4.1 Art und Ausmaß aller luftverunreinigenden Emissionen einschließlich Gerüchen, die voraussichtlich von der Anlage ausgehen werden

Entfällt

4.2 Betriebszustand und Emissionen von staub-, gas- und aerosolförmigen luftverunreinigenden Stoffen sowie Gerüchen

BE-Nr.	BE-Bezeichnung	Quelle Nummer lt. Fließbild	Betriebszustand (z.B. Anfahrbetrieb, Abfahrbetrieb, Normalbetrieb bei verschiedenen Laststufen) und emissions-verursachender Vorgang	Häufigkeit des emissions-verursachenden Vorganges	Zeitdauer des emissions-verursach-enden Vorganges	Abgas-		Emittierter Stoff im Reingas (getrennt nach einzelnen Komponenten)						Ermittlungsart der Emissionen
						Strom [Nm³/h]	Temperatur [°C]	Bezeichnung	Aggregat-zustand	Konzentration [mg/m³] bzw. [GE/m³]		Massenstrom [kg/h] bzw. [GE/h]		
										Min.	Max.	Min.	Max.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

4.3 Quellenverzeichnis Emissionen von staub-, gas- und aerosolförmigen luftverunreinigenden Stoffen sowie Gerüchen

Quelle Nummer lt. Fließbild	Art der Quelle	Bauausführung der Quelle	Geographische Lage		Höhen [m]				Austrittsfläche [m²]	Bei Linien- und Flächenquellen		
			Ostwert	Nordwert	über Erdboden	E-Quelle über Gebäude	Gebäudeoberkante	max. Bebauung im 50m Umkreis		Länge [m]	Breite [m]	Winkel zu Nord
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

4.4 Quellenplan Emissionen von staub-, gas- und aerosolförmigen luftverunreinigenden Stoffen sowie Gerüchen

Entfällt

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, Volllast) 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
3 Phasen Asynchrongenerator	Vollast	365	24	06:00 bis 22:00	Generator/Rotorblätter	104,6		SO0

4.6 Quellenplan Schallemissionen / Erschütterungen

Anlagen:

- 4.6 Eingangsgroessen-fuer-Schallimmissionsprognosen-V150-4.2MW.pdf
- 4.6 V150 1. Messbericht.pdf
- 4.6 GMD-Hollenstedt-Schall Gutachten.pdf

Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen
Vestas V150-4.0/4.2 MW

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

- Mittlerer Schallleistungspegel $\overline{L_W}$ (P50) und
- dazugehörigen Oktavspektrum
- Unsicherheit des Schallleistungspegels σ_{WTG} mit einem Vertrauensniveau von 90% (P90): 1,28 x σ_{WTG}

und bilden die WEA-spezifischen Eingangsgrößen der Schallimmissionsprognosen für die Windparkplanung.

Als Datengrundlage stehen Schallleistungspegel 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.

Blattkonfiguration	STE & RVG				
Spezifikation	0067-7067.V11(EN) / 0067-7798.V07 (DE)				
Betriebsmode	**Modus 0 (104,9)**	**PO1 (104,9)**	**SO1 (103,4)**	**SO2 (102,0)**	**SO3 (99,5)**
Nennleistung [kW]	4000	4200	4000	3583	1546
	Nabenhöhen [m]				
Verfügbare	123 / 145 / 166	123 / 145 / 166	123 / 166	123 / 166	123 / 145 / 166
Datengrundlage	Absatz A	Absatz C	Absatz A	Absatz B	Absatz B
STE: RVG: SO: PO:	**S**errated **T**railing **E**dges (Sägezahnhinterkante) **R**oot **V**ortex **G**eneratoren (Vortex Generatoren im Nabenbereich des Blattes) **S**ound **O**ptimized Mode (Geräuschoptimierte Modi) **P**ower **O**ptimized Mode (Leistungsoptimierte Modi)				

Tabelle 1: Verfügbare Betriebsmodi für Errichtungen in Deutschland V150-4.0/4.2 MW

HINWEIS: Es besteht die Möglichkeit der Tag/Nachtbetriebskombination mit Geräuschoptimierte Modi (SO). Das heißt Tag/Nacht in der Kombination PO/SO, Modus 0/SO, ausschließlich PO oder ausschließlich Modus 0 ist möglich, eine Kombination PO/Modus 0 jedoch nicht.

Dieses Dokument dient – wie auch die Leistungsspezifikation auch – lediglich der Information über die Eingangsdaten der Garantie der akustischen Eigenschaft und stellt selbst keine Garantie dar. Für die Abgabe einer projektspezifischen Garantie der akustischen Eigenschaft ist der Abschluss eines Liefervertrages zwingende Voraussetzung.

T05 0070-3421 Ver 08 - Approved- Exported from DMS: 2020-09-22 by SALAY

This document is Vestas property. It is classified as Restricted. Unauthorised use or disclosure is prohibited. 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.

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 Schallleistungspegels.

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				
Betriebsmode	**Modus 0 (104,9)**	**PO1 (104,9)**	**SO1 (103,4)**	**SO2 (102,0)**	**SO3 (99,5)**
$\overline{L_W}$ (P50)	104,9	-	103,4	-	-
σ_{WTG}	1,3	-	1,3	-	-
$1{,}28\ x\ \sigma_{WTG}$	1,7	-	1,7	-	-
$L_{e,max}$ (P90)	**106,6**	**-**	**105,1**	**-**	**-**
Frequenzen	**Oktavspektrum $\overline{L_W}$ (P50)**				
63 Hz	85,9	-	84,9	-	-
125 Hz	93,6	-	92,2	-	-
250 Hz	98,2	-	96,7	-	-
500 Hz	100,0	-	98,4	-	-
1 kHz	98,9	-	97,4	-	-
2 kHz	94,8	-	93,6	-	-
4 kHz	87,9	-	87,1	-	-
8 kHz	78,0	-	77,7	-	-
A-wgt (P50)	**104,9**	**-**	**103,4**	**-**	**-**

Tabelle 2: Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen V150-4.0/4.2 MW, Herstellerangabe

T05 0070-3421 Ver 08 - Approved- Exported from DMS: 2020-09-22 by SALAY

B. Einfachvermessung

Sofern ein Schall-Emissionsmessbericht für den geplanten Windenergieanlagentyp (WEA) und Betriebsmode vorliegt muss dieser zur Schallimmissionsprognose gemäß LAI-Hinweisen herangezogen werden. Der Messbericht weist den max. gemessenen Schallleistungspegel $\overline{L_W}$ (P50) des vermessenen Windenergieanlagentyps und Betriebsmodus aus, sowie das dazugehörige Oktavspektrum.

Zur Ermittlung der Unsicherheit des Schalleistungspegels σ_{WTG} werden die Unsicherheiten der Serienstreuung σ_P und der Typvermessung σ_R (Reproduzierbarkeit) gemäß den Vorgaben des LAI Hinweise herangezogen.

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

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

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

$$mit\ \sigma_P = 1{,}2\ dB\ und\ \sigma_R = 0{,}5\ dB$$

Blattkonfiguration	STE & RVG				
Betriebsmode	**Modus 0 (104,9)**	**PO1 (104,9)**	**SO1 (103,4)**	**SO2 (102,0)**	**SO3 (99,5)**
Messbericht (DMS)	-	-	-	0094-8705 V00	0089-0616 V00
Berichtsnummer	-	-	-	10202054-A-1-A	10172624-A-2-A
$\overline{L_W}$ (P50)	-	-	-	102,8	98,7
σ_P	-	-	-	1,2	1,2
σ_R	-	-	-	0,5	0,5
σ_{WTG}	-	-	-	1,3	1,3
$1{,}28\ x\ \sigma_{WTG}$	-	-	-	1,664	1,664
$L_{e,max}$ (P90)	-	-	-	**104,5**	**100,4**
Oktavspektrum (P50)	Ist dem jeweiligen Messbericht zu entnehmen				

Tabelle 3: Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen V150-4.0/4.2 MW, Einfachvermessung

T05 0070-3421 Ver 08 - Approved- Exported from DMS: 2020-09-22 by SALAY

C. Mehrfachvermessung

Sofern mindestens drei Schall-Emissionsmessberichte für den geplanten Windenergieanlagentyp (WEA) und Betriebsmode vorliegt, müssen diese gemäß LAI-Hinweisen zur Schallimmissionsprognose herangezogen werden.

Blattkonfiguration	STE & RVG				
Betriebsmode	**Modus 0 (104,9)**	**PO1 (104,9)**	**SO1 (103,4)**	**SO2 (102,0)**	**SO3 (99,5)**
Ergebniszusammenfassung aus mehreren Einzelmessungen (Oktaven und mittlerer Schallleistungspegel, ggf. inkl. NH-Umrechnungen)					
DMS/Version	-	0093-4038 V00	-	-	-
Berichtsnummer	-	10205391-A-1-A	-	-	-
Messung 1:	**Einzelmessbericht (& ggf. NH-Umrechnung)**				
DMS-Nr.	-	0088-3560 V01	-	-	-
Berichtsnummer	-	10168461-A-1-B	-	-	-
DMS-Nr. Der NH-Umrechnung	-	-	-	-	-
Messung 2:	**Einzelmessbericht (& ggf. NH-Umrechnung)**				
DMS-Nr.	-	0089-6014 V00	-	-	-
Berichtsnummer	-	10172624-A-1-A	-	-	-
DMS-Nr. Der NH-Umrechnung	-	-	-	-	-
Messung 3:	**Einzelmessbericht (& ggf. NH-Umrechnung)**				
DMS-Nr.	-	0092-4751 V00	-	-	-
Berichtsnummer	-	10172633-A-1-A	-	-	-
DMS-Nr. Der NH-Umrechnung	-	-	-	-	-

Tabelle 4: Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen V150-4.0/4.2 MW, Mehrfachvermessung

Basierend auf den gemessenen Schallleistungspegeln der Einzelmessungen L_{WA} ist im Mehrfachmessbericht der Mittelwert $\overline{L_W}$ (P50) der unterschiedlichen Windgeschwindigkeits-BIN ermittelt und dargestellt.

Hieraus wählt man den Betriebspunkt/Windgeschwindigkeits-BIN mit dem max. mittleren Schallleistungspegel L_W (P50) und betrachtet nachfolgende diesen Betriebspunkt.

