28	21:59			
21	08:30	09:26 (WEA 01)	07:36	06:30		06:17	05:21	04:59			
	16:49	23 09:49 (WEA 01)	17:49	18:42		20:38	21:30	22:00			
22	08:29	09:26 (WEA 01)	07:33	08:09 (WEA 02)	06:28	06:15	05:19	05:00			
	16:51	25 09:51 (WEA 01)	17:51	10 08:19 (WEA 02)	18:43	20:40	21:31	22:00			
23	08:27	09:25 (WEA 01)	07:31	08:07 (WEA 02)	06:26	06:13	05:18	05:00			
	16:53	26 09:51 (WEA 01)	17:53	15 08:22 (WEA 02)	18:45	20:41	21:33	22:00			
24	08:26	09:25 (WEA 01)	07:29	08:05 (WEA 02)	06:23	06:11	05:16	05:00			
	16:55	28 09:53 (WEA 01)	17:55	18 08:23 (WEA 02)	18:47	20:43	21:34	22:00			
25	08:25	09:24 (WEA 01)	07:27	08:03 (WEA 02)	06:21	06:44 (WEA 05)	06:08	05:15	05:01		
	16:56	29 09:53 (WEA 01)	17:57	21 08:24 (WEA 02)	18:49	4 06:48 (WEA 05)	20:45	21:35	22:00		
26	08:23	09:25 (WEA 01)	07:25	08:03 (WEA 02)	06:18	7 06:42 (WEA 05)	06:06	05:14	05:01		
	16:58	29 09:54 (WEA 01)	17:59	22 08:25 (WEA 02)	18:51	7 06:49 (WEA 05)	20:47	21:37	22:00		
27	08:22	09:24 (WEA 01)	07:22	08:02 (WEA 02)	06:16	06:39 (WEA 05)	06:04	05:13	05:01		
	17:00	30 09:54 (WEA 01)	18:01	23 08:25 (WEA 02)	18:53	10 06:49 (WEA 05)	20:49	21:38	22:00		
28	08:20	09:25 (WEA 01)	07:20	08:01 (WEA 02)	06:14	06:37 (WEA 05)	06:02	05:12	05:02		
	17:02	30 09:55 (WEA 01)	18:02	24 08:25 (WEA 02)	18:54	12 06:49 (WEA 05)	20:50	21:40	22:00		
29	08:19	09:25 (WEA 01)		07:11	07:36 (WEA 05)	06:00	05:11	05:02			
	17:04	31 09:56 (WEA 01)		19:56	12 07:48 (WEA 05)	20:52	21:41	22:00			
30	08:17	09:24 (WEA 01)		07:09	10 07:37 (WEA 05)	05:58	05:09	05:03			
	17:06	32 09:56 (WEA 01)		19:58	10 07:47 (WEA 05)	20:54	21:42	22:00			
31	08:16	09:24 (WEA 01)		07:06	6 07:39 (WEA 05)		05:08				
	17:08	31 09:55 (WEA 01)		20:00	6 07:45 (WEA 05)		21:43				
Sonnenscheinstunden	252			367		419	492	507			
astr.max.mögl.Beschattung	405	399		217							

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) Schattende (WEA mit letztem Schatten)

Projekt:

Windpark Rosenberg-Neuenwege-Heubült

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON
Blumenstrasse 26
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0

Berechnet:

30.05.2016 15:20/3.0.629

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe Schattenrezeptor: C - Bültersweg 2, Rosenberg

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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	05:04	05:43	06:36	07:28	07:25	09:02 (WEA 01) 08:19
	21:59	21:25	20:20	19:07	16:58	17 09:19 (WEA 01) 16:14
2	05:04	05:44	06:37	07:30	07:27	09:01 (WEA 01) 08:20
	21:59	21:23	20:17	19:05	16:56	20 09:21 (WEA 01) 16:14
3	05:05	05:46	06:39	07:31	07:29	08:59 (WEA 01) 08:22
	21:59	21:21	20:15	19:02	16:54	23 09:22 (WEA 01) 16:13
4	05:06	05:48	06:41	07:33	07:31	08:58 (WEA 01) 08:23
	21:58	21:20	20:13	19:00	16:52	25 09:23 (WEA 01) 16:12
5	05:07	05:49	06:43	07:35	08:45 (WEA 02) 07:33	08:57 (WEA 01) 08:25
	21:58	21:18	20:10	18:57	7 08:52 (WEA 02) 16:50	27 09:24 (WEA 01) 16:12
6	05:08	05:51	06:44	07:37	08:41 (WEA 02) 07:34	08:57 (WEA 01) 08:26
	21:57	21:16	20:08	18:55	14 08:55 (WEA 02) 16:48	28 09:25 (WEA 01) 16:11
7	05:09	05:53	06:46	07:39	08:40 (WEA 02) 07:36	08:56 (WEA 01) 08:27
	21:56	21:14	20:05	18:53	17 08:57 (WEA 02) 16:46	29 09:25 (WEA 01) 16:11
8	05:10	05:54	06:48	07:40	08:38 (WEA 02) 07:38	08:56 (WEA 01) 08:29
	21:56	21:12	20:03	18:50	20 08:58 (WEA 02) 16:45	30 09:26 (WEA 01) 16:10
9	05:11	05:56	06:50	07:42	08:37 (WEA 02) 07:40	08:56 (WEA 01) 08:30
	21:55	21:10	20:01	18:48	22 08:59 (WEA 02) 16:43	31 09:27 (WEA 01) 16:10
10	05:12	05:58	06:51	07:44	08:35 (WEA 02) 07:42	08:56 (WEA 01) 08:31
	21:54	21:08	19:58	18:46	23 08:58 (WEA 02) 16:41	31 09:27 (WEA 01) 16:10
11	05:13	05:59	06:53	07:46	08:35 (WEA 02) 07:44	08:56 (WEA 01) 08:32
	21:53	21:06	19:56	18:43	23 08:58 (WEA 02) 16:39	31 09:27 (WEA 01) 16:10
12	05:14	06:01	06:55	07:48	08:35 (WEA 02) 07:46	08:56 (WEA 01) 08:33
	21:52	21:04	19:53	5 07:36 (WEA 05) 18:41	23 08:58 (WEA 02) 16:38	31 09:27 (WEA 01) 16:09
13	05:15	06:03	06:57	07:49	08:34 (WEA 02) 07:48	08:57 (WEA 01) 08:34
	21:51	21:02	19:51	9 07:38 (WEA 05) 18:39	24 08:58 (WEA 02) 16:36	30 09:27 (WEA 01) 16:09
14	05:16	06:05	06:58	07:51	08:34 (WEA 02) 07:50	08:57 (WEA 01) 08:35
	21:50	21:00	19:48	11 07:38 (WEA 05) 18:36	24 08:58 (WEA 02) 16:35	30 09:27 (WEA 01) 16:09
15	05:18	06:06	07:00	07:53	08:35 (WEA 02) 07:51	08:57 (WEA 01) 08:36
	21:49	20:58	19:46	12 07:38 (WEA 05) 18:34	22 08:57 (WEA 02) 16:33	30 09:27 (WEA 01) 16:09
16	05:19	06:08	07:02	07:55	08:35 (WEA 02) 07:53	08:58 (WEA 01) 08:37
	21:48	20:56	19:44	10 07:38 (WEA 05) 18:32	22 08:57 (WEA 02) 16:32	29 09:27 (WEA 01) 16:09
17	05:20	06:10	07:03	07:57	08:36 (WEA 02) 07:55	08:58 (WEA 01) 08:38
	21:47	20:54	19:41	8 07:38 (WEA 05) 18:29	20 08:56 (WEA 02) 16:30	29 09:27 (WEA 01) 16:10
18	05:22	06:11	07:05	07:59	08:37 (WEA 02) 07:57	08:59 (WEA 01) 08:39
	21:46	20:51	19:39	5 07:36 (WEA 05) 18:27	17 08:54 (WEA 02) 16:29	28 09:27 (WEA 01) 16:10
19	05:23	06:13	07:07	08:00	08:39 (WEA 02) 07:59	09:00 (WEA 01) 08:39
	21:45	20:49	19:36	1 07:34 (WEA 05) 18:25	13 08:52 (WEA 02) 16:27	26 09:26 (WEA 01) 16:10
20	05:24	06:15	07:09	08:02	08:41 (WEA 02) 08:01	09:01 (WEA 01) 08:40
	21:43	20:47	19:34	8 08:49 (WEA 02) 16:26	25 09:26 (WEA 01) 16:10	
21	05:26	06:17	07:10	08:04	08:02	09:02 (WEA 01) 08:41
	21:42	20:45	19:31	18:21	16:25	23 09:25 (WEA 01) 16:11
22	05:27	06:18	07:12	08:06	08:04	09:03 (WEA 01) 08:41
	21:41	20:43	19:29	18:18	16:23	22 09:25 (WEA 01) 16:11
23	05:29	06:20	07:14	08:08	08:06	09:04 (WEA 01) 08:42
	21:39	20:40	19:26	18:16	16:22	20 09:24 (WEA 01) 16:12
24	05:30	06:22	07:16	08:10	08:08	09:06 (WEA 01) 08:42
	21:38	20:38	19:24	18:14	16:21	18 09:24 (WEA 01) 16:12
25	05:32	06:24	07:17	07:12	08:09	09:07 (WEA 01) 08:43
	21:36	20:36	19:22	17:12	16:20	15 09:22 (WEA 01) 16:13
26	05:33	06:25	07:19	07:14	08:11	09:09 (WEA 01) 08:43
	21:35	20:34	19:19	17:10	16:19	11 09:20 (WEA 01) 16:14
27	05:35	06:27	07:21	07:15	08:13	09:12 (WEA 01) 08:43
	21:33	20:31	19:17	17:08	16:18	6 09:18 (WEA 01) 16:14
28	05:36	06:29	07:23	07:17	08:14	08:43
	21:32	20:29	19:14	17:06	16:17	16:15
29	05:38	06:31	07:24	07:19	08:16	08:43
	21:30	20:27	19:12	17:04	16:16	16:16
30	05:39	06:32	07:26	07:21	08:17	08:43
	21:28	20:24	19:09	17:02	16:15	16:17
31	05:41	06:34		07:23	09:05 (WEA 01)	08:44
	21:27	20:22		17:00	11 09:16 (WEA 01)	16:18
Sonnenscheinstunden	510	458	382	329	261	236
astr.max.mögl.Beschattung			61	310	665	

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)	Zeitpunkt (SS:MM) Schattende (WEA mit letztem Schatten)
	Minuten mit Schatten	

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe
Schattenrezeptor: D - Bültersweg 4, Rosenberg
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1	08:43	10:42 (WEA 01)	08:14	09:03 (WEA 02)	07:18	07:04
	16:19	27 11:09 (WEA 01)	17:10	09:27 (WEA 02)	18:04	20:02
2	08:43	10:43 (WEA 01)	08:12	09:02 (WEA 02)	07:15	07:01
	16:20	26 11:09 (WEA 01)	17:12	09:28 (WEA 02)	18:06	20:03
3	08:43	10:43 (WEA 01)	08:11	09:02 (WEA 02)	07:13	06:59
	16:22	26 11:09 (WEA 01)	17:14	09:28 (WEA 02)	18:08	20:05
4	08:43	10:45 (WEA 01)	08:09	09:02 (WEA 02)	07:11	06:57
	16:23	24 11:09 (WEA 01)	17:16	09:28 (WEA 02)	18:10	20:07
5	08:43	10:45 (WEA 01)	08:07	09:01 (WEA 02)	07:09	06:54
	16:24	24 11:09 (WEA 01)	17:18	09:29 (WEA 02)	18:12	20:09
6	08:42	10:46 (WEA 01)	08:05	09:01 (WEA 02)	07:06	06:52
	16:25	23 11:09 (WEA 01)	17:19	09:29 (WEA 02)	18:14	20:11
7	08:42	10:47 (WEA 01)	08:04	09:01 (WEA 02)	07:04	06:50
	16:27	22 11:09 (WEA 01)	17:21	09:29 (WEA 02)	18:16	20:13
8	08:41	10:48 (WEA 01)	08:02	09:02 (WEA 02)	07:02	06:47
	16:28	20 11:08 (WEA 01)	17:23	09:29 (WEA 02)	18:18	20:14
9	08:41	10:50 (WEA 01)	08:00	09:02 (WEA 02)	06:59	06:45
	16:29	18 11:08 (WEA 01)	17:25	09:29 (WEA 02)	18:19	20:16
10	08:40	10:51 (WEA 01)	07:58	09:02 (WEA 02)	06:57	06:42
	16:31	17 11:08 (WEA 01)	17:27	09:28 (WEA 02)	18:21	20:18
11	08:39	10:52 (WEA 01)	07:56	09:03 (WEA 02)	06:54	06:40
	16:32	15 11:07 (WEA 01)	17:29	09:28 (WEA 02)	18:23	20:20
12	08:39	10:54 (WEA 01)	07:54	09:04 (WEA 02)	06:52	06:38
	16:34	11 11:05 (WEA 01)	17:31	09:27 (WEA 02)	18:25	20:22
13	08:38	10:57 (WEA 01)	07:52	09:05 (WEA 02)	06:50	06:35
	16:36	6 11:03 (WEA 01)	17:33	09:26 (WEA 02)	18:27	20:23
14	08:37		07:50	09:07 (WEA 02)	06:47	06:33
	16:37		17:35	09:25 (WEA 02)	18:29	20:25
15	08:36		07:48	09:08 (WEA 02)	06:45	06:31
	16:39		17:37	09:23 (WEA 02)	18:31	20:27
16	08:35		07:46	09:11 (WEA 02)	06:42	07:06 (WEA 05)
	16:40		17:39	09:19 (WEA 02)	18:32	20:29
17	08:34		07:44		06:40	07:04 (WEA 05)
	16:42		17:41		18:34	20:31
18	08:33		07:42		06:38	07:01 (WEA 05)
	16:44		17:43		18:36	20:32
19	08:32		07:40		06:35	07:13 (WEA 05)
	16:46		17:45		18:38	20:34
20	08:31		07:38		06:33	06:59 (WEA 05)
	16:47		17:47		18:40	20:36
21	08:30		07:36		06:30	07:12 (WEA 05)
	16:49		17:49		18:42	20:38
22	08:29		07:33		06:28	06:59 (WEA 05)
	16:51		17:51		18:43	20:40
23	08:27		07:31		06:26	07:10 (WEA 05)
	16:53		17:53		18:45	20:41
24	08:26		07:29		06:23	07:09 (WEA 05)
	16:55		17:55		18:47	20:43
25	08:25		07:27		06:21	07:04 (WEA 05)
	16:56		17:57		18:49	20:45
26	08:23	09:11 (WEA 02)	07:25		06:18	06:06
	16:58	5 09:16 (WEA 02)	17:59		18:51	20:47
27	08:22	09:07 (WEA 02)	07:22		06:16	06:04
	17:00	12 09:19 (WEA 02)	18:01		18:53	20:49
28	08:20	09:06 (WEA 02)	07:20		06:13	06:02
	17:02	16 09:22 (WEA 02)	18:02		18:54	20:50
29	08:19	09:05 (WEA 02)			07:11	07:34 (WEA 03)
	17:04	18 09:23 (WEA 02)			19:56	06:00
30	08:17	09:04 (WEA 02)			07:09	07:39 (WEA 03)
	17:06	21 09:25 (WEA 02)			19:58	20:52
31	08:16	09:03 (WEA 02)			07:06	07:32 (WEA 03)
	17:08	22 09:25 (WEA 02)			20:00	05:58
					11 07:41 (WEA 03)	20:54
Sonnenscheinstunden	252	274	367	419	492	507
astr.max.mögl.Beschattung	353	376	111	53		

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) Schattende (WEA mit letztem Schatten)

Projekt:

Windpark Rosenberg-Neuenwege-Heubütt

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKon
Blumenstrasse 26
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0

Berechnet:

30.05.2016 15:20/3.0.629

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe Schattenrezeptor: D - Bülterweg 4, Rosenberg

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

Table with columns for months (Juli to Dezember) and rows for days (1 to 31), showing sunrise/sunset times and shadow durations. Includes summary rows for 'Sonnenscheinstunden' and 'astr.max.mögl.Beschattung'.

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) Schatteneinde (WEA mit letztem Schatten)



SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe Schattenrezeptor: E - Wiesenweg 1, Rosenberg
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

- 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

Table with columns for months (Januar, Februar, März, April, Mai, Juni) and rows for individual days showing shadow times and sun hours. Includes summary rows for 'Sonnenscheinstunden' and 'astr.max.mögl.Beschattung'.

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) Schattende (WEA mit letztem Schatten)



SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe Schattenrezeptor: F - Bültersweg 1, Neuenwege

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

- 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

	Januar	Februar	März	April	Mal	Juni
1	08:43	08:14	07:18	08:22 (WEA 05)	07:04	05:56
	16:19	17:10	18:04	3 08:25 (WEA 05)	20:02	20:56
2	08:43	08:12	07:15		07:01	05:54
	16:20	17:12	18:06		20:03	20:58
3	08:43	08:11	07:13		06:59	05:52
	16:22	17:14	18:08		20:05	20:59
4	08:43	08:09	07:11		06:57	05:50
	16:23	17:16	18:10		20:07	21:01
5	08:43	08:07	07:09		06:54	05:48
	16:24	17:17	18:12		20:09	21:03
6	08:42	08:05	07:06		06:52	05:46
	16:25	17:19	18:14		20:11	21:05
7	08:42	08:04	07:04		06:49	05:44
	16:27	17:21	18:16		20:12	21:06
8	08:41	08:02	07:01	07:33 (WEA 03)	06:47	05:42
	16:28	17:23	18:18	6 07:39 (WEA 03)	20:14	21:08
9	08:41	08:00	06:59	07:30 (WEA 03)	06:45	05:40
	16:29	17:25	18:19	12 07:42 (WEA 03)	20:16	21:10
10	08:40	07:58	06:57	07:28 (WEA 03)	06:42	05:38
	16:31	17:27	18:21	16 07:44 (WEA 03)	20:18	21:12
11	08:39	07:56	06:54	07:26 (WEA 03)	06:40	05:37
	16:32	17:29	18:23	18 07:44 (WEA 03)	20:20	21:13
12	08:39	07:54	06:52	07:26 (WEA 03)	06:38	05:35
	16:34	17:31	18:25	19 07:45 (WEA 03)	20:22	21:15
13	08:38	07:52	06:50	07:24 (WEA 03)	06:35	05:33
	16:35	17:33	18:27	21 07:45 (WEA 03)	20:23	21:17
14	08:37	07:50	06:47	07:24 (WEA 03)	06:33	05:31
	16:37	17:35	18:29	21 07:45 (WEA 03)	20:25	21:18
15	08:36	07:48	06:45	07:23 (WEA 03)	06:31	05:30
	16:39	17:37	18:31	21 07:44 (WEA 03)	20:27	21:20
16	08:35	07:46	06:42	07:24 (WEA 03)	06:28	05:28
	16:40	17:39	18:32	20 07:44 (WEA 03)	20:29	21:22
17	08:34	07:44	06:40	07:24 (WEA 03)	06:26	05:27
	16:42	17:41	18:34	20 07:44 (WEA 03)	20:31	21:23
18	08:33	07:42	06:38	07:25 (WEA 03)	06:24	05:25
	16:44	17:43	18:36	17 07:42 (WEA 03)	20:32	21:25
19	08:32	07:40	06:35	07:26 (WEA 03)	06:22	05:23
	16:45	17:45	18:38	15 07:41 (WEA 03)	20:34	21:26
20	08:31	07:38	06:33	07:27 (WEA 03)	06:19	05:22
	16:47	17:47	18:40	11 07:38 (WEA 03)	20:36	21:28
21	08:30	07:35	06:30	06:55 (WEA 04)	06:17	05:21
	16:49	17:49	18:42	7 07:02 (WEA 04)	20:38	21:30
22	08:29	07:33	06:28	06:52 (WEA 04)	06:15	05:19
	16:51	17:51	18:43	12 07:04 (WEA 04)	20:40	21:31
23	08:27	07:31	06:26	06:51 (WEA 04)	06:13	05:18
	16:53	17:53	18:45	14 07:05 (WEA 04)	20:41	21:33
24	08:26	07:29	06:23	06:49 (WEA 04)	06:11	05:16
	16:54	17:55	18:47	16 07:05 (WEA 04)	20:43	21:34
25	08:25	07:27	06:21	06:49 (WEA 04)	06:08	05:15
	16:56	17:57	18:49	17 07:06 (WEA 04)	20:45	21:35
26	08:23	07:24	06:18	06:49 (WEA 04)	06:06	05:14
	16:58	17:59	18:51	17 07:06 (WEA 04)	20:47	21:37
27	08:22	07:22	06:16	06:49 (WEA 04)	06:04	05:13
	17:00	18:00	18:53	16 07:05 (WEA 04)	20:49	21:38
28	08:20	07:20	06:13	06:49 (WEA 04)	06:02	05:12
	17:02	18:02	18:54	15 07:04 (WEA 04)	20:50	21:40
29	08:19		07:11	07:49 (WEA 04)	06:00	05:10
	17:04		19:56	13 08:02 (WEA 04)	20:52	21:41
30	08:17		07:09	07:51 (WEA 04)	05:58	05:09
	17:06		19:58	10 08:01 (WEA 04)	20:54	21:42
31	08:16		07:06	07:54 (WEA 04)		05:08
	17:08		20:00	3 07:57 (WEA 04)		21:43
Sonnenscheinstunden	252	274	367	419	492	507
astr.max.mögl.Beschattung		315	360			

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)
--------------	-----------------------	-------------------------	----------------------	--	---

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe
Schattenrezeptor: F - Bültersweg 1, Neuenwege

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

- 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	05:04	05:43	06:36	07:28	08:04 (WEA 03)	07:25	08:19	
	21:59	21:25	20:20	19:07	20 08:24 (WEA 03)	16:58	16:14	
2	05:04	05:44	06:37	07:30	08:05 (WEA 03)	07:27	08:20	
	21:59	21:23	20:17	19:05	18 08:23 (WEA 03)	16:56	16:14	
3	05:05	05:46	06:39	07:31	08:06 (WEA 03)	07:29	08:22	
	21:58	21:21	20:15	19:02	16 08:22 (WEA 03)	16:54	16:13	
4	05:06	05:48	06:41	07:33	08:06 (WEA 03)	07:31	08:23	
	21:58	21:20	20:12	19:00	14 08:20 (WEA 03)	16:52	16:12	
5	05:07	05:49	06:43	07:35	08:08 (WEA 03)	07:33	08:25	
	21:57	21:18	20:10	18:57	9 08:17 (WEA 03)	16:50	16:12	
6	05:08	05:51	06:44	07:37		07:34	08:26	
	21:57	21:16	20:08	18:55		16:48	16:11	
7	05:09	05:53	06:46	07:39		07:36	08:27	
	21:56	21:14	20:05	18:53		16:46	16:11	
8	05:10	05:54	06:48	07:40		07:38	08:29	
	21:56	21:12	20:03	18:50		16:44	16:10	
9	05:11	05:56	06:50	07:42		07:40	08:30	
	21:55	21:10	20:00	18:48		16:43	16:10	
10	05:12	05:58	06:51	07:44		07:42	08:31	
	21:54	21:08	19:58	18:46		16:41	16:10	
11	05:13	05:59	06:53	07:46		07:44	08:32	
	21:53	21:06	19:56	18:43		16:39	16:09	
12	05:14	06:01	06:55	07:48		07:46	08:33	
	21:52	21:04	19:53	18:41		16:38	16:09	
13	05:15	06:03	06:56	07:42 (WEA 04)	07:49	08:53 (WEA 05)	07:48	08:34
	21:51	21:02	19:51	10 07:52 (WEA 04)	18:39	7 09:00 (WEA 05)	16:36	16:09
14	05:16	06:05	06:58	07:40 (WEA 04)	07:51	08:50 (WEA 05)	07:50	08:35
	21:50	21:00	19:48	12 07:52 (WEA 04)	18:36	13 09:03 (WEA 05)	16:35	16:09
15	05:18	06:06	07:00	07:39 (WEA 04)	07:53	08:41 (WEA 06)	07:51	08:36
	21:49	20:58	19:46	14 07:53 (WEA 04)	18:34	23 09:04 (WEA 05)	16:33	16:09
16	05:19	06:08	07:02	07:38 (WEA 04)	07:55	08:40 (WEA 06)	07:53	08:37
	21:48	20:56	19:43	16 07:54 (WEA 04)	18:32	25 09:05 (WEA 05)	16:31	16:09
17	05:20	06:10	07:03	07:38 (WEA 04)	07:57	08:38 (WEA 06)	07:55	08:38
	21:47	20:54	19:41	16 07:54 (WEA 04)	18:29	28 09:06 (WEA 05)	16:30	16:09
18	05:22	06:11	07:05	07:37 (WEA 04)	07:59	08:38 (WEA 06)	07:57	08:39
	21:46	20:51	19:39	16 07:53 (WEA 04)	18:27	28 09:06 (WEA 05)	16:29	16:10
19	05:23	06:13	07:07	07:37 (WEA 04)	08:00	08:37 (WEA 06)	07:59	08:39
	21:45	20:49	19:36	16 07:53 (WEA 04)	18:25	29 09:06 (WEA 05)	16:27	16:10
20	05:24	06:15	07:09	07:37 (WEA 04)	08:02	08:37 (WEA 06)	08:00	08:40
	21:43	20:47	19:34	15 07:52 (WEA 04)	18:23	29 09:06 (WEA 05)	16:26	16:10
21	05:26	06:17	07:10	07:37 (WEA 04)	08:04	08:37 (WEA 06)	08:02	08:41
	21:42	20:45	19:31	13 07:50 (WEA 04)	18:21	29 09:06 (WEA 05)	16:25	16:11
22	05:27	06:18	07:12	07:39 (WEA 04)	08:06	08:37 (WEA 06)	08:04	08:41
	21:41	20:43	19:29	9 07:48 (WEA 04)	18:18	28 09:05 (WEA 05)	16:23	16:11
23	05:29	06:20	07:14	08:13 (WEA 03)	08:08	08:38 (WEA 06)	08:06	08:42
	21:39	20:40	19:26	8 08:21 (WEA 03)	18:16	27 09:05 (WEA 05)	16:22	16:12
24	05:30	06:22	07:16	08:10 (WEA 03)	08:10	08:39 (WEA 06)	08:07	08:42
	21:38	20:38	19:24	14 08:24 (WEA 03)	18:14	25 09:04 (WEA 05)	16:21	16:12
25	05:32	06:24	07:17	08:08 (WEA 03)	07:12	07:42 (WEA 06)	08:09	08:43
	21:36	20:36	19:22	16 08:24 (WEA 03)	17:12	20 08:02 (WEA 05)	16:20	16:13
26	05:33	06:25	07:19	08:06 (WEA 03)	07:14	07:50 (WEA 05)	08:11	08:43
	21:35	20:34	19:19	19 08:25 (WEA 03)	17:10	10 08:00 (WEA 05)	16:19	16:14
27	05:35	06:27	07:21	08:06 (WEA 03)	07:15		08:13	08:43
	21:33	20:31	19:17	20 08:26 (WEA 03)	17:08		16:18	16:14
28	05:36	06:29	07:23	08:05 (WEA 03)	07:17		08:14	08:43
	21:32	20:29	19:14	21 08:26 (WEA 03)	17:06		16:17	16:15
29	05:38	06:31	07:24	08:04 (WEA 03)	07:19		08:16	08:43
	21:30	20:27	19:12	21 08:25 (WEA 03)	17:04		16:16	16:16
30	05:39	06:32	07:26	08:04 (WEA 03)	07:21		08:17	08:43
	21:28	20:24	19:09	21 08:25 (WEA 03)	17:02		16:15	16:17
31	05:41	06:34			07:23			08:43
	21:27	20:22			17:00			16:18
Sonnenscheinstunden	510	458	382	329		261	236	
astr.max.mögl.Beschattung			277	398				

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	Zeitpunkt (SS:MM) Schattende	(WEA mit erstem Schatten)	(WEA mit letztem Schatten)
--------------	-----------------------	-------------------------	----------------------	----------------------------------	------------------------------	---------------------------	----------------------------

Projekt:

Windpark Rosenberg-Neuenwege-Heubült

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKon
Blumenstrasse 26
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0

Berechnet:

30.05.2016 15:20/3.0.629

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe
Schattenrezeptor: G - Behntweg 2, Neuenwege

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	
1	08:43	09:25 (WEA 07) 08:14	08:54 (WEA 06) 07:18	08:09 (WEA 03) 07:04	08:00 (WEA 04) 05:56	05:07	
2	16:19	15:29 (WEA 01) 17:10	09:49 (WEA 05) 18:04	08:33 (WEA 03) 20:02	08:20 (WEA 04) 20:56	21:45	
3	08:43	09:25 (WEA 07) 08:12	08:52 (WEA 06) 07:15	08:08 (WEA 03) 07:01	08:01 (WEA 04) 05:54	05:06	
4	16:20	15:29 (WEA 01) 17:12	09:50 (WEA 05) 18:06	08:34 (WEA 03) 20:03	08:18 (WEA 04) 20:58	21:46	
5	08:43	09:26 (WEA 07) 08:11	08:51 (WEA 06) 07:13	08:06 (WEA 03) 06:59	08:02 (WEA 04) 05:52	05:06	
6	16:22	15:30 (WEA 01) 17:14	09:50 (WEA 05) 18:08	08:34 (WEA 03) 20:05	08:15 (WEA 04) 20:59	21:47	
7	08:43	09:27 (WEA 07) 08:09	08:50 (WEA 06) 07:11	08:05 (WEA 03) 06:57	08:05 (WEA 04) 05:50	05:05	
8	16:23	15:31 (WEA 01) 17:16	09:50 (WEA 05) 18:10	08:35 (WEA 03) 20:07	08:12 (WEA 04) 21:01	21:48	
9	08:43	09:27 (WEA 07) 08:07	08:49 (WEA 06) 07:08	08:03 (WEA 03) 06:54		05:48	
10	16:24	15:31 (WEA 01) 17:17	09:50 (WEA 05) 18:12	08:35 (WEA 03) 20:09		21:49	
11	08:42	09:28 (WEA 07) 08:05	08:49 (WEA 06) 07:06	08:03 (WEA 03) 06:52		05:03	
12	16:25	15:31 (WEA 01) 17:19	09:50 (WEA 05) 18:14	08:36 (WEA 03) 20:11		21:50	
13	08:42	09:29 (WEA 07) 08:04	08:48 (WEA 06) 07:04	08:03 (WEA 03) 06:49		05:03	
14	16:27	15:31 (WEA 01) 17:21	09:50 (WEA 05) 18:16	08:36 (WEA 03) 20:12		21:51	
15	08:41	09:29 (WEA 07) 08:02	08:48 (WEA 06) 07:01	08:02 (WEA 03) 06:47		05:02	
16	16:28	15:31 (WEA 01) 17:23	09:50 (WEA 05) 18:18	08:36 (WEA 03) 20:14		21:52	
17	08:41	09:31 (WEA 07) 08:00	08:48 (WEA 06) 06:59	08:02 (WEA 03) 06:45		05:02	
18	16:29	15:32 (WEA 01) 17:25	09:49 (WEA 05) 18:19	08:36 (WEA 03) 20:16		21:53	
19	08:40	09:33 (WEA 07) 07:58	08:48 (WEA 06) 06:57	08:01 (WEA 03) 06:42		05:01	
20	16:31	15:32 (WEA 01) 17:27	09:49 (WEA 05) 18:21	08:35 (WEA 03) 20:18		21:54	
21	08:39	14:41 (WEA 02) 07:56	08:48 (WEA 06) 06:54	08:01 (WEA 03) 06:40		05:01	
22	16:32	15:32 (WEA 01) 17:29	09:48 (WEA 05) 18:23	08:35 (WEA 03) 20:20		21:55	
23	08:39	15:17 (WEA 01) 07:54	08:49 (WEA 06) 06:52	08:02 (WEA 03) 06:38		05:00	
24	16:34	15:32 (WEA 01) 17:31	09:48 (WEA 05) 18:25	08:35 (WEA 03) 20:22		21:55	
25	08:38	15:18 (WEA 01) 07:52	08:50 (WEA 06) 06:50	08:02 (WEA 03) 06:35		05:00	
26	16:35	15:32 (WEA 01) 17:33	09:47 (WEA 05) 18:27	08:33 (WEA 03) 20:23		21:56	
27	08:37	15:19 (WEA 01) 07:50	08:50 (WEA 06) 06:47	08:03 (WEA 03) 06:33		05:00	
28	16:37	15:32 (WEA 01) 17:35	09:45 (WEA 05) 18:29	08:32 (WEA 03) 20:25		21:57	
29	08:36	15:20 (WEA 01) 07:48	08:52 (WEA 06) 06:45	08:03 (WEA 03) 06:31		04:59	
30	16:39	15:31 (WEA 01) 17:37	09:43 (WEA 05) 18:31	08:31 (WEA 03) 20:27		21:57	
31	08:35	15:22 (WEA 01) 07:46	08:52 (WEA 06) 06:42	08:04 (WEA 03) 06:28		04:59	
32	16:40	15:30 (WEA 01) 17:39	09:40 (WEA 05) 18:32	08:29 (WEA 03) 20:29		21:58	
33	08:34	15:25 (WEA 01) 07:44	08:55 (WEA 06) 06:40	08:05 (WEA 03) 06:26		04:59	
34	16:42	15:28 (WEA 01) 17:41	09:04 (WEA 06) 18:34	08:27 (WEA 03) 20:31		21:58	
35	08:33		07:42	06:38	08:07 (WEA 03) 06:24		04:59
36	16:44		17:43	18:36	08:25 (WEA 03) 20:32		21:59
37	08:32		07:40	06:35	08:10 (WEA 03) 06:22		04:59
38	16:45		17:45	18:38	08:22 (WEA 03) 20:34		21:59
39	08:31		07:38	06:33	07:09 (WEA 04) 06:19		04:59
40	16:47		17:47	18:40	07:18 (WEA 04) 20:36		21:59
41	08:30		07:35	06:30	07:06 (WEA 04) 06:17		04:59
42	16:49		17:49	18:42	07:21 (WEA 04) 20:38		22:00
43	08:29	09:28 (WEA 05) 07:33		06:28	07:04 (WEA 04) 06:15		05:00
44	16:51	7 09:35 (WEA 05) 17:51		18:43	07:22 (WEA 04) 20:40		22:00
45	08:27	09:25 (WEA 05) 07:31		06:26	07:02 (WEA 04) 06:13		05:00
46	16:53	13 09:38 (WEA 05) 17:53		18:45	07:23 (WEA 04) 20:41		22:00
47	08:26	09:23 (WEA 05) 07:29		06:23	07:01 (WEA 04) 06:11		05:00
48	16:54	17 09:40 (WEA 05) 17:55		18:47	07:23 (WEA 04) 20:43		22:00
49	08:25	09:22 (WEA 05) 07:27		06:21	07:00 (WEA 04) 06:08		05:00
50	16:56	20 09:42 (WEA 05) 17:57		18:49	07:24 (WEA 04) 20:45		22:00
51	08:23	09:21 (WEA 05) 07:24	08:19 (WEA 03) 06:18		07:00 (WEA 04) 06:06		05:01
52	16:58	23 09:44 (WEA 05) 17:59	5 08:24 (WEA 03) 18:51	24 07:24 (WEA 04) 20:47		21:37	
53	08:22	09:20 (WEA 05) 07:22	08:14 (WEA 03) 06:16		06:59 (WEA 04) 06:04		05:13
54	17:00	25 09:45 (WEA 05) 18:00	15 08:29 (WEA 03) 18:53	25 07:24 (WEA 04) 20:49		21:38	
55	08:20	09:19 (WEA 05) 07:20	08:10 (WEA 03) 06:13		06:59 (WEA 04) 06:02		05:12
56	17:02	26 09:45 (WEA 05) 18:02	20 08:30 (WEA 03) 18:54	25 07:24 (WEA 04) 20:50		21:40	
57	08:19	09:19 (WEA 05)		07:11	07:58 (WEA 04) 06:00		05:10
58	17:04	28 09:47 (WEA 05)		19:56	08:22 (WEA 04) 20:52		21:41
59	08:17	09:19 (WEA 05)		07:09	07:59 (WEA 04) 05:58		05:09
60	17:06	29 09:48 (WEA 05)		19:58	08:22 (WEA 04) 20:54		21:42
61	08:16	08:57 (WEA 06)		07:06	08:00 (WEA 04)		05:08
62	17:08	33 09:48 (WEA 05)		20:00	08:21 (WEA 04)		21:43
63	Sonnenscheinstunden	252	274	367	419	492	507
64	astr.max.mögl.Beschattung	746	807	791	57		

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)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schattende (WEA mit letztem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)			

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe
Schattenrezeptor: H - Bülterweg 5, Neuenwege
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Januar	Februar	März	April	Mal	Juni			
1	08:43	09:55 (WEA 05)	08:14	09:08 (WEA 03)	07:18	07:55 (WEA 04)	07:04	05:56	05:07
	16:19	33 15:10 (WEA 01)	17:10	19 09:27 (WEA 03)	18:04	14 08:09 (WEA 04)	20:02	20:56	21:45
2	08:43	09:55 (WEA 05)	08:12	09:07 (WEA 03)	07:15	07:53 (WEA 04)	07:01	05:54	05:06
	16:20	29 15:08 (WEA 01)	17:12	21 09:28 (WEA 03)	18:06	18 08:11 (WEA 04)	20:03	20:58	21:46
3	08:43	09:55 (WEA 05)	08:11	09:06 (WEA 03)	07:13	07:51 (WEA 04)	06:59	05:52	05:06
	16:22	28 10:23 (WEA 05)	17:14	24 09:30 (WEA 03)	18:08	21 08:12 (WEA 04)	20:05	20:59	21:47
4	08:43	09:56 (WEA 05)	08:09	09:05 (WEA 03)	07:11	07:51 (WEA 04)	06:57	05:50	05:05
	16:23	28 10:24 (WEA 05)	17:15	26 09:31 (WEA 03)	18:10	22 08:13 (WEA 04)	20:07	21:01	21:48
5	08:43	09:56 (WEA 05)	08:07	09:04 (WEA 03)	07:08	07:49 (WEA 04)	06:54	05:48	05:04
	16:24	28 10:24 (WEA 05)	17:17	27 09:31 (WEA 03)	18:12	24 08:13 (WEA 04)	20:09	21:03	21:49
6	08:42	09:27 (WEA 06)	08:05	09:03 (WEA 03)	07:06	07:49 (WEA 04)	06:52	05:46	05:03
	16:25	30 10:25 (WEA 05)	17:19	29 09:32 (WEA 03)	18:14	24 08:13 (WEA 04)	20:11	21:05	21:50
7	08:42	09:25 (WEA 06)	08:04	09:03 (WEA 03)	07:04	07:49 (WEA 04)	06:49	05:44	05:03
	16:27	35 10:25 (WEA 05)	17:21	30 09:33 (WEA 03)	18:16	25 08:14 (WEA 04)	20:12	21:06	21:51
8	08:41	09:23 (WEA 06)	08:02	09:02 (WEA 03)	07:01	07:48 (WEA 04)	06:47	05:42	05:02
	16:28	39 10:26 (WEA 05)	17:23	31 09:33 (WEA 03)	18:18	25 08:13 (WEA 04)	20:14	21:08	21:52
9	08:41	09:23 (WEA 06)	08:00	09:02 (WEA 03)	06:59	07:48 (WEA 04)	06:45	05:40	05:02
	16:29	41 10:27 (WEA 05)	17:25	32 09:34 (WEA 03)	18:19	25 08:13 (WEA 04)	20:16	21:10	21:53
10	08:40	09:23 (WEA 06)	07:58	09:02 (WEA 03)	06:57	07:48 (WEA 04)	06:42	05:38	05:01
	16:31	42 10:27 (WEA 05)	17:27	32 09:34 (WEA 03)	18:21	23 08:11 (WEA 04)	20:18	21:12	21:54
11	08:39	09:22 (WEA 06)	07:56	09:02 (WEA 03)	06:54	07:48 (WEA 04)	06:40	05:37	05:01
	16:32	43 10:27 (WEA 05)	17:29	32 09:34 (WEA 03)	18:23	23 08:11 (WEA 04)	20:20	21:13	21:55
12	08:39	09:22 (WEA 06)	07:54	09:02 (WEA 03)	06:52	07:49 (WEA 04)	06:38	05:35	05:00
	16:34	44 10:27 (WEA 05)	17:31	32 09:34 (WEA 03)	18:25	21 08:10 (WEA 04)	20:22	21:15	21:55
13	08:38	09:22 (WEA 06)	07:52	09:02 (WEA 03)	06:50	07:50 (WEA 04)	06:35	05:33	05:00
	16:35	45 10:28 (WEA 05)	17:33	32 09:34 (WEA 03)	18:27	18 08:08 (WEA 04)	20:23	21:17	21:56
14	08:37	09:22 (WEA 06)	07:50	09:03 (WEA 03)	06:47	07:52 (WEA 04)	06:33	05:31	05:00
	16:37	46 10:28 (WEA 05)	17:35	31 09:34 (WEA 03)	18:29	14 08:06 (WEA 04)	20:25	21:18	21:57
15	08:36	09:22 (WEA 06)	07:48	09:03 (WEA 03)	06:45	07:54 (WEA 04)	06:31	05:30	04:59
	16:39	46 10:28 (WEA 05)	17:37	30 09:33 (WEA 03)	18:31	9 08:03 (WEA 04)	20:27	21:20	21:57
16	08:35	09:22 (WEA 06)	07:46	09:03 (WEA 03)	06:42		06:28	05:28	04:59
	16:40	46 10:28 (WEA 05)	17:39	29 09:32 (WEA 03)	18:32		20:29	21:22	21:58
17	08:34	09:22 (WEA 06)	07:44	09:04 (WEA 03)	06:40		06:26	05:27	04:59
	16:42	47 10:28 (WEA 05)	17:41	27 09:31 (WEA 03)	18:34		20:31	21:23	21:58
18	08:33	09:21 (WEA 06)	07:42	09:05 (WEA 03)	06:38		06:24	05:25	04:59
	16:44	46 10:27 (WEA 05)	17:43	25 09:30 (WEA 03)	18:36		20:32	21:25	21:59
19	08:32	09:22 (WEA 06)	07:40	09:06 (WEA 03)	06:35		06:22	05:23	04:59
	16:45	44 10:27 (WEA 05)	17:45	23 09:29 (WEA 03)	18:38		20:34	21:26	21:59
20	08:31	09:22 (WEA 06)	07:38	09:08 (WEA 03)	06:33		06:19	05:22	04:59
	16:47	44 10:27 (WEA 05)	17:47	20 09:28 (WEA 03)	18:40		20:36	21:28	21:59
21	08:30	09:22 (WEA 06)	07:35	09:10 (WEA 03)	06:30		06:17	05:20	04:59
	16:49	43 10:26 (WEA 05)	17:49	14 09:24 (WEA 03)	18:42		20:38	21:29	22:00
22	08:29	09:23 (WEA 06)	07:33	09:14 (WEA 03)	06:28		06:15	05:19	05:00
	16:51	40 10:26 (WEA 05)	17:51	6 09:20 (WEA 03)	18:43		20:40	21:31	22:00
23	08:27	09:23 (WEA 06)	07:31		06:26		06:13	05:18	05:00
	16:53	37 10:24 (WEA 05)	17:53		18:45		20:41	21:32	22:00
24	08:26	09:24 (WEA 06)	07:29		06:23		06:11	05:16	05:00
	16:54	33 10:23 (WEA 05)	17:55		18:47		20:43	21:34	22:00
25	08:25	09:24 (WEA 06)	07:27		06:21		06:08	05:15	05:00
	16:56	26 10:20 (WEA 05)	17:57		18:49		20:45	21:35	22:00
26	08:23	09:25 (WEA 06)	07:24		06:18		06:06	05:14	05:01
	16:58	19 09:44 (WEA 06)	17:59		18:51		20:47	21:37	22:00
27	08:22	09:26 (WEA 06)	07:22		06:16		06:04	05:13	05:01
	17:00	17 09:43 (WEA 06)	18:00		18:53		20:49	21:38	22:00
28	08:20	09:26 (WEA 06)	07:20	07:58 (WEA 04)	06:13		06:02	05:12	05:02
	17:02	16 09:42 (WEA 06)	18:02	8 08:06 (WEA 04)	18:54		20:50	21:40	22:00
29	08:19	09:28 (WEA 06)			07:11		06:00	05:10	05:02
	17:04	14 09:42 (WEA 06)			19:56		20:52	21:41	22:00
30	08:17	09:12 (WEA 03)			07:09		05:58	05:09	05:03
	17:06	19 09:40 (WEA 06)			19:58		20:54	21:42	22:00
31	08:16	09:09 (WEA 03)			07:06			05:08	
	17:08	17 09:36 (WEA 06)			20:00			21:43	
Sonnenscheinstunden	252		274		367		419	492	507
astr.max.mögl.Beschattung	1065		580		306				

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)

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe Schattenrezeptor: J - Bültersweg 9, Neuenwege
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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 Sonneneinfallrichtung
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Table with columns for months (July, August, September/October, November, December) and rows for days (1-31). It contains solar rise/set times and shadow start/end times for 9 turbines (WEA 01-09). Summary rows at the bottom show 'Sonnenscheinstunden' and 'astr.max.mögl.Beschattung' for each month.

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)



SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe Schattenrezeptor: N - An der Wapel 31, Heubült (verfallen)

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

- 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	05:04 21:59	05:43 21:25	06:36 20:19	07:28 19:07	07:25 16:57	15:54 (WEA 05) 16:04 (WEA 05)
2	05:04 21:59	05:44 21:23	06:37 20:17	07:30 19:04	07:27 16:56	16:14 16:05 (WEA 05)
3	05:05 21:58	05:46 21:21	06:39 20:15	07:31 19:02	07:29 16:54	16:13 16:06 (WEA 05)
4	05:06 21:58	05:47 21:19	06:41 20:12	07:33 19:00	07:31 16:52	16:13 15:51 (WEA 05)
5	05:07 21:57	05:49 21:18	06:43 20:10	07:35 18:57	07:32 16:50	16:12 15:50 (WEA 05)
6	05:08 21:57	05:51 21:16	06:44 20:08	07:37 18:55	07:34 16:48	16:11 16:07 (WEA 05)
7	05:09 21:56	05:52 21:14	06:46 20:05	07:38 18:53	07:36 16:46	16:11 16:07 (WEA 05)
8	05:10 21:55	05:54 21:12	06:48 20:03	07:40 18:50	07:38 16:44	16:10 16:07 (WEA 05)
9	05:11 21:55	05:56 21:10	06:49 20:00	07:42 18:48	07:40 16:43	16:10 15:51 (WEA 05)
10	05:12 21:54	05:58 21:08	06:51 19:58	07:44 18:45	07:42 16:41	16:10 15:52 (WEA 05)
11	05:13 21:53	05:59 21:06	06:53 19:56	07:46 18:43	07:44 17:12 (WEA 04)	16:10 15:53 (WEA 05)
12	05:14 21:52	06:01 21:04	06:55 19:53	07:47 18:41	07:46 17:24 (WEA 04)	16:09 16:06 (WEA 05)
13	05:15 21:51	06:03 21:02	06:56 19:51	07:49 18:38	07:48 17:09 (WEA 04)	16:09 16:05 (WEA 05)
14	05:16 21:50	06:04 21:00	06:58 19:48	07:51 18:36	07:49 17:27 (WEA 04)	16:09 16:02 (WEA 05)
15	05:17 21:49	06:06 20:58	07:00 19:46	07:53 18:34	07:51 17:06 (WEA 04)	16:09 15:16 (WEA 06)
16	05:19 21:48	06:08 20:56	07:02 19:43	07:55 18:32	07:53 17:29 (WEA 04)	16:09 15:19 (WEA 06)
17	05:20 21:47	06:10 20:53	07:03 19:41	07:57 18:29	07:55 17:04 (WEA 04)	16:09 15:13 (WEA 06)
18	05:21 21:46	06:11 20:51	07:05 19:39	07:58 18:27	07:57 17:30 (WEA 04)	16:09 15:11 (WEA 06)
19	05:23 21:45	06:13 20:49	07:07 19:36	08:00 18:25	07:59 17:30 (WEA 04)	16:09 15:11 (WEA 06)
20	05:24 21:43	06:15 20:47	07:08 19:34	08:02 18:23	08:00 17:31 (WEA 03)	16:10 15:10 (WEA 06)
21	05:26 21:42	06:17 20:45	07:10 19:31	08:04 18:20	08:02 17:31 (WEA 03)	16:10 15:27 (WEA 06)
22	05:27 21:41	06:18 20:42	07:12 19:29	08:06 18:18	08:04 17:03 (WEA 04)	16:11 15:28 (WEA 06)
23	05:28 21:39	06:20 20:40	07:14 19:26	08:08 18:16	08:06 17:32 (WEA 03)	16:11 15:10 (WEA 06)
24	05:30 21:38	06:22 20:38	07:15 19:24	08:10 18:14	08:07 17:04 (WEA 04)	16:12 15:29 (WEA 06)
25	05:31 21:36	06:23 20:36	07:17 19:21	08:12 18:12	08:09 16:32 (WEA 03)	16:12 15:10 (WEA 06)
26	05:33 21:35	06:25 20:33	07:19 19:19	08:14 18:10	08:11 16:07 (WEA 04)	16:13 15:29 (WEA 06)
27	05:35 21:33	06:27 20:31	07:21 19:17	08:16 18:08	08:12 16:31 (WEA 03)	16:13 15:10 (WEA 06)
28	05:36 21:32	06:29 20:29	07:22 19:14	08:18 18:06	08:14 16:09 (WEA 04)	16:14 15:11 (WEA 06)
29	05:38 21:30	06:30 20:27	07:24 19:12	08:20 18:04	08:16 16:29 (WEA 03)	16:15 15:30 (WEA 06)
30	05:39 21:28	06:32 20:24	07:26 19:09	08:22 18:02	08:17 16:15 (WEA 03)	16:16 15:12 (WEA 06)
31	05:41 21:27	06:34 20:22	07:28 19:07	08:24 18:00	08:19 16:17 (WEA 03)	16:17 15:30 (WEA 06)
Sonnenscheinstunden	510	458	382	329	261	236
astr.max.mögl.Beschattung			453		437	114

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	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende	(WEA mit erstem Schatten)	(WEA mit letztem Schatten)
--------------	-----------------------	-------------------------	----------------------	----------------------------------	--------------------------------	---------------------------	----------------------------

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe Schattenrezeptor: O - An der Wapel 16, Heubült
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1	08:43 16:19	08:14 17:10	15:56 (WEA 06) 16:17 (WEA 06)	07:18 18:04	17:06 (WEA 03) 20:02	05:56 20:56
2	08:43 16:20	08:12 17:12	15:57 (WEA 06) 16:17 (WEA 06)	07:15 18:06	17:06 (WEA 03) 20:03	05:54 20:57
3	08:43 16:21	08:11 17:13	15:58 (WEA 06) 16:17 (WEA 06)	07:13 18:08	17:05 (WEA 03) 20:05	05:52 20:59
4	08:43 16:23	08:09 17:15	15:58 (WEA 06) 16:16 (WEA 06)	07:11 18:10	17:06 (WEA 03) 20:07	05:50 21:01
5	08:42 16:24	08:07 17:17	15:59 (WEA 06) 16:16 (WEA 06)	07:08 18:12	17:06 (WEA 03) 20:09	05:48 21:03
6	08:42 16:25	08:05 17:19	16:00 (WEA 06) 16:15 (WEA 06)	07:06 18:14	17:07 (WEA 03) 20:11	05:46 21:05
7	08:42 16:27	08:04 17:21	16:02 (WEA 06) 16:13 (WEA 06)	07:04 18:16	17:06 (WEA 04) 20:12	05:44 21:06
8	08:41 16:28	08:02 17:23	16:06 (WEA 06) 16:09 (WEA 06)	07:01 18:17	17:05 (WEA 04) 20:14	05:42 21:08
9	08:41 16:29	08:00 17:25	16:47 (WEA 05) 16:52 (WEA 05)	06:59 18:19	17:04 (WEA 04) 20:16	05:40 21:10
10	08:40 16:31	07:58 17:27	16:45 (WEA 05) 16:55 (WEA 05)	06:57 18:21	17:03 (WEA 04) 20:18	05:38 21:11
11	08:39 16:32	07:56 17:29	16:43 (WEA 05) 16:57 (WEA 05)	06:54 18:23	17:03 (WEA 04) 20:20	05:37 21:13
12	08:39 16:34	07:54 17:31	16:42 (WEA 05) 16:58 (WEA 05)	06:52 18:25	17:03 (WEA 04) 20:21	05:35 21:15
13	08:38 16:35	07:52 17:33	16:42 (WEA 05) 16:58 (WEA 05)	06:50 18:27	17:02 (WEA 04) 20:23	05:33 21:17
14	08:37 16:37	07:50 17:35	16:42 (WEA 05) 16:59 (WEA 05)	06:47 18:29	17:03 (WEA 04) 20:25	05:31 21:18
15	08:36 16:39	07:48 17:37	16:42 (WEA 05) 16:59 (WEA 05)	06:45 18:30	17:02 (WEA 04) 20:27	05:30 21:20
16	08:35 16:40	07:46 17:39	16:41 (WEA 05) 16:58 (WEA 05)	06:42 18:32	17:03 (WEA 04) 20:29	05:28 21:22
17	08:34 16:42	07:44 17:41	16:41 (WEA 05) 16:58 (WEA 05)	06:40 18:34	17:03 (WEA 04) 20:30	05:26 21:23
18	08:33 16:44	07:42 17:43	16:42 (WEA 05) 16:58 (WEA 05)	06:38 18:36	17:05 (WEA 04) 20:32	05:25 21:25
19	08:32 16:45	07:40 17:45	16:43 (WEA 05) 16:57 (WEA 05)	06:35 18:38	17:06 (WEA 04) 20:34	05:23 21:26
20	08:31 16:47	07:38 17:47	16:45 (WEA 05) 16:56 (WEA 05)	06:33 18:40	17:08 (WEA 04) 20:36	05:22 21:28
21	08:30 16:49	07:35 17:49	16:47 (WEA 05) 16:52 (WEA 05)	06:30 18:42	17:21 (WEA 04) 20:36	05:20 21:29
22	08:29 16:51	07:33 17:51	16:52 (WEA 05) 17:12 (WEA 03)	06:28 18:43	20:38 20:40	05:19 21:31
23	08:27 16:53	07:31 17:53	17:12 (WEA 03) 17:20 (WEA 03)	06:25 18:45	20:38 20:41	05:18 21:32
24	08:26 16:54	07:29 17:55	17:20 (WEA 03) 17:10 (WEA 03)	06:23 18:47	20:38 20:43	05:16 21:34
25	08:25 16:56	07:27 17:57	17:10 (WEA 03) 17:23 (WEA 03)	06:21 18:49	20:40 20:45	05:15 21:35
26	08:23 16:58	07:24 17:58	17:23 (WEA 03) 17:08 (WEA 03)	06:18 18:51	20:45 20:47	05:14 21:37
27	08:22 17:00	07:22 18:00	17:24 (WEA 03) 17:07 (WEA 03)	06:16 18:52	20:47 20:49	05:13 21:38
28	08:20 17:02	07:20 18:02	17:25 (WEA 03) 17:06 (WEA 03)	06:13 18:54	20:49 20:50	05:11 21:39
29	08:19 17:04	07:19 18:01	17:25 (WEA 03) 17:11 (WEA 03)	06:11 19:56	20:50 20:52	05:10 21:41
30	08:17 17:06	07:17 18:03	17:11 (WEA 03) 17:09 (WEA 03)	06:09 19:58	20:52 20:54	05:09 21:42
31	08:16 17:08	07:16 18:05	17:09 (WEA 03) 17:06 (WEA 03)	06:07 20:00	20:54 20:54	05:08 21:43
Sonnenscheinstunden	252	274	367	419	492	507
astr.max.mögl.Beschattung	177	373	465			

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) Schattende (WEA mit letztem Schatten)

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe Schattenrezeptor: O - An der Wapel 16, Heubütt
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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	Okt	November	Dezember
1	05:04 21:59	05:43 21:25	06:36 20:19	07:28 19:07	17:42 (WEA 04) 16:57	08:19 16:14
2	05:04 21:59	05:44 21:23	06:37 20:17	07:30 19:04	17:42 (WEA 04) 16:56	08:20 16:13
3	05:05 21:58	05:46 21:21	06:39 20:15	07:31 19:02	17:41 (WEA 04) 16:54	08:22 16:13
4	05:06 21:58	05:47 21:19	06:41 20:12	07:33 19:00	17:41 (WEA 04) 16:52	08:23 16:12
5	05:07 21:57	05:49 21:18	06:43 20:10	07:35 18:57	17:41 (WEA 04) 16:50	08:25 16:12
6	05:08 21:57	05:51 21:16	06:44 20:08	07:37 18:55	17:42 (WEA 04) 16:48	08:26 16:11
7	05:09 21:56	05:52 21:14	06:46 20:05	07:38 18:53	17:43 (WEA 03) 16:46	08:27 16:11
8	05:10 21:55	05:54 21:12	06:48 20:03	07:40 18:50	17:42 (WEA 03) 16:44	08:28 16:10
9	05:11 21:55	05:56 21:10	06:49 20:00	07:42 18:48	17:40 (WEA 03) 16:43	08:30 16:10
10	05:12 21:54	05:58 21:08	06:51 19:58	07:44 18:45	17:39 (WEA 03) 16:41	08:31 16:10
11	05:13 21:53	05:59 21:06	06:53 19:56	07:46 18:43	17:39 (WEA 03) 16:39	08:32 16:09
12	05:14 21:52	06:01 21:04	06:55 19:53	07:47 18:41	17:39 (WEA 03) 16:38	08:33 16:09
13	05:15 21:51	06:03 21:02	06:56 19:51	07:49 18:38	17:39 (WEA 03) 16:36	08:34 16:09
14	05:16 21:50	06:04 21:00	06:58 19:48	07:51 18:36	17:39 (WEA 03) 16:34	08:35 16:09
15	05:18 21:49	06:06 20:58	07:00 19:46	07:53 18:34	17:40 (WEA 03) 16:33	08:36 16:09
16	05:19 21:48	06:08 20:56	07:02 19:43	07:55 18:32	17:41 (WEA 03) 16:31	08:37 16:09
17	05:20 21:47	06:10 20:53	07:03 19:41	07:57 18:29	17:42 (WEA 03) 16:30	08:38 16:09
18	05:21 21:46	06:11 20:51	07:05 19:39	07:58 18:27	17:45 (WEA 03) 16:28	08:39 16:10
19	05:23 21:45	06:13 20:49	07:07 19:36	08:00 18:25	07:59 16:27	08:39 16:10
20	05:24 21:43	06:15 20:47	07:08 19:34	08:02 18:23	08:00 16:26	08:40 16:10
21	05:26 21:42	06:17 20:45	07:10 19:31	08:04 18:20	17:17 (WEA 05) 16:24	08:41 16:11
22	05:27 21:41	06:18 20:42	07:12 19:29	08:06 18:18	17:15 (WEA 05) 16:23	08:41 16:11
23	05:28 21:39	06:20 20:40	07:14 19:26	08:08 18:16	17:13 (WEA 05) 16:22	08:42 16:12
24	05:30 21:38	06:22 20:38	07:15 19:24	08:10 18:14	17:12 (WEA 05) 16:21	08:42 16:12
25	05:31 21:36	06:23 20:36	07:17 19:21	08:12 18:12	16:12 (WEA 05) 16:20	08:42 16:13
26	05:33 21:35	06:25 20:33	07:19 19:19	08:14 18:09	16:11 (WEA 05) 16:19	08:43 16:14
27	05:35 21:33	06:27 20:31	07:21 19:17	08:16 18:08	16:11 (WEA 05) 16:18	08:43 16:14
28	05:36 21:32	06:29 20:29	07:22 19:14	08:18 18:06	16:11 (WEA 05) 16:17	08:43 16:15
29	05:38 21:30	06:30 20:27	07:24 19:12	08:20 18:04	16:12 (WEA 05) 16:16	08:43 16:16
30	05:39 21:28	06:32 20:24	07:26 19:09	08:22 18:02	16:12 (WEA 05) 16:15	08:43 16:17
31	05:41 21:27	06:34 20:22		08:24 17:59	16:13 (WEA 05) 16:26 (WEA 05)	08:43 16:18
Sonnenscheinstunden	510	458	382	329	261	236
astr.max.mögl.Beschattung			176	541	313	

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) Schattende (WEA mit letztem Schatten)

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe Schattenrezeptor: P - An der Wapel 12, Heubütt

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	July	August	September	Oktober	November	Dezember	
1	05:04 21:59	05:43 21:25	06:36 20:19	07:28 19:07	17:52 (WEA 04) 16:57	15:37 (WEA 06) 16:14	
2	05:04 21:59	05:44 21:23	06:37 20:17	07:30 19:04	17:53 (WEA 04) 16:56	15:35 (WEA 06) 16:13	
3	05:05 21:58	05:46 21:21	06:39 20:15	07:31 19:02	17:52 (WEA 03) 16:54	15:34 (WEA 06) 16:13	
4	05:06 21:58	05:47 21:19	06:41 20:12	07:33 19:00	17:50 (WEA 03) 16:52	15:33 (WEA 06) 16:12	
5	05:07 21:57	05:49 21:18	06:43 20:10	07:35 18:57	17:49 (WEA 03) 16:50	15:33 (WEA 06) 16:12	
6	05:08 21:57	05:51 21:16	06:44 20:08	07:37 18:55	17:48 (WEA 03) 16:48	15:32 (WEA 06) 16:11	
7	05:09 21:56	05:52 21:14	06:46 20:05	07:38 18:53	17:47 (WEA 03) 16:46	15:32 (WEA 06) 16:11	
8	05:10 21:55	05:54 21:12	06:48 20:03	07:40 18:50	17:47 (WEA 03) 16:44	15:32 (WEA 06) 16:10	
9	05:11 21:55	05:56 21:10	06:49 20:00	07:42 18:48	17:46 (WEA 03) 16:43	15:32 (WEA 06) 16:10	
10	05:12 21:54	05:58 21:08	06:51 19:58	07:44 18:45	17:46 (WEA 03) 16:41	15:32 (WEA 06) 16:10	
11	05:13 21:53	05:59 21:06	06:53 19:56	07:46 18:43	17:46 (WEA 03) 16:39	15:33 (WEA 06) 16:09	
12	05:14 21:52	06:01 21:04	06:55 19:53	07:47 18:41	17:47 (WEA 03) 16:38	15:34 (WEA 06) 16:09	
13	05:15 21:51	06:03 21:02	06:56 19:51	07:49 18:38	17:48 (WEA 03) 16:36	15:35 (WEA 06) 16:09	
14	05:16 21:50	06:04 21:00	06:58 19:48	07:51 18:36	17:49 (WEA 03) 16:34	15:36 (WEA 06) 16:09	
15	05:18 21:49	06:06 20:58	07:00 19:46	07:53 18:34	17:53 (WEA 03) 16:33	15:37 (WEA 06) 16:09	
16	05:19 21:48	06:08 20:56	07:02 19:43	07:55 18:32	17:57 (WEA 03) 16:31	15:38 (WEA 06) 16:09	
17	05:20 21:47	06:10 20:53	07:03 19:41	07:57 18:29	16:30	15:41 (WEA 06) 16:09	
18	05:21 21:46	06:11 20:51	07:05 19:39	07:58 18:27	17:24 (WEA 05) 16:28	08:39 16:10	
19	05:23 21:45	06:13 20:49	07:07 19:36	08:00 18:25	17:21 (WEA 05) 16:27	08:39 16:10	
20	05:24 21:43	06:15 20:47	07:08 19:34	08:02 18:23	17:19 (WEA 05) 16:26	08:40 16:10	
21	05:26 21:42	06:17 20:45	07:10 19:31	08:04 18:20	17:33 (WEA 05) 16:24	08:41 16:11	
22	05:27 21:41	06:18 20:42	07:12 19:29	08:06 18:18	17:34 (WEA 05) 16:23	08:41 16:11	
23	05:28 21:39	06:20 20:40	07:14 19:26	08:08 18:16	17:17 (WEA 05) 16:22	08:42 16:12	
24	05:30 21:38	06:22 20:38	07:15 19:24	08:10 18:14	17:16 (WEA 05) 16:21	08:42 16:12	
25	05:31 21:36	06:23 20:36	07:17 19:21	08:12 18:12	17:34 (WEA 05) 16:20	08:42 16:13	
26	05:33 21:35	06:25 20:33	07:19 19:19	08:14 18:10	16:16 (WEA 05) 16:19	08:43 16:14	
27	05:35 21:33	06:27 20:31	07:21 19:17	08:16 18:08	16:17 (WEA 05) 16:18	08:43 16:14	
28	05:36 21:32	06:29 20:29	07:22 19:14	08:18 18:06	16:34 (WEA 05) 16:17	08:43 16:15	
29	05:38 21:30	06:30 20:27	07:24 19:12	08:19 18:04	16:32 (WEA 05) 16:16	08:43 16:16	
30	05:39 21:28	06:32 20:24	07:26 19:09	08:21 18:02	16:19 (WEA 05) 16:15	08:43 16:17	
31	05:41 21:27	06:34 20:22		08:23 17:01	15:40 (WEA 06) 16:15	08:43 16:18	
	Sonnenscheinstunden	510	458	382	314	261	236
	astr.max.mögl.Beschattung			314	467	293	

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) Schattende (WEA mit letztem Schatten)

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe
Schattenrezeptor: Q - An der Wapel 2, Heubült
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1	08:43 16:19	08:14 17:10	07:18 18:04	17:09 (WEA 05) 07:04	18:46 (WEA 04) 05:56	05:07 21:45
2	08:43 16:20	08:12 17:12	07:15 18:06	17:10 (WEA 05) 07:01	18:45 (WEA 04) 05:54	05:06 21:46
3	08:43 16:21	08:11 17:13	07:13 18:08	17:09 (WEA 05) 06:59	18:44 (WEA 04) 05:52	05:06 21:47
4	08:43 16:23	08:09 17:15	07:11 18:10	17:10 (WEA 05) 06:57	18:44 (WEA 04) 05:50	05:05 21:48
5	08:42 16:24	08:07 17:17	07:08 18:12	17:10 (WEA 05) 06:54	18:45 (WEA 04) 05:48	05:04 21:49
6	08:42 16:25	08:05 17:19	07:06 18:14	17:12 (WEA 05) 06:52	18:44 (WEA 04) 05:46	05:03 21:50
7	08:42 16:27	08:04 17:21	07:04 18:16	17:16 (WEA 05) 06:49	18:44 (WEA 04) 05:44	05:03 21:51
8	08:41 16:28	08:02 17:23	07:01 18:17	17:19 (WEA 05) 06:47	18:44 (WEA 04) 05:42	05:02 21:52
9	08:41 16:29	08:00 17:25	06:59 18:19	06:45 20:14	18:45 (WEA 04) 05:40	05:01 21:53
10	08:40 16:31	07:58 17:27	06:57 18:21	06:42 20:18	18:46 (WEA 04) 05:38	05:01 21:54
11	08:39 16:32	07:56 17:29	06:54 18:23	06:40 20:20	18:48 (WEA 04) 05:37	05:01 21:55
12	08:39 16:34	07:54 17:31	06:52 18:25	17:45 (WEA 03) 06:38	18:49 (WEA 04) 05:35	05:00 21:55
13	08:38 16:35	07:52 17:33	06:50 18:27	17:52 (WEA 03) 06:35	19:04 (WEA 04) 05:33	05:00 21:56
14	08:37 16:37	07:50 17:35	06:47 18:29	17:40 (WEA 03) 06:33	19:01 (WEA 04) 05:31	05:00 21:57
15	08:36 16:39	07:48 17:37	06:45 18:30	17:56 (WEA 03) 06:31	21:18 05:30	21:57 04:59
16	08:35 16:40	07:46 17:39	06:42 18:32	17:56 (WEA 03) 06:29	21:20 05:28	21:57 04:59
17	08:34 16:42	07:44 17:41	06:40 18:34	17:57 (WEA 03) 06:26	21:22 05:26	21:58 04:59
18	08:33 16:44	07:42 17:43	06:38 18:36	17:56 (WEA 03) 06:24	21:23 05:25	21:58 04:59
19	08:32 16:45	07:40 17:45	06:35 18:38	17:56 (WEA 03) 06:22	21:25 05:23	21:59 04:59
20	08:31 16:47	07:38 17:47	06:33 18:40	17:56 (WEA 03) 06:19	21:26 05:22	21:59 04:59
21	08:30 16:49	07:35 17:49	06:30 18:42	17:55 (WEA 03) 06:17	21:28 05:20	21:59 04:59
22	08:29 16:51	07:33 17:51	06:28 18:43	17:55 (WEA 03) 06:15	21:29 05:19	22:00 05:00
23	08:27 16:53	07:31 17:53	06:25 18:45	17:55 (WEA 03) 06:13	21:29 05:18	22:00 05:00
24	08:26 16:54	07:29 17:55	06:23 18:47	17:52 (WEA 03) 06:10	21:32 05:16	22:00 05:00
25	08:25 16:56	07:27 17:57	06:21 18:49	17:48 (WEA 03) 06:08	21:34 05:15	22:00 05:00
26	08:23 16:58	07:24 17:58	06:18 18:51	17:57 (WEA 04) 06:06	21:35 05:14	22:00 05:01
27	08:22 17:00	07:22 18:00	06:16 18:52	18:05 (WEA 04) 06:04	21:37 05:13	22:00 05:01
28	08:20 17:02	07:20 18:02	06:13 18:54	17:54 (WEA 04) 06:02	21:38 05:11	22:00 05:02
29	08:19 17:04	18:02	07:11 19:56	17:52 (WEA 04) 06:00	21:39 05:10	22:00 05:02
30	08:17 17:06		07:09 19:58	18:11 (WEA 04) 06:00	21:41 05:09	22:00 05:03
31	08:16 17:08		07:06 20:00	18:48 (WEA 04) 05:58	21:42 05:08	21:59
	Sonnenscheinstunden astr.max.mögl.Beschattung	252 348	274 367 424	313 419	492	507

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) Schattende (WEA mit letztem Schatten)

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe Schattenrezeptor: R - Wilhelmshavener Str. 700, Heubült

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

Table with columns for months: Januar, Februar, März, April, Mai, Juni. Rows show times for each day from 1 to 31, including sunrise, sunset, and shadow times for various WEA units (03, 04, 05, 06).

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

Table with columns: 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).

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe Schattenrezeptor: S - Wilhelmshavener Str. 680, Heubült
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

Table with columns for months (Juli, August, September, Oktober, November, Dezember) and rows for specific times and solar positions. Includes summary rows for 'Sonnenscheinstunden' and 'astr.max.mögl.Beschattung'.

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) Schattendenke (WEA mit letztem Schatten)

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe **Schattenrezeptor:** T - Wilhelmshavener 673, Heubült
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Januar	Februar	März	April	May	Juni
1	08:43	14:15 (WEA 07)	08:14	07:18	07:04	
	16:19	14:47 (WEA 07)	17:10	18:04	20:02	05:56
2	08:43	14:14 (WEA 07)	08:12	07:15	07:01	
	16:20	14:47 (WEA 07)	17:12	18:06	20:03	20
3	08:43	14:15 (WEA 07)	08:11	07:13	06:59	
	16:22	14:48 (WEA 07)	17:13	18:08	20:05	24
4	08:43	14:16 (WEA 07)	08:09	07:11	06:57	
	16:23	14:48 (WEA 07)	17:15	18:10	20:07	21
5	08:42	14:16 (WEA 07)	08:07	07:08	06:54	
	16:24	14:48 (WEA 07)	17:17	18:12	20:09	18
6	08:42	14:17 (WEA 07)	08:05	07:06	06:52	
	16:25	14:49 (WEA 07)	17:19	18:14	20:11	14
7	08:42	14:17 (WEA 07)	08:04	07:04	06:49	
	16:27	14:49 (WEA 07)	17:21	18:16	20:12	8
8	08:41	14:17 (WEA 07)	08:02	07:01	06:47	
	16:28	14:49 (WEA 07)	17:23	18:17	20:14	19
9	08:41	14:18 (WEA 07)	08:00	06:59	06:45	
	16:29	14:49 (WEA 07)	17:25	18:19	20:16	18
10	08:40	14:19 (WEA 07)	07:58	06:57	06:42	
	16:31	14:51 (WEA 07)	17:27	18:21	20:18	17
11	08:39	14:19 (WEA 07)	07:56	06:54	06:40	
	16:32	14:51 (WEA 07)	17:29	18:23	20:20	17
12	08:39	14:20 (WEA 07)	07:54	06:52	06:38	
	16:34	14:51 (WEA 07)	17:31	18:25	20:21	16
13	08:38	14:20 (WEA 07)	07:52	06:50	06:35	
	16:35	14:51 (WEA 07)	17:33	18:27	20:23	15
14	08:37	14:21 (WEA 07)	07:50	06:47	06:33	
	16:37	14:51 (WEA 07)	17:35	18:29	20:25	11
15	08:36	14:22 (WEA 07)	07:48	06:45	06:31	
	16:39	14:51 (WEA 07)	17:37	18:31	20:27	27
16	08:35	14:23 (WEA 07)	07:46	06:42	06:28	
	16:40	14:51 (WEA 07)	17:39	18:32	20:29	34
17	08:34	14:23 (WEA 07)	07:44	06:40	06:26	
	16:42	14:50 (WEA 07)	17:41	18:34	20:30	36
18	08:33	14:24 (WEA 07)	07:42	06:38	06:24	
	16:44	14:50 (WEA 07)	17:43	18:36	20:32	39
19	08:32	14:25 (WEA 07)	07:40	06:35	06:22	
	16:45	14:50 (WEA 07)	17:45	18:38	20:34	41
20	08:31	14:27 (WEA 07)	07:38	06:33	06:19	
	16:47	14:50 (WEA 07)	17:47	18:40	20:36	41
21	08:30	14:28 (WEA 07)	07:35	06:30	06:17	
	16:49	14:49 (WEA 07)	17:49	18:42	20:38	43
22	08:29	14:30 (WEA 07)	07:33	06:28	06:15	
	16:51	14:48 (WEA 07)	17:51	18:43	20:40	43
23	08:27	14:31 (WEA 07)	07:31	06:25	06:13	
	16:53	14:47 (WEA 07)	17:53	18:45	20:41	44
24	08:26	14:34 (WEA 07)	07:29	06:23	06:10	
	16:54	14:45 (WEA 07)	17:55	18:47	20:43	43
25	08:25		07:27	06:21	06:08	
	16:56		17:57	18:49	20:45	43
26	08:23		07:24	06:18	06:06	
	16:58		17:58	18:51	20:47	42
27	08:22		07:22	06:16	06:04	
	17:00		18:00	18:52	20:49	41
28	08:20		07:20	06:13	06:02	
	17:02		18:02	18:54	20:50	40
29	08:19			07:11	06:00	
	17:04			19:56	20:52	37
30	08:17			07:09	05:58	
	17:06			19:58	20:54	35
31	08:16			07:06		
	17:08			20:00		
Sonnenscheinstunden	252	274	367	419	492	531
astr.max.mögl.Beschattung	669			640		480

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) Schattendenende (WEA mit letztem Schatten)

Projekt:

Windpark Rosenberg-Neuenwege-Heubütt

Lizenzierte Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON
Blumenstrasse 26
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0

Berechnet:

30.05.2016 15:20/3.0.629

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe Schattenrezeptor: T - Wilhelmshavener 673, Heubütt
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

Table with columns for months: Juli, August, September, Oktober, November, Dezember. Rows show daily shadow casting times and maximum possible shadowing (astr.max.mögl.Beschattung) for each month.

