

4.5 Betriebszustand und Schallemissionen

In der folgenden Tabelle sind unter der Berücksichtigung des Betriebsablaufs alle relevanten Schallemissionen verursachenden Vorgänge aufgeführt:

BE	Betriebszustand (z.B. Normalbetrieb, Teillast, Vollast) und emissions- verursachender Vorgang	Einsatzzeit			Schallquelle Nummer lt. Fließbild	Schallleistungs- pegel [dB(A)]	Messverfahren oder Literaturhinweis	Schallschutz - maßnahmen
		Tage/Woche Tage/Monat Tage/Jahr	Std./Tag	Uhrzeit				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ROHN01. 1	Normalbetrieb	7 Tage /Woche	24 Std. /Tag	0-24 Uhr			siehe Schallimmissionsprognose im Anhang Kapitel 4.6	
ROHN02. 1	Normalbetrieb	7 Tage /Woche	24 Std. /Tag	0-24 Uhr			siehe Schallimmissionsprognose im Anhang Kapitel 4.6	

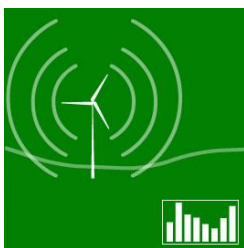
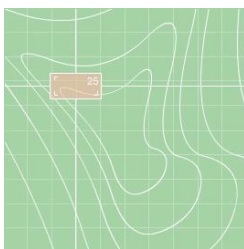
4.6 Schallimmissionen

siehe Anhänge

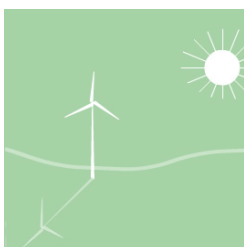
- Schallimmissionsprognose

Anlagen:

- N-IBK-6480624_Kutzleben-Rohnstedt.pdf



Schallimmissionsprognose



Standort:

Kutzleben – ROHN 01.1, ROHN 02.1

Bundesland:

Thüringen

Auftraggeber:

BOREAS Energie GmbH

Moritzburger Weg 67

01109 Dresden

Tel.: 0351/885070

Berichtsnummer:

N-IBK-6480624

Datum:

05.06.2024

Auftragnehmer:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH

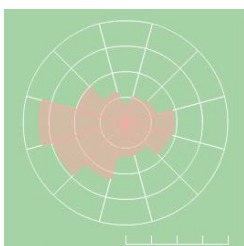
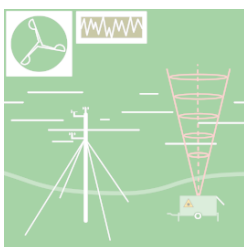
Moritzburger Weg 67

01109 Dresden

Tel.: 0351/88507-1

E-Mail: gutachten@ib-kuntzsch.de

Web: www.windgutachten.de



Durch die DAkKS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH
nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiertes
Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der
Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung.....	3
2	Aufgabenstellung / verwendete Unterlagen und Daten	5
3	Vorbemerkungen	7
4	Berechnungsgrundlagen der Schallausbreitung	8
5	Standortspezifische Berechnungsvoraussetzungen	9
5.1	Lage und Beschreibung des Standorts.....	9
5.2	Einschätzung der Immissionsorte nach Gebietskategorien	11
5.3	Unsicherheitsbetrachtung	11
5.3.1	Schallemissionswerte der betrachteten Windenergieanlagentypen	11
5.3.2	Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung	13
5.3.3	Gesamtunsicherheit des Beurteilungspegels	13
6	Berechnungsergebnisse	15
6.1	Beurteilungspegel an den betrachteten Immissionsorten	15
6.2	Beurteilung der Berechnungsergebnisse	16
7	Literaturhinweise.....	17
8	Anhang	18
8.1	Übersichtspläne mit Schalldruckpegelniveaulinien	18
8.2	Berechnungsberichte der Prognosesoftware.....	20
8.3	Detaillierte Berechnungsberichte der Prognosesoftware.....	24
8.4	Berechnung des mittleren Schallleistungspegels und der Standardabweichung	27
8.5	Begriffsdefinitionen	28
8.6	Angaben zu den verwendeten Oktavpegeln	30
8.7	Angaben zu den verwendeten Schallemissionspegeln.....	31

1 Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht wird die Erweiterung des Windparks Kutzleben um zwei Windenergieanlagen bezüglich der Schallimmissionen betrachtet. Hierzu wurden an einem Gehöft im Außenbereich sowie in den umliegenden Ortschaften Kutzleben, Mittelsömmern, Hornsömmern und Rohnstedt, die sich im möglichen akustischen Einwirkungsbereich dieser Windenergieanlagen befinden, relevante Immissionsorte definiert. Für diese Immissionsorte wurden unter Berücksichtigung der geltenden Berechnungsvorschriften im Bundesland Thüringen die zu erwartenden Schallimmissionspegel berechnet.

Zusammenfassend ist davon auszugehen, dass von dem Vorhaben hinsichtlich der Schallimmissionen keine erheblichen Belästigungen ausgehen. Die jeweils anzuwendenden Immissionsrichtwerte werden durch die Beurteilungspegel der Gesamtbelastung an allen betrachteten Immissionsorte eingehalten, sodass einer Genehmigung entsprechend TA Lärm 3.2.1 Absatz 1 nichts entgegen steht.

geplante Windenergieanlage	WEA-Typ	Tag-/Nachtbetrieb		
		Betriebsmodus	$L_{WA,m}$ [dB(A)]	$L_{WA,90}$ [dB(A)]
ROHN 01.1	Vestas V162-6.0 MW	PO6000	104,3	106,4
ROHN 02.1	Vestas V172-7.2 MW	PO7200	106,9	109,0

Tabelle 1: Betriebsmodi und Schallleistungspegel der geplanten Anlagen

Die in der Prognose betrachteten Betriebsmodi, die angewendeten Unsicherheiten (σ_R und σ_P) und die daraus resultierenden maximal zulässigen Schallleistungspegel ($L_{e,max}$) der geplanten Anlagen sowie jeweils das entsprechend angepasste Oktavspektrum sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

geplanter WEA-Typ	Betriebs- modus	$L_{e,max}$ [dB(A)]	σ_R	σ_P	Oktavspektrum $L_{e,max}$ Okt.								
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
Vestas V162-6.0 MW	PO6000	106,0	0,5	1,2	87,3	94,8	99,4	101,1	100,0	95,9	89,0	79,2	dB(A)
Vestas V172-7.2 MW	PO7200	108,6	0,5	1,2	92,3	99,8	103,0	103,2	101,5	97,0	89,4	78,7	

Tabelle 2: Angaben zu Schallleistungspegeln, Unsicherheiten und Oktavspektren der geplanten WEA-Typen

Da für die Berechnungen lediglich Herstellerangaben zum Schallemissionspegel des geplanten WEA-Typs vorlagen, wird in Anlehnung an [2] empfohlen, zukünftig veröffentlichte Ergebnisse von Schallvermessungen in die Beurteilung der Immissionssituation einzubeziehen bzw. eine Abnahmemessung nach Errichtung der Anlagen durchzuführen.

Der vorliegende Bericht entspricht der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm [1] gemäß dem Berechnungsverfahren der DIN ISO 9613-2 [3] unter Berücksichtigung der aktuellen LAI-Hinweise [2]. Der Bericht wurde vom Auftragnehmer unabhängig und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt.

In der hier praktizierten Anwendung der DIN ISO 9613-2 gelten Mitwindausbreitungsbedingungen nach DIN ISO 1996-2, wie sie üblicherweise nachts auftreten. Inversionsbedingungen über Wasserflächen sind hier nicht berücksichtigt. Sie können im Einzelfall zu höheren Schalldruckpegeln führen, als die hier berechneten Werte zeigen.

Die Beurteilungspegel lt. [1] beziehen sich auf den über lange Zeiträume auftretenden Dauerschall, der in der vorliegenden Immissionsprognose betrachtet wird. Für selten auftretende Einzelereignisse des o.g. Charakters sind dagegen deutlich höhere Pegelwerte zulässig.



Bearbeiter: M. Sc. Benjamin Hommel
Projektingenieur



überprüft: Dipl.-Geogr. Andreas Köhl
Abteilungsleiter

2 Aufgabenstellung / verwendete Unterlagen und Daten

Der Auftraggeber beabsichtigt am Standort Kutzleben die Erweiterung eines aus 18 Windenergieanlagen bestehenden Windparks um zwei weitere Anlagen (ROHN 01.1 und ROHN 02.1) – jeweils eine WEA vom Typ Vestas V162-6.0 MW und Vestas V172-7.2 MW.

Durch die Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH wurde zuletzt am 04.06.2020 eine Schallimmissionsprognose (Berichtsnummer: N-IBK-9110620) für zwei am o.g. Standort geplante Windenergieanlagen (ROHN 01 und ROHN 02) angefertigt.

Mit Schreiben vom 15.05.2024 wurde die Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH beauftragt, die vorliegende Schallimmissionsprognose unter Berücksichtigung geänderter Standortkoordinaten, aktualisierter Anlagenbezeichnungen und eines anderen Typs der geplanten Windenergieanlagen zu erstellen.

Auftraggeber und Auftragnehmer des vorliegenden Berichts sind bezüglich eines Mitglieds der Geschäftsführung nicht voneinander getrennt. Das im Rahmen der Akkreditierung als Prüflabor gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 bestehende Qualitätsmanagementsystem des Auftragnehmers gewährleistet, dass eine fachliche Einflussnahme des Auftraggebers auf die Ergebnisse der Begutachtung auch in diesem Fall ausgeschlossen werden kann.

Die vorliegende Schallimmissionsprognose dient der Ermittlung von Daten zur Schallimmissionssituation an den umliegenden Gebäuden im Rahmen des Genehmigungsverfahrens nach BImSchG durch den Auftraggeber.

Für die Erstellung des vorliegenden Berichts wurden folgende Daten und Unterlagen verwendet:

- Topografische Karten des Thüringer Landesamtes für Bodenmanagement und Geoinformation im Maßstab 1:25.000,
- Angaben zu Standortkoordinaten und -bezeichnung sowie zum Typ und zur Nabenhöhe der vorhandenen und geplanten Windenergieanlagen (Quelle: Koordinatenliste mit Stand vom: 05.02.2024 / E-Mail des Auftraggebers vom 05.02.2024),
- Entwurf des Flächennutzungsplanes Kutzleben (Bearbeiter: Thüringenplan Erfurt, Bearbeitungsstand: 06/1991),
- Entwurf des Flächennutzungsplanes Hornsömmern (Bearbeiter: Ingenieurgesellschaft für Landentwicklung mbH Straußfurt, Bearbeitungsstand: k. A.),
- Entwurf des Flächennutzungsplanes Mittelsömmern (Bearbeiter: Ingenieurgesellschaft für Landentwicklung mbH Straußfurt, Bearbeitungsstand: 07.10.1993),
- Telefonische Auskunft von Frau Kaske – Bauaufsichtsbehörde Unstrut-Hainich-Kreis – am 14.05.2020 bzgl. der Aktualität der Entwürfe der Flächennutzungspläne Hornsömmern, Mittelsömmern und Kutzleben,
- Teilflächennutzungsplan der Stadt Großenehrich für die Gemarkung Rohnstedt (Bearbeiter: k. A., Bearbeitungsstand: 02/1999),
- Telefonische Auskunft der Verwaltungsgemeinschaft Greußen – Sachbereich Bauwesen – am 14.05.2020 bzgl. der Aktualität des Teilflächennutzungsplans der Stadt Großenehrich für die Gemarkung Rohnstedt,

- Daten der Standortbesichtigungen durch den Auftragnehmer am 28.05.2008, 22.06.2010, 22.04.2020 und 31.05.2024 (Fotos der vorhandenen WEA und der Immissionsorte, Feldprotokolle).

Die für die Schallberechnung notwendigen Emissionspegel der einzelnen Windenergieanlagentypen wurden vorliegenden Herstellerangaben entnommen. Nähere Angaben zu Quelle und Aktualität der Werte sind im Anhang unter Punkt 8.7 zu finden.

3 Vorbemerkungen

Mit modernen Windenergieanlagen wird auf umweltfreundliche Art Strom produziert. Um diese Art der Energiegewinnung auch hinsichtlich des Lärmschutzes umweltfreundlich zu gestalten, muss durch Einhaltung von Mindestabständen oder andere technische Maßnahmen sichergestellt werden, dass Nachbarn nicht erheblich benachteiligt oder belastigt werden. Je nach Nutzungsart der benachbarten Flächen werden dazu in der TA Lärm [1] bestimmte Immissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel vorgegeben, und zwar für

a. Industriegebiete		70 dB(A)
b. Gewerbegebiete	tags	65 dB(A)
	nachts	50 dB(A)
c. urbane Gebiete	tags	63 dB(A)
	nachts	45 dB(A)
d. Kerngebiete, Dorfgebiete und Mischgebiete	tags	60 dB(A)
	nachts	45 dB(A)
e. allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete	tags	55 dB(A)
	nachts	40 dB(A)
f. reine Wohngebiete	tags	50 dB(A)
	nachts	35 dB(A)
g. Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	tags	45 dB(A)
	nachts	35 dB(A)

Zur Prognose der Geräuschimmission von Schallquellen auch über größere Entfernungen bietet die DIN-Richtlinie DIN ISO 9613-2 [3] ein einheitliches Rechenverfahren an. In dieser Richtlinie werden die Zusammenhänge zwischen der Schallemission und der Schallimmission im interessierenden Einwirkungsbereich dargestellt, und es wird gezeigt, wie bei vorgegebenen Ausbreitungsbedingungen die Schallimmission für bodennahe Schallquellen mit einer mittleren Höhe bis zu 30 m berechnet werden kann. Eine Anpassung des Rechenverfahrens auf hohe Schallquellen erfolgte mit dem Interimsverfahren [6] und den LAI-Hinweisen [2]. Die dem vorliegenden Bericht zugrundeliegenden Berechnungen A-bewerteter Schalldruckpegel erfolgen entsprechend der LAI-Hinweise unter Anwendung von Oktavspektren.

Entsprechend der TA Lärm sind bei Geräuschimmissionsprognosen auch Aussagen über die Qualität der Prognose zu treffen. Dies erfolgt mit Hilfe von Unsicherheitsbetrachtungen in Anlehnung [2] und [13].

4 Berechnungsgrundlagen der Schallausbreitung

Der von einer Schallquelle im Freien in ihrem Einwirkungsbereich (Umgebung) erzeugte Schalldruckpegel hängt von den Eigenschaften der Schallquelle (Schallleistung, Richtcharakteristik, Schallspektrum), der Geometrie des Schallfeldes (Lage von Aufpunkt und Schallquelle zueinander, zum Boden und zu Hindernissen im Schallfeld) sowie von den durch Topographie, Bewuchs und Bebauung bestimmten örtlichen Ausbreitungsbedingungen und von der Witterung ab.

Für die Rechnung wird in der Richtlinie DIN ISO 9613-2 von einer Wetterlage ausgegangen, die die Schallausbreitung begünstigt. Entsprechende Messwerte sind gut reproduzierbar. Zu einer solchen Wetterlage gehört insbesondere die „Mitwindwetterlage“. Erfahrungsgemäß liegt die Methode mit dem Langzeitmittlungspegel (der über längere Zeit und verschiedene Witterungsbedingungen gemittelte Schalldruckpegel) unterhalb der Rechenwerte für die Mitwindwetterlage und wird deshalb nicht angewendet. Auch eine Schallpegelminderung durch Gehölz, Hecken und lockere Bebauung über das in dieser Richtlinie angegebene Maß kann in der Regel nicht nachgewiesen werden.

Die DIN ISO 9613-2 [3] berücksichtigt bei der Berechnung der Schallausbreitung bei bodennahen Quellen die Dämpfung des Bodeneinflusses. Für Windenergieanlagen als hochliegende Schallquellen wird die Bodendämpfung entsprechend den LAI-Hinweisen zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen [2] nicht mehr berücksichtigt.

Der Schalldruckpegel L_{AT} , den eine einzelne Schallquelle an einem Punkt erzeugt, wird in dieser Richtlinie nach folgendem Schema berechnet:

$$L_{AT} = L_{WA} + D_C - A$$

Darin sind:

- L_{WA} der Schallleistungspegel. Er ist die entscheidende kennzeichnende Größe für die Emission einer einzelnen Schallquelle.
- D_C die Richtwirkungskorrektur für die Punktschallquelle unter Einbeziehung des Effekts der Schallreflexion am Boden,
- A die Schalldämpfung zwischen der Schallquelle und dem Immissionsort, insbesondere durch die geometrische Ausbreitung des Schalls und die Luftabsorption.

Auf die Modellierung weiterer pegelmindernder Einflüsse wie Bodenbewuchs, Bebauung oder andere Ausbreitungshindernisse wird in der Richtlinie zwar eingegangen, in der vorliegenden Berechnung finden sie jedoch keine Berücksichtigung.

Des Weiteren wird die Möglichkeit der Pegelerhöhung am Immissionsort durch Reflexion beschrieben, die im Fall der vorliegenden Betrachtung unter bestimmten Bedingungen zu berücksichtigen ist. Das Phänomen kann bei Vorhandensein hoher, ebener und nahezu senkrechter Gebäudefronten bzw. Geländestrukturen in unmittelbarer Nähe eines Immissionsortes oder der Lage eines Immissionsortes zwischen mehreren, aufeinander zulaufenden Gebäuden für die Beurteilung der Situation relevant sein¹.

Bei mehreren Schallquellen werden die Schallpegel am Immissionsort für jede Quelle getrennt ermittelt und energetisch addiert.

¹ Schallreflexion fügt der sich bereits ausbreitenden Schallenergie keine weitere Energie hinzu; die daraus resultierende Steigerung des Schallimmissionspegels kann daher nicht mehr als 3 dB(A) betragen.

5 Standortspezifische Berechnungsvoraussetzungen

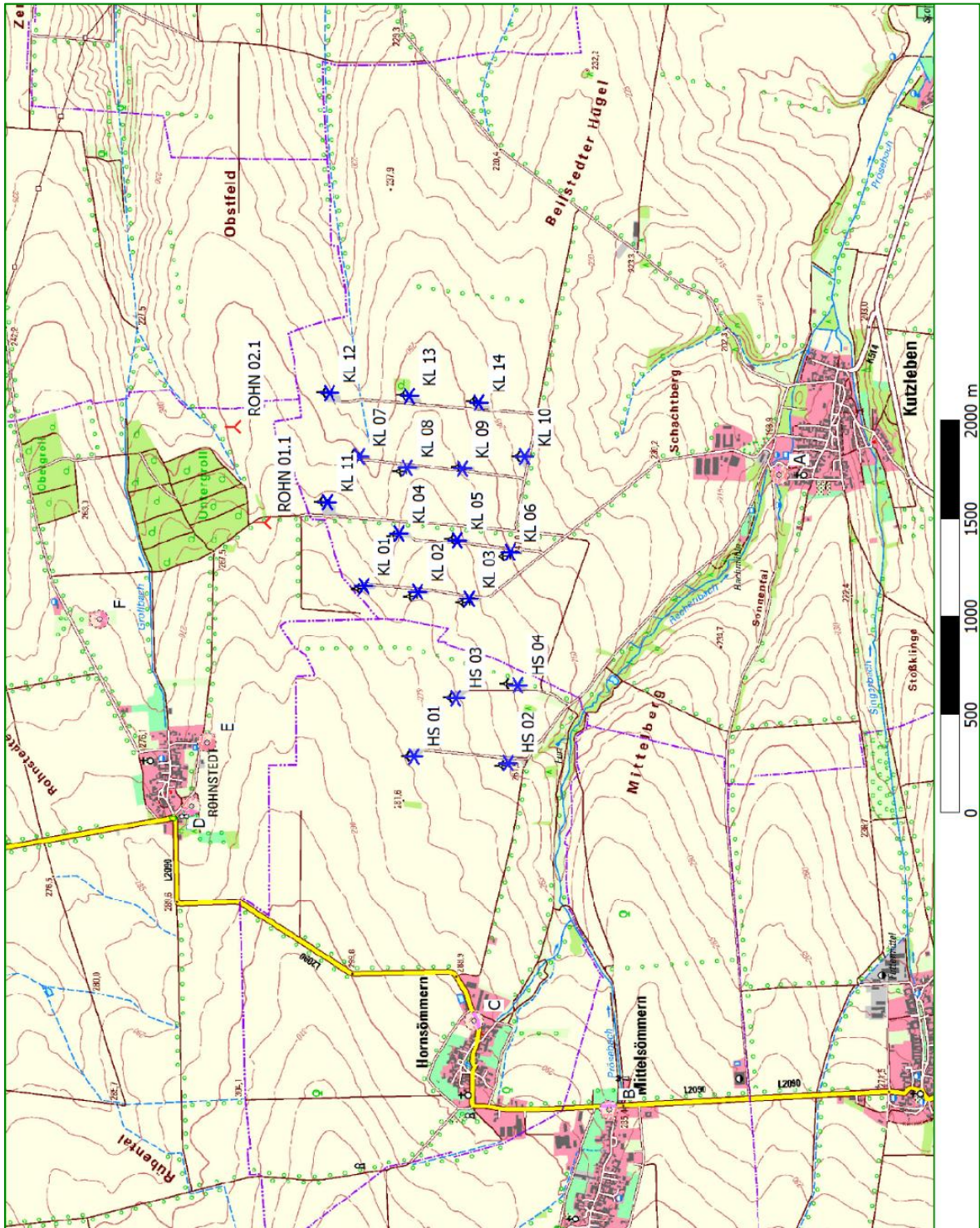
5.1 Lage und Beschreibung des Standorts

Die Standorte der bestehenden und geplanten Windenergieanlagen befinden sich auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche östlich der Ortschaft Hornsömmern und nördlich der Ortschaft Kutzleben im Unstrut-Hainich-Kreis und im Kyffhäuserkreis in Thüringen. Die geplanten zwei WEA-Standorte erweitern den Windpark nach Norden.

Im möglichen akustischen Einwirkungsbereich der geplanten Windenergieanlagen befinden sich die Ortschaften Kutzleben, Mittelsömmern, Hornsömmern und Rohnstedt sowie ein Gehöft im Außenbereich. Die Auswahl der Immissionsorte erfolgte anhand der Ergebnisse mehrerer Standortbesichtigungen, zuletzt am 31.05.2024.

Die den Berechnungen zugrundeliegenden Schallemissionswerte werden im Abschnitt 5.3 näher erläutert.

Die Positionen der Windenergieanlagen und der Immissionsorte sind in der nachfolgenden topografischen Karte dargestellt. Die Datengrundlage für die Bezeichnungen und die Positionen der Windenergieanlagen ist dem Abschnitt 2 zu entnehmen. Die Bezeichnungen und Positionen der vorhandenen und geplanten Windenergieanlagen entsprechen den Vorgaben des Auftraggebers.



Lageplan mit Positionen der vorhandenen Windenergieanlagen (blaue Symbole), der geplanten WEA (rote Symbole) und der Immissionsorte (A...F)

5.2 Einschätzung der Immissionsorte nach Gebietskategorien

Das Vorhaben entspricht den immissionsschutzrechtlichen Anforderungen in Bezug auf Schallimmissionen, wenn an den relevanten Immissionsorten die Immissionsrichtwerte der Gebietskategorien eingehalten werden.

Die konkrete Zuordnung der maßgeblichen Immissionsrichtwerte der unterschiedlichen Gebietskategorien erfolgte nach Nr. 6.6 der TA Lärm und ergibt sich aus der bestehenden Bauleitplanung und aus der tatsächlichen Nutzung der Immissionsorte und ihrer Umgebung. Für Einzelgehöfte im Außenbereich oder Wohngebäude, die an den industriell bzw. gewerblich genutzten Außenbereich angrenzen, gelten üblicherweise die Richtwerte des Mischgebiets.

Die Einstufung der Gebietskategorien erfolgte aus gutachterlichen Gesichtspunkten auf Basis der vorhandenen Unterlagen, anhand von Standortbesichtigungen am 28.05.2008, 22.06.2010, 22.04.2020 und 31.05.2024 sowie der gesetzlichen Vorgaben (BauGB, BauNVO und TA Lärm). Für die Ortschaften Kutzleben, Hornsömmern und Mittelsömmern wurden anhand von Entwürfen von Flächennutzungsplänen die Gebietskategorien festgelegt. Für die Ortschaft Rohnstedt stand ein Teilflächennutzungsplan für die Festlegung der Gebietskategorien zur Verfügung.

Immissionsort	Gebietseinstufung	zulässiger Immissionsrichtwert (Nacht)	Grundlage der Einstufung
A Kutzleben, Kirchgasse 3	WA	40	tatsächlich vorgefundene Nutzung, Entwurf FNP Kutzleben
B Mittelsömmern, Hauptstraße 92	MD	45	tatsächlich vorgefundene Nutzung, Entwurf FNP Mittelsömmern
C Hornsömmern, Hauptstraße 27	MD	45	tatsächlich vorgefundene Nutzung, Entwurf FNP Hornsömmern
D Rohnstedt, Am Borngelände 1	M	45	tatsächlich vorgefundene Nutzung, Teilflächennutzungsplan Rohnstedt
E Rohnstedt, Zum Groll 10	M	45	
F Rohnstedt, Zum alten Bahnhof 2	Außenbereich	45	tatsächlich vorgefundene Nutzung

Tabelle 3: Immissionsorte und ihre Gebietseinstufung (M – Mischgebiet, MD – Dorf- / Mischgebiet, WA – allgemeines Wohngebiet)

5.3 Unsicherheitsbetrachtung

Entsprechend der TA Lärm sind bei Geräuschimmissionsprognosen auch Aussagen über die Qualität der Prognose zu treffen. Dies erfolgt mit den folgenden Betrachtungen zur Unsicherheit. Dabei wird zwischen der Unsicherheit der Ausgangsdaten – in der Regel die Schallleistungspegel der Geräuschquellen und der Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung unterschieden.

5.3.1 Schallemissionswerte der betrachteten Windenergieanlagentypen

Maßgeblich für die Schallimmissionspegelberechnung ist nach der Richtlinie des *Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“* [2] der Schallemissionswert bei einer Windgeschwindigkeit von *10 m/s in 10 m Höhe ü. Grund*, bzw. bis maximal zu der Windgeschwindigkeit, die dem 95%-Wert der Nennleistung der zu untersuchenden Windenergieanlage entspricht.

Der Schallleistungspegel für eine Serie von Windenergieanlagen wird nach [5] in Form zweier Geräuschemissionswerte $L_{WA,m}$ und K_{WA} angegeben.

$$L_{WD} = L_{WA,m} + K_{WA}$$

$L_{WA,m}$ ist der aus n Messungen resultierende mittlere Schallleistungspegel eines Anlagentyps. Dieser ist nach [2] auf Basis der zugehörigen Oktavspektren zu bestimmen. Sofern für betrachtete WEA-Typen keine Oktavspektren vorliegen, sind die entsprechenden Werte mit Hilfe des in [2] unter Punkt 6 aufgeführten Referenzspektrums zu ermitteln.

Die Unsicherheit K_{WA} beschreibt für ein Vertrauensniveau mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit, mit der das Ergebnis einer durchgeführten Messung des Schallleistungspegels an einer Windenergieanlage aus der Serie den hier angegebenen Wert überschreitet, die mögliche Streubreite der tatsächlich zu erwartenden Schallemissionspegel.

Dieses Vertrauensniveau kann für eine Überschreitungswahrscheinlichkeit von 10% (obere Vertrauensbereichsgrenze mit einer statistischen Sicherheit von 90%) mit

$$K_{WA,10\%} = 1,28 \cdot \sigma_{ges} = 1,28 \cdot \sqrt{\sigma_{LWA}^2 + \sigma_{prog}^2}$$

berechnet werden.

Die darin enthaltene Prognoseunsicherheit σ_{prog} und die Gesamtunsicherheit σ_{ges} werden in den Abschnitten 5.3.2 und 5.3.3 näher erläutert.

Die Standardabweichung σ_{LWA} , die für die Angabe des Schallleistungspegels zugrunde gelegt wird, ergibt sich nach [7] mit

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

Darin sind:

σ_R die Messunsicherheit – die Standardabweichung der unter Wiederholbedingungen ermittelten Geräuschemissionswerte, d.h. bei wiederholter Anwendung desselben Geräuschemissionsverfahrens an derselben Windenergieanlage zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen Bedingungen. Bei einer normkonform nach FGW-Richtlinie durchgeführten Typvermessung kann von einer Unsicherheit $\sigma_R = 0,5$ dB ausgegangen werden [2].

σ_P die Serienstreuung – die Standardabweichung der an verschiedenen Windenergieanlagen einer Serie gemessenen Geräuschemissionswerte, wobei dasselbe Geräuschemessverfahren unter Wiederholbedingungen angewendet wurde. Bei einer Mehrfachvermessung aus mindestens drei Messungen kann für σ_P die Standardabweichung s der Messwerte aus dem zusammenfassenden Bericht angesetzt werden. Liegt keine Mehrfachvermessung des Schallleistungspegels vor, ist als Ersatzwert $\sigma_P = 1,2$ dB zu wählen [2]/[5]/[7].

s die Standardabweichung des Schallleistungspegels. Diese berechnet sich wie folgt:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (L_{WA,i} - L_{WA,m})^2}$$

Darin ist $L_{WA,i}$ der Schallleistungspegel eines Windenergieanlagentyps einer Messung $\{L_{WA}\}$ $i = 1 \dots n$.

Für alle berechnungsrelevanten betrachteten Windenergieanlagentypen liegen jeweils Ergebnisse von einer bzw. von mehreren akustischen Vermessungen des Schallleistungspegels oder Herstellerangaben hierzu vor. Informationen zu Quelle und Aktualität der Angaben sind in den Abschnitten 8.4 und 8.7 des Anhangs zusammengestellt.

Auf Basis dieser Schallleistungspegel werden für jeden Anlagentyp die Serienstreuung σ_P , die Messunsicherheit σ_R , die Standardabweichung σ_{LWA} und die Unsicherheit $K_{WA,10\%}$ nach oben dargestellter Methode berechnet. Die einzelnen Werte sind für jeden Windenergieanlagentyp im Anhang unter Punkt 8.4 dargestellt.

Bei den im vorliegenden Bericht betrachteten WEA-Typen waren keine Zuschläge für Ton- und Impulshaltigkeit zu beachten.

5.3.2 Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung

Laut den Empfehlungen nach [2] wird für die Unsicherheit des Prognosemodells der Ausbreitungsberechnungen $\sigma_{prog} = 1,0 \text{ dB(A)}$ angesetzt.

Es erfolgt keine Modellierung der Abschirmung durch etwa im Ausbreitungsweg liegende Hindernisse, weshalb der Unsicherheitswert σ_{Schirm} nicht in die Berechnung eingeht.

Hohe Gebäude oder andere der im Abschnitt 4 genannten Rahmenbedingungen, die durch Reflexion zu einer Erhöhung der Schallimmissionen an den gewählten Immissionsorten beitragen könnten, wurden bei der Standortbesichtigung nicht festgestellt. Deshalb erfolgt im vorliegenden Bericht keine Betrachtung der Reflexion.

5.3.3 Gesamtunsicherheit des Beurteilungspegels

Die Prognoseunsicherheit des Beurteilungspegels kann unter Berücksichtigung der Unsicherheiten der Schallleistungspegel L_{WA} (σ_R und σ_P) und der Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung σ_{prog} der einzelnen Windenergieanlagen und der jeweiligen Beiträge der Teilimmissionspegel L_p an den einzelnen Immissionsorten angegeben werden. Da nicht für alle Unsicherheitsfaktoren eine statistische Unabhängigkeit angenommen werden kann, wird die Gesamtunsicherheit in Anlehnung an [7] ermittelt.

Es wird zunächst davon ausgegangen, dass die Beiträge der Serienstreuung σ_P , der Messunsicherheit σ_R und die Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung σ_{prog} statistisch unabhängig voneinander sind. Die Unabhängigkeit der erstgenannten zwei Unsicherheitsfaktoren manifestiert sich bereits in der Formel zur Berechnung der Standardabweichung des Schallemissionspegels σ_{LWA} , der in die Berechnung der Gesamtunsicherheit wie folgt eingeht:

$$\sigma_{ges} = \sqrt{\sigma_{LWA}^2 + \sigma_{prog}^2}$$

Davon ausgehend wird die Unsicherheit der Schallimmissionspegel in vorliegendem Bericht modelliert, indem bereits auf der Emissionsseite ein um einen Pegelzuschlag erhöhter Schallleistungspegel $L_{WA,90}$ mit einer Unterschreitungswahrscheinlichkeit von 90% als Eingangsgröße der Ausbreitungsrechnung verwendet wird.

$$L_{WA,90} = L_{WA,m} + 1,28 \cdot \sigma_{ges}$$

Ergebnis dieser Ausbreitungsrechnung sind Schallimmissionspegel $L_{r,90}$ mit einer Unterschreitungswahrscheinlichkeit von ebenfalls 90%.

Der für den Genehmigungsbescheid maßgebliche maximal zulässige Schallleistungspegel ($L_{e,max}$) der geplanten Anlagen berücksichtigt nur die Unsicherheiten der Anlage (σ_P und σ_R) sowie die Überschreitungswahrscheinlichkeit von 10%, nicht jedoch die Ausbreitungsunsicherheit.

Der Pegel $L_{e,max}$ wird damit wie folgt bestimmt:

$$L_{e,max} = L_{WA} + 1,28 \cdot \sqrt{(\sigma_R^2 + \sigma_P^2)}$$

Die den Berechnungen zugrundeliegenden Schallemissionswerte können nachfolgender Tabelle entnommen werden.

Status		Anlagenbezeichnung	Anlagentyp	Nabenhöhe [m]	$L_{WA,m}$ [dB(A)]	$L_{WA,90}$ [dB(A)]	Quelle
Vorbelastung	vorhanden	KL 01...10	Vestas V90-2.0 MW	105	103,5	104,4	M
		HS 01...04, KL 11...14	Vestas V112-3.0 MW	140	104,8	105,5	M
Zusatzbelastung	geplant	ROHN 01.1	Vestas V162-6.0 ² MW	169	104,3	106,4	H
		ROHN 02.1	Vestas V172-7.2 MW	175	106,9	109,0	H

Tabelle 4: Schallemissionswerte der Windenergieanlagen mit Angabe der Quelle (M – Messbericht(e), H – Herstellerangaben)
– Die Farbgebung der Status-Angaben korrespondiert mit der entsprechenden Einfärbung der Symbole im Lageplan (Abschnitt 5.1). Detaillierte Quellenangaben sind im Anhang 8.4, 8.6 und 8.7 dargestellt.