Zur Ermittlung der Unsicherheit des mittleren Schalleistungspegels σ_{WTG} wird wie folgt berechnet:

$$\sigma_{WTG} = \sqrt{\sigma_P{}^2 + \sigma_R{}^2} \quad \text{(P50)}$$

T05 0070-3421 Ver 08 - Approved- Exported from DMS: 2020-09-22 by SALAY

Die Serienstreuung σ_P des WEA-Typs wird unter Berücksichtigung einer kombinierten Unsicherheit des Mittelwertes unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Einzelmesswertes σ_i (berechnet aus Uc der Einzelvermessung & des Fehlers der NH-Umrechnung σ_{NH}) wie folgt bestimmt:

$$\sigma_P = \frac{\sum_{i=1}^{n} \sigma_i \cdot 10^{\left(L_{wA,i}/10\right)}}{\sum_{i=1}^{n} 10^{\left(L_{wA,i}/10\right)}}$$

mit

$$\sigma_i = \sqrt{{U_c}^2 + {\sigma_{NH}}^2}$$

Für die Unsicherheit der Typvermessung (Reproduzierbarkeit) σ_R wird 0,5 gemäß LAI Hinweise angesetzt.

Der WEA-spezifische Unsicherheitsaufschlag (Unsicherheit des mittleren Schallleistungspegels σ_{WTG} mit einem Vertrauensniveau von 90% (P90)) beträgt

1,28 x σ_{WTG} (gerundet auf einer Dezimale), jedoch Minimum 1dB(A).

T05 0070-3421 Ver 08 - Approved- Exported from DMS: 2020-09-22 by SALAY

DNV·GL

SCHALLEMISSIONSMESSUNG AN EINER WEA DES TYPS V150-4.2 MW 50 HZ, PO1, 228051

Schallemissionsgutachten gemäß FGW TR 1, Rev. 18

Vestas Wind Systems A/S

Berichtsnummer: 10168461-A-1-B
Berichtsdatum: 2020-03-18

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

This document is the property 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.

WICHTIGER HINWEIS UND AUSSCHLUSSERKLÄRUNG

1. Dieses Dokument ist ausschließlich zur Verwendung durch den auf der ersten Seite dieses Dokuments genannten Kunden bestimmt, an den dieses Dokument gerichtet ist und der eine schriftliche Vereinbarung mit der DNV GL-Einheit geschlossen hat, die dieses Dokument ausstellt (im Folgenden „DNV GL"). Soweit dies rechtlich zulässig ist, übernimmt DNV GL oder ein anderes Unternehmen der Gruppe (im Folgenden „die Gruppe") gegenüber Dritten (anderen Personen als dem Kunden) keinerlei Vertrags- oder Deliktshaftung, auch nicht auf Grund von Fahrlässigkeit, noch sonst eine Haftung, und kein Unternehmen der Gruppe außer DNV GL haftet für einen wie auch immer gearteten Verlust oder Schaden, der aufgrund einer Handlung, einer Unterlassung oder eines Versäumnisses (sei es aus Fahrlässigkeit oder aus einem anderen Grund) von DNV GL, der Gruppe oder einem seiner oder ihrer Mitarbeiter, Subunternehmer oder Bevollmächtigten eintritt. Dieses Dokument muss in seiner Gesamtheit betrachtet werden und unterliegt allen darin oder in einer anderen damit verbundenen maßgeblichen Mitteilung zum Ausdruck gebrachten Annahmen und Voraussetzungen. Dieses Dokument kann genaue technische Daten enthalten, die nur zur Verwendung durch Personen bestimmt sind, die über das erforderliche Know-how auf dem entsprechenden Fachgebiet verfügen.

2. Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt und darf nur entsprechend den Bestimmungen der Dokumentenklassifizierung sowie sonstiger daran geknüpfter Bedingungen vervielfältigt oder weitergegeben werden, die in diesem Dokument und/oder in der schriftlichen Vereinbarung zwischen DNV GL und dem Kunden enthalten sind bzw. auf die darin verwiesen wird. Kein Teil dieses Dokuments darf ohne die ausdrückliche vorherige schriftliche Zustimmung von DNV GL in einer Emissionserklärung, einem Zeichnungsprospekt oder einer Börsennotierung, einem Rundbrief oder einer ähnlichen sonstigen Bekanntmachung erscheinen. Eine Einstufung in der Dokumentenklassifizierung, die es dem Kunden erlaubt, dieses Dokument weiterzugeben, bedeutet dadurch nicht, dass DNV GL gegenüber einem anderen Empfänger als dem Kunden in irgendeiner Weise haftbar ist.

3. Dieses Dokument wurde auf der Grundlage von Informationen zu Daten und Fristen erstellt, auf die in diesem Dokument verwiesen wird. Dieses Dokument schließt nicht aus, dass sich Informationen ändern können. Sofern und in dem Maße wie die Kontrolle und Überprüfung von Informationen oder Daten nicht ausdrücklich in dem schriftlich festgehaltenen Leistungsumfang vereinbart wurde, ist DNV GL weder für vom Kunden oder einem Dritten an DNV GL gegebene fehlerhafte Informationen oder Daten noch für die Folgen solch fehlerhafter Informationen oder Daten in irgendeiner Weise verantwortlich, gleichgültig, ob diese Informationen oder Daten in diesem Dokument enthalten sind bzw. darauf verwiesen wird oder nicht.

4. Alle Schätzungen und Vorhersagen in Bezug auf Wind und Energie unterliegen Faktoren, die nicht alle im Rahmen der Wahrscheinlichkeit liegen, und beinhalten Unsicherheiten, die in diesem Dokument genannt sind bzw. auf die in diesem Dokument verwiesen wird, und nichts in diesem Dokument gewährleistet eine bestimmte Windgeschwindigkeit oder Energieleistung.

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

Projekt:	Schallemissionsmessung an einer WEA des Typs V150-4.2 MW 50 Hz im Betriebsmodus PO1	DNV GL - Energy Renewables Measurements
Berichtstitel:	Schallemissionsgutachten gemäß FGW TR 1, Rev. 18	GL Garrad Hassan Deutschland GmbH
Kunde:	Vestas Wind Systems A/S Hedeager 42 8200 Aarhus N, Dänemark	Sommerdeich 14b 25709 Kaiser-Wilhelm-Koog Deutschland
Kontaktperson:	Niels Christian M. Nielsen	Tel: +49 4856 901 0
Auftragsdatum:	2019-08-23	HR B 636 ME
Projektnummer:	10168461	
Berichtsnummer:	10168461-A-1-B	

Auftrag:

Bestimmung der Schallemissionswerte gemäß FGW Technische Richtlinie Teil 1, Rev. 18 an einer Windenergieanlage des Typs V150-4.2 MW 50 Hz, PO1, 228051, in der Nähe von Østerild (Dänemark) in .

Berichtserstellerin:	Prüfer:	Freigabe erteilt durch:
Annika Johannsen B.Eng. (Projektingenieurin)	Dipl.-Ing. (FH) Ulf Kock (Messstellenleiter §29b BImSchG)	Dipl.-Ing. (FH) Ulf Kock (Messstellenleiter §29b BImSchG)

Revision	Datum	Ausgabe	Berichtsersteller	Prüfer	Freigabe erteilt durch
A	2019-09-23	Erstausgabe	Ulrich Rasper	Ulf Kock	Ulf Kock
B	2020-03-18	Korrigierte Ergebnisse aufgrund geänderter Regressionsparameter, Tabelle 2-4, Tabelle 5-1, Anhang 8.1 – 8.34	Annika Johannsen	Ulf Kock	Ulf Kock

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-11134-01-00

Schallemission TR 1 FGW 2020 Konformitätssiegel

Dieser Bericht darf auszugsweise nur mit schriftlicher Zustimmung der GL Garrad Hassan Deutschland GmbH vervielfältigt werden. Er umfasst insgesamt 56 Seiten inklusive des Anhanges.

Inhalt

1 AUFTRAG 6

2 ZUSAMMENFASSUNG UND BEWERTUNG 6
2.1 Subjektive Beurteilung des abgestrahlten Geräusches 8

3 ABWEICHUNGEN 8

4 DURCHFÜHRUNG DER MESSUNGEN 8
4.1 Messverfahren 8
4.2 Messablauf 8
4.3 Verwendete Messgeräte 9
4.4 Anordnung der Messpunkte 9

5 ERLÄUTERUNGEN ZU DEN MESSERGEBNISSEN 9
5.1 Richtcharakteristik 9
5.2 Schalldruckpegel 9
5.3 Schallleistungspegel 10
5.4 Impulshaltigkeit 10
5.5 Pegel von Einzelereignissen 10
5.6 Tonhaltigkeit und Frequenzanalysen 11
5.7 Terz- und Oktavanalysen 11
5.8 Einschätzung der Turbulenz 11
5.9 Messunsicherheit 11
5.10 Messunsicherheit des Typs A 11
5.11 Messunsicherheit des Typs B 12

6 REFERENZEN 13

7 FORMEL- UND ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS 14

8 ANHANG 15
8.1 Regression Schalldruckpegel über berechneter WG 16
8.2 Zusammenfassung der Auswertungsergebnisse 17
8.3 Schalldruckpegel über korrigierter, gemessener WG 18
8.4 Schalldruckpegel über gemessener Wirkleistung 19
8.5 Rotordrehzahl über gemessener Wirkleistung 20
8.6 Zeitschrieb (Tag 1) 21
8.7 Zeitschrieb (Tag 2) 22
8.8 Übersichtsspektren 1-6 bei WG = 6 m/s 23
8.9 Übersichtsspektren 7-12 bei WG = 6 m/s 24
8.10 Tonhaltigkeitsbewertung bei WG = 6 m/s 25
8.11 Übersichtsspektren 1-6 bei WG = 7 m/s 26
8.12 Übersichtsspektren 7-12 bei WG = 7 m/s 27
8.13 Tonhaltigkeitsbewertung bei WG = 7 m/s 28
8.15 Übersichtsspektren 1-6 bei WG = 8 m/s 29
8.16 Übersichtsspektren 7-12 bei WG = 8 m/s 30
8.17 Tonhaltigkeitsbewertung bei WG = 8 m/s 31
8.18 Übersichtsspektren 1-6 bei WG = 9 m/s 32
8.19 Übersichtsspektren 7-12 bei WG = 9 m/s 33
8.20 Tonhaltigkeitsbewertung bei WG = 9 m/s 34
8.21 Übersichtsspektren 1-6 bei WG = 10 m/s 35
8.22 Übersichtsspektren 7-12 bei WG = 10 m/s 36