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

Table with 6 columns: Tag im Monat, Sonnenaufgang (SS:MM), Sonnenergang (SS:MM), Minuten mit Schatten, Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang, Zeitpunkt (SS:MM) Schattende

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe **Schattenrezeptor:** V - Spohler Str. 2b, Heubütt
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Januar	Februar	März	April	May	Jun
1	08:43	14:36 (WEA 08)	08:14	07:18	07:04	05:56
2	16:19	30 15:06 (WEA 07)	17:10	18:04	20:02	20:56
3	08:43	14:36 (WEA 08)	08:12	07:15	07:01	05:54
4	16:20	30 15:06 (WEA 07)	17:12	18:06	20:03	20:57
5	08:43	14:37 (WEA 08)	08:11	07:13	06:59	05:52
6	16:22	30 15:07 (WEA 07)	17:13	18:08	20:05	20:59
7	08:43	14:38 (WEA 08)	08:09	07:11	06:57	05:50
8	16:23	30 15:08 (WEA 07)	17:15	18:10	20:07	21:01
9	08:42	14:39 (WEA 07)	08:07	07:08	06:54	05:48
10	16:24	29 15:08 (WEA 07)	17:17	18:12	20:09	21:03
11	08:42	14:39 (WEA 07)	08:05	07:06	06:52	05:46
12	16:25	29 15:08 (WEA 07)	17:19	18:14	20:11	21:05
13	08:42	14:40 (WEA 07)	08:04	07:04	06:49	05:44
14	16:27	30 15:10 (WEA 07)	17:21	18:16	20:12	21:06
15	08:41	14:40 (WEA 07)	08:02	07:01	06:47	05:42
16	16:28	30 15:10 (WEA 07)	17:23	18:17	20:14	21:08
17	08:41	14:40 (WEA 07)	08:00	06:59	06:45	05:40
18	16:29	30 15:10 (WEA 07)	17:25	18:19	20:16	21:10
19	08:40	14:41 (WEA 07)	07:58	06:57	06:42	05:38
20	16:31	31 15:12 (WEA 07)	17:27	18:21	20:18	21:11
21	08:39	14:41 (WEA 07)	07:56	06:54	06:40	05:37
22	16:32	31 15:12 (WEA 07)	17:29	18:23	20:20	21:13
23	08:39	14:41 (WEA 07)	07:54	06:52	06:38	05:35
24	16:34	31 15:12 (WEA 07)	17:31	18:25	20:21	21:15
25	08:38	14:41 (WEA 07)	07:52	06:50	06:35	05:33
26	16:35	32 15:13 (WEA 07)	17:33	18:27	20:23	21:17
27	08:37	14:42 (WEA 07)	07:50	06:47	06:33	05:31
28	16:37	31 15:13 (WEA 07)	17:35	18:29	20:25	21:18
29	08:36	14:42 (WEA 07)	07:48	06:45	06:31	05:30
30	16:39	32 15:14 (WEA 07)	17:37	18:31	20:27	21:20
31	08:35	14:43 (WEA 07)	07:46	06:42	06:28	05:28
32	16:40	31 15:14 (WEA 07)	17:39	18:32	20:29	21:21
33	08:34	14:42 (WEA 07)	07:44	06:40	06:26	05:26
34	16:42	32 15:14 (WEA 07)	17:41	18:34	20:30	21:23
35	08:33	14:43 (WEA 07)	07:42	06:38	06:24	05:25
36	16:44	31 15:14 (WEA 07)	17:43	18:36	20:32	21:25
37	08:32	14:44 (WEA 07)	07:40	06:35	06:22	05:23
38	16:45	31 15:15 (WEA 07)	17:45	18:38	20:34	21:26
39	08:31	14:45 (WEA 07)	07:38	06:33	06:19	05:22
40	16:47	30 15:15 (WEA 07)	17:47	18:40	20:36	21:28
41	08:30	14:45 (WEA 07)	07:35	06:30	06:17	05:20
42	16:49	30 15:15 (WEA 07)	17:49	18:42	20:38	21:29
43	08:29	14:46 (WEA 07)	07:33	06:28	06:15	05:19
44	16:51	29 15:15 (WEA 07)	17:51	18:43	20:40	21:31
45	08:27	14:46 (WEA 07)	07:31	06:25	06:13	05:18
46	16:53	28 15:14 (WEA 07)	17:53	18:45	20:41	21:32
47	08:26	14:47 (WEA 07)	07:29	06:23	06:10	05:16
48	16:54	27 15:14 (WEA 07)	17:55	18:47	20:43	21:34
49	08:25	14:48 (WEA 07)	07:27	06:21	06:08	05:15
50	16:56	26 15:14 (WEA 07)	17:57	18:49	20:45	21:35
51	08:23	14:50 (WEA 07)	07:24	06:18	06:06	05:14
52	16:58	24 15:14 (WEA 07)	17:58	18:51	20:47	21:37
53	08:22	14:51 (WEA 07)	07:22	06:16	06:04	05:13
54	17:00	21 15:12 (WEA 07)	18:00	18:52	20:49	21:38
55	08:20	14:52 (WEA 07)	07:20	06:13	06:02	05:11
56	17:02	19 15:11 (WEA 07)	18:02	18:54	20:50	21:39
57	08:19	14:55 (WEA 07)		07:11	06:00	05:10
58	17:04	15 15:10 (WEA 07)		19:56	20:52	21:41
59	08:17	14:57 (WEA 07)		07:09	05:58	05:09
60	17:06	11 15:08 (WEA 07)		19:58	20:54	21:42
61	08:16			07:06		05:08
62	17:08			20:00		21:43
63	Sonnenscheinstunden	252	274	367	419	492
64	astr.max.mögl.Beschattung	841			536	496
65						507
66						137

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) Schattende (WEA mit letztem Schatten)

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe Schattenrezeptor: X - Wilhelmshavener Str. 630, Heubült

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1	08:43	08:14	07:18	07:04	05:56	05:07
2	08:43	08:14	07:18	07:04	05:56	05:07
3	08:43	08:14	07:18	07:04	05:56	05:07
4	08:43	08:14	07:18	07:04	05:56	05:07
5	08:42	08:07	07:08	06:54	05:48	05:04
6	08:42	08:05	07:06	06:52	05:46	05:03
7	08:42	08:04	07:04	06:49	05:44	05:03
8	08:41	15:37 (WEA 09)	08:02	16:31 (WEA 08)	07:01	06:47
9	08:41	15:35 (WEA 09)	08:00	16:29 (WEA 08)	06:59	06:45
10	08:40	15:33 (WEA 09)	07:58	16:28 (WEA 08)	06:57	06:42
11	08:39	15:34 (WEA 09)	07:56	16:27 (WEA 08)	06:54	06:40
12	08:39	15:34 (WEA 09)	07:54	16:26 (WEA 08)	06:52	06:38
13	08:38	15:33 (WEA 09)	07:52	16:26 (WEA 08)	06:50	06:36
14	08:37	15:33 (WEA 09)	07:50	16:25 (WEA 08)	06:47	06:33
15	08:36	15:33 (WEA 09)	07:48	16:24 (WEA 08)	06:45	06:31
16	08:35	15:33 (WEA 09)	07:46	16:24 (WEA 08)	06:42	06:28
17	08:34	15:32 (WEA 09)	07:44	16:23 (WEA 08)	06:40	06:26
18	08:33	15:32 (WEA 09)	07:42	16:23 (WEA 08)	06:38	06:24
19	08:32	15:32 (WEA 09)	07:40	16:23 (WEA 08)	06:35	06:22
20	08:31	15:31 (WEA 09)	07:38	16:22 (WEA 08)	06:33	06:19
21	08:30	15:31 (WEA 09)	07:35	16:22 (WEA 08)	06:30	06:17
22	08:29	15:31 (WEA 09)	07:33	16:21 (WEA 08)	06:28	06:15
23	08:27	15:31 (WEA 09)	07:31	16:21 (WEA 08)	06:25	06:13
24	08:26	15:31 (WEA 09)	07:29	16:20 (WEA 08)	06:23	06:11
25	08:25	15:31 (WEA 09)	07:27	16:20 (WEA 08)	06:21	06:09
26	08:23	15:31 (WEA 09)	07:24	16:19 (WEA 08)	06:18	06:06
27	08:22	15:31 (WEA 09)	07:22	16:19 (WEA 08)	06:16	06:04
28	08:20	15:31 (WEA 09)	07:20	16:18 (WEA 08)	06:13	06:02
29	08:19	15:31 (WEA 09)	07:18	16:18 (WEA 08)	06:11	06:00
30	08:17	15:31 (WEA 09)	07:16	16:17 (WEA 08)	06:09	05:58
31	08:16	15:31 (WEA 09)	07:14	16:17 (WEA 08)	06:07	05:56
astr.max.mögl.Beschattung	252	274	367	419	492	507
	405	303	442	419	492	512

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)

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe Schattenrezeptor: Z - Wilhelmshavener Str. 573, Heubütt
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

- 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 Sonneneinstrahlrichtung
- Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	Jul	August	September	Oktober	November	Dezember	
1	05:04 21:59	05:43 21:25	19:54 (WEA 08) 20:20 (WEA 08)	06:36 20:19	18:43 (WEA 09) 19:07	07:25 16:57	08:19 16:14
2	05:04 21:59	05:44 21:23	19:53 (WEA 08) 20:20 (WEA 08)	06:37 20:17	18:42 (WEA 09) 19:04	07:27 16:56	08:20 16:14
3	05:05 21:58	05:46 21:21	19:53 (WEA 08) 20:21 (WEA 08)	06:39 20:15	18:41 (WEA 09) 19:02	07:29 16:54	08:22 16:13
4	05:06 21:58	05:48 21:19	19:53 (WEA 08) 20:21 (WEA 08)	06:41 20:12	18:41 (WEA 09) 19:00	07:30 16:52	08:23 16:12
5	05:07 21:57	05:49 21:18	19:53 (WEA 08) 20:21 (WEA 08)	06:43 20:10	18:40 (WEA 09) 18:57	07:32 16:50	08:24 16:12
6	05:08 21:57	05:51 21:16	19:52 (WEA 08) 20:20 (WEA 08)	06:44 20:08	18:40 (WEA 09) 18:55	07:34 16:48	08:26 16:11
7	05:09 21:56	05:53 21:14	19:53 (WEA 08) 20:21 (WEA 08)	06:46 20:05	18:40 (WEA 09) 18:53	07:36 16:46	08:27 16:11
8	05:10 21:55	05:54 21:12	19:53 (WEA 08) 20:21 (WEA 08)	06:48 20:03	18:39 (WEA 09) 19:09 (WEA 09)	07:38 16:44	08:28 16:10
9	05:11 21:55	05:56 21:10	19:53 (WEA 08) 20:20 (WEA 08)	06:49 20:00	18:40 (WEA 09) 19:09 (WEA 09)	07:40 16:43	08:30 16:10
10	05:12 21:54	05:58 21:08	19:53 (WEA 08) 20:19 (WEA 08)	06:51 19:58	18:40 (WEA 09) 19:08 (WEA 09)	07:42 16:41	08:31 16:10
11	05:13 21:53	05:59 21:06	19:53 (WEA 08) 20:18 (WEA 08)	06:53 19:56	18:40 (WEA 09) 19:06 (WEA 09)	07:44 16:39	08:32 16:09
12	05:14 21:52	06:01 21:04	19:54 (WEA 08) 20:18 (WEA 08)	06:55 19:53	18:41 (WEA 09) 19:05 (WEA 09)	07:46 16:38	08:33 16:09
13	05:15 21:51	06:03 21:02	19:55 (WEA 08) 20:17 (WEA 08)	06:56 19:51	18:42 (WEA 09) 19:04 (WEA 09)	07:47 16:36	08:34 16:09
14	05:16 21:50	06:04 21:00	19:56 (WEA 08) 20:15 (WEA 08)	06:58 19:48	18:43 (WEA 09) 19:01 (WEA 09)	07:49 16:34	08:35 16:09
15	05:18 21:49	06:06 20:58	19:57 (WEA 08) 20:14 (WEA 08)	07:00 19:46	18:46 (WEA 09) 18:58 (WEA 09)	07:51 16:33	08:36 16:09
16	05:19 21:48	06:08 20:55	19:59 (WEA 08) 20:11 (WEA 08)	07:02 19:43	18:53 (WEA 09) 18:34	07:53 16:31	08:37 16:09
17	05:20 21:47	06:10 20:53	19:59 (WEA 08) 20:11 (WEA 08)	07:03 19:41	18:55 (WEA 09) 18:29	07:55 16:30	08:38 16:09
18	05:21 21:46	06:11 20:51	19:59 (WEA 08) 20:11 (WEA 08)	07:05 19:38	18:57 (WEA 09) 18:27	07:57 16:29	08:38 16:10
19	05:23 21:44	06:13 20:49	19:59 (WEA 08) 20:11 (WEA 08)	07:07 19:36	18:59 (WEA 09) 18:25	07:59 16:27	08:39 16:10
20	05:24 21:43	06:15 20:47	19:59 (WEA 08) 20:11 (WEA 08)	07:08 19:34	19:01 (WEA 09) 18:23	08:00 16:26	08:40 16:10
21	05:26 21:42	06:17 20:45	19:59 (WEA 08) 20:11 (WEA 08)	07:10 19:31	19:03 (WEA 09) 18:20	08:02 16:25	08:40 16:11
22	05:27 21:40	06:18 20:42	19:59 (WEA 08) 20:11 (WEA 08)	07:12 19:29	19:05 (WEA 09) 18:18	08:04 16:23	08:41 16:11
23	05:29 21:39	20:05 (WEA 08) 20:10 (WEA 08)	06:20 20:40	19:29 19:26	18:18 18:16	16:23 16:22	16:11 16:12
24	05:30 21:38	20:02 (WEA 08) 20:13 (WEA 08)	06:22 20:38	19:26 19:24	18:16 18:14	16:22 16:21	16:12 16:12
25	05:32 21:36	20:00 (WEA 08) 20:14 (WEA 08)	06:23 20:36	19:24 19:21	18:14 17:12	16:21 16:20	16:12 16:13
26	05:33 21:35	19:59 (WEA 08) 20:16 (WEA 08)	06:25 20:33	18:58 (WEA 09) 19:01 (WEA 09)	07:19 19:19	08:11 16:19	08:43 16:14
27	05:35 21:33	19:57 (WEA 08) 20:17 (WEA 08)	06:27 20:31	18:52 (WEA 09) 19:05 (WEA 09)	07:21 19:17	08:12 16:18	08:43 16:14
28	05:36 21:31	19:57 (WEA 08) 20:18 (WEA 08)	06:29 20:29	18:49 (WEA 09) 19:08 (WEA 09)	07:22 19:14	08:14 16:17	08:43 16:15
29	05:38 21:30	19:56 (WEA 08) 20:18 (WEA 08)	06:30 20:26	18:48 (WEA 09) 19:09 (WEA 09)	07:24 19:12	08:16 16:16	08:43 16:16
30	05:39 21:28	19:55 (WEA 08) 20:20 (WEA 08)	06:32 20:24	18:45 (WEA 09) 19:10 (WEA 09)	07:26 19:09	08:17 16:15	08:43 16:17
31	05:41 21:27	19:54 (WEA 08) 20:20 (WEA 08)	06:34 20:22	18:44 (WEA 09) 19:11 (WEA 09)	07:23 16:59	08:43 16:18	08:43 16:18
Sonnenscheinstunden	509	458	382	329	261	236	
astr.max.mögl.Beschattung	161	501	400				

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) Schatteneende	(WEA mit letztem Schatten)

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe
Schattenrezeptor: AA - Wilhelmshavener Str. 546, Heubült
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Januar	Februar	März	April	May	Juni
1	08:43	08:14	07:18	07:04	05:56	05:07
	16:19	17:10	18:04	20:01	20:56	20:34 (WEA 08)
2	08:43	08:12	07:15	07:01	05:54	05:06
	16:20	17:12	18:06	20:03	20:57	20:35 (WEA 08)
3	08:43	08:11	07:13	06:59	05:52	05:06
	16:22	17:14	18:08	20:05	20:59	20:35 (WEA 08)
4	08:43	08:09	07:11	06:57	05:50	05:05
	16:23	17:15	18:10	20:07	21:01	20:35 (WEA 08)
5	08:42	08:07	07:08	06:54	05:48	05:04
	16:24	17:17	18:12	20:09	21:03	20:35 (WEA 08)
6	08:42	08:05	07:06	06:52	05:46	05:03
	16:25	17:19	18:14	20:11	21:04	20:35 (WEA 08)
7	08:42	08:03	07:04	06:49	05:44	05:03
	16:27	17:21	18:16	20:12	21:06	20:36 (WEA 08)
8	08:41	08:02	07:01	06:47	05:42	05:02
	16:28	17:23	18:17	20:14	21:08	20:36 (WEA 08)
9	08:40	08:00	06:59	06:45	05:40	05:02
	16:29	17:25	18:19	20:16	21:10	20:36 (WEA 08)
10	08:40	07:58	06:57	06:42	05:38	05:01
	16:31	17:27	18:21	20:18	21:11	20:36 (WEA 08)
11	08:39	07:56	06:54	06:40	05:37	05:01
	16:32	17:29	18:23	20:20	21:13	20:37 (WEA 08)
12	08:39	07:54	06:52	06:38	05:35	05:00
	16:34	17:31	18:25	20:21	21:15	20:37 (WEA 08)
13	08:38	07:52	06:50	06:35	05:33	05:00
	16:35	17:33	18:27	20:23	21:16	20:38 (WEA 08)
14	08:37	07:50	06:47	06:33	05:31	05:00
	16:37	17:35	18:29	20:25	21:18	20:37 (WEA 08)
15	08:36	07:48	06:45	06:31	05:30	04:59
	16:39	17:37	18:30	20:27	21:20	20:38 (WEA 08)
16	08:35	07:46	06:42	06:28	05:28	04:59
	16:40	17:39	18:32	20:29	21:21	20:38 (WEA 08)
17	08:34	07:44	06:40	06:26	05:26	04:59
	16:42	17:41	18:34	20:30	21:23	20:38 (WEA 08)
18	08:33	07:42	06:38	06:24	05:25	04:59
	16:44	17:43	18:36	20:32	21:25	20:39 (WEA 08)
19	08:32	07:40	06:35	06:22	05:23	04:59
	16:45	17:45	18:38	20:34	21:26	20:39 (WEA 08)
20	08:31	07:37	06:33	06:19	05:22	04:59
	16:47	17:47	18:40	20:36	21:28	20:39 (WEA 08)
21	08:30	07:35	06:30	06:17	05:20	04:59
	16:49	17:49	18:41	20:38	21:29	20:40 (WEA 08)
22	08:28	07:33	06:28	06:15	05:19	05:00
	16:51	17:51	18:43	20:39	21:31	20:40 (WEA 08)
23	08:27	07:31	06:25	06:13	05:18	05:00
	16:53	17:53	18:45	20:41	21:32	20:40 (WEA 08)
24	08:26	07:29	06:23	06:10	05:16	05:00
	16:54	17:55	18:47	20:43	21:34	20:40 (WEA 08)
25	08:25	07:27	06:21	06:08	05:15	05:00
	16:56	17:57	18:49	20:45	21:35	20:40 (WEA 08)
26	08:23	07:24	06:18	06:06	05:14	05:01
	16:58	17:58	18:51	20:47	21:37	20:40 (WEA 08)
27	08:22	07:22	06:16	06:04	05:13	05:01
	17:00	18:00	18:52	20:48	21:38	20:41 (WEA 08)
28	08:20	07:20	06:13	06:02	05:12	05:02
	17:02	18:02	18:54	20:50	21:39	20:40 (WEA 08)
29	08:19		07:11	06:00	05:10	05:02
	17:04		19:56	20:52	21:41	20:41 (WEA 08)
30	08:17		07:09	05:58	05:09	05:03
	17:06		19:58	20:54	21:42	20:40 (WEA 08)
31	08:16		07:06		05:08	05:03
	17:08		20:00		21:43	20:40 (WEA 08)
Sonnenscheinstunden	252	274	367	419	491	507
astr.max.mögl.Beschattung				93	556	616

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) Schattende (WEA mit letztem Schatten)

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe
Schattenrezeptor: AA - Wilhelmshavener Str. 546, Heubütt
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Jul	August	September	Oktober	November	Dezember
1	05:04 21:59	20:41 (WEA 08) 21:02 (WEA 08)	05:43 21:25	20:00 (WEA 09) 20:19	06:36 19:07	07:25 16:14
2	05:04 21:59	20:41 (WEA 08) 21:02 (WEA 08)	05:44 21:23	19:59 (WEA 09) 20:17	06:37 19:04	07:29 16:14
3	05:05 21:58	20:42 (WEA 08) 21:03 (WEA 08)	05:46 21:21	19:59 (WEA 09) 20:15	06:39 19:02	07:31 16:13
4	05:06 21:58	20:41 (WEA 08) 21:02 (WEA 08)	05:48 21:19	19:58 (WEA 09) 20:12	06:41 19:00	07:33 16:12
5	05:07 21:57	20:41 (WEA 08) 21:03 (WEA 08)	05:49 21:18	19:58 (WEA 09) 20:10	06:43 18:57	07:35 16:12
6	05:08 21:57	20:41 (WEA 08) 21:03 (WEA 08)	05:51 21:16	19:57 (WEA 09) 20:08	06:44 18:55	07:37 16:11
7	05:09 21:56	20:42 (WEA 08) 21:04 (WEA 08)	05:53 21:14	19:57 (WEA 09) 20:05	06:46 18:53	07:38 16:11
8	05:10 21:55	20:42 (WEA 08) 21:04 (WEA 08)	05:54 21:12	19:57 (WEA 09) 20:03	06:48 18:50	07:40 16:10
9	05:11 21:55	20:42 (WEA 08) 21:04 (WEA 08)	05:56 21:10	19:56 (WEA 09) 20:00	06:49 18:48	07:42 16:10
10	05:12 21:54	20:42 (WEA 08) 21:04 (WEA 08)	05:58 21:08	19:57 (WEA 09) 19:58	06:51 18:45	07:44 16:11
11	05:13 21:53	20:42 (WEA 08) 21:04 (WEA 08)	05:59 21:06	19:56 (WEA 09) 19:56	06:53 18:43	07:44 16:09
12	05:14 21:52	20:42 (WEA 08) 21:04 (WEA 08)	06:01 21:04	19:57 (WEA 09) 19:53	06:55 18:41	07:47 16:09
13	05:15 21:51	20:43 (WEA 08) 21:04 (WEA 08)	06:03 21:02	19:58 (WEA 09) 19:51	06:56 18:38	07:49 16:09
14	05:16 21:50	20:43 (WEA 08) 21:04 (WEA 08)	06:04 21:00	19:58 (WEA 09) 19:48	06:58 18:36	07:51 16:09
15	05:18 21:49	20:43 (WEA 08) 21:04 (WEA 08)	06:06 20:58	19:59 (WEA 09) 19:46	07:00 18:34	07:51 16:09
16	05:19 21:48	20:44 (WEA 08) 21:05 (WEA 08)	06:08 20:55	20:00 (WEA 09) 19:43	07:02 18:32	07:53 16:09
17	05:20 21:47	20:44 (WEA 08) 21:04 (WEA 08)	06:10 20:53	20:02 (WEA 09) 19:41	07:03 18:29	07:55 16:09
18	05:21 21:46	20:44 (WEA 08) 21:04 (WEA 08)	06:11 20:51	19:41 19:38	18:29 18:27	16:10 16:10
19	05:23 21:44	20:45 (WEA 08) 21:03 (WEA 08)	06:13 20:49	19:38 19:36	18:27 18:25	16:10 16:10
20	05:24 21:43	20:46 (WEA 08) 21:03 (WEA 08)	06:15 20:47	19:38 19:34	18:27 18:23	16:10 16:10
21	05:26 21:42	20:46 (WEA 08) 21:02 (WEA 08)	06:17 20:45	19:38 19:31	18:27 18:20	16:10 16:11
22	05:27 21:40	20:47 (WEA 08) 21:01 (WEA 08)	06:18 20:42	19:37 19:29	18:27 18:18	16:10 16:11
23	05:29 21:39	20:49 (WEA 08) 21:01 (WEA 08)	06:20 20:40	19:37 19:26	18:27 18:16	16:10 16:12
24	05:30 21:38	20:50 (WEA 08) 20:59 (WEA 08)	06:22 20:38	19:36 19:24	18:26 18:14	16:11 16:12
25	05:32 21:36	20:52 (WEA 08) 20:36	06:23 20:36	19:35 19:21	18:25 17:12	16:11 16:13
26	05:33 21:35	20:53 (WEA 08) 20:33	06:24 20:33	19:34 19:19	18:24 17:10	16:11 16:14
27	05:35 21:33	20:55 (WEA 08) 20:31	06:25 20:31	19:33 19:17	18:23 17:08	16:11 16:14
28	05:36 21:31	20:56 (WEA 09) 20:29	06:26 20:29	19:32 19:14	18:22 17:06	16:11 16:15
29	05:38 21:30	20:58 (WEA 09) 20:26	06:27 20:26	19:31 19:12	18:21 17:03	16:11 16:16
30	05:39 21:28	20:59 (WEA 09) 20:24	06:28 20:24	19:30 19:09	18:20 17:01	16:11 16:17
31	05:41 21:26	20:59 (WEA 09) 20:22	06:29 20:22	19:29 19:08	18:19 16:59	16:12 16:18
Sonnenscheinstunden	509	458	382	329	261	236
astr.max.mögl.Beschattung	526	367	382	329	261	236

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) Schattende (WEA mit letztem Schatten)

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe Schattenrezeptor: AC - Vorderweg 67, Wapeldorf
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

Table with columns for months (Januar to Juni) and rows for days (1 to 31). Each cell contains sunrise/sunset times and shadow duration. Summary rows at the bottom show total sun hours and maximum shadow duration per month.

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)

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe **Schattenrezeptor:** AE - Vorderweg 34, Wapeldorf
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1	08:43 16:19	08:14 17:10	07:18 18:04	07:04 20:02	05:56 20:56	05:07 21:45
2	08:43 16:20	08:12 17:12	07:15 18:06	07:01 20:03	05:54 20:58	05:07 21:46
3	08:43 16:22	08:11 17:14	07:13 18:08	06:59 20:05	05:52 20:59	05:06 21:47
4	08:43 16:23	08:09 17:16	07:11 18:10	06:57 20:07	05:50 21:01	05:05 21:48
5	08:42 16:24	08:07 17:17	07:08 18:12	06:54 20:09	05:48 21:03	05:04 21:49
6	08:42 16:25	08:05 17:19	07:06 18:14	06:52 20:11	05:46 21:05	05:03 21:50
7	08:42 16:27	08:04 17:21	07:04 18:16	06:49 20:12	05:44 21:06	05:03 21:51
8	08:41 16:28	08:02 17:23	07:01 18:18	06:47 20:14	05:42 21:08	05:02 21:52
9	08:41 16:29	08:00 17:25	06:59 18:19	06:45 20:16	05:40 21:10	05:02 21:53
10	08:40 16:31	07:58 17:27	06:57 18:21	06:42 20:18	05:38 21:11	05:01 21:54
11	08:39 16:32	07:56 17:29	06:54 18:23	06:40 20:20	05:37 21:13	05:01 21:55
12	08:39 16:34	07:54 17:31	06:52 18:25	06:38 20:21	05:35 21:15	05:00 21:56
13	08:38 16:36	07:52 17:33	06:50 18:27	06:35 20:23	05:33 21:17	05:00 21:57
14	08:37 16:37	07:50 17:35	06:47 18:29	06:33 20:25	05:31 21:18	05:00 21:58
15	08:36 16:39	07:48 17:37	06:45 18:31	06:31 20:27	05:30 21:20	05:00 21:59
16	08:35 16:40	07:46 17:39	06:42 18:32	06:28 20:29	05:28 21:22	04:59 21:58
17	08:34 16:42	07:44 17:41	06:40 18:34	06:26 20:31	05:27 21:23	04:59 21:58
18	08:33 16:44	07:42 17:43	06:38 18:36	06:24 20:32	05:25 21:25	04:59 21:59
19	08:32 16:46	07:40 17:45	06:35 18:38	06:22 20:34	05:23 21:26	04:59 21:59
20	08:31 16:47	07:38 17:47	06:33 18:40	06:19 20:36	05:22 21:28	04:59 21:59
21	08:30 16:49	07:35 17:49	06:30 18:42	06:17 20:38	05:21 21:29	04:59 22:00
22	08:29 16:51	07:33 17:51	06:28 18:43	06:15 20:40	05:19 21:31	05:00 22:00
23	08:27 16:53	07:31 17:53	06:26 18:45	06:13 20:41	05:18 21:32	05:00 22:00
24	08:26 16:54	07:29 17:55	06:23 18:47	06:11 20:43	05:16 21:34	05:00 22:00
25	08:25 16:56	07:27 17:57	06:21 18:49	06:08 20:45	05:15 21:35	05:01 22:00
26	08:23 16:58	07:24 17:59	06:18 18:51	06:06 20:47	05:14 21:37	05:01 22:00
27	08:22 17:00	07:22 18:00	06:16 18:52	06:04 20:49	05:13 21:38	05:01 22:00
28	08:20 17:02	07:20 18:02	06:13 18:54	06:02 20:50	05:12 21:39	05:02 22:00
29	08:19 17:04	07:19 18:04	06:11 18:56	06:00 20:52	05:10 21:41	05:02 22:00
30	08:17 17:06	07:17 18:06	06:09 18:58	05:58 20:54	05:09 21:42	05:03 22:00
31	08:16 17:08	07:16 18:08	06:07 19:00	05:56 20:56	05:08 21:43	05:03 22:00
Sonnenscheinstunden	252	274	367	419	491	507
astr.max.mögl.Beschattung			301	435	453	448

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)

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe **Schattenrezeptor:** AF - Vorderweg 10, Wapeldorf
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1	08:43	08:14	07:18	08:06 (WEA 09)	07:04	05:56
	16:19	17:10	18:04	21 08:27 (WEA 09)	20:02	20:56
2	08:43	08:12	07:15	08:07 (WEA 09)	07:01	05:54
	16:20	17:12	18:06	20 08:27 (WEA 09)	20:03	20:58
3	08:43	08:11	07:13	08:07 (WEA 09)	06:59	05:52
	16:22	17:14	18:08	18 08:25 (WEA 09)	20:05	20:59
4	08:43	08:09	07:11	08:08 (WEA 09)	06:57	05:50
	16:23	17:16	18:10	16 08:24 (WEA 09)	20:07	21:01
5	08:42	08:07	07:08	08:09 (WEA 09)	06:54	05:48
	16:24	17:17	18:12	12 08:21 (WEA 09)	20:09	21:03
6	08:42	08:05	07:06	08:14 (WEA 09)	06:52	05:46
	16:25	17:19	18:14	3 08:17 (WEA 09)	20:11	21:05
7	08:42	08:04	07:04		06:49	05:44
	16:27	17:21	18:16		20:12	21:06
8	08:41	08:02	07:01		06:47	05:42
	16:28	17:23	18:18		20:14	21:08
9	08:41	08:00	06:59		06:45	05:40
	16:29	17:25	18:19		20:16	21:10
10	08:40	07:58	06:57		06:42	05:38
	16:31	17:27	18:21		20:18	21:12
11	08:39	07:56	06:54		06:40	05:37
	16:32	17:29	18:23		20:20	21:13
12	08:39	07:54	06:52		06:38	05:35
	16:34	17:31	18:25		20:21	21:15
13	08:38	07:52	06:50		06:35	05:33
	16:35	17:33	18:27		20:23	21:17
14	08:37	07:50	06:47		06:33	05:31
	16:37	17:35	18:29	6 07:27 (WEA 08)	20:25	21:18
15	08:36	07:48	06:45		06:31	05:30
	16:39	17:37	18:31	14 07:22 (WEA 08)	20:27	21:20
16	08:35	07:46	06:42		06:28	05:28
	16:40	17:39	18:34	18 07:20 (WEA 08)	20:29	21:22
17	08:34	07:44	06:40		06:26	05:27
	16:42	17:41	18:34	21 07:18 (WEA 08)	20:31	21:23
18	08:33	07:42	06:38		06:24	05:25
	16:44	17:43	18:36	23 07:17 (WEA 08)	20:32	21:25
19	08:32	07:40	06:35		06:22	05:23
	16:45	17:45	18:38	25 07:16 (WEA 08)	20:34	21:26
20	08:31	07:38	06:33		06:19	05:22
	16:47	17:47	18:40	25 07:15 (WEA 08)	20:36	21:28
21	08:30	07:35	06:30		06:17	05:21
	16:49	17:49	18:42	26 07:14 (WEA 08)	20:38	21:29
22	08:29	07:33	06:28		06:15	05:19
	16:51	17:51	18:43	26 07:14 (WEA 08)	20:40	21:31
23	08:27	07:31	06:26		06:13	05:18
	16:53	17:53	18:45	26 07:14 (WEA 08)	20:41	21:32
24	08:26	07:29	06:23		06:11	05:16
	16:54	17:55	18:47	26 07:13 (WEA 08)	20:43	21:34
25	08:25	07:27	06:21		06:08	05:15
	16:56	17:57	18:49	25 07:14 (WEA 08)	20:45	21:35
26	08:23	07:24	06:18		06:06	05:14
	16:58	17:59	18:51	23 07:15 (WEA 08)	20:47	21:37
27	08:22	07:22	06:16		06:04	05:13
	17:00	18:00	18:52	21 07:15 (WEA 08)	20:49	21:38
28	08:20	07:20	06:13		06:02	05:12
	17:02	18:02	18:54	19 07:16 (WEA 08)	20:50	21:39
29	08:19		07:11		06:00	05:10
	17:04		19:56	15 08:17 (WEA 08)	20:52	21:41
30	08:17		07:09		05:58	05:09
	17:06		19:58	9 08:20 (WEA 08)	20:54	21:42
31	08:16		07:06		05:56	05:08
	17:08		20:00		21:43	21:43
Sonnenscheinstunden	252	274	367	419	491	507
astr.max.mögl.Beschattung		173	438	302	387	

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) Schattende (WEA mit letztem Schatten)

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe **Schattenrezeptor:** AF - Vorderweg 10, Wapeldorf
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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 Sonneneinfallstrahlung
- Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	Jul	August	September	Oktober	November	Dezember
1	05:04 21:59	05:43 21:25	20:28 (WEA 01) 20:46 (WEA 01) 20:20	06:36 19:07	07:13 (WEA 07) 07:24 (WEA 07)	07:28 19:07
2	05:04 21:59	05:44 21:23	20:28 (WEA 01) 20:45 (WEA 01) 20:17	06:37 19:05		07:30 19:05
3	05:05 21:58	05:46 21:21	20:29 (WEA 01) 20:44 (WEA 01) 20:15	06:39 19:02		07:31 19:02
4	05:06 21:58	05:48 21:19	20:30 (WEA 01) 20:42 (WEA 01) 20:12	06:41 19:00		07:33 19:00
5	05:07 21:57	05:49 21:18	20:32 (WEA 01) 20:41 (WEA 01) 20:10	06:43 18:57		07:35 18:57
6	05:08 21:57	05:51 21:16	20:33 20:08	06:44 18:55		07:37 18:55
7	05:09 21:56	05:53 21:14	20:34 20:05	06:46 18:53		07:39 18:53
8	05:10 21:55	05:54 21:12	20:35 20:03	06:48 18:50	08:47 (WEA 09)	07:38 16:44
9	05:11 21:55	05:56 21:10	20:36 20:00	06:50 18:48	08:56 (WEA 09)	07:40 16:43
10	05:12 21:54	05:58 21:08	20:37 19:58	06:51 18:46	08:43 (WEA 09)	07:42 16:43
11	05:13 21:53	05:59 21:06	20:38 19:56	06:53 18:43	08:57 (WEA 09)	07:44 16:41
12	05:14 21:52	06:01 21:04	20:39 19:53	06:55 18:41	08:40 (WEA 09)	07:46 16:39
13	05:15 21:51	06:03 21:02	20:40 19:51	06:56 18:39	09:00 (WEA 09)	07:48 16:38
14	05:16 21:50	20:32 (WEA 01) 20:39 (WEA 01) 21:00	06:05 19:48	08:12 (WEA 08) 08:19 (WEA 08) 08:08 (WEA 08)	09:01 (WEA 09) 09:01 (WEA 09) 09:01 (WEA 09)	07:49 16:36 16:35
15	05:18 21:49	20:31 (WEA 01) 20:40 (WEA 01) 20:58	06:06 19:46	08:22 (WEA 08) 08:06 (WEA 08) 08:24 (WEA 08)	09:01 (WEA 09) 08:38 (WEA 09) 09:01 (WEA 09)	16:09 16:33 16:33
16	05:19 21:48	20:30 (WEA 01) 20:42 (WEA 01) 20:56	06:08 19:43	08:04 (WEA 08) 08:25 (WEA 08) 08:32 (WEA 08)	07:53 09:01 (WEA 09) 08:38 (WEA 09)	16:09 16:31 16:31
17	05:20 21:47	20:29 (WEA 01) 20:43 (WEA 01) 20:53	06:10 19:41	07:17 (WEA 07) 07:27 (WEA 07) 19:41	08:38 (WEA 09) 09:00 (WEA 09) 08:25 (WEA 08)	16:09 16:30 16:29
18	05:22 21:46	20:28 (WEA 01) 20:44 (WEA 01) 20:51	06:11 19:39	07:15 (WEA 07) 07:29 (WEA 07) 19:39	08:39 (WEA 09) 08:59 (WEA 09) 08:26 (WEA 08)	16:09 16:29 16:29
19	05:23 21:45	20:28 (WEA 01) 20:44 (WEA 01) 20:49	06:13 19:36	07:13 (WEA 07) 07:30 (WEA 07) 19:36	08:39 (WEA 09) 08:59 (WEA 09) 08:26 (WEA 08)	16:09 16:27 16:27
20	05:24 21:43	20:28 (WEA 01) 20:46 (WEA 01) 20:47	06:15 19:34	07:12 (WEA 07) 07:31 (WEA 07) 19:34	08:00 (WEA 08) 08:27 (WEA 08) 08:04 (WEA 08)	16:10 16:26 16:26
21	05:26 21:42	20:27 (WEA 01) 20:46 (WEA 01) 20:45	06:17 19:31	07:11 (WEA 07) 07:32 (WEA 07) 19:31	08:04 (WEA 08) 08:26 (WEA 08) 18:21	16:11 16:25 16:25
22	05:27 21:41	20:26 (WEA 01) 20:46 (WEA 01) 20:43	06:18 19:29	07:10 (WEA 07) 07:32 (WEA 07) 19:29	08:06 (WEA 08) 08:26 (WEA 08) 18:18	16:11 16:23 16:23
23	05:29 21:39	20:27 (WEA 01) 20:47 (WEA 01) 20:40	06:20 19:26	07:09 (WEA 07) 07:32 (WEA 07) 19:26	08:08 (WEA 08) 08:25 (WEA 08) 18:16	16:12 16:22 16:22
24	05:30 21:38	20:26 (WEA 01) 20:47 (WEA 01) 20:38	06:22 19:24	07:09 (WEA 07) 07:33 (WEA 07) 19:24	08:10 (WEA 08) 08:25 (WEA 08) 18:14	16:12 16:21 16:21
25	05:32 21:36	20:26 (WEA 01) 20:47 (WEA 01) 20:36	06:24 19:21	07:08 (WEA 07) 07:32 (WEA 07) 19:21	07:12 08:23 (WEA 08) 17:12	16:12 16:20 16:20
26	05:33 21:35	20:26 (WEA 01) 20:47 (WEA 01) 20:33	06:25 19:19	07:09 (WEA 07) 07:32 (WEA 07) 19:19	07:13 08:00 (WEA 08) 17:10	16:13 16:19 16:19
27	05:35 21:33	20:26 (WEA 01) 20:47 (WEA 01) 20:31	06:27 19:17	07:08 (WEA 07) 07:31 (WEA 07) 19:17	07:15 08:01 (WEA 08) 17:08	16:14 16:18 16:18
28	05:36 21:32	20:26 (WEA 01) 20:47 (WEA 01) 20:29	06:29 19:14	07:08 (WEA 07) 07:30 (WEA 07) 19:14	07:17 08:03 (WEA 08) 17:06	16:15 16:17 16:17
29	05:38 21:30	20:26 (WEA 01) 20:47 (WEA 01) 20:27	06:31 19:12	07:09 (WEA 07) 07:29 (WEA 07) 19:12	07:19 08:05 (WEA 08) 17:04	16:16 16:16 16:16
30	05:39 21:28	20:27 (WEA 01) 20:47 (WEA 01) 20:24	06:32 19:09	07:09 (WEA 07) 07:27 (WEA 07) 19:09	07:21 17:02	16:16 16:17
31	05:41 21:27	20:27 (WEA 01) 20:46 (WEA 01) 20:22	06:34 19:07	07:11 (WEA 07) 07:26 (WEA 07) 19:07	07:23 17:00	16:17 16:18
Sonnenscheinstunden	509	458	382	329	261	236
astr.max.mögl.Beschattung	316	366	364	273		

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) Schattende (WEA mit letztem Schatten)

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe Schattenrezeptor: AG - Vorderweg 6, Wapeldorf

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1	08:43 16:19	08:14 17:10	07:18 18:04	07:04 20:02	05:56 20:56	05:07 21:45
2	08:43 16:20	08:12 17:12	07:15 18:06	07:01 20:03	05:54 20:58	05:07 21:46
3	08:43 16:22	08:11 17:14	07:13 18:08	06:59 20:05	05:52 20:59	05:06 21:47
4	08:43 16:23	08:09 17:16	07:11 18:10	06:57 20:07	05:50 21:01	05:05 21:48
5	08:42 16:24	08:07 17:17	07:08 18:12	06:54 20:09	05:48 21:03	05:04 21:49
6	08:42 16:25	08:05 17:19	07:06 18:14	06:52 20:11	05:46 21:05	05:03 21:50
7	08:42 16:27	08:04 17:21	07:04 18:16	06:49 20:12	05:44 21:06	05:03 21:51
8	08:41 16:28	08:02 17:23	07:01 18:18	06:47 20:14	05:42 21:08	05:02 21:52
9	08:41 16:29	08:00 17:25	06:59 18:19	06:45 20:16	05:40 21:10	05:02 21:53
10	08:40 16:31	07:58 17:27	06:57 18:21	06:42 20:18	05:38 21:12	05:01 21:54
11	08:39 16:32	07:56 17:29	06:54 18:23	06:40 20:20	05:37 21:13	05:01 21:55
12	08:39 16:34	07:54 17:31	06:52 18:25	06:38 20:21	05:35 21:15	05:00 21:55
13	08:38 16:35	07:52 17:33	06:50 18:27	06:36 20:23	05:33 21:17	05:00 21:56
14	08:37 16:37	07:50 17:35	06:47 18:29	06:33 20:25	05:31 21:18	05:00 21:57
15	08:36 16:39	07:48 17:37	06:45 18:31	06:31 20:27	05:30 21:20	05:00 21:57
16	08:35 16:40	07:46 17:39	06:42 18:32	06:28 20:29	05:28 21:22	04:59 21:58
17	08:34 16:42	07:44 17:41	06:40 18:34	06:26 20:31	05:27 21:23	04:59 21:58
18	08:33 16:44	07:42 17:43	06:38 18:36	06:24 20:32	05:25 21:25	04:59 21:59
19	08:32 16:45	07:40 17:45	06:35 18:38	06:22 20:34	05:23 21:26	04:59 21:59
20	08:31 16:47	07:38 17:47	06:33 18:40	06:19 20:36	05:22 21:28	04:59 21:59
21	08:30 16:49	07:35 17:49	06:30 18:42	06:17 20:38	05:21 21:29	04:59 22:00
22	08:29 16:51	07:33 17:51	06:28 18:43	06:15 20:40	05:19 21:31	05:00 22:00
23	08:27 16:53	07:31 17:53	06:26 18:45	06:13 20:41	05:18 21:32	05:00 22:00
24	08:26 16:54	07:29 17:55	06:23 18:47	06:11 20:43	05:16 21:34	05:00 22:00
25	08:25 16:56	07:27 17:57	06:21 18:49	06:08 20:45	05:15 21:35	05:01 22:00
26	08:23 16:58	07:24 17:59	06:18 18:51	06:06 20:47	05:14 21:37	05:01 22:00
27	08:22 17:00	07:22 18:00	06:16 18:52	06:04 20:49	05:13 21:38	05:01 22:00
28	08:20 17:02	07:20 18:02	06:13 18:54	06:02 20:50	05:12 21:39	05:02 22:00
29	08:19 17:04		06:11 18:56	06:00 20:52	05:10 21:41	05:02 22:00
30	08:17 17:06		06:09 18:58	05:58 20:54	05:09 21:42	05:03 21:59
31	08:16 17:08		06:06 20:00		05:08 21:43	
Sonnenscheinstunden	252	274	367	419	491	507
astr.max.mögl.Beschattung		276	362	348	266	

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)
--------------	-----------------------	-------------------------	----------------------	--	---

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe. Schattenrezeptor: AG - Vorderweg 6, Wapeldorf

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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 Sonneneinfallrichtung
- Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	Jul	August	September	Oktober	November	Dezember
1	05:04 21:59	05:43 21:25	20:13 (WEA 01) 06:36	07:22 (WEA 07) 07:28	08:16 (WEA 08) 07:25	08:19 16:14
2	05:04 21:59	05:44 21:23	20:11 (WEA 01) 06:37	07:21 (WEA 07) 07:30	08:16 (WEA 08) 07:27	08:20 16:14
3	05:05 21:58	05:46 21:21	20:11 (WEA 01) 06:39	07:21 (WEA 07) 07:31	08:16 (WEA 08) 07:29	08:22 16:13
4	05:06 21:58	05:48 21:19	20:10 (WEA 01) 06:41	07:22 (WEA 07) 07:33	08:17 (WEA 08) 07:31	08:23 16:12
5	05:07 21:57	05:49 21:18	20:10 (WEA 01) 06:43	07:22 (WEA 07) 07:35	08:17 (WEA 08) 07:32	08:25 16:12
6	05:08 21:57	05:51 21:16	20:10 (WEA 01) 06:44	07:23 (WEA 07) 07:37	08:19 (WEA 08) 07:34	08:26 16:11
7	05:09 21:56	05:53 21:14	20:10 (WEA 01) 06:46	07:25 (WEA 07) 07:38	08:21 (WEA 08) 07:36	08:27 16:11
8	05:10 21:55	05:54 21:12	20:10 (WEA 01) 06:48	07:26 (WEA 07) 07:40	08:24 (WEA 08) 07:38	08:28 16:10
9	05:11 21:55	05:56 21:10	20:10 (WEA 01) 06:50	07:28 (WEA 07) 07:42	08:26 (WEA 08) 07:40	08:30 16:10
10	05:12 21:54	05:58 21:08	20:11 (WEA 01) 06:51	07:29 (WEA 07) 07:44	08:27 (WEA 08) 07:42	08:31 16:10
11	05:13 21:53	05:59 21:06	20:11 (WEA 01) 06:53	07:31 (WEA 07) 07:46	08:28 (WEA 08) 07:44	08:32 16:09
12	05:14 21:52	06:01 21:04	20:12 (WEA 01) 06:55	07:32 (WEA 07) 07:48	08:29 (WEA 08) 07:46	08:33 16:09
13	05:15 21:51	06:03 21:02	20:13 (WEA 01) 06:56	07:34 (WEA 07) 07:49	08:30 (WEA 08) 07:48	08:34 16:09
14	05:16 21:50	06:05 21:00	20:14 (WEA 01) 06:58	07:35 (WEA 07) 07:51	08:31 (WEA 08) 07:49	08:35 16:09
15	05:18 21:49	06:06 20:58	20:15 (WEA 01) 07:00	07:37 (WEA 07) 07:53	09:05 (WEA 09) 07:51	08:36 16:09
16	05:19 21:48	06:08 20:56	20:20 (WEA 01) 07:02	07:39 (WEA 07) 07:55	09:10 (WEA 09) 07:53	08:37 16:09
17	05:20 21:47	06:10 20:53	07:03 07:05	07:41 (WEA 07) 07:57	09:15 (WEA 09) 07:55	08:38 16:09
18	05:22 21:46	06:11 20:51	07:07 07:09	07:43 (WEA 07) 07:59	09:20 (WEA 09) 07:57	08:39 16:10
19	05:23 21:45	06:13 20:49	07:11 07:13	07:45 (WEA 07) 08:00	09:25 (WEA 09) 07:59	08:40 16:10
20	05:24 21:43	06:15 20:47	07:15 07:17	07:47 (WEA 07) 08:02	09:30 (WEA 09) 08:00	08:41 16:10
21	05:26 21:42	06:17 20:45	07:21 07:23	08:32 (WEA 08) 08:04	09:35 (WEA 09) 08:02	08:42 16:11
22	05:27 21:41	06:18 20:43	07:25 07:27	08:33 (WEA 08) 08:06	09:40 (WEA 09) 08:04	08:43 16:11
23	05:29 21:39	06:20 20:40	07:31 (WEA 07) 19:26	08:34 (WEA 08) 18:18	09:45 (WEA 09) 16:23	08:44 16:12
24	05:30 21:38	06:22 20:38	07:37 (WEA 07) 19:26	08:35 (WEA 08) 18:16	09:50 (WEA 09) 16:22	08:45 16:12
25	05:32 21:36	06:24 20:36	07:43 (WEA 07) 19:27	08:36 (WEA 08) 18:14	09:55 (WEA 09) 16:21	08:46 16:12
26	05:33 21:35	06:25 20:35	07:49 (WEA 07) 19:27	08:37 (WEA 08) 18:12	10:00 (WEA 09) 16:20	08:47 16:13
27	05:35 21:33	06:27 20:33	07:55 (WEA 07) 19:28	08:38 (WEA 08) 18:10	10:05 (WEA 09) 16:19	08:48 16:14
28	05:36 21:32	20:19 (WEA 01) 20:24 (WEA 01)	06:29 20:29	07:24 (WEA 07) 07:23	08:18 (WEA 08) 07:17	08:14 16:15
29	05:38 21:30	20:16 (WEA 01) 20:26 (WEA 01)	06:30 20:27	07:25 (WEA 07) 19:12	08:19 (WEA 08) 17:04	08:16 16:16
30	05:39 21:28	20:15 (WEA 01) 20:28 (WEA 01)	06:32 20:24	07:26 (WEA 07) 19:09	08:20 (WEA 08) 17:02	08:17 16:17
31	05:41 21:27	20:13 (WEA 01) 20:28 (WEA 01)	06:34 20:22	07:28 (WEA 07) 19:09	08:21 (WEA 08) 17:02	08:18 16:18
Sonneneinstrahlung	509	458	382	329	261	236
astr.max.mögl.Beschattung	43	416	364	446		

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) Schattende (WEA mit letztem Schatten)

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe Schattenrezeptor: AH - Spohler Str. 111, Wapeldorf

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1 08:43	08:14	08:54 (WEA 09) 07:18	08:09 (WEA 08) 07:04	07:48 (WEA 07) 05:56	19:49 (WEA 01) 05:07
2 08:43	08:12	09:09 (WEA 09) 08:04	08:37 (WEA 08) 07:01	08:14 (WEA 07) 05:56	19:55 (WEA 01) 05:07
3 08:43	08:11	09:11 (WEA 09) 08:06	08:38 (WEA 08) 07:03	08:14 (WEA 07) 05:58	20:32 (WEA 02) 05:06
4 08:43	08:09	09:12 (WEA 09) 08:08	08:37 (WEA 08) 07:05	08:13 (WEA 07) 05:59	20:55 (WEA 02) 05:05
5 08:42	08:07	09:13 (WEA 09) 08:10	08:37 (WEA 08) 07:07	08:13 (WEA 07) 05:48	20:55 (WEA 02) 05:04
6 08:42	08:05	09:14 (WEA 09) 08:12	08:36 (WEA 08) 07:09	08:12 (WEA 07) 05:46	20:56 (WEA 02) 05:03
7 08:42	08:04	09:15 (WEA 09) 08:14	08:35 (WEA 08) 07:11	08:11 (WEA 07) 05:45	20:56 (WEA 02) 05:02
8 08:41	08:02	09:16 (WEA 09) 08:16	08:34 (WEA 08) 07:13	08:11 (WEA 07) 05:44	20:57 (WEA 02) 05:01
9 08:41	08:00	09:17 (WEA 09) 08:18	08:33 (WEA 08) 07:15	08:10 (WEA 07) 05:42	20:57 (WEA 02) 05:00
10 08:40	07:58	09:18 (WEA 09) 08:20	08:32 (WEA 08) 07:17	08:09 (WEA 07) 05:40	20:58 (WEA 02) 04:59
11 08:39	07:56	09:19 (WEA 09) 08:22	08:31 (WEA 08) 07:19	08:08 (WEA 07) 05:38	20:58 (WEA 02) 04:58
12 08:39	07:54	09:20 (WEA 09) 08:24	08:30 (WEA 08) 07:21	08:07 (WEA 07) 05:37	20:59 (WEA 02) 04:57
13 08:38	07:52	09:21 (WEA 09) 08:26	08:29 (WEA 08) 07:23	08:06 (WEA 07) 05:35	20:59 (WEA 02) 04:56
14 08:37	07:50	09:22 (WEA 09) 08:28	08:28 (WEA 08) 07:25	08:05 (WEA 07) 05:34	20:59 (WEA 02) 04:55
15 08:36	07:48	09:23 (WEA 09) 08:30	08:27 (WEA 08) 07:27	08:04 (WEA 07) 05:33	20:59 (WEA 02) 04:54
16 08:35	07:46	09:24 (WEA 09) 08:32	08:26 (WEA 08) 07:29	08:03 (WEA 07) 05:32	20:59 (WEA 02) 04:53
17 08:34	07:44	09:25 (WEA 09) 08:34	08:25 (WEA 08) 07:31	08:02 (WEA 07) 05:31	20:59 (WEA 02) 04:52
18 08:33	07:42	09:26 (WEA 09) 08:36	08:24 (WEA 08) 07:33	08:01 (WEA 07) 05:30	20:59 (WEA 02) 04:51
19 08:32	07:40	09:27 (WEA 09) 08:38	08:23 (WEA 08) 07:35	08:00 (WEA 07) 05:29	20:59 (WEA 02) 04:50
20 08:31	07:38	09:28 (WEA 09) 08:40	08:22 (WEA 08) 07:37	07:59 (WEA 07) 05:28	20:59 (WEA 02) 04:49
21 08:30	07:36	09:29 (WEA 09) 08:42	08:21 (WEA 08) 07:39	07:58 (WEA 07) 05:27	20:59 (WEA 02) 04:48
22 08:29	07:34	09:30 (WEA 09) 08:44	08:20 (WEA 08) 07:41	07:57 (WEA 07) 05:26	20:59 (WEA 02) 04:47
23 08:27	07:31	09:31 (WEA 09) 08:46	08:19 (WEA 08) 07:43	07:56 (WEA 07) 05:25	20:59 (WEA 02) 04:46
24 08:26	07:29	09:32 (WEA 09) 08:48	08:18 (WEA 08) 07:45	07:55 (WEA 07) 05:24	20:59 (WEA 02) 04:45
25 08:25	07:27	09:33 (WEA 09) 08:50	08:17 (WEA 08) 07:47	07:54 (WEA 07) 05:23	20:59 (WEA 02) 04:44
26 08:23	07:24	09:34 (WEA 09) 08:52	08:16 (WEA 08) 07:49	07:53 (WEA 07) 05:22	20:59 (WEA 02) 04:43
27 08:22	07:22	09:35 (WEA 09) 08:54	08:15 (WEA 08) 07:51	07:52 (WEA 07) 05:21	20:59 (WEA 02) 04:42
28 08:20	07:20	09:36 (WEA 09) 08:56	08:14 (WEA 08) 07:53	07:51 (WEA 07) 05:20	20:59 (WEA 02) 04:41
29 08:19	07:18	09:37 (WEA 09) 08:58	08:13 (WEA 08) 07:55	07:50 (WEA 07) 05:19	20:59 (WEA 02) 04:40
30 08:17	08:58 (WEA 09)	07:16	08:12 (WEA 08) 07:57	07:49 (WEA 07) 05:18	20:59 (WEA 02) 04:39
31 08:16	08:55 (WEA 09)	07:14	08:11 (WEA 08) 07:59	07:48 (WEA 07) 05:17	20:59 (WEA 02) 04:38
Sonnenscheitelstunden	252	274	367	419	491
astr.max.mögl.Beschattung	18	479	378	466	786

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) Schatteneinde (WEA mit letztem Schatten)

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe Schattenrezeptor: AH - Spohler Str. 111, Wapeldorf

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

Table with columns for months (Juli, August, September, Oktober, November, Dezember) and rows for specific times (05:04 to 21:27). Includes summary rows for 'Sonnenscheinstunden' and 'astr.max.mögl.Beschattung'.

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

Table defining columns for 'Tag im Monat', 'Sonnenaufgang (SS:MM)', 'Sonnenuntergang (SS:MM)', 'Minuten mit Schatten', 'Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang', 'Zeitpunkt (SS:MM) Schattendenke', and '(WEA mit erstem Schatten) / (WEA mit letztem Schatten)'.

Projekt:

Windpark Rosenberg-Neuenwege-Heubült

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON
Blumenstrasse 26
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0

Berechnet:

30.05.2016 15:20/3.0.629

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe Schattenrezeptor: AI - Spohler Str. 107, Wapeldorf
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

Table with columns for months (Januar to Juni) and rows for daily shadow cast times. Includes summary rows for 'Sonnenscheinstunden' and 'astr.max.mögl.Beschattung'.

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)

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe Schattenrezeptor: AI - Spohler Str. 107, Wapeldorf
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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	05:04	20:26 (WEA 02)	05:43	20:37 (WEA 02)	06:36		07:28	07:25	08:42 (WEA 09)	08:19	
2	05:04	20:26 (WEA 02)	05:44	20:40 (WEA 02)	06:37		07:30	07:27	08:55 (WEA 09)	08:20	
3	05:05	20:27 (WEA 02)	05:46		06:39		07:31	07:29	08:57 (WEA 09)	08:22	
4	05:06	20:28 (WEA 02)	05:48	08:03 (WEA 07)	06:41		07:33	07:31	08:58 (WEA 09)	08:23	
5	05:07	20:29 (WEA 02)	05:49	08:13 (WEA 07)	06:43	10	07:35	07:32	08:59 (WEA 09)	08:25	
6	05:08	20:30 (WEA 02)	05:51	08:15 (WEA 07)	06:44	16	07:37	07:34	09:00 (WEA 09)	08:26	
7	05:09	20:31 (WEA 02)	05:53	08:17 (WEA 07)	06:46	20	07:38	07:36	09:00 (WEA 09)	08:27	
8	05:10	20:32 (WEA 02)	05:54	08:18 (WEA 07)	06:48	22	07:40	07:38	09:01 (WEA 09)	08:28	
9	05:11	20:33 (WEA 02)	05:56	08:19 (WEA 07)	06:50	25	07:42	07:40	09:02 (WEA 09)	08:30	
10	05:12	20:34 (WEA 02)	05:58	08:20 (WEA 07)	06:51	26	07:44	07:42	09:03 (WEA 09)	08:31	
11	05:13	20:35 (WEA 02)	05:59	08:21 (WEA 07)	06:53	27	07:46	07:44	09:04 (WEA 09)	08:32	
12	05:14	20:36 (WEA 02)	06:01	08:22 (WEA 07)	06:55	28	07:48	07:46	09:05 (WEA 09)	08:33	
13	05:15	20:37 (WEA 02)	06:03	08:23 (WEA 07)	06:56	29	07:49	07:48	09:06 (WEA 09)	08:34	
14	05:16	20:38 (WEA 02)	06:05	08:24 (WEA 07)	06:58	29	07:51	07:49	09:07 (WEA 09)	08:35	
15	05:18	20:40 (WEA 02)	06:06	08:25 (WEA 07)	07:00	29	07:53	07:51	09:08 (WEA 09)	08:36	
16	05:19	20:41 (WEA 02)	06:08	08:26 (WEA 07)	07:02	28	07:55	07:53	09:09 (WEA 09)	08:37	
17	05:20	20:42 (WEA 02)	06:10	08:27 (WEA 07)	07:03	28	07:57	07:55	09:10 (WEA 09)	08:38	
18	05:22	20:44 (WEA 02)	06:11	08:28 (WEA 07)	07:05	26	07:59	07:57	09:11 (WEA 09)	08:39	
19	05:23	20:45 (WEA 02)	06:13	08:29 (WEA 07)	07:07	24	08:01	07:59	09:12 (WEA 09)	08:40	
20	05:24	20:46 (WEA 02)	06:15	08:30 (WEA 07)	07:09	22	08:03	08:01	09:13 (WEA 09)	08:41	
21	05:26	20:48 (WEA 02)	06:17	08:31 (WEA 07)	07:10	19	08:05	08:03	09:14 (WEA 09)	08:42	
22	05:27	20:49 (WEA 02)	06:18	08:32 (WEA 07)	07:12	15	08:07	08:05	09:15 (WEA 09)	08:43	
23	05:29	20:51 (WEA 02)	06:20	08:33 (WEA 07)	07:14	7	08:09	08:07	09:16 (WEA 09)	08:44	
24	05:30	20:52 (WEA 02)	06:22	08:34 (WEA 07)	07:16		08:11	08:09	09:17 (WEA 09)	08:45	
25	05:32	20:54 (WEA 02)	06:24	08:35 (WEA 07)	07:17		08:13	08:11	09:18 (WEA 09)	08:46	
26	05:33	20:55 (WEA 02)	06:25	08:36 (WEA 07)	07:19		08:15	08:13	09:19 (WEA 09)	08:47	
27	05:35	20:57 (WEA 02)	06:27	08:37 (WEA 07)	07:21		08:17	08:15	09:20 (WEA 09)	08:48	
28	05:36	20:58 (WEA 02)	06:29	08:38 (WEA 07)	07:23		08:19	08:17	09:21 (WEA 09)	08:49	
29	05:38	20:59 (WEA 02)	06:30	08:39 (WEA 07)	07:24		08:21	08:19	09:22 (WEA 09)	08:50	
30	05:39	21:01 (WEA 02)	06:32	08:40 (WEA 07)	07:26		08:23	08:21	09:23 (WEA 09)	08:51	
31	05:41	21:03 (WEA 02)	06:34	08:41 (WEA 07)	07:28		08:25	08:23	09:24 (WEA 09)	08:52	
Sonnenscheinstunden		509	458	382	329		261	393	236		
astr.max.mögl.Beschattung		670	197	430	496		261	393	236		

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) Schattendecke (WEA mit letztem Schatten)

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe Schattenrezeptor: AJ - Spohler Str. 105, Wapeldorf
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1	08:43	08:14	09:28 (WEA 09)	07:18	07:04	05:07
	16:19	17:10	09:47 (WEA 09)	18:34	20:02	21:45
2	08:43	08:12	09:30 (WEA 09)	07:15	07:01	05:07
	16:20	17:12	09:46 (WEA 09)	18:06	20:03	21:46
3	08:43	08:11	09:32 (WEA 09)	07:13	06:59	05:06
	16:22	17:14	09:44 (WEA 09)	18:08	20:05	21:47
4	08:43	08:09	09:35 (WEA 09)	07:11	06:57	05:05
	16:23	17:16	09:41 (WEA 09)	18:10	20:07	21:48
5	08:42	08:07	09:00 (WEA 08)	07:08	06:54	05:04
	16:24	17:17	09:12 (WEA 08)	18:12	20:09	21:49
6	08:42	08:05	08:58 (WEA 08)	07:06	06:52	05:03
	16:25	17:19	09:15 (WEA 08)	18:14	20:11	21:50
7	08:42	08:04	08:56 (WEA 08)	07:04	06:49	05:03
	16:27	17:21	09:16 (WEA 08)	18:16	20:12	21:51
8	08:41	08:02	08:55 (WEA 08)	07:01	06:47	05:02
	16:28	17:23	09:18 (WEA 08)	18:18	20:14	21:52
9	08:41	08:00	08:54 (WEA 08)	06:59	06:45	05:02
	16:29	17:25	09:19 (WEA 08)	18:19	20:16	21:53
10	08:40	09:29 (WEA 09)	07:58	06:57	06:42	05:01
	16:31	17:27	09:20 (WEA 08)	18:21	20:18	21:54
11	08:39	09:27 (WEA 09)	07:56	06:54	06:40	05:01
	16:32	17:29	09:21 (WEA 08)	18:23	20:20	21:55
12	08:39	09:26 (WEA 09)	07:54	06:52	06:38	05:00
	16:34	17:31	09:22 (WEA 08)	18:25	20:21	21:55
13	08:38	09:25 (WEA 09)	07:52	06:50	06:35	05:00
	16:35	17:33	09:23 (WEA 08)	18:27	20:23	21:56
14	08:37	09:24 (WEA 09)	07:50	06:47	06:33	05:00
	16:37	17:35	09:24 (WEA 08)	18:29	20:25	21:57
15	08:36	09:23 (WEA 09)	07:48	06:45	06:31	05:00
	16:39	17:37	09:25 (WEA 08)	18:31	20:27	21:57
16	08:35	09:22 (WEA 09)	07:46	06:42	06:28	04:59
	16:40	17:39	09:26 (WEA 08)	18:32	20:29	21:58
17	08:34	09:21 (WEA 09)	07:44	06:40	06:26	04:59
	16:42	17:41	09:27 (WEA 08)	18:34	20:31	21:58
18	08:33	09:20 (WEA 09)	07:42	06:38	06:24	04:59
	16:44	17:43	09:28 (WEA 08)	18:36	20:32	21:59
19	08:32	09:19 (WEA 09)	07:40	06:35	06:22	04:59
	16:45	17:45	09:29 (WEA 08)	18:38	20:34	21:59
20	08:31	09:18 (WEA 09)	07:38	06:33	06:19	04:59
	16:47	17:47	09:30 (WEA 08)	18:40	20:36	21:59
21	08:30	09:17 (WEA 09)	07:35	06:30	06:17	04:59
	16:49	17:49	09:31 (WEA 08)	18:42	20:38	22:00
22	08:29	09:16 (WEA 09)	07:33	06:28	06:15	05:00
	16:51	17:51	09:32 (WEA 08)	18:43	20:40	22:00
23	08:27	09:15 (WEA 09)	07:31	06:26	06:13	05:00
	16:53	17:53	09:33 (WEA 08)	18:45	20:41	22:00
24	08:26	09:14 (WEA 09)	07:29	06:23	06:11	05:00
	16:54	17:55	09:34 (WEA 08)	18:47	20:43	22:00
25	08:25	09:13 (WEA 09)	07:27	06:21	06:08	05:01
	16:56	17:57	09:35 (WEA 08)	18:49	20:45	22:00
26	08:23	09:12 (WEA 09)	07:24	06:18	06:06	05:01
	16:58	17:59	09:36 (WEA 08)	18:51	20:47	22:00
27	08:22	09:11 (WEA 09)	07:22	06:16	06:04	05:01
	17:00	18:00	09:37 (WEA 08)	18:52	20:49	22:00
28	08:20	09:10 (WEA 09)	07:20	06:13	06:02	05:02
	17:02	18:02	09:38 (WEA 08)	18:54	20:50	22:00
29	08:19	09:09 (WEA 09)	07:18	06:11	06:00	05:02
	17:04	18:04	09:39 (WEA 08)	18:56	20:52	22:00
30	08:17	09:08 (WEA 09)	07:16	06:09	05:59	05:03
	17:06	18:06	09:40 (WEA 08)	18:58	20:54	21:59
31	08:16	09:07 (WEA 09)	07:14	06:07	05:58	
	17:08	18:08	09:41 (WEA 08)	19:00	20:55	
Sonnenscheinstunden	252	274	367	419	492	507
astr.max.mögl.Beschattung	448	614	443	213	429	

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) Schattende (WEA mit letztem Schatten)

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe Schattenrezeptor: AK - Spohler Str. 116, Wapeldorf (verfallen)
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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 Sonneneinstrahlrichtung
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Table with 12 columns for months (Juli to Dezember) and rows for each day of the year, showing sunrise and sunset times for various WEA units.