² Die hier aufgeführte Bezeichnung verdeutlicht die vorgesehene Nennleistung des geplanten Anlagentyps Vestas V162-5.6/6.0/6.2 MW.

6 Berechnungsergebnisse

6.1 Beurteilungspegel an den betrachteten Immissionsorten

In den nachfolgenden Tabellen sind die Schallimmissionswerte der Vorbelastung durch die 18 vorhandenen Anlagen, die Zusatzbelastung durch die zwei geplanten Windenergieanlagen und die Gesamtbelastung jeweils mit Angabe der Prognosequalität (obere Vertrauensbereichsgrenze mit einer statistischen Sicherheit von 90% ($L_{r,90}$)) dargestellt.

Die Qualität der Prognose beinhaltet die Unsicherheit des Schallleistungspegels sowie die Unsicherheit der Prognose in Anlehnung an [2] und [13].

Entsprechend den Vorgaben in [2] werden sämtliche Beurteilungspegel auf ganze dB(A) gerundet.

Immissionsort	nächtlicher Immissionsrichtwert [dB(A)]	Vorbelastung $L_{r,90}$ [dB(A)]
A Kutzleben, Kirchgasse 3	40	39
B Mittelsömmern, Hauptstraße 92	45	35
C Hornsömmern, Hauptstraße 27	45	38
D Rohnstedt, Am Borngelände 1	45	40
E Rohnstedt, Zum Groll 10	45	42
F Rohnstedt, Zum alten Bahnhof 2	45	40

Tabelle 5: Berechnungsergebnisse der Vorbelastung

Immissionsort	nächtlicher Immissionsrichtwert [dB(A)]	Zusatzbelastung $L_{r,90}$ [dB(A)]	Gesamtbelastung $L_{r,90}$ [dB(A)]
A Kutzleben, Kirchgasse 3	40	30	40
B Mittelsömmern, Hauptstraße 92	45	26	35
C Hornsömmern, Hauptstraße 27	45	28	39
D Rohnstedt, Am Borngelände 1	45	35	41
E Rohnstedt, Zum Groll 10	45	37	43
F Rohnstedt, Zum alten Bahnhof 2	45	40	43

Tabelle 6: Berechnungsergebnisse der Zusatz- und Gesamtbelastung

Weitere und detailliertere Angaben sind den Berechnungsberichten der Prognosesoftware im Anhang zu entnehmen.

Zur Beurteilung der immissionsrechtlichen Zulässigkeit des Betriebs der Anlagen in der gewählten Anordnung sind die auf ganze dB(A) gerundeten Schallimmissionspegel mit den eingangs genannten Immissionsrichtwerten zu vergleichen.

Die Beurteilungspegel $L_{r,90}$ der **Zusatzbelastung** unterschreiten an allen Immissionsorten den jeweils anzuwendenden Immissionsrichtwert. Die geringste Differenz zwischen dem Immissionsrichtwert und dem Beurteilungspegel tritt am Immissionsort F auf und beträgt 5 dB(A). An den Immissionsorten A...E wird der jeweils anzuwendende Immissionsrichtwert durch den Beurteilungspegel um mehr als 6 dB(A) unterschritten. Nach Abschnitt 3.2.1 Absatz 2 der TA Lärm [1] ist der Immissionsbeitrag der geplanten Anlagen an diesen Immissionsorten als nicht relevant einzuschätzen. Zudem beträgt an den Immissionsorten A...D die Differenz zwischen dem anzuwendenden Immissionsrichtwert und dem Beurteilungspegel mindestens 10 dB(A). Gemäß Abschnitt 2.2 der TA Lärm [1] befinden sich diese Immissionsorte nicht im Einwirkungsbereich der geplanten Windenergieanlagen und hätten bei der Schallimmissionsberechnung nicht berücksichtigt werden müssen. Ihre Einbeziehung erfolgte im Interesse einer umfassenden Darstellung der Immissionssituation.

In der vorliegenden Berechnung werden zunächst nur die von den Windenergieanlagen ausgehenden Schallemissionen berücksichtigt. Der Schalldruckpegel am jeweiligen Immissionsort wird zusätzlich durch die Emissionen anderer Geräuschquellen (Straßen, Umgebung etc.) beeinflusst. Unter bestimmten Bedingungen müssen schon vorhandene Quellen von Gewerbelärm gemäß TA Lärm als Vorbelastung in die Schallimmissionsberechnung einbezogen werden. Wie mehrere Ortsbegehungen der Umgebung des Standortes – zuletzt am 31.05.2024 – ergaben, existiert im Bereich der geplanten Windenergieanlagen jedoch kein Gewerbegebiet o.ä. mit nächtlichen Lärmemissionen. Wegen des ländlichen Charakters der Region (mit einer im Allgemeinen geringen Vorbelastung, insbesondere während der Nacht) kann also davon ausgegangen werden, dass die Gesamtbelastung nach TA Lärm nicht über den o. g. Pegelwerten liegt.

Zusammenfassend ist davon auszugehen, dass von dem Vorhaben hinsichtlich der Schallimmissionen keine erheblichen Belästigungen ausgehen. Die anzuwendenden Immissionsrichtwerte werden durch die Beurteilungspegel der Gesamtbelastung an allen betrachteten Immissionsorten eingehalten. Einer Genehmigung entsprechend TA Lärm 3.2.1 Absatz 1 steht daher nichts entgegen.

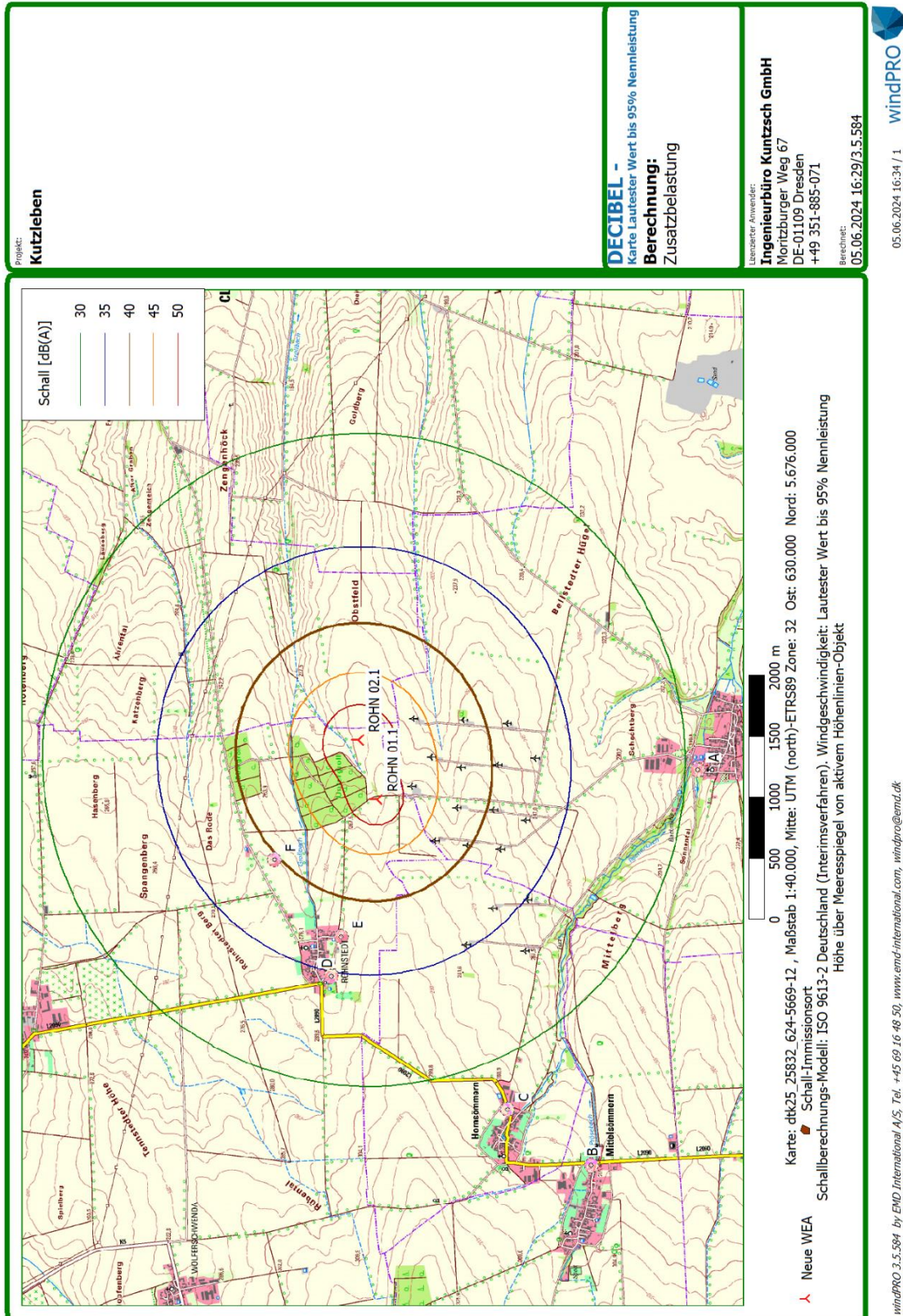
7 Literaturhinweise

- [1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (1998): Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm). - Bonn, 26. August 1998, GMBI 1998, S. 503 ff.; Geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5)
- [2] Länderausschuss für Immissionsschutz LAI (2017): Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA). - Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016, Stand 30. Juni 2016.
- [3] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (1999): Dämpfung des Schalls bei Ausbreitung im Freien. – DIN ISO 9613-2, 1999-10, Berlin.
- [4] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. (2001): Angabe des Schalleistungspegels und der Tonhaltigkeitswerte bei Windenergieanlagen - DIN EN 50376, Entwurf, Berlin, Frankfurt a. M., November 2001.
- [5] IEC International Electrotechnical Commission (2005): Wind Turbines – Part 14: Declaration of apparent sound power level and tonality values. - IEC TS 61400-14, First edition 2005-03, Genf.
- [6] DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik NALS (2015): Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen. Fassung 2015-05.1. - veröffentlicht vom Unterausschuss NA 001-02-03-19 UA "Schallausbreitung im Freien".
- [7] Agatz, Monika (2023): Windenergie-Handbuch - 19. Ausgabe, März 2023.
- [8] Fördergesellschaft für Windenergie e.V. (2008): Technische Richtlinien für Windenergieanlagen – Teil 1: Bestimmung der Schallimmissionswerte. - Revision 18, Stand 01.02.2008.
- [9] VDI Verein Deutscher Ingenieure (1988): Schallausbreitung im Freien. - VDI 2714, Januar 1988, Düsseldorf.
- [10] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (1987): Schallschutz im Städtebau, Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung. - DIN 18005, Beiblatt 1, 1987-05, Berlin.
- [11] Deutscher Bundestag (2021): Gesetz zur Umsetzung von Vorgaben der Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Neufassung) für Zulassungsverfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz, dem Wasserhaushaltsgesetz und dem Bundeswasserstraßengesetz – Drucksache 19/27672 – § 16b BImSchG – Stand 22.06.2021, Berlin.
- [12] Feldhaus, G. & Tegeder, K. (2014): Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) – Kommentar – aktualisierter Sonderdruck. C.F. Müller Verlag (hjr-Verlagsgruppe), Heidelberg, Januar 2014.
- [13] Thüringer Landesverwaltungsamt, Abteilung Umwelt: Berücksichtigung der „Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen“ der Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz in immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren. – Weimar, 23.11.2017.

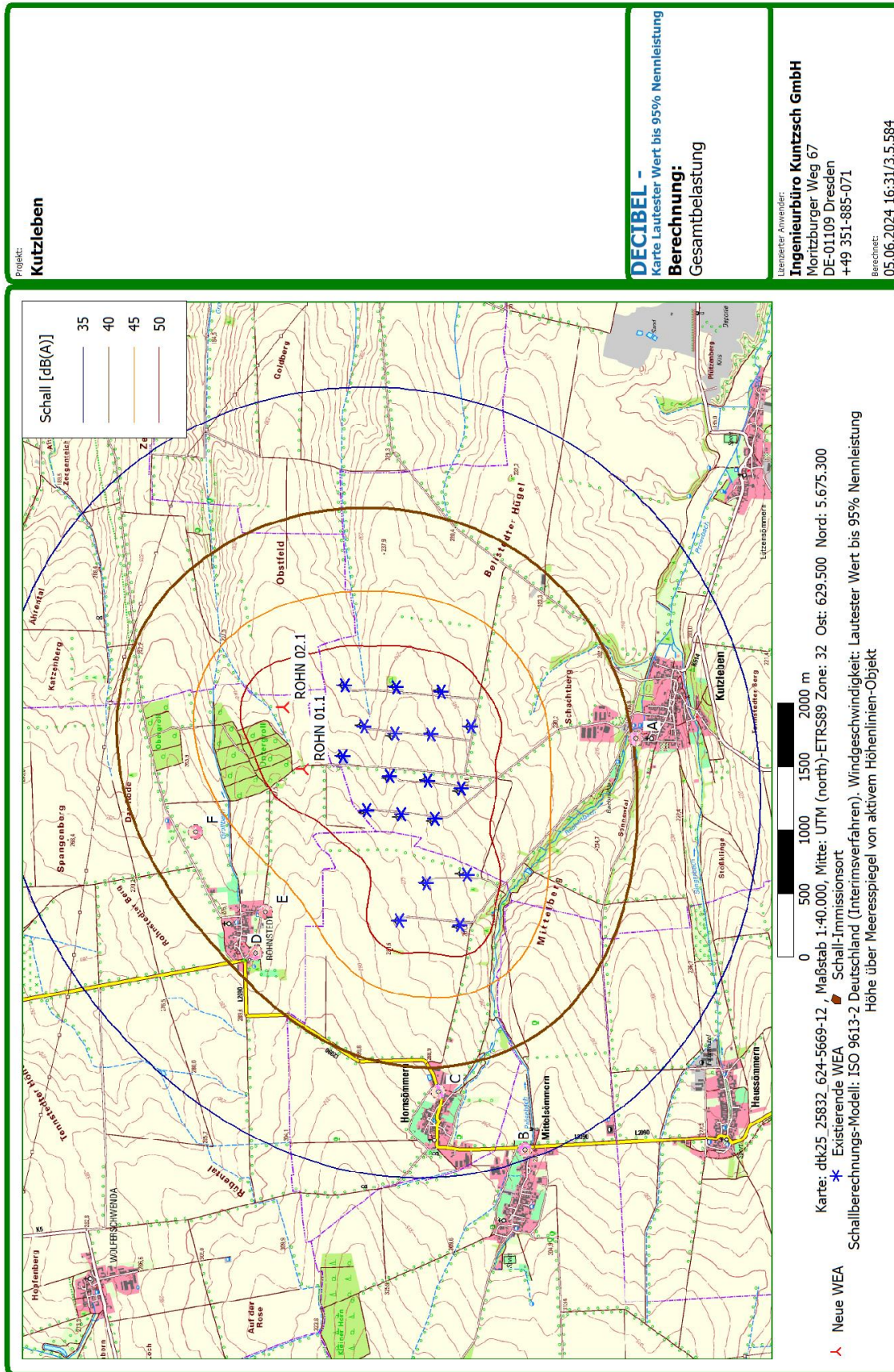
8 Anhang

8.1 Übersichtspläne mit Schalldruckpegelniveaulinien

Zusatzbelastung:



Gesamtbelastung:



windPRO 3.5.584 by EMD International A/S, Tel. +45 69 16 48 50, www.emd-international.com, windpro@emd.dk

8.2 Berechnungsberichte der Prognosesoftware

Vorbelastung:

Projekt:
Kutzleben

Lizenzierter Anwender:
Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
Moritzburger Weg 67
DE-01109 Dresden
+49 351-885-071

Berechnet:
05.06.2024 16:28/3.5.584

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung

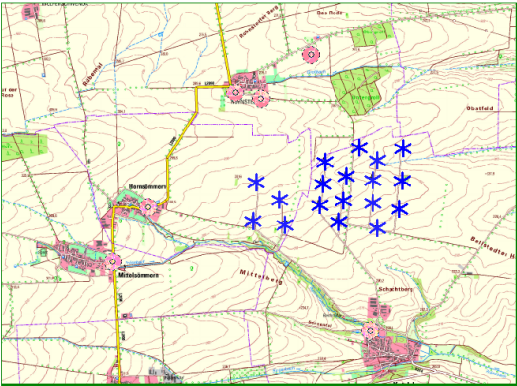
ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

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 / Kurgebiet u.ä. : 35 dB(A)
Gewerbegebiet: 50 dB(A)
Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)
Kur- und Feriengebiet: 35 dB(A)



Maßstab 1:75.000

★ Existierende WEA ● Schall-Immissionsort

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

WEA

Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ	Hersteller	Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schallwerte	Windgeschwindigkeit	LWA	
[m]	[m]	[m]		Aktuell			[kW]	[m]	[m]	Quelle Name	[m/s]	[dB(A)]	
HS 01	628.798	5.675.276	278,8	HS 01	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	USER	105,5 dB(A) Lwa,90 Okt. D (95%)	105,5
HS 02	628.764	5.674.794	264,9	HS 02	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	USER	105,5 dB(A) Lwa,90 Okt. D (95%)	105,5
HS 03	629.098	5.675.061	270,7	HS 03	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	USER	105,5 dB(A) Lwa,90 Okt. D (95%)	105,5
HS 04	629.164	5.674.741	259,2	HS 04	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	USER	105,5 dB(A) Lwa,90 Okt. D (95%)	105,5
KL 01	629.674	5.675.532	268,6	KL 01	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	USER	104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. D (95%)	104,4
KL 02	629.640	5.675.257	268,6	KL 02	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	USER	104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. D (95%)	104,4
KL 03	629.607	5.674.993	262,5	KL 03	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	USER	104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. D (95%)	104,4
KL 04	629.940	5.675.352	260,4	KL 04	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	USER	104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. D (95%)	104,4
KL 05	629.904	5.675.052	261,3	KL 05	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	USER	104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. D (95%)	104,4
KL 06	629.845	5.674.782	249,6	KL 06	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	USER	104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. D (95%)	104,4
KL 07	630.334	5.675.554	250,0	KL 07	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	USER	104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. D (95%)	104,4
KL 08	630.278	5.675.309	257,6	KL 08	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	USER	104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. D (95%)	104,4
KL 09	630.274	5.675.025	254,7	KL 09	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	USER	104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. D (95%)	104,4
KL 10	630.333	5.674.707	242,5	KL 10	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	USER	104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. D (95%)	104,4
KL 11	630.102	5.675.721	261,8	KL 11	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	USER	105,5 dB(A) Lwa,90 Okt. D (95%)	105,5
KL 12	630.661	5.675.707	245,5	KL 12	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	USER	105,5 dB(A) Lwa,90 Okt. D (95%)	105,5
KL 13	630.646	5.675.299	252,8	KL 13	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	USER	105,5 dB(A) Lwa,90 Okt. D (95%)	105,5
KL 14	630.611	5.674.943	247,2	KL 14	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	USER	105,5 dB(A) Lwa,90 Okt. D (95%)	105,5

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkthöhe	Anforderung	Beurteilungspegel	Anforderung erfüllt?
				[m]	[m]	Schall [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]	Schall
A	Kutzleben, Kirchgasse 3	630.242	5.673.402	199,7	5,0	40	39	Ja
B	Mittelsömmern, Hauptstraße 92	626.993	5.674.278	286,2	5,0	45	35	Ja
C	Hornsömmern, Hauptstraße 27	627.447	5.674.963	288,9	5,0	45	38	Ja
D	Rohnstedt, Am Borngelände 1	628.546	5.676.411	280,8	5,0	45	40	Ja
E	Rohnstedt, Zum Groll 10	628.872	5.676.332	280,4	5,0	45	42	Ja
F	Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 2	629.503	5.676.883	269,9	5,0	45	40	Ja

Abstände (m)

WEA	A	B	C	D	E	F
HS 01	2366	2063	1386	1163	1058	1755
HS 02	2030	1845	1327	1632	1541	2216
HS 03	2015	2247	1653	1459	1291	1867
HS 04	1719	2220	1731	1781	1617	2169
KL 01	2205	2960	2298	1431	1133	1362
KL 02	1950	2822	2212	1591	1321	1633

(Fortsetzung nächste Seite)...

(Weitere Informationen zu den Abständen zwischen Windenergieanlagen und Immissionsorten siehe Berechnungsbericht zur Gesamtbelastung)

Zusatzbelastung:

Projekt:
Kutzleben

Lizenzierter Anwender:
Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
Moritzburger Weg 67
DE-01109 Dresden
+49 351-885-071

Berechnet:
05.06.2024 16:29/3.5.584

DECIBEL - Hauptergebnis
Berechnung: Zusatzbelastung

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

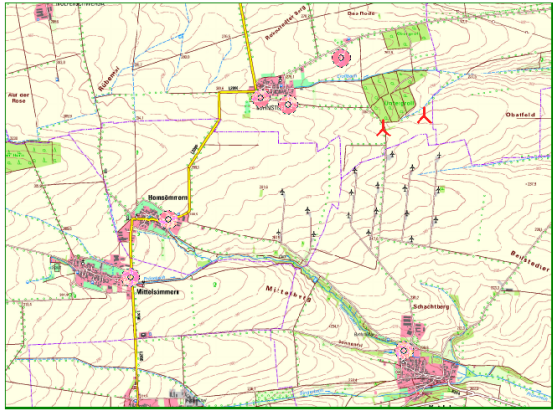
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2
"Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

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 / Kurgebiet u.ä. : 35 dB(A)
Gewerbegebiet: 50 dB(A)
Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)
Kur- und Feriengebiet: 35 dB(A)

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-ETRS89 Zone: 32



Maßstab 1:75.000

▲ Neue WEA ■ Schall-Immissionsort

WEA			WEA-Typ		Schallwerte			Windgeschwindigkeit		LWA				
Ost	Nord	Z	Beschreibung	Ak-tuell	Hersteller	Typ	Nenn-leistung	Rotor-durch-messer	Naben-höhe	Quelle	Name	Windge-schwin-digkeit	LWA	
[m]							[kW]	[m]	[m]			[m/s]	[dB(A)]	
ROHN 01.1	629.998	5.676.040	262,0	ROHN 01.1	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.2 MW-6.200	6.200	162,0	169,0	USER	106,4 dB(A)	PO6000 Lwa,90 Okt. H	106,4
ROHN 02.1	630.487	5.676.193	252,1	ROHN 02.1	Ja	VESTAS	V172-7.2 MW-7.200	7.200	172,0	175,0	USER	109,0 dB(A)	PO7200 Lwa,90 Okt. H	109,0

Berechnungsergebnisse
Beurteilungspegel
Schall-Immissionsort

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkthöhe	Anforderung	Beurteilungspegel	Anforderung erfüllt?
				[m]	[m]	Schall [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]	Schall
A	Kutzleben, Kirchgasse 3	630.242	5.673.402	199,7	5,0	40	30	Ja
B	Mittelsömmern, Hauptstraße 92	626.993	5.674.278	286,2	5,0	45	26	Ja
C	Hornsömmern, Hauptstraße 27	627.447	5.674.963	288,9	5,0	45	28	Ja
D	Rohnstedt, Am Borngelände 1	628.546	5.676.411	280,8	5,0	45	35	Ja
E	Rohnstedt, Zum Groll 10	628.872	5.676.332	280,4	5,0	45	37	Ja
F	Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 2	629.503	5.676.883	269,9	5,0	45	40	Ja

Abstände (m)

	WEA	ROHN 01.1	ROHN 02.1
Schall-Immissionsort			
A		2650	2802
B		3484	3985
C		2768	3279
D		1499	1954
E		1163	1621
F		978	1202

Gesamtbelastung:

Projekt: Kutzleben	Lizenzierter Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071
	Berechnet: 05.06.2024 16:31/3.5.584

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

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

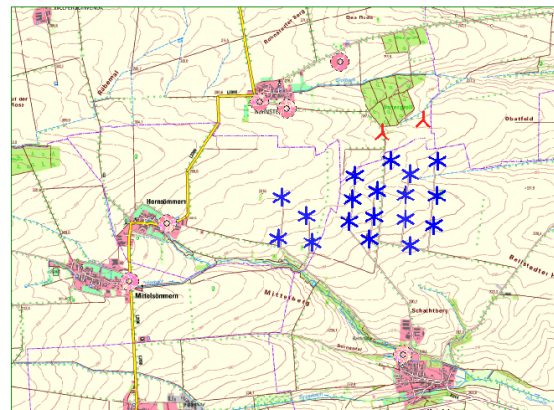
Lautester Wert bis 95% Nennleistung

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 / Kurgebiet u.ä.: 35 dB(A)
Gewerbegebiet: 50 dB(A)
Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)
Kur- und Feriengebiet: 35 dB(A)

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-ETRS89 Zone: 32



Maßstab 1:75.000
▲ Neue WEA ★ Existierende WEA ■ Schall-Immissionsort

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schallwerte	Windgeschwindigkeit	LWA
			[m]		Aktuell Hersteller Typ	[kW]	[m]	[m]	Quelle Name	[m/s]	[dB(A)]
HS 01	628.798	5.675.276	278,8	HS 01	Ja VESTAS V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	USER 105,5 dB(A) Lwa,90 Okt. D	(95%)	105,5
HS 02	628.764	5.674.794	264,9	HS 02	Ja VESTAS V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	USER 105,5 dB(A) Lwa,90 Okt. D	(95%)	105,5
HS 03	629.098	5.675.061	270,7	HS 03	Ja VESTAS V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	USER 105,5 dB(A) Lwa,90 Okt. D	(95%)	105,5
HS 04	629.164	5.674.741	259,2	HS 04	Ja VESTAS V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	USER 105,5 dB(A) Lwa,90 Okt. D	(95%)	105,5
KL 01	629.674	5.675.532	268,6	KL 01	Ja VESTAS V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	USER 104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. D	(95%)	104,4
KL 02	629.640	5.675.257	268,6	KL 02	Ja VESTAS V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	USER 104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. D	(95%)	104,4
KL 03	629.607	5.674.993	262,5	KL 03	Ja VESTAS V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	USER 104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. D	(95%)	104,4
KL 04	629.940	5.675.352	260,4	KL 04	Ja VESTAS V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	USER 104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. D	(95%)	104,4
KL 05	629.904	5.675.052	261,3	KL 05	Ja VESTAS V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	USER 104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. D	(95%)	104,4
KL 06	629.845	5.674.782	249,6	KL 06	Ja VESTAS V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	USER 104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. D	(95%)	104,4
KL 07	630.334	5.675.554	250,0	KL 07	Ja VESTAS V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	USER 104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. D	(95%)	104,4
KL 08	630.278	5.675.309	257,6	KL 08	Ja VESTAS V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	USER 104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. D	(95%)	104,4
KL 09	630.274	5.675.025	254,7	KL 09	Ja VESTAS V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	USER 104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. D	(95%)	104,4
KL 10	630.333	5.674.707	242,5	KL 10	Ja VESTAS V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	USER 104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. D	(95%)	104,4
KL 11	630.102	5.675.721	261,8	KL 11	Ja VESTAS V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	USER 105,5 dB(A) Lwa,90 Okt. D	(95%)	105,5
KL 12	630.661	5.675.707	245,5	KL 12	Ja VESTAS V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	USER 105,5 dB(A) Lwa,90 Okt. D	(95%)	105,5
KL 13	630.646	5.675.299	252,8	KL 13	Ja VESTAS V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	USER 105,5 dB(A) Lwa,90 Okt. D	(95%)	105,5
KL 14	630.611	5.674.943	247,2	KL 14	Ja VESTAS V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	USER 105,5 dB(A) Lwa,90 Okt. D	(95%)	105,5
ROHN 01.1	629.998	5.676.040	262,0	ROHN 01.1	Ja VESTAS V162-5.6/6.2 MW-6.200	6.200	162,0	169,0	USER 106,4 dB(A) PO6000 Lwa,90 Okt. H	(95%)	106,4
ROHN 02.1	630.487	5.676.193	252,1	ROHN 02.1	Ja VESTAS V172-7.2 MW-7.200	7.200	172,0	175,0	USER 109,0 dB(A) PO7200 Lwa,90 Okt. H	(95%)	109,0

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort						Anforderung	Beurteilungspegel	Anforderung erfüllt?
Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkthöhe	Schall	Von WEA	Schall
				[m]	[m]	[dB(A)]	[dB(A)]	
A	Kutzleben, Kirchgasse 3	630.242	5.673.402	199,7	5,0	40	40	Ja
B	Mittelsömmern, Hauptstraße 92	626.993	5.674.278	286,2	5,0	45	35	Ja
C	Hornsömmern, Hauptstraße 27	627.447	5.674.963	288,9	5,0	45	39	Ja
D	Rohnstedt, Am Borngelände 1	628.546	5.676.411	280,8	5,0	45	41	Ja
E	Rohnstedt, Zum Groll 10	628.872	5.676.332	280,4	5,0	45	43	Ja
F	Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 2	629.503	5.676.883	269,9	5,0	45	43	Ja

Abstände (m)

WEA	A	B	C	D	E	F
HS 01	2366	2063	1386	1163	1058	1755
HS 02	2030	1845	1327	1632	1541	2216
HS 03	2015	2247	1653	1459	1291	1867
HS 04	1719	2220	1731	1781	1617	2169
KL 01	2205	2960	2298	1431	1133	1362

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt: Kutzleben	Lizenzierter Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071
	Berechnet: 05.06.2024 16:31/3.5.584

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

WEA	A	B	C	D	E	F
KL 02	1950	2822	2212	1591	1321	1633
KL 03	1713	2711	2160	1772	1527	1893
KL 04	1973	3137	2523	1751	1449	1592
KL 05	1684	3013	2458	1922	1644	1875
KL 06	1437	2897	2404	2084	1829	2129
KL 07	2154	3577	2946	1983	1656	1568
KL 08	1908	3444	2851	2053	1738	1754
KL 09	1624	3366	2827	2216	1917	2012
KL 10	1308	3368	2897	2470	2186	2330
KL 11	2323	3428	2760	1703	1373	1307
KL 12	2343	3938	3299	2230	1895	1651
KL 13	1940	3794	3216	2377	2053	1953
KL 14	1585	3679	3164	2534	2225	2234
ROHN 01.1	2650	3484	2768	1499	1163	978
ROHN 02.1	2802	3985	3279	1954	1621	1202

Projekt:

Kutzleben

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH

Moritzburger Weg 67

DE-01109 Dresden

+49 351-885-071

Berechnet:

05.06.2024 16:31/3.5.584

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Gesamtbelastung **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

WEA

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]
KL 13	3.794	3.795	19,26	105,5	0,00	82,58	6,66	-3,00	0,00	0,00	86,24
KL 14	3.679	3.680	19,66	105,5	0,00	82,32	6,52	-3,00	0,00	0,00	85,84
ROHN 01.1	3.484	3.487	21,51	106,4	0,00	81,85	6,05	-3,00	0,00	0,00	84,90
ROHN 02.1	3.985	3.987	23,45	109,0	0,00	83,01	5,52	-3,00	0,00	0,00	85,53
Summe			35,39								

Schall-Immissionsort: C Hornsömmern, Hauptstraße 27

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

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]
HS 01	1.386	1.392	31,41	105,5	0,00	73,87	3,22	-3,00	0,00	0,00	74,10
HS 02	1.327	1.332	31,89	105,5	0,00	73,49	3,12	-3,00	0,00	0,00	73,61
HS 03	1.653	1.658	29,44	105,5	0,00	75,39	3,68	-3,00	0,00	0,00	76,07
HS 04	1.731	1.734	28,92	105,5	0,00	75,78	3,80	-3,00	0,00	0,00	76,58
KL 01	2.298	2.299	22,82	104,4	0,00	78,23	6,32	-3,00	0,00	0,00	81,55
KL 02	2.212	2.213	23,29	104,4	0,00	77,90	6,17	-3,00	0,00	0,00	81,07
KL 03	2.160	2.161	23,59	104,4	0,00	77,69	6,08	-3,00	0,00	0,00	80,77
KL 04	2.523	2.524	21,64	104,4	0,00	79,04	6,68	-3,00	0,00	0,00	82,72
KL 05	2.458	2.459	21,97	104,4	0,00	78,82	6,58	-3,00	0,00	0,00	82,39
KL 06	2.404	2.405	22,25	104,4	0,00	78,62	6,49	-3,00	0,00	0,00	82,11
KL 07	2.946	2.947	19,65	104,4	0,00	80,39	7,33	-3,00	0,00	0,00	84,71
KL 08	2.851	2.852	20,07	104,4	0,00	80,10	7,19	-3,00	0,00	0,00	84,29
KL 09	2.827	2.828	20,18	104,4	0,00	80,03	7,15	-3,00	0,00	0,00	84,18
KL 10	2.897	2.898	19,87	104,4	0,00	80,24	7,25	-3,00	0,00	0,00	84,50
KL 11	2.760	2.763	23,34	105,5	0,00	79,83	5,33	-3,00	0,00	0,00	82,16
KL 12	3.299	3.300	21,08	105,5	0,00	81,37	6,05	-3,00	0,00	0,00	84,42
KL 13	3.216	3.218	21,41	105,5	0,00	81,15	5,94	-3,00	0,00	0,00	84,09
KL 14	3.164	3.165	21,62	105,5	0,00	81,01	5,87	-3,00	0,00	0,00	83,88
ROHN 01.1	2.768	2.772	24,42	106,4	0,00	79,86	5,14	-3,00	0,00	0,00	81,99
ROHN 02.1	3.279	3.281	25,85	109,0	0,00	81,32	4,81	-3,00	0,00	0,00	83,13
Summe			38,68								