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

8.23	Tonhaltigkeitsbewertung bei WG = 10 m/s	37
8.25	Terz-Schalldruckspektren bei WG = 6 m/s	38
8.26	Terz-Schalldruckspektren bei WG = 7 m/s	39
8.27	Terz-Schalldruckspektren bei WG = 8 m/s	40
8.28	Terz-Schalldruckspektren bei WG = 9 m/s	41
8.29	Terz-Schalldruckspektren bei WG = 10 m/s	42
8.30	Oktav-Schallleistungsspektrum bei WG = 6 m/s	43
8.31	Oktav-Schallleistungsspektrum bei WG = 7 m/s	44
8.32	Oktav-Schallleistungsspektrum bei WG = 8 m/s	45
8.33	Oktav-Schallleistungsspektrum bei WG = 9 m/s	46
8.34	Oktav-Schallleistungsspektrum bei WG = 10 m/s	47
8.35	Verwendete Leistungskurve	48
8.37	Herstellerbescheinigung (Seite 1/3)	49
8.38	Herstellerbescheinigung (Seite 2/3)	50
8.39	Herstellerbescheinigung (Seite 3/3)	51
8.40	Korrekturwerte des verwendeten Sekundärwindschirms	52
8.41	Fotografien des Messaufbaus	53
8.42	Verwendete Messgeräte	55
8.43	Geographische Lage des Messortes	56

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

1 AUFTRAG

Die GL Garrad Hassan Deutschland GmbH (GH-D) wurde von der Vestas Wind Systems A/S beauftragt, Schallmessungen an der im Betriebsmodus „PO1" betriebenen Windenergieanlage (WEA) des Typs V150-4.2 MW 50 Hz (WEA Nr. 228051) bei Østerild (Dänemark) in durchzuführen.
Ziel ist es, die immissionsrelevanten Schallleistungspegel sowie die Frequenzzusammensetzung des WEA-Geräusches bei unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten zu ermitteln. Sofern vorhanden, sind weitere akustische Auffälligkeiten näher zu bestimmen. Die in diesem Bericht dargestellten Ergebnisse beziehen sich nur auf diese vermessene Anlage.

Hinweis: Dieser Bericht ersetzt den Prüfbericht Nr. 10168461-A-1-A. Es wurden die Regressionsparameter geändert mit Einfluss auf Tabelle 2-4, Tabelle 5-1 sowie die Grafiken im Anhang 8.1 – 8.34.

2 ZUSAMMENFASSUNG UND BEWERTUNG

In der folgenden Tabelle 2-1 sind die relevanten Anlagendaten zusammengefasst.

Tabelle 2-1: Anlagendaten

WEA-Hersteller	Vestas Wind Systems A/S
WEA-Typ	V150-4.2 MW 50 Hz
Betriebsmodus	PO1
Nennleistung	4200 kW
Anlagenseriennummer	228051
Standort	Østerild (Dänemark)
Nabenhöhe über Grund	137 m
Rotordurchmesser	150 m
Abstand Turmmittellinie-Blattflanschmittelpunkt	4,5 m
Leistungsregelung (pitch/stall)	Pitch

Informationen zur Messung und Auswertung können der Tabelle 2-2 entnommen werden.

Tabelle 2-2: Informationen zur Messung und Auswertung

Messtage	2019-08-22 22:16 Uhr bis 2019-08-23 20:30 Uhr 2019-09-05 12:00 Uhr bis 2019-09-05 17:44 Uhr
Messung durchgeführt von	Ulrich Rasper
Horizontaler Messpunktabstand zur WEA (R_0)	215 m
Höhe des Mikrofons in Bezug auf die WEA (h_a)	0 m
Status für das Betriebsgeräusch	1
Status für das Fremdgeräusch	0,5
Verwendete Regression für das Betriebsgeräusch	6. Ordnung
Verwendete Regression für das Fremdgeräusch	1. Ordnung
Verwendete Mittelungszeit	10 s
Wirkleistungsbereich (gemessen)	1410 bis 4215 kW
Windgeschwindigkeitsbereich der Betriebsgeräuschmessung	4,4 bis 11,0 m/s

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Art der verwendeten Leistungskurve	vom Hersteller berechnet

Die vermessene Windenergieanlage ist umgeben von landwirtschaftlich genutzten Flächen, überwiegend Weideflächen und Ackerland mit geringer Vegetation.

Die meteorologischen Bedingungen der für die Auswertung herangezogenen Daten sind in der Tabelle 2-3 angegeben.

Tabelle 2-3: Meteorologische Bedingungen

Luftdruck in 2 m Höhe über Grund	Tag 1: 1017 - 1020 hPa Tag 2: 1003 - 1006 hPa
Lufttemperatur in 2 m Höhe über Grund	Tag 1: 15,6 - 20,3 °C Tag 2: 14,2 - 15,8 °C
Hauptwindrichtung	WSW
Wetterlage	Bewölkt, Schauer
Turbulenzintensität in 10 m Höhe über Grund	16,6 %

Die Messungen ergeben die in Tabelle 2-4 dargestellten Schallleistungspegel und Zuschläge für das Nahfeld. Eine Übertragbarkeit auf das Fernfeld ist nicht unmittelbar möglich.

Tabelle 2-4: Ergebniszusammenfassung für den Betriebsmodus PO1

WG V_{10m} [m/s]	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**$WG_{95\%}$ 6.62**
Wirkleistung aus Leistungskurve P [kW]	3426	4134	4200	4200	4200	3990
Gemessene Rotordrehzahl n [min-1]	10,33	10,32	10,35	10,30	10,34	10,3
Schallleistungspegel LWA,k [dB]	104,2	104,1	104,1	104,5	104,6	104,1
Gesamtmessunsicherheit Uc [dB]	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	-
Impulshaltigkeitszuschlag KIN [dB]	0	0	0	0	0	-
Tonhaltigkeitszuschlag KTN [dB]	0	0	0	0	0	-

Der ermittelte Quotient aus der berechneten zur gemessenen Windgeschwindigkeit beträgt κ = 1,27.

Einzelereignisse, die den momentanen Wert des Schallleistungspegels um mehr als 10 dB überschreiten, wurden nicht festgestellt.Eine ausgeprägte Richtcharakteristik des Anlagengeräusches liegt bei dieser WEA nicht vor.

Hinweis: Die Messung ist im Sinne der Technischen Richtlinie /1/ als vollständig anzusehen, da die erfassten Messwerte über einen ausreichend großen Bereich gleichmäßig gestreut sind und somit auf das akustische Verhalten der WEA über den gesamten relevanten Windgeschwindigkeitsbereich geschlossen werden kann.

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

2.1 Subjektive Beurteilung des abgestrahlten Geräusches

Die zu untersuchende WEA wies das für diesen WEA Typ und diese Leistungsklasse anlagentypische aerodynamische Geräusch auf, was durch den Gutachter als nicht auffällig eingestuft wird.

Die Anlage zeigt nach subjektiver Beurteilung durch den Gutachter ein gemäß ihrer Leistungssteuerung typisches Geräuschverhalten ohne tonale Auffälligkeiten.

Es wird versichert, dass das Gutachten unparteiisch und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt wurde.

3 ABWEICHUNGEN

Die folgenden Daten wurden aus der Anlagensteuerung ausgekoppelt: Wirkleistung, Drehzahl, Pitchwinkel und Gondelanemometerwindgeschwindigkeit, wobei lediglich die Auskopplung der Wirkleistung eine Abweichung zur Richtlinie darstellt.

Abweichend zu /1/ wurde, trotz der Verwendung einer Daten-Mittelungszeit von 10 Sekunden, für die Messwerte oberhalb von 95 % der Nennleistung die κ-Faktor Methode verwendet.

4 DURCHFÜHRUNG DER MESSUNGEN

4.1 Messverfahren

Die Messung der Schallemissionen wurde gemäß der Management Procedure ISI-RA-MEA-4600 /5/ durchgeführt. Diese Prüfanweisung ist Bestandteil des Managementsystems der GL Garrad Hassan Deutschland GmbH.

Als Mess- und Beurteilungsmethode wurde auftragsgemäß folgende Vorschrift gewählt: „Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 18" vom 2008-02-01 /1/. Diese basiert auf der IEC 61400-11 Ed. 2.1 „Wind turbine generator systems - Part 11: Acoustic noise measurement techniques" vom 2006-11-28 /2/. Sofern durch den Gutachter im Nahfeld der WEA subjektiv eine impulsartige Auffälligkeit wahrgenommen wird, ist anhand der DIN 45645-1 „Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen", Juli 1996 /3/, der Impulszuschlag K_{IN} für fünf Windklassen im Bereich von 6 - 10 m/s zu ermitteln. Gemäß der /1/ wird zur Feststellung der Tonhaltigkeit im Nahfeld das Anlagengeräusch nach /2/ ausgewertet.

Angegeben werden der immissionsrelevante Schallleistungspegel sowie die Ton- und, sofern subjektiv festgestellt, die Impulshaltigkeit im Nahfeld für Windgeschwindigkeiten im Bereich von 6 bis 10 m/s in 10 m Höhe. Bei einer Anlage, die 95 % der Auslegungsnennleistung unterhalb einer Windgeschwindigkeit von 10 m/s in 10 m Höhe erreicht, wird zusätzlich der entsprechende Schallleistungspegel bei 95 % der Auslegungsnennleistung angegeben.

4.2 Messablauf

Während der Betriebsmessungen lief die Windenergieanlage im Dauerbetrieb. Bei dieser Messung wurden die über eine Sekunde gemittelten Schalldruckpegel aufgezeichnet. Die nicht-akustischen Größen wurden mit einer Abtastrate von 1 Hz aufgezeichnet. Unbrauchbare Messdaten, wie beispielsweise beim Auftreten von Störgeräuschen durch vorbeifahrende Fahrzeuge oder Regen, wurden während der Messung gekennzeichnet. Die in diesen Zeiträumen aufgenommenen Daten wurden nicht zur Auswertung herangezogen. Sehr häufig und regellos auftretende Störgeräusche wie Vegetationsgeräusche wurden bei der Auswertung durch die Fremdgeräuschkorrektur berücksichtigt.