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)

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabhöhe
Schattenrezeptor: AM - Spohler Str. 162, Wapeldorf

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1	08:43 16:19	08:14 17:10	07:18 18:04	6 07:42 (WEA 09) 07:04	05:56 20:56	05:07 21:45
2	08:43 16:20	08:12 17:12	07:15 18:06	6 07:40 (WEA 09) 07:01	05:54 20:58	05:07 21:46
3	08:43 16:22	08:11 17:14	07:13 18:08	11 07:51 (WEA 09) 06:59	6 07:22 (WEA 07) 05:52	05:06 21:47
4	08:43 16:23	08:09 17:16	07:11 18:10	13 07:51 (WEA 09) 06:57	6 07:28 (WEA 07) 05:50	05:05 21:48
5	08:42 16:24	08:07 17:18	07:08 18:12	14 07:52 (WEA 09) 06:54	11 07:31 (WEA 07) 05:48	05:04 21:49
6	08:42 16:25	08:05 17:19	07:06 18:14	16 07:52 (WEA 09) 06:52	13 07:19 (WEA 07) 05:46	05:03 21:50
7	08:42 16:27	08:04 17:21	07:04 18:16	15 07:52 (WEA 09) 06:49	15 07:32 (WEA 07) 05:44	05:03 21:51
8	08:41 16:28	08:02 17:23	07:01 18:18	15 07:52 (WEA 09) 06:47	15 07:32 (WEA 07) 05:42	05:02 21:52
9	08:41 16:29	08:00 17:25	06:59 18:19	13 07:50 (WEA 09) 06:45	15 07:32 (WEA 07) 05:40	05:02 21:53
10	08:40 16:31	07:58 17:27	06:57 18:21	11 07:49 (WEA 09) 06:42	15 07:31 (WEA 07) 05:38	05:01 21:54
11	08:39 16:32	07:56 17:29	06:54 18:23	6 07:46 (WEA 09) 06:40	13 07:30 (WEA 07) 05:37	05:01 21:55
12	08:39 16:34	07:54 17:31	06:52 18:25	11 08:39 17:29	8 07:19 (WEA 07) 05:35	05:00 21:55
13	08:38 16:36	07:52 17:33	06:50 18:27	11 08:39 17:29	8 07:27 (WEA 07) 05:33	05:00 21:56
14	08:37 16:37	07:50 17:35	06:47 18:29	14 08:37 17:35	11 07:29 (WEA 07) 05:31	05:00 21:57
15	08:36 16:39	07:48 17:37	06:45 18:31	15 08:36 17:37	11 07:29 (WEA 07) 05:30	05:00 21:57
16	08:35 16:40	07:46 17:39	06:42 18:32	15 08:35 17:39	11 07:29 (WEA 07) 05:28	04:59 21:58
17	08:34 16:42	07:44 17:41	06:40 18:34	4 07:13 (WEA 08) 06:26	11 07:29 (WEA 07) 05:27	04:59 21:58
18	08:33 16:44	07:42 17:43	06:38 18:36	10 07:15 (WEA 08) 06:24	11 07:29 (WEA 07) 05:25	04:59 21:59
19	08:32 16:46	07:40 17:45	06:35 18:38	14 07:17 (WEA 08) 06:22	11 07:29 (WEA 07) 05:23	04:59 21:59
20	08:31 16:47	07:38 17:47	06:33 18:40	15 07:18 (WEA 08) 06:19	11 07:29 (WEA 07) 05:22	04:59 21:59
21	08:30 16:49	07:35 17:49	06:30 18:42	16 07:17 (WEA 08) 06:17	11 07:29 (WEA 07) 05:21	04:59 22:00
22	08:29 16:51	07:33 17:51	06:28 18:43	17 08:29 17:49	11 07:29 (WEA 07) 05:19	05:00 22:00
23	08:27 16:53	07:31 17:53	06:26 18:45	17 07:17 (WEA 08) 06:15	11 07:29 (WEA 07) 05:18	05:00 22:00
24	08:26 16:55	07:29 17:55	06:23 18:47	15 07:16 (WEA 08) 06:13	11 07:29 (WEA 07) 05:16	05:00 22:00
25	08:25 16:56	07:27 17:57	06:21 18:49	14 07:15 (WEA 08) 06:11	11 07:29 (WEA 07) 05:15	05:01 22:00
26	08:23 16:58	07:24 17:59	06:18 18:51	12 07:14 (WEA 08) 06:08	11 07:29 (WEA 07) 05:14	05:01 22:00
27	08:22 17:00	07:22 18:01	06:16 18:53	6 07:11 (WEA 08) 06:06	11 07:29 (WEA 07) 05:13	05:01 22:00
28	08:20 17:02	07:20 18:02	06:13 18:54	6 07:11 (WEA 08) 06:04	11 07:29 (WEA 07) 05:12	05:01 22:00
29	08:19 17:04	07:19 18:01	06:11 18:56	11 07:29 (WEA 07) 06:02	11 07:29 (WEA 07) 05:11	05:02 22:00
30	08:17 17:06	07:17 18:00	06:09 18:58	11 07:29 (WEA 07) 06:00	11 07:29 (WEA 07) 05:10	05:02 22:00
31	08:16 17:08	07:16 18:00	06:07 19:00	11 07:29 (WEA 07) 05:58	11 07:29 (WEA 07) 05:09	05:03 21:59
	Sonnenscheinstunden 252	274	367	419	491	507
	astr.max.mögl.Beschattung		260	122		

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) Minuten mit Schatten Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende (WEA mit letztem Schatten)



SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe
Schattenrezeptor: AM - Spohler Str. 162, Wapeldorf
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Jul	August	September	Oktober	November	Dezember
1	05:04 21:59	05:43 21:25	06:36 20:20	07:17 (WEA 07) 19:07	07:28 16:58	08:19 16:14
2	05:04 21:59	05:44 21:23	06:37 20:17	07:15 (WEA 07) 19:05	07:30 16:56	08:20 16:14
3	05:05 21:58	05:46 21:21	06:39 20:15	07:14 (WEA 07) 19:02	07:31 16:54	08:22 16:13
4	05:06 21:58	05:48 21:20	06:41 20:12	07:14 (WEA 07) 19:00	07:33 16:52	08:23 16:12
5	05:07 21:57	05:49 21:18	06:43 20:10	07:13 (WEA 07) 18:57	07:35 16:50	08:25 16:12
6	05:08 21:57	05:51 21:16	06:44 20:08	07:13 (WEA 07) 18:55	07:37 16:48	08:26 16:11
7	05:09 21:56	05:53 21:14	06:46 20:05	07:14 (WEA 07) 18:53	07:39 16:46	08:27 16:11
8	05:10 21:56	05:54 21:12	06:48 20:03	07:14 (WEA 07) 18:50	07:40 16:45	08:29 16:10
9	05:11 21:55	05:56 21:10	06:50 20:00	07:16 (WEA 07) 18:48	07:42 16:43	08:30 16:10
10	05:12 21:54	05:58 21:08	06:51 19:58	07:17 (WEA 07) 18:46	07:44 16:41	08:31 16:10
11	05:13 21:53	05:59 21:06	06:53 19:56	07:18 (WEA 07) 18:43	07:46 16:39	08:32 16:10
12	05:14 21:52	06:01 21:04	06:55 19:53	07:19 (WEA 07) 18:41	07:48 16:38	08:33 16:09
13	05:15 21:51	06:03 21:02	06:56 19:51	07:20 (WEA 07) 18:39	07:50 16:36	08:34 16:09
14	05:16 21:50	06:05 21:00	06:58 19:48	07:21 (WEA 07) 18:36	07:51 16:35	08:35 16:09
15	05:18 21:49	06:06 20:58	07:00 19:46	07:22 (WEA 07) 18:34	07:53 16:33	08:36 16:09
16	05:19 21:48	06:08 20:56	07:02 19:43	07:23 (WEA 07) 18:32	07:55 16:31	08:37 16:09
17	05:20 21:47	06:10 20:53	07:03 19:41	07:24 (WEA 08) 18:29	07:57 16:30	08:38 16:10
18	05:22 21:46	06:11 20:51	07:05 19:39	07:25 (WEA 08) 18:27	07:59 16:29	08:39 16:10
19	05:23 21:45	06:13 20:49	07:07 19:36	07:26 (WEA 08) 18:25	08:00 16:27	08:39 16:10
20	05:24 21:43	06:15 20:47	07:09 19:34	07:27 (WEA 08) 18:23	08:02 16:26	08:40 16:10
21	05:26 21:42	06:17 20:45	07:10 19:31	07:28 (WEA 08) 18:21	08:04 16:25	08:41 16:11
22	05:27 21:41	06:18 20:43	07:12 19:29	07:29 (WEA 08) 18:18	08:06 16:23	08:41 16:11
23	05:29 21:39	06:20 20:40	07:14 19:26	07:30 (WEA 08) 18:16	08:08 16:22	08:42 16:12
24	05:30 21:38	06:22 20:38	07:16 19:24	07:31 (WEA 08) 18:14	08:10 16:21	08:42 16:12
25	05:32 21:36	06:24 20:36	07:17 19:22	07:32 (WEA 08) 17:12	08:12 16:20	08:42 16:13
26	05:33 21:35	06:25 20:33	07:19 19:19	07:33 (WEA 08) 17:10	08:14 16:19	08:43 16:14
27	05:35 21:33	06:27 20:31	07:21 19:17	07:34 (WEA 08) 17:08	08:16 16:18	08:43 16:14
28	05:36 21:32	06:29 20:29	07:23 19:14	07:35 (WEA 08) 17:06	08:18 16:17	08:43 16:15
29	05:38 21:30	06:31 20:27	07:24 19:12	07:36 (WEA 08) 17:04	08:20 16:16	08:43 16:16
30	05:39 21:28	06:32 20:24	07:26 19:09	07:37 (WEA 08) 17:02	08:22 16:15	08:43 16:17
31	05:41 21:27	06:34 20:22	07:28 (WEA 07) 07:27 (WEA 07)	07:39 17:00	08:24 16:14	08:43 16:18
Sonnenscheinstunden	509	458	382	329	261	236
astr.max.mögl.Beschattung		9	256	119		

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)	Zeitpunkt (SS:MM) Schattende	(WEA mit letztem Schatten)

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe
Schattenrezeptor: AN - Spohler Str. 168, Wapeldorf
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Januar	Februar	März	April		Mai	Juni
1	08:43 16:19	08:14 17:10	07:18 18:04	07:04 20:02		05:56 20:56	05:07 21:45
2	08:43 16:20	08:12 17:12	07:15 18:06	07:01 20:03	07:40 (WEA 09) 07:46 (WEA 09)	05:54 20:58	05:07 21:46
3	08:43 16:22	08:11 17:14	07:13 18:08	06:59 20:05	07:37 (WEA 09) 07:48 (WEA 09)	05:52 20:59	05:06 21:47
4	08:43 16:23	08:09 17:16	07:11 18:10	06:57 20:07	07:36 (WEA 09) 07:49 (WEA 09)	05:50 21:01	05:05 21:48
5	08:42 16:24	08:07 17:18	07:08 18:12	06:54 20:09	07:34 (WEA 09) 07:49 (WEA 09)	05:48 21:03	05:04 21:49
6	08:42 16:25	08:05 17:19	07:06 18:14	06:52 20:11	07:34 (WEA 09) 07:49 (WEA 09)	05:46 21:05	05:03 21:50
7	08:42 16:27	08:04 17:21	07:04 18:16	06:49 20:12	07:34 (WEA 09) 07:49 (WEA 09)	05:44 21:06	05:03 21:51
8	08:41 16:28	08:02 17:23	07:01 18:18	06:47 20:14	07:34 (WEA 09) 07:48 (WEA 09)	05:42 21:08	05:02 21:52
9	08:41 16:29	08:00 17:25	06:59 18:19	06:45 20:16	07:35 (WEA 09) 07:48 (WEA 09)	05:40 21:10	05:02 21:53
10	08:40 16:31	07:58 17:27	06:57 18:21	06:42 20:18	07:36 (WEA 09) 07:45 (WEA 09)	05:38 21:12	05:01 21:54
11	08:39 16:32	07:56 17:29	06:54 18:23	06:40 20:20	07:39 (WEA 09) 07:42 (WEA 09)	05:37 21:13	05:01 21:55
12	08:39 16:34	07:54 17:31	06:52 18:25	06:38 20:22	07:39 (WEA 09) 07:42 (WEA 09)	05:35 21:15	05:00 21:55
13	08:38 16:36	07:52 17:33	06:50 18:27	06:35 20:23	07:40 (WEA 09) 07:46 (WEA 09)	05:33 21:17	05:00 21:56
14	08:37 16:37	07:50 17:35	06:47 18:29	06:33 20:25	07:40 (WEA 09) 07:48 (WEA 09)	05:31 21:18	05:00 21:57
15	08:36 16:39	07:48 17:37	06:45 18:31	06:31 20:27	07:36 (WEA 09) 07:45 (WEA 09)	05:30 21:20	05:00 21:57
16	08:35 16:40	07:46 17:39	06:42 18:32	06:28 20:29	07:36 (WEA 09) 07:45 (WEA 09)	05:28 21:22	04:59 21:58
17	08:34 16:42	07:44 17:41	06:40 18:34	06:26 20:31	07:36 (WEA 09) 07:45 (WEA 09)	05:27 21:23	04:59 21:58
18	08:33 16:44	07:42 17:43	06:38 18:36	06:24 20:32	07:11 (WEA 08) 07:02 (WEA 08)	05:25 21:25	04:59 21:59
19	08:32 16:46	07:40 17:45	06:35 18:38	06:22 20:34	07:14 (WEA 08) 07:01 (WEA 08)	05:24 21:26	04:59 21:59
20	08:31 16:47	07:38 17:47	06:33 18:40	06:19 20:36	07:15 (WEA 08) 07:00 (WEA 08)	05:22 21:28	04:59 21:59
21	08:30 16:49	07:35 17:49	06:30 18:42	06:17 20:38	07:15 (WEA 08) 07:16 (WEA 08)	05:21 21:29	04:59 22:00
22	08:29 16:51	07:33 17:51	06:28 18:43	06:15 20:40	06:58 (WEA 08) 07:15 (WEA 08)	05:19 21:31	05:00 22:00
23	08:27 16:53	07:31 17:53	06:26 18:45	06:13 20:41	06:59 (WEA 08) 07:15 (WEA 08)	05:18 21:32	05:00 22:00
24	08:26 16:55	07:29 17:55	06:23 18:47	06:11 20:43	06:59 (WEA 08) 07:13 (WEA 08)	05:16 21:34	05:00 22:00
25	08:25 16:56	07:27 17:57	06:21 18:49	06:08 20:45	07:00 (WEA 08) 07:12 (WEA 08)	05:15 21:35	05:01 22:00
26	08:23 16:58	07:24 17:59	06:18 18:51	06:06 20:47	07:02 (WEA 08) 07:10 (WEA 08)	05:14 21:37	05:01 22:00
27	08:22 17:00	07:22 18:01	06:16 18:53	06:04 20:49	07:10 (WEA 08)	05:13 21:38	05:01 22:00
28	08:20 17:02	07:20 18:02	06:13 18:54	06:02 20:50		05:12 21:40	05:02 22:00
29	08:19 17:04		06:11 19:56	06:00 20:52		05:10 21:41	05:02 22:00
30	08:17 17:06		07:09 19:58	05:58 20:54		05:09 21:42	05:03 21:59
31	08:16 17:08		07:06 20:00			05:08 21:43	
Sonnenscheinstunden	252	274	367	419		491	507
astr.max.mögl.Beschattung			246	118			

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) Schattende (WEA mit letztem Schatten)

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe
Schattenrezeptor: AN - Spohler Str. 168, Wapeldorf
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Jul	August	September	Oktober	November	Dezember
1	05:04 21:59	05:43 21:25	06:36 20:20	07:16 (WEA 07) 19:07	07:28 16:58	08:19 16:14
2	05:04 21:59	05:44 21:23	06:37 20:17	07:14 (WEA 07) 19:05	07:30 16:56	08:20 16:14
3	05:05 21:58	05:46 21:21	06:39 20:15	07:13 (WEA 07) 19:02	07:31 16:54	08:22 16:13
4	05:06 21:58	05:48 21:20	06:41 20:12	07:13 (WEA 07) 19:00	07:33 16:52	08:23 16:12
5	05:07 21:57	05:49 21:18	06:43 20:10	07:12 (WEA 07) 18:57	07:35 16:50	08:25 16:12
6	05:08 21:57	05:51 21:16	06:44 20:08	07:13 (WEA 07) 18:55	07:37 16:48	08:26 16:11
7	05:09 21:56	05:53 21:14	06:46 20:05	07:13 (WEA 07) 18:53	07:39 16:46	08:27 16:11
8	05:10 21:56	05:54 21:12	06:48 20:03	07:14 (WEA 07) 18:50	07:40 16:45	08:29 16:10
9	05:11 21:55	05:56 21:10	06:50 20:00	07:16 (WEA 07) 18:48	07:42 16:43	08:30 16:10
10	05:12 21:54	05:58 21:08	06:51 19:58	07:21 (WEA 07) 18:46	07:44 16:41	08:31 16:10
11	05:13 21:53	05:59 21:06	06:53 19:56	07:26 (WEA 07) 18:43	07:46 16:39	08:32 16:10
12	05:14 21:52	06:01 21:04	06:55 19:53	07:27 (WEA 07) 18:41	07:48 16:38	08:33 16:09
13	05:15 21:51	06:03 21:02	06:56 19:51	07:28 (WEA 07) 18:39	07:49 16:36	08:34 16:09
14	05:16 21:50	06:05 21:00	06:58 19:48	07:29 (WEA 07) 18:36	07:51 16:35	08:35 16:09
15	05:18 21:49	06:06 20:58	07:00 19:46	07:30 (WEA 07) 18:34	07:53 16:33	08:36 16:09
16	05:19 21:48	06:08 20:56	07:02 19:43	07:31 (WEA 07) 18:32	07:55 16:32	08:37 16:09
17	05:20 21:47	06:10 20:53	07:03 19:41	07:32 (WEA 07) 18:29	07:57 16:30	08:38 16:10
18	05:22 21:46	06:11 20:51	07:05 19:39	07:33 (WEA 07) 18:27	07:59 16:29	08:39 16:10
19	05:23 21:45	06:13 20:49	07:07 19:36	07:34 (WEA 07) 18:25	08:00 16:27	08:39 16:10
20	05:24 21:43	06:15 20:47	07:09 19:34	07:35 (WEA 07) 18:23	08:02 16:26	08:40 16:10
21	05:26 21:42	06:17 20:45	07:10 19:31	07:36 (WEA 07) 18:21	08:04 16:25	08:41 16:11
22	05:27 21:41	06:18 20:43	07:12 19:29	07:37 (WEA 07) 18:18	08:06 16:23	08:41 16:11
23	05:29 21:39	06:20 20:40	07:14 19:26	07:38 (WEA 07) 18:16	08:08 16:22	08:42 16:12
24	05:30 21:38	06:22 20:38	07:16 19:24	07:39 (WEA 07) 18:14	08:10 16:21	08:42 16:12
25	05:32 21:36	06:24 20:36	07:17 19:22	07:40 (WEA 07) 18:12	08:12 16:20	08:42 16:13
26	05:33 21:35	06:25 20:33	07:19 19:19	07:41 (WEA 07) 18:10	08:14 16:19	08:43 16:14
27	05:35 21:33	06:27 20:31	07:21 19:17	07:42 (WEA 07) 18:08	08:16 16:18	08:43 16:14
28	05:36 21:32	06:29 20:29	07:23 19:14	07:43 (WEA 07) 18:06	08:18 16:17	08:43 16:15
29	05:38 21:30	06:31 20:27	07:24 19:12	07:44 (WEA 07) 18:04	08:20 16:16	08:43 16:16
30	05:39 21:28	06:32 20:24	07:26 19:09	07:45 (WEA 07) 18:02	08:22 16:15	08:43 16:17
31	05:41 21:27	06:34 20:22	07:27 (WEA 07) 19:07	07:46 (WEA 07) 18:00	08:24 17:00	08:43 16:18
Sonnenscheinstunden	509	458	382	329	261	236
astr.max.mögl.Beschattung		9	244	115		

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)

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe
Schattenrezeptor: AO - Mitteldörper Weg 4A, Wapeldorf
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

- 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

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1	08:43 16:19	08:14 17:10	07:18 18:04	07:04 20:02		
2	08:43 16:21	08:12 17:12	07:15 18:06	07:01 20:03	11 07:27 (WEA 08) 05:56 07:38 (WEA 08) 20:56	05:08 21:45
3	08:43 16:22	08:11 17:14	07:13 18:08	06:59 20:05	13 07:26 (WEA 08) 05:54 07:39 (WEA 08) 20:58	05:07 21:46
4	08:43 16:23	08:09 17:16	07:11 18:10	06:57 20:07	14 07:24 (WEA 08) 05:52 07:38 (WEA 08) 20:59	05:06 21:47
5	08:42 16:24	08:07 17:18	07:08 18:12	06:54 20:09	13 07:25 (WEA 08) 05:50 07:38 (WEA 08) 21:01	05:05 21:48
6	08:42 16:25	08:05 17:20	07:06 18:14	06:52 20:11	11 07:25 (WEA 08) 05:48 07:38 (WEA 08) 21:03	05:04 21:49
7	08:42 16:27	08:04 17:21	07:04 18:16	06:49 20:12	7 07:27 (WEA 08) 05:46 07:36 (WEA 08) 21:05	05:03 21:50
8	08:41 16:28	08:02 17:23	07:01 18:18	06:47 20:14	7 07:34 (WEA 08) 21:06 05:42	05:02 21:51
9	08:41 16:30	08:00 17:25	06:59 18:19	06:45 20:16		05:01 21:52
10	08:40 16:31	07:58 17:27	06:57 18:21	06:42 20:18		05:01 21:54
11	08:39 16:32	07:56 17:29	06:54 18:23	06:40 20:20		05:01 21:55
12	08:39 16:34	07:54 17:31	06:52 18:25	06:38 20:22		05:00 21:55
13	08:38 16:36	07:52 17:33	06:50 18:27	06:35 20:23	06:59 (WEA 07) 05:33 07:01 (WEA 07) 21:17	05:00 21:56
14	08:37 16:37	07:50 17:35	06:47 18:29	06:33 20:25	2 07:00 (WEA 07) 21:19 06:57 (WEA 07) 05:32	05:00 21:57
15	08:36 16:39	07:48 17:37	06:45 18:31	06:31 20:27	6 07:03 (WEA 07) 21:18 06:55 (WEA 07) 05:30	05:00 21:57
16	08:35 16:40	07:46 17:39	06:42 18:32	06:28 20:29	9 07:04 (WEA 07) 21:20 06:52 (WEA 07) 05:28	04:59 21:58
17	08:34 16:42	07:44 17:41	06:40 18:34	06:26 20:31	11 07:03 (WEA 07) 21:22 06:50 (WEA 07) 05:27	04:59 21:58
18	08:33 16:44	07:42 17:43	06:38 18:36	06:24 20:32	13 07:03 (WEA 07) 21:23 06:51 (WEA 07) 05:25	04:59 21:59
19	08:32 16:46	07:40 17:45	06:35 18:38	06:22 20:34	12 07:03 (WEA 07) 21:25 06:51 (WEA 07) 05:24	04:59 21:59
20	08:31 16:47	07:38 17:47	06:33 18:40	06:19 20:36	12 07:03 (WEA 07) 21:26 06:52 (WEA 07) 05:22	04:59 21:59
21	08:30 16:49	07:35 17:49	06:30 18:42	06:17 20:38	10 07:02 (WEA 07) 21:28 06:52 (WEA 07) 05:21	04:59 21:59
22	08:29 16:51	07:33 17:51	06:28 18:43	06:15 20:40	7 06:59 (WEA 07) 21:29 05:19	05:00 22:00
23	08:27 16:53	07:31 17:53	06:26 18:45	06:13 20:41		05:00 22:00
24	08:26 16:55	07:29 17:55	06:23 18:47	06:11 20:43		05:00 22:00
25	08:25 16:56	07:27 17:57	06:21 18:49	06:08 20:45		05:01 22:00
26	08:23 16:58	07:24 17:59	06:18 18:51	06:06 20:47		05:01 22:00
27	08:22 17:00	07:22 18:01	06:16 18:53	06:04 20:49		05:01 22:00
28	08:20 17:02	07:20 18:02	06:13 18:54	06:02 20:50		05:02 22:00
29	08:19 17:04		07:11 19:56	06:00 20:52		05:03 22:00
30	08:17 17:06		07:09 19:58	05:58 20:54		05:03 21:59
31	08:16 17:08		07:06 20:00	07:30 (WEA 08) 20:54 07:38 (WEA 08) 21:43		05:08 21:43
Sonnenscheinstunden	252	274	367	419	491	507
astr.max.mögl.Beschattung			93	164		

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)
--------------	-----------------------	-------------------------	----------------------	--	---

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe **Schattenrezeptor:** AO - Mitteldörper Weg 4A, Wapeldorf

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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	05:04 21:59	05:43 21:25	06:36 20:20	07:28 19:07	07:25 16:58	08:19 16:14
2	05:04 21:59	05:44 21:23	06:37 20:17	07:30 19:05	07:27 16:56	08:20 16:14
3	05:05 21:58	05:46 21:21	06:39 20:15	07:31 19:02	07:29 16:54	08:22 16:13
4	05:06 21:58	05:48 21:20	06:41 20:12	07:33 19:00	07:31 16:52	08:23 16:12
5	05:07 21:57	05:49 21:18	06:43 20:10	7 07:23 (WEA 08) 07:35	07:33 16:50	08:25 16:12
6	05:08 21:57	05:51 21:16	06:44 20:08	11 07:21 (WEA 08) 07:37	07:34 16:48	08:26 16:11
7	05:09 21:56	05:53 21:14	06:46 20:05	13 07:20 (WEA 08) 07:39	07:36 16:46	08:27 16:11
8	05:10 21:56	05:54 21:12	06:48 20:03	13 07:19 (WEA 08) 07:40	07:38 16:45	08:29 16:10
9	05:11 21:55	05:56 21:10	06:50 20:00	14 07:19 (WEA 08) 07:42	07:40 16:43	08:30 16:10
10	05:12 21:54	05:58 21:08	06:51 19:58	13 07:19 (WEA 08) 07:44	07:42 16:41	08:31 16:10
11	05:13 21:53	05:59 21:06	06:53 19:56	12 07:19 (WEA 08) 07:46	07:44 16:39	08:32 16:10
12	05:14 21:52	06:01 21:04	06:55 19:53	9 07:21 (WEA 08) 07:48	07:46 16:38	08:33 16:09
13	05:15 21:51	06:03 21:02	06:56 19:51	5 07:23 (WEA 08) 07:49	07:48 16:36	08:34 16:09
14	05:16 21:50	06:05 21:00	06:58 19:48	07:51 18:36	07:49 16:35	08:35 16:09
15	05:18 21:49	06:06 20:58	07:00 19:46	07:53 18:34	07:51 16:33	08:36 16:09
16	05:19 21:48	06:08 20:56	07:02 19:43	07:55 18:32	07:53 16:32	08:37 16:09
17	05:20 21:47	06:10 20:53	07:03 19:41	07:57 18:29	07:55 16:30	08:38 16:10
18	05:22 21:46	06:11 20:51	07:05 19:39	07:59 18:27	07:57 16:29	08:39 16:10
19	05:23 21:45	06:13 20:49	07:07 19:36	08:00 18:25	07:59 16:27	08:39 16:10
20	05:24 21:43	06:15 20:47	07:09 19:34	8 07:46 (WEA 09) 08:02	08:00 16:26	08:40 16:10
21	05:26 21:42	06:17 20:45	07:10 19:31	11 07:44 (WEA 09) 08:04	08:02 16:25	08:41 16:11
22	05:27 21:41	06:18 20:43	7 06:57 (WEA 07) 07:12	13 07:43 (WEA 09) 08:06	08:04 16:23	08:41 16:11
23	05:29 21:39	06:20 20:40	11 07:04 (WEA 07) 07:14	13 07:56 (WEA 09) 08:08	08:06 16:22	08:42 16:12
24	05:30 21:38	06:22 20:38	11 07:06 (WEA 07) 07:16	13 07:43 (WEA 09) 08:10	08:07 16:21	08:42 16:12
25	05:32 21:36	06:24 20:36	13 07:06 (WEA 07) 07:19	11 07:45 (WEA 09) 08:12	08:09 16:20	08:42 16:13
26	05:33 21:35	06:25 20:33	13 06:53 (WEA 07) 07:19	8 07:54 (WEA 09) 08:11	08:11 16:19	08:43 16:14
27	05:35 21:33	06:27 20:31	11 07:06 (WEA 07) 07:21	4 07:53 (WEA 09) 08:12	08:12 16:18	08:43 16:14
28	05:36 21:32	06:29 20:29	8 07:06 (WEA 07) 07:23	4 07:51 (WEA 09) 08:14	08:14 16:17	08:43 16:15
29	05:38 21:30	06:31 20:27	5 07:04 (WEA 07) 07:24	07:19 17:06	08:16 16:16	08:43 16:16
30	05:39 21:28	06:32 20:24	1 07:03 (WEA 07) 07:26	07:21 17:04	08:17 16:15	08:43 16:17
31	05:41 21:27	06:34 20:22	07:00 (WEA 07) 07:26	17:02 17:00	16:15 16:18	08:43 16:18
Sonnenscheinstunden	509	458	382	329	261	236
astr.max.mögl.Beschattung		80	178			

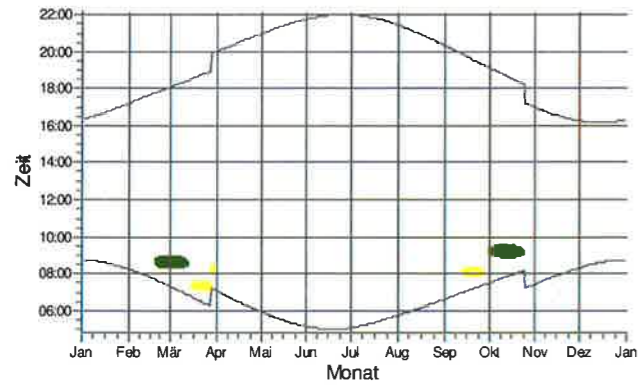
Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

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

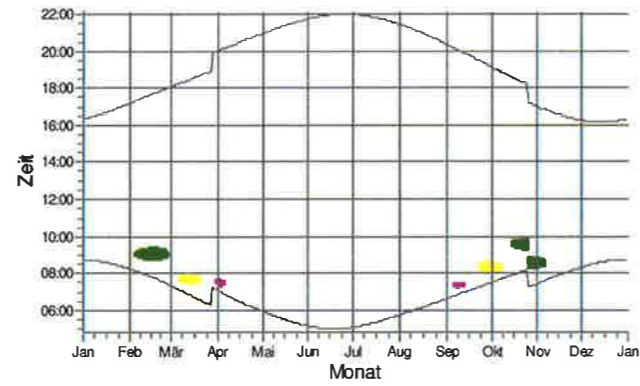
SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe

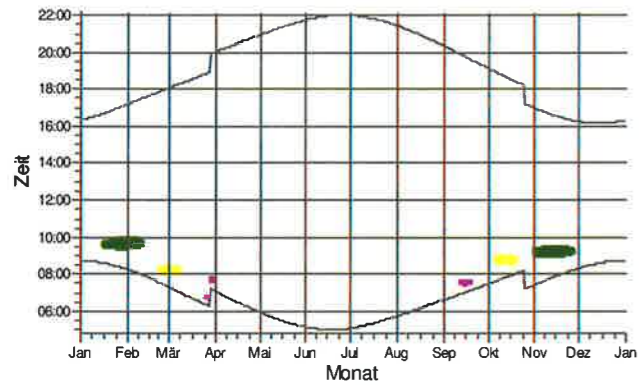
A: Beekenweg 7, Rosenberg



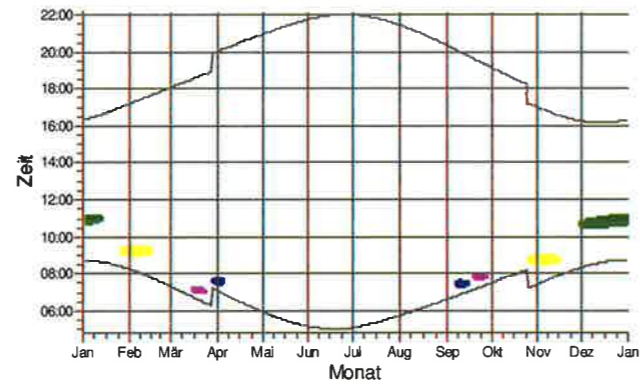
B: Beekenweg 8, Rosenberg



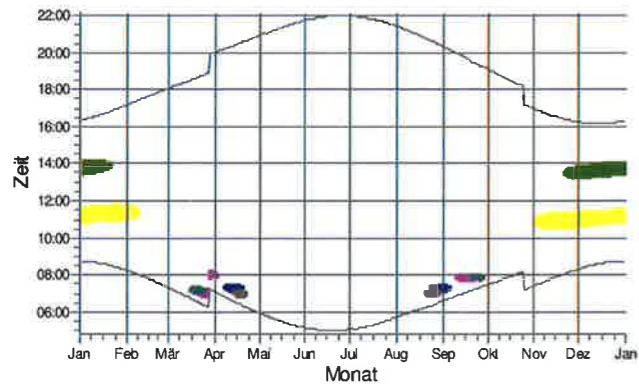
C: Bültersweg 2, Rosenberg



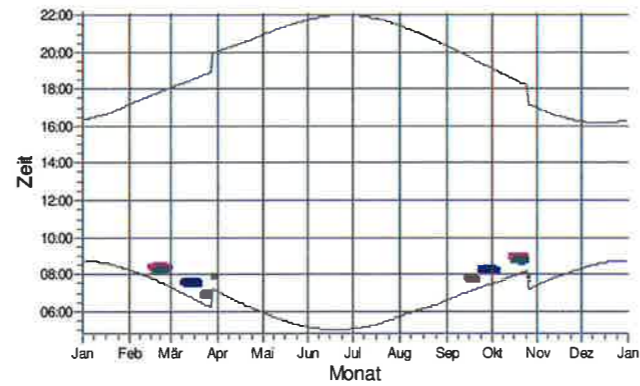
D: Bültersweg 4, Rosenberg



E: Wiesenweg 1, Rosenberg



F: Bültersweg 1, Neuenwege



WEA

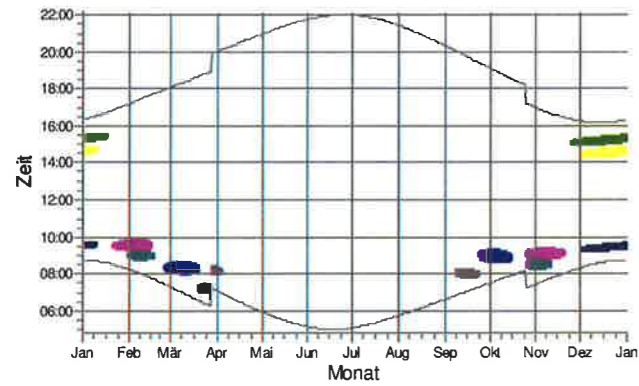
- WEA 01: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)
- WEA 02: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)
- WEA 03: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)

- WEA 04: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)
- WEA 05: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)
- WEA 06: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)

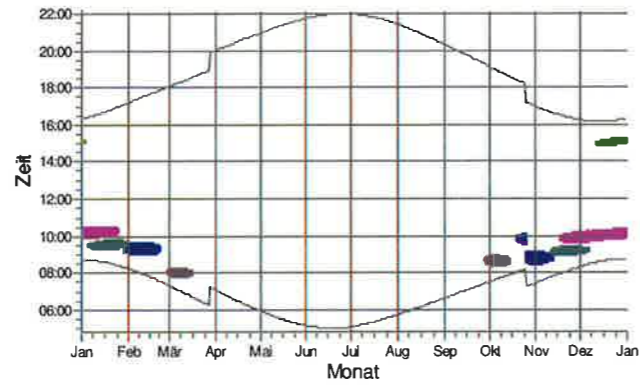
SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe

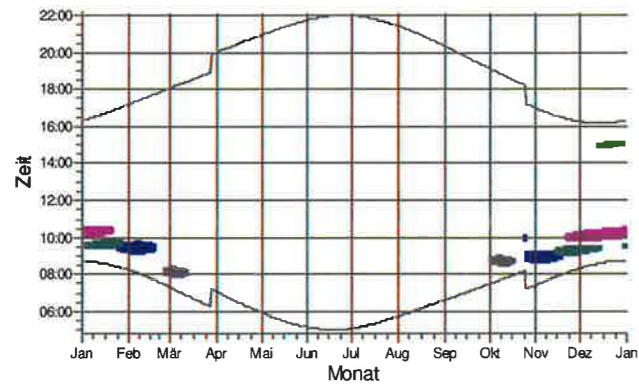
G: Behntweg 2, Neuenwege



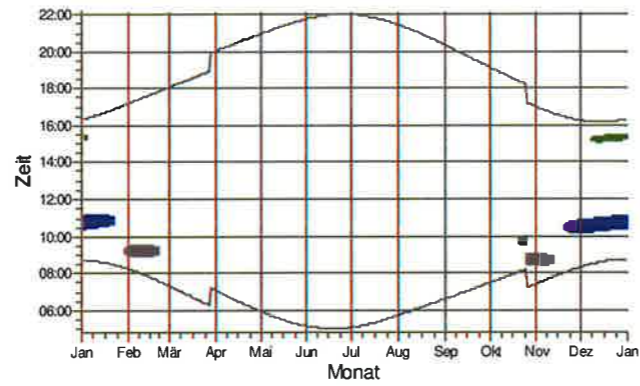
H: Bültersweg 5, Neuenwege



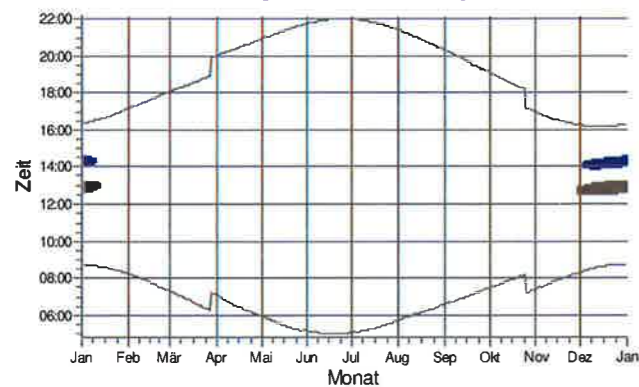
I: Bültersweg 7, Neuenwege



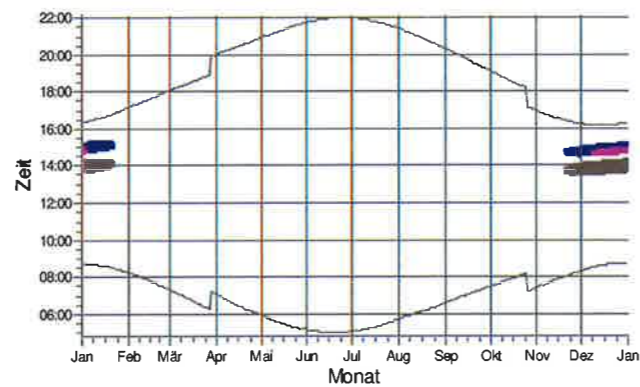
J: Bültersweg 9, Neuenwege



K: Oldenburger Str. 127, Neuenwege



L: Oldenburger Str. 140, Neuenwege



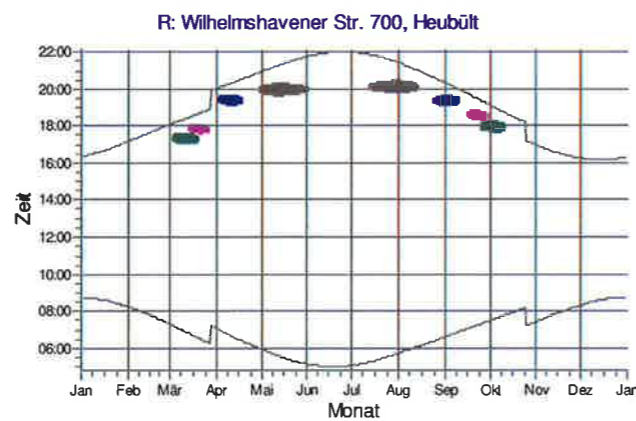
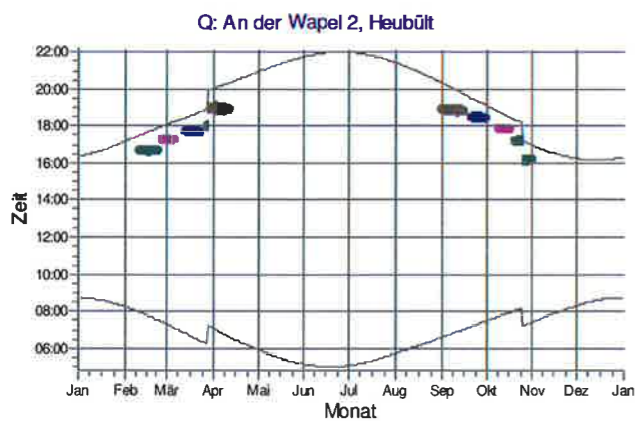
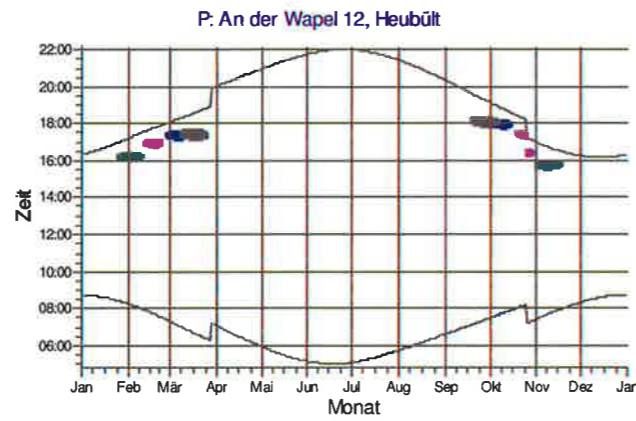
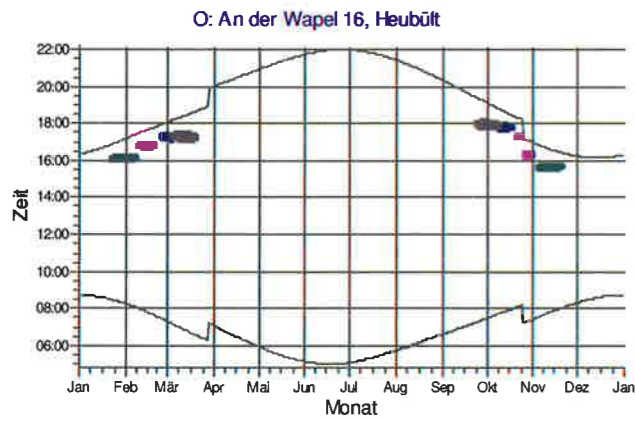
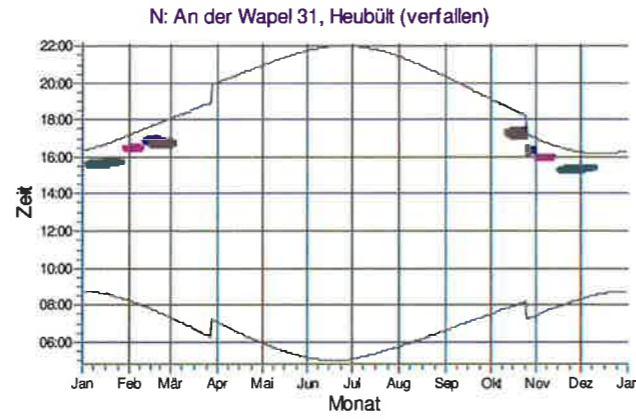
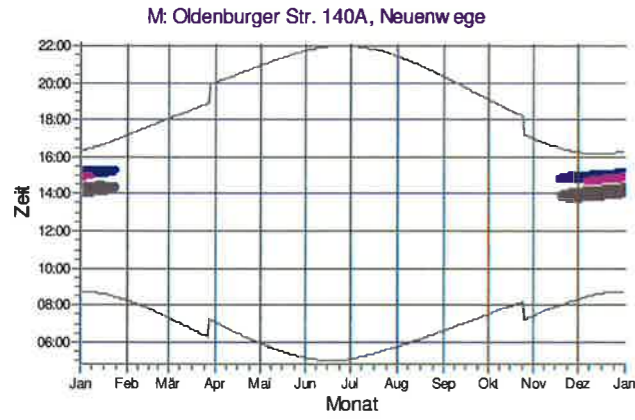
WEA

- WEA 01: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)
- WEA 02: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)
- WEA 03: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)
- WEA 04: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)

- WEA 05: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)
- WEA 06: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)
- WEA 07: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe



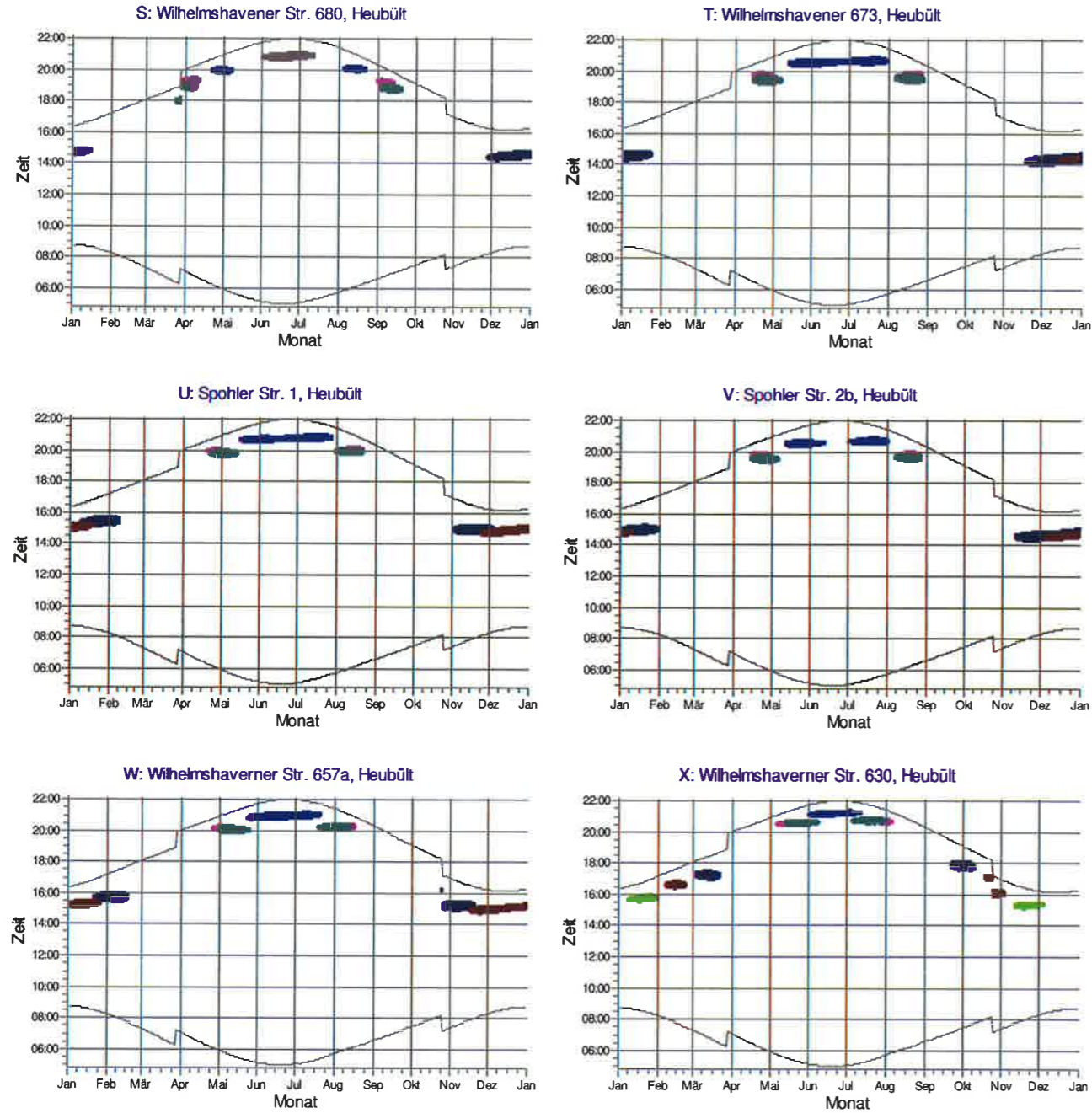
WEA

- WEA 03: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)
- WEA 04: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)

- WEA 05: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)
- WEA 06: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe

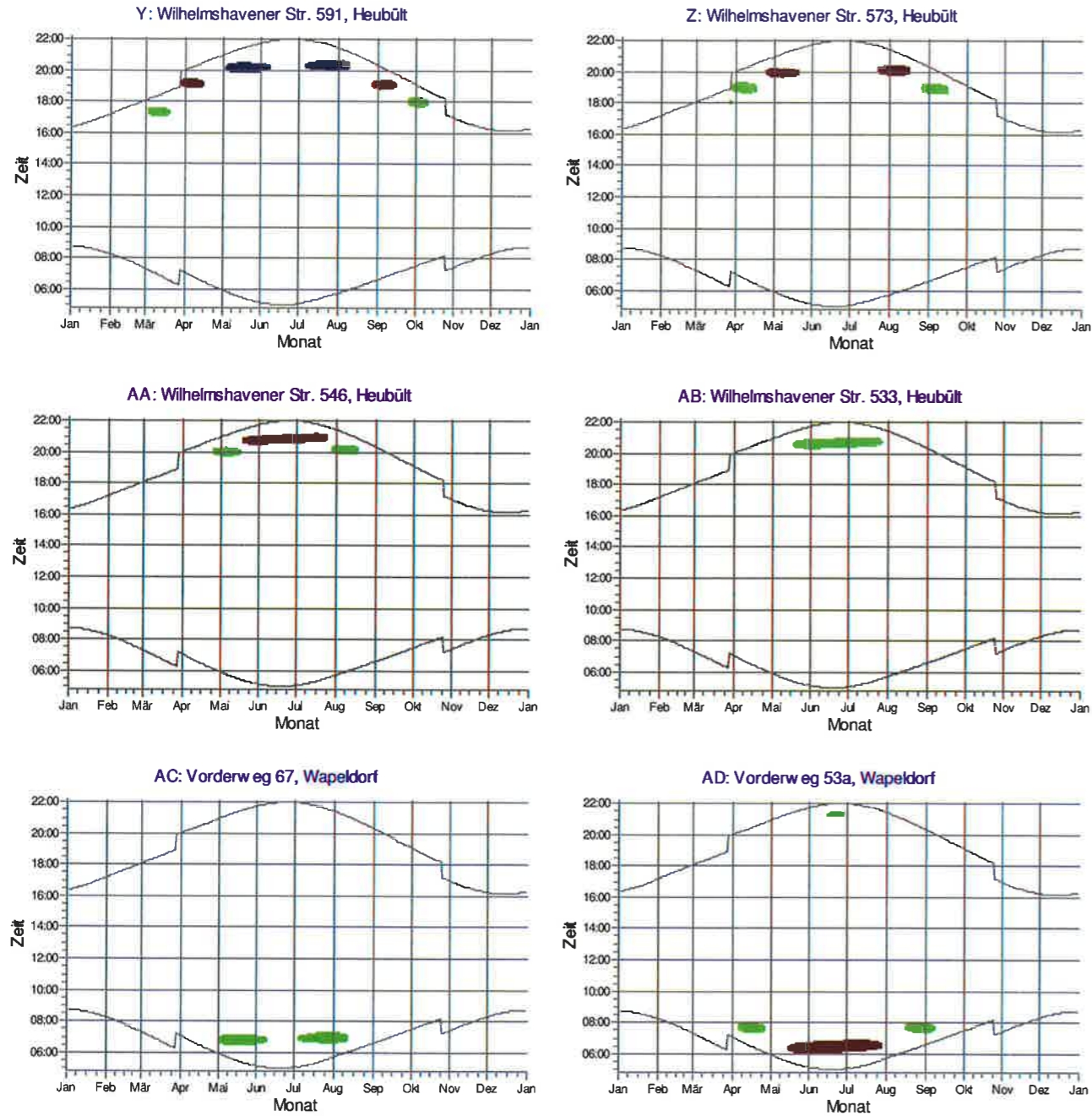


WEA

- | | | | |
|---|--------------------------------------|---|--------------------------------------|
|  | WEA 03: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW) |  | WEA 07: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW) |
|  | WEA 04: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW) |  | WEA 08: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW) |
|  | WEA 05: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW) |  | WEA 09: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW) |
|  | WEA 06: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW) | | |

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe

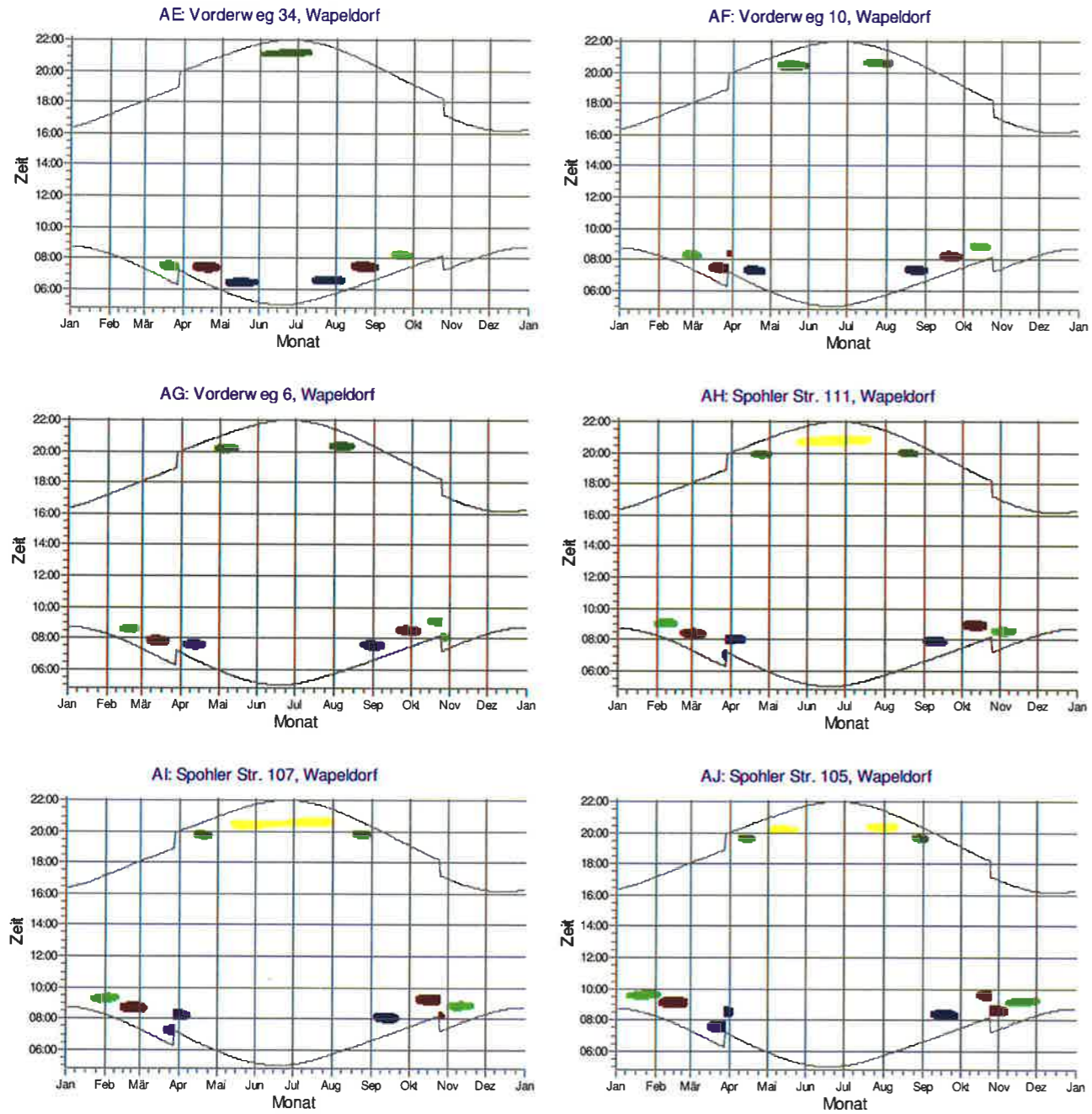


WEA

- WEA 01: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)
- WEA 07: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)
- WEA 08: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)
- WEA 09: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe

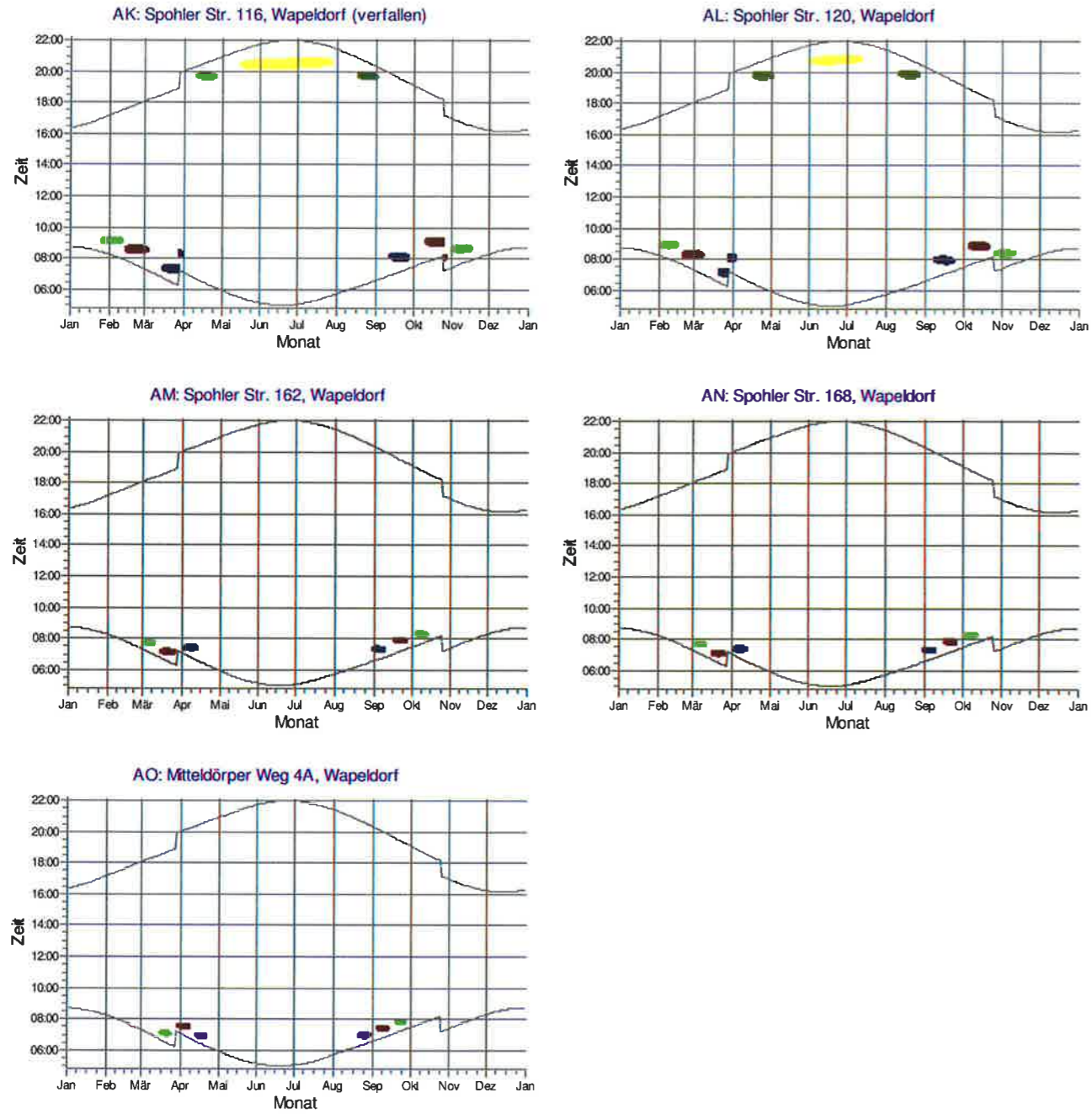


WEA

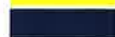
- | | | | |
|---|--------------------------------------|---|--------------------------------------|
|  | WEA 01: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW) |  | WEA 08: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW) |
|  | WEA 02: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW) |  | WEA 09: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW) |
|  | WEA 07: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW) | | |

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe



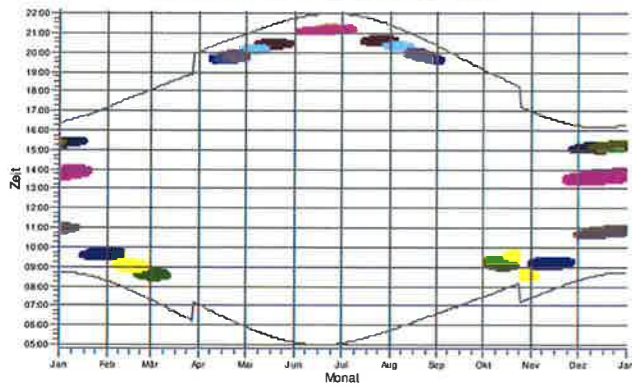
WEA

- | | | | |
|---|--------------------------------------|---|--------------------------------------|
|  | WEA 01: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW) |  | WEA 08: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW) |
|  | WEA 02: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW) |  | WEA 09: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW) |
|  | WEA 07: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW) | | |

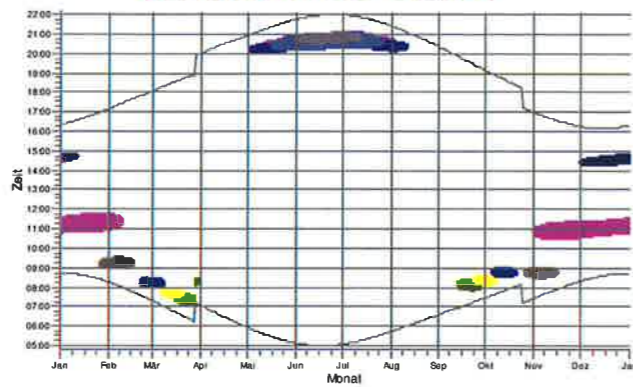
SHADOW - Grafischer Kalender pro WEA

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe

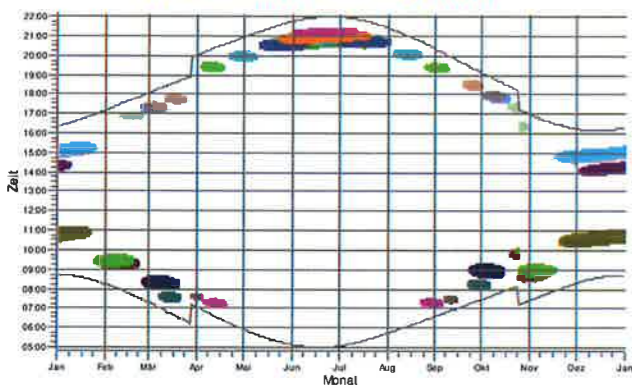
WEA 01: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)



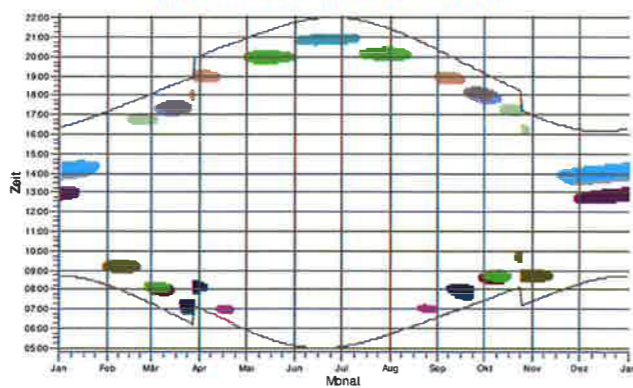
WEA 02: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)



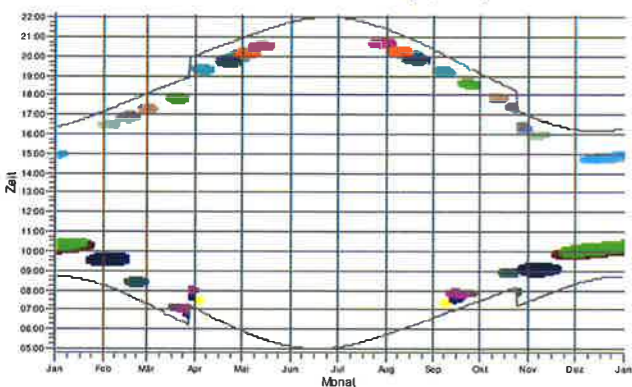
WEA 03: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)



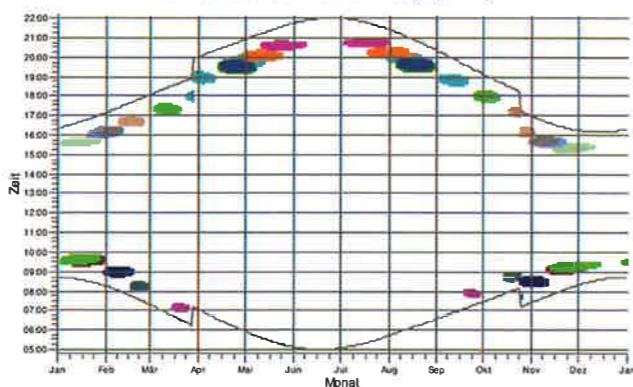
WEA 04: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)



WEA 05: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)



WEA 06: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)



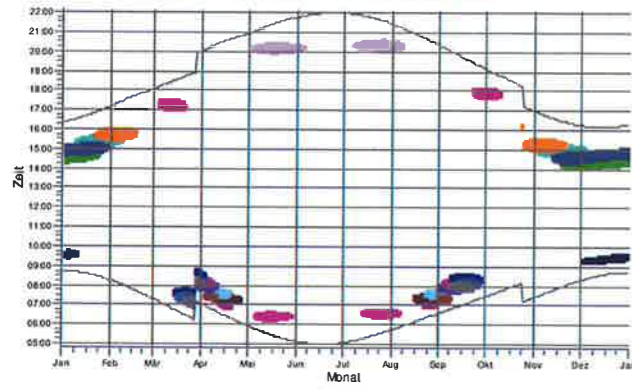
Schattenrezeptoren

<ul style="list-style-type: none"> A: Beekweg 7, Rosenberg B: Beekweg 8, Rosenberg C: Bültersweg 2, Rosenberg D: Bültersweg 4, Rosenberg E: Wesenweg 1, Rosenberg F: Bültersweg 1, Neuenwege G: Behritweg 2, Neuenwege H: Bültersweg 5, Neuenwege I: Bültersweg 7, Neuenwege 	<ul style="list-style-type: none"> J: Bültersweg 9, Neuenwege K: Oldenburger Str. 127, Neuenwege L: Oldenburger Str. 140A, Neuenwege M: An der Wapel 31, Heubült (verfallen) N: An der Wapel 16, Heubült O: An der Wapel 12, Heubült P: An der Wapel 2, Heubült R: Wilhelmshavener Str. 700, Heubült 	<ul style="list-style-type: none"> S: Wilhelmshavener Str. 680, Heubült T: Wilhelmshavener 673, Heubült U: Spohler Str. 1, Heubült V: Spohler Str. 2b, Heubült W: Wilhelmshavener Str. 657a, Heubült X: Wilhelmshavener Str. 630, Heubült AD: Vorderweg 53a, Wapeldorf AE: Vorderweg 34, Wapeldorf AF: Vorderweg 10, Wapeldorf 	<ul style="list-style-type: none"> AG: Vorderweg 6, Wapeldorf AH: Spohler Str. 111, Wapeldorf AI: Spohler Str. 107, Wapeldorf AJ: Spohler Str. 105, Wapeldorf AK: Spohler Str. 116, Wapeldorf (verfallen) AL: Spohler Str. 120, Wapeldorf
---	--	---	---

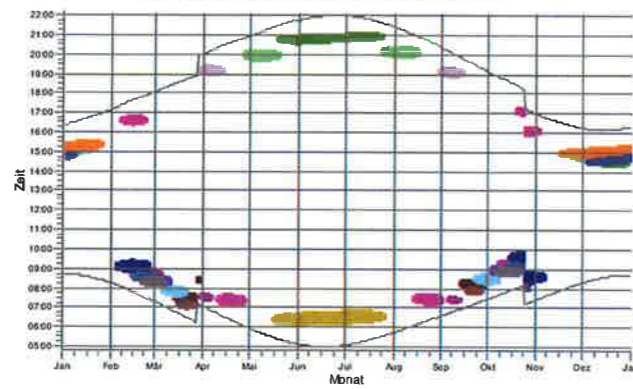
SHADOW - Grafischer Kalender pro WEA

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe

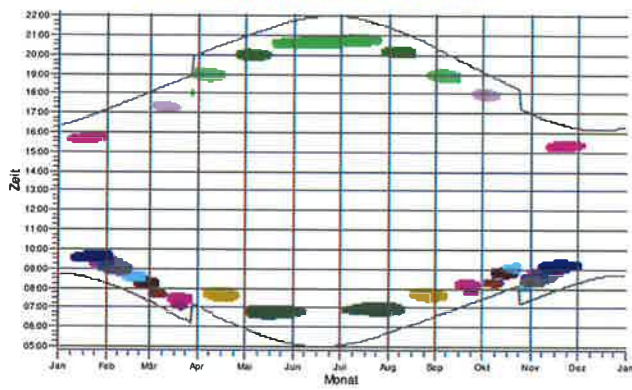
WEA 07: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)



WEA 08: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)

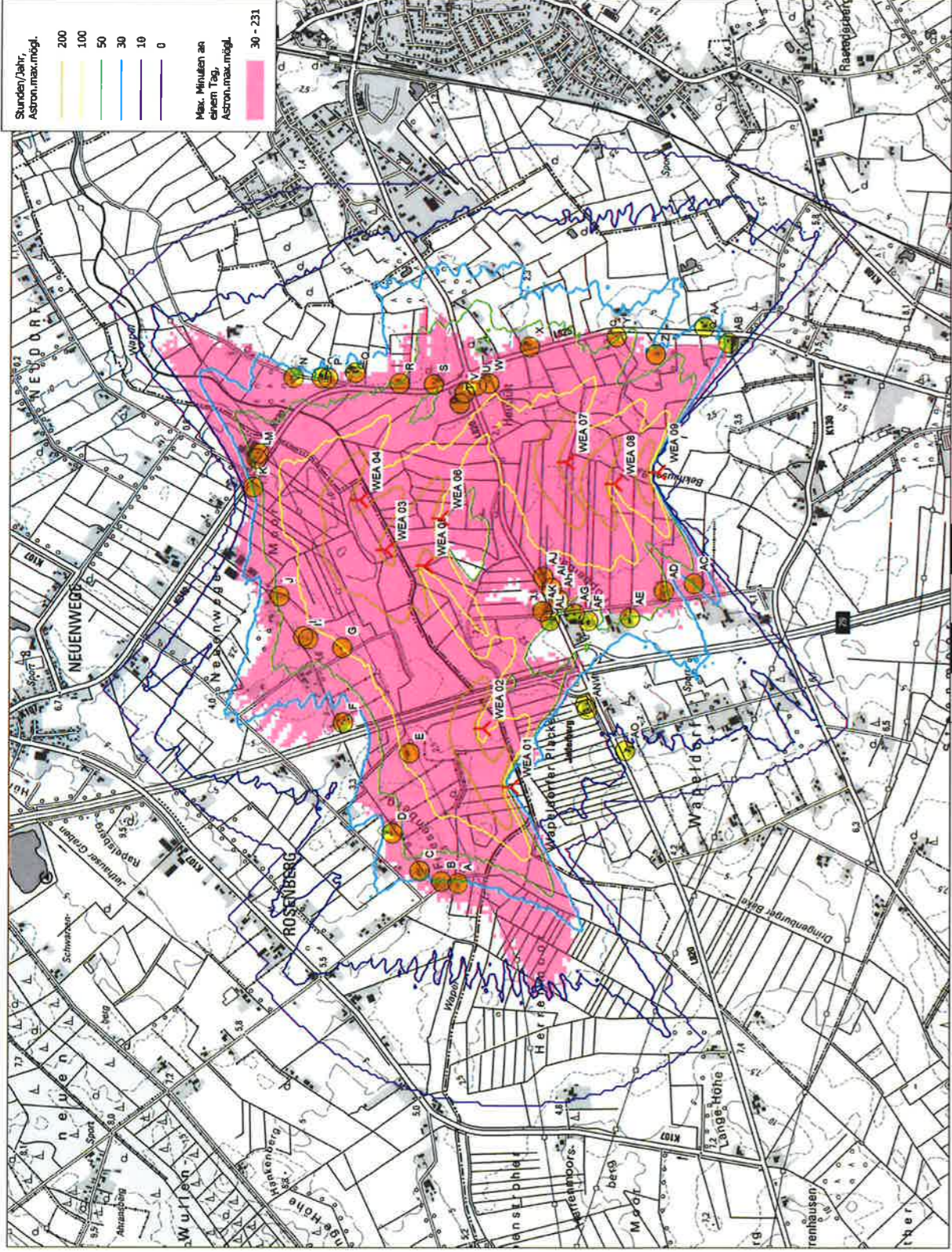


WEA 09: Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW)



Schattenrezeptoren

<ul style="list-style-type: none"> G: Behntweg 2, Neuenwege S: Wilhelmshavener Str. 680, Heubült T: Wilhelmshavener 673, Heubült U: Spohler Str. 1, Heubült V: Spohler Str. 2b, Heubült W: Wilhelmshavener Str. 657a, Heubült 	<ul style="list-style-type: none"> X: Wilhelmshavener Str. 630, Heubült Y: Wilhelmshavener Str. 591, Heubült Z: Wilhelmshavener Str. 573, Heubült AA: Wilhelmshavener Str. 546, Heubült AB: Wilhelmshavener Str. 533, Heubült AC: Vorderweg 67, Wapeldorf 	<ul style="list-style-type: none"> AD: Vorderweg 53a, Wapeldorf AE: Vorderweg 34, Wapeldorf AF: Vorderweg 10, Wapeldorf AG: Vorderweg 6, Wapeldorf AH: Spohler Str. 111, Wapeldorf AI: Spohler Str. 107, Wapeldorf 	<ul style="list-style-type: none"> AJ: Spohler Str. 105, Wapeldorf AK: Spohler Str. 116, Wapeldorf (verfallen) AL: Spohler Str. 120, Wapeldorf AM: Spohler Str. 162, Wapeldorf AN: Spohler Str. 168, Wapeldorf AO: Mitteldörper Weg 4A, Wapeldorf
---	---	--	---



SHADOW - Karte

Berechnung: Gittermethode durch 9 gest. WEA E-63 E2 (T55) mit 105,4m Nabenhöhe

Interne Adresse:
Engelshäuser PLANKON
 Blumenstraße 26
 DE-26121 Oldenburg
 0441 390 34 - 0

Revised:
 30.05.2016 15:20/3.0.629

Karte: AKS generf. LGLN, Maßstab 1:20.000, Mitte: GK (3 deg)-DCHN/PRO/Bessel (DE 1995 <=53m) Zone: 3 Ost: 3.442.800 Nord: 5.911.540
 Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: Oro R-H-Haubütt_bearb..wpj (2)

0 250 500 750 1000m

- ▲ Neue WEA
- Schattenrezeptionspunkt

Station OLDENBURG

Breite 53 Grad 6 Min. N
 Laenge 8 Grad 15 Min. E
 Hoehe 5 m ueber NN
 Zahl der verwendeten Jahre: 28

	LUFTTEMPERATUR				mittl. Zahl der		FEUCHTE		NIEDERSCHLAG		SONNE	WOLKEN	
	mittl. Tagesmittel	mittl. taegl. Max.	mittl. taegl. Min.	abs. taegl. Max.	abs. taegl. Min.	Eis-tage	Frost-tage	mittl. Dampfdruck (hPa)	mittl. relat. Feuchte (Prozent)	mittl. Niederschlags-Hoehe (mm)	mittlere Zahl der Tage mit Niederschlag von mindestens 1 mm	mittl. Sonnenscheindauer (Stunden)	mittlere Bewoelkung (Prozent)
		(GradC)											
Jan.	.7	2.9	-1.9	13.0	-20.5	7	17	6.0	87	66.1	13	1	81
Feb.	1.1	3.9	-1.8	16.8	-18.5	5	17	5.8	84	41.3	10	1	77
Mrz.	3.8	7.5	.5	23.7	-19.7	1	13	6.6	80	55.7	12	1	74
Apr.	7.5	12.2	3.1	29.4	-6.8		5	7.9	76	48.5	11	1	68
Mai	12.2	17.0	7.2	31.0	-2.2	1	2	10.5	74	65.0	11	2	68
Juni	15.3	20.2	10.3	32.8	1.0		5	13.2	75	74.5	12	2	68
Juli	16.6	21.3	12.0	35.0	3.7		6	15.0	78	74.3	11	2	69
Aug.	16.4	21.5	11.8	34.3	3.1		6	14.8	79	68.8	11	2	64
Sep.	13.5	18.4	9.4	28.4	-2	0	1	13.0	83	58.1	10	1	66
Okt.	9.6	13.5	6.2	25.2	-3.8	2	0	10.5	85	61.0	11	2	72
Nov.	5.2	7.8	2.5	19.0	-11.7	1	7	8.0	87	67.4	13	2	80
Dez.	2.1	4.2	-3	15.0	-17.0	6	15	6.6	88	69.3	13	2	82
Jahr	8.7	12.5	4.9	35.0	-20.5	19	74	9.8	81	749.9	138	18	72



GERÄUSCHIMMISSIONSGUTACHTEN

für den Betrieb von

9 WINDENERGIEANLAGEN

TYP ENERCON E-82 E2 (2,3 MW, TES) MIT 108,4 M NABENHÖHE

am Standort

**26316 VAREL-ROSENBERG/-NEUENWEGE / 26180 RASTEDE-
HEUBÜLT**

AUFTRAGGEBER: Windkonzept Projektentwicklungs GmbH & Co. KG
Mansholter Str. 30
26215 Wiefelstede

BERICHTSNUMMER: PK 2016015-SLG-A

DATUM: 05.02.2018

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Aufgabenstellung.....	4
2	Kartengrundlagen.....	4
3	Standortbeschreibung.....	5
4	Daten der emittierenden Windenergieanlagen.....	6
5	Infraschall.....	9
6	Randbedingungen und Berechnungsverfahren.....	13
7	Immissionsrichtwerte und Immissionspunkte.....	16
8	Betrachtung von gewerblichen Vorbelastungen.....	18
9	Ermittlung der Geräuschemissionen.....	20
10	Beurteilung.....	22
11	Quellenverzeichnis.....	23
12	Anlagen zum Geräuschemissionsgutachten 9 WEA Enercon E-82 E2 (2,3 MW) am Standort Rosenberg / Neuenwege / Heubült.....	25

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der berücksichtigten WEA.....	5
Tabelle 2: Für die Prognoseberechnung erforderlichen Daten der berücksichtigten WEA im Überblick.....	8
Tabelle 3: Wahrnehmungs-und Hörschwellen im Infrachallbereich gem. DIN 45680 /10/.....	9
Tabelle 4: Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm.....	16
Tabelle 5: Betrachtete Immissionspunkte mit Lagebeschreibung.....	17
Tabelle 6: Berechnungsergebnisse der Gesamtbelastung	21

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Messung des Infrachallpegels in 250 m Entfernung einer Nordex N54, LfU Bayern 2014 /8/	10
Abbildung 2: Ergebnisse der Immissionsmessung durch Kötter Consulting Engineers /12/...	11
Abbildung 3: Infrachall von WEA und Autos im Vergleich, Quelle: LUBW & LGA Baden-Württemberg (Darstellung) /13/ und LfU Bayern (Daten) /8/	12

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Am Standort Rosenberg / Neuenwege / Heubült in den Gemeinden Varel und Rastede ist die Errichtung von neun Windenergieanlagen (WEA) des Typs Enercon E-82 E2 (2,3 MW) mit einer Nabenhöhe von jeweils 108,4 m geplant. Der Rotordurchmesser der geplanten Anlagen beträgt 82,0 m und die Nennleistung beträgt je WEA 2.300 kW.

Im näheren Umfeld zu den geplanten WEA bestehen aktuell keine weiteren, als Vorbelastung zu berücksichtigenden, WEA.

Der Auftraggeber, die Windkonzept Projektentwicklungs GmbH & Co. KG, beauftragte das Ingenieurbüro PLANKon mit der Erstellung einer Geräuschimmissionsprognose für die neun geplanten Windenergieanlagen. Die hier vorgenommene Begutachtung erfolgt im Rahmen des BImSchG-Genehmigungsverfahrens.

Die hier vorliegende Neubearbeitung des Schallgutachtens zum bisher vorhandenen Gutachten, Bericht Nr. PK 2016015-SLG vom 31.05.2016, wurde infolge der Einführung des Interimsverfahrens /18/ zur Berechnung der Schallausbreitung bei Windkraftanlagen durch die LAI Hinweise 2017 /7/ zur Bestimmung der dadurch entstehenden Veränderungen erforderlich.

Eine Voraussetzung für den Betrieb von Windenergieanlagen ist die genehmigungsfähige Höhe der durch den Anlagenbetrieb verursachten Schallimmissionen an den für die Untersuchung relevanten Immissionspunkten. Die zu beurteilenden Immissionspunkte leiten sich aus den örtlichen Gegebenheiten unter Berücksichtigung ihrer Lage und Nutzung ab, bzw. aus der Festschreibung in der Bauleitplanung.

Im Rahmen dieses Gutachtens erfolgt eine Prognoseberechnung der entstehenden Geräuschimmissionen, die durch den Betrieb der Windenergieanlagen (WEA) hervorgerufen werden, für jeden relevanten Immissionspunkt. Die aus den Geräuschimmissionen entstehenden Umwelteinwirkungen werden hinsichtlich einer dem geltenden BImSchG /3/ entsprechenden Genehmigungsfähigkeit untersucht.

Die Windenergieanlagen sollen zu jeder Tages- und Nachtzeit betrieben werden können.

2 Kartengrundlagen

1. Topographische Karte im Maßstab 1 : 50.000
2. ALK und topographische Karte (AK5) im Maßstab 1 : 5.000
3. Luftbilder im Maßstab 1 : 10.000

3 Standortbeschreibung

Die Gemeinde Varel mit den Ortsteilen Rosenberg und Neuenwege gehört zum Landkreis Friesland. Die Gemeinde Rastede mit den Ortsteilen Heubült und Wapeldorf liegt im Landkreis Ammerland. Beide Gemeinden befinden sich in Niedersachsen.

Am Standort Rosenberg / Neuenwege / Heubült in den Gemeinden Varel und Rastede ist die Errichtung von neun Windenergieanlagen (WEA) des Typs Enercon E-82 E2 (2,3 MW) mit einer Nabenhöhe von jeweils 108,4 m geplant. Der Rotordurchmesser der geplanten Anlagen beträgt 82,0 m und die Nennleistung beträgt je WEA 2.300 kW. Die geplante WEA vom Typ Enercon E-82 E2 (2,3 MW) ist an den Rotorblättern mit Serrations ausgestattet (TES – Trailing Edge Serrations).