Schall-Immissionsort: D Rohnstedt, Am Borngelände 1

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

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]
HS 01	1.163	1.171	33,31	105,5	0,00	72,37	2,83	-3,00	0,00	0,00	72,20
HS 02	1.632	1.636	29,58	105,5	0,00	75,28	3,64	-3,00	0,00	0,00	75,92
HS 03	1.459	1.464	30,84	105,5	0,00	74,31	3,35	-3,00	0,00	0,00	74,66
HS 04	1.781	1.785	28,59	105,5	0,00	76,03	3,88	-3,00	0,00	0,00	76,92
KL 01	1.431	1.433	28,54	104,4	0,00	74,13	4,70	-3,00	0,00	0,00	75,83
KL 02	1.591	1.593	27,29	104,4	0,00	75,05	5,03	-3,00	0,00	0,00	77,07
KL 03	1.772	1.773	26,01	104,4	0,00	75,98	5,38	-3,00	0,00	0,00	78,35
KL 04	1.751	1.753	26,15	104,4	0,00	75,88	5,34	-3,00	0,00	0,00	78,21
KL 05	1.922	1.924	25,02	104,4	0,00	76,68	5,66	-3,00	0,00	0,00	79,34
KL 06	2.084	2.085	24,03	104,4	0,00	77,38	5,95	-3,00	0,00	0,00	80,33
KL 07	1.983	1.985	24,64	104,4	0,00	76,95	5,77	-3,00	0,00	0,00	79,72
KL 08	2.053	2.055	24,22	104,4	0,00	77,25	5,89	-3,00	0,00	0,00	80,15
KL 09	2.216	2.217	23,27	104,4	0,00	77,92	6,18	-3,00	0,00	0,00	81,09
KL 10	2.470	2.471	21,91	104,4	0,00	78,86	6,60	-3,00	0,00	0,00	82,46
KL 11	1.703	1.707	29,10	105,5	0,00	75,64	3,76	-3,00	0,00	0,00	76,40
KL 12	2.230	2.232	25,95	105,5	0,00	77,97	4,58	-3,00	0,00	0,00	79,55
KL 13	2.377	2.379	25,18	105,5	0,00	78,53	4,79	-3,00	0,00	0,00	80,32
KL 14	2.534	2.536	24,40	105,5	0,00	79,08	5,02	-3,00	0,00	0,00	81,10
ROHN 01.1	1.499	1.506	31,60	106,4	0,00	74,56	3,25	-3,00	0,00	0,00	74,81
ROHN 02.1	1.954	1.959	31,86	109,0	0,00	76,84	3,28	-3,00	0,00	0,00	77,12
Summe			41,25								

Projekt:

Kutzleben

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH

Moritzburger Weg 67

DE-01109 Dresden

+49 351-885-071

Berechnet:

05.06.2024 16:31/3.5.584

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: Gesamtbelastung **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s

Schall-Immissionsort: E Rohnstedt, Zum Groll 10

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

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]
HS 01	1.058	1.067	34,31	105,5	0,00	71,56	2,63	-3,00	0,00	0,00	71,19
HS 02	1.541	1.546	30,23	105,5	0,00	74,78	3,49	-3,00	0,00	0,00	75,27
HS 03	1.291	1.297	32,19	105,5	0,00	73,26	3,06	-3,00	0,00	0,00	73,31
HS 04	1.617	1.621	29,69	105,5	0,00	75,20	3,62	-3,00	0,00	0,00	75,81
KL 01	1.133	1.136	31,21	104,4	0,00	72,11	4,04	-3,00	0,00	0,00	73,15
KL 02	1.321	1.324	29,46	104,4	0,00	73,44	4,46	-3,00	0,00	0,00	74,90
KL 03	1.527	1.529	27,78	104,4	0,00	74,69	4,90	-3,00	0,00	0,00	76,59
KL 04	1.449	1.451	28,39	104,4	0,00	74,24	4,74	-3,00	0,00	0,00	75,97
KL 05	1.644	1.646	26,90	104,4	0,00	75,33	5,13	-3,00	0,00	0,00	77,46
KL 06	1.829	1.831	25,62	104,4	0,00	76,25	5,49	-3,00	0,00	0,00	78,74
KL 07	1.656	1.657	26,82	104,4	0,00	75,39	5,15	-3,00	0,00	0,00	77,54
KL 08	1.738	1.740	26,24	104,4	0,00	75,81	5,31	-3,00	0,00	0,00	78,13
KL 09	1.917	1.918	25,06	104,4	0,00	76,66	5,65	-3,00	0,00	0,00	79,30
KL 10	2.186	2.186	23,44	104,4	0,00	77,79	6,12	-3,00	0,00	0,00	80,92
KL 11	1.373	1.378	31,51	105,5	0,00	73,79	3,20	-3,00	0,00	0,00	73,99
KL 12	1.895	1.898	27,87	105,5	0,00	76,57	4,06	-3,00	0,00	0,00	77,63
KL 13	2.053	2.056	26,93	105,5	0,00	77,26	4,31	-3,00	0,00	0,00	78,57
KL 14	2.225	2.228	25,97	105,5	0,00	77,96	4,57	-3,00	0,00	0,00	79,53
ROHN 01.1	1.163	1.172	34,36	106,4	0,00	72,38	2,67	-3,00	0,00	0,00	72,06
ROHN 02.1	1.621	1.627	33,91	109,0	0,00	75,23	2,84	-3,00	0,00	0,00	75,07
Summe			43,06								

Schall-Immissionsort: F Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 2

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

WEA

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]
HS 01	1.755	1.761	28,74	105,5	0,00	75,92	3,85	-3,00	0,00	0,00	76,76
HS 02	2.216	2.220	26,01	105,5	0,00	77,93	4,56	-3,00	0,00	0,00	79,49
HS 03	1.867	1.872	28,03	105,5	0,00	76,45	4,02	-3,00	0,00	0,00	77,47
HS 04	2.169	2.173	26,27	105,5	0,00	77,74	4,49	-3,00	0,00	0,00	79,23
KL 01	1.362	1.366	29,10	104,4	0,00	73,71	4,56	-3,00	0,00	0,00	75,26
KL 02	1.633	1.636	26,98	104,4	0,00	75,27	5,11	-3,00	0,00	0,00	77,38
KL 03	1.893	1.896	25,20	104,4	0,00	76,55	5,61	-3,00	0,00	0,00	79,16
KL 04	1.592	1.595	27,28	104,4	0,00	75,06	5,03	-3,00	0,00	0,00	77,09
KL 05	1.875	1.877	25,32	104,4	0,00	76,47	5,57	-3,00	0,00	0,00	79,04
KL 06	2.129	2.130	23,77	104,4	0,00	77,57	6,03	-3,00	0,00	0,00	80,59
KL 07	1.568	1.570	27,47	104,4	0,00	74,92	4,98	-3,00	0,00	0,00	76,89
KL 08	1.754	1.756	26,13	104,4	0,00	75,89	5,35	-3,00	0,00	0,00	78,24
KL 09	2.012	2.014	24,46	104,4	0,00	77,08	5,82	-3,00	0,00	0,00	79,90
KL 10	2.330	2.331	22,65	104,4	0,00	78,35	6,37	-3,00	0,00	0,00	81,72
KL 11	1.307	1.314	32,05	105,5	0,00	73,37	3,09	-3,00	0,00	0,00	73,46
KL 12	1.651	1.654	29,46	105,5	0,00	75,37	3,67	-3,00	0,00	0,00	76,04
KL 13	1.953	1.957	27,51	105,5	0,00	76,83	4,16	-3,00	0,00	0,00	77,99
KL 14	2.234	2.237	25,92	105,5	0,00	77,99	4,58	-3,00	0,00	0,00	79,58
ROHN 01.1	978	990	36,16	106,4	0,00	70,91	2,34	-3,00	0,00	0,00	70,25
ROHN 02.1	1.202	1.211	37,07	109,0	0,00	72,66	2,25	-3,00	0,00	0,00	71,92
Summe			42,80								

8.4 Berechnung des mittleren Schallleistungspegels und der Standardabweichung

Zusatzbelastung:

WEA-Typ: Vestas V162-5.6/6.0 MW STE PO6000			Nabenhöhe: 169 m		Standardnormalvariable 90%	Standardabweichung	Sigma ges	Kwa, 10%
Lwa	Bericht	Datum	k	S	σ			
1	104,3 dB(A)	Herstellerangaben	09.02.2021	1,28	0,00	1,64	2,1	
2								
3								
4								
5								
Lwa(Mittel): 104,3 dB(A)					SigmaR	0,5		
					SigmaP	1,20		
					SigmaP = 1,2 bei nur einem vorliegenden Messwert			
					Lwa, 90:		106,4 dB(A)	

WEA-Typ: Vestas V172-7.2 MW PO7200			Nabenhöhe: 175 m		Standardnormalvariable 90%	Standardabweichung	Sigma ges	Kwa, 10%
Lwa	Bericht	Datum	k	S	σ			
1	106,9 dB(A)	Herstellerangaben	10.03.2023	1,28	0,00	1,64	2,1	
2								
3								
4								
5								
Lwa(Mittel): 106,9 dB(A)					SigmaR	0,5		
					SigmaP	1,20		
					SigmaP = 1,2 bei nur einem vorliegenden Messwert			
					Lwa, 90:		109,0 dB(A)	

Vorbelastung:

WEA-Typ: Vestas V90-2.0 MW			Nabenhöhe: 105 m		Standardnormalvariable 90%	Standardabweichung	Sigma ges	Kwa, 10%
Lwa	Bericht	Datum	k	S	σ			
1	103,2 dB(A)	WT 4126/05	12.04.2005	1,28	0,36	0,71	0,9	
2	103,9 dB(A)	WT 4846/06	06.02.2006					
3	103,4 dB(A)	WT 5308/06	12.10.2006					
4								
5								
Lwa(Mittel): 103,5 dB(A)					SigmaR	0,5		
					SigmaP	0,36		
					SigmaP = 1,2 bei nur einem vorliegenden Messwert			
					Lwa, 90:		104,4 dB(A)	

WEA-Typ: Vestas V112-3.0 MW			Nabenhöhe: 140 m		Standardnormalvariable 90%	Standardabweichung	Sigma ges	Kwa, 10%
Lwa	Bericht	Datum	k	S	σ			
1	104,7 dB(A)	GLGH-4286 12 09780 258-S-0001-A	31.08.2012	1,28	0,12	0,59	0,8	
2	104,9 dB(A)	GLGH-4286 11 08778 258-A-0010-B	06.12.2012					
3	104,7 dB(A)	GLGH 4286 12 10112 258 A-0001-A	28.01.2013					
4								
5								
Lwa(Mittel): 104,8 dB(A)					SigmaR	0,5		
					SigmaP	0,12		
					SigmaP = 1,2 bei nur einem vorliegenden Messwert			
					Lwa, 90:		105,5 dB(A)	

Ton-/Impulshaltigkeit: Die von dem Stand der Technik entsprechenden Windenergieanlagen emittierten Geräusche sind breitbandig (z.B. als Rauschen wahrgenommen) und hinsichtlich ihrer Schallleistung zeitlich konstant. Tonhaltigkeit liegt vor, wenn Einzeltöne innerhalb eines Geräusches wahrnehmbar sind (z.B. als Pfeifen, Summen wahrgenommen). Impulshaltig ist ein Geräusch, wenn periodisch eine erhebliche Änderung des Schallleistungspegels auftritt. Beide Phänomene können dazu führen, dass ein Geräusch über das aus dem Beurteilungspegel ableitbare Niveau hinaus wahrnehmbar und lästig ist. Die erhöhte Lästigkeit kann bei der Pegeldarstellung der Schallemission durch Vergabe von Zuschlägen ausgedrückt werden; der um den Ton- bzw. Impulshaltigkeitszuschlag erhöhte Schallemissionspegel charakterisiert ein Geräusch gleicher Lästigkeit ohne Ton- bzw. Impulshaltigkeit. Der Impulsschlag wird im Zuge der Auswertung von Schallvermessungen berechnet. Für Tonhaltigkeit sind ggf. Zuschläge in Höhe von 3 dB (auffällige Töne) oder 6 dB (besonders auffällige Töne) gebräuchlich.

Beurteilungspegel: Er dient im Vergleich mit dem für einen Immissionsort anzuwendenden Immissionsrichtwert der Prüfung der Frage, ob im Zusammenhang mit einem Vorhaben erhebliche Belästigungen zu erwarten sind oder nicht. Neben der Aggregation der Vor- und Zusatzbelastung zur Gesamtbelastung können im Beurteilungspegel (im Unterschied zu einem reinen Schalldruckpegel) weitere Aspekte wie etwa auftretende Ton-/Impulshaltigkeit und die Pegelunsicherheit repräsentiert sein.

Infraschall: Schall sehr geringer Frequenz unterhalb von 20 Hz wird als Infraschall bezeichnet. Die Wahrnehmung erfolgt nicht im eigentlichen Sinne durch das menschliche Ohr und erst bei sehr hohen Pegelwerten. Quellen von wahrnehmbarem Infraschall sind u.a. der Verkehr, große Gasverdichter, aber auch Meeresrauschen und der Wind selbst. Es ist durch Messungen vielfach belegt, dass Windenergieanlagen zwar Infraschall emittieren können; dieser liegt jedoch erheblich unterhalb der Wahrnehmungsschwelle des Menschen. Aus Infraschall unterhalb der Wahrnehmungsschwelle folgende negative Auswirkungen auf den Menschen sind bisher nicht festgestellt worden.

Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit: Lt. 6.5 der TA Lärm ist in zum Wohnen genutzten Gebieten den ermittelten Beurteilungspegeln ein Zuschlag von 6 dB(A) für folgende Zeiten hinzuzurechnen:

- Werktags 6.00 – 7.00 Uhr und 20.00 – 22.00 Uhr
- Sonn-/Feiertags 6.00 – 9.00 Uhr, 13.00 – 15.00 Uhr und 20.00 – 22.00 Uhr.

Für diese Zeiträume gelten lt. TA Lärm 6.1 die Immissionsrichtwerte des Tagzeitraums, welche 15 dB(A) über den Immissionsrichtwerten für den Nachtzeitraum liegen. Zur Beurteilung der Immissionssituation werden in den Schallimmissionsprognosen in der Regel die Richtwerte für den kritischeren Nachtzeitraum verwendet. Sofern diese Immissionsrichtwerte durch die ermittelten Beurteilungspegel unterschritten bzw. nicht um mehr als 9 dB(A) überschritten werden, ist davon auszugehen, dass diese Beurteilungspegel auch mit einem Zuschlag von 6 dB(A) die Immissionsrichtwerte für den Tagzeitraum nicht überschreiten.

8.6 Angaben zu den verwendeten Oktavpegeln

Zusatzbelastung:

WEA: VESTAS V162-5,6/6,2 MW 6200 162,0 !O!
Schall: 106,4 dB(A) PO6000 Lwa,90 Okt. H

Datenquelle Quelle/Datum Quelle Bearbeitet
 Herstellerangaben 104,3 dB(A) + Unsicherheit 2,1 dB(A) 03.12.2021 USER 13.02.2023 17:07
 Dokument: 0079-9518.V09
 bsm, 28.02.2022

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
				63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	106,4	Nein	87,7	95,2	99,8	101,5	100,4	96,3	89,4	79,6

WEA: VESTAS V172-7,2 MW 7200 172,0 !O!
Schall: 109,0 dB(A) PO7200 Lwa,90 Okt. H

Datenquelle Quelle/Datum Quelle Bearbeitet
 Herstellerangaben 106,9 dB(A) + Unsicherheit 2,1 dB(A) 29.02.2024 USER 10.04.2024 11:34
 Hersteller Dokument 0124-6701.V05
 bsm, 10.04.2024

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
				63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	109,0	Nein	92,7	100,2	103,4	103,6	101,9	97,4	89,8	79,1

Vorbelastung:

WEA: VESTAS V90-2,0 MW 2000 90,0 !O!
Schall: 104,4 dB(A) Lwa,90 Okt. D

Datenquelle Quelle/Datum Quelle Bearbeitet
 Dreifachvermessung 103,4 dB(A) + Offset 0,1 dB(A) + 0,9 dB(A) Unsicherheit 07.03.2017 USER 28.09.2020 16:19
 Bericht: WT 5633/07,
 ten, 12.05.2020

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
					63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	105,0	95% der Nennleistung	104,4	Nein	85,8	91,2	94,7	97,4	99,2	97,4	94,9	84,2

WEA: VESTAS V112-3,0 MW 3000 112,0 !O!
Schall: 105,5 dB(A) Lwa,90 Okt. D

Datenquelle Quelle/Datum Quelle Bearbeitet
 Dreifachvermessung 104,8 dB(A) + Offset -0,1 dB(A) + Unsicherheit 0,8 dB(A) 13.03.2013 USER 04.06.2020 10:38
 Bericht: GLGH-4286-12 / 10112-258-A-0003-B
 ten, 04.06.2020

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
					63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	140,0	95% der Nennleistung	105,5	Nein	85,1	93,9	98,9	100,3	99,6	95,8	90,9	79,2

8.7 Angaben zu den verwendeten Schallemissionspegeln

Zusatzbelastung:

Vestas V162-6.0 MW:

0079-9518.V09

RESTRICTED

2021-12-03

Vestas

Seite
1 / 6

Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen Vestas V162-5,6/6,0/6,2 MW

Die für den Windenergieanlagentyp und Betriebsmodus spezifischen Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen bestehen aus

- Mittlerer Schalleistungspegel \overline{L}_W (P50) und
- dazugehörigen Oktavspektrum
- Unsicherheit des Schalleistungspegels σ_{WTG} mit einem Vertrauensniveau von 90% (P90): $1,28 \times \sigma_{WTG}$

und bilden unter anderem die Grundlage der Schallimmissionsprognosen für die Windparkplanung.

Als Datengrundlage stehen Schalleistungspegel und Oktavspektrum in Abhängigkeit der Verfügbarkeit aus einer der folgenden Quellen zu Verfügung:

- Herstellerangabe (siehe Absatz A)
- Einfachvermessung (siehe Absatz B)
- Mehrfachvermessung (Ergebniszusammenfassung aus mind. 3 Einzelmessungen (siehe Absatz C))

Der minimale Abstand zwischen der Windenergieanlage und dem Immissionspunkt muss (3) x Gesamthöhe der Windenergieanlage, jedoch Minimum 500m betragen.

Classification: Restricted

VESTAS PROPRIETARY NOTICE: This document contains valuable confidential information of Vestas Wind Systems A/S. It is protected by copyright law as an unpublished work. Vestas reserves all patent, copyright, trade secret, and other proprietary rights to it. The information in this document may not be used, reproduced, or disclosed except if and to the extent rights are expressly granted by Vestas in writing and subject to applicable conditions. Vestas disclaims all warranties except as expressly granted by written agreement and is not responsible for unauthorized uses, for which it may pursue legal remedies against responsible parties.

T05 0079-9518 Ver 09 - Approved- Exported from DMS: 2021-12-09 by INVOL

A. Herstellerangabe

Liegt kein Schall-Emissionsmessbericht für die geplante Windenergieanlage (WEA) vor muss die Schallimmissionsprognose auf den hier dargestellten Herstellerangaben $L_{e,max}$ (P90) basieren.

In den VESTAS Spezifikationen (Allgemeine Spezifikation bzw. Leistungsspezifikation) ist der mittlere zu erwartende Schalleistungspegel L_W (P50) dargestellt.

Gemäß dem vom LAI eingeführten Dokument „Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA)“, überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016 Stand 30.06.2016 (LAI Hinweise) enthält die hier dargestellte Herstellerangaben (P90) $L_{e,max}$ (P90) ebenfalls zu berücksichtigende die Unsicherheit des Schalleistungspegels.

Vestas garantiert den maximal zulässigen Emissionspegel der WEA $L_{e,max}$ (P90) gemäß nachfolgender Formel:

$$L_{e,max} = \overline{L_W} + 1,28 \cdot \sigma_{WTG}$$

Blattkonfiguration	STE & RVG (Standard)							
Betriebsmodi	PO6200 (104,8)	PO6000 (104,3)	PO5600 (104,0)	SO2 (102,0)	SO3 (101,0)	SO4 (100,0)	SO5 (99,0)	SO6 (98,0)
$\overline{L_W}$ (P50) [dB(A)]	104,8	104,3	104,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
σ_{WTG}	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
$1,28 \times \sigma_{WTG}$	1,664	1,664	1,664	1,664	1,664	1,664	1,664	1,664
$L_{e,max}$ (P90)	106,5	106,0	105,7	103,7	102,7	101,7	100,7	99,7
Frequenzen	Oktavspektrum $\overline{L_W}$ (P50)							
63 Hz	86,1	85,6	84,8	82,9	81,9	80,9	79,9	79,1
125 Hz	93,6	93,1	92,5	90,6	89,6	88,7	87,6	86,7
250 Hz	98,2	97,7	97,3	95,4	94,4	93,4	92,4	91,4
500 Hz	99,9	99,4	99,2	97,1	96,1	95,1	94,2	93,1
1 kHz	98,8	98,3	98,0	96,0	95,0	94,0	93,0	92,0
2 kHz	94,7	94,2	93,9	91,9	90,8	89,8	88,9	87,8
4 kHz	87,8	87,3	86,8	84,8	83,8	82,8	81,7	80,8
8 kHz	78,0	77,5	76,7	74,7	73,7	72,6	71,6	70,7
A-wgt	104,8	104,3	104,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0

Tabelle 2: Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen V162-5.6/6.0/6.2 MW, Herstellerangabe

Classification: Restricted

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

T05 0079-9518 Ver 09 - Approved- Exported from DMS: 2021-12-09 by INVOL

Vestas V172-7.2 MW:

0124-6701.V05

RESTRICTED

2024-02-29

Vestas

Seite
4 / 7

A. Herstellerangabe

Liegt kein Schall-Emissionsmessbericht für die geplante Windenergieanlage (WEA) vor muss die Schallimmissionsprognose auf den hier dargestellten Herstellerangaben $L_{e,max}$ (P90) basieren.

In den VESTAS Spezifikationen (Allgemeine Spezifikation bzw. Leistungsspezifikation) ist der mittlere zu erwartende Schalleistungspegel \overline{L}_W (P50) dargestellt.

Gemäß dem vom LAI eingeführten Dokument „Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA)“, überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016 Stand 30.06.2016 (LAI Hinweise) enthält die hier dargestellte Herstellerangaben (P90) $L_{e,max}$ (P90) ebenfalls zu berücksichtigende die Unsicherheit des Schalleistungspegels.

Vestas garantiert den maximal zulässigen Emissionspegel der WEA $L_{e,max}$ (P90) gemäß nachfolgender Formel:

$$L_{e,max} = \overline{L}_W + 1,28 \cdot \sigma_{WTG}$$

Blattkonfiguration	STE & RVG (Standard)									
Betriebsmodi	PO7200 (106,9)	PO6800 (106,0)	SO1 (105,0)	SO2 (104,0)	SO3 (103,0)	SO4 (102,0)	SO5 (101,0)	SO6 (100,0)	SO7 (99,0)	SO8 (98,0)
\overline{L}_W (P50) [dB(A)]	106,9	106,0	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0
σ_{WTG}	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
$1,28 \times \sigma_{WTG}$	1,664	1,664	1,664	1,664	1,664	1,664	1,664	1,664	1,664	1,664
$L_{e,max}$ (P90)	108,6	107,7	106,7	105,7	104,7	103,7	102,7	101,7	100,7	99,7
Frequenzen	Oktavspektrum \overline{L}_W (P50)									
63 Hz	90,6	89,7	88,7	87,7	86,7	85,6	85,1	84,0	83,0	81,9
125 Hz	98,1	97,2	96,3	95,3	94,2	93,2	92,1	91,0	90,0	89,0
250 Hz	101,3	100,4	99,4	98,4	97,4	96,4	95,0	94,0	93,0	92,0
500 Hz	101,5	100,6	99,6	98,6	97,6	96,6	95,7	94,7	93,7	92,7
1 kHz	99,8	99,0	98,0	97,0	96,0	95,0	94,3	93,3	92,3	91,3
2 kHz	95,3	94,4	93,5	92,5	91,5	90,5	89,8	88,8	87,9	86,9
4 kHz	87,7	86,9	85,9	84,9	84,0	83,0	82,3	81,4	80,4	79,5
8 kHz	77,0	76,2	75,3	74,3	73,4	72,5	71,9	70,9	70,0	69,1
A-wgt	106,9	106,0	105,0	104,0	103,0	102,0	101,0	100,0	99,0	98,0

Tabelle 2: Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen V172-7.2 MW, Herstellerangabe

Classification: Restricted

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

T05 0124-6701 Ver 05 - Approved- Exported from DMS: 2024-03-14 by INVOL

Vorbelastung:

Vestas V90–2.0 MW Mode 0:



Bestimmung der SchalleLeistungspegel aus mehreren Einzelmessungen

Seite 4 von 5

Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ /1/ besteht die Möglichkeit die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß /2/ anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.

Anlagendaten			
Hersteller	Vestas Wind Systems A/S Alsvej 21 8900 Randers Denmark	Anlagenbezeichnung Nennleistung in kW Nabenhöhe in m Rotordurchmesser in m	V90-2MW 2.0 MW 105 90
Angaben zur Einzelmessung		Messung-Nr.	
		1	2
Seriennummer		V 18864	V 19702
Standort	Schönhagen, Landkreis Prignitz, Deutschland		Porep, Landkreis Prignitz, Deutschland
Vermessene Nabenhöhe (m)	105		105
Messinstitut	WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH		WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH
Prüfbericht	WT 4126/05		WT 4846/06
Datum des Prüfberichts	2005-04-12		2006-02-06
Getriebetyp	Metso PLH1400V90		Metso PLH1400V90
Generatortyp	ABB AMK 500L4A BAYHA		ABB AMK 500L4A BAYHA
Rotorblatttyp	Vestas 44 m		Vestas 44 m
Angaben zur Einzelmessung		Messung-Nr.	
		3	4
Seriennummer		V 19697	
Standort	* Porep, Landkreis Prignitz, Deutschland		
Vermessene Nabenhöhe (m)	105		
Messinstitut	WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH		
Prüfbericht	WT 5308/06		
Datum des Prüfberichts	2006-10-12		
Getriebetyp	Hansen EH 802 CN 21-BN-112.83		
Generatortyp	Weier DVSG 500/4MST		
Rotorblatttyp	Vestas 44 m		

Schallemissionsparameter: Messwerte (berechnete Leistungskurve vom Hersteller bereitgestellt)						
Schalleistungspegel $L_{WA,k}$ [dB(A)] auf Basis der Nabenhöhenumrechnungen WT 5611/07, WT 5315/06 und WT 5613/07						
Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	102,6	103,2	102,6	101,8	101,7	
2	102,4	103,6	103,9	-	-	
3	102,7	103,4	102,8	101,7	100,9	
4						
Mittelwert \bar{L}_W [dB(A)]	102,6	103,4	103,1	101,8	101,3	
Standard-Abweichung s [dB(A)]	0,2	0,2	0,7	0,1	0,6	
K nach /2/						
$\sigma_R = 0,5 \text{ dB} / 3/$ [dB(A)]	1,0	1,0	1,6	1,0	1,5	

/1/ Technische Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 17,

Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Stresemannplatz 4, 24103 Kiel

/2/ IEC 61400-14 TS ed. 1, Declaration of Sound Power Level and Tonality Values of Wind Turbines, 2005-03

/3/ Empfehlung des Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“ 2001-11-07

Vordruck urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Zustimmung der Herausgeber

Kurzbericht WT 5633/07: Bestimmung der Schalleistungspegel einer WEA des Typs V90-2MW (Mode 0) aus mehreren Einzelmessungen bei Nabenhöhen von 80 m, 95 m und 105 m über Grund



Bestimmung der Schallleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen

Seite 5 von 5

Schallemissionsparameter: Zuschläge

Tonzuschlag K_{TN} in dB bei vermessener Nabenhöhe:

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	- - Hz	- - Hz	- - Hz
2	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	- - Hz	- - Hz	- - Hz
3	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz
4						

Impulzzuschlag K_{IN} in dB:

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	0	0	0	-	-	-
2	0	0	0	-	-	-
3	0	0	0	0	0	0
4						

Terz- Schallleistungspegel (Mittel aus 3 Messungen) Referenzpunkt $V_{10 L_{H,1} \max}$ in dB(A)

Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA, \max}$	77,0	79,7	82,2	84,1	85,7	86,4	87,5	89,2	90,0	90,2	92,3	92,3
Frequenz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{WA, \max}$	93,3	93,6	93,7	92,6	91,7	90,6	90,1	89,7	87,3	82,3	75,4	67,6

Oktav- Schallleistungspegel (Mittel aus 3 Messungen) Referenzpunkt $V_{10 L_{H,1} \max}$ in dB(A)

Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
$L_{WA, \max}$	84,8	90,2	93,7	96,4	98,2	96,4	93,9	83,2			

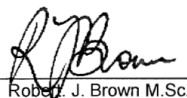
Die Angaben ersetzen nicht die o. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen)

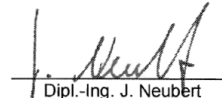
Bemerkungen:

Ausgestellt durch: WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH
Sommerdeich 14 b
25709 Kaiser-Wilhelm-Koog



Datum: 2007-03-07


Robert J. Brown M.Sc.


Dipl.-Ing. J. Neubert

Durch das DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium
Die Akkreditierung gilt nur für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren



Vordruck urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Zustimmung der Herausgeber

Kurzbericht WT 5633/07: Bestimmung der Schallleistungspegel einer WEA des Typs V90-2MW (Mode 0) aus mehreren Einzelmessungen bei Nabenhöhen von 80 m, 95 m und 105 m über Grund

Vestas V112 – 3.0 MW:

Bestimmung der Schallleistungspegel einer WEA des Typs Vestas V112 - 3.0 MW (Mode 0) aus mehreren Einzelmessungen für die Nabenhöhen 94 m, 119 m und 140 m über Grund

Kurzbericht GLGH 4286 12
10112 258 A-0003-B
2013-03-13

3 Ergebniszusammenfassung Vestas V112-3.0 MW (Mode 0), Nabenhöhe 140 m

Bestimmung der Schallleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen

Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ /1/ besteht die Möglichkeit die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß /2/ anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.

Anlagendaten			
Hersteller	Vestas Wind Systems A/S Alsvej 21 8940 Randers, Dänemark	Anlagenbezeichnung Nennleistung in kW Nabenhöhe in m Rotordurchmesser in m	V112-3.0 MW (Mode0) 3075 140 112
Angaben zur Einzelmessung	Messung-Nr.		
	1	2	
Seriennummer	V38500	V41431	
Standort	Lem (DK)	Simonsberg (D)	
Vermessene Nabenhöhe	94 m	84 m+ 2 m Fundamenthöhe	
Messinstitut	GL Garrad Hassan Deutschland GmbH	GL Garrad Hassan Deutschland GmbH	
Prüfbericht	GLGH 4286 12 09780 258 A-0001-A	GLGH-4286 11 08778 258-A-0010-B	
Datum	2012-08-31	2012-12-06	
Getriebetyp	Winergy PZAB 3530,0	Winergy PZAB 3530,0	
Generatortyp	Vestas Wind Systems A/S, 3-ph PMG	Vestas Wind Systems A/S, 3-ph PMG	
Rotorblatttyp	Vestas 55	Vestas 55	
Angaben zur Einzelmessung	Messung-Nr.		
	3	... n	
Seriennummer	V41429	-	
Standort	Simonsberg (D)	-	
Vermessene Nabenhöhe	84 m + 2 m Fundamenthöhe	-	
Messinstitut	GL Garrad Hassan Deutschland GmbH	-	
Prüfbericht	GLGH 4286 12 10112 258 A-0001-A	-	
Datum	2013-01-28	-	
Getriebetyp	Winergy PZAB 3530,0	-	
Generatortyp	Vestas Wind Systems A/S, 3-ph PMG	-	
Rotorblatttyp	Vestas 55	-	

Leistungskurve: GL Garrad Hassan Deutschland GmbH, GLGH-4270 09 05744 252-S-0005-A						
Messzeitraum: 2011-03-20 bis 2011-04-08						
Schallleistungspegel L_{WAK} [dB]:						
	Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe				
		6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
	1	104,7	104,5	102,3	101,7	98,5 ¹⁾
	2	104,3	104,9	104,4	103,4	102,6
	3	104,2	104,7	103,2	101,6	102,1
	4	-	-	-	-	-
	Mittelwert \bar{L}_W [dB(A)]	104,4	104,7	103,3	102,2	101,6
	Standard-Abweichung s [dB]	0,3	0,2	1,1	1,0	2,2
	K nach /2/ $\sigma_R = 0,5 \text{ dB} / 3/$ [dB]	1,1	1,0	2,2	2,1	4,4

Bei einer 140 m hohen Anlage beträgt die der 95%-igen Nennleistung (2921 kW) entsprechende Windgeschwindigkeit 7,23 m/s.

¹⁾ Hinweis: die Regressionskurve des Schallleistungspegels fällt in diesem Wind Bin überproportional stark ab. Nach Umrechnung in größere Nabenhöhen ergibt sich dadurch in diesem Wind Bin ein geringerer Schallleistungspegels als bei den Messungen 2 und 3.

Vordruck Urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Zustimmung der Herausgeber

GL Garrad Hassan Deutschland GmbH

Seite 7 von 8

**Bestimmung der Schalleistungspegel einer WEA des Typs Vestas
V112 - 3.0 MW (Mode 0) aus mehreren Einzelmessungen für die
Nabenhöhen 94 m, 119 m und 140 m über Grund**

Kurzbericht GLGH 4286 12
10112 258 A-0003-B
2013-03-13

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen

Schallemissionsparameter: Zuschläge

Tonzuschlag K_{TN} in dB bei vermessener Nabenhöhe:

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	
2	1 122 Hz	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	
3	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	
4	-	-	-	-	-	

Impulzzuschlag K_{IN} in dB:

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe				
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	-	-	-	-	-

Aufgrund der baulichen Änderungen für WEA unterschiedlicher Nabenhöhen kann das akustische Verhalten in Bezug auf die Ton- und Impulshaltigkeit nicht durch Umrechnung bestimmt werden. Es treten jedoch im Allgemeinen keine erheblichen Änderungen auf. Die gemachten Angaben zur Ton- und Impulshaltigkeit sind den o. g. Prüfberichten entnommen.