Bei der Positionierung der schallharten Platte wurde darauf geachtet, dass der Umgebungseinfluss, wie z.B. durch Häuser oder hoch gewachsene Vegetation, möglichst geringgehalten wurde. Die Bedingungen entsprachen dem freien Schallfeld über reflektierender Ebene.

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

4.3 Verwendete Messgeräte

Zur Ermittlung der verschiedenen Messgrößen wurden die im Anhang dargestellten Geräte verwendet. Die für die Messung relevanten Messgeräte werden in regelmäßigen Zeitabständen kalibriert bzw. geeicht, um jederzeit eine einwandfreie Daten- und Messsicherheit zu gewährleisten. Dies geschieht auf Basis der Management System Work Instruction ISI-RA-MEA-2501 /6/, welche die Anforderungen der /1/ bzw. der /2/ einschließt. Die gesamte akustische Messkette wurde mit einer Prüfschallquelle der Klasse 1 vor und nach der Messung überprüft.

4.4 Anordnung der Messpunkte

Die Anordnung der Messpunkte wurde entsprechend der Vorgabe der /1/ gewählt. Der Referenzmesspunkt der akustischen Messung (Mikrofonposition) wurde mit einem Laserentfernungsmessgerät (LEM) ermittelt.

5 ERLÄUTERUNGEN ZU DEN MESSERGEBNISSEN

5.1 Richtcharakteristik

Der Referenzmesspunkt für die Schallmessung und die Auswertung wurde in Mitwindrichtung positioniert, da durch den Gutachter subjektiv keine ausgeprägte Richtcharakteristik in der Geräuschabstrahlung der WEA festgestellt werden konnte. Durch diese Messanordnung wird die Schallausbreitung durch den Wind begünstigt und der größte äquivalente Schalldruckpegel an diesem Messpunkt angenommen.

5.2 Schalldruckpegel

Alle zu messenden Daten wurden kontinuierlich über den gesamten Messzeitraum aufgezeichnet. Traten im Messzeitraum Störungen auf, z. B. durch Flug- oder Verkehrslärm, so wurden die zugehörigen Daten schon während der Messung markiert und bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

Durch die Vergabe und Aufzeichnung eines Statussignales wird zwischen Zeiträumen, in denen die Anlage in Betrieb und in denen sie abgeschaltet war sowie den Zeitenräumen, in denen Störgeräusche auftraten, unterschieden.

Bei der Auswertung wurde eine Fremdgeräuschkorrektur vorgenommen, bei welcher der Schalldruckpegel des Geräusches bei laufender Anlage (Gesamtgeräuschpegel) energetisch um den Fremdgeräuschpegel reduziert wird. Diese Korrektur erfordert zunächst die Bildung und Darstellung von Regressionen der gemessenen Gesamt- sowie Fremdgeräuschpegel in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe. Die Schalldruckpegel bei den relevanten Windgeschwindigkeiten werden aus den Regressionen ermittelt (siehe Anhang). Die arithmetische Differenz der Regressionen stellt den Störabstand zwischen Gesamt- und Fremdgeräusch dar. Bei den relevanten Windgeschwindigkeiten wird der Gesamtgeräuschpegel energetisch ebenfalls um den Fremdgeräuschpegel reduziert und daraus der fremdgeräuschkorrigierte Schalldruckpegel $L_{Aeq,c,k}$ der WEA bestimmt. Die Ordnung der zur Auswertung verwendetet Regression wurde so gewählt, dass ein Maximum an Genauigkeit in der Funktionsnachbildung gewährleistet ist.

Der Quotient aus der berechneten zur gemessenen Windgeschwindigkeit ergibt sich aus:

$$\kappa = \frac{V_s}{V_z} \qquad (1)$$

V_S: standardisierte Windgeschwindigkeit, V_z: gemessene Windgeschwindigkeit.

Abweichungen zwischen gemessener und berechneter Windgeschwindigkeit werden auf Beeinträchtigungen der in 10 m Höhe gemessenen Windgeschwindigkeit durch Geländestruktur und Vegetation zurückgeführt. Eine Prüfung sämtlicher Erfassungsgeräte vor und nach der Messkampagne hat deren einwandfreien Betrieb festgestellt.
Die durch die Verwendung des Sekundärwindschirms verursachte Dämpfung wurde rechnerisch korrigiert. Die ermittelte Einfügungsdämpfung für den verwendeten Windschirm ist dem Anhang zu entnehmen.

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

5.3 Schallleistungspegel

Der Schallleistungspegel $L_{WA,k}$ wurde aus dem fremdgeräuschkorrigierten Schalldruckpegel $L_{Aeq,c,k}$ für die relevanten Windgeschwindigkeiten in 10 m Höhe berechnet.

Der Schallleistungspegel $L_{WA,k}$ ergibt sich aus folgendem Zusammenhang:

$$L_{WA,k} = L_{Aeq,c,k} - 6 + 10 \cdot \lg\left(\frac{4 \cdot \pi \cdot R_1^2}{S_0}\right) \qquad (2)$$

Die 6 dB-Korrektur des Schalldruckpegels ist aufgrund der Schalldruckverdoppelung durch kohärente Interferenz bei der Reflexion auf der schallharten Platte vorzunehmen /2/.

$10 \cdot \lg\left(\frac{4 \cdot \pi \cdot R_1^2}{S_0}\right)$ ist das Verhältnis in dB zwischen der Fläche einer Kugel mit Radius

$R_1 = \sqrt{(R_0 + d)^2 + (H - h_A)^2}$ und der Referenzfläche S_0 = 1 m². (3)

R_0: Abstand zwischen Turmmittelpunkt und Messpunkt,
d: Abstand Rotorflächenmittelpunkt zum Turmmittelpunkt,
H: Nabenhöhe über Grund,
h_A: Aufpunkthöhe (Mikrofonhöhe).

Im Anhang befinden sich Diagramme mit Darstellung der:

- 10 s-Mittelwerte des A-bewerteten Schalldruckpegels in Abhängigkeit von der standardisierten Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe mit Angabe der jeweiligen Regressionskoeffizienten,
- 10 s-Mittelwerte des A-bewerteten Schalldruckpegels in Abhängigkeit von der korrigierten, gemessenen Windgeschwindigkeit,
- 10 s-Mittelwerte des A-bewerteten Schalldruckpegels in Abhängigkeit von der gemessenen elektrischen Wirkleistung,
- 60 s-Mittelwerte der Rotordrehzahl in Abhängigkeit von der gemessenen elektrischen Wirkleistung,
- Sekunden-Messwerte des A-bewerteten Schalldruckpegels, Status, Windgeschwindigkeit gemessen in 10 m Höhe und Wirkleistung über der Messzeit.

5.4 Impulshaltigkeit

Sofern durch den Gutachter im Nahfeld der WEA subjektiv eine impulsartige Auffälligkeit wahrgenommen wird, ist der Impulszuschlag K_{IN} anhand der /3/ zu bestimmen. Analysiert wird hierfür der Zeitraum der Betriebsgeräuschmessung. Die Differenz aus dem über diesen Zeitraum gemittelten Taktmaximalmittelungspegel (L_{AFTeq}) und dementsprechend gemittelten äquivalenten Dauerschalldruckpegel (L_{Aeq}) ergibt den unbewerteten Impulszuschlag K_{IN}.
Die /3/ empfiehlt, den Impulszuschlag erst bei einem berechneten Wert von K_{IN} > 2 dB aufzuschlagen. Daraus resultiert der bewertete Impulszuschlag für diese WEA im Nahfeld.
Die im vorliegenden Fall ermittelte Impulshaltigkeit ist in Tabelle 2-4 angegeben.

Hinweis: Generell ist eine im Nahfeld festgestellte Impulshaltigkeit nicht unmittelbar auf den Fernbereich übertragbar.

5.5 Pegel von Einzelereignissen

Einzelereignisse, wie z. B. das Anfahren oder Abschalten der Anlage, die den momentanen Wert des Schallleistungspegels bei den relevanten Windgeschwindigkeiten um mehr als 10 dB überschreiten, sind gemäß /1/ zu dokumentieren.

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

5.6 Tonhaltigkeit und Frequenzanalysen

Das auf der schallharten Platte gemessene Geräusch wurde mittels FFT-Analyse schmalbandig auf seine Frequenzzusammensetzung analysiert. Die Analyse wurde nachträglich von den aufgezeichneten Audio-Dateien durchgeführt. Zur Beurteilung der Tonhaltigkeit der Windenergieanlage wurden gemäß /1/ jeweils 12 Spektren zu jeweils 10 s herangezogen. Für jedes Spektrum wurde eine Tonhaltigkeitsanalyse durchgeführt. Für die Analyse nach /1/ ergeben sich die in Tabelle 2-4 dargestellten Tonhaltigkeitszuschläge als Funktion der Windgeschwindigkeit.

Repräsentative Spektren des Gesamtgeräusches, die für die Tonhaltigkeitsanalyse zugrunde gelegt wurden, sind im Anhang festgehalten. Hinweis: Eine eventuell im Nahfeld ermittelte Tonhaltigkeit kann nicht unmittelbar auf das Fernfeld übertragen werden.

5.7 Terz- und Oktavanalysen

Im Anhang befinden sich die A-bewerteten Terzspektren für Windgeschwindigkeiten im Bereich von 6 m/s bis 10 m/s in 10 m Höhe. Die entsprechenden A-bewerteten Oktav-Schallleistungsspektren sind ebenfalls dem Anhang zu entnehmen.

5.8 Einschätzung der Turbulenz

Die mittlere Turbulenzintensität ergibt sich aus dem Mittelwert der Quotienten aus Standardabweichung und mittlerer Windgeschwindigkeit von mindestens drei Intervallen von jeweils zehn Minuten (vgl. /2/).

Ein Wert für die Turbulenzintensität wurde für die gesamte Messung ermittelt und ist der Tabelle 2-3 zu entnehmen.

5.9 Messunsicherheit

Die Messunsicherheit setzt sich zusammen aus Komponenten des Typs A, welche durch Anwendung statistischer Methoden ausgewertet werden, und Komponenten des Typs B, die über die Beurteilung verschiedener Informationen abgeschätzt werden. Die Messunsicherheitskomponenten werden ausgedrückt in Form von Standardabweichungen und zur Ermittlung der Gesamtunsicherheit nach der Verknüpfungsmethode von Varianzen kombiniert /2/.