Tabelle 1: Übersicht der berücksichtigten WEA

Anzahl	Typ	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Nennleistung [kW]	Status
9	Enercon E-82 E2 (TES)	108,4	82,0	2.300	geplant

Das Gebiet um den Standort stellt sich als landwirtschaftlich genutzter Einwirkungsbereich dar. Die Stadt Varel im Norden und Jaderberg im Osten stellen die nächstgelegenen größeren Ortschaften im Umfeld des geplanten Windparks dar. Die Aufstellung der WEA ist beidseitig der BAB A29 in den Vareler Ortsteilen Rosenberg und Neuenwege nördlich der Landesstraße L862 geplant, sowie östlich der A29 und südlich der L862 im Rasterder Ortsteil Heubült. Die Anlagen besitzen zu der Wohnbebauung im Außenbereich eine Entfernung von mind. 530 m.

Im Vorfeld der Schallimmissionsprognose wurde geprüft, ob von den bestehenden Windparks bei Conneforde im Landkreis Ammerland und Varel-Hohelucht mit insgesamt zehn vorhandenen WEA Schallimmissionen ausgehen, die in der vorliegenden Prognose als relevante Vorbelastung zu berücksichtigen sind. Die Berechnung zur Prüfung der möglichen Vorbelastung durch die vorhandenen WEA ergibt jedoch, dass der geplante Windpark-Standort Standort Rosenberg/Neuenwege/Heubült aufgrund der großen Distanz zu den beiden bestehenden Windparks weit außerhalb des Einwirkungsbereichs der Bestandsanlagen liegt (sh. Berechnungsergebnisse im Anhang bzw. Kap. 8).

Laut Aussage der zuständigen Behörden der Landkreise Ammerland (Herr Herbers, Amt für Bauwesen und Kreisentwicklung, E-Mail vom 30.05.2016) und Friesland (Frau Salomon, Telefonat vom 30.05.2016) sind im näheren Umfeld zu den geplanten WEA, ebenso wie in den vorhandenen beiden Windparks, aktuell keine weiteren WEA beantragt oder genehmigt, die ansonsten als Vorbelastung zu berücksichtigen wären.

In einer Entfernung von ca. 1,2 km nördlich zu den geplanten WEA befindet sich in Varel-Neuenwege eine Biogasanlage. Im Vorfeld der Schallprognose wurde diese Anlage ebenfalls hinsichtlich ihrer Relevanz als mögliche Schall-Vorbelastung geprüft, was zu deren Ausschluss als relevante Vorbelastung führt (s. Berechnungsergebnisse im Anhang bzw. Kap. 8).

Als Immissionspunkte werden die als Wohnhäuser im Außenbereich und an den Ortsrändern gekennzeichneten Gebäude berücksichtigt. Die Koordinaten der geplanten Immissionspunkte wurden mit Hilfe der verwendeten Berechnungssoftware aus dem vom Auftraggeber zur Ver-

fügung gestellten Kartenmaterial im Maßstab 1 : 5.000 ermittelt. Die Koordinaten der geplanten WEA wurden vom Auftraggeber vorgegeben.

4 Daten der emittierenden Windenergieanlagen

In diesem Gutachten kommen die aktualisierten „Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA)“ des LAI mit Stand 30.06.2016 /7/ zur Anwendung. Diese verweisen unter Kapitel 2, „Schallimmissionsprognosen“, auf das Interimsverfahren /18/.

Im Einzelnen bedeutet das, dass die Schallberechnungen der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung frequenzselektiv und unter Negierung der Bodendämpfung durchgeführt werden (siehe /18/).

Analog den Hinweisen in /7/ und in Anlehnung an den Windenergieerlass (WEE) Niedersachsen /17/ sind in den Schallimmissionsprognosen für WKA die Unsicherheit der Typvermessung σ_R , die Unsicherheit der Serienstreuung σ_P sowie die Unsicherheit des Prognosemodells σ_{Prog} zu berücksichtigen.

Die Berechnung der Gesamtunsicherheit (σ_{ges}) erfolgt in /7/ gemäß der nachfolgend dargestellten Formel.

$$\sigma_{ges} = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2 + \sigma_{Prog}^2}$$

σ_R : Unsicherheit der Emissionsvermessung, Standardwert $\sigma_R = 0,5$ dB, wenn die WEA FGW-konform vermessen wurde.

σ_P : Unsicherheit durch Serienstreuung, Standardwert: $\sigma_P = 1,2$ dB, wenn eine einzelne Typvermessung herangezogen wird. Ansonsten ist σ_P der Messberichts-Zusammenfassung zu entnehmen bzw. zu berechnen.

σ_{Prog} : Unsicherheit des Prognosemodells, Standardwert $\sigma_{Prog} = 1,0$ dB

Das Ergebnis aus der Berechnung der Gesamtunsicherheit der Schallimmissionsprognose wird zur Berücksichtigung einer oberen Vertrauensbereichsgrenze von 90 % gem. /7/ mit dem Faktor 1,28 multipliziert:

$$\Delta L = 1,28 \times \sigma_{ges}$$

1.) Volllast-Modus der geplanten WEA 01 bis 09 tags und WEA 01 bis 04 und 06 bis 09 nachts

Gemäß Ergebniszusammenfassung der Fa. Kötter (Auszug aus Bericht Nr. 214585-01.01, s. Anhang) vom 15.12.2014 ergibt sich bei dreifacher Vermessung der geplanten Windenergieanlage des Typs Enercon E-82 E2 (2,3 MW) in der Ausstattung mit Serrations (TES) bei Volllast-Betrieb (Betriebsmodus 0s) ein energetischer Mittelwert der Schalleistungspegel von 101,8 dB(A), bei einer Beurteilungssituation $v(10) = 9$ m/s. Dieser Wert wird als Emissionspegel bei den Berechnungen angesetzt. Mögliche Tonhaltigkeiten sind über diesen Wert hinaus nicht zu berücksichtigen.

Für den bereits dreifach vermessenen Volllast-Betrieb der geplanten WEA vom Typ Enercon E-82 E2 (2,3 MW) ist laut Messberichtzusammenfassung der Fa. Kötter ein Wert von $\sigma_p = 0,4$ dB zu berücksichtigen (s. Auszug aus dem Messbericht im Anhang). Demnach ergibt sich bei Berechnung mit den obenstehenden Formeln je WEA ein emissionsseitig auf den verwendeten Schallleistungspegel aufzuschlagender Zuschlag in Höhe von 1,5 dB(A):

$$\sigma_{\text{ges}} = \sqrt{0,5^2 + 0,4^2 + 1,0^2} \approx 1,19$$

$$L_o = L_m + 1,28 \times 1,19 = L_m + 1,52 \approx L_m + 1,5$$

Folgende Oktavband-Schallleistungspegel bei 9 m/s wurden der Messberichtzusammenfassung der Fa. Kötter entnommen:

Oktavbanddaten Volllast-Betrieb der geplanten WEA Enercon E-82/E2 2.300 kW

f [Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Oktavband L_{WA} ohne Zuschläge [dB] *)	85,0	91,1	94,1	95,4	96,7	93,6	86,0	73,6
Zuschläge gem. LAI 06/2016	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Oktavband L_{WA} mit Zuschlägen [dB]	86,5	92,6	95,6	96,9	98,2	95,1	87,5	75,1

*) Die Überprüfung des Summenpegels, der sich aus den Oktavbanddaten der Messberichtsangaben ergibt, kommt zu einem Pegel von 101,8 dB(A).

2.) Schallreduzierter Modus 2.000 kW der geplanten WEA 05 nachts

Gemäß Ergebniszusammenfassung der Fa. Kötter (Auszug aus Bericht Nr. 213498-02.02, s. Anhang) vom 30.05.2014 ergibt sich bei einfacher Vermessung der geplanten Windenergieanlage des Typs Enercon E-82 E2 (2,3 MW) in der Ausstattung mit Serrations (TES) bei schallreduziertem Modus (Modus 2.000 kW) ein energetischer Mittelwert der Schallleistungspegel von 99,4 dB(A), bei einer Beurteilungssituation $v(10) = 9$ m/s. Die sich ergebenden Oktavbandpegel aus der Messung ergeben einen leicht höheren Schallleistungspegel von 99,5 dB(A) und werden als Emissionsdaten bei den Berechnungen angesetzt. Mögliche Tonhaltigkeiten sind über diesen Wert hinaus nicht zu berücksichtigen.

Für den einfach vermessenen schallreduzierten Modus (Modus 2.000 kW) der geplanten WEA vom Typ Enercon E-82 E2 (2,3 MW) ist gem. LAI 2017 /7/ ein Wert von $\sigma_p = 1,2$ dB zu berücksichtigen. Demnach ergibt sich bei Berechnung mit den am Anfang des Kapitels stehenden Formeln je WEA ein emissionsseitig auf den verwendeten Schallleistungspegel aufzuschlagender Zuschlag in Höhe von 2,1 dB(A):

$$\sigma_{\text{ges}} = \sqrt{0,5^2 + 1,2^2 + 1,0^2} \approx 1,64$$

$$L_o = L_m + 1,28 \times 1,64 = L_m + 2,10 \approx L_m + 2,1$$

Folgende Oktavband-Schallleistungspegel bei 9 m/s wurden dem Messbericht 213498-02.02 entnommen:

Oktavbanddaten schallreduzierter Mode 2.000 kW der geplanten WEA Enercon E-82/E2 2.300 KW

f [Hz]	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Oktavband L_{WA} ohne Zuschläge [dB] *)	82,7	89,5	91,8	93,3	94,5	90,5	84,7	73,8
Zuschläge gem. LAI 06/2016	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Oktavband L_{WA} mit Zuschlägen [dB]	84,8	91,6	93,9	95,4	96,6	92,6	86,8	75,9

*) Die Überprüfung des Summenpegels, der sich aus den Oktavbanddaten der Messberichtsangaben ergibt, kommt zu einem Pegel von 99,5 dB(A).

Die wichtigsten, für die Prognoseberechnung erforderlichen Daten der untersuchten Windenergieanlagen folgen im Überblick:

Tabelle 2: Für die Prognoseberechnung erforderlichen Daten der berücksichtigten WEA im Überblick

Parameter	9 gepl. WEA tags und WEA 01 - 04 und 06 – 09 nachts	1 gepl. WEA 05 nachts
WEA - Typ	Enercon E-82 E2 (TES) Betriebsmodus 0s (Volllast)	Enercon E-82 E2 (TES) Betriebsmodus 2.000 kW
Nennleistung	2.300 kW	2.300 kW
Rotordurchmesser	82,0 m	82,0 m
Nabenhöhe	108,4 m	108,4 m
Vermessung Schall	Kötter	Kötter
max. Schallpegel	101,8 dB(A)	99,5 dB(A)
Tonhaltigkeit K_T	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)
Impulshaltigkeit K_I	0,0 dB(A)	0,0 dB(A)
Zuschlag	1,5 dB(A)	2,1 dB(A)
Summe	103,3 dB(A)	101,6 dB(A)

5 Infraschall

Als Infraschall wird der Bereich des Lärmspektrums unterhalb einer Frequenz von 20 Hz definiert /8/. Es gibt verschiedene natürliche Quellen und künstliche Quellen, welche Infraschall verursachen können. Zu den natürlichen Quellen gehören zum Beispiel Vulkaneruptionen, Meeresbrandung, starker Wind, Gewitter etc. Zu den künstlichen Quellen zählen zum Beispiel Verkehrsmittel (Auto, Bus, Bahn, Flugzeug), Pumpen, Kompressoren, Sprengungen etc.

Es ist in der Regel feststellbar, dass auch im Lärmspektrum der Windenergieanlagen Infraschall vorkommt /8/ /9/. Schall in diesem Frequenzbereich kann gesundheitsgefährdend für Menschen sein, wenn dieser „gehört“ bzw. wahrgenommen werden kann. Bei sehr hohen Schalleistungspegeln kann Infraschall wahrgenommen werden. Er kann bei den Betroffenen zu Ohrendruck, Konzentrationsschwierigkeiten, Unsicherheits- und Angstgefühlen führen /9/. Liegt der Pegel allerdings unterhalb der Wahrnehmungs- bzw. Hörschwelle, konnten in Studien bisher keine Herz-Kreislauf-Probleme oder andere Symptome an Menschen nachgewiesen werden /8/. Für die Beurteilung, ob ein relevanter, gesundheitsgefährdender Infraschall auftritt, ist also entscheidend mit welchen Pegeln (Schallstärke) Frequenzen im Infraschallbereich auftreten. Gemäß der DIN 45680 und dem Entwurf der DIN 45680 von 2011 sind in der folgenden Tabelle die Wahrnehmungs- und Hörschwellen im Infraschall -Frequenzbereich aufgeführt.

Tabelle 3: Wahrnehmungs- und Hörschwellen im Infraschallbereich gem. DIN 45680 /10/

Frequenz	8 Hz	10 Hz	12,5 Hz	16 Hz	20 Hz
Hörschwelle	103 dB	95 dB	87 dB	79 dB	71 dB
Wahrnehmungsschwelle	100 dB	92 dB	84 dB	76 dB	68,5 dB

Aus der Tabelle wird der physiologische Zusammenhang wie folgt ersichtlich: Je tiefer die Frequenz, desto höher muss der Schalldruckpegel sein, damit der Mensch etwas wahrnimmt und ggf. negative Wirkungen entstehen. Um also Schall im Frequenzbereich von 8 Hz wahrzunehmen, muss der Schalleistungspegel mind. 100 dB betragen.

In einer Studie des bayrischen Landesamtes für Naturschutz wurde der Infraschallpegel einer 1 MW-Windenergieanlage (Nordex N54) in 250 m Entfernung gemessen /8//11/. In der nachfolgenden Grafik wird deutlich, dass die gemessenen Infraschallpegel alle deutlich unterhalb der Wahrnehmungsschwelle liegen (vgl. Abb. 1). Die Messungen haben außerdem ergeben, dass bei hohen Windgeschwindigkeiten der durch den Wind verursachte Infraschall deutlich stärker ist, als der ausschließlich von der Windenergieanlage erzeugte Infraschall /11/ /8/.

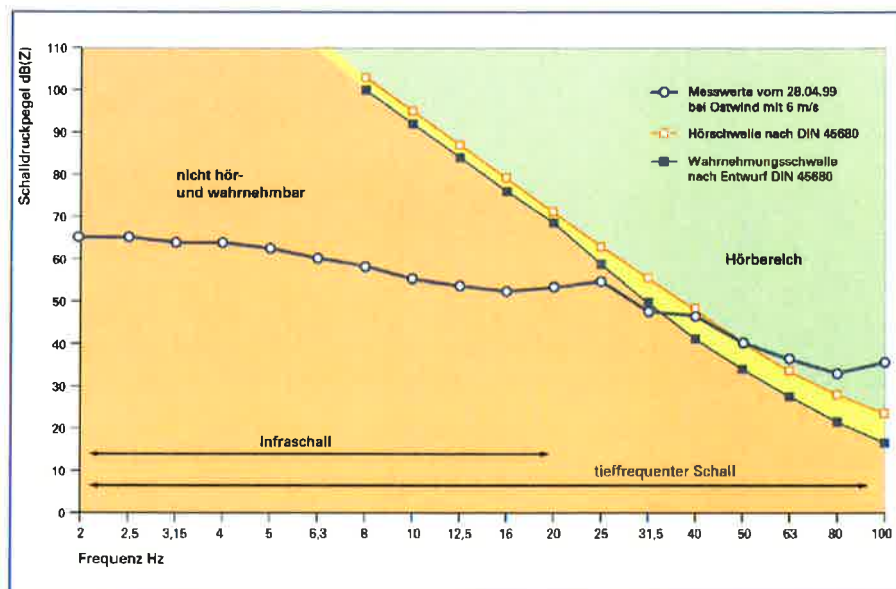


Abbildung 1: Messung des Infraschallpegels in 250 m Entfernung einer Nordex N54, LfU Bayern 2014 /8/

Da neu geplante Windenergieanlagen in der Regel nicht weniger als 500 m von den nächstgelegenen Wohnbebauung entfernt liegen, kann davon ausgegangen werden, dass der Infraschallpegel in 500 m Entfernung gemäß der Gesetzmäßigkeit (doppelte Entfernung = Verringerung des Pegels um 6 dB(A)) keinen relevanten Einfluss auf die nächstgelegene Wohnbebauung ausüben würden.

In einer weiteren Studie wurden Daten von 48 Windenergieanlagen unterschiedlicher Leistungsklassen (80 kW bis 3,6 MW) hinsichtlich tieffrequenter Geräusche untersucht /14/. Hier wurde festgestellt, dass die größeren WEA (2,3 MW bis 3,6 MW) einen etwas höheren tieffrequenten Anteil als kleinere WEA (< 2,0 MW) aufweisen. Aber auch diese Studie kommt zu dem Ergebnis, dass der von allen untersuchten Anlagen verursachte, gemessene Infraschall weit unter dem normalen Hörempfinden liegt und somit keine relevante Rolle spielt /14/.

Zu dem gleichen Ergebnis kommt die Fa. Kötter Consulting Engineers. Es wurden Immissionsmessungen außerhalb und innerhalb eines Wohnhauses vorgenommen, um den Einfluss der Geräuschimmissionen eines Windparks mit WEA des Typs Südwind S77 zu überprüfen. In 600 m Entfernung zur nächstgelegenen WEA konnte vor dem Wohnhaus bei Frequenzen unterhalb von 10 Hz und in den Räumen des Hauses kein nennenswerter Unterschied zwischen Hintergrundgeräusch und Betriebsgeräusch der WEA gemessen werden. Hierbei wird deutlich, dass auch ohne, dass der Windpark in Betrieb ist, ein gewisser infrafrequenter Anteil gemessen wurde, welcher sich durch den Betrieb der Windenergieanlagen nicht relevant erhöht (vgl. Abb. 2). In der Grafik wird auch deutlich, dass die infrafrequenten Schallpegel alle deutlich unterhalb der Hörschwelle liegen /12/.

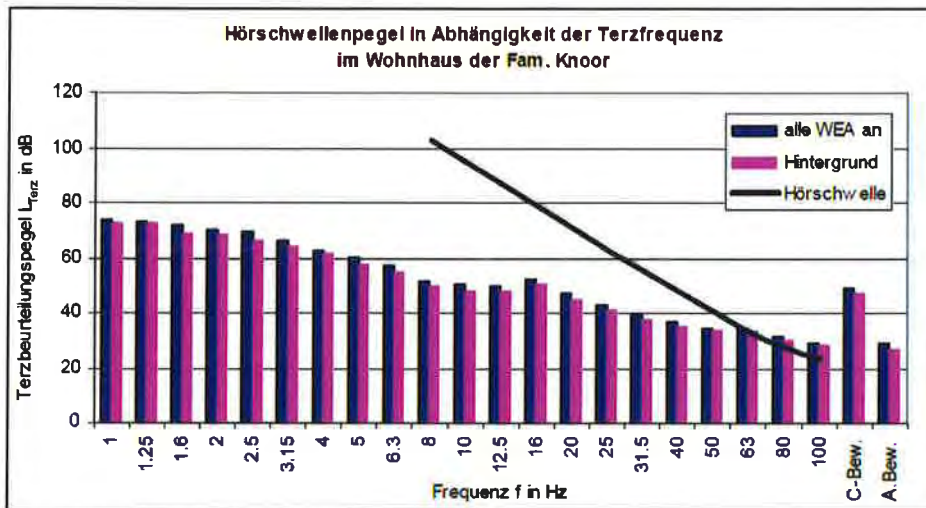


Abbildung 2: Ergebnisse der Immissionsmessung durch Kötter Consulting Engineers /12/

Auch wenn nicht jeder WEA-Typ bezüglich der tieffrequenten Geräuschanteile vermessen wurde, gibt es nach derzeitigem Kenntnisstand keinen Anlass zu der Annahme, dass es sich bei den aktuell geplanten Anlagen (Enercon E-82 E2 mit 2,3 MW Nennleistung) grundsätzlich anders verhält als bei den hier vorgestellten Untersuchungsergebnissen. Somit ist nicht zu erwarten, dass von den im hier vorliegenden Gutachten betrachteten Windenergieanlagen relevante oder gesundheitsschädigende Schallemissionen durch tieffrequente Geräuschanteile ausgehen.

Ein verbreitete Annahme bei dem Thema Intraschall und Windenergieanlagen ist, dass die tieffrequenten Anteile des Schalls mit zunehmender Entfernung nicht oder kaum vermindert werden und somit auf eine sehr große Distanz noch in voller Stärke vorhanden sind. Es ist physikalisch korrekt, dass der tieffrequente Schall im Vergleich zu hochfrequenten Geräuschen aufgrund der großen Wellenlänge (z.B. bei 10 Hz ist die Wellenlänge 34 m) weniger bis kaum von Boden, Luft oder Hindernisse und Bewuchs gedämpft wird /9/. Trotzdem nimmt auch der langwellige tieffrequente Schall gemäß der geometrischen Gesetzmäßigkeiten auf große Entfernung hin ab: Wie schon erwähnt, nimmt mit einer Verdopplung der Entfernung auch der langwellige tieffrequente Schallpegel gesetzmäßig um 6 dB ab /8/. Es liegt also eine Abnahme der Stärke des Infrarot Schalls mit zunehmender Entfernung vor, auch wenn sie wegen der geringeren Dämpfung geringer ist als bei den hochfrequenten Schallanteilen. An dieser Stelle kann zusätzlich angemerkt werden, dass das hier angewandte alternative Schallausbreitungsmodell gem. DIN ISO 9613-2 /6/ die verschiedenen Dämpfungsarten weniger stark berücksichtigt. So werden bei den Berechnungen der Schallausbreitung mit Ansatz der Pegel in Oktavbändern (spektrale Berechnung) gem. DIN ISO 9613-2 aufgrund der höheren sich ergebenden Dämpfungen immer niedrigere Immissionspegel errechnet als bei dem im vorliegenden Gutachten angewandten alternativen Verfahren. Insofern wurde hier konservativer gerechnet als von der DIN ISO 9613-2 her möglich. Zudem werden möglicherweise schalldämpfend wirkende Hindernisse in der Berechnung nicht berücksichtigt (vgl. Kap. 6).

Neben Windenergieanlagen ist im täglichen Umfeld eine Vielzahl von natürlichen oder künstlichen Quellen für Infrarot Schall verantwortlich, deren Schallpegel teilweise sogar deutlich höher sein können, als die von Windenergieanlagen erzeugten. Es ist also unumgänglich, dass Menschen täglich, unabhängig von Windenergieanlagen, in Kontakt mit Infrarot Schall aus verschiedenen Quellen (zum Beispiel Auto fahren, starker Wind) kommen. In Falle des Autofahrens wird Infrarot Schall durch die Motoren und je nach Geschwindigkeit auch durch den Fahrtwind

erzeugt und wirkt unmittelbar während der Fahrt auf die Insassen ein. Die nachfolgende Grafik zeigt den durch Windenergieanlagen und Autos erzeugten Infraschall im Vergleich:

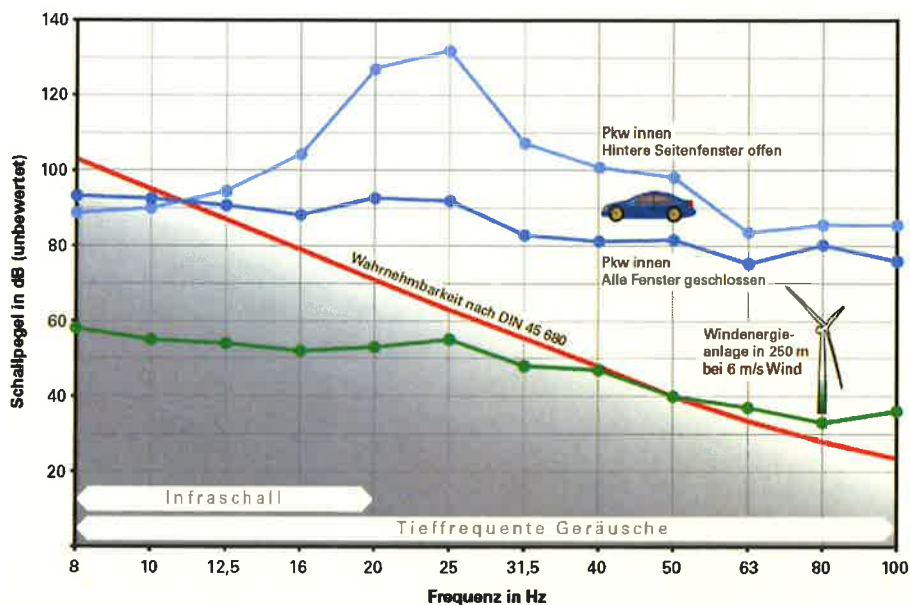


Abbildung 3: Infraschall von WEA und Autos im Vergleich, Quelle: LUBW & LGA Baden-Württemberg (Darstellung) /13/ und LfU Bayern (Daten) /8/

In der Grafik wird ersichtlich, dass die tieffrequenten Geräusche beim Autofahren aufgrund der höheren Schallpegel schon bei viel geringeren Frequenzen im Bereich des Infraschalls wahrnehmbar sind als bei Windenergieanlagen. Es ist jedoch nicht bekannt, dass aufgrund der hohen Infraschallpegel durch Kraftfahrzeuge gemäß der dargelegten Annahmen (hoher Infraschall = Gesundheitsschädigung) PKW- und LKW-Fahrer, insbesondere natürlich die Berufskraftfahrer, durch dauerhafte unmittelbare Einwirkung ohne einen mindernden Abstand durch das Einwirken von Infraschall erkrankt oder dauerhaft geschädigt worden sind.

Dass Infraschall von Windenergieanlagen erzeugt wird, ist unzweifelhaft und ist nicht zu bestreiten. Dass Infraschall in sehr hohen Schallstärken gesundheitsschädlich wirkt, steht ebenso außer Frage. Allerdings kann aufgrund der beschriebenen Fakten nicht davon ausgegangen werden, dass durch die in diesem Gutachten betrachteten WEA vom Typ Enercon E-82 E2 (2,3 MW) relevanter und gesundheitsschädigender Infraschall erzeugt wird, da der nächstgelegene Immissionspunkt 534 m vom geplanten Windpark entfernt ist. Wenn davon ausgegangen wird, dass in 250 m Entfernung bei ungünstigen Mitwindbedingungen höchstens 65 dB bei einer Frequenz von 8 Hz gemessen wurde /11/, würde sich die Schallstärke des infrafrequenten Anteils in 534 m Entfernung gemäß der geometrischen Ausbreitung nochmal um ca. 6 dB verringern und läge so mit ca. 59 dB bei Weitem nicht im hör- oder wahrnehmbaren Bereich /10/.

6 Randbedingungen und Berechnungsverfahren

Windenergieanlagen erzeugen abhängig von der Windgeschwindigkeit zwei Arten von Geräuschen. Zum einen entstehen Maschinengeräusche durch Generator und Getriebe mit einem anlagenabhängigen Frequenzspektrum, zum anderen entstehen aerodynamische Geräusche infolge der Luftverwirbelungen an den Rotorblättern, die ein breitbandiges Frequenzspektrum aufweisen.

Schallimmissionspegel werden als A-bewertete Schallpegel in der Einheit Dezibel dB(A) angegeben. Die A-Bewertung berücksichtigt das vom menschlichen Gehör subjektiv wahrnehmbare Frequenzspektrum und Lärmempfinden. Die Schallemissionen der Windenergieanlagen liegen ebenfalls als A-bewertete Schallleistungspegel vor.

Aus den Frequenzspektren der Windenergieanlagen heraustretende Einzeltöne, die abhängig von ihrer Frequenz über weitere Entfernungen hörbar bleiben (Tonhaltigkeiten) und im Hörempfinden als besonders störend gelten, werden durch einen Tonhaltigkeitszuschlag K_T berücksichtigt.

Für eine Betrachtung relevanter Infraschall wird von heutigen Windenergieanlagen nachweislich nicht emittiert (vgl. Kap. 5), an dieser Stelle sei auch auf die entsprechende Fachliteratur verwiesen.

Die Beurteilungssituation ist bei einer Windgeschwindigkeit von 10 m/s in 10 m Höhe über Grund gegeben, dies entspricht $v(10) = 10$ m/s bzw. bei Betrieb der WEA bei 95% der Nennleistung. Es wird in dieser Situation davon ausgegangen, dass bei flachem Gelände für umliegende Immissionspunkte die ungünstigste Beurteilungssituation entsteht, da dann nahezu die Nennleistung der Windenergieanlagen erreicht ist und die WEA i.d.R. den max. Schallpegel emittieren. Die windinduzierten Hintergrundgeräusche an den Immissionspunkten können sich dann im Bereich um ca. 45 dB(A) bewegen.

Die Berechnung der Schallausbreitung wird nach DIN ISO 9613-2 /6/ vorgenommen. Da sie sich jedoch nur auf bodennahe Quellen (maximale mittlere Höhe zwischen Quelle und Empfänger von 30 m, siehe Kapitel 9, Tabelle 5) bezieht, wurde vom Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) ein „Interimsverfahren“ /18/ veröffentlicht. Dieses gelte für hochliegende Schallquellen (mehr als 30 m) wie WEA. Analog den Vorgaben in /18/ sei der immissionsrelevante Schallleistungspegel mit Hilfe von Oktavbanddaten im Bereich der Oktaven 63 Hz bis 8.000 Hz zu ermitteln.

Die Berechnungen werden mit dem Programm „WINDPRO, Modul: DECIBEL“ der Fa. EMD durchgeführt. Die Ergebnisprotokolle sind im Anhang zu finden.

In der Regel wird, aufgrund der vorliegenden Oktavbanddaten als A-bewertete Daten, die Berechnung mit A-bewerteten Oktavband-Schalleistungspegeln der WEA durchgeführt.

Der äquivalente Oktavband-Dauerschalldruckpegel L_{FT} an einem Immissionsort im Abstand d vom Mittelpunkt einer Schallquelle wird für eine Mitwindwetterlage nach folgender Gleichung berechnet:

$$L_{FT}(DW) = L_W + D_C - A$$

In der Formel bedeuten:

L_{FT} : äquivalenter Oktavband-Dauerschalldruckpegel bei Mitwind

- L_W : =Oktavband-Schalleistungspegel einer Punktschallquelle in dB bezogen auf eine Bezugsschalleistung von einem Picowatt
- D_C : Richtwirkungskorrektur in dB; für eine ungerichtet, ins Freie abstrahlende Punktschallquelle ist $D_C = 0$ dB
- A: Oktavbanddämpfung in Dezibel zwischen der Punktschallquelle (WKA-Gondel) und dem Immissionspunkt, die während der Schallausbreitung vorhanden ist. Sie bestimmt sich aus den folgenden Dämpfungsarten:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

Die Berechnung der Dämpfungsterme erfolgt analog den Vorgaben der DIN ISO 9613-2:1999-10.

A_{div} : Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung

$$A_{div} = 20 \lg(d / 1m) + 11 \text{ dB}$$

d : Abstand zwischen Quelle und Immissionspunkt

A_{atm} : Dämpfung durch Luftabsorption

$$A_{atm} = \alpha \times d / 1.000$$

α : Absorptionskoeffizient der Luft, in dB/km für jedes Oktavband bei der Bandmittenfrequenz

Anmerkung: Im Berechnungsprogramm windPRO sind die frequenzabhängigen Absorptionskoeffizienten für die relevante Temperatur von 10° und der relativen Luftfeuchte von 70% hinterlegt.

A_{gr} : Bodendämpfung. Während bei der Berechnung aller Dämpfungsterme nach den Regelungen der DIN ISO 9613-2:1999-10 verfahren wird, erfolgt nach den Vorgaben des Interimsverfahrens /18/ an dieser Stelle eine Modifizierung: A_{gr} wird auf -3 dB gesetzt.

Anmerkung: Für die Schallimmissionsprognosen dieses Nachtrages wurde das Berechnungsprogramm windPRO verwendet. Um die durch das Interimsverfahren vorgegebene Modifizierung mit dem Ansatz $A_{gr} = -3$ dB umsetzen zu können, setzt windPRO die Richtwirkungskorrektur D_C auf +3 dB(A) und A_{gr} auf 0. Lt. Angabe des Softwareentwicklers EMD entsprechen damit die Ergebnisse von windPRO-Berechnungen mit der Modifikation des D_C und A_{gr} -Wertes dem Interimsverfahren.

In der Praxis dämpfen auch Bebauung und Bewuchs den Schall, d.h. $A_{misc} > 0$, insofern ist die hier vorgenommene Prognoserechnung konservativ angesetzt.

Bei mehreren Schallquellen werden die Schallpegel L_{ATi} am Immissionsort für jede Quelle getrennt ermittelt und energetisch addiert. Gem. der TA Lärm ist der TA Lärm ist der aus allen Schallquellen resultierende Schalleistungspegel L_{AT} bei Berücksichtigung von eventuell erforderlichen Zuschlägen nach der im Folgenden aufgeführten Gleichung zu ermitteln:

$$L_{AT}(LT) = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{ATi} - C_{met} + K_{Ti} + K_{li})} \right)$$

L_{AT} : Beurteilungspegel am Immissionsort

L_{ATi} : Schallimmissionspegel einer Emissionsquelle i an dem Immissionspunkt

i: Index für alle Geräuschquellen von 1-n

-
- c_{met} : Meteorologische Korrektur (bei 0 konservativster Ansatz, hier $c_0 = 0$ dB)
 K_{Ti} : Zuschlag für die Tonhaltigkeit einer Emissionsquelle i
 K_{Ii} : Zuschlag für die Impulshaltigkeit einer Emissionsquelle i

Für die Entstehung von tonhaltigen Geräuschen bei Windenergieanlagen können Anlagenteile wie Getriebe, Generatoren, Azimutgetriebe und eventuelle Hydraulikanlagen verantwortlich sein. Die Hersteller bemühen sich durch konstruktive Maßnahmen, Tonhaltigkeiten in den Geräuschemissionen bei Windenergieanlagen zu vermeiden, bzw. zu minimieren. Genauere Daten dazu sind in der Regel dem Messbericht zu entnehmen.

Treten aus den Anlagengeräuschen Einzeltöne deutlich hervor, ist gem. TA Lärm /2/ und /7/ erforderlichenfalls ein Zuschlag K_T anzusetzen. WEA, die im Nahbereich höhere Tonhaltigkeiten erzeugen, seien gemäß /7/ nicht mehr Stand der Technik.

Ansonsten gelte gemäß /7/ und /17/:

$$K_T = 0 \text{ dB für } 0 \text{ dB} \leq K_{TN} \leq 2 \text{ dB}$$

Im Land Niedersachsen ist bei der Erstellung von Schallimmissionsprognosen für Windenergie-Planungen die Berechnung von Sicherheitszuschlägen nach der Vorgehensweise gem. Windenergie-Erlass (WEE) vom Februar 2016 /17/ durchzuführen. Die Berechnung des Zuschlages gem. /7/ ist bereits in Kap. 4 dargestellt

7 Immissionsrichtwerte und Immissionspunkte

Für die Beurteilung von Industrie- und Gewerbegeräuschen sind in der TA Lärm /2/ Immissionsrichtwerte sowohl für den Beurteilungspegel, als auch für Maximalpegel einzelner Geräuschereignisse genannt. Sie sind nach Einwirkungsorten entsprechend der baulichen Nutzung ihrer Umgebung, sowie nach Tag und Nacht unterteilt (sh. Tabelle unten). Die Beurteilungspegel beziehen sich auf die Zeiträume tags von 6:00 bis 22:00 Uhr und nachts von 22:00 bis 6:00 Uhr. Somit werden auch die Einflüsse der Ortsüblichkeiten und des Zeitpunktes des Auftretens der Geräusche berücksichtigt. Im vorliegenden Fall ist die lauteste Nachtstunde maßgeblich.

Tabelle 4: Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm

Art der baulichen Nutzung	Immissionsrichtwerte [dB(A)]	
	Tags	Nachts
Industriegebiete	70	70
Gewerbegebiete	65	50
Kerngebiete, Dorf- und Mischgebiete	60	45
Allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete	55	40
Reine Wohngebiete	50	35
Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45	35

Es werden insgesamt 18 Punkte in der näheren Umgebung zu den geplanten Windenergieanlagen als Immissionspunkte untersucht. Bei den Immissionspunkten handelt es sich um die nächstgelegene Wohnbebauung mit Lage im Außenbereich. Die Einstufung der Immissionspunkte erfolgte nach der Einstufung der Gebiete in der Bauleitplanung und nach Rücksprache mit den örtlichen Baubehörden.

Die in den Vareler Ortsteilen Rosenberg und Neuenwege liegenden Immissionspunkte sind im Flächennutzungsplan (FNP) der Stadt Varel als „Flächen für die Landwirtschaft“ ausgewiesen. Bebauungspläne für die betroffenen Bereiche existieren nicht. Für die in den Rasteder Ortsteilen Wapeldorf und Heubült liegenden Immissionspunkte wurde durch die Stadt Rastede bestätigt, dass gemäß FNP von der Lage im Außenbereich auszugehen ist, Bebauungspläne liegen ebenfalls nicht vor (Frau Triebe, Gemeinde Rastede, Geschäftsbereich 3 Bauen und Verkehr, Telefonat vom 26.05.2016). Der aktuellen Nutzung der Wohnhäuser entsprechend, wird für sämtliche Immissionspunkte die Lage im Außenbereich mit einem nächtlichen Immissionsrichtwert von 45 dB(A) angesetzt.

Für das ca. 395 m nördlich der geplanten WEA mit der Bezeichnung „WEA 02“ gelegene Wohnhaus mit der Adresse Wiesenweg 1 in Varel-Rosenberg wurde vom Auftraggeber und von der Stadt Varel (Herr Freitag, Fachbereich Planung und Bau, Telefonat vom 22.02.2016) mitgeteilt, dass die Wohnnutzung aufgegeben werde. Die Berücksichtigung als Schall-Immissionspunkt entfällt deshalb. Zwar soll eine Weiternutzung als Bürogebäude erfolgen, damit unterliegt das Gebäude jedoch nicht mehr der Schutzwürdigkeit als Immissionspunkt

im Nachtzeitraum (22:00 bis 6:00 Uhr). Mittels von PLANkon vorgenommenen Vorberechnungen kann jedoch bestätigt werden, dass der Richtwert in Höhe von 45 dB(A) auch im Falle der Berücksichtigung als Immissionspunkt, unter Verwendung der WEA-Standorten und Emissionspegel in der vorliegenden Schallprognose, eingehalten werden würde.

Im Falle des Immissionspunktes P (ehemaliges Gasthaus „frivoli“, Spohler Str. 116, Rastede-Wapeldorf) handelt es sich um ein zurzeit unbewohntes, verfallenes Gebäude. Da eine Wiederaufnahme der Wohnnutzung hier nicht auszuschließen ist, wurde dieses Gebäude im Sinne einer „worst case“-Prognose als Immissionspunkt berücksichtigt. Für das Wohnhaus mit der Adresse Spohler Str. 116, Rastede-Wapeldorf wurde vom Auftraggeber die beabsichtigte Aufgabe der Wohnnutzung mitgeteilt, aufgrund der Lage „hinter“ dem Immissionspunkt P auch Richtung der geplanten WEA ergibt sich jedoch keine Relevanz als Immissionspunkt.

Die Koordinaten der Immissionspunkte wurden mit Hilfe der verwendeten Berechnungssoftware aus dem vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Kartenmaterial im Maßstab 1 : 5.000 ermittelt. Die Höhe des Aufpunktes wird mit 5 m über Gelände angesetzt. Alle Immissionspunkte wurden im Zuge einer Ortsbegehung am 26.05.2016 in Augenschein genommen.

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

Tabelle 5: Betrachtete Immissionspunkte mit Lagebeschreibung

Immissionspunkt	Lagebeschreibung	Richtwert Tag/Nacht in dB(A)
IP A	Beekenweg 7, Rosenberg	60/45
IP B	Bültersweg 4, Rosenberg	60/45
IP C	Behntweg 2, Neuenwege	60/45
IP D	Bültersweg 9, Neuenwege	60/45
IP E	Oldenburger Str. 127, Neuenwege	60/45
IP F	An der Wapel 12, Heubült	60/45
IP G	An der Wapel 2, Heubült	60/45
IP H	Wilhelmshavener Str. 700, Heubült	60/45
IP I	Wilhelmshavener 673, Heubült	60/45
IP J	Wilhelmshavener Str. 573, Heubült	60/45
IP K	Barkenweg 7, Heubült	60/45
IP L	Vorderweg 67, Wapeldorf	60/45
IP M	Vorderweg 53a, Wapeldorf	60/45
IP N	Spohler Str. 107, Wapeldorf	60/45
IP O	Spohler Str. 105, Wapeldorf	60/45

Immissionspunkt	Lagebeschreibung	Richtwert Tag/Nacht in dB(A)
IP P	Spohler Str. 116, Wapeldorf (verfallen)	60/45
IP Q	Spohler Str. 168, Wapeldorf	60/45
IP R	Mitteldörper Weg 4A, Wapeldorf	60/45

Bei der Ortsbegehung wurde kein Immissionspunkt gesichtet, bei dem Reflexionen in relevantem Maße möglich sind. Es ist also davon auszugehen, dass bei den in der Umgebung befindlichen Immissionspunkten keine Reflexionseffekte in relevantem Maße stattfinden.

8 Betrachtung von gewerblichen Vorbelastungen

An dem untersuchten Standort besteht neben den vorhandenen Windparks bei Conneforde und Varel-Hohelucht an einer Stelle im näheren Umfeld zu den geplanten WEA ein gewerblicher Betrieb, der auch nachts (22:00 bis 6:00 Uhr) Schall emittiert.

Etwa 1,2 km nördlich der geplanten WEA befindet sich in Varel-Neuenwege eine Biogasanlage. PLANKon liegt ein Auszug aus dem Schallgutachten zur Errichtung der Biogasanlage Neuenwege vom November 2011 vor. Für die Biogasanlage Neuenwege erfolgt die Annahme eines "worst case"-Schallpegels repräsentativ für die Biogasanlage samt aller zugehörigen Anlagen (BHKW, Rührwerke, Gebläse, Separation, Entschwefelung, Pumpe, Kompressor). Dem Auszug aus dem Schallgutachten zur Biogasanlage Neuenwege zufolge wird der nächtliche Richtwert in Höhe von 45 dB(A) am nächstgelegenen Wohnhaus eingehalten. Unter der "worst case"-Annahme einer Richtwert-Ausschöpfung im Nachtzeitraum am nächstgelegenen Wohnhaus, ermittelt wurde das Wohnhaus Oldenburger Straße 126 in Varel-Neuenwege (hier als "zusätzl. IP" bezeichnet), wird ein Schalleistungspegel in Höhe von 101,5 dB(A) angesetzt. Für die Lage der repräsentativen Punkt-Schallquelle wurde der Standort des Blockheizkraftwerkes (BHKW) in einer Höhe von 3 m über Geländeoberkante verwendet.

Bei maximaler Schallemission der Biogasanlage in Höhe von 101,5 dB(A) treten an den im Rahmen der vorliegenden Schallimmissionsprognose untersuchten Immissionspunkten gem. TA Lärm keine relevanten Schallimmissionen auf. Der Richtwert wird an sämtlichen Immissionspunkten um mind. 13 dB(A) unterschritten, womit die Immissionspunkte gem. 2.2 a) TA Lärm außerhalb des Einwirkungsbereiches der Biogasanlage Neuenwege liegen und diese nicht als schalltechnische Vorbelastung in die Prognose einfließt (vgl. Berechnungsergebnisse im Anhang).

Im Zuge der Ortsbegehung wurde geprüft, ob sich im Umfeld der geplanten WEA bzw. der untersuchten Immissionspunkte weitere im Nachtzeitraum zu berücksichtigende Schallquellen befinden, wie beispielsweise weitere BHKW oder Lüftungsanlagen an Mastställen oder Getreidesilos. Es sind mehrere Kuhställe vorhanden, welche jedoch mittels Schwerkraftlüftung belüftet werden, d.h. es sind keine Lüftungsanlagen installiert. Vom Landkreis Ammerland wurde mitgeteilt, dass sich westlich des Planungsstandortes an der Hullenhauser Str. 22 in Wiefelstede ein Legehennenstall mit Lüftungsanlagen befindet (Herr Herbers, Amt für Bauwesen und Kreisentwicklung, E-Mail vom 30.05.2016). Eine Prüfung hat ergeben, dass der Stall in einer Entfernung von ca. 2,4 km zu den geplanten WEA sowie ca. 2.090 m zum

nächstgelegenen Immissionspunkt liegt und von keinem relevanten Einfluss auf die Immissionspunkte auszugehen ist.

Im Vorfeld der Schallimmissionsprognose wurde geprüft, ob von den bestehenden Windparks bei Conneforde im Landkreis Ammerland (3 x Enercon E-40/6.44, mind. 4 km westlich des Planungsstandortes) und im Windpark Varel-Hohelucht (4 x Enercon E-82 E2 und 3 x Enercon E-66/18.70, ca. 3,4 km nordöstlich des Planungsstandortes) Schallimmissionen ausgehen, die in der vorliegenden Prognose als relevante Vorbelastung zu berücksichtigen sind.

Als Emissionspegel der vorhandenen WEA WEA-Typen Enercon E-40/6.44, Enercon E-66/18.70 und Enercon E-82 E2 (ohne Serrations) wurde jeweils der Mittelwert aus dreifacher Schallvermessung der WEA-Typen bei Volllast-Betrieb zzgl. eines Sicherheitszuschlages gem. Windenergieerlass (WEE) Niedersachsen /17/ angesetzt. Für die bestehenden WEA vom Typ Enercon E-82 E2 wird im Sinne des „worst case“ angenommen, dass keine Ausstattung der WEA mit Serrations (TES) vorliegt. Sollten Serrations bereits installiert oder nachgerüstet worden sein, hätte dies einen niedrigeren Schalleistungspegel dieser Bestandsanlagen zur Folge. Die bestehenden WEA in den Windparks Conneforde (LK Ammerland) und Varel-Hohelucht (LK Friesland) wurden vor Inkrafttreten des WEE genehmigt. Da zuvor, bei Berechnung nach LAI-Hinweisen, nur WEA-Typen mit einem Sicherheitszuschlag beaufschlagt wurden, die noch nicht dreifach schalltechnisch vermessen sind, ist davon auszugehen, dass die genehmigten Emissionspegel geringer sind, als die in dieser Berechnung im Sinne des "worst case" angesetzten Emissionspegel. Die Vermutung ließ sich hinsichtlich der bestehenden WEA vom Typ Enercon E-40/6.44 in Conneforde bestätigen. In einer vorliegenden Mitteilung vom Gewerbeaufsichtsamt Oldenburg mit Datum vom 21.11.2000 wird ein Schalleistungspegel von 102,0 dB(A) für den, damals erst einfach vermessenen, WEA-Typ genannt; gerechnet wurde hier mit einem Emissionspegel inkl. Zuschlag nach WEE /17/ in Höhe von 102,7 dB(A).

Die Berechnung zur Prüfung der möglichen Vorbelastung durch die Windparks Conneforde und Hohelucht ergibt jedoch, dass der geplante Windpark-Standort Rosenberg / Neuenwege / Heubült aufgrund der großen Distanz zu den beiden bestehenden Windparks, gem. 2.2 a) TA Lärm, bei Weitem außerhalb des Einwirkungsbereichs der Bestandsanlagen liegt. An sämtlichen betrachteten Immissionspunkten unterschreiten die von den Windparks Conneforde und Hohelucht ausgehenden Immissionen den Richtwert um mind. 21 dB(A). Für den Ausschluss als relevante Vorbelastung nach 2.2 a) TA Lärm ist bereits eine Unterschreitung des Richtwertes um 10 dB(A) ausreichend. Auch bei Berechnung nach den neuen LAI-Hinweisen /7/, bei der sich die Immissionswerte um bis zu 2-3 dB(A) erhöhen können, ist noch eine Unterschreitung des Richtwertes um mindestens 18 dB(A) gegeben.

9 Ermittlung der Geräuschimmissionen

Grundlage für die Berechnung der Geräuschimmissionen sind die Schalleistungspegel der Windenergieanlagen gem. Kap. 4, sowie die Randbedingungen und Berechnungsgrundlagen gem. Kap. 6.

Die Berechnungen erfolgen mit dem Programmsystem DECIBEL. Das Programmsystem führt die Schallausbreitungsrechnungen auf Grundlage der DIN ISO 9613-2 /6/ und des Interimsverfahrens /18/ durch. Die Berechnungen ermöglichen eine Analyse des Einflusses jeder Emissionsquelle auf die Geräuschimmission an jedem Immissionsort.

Berechnet werden die Zustände im Nachtzeitraum, da am Tage 15 dB(A) höhere Richtwerte möglich sind und dann die WEA mit ihren Schallpegeln in der Regel keinen Beitrag mehr leisten.

Es wurde eine Berechnung für die neun geplanten WEA (Zusatzbelastung) durchgeführt und dokumentiert. Da am Standort Rosenberg / Neuenwege / Heubült keine relevante Vorbelastung in Bezug auf Schallimmissionen besteht (vgl. Berechnungsergebnisse zur Prüfung möglicher Vorbelastungen im Anhang), stellt die Zusatzbelastung durch die neun geplanten Anlagen in diesem Falle die Gesamtbelastung am Standort dar.

Berechnet wurde die Gesamtbelastung durch die neun geplanten WEA vom Typ Enercon E-82 E2 (2,3 MW) mit WEA 05 im schallreduzierten Modus 2.000 kW. In den Berechnungsausdrucken im Anhang sind die Berechnungsergebnisse dokumentiert. Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Tabelle 6: Berechnungsergebnisse der Gesamtbelastung

Immissionspunkt	Berechn. Schallpegel L_s [dB(A) bei $v(10)=10$ m/s	Richtwert [dB(A)]	Schallpegel L_s gerundet gem. TA Lärm [dB(A)]	Reserve zum Richtwert [dB(A)]
IP A	40,9	45	41	4
IP B	40,9	45	41	4
IP C	43,8	45	44	1
IP D	42,8	45	43	2
IP E	42,1	45	42	3
IP F	41,2	45	41	4
IP G *)	41,5	45	41	4
IP H	42,6	45	43	2
IP I	44,0	45	44	1
IP J	42,3	45	42	3
IP K	40,7	45	41	4
IP L **)	42,5	45	42	3
IP M	43,1	45	43	2
IP N	44,9	45	45	0
IP O	45,3	45	45	0
IP P	44,5	45	45	0
IP Q	43,4	45	43	2
IP R	41,5	45	42	3

*) Der berechnete Schallpegel an diesem Immissionspunkt G beträgt 41,49...dB(A). Gem. TA Lärm und LAI-Hinweisen sind die ermittelten Beurteilungspegel mit einer Nachkommastelle anzugeben und vor dem Vergleich mit den Immissionsrichtwerten auf ganze dB(A) zu runden. Dabei sei die mathematische Rundung nach der DIN 1333 anzuwenden. Demnach ergibt sich aus dem berechneten Schallpegel von 41,49...dB(A) ein gerundeter Schallpegel gem. TA Lärm von erst 41,5 dB(A) und dann 41 dB(A) und nicht 42 dB(A).

**) Der berechnete Schallpegel an diesem Immissionspunkt L beträgt 42,48...dB(A). Gem. TA Lärm und LAI-Hinweisen sind die ermittelten Beurteilungspegel mit einer Nachkommastelle anzugeben und vor dem Vergleich mit den Immissionsrichtwerten auf ganze dB(A) zu runden. Dabei sei die mathematische Rundung nach der DIN 1333 anzuwenden. Demnach ergibt sich aus dem berechneten Schallpegel von 42,48...dB(A) ein gerundeter Schallpegel gem. TA Lärm von erst 42,5 dB(A) und dann 42 dB(A) und nicht 43 dB(A).

Als Immissionspunkt mit dem höchsten Immissionspegel ergibt sich in der Berechnung der Gesamtbelastung IP O (Spohler Str. 105, Rastede-Wapeldorf). Zudem handelt es sich bei IP O zusammen mit IP P um den Immissionspunkt mit dem geringsten Abstand zum Richtwert, da

der Richtwert für Wohnbebauung mit Lage im Außenbereich in Höhe von 45 dB(A) erreicht wird.

Die Berechnung der Gesamtbelastung ergibt, dass die Richtwerte an allen Immissionspunkten eingehalten werden.

10 Beurteilung

Folgende Vorschriften werden zur Beurteilung herangezogen:

- BImSchG /3/ mit allen ergänzenden und relevanten Verordnungen
- TA Lärm /2/

Die Begutachtung erfolgt im Rahmen des BImSchG-Genehmigungsverfahrens. In den Berechnungsausdrücken ist der Belastungszustand durch die geplanten WEA aus schalltechnischer Sicht dokumentiert. Bewertet werden die Ergebnisse für die verschiedenen Immissionspunkte gemäß der relevanten Belastung nachts (22:00 bis 6:00Uhr). Aufgrund der um 15 dB(A) höheren Richtwerte tagsüber sind am Tage (6:00 bis 22:00 Uhr) generell höhere Emissionswerte möglich.

Unter Berücksichtigung der Unsicherheiten der Emissionsdaten und der Ausbreitungsberechnung enthalten die Berechnungen einen Zuschlag gem. LAI 2017 /7/ und in Anlehnung an WEE Niedersachsen /17/ zum Schalleistungspegel der neun geplanten WEA vom Typ Enercon E-82 E2 (2,3 MW, Ausstattung mit Serrations - TES) bei Betrieb im Volllast-Modus (Betriebsmodus 0s) von jeweils 1,5 dB(A). Weiterhin enthalten die Berechnungen einen Zuschlag gem. LAI 2017 /7/ und in Anlehnung an WEE Niedersachsen /17/ zum Schalleistungspegel der geplanten WEA 05 nachts vom Typ Enercon E-82 E2 (2,3 MW, Ausstattung mit Serrations - TES) bei Betrieb im Modus 2.000 kW von 2,1 dB(A). Hiermit ist sichergestellt, dass im Zuge der Bewertung eine 90 %-ige Eintrittswahrscheinlichkeit der Unterschreitung der Richtwerte im Sinne der oberen Vertrauensbereichsgrenze berücksichtigt wird.

Die Berechnung der Gesamtbelastung ergibt, dass die Richtwerte an allen Immissionspunkten eingehalten werden.

Als Immissionspunkt mit dem höchsten Immissionspegel ergibt sich in der Berechnung der Gesamtbelastung IP O (Spohler Str. 105, Rastede-Wapeldorf). Zudem handelt es sich bei IP O zusammen mit IP P um den Immissionspunkt mit dem geringsten Abstand zum Richtwert, da der Richtwert für Wohnbebauung mit Lage im Außenbereich in Höhe von 45 dB(A) erreicht wird.

Die neun geplanten Windenergieanlagen vom Typ Enercon E-82 E2 (2,3 MW) können tagsüber und außer WEA 05 auch nachts bei Volllast betrieben werden. Die WEA 05 muss nachts im schallreduzierten Modus 2.000 kW betrieben werden. Aus schalltechnischer Sicht bestehen keine Bedenken bei Errichtung der Anlagen.

Oldenburg, den 05. Februar 2018


Dipl.-Ing. Roman Wagner vom Berg

(Circular stamp: INGENIEURKAMMER MITGLIED DER NIEDERSÄCHSISCHEN INGENIEURKAMMER, Dipl.-Ing. 0710 ROMAN WAGNER VOM BERG, M 18/19304)

11 Quellenverzeichnis

- /1/ VDI 2058/1: Beurteilung von Arbeitslärm in der Nachbarschaft.
Fassung vom Februar 1999
- /2/ TA Lärm: Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm),
Fassung vom August 1998
- /3/ BImSchG: Bundesimmissionsschutzgesetz
Fassung vom September 2002, letzte Änderung Juni 2005
- /4/ 4. BImSchV: Vierte Verordnung zur Durchführung des
Bundesimmissionsschutzgesetzes
Fassung vom Juni 2005
- /5/ DIN 18005: Schallschutz im Städtebau
Teil 1: Berechnungsverfahren
Fassung vom Juli 2002
- /6/ DIN ISO 9613-2: „Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien
Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren“
Deutsche Fassung ISO 9613-2 vom Oktober 1999
- /7/ LAI Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI): Hinweise zum Schal-
limmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA); Stand 30.06.2016
- /8/ LfU 2014 Bayrisches Landesamt für Umwelt (LfU) 2014: „Windkraftanlagen-
beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit?“ , Aktualisierung im März
2014, Augsburg
- /9/ Kötter 2007 Kötter Engineering Mai 2007: „Tieffrequente Geräusche in der Wind-
energieanlagentechnik“ in Lärmbekämpfung Bd. 2, Nr.3 Mai
- /10/ DIN 45 680 DIN 45 680: „Messung und Bewertung tieffrequenter Geräusch-
immissionen in der Nachbarschaft“ von 1992 und Entwurf der DIN
45680 „Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen“
vom August 2011
- /11/ Hammler & Fichtner 2000: „Langzeit-Geräuschimmissionsmessungen an der 1-MW- Wind-
energieanlage Nordex N54“ Bayrisches Landesamt für Umwelt (LfU)
2000
- /12/ Kötter 2010 Kötter Consulting Engineers: Schalltechnischer Bericht Nr.27257-
1.006:-über die Ermittlung und Beurteilung der anlagenbezogenen Ge-
räuschimmissionen der Windenergieanlagen im Windpark Hohen Pritz
vom 26.05.2010
- /13/ LUBW 2012 Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-
Württemberg (LUBW) „Physikalische Grundlagen und Messung von
tieffrequentem Schall und Infraschall“, 18. Umwelttoxikologisches Kol-
loquium Oktober 2012

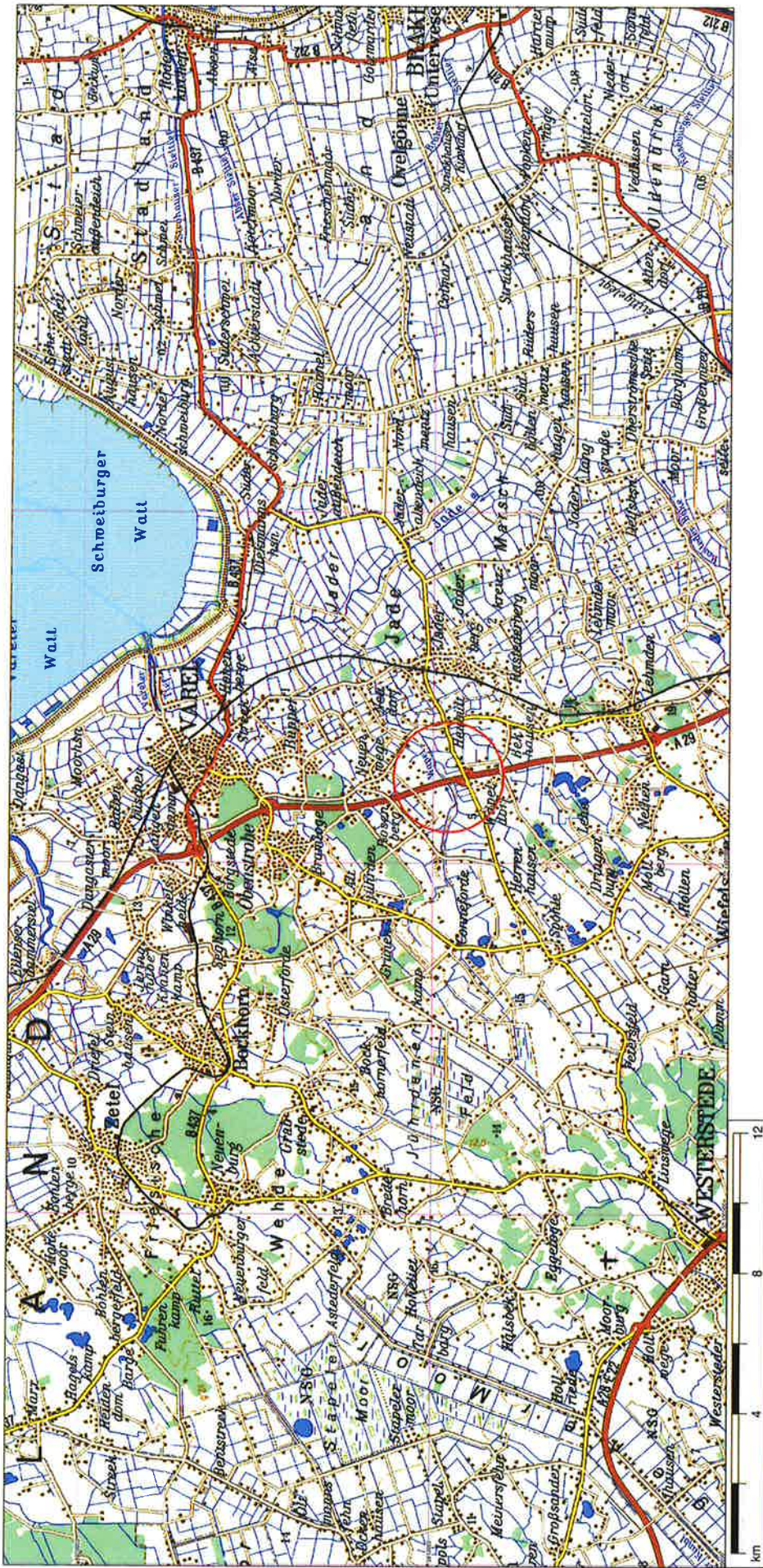
-
- /14/ Möller & Pedersen 2010 Tieffrequenter Lärm von großen Windenergieanlagen , Abteilung für Akustik, Institut für Elektronische Systeme, Aalborg Universität
- /15/ Piorr, Hillen & Janssen 2001 Akustische Ringversuche zur Geräuschemissionsmessung an Windenergieanlagen. Fortschritte der Akustik, Hrsg. Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V., DEGA, von 2001
- /16/ Agatz, Monika Windenergie-Handbuch, 12. Ausgabe, Dezember 2015
- /17/ Nds. Minist: f. Umwelt 2016 Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen an Land (Windenergieerlass), Niedersächsisches Ministerialblatt 07/2016 vom 24.02.16, Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz
- /18/ Interimsverfahren Dokumentation zur Schallausbreitung; Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschmissionen von Windkraftanlagen; Fassung 2015-05.1

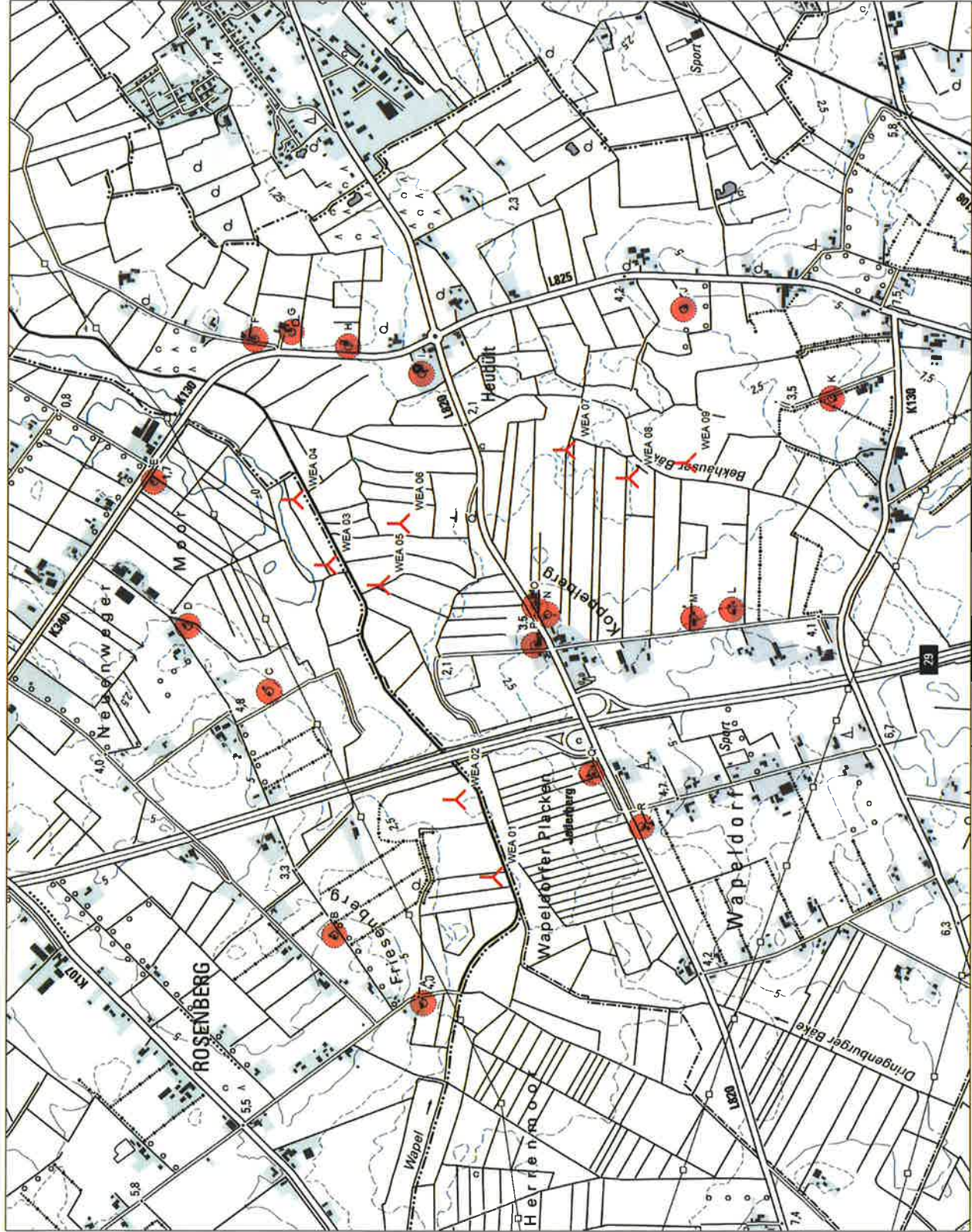
12 Anlagen zum Geräuschimmissionsgutachten 9 WEA Enercon E-82 E2 (2,3 MW) am Standort Rosenberg / Neuenwege / Heubült

- 1 Blatt Übersichtsplan
- 2 Blatt Lageplan
- 3 Blatt Detailansichten Standort Rosenberg / Neuenwege / Heubült

- 8 Blatt Prüfung der Vorbelastung durch 10 vorh. WEA: 3 x Enercon E-40/6.44 (Conneforde), 3 x E-66/18.70 und 4 x E-82 E2 (Varel-Hohelucht) - Berechnungsprotokolle inkl. Eingabedaten und Isophonendarstellung
- 6 Blatt Prüfung der Vorbelastung durch die Biogasanlage Neuenwege - Berechnungsprotokolle inkl. Eingabedaten und Isophonendarstellung
- 8 Blatt Berechnungsprotokolle inkl. Eingabedaten und Isophonendarstellung 9 gepl. WEA (Gesamtbelastung)

- 3 Blatt Auszug Zusammenfassung der dreifachen schalltechnischen Vermessung des WEA-Typs Enercon E-82 E2 (2,3 MW) in der Ausstattung mit Serrations (TES) bei Vollast-Betrieb (Betriebsmodus 0s) durch die Fa. Kötter Consulting Engineers, Bericht Nr. 214585-01.01, 15.12.2014
- 1 Blatt Auszug Zusammenfassung der einfachen schalltechnischen Vermessung des WEA-Typs Enercon E-82 E2 (2,3 MW) in der Ausstattung mit Serrations (TES) bei schallreduziertem Betriebsmodus 2.000 kW) durch die Fa. Kötter Consulting Engineers, Bericht Nr. 213498-02 02, 30.05.2014





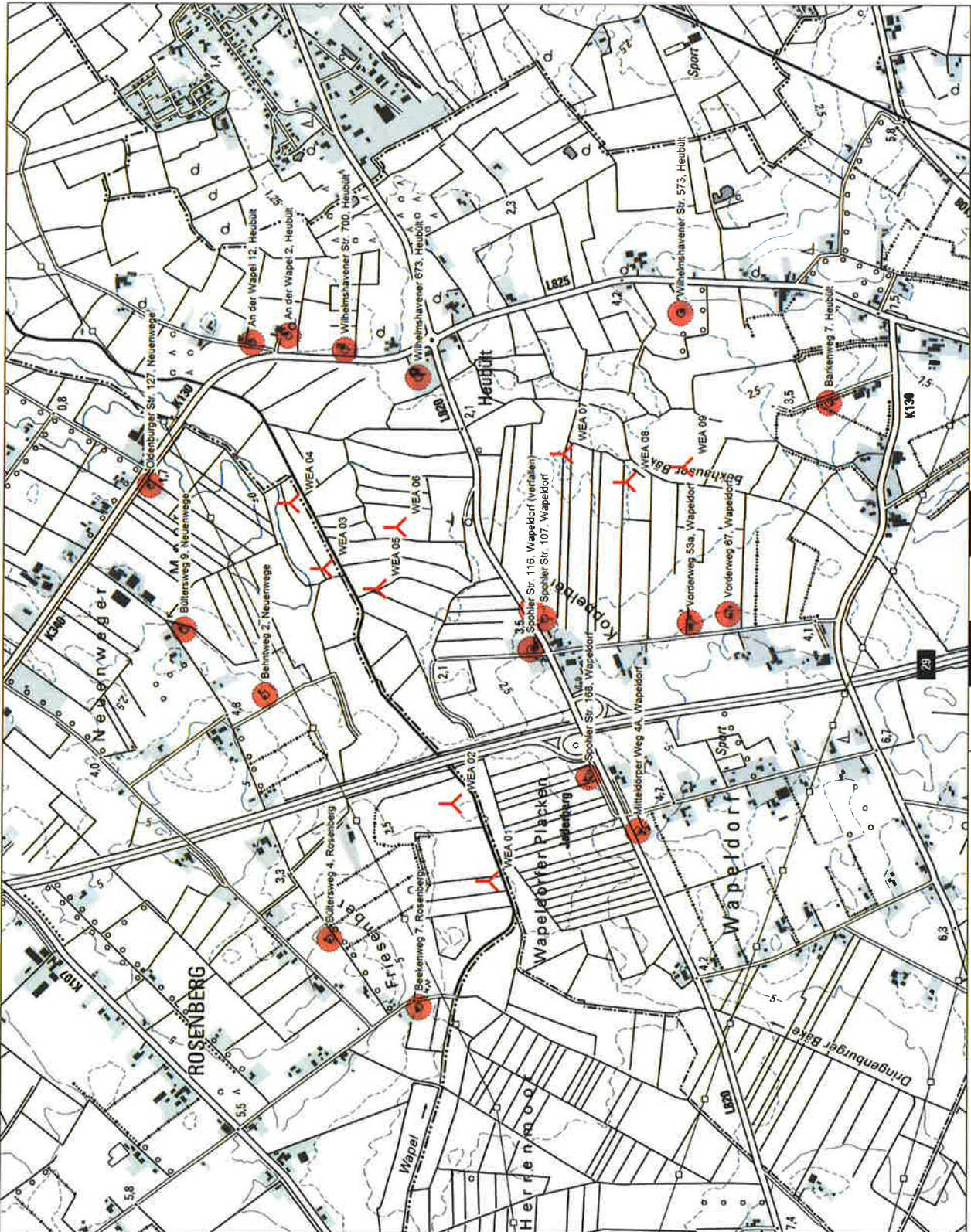
BASIS - Karte

Berechnung:
Übersicht: geogr. WEA und Immissionspunkte Rosenberg-Neuenwege-Heubütt

Leitender Anwender:
Ingenieurbüro PLANKON
Blumenstrasse 26
DE-26121 Oldenburg
0441.390.34-0

Karte: AK5 georef. LGLN, Maßstab 1:15.000, Mitte: GK (3 deg)-DHDN/PO/Bessel (DE 1995 <±5m) Zone: 3 Ost: 3.442.974 Nord: 5.911.391

➤ Neue WEA
➤ Schall-Immissionsort



● Neue WEA
Y Schall-Immissionsort
 Karte: AK5 georef. UG/LN, Maßstab 1:15.000, Mitte: GK (3 deg)-DHDN/PRO/Bessel (DE 1995 <±5m) Zone: 3 Ost: 3.442.974 Nord: 5.911.391

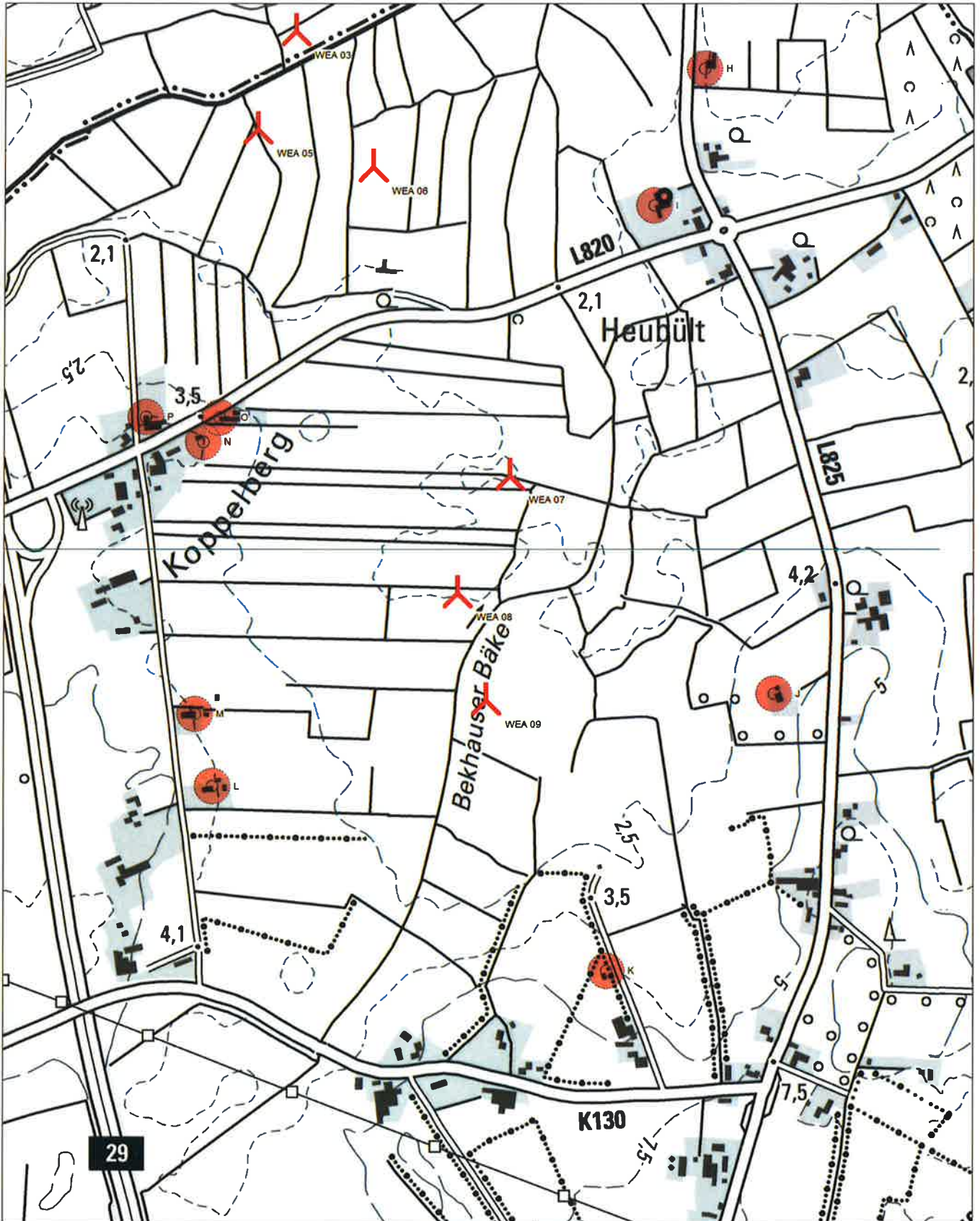
BASIS - Karte

Berechnung:
 Übersicht geogr. WEA und Immissionspunkte Rosenberg-Neuenwege-Heubütt

Leander Anwander:
Ingenieurbüro PLANKON
 Blumenstrasse 26
 DE-26121 Okkenburg
 0441 390 34 - 0

BASIS - Karte

Berechnung: Übersicht gepl. WEA und Immissionspunkt Rosenberg-Neuenwege-Heubült



▲ Neue WEA

Karte: AKS georef. LGLN, Maßstab 1:7.500, Mitte: GK (3 deg)-DHDN/PD/Bessel (DE 1995 <±5m) Zone: 3 Ost: 3.443.568 Nord: 5.910.814
● Schall-Immissionsort



Karte: AKS georef. LGLN, Maßstab 1:7.500, Mitte: GK (3 deg)-DHDN/PP0/Bessel (DE 1995 $\leq 5m$) Zone: 3 Ost: 3.443.263 Nord: 5.912.326

● Schall-Immissionsort

⋈ Neue WEA

BASIS - Karte

Berechnung:
Übersicht: opt. WEA und Immissionspunkt Rosenberg-Neuenwege-Heubütt

Leibnizstraße
Ingenieurbüro PLANON
Blumenstraße 26
DE-26121 Oldenburg
0441.390.34-0

BASIS - Karte

Berechnung: Übersicht gepl. WEA und Immissionspunkt Rosenberg-Neuenwege-Heubütt



Karte: AKS georef. LGLN , Maßstab 1:5.000, Mitte: GK (3 deg)-DHDN/PD/Bessel (DE 1995 <±5m) Zone: 3 Ost: 3.441.879 Nord: 5.911.277
● Schall-Immissionsort

▲ Neue WEA

Projekt:

Windpark Rosenberg-Neuenwege-Heubült

Beschreibung:
Wichtiger Hinweis:
Die in der Berechnung angesetzten Emissionspegel der vorhandenen WEA-Typen Enercon E-40/6.44, Enercon E-66/18.70 und Enercon E-82 E2 (ohne Serrations) stellen jeweils den Mittelwert aus dreifacher Schallvermessung der WEA-Typen bei Volllast-Betrieb zzgl. eines Sicherheitszuschlages gem. Windenergiegesetz (WEE) Niedersachsen vom 24.02.2015 dar. Die bestehenden WEA in den Windparks Cornedorfe (LK Ammerland) und Varel-Hochbucht (LK Friesland) wurden vor Inkrafttreten des WEE genehmigt. Da zuvor, bei Berechnung nach LAI-Hinweisen, nur WEA-Typen mit einem Sicherheitszuschlag beaufschlagt wurden, die noch nicht dreifach schalltechnisch vermessen sind, ist davon auszugehen, dass die genehmigten Emissionspegel geringer sind, als die in dieser Berechnung im Sinne des "worst case" angesetzten Emissionspegel.