Terz- Schalleistungspegel $L_{WA,max}$ (Mittel aus 3 Messungen), Referenzpunkt $v_{10} = 7 \text{ m/s}$ in dB												
Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA,max}$	75,5	78,6	82,2	85,2	89,4	89,6	91,3	93,6	94,8	94,8	94,9	94,8
Frequenz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{WA,max}$	94,6	94,3	93,2	92,4	89,4	88,0	86,7	86,1	82,1	77,7	70,2	55,5

Oktav- Schalleistungspegel $L_{WA,max}$ (Mittel aus 3 Messungen), Referenzpunkt $v_{10} = 7 \text{ m/s}$ in dB												
Frequenz		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
$L_{WA,max}$		84,4	93,2	98,2	99,6	98,9	95,1	90,2	78,5			

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


- /1/ Technische Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 18,
Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Stresemannplatz 4, 24103 Kiel
/2/ IEC 61400-14 TS ed. 1, Declaration of Sound Power Level and Tonality Values of Wind Turbines, 2005-03
/3/ Empfehlung des Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“ 2001-11-07

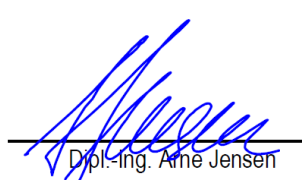
Bemerkungen: keine

Ausgestellt durch: GL Garrad Hassan Deutschland GmbH
Sommerdeich 14 b
25709 Kaiser-Wilhelm-Koog



Datum: 2013-03-18


Dipl.-Ing. Jörg Dedert
Stellv. Messstellenleiter §26 BImSchG


Dipl.-Ing. Arne Jensen

Vordruck Urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Zustimmung der Herausgeber

GL Garrad Hassan Deutschland GmbH

Seite 8 von 8

4.7 Sonstige Emissionen

Während des Betriebs der Windenergieanlage treten keine sonstigen Immissionen auf. Neben den benannten Schallimmissionen können Windenergieanlagen folgende Belästigungen verursachen:

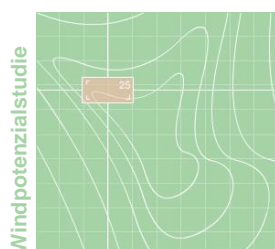
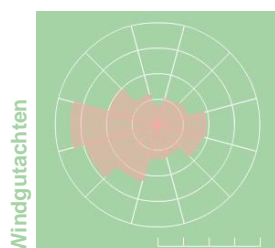
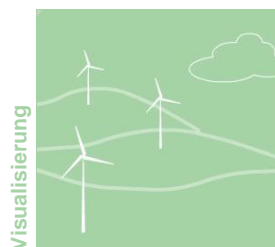
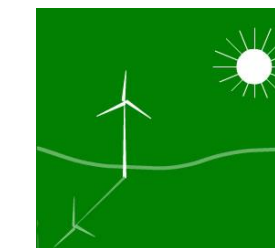
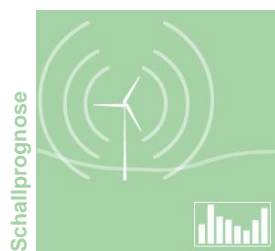
- periodischen Schattenwurf bei einer teilweisen Verdeckung der Sonne durch den Rotor (siehe beiliegende Schattenwurfprognose des Ingenieurbüros Kuntzsch)
- Lichtemissionen durch die luftverkehrsrechtlich erforderliche Befeuerung als Höhenhindernis (Kapitel 16.1.7)

siehe Anhang

- Schattenwurfprognose

Anlagen:

- S-IBK-6490624_Kutzleben-Rohnstedt.pdf
- 20250114_ROHN-0952_Visualisierung.pdf



Schattenwurfprognose

Standort: Kutzleben – ROHN 01.1, ROHN 02.1

Bundesland: Thüringen

Auftraggeber: BOREAS Energie GmbH

Moritzburger Weg 67

01109 Dresden

Tel.: 0351/885070

Berichtsnummer: S-IBK-6490624

Datum: 18.06.2024

Auftragnehmer: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH

Moritzburger Weg 67

01109 Dresden

Tel.: 0351/88507-1

E-Mail: gutachten@ib-kuntzsch.de

Web: www.windgutachten.de



Durch die DAkKS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung.....	3
2	Aufgabenstellung / verwendete Unterlagen und Daten.....	4
3	Einleitung	5
4	Berechnungsmethode	6
4.1	Das mathematische Modell zur Berechnung des Verlaufs der Sonnenbahn.....	6
4.2	Reichweite des Schattenwurfs.....	6
4.3	Zusätzliche Einflussgrößen.....	7
4.4	Unsicherheit der berechneten Werte der Schattenwurfdauer.....	7
5	Berechnungsvoraussetzungen	8
5.1	Lage und Beschreibung des Standortes.....	8
5.2	Technische Daten der Windenergieanlagen.....	10
6	Berechnungsergebnisse	11
6.1	Schattenwurfdauer für die definierten Rezeptoren	11
6.2	Beurteilung der Berechnungsergebnisse.....	12
7	Literaturhinweise.....	14
8	Anhang	15
8.1	Einwirkungsbereich der geplanten Anlagen.....	15
8.2	Kartografische Darstellung der kumulierten jährlichen Schattenwurfdauer (Gesamtbelastung)	16
8.3	Berechnungsberichte der Prognosesoftware.....	17
8.4	Schattenwurfkalender (Gesamtbelastung – grafisch)	22
8.5	Schattenwurfkalender (Gesamtbelastung – tabellarisch)	26

1 Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht wird die Erweiterung des Windparks Kutzleben um zwei Windenergieanlagen bezüglich der Schattenwurfimmissionen betrachtet. Hierzu wurden in der umliegenden Ortschaft Rohnstedt sowie an mehreren Einzelgehöften im Außenbereich, die sich im möglichen Einwirkungsbereich des Schattenwurfs dieser Windenergieanlagen befinden, relevante Immissionsorte definiert. Für diese Immissionsorte wurde unter Berücksichtigung der geltenden Berechnungsvorschriften die zu erwartende Schattenwurfdauer berechnet.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass es an mehreren Immissionsorten zu Überschreitungen der Immissionsrichtwerte kommt. Daher sind die geplanten Anlagen mit der Bezeichnung ROHN 01.1 und ROHN 02.1 in kritischen Zeiträumen außer Betrieb zu nehmen und dazu mit einer entsprechenden Abschaltvorrichtung auszustatten.

Bei der in der vorliegenden Schattenwurfprognose durchgeführten „worst case“-Betrachtung kann wegen des eindeutigen Charakters des Formelwerks zur Berechnung der Sonnenbahn von einer hohen Sicherheit der Prognosewerte ausgegangen werden. Trotz des Vorliegens von wissenschaftlich fundierten Untersuchungen kann eine Belästigungsfreiheit während der prognostizierten Schattenwurfperioden nicht garantiert werden. Nach derzeitigem Kenntnisstand können jedoch erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen durch die Schattenwurfimmissionen bei Einhaltung der Immissionsrichtwerte ausgeschlossen werden.

Die in der Schattenwurfprognose gegebenen Informationen sind nicht als Grundlage der Parametrierung etwa zu installierender Schattenwurfabschaltmodule geeignet. Hierzu ist eine exakte Vermessung der Positionen aller betroffenen Gebäude (z.B. mit DGPS-Empfänger) und der Größe der Immissionsflächen erforderlich.



Bearbeiter: M. Sc. Benjamin Hommel
Projektingenieur



überprüft: Dipl.-Geogr. Andreas Köhl
Abteilungsleiter

2 Aufgabenstellung / verwendete Unterlagen und Daten

Der Auftraggeber beabsichtigt am Standort Kutzleben die Erweiterung eines aus 18 Windenergieanlagen bestehenden Windparks um zwei Anlagen (ROHN 01.1 und ROHN 02.1) – jeweils eine WEA vom Typ Vestas V162-6.0 MW und Vestas V172-7.2 MW.

Durch die Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH wurde zuletzt am 20.05.2020 eine Schattenwurfprognose (Berichtsnummer: S-IBK-9120520) für zwei am o.g. Standort geplante Windenergieanlagen (ROHN 01 und ROHN 02) angefertigt.

Mit Schreiben vom 15.05.2024 wurde die Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH beauftragt, die vorliegende Schattenwurfprognose unter Berücksichtigung geänderter Standortkoordinaten, aktualisierter Anlagenbezeichnungen und eines anderen Typs der geplanten Windenergieanlagen zu erstellen.

Die vorliegende Schattenwurfprognose dient der Prüfung der Immissionssituation aufgrund des durch die geplanten Windenergieanlagen verursachten Schattenwurfs im Rahmen des Genehmigungsverfahrens nach BImSchG durch den Auftraggeber. Die enthaltenen Informationen sind jedoch nicht als Datenquelle für die Parametrierung gegebenenfalls zu installierender Schattenwurfschaltmodule geeignet.

Auftraggeber und Auftragnehmer des vorliegenden Berichts sind bezüglich eines Mitglieds der Geschäftsführung nicht voneinander getrennt. Das im Rahmen der Akkreditierung als Prüflabor gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 bestehende Qualitätsmanagementsystem des Auftragnehmers gewährleistet, dass eine fachliche Einflussnahme des Auftraggebers auf die Ergebnisse der Begutachtung auch in diesem Fall ausgeschlossen werden kann.

Für die Erstellung des vorliegenden Berichts wurden folgende Daten und Unterlagen verwendet:

- Topographische Karten des Thüringer Landesamtes für Bodenmanagement und Geoinformation im Maßstab 1:25.000,
- Angaben zu Standortkoordinaten und -bezeichnung sowie zum Typ und zur Nabenhöhe der vorhandenen und geplanten Windenergieanlagen (Quelle: Koordinatenliste mit Stand: 05.02.2024 / E-Mail des Auftraggebers vom 05.02.2024),
- Angaben zur Rotorblattgeometrie der verschiedenen Anlagentypen (Herstellerangaben; ‚Rotorblatttiefen an Vestas Windenergieanlagen‘, Vestas Downloadcenter Dokument Nr. 0030-2627 V15 vom 16.06.2022),
- Daten der Standortbesichtigungen durch den Auftragnehmer am 28.05.2008, 22.06.2010, 22.04.2020 und 31.05.2024 (Fotos der vorhandenen WEA und Immissionsorte, Feldprotokolle).

3 Einleitung

Je nach Aufstellung der Windenergieanlage und der in der Umgebung vorhandenen Gebäude kann vom Schattenwurf des sich drehenden Rotors der Windenergieanlagen eine unerwünschte Beeinträchtigung ausgehen. Der sich periodisch verändernde Schatten verursacht je nach Drehzahl und Anzahl der Rotorblätter hinter der Windenergieanlage starke Lichtwechsel mit Frequenzen zwischen 0,5...2 Hz (Lichtwechsel/Sekunde). Helligkeitsschwankungen dieser Art wirken auf den Menschen störend, sind bei längerer Dauer unerträglich und können sogar gesundheitsschädigend sein [1]. Daher gehört der von Windenergieanlagen verursachte periodische Schattenwurf zu den Immissionen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG). In der Planungsphase von Windenergieprojekten sind deshalb diese Auswirkungen des Schattenwurfs zu berücksichtigen [3].

Maßgebliche Immissionsorte im Sinne einer Beeinträchtigung durch periodischen Schattenwurf sind schutzwürdige Räume, die als

- Wohnräume, einschließlich Wohndielen,
- Schlafräume, einschließlich Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten und Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien,
- Unterrichtsräume in Schulen, Hochschulen und ähnlichen Einrichtungen,
- Büroräume, Praxisräume, Schulungsräume und ähnliche Arbeitsräume

genutzt werden.

Direkt an Gebäuden beginnende Außenflächen (z.B. Terrassen und Balkone) sind schutzwürdigen Räumen tagsüber zwischen 6:00 und 22:00 Uhr gleichgestellt [3]. Maßgebliche Immissionsorte sind weiterhin unbebaute Flächen in einer Bezugshöhe von 2 m über Grund an dem am stärksten betroffenen Rand der Flächen, auf denen nach Bau- oder Planungsrecht Gebäude mit schutzwürdigen Räumen zulässig sind [4].

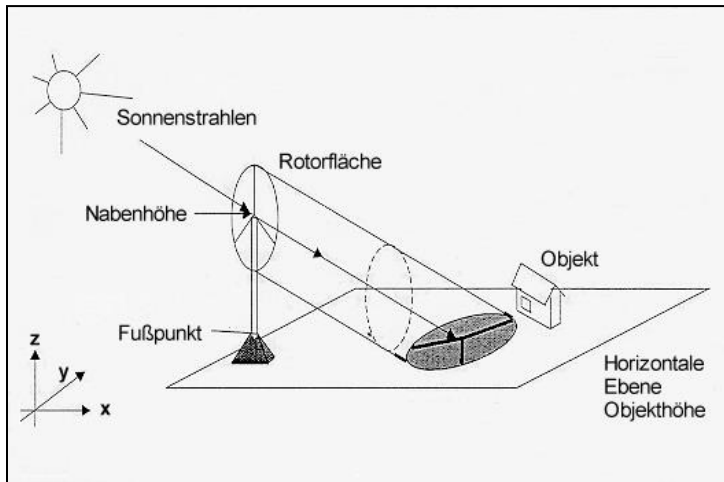
Kritische Bedingungen können insbesondere dann auftreten, wenn diese Immissionsorte bei niedrigem Sonnenstand in geringem Abstand hinter den Windenergieanlagen liegen.

Die verwendete Fachsoftware berechnet für eine oder mehrere Windenergieanlagen in Abhängigkeit von der Nabenhöhe und dem Rotordurchmesser die Schattenwurfdauer im Umfeld und stellt diese grafisch dar. Berechnet werden außerdem die Gesamtdauer (Tage und Stunden) und die Zeitpunkte (Datum und Uhrzeit) des Schattenwurfs an einem oder mehreren Objekten. Im Rahmen einer „worst-case-Betrachtung“ wird davon ausgegangen, dass die Sonne den gesamten Tag über scheint und die Rotorblätter der im Dauerbetrieb befindlichen Windenergieanlage immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung stehen.

4 Berechnungsmethode

4.1 Das mathematische Modell zur Berechnung des Verlaufs der Sonnenbahn

Der *Sonnenstand* bildet die Grundlage für die Ermittlung des Schattenwurfs und ist im Wesentlichen von der Erdrotation, der Neigung der Erdachse sowie der elliptischen Laufbahn der Erde um die Sonne abhängig. Die Berechnungen beruhen auf den folgenden Daten:



- Position der Windenergieanlage,
- Nabenhöhe und Rotordurchmesser,
- Position, Lage und Ausdehnung des Schattenrezeptors (z.B. Fenster),
- Geographische Koordinaten des Standorts sowie die Zeitzone und die Zeitverschiebung durch die Sommerzeit.

Das genaue Formelwerk zur Berechnung von Sonnenposition und Sonnenstand ist u.a. in [8] beschrieben. Die im vorliegenden Bericht ausgewiesenen Schattenwurfzeiten für einzelne Rezeptoren oder Isolinien beruhen auf einer Anwendung dieses Formelwerks in 1-Minuten-Schritten über einen kompletten Jahresverlauf.

Die in der vorliegenden Schattenwurfprognose durchgeführten Berechnungen des Schattenwurfs erfolgen mit Hilfe des WindPRO-Schattenwurf-Programms, kurz SHADOW. Dieses prognostiziert und dokumentiert auf Basis des oben beschriebenen mathematischen Modells den Schattenwurf, der durch den sich drehenden Rotor bei Windenergieanlagen verursacht wird.

4.2 Reichweite des Schattenwurfs

Bei der Schattenwurfprognose muss zusätzlich zwischen dem Kern- und dem Halbschatten unterschieden werden. Der Unterschied kommt dadurch zustande, dass die Sonne keine Punktlichtquelle, sondern eine Kugel mit einer gewissen Ausdehnung ist. Zwischen den sichtbaren Sonnenrändern liegt ein mittlerer Winkel von ca. $0,53^\circ$. Der Kernschatten entspricht dem Bereich, an dem die direkten Sonnenstrahlen durch das Hindernis vollständig verdeckt werden. Im Halbschatten trifft dagegen ein Teil des Sonnenlichts noch auf. Da Windenergieanlagen schmale Flügel besitzen, ist der Kernschatten nur kurz (ca. 220 m bei einer Flügelbreite von 2 m) und deshalb für die vorliegende Berechnung nicht relevant. Die Intensität des noch relevanten Halbschattens nimmt mit zunehmender Entfernung ab, sodass sich die durch den Schattenwurf des Rotors entstehenden Helligkeitsschwankungen reduzieren.

Lichtunterschiede (Schatten) werden ab Helligkeitsunterschieden von $>2,5\%$ wahrgenommen. Diese treten bei klarem Wetter auf, wenn die vom Rotorblatt abgedeckte aktive Sonnenfläche 20 % und mehr beträgt. Zum Beispiel liegt die Wahrnehmbarkeitsgrenze bei einer mittleren Blatattiefe von 2,5 m in einer Entfernung von ca. 1700 m.

Im vorliegenden Bericht wird der zu prüfende Beschattungsbereich auf die Standortumgebung beschränkt, in der die vom Rotorblatt abgedeckte Sonnenfläche mindestens 20 % beträgt. Die mittlere Blatttiefe wird anhand der folgenden Formel bestimmt:

$$\text{mittlere Blatttiefe} = 0,5 \cdot (\text{max. Blatttiefe} + \text{min. Blatttiefe bei } 0,9 \cdot \text{Rotorradius})$$

Der Schattenwurf bei Sonnenständen unter 3° Erhöhung über dem Horizont kann aufgrund von Bewuchs und Bebauung sowie insbesondere wegen der zu durchdringenden Atmosphärenschichten in ebenem Gelände vernachlässigt werden [3].

4.3 Zusätzliche Einflussgrößen

Auch in den berechneten Zeiten muss nicht zwingend ein intermittierender Schattenwurf erfolgen. Das Phänomen ist naturgemäß nicht zu beobachten

- bei bedecktem Himmel,
- wenn die Windrichtung von der Blickachse abweicht und der Rotor weggedreht ist,
- wenn die Windenergieanlage stillsteht, z.B. bei zu geringer Windgeschwindigkeit.

Bei Einbeziehung weiterer Daten ist eine Berücksichtigung dieser Effekte möglich. Die Bedeckung des Himmels kann durch langjährige Messreihen der Sonnenscheindauer berücksichtigt werden, die für diverse Stationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) vorliegen. Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilungen könnten z.B. einem für den Standort vorliegenden und auf Windmessungen in Verbindung mit Strömungssimulationen beruhenden Windgutachten entnommen werden. Gegenüber der beschriebenen „worst case“-Betrachtung würde diese Betrachtung zu einer weiteren Reduzierung der Werte der jährlichen kumulierten Schattenwurfdauer führen.

Eine Berücksichtigung dieser Einflussgrößen ist auftragsgemäß jedoch nicht Gegenstand dieses Berichts.

4.4 Unsicherheit der berechneten Werte der Schattenwurfdauer

Ungenau vermessene Koordinaten von Windenergieanlagen oder Schattenwufrezeptoren können im Vergleich zu exakt vermessenen Koordinaten (z. B. mit einem DGPS) zu einer Verschiebung der Schattenwurfzeiten führen. Die Werte der Schattenwurfdauer können sich ebenfalls – wenn auch in geringerem Maße – verändern. Somit ist eine exakte Vermessung der Koordinaten für eine genaue Beschattungsberechnung unerlässlich.

Weitere physikalische Einflussfaktoren, die bisher nicht in die Berechnungen einfließen, können ebenfalls zu Veränderungen der Schattenwurfzeiten und -dauer führen. Dazu zählen der Einfluss der Sonnenausdehnung und der getrübbten Atmosphäre als Medium der Strahlungsausbreitung sowie die trapezförmig modellierten Rotorblätter [4], [5].

Die vorliegende Schattenwurfprognose ist somit zur Prognose der Schattenwurfdauer und deren immissionsschutzrechtlicher Beurteilung an einzelnen Immissionsorten geeignet, nicht jedoch als Grundlage der genauen Parametrierung etwa zu installierender Schattenwurfabschaltmodule im Falle auftretender Überschreitungen der Immissionsrichtwerte.

5 Berechnungsvoraussetzungen

5.1 Lage und Beschreibung des Standortes

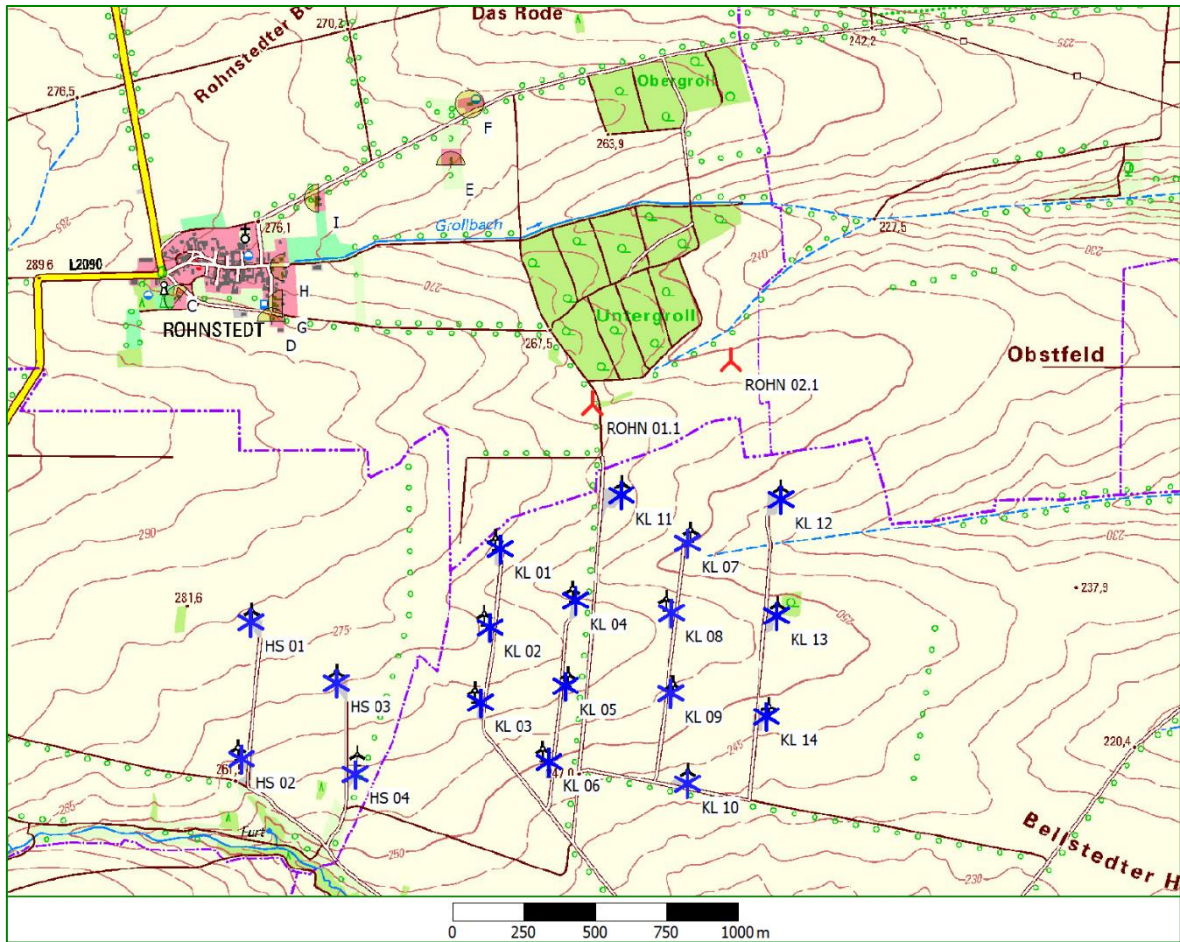
Die Standorte der bestehenden und geplanten Windenergieanlagen befinden sich auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche östlich der Ortschaft Hornsömmern und nördlich der Ortschaft Kutzleben im Unstrut-Hainich-Kreis und im Kyffhäuserkreis in Thüringen. Die geplanten zwei WEA-Standorte erweitern den Windpark nach Norden.

Im möglichen Einwirkungsbereich der Schattenwurfimmissionen der geplanten Windenergieanlagen befinden sich die Ortschaft Rohnstedt sowie mehrere Einzelgehöfte im Außenbereich. Die Auswahl der Immissionsorte erfolgte anhand der Ergebnisse mehrerer Standortbesichtigungen, zuletzt am 31.05.2024. Den Windenergieanlagen zugewandte Fronten der relevanten Gebäude wurden im Modell exemplarisch als Schattenwurfrezeptoren definiert; die Ausdehnung der betrachteten Rezeptoren beträgt jeweils $1 \times 1 \text{ m}^2$ (beispielhaft für ein Fenster) mit Ausrichtung zu den Windenergieanlagen. Sind an einem Gebäude Fenster sowohl im Erd- als auch im Obergeschoss vorhanden, wird das Fenster als Immissionsort definiert, an dem die höhere Schattenwurfimmission auftritt.

Am Immissionsort F besteht die Möglichkeit von Schattenwurfimmissionen durch unterschiedliche Windenergieanlagen an jeweils aneinandergrenzenden Seiten des Hauses. Da nach Feststellung der örtlichen Gegebenheiten davon auszugehen ist, dass die jeweiligen Fensterfronten denselben schutzwürdigen Räumen zuzuordnen sind, wurde an diesem Immissionsort ein Schattenwurfrezeptor im sog. „Gewächshausmodus“ definiert, sodass sich die Schattenwurfimmissionen aus verschiedenen Richtungen kumulieren.

In der Ortschaft Rohnstedt existiert neben den für die Berechnung definierten Immissionsorten noch weitere Wohnhäuser bzw. Gewerbebauten mit potenziellen Schattenwurfimmissionen; für die Beurteilung der Situation können die gewählten Immissionsorte jedoch als repräsentativ angesehen werden, wie die Darstellung des Einwirkungsbereichs der geplanten Anlagen im Anhang 8.1 bzw. die Ergebniskarte der durchgeführten flächenhaften Berechnung der jährlichen Schattenwurfdauer im Anhang 8.2 belegen.

Die Positionen der Windenergieanlagen und der Immissionsorte sind im nachfolgenden Lageplan gekennzeichnet. Die Datengrundlage für die Bezeichnungen und Positionen der Windenergieanlagen ist dem Abschnitt 2 zu entnehmen.



Lageplan mit Positionen der vorhandenen Windenergieanlagen (blaue Symbole), der geplanten WEA (rote Symbole) und der Immissionsorte (C...I)

5.2 Technische Daten der Windenergieanlagen

Die für die Berechnung maßgeblichen Anlagendaten sind in nachfolgender Tabelle dargestellt:

Anlagenstatus		Anlagenbezeichnung	Anlagentyp	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Mittlere Blatattiefe [m]
Vorbelastung	vorhanden	KL 01...10	Vestas V90-2.0 MW	105	90	2,2
		HS 01...04, KL 11...14	Vestas V112-3.0 MW	140	112	2,5
Zusatzbelastung	geplant	ROHN 01.1	Vestas V162-6.0 MW ¹	169	162	3,0
		ROHN 02.1	Vestas V172-7.2 MW	175	172	2,8 ²

Tabelle 1: Angaben zu den WEA – Die Farbgebung der Statusangaben korrespondiert mit der entsprechenden Einfärbung der Symbole im Lageplan (Abschnitt 5.1)

¹ Die hier aufgeführte Bezeichnung verdeutlicht die vorgesehene Nennleistung des geplanten Anlagentyps Vestas V162-6.0 MW.

² Das vom Hersteller bereitgestellte Dokument „Rotorblatttiefen an Vestas Windenergieanlagen“ mit der Dokument Nr. 0030-2627 V15 vom 16.06.2022 gibt für den geplanten WEA-Typ Vestas V172-7.2 MW nur vorläufige Informationen zur Rotorblattgeometrie an.

6 Berechnungsergebnisse

6.1 Schattenwurfdauer für die definierten Rezeptoren

Die Berechnungsergebnisse für die insgesamt sieben Immissionsorte gehen aus den folgenden Tabellen hervor. In diesen sind die Jahressummen und die maximalen täglichen Werte der Schattenwurfdauer nach astronomischer („worst case“) Betrachtungsweise für die Vorbelastung, die Zusatzbelastung und die Gesamtbelastung verzeichnet. Auftretende Überschreitungen der Richtwerte sind in den folgenden Tabellen grau hinterlegt.

Immissionsort	jährliche Schattenwurfdauer [hh:mm] „worst case“	maximale tägliche Schattenwurfdauer [min] „worst case“
C Rohnstedt, Am Borngelände 1	8:14	16
D Rohnstedt, Zum Groll 10	26:50	29
E Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 2	10:11	17
F Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 3	0:00	0
G Rohnstedt, Zum Groll 11	21:02	31
H Rohnstedt, Am Grollbach 28	7:46	19
I Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 1	15:33	19

Tabelle 2: Schattenwurfimmissionen – **Vorbelastung**

Immissionsort	jährliche Schattenwurfdauer [hh:mm] „worst case“	maximale tägliche Schattenwurfdauer [min] „worst case“
C Rohnstedt, Am Borngelände 1	10:04	25
D Rohnstedt, Zum Groll 10	25:48	40
E Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 2	58:44	41
F Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 3	38:21	33
G Rohnstedt, Zum Groll 11	27:20	37
H Rohnstedt, Am Grollbach 28	27:15	32
I Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 1	33:53	33

Tabelle 3: Schattenwurfimmissionen – **Zusatzbelastung**

Immissionsort	jährliche Schattenwurfdauer [hh:mm] „worst case“	maximale tägliche Schattenwurfdauer [min] „worst case“
C Rohnstedt, Am Borngelände 1	18:18 ↗	25 ↗
D Rohnstedt, Zum Groll 10	52:38 ↗	40 ↗
E Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 2	68:55 ↗	58 ↗
F Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 3	38:21 ↗	33 ↗
G Rohnstedt, Zum Groll 11	48:22 ↗	37 ↗
H Rohnstedt, Am Grollbach 28	35:01 ↗	32 ↗
I Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 1	49:26 ↗	33 ↗

Tabelle 4: Schattenwurfimmissionen – **Gesamtbelastung**

Die mit ↗ gekennzeichneten Werte zeigen eine gegenüber der Vorbelastung angestiegene Schattenwurfdauer an.

Nähere Angaben sind den Berechnungsberichten der Prognosesoftware im Anhang 8.2 zu entnehmen.

6.2 Beurteilung der Berechnungsergebnisse

Die Beurteilung der Berechnungsergebnisse erfolgt anhand der *Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windkraftanlagen – Aktualisierung 2019 (WKA-Schattenwurf-Hinweise)* [3]. In diesen Hinweisen wird eine Schattenwurfdauer an einem Immissionsort von jährlich *maximal 30 h* und *täglich maximal 30 min* als zumutbar eingeschätzt. Die darin genannten Richtwerte sind in die Genehmigungsrichtlinien anderer Bundesländer (u.a. Sachsen [6], Brandenburg [7], Bayern [10], Rheinland-Pfalz [11], Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt) übernommen worden. Zu beachten ist, dass sich die Werte auf eine rein astronomisch fundierte Berechnung ohne Berücksichtigung meteorologischer Gesichtspunkte beziehen.

Durch die vorhandenen Anlagen der **Vorbelastung** werden am Immissionsort F keine Schattenwurfimmissionen verursacht. An den Immissionsorten C...E und G...I können Schattenwurfimmissionen auftreten, wobei die genannten Richtwerte für die kumulierte jährliche und die maximale tägliche Schattenwurfdauer an den Immissionsorten C...E, H und I unterschritten werden. Am Immissionsort G wird der Richtwert für die maximale tägliche Schattenwurfdauer überschritten, während der Richtwert für die kumulierte jährliche Schattenwurfdauer unterschritten wird.

Die Immissionswerte der **Gesamtbelastung** steigen gegenüber der Vorbelastung durch die Hinzunahme der Anlagen der Zusatzbelastung an allen Immissionsorten an bzw. es treten nun Schattenwurfimmissionen auf, wobei am Immissionsort C die Immissionsrichtwerte für die kumulierte jährliche und die maximale tägliche Schattenwurfdauer weiterhin unterschritten werden. Am Immissionsort G – an dem durch die Vorbelastung der Richtwert für die maximale tägliche Schattenwurfdauer überschritten wurde – wird nun auch der Richtwert für die kumulierte jährliche Schattenwurfdauer überschritten. Zudem kommt es an den Immissionsorten D...F, H und I nun zu Überschreitungen beider Immissionsrichtwerte.

Eine Übersicht der zeitlichen Verteilung der Schattenwurfimmissionen ist im grafischen Schattenwurfkalender im Anhang 8.4 abgebildet.

In der nachfolgenden Tabelle sind die an den von der Zusatzbelastung betroffenen Immissionsorten auftretenden Schattenwurfimmissionen hinsichtlich des Zeitraums der Beschattung im Jahres- und Tagesverlauf sowie die den Schattenwurf verursachenden WEA zusammengefasst (die geplanten WEA sind kursiv gedruckt).

Immissionsort		Zeitraum der Beschattung	Verursachende WEA
C	Rohnstedt, Am Borngelände 1	Morgenstunden Januar bis März und September bis November	KL 01, KL 11, <i>ROHN 01.1</i>
D	Rohnstedt, Zum Groll 10	Morgenstunden September bis März	KL 01, KL 04, KL 11, <i>ROHN 01.1, ROHN 02.1</i>
E	Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 2	Morgen- und Vormittagsstunden Oktober bis Februar	KL 12, <i>ROHN 01.1, ROHN 02.1</i>
F	Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 3	Morgenstunden November bis Februar	<i>ROHN 02.1</i>
G	Rohnstedt, Zum Groll 11	Morgenstunden September bis März	KL 01, KL 04, KL 11, <i>ROHN 01.1, ROHN 02.1</i>
H	Rohnstedt, Am Grollbach 28	Morgenstunden Januar bis März und September bis November	KL 11, <i>ROHN 01.1, ROHN 02.1</i>
I	Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 1	Morgenstunden Oktober bis März	

Tabelle 5: Auftretende Schattenwurfimmissionen an den Immissionsorten und verursachende WEA

Da es an mehreren Immissionsorten zur Überschreitung des Immissionsrichtwerts bezüglich der kumulierten jährlichen und maximalen täglichen Schattenwurfdauer kommt, sollte die Einhaltung der Immissionsrichtwerte durch technische Maßnahmen gewährleistet werden.

Mehrere marktgängige technische Lösungen können garantieren, dass die den Schattenwurf verursachenden Windenergieanlagen in kritischen Zeiträumen außer Betrieb genommen werden. Sie bestehen aus einer Ergänzung der Anlagensteuerung mit einprogrammierten Anlagen- und Nachbarpositionen, die in Verbindung mit einem Strahlungssensor die Abschaltung der Anlage(n) veranlassen.