5.10 Messunsicherheit des Typs A

Der Fehler des abgeschätzten $L_{Aeq,c,k}$ bei jedem ganzzahligen Windgeschwindigkeitswert ist eine Messunsicherheit des Typs A und wird als U_A bezeichnet. Gemäß der technischen Richtlinie /1/ wird für diesen Unsicherheitsanteil abweichend von der /2/ nicht die mittlere Streuung der einzelnen Messwerte um die aus der Regression ermittelten Werte verwendet, sondern die Standardabweichung des Regressionswertes aus folgender Gleichung errechnet:

$$U_{\mathrm{A}} = \sqrt{\frac{\sum\left(y - y_{abgeschätzt}\right)^2}{N(N-2)}} \tag{4}$$

Mit

y: gemessener Schalldruckpegel des Gesamtgeräusches in dB,

$y_{abgeschätzt}$: geschätzter Schalldruckpegel des Gesamtgeräusches aus der Regressionsanalyse in dB,

N: Anzahl der Gesamtgeräuschmesswerte je Wind-Bin.

Die Bestimmung wird für die Gesamtgeräusche ($U_{A,\,s+n}$) und die Fremdgeräusche ($U_{A,\,n}$) in jeder Windklasse durchgeführt. Die Unsicherheit des fremdgeräuschbereinigten Anlagenpegels wird ermittelt aus:

$$U_{\mathrm{A,s}} = \frac{\sqrt{\left(U_{\mathrm{A,s+n}} \cdot 10^{0,1 \cdot L_{\mathrm{s+n}}}\right)^2 + \left(U_{\mathrm{A,n}} \cdot 10^{0,1 \cdot L_{\mathrm{n}}}\right)^2}}{10^{0,1 \cdot L_{\mathrm{s}}}} \tag{5}$$

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

5.11 Messunsicherheit des Typs B

Durch die Art der Umgebung, den meteorologischen Bedingungen sowie der Messkette werden die in Tabelle 5-1 aufgeführten Komponenten der Messunsicherheit des Typs B zugeordnet (vgl. /2/). Für alle hier erwähnten Messunsicherheiten des Typs B wird aus Vereinfachungsgründen normgemäß eine Rechteckverteilung möglicher Werte im Bereich ± a angenommen. Die Standardabweichung einer solchen Verteilung beträgt:

$$U = \frac{a}{\sqrt{3}} \tag{6}$$

Tabelle 5-1: Typ B Messunsicherheitskomponenten

Komponente	typischer möglicher Bereich ± a [dB]	verwendeter Bereich ± a [dB]	Unsicherheit U (Standardabweichung) [dB]
Kalibrierung, U_{B1}	±0,3	±0,2*	0,12
Akustische Messkette, U_{B2}	±0,3	±0,4*	0,23
Schallharte Platte, U_{B3}	±0,5	±0,5	0,29
Messabstand, U_{B4}	±0,1	±0,1	0,06
Akustische Impedanz der Luft, U_{B5}	±0,2	±0,2	0,12
Meteorologische Variation inkl. Turbulenz, U_{B6}	±0,7	±0,7	0,40
Windgeschwindigkeit errechnet, U_{B7}	±1,5	±0,03 bis ±0,38 **	0,02 bis 0,22
Windrichtung, U_{B8}	±0,5	±0,5	0,29
$\sum_{i=1}^{8} U_{Bi}^{2}$			0,41 bis 0,46

* Herstellerangaben für die verwendeten Geräte.

**Anmerkung: Da keine gültige gemessene Leistungskurve vorlag, wurde die Windgeschwindigkeit mittels einer berechneten Leistungskurve ermittelt. Daher wurden für die Unsicherheitskomponente U_{B7} windgeschwindigkeitsabhängig folgende Werte ermittelt:

Tabelle 5-2: Typ U_{B7} Messunsicherheitskomponenten

Windgeschwindigkeit in m/s	6	7	8	9	10
U_{B7} [dB]	0,02	0,11	0,20	0,17	0,22

Abweichend von der /2/ wird gemäß /1/ der Einfluss der Fremdgeräuschkorrektur auf die Messunsicherheit $U_{A,s}$ (siehe oben) aus den statistischen Unsicherheiten ermittelt. Die in der /2/ beschriebene Komponente U_{B9} entfällt hier somit.

Die kombinierte Gesamtmessunsicherheit U_c des Schallleistungspegels $L_{WA,k}$ wird wie folgt berechnet:

$$U_C = \sqrt{U_A^{\,2} + \sum_{i=1}^{8} U_{Bi}^{\,2}} \tag{7}$$

Die ermittelten Werte für $U_{A,s+n}$, $U_{A,n}$ und U_C sind den Ergebnistabellen im Anhang 9.2 zu entnehmen.

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

6 REFERENZEN

/1/ Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1, Rev. 18,
Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e. V., Stresemannplatz 4, 24103 Kiel
2008-02-01

/2/ IEC 61400-11 Ed. 2.1 Wind Turbine Generator Systems,
Part 11: Acoustic Noise Measurement Techniques
2006-11-28

/3/ DIN 45645-1
»Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen - Teil 1: Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft «
1996-07

/4/ DIN 45681
»Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen«
2005-03

/5/ ISI-RA-MEA-4600 *
Noise emission measurements on wind turbines – sum level method
(Messung der Schallemission an Windenergieanlagen - Summenpegelmethode)
2017-03-01

/6/ ISI-RA-MEA-2501 *
Calibration Programs
(Kalibrierung und periodische Überprüfung)
2017-03-14

/7/ IEC 61400-11:2012, Deutsche Fassung DIN EN 61400-11:2013,
Windenergieanlagen - Teil 11: Schallmessverfahren
2013-09-01

/8/ ISI-RA-MEA-4606 *
Measurements of tonal noise characteristics
(Analyse tonaler Eigenschaften von Geräuschen)
2017-03-01

**Diese Dokumente sind Teil des Managementsystems der GL Garrad Hassan Deutschland GmbH und können bei Bedarf eingesehen werden.*

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

7 FORMEL- UND ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

αL	-	Absorptionskoeffizient für Luft	[dB/m]
Ω	-	Raumwinkel	[dB]
BImSchG	-	Bundes-Immissionsschutzgesetz	[-]
BIN	-	Ganzzahliger Wert der standardisierten Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	[-]
BG	-	Betriebsgeräusch	[-]
c_{met}	-	Meteorologiedämpfungsmaß	[dB]
d	-	Abstand Rotorflächenzentrum - Turmmittellinie	[m]
D	-	Rotordurchmesser	[m]
DIN	-	Deutsches Institut für Normung	[-]
D_L	-	Luftabsorptionsmaß	[dB]
D_S	-	Abstandsmaß	[dB]
FG	-	Fremdgeräusch	[-]
FFT	-	Fast Fourier Transformation	[-]
Δf	-	Linienabstand der Schmalbandanalyse	[Hz]
H, H_n	-	Schallquellenhöhe = Nabenhöhe über Grund	[m]
h_A, h_m	-	Aufpunkthöhe (Mikrofonhöhe)	[m]
h_e	-	Höhe des Emissionspunkts über NN	[m]
h_F	-	Fundamenthöhe über Umgebungsniveau	[m]
IO, IP	-	Immissionsort / Immissionspunkt	[-]
K_{IN}	-	Impulshaltigkeitszuschlag nach DIN 45645 (Index N: Nahfeld)	[dB]
K_0	-	Raumwinkelmaß	[dB]
K_{TN}	-	Tonhaltigkeitszuschlag nach DIN 45681 Entwurf (Index N: Nahfeld)	[dB]
κ	-	Verhältnis der normierten WG zur gemessenen WG	[-]
L_{AF95}	-	Summenhäufigkeitspegel, A-bewertet	[dB]
L_{AFM}, L_{Aeq}	-	äquivalenter Dauerschallpegel, A-bewertet	[dB]
$L_{Aeq,c}$	-	äquivalenter Dauerschallpegel, A-bewertet, hintergrundkorrigiert	[dB]
L_{backgr}, L_n	-	äquivalenter Dauerschallpegel des Fremdgeräusches, A-bewertet	[dB]
L_g	-	Frequenzgruppenpegel des verdeckten Geräusches	[dB]
L_{HS}	-	Pegel der Hörschwelle nach DIN 45680	[dB]
L_s	-	mittlerer Pegel des Spektrums des Betriebsgeräusches	[dB]
L_t	-	Tonpegel	[dB]
ΔL	-	Pegeldifferenz	[dB]
L_{WA}	-	A-bewerteter Schallleistungspegel	[dB]

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

$L_{WA,max}$	-	A-bewerteter, maximaler Schallleistungspegel im gemessenen WG Bereich	[dB]
$L_{WA,90}$	-	A-bewerteter Schallleistungspegel des oberen Vertrauensbereichs	[dB]
MP	-	Messpunkt	[-]
P, P_W	-	Abgegebene elektrische Wirkleistung	[kW]
P_{Nenn}	-	Nennleistung	[kW]
$P_{95\%}$	-	95 % der Nennleistung	[kW]
R_0	-	Messentfernung (projizierter Abstand zw. Schallquelle und Messpunkt)	[m]
SEM	-	Schallemissionsmessung in der Nähe der WEA	[-]
σ_{LWA}	-	Unsicherheit des schallimmissionsrelevanten Schallleistungspegels	[dB]
U_A	-	Messunsicherheit L_{Aeq}	[dB]
U_{B9}	-	Messunsicherheit Fremdgeräusch	[dB]
U_C	-	Gesamtmessunsicherheit	[dB]
V_S		Standardisierte Windgeschwindigkeit	[m/s]
V_z		Gemessene Windgeschwindigkeit (in 10 m Höhe)	[m/s]
WEA	-	Windenergieanlage	[-]
WG	-	Windgeschwindigkeit	[m/s]
WG_{10m}	-	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	[m/s]
$WG_{95\%}$	-	WG in 10 m Höhe, bei der die WEA 95 % ihrer Nennleistung abgibt	[m/s]
WG_{Ref}	-	Referenz-Windgeschwindigkeit (10 m/s in 10 m Höhe)	[m/s]
WP	-	Windpark	[-]
z_0	-	Rauigkeitslänge	[m]