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON
Blumenstrasse 26
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfung der Vorbelastung durch vorh. WEA: 3 x Enercon E-40/6.44, 3 x E-66/18.70 und 4 x E-82 E2
Detaillierte Prognose nach TA-Lärm / DIN ISO 9613-2

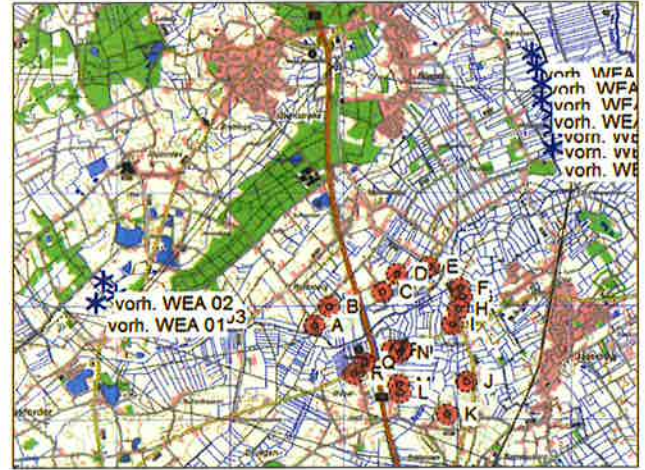
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2
"Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Lautester Wert bis 95% Nennleistung
Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, CO: 0,0 dB

Die gültigen Nacht-Immissionsrichtwerte sind entsprechend TA-Lärm festgesetzt auf:

- Industriegebiet: 70 dB(A)
- Dorf- und Mischgebiet, Außenbereich: 45 dB(A)
- Reines Wohngebiet: 35 dB(A)
- Gewerbegebiet: 50 dB(A)
- Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)
- Kur- und Feriengebiet: 35 dB(A)

Alle Koordinatenangaben in
GK (3 deg)-DHDN/PD/Bessel (DE 1995 <±5m) Zone: 3



Maßstab 1:125.000
* Existierende WEA ■ Schall-Immissionsort

WEA

Rechts	Hoch	Z	Beschreibung	WEA-Typ Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung [kW]	Rotor- durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte Quelle	Name	Windgeschw. [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzel- töne
vorh. WEA 01	3.437.639	5.912.063	10,0	Enercon	E-40/6.44	Nein	600	44,0	58,0	USER	Mittelwert 3fach-Vermessung + 2,1 dB(A)	(95%)	102,7	Nein
vorh. WEA 02	3.437.757	5.912.449	10,0	Enercon	E-40/6.44	Nein	600	44,0	58,0	USER	Mittelwert 3fach-Vermessung + 2,1 dB(A)	(95%)	102,7	Nein
vorh. WEA 03	3.437.984	5.912.198	10,0	Enercon	E-40/6.44	Nein	600	44,0	58,0	USER	Mittelwert 3fach-Vermessung + 2,1 dB(A)	(95%)	102,7	Nein
vorh. WEA 04	3.445.300	5.916.456	0,0	Enercon	E-82 E2	Ja	2.300	82,0	108,4	USER	Vollast 3-fach Vermessung 104,0 dB(A) + 2,2 dB(A)	(95%)	106,2	Nein
vorh. WEA 05	3.445.379	5.916.190	0,0	Enercon	E-82 E2	Ja	2.300	82,0	108,4	USER	Vollast 3-fach Vermessung 104,0 dB(A) + 2,2 dB(A)	(95%)	106,2	Nein
vorh. WEA 06	3.445.471	5.915.911	0,0	Enercon	E-82 E2	Ja	2.300	82,0	108,4	USER	Vollast 3-fach Vermessung 104,0 dB(A) + 2,2 dB(A)	(95%)	106,2	Nein
vorh. WEA 07	3.445.478	5.915.622	0,0	Enercon	E-82 E2	Ja	2.300	82,0	108,4	USER	Vollast 3-fach Vermessung 104,0 dB(A) + 2,2 dB(A)	(95%)	106,2	Nein
vorh. WEA 08	3.445.659	5.915.372	0,0	Enercon	E-66/18.70	Ja	1.800	70,0	65,0	USER	3fach-Vermess. 102,9 dB(A) + 2,0 dB(A)	10,0	104,9	Nein
vorh. WEA 09	3.445.664	5.915.094	0,0	Enercon	E-66/18.70	Ja	1.800	70,0	65,0	USER	3fach-Vermess. 102,9 dB(A) + 2,0 dB(A)	10,0	104,9	Nein
vorh. WEA 10	3.445.671	5.914.771	0,0	Enercon	E-66/18.70	Ja	1.800	70,0	65,0	USER	3fach-Vermess. 102,9 dB(A) + 2,0 dB(A)	10,0	104,9	Nein

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Nr.	Name	Rechts	Hoch	Z	Aufpunkthöhe [m]	Anforderungen				Beurteilungspegel				Anforderungen erfüllt?		
						Schall [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]	Schall	Schall	Schall	Schall	Schall	Schall			
A	Beekenweg 7, Rosenberg	3.441.485	5.911.640	1,4	5,0	45,0	19,1	Ja								
B	Bülterweg 4, Rosenberg	3.441.747	5.911.982	5,0	5,0	45,0	19,5	Ja								
C	Behntweg 2, Neuenwege	3.442.681	5.912.237	2,1	5,0	45,0	20,9	Ja								
D	Bülterweg 9, Neuenwege	3.442.933	5.912.550	2,5	5,0	45,0	22,3	Ja								
E	Oldenburger Str. 127, Neuenwege	3.443.490	5.912.684	0,5	5,0	45,0	24,1	Ja								
F	An der Wapel 12, Heubült	3.444.038	5.912.296	1,3	5,0	45,0	23,9	Ja								
G	An der Wapel 2, Heubült	3.444.067	5.912.155	1,3	5,0	45,0	23,4	Ja								
H	Wilhelmshavener Str. 700, Heubült	3.444.012	5.911.937	1,3	5,0	45,0	22,5	Ja								
I	Wilhelmshavener 673, Heubült	3.443.908	5.911.655	1,9	5,0	45,0	21,3	Ja								
J	Wilhelmshavener Str. 573, Heubült	3.444.156	5.910.647	4,2	5,0	45,0	18,0	Ja								
K	Barkenweg 7, Heubült	3.443.812	5.910.077	4,1	5,0	45,0	16,0	Ja								
L	Vorderweg 67, Wapeldorf	3.442.999	5.910.457	4,4	5,0	45,0	16,6	Ja								
M	Vorderweg 53a, Wapeldorf	3.442.963	5.910.605	4,1	5,0	45,0	16,9	Ja								
N	Spohler Str. 107, Wapeldorf	3.442.979	5.911.167	2,5	5,0	45,0	18,5	Ja								
O	Spohler Str. 105, Wapeldorf	3.443.013	5.911.217	2,5	5,0	45,0	18,7	Ja								
P	Spohler Str. 116, Wapeldorf (verfallen)	3.442.861	5.911.218	2,7	5,0	45,0	18,5	Ja								
Q	Spohler Str. 168, Wapeldorf	3.442.370	5.910.993	2,8	5,0	45,0	17,6	Ja								
R	Mitteldörper Weg 4A, Wapeldorf	3.442.164	5.910.803	3,1	5,0	45,0	17,2	Ja								

Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA									
	vorh. WEA 01	vorh. WEA 02	vorh. WEA 03	vorh. WEA 04	vorh. WEA 05	vorh. WEA 06	vorh. WEA 07	vorh. WEA 08	vorh. WEA 09	vorh. WEA 10
A	3868	3813	3544	6141	5986	5840	5637	5597	5419	5225
B	4107	4016	3768	5711	5556	5411	5210	5174	5001	4812
C	5043	4927	4695	4964	4784	4611	4389	4322	4129	3918
D	5314	5175	4960	4565	4384	4210	3988	3922	3731	3524

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

Windpark Rosenberg-Neuenwege-Heubütt

Beschreibung:

Wichtiger Hinweis:

Die in der Berechnung angesetzten Emissionspegel der vorhandenen WEA-Typen Enercon E-40/6.44, Enercon E-66/18.70 und Enercon E-82 E2 (ohne Serrations) stellen jeweils den Mittelwert aus dreifacher Schallvermessung der WEA-Typen bei Vollast-Betrieb zzgl. eines Sicherheitszuschlages gem. Windenergiegesetz (WEG) Niedersachsen vom 24.02.2016 dar. Die bestehenden WEA in den Windparks Conneforde (LK Ammerland) und Varel-Hochelucht (LK Friesland) wurden vor Inkrafttreten des WEG genehmigt. Da zuvor, bei Berechnung nach LAI-Hinweisen, nur WEA-Typen mit einem Sicherheitszuschlag beaufschlagt wurden, die noch nicht dreifach schalltechnisch vermessen sind, ist davon auszugehen, dass die genehmigten Emissionspegel geringer sind, als die in dieser Berechnung im Sinne des "worst case" angesetzten Emissionspegel.

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON
Blumenstrasse 26
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfung der Vorbelastung durch vorh. WEA: 3 x Enercon E-40/6.44, 3 x E-66/18.70 und 4 x E-82 E2

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Schall-Immissionsort	WEA								vorh. WEA 09	vorh. WEA 10
	vorh. WEA 01	vorh. WEA 02	vorh. WEA 03	vorh. WEA 04	vorh. WEA 05	vorh. WEA 06	vorh. WEA 07	vorh. WEA 08		
E	5882	5736	5525	4182	3981	3785	3546	3453	3244	3017
F	6401	6280	6052	4345	4117	3887	3623	3476	3235	2964
G	6426	6314	6081	4472	4241	4008	3742	3588	3344	3067
H	6372	6273	6031	4697	4466	4232	3964	3808	3562	3283
I	6280	6200	5946	4997	4766	4532	4265	4107	3860	3579
J	6666	6645	6361	5918	5674	5424	5146	4956	4694	4392
K	6482	6500	6199	6548	6308	6063	5788	5606	5346	5047
L	5593	5606	5307	6423	6205	5986	5727	5586	5346	5072
M	5518	5521	5226	6298	6083	5867	5610	5474	5237	4967
N	5413	5375	5098	5774	5565	5357	5106	4984	4755	4497
O	5438	5396	5122	5714	5505	5297	5046	4924	4695	4436
P	5288	5248	4973	5776	5571	5368	5121	5006	4781	4528
Q	4849	4835	4547	6197	6003	5812	5573	5474	5258	5015
R	4695	4702	4405	6462	6271	6083	5846	5750	5535	5294

Projekt:

Windpark Rosenberg-Neuenwege-Heubült

Beschreibung:

Wichtiger Hinweis:

Die in der Berechnung angesetzten Emissionspegel der vorhandenen WEA-Typen Enercon E-40/6,44, Enercon E-66/18,70 und Enercon E-82 E2 (ohne Serrations) stellen jeweils den Mittelwert aus dreifacher Schallvermessung der WEA-Typen bei Vollast-Betrieb zzgl. eines Sicherheitszuschlages gem. Windenergiegesetz (WEEG) Niedersachsen vom 24.02.2016 dar. Die bestehenden WEA in den Windparks Cornedorfer (LK Ammerland) und Vared-Hochelucht (LK Friesland) wurden vor Inkrafttreten des WEEG genehmigt. Da zuvor, bei Berechnung nach LAI-Hinweisen, nur WEA-Typen mit einem Sicherheitszuschlag beaufschlagt wurden, die noch nicht dreifach schalltechnisch vermessen sind, ist davon auszugehen, dass die genehmigten Emissionspegel geringer sind, als die in dieser Berechnung im Sinne des "worst case" angesetzten Emissionspegel.

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON
Blumenstrasse 26
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Prüfung der Vorbelastung durch vorh. WEA: 3 x Enercon E-40/6,44, 3 x E-66/18,70 und 4 x E-82 E2
Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

Annahmen

Berechneter $L(DW) = LWA_{ref} + K + Dc - (Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc) - Cmet$
(Wenn mit Bodeneffekt gerechnet ist $Dc = Domega$)

LWA_{ref}: Schalldruckpegel an WEA
K: Einzelöne
Dc: Richtwirkungskorrektur
Adiv: Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung
Aatm: Dämpfung aufgrund von Luftabsorption
Agr: Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts
Abar: Dämpfung aufgrund von Abschirmung
Amisc: Dämpfung aufgrund verschiedener anderer Effekte
Cmet: Meteorologische Korrektur

Berechnungsergebnisse**Schall-Immissionsort: A Beekenweg 7, Rosenberg**

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
vorh. WEA 01	3.868	3.868	31,1	Ja	11,09	102,7	3,01	82,75	7,35	4,53	0,00	0,00	94,62	0,00
vorh. WEA 02	3.813	3.814	31,3	Ja	11,32	102,7	3,01	82,63	7,25	4,52	0,00	0,00	94,39	0,00
vorh. WEA 03	3.544	3.544	31,7	Ja	12,49	102,7	3,01	81,99	6,73	4,49	0,00	0,00	93,22	0,00
vorh. WEA 04	6.141	6.142	55,6	Ja	6,28	106,2	3,01	86,77	11,67	4,49	0,00	0,00	102,93	0,00
vorh. WEA 05	5.986	5.987	55,7	Ja	6,81	106,2	3,01	86,54	11,38	4,48	0,00	0,00	102,40	0,00
vorh. WEA 06	5.840	5.841	55,6	Ja	7,31	106,2	3,01	86,33	11,10	4,48	0,00	0,00	101,90	0,00
vorh. WEA 07	5.637	5.638	55,7	Ja	8,01	106,2	3,01	86,02	10,71	4,46	0,00	0,00	101,20	0,00
vorh. WEA 08	5.597	5.597	33,8	Ja	6,72	104,9	3,01	85,96	10,63	4,59	0,00	0,00	101,19	0,00
vorh. WEA 09	5.419	5.420	34,0	Ja	7,35	104,9	3,01	85,68	10,30	4,59	0,00	0,00	100,56	0,00
vorh. WEA 10	5.225	5.226	34,1	Ja	8,04	104,9	3,01	85,36	9,93	4,58	0,00	0,00	99,87	0,00
Summe	19,10													

Schall-Immissionsort: B Bültersweg 4, Rosenberg

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
vorh. WEA 01	4.107	4.108	32,5	Ja	10,10	102,7	3,01	83,27	7,80	4,53	0,00	0,00	95,61	0,00
vorh. WEA 02	4.016	4.016	32,2	Ja	10,48	102,7	3,01	83,08	7,63	4,53	0,00	0,00	95,23	0,00
vorh. WEA 03	3.768	3.768	32,9	Ja	11,53	102,7	3,01	82,52	7,16	4,50	0,00	0,00	94,18	0,00
vorh. WEA 04	5.711	5.712	57,6	Ja	7,77	106,2	3,01	86,14	10,85	4,46	0,00	0,00	101,44	0,00
vorh. WEA 05	5.556	5.557	57,7	Ja	8,31	106,2	3,01	85,90	10,56	4,45	0,00	0,00	100,90	0,00
vorh. WEA 06	5.411	5.412	57,6	Ja	8,82	106,2	3,01	85,67	10,28	4,44	0,00	0,00	100,39	0,00
vorh. WEA 07	5.210	5.211	57,7	Ja	9,55	106,2	3,01	85,34	9,90	4,42	0,00	0,00	99,66	0,00
vorh. WEA 08	5.174	5.175	35,7	Ja	8,24	104,9	3,01	85,28	9,83	4,56	0,00	0,00	99,67	0,00
vorh. WEA 09	5.001	5.001	35,9	Ja	8,87	104,9	3,01	84,98	9,50	4,55	0,00	0,00	99,04	0,00
vorh. WEA 10	4.812	4.813	36,0	Ja	9,57	104,9	3,01	84,65	9,14	4,54	0,00	0,00	98,34	0,00
Summe	19,47													

Schall-Immissionsort: C Behntweg 2, Neuenwege

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
vorh. WEA 01	5.043	5.043	31,7	Ja	6,49	102,7	3,01	85,05	9,58	4,59	0,00	0,00	99,22	0,00
vorh. WEA 02	4.927	4.927	31,4	Ja	6,91	102,7	3,01	84,85	9,36	4,58	0,00	0,00	98,80	0,00
vorh. WEA 03	4.695	4.696	31,8	Ja	7,79	102,7	3,01	84,43	8,92	4,57	0,00	0,00	97,92	0,00
vorh. WEA 04	4.964	4.965	57,1	Ja	10,45	106,2	3,01	84,92	9,43	4,41	0,00	0,00	98,76	0,00
vorh. WEA 05	4.784	4.785	57,1	Ja	11,13	106,2	3,01	84,60	9,09	4,39	0,00	0,00	98,08	0,00
vorh. WEA 06	4.611	4.613	56,8	Ja	11,79	106,2	3,01	84,28	8,76	4,38	0,00	0,00	97,42	0,00
vorh. WEA 07	4.389	4.390	56,9	Ja	12,66	106,2	3,01	83,85	8,34	4,36	0,00	0,00	96,55	0,00
vorh. WEA 08	4.322	4.323	35,0	Ja	11,46	104,9	3,01	83,71	8,21	4,52	0,00	0,00	96,45	0,00
vorh. WEA 09	4.129	4.129	35,3	Ja	12,24	104,9	3,01	83,32	7,85	4,51	0,00	0,00	95,67	0,00
vorh. WEA 10	3.918	3.918	35,3	Ja	13,11	104,9	3,01	82,86	7,44	4,49	0,00	0,00	94,80	0,00
Summe	20,94													

Projekt:

Windpark Rosenberg-Neuenwege-Heubült

Beschreibung:

Wichtiger Hinweis:

Die in der Berechnung angesetzten Emissionspegel der vorhandenen WEA-Typen Enercon E-40/6.44, Enercon E-66/18.70 und Enercon E-82 E2 (ohne Serrations) stellen jeweils den Mittelwert aus dreifacher Schallvermessung der WEA-Typen bei Vollast-Betrieb zzgl. eines Sicherheitszuschlages gem. Windenergiegesetz (WEG) Niedersachsen vom 24.02.2016 dar. Die bestehenden WEA in den Windparks Conneforde (LK Ammerland) und Vard-Hechdecht (LK Friesland) wurden vor Inkrafttreten des WEG genehmigt. Da zuvor, bei Berechnung nach LAI-Hinweisen, nur WEA-Typen mit einem Sicherheitszuschlag beaufschlagt wurden, die noch nicht dreifach schalltechnisch vermessen sind, ist davon auszugehen, dass die genehmigten Emissionspegel geringer sind, als die in dieser Berechnung im Sinne des "worst case" angesetzten Emissionspegel.

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON
Blumenstrasse 26
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Prüfung der Vorbelastung durch vorh. WEA: 3 x Enercon E-40/6.44, 3 x E-66/18.70 und 4 x E-82 **EZSchallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

Schall-Immissionsort: D Bültersweg 9, Neuenwege

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
vorh. WEA 01	5.314	5.315	31,5	Ja	5,51	102,7	3,01	85,51	10,10	4,60	0,00	0,00	100,21	0,00	
vorh. WEA 02	5.175	5.175	31,5	Ja	6,01	102,7	3,01	85,28	9,83	4,59	0,00	0,00	99,70	0,00	
vorh. WEA 03	4.960	4.960	31,7	Ja	6,00	102,7	3,01	84,91	9,42	4,58	0,00	0,00	98,92	0,00	
vorh. WEA 04	4.565	4.567	57,4	Ja	11,97	106,2	3,01	84,19	8,68	4,37	0,00	0,00	97,24	0,00	
vorh. WEA 05	4.384	4.385	57,3	Ja	12,60	106,2	3,01	83,84	8,33	4,35	0,00	0,00	96,52	0,00	
vorh. WEA 06	4.210	4.211	57,1	Ja	13,38	106,2	3,01	83,49	8,00	4,34	0,00	0,00	95,83	0,00	
vorh. WEA 07	3.988	3.989	57,1	Ja	14,30	106,2	3,01	83,02	7,58	4,31	0,00	0,00	94,91	0,00	
vorh. WEA 08	3.922	3.922	35,2	Ja	13,09	104,9	3,01	82,87	7,45	4,49	0,00	0,00	94,82	0,00	
vorh. WEA 09	3.731	3.731	35,5	Ja	13,91	104,9	3,01	82,44	7,09	4,47	0,00	0,00	94,00	0,00	
vorh. WEA 10	3.524	3.525	35,5	Ja	14,82	104,9	3,01	81,94	6,70	4,46	0,00	0,00	93,09	0,00	
Summe	22,32														

Schall-Immissionsort: E Oldenburger Str. 127, Neuenwege

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
vorh. WEA 01	5.882	5.882	31,0	Ja	3,52	102,7	3,01	86,39	11,18	4,62	0,00	0,00	102,19	0,00	
vorh. WEA 02	5.736	5.736	31,0	Ja	4,02	102,7	3,01	86,17	10,90	4,62	0,00	0,00	101,69	0,00	
vorh. WEA 03	5.525	5.526	31,2	Ja	4,76	102,7	3,01	85,85	10,50	4,61	0,00	0,00	100,95	0,00	
vorh. WEA 04	4.182	4.183	56,6	Ja	13,49	106,2	3,01	83,43	7,95	4,34	0,00	0,00	95,72	0,00	
vorh. WEA 05	3.981	3.982	56,2	Ja	14,32	106,2	3,01	83,00	7,57	4,32	0,00	0,00	94,89	0,00	
vorh. WEA 06	3.785	3.786	56,3	Ja	15,16	106,2	3,01	82,56	7,19	4,29	0,00	0,00	94,05	0,00	
vorh. WEA 07	3.546	3.547	56,1	Ja	16,21	106,2	3,01	82,00	6,74	4,26	0,00	0,00	93,00	0,00	
vorh. WEA 08	3.453	3.453	34,6	Ja	15,13	104,9	3,01	81,76	6,56	4,46	0,00	0,00	92,78	0,00	
vorh. WEA 09	3.244	3.245	34,9	Ja	16,09	104,9	3,01	81,22	6,17	4,43	0,00	0,00	91,82	0,00	
vorh. WEA 10	3.017	3.018	34,6	Ja	17,17	104,9	3,01	80,59	5,73	4,41	0,00	0,00	90,74	0,00	
Summe	24,10														

Schall-Immissionsort: F An der Wapel 12, Heubült

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
vorh. WEA 01	6.401	6.401	32,3	Ja	1,80	102,7	3,01	87,12	12,16	4,63	0,00	0,00	103,91	0,00	
vorh. WEA 02	6.280	6.281	32,0	Ja	2,19	102,7	3,01	86,96	11,93	4,63	0,00	0,00	103,52	0,00	
vorh. WEA 03	6.052	6.053	32,4	Ja	2,95	102,7	3,01	86,64	11,50	4,62	0,00	0,00	102,76	0,00	
vorh. WEA 04	4.345	4.347	56,4	Ja	12,83	106,2	3,01	83,76	8,26	4,36	0,00	0,00	96,38	0,00	
vorh. WEA 05	4.117	4.118	56,3	Ja	13,76	106,2	3,01	83,29	7,82	4,33	0,00	0,00	95,45	0,00	
vorh. WEA 06	3.887	3.888	56,3	Ja	14,72	106,2	3,01	82,80	7,39	4,31	0,00	0,00	94,49	0,00	
vorh. WEA 07	3.623	3.624	56,4	Ja	15,87	106,2	3,01	82,18	6,89	4,27	0,00	0,00	93,34	0,00	
vorh. WEA 08	3.476	3.476	34,9	Ja	15,03	104,9	3,01	81,82	6,60	4,46	0,00	0,00	92,88	0,00	
vorh. WEA 09	3.235	3.235	34,7	Ja	16,13	104,9	3,01	81,20	6,15	4,43	0,00	0,00	91,78	0,00	
vorh. WEA 10	2.964	2.965	34,4	Ja	17,43	104,9	3,01	80,44	5,63	4,40	0,00	0,00	90,48	0,00	
Summe	23,89														

Schall-Immissionsort: G An der Wapel 2, Heubült

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
vorh. WEA 01	6.426	6.426	32,5	Ja	1,71	102,7	3,01	87,16	12,21	4,63	0,00	0,00	104,00	0,00	
vorh. WEA 02	6.314	6.315	32,2	Ja	2,08	102,7	3,01	87,01	12,00	4,63	0,00	0,00	103,63	0,00	
vorh. WEA 03	6.081	6.081	32,7	Ja	2,86	102,7	3,01	86,68	11,55	4,62	0,00	0,00	102,85	0,00	
vorh. WEA 04	4.472	4.474	56,4	Ja	12,33	106,2	3,01	84,01	8,50	4,37	0,00	0,00	96,88	0,00	
vorh. WEA 05	4.241	4.242	56,3	Ja	13,25	106,2	3,01	83,55	8,06	4,35	0,00	0,00	95,96	0,00	
vorh. WEA 06	4.008	4.010	56,3	Ja	14,21	106,2	3,01	83,06	7,62	4,32	0,00	0,00	95,00	0,00	
vorh. WEA 07	3.742	3.743	56,5	Ja	15,35	106,2	3,01	82,46	7,11	4,28	0,00	0,00	93,86	0,00	
vorh. WEA 08	3.588	3.588	34,8	Ja	14,53	104,9	3,01	82,10	6,82	4,47	0,00	0,00	93,38	0,00	
vorh. WEA 09	3.344	3.344	34,7	Ja	15,63	104,9	3,01	81,49	6,35	4,45	0,00	0,00	92,28	0,00	
vorh. WEA 10	3.067	3.068	34,4	Ja	16,93	104,9	3,01	80,74	5,83	4,42	0,00	0,00	90,98	0,00	
Summe	23,39														

Projekt:

Windpark Rosenberg-Neuenwege-Heubült

Beschreibung:

Wichtiger Hinweis:

Die in der Berechnung angesetzten Emissionspegel der vorhandenen WEA-Typen Enercon E-40/6.44, Enercon E-66/18.70 und Enercon E-82 E2 (ohne Serrations) stellen jeweils den Mittelwert aus dreifacher Schallvermessung der WEA-Typen bei Vollast-Betrieb zzgl. eines Sicherheitszuschlages gem. Windenergiegesetz (WEE) Niedersachsen vom 24.02.2016 dar. Die bestehenden WEA in den Windparks Conneforde (LK Ammerland) und Vard-Hochelucht (LK Friesland) wurden vor Inkrafttreten des WEE genehmigt. Da zuvor, bei Berechnung nach LAI-Hinweisen, nur WEA-Typen mit einem Sicherheitszuschlag beaufschlagt wurden, die noch nicht dreifach schalltechnisch vermessen sind, ist davon auszugehen, dass die genehmigten Emissionspegel geringer sind, als die in dieser Berechnung im Sinne des "worst case" angesetzten Emissionspegel.

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON
Blumenstrasse 26
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Prüfung der Vorbelastung durch vorh. WEA: 3 x Enercon E-40/6.44, 3 x E-66/18.70 und 4 x E-82 E2 **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

Schall-Immissionsort: H Wilhelmshavener Str. 700, Heubült

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
vorh. WEA 01	6.372	6.372	32,5	Ja	1,89	102,7	3,01	87,09	12,11	4,63	0,00	0,00	103,82	0,00
vorh. WEA 02	6.273	6.274	32,2	Ja	2,21	102,7	3,01	86,95	11,92	4,62	0,00	0,00	103,50	0,00
vorh. WEA 03	6.031	6.032	32,7	Ja	3,03	102,7	3,01	86,61	11,46	4,62	0,00	0,00	102,68	0,00
vorh. WEA 04	4.697	4.698	56,4	Ja	11,45	106,2	3,01	84,44	8,93	4,39	0,00	0,00	97,76	0,00
vorh. WEA 05	4.466	4.467	56,3	Ja	12,35	106,2	3,01	84,00	8,49	4,37	0,00	0,00	96,86	0,00
vorh. WEA 06	4.232	4.233	56,3	Ja	13,29	106,2	3,01	83,53	8,04	4,35	0,00	0,00	95,92	0,00
vorh. WEA 07	3.964	3.966	56,5	Ja	14,40	106,2	3,01	82,97	7,53	4,31	0,00	0,00	94,81	0,00
vorh. WEA 08	3.808	3.808	34,8	Ja	13,57	104,9	3,01	82,61	7,24	4,49	0,00	0,00	94,34	0,00
vorh. WEA 09	3.562	3.562	34,7	Ja	14,64	104,9	3,01	82,03	6,77	4,47	0,00	0,00	93,27	0,00
vorh. WEA 10	3.283	3.283	34,4	Ja	15,90	104,9	3,01	81,33	6,24	4,44	0,00	0,00	92,01	0,00
Summe													22,46	

Schall-Immissionsort: I Wilhelmshavener 673, Heubült

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
vorh. WEA 01	6.280	6.280	32,8	Ja	2,20	102,7	3,01	86,96	11,93	4,62	0,00	0,00	103,51	0,00
vorh. WEA 02	6.200	6.200	32,5	Ja	2,46	102,7	3,01	86,85	11,78	4,62	0,00	0,00	103,25	0,00
vorh. WEA 03	5.946	5.947	33,1	Ja	3,32	102,7	3,01	86,49	11,30	4,61	0,00	0,00	102,39	0,00
vorh. WEA 04	4.997	4.998	56,6	Ja	10,33	106,2	3,01	84,98	9,50	4,41	0,00	0,00	98,88	0,00
vorh. WEA 05	4.766	4.767	56,6	Ja	11,19	106,2	3,01	84,56	9,06	4,40	0,00	0,00	98,02	0,00
vorh. WEA 06	4.532	4.533	56,6	Ja	12,09	106,2	3,01	84,13	8,61	4,37	0,00	0,00	97,12	0,00
vorh. WEA 07	4.265	4.266	56,7	Ja	13,16	106,2	3,01	83,60	8,11	4,35	0,00	0,00	96,05	0,00
vorh. WEA 08	4.107	4.108	35,0	Ja	12,33	104,9	3,01	83,27	7,80	4,51	0,00	0,00	95,58	0,00
vorh. WEA 09	3.860	3.860	34,9	Ja	13,35	104,9	3,01	82,73	7,33	4,49	0,00	0,00	94,56	0,00
vorh. WEA 10	3.579	3.579	34,6	Ja	14,56	104,9	3,01	82,08	6,80	4,47	0,00	0,00	93,35	0,00
Summe													21,26	

Schall-Immissionsort: J Wilhelmshavener Str. 573, Heubült

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
vorh. WEA 01	6.666	6.667	34,0	Ja	0,94	102,7	3,01	87,48	12,67	4,63	0,00	0,00	104,77	0,00
vorh. WEA 02	6.645	6.646	34,4	Ja	1,01	102,7	3,01	87,45	12,63	4,62	0,00	0,00	104,70	0,00
vorh. WEA 03	6.361	6.362	34,6	Ja	1,94	102,7	3,01	87,07	12,09	4,61	0,00	0,00	103,77	0,00
vorh. WEA 04	5.918	5.919	57,5	Ja	7,05	106,2	3,01	86,45	11,25	4,47	0,00	0,00	102,16	0,00
vorh. WEA 05	5.674	5.675	57,5	Ja	7,89	106,2	3,01	86,08	10,78	4,45	0,00	0,00	101,32	0,00
vorh. WEA 06	5.424	5.425	57,6	Ja	8,78	106,2	3,01	85,69	10,31	4,44	0,00	0,00	100,43	0,00
vorh. WEA 07	5.146	5.147	57,6	Ja	9,78	106,2	3,01	85,23	9,78	4,42	0,00	0,00	99,43	0,00
vorh. WEA 08	4.956	4.957	35,7	Ja	9,03	104,9	3,01	84,90	9,42	4,55	0,00	0,00	98,88	0,00
vorh. WEA 09	4.694	4.694	35,6	Ja	10,02	104,9	3,01	84,43	8,92	4,54	0,00	0,00	97,89	0,00
vorh. WEA 10	4.392	4.392	35,6	Ja	11,19	104,9	3,01	83,85	8,34	4,52	0,00	0,00	96,72	0,00
Summe													18,03	

Schall-Immissionsort: K Barkenweg 7, Heubült

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
vorh. WEA 01	6.482	6.482	33,0	Ja	1,53	102,7	3,01	87,23	12,32	4,63	0,00	0,00	104,18	0,00
vorh. WEA 02	6.500	6.501	33,4	Ja	1,47	102,7	3,01	87,26	12,35	4,62	0,00	0,00	104,24	0,00
vorh. WEA 03	6.199	6.200	33,5	Ja	2,47	102,7	3,01	86,85	11,78	4,62	0,00	0,00	103,24	0,00
vorh. WEA 04	6.548	6.548	57,3	Ja	4,94	106,2	3,01	87,32	12,44	4,50	0,00	0,00	104,27	0,00
vorh. WEA 05	6.308	6.309	57,4	Ja	5,73	106,2	3,01	87,00	11,99	4,49	0,00	0,00	103,48	0,00
vorh. WEA 06	6.063	6.064	57,5	Ja	6,56	106,2	3,01	86,65	11,52	4,48	0,00	0,00	102,65	0,00
vorh. WEA 07	5.788	5.788	57,4	Ja	7,50	106,2	3,01	86,25	11,00	4,46	0,00	0,00	101,71	0,00
vorh. WEA 08	5.606	5.606	35,6	Ja	6,70	104,9	3,01	85,97	10,65	4,58	0,00	0,00	101,21	0,00
vorh. WEA 09	5.346	5.346	35,5	Ja	7,62	104,9	3,01	85,56	10,16	4,57	0,00	0,00	100,29	0,00
vorh. WEA 10	5.047	5.047	35,4	Ja	8,70	104,9	3,01	85,06	9,59	4,56	0,00	0,00	99,21	0,00
Summe													15,96	

Projekt:

Windpark Rosenberg-Neuenwege-Heubütt

Beschreibung:

Wichtiger Hinweis:

Die in der Berechnung angesetzten Emissionspegel der vorhandenen WEA-Typen Enercon E-40/6.44, Enercon E-66/18.70 und Enercon E-82 E2 (ohne Serrations) stellen jeweils den Mittelwert aus dreifacher Schallvermessung der WEA-Typen bei Vollast-Betrieb zzgl. eines Sicherheitszuschlages gem. Windenergiegesetz (WEE) Niedersachsen vom 24.02.2016 dar. Die bestehenden WEA in den Windparks Conneforde (LK Ammerland) und Vard-Hochelucht (LK Friesland) wurden vor Inkrafttreten des WEE genehmigt. Da zuvor, bei Berechnung nach LAL-Hinweisen, nur WEA-Typen mit einem Sicherheitszuschlag beaufschlagt wurden, die noch nicht dreifach schalltechnisch vermessen sind, ist davon auszugehen, dass die genehmigten Emissionspegel geringer sind, als die in dieser Berechnung im Sinne des "worst case" angesetzten Emissionspegel.

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLAnkon
Blumenstrasse 26
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Prüfung der Vorbelastung durch vorh. WEA: 3 x Enercon E-40/6.44, 3 x E-66/18.70 und 4 x E-82 E2 **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

Schall-Immissionsort: L Vorderweg 67, Wapoldorf

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
vorh. WEA 01	5.593	5.594	33,0	Ja	4,53	102,7	3,01	85,95	10,63	4,60	0,00	0,00	101,18	0,00	
vorh. WEA 02	5.606	5.606	33,4	Ja	4,49	102,7	3,01	85,97	10,65	4,60	0,00	0,00	101,22	0,00	
vorh. WEA 03	5.307	5.307	33,6	Ja	5,55	102,7	3,01	85,50	10,08	4,58	0,00	0,00	100,16	0,00	
vorh. WEA 04	6.423	6.423	58,0	Ja	5,36	106,2	3,01	87,16	12,20	4,49	0,00	0,00	103,85	0,00	
vorh. WEA 05	6.205	6.206	57,9	Ja	6,08	106,2	3,01	86,86	11,79	4,48	0,00	0,00	103,13	0,00	
vorh. WEA 06	5.986	5.986	57,8	Ja	6,02	106,2	3,01	86,54	11,37	4,47	0,00	0,00	102,39	0,00	
vorh. WEA 07	5.727	5.728	57,7	Ja	7,71	106,2	3,01	86,16	10,88	4,46	0,00	0,00	101,50	0,00	
vorh. WEA 08	5.586	5.587	36,1	Ja	6,77	104,9	3,01	85,94	10,61	4,58	0,00	0,00	101,14	0,00	
vorh. WEA 09	5.346	5.346	36,0	Ja	7,62	104,9	3,01	85,56	10,16	4,57	0,00	0,00	100,29	0,00	
vorh. WEA 10	5.072	5.073	35,8	Ja	8,61	104,9	3,01	85,10	9,64	4,56	0,00	0,00	99,30	0,00	
Summe	16,55														

Schall-Immissionsort: M Vorderweg 53a, Wapoldorf

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
vorh. WEA 01	5.518	5.518	33,0	Ja	4,79	102,7	3,01	85,84	10,48	4,60	0,00	0,00	100,92	0,00	
vorh. WEA 02	5.521	5.521	33,5	Ja	4,79	102,7	3,01	85,84	10,49	4,59	0,00	0,00	100,92	0,00	
vorh. WEA 03	5.226	5.226	33,6	Ja	5,84	102,7	3,01	85,36	9,93	4,58	0,00	0,00	99,87	0,00	
vorh. WEA 04	6.298	6.299	58,0	Ja	5,77	106,2	3,01	86,99	11,97	4,49	0,00	0,00	103,44	0,00	
vorh. WEA 05	6.083	6.084	57,8	Ja	6,49	106,2	3,01	86,68	11,56	4,48	0,00	0,00	102,72	0,00	
vorh. WEA 06	5.867	5.867	57,8	Ja	7,23	106,2	3,01	86,37	11,15	4,46	0,00	0,00	101,98	0,00	
vorh. WEA 07	5.610	5.611	57,6	Ja	8,12	106,2	3,01	85,98	10,66	4,45	0,00	0,00	101,09	0,00	
vorh. WEA 08	5.474	5.475	36,1	Ja	7,17	104,9	3,01	85,77	10,40	4,58	0,00	0,00	100,74	0,00	
vorh. WEA 09	5.237	5.237	35,9	Ja	8,01	104,9	3,01	85,38	9,95	4,57	0,00	0,00	99,90	0,00	
vorh. WEA 10	4.967	4.967	35,7	Ja	9,00	104,9	3,01	84,92	9,44	4,55	0,00	0,00	98,91	0,00	
Summe	16,93														

Schall-Immissionsort: N Spohler Str. 107, Wapoldorf

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
vorh. WEA 01	5.413	5.413	32,8	Ja	5,16	102,7	3,01	85,67	10,28	4,59	0,00	0,00	100,55	0,00	
vorh. WEA 02	5.375	5.375	32,9	Ja	5,30	102,7	3,01	85,61	10,21	4,59	0,00	0,00	100,41	0,00	
vorh. WEA 03	5.098	5.099	33,2	Ja	6,30	102,7	3,01	85,15	9,69	4,58	0,00	0,00	99,41	0,00	
vorh. WEA 04	5.774	5.774	57,4	Ja	7,55	106,2	3,01	86,23	10,97	4,46	0,00	0,00	101,66	0,00	
vorh. WEA 05	5.565	5.566	57,1	Ja	8,28	106,2	3,01	85,91	10,57	4,45	0,00	0,00	100,93	0,00	
vorh. WEA 06	5.357	5.358	57,2	Ja	9,02	106,2	3,01	85,58	10,18	4,44	0,00	0,00	100,19	0,00	
vorh. WEA 07	5.106	5.107	57,1	Ja	9,92	106,2	3,01	85,16	9,70	4,42	0,00	0,00	99,29	0,00	
vorh. WEA 08	4.984	4.985	35,5	Ja	8,93	104,9	3,01	84,95	9,47	4,56	0,00	0,00	98,98	0,00	
vorh. WEA 09	4.755	4.756	35,4	Ja	9,78	104,9	3,01	84,54	9,04	4,55	0,00	0,00	98,13	0,00	
vorh. WEA 10	4.497	4.497	35,1	Ja	10,77	104,9	3,01	84,06	8,54	4,53	0,00	0,00	97,14	0,00	
Summe	18,48														

Schall-Immissionsort: O Spohler Str. 105, Wapoldorf

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
vorh. WEA 01	5.438	5.438	32,8	Ja	5,07	102,7	3,01	85,71	10,33	4,59	0,00	0,00	100,64	0,00	
vorh. WEA 02	5.396	5.397	32,9	Ja	5,22	102,7	3,01	85,64	10,25	4,59	0,00	0,00	100,49	0,00	
vorh. WEA 03	5.122	5.122	33,2	Ja	6,21	102,7	3,01	85,19	9,73	4,58	0,00	0,00	99,50	0,00	
vorh. WEA 04	5.714	5.715	57,4	Ja	7,75	106,2	3,01	86,14	10,86	4,46	0,00	0,00	101,46	0,00	
vorh. WEA 05	5.505	5.506	57,1	Ja	8,49	106,2	3,01	85,82	10,46	4,45	0,00	0,00	100,72	0,00	
vorh. WEA 06	5.297	5.297	57,2	Ja	9,23	106,2	3,01	85,48	10,07	4,43	0,00	0,00	99,98	0,00	
vorh. WEA 07	5.046	5.047	57,1	Ja	10,15	106,2	3,01	85,06	9,59	4,41	0,00	0,00	99,06	0,00	
vorh. WEA 08	4.924	4.924	35,6	Ja	9,15	104,9	3,01	84,85	9,36	4,55	0,00	0,00	98,76	0,00	
vorh. WEA 09	4.695	4.695	35,4	Ja	10,01	104,9	3,01	84,43	8,92	4,54	0,00	0,00	97,90	0,00	
vorh. WEA 10	4.436	4.437	35,1	Ja	11,01	104,9	3,01	83,94	8,43	4,53	0,00	0,00	96,90	0,00	
Summe	18,65														

Projekt:

Windpark Rosenberg-Neuenwege-Heubült

Beschreibung:

Wichtiger Hinweis:

Die in der Berechnung angesetzten Emissionspegel der vorhandenen WEA-Typen Enercon E-40/6.44, Enercon E-66/18.70 und Enercon E-82 E2 (ohne Serrations) stellen jeweils den Mittelwert aus dreifacher Schallvermessung der WEA-Typen bei Vollast-Betrieb zzgl. eines Sicherheitszuschlages gem. Windenergiegesetz (WEE) Niedersachsen vom 24.02.2016 dar. Die bestehenden WEA in den Windparks Conneforde (LK Ammerland) und Varel-Hochelucht (LK Friesland) wurden vor Inbetriebnahme des WEE genehmigt. Da zuvor, bei Berechnung nach LAI-Hinweisen, nur WEA-Typen mit einem Sicherheitszuschlag beaufschlagt wurden, die noch nicht dreifach schalltechnisch vermessen sind, ist davon auszugehen, dass die genehmigten Emissionspegel geringer sind, als die in dieser Berechnung im Sinne des "worst case" angesetzten Emissionspegel.

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON
Blumenstrasse 26
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Prüfung der Vorbelastung durch vorh. WEA: 3 x Enercon E-40/6.44, 3 x E-66/18.70 und 4 x E-82 E2 **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

Schall-Immissionsort: P Spohler Str. 116, Wapeldorf (verfallen)

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
vorh. WEA 01	5.288	5.288	32,8	Ja	5,61	102,7	3,01	85,47	10,05	4,59	0,00	0,00	100,10	0,00
vorh. WEA 02	5.248	5.249	33,0	Ja	5,75	102,7	3,01	85,40	9,97	4,59	0,00	0,00	99,96	0,00
vorh. WEA 03	4.973	4.973	33,3	Ja	6,76	102,7	3,01	84,93	9,45	4,57	0,00	0,00	98,95	0,00
vorh. WEA 04	5.776	5.777	57,6	Ja	7,54	106,2	3,01	86,23	10,98	4,46	0,00	0,00	101,67	0,00
vorh. WEA 05	5.571	5.572	57,2	Ja	8,25	106,2	3,01	85,92	10,59	4,45	0,00	0,00	100,96	0,00
vorh. WEA 06	5.368	5.369	57,3	Ja	8,98	106,2	3,01	85,60	10,20	4,44	0,00	0,00	100,23	0,00
vorh. WEA 07	5.121	5.122	57,2	Ja	9,87	106,2	3,01	85,19	9,73	4,42	0,00	0,00	99,34	0,00
vorh. WEA 08	5.006	5.007	35,8	Ja	8,85	104,9	3,01	84,99	9,51	4,56	0,00	0,00	99,06	0,00
vorh. WEA 09	4.781	4.782	35,6	Ja	9,69	104,9	3,01	84,59	9,09	4,55	0,00	0,00	98,22	0,00
vorh. WEA 10	4.528	4.528	35,3	Ja	10,65	104,9	3,01	84,12	8,60	4,53	0,00	0,00	97,26	0,00
Summe	18,50													

Schall-Immissionsort: Q Spohler Str. 168, Wapeldorf

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
vorh. WEA 01	4.849	4.849	32,5	Ja	7,21	102,7	3,01	84,71	9,21	4,57	0,00	0,00	98,50	0,00
vorh. WEA 02	4.835	4.836	32,9	Ja	7,27	102,7	3,01	84,69	9,19	4,57	0,00	0,00	98,44	0,00
vorh. WEA 03	4.547	4.547	33,1	Ja	8,36	102,7	3,01	84,15	8,64	4,55	0,00	0,00	97,35	0,00
vorh. WEA 04	6.197	6.197	57,5	Ja	6,11	106,2	3,01	86,84	11,78	4,48	0,00	0,00	103,10	0,00
vorh. WEA 05	6.003	6.004	57,4	Ja	6,76	106,2	3,01	86,57	11,41	4,47	0,00	0,00	102,45	0,00
vorh. WEA 06	5.812	5.813	57,3	Ja	7,42	106,2	3,01	86,29	11,04	4,46	0,00	0,00	101,79	0,00
vorh. WEA 07	5.573	5.574	57,3	Ja	8,25	106,2	3,01	85,92	10,59	4,45	0,00	0,00	100,96	0,00
vorh. WEA 08	5.474	5.475	35,8	Ja	7,16	104,9	3,01	85,77	10,40	4,58	0,00	0,00	100,75	0,00
vorh. WEA 09	5.258	5.258	35,8	Ja	7,93	104,9	3,01	85,42	9,99	4,57	0,00	0,00	99,98	0,00
vorh. WEA 10	5.015	5.015	35,5	Ja	8,82	104,9	3,01	85,01	9,53	4,56	0,00	0,00	99,09	0,00
Summe	17,60													

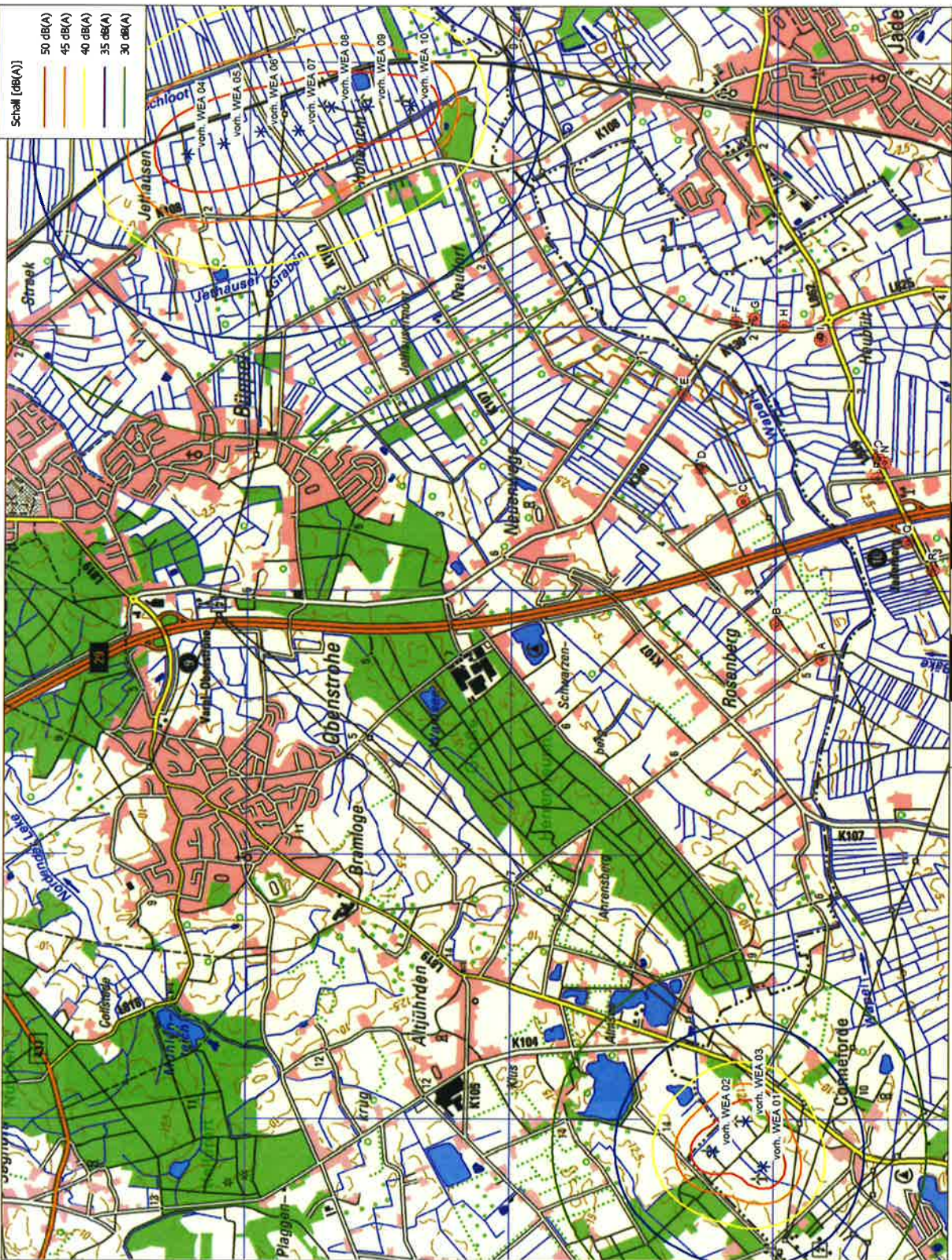
Schall-Immissionsort: R Mitteldörper Weg 4A, Wapeldorf

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
vorh. WEA 01	4.695	4.696	32,3	Ja	7,79	102,7	3,01	84,43	8,92	4,57	0,00	0,00	97,92	0,00
vorh. WEA 02	4.702	4.703	32,7	Ja	7,76	102,7	3,01	84,45	8,94	4,56	0,00	0,00	97,95	0,00
vorh. WEA 03	4.405	4.405	32,9	Ja	8,92	102,7	3,01	83,88	8,37	4,54	0,00	0,00	96,79	0,00
vorh. WEA 04	6.462	6.463	57,7	Ja	5,23	106,2	3,01	87,21	12,28	4,50	0,00	0,00	103,98	0,00
vorh. WEA 05	6.271	6.272	57,5	Ja	5,86	106,2	3,01	86,95	11,92	4,49	0,00	0,00	103,35	0,00
vorh. WEA 06	6.083	6.083	57,4	Ja	6,49	106,2	3,01	86,68	11,56	4,48	0,00	0,00	102,72	0,00
vorh. WEA 07	5.846	5.847	57,4	Ja	7,30	106,2	3,01	86,34	11,11	4,47	0,00	0,00	101,91	0,00
vorh. WEA 08	5.750	5.750	35,9	Ja	6,20	104,9	3,01	86,19	10,93	4,59	0,00	0,00	101,71	0,00
vorh. WEA 09	5.535	5.535	36,0	Ja	6,95	104,9	3,01	85,86	10,52	4,58	0,00	0,00	100,96	0,00
vorh. WEA 10	5.294	5.294	35,7	Ja	7,81	104,9	3,01	85,48	10,06	4,57	0,00	0,00	100,10	0,00
Summe	17,16													

Bemerkung:

Wichtiger Hinweis:

Die in der Berechnung angesetzten Emissionspegel der vorhandenen WEA-Typen Enercon E-40/6.44, Enercon E-56/18.70 und Enercon E-82 E2 (ohne Serrations) stellen jeweils den Mittelwert aus dreifacher Schallvermessung der WEA-Typen bei Vollast-Betrieb zzgl. eines Sicherheitszuschlages gem. Windvergehläss (WVE) Niedersachen vom 24.02.2016 dar. Die bestehenden WEA in den Windparks Connedford (UK Anmerhavd) und Varel-Hochelucht (UK Friedland) wurden vor Inbetriebnahme des WEE genehmigt. Da zuvor, bei Berechnung nach LA-Hinweisen, nur WEA-Typen mit einem Sicherheitszuschlag beaufschlagt wurden, die noch nicht überlappungsscheinlich vermessenen sind, ist davon auszugehen, dass die genehmigten Emissionspegel geringer sind, als die in dieser Berechnung im Sinne des "worst case" angesetzten Emissionspegel.



DECIBEL - Karte Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Berechnung: Prüfung der Umstellung durch vorh. WEA. 13 Enercon E-40/6.44, 3 Enercon E-56/18.70 und 1 Enercon E-82 E2

Lautstärker Anwender:
Ingenieurbüro PLANION
 Blumenstrasse 26
 DE-26121 Oldenburg
 0441.390.34-0

Karte: TKSU Heubütt akt., Maßstab 1:30.000, Mitte: GK (3 deg)-DHDN/PPD/Bessel (DE 1955 <+5m) Zone: 3 Ost: 3.441.655 Nord: 5.914.260
 Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland, Windgeschw.: Lautester Wert bis 95% Nennleistung
 Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt

* Existierende WEA

Projekt:

Windpark Rosenberg-Neuenwege-Heubült

Beschreibung:

Wichtiger Hinweis:
Für die Biogasanlage Neuenwege erfolgt die Annahme eines "worst case"-Schallpegels repräsentativ für die Biogasanlage samt aller zugehörigen Anlagen (BHKW, Rührwerke, Gebläse, Separation, Entschwefelung, Pumpe, Kompressor). Gemäß einem vorliegenden Auszug aus dem Schallgutachten zur Errichtung der Biogasanlage Neuenwege vom November 2011 wird der nächtliche Richtwert in Höhe von 45 dB(A) am nächstgelegenen Wohnhaus eingehalten. Unter der "worst case"-Annahme der nächtlichen Richtwert-Ausschöpfung am nächstgelegenen Wohnhaus, ermittelt wurde das Wohnhaus Oldenburger Straße 126 in Varel-Neuenwege (hier als "zusätzl. IP" bezeichnet), wird ein Schallleistungspegel in Höhe von 101,5 dB(A) angesetzt. Für die Lage der repräsentativen Punkt-Schallquelle wurde der Standort des Blockheizkraftwerkes (BHKW) in einer Höhe von 3 m über Geländeoberkante verwendet.

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON
Blumenstrasse 26
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfung der Vorbelastung durch die Biogasanlage Neuenwege

Detaillierte Prognose nach TA-Lärm / DIN ISO 9613-2

Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2
"Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 0,0 dB

Die gültigen Nacht-Immissionsrichtwerte sind entsprechend TA-Lärm festgesetzt auf:

- Industriegebiet: 70 dB(A)
- Dorf- und Mischgebiet, Außenbereich: 45 dB(A)
- Reines Wohngebiet: 35 dB(A)
- Gewerbegebiet: 50 dB(A)
- Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)
- Kur- und Feriengebiet: 35 dB(A)

Alle Koordinatenangaben in
GK (3 deg)-DHDN/PD/Bessel (DE 1995 <±5m) Zone: 3



Maßstab 1:75.000

* Existierende WEA ■ Schall-Immissionsort

WEA

Rechts	Hoch	Z	Beschreibung	WEA-Typ	Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte	Quelle	Name	Windgeschw. [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzel-töne
3.442.782	5.913.154	1,4	Biogasanlage Neue...	Nein	ABC	Experimental-1/1	1	1,0	3,0	USER	Annahme	BGA Neuenwege gesamt	(95%)	101,5	Nein	

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort	Name	Rechts	Hoch	Z	Aufpunkthöhe [m]	Anforderungen		Anforderungen erfüllt?
						Schall [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]	
A	Beekenweg 7, Rosenberg	3.441.485	5.911.640	1,4	5,0	45,0	19,0	Ja
B	Bülterweg 4, Rosenberg	3.441.747	5.911.982	5,0	5,0	45,0	22,0	Ja
C	Behntweg 2, Neuenwege	3.442.681	5.912.237	2,1	5,0	45,0	27,8	Ja
D	Bülterweg 9, Neuenwege	3.442.933	5.912.550	2,5	5,0	45,0	31,9	Ja
E	Oldenburger Str. 127, Neuenwege	3.443.490	5.912.684	0,5	5,0	45,0	28,7	Ja
F	An der Wapel 12, Heubült	3.444.038	5.912.296	1,3	5,0	45,0	22,3	Ja
G	An der Wapel 2, Heubült	3.444.067	5.912.155	1,3	5,0	45,0	21,5	Ja
H	Wilhelmshavener Str. 700, Heubült	3.444.012	5.911.937	1,3	5,0	45,0	20,8	Ja
I	Wilhelmshavener 673, Heubült	3.443.908	5.911.655	1,9	5,0	45,0	19,8	Ja
J	Wilhelmshavener Str. 573, Heubült	3.444.156	5.910.647	4,2	5,0	45,0	14,2	Ja
K	Barkenweg 7, Heubült	3.443.812	5.910.077	4,1	5,0	45,0	12,4	Ja
L	Vorderweg 67, Wapeldorf	3.442.999	5.910.457	4,4	5,0	45,0	15,0	Ja
M	Vorderweg 53a, Wapeldorf	3.442.963	5.910.605	4,1	5,0	45,0	15,8	Ja
N	Spohler Str. 107, Wapeldorf	3.442.979	5.911.167	2,5	5,0	45,0	19,0	Ja
O	Spohler Str. 105, Wapeldorf	3.443.013	5.911.217	2,5	5,0	45,0	19,3	Ja
P	Spohler Str. 116, Wapeldorf (verfallen)	3.442.861	5.911.218	2,7	5,0	45,0	19,4	Ja
Q	Spohler Str. 168, Wapeldorf	3.442.370	5.910.993	2,8	5,0	45,0	17,8	Ja
R	Mitteldörper Weg 4A, Wapeldorf	3.442.164	5.910.803	3,1	5,0	45,0	16,4	Ja
zusätzl. IP	Oldenburger Str. 126, Neuenwege	3.442.734	5.913.309	2,4	5,0	45,0	45,1	Nein

Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA	Abstand (m)
A	BGA Neuenwege	1992
B	BGA Neuenwege	1563
C	BGA Neuenwege	922
D	BGA Neuenwege	622
E	BGA Neuenwege	850
F	BGA Neuenwege	1521
G	BGA Neuenwege	1627
H	BGA Neuenwege	1730
I	BGA Neuenwege	1874
J	BGA Neuenwege	2858

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

Windpark Rosenberg-Neuenwege-Heubütt

Beschreibung:

Wichtiger Hinweis:

Für die Biogasanlage Neuenwege erfolgt die Annahme eines "worst case"-Schallpegels repräsentativ für die Biogasanlage samt aller zugehörigen Anlagen (BHKW, Rührwerke, Gekläse, Separation, Entschwefelung, Pumpe, Kompressor). Gemäß einem vorliegenden Auszug aus dem Schallgutachten zur Errichtung der Biogasanlage Neuenwege vom November 2011 wird der nächtliche Richtwert in Höhe von 45 dB(A) am nächstgelegenen Wohnhaus eingehalten. Unter der "worst case"-Annahme der nächtlichen Richtwert-Ausschöpfung am nächstgelegenen Wohnhaus, ermittelt wurde das Wohnhaus Oldenburger Straße 126 in Varrel-Neuenwege (hier als "zusätzl. IP" bezeichnet), wird ein Schallleistungspegel in Höhe von 101,5 dB(A) angesetzt. Für die Lage der repräsentativen Punkt-Schallquelle wurde der Standort des Blockheizkraftwerkes (BHKW) in einer Höhe von 3 m über Geländeoberkante verwendet.

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON
Blumenstrasse 26
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfung der Vorbelastung durch die Biogasanlage Neuenwege

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Schall-Immissionsort	WEA	BGA Neuenwege
K		3243
L		2704
M		2554
N		1996
O		1950
P		1937
Q		2199
R		2430
zusätzl. IP		162

Projekt:

Windpark Rosenberg-Neuenwege-Heubült

Beschreibung:

Wichtiger Hinweis:
Für die Biogasanlage Neuenwege erfolgt die Annahme eines "worst case"-Schallpegels repräsentativ für die Biogasanlage samt aller zugehörigen Anlagen (BHKW, Rührwerke, Gebläse, Separation, Entschwefelung, Pumpe, Kompressor). Gemäß einem vorliegenden Auszug aus dem Schallgutachten zur Errichtung der Biogasanlage Neuenwege vom November 2011 wird der nächtliche Richtwert in Höhe von 45 dB(A) am nächstgelegenen Wohnhaus eingehalten. Unter der "worst case"-Annahme der nächtlichen Richtwert-Ausschöpfung am nächstgelegenen Wohnhaus, ermittelt wurde das Wohnhaus Oldenburger Straße 126 in Varel-Neuenwege (hier als "zusätzl. IP" bezeichnet), wird ein Schallleistungspegel in Höhe von 101,5 dB(A) angesetzt. Für die Lage der repräsentativen Punkt-Schallquelle wurde der Standort des Blockheizkraftwerkes (BHKW) in einer Höhe von 3 m über Geländeerbenke verwendet.

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON
Blumenstrasse 26
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Prüfung der Vorbelastung durch die Biogasanlage Neuenwege **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s
Annahmen

Berechneter L(DW) = LWA,ref + K + Dc - (Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc) - Cmet
(Wenn mit Bodeneffekt gerechnet ist Dc = Domega)

LWA,ref:	Schalldruckpegel an WEA
K:	Einzelöne
Dc:	Richtwirkungskorrektur
Adiv:	Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung
Aatm:	Dämpfung aufgrund von Luftabsorption
Agr:	Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts
Abar:	Dämpfung aufgrund von Abschirmung
Amisc:	Dämpfung aufgrund verschiedener anderer Effekte
Cmet:	Meteorologische Korrektur

Berechnungsergebnisse

Schall-Immissionsort: A Beekenweg 7, Rosenberg

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
BGA Neuenwege	1.992	1.992	2,0	Ja	18,97	101,5	3,01	76,99	3,79	4,77	0,00	0,00	85,54	0,00
Summe	18,97													

Schall-Immissionsort: B Bültersweg 4, Rosenberg

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
BGA Neuenwege	1.563	1.563	4,0	Ja	21,95	101,5	3,01	74,88	2,97	4,71	0,00	0,00	82,56	0,00
Summe	21,95													

Schall-Immissionsort: C Behntweg 2, Neuenwege

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
BGA Neuenwege	922	922	4,0	Ja	27,82	101,5	3,01	70,29	1,75	4,65	0,00	0,00	76,69	0,00
Summe	27,82													

Schall-Immissionsort: D Bültersweg 9, Neuenwege

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
BGA Neuenwege	622	622	3,8	Ja	31,86	101,5	3,01	66,88	1,18	4,59	0,00	0,00	72,65	0,00
Summe	31,86													

Schall-Immissionsort: E Oldenburger Str. 127, Neuenwege

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
BGA Neuenwege	850	850	3,7	Ja	28,66	101,5	3,01	69,58	1,61	4,65	0,00	0,00	75,85	0,00
Summe	28,66													

Schall-Immissionsort: F An der Wapel 12, Heubült

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
					Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]
BGA Neuenwege	1.521	1.521	4,5	Ja	22,28	101,5	3,01	74,64	2,89	4,70	0,00	0,00	82,23	0,00
Summe	22,28													

Projekt:

Windpark Rosenberg-Neuenwege-Heubült

Beschreibung:

Wichtiger Hinweis:
Für die Biogasanlage Neuenwege erfolgt die Annahme eines "worst case"-Schallpegels repräsentativ für die Biogasanlage samt aller zugehörigen Anlagen (BHKW, Rührwerke, Gebläse, Separation, Entschwefelung, Pumpe, Kompressor). Gemäß einem vorliegenden Auszug aus dem Schallgutachten zur Errichtung der Biogasanlage Neuenwege vom November 2011 wird der nächtliche Richtwert in Höhe von 45 dB(A) am nächstgelegenen Wohnhaus eingehalten. Unter der "worst case"-Annahme der nächtlichen Richtwert-Ausschöpfung am nächstgelegenen Wohnhaus, ermittelt wurde das Wohnhaus Oldenburger Straße 126 in Varel-Neuenwege (hier als "zusätzl. IP" bezeichnet), wird ein Schallleistungspegel in Höhe von 101,5 dB(A) angesetzt. Für die Lage der repräsentativen Punkt-Schallquelle wurde der Standort des Blockheizkraftwerkes (BHKW) in einer Höhe von 3 m über Geländeoberkante verwendet.

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON
Blumenstrasse 26
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Prüfung der Vorbelastung durch die Biogasanlage Neuenwege **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

Schall-Immissionsort: G An der Wapel 2, Heubült

WEA					Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
BGA Neuenwege	1.627	1.627	4,5	Ja	21,48	101,5	3,01	75,23	3,09	4,71	0,00	0,00	83,03	0,00	
Summe					21,48										

Schall-Immissionsort: H Wilhelmshavener Str. 700, Heubült

WEA					Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
BGA Neuenwege	1.730	1.730	4,5	Ja	20,75	101,5	3,01	75,76	3,29	4,71	0,00	0,00	83,76	0,00	
Summe					20,75										

Schall-Immissionsort: I Wilhelmshavener 673, Heubült

WEA					Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
BGA Neuenwege	1.874	1.874	4,7	Ja	19,78	101,5	3,01	76,46	3,56	4,71	0,00	0,00	84,73	0,00	
Summe					19,78										

Schall-Immissionsort: J Wilhelmshavener Str. 573, Heubült

WEA					Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
BGA Neuenwege	2.858	2.858	5,6	Ja	14,23	101,5	3,01	80,12	5,43	4,73	0,00	0,00	90,28	0,00	
Summe					14,23										

Schall-Immissionsort: K Barkenweg 7, Heubült

WEA					Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
BGA Neuenwege	3.243	3.243	5,3	Ja	12,38	101,5	3,01	81,22	6,16	4,74	0,00	0,00	92,13	0,00	
Summe					12,38										

Schall-Immissionsort: L Vorderweg 67, Wapeldorf

WEA					Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
BGA Neuenwege	2.704	2.704	4,8	Ja	14,99	101,5	3,01	79,64	5,14	4,74	0,00	0,00	89,52	0,00	
Summe					14,99										

Schall-Immissionsort: M Vorderweg 53a, Wapeldorf

WEA					Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
BGA Neuenwege	2.554	2.554	4,8	Ja	15,78	101,5	3,01	79,15	4,85	4,74	0,00	0,00	88,73	0,00	
Summe					15,78										

Schall-Immissionsort: N Spohler Str. 107, Wapeldorf

WEA					Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
BGA Neuenwege	1.996	1.996	4,4	Ja	18,99	101,5	3,01	77,00	3,79	4,73	0,00	0,00	85,52	0,00	
Summe					18,99										

Projekt:

Windpark Rosenberg-Neuenwege-Heubült

Beschreibung:

Wichtiger Hinweis:
Für die Biogasanlage Neuenwege erfolgt die Annahme eines "worst case"-Schallpegels repräsentativ für die Biogasanlage samt aller zugehörigen Anlagen (BHKW, Rührwerke, Getriebe, Separation, Entschwefelung, Pumpe, Kompressor). Gemäß einem vorliegenden Auszug aus dem Schallgutachten zur Errichtung der Biogasanlage Neuenwege vom November 2011 wird der nächtliche Richtwert in Höhe von 45 dB(A) am nächstgelegenen Wohnhaus eingehalten. Unter der "worst case"-Annahme der nächtlichen Richtwert-Ausschlepfung am nächstgelegenen Wohnhaus, ermittelt wurde das Wohnhaus Oldenburger Straße 126 in Vard-Neuenwege (hier als "zusätzl. IP" bezeichnet), wird ein Schallleistungspegel in Höhe von 101,5 dB(A) angesetzt. Für die Lage der repräsentativen Punkt-Schallquelle wurde der Standort des Blockheizkraftwerkes (BHKW) in einer Höhe von 3 m über Geländeoberfläche verwendet.

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON
Blumenstrasse 26
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Prüfung der Vorbelastung durch die Biogasanlage Neuenwege **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland 10,0 m/s

Schall-Immissionsort: O Spohler Str. 105, Wapeldorf

WEA					Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
BGA Neuenwege	1.950	1.950	4,4	Ja	19,28	101,5	3,01	76,80	3,70	4,72	0,00	0,00	85,23	0,00	
Summe					19,28										

Schall-Immissionsort: P Spohler Str. 116, Wapeldorf (verfallen)

WEA					Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
BGA Neuenwege	1.937	1.937	4,4	Ja	19,37	101,5	3,01	76,74	3,68	4,72	0,00	0,00	85,14	0,00	
Summe					19,37										

Schall-Immissionsort: Q Spohler Str. 168, Wapeldorf

WEA					Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
BGA Neuenwege	2.199	2.199	4,5	Ja	17,76	101,5	3,01	77,84	4,18	4,73	0,00	0,00	86,75	0,00	
Summe					17,76										

Schall-Immissionsort: R Mitteldörper Weg 4A, Wapeldorf

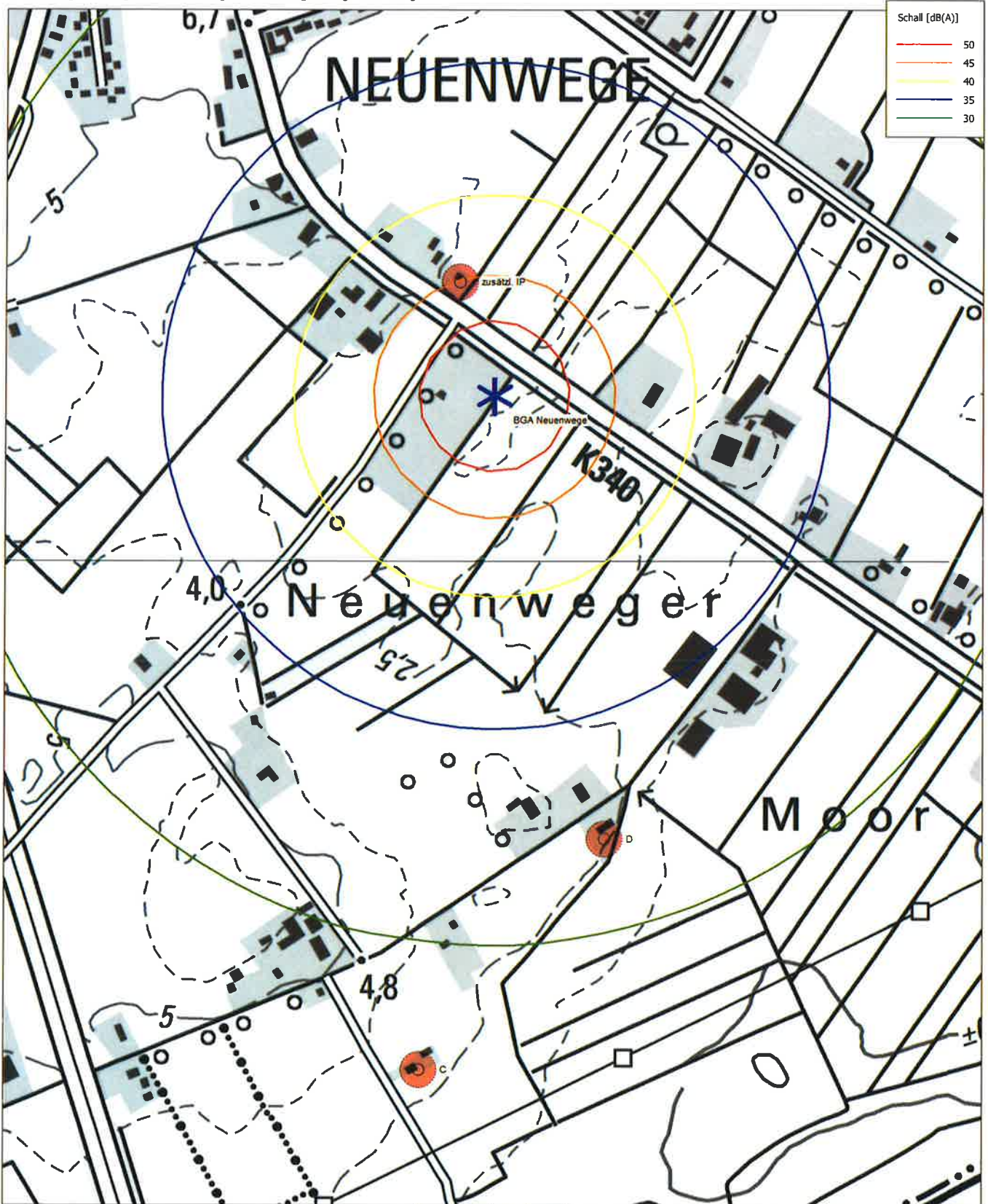
WEA					Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
BGA Neuenwege	2.430	2.430	4,4	Ja	16,44	101,5	3,01	78,71	4,62	4,74	0,00	0,00	88,07	0,00	
Summe					16,44										

Schall-Immissionsort: zusätzl. IP Oldenburger Str. 126, Neuenwege

WEA					Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Mittlere Höhe [m]	Sichtbar	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	Cmet [dB]	
BGA Neuenwege	162	162	4,0	Ja	45,13	101,5	3,01	55,20	0,31	3,87	0,00	0,00	59,38	0,00	
Summe					45,13										

DECIBEL - Karte Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Berechnung: Prüfung der Vorbelastung durch die Biogasanlage Neuenwege



* Existierende WEA
 ■ Schall-Immissionsort
 Karte: AK5 georef. LGLN, Maßstab 1:5.000, Mitte: GK (3 deg)-DHDN/PD/Bessel (DE 1995 $\pm 5m$) Zone: 3 Ost: 3.442.782 Nord: 5.912.865
 Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland, Windgeschw.: Lautester Wert bis 95% Nennleistung
 Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt

Projekt:
Windpark Rosenberg-Neuenwege-Heubült

Beschreibung:
Wichtiger Hinweis:
Der in der Berechnung angesetzte Schallleistungspegel der geplanten WEA vom Typ Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW) mit 108,4 m Nabenhöhe stellt den maximalen Mittelwert aus einer dreifachen Vermessung dieses WEA-Typs zzgl. Sicherheitszuschlag dar. Gemäß Windenergieerlass Niedersachsen u LAI 2017 wird ein emissionsseitiger Zuschlag in Höhe von 1,5 dB(A) je WEA berücksichtigt. Die Berechnung erfolgt gem LAI 2017 ohne Ansatz der Bodendämpfung mit Oktavbandpegeln.