Um die Einhaltung der Immissionsrichtwerte an den Immissionsorten D...I sicher gewährleisten zu können, sind **die geplanten Anlagen mit der Bezeichnung ROHN 01.1 und ROHN 02.1 mit einer solchen Abschalteinrichtung auszustatten.**

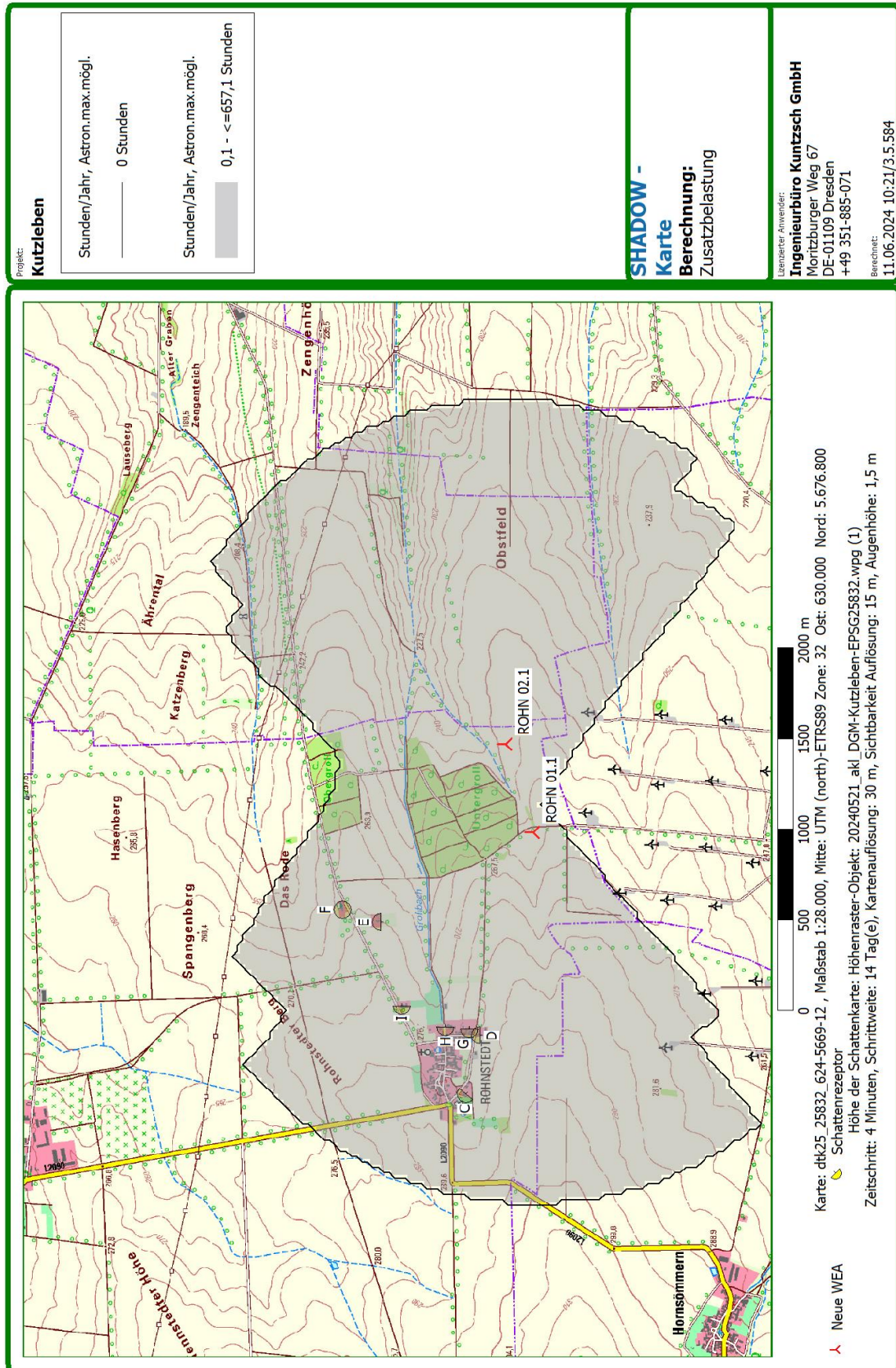
Durch den Anlagenbetreiber ist sicherzustellen, dass bei Einsatz dieser hier beschriebenen technischen Abschalteinrichtungen sowohl die einprogrammierten Positionen der Windenergieanlagen als auch sämtlicher kritischer Immissionsorte mit möglicher Überschreitung von Immissionsrichtwerte mit der Realität übereinstimmen. Die Parametrierung der Abschaltmodule auf eine tatsächliche Beschattungsdauer von *maximal 8 h pro Jahr* (bei Berücksichtigung meteorologischer Parameter, wie z.B. der Intensität des Sonnenlichtes) bzw. auf eine astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer von 30 h pro Jahr (bei Nichtberücksichtigung meteorologischer Parameter) sowie *maximal 30 min pro Tag* ist in den Richtlinien [3] festgehalten. In den Anlagen ROHN 01.1 und ROHN 02.1 sind die zu installierenden Schattenwurfabschaltmodule so zu parametrieren, dass an den kritischen Immissionsorten D...I sowie an benachbart gelegenen Häusern das Ansteigen der Schattenwurfbelastung über die Immissionsrichtwerte hinaus unter Berücksichtigung der Vorbelastung vermieden wird.

7 Literaturhinweise

- [1] Pohl, J., F. Faul und R. Mausfeld (1999): Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen. - Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. – u.a. in: „Materialien zur Umwelt“, Heft 4/1999, Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern.
- [2] Staatliches Umweltamt Schleswig (1998): Ergebnisprotokoll der 2. Besprechung über Windkraftanlagen (WKA) am 04.09.1998 im Staatlichen Umweltamt Schleswig. – Schleswig, 06.10.1998 (unveröffentlicht).
- [3] Länderausschuss für Immissionsschutz (2020): Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windkraftanlagen – Aktualisierung 2019 (WKA-Schattenwurf-Hinweise). – 23.01.2020.
- [4] Freund, H.-D. (2002): Einflüsse der Lufttrübung, der Sonnenausdehnung und der Flügelform auf den Schattenwurf von Windenergieanlagen. – DEWI Magazin, Nr. 20, Februar 2002. 43-51.
- [5] Freund, H.-D. (2006): Genauigkeit der prognostizierten Schattenwurfzeit – Ein Vergleich mit real gemessenen Schattenzeiten. – 7. Workshop über optische Einwirkungen von WEAn, Staatliches Umweltamt Schleswig, 03.11.2006.
- [6] Gemeinsame Handlungsempfehlung des Sächsischen Staatsministeriums des Innern und des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Zulassung von Windenergieanlagen. – Dresden, 07.09.2011.
- [7] Leitlinie des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Leitlinie). – Potsdam, 24.03.2003, zuletzt geändert am 02.12.2019.
- [8] Quaschnig, V. (2006): Regenerative Energiesysteme: Technologie – Berechnung – Simulation. – 4., neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Hanser, München.
- [9] Schlez, W., A. Peel und A. Neubert (2012): Shadow flicker validation and mitigation. – Posterpräsentation bei der DEWEK am 07./08.11.2012. – In: Proceedings DEWEK 2012 – German Wind Energy Conference. – Bremen, 07./08.11.2012.
- [10] Gemeinsame Bekanntmachung der Bayerischen Staatsministerien des Innern, für Bau und Verkehr, für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst, der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat, für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie, für Umwelt und Verbraucherschutz, für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie für Gesundheit und Pflege (2016): Hinweise zur Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen (WEA) (Windenergie-Erlass – BayWEE). – 2129.1-W, 19.07.2016.
- [11] Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung, Ministerium der Finanzen, Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten und Ministerium des Innern, für Sport und Infrastruktur Rheinland-Pfalz (2013): Hinweise für die Beurteilung der Zulässigkeit der Errichtung von Windenergieanlagen in Rheinland-Pfalz (Rundschreiben Windenergie). – 28.05.2013.

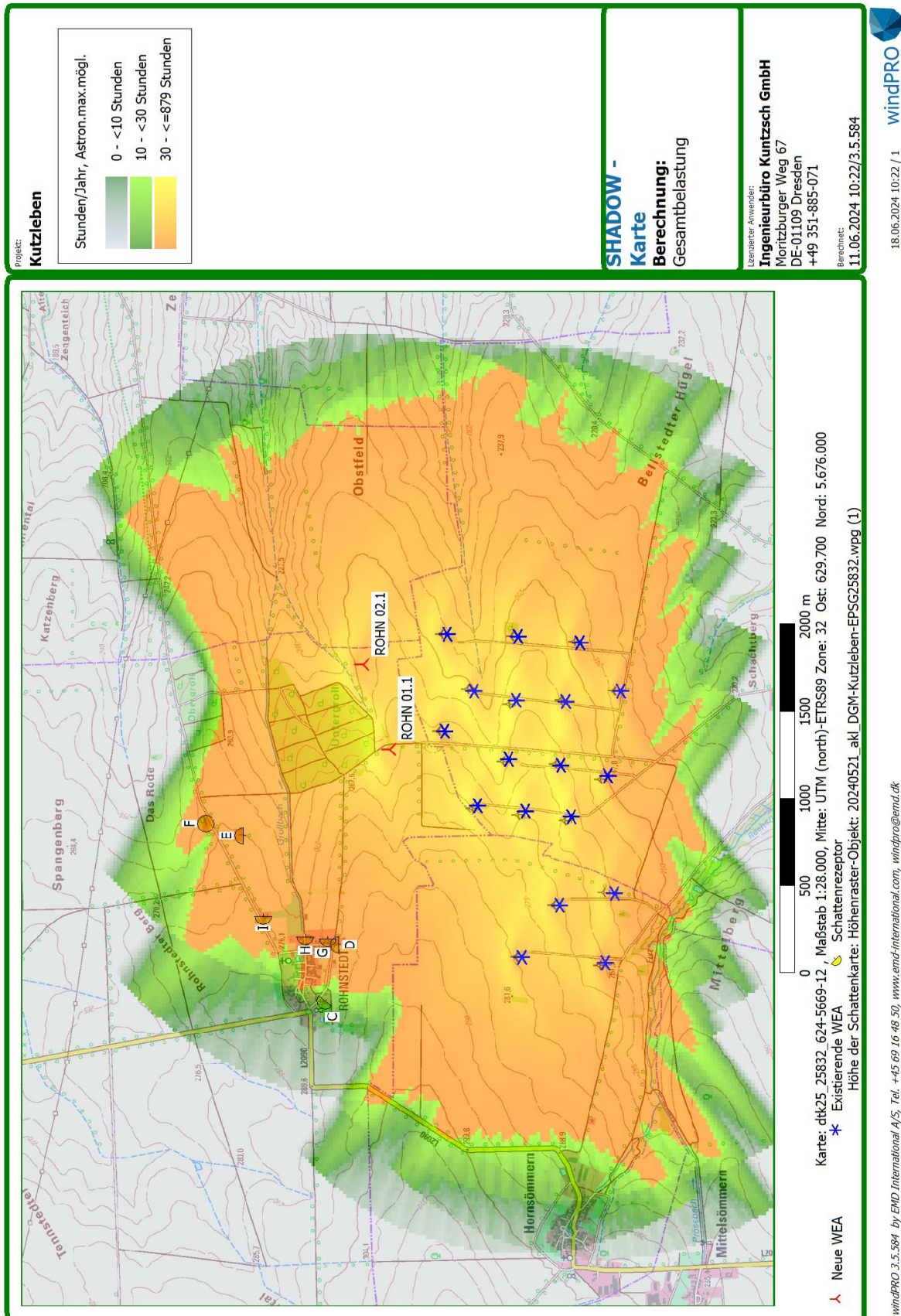
8 Anhang

8.1 Einwirkungsbereich der geplanten Anlagen



windPRO 3.5.584 by EMD International A/S, Tel. +45 69 16 48 50, www.emd-international.com, windpro@emd.dk

8.2 Kartografische Darstellung der kumulierten jährlichen Schattenwurfdauer (Gesamtbelastung)



8.3 Berechnungsberichte der Prognosesoftware

Vorbelastung:

Projekt:
Kutzleben

Lizenziierter Anwender:
Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
Moritzburger Weg 67
DE-01109 Dresden
+49 351-885-071

Berechnet:
11.06.2024 10:21/3.5.584

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung

Annahmen für Schattenwurfberechnung

Beschattungsbereich der WEA
Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung 1 Minuten
Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche
Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

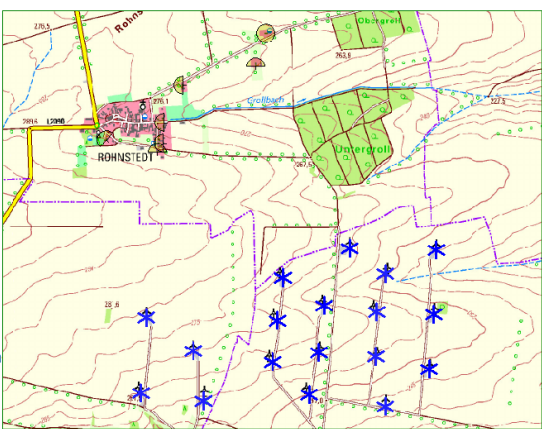
Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der
Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf
den folgenden Annahmen:
Verwendete Höhenlinien: Höhenraster-Objekt: 20240521_aki_DGM-Kutzleben
Hindernisse in Berechnung nicht verwendet
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

WEA

			WEA-Typ				Schattendaten					
	Ost	Nord	Z	Beschreibung	Aktuell	Hersteller	Typ	Nenn- leistung	Rotor- durch- messer	Nabenhöhe	Beschatt.- Bereich	U/min
	[m]							[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
HS 01	628.798	5.675.276	278,8	HS 01	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
HS 02	628.764	5.674.794	264,9	HS 02	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
HS 03	629.098	5.675.061	270,7	HS 03	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
HS 04	629.164	5.674.741	259,2	HS 04	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
KL 01	629.674	5.675.532	268,6	KL 01	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
KL 02	629.640	5.675.257	268,6	KL 02	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
KL 03	629.607	5.674.993	262,5	KL 03	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
KL 04	629.940	5.675.352	260,4	KL 04	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
KL 05	629.904	5.675.052	261,3	KL 05	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
KL 06	629.845	5.674.782	249,6	KL 06	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
KL 07	630.334	5.675.554	250,0	KL 07	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
KL 08	630.278	5.675.309	257,6	KL 08	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
KL 09	630.274	5.675.025	254,7	KL 09	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
KL 10	630.333	5.674.707	242,5	KL 10	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
KL 11	630.102	5.675.721	261,8	KL 11	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
KL 12	630.661	5.675.707	245,5	KL 12	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
KL 13	630.646	5.675.299	252,8	KL 13	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
KL 14	630.611	5.674.943	247,2	KL 14	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	1.708	12,8

Maßstab 1:40.000
* Existierende WEA * Schattenrezeptor



Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
		[m]			[m]	[m]	[m]	[°]	[°]		[m]
C	Rohnstedt, Am Borngelände 1	628.546	5.676.412	280,8	1,0	1,0	4,0	-49,1	90,0	Feste Richtung	5,0
D	Rohnstedt, Zum Groll 10	628.872	5.676.332	280,4	1,0	1,0	1,0	1,7	90,0	Feste Richtung	2,0
E	Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 2	629.502	5.676.880	269,9	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	Feste Richtung	2,0
F	Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 3	629.568	5.677.096	267,5	1,0	1,0	4,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	5,0
G	Rohnstedt, Zum Groll 11	628.910	5.676.394	276,9	1,0	1,0	4,0	-89,1	90,0	Feste Richtung	5,0
H	Rohnstedt, Am Grollbach 28	628.918	5.676.523	273,0	1,0	1,0	4,0	-89,7	90,0	Feste Richtung	5,0
I	Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 1	629.037	5.676.766	274,8	1,0	1,0	4,0	-88,5	90,0	Feste Richtung	5,0

Projekt:

Kutzleben

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH

Moritzburger Weg 67

DE-01109 Dresden

+49 351-885-071

Berechnet:

11.06.2024 10:21/3.5.584

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
C	Rohnstedt, Am Borngelände 1	8:14	51	0:16
D	Rohnstedt, Zum Groll 10	26:50	81	0:29
E	Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 2	10:11	42	0:17
F	Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 3	0:00	0	0:00
G	Rohnstedt, Zum Groll 11	21:02	64	0:31
H	Rohnstedt, Am Grollbach 28	7:46	32	0:19
I	Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 1	15:33	56	0:19

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal
		[h/a]
HS 01	HS 01	0:00
HS 02	HS 02	0:00
HS 03	HS 03	0:00
HS 04	HS 04	0:00
KL 01	KL 01	26:50
KL 02	KL 02	0:00
KL 03	KL 03	0:00
KL 04	KL 04	12:10
KL 05	KL 05	0:00
KL 06	KL 06	0:00
KL 07	KL 07	0:00
KL 08	KL 08	0:00
KL 09	KL 09	0:00
KL 10	KL 10	0:00
KL 11	KL 11	37:47
KL 12	KL 12	10:11
KL 13	KL 13	0:00
KL 14	KL 14	0:00

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

Zusatzbelastung:

Projekt:
Kutzleben

Lizenzierter Anwender:
Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
Moritzburger Weg 67
DE-01109 Dresden
+49 351-885-071

Berechnet:
11.06.2024 10:21/3.5.584

SHADOW - Hauptergebnis

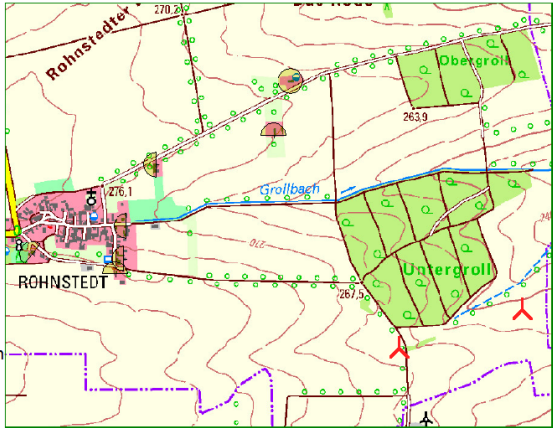
Berechnung: Zusatzbelastung

Annahmen für Schattenwurfberechnung

Beschattungsbereich der WEA
Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung 1 Minuten
Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche
Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der
Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf
den folgenden Annahmen:
Verwendete Höhenlinien: Höhenraster-Objekt: 20240521_aki_DGM-Kutzleben
Hindernisse in Berechnung nicht verwendet
Rasterauflösung: 1,0 m



Maßstab 1:25.000

▲ Neue WEA ● Schattenrezeptor

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ	Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]						[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
ROHN 01.1	629.998	5.676.040	262,0	ROHN 01.1	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.2 MW-6.200	6.200	162,0	169,0	2.041	12,1	
ROHN 02.1	630.487	5.676.193	252,1	ROHN 02.1	Ja	VESTAS	V172-7.2 MW-7.200	7.200	172,0	175,0	1.903	9,5	

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Azimuthwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]	[°]		[m]
C	Rohnstedt, Am Borngelände 1	628.546	5.676.412	280,8	1,0	1,0	4,0	-49,1	90,0	Feste Richtung	5,0
D	Rohnstedt, Zum Groll 10	628.872	5.676.332	280,4	1,0	1,0	1,0	1,7	90,0	Feste Richtung	2,0
E	Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 2	629.502	5.676.880	269,9	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	Feste Richtung	2,0
F	Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 3	629.568	5.677.096	267,5	1,0	1,0	4,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	5,0
G	Rohnstedt, Zum Groll 11	628.910	5.676.394	276,9	1,0	1,0	4,0	-89,1	90,0	Feste Richtung	5,0
H	Rohnstedt, Am Grollbach 28	628.918	5.676.523	273,0	1,0	1,0	4,0	-89,7	90,0	Feste Richtung	5,0
I	Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 1	629.037	5.676.766	274,8	1,0	1,0	4,0	-88,5	90,0	Feste Richtung	5,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
C	Rohnstedt, Am Borngelände 1	10:04	33	0:25
D	Rohnstedt, Zum Groll 10	25:48	58	0:40
E	Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 2	58:44	116	0:41
F	Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 3	38:21	84	0:33
G	Rohnstedt, Zum Groll 11	27:20	61	0:37
H	Rohnstedt, Am Grollbach 28	27:15	67	0:32
I	Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 1	33:53	90	0:33

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal
		[h/a]
ROHN 01.1	ROHN 01.1	100:47
ROHN 02.1	ROHN 02.1	94:25

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

Gesamtbelastung:

Projekt: Kutzleben	Lizenzierter Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071
	Berechnet: 11.06.2024 10:22/3.5.584

SHADOW - Hauptergebnis

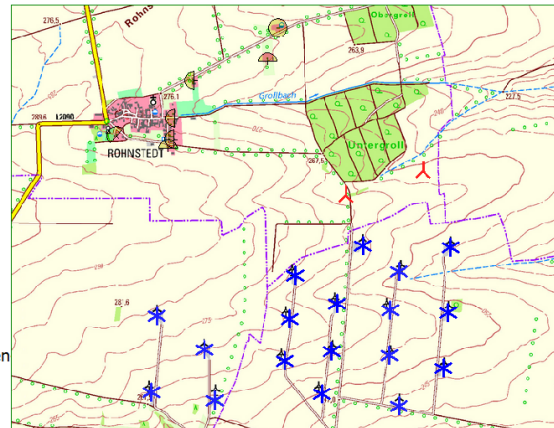
Berechnung: Gesamtbelastung

Annahmen für Schattenwurfberechnung

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: Höhenraster-Objekt: 20240521_aki_DGM-Kutzleben
Hindernisse in Berechnung nicht verwendet
Rasterauflösung: 1,0 m



Alle Koordinatangaben in:
UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ	Ak- tu- ell	Hersteller	Typ	Nenn- leistung	Rotor- durch- messer	Naben- höhe	Schattendaten	
			[m]						[kW]	[m]	[m]	Beschatt.- Bereich	U/min
												[m]	[U/min]
HS 01	628.798	5.675.276	278,8	HS 01	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000		3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
HS 02	628.764	5.674.794	264,9	HS 02	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000		3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
HS 03	629.098	5.675.061	270,7	HS 03	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000		3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
HS 04	629.164	5.674.741	259,2	HS 04	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000		3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
KL 01	629.674	5.675.532	268,6	KL 01	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000		2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
KL 02	629.640	5.675.257	268,6	KL 02	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000		2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
KL 03	629.607	5.674.993	262,5	KL 03	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000		2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
KL 04	629.940	5.675.352	260,4	KL 04	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000		2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
KL 05	629.904	5.675.052	261,3	KL 05	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000		2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
KL 06	629.845	5.674.782	249,6	KL 06	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000		2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
KL 07	630.334	5.675.554	250,0	KL 07	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000		2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
KL 08	630.278	5.675.309	257,6	KL 08	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000		2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
KL 09	630.274	5.675.025	254,7	KL 09	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000		2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
KL 10	630.333	5.674.707	242,5	KL 10	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000		2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
KL 11	630.102	5.675.721	261,8	KL 11	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000		3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
KL 12	630.661	5.675.707	245,5	KL 12	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000		3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
KL 13	630.646	5.675.299	252,8	KL 13	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000		3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
KL 14	630.611	5.674.943	247,2	KL 14	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000		3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
ROHN 01.1	629.998	5.676.040	262,0	ROHN 01.1	Ja	VESTAS	V162-5.6/6.2 MW-6.200		6.200	162,0	169,0	2.041	12,1
ROHN 02.1	630.487	5.676.193	252,1	ROHN 02.1	Ja	VESTAS	V172-7.2 MW-7.200		7.200	172,0	175,0	1.903	9,5

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Azimuthwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]		[m]
C	Rohnstedt, Am Borngelände 1	628.546	5.676.412	280,8	1,0	1,0	4,0	-49,1	90,0	Feste Richtung	5,0
D	Rohnstedt, Zum Groll 10	628.872	5.676.332	280,4	1,0	1,0	1,0	1,7	90,0	Feste Richtung	2,0
E	Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 2	629.502	5.676.880	269,9	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	Feste Richtung	2,0
F	Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 3	629.568	5.677.096	267,5	1,0	1,0	4,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	5,0
G	Rohnstedt, Zum Groll 11	628.910	5.676.394	276,9	1,0	1,0	4,0	-89,1	90,0	Feste Richtung	5,0
H	Rohnstedt, Am Grollbach 28	628.918	5.676.523	273,0	1,0	1,0	4,0	-89,7	90,0	Feste Richtung	5,0
I	Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 1	629.037	5.676.766	274,8	1,0	1,0	4,0	-88,5	90,0	Feste Richtung	5,0

Projekt: Kutzleben	Lizenzierter Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071
	Berechnet: 11.06.2024 10:22/3.5.584

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

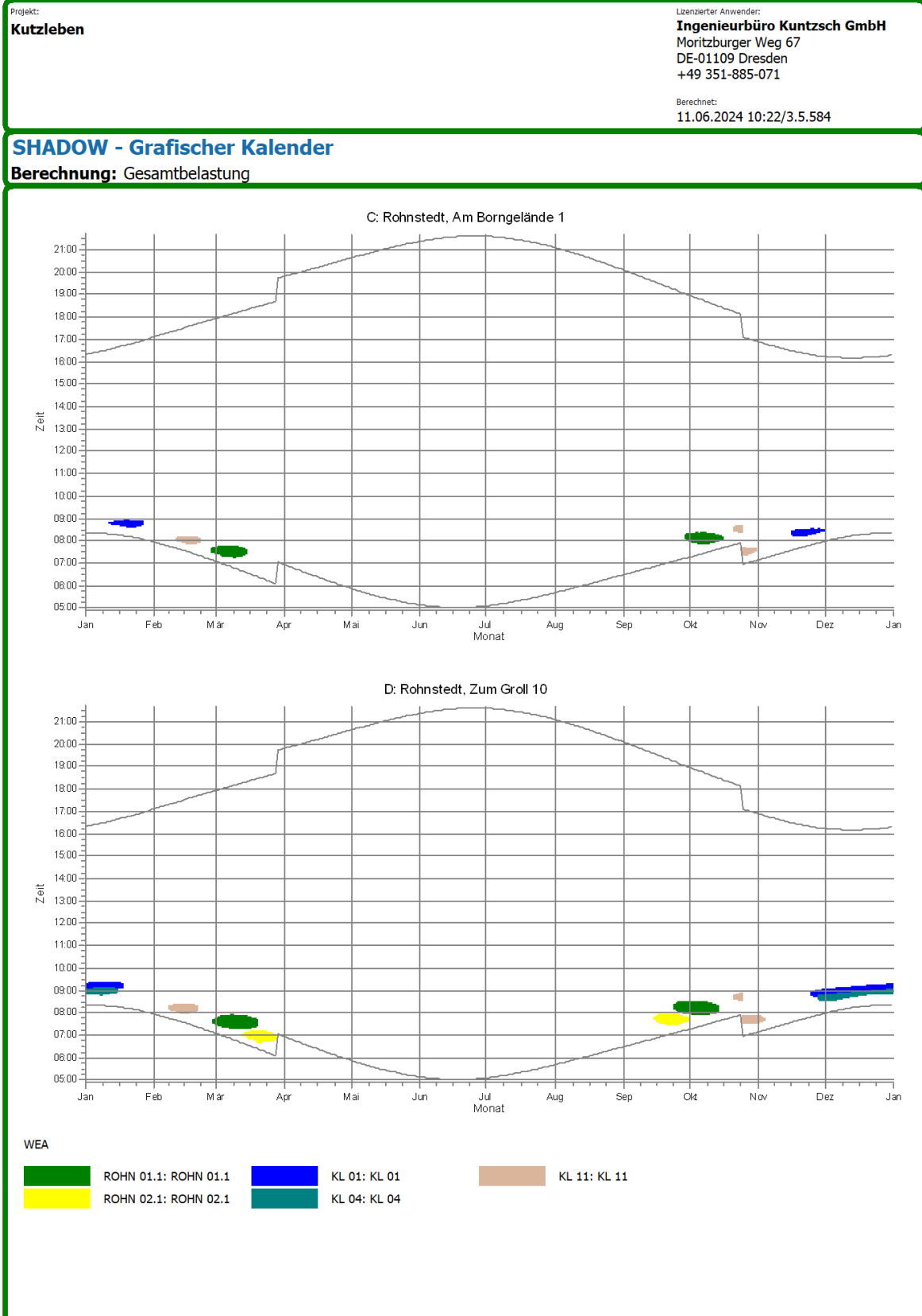
Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
C	Rohnstedt, Am Borngelände 1	18:18	84	0:25
D	Rohnstedt, Zum Groll 10	52:38	139	0:40
E	Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 2	68:55	116	0:58
F	Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 3	38:21	84	0:33
G	Rohnstedt, Zum Groll 11	48:22	125	0:37
H	Rohnstedt, Am Grollbach 28	35:01	99	0:32
I	Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 1	49:26	144	0:33

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal
		[h/a]
HS 01	HS 01	0:00
HS 02	HS 02	0:00
HS 03	HS 03	0:00
HS 04	HS 04	0:00
KL 01	KL 01	26:50
KL 02	KL 02	0:00
KL 03	KL 03	0:00
KL 04	KL 04	12:10
KL 05	KL 05	0:00
KL 06	KL 06	0:00
KL 07	KL 07	0:00
KL 08	KL 08	0:00
KL 09	KL 09	0:00
KL 10	KL 10	0:00
KL 11	KL 11	37:47
KL 12	KL 12	10:11
KL 13	KL 13	0:00
KL 14	KL 14	0:00
ROHN 01.1	ROHN 01.1	100:47
ROHN 02.1	ROHN 02.1	94:25

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

8.4 Schattenwurfkalender (Gesamtbelastung – grafisch)



Projekt:

Kutzleben

Lizenzierter Anwender:

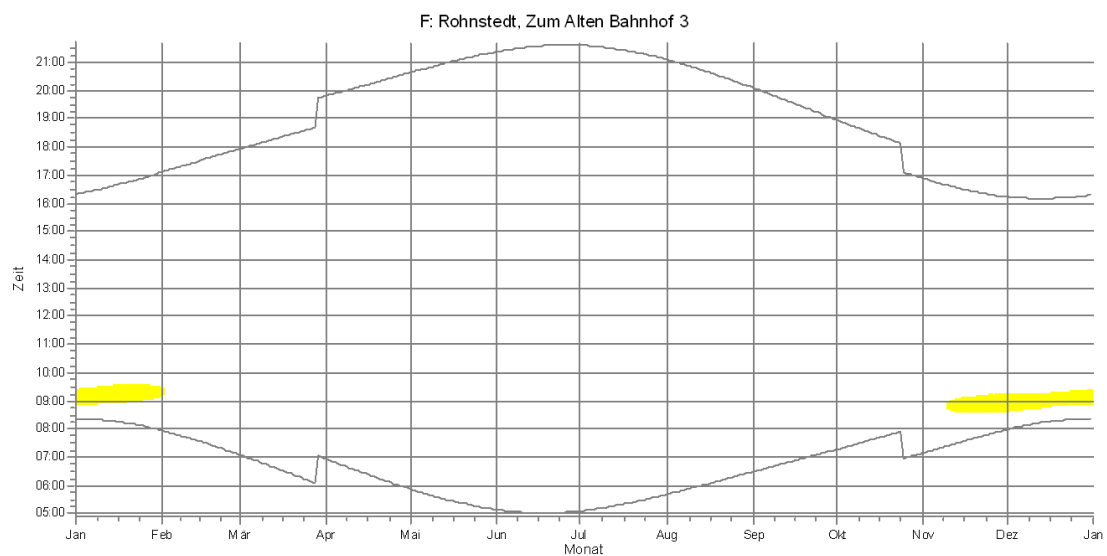
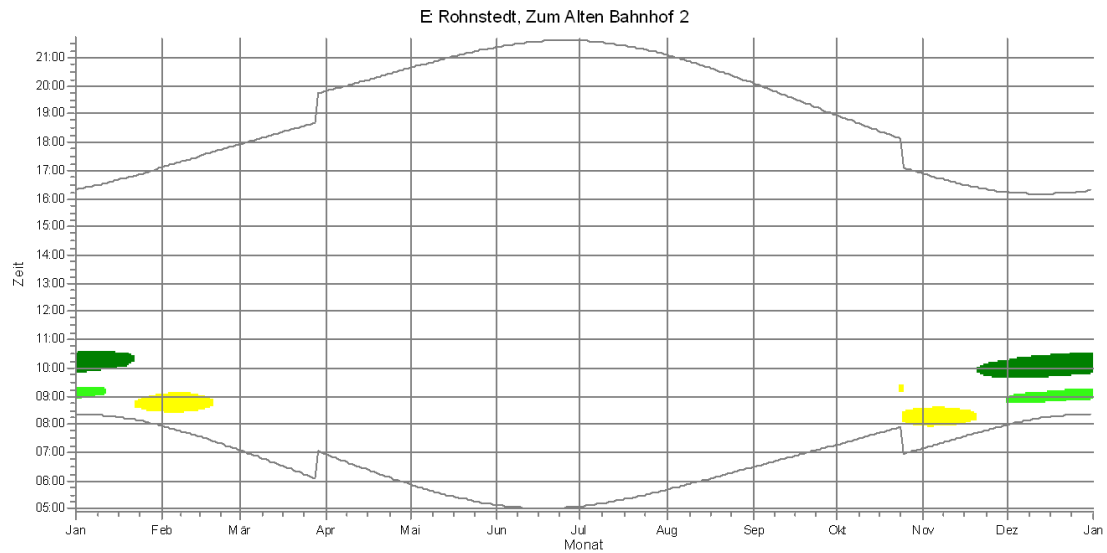
Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
Moritzburger Weg 67
DE-01109 Dresden
+49 351-885-071

Berechnet:

11.06.2024 10:22/3.5.584

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



WEA

ROHN 01.1: ROHN 01.1 ROHN 02.1: ROHN 02.1 KL 12: KL 12

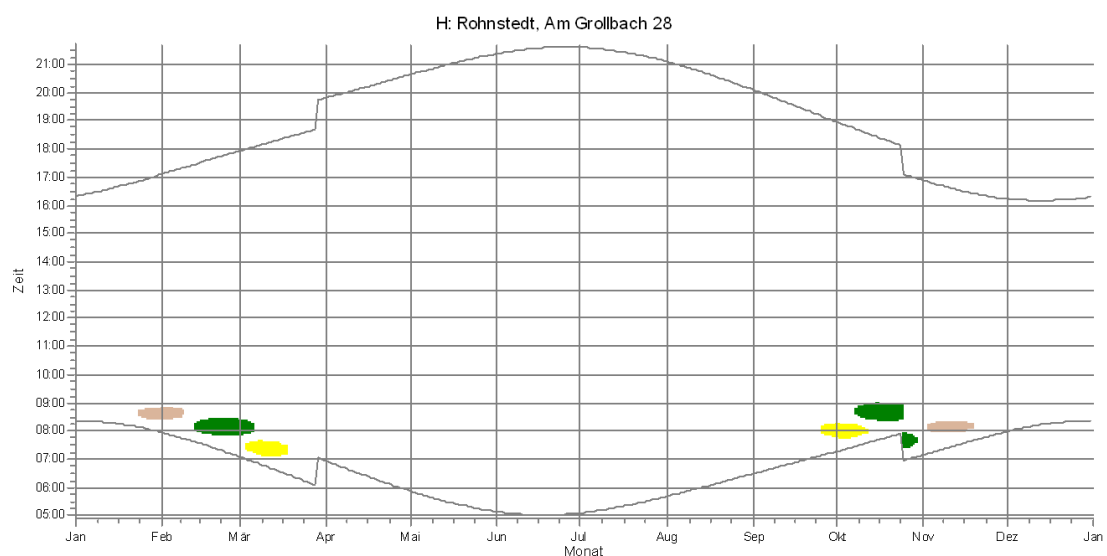
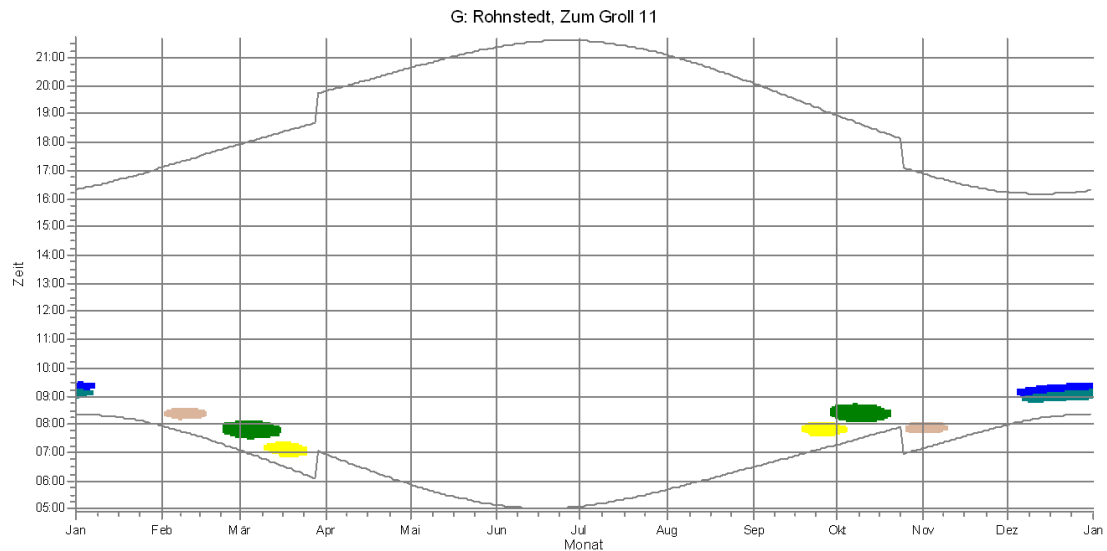
Projekt:
Kutzleben

Lizenzierter Anwender:
Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
Moritzburger Weg 67
DE-01109 Dresden
+49 351-885-071






Berechnet:
11.06.2024 10:22/3.5.584

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



WEA

 ROHN 01.1: ROHN 01.1	 KL 01: KL 01	 KL 11: KL 11
 ROHN 02.1: ROHN 02.1	 KL 04: KL 04	

Projekt:

Kutzleben

Lizenzierter Anwender:

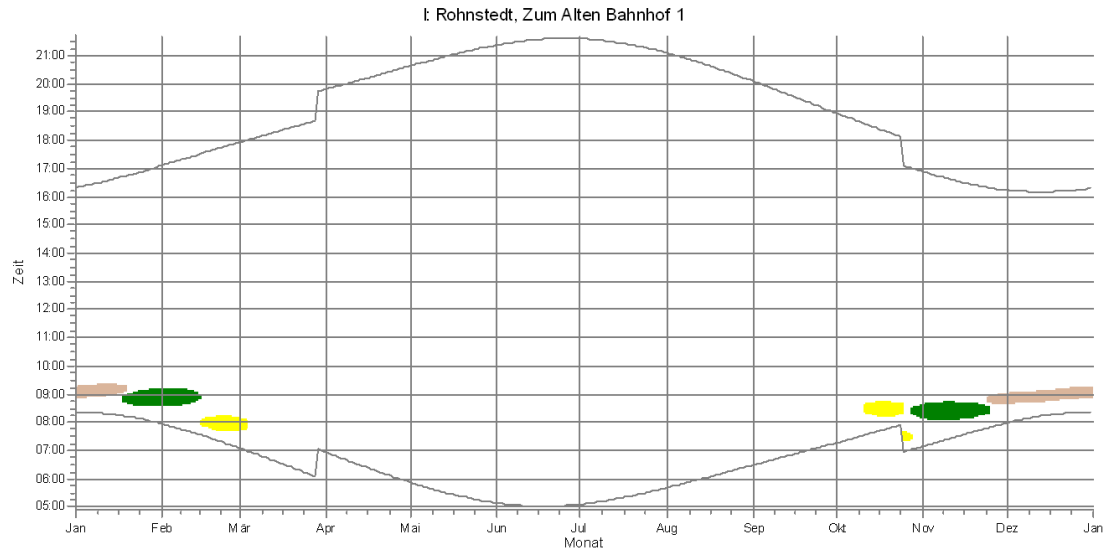
Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
Moritzburger Weg 67
DE-01109 Dresden
+49 351-885-071

Berechnet:

11.06.2024 10:22/3.5.584

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



WEA

ROHN 01.1: ROHN 01.1 ROHN 02.1: ROHN 02.1 KL 11: KL 11

8.5 Schattenwurfkalender (Gesamtbelastung – tabellarisch)

Projekt:
Kutzleben

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH

Moritzburger Weg 67

DE-01109 Dresden

+49 351-885-071

Berechnet:

11.06.2024 10:22/3.5.584

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung

Schattenrezeptor: C - Rohnstedt, Am Borngelände 1

Annahmen für Schattenwurfberechnung

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	08:22 16:19	07:56 17:06	07:04 17:56	07:27 (ROHN 01.1) 19:49	05:52 20:38	05:08 21:23
2	08:22 16:21	07:54 17:08	07:02 17:58	07:25 (ROHN 01.1) 19:50	05:50 20:40	05:07 21:24
3	08:21 16:22	07:53 17:10	07:00 18:00	07:23 (ROHN 01.1) 19:52	05:48 20:41	05:06 21:25
4	08:21 16:23	07:51 17:11	06:58 18:02	07:20 (ROHN 01.1) 19:54	05:46 20:43	05:06 21:26
5	08:21 16:24	07:50 17:13	06:55 18:03	07:19 (ROHN 01.1) 19:55	05:44 20:45	05:05 21:27
6	08:21 16:25	07:48 17:15	06:53 18:05	07:19 (ROHN 01.1) 19:57	05:43 20:46	05:04 21:28
7	08:20 16:26	07:46 17:17	06:51 18:07	07:19 (ROHN 01.1) 19:59	05:41 20:48	05:04 21:28
8	08:20 16:28	07:45 17:19	06:49 18:08	07:19 (ROHN 01.1) 20:00	05:39 20:49	05:03 21:29
9	08:20 16:29	07:43 17:21	06:47 18:10	07:18 (ROHN 01.1) 20:02	05:37 20:51	05:03 21:30
10	08:19 16:30	07:41 17:22	06:44 18:12	07:19 (ROHN 01.1) 20:04	05:36 20:52	05:02 21:31
11	08:18 16:32	07:40 17:24	06:42 08:05 (KL 11)	07:20 (ROHN 01.1) 20:05	05:34 20:54	05:02 21:32
12	08:18 16:33	07:38 17:26	06:40 08:02 (KL 11)	07:21 (ROHN 01.1) 20:07	05:32 20:56	05:02 21:32
13	08:17 16:35	07:36 17:28	06:38 08:00 (KL 11)	07:22 (ROHN 01.1) 20:09	05:31 20:57	05:01 21:33
14	08:16 16:36	07:34 17:30	06:36 08:00 (KL 11)	07:25 (ROHN 01.1) 20:10	05:29 20:59	05:01 21:34
15	08:16 16:38	07:32 17:31	06:33 08:00 (KL 11)	06:24 20:12	05:28 21:00	05:01 21:34
16	08:15 16:39	07:30 17:33	06:31 08:00 (KL 11)	06:22 20:14	05:26 21:02	05:01 21:35
17	08:14 16:41	07:28 17:35	06:29 08:00 (KL 11)	06:20 20:15	05:25 21:03	05:01 21:35
18	08:13 16:42	07:26 17:37	06:27 08:00 (KL 11)	06:18 20:17	05:24 21:05	05:01 21:36
19	08:12 16:44	07:24 17:39	06:24 08:07 (KL 11)	06:16 20:18	05:22 21:06	05:01 21:36
20	08:11 16:45	07:23 17:40	06:22 08:06 (KL 11)	06:14 20:20	05:21 21:07	05:01 21:36
21	08:10 16:47	07:21 17:42	06:20 08:03 (KL 11)	06:11 20:22	05:19 21:09	05:01 21:36
22	08:09 16:49	07:19 17:44	06:18 18:32	06:09 20:23	05:18 21:10	05:01 21:37
23	08:08 16:50	07:16 17:46	06:15 18:34	06:07 20:25	05:17 21:11	05:01 21:37
24	08:07 16:52	07:14 17:47	06:13 18:35	06:05 20:27	05:16 21:13	05:02 21:37
25	08:06 16:54	07:12 17:49	06:11 18:37	06:03 20:28	05:15 21:14	05:02 21:37
26	08:04 16:56	07:10 17:51	06:08 18:39	06:01 20:30	05:14 21:15	05:02 21:37
27	08:03 16:57	07:08 17:53	06:06 07:36 (ROHN 01.1)	05:59 20:32	05:12 21:17	05:03 21:37
28	08:02 16:59	07:06 17:55	06:04 07:29 (ROHN 01.1)	05:57 20:33	05:11 21:18	05:03 21:37
29	08:00 17:01		06:02 19:44	05:55 20:35	05:10 21:19	05:04 21:37
30	07:59 17:03		06:59 19:45	05:54 20:37	05:10 21:20	05:04 21:36
31	07:57 17:04		06:57 19:47		05:09 21:21	
Sonneneinstrahlung	262	279	367	415	482	495
astr.max.mögl.Beschattung	140	121	285			

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) Schattenende	(WEA mit letztem Schatten)

Projekt:

Kutzleben

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH

Moritzburger Weg 67

DE-01109 Dresden

+49 351-885-071

Berechnet:

11.06.2024 10:22/3.5.584

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** C - Rohnstedt, Am Borngelände 1

Annahmen für Schattenwurfberechnung

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	05:05 21:36	05:40 21:06	06:29 20:05	07:16 18:57	08:01 (ROHN 01.1) 16:53	07:58 16:13
2	05:06 21:36	05:42 21:04	06:30 20:03	07:18 18:55	08:18 (ROHN 01.1) 16:51	07:59 16:13
3	05:06 21:36	05:43 21:02	06:32 20:01	07:19 18:53	08:19 (ROHN 01.1) 16:49	08:01 16:12
4	05:07 21:35	05:45 21:01	06:33 19:58	07:21 18:50	08:20 (ROHN 01.1) 16:47	08:02 16:12
5	05:08 21:35	05:46 20:59	06:35 19:56	07:23 18:48	08:20 (ROHN 01.1) 16:45	08:03 16:11
6	05:09 21:34	05:48 20:57	06:37 19:54	07:24 18:46	08:19 (ROHN 01.1) 16:44	08:05 16:11
7	05:10 21:34	05:49 20:55	06:38 19:52	07:26 18:44	08:20 (ROHN 01.1) 16:42	08:06 16:10
8	05:11 21:33	05:51 20:54	06:40 19:49	07:28 18:41	08:20 (ROHN 01.1) 16:41	08:07 16:10
9	05:11 21:32	05:53 20:52	06:41 19:47	07:29 18:39	08:19 (ROHN 01.1) 16:39	08:08 16:10
10	05:12 21:32	05:54 20:50	06:43 19:45	07:31 18:37	08:18 (ROHN 01.1) 16:37	08:09 16:10
11	05:13 21:31	05:56 20:48	06:44 19:43	07:32 18:35	08:18 (ROHN 01.1) 16:36	08:10 16:10
12	05:14 21:30	05:57 20:46	06:46 19:40	07:34 18:33	08:17 (ROHN 01.1) 16:34	08:11 16:09
13	05:16 21:29	05:59 20:44	06:48 19:38	07:36 18:31	08:15 (ROHN 01.1) 16:33	08:12 16:09
14	05:17 21:28	06:00 20:43	06:49 19:36	07:37 18:28	08:01 (ROHN 01.1) 16:31	08:13 16:09
15	05:18 21:28	06:02 20:41	06:51 19:34	07:39 18:26	08:12 (ROHN 01.1) 16:30	08:14 16:09
16	05:19 21:27	06:03 20:39	06:52 19:31	07:41 18:24	08:06 (ROHN 01.1) 16:29	08:15 16:10
17	05:20 21:26	06:05 20:37	06:54 19:29	07:43 18:22	08:17 (KL 01) 16:28	08:16 16:10
18	05:21 21:24	06:07 20:35	06:55 19:27	07:44 18:20	08:15 (KL 01) 16:26	08:17 16:10
19	05:23 21:23	06:08 20:33	06:57 19:24	07:46 18:18	08:26 (KL 01) 16:25	08:17 16:10
20	05:24 21:22	06:10 20:31	06:59 19:22	07:48 18:16	08:23 (KL 01) 16:24	08:18 16:11
21	05:25 21:21	06:11 20:29	07:00 19:20	07:49 18:14	08:27 (KL 11) 16:23	08:19 16:11
22	05:26 21:20	06:13 20:26	07:02 19:18	07:51 18:12	08:34 (KL 11) 16:21	08:19 16:12
23	05:28 21:19	06:14 20:24	07:03 19:15	07:53 18:10	08:26 (KL 11) 16:20	08:20 16:12
24	05:29 21:17	06:16 20:22	07:05 19:13	07:54 18:08	08:38 (KL 11) 16:19	08:21 16:13
25	05:30 21:16	06:18 20:20	07:07 19:11	07:56 18:06	08:24 (KL 11) 16:18	08:22 16:13
26	05:32 21:15	06:19 20:18	07:08 19:08	07:58 18:04	08:36 (KL 11) 16:17	08:23 16:14
27	05:33 21:13	06:21 20:16	07:10 19:06	07:00 17:02	08:29 (KL 11) 16:17	08:24 16:15
28	05:35 21:12	06:22 20:14	07:11 19:04	07:01 17:00	08:29 (KL 11) 16:16	08:25 16:16
29	05:36 21:10	06:24 20:12	07:13 19:02	07:03 16:58	08:30 (KL 11) 16:15	08:26 16:16
30	05:38 21:09	06:25 20:09	07:15 18:59	07:05 16:56	08:32 (KL 11) 16:14	08:28 16:17
31	05:39 21:07	06:27 20:07	07:17 18:57	07:07 16:54	08:36 (KL 11) 16:14	08:29 16:18
Sonneneinstrahlung	498	452	380	333	269	247
astr.max.mögl.Beschattung			19	393	140	

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:

Kutzleben

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH

Moritzburger Weg 67

DE-01109 Dresden

+49 351-885-071

Berechnet:

11.06.2024 10:22/3.5.584

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** D - Rohnstedt, Zum Groll 10

Annahmen für Schattenwurfberechnung

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	08:22 16:19	08:52 (KL 04) 17:06	07:04 17:56	06:55 19:49	05:52 20:38	05:08 21:23
2	08:22 16:20	08:52 (KL 04) 17:08	07:02 17:58	06:53 19:50	05:50 20:40	05:07 21:24
3	08:21 16:22	08:52 (KL 04) 17:10	07:00 18:00	06:50 19:52	05:48 20:41	05:06 21:25
4	08:21 16:23	08:51 (KL 04) 17:11	06:58 18:02	06:48 19:54	05:46 20:43	05:06 21:26
5	08:21 16:24	08:51 (KL 04) 17:13	06:55 18:03	06:46 19:55	05:44 20:45	05:05 21:27
6	08:21 16:25	08:50 (KL 04) 17:15	06:53 18:05	06:44 19:57	05:43 20:46	05:04 21:28
7	08:20 16:26	08:50 (KL 04) 17:17	06:51 18:07	06:42 19:59	05:41 20:48	05:04 21:28
8	08:20 16:28	08:49 (KL 04) 17:19	06:49 18:08	06:39 20:00	05:39 20:49	05:03 21:29
9	08:20 16:29	08:51 (KL 04) 17:21	06:47 18:10	06:37 20:02	05:37 20:51	05:03 21:30
10	08:19 16:30	08:51 (KL 04) 17:22	06:44 18:12	06:35 20:04	05:36 20:52	05:02 21:31
11	08:18 16:32	08:52 (KL 04) 17:24	06:42 18:14	06:33 20:05	05:34 20:54	05:02 21:32
12	08:18 16:33	08:54 (KL 04) 17:26	06:40 18:15	06:31 20:07	05:32 20:56	05:02 21:32
13	08:17 16:35	08:55 (KL 04) 17:28	06:38 18:17	06:28 20:09	05:31 20:57	05:01 21:33
14	08:16 16:36	08:56 (KL 04) 17:30	06:36 18:19	06:26 20:10	05:29 20:59	05:01 21:34
15	08:16 16:37	08:59 (KL 04) 17:31	06:33 18:20	06:24 20:12	05:28 21:00	05:01 21:34
16	08:15 16:39	09:07 (KL 01) 17:33	06:31 18:22	06:22 20:14	05:26 21:02	05:01 21:35
17	08:14 16:41	09:17 (KL 01) 17:35	06:29 18:24	06:20 20:15	05:25 21:03	05:01 21:35
18	08:13 16:42	09:16 (KL 01) 17:37	06:27 18:25	06:18 20:17	05:23 21:04	05:01 21:35
19	08:12 16:44	09:19 (KL 01) 17:39	06:24 18:27	06:16 20:18	05:22 21:06	05:01 21:36
20	08:11 16:45	09:22 (KL 01) 17:40	06:22 18:29	06:13 20:20	05:21 21:07	05:01 21:36
21	08:10 16:47	09:21 (KL 01) 17:42	06:20 18:30	06:11 20:22	05:19 21:09	05:01 21:36
22	08:09 16:49	09:18 (KL 01) 17:44	06:18 18:32	06:09 20:23	05:18 21:10	05:01 21:37
23	08:08 16:50	09:16 (KL 01) 17:46	06:15 18:34	06:07 20:25	05:17 21:11	05:01 21:37
24	08:07 16:52	09:14 (KL 01) 17:47	06:13 18:35	06:05 20:27	05:16 21:13	05:02 21:37
25	08:06 16:54	09:12 (KL 01) 17:49	06:11 18:37	06:03 20:28	05:15 21:14	05:02 21:37
26	08:04 16:56	09:10 (KL 01) 17:51	06:08 18:39	06:01 20:30	05:14 21:15	05:02 21:37
27	08:03 16:57	09:08 (KL 01) 17:53	06:06 18:40	05:59 20:32	05:12 21:17	05:03 21:37
28	08:02 16:59	09:06 (KL 01) 17:55	06:04 18:42	05:57 20:33	05:11 21:18	05:03 21:37
29	08:00 17:01		06:02 19:44	05:55 20:35	05:10 21:19	05:04 21:37
30	07:59 17:03		06:59 19:45	05:54 20:36	05:10 21:20	05:04 21:36
31	07:57 17:04		06:57 19:47		05:09 21:21	
Sonneneinstrahlung	262	279	367	415	482	495
astr.max.mögl.Beschattung	395	204	762			

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)

Projekt:

Kutzleben

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
Moritzburger Weg 67
DE-01109 Dresden
+49 351-885-071

Berechnet:

11.06.2024 10:22/3.5.584

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** D - Rohnstedt, Zum Groll 10

Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

	July	August	September	Oktober	November	Dezember
1	05:05 21:36	05:40 21:06	06:29 20:05	07:16 18:57	07:59 (ROHN 01.1) 08:29 (ROHN 01.1)	07:08 07:36 (KL 11)
2	05:06 21:36	05:42 21:04	06:30 20:03	07:18 18:55	07:57 (ROHN 01.1) 08:29 (ROHN 01.1)	16:53 16:51
3	05:06 21:36	05:43 21:02	06:32 20:01	07:19 18:53	07:57 (ROHN 01.1) 08:29 (ROHN 01.1)	16:51 16:49
4	05:07 21:35	05:45 21:01	06:33 19:58	07:21 18:50	07:57 (ROHN 01.1) 08:29 (ROHN 01.1)	16:47 16:45
5	05:08 21:35	05:46 20:59	06:35 19:56	07:23 18:48	07:56 (ROHN 01.1) 08:28 (ROHN 01.1)	16:45 16:43
6	05:09 21:34	05:48 20:57	06:37 19:54	07:24 18:46	07:57 (ROHN 01.1) 08:28 (ROHN 01.1)	16:44 16:42
7	05:10 21:34	05:49 20:55	06:38 19:52	07:26 18:44	07:57 (ROHN 01.1) 08:27 (ROHN 01.1)	16:42 16:40
8	05:11 21:33	05:51 20:54	06:40 19:49	07:28 18:41	07:57 (ROHN 01.1) 08:26 (ROHN 01.1)	16:41 16:39
9	05:11 21:32	05:53 20:52	06:41 19:47	07:29 18:39	07:58 (ROHN 01.1) 08:25 (ROHN 01.1)	16:39 16:37
10	05:12 21:32	05:54 20:50	06:43 19:45	07:31 18:37	07:59 (ROHN 01.1) 08:24 (ROHN 01.1)	16:37 16:35
11	05:13 21:31	05:56 20:48	06:44 19:43	07:32 18:35	08:00 (ROHN 01.1) 08:22 (ROHN 01.1)	16:36 16:34
12	05:14 21:30	05:57 20:46	06:46 19:40	07:34 18:33	08:01 (ROHN 01.1) 08:19 (ROHN 01.1)	16:34 16:32
13	05:16 21:29	05:59 20:44	06:48 19:38	07:36 18:31	08:04 (ROHN 01.1) 08:17 (ROHN 01.1)	16:33 16:31
14	05:17 21:28	06:00 20:43	06:49 19:36	07:37 18:28	08:04 (ROHN 01.1) 08:17 (ROHN 01.1)	16:31 16:29
15	05:18 21:28	06:02 20:41	06:51 19:34	07:39 18:26	08:04 (KL 11) 08:17 (KL 11)	16:30 16:28
16	05:19 21:27	06:03 20:39	06:52 19:31	07:41 18:24	08:04 (KL 11) 08:17 (KL 11)	16:29 16:27
17	05:20 21:26	06:05 20:37	06:54 19:29	07:42 18:22	08:04 (KL 11) 08:17 (KL 11)	16:28 16:26
18	05:21 21:24	06:07 20:35	06:55 19:27	07:44 18:20	08:04 (KL 11) 08:17 (KL 11)	16:27 16:25
19	05:23 21:23	06:08 20:33	06:57 19:24	07:46 18:18	08:04 (KL 11) 08:17 (KL 11)	16:26 16:24
20	05:24 21:22	06:10 20:31	06:59 19:22	07:48 18:16	08:04 (KL 11) 08:17 (KL 11)	16:25 16:23
21	05:25 21:21	06:11 20:29	07:00 19:20	07:49 18:14	08:04 (KL 11) 08:17 (KL 11)	16:24 16:22
22	05:26 21:20	06:13 20:26	07:02 19:18	07:51 18:12	08:04 (KL 11) 08:17 (KL 11)	16:23 16:21
23	05:28 21:19	06:14 20:24	07:03 19:15	07:53 18:10	08:04 (KL 11) 08:17 (KL 11)	16:22 16:20
24	05:29 21:17	06:16 20:22	07:05 19:13	07:54 18:08	08:04 (KL 11) 08:17 (KL 11)	16:21 16:19
25	05:30 21:16	06:18 20:20	07:06 19:11	07:56 18:06	08:04 (KL 11) 08:17 (KL 11)	16:20 16:18
26	05:32 21:15	06:19 20:18	07:08 19:08	07:58 18:04	08:04 (KL 11) 08:17 (KL 11)	16:19 16:17
27	05:33 21:13	06:21 20:16	07:10 19:06	08:00 18:02	08:04 (KL 11) 08:17 (KL 11)	16:18 16:16
28	05:35 21:12	06:22 20:14	07:11 19:04	08:02 18:00	08:04 (KL 11) 08:17 (KL 11)	16:17 16:15
29	05:36 21:10	06:24 20:12	07:13 19:02	08:04 17:58	08:04 (KL 11) 08:17 (KL 11)	16:16 16:14
30	05:38 21:09	06:25 20:09	07:14 18:59	08:06 17:56	08:04 (KL 11) 08:17 (KL 11)	16:15 16:13
31	05:39 21:07	06:27 20:07		08:07 16:54	08:04 (KL 11) 08:17 (KL 11)	16:14 16:12
Sonnenscheinstunden	498	452	380	333	269	247
astr.max.mögl.Beschattung			425	526	130	716

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

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:

Kutzleben

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH

Moritzburger Weg 67

DE-01109 Dresden

+49 351-885-071

Berechnet:

11.06.2024 10:22/3.5.584

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** E - Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 2

Annahmen für Schattenwurfberechnung

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	08:22		08:58 (KL 12)	07:56		08:30 (ROHN 02.1)	07:04	06:55	05:52	05:08								
	16:19	55	10:31 (ROHN 01.1)	17:06	31	09:01 (ROHN 02.1)	17:56	19:49	20:38	21:23								
2	08:22		08:59 (KL 12)	07:54		08:29 (ROHN 02.1)	07:02	06:53	05:50	05:07								
	16:20	54	10:32 (ROHN 01.1)	17:08	33	09:02 (ROHN 02.1)	17:58	19:50	20:40	21:24								
3	08:21		09:00 (KL 12)	07:53		08:29 (ROHN 02.1)	07:00	06:50	05:48	05:06								
	16:22	53	10:32 (ROHN 01.1)	17:10	33	09:02 (ROHN 02.1)	18:00	19:52	20:41	21:25								
4	08:21		09:00 (KL 12)	07:51		08:29 (ROHN 02.1)	06:58	06:48	05:46	05:05								
	16:23	54	10:32 (ROHN 01.1)	17:11	34	09:03 (ROHN 02.1)	18:01	19:54	20:43	21:26								
5	08:21		09:01 (KL 12)	07:50		08:29 (ROHN 02.1)	06:55	06:46	05:44	05:05								
	16:24	52	10:32 (ROHN 01.1)	17:13	34	09:03 (ROHN 02.1)	18:03	19:55	20:45	21:27								
6	08:21		09:01 (KL 12)	07:48		08:29 (ROHN 02.1)	06:53	06:44	05:42	05:04								
	16:25	51	10:32 (ROHN 01.1)	17:15	34	09:03 (ROHN 02.1)	18:05	19:57	20:46	21:28								
7	08:20		09:02 (KL 12)	07:46		08:29 (ROHN 02.1)	06:51	06:41	05:41	05:04								
	16:26	50	10:33 (ROHN 01.1)	17:17	34	09:03 (ROHN 02.1)	18:07	19:59	20:48	21:28								
8	08:20		09:03 (KL 12)	07:45		08:29 (ROHN 02.1)	06:49	06:39	05:39	05:03								
	16:28	48	10:32 (ROHN 01.1)	17:19	33	09:02 (ROHN 02.1)	18:08	20:00	20:49	21:29								
9	08:19		09:05 (KL 12)	07:43		08:30 (ROHN 02.1)	06:47	06:37	05:37	05:03								
	16:29	46	10:33 (ROHN 01.1)	17:20	33	09:03 (ROHN 02.1)	18:10	20:02	20:51	21:30								
10	08:19		09:06 (KL 12)	07:41		08:30 (ROHN 02.1)	06:44	06:35	05:36	05:02								
	16:30	43	10:33 (ROHN 01.1)	17:22	33	09:03 (ROHN 02.1)	18:12	20:04	20:52	21:31								
11	08:18		09:07 (KL 12)	07:39		08:31 (ROHN 02.1)	06:42	06:33	05:34	05:02								
	16:32	39	10:32 (ROHN 01.1)	17:24	31	09:02 (ROHN 02.1)	18:14	20:05	20:54	21:32								
12	08:18		10:00 (ROHN 01.1)	07:38		08:31 (ROHN 02.1)	06:40	06:30	05:32	05:02								
	16:33	33	10:33 (ROHN 01.1)	17:26	30	09:01 (ROHN 02.1)	18:15	20:07	20:56	21:32								
13	08:17		10:01 (ROHN 01.1)	07:36		08:32 (ROHN 02.1)	06:38	06:28	05:31	05:01								
	16:34	31	10:32 (ROHN 01.1)	17:28	28	09:00 (ROHN 02.1)	18:17	20:09	20:57	21:33								
14	08:16		10:02 (ROHN 01.1)	07:34		08:33 (ROHN 02.1)	06:36	06:26	05:29	05:01								
	16:36	30	10:32 (ROHN 01.1)	17:30	26	08:59 (ROHN 02.1)	18:19	20:10	20:59	21:34								
15	08:16		10:03 (ROHN 01.1)	07:32		08:34 (ROHN 02.1)	06:33	06:24	05:28	05:01								
	16:37	28	10:31 (ROHN 01.1)	17:31	24	08:58 (ROHN 02.1)	18:20	20:12	21:00	21:34								
16	08:15		10:04 (ROHN 01.1)	07:30		08:36 (ROHN 02.1)	06:31	06:22	05:26	05:01								
	16:39	27	10:31 (ROHN 01.1)	17:33	20	08:56 (ROHN 02.1)	18:22	20:13	21:02	21:35								
17	08:14		10:06 (ROHN 01.1)	07:28		08:38 (ROHN 02.1)	06:29	06:20	05:25	05:01								
	16:41	24	10:30 (ROHN 01.1)	17:35	16	08:54 (ROHN 02.1)	18:24	20:15	21:03	21:35								
18	08:13		10:07 (ROHN 01.1)	07:26		08:41 (ROHN 02.1)	06:27	06:18	05:23	05:01								
	16:42	22	10:29 (ROHN 01.1)	17:37	9	08:50 (ROHN 02.1)	18:25	20:17	21:04	21:35								
19	08:12		10:09 (ROHN 01.1)	07:24			06:24	06:16	05:22	05:01								
	16:44	19	10:28 (ROHN 01.1)	17:39			18:27	20:18	21:06	21:36								
20	08:11		10:12 (ROHN 01.1)	07:22			06:22	06:13	05:21	05:01								
	16:45	14	10:26 (ROHN 01.1)	17:40			18:29	20:20	21:07	21:36								
21	08:10		10:15 (ROHN 01.1)	07:20			06:20	06:11	05:19	05:01								
	16:47	7	10:22 (ROHN 01.1)	17:42			18:30	20:22	21:09	21:36								
22	08:09			07:18			06:17	06:09	05:18	05:01								
	16:49			17:44			18:32	20:23	21:10	21:37								
23	08:08		08:38 (ROHN 02.1)	07:16			06:15	06:07	05:17	05:01								
	16:50	10	08:48 (ROHN 02.1)	17:46			18:34	20:25	21:11	21:37								
24	08:07		08:36 (ROHN 02.1)	07:14			06:13	06:05	05:16	05:02								
	16:52	15	08:51 (ROHN 02.1)	17:47			18:35	20:27	21:13	21:37								
25	08:05		08:34 (ROHN 02.1)	07:12			06:11	06:03	05:15	05:02								
	16:54	19	08:53 (ROHN 02.1)	17:49			18:37	20:28	21:14	21:37								
26	08:04		08:34 (ROHN 02.1)	07:10			06:08	06:01	05:13	05:02								
	16:55	21	08:55 (ROHN 02.1)	17:51			18:39	20:30	21:15	21:37								
27	08:03		08:32 (ROHN 02.1)	07:08			06:06	05:59	05:12	05:03								
	16:57	24	08:56 (ROHN 02.1)	17:53			18:40	20:32	21:17	21:37								
28	08:02		08:32 (ROHN 02.1)	07:06			06:04	05:57	05:11	05:03								
	16:59	26	08:58 (ROHN 02.1)	17:54			18:42	20:33	21:18	21:37								
29	08:00		08:31 (ROHN 02.1)				07:02	05:55	05:10	05:04								
	17:01	27	08:58 (ROHN 02.1)				19:44	20:35	21:19	21:37								
30	07:59		08:31 (ROHN 02.1)				06:59	05:53	05:09	05:04								
	17:02	29	09:00 (ROHN 02.1)				19:45	20:36	21:20	21:36								
31	07:57		08:30 (ROHN 02.1)				06:57		05:09									
	17:04	30	09:00 (ROHN 02.1)				19:47		21:21									
Sonnenscheinstunden	262			279			367	415	482	495								
astr.max.mögl.Beschattung		981			516													

Projekt:	Lizenzierter Anwender:
Kutzleben	Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
	Moritzburger Weg 67
	DE-01109 Dresden
	+49 351-885-071
	Berechnet:
	11.06.2024 10:22/3.5.584

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** E - Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 2

Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

	July	August	September	Oktober	November	Dezember
1	05:05 21:36	05:40 21:06	06:29 20:05	07:16 18:57	07:08 16:52	08:00 (ROHN 02.1) 16:13
2	05:06 21:36	05:42 21:04	06:30 20:03	07:18 18:55	32 16:51	38 16:13
3	05:06 21:36	05:43 21:02	06:32 20:01	07:19 18:53	33 16:49	43 16:12
4	05:07 21:35	05:45 21:01	06:33 19:58	07:21 18:50	34 16:47	45 16:12
5	05:08 21:35	05:46 20:59	06:35 19:56	07:23 18:48	34 16:45	48 16:11
6	05:09 21:34	05:48 20:57	06:36 19:54	07:24 18:46	34 16:44	50 16:11
7	05:10 21:34	05:49 20:55	06:38 19:52	07:26 18:44	34 16:42	51 16:10
8	05:10 21:33	05:51 20:54	06:40 19:49	07:27 18:41	33 16:40	53 16:10
9	05:11 21:32	05:52 20:52	06:41 19:47	07:29 18:39	32 16:39	53 16:10
10	05:12 21:32	05:54 20:50	06:43 19:45	07:31 18:37	31 16:37	55 16:10
11	05:13 21:31	05:56 20:48	06:44 19:43	07:32 18:35	30 16:36	55 16:09
12	05:14 21:30	05:57 20:46	06:46 19:40	07:34 18:33	30 16:34	57 16:09
13	05:15 21:29	05:59 20:44	06:47 19:38	07:36 18:30	28 16:33	55 16:09
14	05:17 21:28	06:00 20:42	06:49 19:36	07:37 18:28	25 16:31	57 16:09
15	05:18 21:28	06:02 20:41	06:51 19:34	07:39 18:26	24 16:30	56 16:09
16	05:19 21:27	06:03 20:39	06:52 19:31	07:41 18:24	21 16:29	57 16:10
17	05:20 21:26	06:05 20:37	06:54 19:29	07:42 18:22	19 16:27	57 16:10
18	05:21 21:24	06:07 20:35	06:55 19:27	07:44 18:20	14 16:26	57 16:10
19	05:22 21:23	06:08 20:33	06:57 19:24	07:46 18:18	10 16:25	57 16:10
20	05:24 21:22	06:10 20:31	06:59 19:22	07:48 18:16	7 16:24	57 16:11
21	05:25 21:21	06:11 20:29	07:00 19:20	07:49 18:14	7 16:22	57 16:11
22	05:26 21:20	06:13 20:26	07:02 19:18	07:51 18:12	14 16:21	57 16:12
23	05:28 21:19	06:14 20:24	07:03 19:15	07:53 18:10	19 16:20	57 16:12
24	05:29 21:17	06:16 20:22	07:05 19:13	07:54 18:08	22 16:19	57 16:13
25	05:30 21:16	06:18 20:20	07:06 19:11	07:56 18:06	24 16:18	58 16:13
26	05:32 21:15	06:19 20:18	07:08 19:08	07:58 18:04	27 16:17	57 16:14
27	05:33 21:13	06:21 20:16	07:10 19:06	08:00 18:02	28 16:16	57 16:15
28	05:35 21:12	06:22 20:14	07:11 19:04	08:02 18:00	30 16:16	57 16:15
29	05:36 21:10	06:24 20:12	07:13 19:02	08:04 17:58	31 16:15	57 16:16
30	05:37 21:09	06:25 20:09	07:14 18:59	08:06 17:56	33 16:14	57 16:17
31	05:39 21:07	06:27 20:07	07:16 18:57	08:08 17:54	32 16:13	55 16:18
Sonnenscheinstunden	498	452	380	333	269	247
astr.max.mögl.Beschattung				193	767	1678

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:

Kutzleben

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH

Moritzburger Weg 67

DE-01109 Dresden

+49 351-885-071

Berechnet:

11.06.2024 10:22/3.5.584

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** F - Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 3

Annahmen für Schattenwurfberechnung

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	08:22 16:19	08:55 (ROHN 02.1) 17:06	09:14 (ROHN 02.1) 17:56	06:55 19:49	05:52 20:38	05:08 21:23
2	08:22 16:20	08:56 (ROHN 02.1) 17:08	09:24 (ROHN 02.1) 17:58	07:02 19:50	06:53 20:40	05:07 21:24
3	08:21 16:21	08:56 (ROHN 02.1) 17:10	09:24 (ROHN 02.1) 18:00	07:00 19:52	06:50 20:41	05:06 21:25
4	08:21 16:23	08:56 (ROHN 02.1) 17:11	09:24 (ROHN 02.1) 18:01	06:58 19:54	06:48 20:43	05:05 21:26
5	08:21 16:24	08:56 (ROHN 02.1) 17:13	09:25 (ROHN 02.1) 18:03	06:55 19:55	06:46 20:45	05:04 21:27
6	08:21 16:25	08:56 (ROHN 02.1) 17:15	09:25 (ROHN 02.1) 18:05	06:53 19:57	06:44 20:46	05:04 21:28
7	08:20 16:26	08:57 (ROHN 02.1) 17:17	09:26 (ROHN 02.1) 18:07	06:51 19:59	06:41 20:48	05:04 21:28
8	08:20 16:28	08:56 (ROHN 02.1) 17:19	09:26 (ROHN 02.1) 18:08	06:49 20:00	06:39 20:49	05:03 21:29
9	08:19 16:29	08:57 (ROHN 02.1) 17:20	09:26 (ROHN 02.1) 18:10	06:47 20:02	06:37 20:51	05:03 21:30
10	08:19 16:30	08:57 (ROHN 02.1) 17:22	09:27 (ROHN 02.1) 18:12	06:44 20:04	06:35 20:52	05:02 21:31
11	08:18 16:32	08:57 (ROHN 02.1) 17:24	09:27 (ROHN 02.1) 18:14	06:42 20:05	06:33 20:54	05:02 21:32
12	08:18 16:33	08:58 (ROHN 02.1) 17:26	09:28 (ROHN 02.1) 18:15	06:40 20:07	06:30 20:56	05:02 21:32
13	08:17 16:34	08:58 (ROHN 02.1) 17:28	09:28 (ROHN 02.1) 18:17	06:38 20:09	06:28 20:57	05:01 21:33
14	08:16 16:36	08:58 (ROHN 02.1) 17:30	09:29 (ROHN 02.1) 18:19	06:36 20:10	06:26 20:59	05:01 21:34
15	08:16 16:37	08:58 (ROHN 02.1) 17:31	09:29 (ROHN 02.1) 18:20	06:33 20:12	06:24 21:00	05:01 21:34
16	08:15 16:39	08:58 (ROHN 02.1) 17:33	09:31 (ROHN 02.1) 18:22	06:31 20:13	06:22 21:02	05:01 21:35
17	08:14 16:41	08:59 (ROHN 02.1) 17:35	09:31 (ROHN 02.1) 18:24	06:29 20:15	06:20 21:03	05:01 21:35
18	08:13 16:42	08:59 (ROHN 02.1) 17:37	09:32 (ROHN 02.1) 18:25	06:27 20:17	06:18 21:04	05:01 21:35
19	08:12 16:44	09:00 (ROHN 02.1) 17:39	09:32 (ROHN 02.1) 18:27	06:24 20:18	06:16 21:06	05:01 21:36
20	08:11 16:45	09:00 (ROHN 02.1) 17:40	09:33 (ROHN 02.1) 18:29	06:22 20:20	06:13 21:07	05:01 21:36
21	08:10 16:47	09:00 (ROHN 02.1) 17:42	09:33 (ROHN 02.1) 18:30	06:20 20:22	06:11 21:09	05:01 21:36
22	08:09 16:49	09:01 (ROHN 02.1) 17:44	09:32 (ROHN 02.1) 18:32	06:17 20:23	06:09 21:10	05:01 21:37
23	08:08 16:50	09:02 (ROHN 02.1) 17:46	09:32 (ROHN 02.1) 18:34	06:15 20:25	06:07 21:11	05:01 21:37
24	08:07 16:52	09:02 (ROHN 02.1) 17:47	09:33 (ROHN 02.1) 18:35	06:13 20:27	06:05 21:13	05:02 21:37
25	08:05 16:54	09:03 (ROHN 02.1) 17:49	09:33 (ROHN 02.1) 18:37	06:11 20:28	06:03 21:14	05:02 21:37
26	08:04 16:55	09:04 (ROHN 02.1) 17:51	09:34 (ROHN 02.1) 18:39	06:08 20:30	06:01 21:15	05:02 21:37
27	08:03 16:57	09:05 (ROHN 02.1) 17:53	09:34 (ROHN 02.1) 18:40	06:06 20:32	05:59 21:17	05:03 21:37
28	08:02 16:59	09:06 (ROHN 02.1) 17:54	09:35 (ROHN 02.1) 18:42	06:04 20:33	05:57 21:18	05:03 21:37
29	08:00 17:01	09:07 (ROHN 02.1) 17:55	09:35 (ROHN 02.1) 18:44	06:02 20:35	05:55 21:19	05:04 21:37
30	07:59 17:02	09:09 (ROHN 02.1) 17:57	09:36 (ROHN 02.1) 18:45	06:59 20:36	05:53 21:20	05:04 21:36
31	07:57 17:04	09:11 (ROHN 02.1) 17:58	09:37 (ROHN 02.1) 18:47	06:57 20:37	05:51 21:21	05:04 21:36
	Sonneneinstrahlung astr.max.mögl.Beschattung	262 899	279 10	367 415	482 482	495 495

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:

Kutzleben

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH

Moritzburger Weg 67

DE-01109 Dresden

+49 351-885-071

Berechnet:

11.06.2024 10:22/3.5.584

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** F - Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 3

Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

	July	August	September	Oktober	November	Dezember
1	05:05	05:40	06:29	07:16	07:08	07:58
	21:36	21:06	20:05	18:57	16:52	16:13
2	05:06	05:42	06:30	07:18	07:10	07:59
	21:36	21:04	20:03	18:55	16:51	16:13
3	05:06	05:43	06:32	07:19	07:12	08:01
	21:36	21:02	20:01	18:53	16:49	16:12
4	05:07	05:45	06:33	07:21	07:14	08:02
	21:35	21:01	19:58	18:50	16:47	16:12
5	05:08	05:46	06:35	07:23	07:15	08:03
	21:35	20:59	19:56	18:48	16:45	16:11
6	05:09	05:48	06:36	07:24	07:17	08:05
	21:34	20:57	19:54	18:46	16:44	16:11
7	05:10	05:49	06:38	07:26	07:19	08:06
	21:34	20:55	19:52	18:44	16:42	16:10
8	05:10	05:51	06:40	07:27	07:21	08:07
	21:33	20:54	19:49	18:41	16:40	16:10
9	05:11	05:52	06:41	07:29	07:22	08:08
	21:32	20:52	19:47	18:39	16:39	16:10
10	05:12	05:54	06:43	07:31	07:24	08:09
	21:32	20:50	19:45	18:37	16:37	16:10
11	05:13	05:56	06:44	07:32	07:26	08:10
	21:31	20:48	19:43	18:35	16:36	16:09
12	05:14	05:57	06:46	07:34	07:27	08:11
	21:30	20:46	19:40	18:33	16:34	16:09
13	05:15	05:59	06:47	07:36	07:29	08:12
	21:29	20:44	19:38	18:30	16:33	16:09
14	05:17	06:00	06:49	07:37	07:31	08:13
	21:28	20:42	19:36	18:28	16:31	16:09
15	05:18	06:02	06:51	07:39	07:33	08:14
	21:28	20:41	19:34	18:26	16:30	16:09
16	05:19	06:03	06:52	07:41	07:34	08:15
	21:27	20:39	19:31	18:24	16:29	16:10
17	05:20	06:05	06:54	07:42	07:36	08:16
	21:26	20:37	19:29	18:22	16:27	16:10
18	05:21	06:07	06:55	07:44	07:38	08:17
	21:24	20:35	19:27	18:20	16:26	16:10
19	05:22	06:08	06:57	07:46	07:39	08:17
	21:23	20:33	19:24	18:18	16:25	16:10
20	05:24	06:10	06:58	07:48	07:41	08:18
	21:22	20:31	19:22	18:16	16:24	16:11
21	05:25	06:11	07:00	07:49	07:43	08:19
	21:21	20:29	19:20	18:14	16:22	16:11
22	05:26	06:13	07:02	07:51	07:44	08:19
	21:20	20:26	19:18	18:12	16:21	16:12
23	05:28	06:14	07:03	07:53	07:46	08:20
	21:19	20:24	19:15	18:10	16:20	16:12
24	05:29	06:16	07:05	07:54	07:47	08:20
	21:17	20:22	19:13	18:08	16:19	16:13
25	05:30	06:18	07:06	07:56	07:49	08:20
	21:16	20:20	19:11	17:06	16:18	16:13
26	05:32	06:19	07:08	07:58	07:51	08:21
	21:15	20:18	19:08	17:04	16:17	16:14
27	05:33	06:21	07:10	07:59	07:52	08:21
	21:13	20:16	19:06	17:02	16:16	16:15
28	05:35	06:22	07:11	07:01	07:54	08:21
	21:12	20:14	19:04	17:00	16:16	16:15
29	05:36	06:24	07:13	07:03	07:55	08:21
	21:10	20:12	19:02	16:58	16:15	16:16
30	05:37	06:25	07:14	07:05	07:57	08:22
	21:09	20:09	18:59	16:56	16:14	16:17
31	05:39	06:27		07:07		08:22
	21:07	20:07		16:54		16:18
Sonneneinstrahlung	499	452	380	333	269	247
astr.max.mögl.Beschattung					590	802

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:

Kutzleben

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
Moritzburger Weg 67
DE-01109 Dresden
+49 351-885-071

Berechnet:

11.06.2024 10:22/3.5.584

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** G - Rohnstedt, Zum Groll 11

Annahmen für Schattenwurfberechnung

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	08:22 16:19	08:59 (KL 04) 17:06	07:04 17:56	07:34 (ROHN 01.1) 19:49	05:52 20:38	05:08 21:23
2	08:22 16:20	09:00 (KL 04) 17:54	08:20 (KL 11) 17:02	07:33 (ROHN 01.1) 19:49	05:50 20:38	05:07 21:23
3	08:21 16:22	09:01 (KL 04) 17:53	08:18 (KL 11) 17:58	07:33 (ROHN 01.1) 19:50	05:48 20:40	05:06 21:24
4	08:21 16:23	09:02 (KL 04) 17:51	08:17 (KL 11) 18:00	07:31 (ROHN 01.1) 19:52	05:46 20:41	05:06 21:25
5	08:21 16:24	09:04 (KL 04) 17:50	08:15 (KL 11) 18:03	07:31 (ROHN 01.1) 19:55	05:44 20:45	05:05 21:27
6	08:21 16:25	09:06 (KL 04) 17:48	08:13 (KL 11) 18:05	07:32 (ROHN 01.1) 19:57	05:43 20:46	05:04 21:28
7	08:20 16:26	09:19 (KL 01) 17:46	08:12 (KL 11) 18:07	07:32 (ROHN 01.1) 19:59	05:41 20:48	05:04 21:28
8	08:20 16:28	09:25 (KL 01) 17:17	08:31 (KL 11) 18:07	07:32 (ROHN 01.1) 19:59	05:39 20:49	05:03 21:29
9	08:20 16:29	09:25 (KL 01) 17:17	08:31 (KL 11) 18:07	07:32 (ROHN 01.1) 20:00	05:39 20:49	05:03 21:29
10	08:19 16:30	09:25 (KL 01) 17:17	08:31 (KL 11) 18:07	07:32 (ROHN 01.1) 20:02	05:39 20:51	05:03 21:30
11	08:18 16:32	09:25 (KL 01) 17:17	08:31 (KL 11) 18:07	07:32 (ROHN 01.1) 20:04	05:39 20:52	05:03 21:31
12	08:18 16:33	09:25 (KL 01) 17:17	08:31 (KL 11) 18:07	07:32 (ROHN 01.1) 20:05	05:39 20:53	05:03 21:32
13	08:17 16:35	09:25 (KL 01) 17:17	08:31 (KL 11) 18:07	07:32 (ROHN 01.1) 20:07	05:39 20:55	05:03 21:32
14	08:16 16:36	09:25 (KL 01) 17:17	08:31 (KL 11) 18:07	07:32 (ROHN 01.1) 20:09	05:39 20:57	05:03 21:33
15	08:16 16:37	09:25 (KL 01) 17:17	08:31 (KL 11) 18:07	07:32 (ROHN 01.1) 20:10	05:39 20:59	05:03 21:34
16	08:15 16:39	09:25 (KL 01) 17:17	08:31 (KL 11) 18:07	07:32 (ROHN 01.1) 20:12	05:39 21:00	05:03 21:34
17	08:14 16:41	09:25 (KL 01) 17:17	08:31 (KL 11) 18:07	07:32 (ROHN 01.1) 20:14	05:39 21:02	05:03 21:35
18	08:13 16:42	09:25 (KL 01) 17:17	08:31 (KL 11) 18:07	07:32 (ROHN 01.1) 20:15	05:39 21:03	05:03 21:35
19	08:12 16:44	09:25 (KL 01) 17:17	08:31 (KL 11) 18:07	07:32 (ROHN 01.1) 20:16	05:39 21:04	05:03 21:35
20	08:11 16:45	09:25 (KL 01) 17:17	08:31 (KL 11) 18:07	07:32 (ROHN 01.1) 20:18	05:39 21:06	05:03 21:36
21	08:10 16:47	09:25 (KL 01) 17:17	08:31 (KL 11) 18:07	07:32 (ROHN 01.1) 20:20	05:39 21:07	05:03 21:36
22	08:09 16:49	09:25 (KL 01) 17:17	08:31 (KL 11) 18:07	07:32 (ROHN 01.1) 20:22	05:39 21:09	05:03 21:36
23	08:08 16:50	09:25 (KL 01) 17:17	08:31 (KL 11) 18:07	07:32 (ROHN 01.1) 20:23	05:39 21:10	05:03 21:37
24	08:07 16:52	09:25 (KL 01) 17:17	08:31 (KL 11) 18:07	07:32 (ROHN 01.1) 20:25	05:39 21:11	05:03 21:37
25	08:06 16:54	09:25 (KL 01) 17:17	08:31 (KL 11) 18:07	07:32 (ROHN 01.1) 20:27	05:39 21:13	05:03 21:37
26	08:04 16:55	09:25 (KL 01) 17:17	08:31 (KL 11) 18:07	07:32 (ROHN 01.1) 20:28	05:39 21:14	05:03 21:37
27	08:03 16:57	09:25 (KL 01) 17:17	08:31 (KL 11) 18:07	07:32 (ROHN 01.1) 20:30	05:39 21:15	05:03 21:37
28	08:02 16:59	09:25 (KL 01) 17:17	08:31 (KL 11) 18:07	07:32 (ROHN 01.1) 20:32	05:39 21:17	05:03 21:37
29	08:00 17:01	09:25 (KL 01) 17:17	08:31 (KL 11) 18:07	07:32 (ROHN 01.1) 20:33	05:39 21:18	05:03 21:37
30	07:59 17:03	09:25 (KL 01) 17:17	08:31 (KL 11) 18:07	07:32 (ROHN 01.1) 20:35	05:39 21:19	05:03 21:37
31	07:57 17:04	09:25 (KL 01) 17:17	08:31 (KL 11) 18:07	07:32 (ROHN 01.1) 20:36	05:39 21:20	05:03 21:36
Sonneneinstrahlung	262	279	367	415	482	495
astr.max.mögl.Beschattung	119	350	682			

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:

Kutzleben

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH

Moritzburger Weg 67

DE-01109 Dresden

+49 351-885-071

Berechnet:

11.06.2024 10:22/3.5.584

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** G - Rohnstedt, Zum Groll 11

Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

	July	August	September	Oktober	November	Dezember
1	05:05	05:40	06:29	07:16	07:41 (ROHN 02.1)	07:08
	21:36	21:06	20:05	18:57	37 08:36 (ROHN 01.1)	16:52
2	05:06	05:42	06:30	07:18	07:42 (ROHN 02.1)	07:10
	21:36	21:04	20:03	18:55	37 08:37 (ROHN 01.1)	16:51
3	05:06	05:43	06:32	07:19	07:44 (ROHN 02.1)	07:12
	21:36	21:02	20:01	18:53	35 08:38 (ROHN 01.1)	16:49
4	05:07	05:45	06:33	07:21	07:46 (ROHN 02.1)	07:14
	21:35	21:01	19:58	18:50	32 08:39 (ROHN 01.1)	16:47
5	05:08	05:46	06:35	07:23	08:08 (ROHN 01.1)	07:15
	21:35	20:59	19:56	18:48	31 08:39 (ROHN 01.1)	16:45
6	05:09	05:48	06:36	07:24	08:08 (ROHN 01.1)	07:17
	21:34	20:57	19:54	18:46	31 08:39 (ROHN 01.1)	16:44
7	05:10	05:49	06:38	07:26	08:08 (ROHN 01.1)	07:19
	21:34	20:55	19:52	18:44	32 08:40 (ROHN 01.1)	16:42
8	05:11	05:51	06:40	07:28	08:06 (ROHN 01.1)	07:21
	21:33	20:54	19:49	18:41	33 08:39 (ROHN 01.1)	16:41
9	05:11	05:53	06:41	07:29	08:06 (ROHN 01.1)	07:22
	21:32	20:52	19:47	18:39	33 08:39 (ROHN 01.1)	16:39
10	05:12	05:54	06:43	07:31	08:07 (ROHN 01.1)	07:24
	21:32	20:50	19:45	18:37	32 08:39 (ROHN 01.1)	16:37
11	05:13	05:56	06:44	07:32	08:07 (ROHN 01.1)	07:26
	21:31	20:48	19:43	18:35	32 08:39 (ROHN 01.1)	16:36
12	05:14	05:57	06:46	07:34	08:06 (ROHN 01.1)	07:28
	21:30	20:46	19:40	18:33	31 08:37 (ROHN 01.1)	16:34
13	05:16	05:59	06:48	07:36	08:07 (ROHN 01.1)	07:29
	21:29	20:44	19:38	18:31	30 08:37 (ROHN 01.1)	16:33
14	05:17	06:00	06:49	07:37	08:08 (ROHN 01.1)	07:31
	21:28	20:43	19:36	18:28	28 08:36 (ROHN 01.1)	16:31
15	05:18	06:02	06:51	07:39	08:09 (ROHN 01.1)	07:33
	21:28	20:41	19:34	18:26	26 08:35 (ROHN 01.1)	16:30
16	05:19	06:03	06:52	07:41	08:09 (ROHN 01.1)	07:34
	21:27	20:39	19:31	18:24	24 08:33 (ROHN 01.1)	16:29
17	05:20	06:05	06:54	07:42	08:11 (ROHN 01.1)	07:36
	21:26	20:37	19:29	18:22	20 08:31 (ROHN 01.1)	16:27
18	05:21	06:07	06:55	07:44	08:13 (ROHN 01.1)	07:38
	21:24	20:35	19:27	18:20	16 08:29 (ROHN 01.1)	16:26
19	05:23	06:08	06:57	07:46	08:16 (ROHN 01.1)	07:39
	21:23	20:33	19:24	18:18	10 08:26 (ROHN 01.1)	16:25
20	05:24	06:10	06:59	07:48		07:41
	21:22	20:31	19:22	18:16		16:24
21	05:25	06:11	07:00	07:49		07:43
	21:21	20:29	19:20	18:14		16:22
22	05:26	06:13	07:02	07:51		07:44
	21:20	20:26	19:18	18:12		16:21
23	05:28	06:14	07:03	07:53		07:46
	21:19	20:24	19:15	18:10		16:20
24	05:29	06:16	07:05	07:54		07:47
	21:17	20:22	19:13	18:08		16:19
25	05:30	06:18	07:06	07:56		07:49
	21:16	20:20	19:11	18:06		16:18
26	05:32	06:19	07:08	07:58		07:51
	21:15	20:18	19:08	18:04	7 07:55 (KL 11)	16:17
27	05:33	06:21	07:10	08:00		07:52
	21:13	20:16	19:06	18:02	12 07:57 (KL 11)	16:17
28	05:35	06:22	07:11	08:01		07:54
	21:12	20:14	19:04	18:00	15 07:59 (KL 11)	16:16
29	05:36	06:24	07:13	08:03		07:55
	21:10	20:12	19:02	18:00	17 08:00 (KL 11)	16:15
30	05:38	06:25	07:14	08:05		07:57
	21:09	20:09	18:59	18:34 (ROHN 01.1)	18 08:01 (KL 11)	16:14
31	05:39	06:27		07:07		07:58
	21:07	20:07		16:54	19 08:01 (KL 11)	16:18
Sonnenscheinstunden	498	452	380	333	269	247
astr.max.mögl.Beschattung			275	638	134	704

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

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)

Projekt:

Kutzleben

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH

Moritzburger Weg 67

DE-01109 Dresden

+49 351-885-071

Berechnet:

11.06.2024 10:22/3.5.584

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** H - Rohnstedt, Am Grollbach 28

Annahmen für Schattenwurfberechnung

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	08:22 16:19	07:56 17:06	08:28 (KL 11) 17:04	07:55 (ROHN 01.1) 19:49	05:52 20:38	05:08 21:23
2	08:22 16:20	07:54 17:08	08:28 (KL 11) 17:02	07:56 (ROHN 01.1) 19:50	05:50 20:40	05:07 21:24
3	08:21 16:22	07:53 17:10	08:28 (KL 11) 17:00	07:23 (ROHN 02.1) 19:52	05:48 20:41	05:06 21:25
4	08:21 16:23	07:51 17:11	08:29 (KL 11) 18:00	07:20 (ROHN 02.1) 19:54	05:46 20:43	05:06 21:26
5	08:21 16:24	07:50 17:13	08:30 (KL 11) 18:03	07:18 (ROHN 02.1) 19:55	05:44 20:45	05:05 21:27
6	08:21 16:25	07:48 17:15	08:31 (KL 11) 18:05	07:16 (ROHN 02.1) 19:57	05:43 20:46	05:04 21:28
7	08:20 16:26	07:46 17:17	08:32 (KL 11) 18:07	07:14 (ROHN 02.1) 19:59	05:41 20:48	05:04 21:28
8	08:20 16:28	07:45 17:19	08:36 (KL 11) 18:08	07:12 (ROHN 02.1) 20:00	05:39 20:49	05:03 21:29
9	08:20 16:29	07:43 17:21	08:41 (KL 11) 18:10	07:35 (ROHN 02.1) 20:02	05:37 20:51	05:03 21:30
10	08:19 16:30	07:41 17:22	08:46 (KL 11) 18:12	07:34 (ROHN 02.1) 20:04	05:36 20:52	05:02 21:31
11	08:18 16:32	07:40 17:24	08:42 (KL 11) 18:14	07:10 (ROHN 02.1) 20:05	05:34 20:54	05:02 21:32
12	08:18 16:33	07:38 17:26	08:40 (KL 11) 18:15	07:10 (ROHN 02.1) 20:07	05:32 20:56	05:02 21:32
13	08:17 16:35	07:36 17:28	08:05 (ROHN 01.1) 18:17	07:10 (ROHN 02.1) 20:09	05:31 20:57	05:01 21:33
14	08:16 16:36	07:34 17:30	08:02 (ROHN 01.1) 18:19	07:10 (ROHN 02.1) 20:10	05:29 20:59	05:01 21:34
15	08:16 16:37	07:32 17:31	08:18 (ROHN 01.1) 18:20	07:32 (ROHN 02.1) 20:12	05:28 21:00	05:01 21:34
16	08:15 16:39	07:30 17:33	07:59 (ROHN 01.1) 18:22	07:30 (ROHN 02.1) 20:14	05:26 21:02	05:01 21:35
17	08:14 16:41	07:28 17:35	07:58 (ROHN 01.1) 18:24	07:12 (ROHN 02.1) 20:15	05:25 21:03	05:01 21:35
18	08:13 16:42	07:26 17:37	07:57 (ROHN 01.1) 18:25	07:28 (ROHN 02.1) 20:16	05:25 21:04	05:01 21:35
19	08:12 16:44	07:24 17:39	07:56 (ROHN 01.1) 18:27	07:25 (ROHN 02.1) 20:17	05:23 21:06	05:01 21:36
20	08:11 16:45	07:22 17:40	07:55 (ROHN 01.1) 18:29	06:18 20:18	05:22 21:07	05:01 21:36
21	08:10 16:47	07:21 17:42	07:54 (ROHN 01.1) 18:30	06:13 20:20	05:21 21:09	05:01 21:36
22	08:09 16:49	07:21 17:44	07:54 (ROHN 01.1) 18:32	06:11 20:22	05:19 21:10	05:01 21:37
23	08:08 16:50	07:18 17:46	07:54 (ROHN 01.1) 18:34	06:09 20:23	05:18 21:11	05:01 21:37
24	08:07 16:52	07:16 17:47	07:53 (ROHN 01.1) 18:35	06:07 20:25	05:17 21:12	05:01 21:37
25	08:06 16:54	07:14 17:49	07:53 (ROHN 01.1) 18:37	06:05 20:27	05:16 21:13	05:02 21:37
26	08:04 16:55	07:12 17:51	07:54 (ROHN 01.1) 18:39	06:03 20:28	05:15 21:14	05:02 21:37
27	08:03 16:57	07:10 17:53	07:54 (ROHN 01.1) 18:40	06:01 20:30	05:14 21:15	05:02 21:37
28	08:02 16:59	07:08 17:55	07:53 (ROHN 01.1) 18:42	05:59 20:32	05:12 21:17	05:03 21:37
29	08:00 17:01	07:06 18:00	07:54 (ROHN 01.1) 18:44	05:57 20:33	05:11 21:18	05:03 21:37
30	07:59 17:03	07:04 18:02	07:02 19:44	05:55 20:35	05:10 21:19	05:04 21:37
31	07:57 17:04	07:02 18:04	06:59 19:45	05:54 20:36	05:10 21:20	05:04 21:38
Sonnenscheinstunden	262	279	367	415	482	495
astr.max.mögl.Beschattung	114	545	383			

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:

Kutzleben

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
Moritzburger Weg 67
DE-01109 Dresden
+49 351-885-071

Berechnet:

11.06.2024 10:22/3.5.584

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** H - Rohnstedt, Am Grollbach 28

Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

	July	August	September	Oktober	November	Dezember
1	05:05 21:36	05:40 21:06	06:29 20:05	07:16 18:57	07:49 (ROHN 02.1) 18:13 (ROHN 02.1)	07:08 16:52
2	05:06 21:36	05:42 21:04	06:30 20:03	07:18 18:55	07:48 (ROHN 02.1) 18:12 (ROHN 02.1)	16:52 16:51
3	05:06 21:36	05:43 21:02	06:32 20:01	07:19 18:53	07:48 (ROHN 02.1) 18:12 (ROHN 02.1)	16:51 16:49
4	05:07 21:35	05:45 21:01	06:33 19:58	07:21 18:50	07:48 (ROHN 02.1) 18:12 (ROHN 02.1)	16:49 16:47
5	05:08 21:35	05:46 20:59	06:35 19:56	07:23 18:48	07:47 (ROHN 02.1) 18:11 (ROHN 02.1)	16:45 16:45
6	05:09 21:34	05:48 20:57	06:36 19:54	07:24 18:46	07:49 (ROHN 02.1) 18:11 (ROHN 02.1)	16:44 16:44
7	05:10 21:34	05:49 20:55	06:38 19:52	07:26 18:44	07:51 (ROHN 02.1) 18:10 (ROHN 02.1)	16:42 16:42
8	05:11 21:33	05:51 20:54	06:40 19:49	07:28 18:41	07:52 (ROHN 02.1) 18:09 (ROHN 02.1)	16:41 16:41
9	05:11 21:32	05:53 20:52	06:41 19:47	07:29 18:39	07:54 (ROHN 02.1) 18:08 (ROHN 02.1)	16:41 16:39
10	05:12 21:32	05:54 20:50	06:43 19:45	07:31 18:37	07:56 (ROHN 02.1) 18:07 (ROHN 02.1)	16:39 16:37
11	05:13 21:31	05:56 20:48	06:44 19:43	07:32 18:35	07:58 (ROHN 02.1) 18:06 (ROHN 02.1)	16:37 16:36
12	05:14 21:30	05:57 20:46	06:46 19:40	07:34 18:33	08:00 (ROHN 02.1) 18:05 (ROHN 02.1)	16:36 16:34
13	05:16 21:29	05:59 20:44	06:48 19:38	07:36 18:31	08:02 (ROHN 02.1) 18:04 (ROHN 02.1)	16:34 16:33
14	05:17 21:28	06:00 20:43	06:49 19:36	07:37 18:28	08:04 (ROHN 02.1) 18:03 (ROHN 02.1)	16:33 16:31
15	05:18 21:28	06:02 20:41	06:51 19:34	07:39 18:26	08:06 (ROHN 02.1) 18:02 (ROHN 02.1)	16:31 16:30
16	05:19 21:27	06:03 20:39	06:52 19:31	07:41 18:24	08:08 (ROHN 02.1) 18:01 (ROHN 02.1)	16:29 16:29
17	05:20 21:26	06:05 20:37	06:54 19:29	07:42 18:22	08:10 (ROHN 02.1) 18:00 (ROHN 02.1)	16:27 16:27
18	05:21 21:24	06:07 20:35	06:55 19:27	07:44 18:20	08:12 (ROHN 02.1) 18:00 (ROHN 02.1)	16:25 16:25
19	05:23 21:23	06:08 20:33	06:57 19:24	07:46 18:18	08:14 (ROHN 02.1) 18:00 (ROHN 02.1)	16:23 16:23
20	05:24 21:22	06:10 20:31	06:59 19:22	07:48 18:16	08:16 (ROHN 02.1) 18:00 (ROHN 02.1)	16:21 16:21
21	05:25 21:21	06:11 20:29	07:00 19:20	07:49 18:14	08:18 (ROHN 02.1) 18:00 (ROHN 02.1)	16:19 16:22
22	05:26 21:20	06:13 20:26	07:02 19:18	07:51 18:12	08:20 (ROHN 02.1) 18:00 (ROHN 02.1)	16:17 16:21
23	05:28 21:19	06:14 20:24	07:03 19:15	07:53 18:10	08:22 (ROHN 02.1) 18:00 (ROHN 02.1)	16:15 16:20
24	05:29 21:17	06:16 20:22	07:05 19:13	07:54 18:08	08:24 (ROHN 02.1) 18:00 (ROHN 02.1)	16:13 16:19
25	05:30 21:16	06:18 20:20	07:06 19:11	07:56 18:06	08:26 (ROHN 02.1) 18:00 (ROHN 02.1)	16:11 16:18
26	05:32 21:15	06:19 20:18	07:08 19:08	07:58 18:04	08:28 (ROHN 02.1) 18:00 (ROHN 02.1)	16:09 16:17
27	05:33 21:13	06:21 20:16	07:10 19:06	07:59 18:02	08:30 (ROHN 02.1) 18:00 (ROHN 02.1)	16:15 16:17
28	05:35 21:12	06:22 20:14	07:11 19:04	08:01 18:00	08:32 (ROHN 02.1) 18:00 (ROHN 02.1)	16:13 16:16
29	05:36 21:10	06:24 20:12	07:13 19:02	08:03 17:58	08:34 (ROHN 02.1) 18:00 (ROHN 02.1)	16:11 16:15
30	05:38 21:09	06:25 20:09	07:14 18:59	08:05 17:56	08:36 (ROHN 02.1) 18:00 (ROHN 02.1)	16:09 16:14
31	05:39 21:07	06:27 20:07	07:16 18:57	08:07 17:54	08:38 (ROHN 02.1) 18:00 (ROHN 02.1)	16:07 16:13
Sonneneinstrahlung	498	452	380	333	269	247
astr.max.mögl.Beschattung			84	742	233	