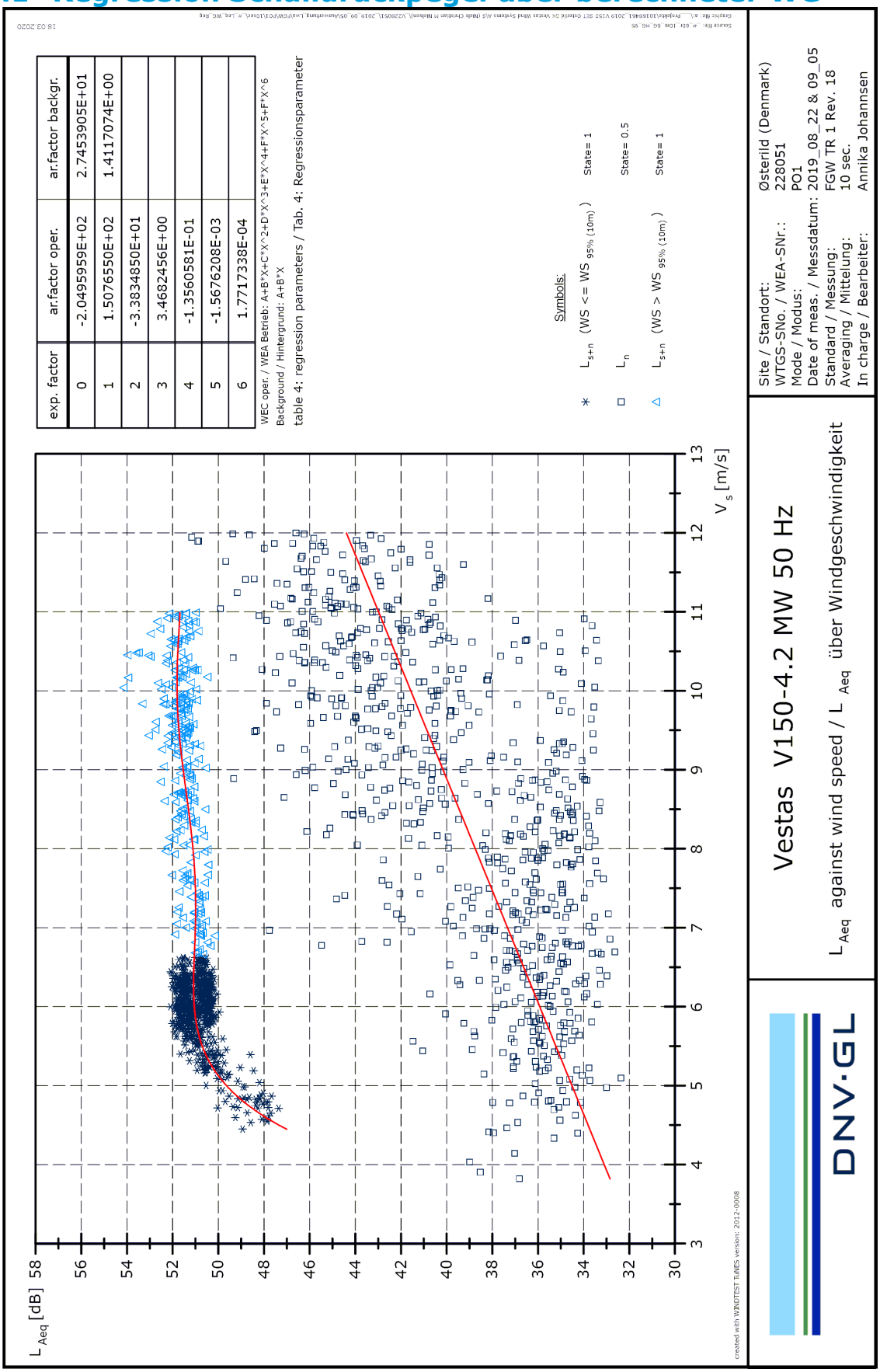
8 ANHANG

Auf den folgenden Seiten sind die Messergebnisse sowie weitere Details zur vermessenen Anlage und dem verwendeten Messsystem zu finden.

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

8.1 Regression Schalldruckpegel über berechneter WG



exp. factor	ar.factor oper.	ar.factor backgr.
0	-2.0495959E+02	2.7453905E+01
1	1.5076550E+02	1.4117074E+00
2	-3.3834850E+01	
3	3.4682456E+00	
4	-1.3560581E-01	
5	-1.5676208E-03	
6	1.7717338E-04	

WEC oper. / WEA Betrieb: A+B*X+C*X^2+D*X^3+E*X^4+F*X^5+F*X^6
Background / Hintergrund: A+B*X

table 4: regression parameters / Tab. 4: Regressionsparameter

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Parameters of evaluation / Auswerteparameter :

H	=	137.0	m	d	=	4.50	m	h_A	=	0.0	m	P_{rated} / P_{Nenn}	=	4.20	MW
D	=	150.0	m	z_0	=	0.050	m	R_0	=	215.0	m	$V_{H\ (95\%)}$	=	9.90	m/s

stall control / passive Leistungsregelung: No

Measurement conditions / Messbedingungen:

temperature / Temperatur = min. 14.2°C, max. 20.4°C

air pressure / Luftdruck = min. 1003.2 hPa, max. 1020.2 hPa

$V_{H\ (95\%)}$ = 9.91 m/s $V_{10m\ (95\%)}$ = 6.63 m/s

range of the wind direction / Windrichtungsbereich = 178° - 297°

Results / Ergebnisse :

$V_{10m\ (95\%)\ standardised}$	=	6.62	m/s
$P_{95\%}$	=	3.990	MW
k	=	1.27	
average turbulence intensity / mittlere Turbulenzintensität	=	16.6	%

V_{10m}	$U_{A,\ s+n}$ [dB]	$U_{A,\ n}$ [dB]	U_C [dB]
6	0.02	0.19	0.6
7	0.05	0.28	0.7
8	0.08	0.35	0.7
9	0.06	0.37	0.7
10	0.08	0.35	0.7

table 1: uncertainty / Tabelle 1: Messunsicherheiten

created with WINDTEST TuNES version: 2012-0008

V_{10m}	$L_{Aeq,k}$ [dB]	L_n [dB]	$L_{Aeq,c,k}$ [dB]	$L_{WA,k}$ [dB]
6	51.1	35.9	50.9	104.2
7	51.0	37.3	50.8	104.1
8	51.1	38.7	50.9	104.1
9	51.5	40.2	51.2	104.5
10	51.8	41.6	51.4	104.6

table 2: results L = f($V_{10\ m}$) / Tabelle 2: Ergebnisse L = f($V_{10\ m}$)

$V_{10m\ (95\%)}$	$L_{Aeq,k}$ [dB]	L_n [dB]	$L_{Aeq,c,k}$ [dB]	$L_{WA,k}$ [dB]
6.62	51.1	36.8	50.9	104.1

table 3: results L = f($V_{10\ m\ (95\%)}$) / Tabelle 3: Ergebnisse L = f($V_{10\ m\ (95\%)}$)

Source file: _# _UB7_LK_gerechnet
Graphic file: a:___Projekte\10168461_2019 V150 SEF Österild DK Vestas Wind Systems A/S (Nels Christian M Nielsen)_V228051_2019_09_05\Auswertung_Lwa\FGW\PO1\10sec_#_result

18.03.2020

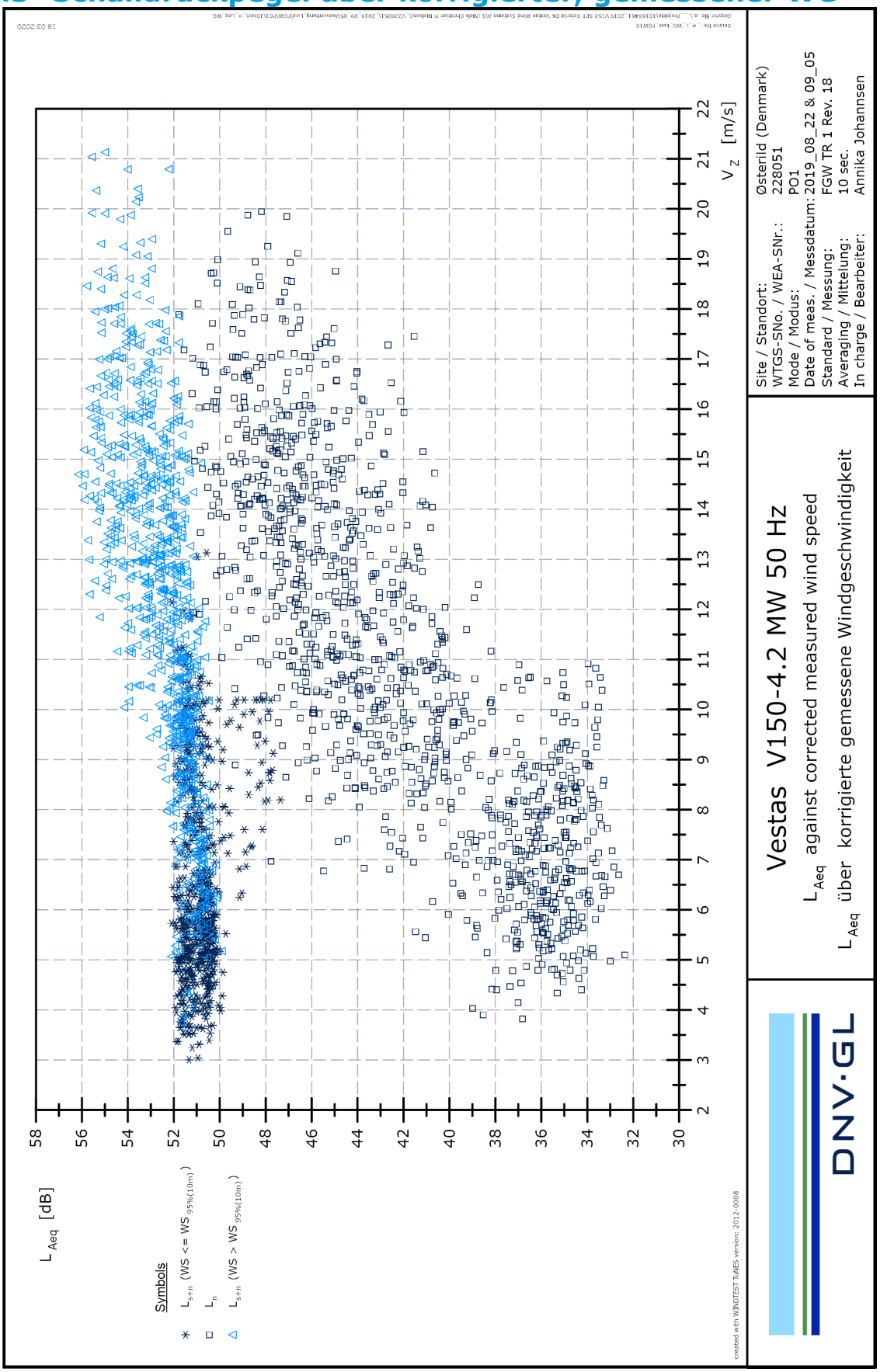
DNV·GL

Vestas V150-4.2 MW 50 Hz

Results / Ergebnisse

Site / Standort:	Østerild (Denmark)
WTGS-SNo. / WEA-SNr.:	228051
Mode / Modus:	PO1
Date of meas. / Messdatum:	2019_08_22 & 09_05
Standard / Messung:	FGW TR 1 Rev. 18
Averaging / Mittelung:	10 sec.
In charge / Bearbeiter:	Annika Johannsen