Lizenzierter Anwender:
Ingenieurbüro PLANKon
Blumenstrasse 26
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0
Roman Wagner vom Berg / mail@plankon.de
Berechnet:
19.01.2018 12:07/3.1.617

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe

Schallberechnungs-Modell:

ISO 9613-2 Allgemein

Windgeschwindigkeit:

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Bodeneffekt:

Keiner

Meteorologischer Koeffizient, C0:

0,0 dB

Art der Anforderung in der Berechnung:

1: WEA-Geräusch vs. Schallrichtwert (DK, DE, SE, NL etc.)

Schallleistungspegel in der Berechnung:

Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schalleistungspegel; Standard)

Einzelöne:

Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzelönen zugefügt: 5,

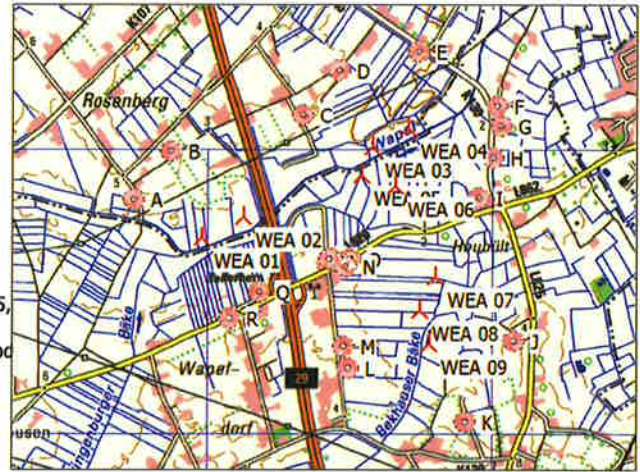
Aufpunkthöhe ü.Gr.:

5,0 m Aufpunkthöhe in Immissionsort-Objekt hat Vorrang vor Angabe im Mod

verlangte Unter- (negativ) oder zulässige Überschreitung (positiv)

des Schallrichtwerts:

0,0 dB(A)



WEA

Rechts	Hoch	Z	Beschreibung	WEA-Typ Aktuell Hersteller Typ	Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwert Quelle Name	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton
WEA 01	3.441.970	5.911.375	1,5 Enercon E-82 E2 TES (2...Ja	ENERCON E-82 E2-2.300 2.300	82,0	82,0	108,4	USER 3fach-Verm. Volllast_mit Oktavbanddaten zzgl 1,5 dB Zuschlag LAI 2017	(95%)	103,3	Nein
WEA 02	3.442.267	5.911.517	1,5 Enercon E-82 E2 TES (2...Ja	ENERCON E-82 E2-2.300 2.300	82,0	82,0	108,4	USER 3fach-Verm. Volllast_mit Oktavbanddaten zzgl 1,5 dB Zuschlag LAI 2017	(95%)	103,3	Nein
WEA 03	3.443.169	5.912.014	0,2 Enercon E-82 E2 TES (2...Ja	ENERCON E-82 E2-2.300 2.300	82,0	82,0	108,4	USER 3fach-Verm. Volllast_mit Oktavbanddaten zzgl 1,5 dB Zuschlag LAI 2017	(95%)	103,3	Nein
WEA 04	3.443.421	5.912.144	0,1 Enercon E-82 E2 TES (2...Ja	ENERCON E-82 E2-2.300 2.300	82,0	82,0	108,4	USER 3fach-Verm. Volllast_mit Oktavbanddaten zzgl 1,5 dB Zuschlag LAI 2017	(95%)	103,3	Nein
WEA 05	3.443.092	5.911.811	0,7 Enercon E-82 E2 TES (2...Ja	ENERCON E-82 E2-2.300 2.300	82,0	82,0	108,4	USER 1fach-Verm. Mode 2,0 MW_mit Oktavbanddaten zzgl 2,1 dB Zuschlag LAI 2017	(95%)	101,6	Nein
WEA 06	3.443.328	5.911.734	1,0 Enercon E-82 E2 TES (2...Ja	ENERCON E-82 E2-2.300 2.300	82,0	82,0	108,4	USER 3fach-Verm. Volllast_mit Oktavbanddaten zzgl 1,5 dB Zuschlag LAI 2017	(95%)	103,3	Nein
WEA 07	3.443.610	5.911.098	1,3 Enercon E-82 E2 TES (2...Ja	ENERCON E-82 E2-2.300 2.300	82,0	82,0	108,4	USER 3fach-Verm. Volllast_mit Oktavbanddaten zzgl 1,5 dB Zuschlag LAI 2017	(95%)	103,3	Nein
WEA 08	3.443.502	5.910.862	1,3 Enercon E-82 E2 TES (2...Ja	ENERCON E-82 E2-2.300 2.300	82,0	82,0	108,4	USER 3fach-Verm. Volllast_mit Oktavbanddaten zzgl 1,5 dB Zuschlag LAI 2017	(95%)	103,3	Nein
WEA 09	3.443.565	5.910.630	1,6 Enercon E-82 E2 TES (2...Ja	ENERCON E-82 E2-2.300 2.300	82,0	82,0	108,4	USER 3fach-Verm. Volllast_mit Oktavbanddaten zzgl 1,5 dB Zuschlag LAI 2017	(95%)	103,3	Nein

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort

Nr.	Name	Rechts	Hoch	Z	Aufpunkthöhe [m]	Anforderung Beurteilungspegel		Anforderung erfüllt?
						Schall [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]	
A	Beekenweg 7, Rosenberg	3.441.485	5.911.640	1,4	5,0	45,0	40,9	Ja
B	Bülterweg 4, Rosenberg	3.441.747	5.911.982	5,0	5,0	45,0	40,9	Ja
C	Behntweg 2, Neuenwege	3.442.681	5.912.237	2,1	5,0	45,0	43,8	Ja
D	Bülterweg 9, Neuenwege	3.442.933	5.912.550	2,5	5,0	45,0	42,8	Ja
E	Oldenburger Str. 127, Neuenwege	3.443.490	5.912.684	0,5	5,0	45,0	42,1	Ja
F	An der Wapel 12, Heubült	3.444.038	5.912.296	1,3	5,0	45,0	41,2	Ja
G	An der Wapel 2, Heubült	3.444.067	5.912.155	1,3	5,0	45,0	41,5	Ja
H	Wilhelmshavener Str. 700, Heubült	3.444.012	5.911.937	1,3	5,0	45,0	42,6	Ja
I	Wilhelmshavener 673, Heubült	3.443.908	5.911.655	1,9	5,0	45,0	44,0	Ja
J	Wilhelmshavener Str. 573, Heubült	3.444.156	5.910.647	4,2	5,0	45,0	42,3	Ja
K	Barkenweg 7, Heubült	3.443.812	5.910.077	4,1	5,0	45,0	40,7	Ja
L	Vorderweg 67, Wapeldorf	3.442.999	5.910.457	4,4	5,0	45,0	42,5	Ja
M	Vorderweg 53a, Wapeldorf	3.442.963	5.910.605	4,1	5,0	45,0	43,1	Ja
N	Spohler Str. 107, Wapeldorf	3.442.979	5.911.167	2,5	5,0	45,0	44,9	Ja
O	Spohler Str. 105, Wapeldorf	3.443.013	5.911.217	2,5	5,0	45,0	45,3	Nein
P	Spohler Str. 116, Wapeldorf (verfallen)	3.442.861	5.911.218	2,5	5,0	45,0	44,5	Ja
Q	Spohler Str. 168, Wapeldorf	3.442.370	5.910.993	2,7	5,0	45,0	43,4	Ja
R	Mitteldörper Weg 4A, Wapeldorf	3.442.164	5.910.803	3,1	5,0	45,0	41,5	Ja

Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA								
	WEA 01	WEA 02	WEA 03	WEA 04	WEA 05	WEA 06	WEA 07	WEA 08	WEA 09
A	552	791	1724	2000	1615	1845	2192	2161	2312
B	646	697	1422	1681	1355	1600	2061	2081	2265
C	1117	830	536	746	592	819	1469	1601	1834
D	1519	1229	585	635	756	906	1602	1781	2021
E	2005	1690	743	544	959	963	1590	1822	2055
F	2263	1934	913	635	1063	905	1272	1530	1731

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

Windpark Rosenberg-Neuenwege-Heubült

Beschreibung:

Wichtiger Hinweis:
Der in der Berechnung angesetzte Schalleistungspegel der geplanten WEA vom Typ Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW) mit 108,4 m Nabenhöhe stellt den maximalen Mittelwert aus einer dreifachen Vermessung dieses WEA-Typs zzgl. Sicherheitszuschlag dar. Gemäß Windenergieerlass Niedersachsen u. LAI 2017 wird ein emissionsseitiger Zuschlag in Höhe von 1,5 dB(A) je WEA berücksichtigt. Die Berechnung erfolgt gem LAI 2017 ohne Ansatz der Bodendämpfung mit Oktavbandpegeln.

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON
Blumenstrasse 26
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0
Roman Wagner vom Berg / mail@plankon.de
Berechnet:
19.01.2018 12:07/3.1.617

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe

...(Fortsetzung von letzter Seite)

	WEA								
Schall-Immissionsort	WEA 01	WEA 02	WEA 03	WEA 04	WEA 05	WEA 06	WEA 07	WEA 08	WEA 09
G	2236	1909	909	646	1034	850	1151	1411	1605
H	2117	1794	846	626	928	713	930	1190	1381
I	1957	1646	821	690	831	585	632	891	1081
J	2303	2079	1685	1667	1576	1366	708	688	591
K	2253	2111	2040	2103	1877	1726	1040	843	605
L	1378	1288	1566	1738	1357	1318	885	645	592
M	1256	1147	1423	1605	1212	1186	813	597	602
N	1030	793	868	1072	654	666	635	605	795
O	1054	804	812	1012	599	605	609	604	806
P	904	665	853	1082	636	696	758	733	917
Q	553	534	1296	1558	1091	1211	1244	1139	1249
R	604	721	1573	1837	1370	1490	1475	1339	1411

Projekt:

Windpark Rosenberg-Neuenwege-Heubült

Beschreibung:

Wichtiger Hinweis:
 Der in der Berechnung angenommene Schalleistungspegel der geplanten WEA vom Typ Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW) mit 108,4 m Nabenhöhe stellt den maximalen Mittelwert aus einer dreifachen Vermessung dieses WEA-Typs zzgl. Sicherheitszuschlag dar. Gemäß Windenergiegesetz Niedersachsen u. LAI 2017 wird ein emissionsseitiger Zuschlag in Höhe von 1,5 dB(A) je WEA berücksichtigt. Die Berechnung erfolgt gem. LAI 2017 ohne Ansatz der Bodendämpfung mit Oktavbandpegeln.

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON
 Blumenstrasse 26
 DE-26121 Oldenburg
 0441 390 34 - 0
 Roman Wagner vom Berg / mail@plankon.de
 Berechnet:
 19.01.2018 12:07/3.1.617

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe
Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Allgemein 10,0 m/s
Annahmen

Cmet: Meteorologische Korrektur

Berechnungsergebnisse

Schall-Immissionsort: A Beekenweg 7, Rosenberg

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Lautester Wert bis 95% Nennleistung								
			Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 01	552	562	38,53	103,3	3,00	66,00	1,74	0,00	0,00	0,00	67,74
WEA 02	791	798	34,93	103,3	3,00	69,04	2,30	0,00	0,00	0,00	71,34
WEA 03	1.724	1.727	26,45	103,3	3,00	75,75	4,08	0,00	0,00	0,00	79,82
WEA 04	2.000	2.002	24,72	103,3	3,00	77,03	4,52	0,00	0,00	0,00	81,55
WEA 05	1.615	1.619	25,70	101,6	3,00	75,18	3,76	0,00	0,00	0,00	78,94
WEA 06	1.845	1.848	25,67	103,3	3,00	76,33	4,27	0,00	0,00	0,00	80,60
WEA 07	2.192	2.195	23,64	103,3	3,00	77,83	4,81	0,00	0,00	0,00	82,63
WEA 08	2.161	2.164	23,81	103,3	3,00	77,70	4,76	0,00	0,00	0,00	82,46
WEA 09	2.312	2.314	23,00	103,3	3,00	78,29	4,98	0,00	0,00	0,00	83,27
Summe			40,93								

Schall-Immissionsort: B Bülterweg 4, Rosenberg

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Lautester Wert bis 95% Nennleistung								
			Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 01	646	654	36,99	103,3	3,00	67,31	1,97	0,00	0,00	0,00	69,28
WEA 02	697	704	36,23	103,3	3,00	67,96	2,09	0,00	0,00	0,00	70,04
WEA 03	1.422	1.425	28,64	103,3	3,00	74,08	3,56	0,00	0,00	0,00	77,63
WEA 04	1.681	1.684	26,74	103,3	3,00	75,53	4,00	0,00	0,00	0,00	79,53
WEA 05	1.355	1.359	27,66	101,6	3,00	73,66	3,31	0,00	0,00	0,00	76,97
WEA 06	1.600	1.603	27,31	103,3	3,00	75,10	3,87	0,00	0,00	0,00	78,96
WEA 07	2.061	2.064	24,37	103,3	3,00	77,29	4,61	0,00	0,00	0,00	81,90
WEA 08	2.081	2.084	24,25	103,3	3,00	77,38	4,64	0,00	0,00	0,00	82,02
WEA 09	2.265	2.267	23,25	103,3	3,00	78,11	4,91	0,00	0,00	0,00	83,02
Summe			40,89								

Schall-Immissionsort: C Behntweg 2, Neuenwege

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Lautester Wert bis 95% Nennleistung								
			Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 01	1.117	1.122	31,29	103,3	3,00	72,00	2,98	0,00	0,00	0,00	74,98
WEA 02	830	837	34,43	103,3	3,00	69,45	2,39	0,00	0,00	0,00	71,84
WEA 03	536	546	38,83	103,3	3,00	65,74	1,70	0,00	0,00	0,00	67,44
WEA 04	746	752	35,54	103,3	3,00	68,53	2,20	0,00	0,00	0,00	70,73
WEA 05	592	600	36,30	101,6	3,00	66,57	1,77	0,00	0,00	0,00	68,34
WEA 06	819	826	34,57	103,3	3,00	69,34	2,36	0,00	0,00	0,00	71,70
WEA 07	1.469	1.473	28,27	103,3	3,00	74,36	3,64	0,00	0,00	0,00	78,00
WEA 08	1.601	1.604	27,29	103,3	3,00	75,11	3,87	0,00	0,00	0,00	78,98
WEA 09	1.834	1.837	25,74	103,3	3,00	76,28	4,25	0,00	0,00	0,00	80,53
Summe			43,81								

Schall-Immissionsort: D Bülterweg 9, Neuenwege

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Lautester Wert bis 95% Nennleistung								
			Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 01	1.519	1.522	27,89	103,3	3,00	74,65	3,73	0,00	0,00	0,00	78,38
WEA 02	1.229	1.233	30,25	103,3	3,00	72,82	3,20	0,00	0,00	0,00	76,02
WEA 03	585	594	37,97	103,3	3,00	66,48	1,82	0,00	0,00	0,00	68,30
WEA 04	635	643	37,17	103,3	3,00	67,16	1,94	0,00	0,00	0,00	69,10
WEA 05	756	762	33,85	101,6	3,00	68,64	2,14	0,00	0,00	0,00	70,78
WEA 06	906	912	33,52	103,3	3,00	70,20	2,55	0,00	0,00	0,00	72,75
WEA 07	1.602	1.605	27,29	103,3	3,00	75,11	3,87	0,00	0,00	0,00	78,98
WEA 08	1.781	1.784	26,07	103,3	3,00	76,03	4,17	0,00	0,00	0,00	80,20
WEA 09	2.021	2.024	24,60	103,3	3,00	77,12	4,55	0,00	0,00	0,00	81,67
Summe			42,80								

Projekt:

Windpark Rosenberg-Neuenwege-Heubütt

Beschreibung:

Wichtiger Hinweis:
Der in der Berechnung angesetzte Schalleistungspegel der geplanten WEA vom Typ Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW) mit 108,4 m Nabenhöhe stellt den maximalen Mittelwert aus einer dreifachen Vermessung dieses WEA-Typs zzgl. Sicherheitszuschlag dar. Gemäß Windenergieerlass Niedersachsen u. LAI 2017 wird ein emissionsseitiger Zuschlag in Höhe von 1,5 dB(A) je WEA berücksichtigt. Die Berechnung erfolgt gem. LAI 2017 ohne Ansatz der Bodendämpfung mit Oktavbandpegeln.

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON
Blumenstrasse 26
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0
Roman Wagner vom Berg / mail@plankon.de
Berechnet:
19.01.2018 12:07/3.1.617

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Allgemein 10,0 m/s

Schall-Immissionsort: E Oldenburger Str. 127, Neuenwege

WEA		Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	
WEA 01	2.005	2.008	24,69	103,3	3,00	77,05	4,52	0,00	0,00	0,00	81,58	
WEA 02	1.690	1.693	26,68	103,3	3,00	75,57	4,02	0,00	0,00	0,00	79,59	
WEA 03	743	750	35,58	103,3	3,00	68,50	2,19	0,00	0,00	0,00	70,69	
WEA 04	544	554	38,68	103,3	3,00	65,87	1,72	0,00	0,00	0,00	67,59	
WEA 05	959	965	31,39	101,6	3,00	70,69	2,56	0,00	0,00	0,00	73,25	
WEA 06	963	969	32,87	103,3	3,00	70,73	2,67	0,00	0,00	0,00	73,40	
WEA 07	1.590	1.593	27,37	103,3	3,00	75,05	3,85	0,00	0,00	0,00	78,90	
WEA 08	1.822	1.825	25,81	103,3	3,00	76,22	4,24	0,00	0,00	0,00	80,46	
WEA 09	2.055	2.058	24,40	103,3	3,00	77,27	4,60	0,00	0,00	0,00	81,87	
Summe	42,11											

Schall-Immissionsort: F An der Wapel 12, Heubütt

WEA		Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	
WEA 01	2.263	2.265	23,26	103,3	3,00	78,10	4,91	0,00	0,00	0,00	83,01	
WEA 02	1.934	1.937	25,11	103,3	3,00	76,74	4,41	0,00	0,00	0,00	81,16	
WEA 03	913	919	33,44	103,3	3,00	70,27	2,57	0,00	0,00	0,00	72,83	
WEA 04	635	643	37,16	103,3	3,00	67,17	1,94	0,00	0,00	0,00	69,11	
WEA 05	1.063	1.068	30,30	101,6	3,00	71,57	2,77	0,00	0,00	0,00	74,34	
WEA 06	905	911	33,53	103,3	3,00	70,19	2,55	0,00	0,00	0,00	72,74	
WEA 07	1.272	1.276	29,87	103,3	3,00	73,12	3,28	0,00	0,00	0,00	76,40	
WEA 08	1.530	1.534	27,81	103,3	3,00	74,72	3,75	0,00	0,00	0,00	78,46	
WEA 09	1.731	1.735	26,40	103,3	3,00	75,78	4,09	0,00	0,00	0,00	79,87	
Summe	41,23											

Schall-Immissionsort: G An der Wapel 2, Heubütt

WEA		Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	
WEA 01	2.236	2.239	23,40	103,3	3,00	78,00	4,87	0,00	0,00	0,00	82,87	
WEA 02	1.909	1.912	25,27	103,3	3,00	76,63	4,37	0,00	0,00	0,00	81,00	
WEA 03	909	914	33,49	103,3	3,00	70,22	2,56	0,00	0,00	0,00	72,78	
WEA 04	646	654	36,99	103,3	3,00	67,31	1,97	0,00	0,00	0,00	69,28	
WEA 05	1.034	1.039	30,60	101,6	3,00	71,33	2,71	0,00	0,00	0,00	74,04	
WEA 06	850	856	34,19	103,3	3,00	69,65	2,43	0,00	0,00	0,00	72,08	
WEA 07	1.151	1.156	30,96	103,3	3,00	72,26	3,05	0,00	0,00	0,00	75,31	
WEA 08	1.411	1.414	28,72	103,3	3,00	74,01	3,54	0,00	0,00	0,00	77,55	
WEA 09	1.605	1.608	27,27	103,3	3,00	75,13	3,88	0,00	0,00	0,00	79,00	
Summe	41,49											

Schall-Immissionsort: H Wilhelmshavener Str. 700, Heubütt

WEA		Lautester Wert bis 95% Nennleistung										
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]	
WEA 01	2.117	2.120	24,05	103,3	3,00	77,53	4,69	0,00	0,00	0,00	82,22	
WEA 02	1.794	1.797	25,99	103,3	3,00	76,09	4,19	0,00	0,00	0,00	80,28	
WEA 03	846	852	34,24	103,3	3,00	69,61	2,42	0,00	0,00	0,00	72,03	
WEA 04	626	634	37,30	103,3	3,00	67,05	1,92	0,00	0,00	0,00	68,97	
WEA 05	928	934	31,73	101,6	3,00	70,41	2,50	0,00	0,00	0,00	72,91	
WEA 06	713	721	35,99	103,3	3,00	68,15	2,12	0,00	0,00	0,00	70,28	
WEA 07	930	936	33,25	103,3	3,00	70,42	2,60	0,00	0,00	0,00	73,02	
WEA 08	1.190	1.194	30,61	103,3	3,00	72,54	3,12	0,00	0,00	0,00	75,66	
WEA 09	1.381	1.385	28,96	103,3	3,00	73,83	3,48	0,00	0,00	0,00	77,31	
Summe	42,60											

Projekt:

Windpark Rosenberg-Neuenwege-Heubütt

Beschreibung:

Wichtiger Hinweis:
 Der in der Berechnung angesetzte Schalleistungspegel der geplanten WEA vom Typ Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW) mit 108,4 m Nabenhöhe stellt den maximalen Mittelwert aus einer dreifachen Vermessung dieses WEA-Typs zzgl. Sicherheitszuschlag dar. Gemäß Windenergiegesetz Niedersachsen u. LAI 2017 wird ein emissionsseitiger Zuschlag in Höhe von 1,5 dB(A) je WEA berücksichtigt. Die Berechnung erfolgt gem. LAI 2017 ohne Ansatz der Bodendämpfung mit Oktavbandpegeln.

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON
 Blumenstrasse 26
 DE-26121 Oldenburg
 0441 390 34 - 0
 Roman Wagner vom Berg / mail@plankon.de
 Berechnet:
 19.01.2018 12:07/3.1.617

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Allgemein 10,0 m/s

Schall-Immissionsort: I Wilhelmshavener 673, Heubütt

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Lautester Wert bis 95% Nennleistung								
			Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 01	1.957	1.960	24,97	103,3	3,00	76,85	4,45	0,00	0,00	0,00	81,30
WEA 02	1.646	1.649	26,90	103,3	3,00	75,35	3,95	0,00	0,00	0,00	79,29
WEA 03	821	828	34,55	103,3	3,00	69,36	2,37	0,00	0,00	0,00	71,72
WEA 04	690	697	36,33	103,3	3,00	67,87	2,07	0,00	0,00	0,00	69,94
WEA 05	831	837	32,89	101,6	3,00	69,45	2,30	0,00	0,00	0,00	71,75
WEA 06	585	594	37,97	103,3	3,00	66,48	1,82	0,00	0,00	0,00	68,30
WEA 07	632	640	37,21	103,3	3,00	67,12	1,93	0,00	0,00	0,00	69,06
WEA 08	891	897	33,70	103,3	3,00	70,05	2,52	0,00	0,00	0,00	72,57
WEA 09	1.081	1.086	31,65	103,3	3,00	71,71	2,91	0,00	0,00	0,00	74,62
Summe			44,02								

Schall-Immissionsort: J Wilhelmshavener Str. 573, Heubütt

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Lautester Wert bis 95% Nennleistung								
			Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 01	2.303	2.305	23,05	103,3	3,00	78,25	4,97	0,00	0,00	0,00	83,22
WEA 02	2.079	2.081	24,27	103,3	3,00	77,37	4,64	0,00	0,00	0,00	82,00
WEA 03	1.685	1.688	26,71	103,3	3,00	75,55	4,01	0,00	0,00	0,00	79,56
WEA 04	1.667	1.670	26,04	103,3	3,00	75,45	3,98	0,00	0,00	0,00	79,43
WEA 05	1.576	1.580	25,97	101,6	3,00	74,97	3,69	0,00	0,00	0,00	78,66
WEA 06	1.366	1.370	29,00	103,3	3,00	73,73	3,45	0,00	0,00	0,00	77,19
WEA 07	708	715	36,00	103,3	3,00	68,08	2,11	0,00	0,00	0,00	70,19
WEA 08	688	695	36,36	103,3	3,00	67,84	2,07	0,00	0,00	0,00	69,91
WEA 09	591	599	37,88	103,3	3,00	66,56	1,84	0,00	0,00	0,00	68,39
Summe			42,34								

Schall-Immissionsort: K Barkenweg 7, Heubütt

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Lautester Wert bis 95% Nennleistung								
			Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 01	2.253	2.255	23,31	103,3	3,00	78,06	4,90	0,00	0,00	0,00	82,96
WEA 02	2.111	2.114	24,08	103,3	3,00	77,50	4,69	0,00	0,00	0,00	82,19
WEA 03	2.040	2.043	24,49	103,3	3,00	77,20	4,58	0,00	0,00	0,00	81,78
WEA 04	2.103	2.105	24,13	103,3	3,00	77,47	4,67	0,00	0,00	0,00	82,14
WEA 05	1.877	1.879	23,98	101,6	3,00	76,48	4,18	0,00	0,00	0,00	80,66
WEA 06	1.726	1.728	26,44	103,3	3,00	75,75	4,08	0,00	0,00	0,00	79,83
WEA 07	1.040	1.045	32,06	103,3	3,00	71,38	2,83	0,00	0,00	0,00	74,21
WEA 08	843	849	34,27	103,3	3,00	69,58	2,42	0,00	0,00	0,00	72,00
WEA 09	605	613	37,64	103,3	3,00	66,76	1,87	0,00	0,00	0,00	68,63
Summe			40,72								

Schall-Immissionsort: L Vorderweg 67, Wapeldorf

WEA Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Lautester Wert bis 95% Nennleistung								
			Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 01	1.378	1.382	28,98	103,3	3,00	73,81	3,48	0,00	0,00	0,00	77,29
WEA 02	1.288	1.292	29,74	103,3	3,00	73,22	3,31	0,00	0,00	0,00	76,53
WEA 03	1.566	1.569	27,55	103,3	3,00	74,91	3,81	0,00	0,00	0,00	78,72
WEA 04	1.738	1.741	26,35	103,3	3,00	75,82	4,10	0,00	0,00	0,00	79,92
WEA 05	1.357	1.360	27,65	101,6	3,00	73,67	3,31	0,00	0,00	0,00	76,99
WEA 06	1.318	1.322	29,48	103,3	3,00	73,42	3,37	0,00	0,00	0,00	76,79
WEA 07	885	891	33,77	103,3	3,00	70,00	2,51	0,00	0,00	0,00	72,50
WEA 08	645	653	37,00	103,3	3,00	67,30	1,97	0,00	0,00	0,00	69,27
WEA 09	592	600	37,87	103,3	3,00	66,57	1,84	0,00	0,00	0,00	68,40
Summe			42,48								

Projekt:

Windpark Rosenberg-Neuenwege-Heubütt

Beschreibung:

Wichtiger Hinweis:

Der in der Berechnung angesetzte Schalleistungspegel der geplanten WEA vom Typ Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW) mit 108,4 m Nabenhöhe stellt den maximalen Mittelwert aus einer dreifachen Vermessung dieses WEA-Typs zzgl. Sicherheitszuschlag dar. Gemäß Windenergieerlass Niedersachsen u LAI 2017 wird ein emissionsseitiger Zuschlag in Höhe von 1,5 dB(A) je WEA berücksichtigt. Die Berechnung erfolgt gem LAI 2017 ohne Ansatz der Bodendämpfung mit Oktavbandpegeln.

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON

Blumenstrasse 26

DE-26121 Oldenburg

0441 390 34 - 0

Roman Wagner vom Berg / mail@plankon.de

Berechnet:

19.01.2018 12:07/3.1.617

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**Berechnung:** Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Allgemein 10,0 m/s**Schall-Immissionsort: M Vorderweg 53a, Wapeldorf**

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Lautester Wert bis 95% Nennleistung								
			Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 01	1.256	1.260	30,01	103,3	3,00	73,01	3,25	0,00	0,00	0,00	76,26
WEA 02	1.147	1.151	31,01	103,3	3,00	72,22	3,04	0,00	0,00	0,00	75,26
WEA 03	1.423	1.427	28,62	103,3	3,00	74,09	3,56	0,00	0,00	0,00	77,65
WEA 04	1.605	1.608	27,27	103,3	3,00	75,13	3,88	0,00	0,00	0,00	79,00
WEA 05	1.212	1.217	28,88	101,6	3,00	72,70	3,05	0,00	0,00	0,00	75,75
WEA 06	1.186	1.190	30,64	103,3	3,00	72,51	3,12	0,00	0,00	0,00	75,63
WEA 07	813	819	34,65	103,3	3,00	69,27	2,35	0,00	0,00	0,00	71,62
WEA 08	597	605	37,78	103,3	3,00	66,64	1,85	0,00	0,00	0,00	68,49
WEA 09	602	611	37,69	103,3	3,00	66,72	1,86	0,00	0,00	0,00	68,58
Summe			43,06								

Schall-Immissionsort: N Spohler Str. 107, Wapeldorf

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Lautester Wert bis 95% Nennleistung								
			Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 01	1.030	1.035	32,16	103,3	3,00	71,30	2,81	0,00	0,00	0,00	74,11
WEA 02	793	800	34,91	103,3	3,00	69,06	2,31	0,00	0,00	0,00	71,36
WEA 03	868	874	33,98	103,3	3,00	69,83	2,47	0,00	0,00	0,00	72,29
WEA 04	1.072	1.077	31,74	103,3	3,00	71,64	2,89	0,00	0,00	0,00	74,53
WEA 05	654	661	35,31	101,6	3,00	67,41	1,91	0,00	0,00	0,00	69,32
WEA 06	666	673	36,69	103,3	3,00	67,56	2,01	0,00	0,00	0,00	69,58
WEA 07	635	643	37,17	103,3	3,00	67,16	1,94	0,00	0,00	0,00	69,10
WEA 08	605	614	37,64	103,3	3,00	66,76	1,87	0,00	0,00	0,00	68,63
WEA 09	795	801	34,88	103,3	3,00	69,08	2,31	0,00	0,00	0,00	71,39
Summe			44,90								

Schall-Immissionsort: O Spohler Str. 105, Wapeldorf

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Lautester Wert bis 95% Nennleistung								
			Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 01	1.054	1.059	31,91	103,3	3,00	71,50	2,86	0,00	0,00	0,00	74,36
WEA 02	804	810	34,77	103,3	3,00	69,17	2,33	0,00	0,00	0,00	71,50
WEA 03	812	818	34,67	103,3	3,00	69,26	2,35	0,00	0,00	0,00	71,60
WEA 04	1.012	1.017	32,35	103,3	3,00	71,15	2,77	0,00	0,00	0,00	73,92
WEA 05	599	608	36,18	101,6	3,00	66,67	1,79	0,00	0,00	0,00	68,46
WEA 06	605	614	37,64	103,3	3,00	66,76	1,87	0,00	0,00	0,00	68,63
WEA 07	609	617	37,58	103,3	3,00	66,81	1,88	0,00	0,00	0,00	68,69
WEA 08	604	613	37,65	103,3	3,00	66,75	1,87	0,00	0,00	0,00	68,62
WEA 09	806	812	34,74	103,3	3,00	69,19	2,33	0,00	0,00	0,00	71,53
Summe			45,27								

Schall-Immissionsort: P Spohler Str. 116, Wapeldorf (verfallen)

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Lautester Wert bis 95% Nennleistung								
			Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 01	904	910	33,54	103,3	3,00	70,18	2,55	0,00	0,00	0,00	72,73
WEA 02	665	673	36,70	103,3	3,00	67,56	2,01	0,00	0,00	0,00	69,57
WEA 03	853	859	34,15	103,3	3,00	69,68	2,44	0,00	0,00	0,00	72,12
WEA 04	1.082	1.086	31,64	103,3	3,00	71,72	2,91	0,00	0,00	0,00	74,63
WEA 05	636	644	35,58	101,6	3,00	67,18	1,87	0,00	0,00	0,00	69,05
WEA 06	696	703	36,25	103,3	3,00	67,94	2,08	0,00	0,00	0,00	70,02
WEA 07	758	765	35,37	103,3	3,00	68,68	2,23	0,00	0,00	0,00	70,90
WEA 08	733	740	35,71	103,3	3,00	68,39	2,17	0,00	0,00	0,00	70,56
WEA 09	917	923	33,39	103,3	3,00	70,30	2,57	0,00	0,00	0,00	72,88
Summe			44,50								

Projekt:

Windpark Rosenberg-Neuenwege-Heubült

Beschreibung:

Wichtiger Hinweis:
Der in der Berechnung angesetzte Schalleistungspegel der geplanten WEA vom Typ Enercon E-82 E2 TES (2,3 MW) mit 108,4 m Nabenhöhe stellt den maximalen Mittelwert aus einer dreifachen Vermessung dieses WEA-Typs zzgl. Sicherheitszuschlag dar. Gemäß Windenergiegesetz Niedersachsen u LAI 2017 wird ein emissionsseitiger Zuschlag in Höhe von 1,5 dB(A) je WEA berücksichtigt. Die Berechnung erfolgt gem LAI 2017 ohne Ansatz der Bodendämpfung mit Oktavbandpegeln.

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro PLANKON
Blumenstrasse 26
DE-26121 Oldenburg
0441 390 34 - 0
Roman Wagner vom Berg / mail@plankon.de
Berechnet:
19.01.2018 12:07/3.1.617

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 E2 (TES) mit 108,4m Nabenhöhe **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Allgemein 10,0 m/s

Schall-Immissionsort: Q Spohler Str. 168, Wapeldorf

WEA		Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 01	553	562	38,53	103,3	3,00	66,00	1,74	0,00	0,00	0,00	67,74
WEA 02	534	544	38,07	103,3	3,00	65,70	1,70	0,00	0,00	0,00	67,40
WEA 03	1.296	1.300	29,67	103,3	3,00	73,28	3,33	0,00	0,00	0,00	76,60
WEA 04	1.558	1.561	27,61	103,3	3,00	74,87	3,80	0,00	0,00	0,00	78,66
WEA 05	1.091	1.095	30,02	101,6	3,00	71,79	2,82	0,00	0,00	0,00	74,61
WEA 06	1.211	1.215	30,41	103,3	3,00	72,69	3,16	0,00	0,00	0,00	75,86
WEA 07	1.244	1.248	30,12	103,3	3,00	72,93	3,23	0,00	0,00	0,00	76,15
WEA 08	1.139	1.144	31,08	103,3	3,00	72,17	3,03	0,00	0,00	0,00	75,19
WEA 09	1.249	1.253	30,08	103,3	3,00	72,96	3,24	0,00	0,00	0,00	76,19
Summe	43,38										

Schall-Immissionsort: R Mitteldörper Weg 4A, Wapeldorf

WEA		Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 01	604	612	37,66	103,3	3,00	66,74	1,87	0,00	0,00	0,00	68,61
WEA 02	721	728	35,88	103,3	3,00	68,25	2,14	0,00	0,00	0,00	70,39
WEA 03	1.573	1.576	27,50	103,3	3,00	74,95	3,82	0,00	0,00	0,00	78,77
WEA 04	1.837	1.840	25,71	103,3	3,00	76,30	4,26	0,00	0,00	0,00	80,56
WEA 05	1.370	1.373	27,54	101,6	3,00	73,76	3,34	0,00	0,00	0,00	77,09
WEA 06	1.490	1.493	28,11	103,3	3,00	74,48	3,68	0,00	0,00	0,00	78,16
WEA 07	1.475	1.479	28,22	103,3	3,00	74,40	3,65	0,00	0,00	0,00	78,05
WEA 08	1.339	1.343	29,31	103,3	3,00	73,56	3,40	0,00	0,00	0,00	76,96
WEA 09	1.411	1.415	28,72	103,3	3,00	74,01	3,54	0,00	0,00	0,00	77,55
Summe	41,50										

Projekt:

Windpark Rosenberg-Neuenwege-Heubült

Beschreibung:

Wichtiger Hinweis:

Der in der Berechnung angesetzte Schallleistungspegel der geplanten WEA vom Typ Enercon E-82 EZ TES (2,3 MW) mit 108,4 m Nabenhöhe stellt den maximalen Mittelwert aus einer dreifachen Vermessung dieses WEA-Typs zzgl. Sicherheitszuschlag dar. Gemäß Windenergieerlass Niedersachsen u LAI 2017 wird ein emissionsseitiger Zuschlag in Höhe von 1,5 dB(A) je WEA berücksichtigt. Die Berechnung erfolgt gem LAI 2017 ohne Ansatz der Bodendämpfung mit Oktavbandpegeln.

DECIBEL -

Karte Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Berechnung:

Gesamtbelastung durch 9 gepl. WEA E-82 EZ (TES) mit 108,4m Nabenhöhe

Interessierter Anwender:

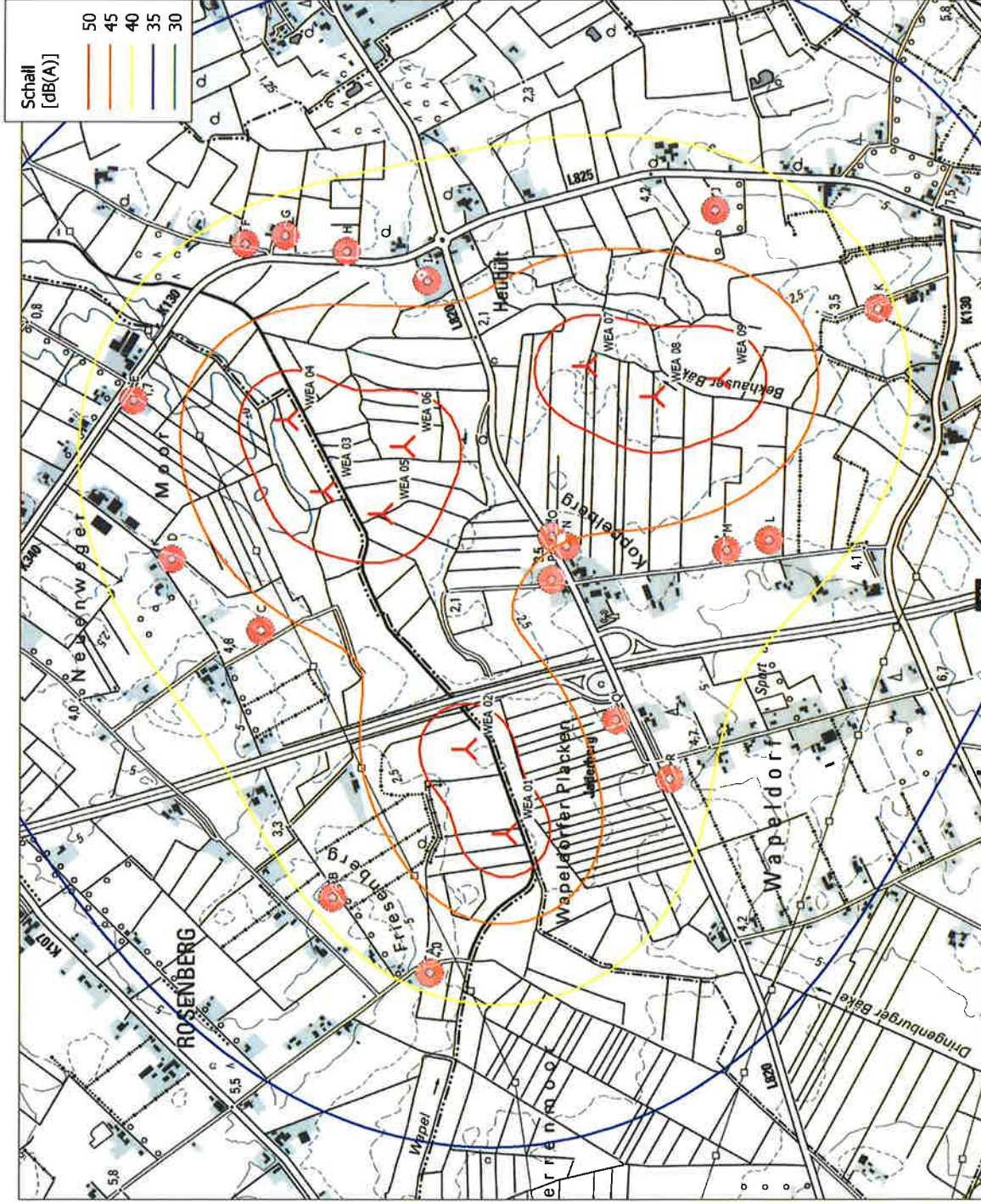
Ingenieurbüro PLANKON

Blumenstrasse 26
DE-26121 Oldenburg

0441 390 34 - 0

Roman Wagner vom Berg / mail@plankon.de

Berechnet:
05.02.2018 16:42/3.1.617



Karte: AK5 georef. LGLN, Maßstab 1:15.000, Mitte: GK (3 deg)-DHDN/PD/Bessel (DE 1995 <±5m) Zone: 3 Ost: 3.442.790 Nord: 5.911.387

■ Schall-Immissionsort

▲ Neue WEA

Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Allgemein. Windgeschw.-windigkeit: Lautester Wert bis 95% Nennleistung
Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt

SCHALLTECHNISCHER BERICHT NR. 214585-01.01

über eine Dreifachvermessung von Windenergieanlagen des Typs
Enercon E-82 E2 mit TES im Betriebsmodus 0s (BM 0s)

Datum:

15.12.2014

Auftraggeber:

WRD GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich

Bearbeiter:

Matthias Humpohl, B.Sc.
Dipl.-Ing. Oliver Bunk

8.) Ergebniszusammenfassung für die Nabenhöhe 108 m

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen			
			Seite 1 von 2
Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ [1] besteht die Möglichkeit, die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß [4] anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.			
Anlagendaten			
Hersteller	ENRCON GmbH	Anlagenbezeichnung	E-82 E2 mit TES
		Nennleistung in kW	2.300 (BM 0s)
		Nabenhöhe in m	108
		Rotordurchmesser in m	82
Angaben zur Einzelmessung	Messung-Nr.		
	1	2	3
Seriennummer	823015	825708	825452
Standort	53937 Schöneseeiffen	26532 Großheide OT Arle	2143 Althöflein (Österreich)
vermessene Nabenhöhe (m)	78	98	108
Messinstitut	KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG	KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG	KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG
Prüfbericht	211012-02.02 [4]	214425-01.02 [5]	214276-01.02 [6]
Datum	08.12.2014	27.10.2014	28.11.2014
Getriebetyp	entfällt	entfällt	entfällt
Generatortyp	E-82 E2	E-82 E2	E-82 E2
Rotorblatttyp	E-82-2 mit TES	E-82-2 mit TES	E-82-2 mit TES

Schallemissionsparameter: Messwerte (Leistungskurve: Kennlinie E-82 E2 2,3 MW berechnet Rev 3.0)							
Schalleistungspegel $L_{WA,P}$:							
Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe						
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	8,8 m/s ²⁾	
1 ¹⁾	100,1 dB(A)	101,2 dB(A)	101,8 dB(A)	102,2 dB(A)	102,2 dB(A)	102,0 dB(A)	
2 ¹⁾	99,0 dB(A)	100,8 dB(A)	101,6 dB(A)	101,4 dB(A)	101,4 dB(A)	101,5 dB(A)	
3	99,5 dB(A)	101,3 dB(A)	101,8 dB(A)	101,7 dB(A)	101,5 dB(A)	101,8 dB(A)	
Mittelwert \bar{L}_W	99,5 dB(A)	101,1 dB(A)	101,7 dB(A)	101,8 dB(A)	101,7 dB(A)	101,8 dB(A)	
Standardabweichung S	0,5 dB	0,3 dB	0,1 dB	0,4 dB	0,4 dB	0,3 dB	
K nach [4] $\sigma_R = 0,5$ dB	1,4 dB	1,1 dB	1,0 dB	1,2 dB	1,2 dB	1,1 dB	

¹⁾ Schalleistungspegel bei umgerechneter Nabenhöhe

²⁾ Entspricht 95 % der Nennleistung

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen Seite 2 von 2

Schallemissionsparameter: Zuschläge

Tonzuschlag bei vermessener Nabenhöhe K_{TN} :

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	8,8 m/s ¹⁾
1	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB
2	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB
3	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB

Impulzzuschlag K_{IN} :

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	8,8 m/s ¹⁾
1	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB
2	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB
3	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB

Terz-Schalleistungspegel (Mittelwerte der Messungen) für $v_s=9 \text{ ms}^{-1}$ in dB(A), entsprechend der maximalen Schalleistung

Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA,P}$	76,8	79,9	82,3	84,1	87,8	86,3	87,3	90,2	90,2	89,6	90,1	91,7
Frequenz	800	1.000	1.250	1.600	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.300	8.000	10.000
$L_{WA,P}$	91,7	92,2	91,8	90,6	88,4	86,6	83,6	80,8	76,6	71,8	68,1	64,8

Oktav-Schalleistungspegel (Mittelwerte der Messungen) für $v_s=9 \text{ ms}^{-1}$ in dB(A), entsprechend der maximalen Schalleistung

Frequenz	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
$L_{WA,P}$	85,0	91,1	94,1	95,4	96,7	93,6	86,0	73,6

Die Angaben ersetzen nicht die o. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

Bemerkungen: 1) Entspricht 95 % der Nennleistung

Ausgestellt durch:

KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG

Bonifatiusstraße 400

48432 Rheine

Datum: 15.12.2014



i. V. Dipl.-Ing. Oliver Bunk



i. A. Matthias Humpohl, B.Sc.



Bonifatiusstraße 400 · 48432 Rheine
Tel. 0 59 71 - 97 10.0 · Fax 0 59 71 - 97 10.43

Allgemeine Angaben		Technische Daten (Herstellerangaben)										
Anlagenhersteller	Enercon GmbH	Nennleistung (reduziert):	2.050 kW									
Seriennummer:	825157	Rotordurchmesser:	82 m									
WEA-Standort (ca.):	33142 Büren OT Weiberg	Nabenhöhe über Grund:	138 m									
Standortkoordinaten:	RW: 3472774 HW: 5709225	Turmbauart:	Konisches Rohr									
		Leistungsregelung:	Pitch									
Ergänzende Daten zum Rotor (Herstellerangaben)		Ergänzende Daten zu Getriebe und Generator (Herstellerangaben)										
Rotorblatthersteller	Enercon	Getriebehersteller	entfällt									
Typenbezeichnung Blatt:	E-82-2 mit TES	Typenbezeichnung Getriebe:	entfällt									
Blatteinstellwinkel:	variabel	Generatorhersteller	Enercon									
Rotorblattanzahl:	3	Typenbezeichnung Generator:	E-82 E2									
Rotordrehzahlbereich:	6 – 17,5 U/min	Generatornennendrehzahl:	6 – 17,5 U/min									
Leistungskurve: Kennlinie E-82 E2 2.0 MW berechnet Rev 3.1												
	Referenzpunkt		Schallemissions-Parameter	Bemerkungen								
	Normierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	Elektrische Wirkleistung										
Schalleistungs-Pegel $L_{WA,P}$	6 ms^{-1}	1.174 kW	97,7 dB(A)									
	7 ms^{-1}	1.702 kW	98,9 dB(A)									
	8 ms^{-1}	1.972 kW	99,1 dB(A)	(3), (4)								
	9 ms^{-1}	2.050 kW	99,4 dB(A)	(2)								
	10 ms^{-1}	--	--	(1)								
	7,9 ms^{-1}	1.948 kW	99,1 dB(A)									
Tonzuschlag für den Nahbereich K_{TN}	6 ms^{-1}	1.174 kW	1 dB bei 116 Hz									
	7 ms^{-1}	1.702 kW	0 dB									
	8 ms^{-1}	1.972 kW	0 dB	(3), (5)								
	9 ms^{-1}	2.050 kW	0 dB	(2)								
	10 ms^{-1}	--	--	(1)								
	7,9 ms^{-1}	1.948 kW	0 dB									
Impulszuschlag für den Nahbereich K_{IN}	6 ms^{-1}	1.174 kW	0 dB									
	7 ms^{-1}	1.702 kW	0 dB									
	8 ms^{-1}	1.972 kW	0 dB	(3)								
	9 ms^{-1}	2.050 kW	0 dB	(2)								
	10 ms^{-1}	--	--	(1)								
	7,9 ms^{-1}	1.948 kW	0 dB									
Terz-Schalleistungspegel für $v_s = 9 ms^{-1}$ in dB(A) entsprechend dem maximalen Schalleistungspegel												
Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA,P}$	74,7	78*	80*	81,6	87,6	83*	85**	88**	88**	88**	88**	88*
Frequenz	800	1.000	1.250	1.600	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.300	8.000	10.000
$L_{WA,P}$	90**	90**	89**	87*	85*	84*	82*	80*	76*	71**	68**	66**
Oktav-Schalleistungspegel für $v_s = 9 ms^{-1}$ in dB(A) entsprechend dem maximalen Schalleistungspegel												
Frequenz	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000				
$L_{WA,P}$	82,7*	89,5	91,8**	93,3**	94,5**	90,5*	84,7*	73,8**				

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht gilt nur in Verbindung mit der Herstellerbescheinigung vom 08.04.2014.

Die Angaben ersetzen nicht den o. g. Prüfbericht (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

- Bemerkungen:
- (1) Die normierte Windgeschwindigkeit von $v_s = 7,9 ms^{-1}$ entspricht 95 % der Nennleistung.
 - (2) Witterungsbedingt keine Daten bei WEA-Betrieb vorhanden
 - (3) Höchste gemessene normierte Windgeschwindigkeit $v_s = 9,3 m/s$
 - (4) Weniger als 18 Werte entsprechend 3 min Messzeit bei WEA-Betrieb, abweichend von [1].
 - (5) Weniger als zwei Minuten Messzeit bei WEA-Betrieb. Das Ergebnis ist ein Anhaltswert.
- * Abstand zwischen Anlagengeräusch und Fremdgeräusch < 6 dB, Pegelkorrektur um 1,3 dB
 ** Abstand zwischen Anlagengeräusch und Fremdgeräusch < 3 dB, keine Pegelkorrektur

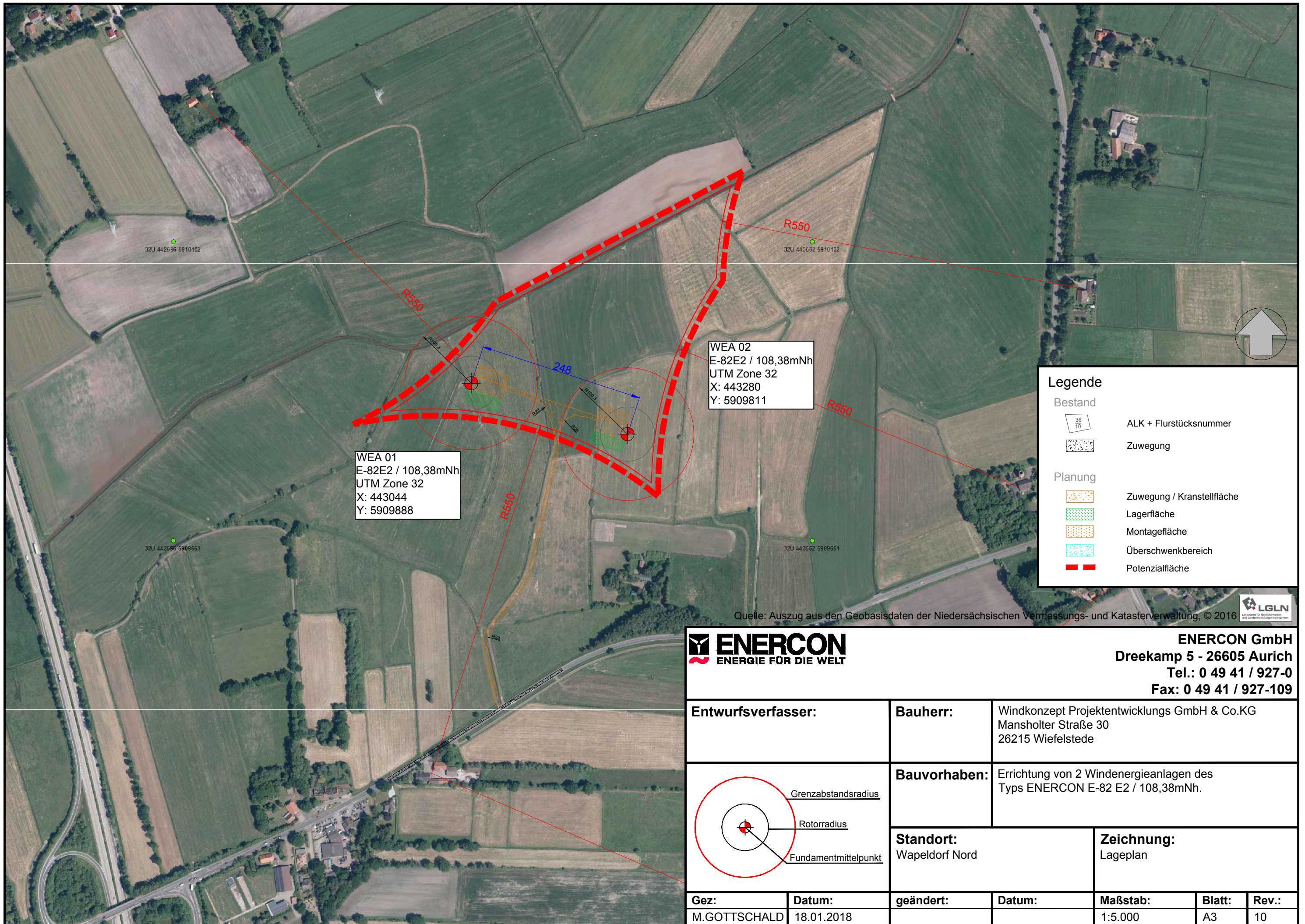
Gemessen durch: KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG



Bonifatiusstraße 400 · 48432 Rheine
 Tel. 0 59 71 - 97 10.0 Fax 0 59 71 - 97 10.43

i. V. Dipl.-Ing. Oliver Bunk

i. A. Markus Niehues



WEA 01
E-82E2 / 108,38mNh
UTM Zone 32
X: 443044
Y: 5909888

WEA 02
E-82E2 / 108,38mNh
UTM Zone 32
X: 443280
Y: 5909811

Legende

Bestand

- ALK + Flurstücksnummer
- Zuwegung

Planung

- Zuwegung / Kranstellfläche
- Lagerfläche
- Montagefläche
- Überschwenkbereich
- Potenzialfläche

Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2016

ENERCON
ENERGIE FÜR DIE WELT

ENERCON GmbH
Dreerkamp 5 - 26605 Aurich
Tel.: 0 49 41 / 927-0
Fax: 0 49 41 / 927-109

Entwurfsverfasser:		Bauherr:		Windkonzept Projektentwicklungs GmbH & Co.KG Mansholter Straße 30 26215 Wiefelstede		
		Bauvorhaben:		Errichtung von 2 Windenergieanlagen des Typs ENERCON E-82 E2 / 108,38mNh.		
		Standort:		Zeichnung:		
Wapeldorf Nord		Lageplan				
Gez:	Datum:	geändert:	Datum:	Maßstab:	Blatt:	Rev.:
M.GOTTSCHALD	18.01.2018			1:5.000	A3	10

Kurzbeschreibung

Einleitung

Es ist geplant in der Gemeinde Rastede im Landkreis Ammerland 2 Windenergieanlagen der Firma ENERCON vom Typ E-82 E2 mit einer Nabenhöhe von 108,38 m zu errichten. Die Anlagen haben eine Nennleistung von je 2.300 kW und werden getriebeelos mit einem Dreiblattrotor betrieben. Die Gesamthöhe beträgt 149,38m.

Die Baugrundstücke sind die Flurstücke 60/1 und 71 Flur 2 der Gemarkung Rastede in 26180 Rastede.

Da die geplanten Windenergieanlagen eine Gesamthöhe größer als 50m haben werden, ist ein Genehmigungsverfahren nach dem BImSchG durchzuführen.

Erschließung

Die Anbindung des Windparks erfolgt von der L 820 / Spohler Straße. Von dort aus folgt die Zuwegung über bestehende Wirtschaftswege, die entsprechend der ENERCON-Spezifikation ausgebaut bzw. verlängert werden.

Innerhalb des Windparks werden die Erschließungswege zur Schonung der landwirtschaftlichen Nutzung soweit wie möglich am Parzellenrand und auf bestehenden Wegen geführt.

Der genaue Verlauf der Zuwegung ist den beigefügten Lageplänen zu entnehmen. Die Baugrunduntersuchung empfiehlt eine Pfahlgründung für beide Anlagen.

Brandschutz

Für die ENERCON Windenergieanlagen wurde ein ausführliches Sicherheitskonzept erarbeitet, das dem BImSchG-Antrag beiliegt.

Des Weiteren können die Windenergieanlagen von der Feuerwehr über die ausgebauten Erschließungswege erreicht werden.

Schallemission

In Bezug auf die Schallimmission werden die zulässigen Werte gemäß TA-Lärm zugrunde gelegt.

Nutzung	nachts
Allgemeines Wohngebiet	40 dB(A)
Dorf- und Mischgebiet	45 dB(A)
Gewerbegebiet	50 dB(A)

Diese Immissionswerte sind an den nächstgelegenen Immissionspunkten zu unterschreiten.

Als Nachweis, dass die Richtwerte gemäß TA-Lärm eingehalten werden, wurde ein Gutachten bezüglich der Schallimmission erstellt und ist ebenfalls dem BImSchG-Antrag zu entnehmen.

Schattenwurf

Ein einheitliches Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Rotorschattenwurfdauer sowie ein Beurteilungsrahmen sind bisher nicht rechtlich verbindlich festgelegt worden. Normen und Richtlinien sowie Orientierungswerte fehlen.

Der Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) empfiehlt einen Richtwert von maximal 30 Stunden pro Jahr bzw. 30 Minuten pro Tag in Bezug auf die astronomisch mögliche Schattenwurfdauer.

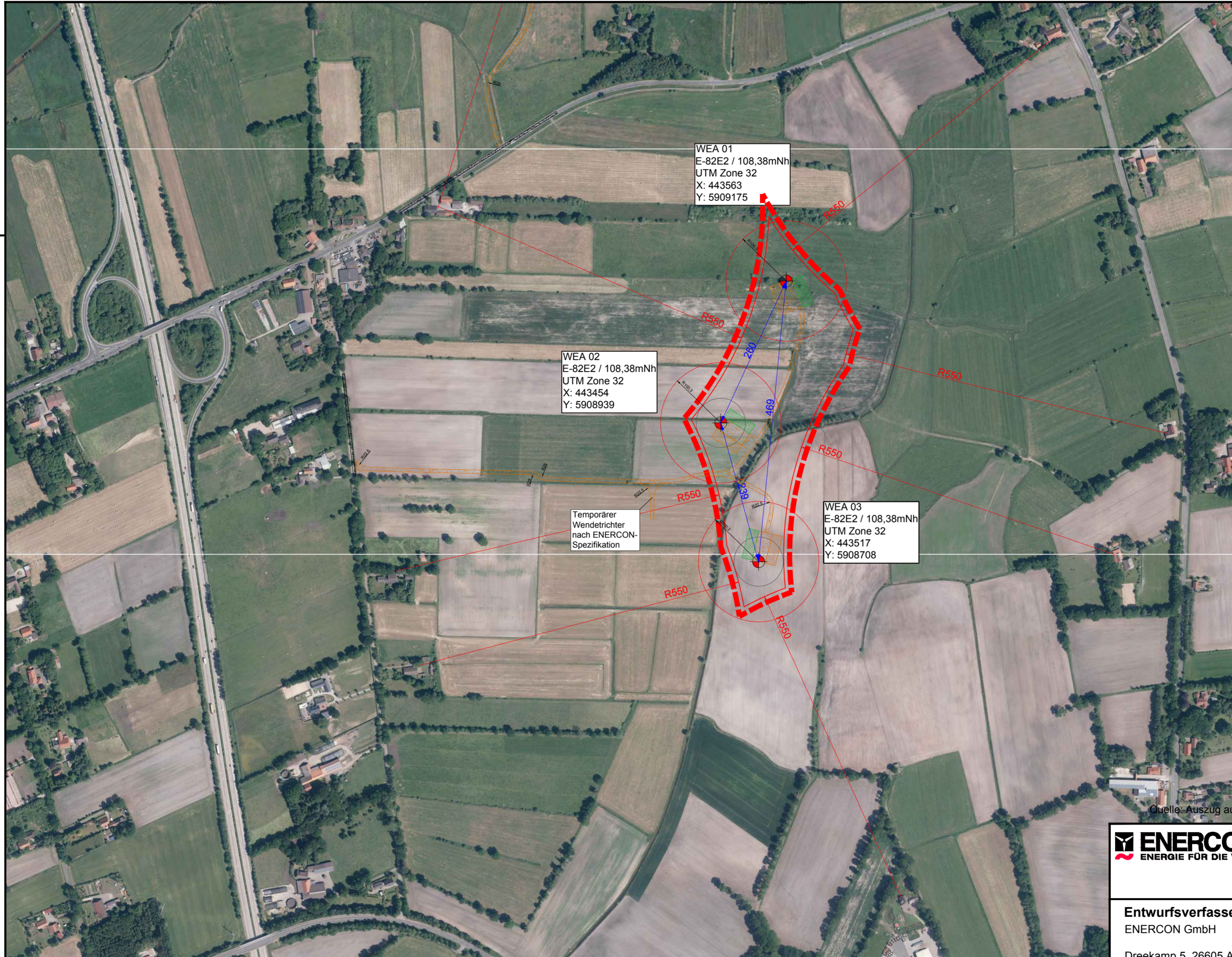
Als Nachweis bezüglich des Schattenwurfs wurde ebenfalls ein Gutachten erstellt, welches dem besagtem BImSchG-Antrag zu entnehmen ist.

Naturschutz

Die Unterlagen zur Beurteilung des Eingriffes in Natur und Landschaft sowie zum Bodenschutz sind im Landschaftspflegerischen Begleitplan erfasst und erforderliche Ausgleichsmaßnahmen sind ebenfalls im BImSchG-Antrag beigefügt.

UVP

Die Unterlagen zur standortbezogenen Prüfung der Umweltverträglichkeit der geplanten Windenergieanlagen sind bereits im Rahmen des BImSchG-Antrages beantragt.



WEA 01
E-82E2 / 108,38mNh
UTM Zone 32
X: 443563
Y: 5909175

WEA 02
E-82E2 / 108,38mNh
UTM Zone 32
X: 443454
Y: 5908939

WEA 03
E-82E2 / 108,38mNh
UTM Zone 32
X: 443517
Y: 5908708

Temporärer
Wendetrichter
nach ENERCON-
Spezifikation

Legende

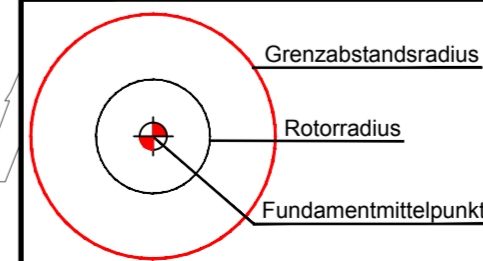
Bestand	
	ALK + Flurstücksnummer
	Zuwegung
Planung	
	Zuwegung / Kranstellfläche
	Lagerfläche
	Montagefläche
	Überschwenkbereich
	Potenzialfläche

Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten der Nds. Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2016



Dreerkamp 5, 26605 Aurich
Tel.: 0 49 41 / 927-0
Fax.: 0 49 41 / 927-109

Entwurfsverfasser: ENERCON GmbH Dreerkamp 5, 26605 Aurich	Bauherr: Windkonzept Projektentwicklungs GmbH & Co.KG Mansholter Straße 30 26215 Wiefelstede
Bauvorhaben: Errichtung von 3 Windenergieanlagen des Typs ENERCON E-82 E2 / 108,38mNh.	Standort: Wapeldorf Süd
Zeichnung: Lageplan	



Gez: M.GOTTSCHALD	Datum: 18.01.2018	geändert:	Datum:	Maßstab: 1:5.000	Blatt: A2	Rev.: 10
-----------------------------	-----------------------------	------------------	---------------	----------------------------	---------------------	--------------------

Kurzbeschreibung

Einleitung

Es ist geplant in der Gemeinde Rastede im Landkreis Ammerland 3 Windenergieanlagen der Firma ENERCON vom Typ E-82 E2 mit einer Nabenhöhe von 108,38 m zu errichten. Die Anlagen haben eine Nennleistung von je 2.300 kW und werden getriebeelos mit einem Dreiblattrotor betrieben. Die Gesamthöhe beträgt 149,38m.

Die Baugrundstücke sind die Flurstücke 34/7, 27/8, 28/12 Flur 4 der Gemarkung Rastede in 26180 Rastede.

Da die geplanten Windenergieanlagen eine Gesamthöhe größer als 50m haben werden, ist ein Genehmigungsverfahren nach dem BImSchG durchzuführen.

Erschließung

Die Anbindung des Windparks erfolgt vom Vorderweg, welcher von der L820 südlich abzweigt. Von dort aus folgt die Zuwegung über eine landwirtschaftliche Ackerfläche, die entsprechend der ENERCON-Spezifikation ausgebaut wird.

Innerhalb des Windparks werden die Erschließungswege zur Schonung der landwirtschaftlichen Nutzung soweit wie möglich am Parzellenrand und auf bestehenden Wegen geführt.

Der genaue Verlauf der Zuwegung ist den beigefügten Lageplänen zu entnehmen. Die Baugrunduntersuchung empfiehlt eine Pfahlgründung für beide Anlagen.

Brandschutz

Für die ENERCON Windenergieanlagen wurde ein ausführliches Sicherheitskonzept erarbeitet, das dem BImSchG-Antrag beiliegt.

Des Weiteren können die Windenergieanlagen von der Feuerwehr über die ausgebauten Erschließungswege erreicht werden.

Schallemission

In Bezug auf die Schallimmission werden die zulässigen Werte gemäß TA-Lärm zugrunde gelegt.

Nutzung	nachts
Allgemeines Wohngebiet	40 dB(A)
Dorf- und Mischgebiet	45 dB(A)
Gewerbegebiet	50 dB(A)

Diese Immissionswerte sind an den nächstgelegenen Immissionspunkten zu unterschreiten.

Als Nachweis, dass die Richtwerte gemäß TA-Lärm eingehalten werden, wurde ein Gutachten bezüglich der Schallimmission erstellt und ist ebenfalls dem BImSchG-Antrag zu entnehmen.

Schattenwurf

Ein einheitliches Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Rotorschattenwurfdauer sowie ein Beurteilungsrahmen sind bisher nicht rechtlich verbindlich festgelegt worden. Normen und Richtlinien sowie Orientierungswerte fehlen.

Der Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) empfiehlt einen Richtwert von maximal 30 Stunden pro Jahr bzw. 30 Minuten pro Tag in Bezug auf die astronomisch mögliche Schattenwurfdauer.

Als Nachweis bezüglich des Schattenwurfs wurde ebenfalls ein Gutachten erstellt, welches dem besagtem BImSchG-Antrag zu entnehmen ist.

Naturschutz

Die Unterlagen zur Beurteilung des Eingriffes in Natur und Landschaft sowie zum Bodenschutz sind im Landschaftspflegerischen Begleitplan erfasst und erforderliche Ausgleichsmaßnahmen sind ebenfalls im BImSchG-Antrag beigefügt.

UVP

Die Unterlagen zur standortbezogenen Prüfung der Umweltverträglichkeit der geplanten Windenergieanlagen sind bereits im Rahmen des BImSchG-Antrages beantragt.

Signaturtechnisches Gutachten
zur Planung von Windenergieanlagen im
Bereich Wapeldorf-Heubült
im Einflussbereich der
militärischen Radaranlagen Brockzetel
und Wittmund

Gutachten Nr.: TAEYO2-333/16

(Technischer Abschluss)
12.09.2016

Auftraggeber:

RA Dirk Schröder
Mansholter Straße 30

D-26215 Wiefelstede

Auftragnehmer:

Airbus Defence and Space GmbH
Airbus-Allee 1

D-28199 Bremen

Durchgeführt von:

Dr.-Ing. A. Frye; TAEYO2

unter Beteiligung von:

Dipl.-Math. O. Stelzner; TAEYO2

Dipl.-Ing. M. Gottschalk; TAEYO2

Tel.: +49 421 – 538 2719

Fax.: +49 421 – 538 3481

E-Mail: andreas.frye@airbus.com



Ausfertigungsnummer - pdf -

Das Gutachten besteht aus den Seiten 1 bis 73 mit Anhang A bis C.

Inhaltsverzeichnis:

1	Zielsetzung	4
1.1	Bewertung bzgl. des Radars Brockzetel/3D-LV Radar	5
1.2	Bewertung bzgl. des Radars Wittmund.....	7
2	Gesamtbeurteilung/Zusammenfassung der Ergebnisse	15
2.1	Radar Brockzetel	15
2.2	Radar Wittmund	18
2.3	Zusammenfassung	22
3	Untersuchung bzgl. Radar Brockzetel	23
3.1	Aufgabenbeschreibung	23
3.2	Referenzuntersuchung	25
3.3	Untersuchungsverfahren	28
3.4	Technische Analyse für das 3D-LV-Radar Brockzetel	30
3.4.1	Künftige Situation mit der geplanten WEA.....	31
3.5	Randbedingungen für Analysen zu einem 3D-LV-Radar	34

3.6	Bewertung des Einflusses von Einzelanlagen und Gruppierungen	40
3.6.1	Künftige Situation mit den geplanten WEA.....	41
3.6.2	Bewertung der Darstellung der normierten Feldstärkenverteilungen	43
3.6.3	Beurteilung	44
4	Aufgabenbeschreibung FS-Radar Wittmund	47
5	Untersuchungsverfahren FS-Radar Wittmund.....	50
6	Radarquerschnittanalyse	52
6.1	Ermittlung des RQS der WEA.....	54
7	Bewertung des Gesamteinflusses der WEA-Gruppe bzgl. „Störzellen“ ..	58
7.1	Bewertung bzgl. der Radaranlage vom Typ ASR-S.....	61
7.2	Geplante Situation	63
7.3	Zusammenfassende Beurteilung der verschiedenen Überflugs- Szenarien:	69
Anhang A: Abkürzungen		71
Anhang B: Technische Parameter der geplanten WEA.....		72
Anhang C: Koordinaten		73

1 Zielsetzung

Status des Berichtes:

Der vorliegende Abschlussbericht fasst die bis zum Zeitpunkt des Berichtsdatums erarbeiteten Ergebnisse und Erkenntnisse zusammen. Die Inhalte basieren auf den zum Zeitpunkt der Bearbeitung uns bekannten und durch uns abschätzbaren Forderungen und Vorstellungen der technischen Entscheidungsträger der Genehmigungsbehörden sowie des aktuellen Standes von Wissenschaft und Technik.

Bekannte geplante Windenergieanlagen werden in dieser Analyse als Bestandsanlagen berücksichtigt.

Zielsetzung der Untersuchung:

Die vorliegende Untersuchung bewertet den möglichen technischen Einfluss von fünf geplanten Windenergieanlagen im Bereich Wapeldorf auf die Radarabdeckung des 3D-LV-Radars am Standort Brockzetel sowie des Radars am Standort Wittmund. Geplant sind Anlagen vom Typ Enercon E-82 E2 mit ca. 108 m Nabenhöhe.

Die Daten und Informationen der Windenergieanlagen bzgl. der Gondel- und Säulendimensionen sowie bzgl. der Rotorblätter wurden dem Verfasser des Gutachtens auf der Grundlage einer Vertraulichkeitserklärung vom Hersteller der Windenergieanlagen zur Verfügung gestellt.

Eine betriebliche Bewertung, die eine nichttechnische Folgenabschätzung für die Nutzer der Radarsysteme bedeutet, erfolgt im vorliegenden technischen Bericht nicht.

1.1 Bewertung bzgl. des Radars Brockzetel/3D-LV Radar

Berücksichtigt wurden hierbei insbesondere die Topografie und die exakten Höhenpositionen des Radarsystems sowie der geplanten und vorhandenen Windenergieanlagen. Weiter sind Ergebnisse aus der letzten Sonderversmessung bei der Überprüfung der Ergebnisse berücksichtigt worden.

In der vorliegenden Untersuchung zum LV-Radar werden die technischen Betriebsparameter der Radarortungsanlage Brockzetel, die einer Sicherheitseinstufung unterliegen, zugrunde gelegt. Eine ausführliche Beschreibung der technischen Betriebsparameter und Aufgabenstellungen der Systeme erfolgt aus diesem Grund in den schriftlichen Unterlagen nicht.

Die Beurteilung möglicher Störeinflüsse von Windenergieparks erfolgt grundsätzlich unter folgenden Kriterien für Radarsysteme:

- Messtechnisch feststellbare Radarverschattungen durch die geplanten WEAs
- Gerichtete Reflexionen
- Streufelderscheinungen, insbesondere infolge von Wechselwirkungen zwischen den vorhandenen sowie geplanten Windenergieanlagen
- Bewertung der Streufeldintensität für einzelne WEAs als auch für mehrere WEAs unter Berücksichtigung deren Wechselwirkung
- Messtechnisch feststellbare Radarverschattungen durch die geplanten WEAs im Falle der notwendigen Berücksichtigung vorhandener räumlich vor- oder nachgelagerter WEAs im Hinblick auf 3D-Radarsysteme
- Konkrete Parameter des LV-Radarsystems: Antennenposition, Antennenhöhe, Azimutauflösung, Betriebsfrequenzbereich
- Anforderungen der DFS zur Vermeidung radarwirksamer Verschattungen

Die Bewertung der Ergebnisse zum radarwirksamen Verschattungseinfluss bei Luftverteidigungsradarsystemen erfolgt im Hinblick auf die Möglichkeiten einer messtechnischen Erfassbarkeit dieser Einflüsse. Eine Beurteilung, ob diese Einflüsse zu betrieblich relevanten Störungen der Radarortungsanlage von Typ HADR führen, erfolgt im Rahmen dieser Untersuchung nicht, da hierzu u. a. eine sehr konkrete Bewertung der Aufgaben des Radarortungssystems erforderlich ist.

Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass eine Minderung der messtechnisch mit Hilfe von RASS oder SASS-C ermittelbaren Entdeckungswahrscheinlichkeit zur Überprüfung von Radarverschattungen in der vorliegenden Untersuchung als nicht feststellbar erachtet wird, wenn die Reichweitenminderung geringer ist als der radiale Abstand bzw. Versatz zweier Rangefenster von ca. 5 NM. Das ungestörte Feld dient dabei als Bezug. Die Radarreichweite ist dabei auf 100 % normiert. Die LFZ-Position wird in 130 NM angenommen. Eine messbare Beeinflussung liegt danach bei einer Reichweitenminderung auf unter 96,2 % vor.

Potentiell störrelevant sind im Standortbereich des geplanten Windparks neben der Säulen- und der Nabenkonstruktion die Rotorblätter. Radarwirksame Verschattungen können infolge zu geringer Distanzen zum Radaranlagenstandort vorliegen. Streufelder und gerichtete Reflexionen durch metallische Blitzschutzstrukturen bewirken darüber hinaus unter Umständen eine unzuverlässige bzw. ungenaue LFZ-Positionsbestimmung.

Zielsetzung:

Es werden im Ergebnis Vorschläge formuliert und begründet, an welchen Orten die geplanten Windenergieanlagen unter den genannten radartechnischen Kriterien als zulässig erachtet werden. Das Gutachten dient zur Vorlage und Entscheidungsgrundlage im Rahmen des Genehmigungsverfahrens bei der zuständigen Wehrbereichsverwaltung (WBV) als Betreiber der Radaranlagen Brockzetel. Eine Bewertung der Radaranlagen erfolgt nicht.

1.2 Bewertung bzgl. des Radars Wittmund

Das vorliegende Gutachten bewertet bzgl. der Radaranlage am Flugplatz Wittmund für den Radargerätetyp ASR-S die radartechnischen Störwirkungen des Windparks Wapeldorf-Heubült bezüglich der Planung von fünf Windenergieanlagen vom Typ Enercon E-82 E2 mit einer Nabenhöhe von 108,4 m unter Berücksichtigung der Vorbelastung im Hinblick auf die Möglichkeit von Flugzielverlusten im Falle eines Überfluges über die untersuchte geplante Windenergieanlagenanordnung.

Der geplante Windpark Wapeldorf-Heubült befindet sich südöstlich des Radarstandortes Wittmund in einer Entfernung von ca. 41 km.

Die Untersuchung beurteilt für die geplanten WEAs die Auswirkungen auf mögliche LFZ-Zielverluste in Abhängigkeit von der räumlichen Anordnung der geplanten WEAs sowie die Störwirkungen, die durch die geplanten WEA-Anlagentypen zu erwarten sind. Das Ziel der Untersuchung ist die Identifizierung eines Restrisikos im Hinblick auf LFZ-Zielverluste gegenüber der heutigen Situation.

Bezüglich der Begrifflichkeiten und Definitionen sei auf die Festlegungen gemäß Anhang A verwiesen.

Zielsetzung:

Es wird im Ergebnis begründet, an welchen Orten die geplanten Windenergieanlagen einen Einfluss auf die Radarbilddarstellung haben.

Das Gutachten dient zur Vorlage und als Entscheidungsgrundlage im Rahmen des Genehmigungsverfahrens bei dem zuständigen BAIUDBw (Bundesamt für Infrastruktur, Umweltschutz und Dienstleistungen der Bundeswehr) sowie dem AFSBw (Amt für Flugsicherung der Bundeswehr) als „Betreiber“ der FS-Radaranlage auf der Liegenschaft in Wittmund. Als Bezugsradarsystem wird das dort vorhandene ASR-S herangezogen. Eine Bewertung der Radaranlagen erfolgt nicht. Die angewandten Kriterien setzen voraus, dass eine Filterung von Windenergieanlagen zur Unter-

scheidung von Flugzielen durch den Radarsensor – wie es bei digitalen Radarsystemen zur Flugsicherung möglich ist – nicht erfolgt und sind damit auf alle Radarsysteme dieses Typs oder vergleichbarer Systeme anwendbar.

Eine Überprüfung der Anforderungen der Hindernisfreiheit gemäß der ICAO – Convention Annex 14 –, die die grundsätzlich zulässige Bauhöhe von Objekten beliebiger Art festlegt, erfolgt im Rahmen des Gutachtens nicht. Diese ist für jeden Umgebungsort eines Flugplatzes festgelegt und unveränderlich. Sie dient dem Schutz von Luftfahrzeugen im Flug und steht nicht im Zusammenhang mit der radartechnischen Problematik, die Gegenstand des Gutachtens ist.

Vorbemerkung zur Wechselwirkung zwischen WEA und Radaranlagen der militärischen Flugsicherung

Die Analyse eines möglichen Störpotentials durch die Planung von fünf Windenergieanlagen vom Typ Enercon E-82 E2 mit einer Nabenhöhe von 108,4 m im Gebiet Wapeldorf-Heubült, südöstlich der Liegenschaft Wittmund im Nahbereich der militärischen Flugsicherungsanlagen, wurde erforderlich aufgrund von Bedenken der zuständigen Genehmigungsbehörden, insbesondere der militärischen Flugsicherung.

Entsprechende Bedenken wurden im Zusammenhang mit Windenergieanlagen seit ca. 1998 im Umfeld von Luftverteidigungsradaranlagen stets geäußert und im Rahmen einer umfangreichen, durch Flugvermessungen gestützten Untersuchung unter Leitung des Luftwaffenführungskommandos bestätigt, vgl. Abschlussbericht: "Einfluss von Hindernissen..." vom 15.02.2004. Dabei wurden gezielt für in Betrieb befindliche 3D-Radaranlagen Kriterien und Lösungen für WEAs bzgl. der radartechnisch zulässigen Dimensionen und räumlicher Anordnungen ausgearbeitet und nachgewiesen.

Vergleichbare durch systematische Flugvermessungen messtechnisch bestätigte und verifizierte Kriterien liegen für 2D-Radaranlagen im Rahmen der Förderstudie des BMU seit September 2011 vor:

- Dabei erfolgten an verschiedenen militärischen Flugplätzen die Aufzeichnung von Störeinflüssen von Windenergieanlagen auf das Radarsystem ASR 910 über einen langen Zeitraum unter sehr unterschiedlichen Wetter- bzw. Windbedingungen. Durch diese Ergebnisse konnten verschiedenen Windenergieanlagentypen unterschiedliche Störpotentiale bzw. Störhäufigkeiten zugeordnet werden.
- Auf der Grundlage von Auswertungen zu WEA-Darstellungs- bzw. Störhäufigkeiten sowie auf der Grundlage der Auswertung von LFZ-Überquerungen über WEA-Anordnungen konnten Kriterien für radartechnisch zulässige Anordnungen am Beispiel vorhandener Windenergieanlagenanordnungen und WEA-Typen festgelegt werden.

Liegen für konkrete, geplante WEA-Typen keine im Rahmen von messtechnischen Untersuchungen ermittelten, belastbaren Ergebnisse zur radarwirksamen Darstellungs- oder Störhäufigkeit vor, wird ersatzweise für die Beurteilung dieser Störhäufigkeit eine „Worst-Case“-Betrachtung unter der Annahme der größeren Störhäufigkeiten geringfügig kleinerer messtechnisch untersuchter WEA-Rotoren durchgeführt.

Durch die Bewegung der Rotoren einer WEA wird für den Radarsensor ein Reflexionsobjekt mit einem starken dynamischen Radarquerschnitt bzw. Radarreflexionsintensität generiert. Die Charakteristik eines dynamischen Radarquerschnittes ist einem bewegten Luftfahrzeug sehr ähnlich, so dass für den Radarsensor des eines ASR-S oder vergleichbarer moderner Flugsicherungsradaranlagen eine Unterscheidung gegenüber einem Luftfahrzeug (LFZ) erschwert wird.

Die Störeinflüsse von Windenergieanlagen bei 2D-Radaranlagen zur Flugsicherung sind im Schwerpunkt durch zwei unterschiedliche Erscheinungen beschreibbar:

- a. Jede Windenergieanlage, unabhängig von ihrer Dimension und Rotorblattform, erzeugt mit einer individuellen Häufigkeit auf dem Radarschirm eine ortsfeste Zieldarstellung. In der Umgebung eines Radaranlagenstandortes sind über diese Erscheinung prinzipiell alle vorhandenen Windenergieanlagen sichtbar. Beim ASR-S ist die Darstellung dieser Plots üblicherweise nicht eingeschaltet. Die

Darstellungshäufigkeit von WEAs ist somit kein direktes Maß für deren Störwirkung. In der Umgebung des Flugplatzes bzw. im Überwachungsbereich des Radars ist bereits eine größere Anzahl von Windenergieanlagen vorhanden. Zusätzliche Windenergieanlagen können beim ASR-S zu LFZ-Plotausfällen sowie hierdurch bedingte Trackabbrücke generieren. In seltenen Fällen können WEA-Plots zu einer Trackablenkung bzw. Falschtracks führen.

WEA-Plots verursachen in der Radardarstellung bei Windstille – wenn der Windenergieanlagenrotor nicht dreht – keine LFZ-Plotausfälle. Sie sind durch technische Maßnahmen bei Windenergieanlagen nicht lösbar, da hierzu eine Minderung der Reflexionsintensität von Windenergieanlagen über mehrere Dekaden, d. h. mehr als 30 dB (Faktor 1000), notwendig wäre, die technisch nicht möglich ist. Zugleich muss darauf hingewiesen werden, dass die Radardarstellung zugleich die Einblendung von einfachen Karten, z. B. Küstenlinien, als Orientierungshilfe in gleicher Weise ermöglicht.

- b. Beim Überflug über Windparks oder über mehrere räumlich eng angeordnete Windenergieanlagen zeigen sich Schwächungen der Primärzieldarstellung bei der Überwachung von LFZ-Bewegungen im direkten Umgebungsgebiet um und über WEAs für alle Flughöhen. Eine falsche Trackgenerierung ist ebenfalls möglich.

Dieser Sachverhalt kann für die Flugsicherung eine schwerwiegende Problematik eines nicht akzeptablen LFZ-Zielverlustes bewirken und ist der Schwerpunkt der technischen Beurteilung des vorliegenden Gutachtens. Diese Problematik wird sehr stark bestimmt durch die räumliche Anordnung der geplanten Windenergieanlagen sowie die technischen Parameter der Windenergieanlagen, die die Störwirkung bestimmen. Durch technische Maßnahmen bei den Windenergieanlagen sowie durch deren räumliche Anordnungen im Hinblick auf mögliche Überflugszenarien von LFZs sind hier Maßnahmen zur Problemlösung oder Problemminderung möglich. Diese Maßnahmen sind im Hinblick auf künftige digital arbeitende Radarsysteme zur Flugsicherung besonders vorteilhaft, weil eine Unterscheidung zwischen einer WEA und einem LFZ unterstützt wird.

In diesem Zusammenhang kann festgestellt werden, dass abhängig von der Verweildauer eines LFZs im Fall des Überfluges im entsprechend betroffenen Luftraumgebiet oberhalb einzelner WEAs oder kleiner isoliert stehender Windparks diese nicht zwangsläufig als Ursache entsprechender Störungen wirksam werden, wenn die Verweildauer eines LFZ oberhalb dieses Gebietes geringer ist als drei Antennenumschwenkzeiten.

Zusätzlich wurden im vorliegenden Gutachten technische Erkenntnisse aus nachstehenden Dokumentationen und Besprechungen berücksichtigt:

- Abschlussbericht: Einfluss von Hindernissen auf HF-gestützte Führungsmittel vom 15.02.2004
- Feldstudie RAF AWC „The Effects of Wind turbine Farms on ATC Radar“ vom 10.05.2005
- Messtechnische Untersuchung an Windenergie rotorblättern zur Ermittlung von reflexionsdämpfenden Möglichkeiten vom 04.06.2003 und 15.01.2004.
- Report DoD USA „ THE EFFECES OF WIND TURBINE FARMS ON MILITARY READINESS 2006“
- aktuelle Empfehlungen von EUROCONTROL gemäß Doc ID 0.3 vom 18.05.2008
- BMVg IT 4 – Schutzbereich von Funkstellen (allgemeiner Umdruck Nr. 51)
- Besprechung und Vortrag bei „EUROCONTROL / Wind energy task group“ vom 01.03.2006 „Potential effects of wind turbines and justiciable solutions“.
- Technische Dokumentation zum 2D-Radar „ASR-S“ des Herstellers
- Technische Dokumentation des AFSBw zum ASR 910
- Ergebnisse einer BMU-Studie zum Störeinfluss von WEAs auf Radarsysteme zur Flugsicherung – Ergebnispräsentation von 09.12.2008 .
- ICAO EUR Doc. 15 2nd Edition, September 2009
- ICAO – Doc 8071 – Manual on Testing of Radio Navigation Aids; Vol. III
- EUROCONTROL-Doc. “Assessment Methodology to Determine the Impact of Wind Turbines on ATC Surveillance Systems, Edition Number 0.4 (3.2.3 ff)”

- EUROCONTROL-Doc. "Wind farm impact assessment technique and mitigation measures, Edition 0.5
- Besprechung mit AFSBw im Rahmen des BMU – Fördervorhabens „ Fortführung WEA – Radarverträglichkeit“ vom 11.+12.05.2010
- Eurocontrol “ Guidelines from Wind turbine task force “ Version 1.0 from May 2010
- Abschlussbericht des BMU-Fördervorhaben „Fortführung WEA – Radarverträglichkeit“ von September 2011
- Datenaufzeichnung und Auswertung am Radar in Wittmund vom Typ ASR-S am Beispiel eines vorhandenen Windparks im Dezember 2015
- Besprechung beim Luftfahrtamt der Bundeswehr Referat 3 II e bzgl. der Bewertung für das ASR-S vom 19.01.2016
- Datenaufzeichnung und Auswertung am Radar in Schleswig vom Typ ASR-S am Beispiel zweier vorhandener Windparks im Juli 2016

Neuere messtechnische Untersuchungen konzentrieren sich auf vergleichende Detailuntersuchungen zu konkreten Bestandparks, werden daher nicht explizit aufgeführt und dienen der Verifikation der Ergebnisse der genannten Grundlagenuntersuchungen.

Zur Bewertungsmethodik:

Die technischen Erfordernisse für die Planung von Windenergieanlagen im Gebiet Wapeldorf-Heubült erfolgen unter den Randbedingungen des Radarsystems ASR-S oder funktionsgleicher anderer Radarsysteme. Grundlage sind die WEA-Standorte gemäß der Koordinaten aus Tabelle 1.

I.

Die Bewertung der WEAs erfolgt unter der Maßgabe, dass die zu betrachtenden durch WEAs beeinflussten Zellen in einem definierten Polar Flächenraster (DCM-Zellen) vorliegen, welcher auf den Radarstandort ausgerichtet ist. Beim ASR-S weist jede dieser DCM-Zellen in einer Entfernung zwischen 12,3 km und 70 km zum

Radargerät 299,7 m x 1,8° auf. Bei Entfernungen von weniger als 12,3 km beträgt die Dimension der DCM-Zellen 299,7 m x 3,6°.

II:

Die für die Bewertung angenommene LFZ-Überfluggeschwindigkeit wird mit 180 km/h (50 m/s) angegeben, dabei wird ein störrelevanter Trackverlust bei weniger als drei Antennenumdrehungen ausgeschlossen.

Die Beurteilung der LFZ-Verweildauer im Falle eines Überflugs über die Gesamtanordnung der projizierten WEA-Standorte gemäß Tabelle 1 führt auf eine Zunahme der Flugzielverluste infolge der durch WEAs beeinflussten DCM-Zellen (im Folgenden als Störzellen bezeichnet). Nach der Errichtung der WEAs sind bei Überflügen Flugzielverluste mit unterschiedlichen Wahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit der Überflugrichtung zu erwarten. Bei diesem Bewertungsverfahren wurden der Geländeeinfluss sowie die reale Erfassbarkeit von Windenergieanlagen entsprechend der Ergebnisse der BMU-Studie aus 2011 berücksichtigt.

III.

Die tatsächliche Störrelevanz innerhalb einer Störzelle wird durch die Position bzw. die Anordnung der WEAs innerhalb und außerhalb der betrachteten Störzelle bestimmt. Zudem sind die Intensität und die zeitliche Änderung der Radarreflektivität bzw. des RQS (Radarrückstreuquerschnitt) einer WEA maßgeblich.

Von Bedeutung ist jedoch, dass der RQS für die geplante WEA eine Größenordnung zeigt, die deutlich über der Detektionsschwelle des ASR-S sowie anderer moderner 2D-Radarsysteme liegt, so dass eine Bewertung der WEA-Erfassung durchgeführt werden muss.

Ein LFZ-Trackverlust ist gemäß den Forderungen und Festlegungen der Flugsicherung ab der dritten durch eine WEA gestörten Detektion gegeben.

Bei Radaranlagen der Flugsicherung wird für eine sichere Flugzielerfassung eine Wahrscheinlichkeit ($P_{D_{LFZ}}$) von mindestens 90 % gefordert, die realiter diffizil zu erreichen ist.

Der oben gewählte Ansatz stellt im Hinblick auf die Bewertung von Überflügen über WEA einen Worst-case Ansatz dar.

So wäre eine LFZ-Zielverlustwahrscheinlichkeit von unter 10 % für die o. g. Forderung von mindestens 90 % für die $P_{D_{LFZ}}$ rechnerisch ohne Wirkung. Dieser Ansatz wird jedoch im vorliegenden Fall nicht verfolgt, weil eine Anhebung der Falschalarmrate (FAR) in diesem Zusammenhang ebenfalls zu berücksichtigen ist.

2 Gesamtbeurteilung/Zusammenfassung der Ergebnisse

2.1 Radar Brockzetel

Die nachstehend dargestellte geplante WEA-Anordnung stellt für die Radaranlage Brockzetel eine der bisherigen Betriebssituation gleichwertige Situation dar.



Abbildung 1: Grafische Übersicht auf die gekennzeichneten Windenergieanlagen (rot=Bestand, grün=Planung). Die Einstrahlungsrichtungen bzgl. des Radars Brockzetel sind durch gelbe Linien gekennzeichnet. Das Planungsgebiet ist im rechten Bildbereich in der Mitte zu sehen.

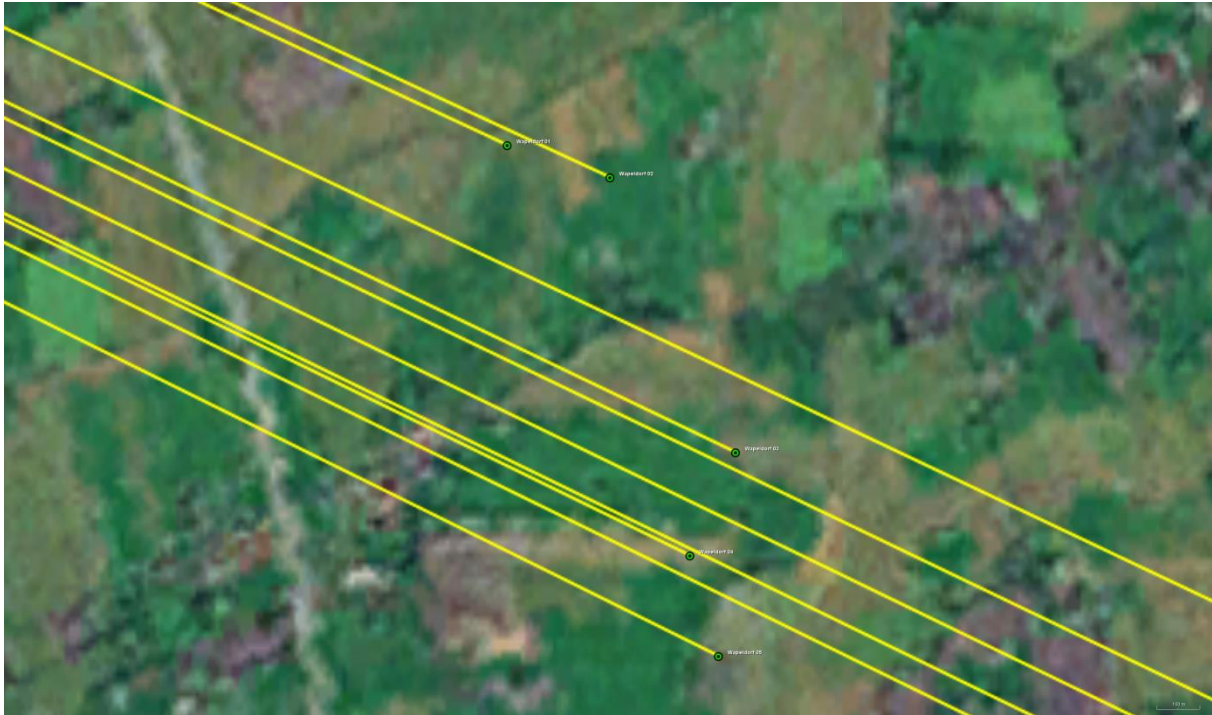


Abbildung 2: Grafische Detailansicht auf die geplanten Windenergieanlagen (grün)

Durch die geplanten WEA erfolgt zusammen mit den Bestandsanlagen eine lokale Änderung der WEA-Verdichtung mit Wechselwirkungen untereinander. Die Einstrahlungsrichtungen bzgl. des Radars Brockzetel sind gelb gekennzeichnet.

Bei der Realisierung der Planungsstandorte sind Ortsabweichungen gegenüber den Koordinaten gemäß Tabelle 4 in der Größenordnung des Säulendurchmessers im unteren Höhenbereich ohne Einfluss auf die Ergebnisse in allen Richtungen zulässig.

Für die vorliegende Radaranlage Brockzetel, die als 3D-Radaranlage zur Luftverteidigung dient, ergibt sich für keine der untersuchten WEA-Anordnungen eine messbare Minderung der Radarerfassung. Das Kriterium ist hierzu 96,2% als messtechnische Nachweisgrenze.

Ebenfalls sind die Forderungen bzw. Empfehlungen gemäß des Dokuments "EUROCONTROL Guidelines Edition 1.1", Table 3 : "Move wind turbine out of radar line of sight" durch die Planungen im radartechnische Sinne erfüllt.

Die Streufeldeinflüsse, bedingt durch die zukünftige Windparksituation mit den geplanten und den vorhandenen WEAs, weisen eine geringe Intensitätszunahme auf, infolge derer jedoch keine feststellbaren Auswirkungen wie Zielerfassungsverluste oder Fehler bei Laufzeit- bzw. Distanzmessungen auf das Radarsystem zu erwarten sind. Eine messbare Störung des Radars Brockzetel in der Planungssituation kann ausgeschlossen werden.

In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass Untersuchungen bei 3D-Radarsystemen nur unter Berücksichtigung der Topografie sowie der Höhenposition der Radarantenne und der WEA eine Aussage zu Reichweitenänderungen ermöglichen und die hier vorgestellten Ergebnisse nur für die betrachteten Planungsstandorte gemäß Tabelle 4 gültig sind.

2.2 Radar Wittmund

Um eine Situation sicherzustellen, die auch bei Errichtung der geplanten WEAs für die Radaranlage in Wittmund eine der bisherigen Betriebssituation gleichwertige Beeinflussung schafft, ist die nachstehende Anordnung der grün gekennzeichneten WEAs gemäß Abbildung 3 und Tabelle 1 zulässig:



Abbildung 3: Detailübersicht der geplanten Windenergieanlagen (grün). Die Einstrahlungsrichtungen bzgl. der Radaranlage Wittmund sind gelb dargestellt.

Die Standorte der geplanten Windenergieanlagen (grün) sind gekennzeichnet. Die Einstrahlungsrichtungen bzgl. des Radars Wittmund sind gelb gekennzeichnet.

Standort	Anlage	WGS 84 Nord	WGS 84 Ost	Naben-höhe [m]	Elevation [°]	Distanz [m]	Winkel [°]
Planung Wapeldorf-Heubült							
Wapeldorf 01	Enercon E-82 E2	53° 20' 6,30"	8° 8' 40,79"	108,38	-0,0178	39914,96	126,9168
Wapeldorf 02	Enercon E-82 E2	53° 20' 3,90"	8° 8' 53,59"	108,38	-0,0188	40148,42	126,7962
Wapeldorf 03	Enercon E-82 E2	53° 19' 43,43"	8° 9' 9,24"	108,38	-0,0212	40762,96	127,2588
Wapeldorf 04	Enercon E-82 E2	53° 19' 35,76"	8° 9' 3,56"	108,38	-0,0217	40825,34	127,6124
Wapeldorf 05	Enercon E-82 E2	53° 19' 28,27"	8° 9' 7,11"	108,38	-0,0224	41019,92	127,8107
Planung Lehmden							
Lehmden 01	Enercon E-82 E2	53° 16' 58,08"	8° 11' 25,57"	108,38	-0,051	45953,05	130,3822
Lehmden 02	Enercon E-82 E2	53° 16' 49,22"	8° 11' 26,92"	108,38	-0,0525	46151,36	130,6193
Lehmden 03	Enercon E-82 E2	53° 16' 53,60"	8° 11' 42,66"	108,38	-0,0542	46283,34	130,2559
Planung Delfshausen							
Delfshausen 01	Enercon E-82 E2	53° 18' 8,66"	8° 14' 3,17"	108,38	-0,0552	46871,19	126,0269
Delfshausen 02	Enercon E-82 E2	53° 18' 7,58"	8° 14' 21,07"	108,38	-0,0568	47157,86	125,82
Delfshausen 04	Enercon E-82 E2	53° 17' 59,61"	8° 14' 24,88"	108,38	-0,0577	47360,8	126,0098
Delfshausen 05	Enercon E-82 E2	53° 18' 4,80"	8° 14' 46,94"	108,38	-0,059	47595,39	125,5621
Delfshausen 03	Enercon E-82 E2	53° 18' 14,86"	8° 14' 41,36"	108,38	-0,0574	47329,29	125,3312
Bestand							
Liethe 01	NEG Micon NM54	53° 16' 43,08"	8° 11' 11,34"	70	-0,1113	46059,45	131,0332
Liethe 02	NEG Micon NM54	53° 16' 41,32"	8° 11' 24,13"	70	-0,1122	46273,24	130,8895
Liethe 03	NEG Micon NM54	53° 16' 34,98"	8° 11' 18,14"	70	-0,1124	46319,78	131,1622
Liethe 04	NEG Micon NM54	53° 16' 31,20"	8° 11' 7,11"	70	-0,1121	46244,98	131,4386
Liethe 05	NEG Micon NM54	53° 16' 29,83"	8° 11' 26,81"	70	-0,1134	46545,62	131,1775
Liethe 06	NEG Micon NM54	53° 16' 24,06"	8° 11' 11,50"	70	-0,113	46452,99	131,5744
Liethe 07	NEG Micon NM54	53° 16' 22,74"	8° 11' 33,94"	70	-0,1145	46790	131,2708
Liethe 08	NEG Micon NM54	53° 16' 20,90"	8° 11' 22,04"	70	-0,1139	46663,55	131,5031
Lehmden B01	Enercon E-58	53° 17' 2,11"	8° 11' 11,67"	59	-0,1234	45676,76	130,475
Rosenberg 01	Enercon E-82 E2	53° 20' 54,00"	8° 7' 41,75"	108,38	-0,0033	38155,89	126,1491
Rosenberg 02	Enercon E-82 E2	53° 20' 58,71"	8° 7' 57,74"	108,38	-0,0052	38308,06	125,7108

Tabelle 1: Koordinatenübersicht über die geplanten Windenergieanlagen (grün) sowie die Vorbelastung (blau/magenta/rot). Die grün gekennzeichneten geplanten WEAs sind radartechnisch zulässig.

Bei der Realisierung der Planungsstandorte sind Ortsabweichungen in allen Richtungen gegenüber den Koordinaten gemäß Tabelle 1 in der Größenordnung des Säulendurchmessers – im unteren Höhenbereich – ohne Einfluss auf die Ergebnisse in allen Richtungen zulässig.

Zusätzlicher Handlungsbedarf für die zulässigen geplanten Windenergieanlagen besteht bei den festgestellten Einflüssen nicht.

Bewertung:

Grundlage sind die technischen Erfordernisse des Radarsystems ASR-S oder funktionsgleicher anderer Radarsysteme, sowie die WEA-Standorte gemäß Tabelle 1.

Untersucht wurde die geplante Situation unter Berücksichtigung der benachbarten Vorbelastung. Aufgrund des ausreichend großen Abstandes zu den benachbarten WEAs kann die Planung gesondert betrachtet werden.

Auf der Grundlage aller durchgeführten Überflugbewertungen bzgl. zu erwartender Zielverlustwahrscheinlichkeiten von LFZ kann festgestellt werden, dass durch die geplante Situation ein Störzelligebiet vorliegt, bei dem bzgl. der Radaranlage Wittmund bei allen Überflugrichtungen die Zielverlustwahrscheinlichkeiten für ein LFZ mit einem RQS von 3 m² ausreichend gering sind.

Eine Zielverlustwahrscheinlichkeit von über 50 % für ein LFZ mit einem RQS von 3 m² nicht mehr als zweimal in Folge gegeben. Ein LFZ-Zielverlust/Trackverlust ist gemäß den Forderungen und Festlegungen der Flugsicherung erst ab der dritten durch eine WEA gestörten Detektion gegeben.

Im Zusammenhang mit dem Flugpfad D sei darauf hingewiesen, dass bei tangential orientierten Flugpfaden relativ zum Standort des Radarsystems generell Einschränkungen bei der Darstellung von LFZ-Bewegungen aufgrund fehlender radialer Dopplerinformationen vorliegen.

Es muss stets dabei deutlich unterschieden werden zwischen der grundsätzlich angegebenen Möglichkeit für einen LFZ-Trackverlust, der als Kumulation verschiedener Ergebnisse angegeben wird, und der Wahrscheinlichkeit, dass ein LFZ-Zielverlust bei einer bestimmten Detektion eintritt. In dem Zusammenhang ist zu beachten, wie lange ein derartiger Verlust gegeben ist.

Die Berechnungen beruhen auf der Annahme der Hauptwindrichtung für das Windparkgebiet von ca. 230° (Jahresmittel).

Eine ausführliche technische Bewertung der Überflugproblematik, der Radardarstellung sowie unterstützender bzw. kompensierender Maßnahmen erfolgt in Kapitel 7.

Empfehlung:

Unter Abwägung der verschiedenen untersuchten Überflugpfade ist die Realisierung der geplanten WEAs als Enercon E82 E2 radartechnisch zulässig, da keine relevanten Zielverlustwahrscheinlichkeiten festzustellen sind, die zu einen Trackabbruch für ein LFZ mit einem RQS von 3 m² (Klasse Cessna oder größer) führen. Eine Fremdabschaltung für die geplanten WEAs ist daher nicht notwendig.

2.3 Zusammenfassung

Auf der Grundlage der vorgenannten Feststellungen und unter Beachtung der Empfehlung werden die geplanten WEA-Typen an den geplanten Standorten sowie in der vorgesehenen angegebenen Bauhöhe – vgl. Tabelle 4 sowie Anhang auf Seite 73 – als radartechnisch vertretbar und zulässig betrachtet.

Hinweis:

Sämtliche Ergebnisse sind unter den für die untersuchten WEA-Standorte angegebenen Randbedingungen gültig. Ein Übertrag der Ergebnisse auf andere Windenergieanlagen oder auf andere Standorte ist nur mit Einschränkungen möglich. Bei Änderungen der WEA-Konstruktionen oder bei abweichenden Geländeprofilen verlieren die ermittelten Ergebnisse ihre Gültigkeit.

Alle Untersuchungen, wie theoretische Analysen, Berechnungen und messtechnische Untersuchungen, wurden durch den Unterzeichner persönlich überwacht bzw. durchgeführt. Der Schwerpunkt der Unterstützung durch Dipl. Math. O. Stelzner und Dipl. Ing. M. Gottschalk liegt in der Durchführung der Simulationsverfahren nach festgelegten Prozessen.

Alle genutzten Hilfsmittel sind Eigentum der Airbus Defence and Space GmbH, Betrieb Bremen. Sie entsprechen dem aktuellen Stand der Wissenschaft, der Lehre und den Erfahrungen der Praxis.



Dr.-Ing. A. Frye, 12.09.2016

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für
Hochfrequenz- und Signaturtechnik

3 Untersuchung bzgl. Radar Brockzetel

3.1 Aufgabenbeschreibung

Südöstlich des Radarstandortes Brockzetel ist in einer Distanz von ca. 35 km Entfernung die Errichtung von fünf Windenergieanlagen des Typs Enercon E-82 E2 mit ca. 108 m Nabenhöhe vorgesehen. Berücksichtigt werden ebenfalls diverse Bestandsanlagen, die in einem radarwirksamen Zusammenhang mit den Planungsanlagen stehen. Die Bestandsanlagen befinden sich in ca. 33 km bis ca. 43 km Entfernung vom Radar Brockzetel.

Geplante Anlagen:

Die technischen Parameter der geplanten Anlagen sind auf Seite 72 aufgeführt. Die ermittelten Ergebnisse in diesem Gutachten behalten auch bei einem ggf. kleineren Rotordurchmesser ihre Gültigkeit ohne Einschränkungen.

Für die Rotorblätter der geplanten Anlagen wird von einem Blitzschutzkonzept ausgegangen, das ein Leiterband bzw. eine axial geführte Leiterschiene im Rotorblatt sowie metallische Rezeptoren u. a. im Bereich der Blattspitze vorsieht. Gemäß durchgeführter messtechnischer Untersuchungen im Zusammenhang mit anderen Projekten konnte nachgewiesen werden, dass ein derartiges Blitzschutzkonzept ein geringeres radartechnisches Störpotential zeigt als äußere metallische Kantenprofile, insbesondere eine geringere Streufeldintensität infolge eines geringeren Metallanteils im Rotorblatt.

Das Ausmaß der möglichen Einflüsse durch Rotorblätter wird im Folgenden für ein Blitzschutzkonzept berücksichtigt, das diesen axial verlaufenden Leiter vorsieht.

Die Angaben zu den Planungs- und Bestandsanlagen wurden vom Kunden zur Verfügung gestellt.

Ziel dieser Untersuchung ist es, unter den Kriterien, die in den nachstehenden Kapiteln genannt sind, eine Aussage über die durch die geplanten WEA erzeugten und zu erwartenden radarverschattungswirksamen Störeinflüsse und daraus

folgender Reichweitenminderungen zu erarbeiten und, soweit erforderlich, Maßnahmen zu deren Beseitigung und deren Wirksamkeit aufzuzeigen.

3.2 Referenzuntersuchung

Die vorliegende Untersuchung berücksichtigt neben den durchgeführten Simulationsrechnungen zusätzlich Erkenntnisse aus rechnergestützten und messtechnischen Analysen von anderen Windkraftvorhaben im Nahbereich unterschiedlichster Radarortungssysteme. Der Schwerpunkt der vorliegenden messtechnischen Grundlagen und Referenzen bezieht sich auf 3D-Radarsysteme zur Luftverteidigung. Bei der Modellierung sowie der rechnergestützten Strahlungsfeldanalyse der vorliegenden WEA-Anordnung wurden die gleichen Verfahren aus den nachstehend genannten Vorhaben in weiterentwickelter Version genutzt.

Grundlagen dieser Untersuchungen sind u. a.:

- 1) Computergestützte Strahlungsfeldanalysen der DASA/EADS zur Beurteilung der Einflüsse einzelner Windkraftanlagen im Nahbereich des militärischen Radarsensors Auenhausen/NRW. Die Resultate wurden in einem Bericht vom September 1998 zusammengefasst.
- 2) Flugvermessungen zur Verschattungswirkung von Windkraftanlagen im Nahbereich des Radarsensors Auenhausen im Jahr 1996.
- 3) Technische Vorgaben der Bundeswehr an die Untersuchung von Windenergieanlagen zum Radarsensor Brockzetel vom September 1998.
- 4) Durchgeführte computergestützte Strahlungsfeldanalyse der DASA/EADS zur Beurteilung der Einflüsse einzelner Windkraftanlagen mit Nabenhöhen von 98 m über Grund. Dabei wurden gezielt unterschiedliche Distanzen zu einer Radarortungsanlage bewertet. Die Resultate wurden in einem Bericht vom Januar 1999 zusammengefasst. Die gewählten Modellparameter bei der Nachbildung dieser Windenergieanlagen entsprechen den Parametern der Untersuchungen nach a und b zu Auenhausen, da hierbei jeweils eine sehr gute Übereinstimmung zwischen den computergestützten Strahlungsfeldanalysen sowie den Flugvermessungen festgestellt wurde.

- 5) Durchgeführte Flugvermessungen zum Radarsensor Brockzetel/Niedersachsen vom April 1999.
- 6) Computergestützte Strahlungsfeldanalysen der DASA im Rahmen einer Machbarkeitsanalyse für ein Aufstellungskonzept eines Windenergieparks. Die Resultate zu radartechnisch möglichen Anordnungen einer größeren Anzahl von Windenergieanlagen im Nahbereich des Radarsensors Brockzetel wurden dabei in einem Bericht im Mai 1999 zusammengefasst.
- 7) Interpretation und Beteiligung an der Auswertung von Flugvermessungen im Rahmen der „Arbeitsgruppe Messtechnik“ – 1999 bis 2003 – unter Leitung des Luftwaffenführungskommandos.
- 8) Computergestützte Feldanalysen der EADS in Abstimmung mit der Erprobungsstelle WTD 81 der Bundeswehr in Greding zur Beurteilung des Einflusses von Windenergieanlagen bei unterschiedlichen Radarbetriebsfrequenzen im Jahr 2003.
- 9) Untersuchung von Windenergieanlagen-Anordnungen im Einflussbereich/Arbeitsbereich von Luftverteidigungsanlagen der Typen MPR, HADR und RRP 117 mit unterschiedlichen Frequenzen in den Jahren 2002 bis 2005.
- 10) Untersuchung von Windenergieanlagen-Anordnungen im Einflussbereich/Arbeitsbereich von Navigationsanlagen des Typs DVOR in Deutschland im Jahr 2004.
- 11) Untersuchung von WEA Anordnungen in großer Distanz sowie deren Einfluss auf Luftverteidigungsradaranlagen des Typs HADR und Vergleich mit Flugverkehrsaufzeichnungen in den Jahren 2008 und 2009.
- 12) Report DoD USA „ THE EFFECTS OF WIND TURBINE FARMS ON MILITARY READINESS 2006“.
- 13) Eurocontrol “ Guidelines from Wind turbine task force “ Version 1.0
- 14) ICAO EUR Doc. 15 2nd Edition, September 2009.
- 15) ICAO – Doc 8071 – Manual on Testing of Radio Navigation Aids; Vol. III.

- 16) Präsentation "Beurteilung von WEA, Version 1.2 " des Kdo LRÜ vom 22.03.2011
- 17) Sondervermessung des Radars Auenhausen zum Einfluss von Windenergieanlagen – nicht öffentlich - im Auftrag des Einsatzführungsdienstes der Luftwaffe, Ausfertigung Januar 2013

3.3 Untersuchungsverfahren

Das eingesetzte numerische Untersuchungsverfahren zur Strahlungsfeldanalyse im Raum basiert bzgl. der Nachbildung der Windenergieanlagen auf dem mathematischen Verfahren der Momentenmethode.

Bei den Untersuchungen der Abschattungswirkungen sowie der Wechselwirkungen der Windenergieanlagen untereinander wurden die Feldberechnungen bei jeder einzelnen Konfiguration einer Windenergieanlage oder einer Gruppe von Windenergieanlagen für verschiedene Raumgebiete sowie unterschiedliche Höhen durchgeführt. In der vorliegenden Untersuchung wurde der Schwerpunkt auf einen sehr niedrigen Elevationswinkel von $0,2^\circ \dots 0,22^\circ$ gelegt. Dabei wurde diese leicht geneigte Analyseebene derart im Raum bzgl. der Höhen angeordnet, dass der Höhenbereich der Gondeln, d. h. der Bereich, in dem die intensivsten Störungen hervorgerufen werden können, abgetastet wird.

Grundsätzlich wird bei den numerischen Analysen als Worst-case-Ansatz das Raumgebiet der Gondel zusammen mit dem Turm als verschattungsrelevante Objektstruktur nachgebildet, die sich im Falle einer vollständigen Rotation ergibt. Damit sind zusätzlich die ungünstigsten Randbedingungen, die sich bei wechselnden Windrichtungen ergeben können, berücksichtigt.

Das elektromagnetische Strahlungsfeld wird im gesamten Entfernungsbereich zwischen dem LFZ und der Radarortungsanlage berechnet. Für jede einzelne Analyse wird auf dieser Grundlage die Intensitätsverteilung des Feldes in einem 400 m breiten und 50 km langen Feldgebiet – ausgehend von der Radarortungsanlage – dargestellt. Dieses Feldgebiet stellt somit den letzten Streckenabschnitt der vom LFZ reflektierten Radarwelle dar. In den Abbildungen sind somit die Feldstärkeverteilungen der letzten 50 km mit der Radarortungsanlage als Zielpunkt angegeben.

Das Raumgebiet um das Radarsystem wird mit unterschiedlichen Feldpunktdichten analysiert, um eine gesicherte Datenbasis für die Beurteilung der zu erwartenden Einflüsse auf die Empfangsfeldstärke zu haben.

Grundsätzlich wird bei den Feldberechnungen eine normierte elektrische Feldstärke bei Annahme vertikaler Polarisierung ausgewiesen. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt durch als Farbflächen gekennzeichnete Feldstärkeverteilungen sowie durch 3D-Konturdarstellungen, die die räumliche Ausdehnung des Streufeldes in der direkten Umgebung der streuenden Struktur der Windenergieanlage deutlich machen.

Ein Einfluss auf die Radarortungssysteme wird als messtechnisch mit z. B. SASS-C (vgl. Anhang auf Seite 71) nachweisbar beurteilt, wenn die Feldstärkeminderungen am Ort der Empfangsantenne zu einer Reichweitenminderung auf unter 96,2 % gegenüber dem ungestörten Fall (100 %) führen. Die Beurteilung von messbaren Reflexions- und Streufeldeinflüssen orientiert sich an Änderungen der Empfangsfeldstärke, die eine gleiche Größenordnung erreichen.

Eine Bewertung, ob die messbaren Einflüsse eine Beeinträchtigung des Betriebes des Radarortungsverfahrens bedeuten, erfolgt in Rahmen dieser Untersuchung nicht.

3.4 Technische Analyse für das 3D-LV-Radar Brockzetel

Die Analyseergebnisse zeigen als Grundsatzbetrachtung auf der Grundlage von Ausbreitungsrechnungen im Betriebsfrequenzbereich von ca. 3,1 GHz die durch Windenergieanlagen verursachten Streufeldeinflüsse sowie radarwirksame Verschattungen und den Einfluss auf mögliche Reichweitenminderungen.

Die nachstehenden Untersuchungen zur Beurteilung des Einflusses von WEAs auf das Radarstrahlungsfeld wurden unter Berücksichtigung der Generatorbauform, den vorhandenen Blitzschutzkonzepten, der Säulendimensionierung und den Nabenhöhen sowie für Teilanordnungen der WEAs mit den stärksten radialen Verdichtungen durchgeführt. Die Ergebnisse sind damit übertragbar auf die gesamte Planung. Ein geringfügig größerer Rotordurchmesser bewirkt keine Abweichungen von den nachfolgenden Analyseergebnissen.

Diese Ergebnisse basieren auf einem statischen Modell, das die Windenergieanlagen in ihrer Gesamthöhe inkl. Rotor berücksichtigt. Als Worst-Case-Annahme wird dabei die Kombination aus quer gestellter Gondeldimension und einer Rotororientierung gewählt, bei der die Rotorachse auf den Radarsensor zeigt.

3.4.1 Künftige Situation mit der geplanten WEA

1. **WEA-Zweifachanordnung** der geplanten Situation gemäß Tabelle 2. Die Analysen werden für die dort aufgeführten Standorte bei einer Distanz von ca. 34,4 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

T1

WEAs	Anlage	NH [m]	Entfernung [m]
Rosenberg 01	Enercon E-82 E2	108,38	33474,52
Wapeldorf 02	Enercon E-82 E2	108,38	35321
			<u>34397,76</u>

Tabelle 2: Teilanordnung T1

2. **WEA-Zehnfachanordnung** der geplanten Situation gemäß Tabelle 3. Die Analysen werden für die dort aufgeführten Standorte bei einer Distanz von ca. 39 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

T2

WEAs	Anlage	NH [m]	Entfernung [m]
Wapeldorf 02	Enercon E-82 E2	108,38	35321
Wapeldorf 01	Enercon E-82 E2	108,38	35074,79
Delfshausen 03	Enercon E-82 E2	108,38	42581,04
Wapeldorf 03	Enercon E-82 E2	108,38	35852,8
Delfshausen 05	Enercon E-82 E2	108,38	42808,51
Delfshausen 02	Enercon E-82 E2	108,38	42339,78
Delfshausen 01	Enercon E-82 E2	108,38	42027,11
Wapeldorf 04	Enercon E-82 E2	108,38	35861,39
Delfshausen 04	Enercon E-82 E2	108,38	42511,38
Wapeldorf 05	Enercon E-82 E2	108,38	36022,39
			<u>39040,02</u>

Tabelle 3: Teilanordnung T2

Abbildung 4 gibt die untersuchte Kubatur der Naben- und Generatorbauform wieder. Die Abmessungen der nachgebildeten Generatorgondel sowie der Durchmesser des jeweiligen oberen Säulenanschlusses sind angegeben.

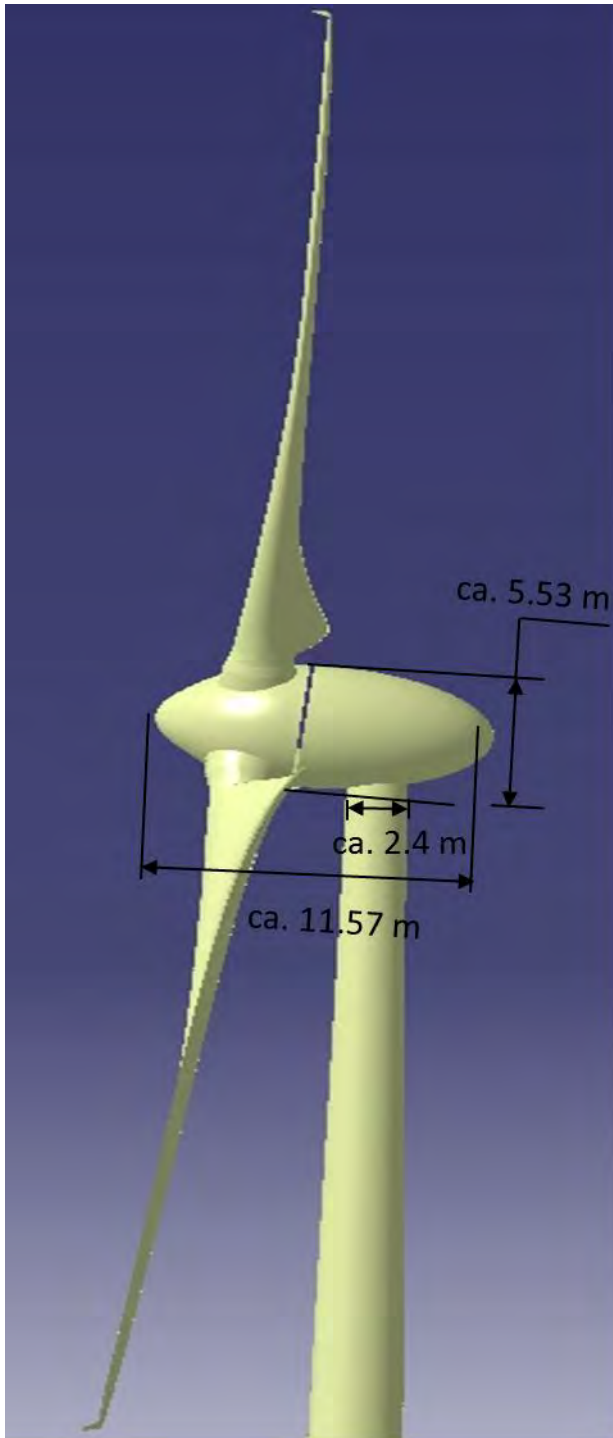


Abbildung 4: Schematische Objektgeometrie für die geplante WEA-Bauform Enercon E-82 E2 mit ca. 82 m Rotor, wie für die Analysen berücksichtigt

Die nachstehende Abbildung bietet eine Übersicht des erstellten 3D-CAD-Datensatzmodells für die geplanten Windenergieanlagenstandorte in der Übersicht und aus der Perspektive der Radaranlage Brockzetel, stets in Kombination von frei verfügbaren Luftbildern, die auf den Radarhöhendatensatz projiziert wurden.

Die Weitergabe sowie Vervielfältigung dieser Unterlage ist nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich zugestanden. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadensersatz. Insbesondere die Veröffentlichung in öffentlich zugänglichen Medien setzt eine explizite schriftliche Zustimmung durch Airbus Defence and Space voraus. Alle Rechte für den Fall der Patenterteilung oder Gebrauchsmuster – Eintragung vorbehalten. Quellenangabe: Alle genutzten Darstellungen sind durch Airbus Defence and Space, bzw. den Bearbeiter erzeugt worden. Bei Luftaufnahmen wird teilweise auf Google Earth Abbildungen zurückgegriffen.



Abbildung 5: Luftaufnahme der Standorte der geplanten, grün gekennzeichneten Windenergieanlagen (rechts Mitte im Bild) sowie der rot gekennzeichneten Bestandsanlagen. Die Einstrahlungsrichtungen bzgl. des Radars Brockzetel sind gelb gekennzeichnet.

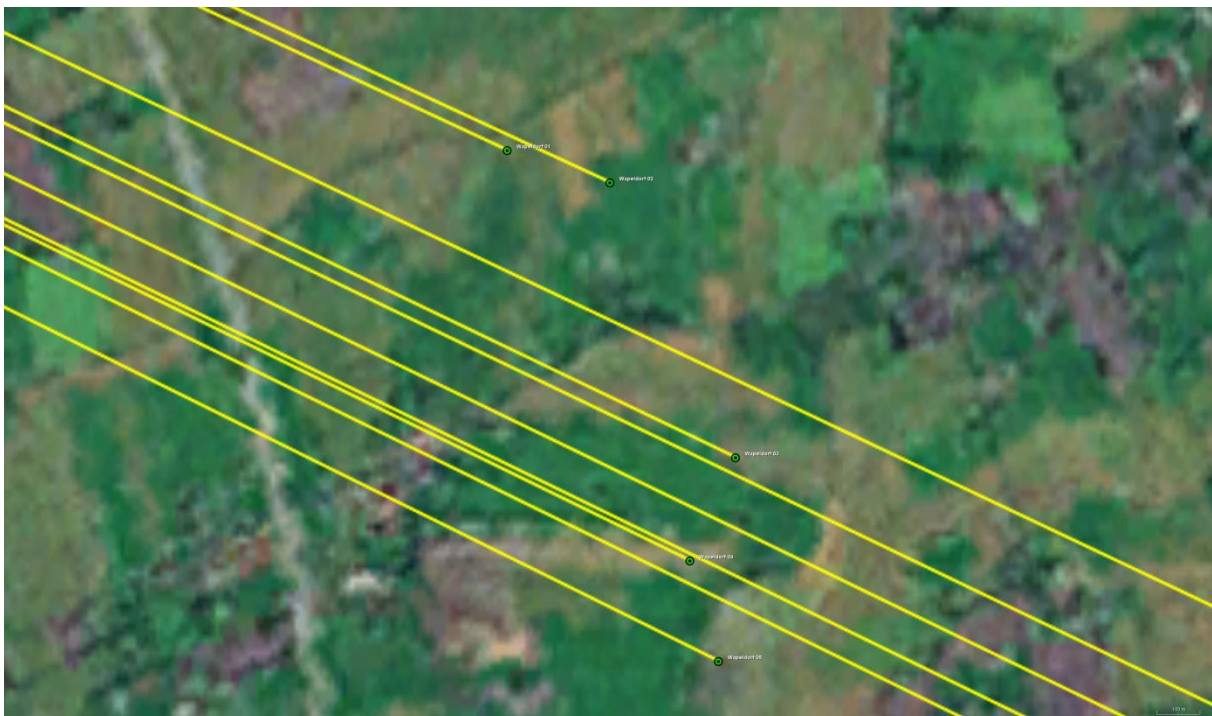


Abbildung 6: Detailansicht der Standorte der geplanten, grün gekennzeichneten Windenergieanlagen. Die Einstrahlungsrichtungen bzgl. des Radars Brockzetel sind gelb gekennzeichnet.

3.5 Randbedingungen für Analysen zu einem 3D-LV-Radar

In früheren Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, welche räumliche Ausdehnung das Streufeld einer Windenergieanlage typischerweise hat. Sie zeigen, dass sich das Strahlungsfeld in großen Distanzen hinter einer verschattenden Windenergieanlage rekonstruiert. Bei der Beurteilung der Feldstärkeminderung ist daher zwischen dem Primärpfad vom Radarsystem zum Luftfahrzeug und dem Sekundärpfad des Signals vom reflektierenden Luftfahrzeug zurück zum Radarsystem zu unterscheiden. Die Ursache von möglichen Reichweitenreduktionen ist im vorliegenden Fall der durch die Windenergieanlage hervorgerufene Verschattungseinfluss im Sekundärpfad, bzw. die von der Windenergieanlage in Richtung Radarortungsanlage zeigende Verschattungswirkung.

Die Bewertung der Ergebnisse zur Verschattung erfolgt im Hinblick auf die Möglichkeiten einer messtechnischen Erfassbarkeit dieser Einflüsse. Eine Beurteilung, ob diese Einflüsse zu betrieblich relevanten Störungen der Radarortungsanlage führen, erfolgt im Rahmen dieser Untersuchung nicht, da hierzu u. a. eine sehr konkrete Bewertung der Aufgaben des Radarortungssystems erforderlich ist.

Es sei darauf hingewiesen, dass eine Minderung der messtechnisch mit Hilfe von SASS-C ermittelbaren Entdeckungswahrscheinlichkeit zur Überprüfung von Radarverschattungen in der vorliegenden Untersuchung als nicht feststellbar erachtet wird, wenn die Reichweitenminderung geringer ist als der radiale Abstand bzw. Versatz zweier Rangefenster von 5 NM. Das ungestörte Feld dient dabei als Bezug. Die Radarreichweite ist dabei auf 100 % normiert. Die LFZ Position wird in ca. 130 NM angenommen. Eine messbare Beeinflussung liegt danach bei einer Reichweitenminderung auf unter 96,2 % vor. Dieser Wert wird nachstehend als Entscheidungskriterium herangezogen.

Die Auswirkung durch eine oder mehrere Windenergieanlagen wird im dreidimensionalen Raum ermittelt.

Die nachstehende Abbildung 7 stellt schematisch einen zweidimensionalen Flächenausschnitt dar, der unter einem Elevationswinkel vom Luftfahrzeug herunter bis zur exakten Höhenposition der Radarantenne zeigt. Als Höhenposition am Ort der Radarortungsanlage wird die Unterkante der Radarantenne gewählt. Alle Feldstärken sind normiert und in dBV/m angegeben.

Die normierten Feldstärkewerte (der Referenzfall ohne WEA) gemäß Abbildung 7 sind die Grundlage für die Untersuchungen. Die analysierten Ergebnisse aus Kapitel 3 sind gültig für Elevationswinkel bei $0,2^\circ$.

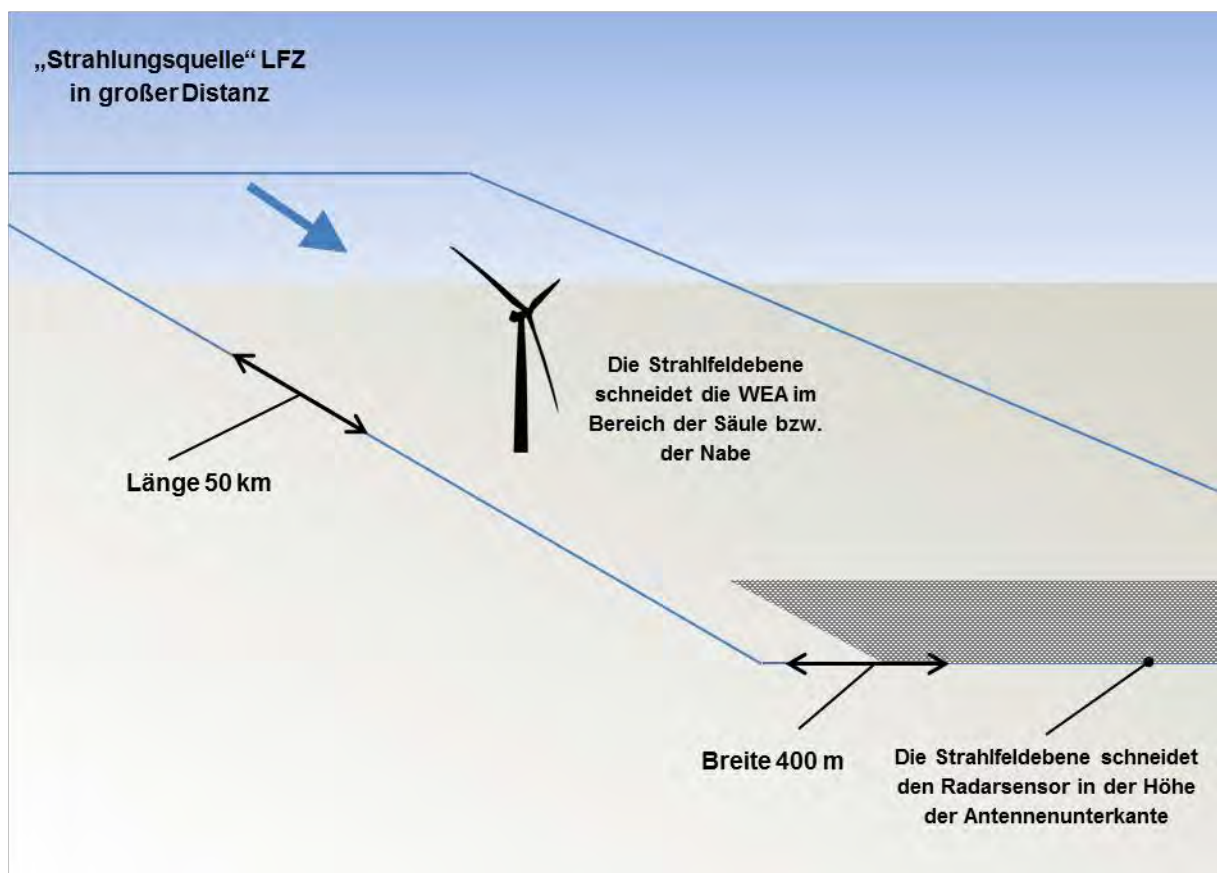


Abbildung 7: Schematische Darstellung: Anordnung von Radar und WEA sowie Lage des in dieser Untersuchung dargestellten Luftraums mit einer Ausdehnung von (hier) 50 km x 400 m Breite. Das LFZ wird in einer Distanz von bis zu 130 NM angenommen.

Untersucht wird das gesamte elektromagnetische Ausbreitungsfeld, das vom erfassten LFZ in großer Distanz zurück zur Radaranlage zeigt („Sekundärpfad“). Bildhaft dargestellt ist in der vorliegenden Untersuchung (wenn nicht anders angege-

ben) stets ein Feldgebiet für den Sekundärpfad im Streckenabschnitt vor der Radaranlage, das das vom LFZ reflektierte Signal zur Radaranlage bis 50 km Längenausdehnung und in einer Breite von 400 m darstellt. Der grau dargestellte Ausschnitt des Feldgebietes wird zusätzlich mehreren Detailanalysen als Variationsrechnung unterzogen, um eine ausreichende Datenbasis für die zu erwartenden Einflüsse auf die Empfangsverhältnisse des Radarsensors zu erhalten.

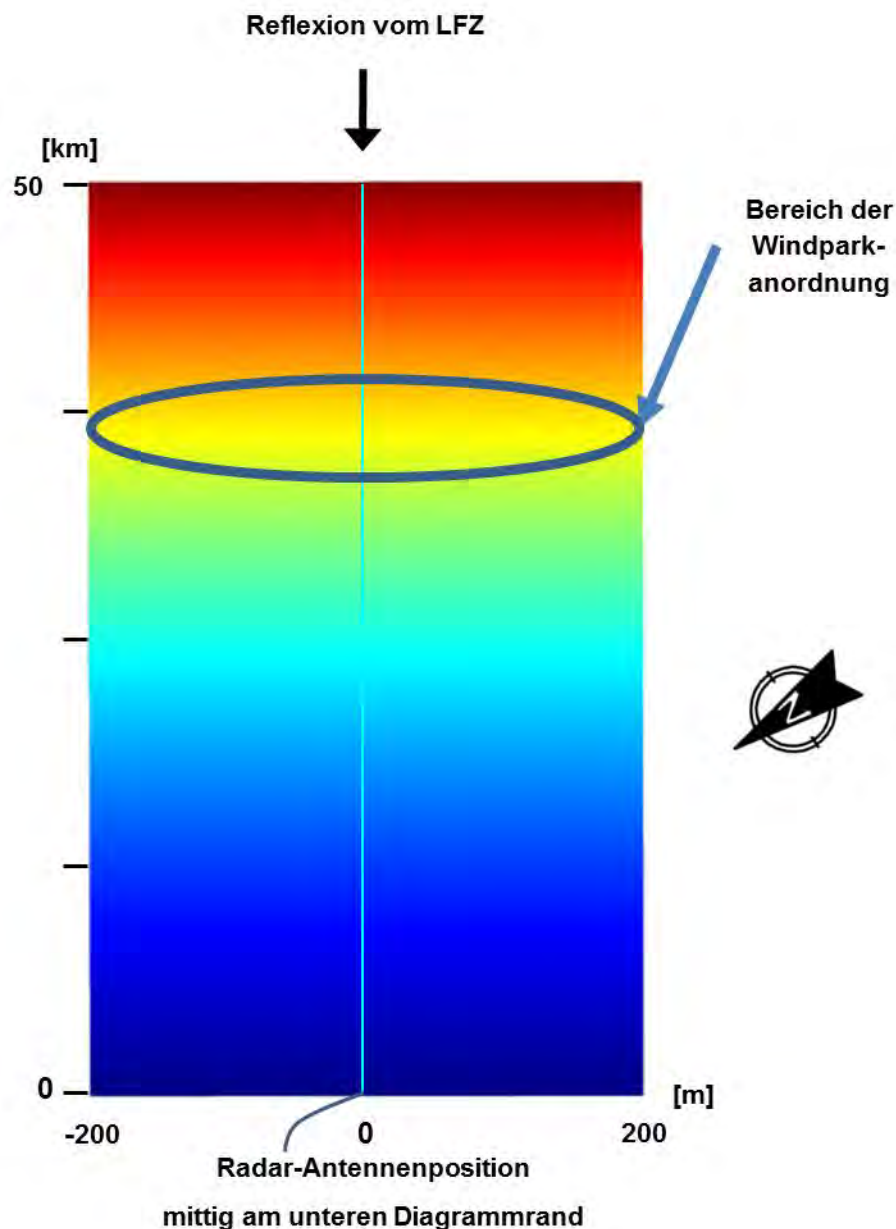


Abbildung 8: Feldgebiet von 50 km x 400 m in der schematischen Übersicht für das Radar Brockzetel

Das Untersuchungsgebiet ist in der Übersicht dargestellt. Der Feldstärkeverlauf ist farblich in verschiedenen Abstufungen angegeben. Der Ort des geplanten Windparks wurde in Abbildung 8 schematisch in der geplanten Distanz zu den Radarsystemen als schwarze Ellipse gekennzeichnet. Die gemittelte Distanz des gesamten zukünftigen Windparks zum Radar Brockzetel liegt bei ca. 36 km.

Durch die Analyse der Feldverteilung im Raum sind Rückschlüsse auf die Rückstreuung, die eine Falschzielerzeugung generieren kann, und Verschattungen, die Zielverluste generieren können, möglich.

Aus der Gesamtanzahl der geplanten und vorhandenen WEA sind exemplarisch die ungünstigsten Anordnungen ausgewählt und unter Berücksichtigung von Wechselwirkungen analysiert worden.

Die Nachbildung der Windenergieanlage erfolgt gemäß Abbildung 4. Die Strahlungsfeldanalyse erfolgt für die vorgenannten Anlagentypen und Standortkombinationen.

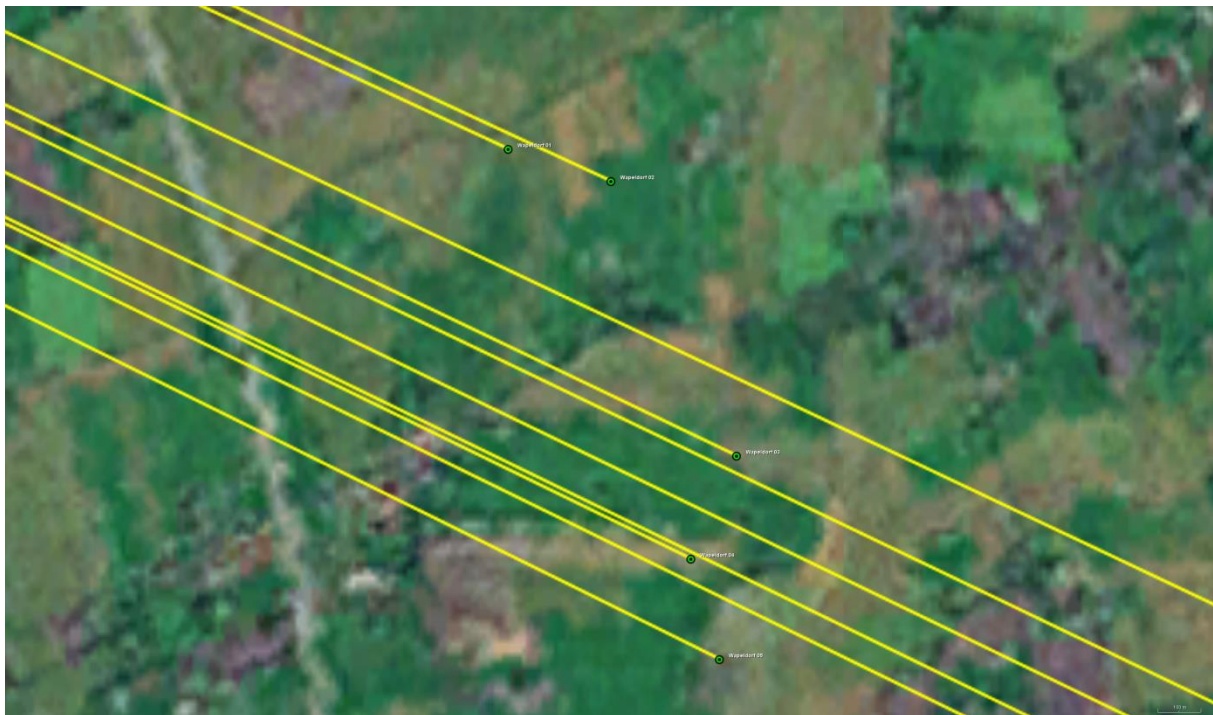


Abbildung 9: Untersuchte Planungsstandorte (grün) mit Radarbezug (gelb)

Die Abbildung 10 gibt die Strahlungsfeldverteilungen als Referenz im Fall ohne Windenergieanlagen zum Vergleich für die Frequenz von ca. 3,1 GHz wieder. Die

Werte sind normiert und dienen einer vergleichenden Betrachtung am Ort der Empfangsantenne als Referenzwert.

Bei der Betriebsfrequenz der Radaranlage Brockzetel gilt für den Fall ohne WEA im Rahmen der Simulation zum Strahlungsfeld der Referenzwert von:

-16,227 dBV/m (normierte Empfangsfeldstärke)

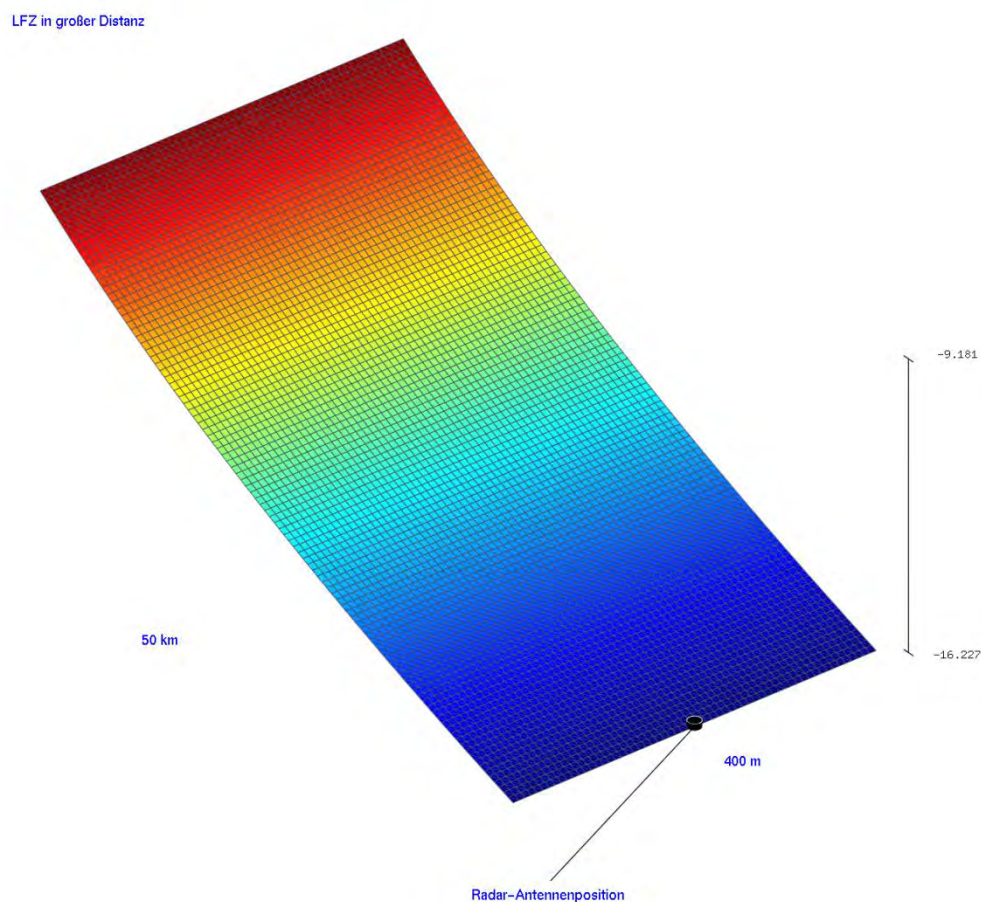


Abbildung 10: Das dargestellte Raumgebiet mit einer Elevation von $0,2^\circ$ ohne WEA-Einfluss sowie ohne Berücksichtigung der Topografie bzw. der relevanten Höhenunterschiede zwischen dem Radarstandort und den geplanten WEA-Standorten in der Konturdarstellung der normierten Feldstärkenverteilung für die Betriebsfrequenz des Radars Brockzetel

Die nachfolgenden Untersuchungsergebnisse unter Berücksichtigung des Einflusses von Windenergieanlagen zeigen am Ort des Radarsensors von den o. g. Werten ohne WEA abweichende, üblicherweise geringere Feldstärkewerte. Diese Differenz der Werte wird in eine zu erwartende äquivalente Reduktion der Reichweite umgerechnet.

3.6 Bewertung des Einflusses von Einzelanlagen und Gruppierungen

Die Nachbildung einer Windenergieanlage erfolgt schematisch betrachtet gemäß Abbildung 4. Die Strahlungsfeldanalyse erfolgt für die vorgenannten Anlagentypen und Standortkombinationen.

Die Ergebnisse gemäß Abbildung 11 bis Abbildung 12 geben für die Frequenz von ca. 3,1 GHz der militärischen Radaranlage Brockzetel die Ergebnisse der künftigen Situation für die Anordnung mit den geplanten Windenergieanlagen und den Bestandsanlagen wieder.

Im direkten Vergleich mit der Referenz ohne WEA sind der jeweilige radartechnisch wirksame Verschattungseffekt von einer WEA-Struktur bis zur Radarortungsanlage sowie die von der WEA verursachten Streufelder erkennbar. Deutlich sichtbar wird ebenfalls die unterschiedliche Ausdehnung und Ausprägung des Streufeldes infolge von Reflexions- und Beugungserscheinungen an den verschiedenen WEA-Strukturen in Abhängigkeit von der Distanz zum Radarsensor.

Die Auswertung der Analysen für den Ort der empfangenden Radarortungsanlage erfolgt mittels der Feldpunktgitter, über das die Orte der berechneten Feldstärkewerte festgelegt sind.

3.6.1 Künftige Situation mit den geplanten WEA

WEA-Zweifachanordnung der geplanten Situation gemäß Tabelle 2. Die Analysen werden für die dort aufgeführten Standorte bei einer Distanz von ca. 34,4 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

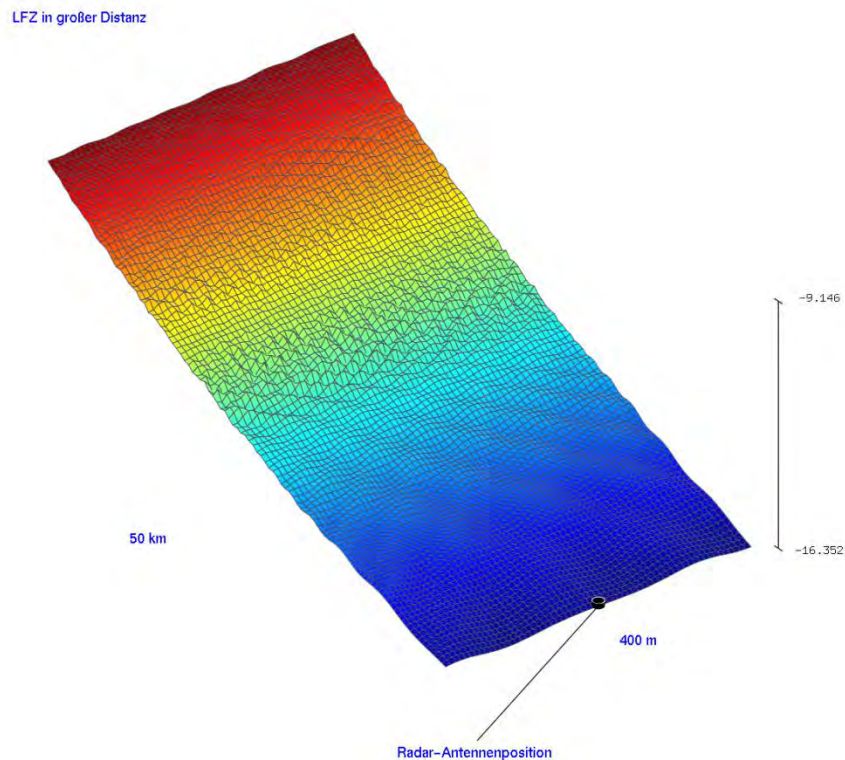


Abbildung 11: Reflexions- und Streufeldausbildung für die geplanten Windenergieanlagen als Zweifach-Anordnung im Einflussbereich der Radaranlage Brockzetel mit Berücksichtigung der Topografie

Aus den abgebildeten Werten der Abbildung 11 mit -16,352 dBV/m errechnet sich gegenüber der Referenz gemäß der genannten Kriterien eine Reichweite von

98,57 %.

Der Verschattungseinfluss ist messtechnisch nicht feststellbar, das Kriterium ist erfüllt.