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:

Kutzleben

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH

Moritzburger Weg 67

DE-01109 Dresden

+49 351-885-071

Berechnet:

11.06.2024 10:22/3.5.584

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** I - Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 1

Annahmen für Schattenwurfberechnung

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	08:22	08:55 (KL 11) 07:56	08:37 (ROHN 01.1) 07:04	07:46 (ROHN 02.1) 06:55	05:52	05:08
	16:19	09:13 (KL 11) 17:06	09:09 (ROHN 01.1) 17:56	08:04 (ROHN 02.1) 19:49	20:38	21:23
2	08:22	08:55 (KL 11) 07:54	08:37 (ROHN 01.1) 07:02	07:48 (ROHN 02.1) 06:53	05:50	05:07
	16:20	09:14 (KL 11) 17:08	09:09 (ROHN 01.1) 17:58	08:03 (ROHN 02.1) 19:50	20:40	21:24
3	08:21	08:56 (KL 11) 07:53	08:36 (ROHN 01.1) 07:00	07:51 (ROHN 02.1) 06:50	05:48	05:06
	16:22	09:15 (KL 11) 17:10	09:08 (ROHN 01.1) 18:00	08:00 (ROHN 02.1) 19:52	20:41	21:25
4	08:21	08:56 (KL 11) 07:51	08:37 (ROHN 01.1) 06:58	06:48	05:46	05:05
	16:23	09:15 (KL 11) 17:11	09:09 (ROHN 01.1) 18:02	19:54	20:43	21:26
5	08:21	08:57 (KL 11) 07:50	08:38 (ROHN 01.1) 06:55	06:46	05:44	05:05
	16:24	09:15 (KL 11) 17:13	09:09 (ROHN 01.1) 18:03	19:55	20:45	21:27
6	08:21	08:57 (KL 11) 07:48	08:38 (ROHN 01.1) 06:53	06:44	05:43	05:04
	16:25	09:15 (KL 11) 17:15	09:08 (ROHN 01.1) 18:05	19:57	20:46	21:28
7	08:20	08:58 (KL 11) 07:46	08:38 (ROHN 01.1) 06:51	06:42	05:41	05:04
	16:26	09:16 (KL 11) 17:17	09:08 (ROHN 01.1) 18:07	19:59	20:48	21:28
8	08:20	08:58 (KL 11) 07:45	08:40 (ROHN 01.1) 06:49	06:39	05:39	05:03
	16:28	09:16 (KL 11) 17:19	09:08 (ROHN 01.1) 18:08	20:00	20:49	21:29
9	08:20	08:59 (KL 11) 07:43	08:40 (ROHN 01.1) 06:47	06:37	05:37	05:03
	16:29	09:17 (KL 11) 17:20	09:07 (ROHN 01.1) 18:10	20:02	20:51	21:30
10	08:19	08:59 (KL 11) 07:41	08:41 (ROHN 01.1) 06:44	06:35	05:36	05:02
	16:30	09:17 (KL 11) 17:22	09:06 (ROHN 01.1) 18:12	20:04	20:52	21:31
11	08:18	08:59 (KL 11) 07:40	08:43 (ROHN 01.1) 06:42	06:33	05:34	05:02
	16:32	09:17 (KL 11) 17:24	09:04 (ROHN 01.1) 18:14	20:05	20:54	21:32
12	08:18	09:01 (KL 11) 07:38	08:44 (ROHN 01.1) 06:40	06:31	05:32	05:02
	16:33	09:18 (KL 11) 17:26	09:02 (ROHN 01.1) 18:15	20:07	20:56	21:32
13	08:17	09:01 (KL 11) 07:36	08:47 (ROHN 01.1) 06:38	06:28	05:31	05:01
	16:34	09:17 (KL 11) 17:28	09:00 (ROHN 01.1) 18:17	20:09	20:57	21:33
14	08:16	09:02 (KL 11) 07:34	08:52 (ROHN 01.1) 06:36	06:26	05:29	05:01
	16:36	09:17 (KL 11) 17:30	08:54 (ROHN 01.1) 18:19	20:10	20:59	21:34
15	08:16	09:03 (KL 11) 07:32	07:56 (ROHN 02.1) 06:33	06:24	05:28	05:01
	16:37	09:17 (KL 11) 17:31	08:02 (ROHN 02.1) 18:20	20:12	21:00	21:34
16	08:15	09:04 (KL 11) 07:30	07:54 (ROHN 02.1) 06:31	06:22	05:26	05:01
	16:39	09:16 (KL 11) 17:33	08:04 (ROHN 02.1) 18:22	20:14	21:02	21:35
17	08:14	09:06 (KL 11) 07:28	07:52 (ROHN 02.1) 06:29	06:20	05:25	05:01
	16:41	09:15 (KL 11) 17:35	08:06 (ROHN 02.1) 18:24	20:15	21:03	21:35
18	08:13	08:45 (ROHN 01.1) 07:26	07:50 (ROHN 02.1) 06:27	06:18	05:23	05:01
	16:42	09:14 (KL 11) 17:37	08:07 (ROHN 02.1) 18:25	20:17	21:04	21:35
19	08:12	08:43 (ROHN 01.1) 07:24	07:48 (ROHN 02.1) 06:24	06:16	05:22	05:01
	16:44	08:56 (ROHN 01.1) 17:39	08:08 (ROHN 02.1) 18:27	20:18	21:06	21:36
20	08:11	08:42 (ROHN 01.1) 07:22	07:46 (ROHN 02.1) 06:22	06:13	05:21	05:01
	16:45	08:58 (ROHN 01.1) 17:40	08:08 (ROHN 02.1) 18:29	20:20	21:07	21:36
21	08:10	08:40 (ROHN 01.1) 07:20	07:44 (ROHN 02.1) 06:20	06:11	05:19	05:01
	16:47	08:59 (ROHN 01.1) 17:42	08:09 (ROHN 02.1) 18:30	20:22	21:09	21:36
22	08:09	08:39 (ROHN 01.1) 07:18	07:44 (ROHN 02.1) 06:18	06:09	05:18	05:01
	16:49	09:01 (ROHN 01.1) 17:44	08:09 (ROHN 02.1) 18:32	20:23	21:10	21:37
23	08:08	08:39 (ROHN 01.1) 07:16	07:43 (ROHN 02.1) 06:15	06:07	05:17	05:01
	16:50	09:02 (ROHN 01.1) 17:46	08:09 (ROHN 02.1) 18:34	20:25	21:11	21:37
24	08:07	08:39 (ROHN 01.1) 07:14	07:44 (ROHN 02.1) 06:13	06:05	05:16	05:02
	16:52	09:04 (ROHN 01.1) 17:47	08:09 (ROHN 02.1) 18:35	20:27	21:13	21:37
25	08:06	08:37 (ROHN 01.1) 07:12	07:44 (ROHN 02.1) 06:11	06:03	05:15	05:02
	16:54	09:04 (ROHN 01.1) 17:49	08:09 (ROHN 02.1) 18:37	20:28	21:14	21:37
26	08:04	08:37 (ROHN 01.1) 07:10	07:44 (ROHN 02.1) 06:08	06:01	05:13	05:02
	16:55	09:06 (ROHN 01.1) 17:51	08:08 (ROHN 02.1) 18:39	20:30	21:15	21:37
27	08:03	08:37 (ROHN 01.1) 07:08	07:44 (ROHN 02.1) 06:06	05:59	05:12	05:03
	16:57	09:06 (ROHN 01.1) 17:53	08:07 (ROHN 02.1) 18:40	20:32	21:17	21:37
28	08:02	08:37 (ROHN 01.1) 07:06	07:45 (ROHN 02.1) 06:04	05:57	05:11	05:03
	16:59	09:07 (ROHN 01.1) 17:55	08:06 (ROHN 02.1) 18:42	20:33	21:18	21:37
29	08:00	08:36 (ROHN 01.1)	07:02	05:55	05:10	05:04
	17:01	09:07 (ROHN 01.1)	19:44	20:35	21:19	21:37
30	07:59	08:37 (ROHN 01.1)	06:59	05:54	05:09	05:04
	17:02	09:08 (ROHN 01.1)	19:45	20:36	21:20	21:36
31	07:57	08:36 (ROHN 01.1)	06:57		05:09	
	17:04	09:08 (ROHN 01.1)	19:47		21:21	
Sonnenscheinstunden	262	279	367	415	482	495
astr.max.mögl.Beschattung	625	636	42			

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

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:

Kutzleben

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH

Moritzburger Weg 67

DE-01109 Dresden

+49 351-885-071

Berechnet:

11.06.2024 10:22/3.5.584

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** I - Rohnstedt, Zum Alten Bahnhof 1

Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang

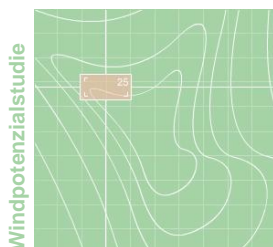
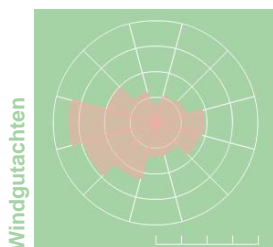
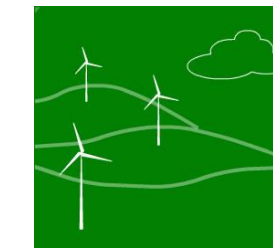
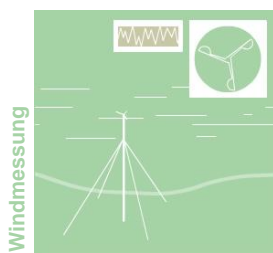
Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung

Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	July	August	September	Oktober		November		Dezember		
1	05:05 21:36	05:40 21:06	06:29 20:05	07:16 18:57		07:08 16:52	24	08:11 (ROHN 01.1) 16:13	18	08:41 (KL 11) 08:59 (KL 11)
2	05:06 21:36	05:42 21:04	06:30 20:03	07:18 18:55		07:10 16:51	27	08:10 (ROHN 01.1) 16:13	18	08:42 (KL 11) 09:00 (KL 11)
3	05:06 21:36	05:43 21:02	06:32 20:01	07:19 18:53		07:12 16:49	29	08:08 (ROHN 01.1) 16:12	18	08:42 (KL 11) 09:00 (KL 11)
4	05:07 21:35	05:45 21:01	06:33 19:58	07:21 18:50		07:14 16:47	29	08:08 (ROHN 01.1) 16:12	18	08:43 (KL 11) 09:01 (KL 11)
5	05:08 21:35	05:46 20:59	06:35 19:56	07:23 18:48		07:15 16:45	30	08:08 (ROHN 01.1) 16:11	18	08:43 (KL 11) 09:01 (KL 11)
6	05:09 21:34	05:48 20:57	06:36 19:54	07:24 18:46		07:17 16:44	32	08:07 (ROHN 01.1) 16:11	18	08:43 (KL 11) 09:01 (KL 11)
7	05:10 21:34	05:49 20:55	06:38 19:52	07:26 18:44		07:19 16:42	32	08:07 (ROHN 01.1) 16:10	18	08:44 (KL 11) 09:02 (KL 11)
8	05:11 21:33	05:51 20:54	06:40 19:49	07:28 18:41		07:21 16:40	32	08:07 (ROHN 01.1) 16:10	19	08:44 (KL 11) 09:03 (KL 11)
9	05:11 21:32	05:53 20:52	06:41 19:47	07:29 18:39		07:22 16:39	33	08:07 (ROHN 01.1) 16:10	19	08:44 (KL 11) 09:03 (KL 11)
10	05:12 21:32	05:54 20:50	06:43 19:45	07:31 18:37		07:24 16:37	32	08:08 (ROHN 01.1) 16:10	18	08:45 (KL 11) 09:03 (KL 11)
11	05:13 21:31	05:56 20:48	06:44 19:43	07:32 18:35	12	08:23 (ROHN 02.1) 08:35 (ROHN 02.1)	32	08:08 (ROHN 01.1) 16:09	18	08:45 (KL 11) 09:03 (KL 11)
12	05:14 21:30	05:57 20:46	06:46 19:40	07:34 18:33	17	08:20 (ROHN 02.1) 08:37 (ROHN 02.1)	31	08:08 (ROHN 01.1) 16:09	19	08:45 (KL 11) 09:04 (KL 11)
13	05:16 21:29	05:59 20:44	06:47 19:38	07:36 18:31	19	08:19 (ROHN 02.1) 08:38 (ROHN 02.1)	31	08:08 (ROHN 01.1) 16:09	18	08:46 (KL 11) 09:04 (KL 11)
14	05:17 21:28	06:00 20:43	06:49 19:36	07:37 18:28	21	08:18 (ROHN 02.1) 08:39 (ROHN 02.1)	30	08:09 (ROHN 01.1) 16:09	18	08:46 (KL 11) 09:04 (KL 11)
15	05:18 21:28	06:02 20:41	06:51 19:34	07:39 18:26	23	08:17 (ROHN 02.1) 08:40 (ROHN 02.1)	29	08:10 (ROHN 01.1) 16:09	18	08:47 (KL 11) 09:05 (KL 11)
16	05:19 21:27	06:03 20:39	06:52 19:31	07:41 18:24	25	08:15 (ROHN 02.1) 08:40 (ROHN 02.1)	28	08:10 (ROHN 01.1) 16:10	18	08:48 (KL 11) 09:06 (KL 11)
17	05:20 21:26	06:05 20:37	06:54 19:29	07:42 18:22	25	08:15 (ROHN 02.1) 08:40 (ROHN 02.1)	27	08:11 (ROHN 01.1) 16:10	17	08:49 (KL 11) 09:06 (KL 11)
18	05:21 21:24	06:07 20:35	06:55 19:27	07:44 18:20	25	08:15 (ROHN 02.1) 08:40 (ROHN 02.1)	25	08:12 (ROHN 01.1) 16:10	18	08:48 (KL 11) 09:06 (KL 11)
19	05:23 21:23	06:08 20:33	06:57 19:24	07:46 18:18	25	08:15 (ROHN 02.1) 08:40 (ROHN 02.1)	23	08:13 (ROHN 01.1) 16:10	18	08:49 (KL 11) 09:07 (KL 11)
20	05:24 21:22	06:10 20:31	06:59 19:22	07:48 18:16	25	08:14 (ROHN 02.1) 08:39 (ROHN 02.1)	22	08:14 (ROHN 01.1) 16:11	17	08:50 (KL 11) 09:07 (KL 11)
21	05:25 21:21	06:11 20:29	07:00 19:20	07:49 18:14	24	08:15 (ROHN 02.1) 08:39 (ROHN 02.1)	19	08:16 (ROHN 01.1) 16:11	17	08:50 (KL 11) 09:07 (KL 11)
22	05:26 21:20	06:13 20:26	07:02 19:18	07:51 18:12	22	08:17 (ROHN 02.1) 08:39 (ROHN 02.1)	16	08:18 (ROHN 01.1) 16:12	17	08:51 (KL 11) 09:08 (KL 11)
23	05:28 21:19	06:14 20:24	07:03 19:15	07:53 18:10	19	08:19 (ROHN 02.1) 08:38 (ROHN 02.1)	13	08:19 (ROHN 01.1) 16:12	17	08:51 (KL 11) 09:08 (KL 11)
24	05:29 21:17	06:16 20:22	07:05 19:13	07:54 18:08	16	08:21 (ROHN 02.1) 08:37 (ROHN 02.1)	14	08:22 (ROHN 01.1) 16:13	18	08:52 (KL 11) 09:10 (KL 11)
25	05:30 21:16	06:18 20:20	07:06 19:11	07:56 18:06	13	07:23 (ROHN 02.1) 07:36 (ROHN 02.1)	9	08:44 (KL 11) 16:13	18	08:52 (KL 11) 09:10 (KL 11)
26	05:32 21:15	06:19 20:18	07:08 19:08	07:58 18:04	9	07:24 (ROHN 02.1) 07:33 (ROHN 02.1)	12	08:42 (KL 11) 16:14	18	08:52 (KL 11) 09:10 (KL 11)
27	05:33 21:13	06:21 20:16	07:10 19:06	07:00 17:02	4	07:26 (ROHN 02.1) 07:30 (ROHN 02.1)	14	08:54 (KL 11) 16:15	17	08:53 (KL 11) 09:10 (KL 11)
28	05:35 21:12	06:22 20:14	07:11 19:04	07:01 17:00	7	08:19 (ROHN 01.1) 08:26 (ROHN 01.1)	15	08:42 (KL 11) 16:15	18	08:53 (KL 11) 09:11 (KL 11)
29	05:36 21:10	06:24 20:12	07:13 19:02	07:03 16:58	14	08:16 (ROHN 01.1) 08:30 (ROHN 01.1)	15	08:42 (KL 11) 16:16	18	08:53 (KL 11) 09:11 (KL 11)
30	05:37 21:09	06:25 20:09	07:14 18:59	07:05 16:56	19	08:13 (ROHN 01.1) 08:32 (ROHN 01.1)	17	08:57 (KL 11) 16:17	18	08:54 (KL 11) 09:12 (KL 11)
31	05:39 21:07	06:27 20:07		07:07 16:54	22	08:12 (ROHN 01.1) 08:34 (ROHN 01.1)		08:59 (KL 11) 16:18	18	08:54 (KL 11) 09:12 (KL 11)
Sonnenscheinstunden	498	452	380	333		269		247		
astr.max.mögl.Beschattung				386		722		555		

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



Visualisierung

Standort: Kutzleben – ROHN 01.1, ROHN 02.1

Bundesland: Thüringen

Auftraggeber: BOREAS Energie GmbH
Moritzburger Weg 67
01109 Dresden
Tel.: 0351/885070

Berichtsnummer: P-IBK-6790624

Datum: 11.06.2024

Auftragnehmer: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
Moritzburger Weg 67
01109 Dresden
Tel./Fax: 0351 / 88507-1/-409
E-Mail: gutachten@ib-kuntzsch.de
Web: www.windgutachten.de

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung.....	3
2	Zweck der Visualisierung	4
3	Berechnungsmethode	4
4	Lagepläne mit Markierung der Foto- und Windenergieanlagenstandorte	5
5	Technische Daten der Windenergieanlagen	7
6	Hinweise zur Interpretation der Visualisierungen	8

1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber beabsichtigt am Standort Kutzleben die Erweiterung eines aus 18 Windenergieanlagen bestehenden Windparks um zwei Anlagen (ROHN 01.1 und ROHN 02.1) – jeweils eine WEA vom Typ Vestas V162-6.0 MW und Vestas V172-7.2 MW.

Durch die Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH wurde bereits am 30.07.2020 eine Visualisierung (Berichtsnummer: P-IBK-9700720) für die am o. g. Standort geplanten WEA ROHN 01 und ROHN 02 angefertigt.

Mit Schreiben vom 15.05.2024 wurde die Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH beauftragt, die vorliegenden Visualisierungen unter Berücksichtigung geänderter Standortkoordinaten, aktualisierter Anlagenbezeichnungen und eines anderen Typs der geplanten Windenergieanlagen zu erstellen.

Die Visualisierungen dienen der Einschätzung der Wirkung der bereits vorhandenen WEA zusammen mit den geplanten Windenergieanlagen auf das Landschaftsbild.

Folgende Angaben wurden vom Auftragnehmer zur Erstellung der Visualisierungen verwendet:

- Topographische Karten des Landesamts für Vermessung und Geoinformation des Freistaats Thüringen im Maßstab im Maßstab 1:25.000,
- Angaben zu Standortkoordinaten und -bezeichnung sowie zum Typ und zur Nabenhöhe der vorhandenen und geplanten Windenergieanlagen (Quelle: Koordinatenliste mit Stand vom 05.02.2024 / E-Mail des Auftraggebers vom 05.02.2024),
- Informationen zu den Abmessungen der Anlagentypen Vestas V162-6.0 MW und Vestas V172-7.2 MW in Dateiform (Quelle: WEA-Datenbank der Visualisierungssoftware),
- Vorgaben zur Tageskennzeichnung der Rotorblätter gem. *Allg. Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen* (Quelle: Auftragsschreiben vom 15.05.2024).

Fotografien wurden vom Auftragnehmer bei einer Vor-Ort-Besichtigung am 22.04.2020 angefertigt und zur Erstellung der Visualisierungen verwendet.

2 Zweck der Visualisierung

Die Bewertung der Auswirkung von Windenergieprojekten auf das Landschaftsbild wird durch eine Vielzahl miteinander konkurrierender und mitunter auch kollidierender Vorstellungen beeinflusst. Darum wird es oft notwendig, die optischen Auswirkungen in der Landschaft darzustellen und verschiedene Aufstellungs- und Anlagenkonfigurationen zu simulieren um einen annehmbaren Kompromiss zu finden sowie eine möglichst harmonische Einpassung in das Landschaftsbild zu gewährleisten. Fotomontagen aufgrund von hochwertigen Fotografien besitzen in diesem Prozess eine grundlegende Funktion: das Bild der Windenergieanlagen wird softwaregestützt in die Bilddatei einbezogen und gedruckt, so dass das Zusammenwirken von Landschaft und Anlagentechnik zumindest teilweise vorweggenommen wird. Die Bewertung dieses Zusammenwirkens bleibt jedoch dem Betrachter und eventuell weitergehenden Methoden der Landschaftsbildbewertung vorbehalten.

Die vorliegende Visualisierung berücksichtigt die Anforderungen des 2021 veröffentlichten Leitfadens „Gute fachliche Praxis für die Visualisierung von Windenergieanlagen“ (Herausgeber: Fachagentur Windenergie an Land e.V., Landesenergie- und Klimaschutzagentur Mecklenburg-Vorpommern, Kompetenzzentrum Naturschutz- und Energiewende).

3 Berechnungsmethode

Die im vorliegenden Bericht dargestellten Visualisierungen werden mit Hilfe des windPro-Visualisierungsprogramms PHOTOMONTAGE erzeugt. In Verbindung mit einem oder mehreren Fotos, die an repräsentativen Standorten aufgenommen wurden, gestattet es die maßstäblich korrekte Abbildung der Windenergieanlagen. Der Kamerastandpunkt und die geplanten Standorte der Anlagen werden anhand ihrer geografischen Position und unter Zuhilfenahme topografischer Karten sowie eines digitalen Geländemodells in das Programm übernommen.

Berücksichtigt werden weiterhin Faktoren wie:

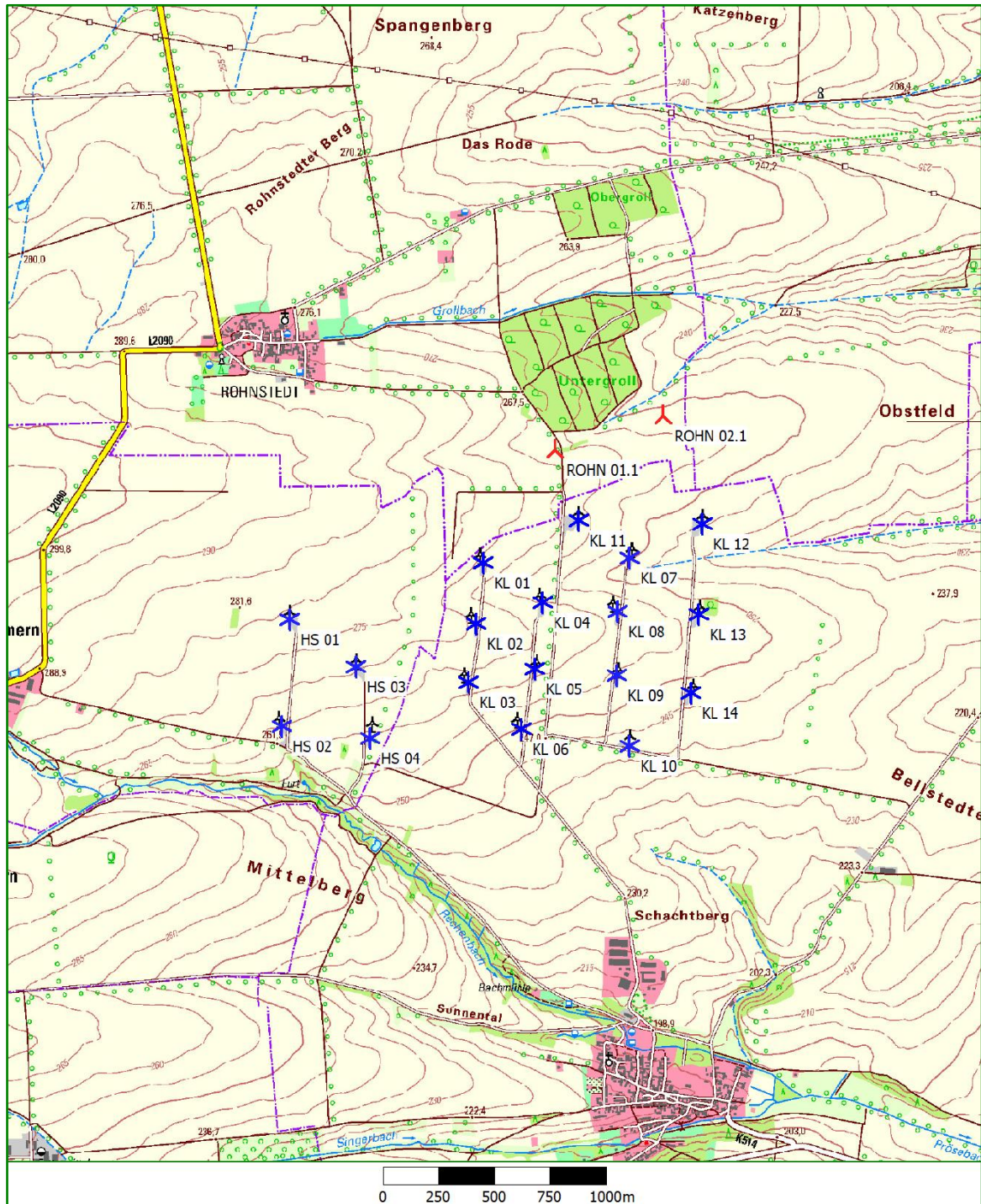
- Brennweite und Sensorabmessungen der Kamera,
- zusätzliche Kontrollpunkte in der Landschaft (z.B. Kirchtürme, Baumgruppen, Funkmasten, vorhandene Windenergieanlagen) zur Parametrierung des Kameramodells,
- Datum und Uhrzeit der Aufnahme zur Einbeziehung des Sonnenstandes in die Berechnungen,
- Windrichtung,
- Licht- und Schattenverhältnisse (z.B. Bewölkung),
- Anlagenabmessungen (u.a. Rotordurchmesser, Nabenhöhe) sowie
- Tageskennzeichnung der Anlagen.

Variierbar sind darüber hinaus die Farbtöne für Turm, Rotor und Gondel der Windenergieanlagen.

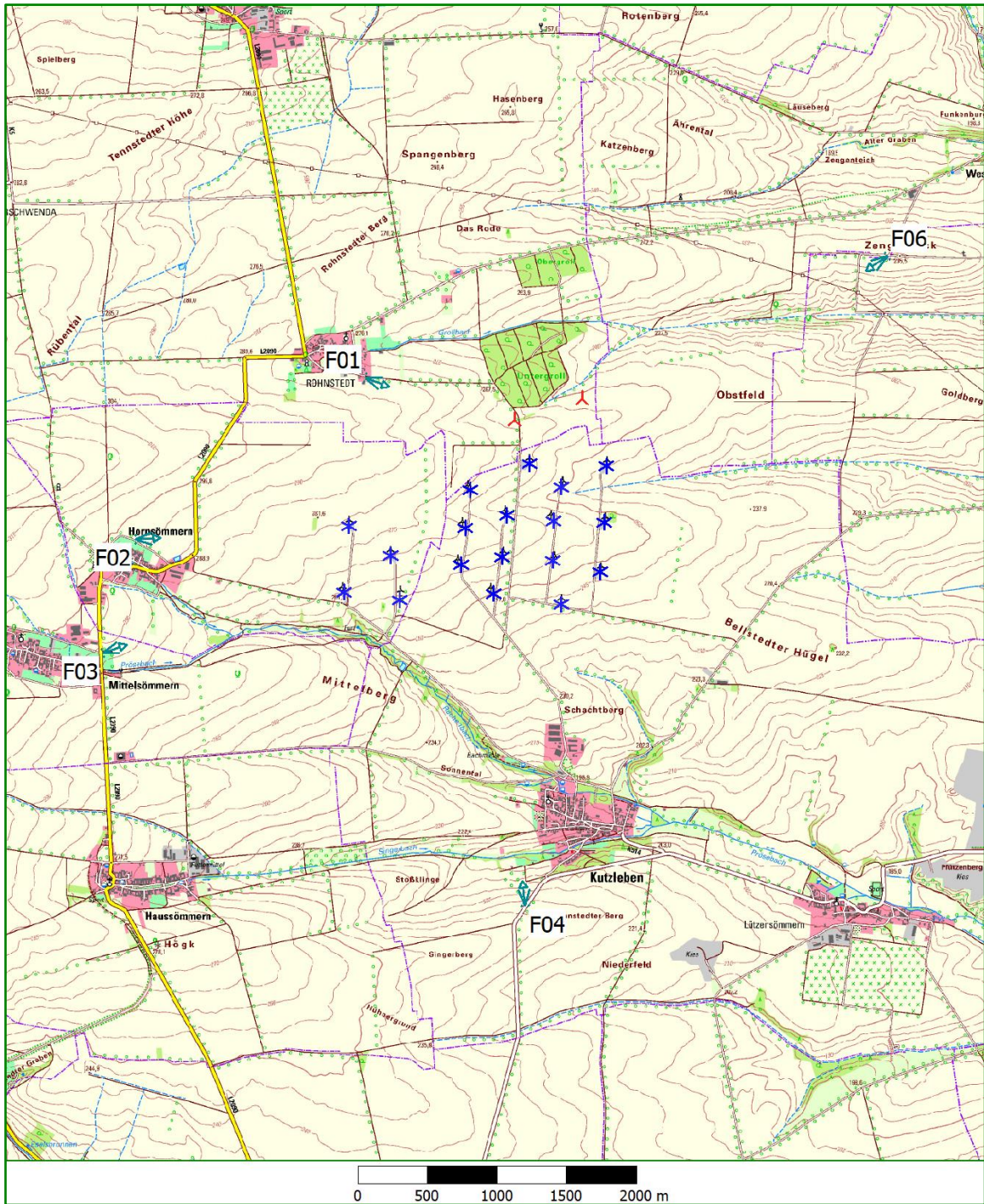
4 Lagepläne mit Markierung der Foto- und Windenergieanlagenstandorte

Vom Auftragnehmer wurden mehrere Fotografien mittels digitaler Spiegelreflexkamera am 22.04.2020 angefertigt; die Fotostandorte wurden in Absprache mit dem Auftraggeber ausgewählt.

Die Positionen der Windenergieanlagen entsprechen den Vorgaben des Auftraggebers.



Lageplan (Maßstab ca. 1 : 30.000) mit Positionen der vorhandenen Windenergieanlagen (blaue Symbole) und der geplanten WEA (rote Symbole)



Lageplan (Maßstab ca. 1 : 45.000) mit Positionen der vorhandenen Windenergieanlagen (blaue Symbole), der geplanten WEA (rote Symbole) und der Fotostandorte (türkise Symbole)

5 Technische Daten der Windenergieanlagen

Anlagenstatus		Anlagen- bezeichnung	Anlagentyp	Nabenhöhe [m]	Rotordurch- messer [m]
Vorbelastung	vorhanden	KL 01...10	Vestas V90-2.0 MW	105	90
		HS 01...04, KL 11...14	Vestas V112-3.0 MW	140	112
Zusatzbelastung	geplant	ROHN 01.1	Vestas V162-6.0 MW	169	162
		ROHN 02.1	Vestas V172-7.2 MW	175	172

Tabelle 1: Angaben zu den WEA – Die Farbgebung der Statusangaben korrespondiert mit der entsprechenden Einfärbung der Symbole in den Lageplänen (Abschnitt 4)

6 Hinweise zur Interpretation der Visualisierungen

Hinweise zur Lage der Fotostandorte und zur Interpretation der Bilddarstellungen sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Kürzel	Standortbeschreibung	Abstand zu den geplanten WEA [km]	Objektiv-einstellung ¹ [mm]	Hinweise zur Interpretation
F01	Rohnstedt, südl. Ortsrand	ca. 1,1	50	Mehrere Bestandsanlagen liegen außerhalb des rechten Bildrandes. Die geplanten Anlagen sind in der Bildmitte und im linken Bildbereich dargestellt. Die geplante WEA ROHN 02.1 wird teilweise durch Bewuchs verdeckt.
F02	Hornsömmern, nördl. Ortsrand	ca. 2,9	50	Alle Anlagen liegen im Bildbereich, sind aber teilweise durch Bewuchs verdeckt. Die geplanten WEA sind im linken Bildbereich dargestellt.
F03	Mittelsömmern, östl. Ortsrand	ca. 3,4	50	Alle Anlagen liegen im Bildbereich. Die geplanten WEA sind im linken Bildbereich dargestellt. Im rechten Bildhintergrund ist der Windpark Greußen sichtbar.
F04	Tennstedter Berg	ca. 3,5	50	Bis auf die vorhandene WEA HS 02 liegen alle Anlagen im Bildbereich. Die geplanten WEA sind im rechten Bildbereich dargestellt.
F06	Zengenhöck	ca. 2,4	50	Alle Anlagen liegen im Bildbereich. Die geplanten WEA sind im rechten Bildbereich dargestellt.

Tabelle 2: Fotostandorte und Hinweise zur Interpretation der Visualisierungen

Die 5 Originalfotos und Fotomontagen sind im Anhang zusammengestellt.

¹ Brennweite, bezogen auf eine Kamera mit dem üblichen Filmformat von 36 mm x 24 mm; das sogenannte „Normalobjektiv“ hat eine Brennweite von 50 mm



