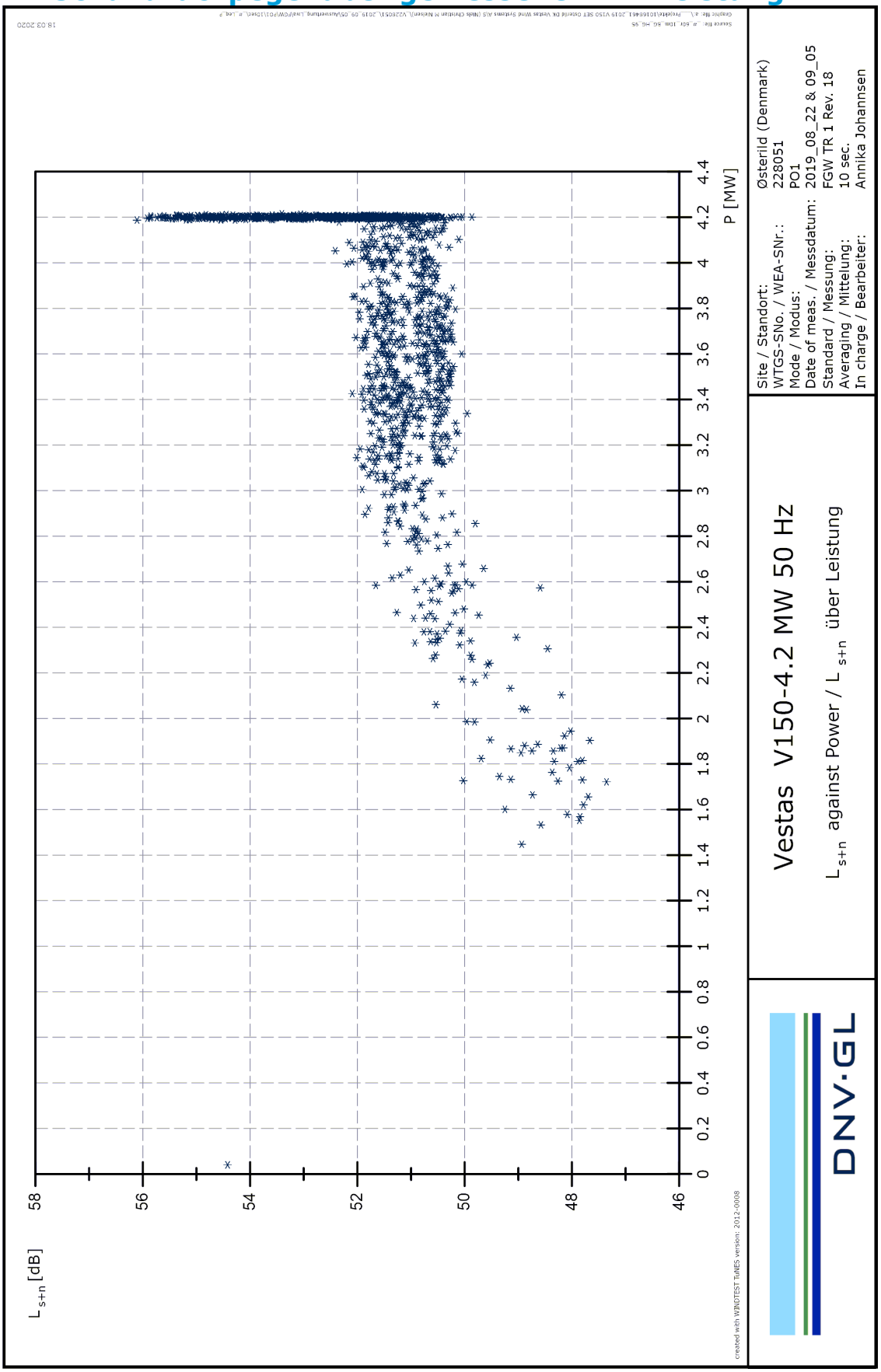
8.3 Schalldruckpegel über korrigierter, gemessener WG



VESTAS PROPRIETARY NOTICE

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

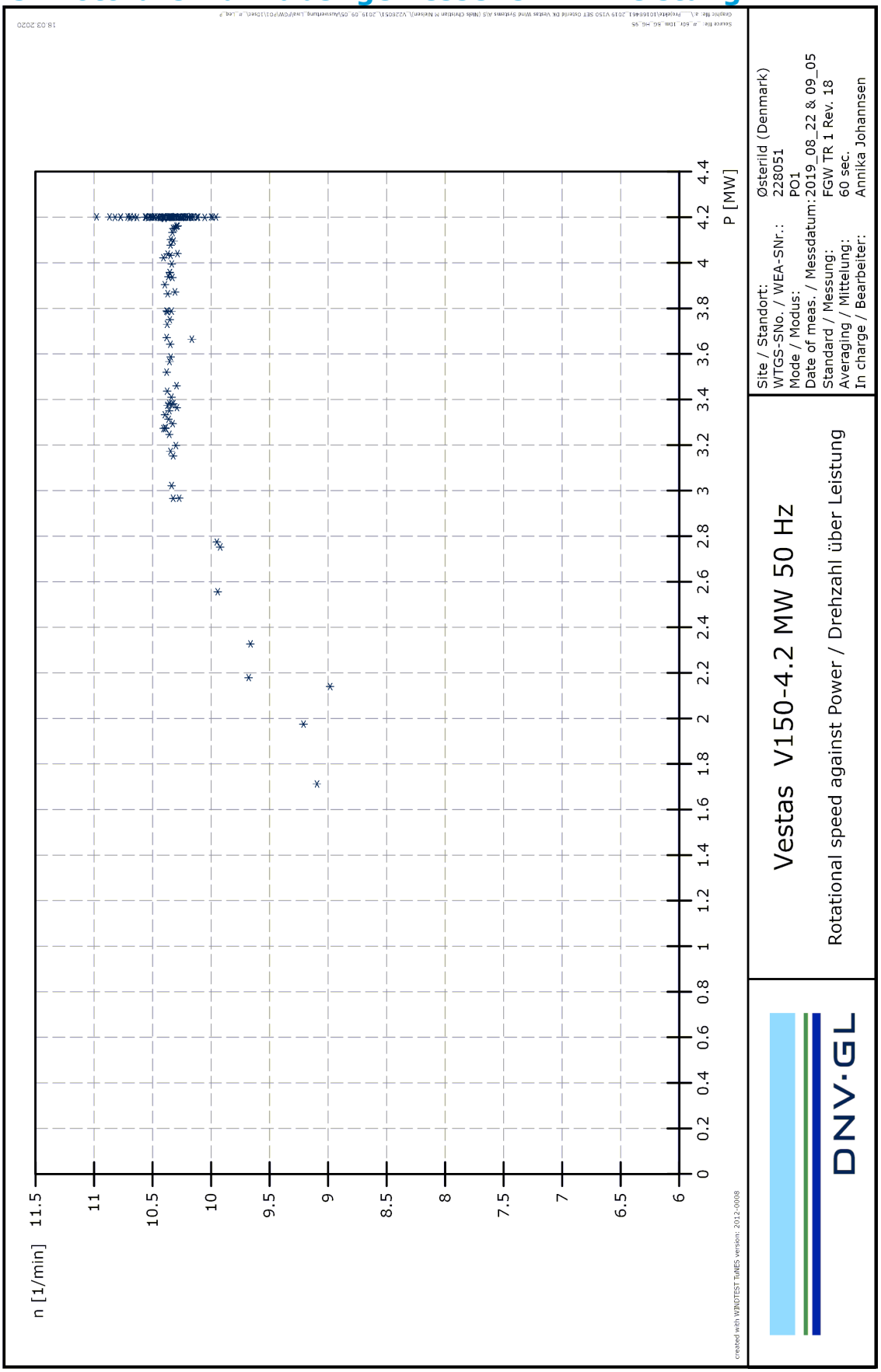
8.4 Schalldruckpegel über gemessener Wirkleistung