WEA-Zehnfachanordnung der geplanten Situation gemäß Tabelle 3. Die Analysen werden für die dort aufgeführten Standorte bei einer Distanz von ca. 39 km zur Radaranlage Brockzetel durchgeführt.

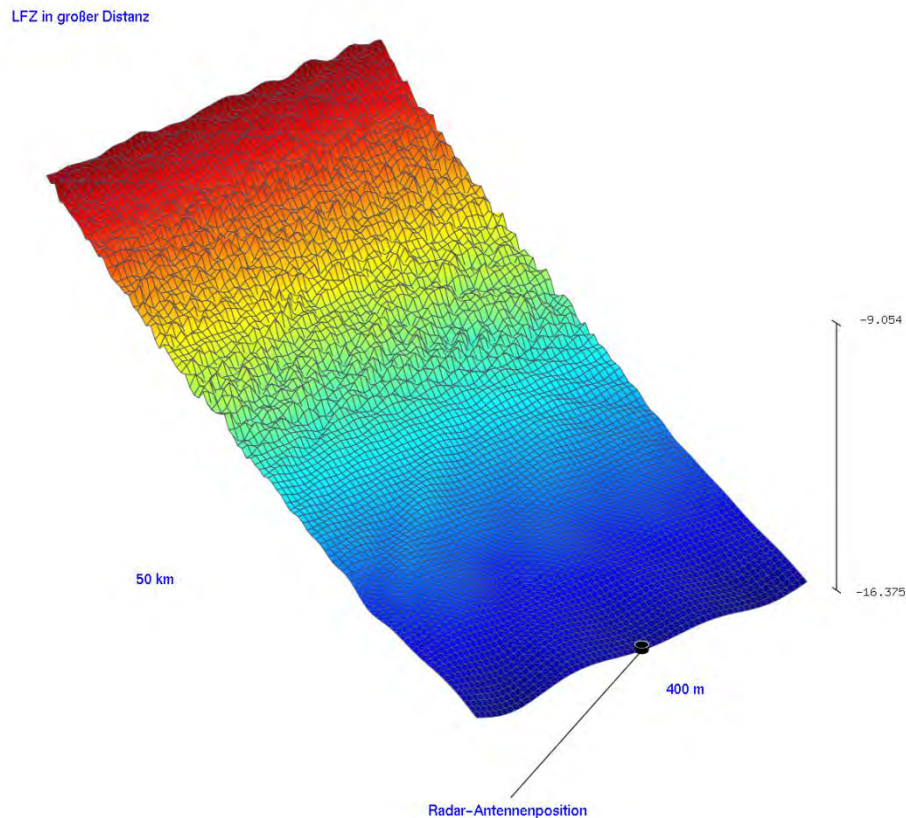


Abbildung 12: Reflexions- und Streufeldausbildung für die geplanten Windenergieanlagen als Zehnfach-Anordnung im Einflussbereich der Radaranlage Brockzetel mit Berücksichtigung der Topografie

Aus den abgebildeten Werten der Abbildung 12 mit $-16,375$ dBV/m errechnet sich gegenüber der Referenz gemäß der genannten Kriterien eine Reichweite von

98,31 %.

Der Verschattungseinfluss ist messtechnisch nicht feststellbar, das Kriterium ist erfüllt.

3.6.2 Bewertung der Darstellung der normierten Feldstärkenverteilungen

Abbildung 10 zeigt als Konturdarstellung den Intensitätsverlauf der Feldstärke des elektromagnetischen Ausbreitungsfeldes. Sie zeigt als Referenz ohne WEA die kontinuierlichen Minderungen der Reflexionsfeldstärke eines vom Radarsensor angestrahlten Flugzeuges. Dabei wird das Luftfahrzeug bei einer Elevation von $0,2^\circ$ gegenüber der Höhenposition der Antenne angenommen.

Bei Berücksichtigung einer oder mehrerer WEA in der geplanten Distanz zum Radarsystem sowie unter Berücksichtigung der geplanten Bauhöhe der WEAs zeigen sich Einflüsse auf die Ausbreitung des elektromagnetischen Feldes. Dabei "greift" das elektromagnetische Feld aufgrund von Beugungs- bzw. Streuprozessen um das Hindernis herum. Es liegt somit im Hochfrequenzfeld keine vollständige Unterdrückung des elektromagnetischen Feldes entsprechend einer geometrischen Verschattung vor.

Abbildung 11 bis Abbildung 12 zeigen, dass bei einer Distanz zwischen WEA und Radarstandort von ca. 35 km nur Verschattungserscheinungen vorliegen, die am Ort der Radarantenne einer Reichweitenminderung von 100 % (ideal) auf minimal 98,31 % entsprechen und somit messtechnisch durch Flugvermessungen und Random-Traffic Aufzeichnungen nicht nachweisbar sind. Es zeigen sich weiter Streufelderscheinungen, insbesondere in seitlichen Richtungen. Zugleich ist den Abbildungen zu entnehmen, dass die Analysen in diesen Fällen Reflexionen durch die WEA zeigen, die zurück in Richtung des Luftfahrzeuges wirken.

3.6.3 Beurteilung

Für die Untersuchung der geplanten WEA des Anlagentyps Enercon E-82 E2 mit ca. 108 m Nabenhöhe liegen gemäß den Untersuchungsergebnissen bei Berücksichtigung der Geländetopografie in keinem der untersuchten Fälle Verschattungen und Reichweitenminderungen vor, die das Kriterium von 96,2 % verletzen.

Im direkten Vergleich mit der Referenz ohne WEA sind der jeweilige radartechnisch wirksame Verschattungseffekt von einer WEA-Struktur bis zur Radarortungsanlage sowie die von der WEA verursachten Streufelder im Nahbereich erkennbar. Deutlich sichtbar wird ebenfalls die unterschiedliche Ausdehnung und Ausprägung des Streufeldes infolge von Reflexions- und Beugungserscheinungen an den verschiedenen WEA-Strukturen in Abhängigkeit von der Distanz zum Radarsensor.

Die Auswertung der Analyse für den Ort der empfangenden Radarortungsanlage erfolgt mittels der Feldpunktgitter, über das die Orte der berechneten Feldstärkewerte festgelegt sind.

Die Koordinaten der geplanten WEA sowie die jeweiligen Entfernungen, die Elevation und Azimutwinkelbezüge zum Radar Brockzetel sind der Tabelle 4 zu entnehmen. Die Koordinaten aller in diesem Gutachten relevanten Windenergieanlagen sind im Anhang auf Seite 73 aufgelistet.

Standort	Anlage	WGS 84 Nord	WGS 84 Ost	Nabenhöhe [m]	Elevation [°]	Distanz [m]	Winkel [°]
Wapeldorf 01	Enercon E-82 E2	53° 20' 6,30"	8° 8' 40,79"	108,38	0,0404	35074,79	114,5366
Wapeldorf 02	Enercon E-82 E2	53° 20' 3,90"	8° 8' 53,59"	108,38	0,0389	35321	114,4837
Wapeldorf 03	Enercon E-82 E2	53° 19' 43,43"	8° 9' 9,24"	108,38	0,0365	35852,8	115,2066
Wapeldorf 04	Enercon E-82 E2	53° 19' 35,76"	8° 9' 3,56"	108,38	0,0363	35861,39	115,6212
Wapeldorf 05	Enercon E-82 E2	53° 19' 28,27"	8° 9' 7,11"	108,38	0,0356	36022,39	115,906

Tabelle 4: Koordinatenübersicht über die Planungsanlagen des Windparks

Abbildung 13 gibt die Perspektive der geplanten Windenergieanlagen über Azimut und Elevation bzgl. der Gondelpositionen für das Radar wieder. Der Bereich der gemäß der Ergebnisse nach Abbildung 11 bis Abbildung 12 untersuchten Anordnungen ist farbig hinterlegt.

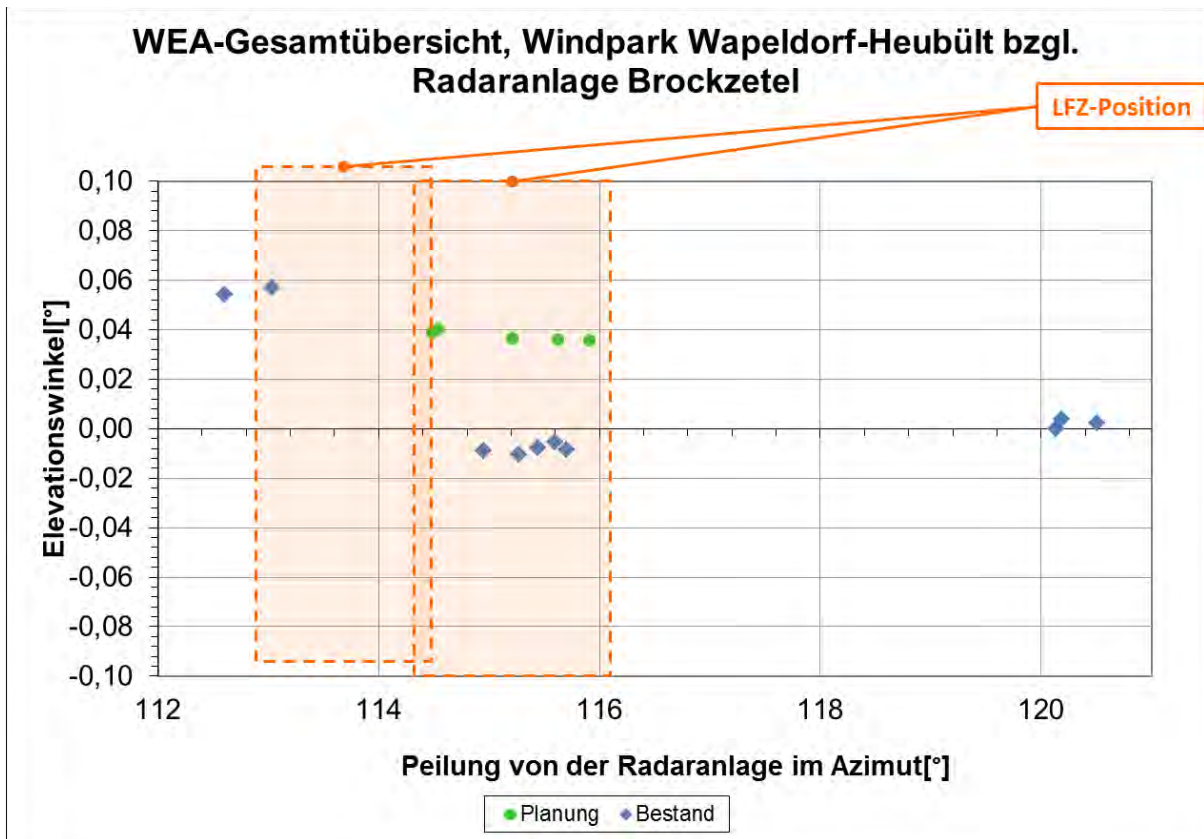


Abbildung 13: Perspektive zur Gondelanordnung gemäß Azimut und Elevation für die Position des Radars Brockzetel. Der Bereich der analysierten Anordnungen ist orange gekennzeichnet.

Bei den analysierten Teilanordnungen wird grundsätzlich neben anderen Parametern der Radaranlage stets die Breite der Antennenkeule berücksichtigt. Bei den jeweiligen Teilanalysen wird das LFZ mittig bzgl. des jeweils analysierten Azimutabschnittes in großer Entfernung angenommen und der hervorgerufene Verschattungseinfluss im Sekundärpfad, bzw. die von den Windenergieanlagen in Richtung Radarortungsanlage zeigende Verschattungswirkung, analysiert. Die Auswahl der untersuchten Teilanordnungen basiert auf der Auswertung der geplanten Standorte unter dem Aspekt der geringsten Azimutabstände und der damit verbundenen stärksten Verschattungserscheinungen bzw. Reichweitenminderungen.

Befindet sich ein LFZ hinter einer WEA-Anordnung mit geringen Azimutabständen, so werden bedingt durch die direkten Verschattungen sowie stärkeren Wechselwirkungen untereinander die größten Verschattungserscheinungen bzw. Reichweiten-

minderungen auftreten. Verschiebt sich die LFZ-Azimutposition aus diesem Bereich mit geringen Azimutabständen der WEAs heraus, nimmt der Verschattungseinfluss grundsätzlich ab.

Die Detailanalysen, bei denen das LFZ hinter einer WEA-Verdichtung mit geringen Azimutabständen angeordnet ist, geben den jeweiligen Worst-Case-Fall einer Verdichtung wieder. Die Azimutbreite der ausgewählten WEA-Teilanzordnungen ist somit nicht zwingend identisch mit der Azimutaufösung des Radargerätes.

Die nachstehende Abbildung 14 zeigt eine Zusammenstellung der Ergebnisse zu den ermittelten Reichweitenminderungen mit Berücksichtigung der Topografie.

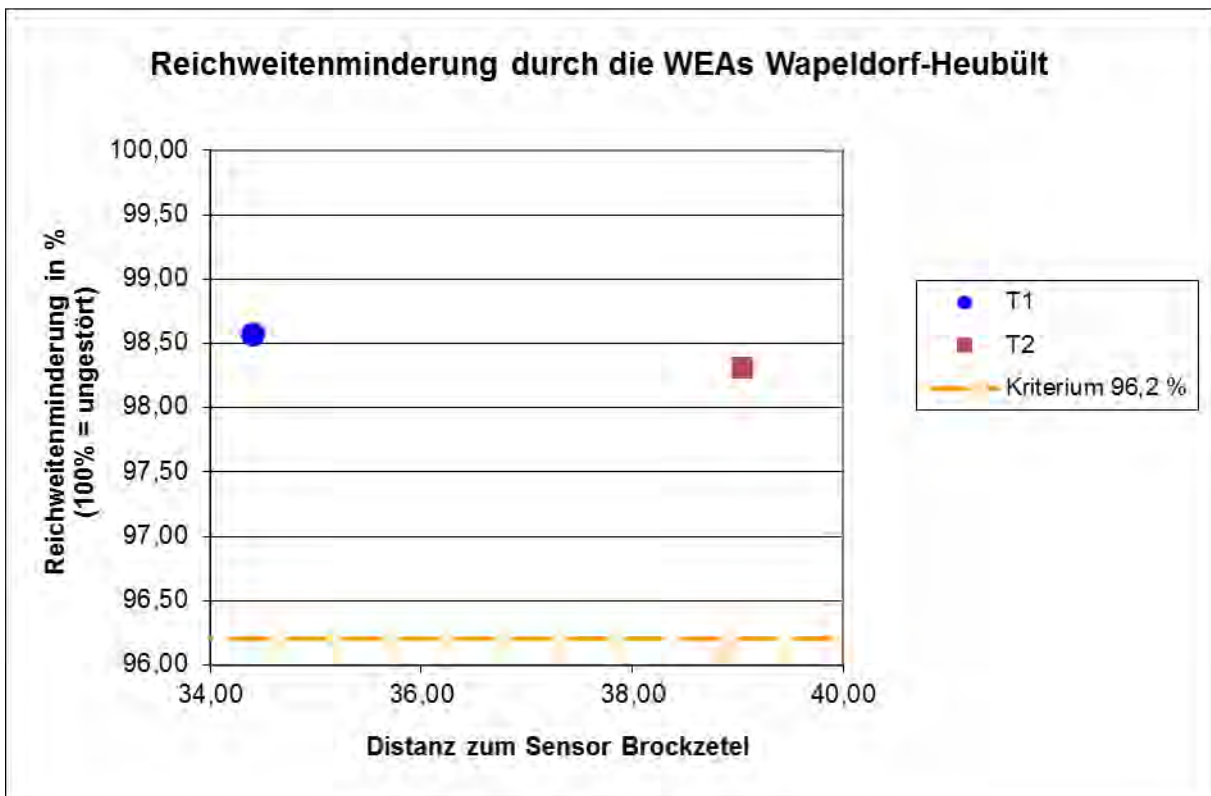


Abbildung 14: Übersicht über die zu erwartende Reichweitenreduktion bei den angegebenen WEA-Konstellationen mit Berücksichtigung der Topografie

4 Aufgabenbeschreibung FS-Radar Wittmund

Beschreibung der grundsätzlichen Problematik:

Beim Überflug über Windparks oder über mehrere Windenergieanlagen zeigen sich selbst bei modernen 2D-Radaranlagen, wie dem ASR-S Schwächungen der Primärzieldarstellung bei der Überwachung von LFZ-Bewegungen oder LFZ-Zielverluste für alle Flughöhen im direkten Umgebungsgebiet um WEAs. Es muss jedoch auch festgestellt werden, dass abhängig von der Verweildauer eines LFZs im entsprechend belasteten Luftraumgebiet oberhalb einzelner WEAs oder kleinerer isoliert stehender Windparks, diese nicht zwangsläufig als Ursache entsprechender Störungen wirksam werden. Abhängig von der zeitlichen Charakteristik der radarwirksamen Reflexionen, der Form und Materialität der Rotorblätter, kann eine deutlich geringere Störwirkung vorliegen.

Dagegen kann durch eine geringe Anzahl zusätzlicher WEAs eine räumliche Verknüpfung bisher „isolierter“ WEA-Gruppierungen geschaffen werden. In diesem Fall wird ein durch Störungen belastetes ausgedehntes Gebiet geschaffen, das vorher nicht wirksam war.

Ursache für mögliche Flugzielverluste ist die intensive Oberflächenreflexion sowie der dynamische RQS-Anteil von sehr großen Bauwerken mit bewegten Komponenten wie z. B. den Rotorblättern von Windkraftanlagen. Die bewegten Komponenten können aufgrund des dynamischen RQS und dessen Dopplercharakters nicht durch Verfahren wie Festzielunterdrückung in einem fest definierten Umgebungsbereich herausgefiltert werden. Dadurch wird eine Flugzielverfolgung / „Trackbildung“ in einem Umgebungsbereich oberhalb des Hindernisses stark eingeschränkt oder sogar fehlerhaft, da der RQS einer WEA den RQS eines LFZ deutlich übertrifft.

Bei LFZs wird daher die Trackbildung bzw. die Primärzieldarstellung deutlich beeinträchtigt, wenn die „Verweildauer“ dieses LFZs im durch die o. g. Reflexionsstörungen betroffenen Gebiet einen ausreichenden Zeitraum, z. B. zwei Antennenumdrehungszeiten, überschreitet. Die Bewertung von WEAs erfolgt unter der Maßgabe, dass die zu betrachtenden Störzellen in einem definierten Polar Flächenraster (DCM-Zellen) vorliegen, welcher auf den Radarstandort ausgerichtet ist.

Die Wirkungsintensität dieser DCM-Zelle wird bestimmt durch die Reflexionsintensität und die bzgl. des Radarstandorts radialen Geschwindigkeitskomponenten des Rotorblattes. Da kleinere WEAs größere Rotorgeschwindigkeiten zeigen, stellt sich die Problematik für unterschiedlich große WEAs sehr ähnlich dar.

Zudem sind die Anzahl und die Anordnung der WEAs innerhalb sowie außerhalb der betrachteten DCM-Zellen maßgeblich.

Eine herabgesetzte Reflektivität oder eine herabgesetzte radiale Geschwindigkeitskomponente der Rotoren der zu berücksichtigenden WEAs mindert zwangsläufig die Wirkungsintensität bzw. Relevanz einer Störzelle.

In diesem Zusammenhang ist die RQS-Bewertung eines WEA-Typs von besonderer Bedeutung, da bei einer WEA bauartbedingt nicht zwangsläufig eine 100%-ige Störwirkung angenommen werden kann.

Die DCM-Zelle mit $1,8^\circ$ Breite und einer ca. 300 m großen radialen Ausdehnung (bei Entfernungen von weniger als 12,3 km beträgt die Dimension der DCM-Zellen ca. $300\text{ m} \times 3,6^\circ$) im Bereich des Windparks beim ASR-S, ist in allen Flughöhen wirksam. Eine Filterung auf der Grundlage der charakteristischen Störeinflüsse der Windenergieanlagen unter Berücksichtigung des dynamischen Radarquerschnittes ist bisher mit 2D-Radaranlagen nicht möglich.

Im Hinblick auf moderne künftige Flugsicherungsradaranlagen kann eine Verbesserung der Primärzieldarstellung durch Verfahren wie

- verbesserte Tracker-Routinen,
- verbesserte räumliche Auflösung, sowie
- „adaptives Beamforming“

erwartet werden.

Aufgrund fehlender messtechnischer Nachweise unter betrieblichen Bedingungen wird bei der vorliegenden Windparkbewertung auf diese künftigen Möglichkeiten nicht zurückgegriffen.

Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass im Falle radarreflexionsarmer Rotorblätter bei WEAs die Voraussetzungen für eine gute Wirksamkeit WEA-optimierter „Tracker-Routinen“ gegeben wird, da die Intensitätsunterschiede zwischen dem dynamischen RQS eines WEA-Rotors und einem LFZ in gleicher Distanz und Richtung ausreichend herabgesetzt sind.

5 Untersuchungsverfahren FS-Radar Wittmund

Für die vorliegende Untersuchung der WEA-Anordnung im Gebiet DEWI-Testfeld wird ein Bewertungsverfahren zugrunde gelegt, das sich auf die Auswertung von Beobachtungen des ASR-S auf der Grundlage heute bekannter Parameter stützt.

Bewertungsprozedur:

1. Um jede WEA wird als ein möglicher Ort für Reflexionen ein Ortskreis mit der Größe des Rotordurchmessers angelegt.
2. Das Umgebungsgebiet um einen Radarstandort wird ab einer Entfernung zwischen 12,3 km und 70 km zum Radargerät in einem polaren Koordinatensystem durch DCM-Zellen mit jeweils 299,7 m radialer Ausdehnung, sowie mit einer Azimutausdehnung von $1,8^\circ$ – bezogen auf den Radarstandort – gegliedert. Bei Entfernungen von weniger als 12,3 km beträgt die Dimension der DCM-Zellen $299,7 \text{ m} \times 3,6^\circ$.
3. Jede DCM-Zelle in dem sich der Ortskreis einer Windkraftanlage befindet, sowie die beiden benachbarten Zellen im Azimut werden markiert. Die Festlegung, ob eine derart markierte DCM-Zelle als Störzelle interpretiert wird, setzt eine ausreichende Reflexionsintensität, d. h. „Radarquerschnitt“ der WEAs voraus, vgl. hierzu Kapitel 6.
4. Für jede markierte DCM-Zelle wird die Wahrscheinlichkeit der Darstellung eines LFZ mit einem Radarrückstreuquerschnitt von 1 m^2 und 3 m^2 ermittelt und anschließend in einer Grafik farbig kodiert.
5. Es werden vier verschiedene Überflugpfade über das Gebiet mit farbig kodierten DCM-Zellen gelegt. Dabei werden bezogen auf das Radargerät ein Überflug Radial, einer Tangential und zwei unterschiedliche Diagonalüberflüge betrachtet. Die einzelnen Überflugpfade werden derart gewählt, dass jeweils die größte Lateraldimension der Störzellen der geplanten WEA abgedeckt wird.

Diese Überflugpfade stellen damit ein sogenanntes „Worst-Case“-Szenario dar. Als Referenzgeschwindigkeit eines LFZ wird 180 km/h gewählt. Damit sind die typischen Reisefluggeschwindigkeiten auch kleiner LFZ berücksichtigt.

6. Für jeden Überflugpfad wird die Zielverlustwahrscheinlichkeit an diskreten Punkten berechnet. Die für die Bewertung angenommene LFZ-Überfluggeschwindigkeit beträgt hierbei 180 km/h (50 m/s). Eine Zielverlustwahrscheinlichkeit von 50 % sollte hierbei nicht überschritten werden.
7. Zulässig sind Erfassungsverluste bei maximal zwei direkt aufeinander folgenden Antennenorientierungen in Richtung WEA oder Windpark.
8. Die räumliche Separation zu einer benachbarten WEA-Gruppierung muss einen Abstand zeigen, der über mindestens drei Antennenumdrehungen eine störfreie neue Detektion des LFZ gewährleistet.

Bei Windenergieanlagen mit sehr großen Rotordurchmessern von über 100 m und geringerer Rotordrehzahl wurde festgestellt, dass eine durchgehende Störung trotz eines sehr großen Radarquerschnittwertes infolge langsamer Drehgeschwindigkeiten des Rotors bei bestimmten Windrichtungen nicht gegeben ist. Die Störwirkung ist in dem Fall herabgesetzt.

Wird die vertikale Orientierung eines Rotorblattes ausgeschlossen, liegt in dem Fall ein offenbar ausreichend reduzierter dynamischer Radarquerschnitt bzw. Radarreflexionsintensität vor. Dadurch ist der zulässige Grenzwert für die Reflexionsintensität festgelegt. Eine WEA, deren dynamischer Radarquerschnitt diesen Grenzwert nicht überschreitet, generiert keinen zusätzlichen Störeinfluss.

6 Radarquerschnittanalyse

Der dynamische Radarquerschnitt zeigt abhängig von der Orientierung der Rotorblätter während der Umdrehung sehr unterschiedliche Werte, die bei vertikaler Orientierung eines Rotorblattes oder einer Rotorblattkante stets einen maximalen Reflexionswert für die z. B. bei vertikaler Polarisierung arbeitende Radarantenne zeigen.

Der RQS bzw. Rückstrahlfläche eines Objektes ist eine objektspezifische Größe, die für die Entdeckungswahrscheinlichkeit eines Objektes durch ein Radargerät ein wesentlicher Parameter ist. Sie ist abhängig von der Kubatur und der Wellenlänge bzw. vom Verhältnis der Strukturabmessungen des Körpers zur Wellenlänge. Quantitativ gibt der Radarquerschnitt eine effektive Fläche an, die die einlaufende Welle einfängt und isotrop in den Raum abstrahlt.

Der Radarquerschnitt σ ist definiert als

$$\sigma = 4\pi R^2 \frac{P_s}{P_i}$$

Dabei ist P_i die Leistungsdichte auf dem Radarziel und P_s die gestreute Leistungsdichte in einem Abstand R vom Radarziel.

Für eine WEA erfolgt die Berechnung des RQS auf der Grundlage einer computer-gestützten 3D-CAD Nachbildung gemäß beigestellter Konstruktionsunterlagen des Herstellers. Der RQS ist nur gültig für die Untersuchungsfrequenz sowie die angegebene nachgebildete Objektkubatur bzw. Oberflächenformgebung und Dimension unter Berücksichtigung der Materialien und Bauweisen sowie ggf. Mehrfachreflexionen zwischen Oberflächensegmenten.

Zur Gegenüberstellung mit einer WEA sind zur Orientierung typische RQS-Werte von Objekten nachstehend angegeben:

Vogel $\approx 0,01 \text{ m}^2$

Mensch $\approx 1 \text{ m}^2$

Einmotoriges Sportflugzeug ... leichtes Jagdflugzeug $< 3 \text{ m}^2$

schweres Kampfflugzeug $< 5 \text{ m}^2$

Verkehrsflugzeug $\approx 40 \text{ m}^2$

Jumbojet / A 380 $\approx 100 \text{ m}^2$

Für ein großes Kampfflugzeug kann in dem Zusammenhang ein RQS von 5 bis 6 m^2 angegeben werden. Ein Transportflugzeug zeigt einen RQS in der Größenordnung von ca. 100 m^2 , ein kleiner Passagierflugzeug zeigt einen RQS von ca. 10 m^2 , ein Mensch/Ultraleichtfluggerät zeigt einen RQS in der Größenordnung von ca. 1 m^2 .

6.1 Ermittlung des RQS der WEA

Die Ermittlung des RQS berücksichtigt die nachstehenden technischen Aspekte:

1. Die Objektstruktur einer WEA wird von der elektromagnetischen Welle nicht kohärent (phasengleich) erreicht. Grundsätzlich liegen gekrümmte Wellenfronten vor. Eine phasengleiche Erfassung eines Abschnittes eines Rotorblattes zum Beispiel liegt vor, wenn die Distanzunterschiede kleiner sind als $1/8$ der Wellenlänge.

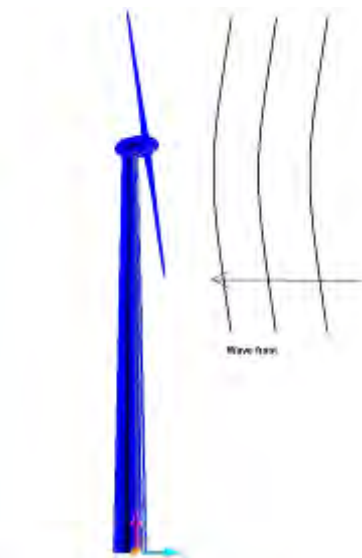


Abbildung 15: Schemabild zur Wellenfront.

2. Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass die Radareinstrahlung auf die Windenergieanlage durch die Hauptkeule / Hauptrichtung innerhalb der Hauptkeule nicht mit gleicher Intensität erfolgt. Die Breite der Hauptkeule (Half power beam) wird für ca. 2,7 GHz-Systeme mit ca. 3° Breite angenommen. So liegt bei ca. 13 km Distanz eine Fläche von ca. 680 m Durchmesser im Raum vor.

Die Ermittlung des $RQS_{dyn.}$ der Rotoren für die geplanten Windenergieanlagen wurde nachstehend für eine Frequenz von ca. 2,7 GHz ermittelt. Der RQS über ϕ/deg wird für eine vollständige Rotordrehung stets zwischen 0° und 360° bei einem Elevationswinkel von 0° bzgl. der Radarantenne und Rotornabe dargestellt. Der Winkel zwischen Rotorachse und dem Richtungsvektor zur Radaranlage ist bei den nachfol-

genden Ergebnissen mit 280° angenommen, da dieser Fall die Situation für die Berücksichtigung der Hauptwindrichtung im Windpark darstellt.

Die Abbildung 16 und Abbildung 17 geben beispielhaft einen WEA-Rotor aus zwei verschiedenen Perspektiven an.

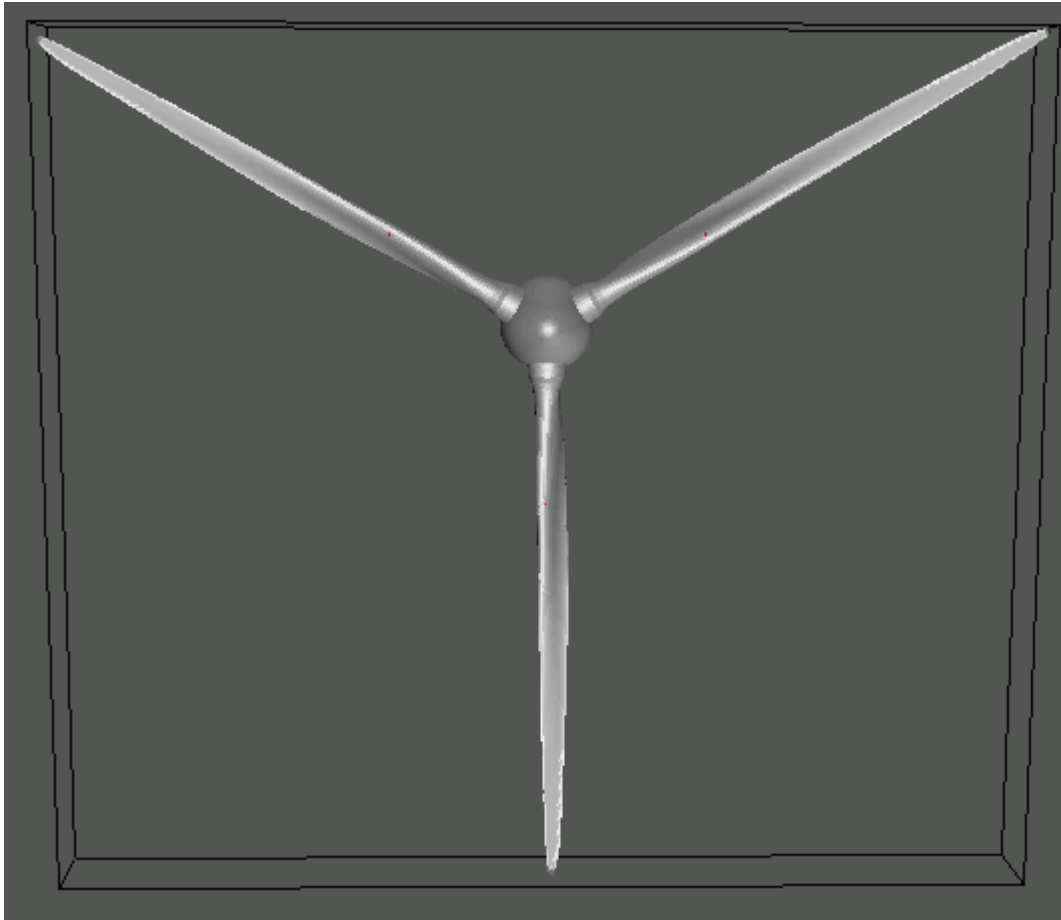


Abbildung 16: Rotoransicht bei 0° Winkel zwischen Rotorachse und Bezugsrichtung zum Radar

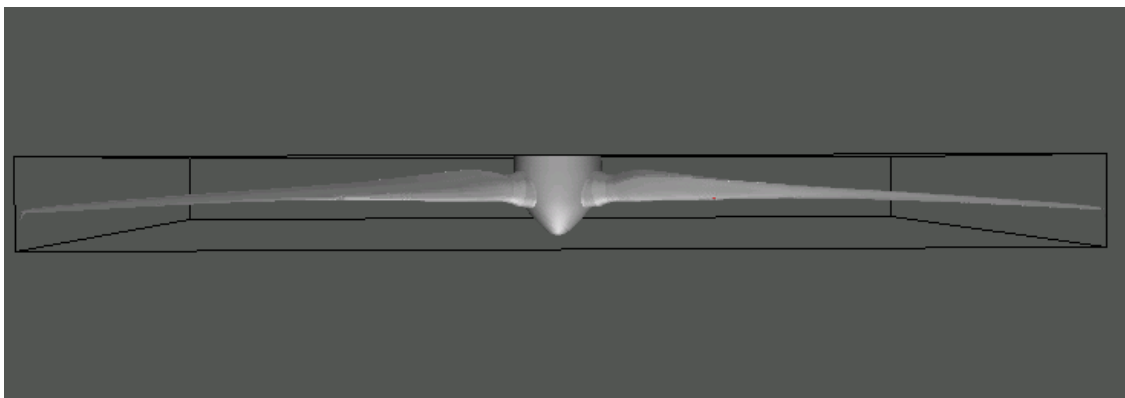


Abbildung 17: Rotoransicht bei 90° Winkel zwischen Rotorachse und Bezugsrichtung zum Radar

Dabei wird die Oberfläche der Objektstruktur durch eine ausreichend große Anzahl ebener Dreieckflächenelemente nachgebildet – „trianguliert“. Zur Vermeidung unphysikalischer singulärer Einzelwerte, die bei jeweils rot angegebenen RQS-Rohdaten vorliegen, wird zur Bewertung ein Winkelintervall über 2° festgelegt. Die Mittelwerte aus diesem Bereich sind durch die blaue Linie gekennzeichnet und werden nachfolgend zur Beurteilung herangezogen.

Die berücksichtigten Dimensionen für die geplanten Anlagen Enercon E-82 E2 sind:

- Rotordurchmesser: max. ca. 82 m
- Säulenquerschnitt oben: ca. 2,4 m
- Gondeldimension: ca. 5,53 x 11,57 m
- Betriebsrotordrehzahl: 6,0-18,5 U/min

Unter Berücksichtigung der Antennenumdrehungszeit des Radarsystems ASR-S ist die Möglichkeit einer Detektion der WEA mit einer zeitlichen Rate von ca. 5 Sekunden gegeben. Zugleich muss für die Reflexionsintensität der WEA eine ausreichende Intensität vorliegen. Diese unterliegt unter Berücksichtigung der Rotordrehzahl ebenfalls einer zeitlichen Änderung.

Enercon E-82 E2:

Monostatischer RQS von WEA E82
 $f = 2.7 \text{ GHz}$; $\theta = 90.0 \text{ Grad}$; $\phi = 280.0 \text{ Grad}$; Polarisation VV;
Medianwert ueber ein Winkelintervall von 2 Grad

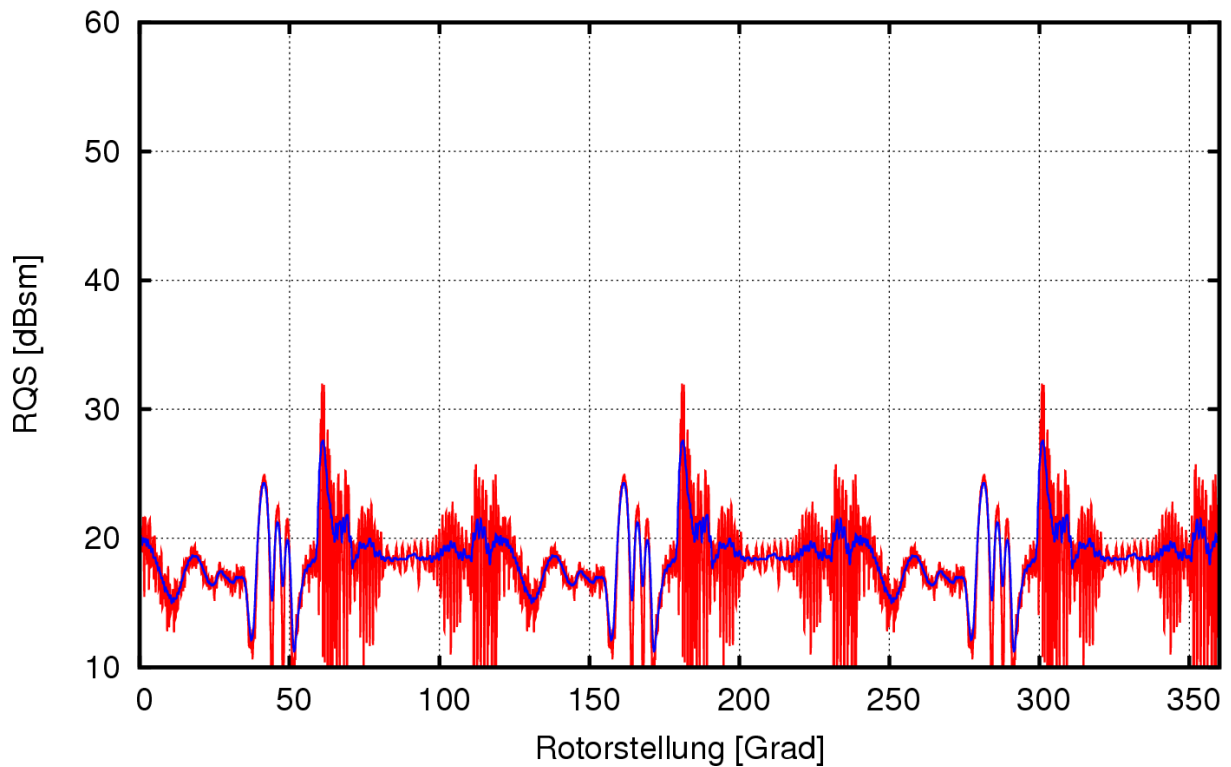


Abbildung 18: RQS_{dyn} über eine Rotordrehung für den geplanten Typ Enercon E-82 E2

7 Bewertung des Gesamteinflusses der WEA-Gruppe bzgl. „Störzellen“

Ein Radargerät vom Typ ASR-S besitzt zur Unterdrückung von stationären Zielen „mit Dopplerverschiebung“ eine sogenannte Doppler-Clutter-Map (DCM-Map). Jede dieser DCM-Zellen hat in einer Entfernung zwischen 12,3 km und 70 km zum Radargerät eine Ausdehnung von ca. 300 m im Radial und 1,8° im Azimut – bezogen auf den Radarstandort. Bei Entfernungen von weniger als 12,3 km beträgt die Dimension der DCM-Zellen ca. 300 m x 3,6°. Zur Ermittlung der Luftraumgebiete (DCM-Zellen), in denen ein möglicher Zielverlust nicht ausgeschlossen werden kann, wird nicht nur der Standort der WEA-Säule selbst betrachtet, sondern es wird zusätzlich um jeden WEA-Standort ein „Ortskreis“ mit der Größe des Rotordurchmessers eingetragen. Hierdurch werden alle potentiellen Reflexionsorte vom Rotor berücksichtigt.

Nachfolgend wird für jede betroffene DCM-Zelle, sowie die seitlich jeweils angrenzenden Zellen, die Darstellungswahrscheinlichkeit für bestimmte Radarrückstreuquerschnitte des Ziels berechnet. Die Darstellungswahrscheinlichkeit eines LFZ mit einem RQS von 1 m² bzw. 3 m² für jede betroffene DCM-Zelle ist im Kapitel 7.2 dargestellt.

Über diese betroffenen DCM-Zellen werden verschiedene Flugpfade gelegt. Die gewählten Flugpfade stellen jeweils die ungünstigsten Überflugpfade für die jeweilige Überflugrichtung dar, die bezogen auf die Störzellenanordnung möglich ist. Es sei darauf hingewiesen, dass abhängig vom Flugpfad im Detail deutlich unkritischere Überflugszenarien vorliegen. In der Regel hat eine Abweichung vom hier angenommenen Worst-Case-Überflugpfad eine oft sogar deutlich günstigere Situation zur Folge, bezogen auf die resultierende Störwahrscheinlichkeit. Oft sind Abweichungen von nur 50 m bis 100 m ausreichend, um die Problematik entscheidend zu entschärfen. Dies gilt in umso höherem Maße bei separiert gelegenen Störzellen und umso weniger, je verdichteter das Störzelligebiet beschaffen ist.

Die Überflugpfade kennzeichnen infolge der festgelegten Überfluggeschwindigkeit von 50 m/s durch blaue Punkte die Detektionsereignisse, die infolge der zeitlichen Abtastung durch die drehende Radarantenne möglich sind. Der Abstand der Detektionspunkte kann beim ASR-S mit 250 m angegeben werden.

Eine vergleichbare Überflugbetrachtung für eine deutlich höhere Überfluggeschwindigkeit von z. B. 100 m/s \approx 360 km/h kann bei ausschließlicher Betrachtung des jeweils zweiten blauen Punktes erfolgen.

Für die vorliegende WEA-Anordnung werden vier verschiedene Überflugpfade jeweils in unterschiedlichen Richtungen analysiert. Die einzelnen durch WEAs belasteten Störzellen bilden eine gemeinsame Störzone. Einschwenkvorgänge wurden ebenfalls untersucht, führen im vorliegenden Fall jedoch nicht zu abweichenden Ergebnissen, da die gewählten Überflugpfade die ungünstigsten Situationen wiedergeben.

Die Bewertung der einzelnen Überflugszenarien entlang der gekennzeichneten Flugpfade orientiert sich an den blau gekennzeichneten Detektionsorten. An diesen Orten wird für die Überflugbewertung die LFZ-Position angenommen, an der ein LFZ durch die Radarortungsanlage erfasst und ggf. zeit- und ortsgleich mit der nächstgelegenen Windenergieanlage detektiert wird. Diese zeit- und ortsgleiche Detektion kann zu einem LFZ-Zielverlust mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit führen, die sehr stark durch die Störintensität der Windenergieanlagen bestimmt wird.

Der Flugpfad eines LFZ unterliegt beim Überflug in das Luftraumgebiet oberhalb der Windenergieanlagen gemäß den Forderungen und Festlegungen der Flugsicherung ab der dritten durch eine WEA gestörten Detektion einer unbestimmten Verlustwahrscheinlichkeit bzgl. der LFZ-Zielerkennung.

Weiter kann auf dieser Grundlage eine Aussage getroffen werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit grundsätzlich von einem Zielverlust sowie einem Trackverlust während eines Überfluges ausgegangen werden kann. Nach einem Trackverlust sind in direkter Folge drei ungestörte Detektionseignisse notwendig, um eine neue LFZ-Trackgenerierung zu ermöglichen.

Abhängig von der Störintensität und der Länge des Flugpfades oberhalb eines Windenergieanlagengebietes ist weiter eine Aussage möglich, mit welcher Wahrscheinlichkeit Zielverluste unterschiedlicher Länge – zeitlich und räumlich – zu erwarten sind. Insbesondere bei der Planung von zusätzlichen Windenergieanlagen im räumlichen Zusammenhang mit bestehenden Anlagen oder bei Repowering-Vorhaben kommt diesem Aspekt eine besondere Bedeutung zu, um die Änderung und die Auswirkung für die Flugsicherung zu beurteilen:

- Der Zeitabschnitt eines LFZ-Zielverlustes ist somit nicht zwangsläufig identisch mit dem Zeitraum, den ein LFZ für den Überflug über ein Störzallengebiet benötigt.
- Auch sind die notwendigen Separationsabstände zwischen benachbarten WEA-Gebieten ebenfalls nicht identisch mit drei Detektionsabständen.

Beide Sachverhalte werden durch die Störintensität der einzelnen WEA und deren räumlicher Anordnung bestimmt, die räumliche Lücken bei den Störzellen bewirken können.

Diese Ergebnisse sind nachstehend für jedes Überflugszenario angegeben.

7.1 Bewertung bzgl. der Radaranlage vom Typ ASR-S

Zur Darstellung der geplanten Situation nach Errichtung aller Windenergieanlagen wird für jede WEA als ein möglicher Ort für Reflexionen ein Ortskreis mit der Größe des Rotordurchmessers angelegt und in Form eines Kreises um den Mittelpunkt des WEA-Fußpunktes dargestellt.

Das Umgebungsgebiet um einen Radarstandort wird ab einer Entfernung zwischen 12,3 km und 70 km zum Radargerät in einem polaren Koordinatensystem durch DCM-Zellen mit jeweils ca. 300 m radialer Ausdehnung, sowie mit einer Azimutausdehnung von $1,8^\circ$ – bezogen auf den Radarstandort – gegliedert. Bei Entfernungen von weniger als 12,3 km beträgt die Dimension der DCM-Zellen ca. $300\text{ m} \times 3,6^\circ$.

Jede DCM-Zelle in dem sich der Ortskreis einer Windkraftanlage befindetet, sowie die beiden benachbarten Zellen im Azimut werden markiert. Die Festlegung, ob eine derart markierte DCM-Zelle als Störzelle interpretiert wird, setzt eine ausreichende Reflexionsintensität, d. h. „Radarquerschnitt“ der WEAs voraus.



Abbildung 19: Übersicht über die Gesamtanordnung der geplanten WEA (grün) sowie der Bestandsanlagen (rot). Die betroffenen DCM-Zellen bezüglich des Radars Wittmund sind rot gekennzeichnet. Die Ortskreise um jede WEA sind in der jeweiligen Farbe visualisiert.

7.2 Geplante Situation

Die Abbildung 20 und die Abbildung 21 zeigen die geplante Situation. Die farbige Kodierung der Darstellungswahrscheinlichkeit eines LFZ mit einem Radarrückstreuquerschnitt von 1 m^2 ist in Abbildung 20 dargestellt. Die Abbildung 21 zeigt die Darstellungswahrscheinlichkeit eines LFZ mit einem Radarrückstreuquerschnitt von 3 m^2 .

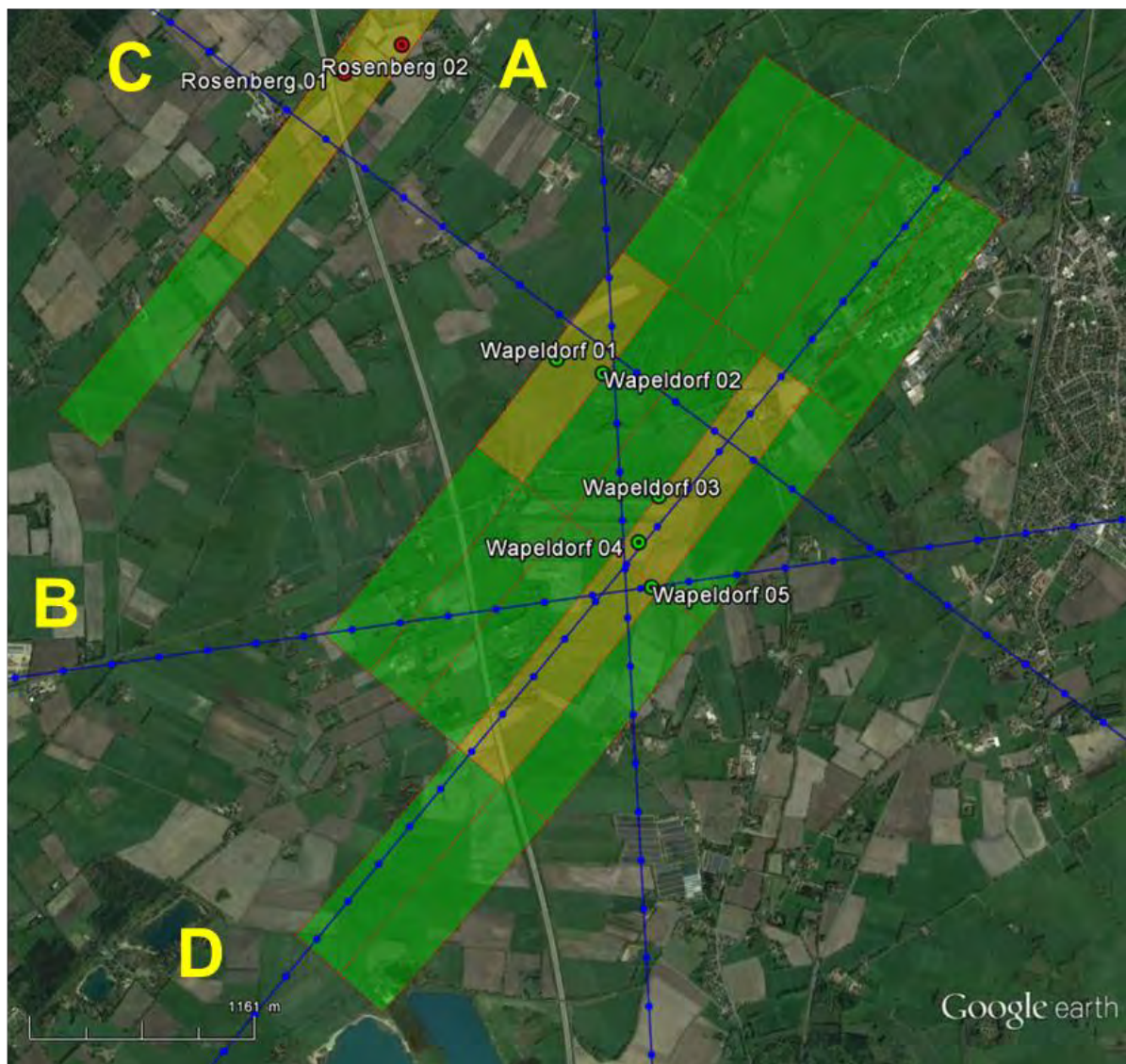


Abbildung 20: Übersicht über die geplante Situation. Farblich kodiert sind die DCM-Zellen nach der Wahrscheinlichkeit der Darstellung eines **LFZ mit einem RQS von 1 m^2** . Zusätzlich sind die „Worst-Case“-Überflugpfade durch blaue Linien dargestellt. Die Ermittlung der Zielverlustwahrscheinlichkeit erfolgt an den blauen Punkten.

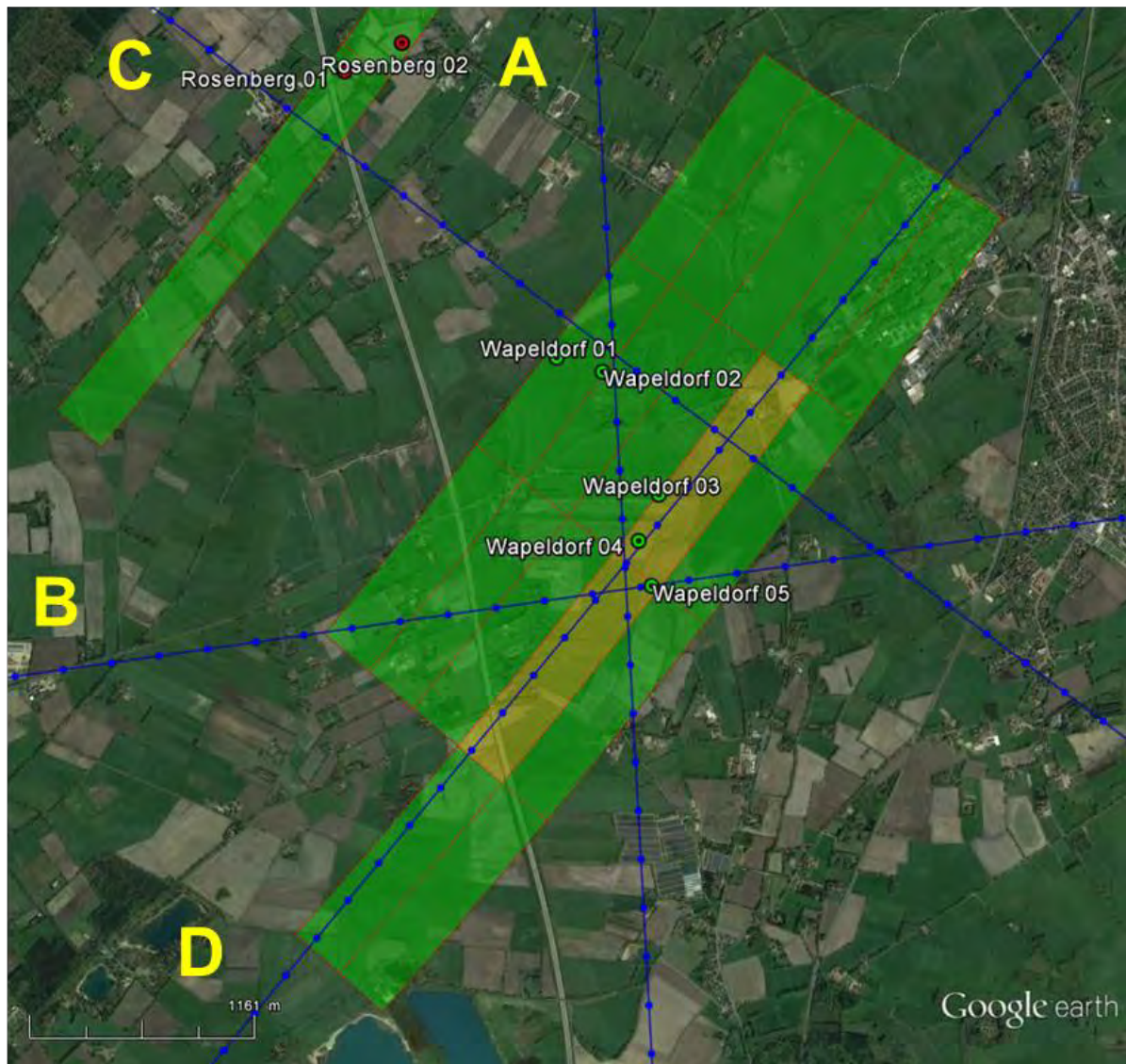


Abbildung 21: Übersicht über die geplante Situation. Farblich kodiert sind die DCM-Zellen nach der Wahrscheinlichkeit der Darstellung eines **LFZ mit einem RQS von 3 m²**. Zusätzlich sind die „Worst-Case“-Überflugpfade durch blaue Linien dargestellt. Die Ermittlung der Zielverlustwahrscheinlichkeit erfolgt an den blauen Punkten.

Die Farbkodierung der Darstellungswahrscheinlichkeit eines LFZ geschieht nach folgender Systematik:

- 0 % - 19 % = rot
- 20 % - 49 % = orange
- 50 % - 89 % = gelb
- 90 % - 100 % = grün

Die gewählten Überflugpfade (blaue Linien) über den geplanten Windpark stellen ein sogenanntes „Worst-Case“-Szenario dar. Dabei wird die Zielverlustwahrscheinlichkeit eines LFZ an den mit blauen Punkten gekennzeichneten Orten ermittelt.

Die Pfade sind hierbei:

- A = Diagonal A
- B = Diagonal B
- C = Radial
- D = Tangential

Die Überfluggeschwindigkeit des LFZ wird mit 50 m/s angenommen.

Flugpfad A: Diagonal A von Nord nach Süd oder in umgekehrter Richtung

Beim Flugpfad A sind 10 Detektionen, entsprechend einer Flugpfadlänge von 2.500 m, belastet. Für ein LFZ mit einem RQS von 1 m² sowie 3 m² liegt bei keiner Detektionen eine Zielverlustwahrscheinlichkeit von über 50 % vor.

Flugpfad B: Diagonal B von West nach Ost oder in umgekehrter Richtung

Beim Flugpfad B sind 9 Detektionen, entsprechend einer Flugpfadlänge von 2.250 m, belastet. Für ein LFZ mit einem RQS von 1 m² sowie 3 m² liegt bei keiner Detektionen eine Zielverlustwahrscheinlichkeit von über 50 % vor.

Flugpfad C: Radial von Nordwest nach Südost oder in umgekehrter Richtung

Beim Flugpfad C sind 6 Detektionen, entsprechend einer Flugpfadlänge von 1.500 m, belastet. Für ein LFZ mit einem RQS von 1 m² sowie 3 m² liegt bei keiner Detektionen eine Zielverlustwahrscheinlichkeit von über 50 % vor.

Flugpfad D: Tangential von Südwest nach Nordost oder in umgekehrter Richtung

Beim Flugpfad D sind 20 Detektionen, entsprechend einer Flugpfadlänge von 5.250 m, belastet. Für ein LFZ mit einem RQS von 1 m² sowie 3 m² liegt bei keiner Detektionen eine Zielverlustwahrscheinlichkeit von über 50 % vor.

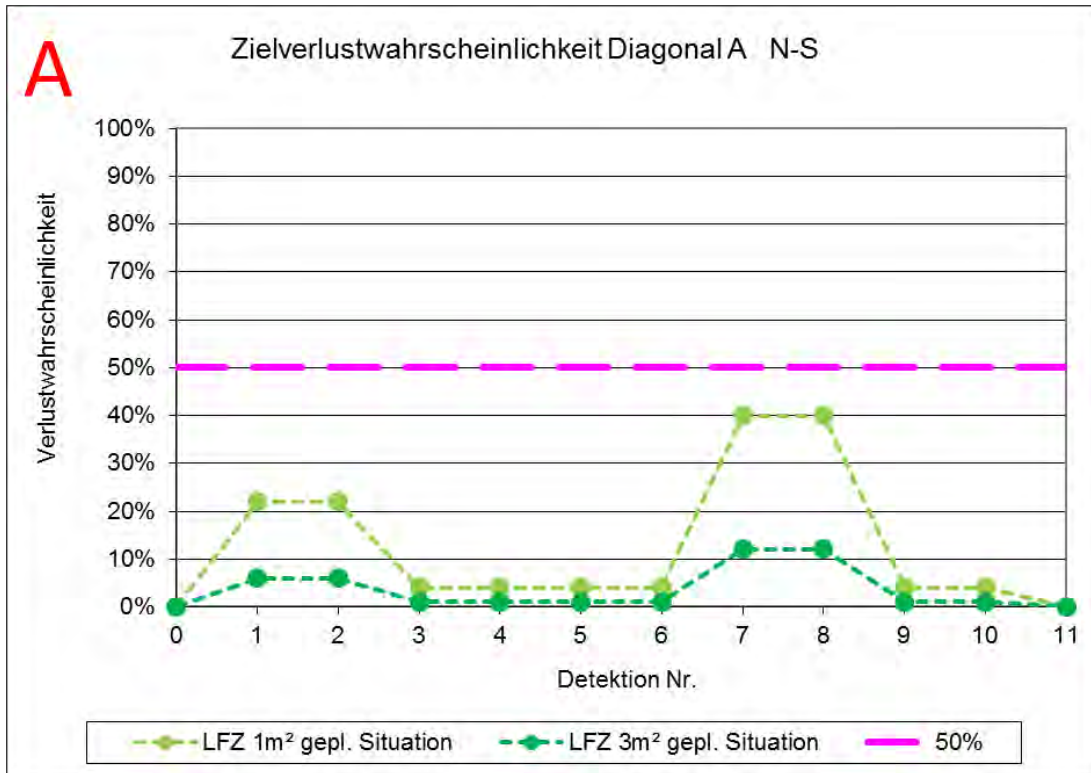


Abbildung 22: Zielverlustwahrscheinlichkeit bei der jeweiligen Detektion (Pfad A)

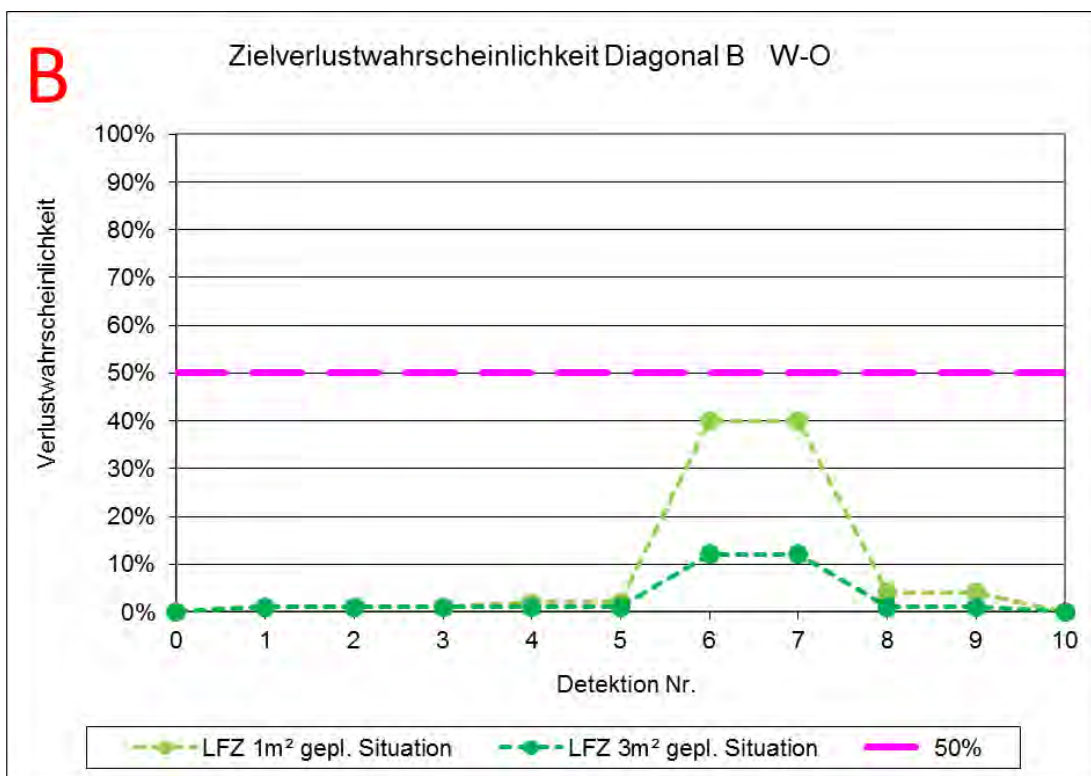


Abbildung 23: Zielverlustwahrscheinlichkeit bei der jeweiligen Detektion (Pfad B)

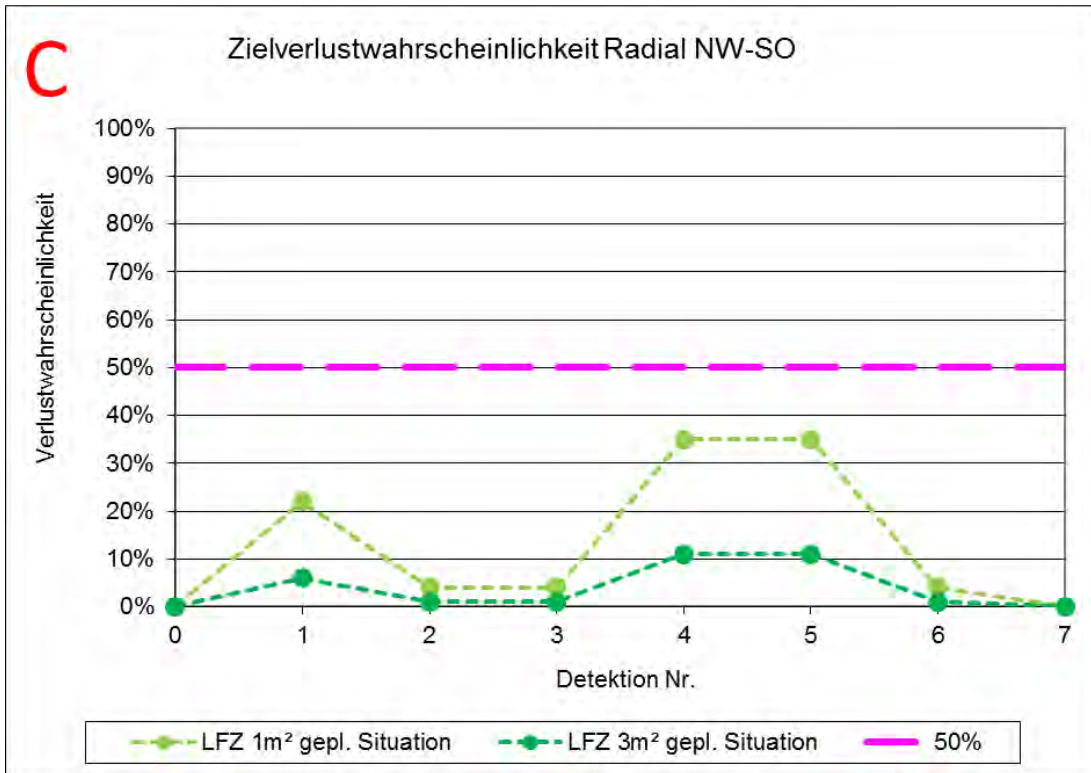


Abbildung 24: Zielverlustwahrscheinlichkeit bei der jeweiligen Detektion (Pfad C)

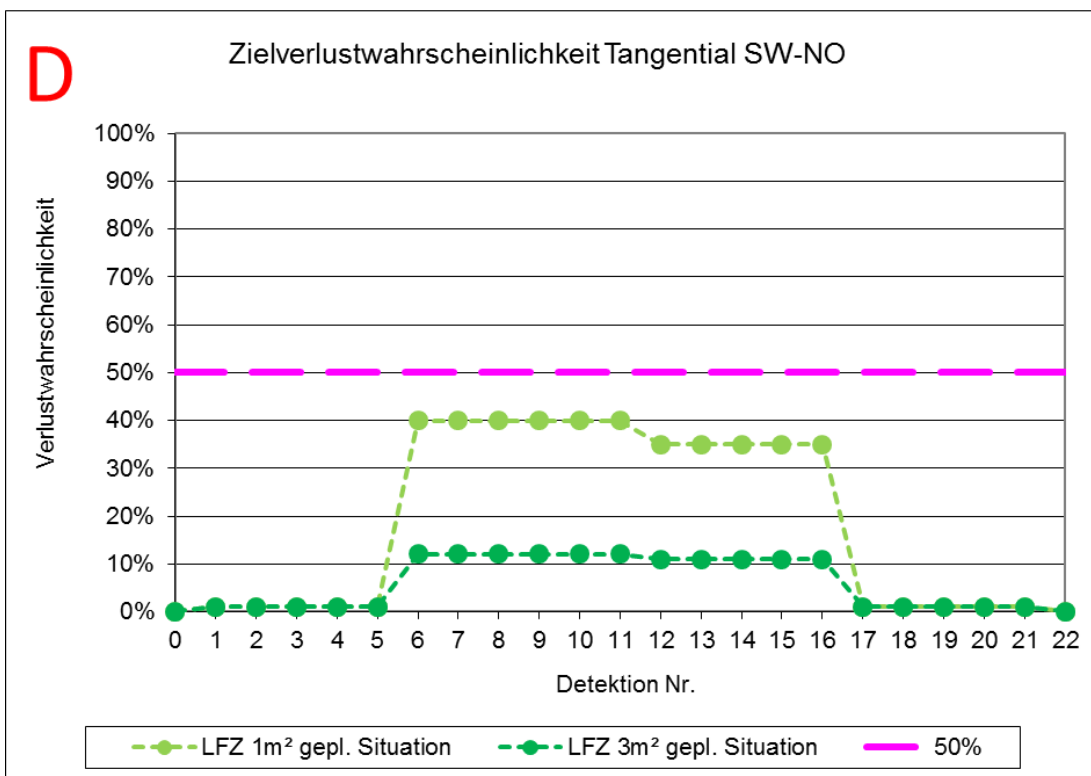


Abbildung 25: Zielverlustwahrscheinlichkeit bei der jeweiligen Detektion (Pfad D)

7.3 Beurteilung der verschiedenen Überflugs-Szenarien:

Bei allen hier durchgeführten Untersuchungen ist zu beachten, dass es sich um sogenannte „Worst-Case“-Szenarien handelt. Das bedeutet, dass ein etwaiger realer Überflug genau diese hier dargestellten Richtungen aufweisen müsste. Dabei ist bei einer auch nur geringfügigen Abweichung von wenigen Metern von diesem Worst-Case-Szenario von einer zum Teil sehr viel geringeren Zielverlustwahrscheinlichkeit auszugehen.

Grundlage sind die technischen Erfordernisse des Radarsystems ASR-S oder funktionsgleicher anderer Radarsysteme, sowie die WEA-Standorte gemäß Tabelle 1.

Untersucht wurde die geplante Situation unter Berücksichtigung der benachbarten Vorbelastung. Aufgrund des ausreichend großen Abstandes zu den benachbarten WEAs kann die Planung gesondert betrachtet werden.

Auf der Grundlage aller durchgeführten Überflugbewertungen bzgl. zu erwartender Zielverlustwahrscheinlichkeiten von LFZ kann festgestellt werden, dass durch die geplante Situation ein Störzelligebiet vorliegt, bei dem bzgl. der Radaranlage Wittmund bei allen Überflugrichtungen die Zielverlustwahrscheinlichkeiten für ein LFZ mit einem RQS von 3 m^2 ausreichend gering sind.

Eine Zielverlustwahrscheinlichkeit von über 50 % für ein LFZ mit einem RQS von 3 m^2 nicht mehr als zweimal in Folge gegeben. Ein LFZ-Zielverlust/Trackverlust ist gemäß den Forderungen und Festlegungen der Flugsicherung erst ab der dritten durch eine WEA gestörten Detektion gegeben.

Im Zusammenhang mit dem Flugpfad D sei darauf hingewiesen, dass bei tangential orientierten Flugpfaden relativ zum Standort des Radarsystems generell Einschränkungen bei der Darstellung von LFZ-Bewegungen aufgrund fehlender radialer Dopplerinformationen vorliegen.

Es muss stets dabei deutlich unterschieden werden zwischen der grundsätzlich angegebenen Möglichkeit für einen LFZ-Trackverlust, der als Kumulation verschiedener Ergebnisse angegeben wird, und der Wahrscheinlichkeit, dass ein LFZ-Zielverlust bei einer bestimmten Detektion eintritt. In dem Zusammenhang ist zu beachten, wie lange ein derartiger Verlust gegeben ist.

Die Berechnungen beruhen auf der Annahme der Hauptwindrichtung für das Windparkgebiet von ca. 230° (Jahresmittel).

Anhang A: Abkürzungen

AntUk	=	Antennenunterkante
ASR	=	Airport Surveillance Radar (Primärradar) 2D-Radar
DCM	=	Doppler Clutter Map
GND	=	Geländehöhe
LFZ	=	Luftfahrzeug
LV-Radar	=	Radar zur Luftverteidigung; 3D-Radar
MoM	=	Momentenmethode ; Analyseverfahren zur Hochfrequenzausbreitung
MPR	=	Typenbezeichnung eines Radargerätes zur Luftverteidigung
NH	=	Nabenhöhe
Plot	=	Punkt- bzw. Positionsdarstellung auf dem Radarsichtschirm
Radar	=	Radio Detection and Ranging
RASS	=	Verfahren/Tool zur messtechnischen Bewertung von Radarsystemen
RQS/RCS	=	Radar-Cross-Section (Radarquerschnitt/Radarreflexionsintensität)
RQS _{dyn.}	=	dynamischer RQS; zeitlich sich ändernde Reflexionsbeiträge von bewegten Objekten
Reichweiten- minderung	=	Maß für die Beschränkung/Minderung der radarwirksamen Einsehbarkeit in definierte Luftraumsektionen. Die ideale Betriebsbedingung liegt vor für einen Wert von 100 %.
SASS-C	=	Software von EUROCONTROL zur Radardatenaufzeichnung und Analyse bzgl. Positionsgenauigkeit in Range und Azimut sowie bzgl. der Probability of Detection für PSR und SSR
SSR/IFF	=	Secondary Surveillance Radar (Sekundärradar)
Störhäufigkeit	=	Häufigkeit der Detektion und LFZ – ähnlichen Darstellung einer WEA auf dem Radarschirm der ASR 910.
Track	=	Spur
UTD	=	Uniform Theorie of Diffraction: Analyseverfahren zur Hochfrequenzausbreitung
WEA	=	Windenergieanlage
LFZ- Zielverlust	=	Bei ausschließlicher Bewertung der Primärradarerfassung liegt ein LFZ-Zielverlust vor, wenn in unmittelbarer Folge die Darstellung einer LFZ-Position durch WEA beeinträchtigt wird, und in dem Zusammenhang keine eindeutige Zuordnung/Identifikation zwischen dargestelltem Ziel und einem LFZ herstellbar ist.

Anhang B: Technische Parameter der geplanten WEA

Nachstehend sind die radartechnisch relevanten WEA-Parameter der Planungsanlagen zusammengestellt:

Enercon E-82 E2:

- Rotordurchmesser: ca. 82 m
- Nabenhöhe: ca. 108 m
- Säulenquerschnitt oben: ca. 2,4 m
- Gondeldimension: ca. 5,53 m x 11,57 m

Anhang C: Koordinaten

Nachstehend sind die Koordinaten (WGS 84) aufgeführt, die diesem Gutachten für die Analyse zugrunde liegen. Die Planungsanlagen sind grün gekennzeichnet.

Bezeichnung	WGS 84 Nord	WGS 84 Ost	Anlagentyp	Nabenhöhe ü. Grund [m]
Windpark Wapeldorf-Heubült				
Wapeldorf 01	53° 20' 6,30"	8° 8' 40,79"	Enercon E-82 E2	108,38
Wapeldorf 02	53° 20' 3,90"	8° 8' 53,59"	Enercon E-82 E2	108,38
Wapeldorf 03	53° 19' 43,43"	8° 9' 9,24"	Enercon E-82 E2	108,38
Wapeldorf 04	53° 19' 35,76"	8° 9' 3,56"	Enercon E-82 E2	108,38
Wapeldorf 05	53° 19' 28,27"	8° 9' 7,11"	Enercon E-82 E2	108,38
Lehmden 01	53° 16' 58,08"	8° 11' 25,57"	Enercon E-82 E2	108,38
Lehmden 02	53° 16' 49,22"	8° 11' 26,92"	Enercon E-82 E2	108,38
Lehmden 03	53° 16' 53,60"	8° 11' 42,66"	Enercon E-82 E2	108,38
Delfshausen 01	53° 18' 8,66"	8° 14' 3,17"	Enercon E-82 E2	108,38
Delfshausen 02	53° 18' 7,58"	8° 14' 21,07"	Enercon E-82 E2	108,38
Delfshausen 04	53° 17' 59,61"	8° 14' 24,88"	Enercon E-82 E2	108,38
Delfshausen 05	53° 18' 4,80"	8° 14' 46,94"	Enercon E-82 E2	108,38
Delfshausen 03	53° 18' 14,86"	8° 14' 41,36"	Enercon E-82 E2	108,38
Rosenberg 01	53° 20' 54,00"	8° 7' 41,75"	Enercon E-82 E2	108,38
Rosenberg 02	53° 20' 58,71"	8° 7' 57,74"	Enercon E-82 E2	108,38

Tabelle 5: Verwendete Koordinaten