T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

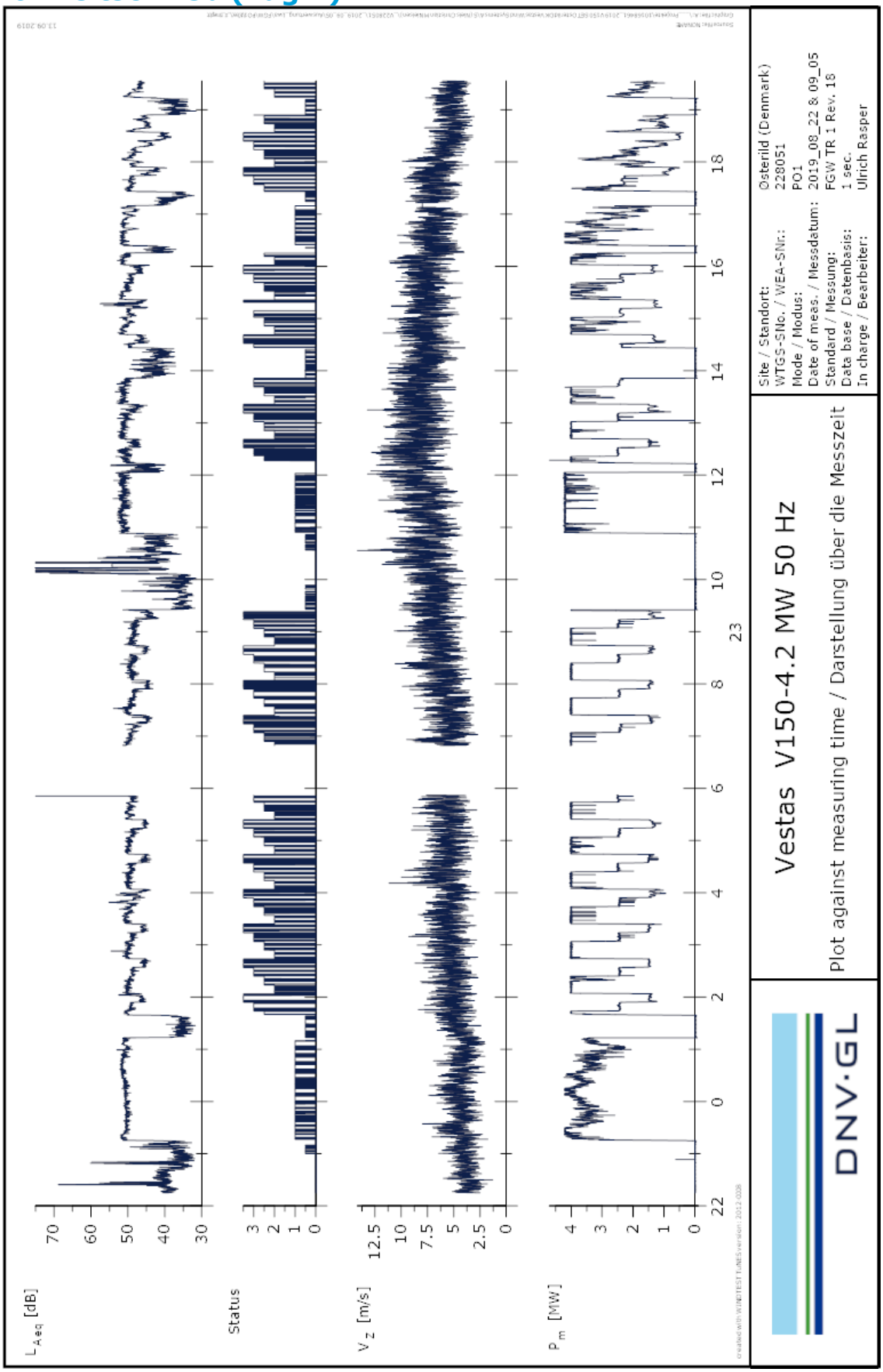
8.5 Rotordrehzahl über gemessener Wirkleistung



T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

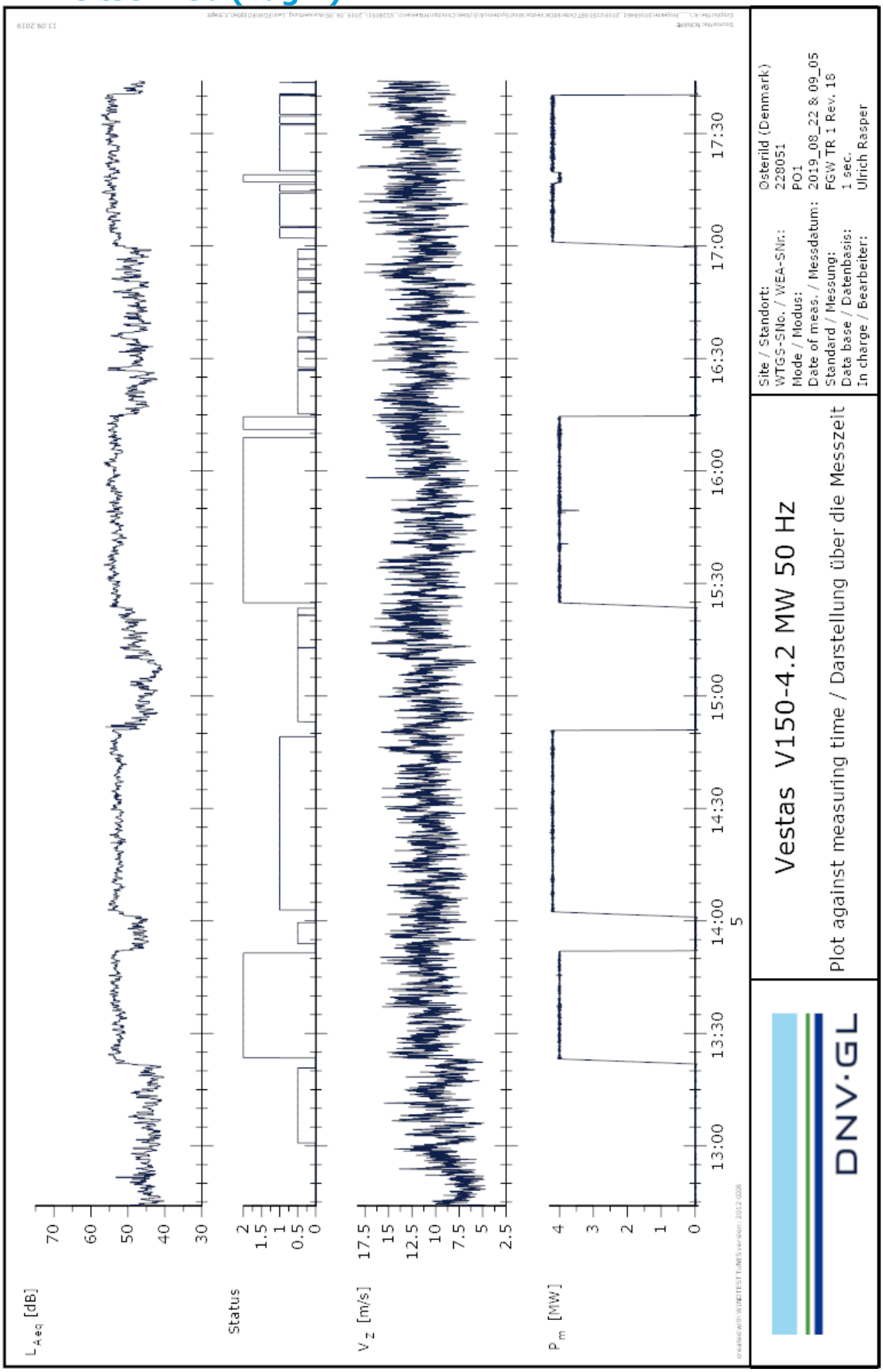
8.6 Zeitschrieb (Tag 1)



T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

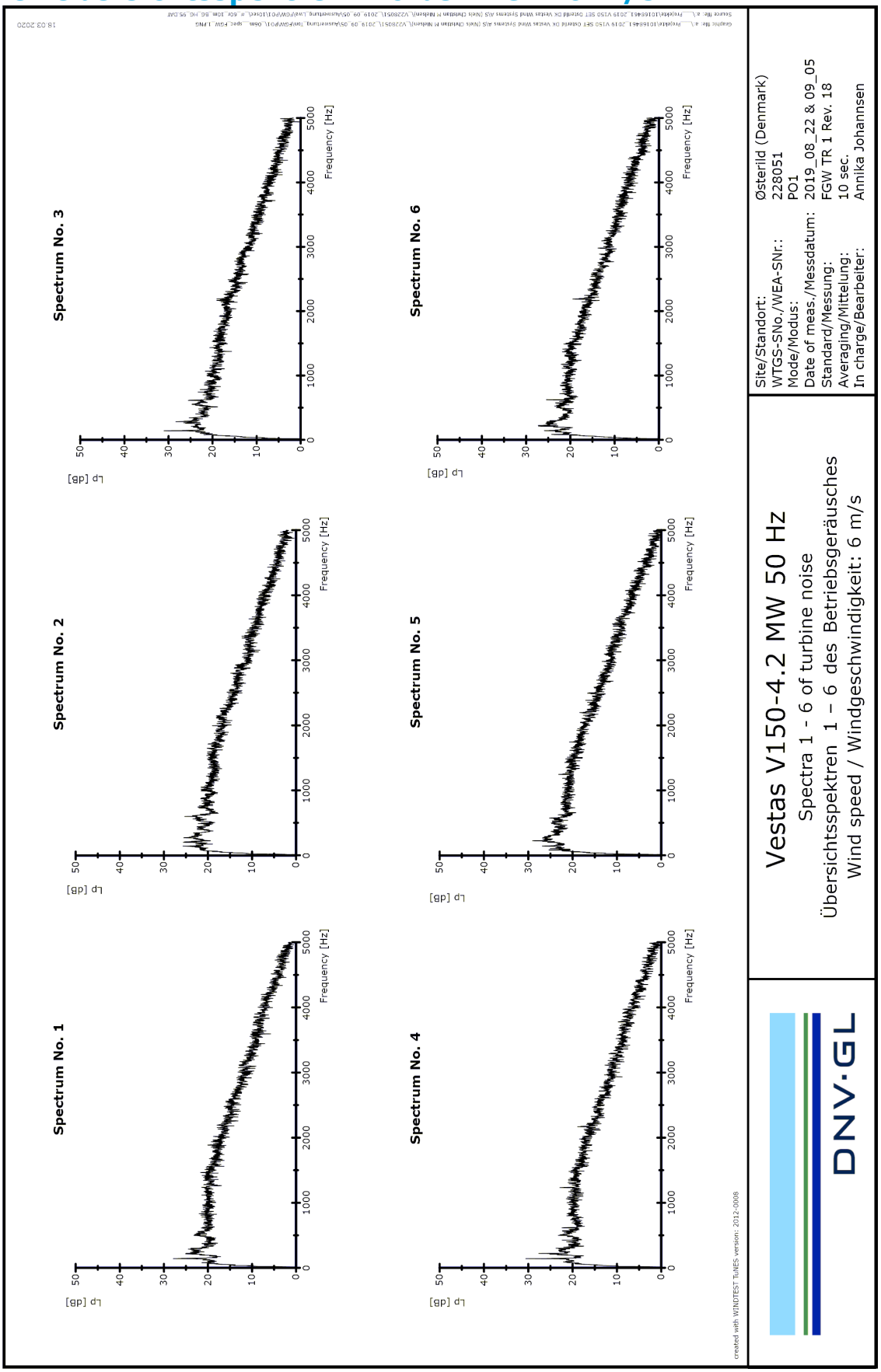
8.7 Zeitschrieb (Tag 2)



T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

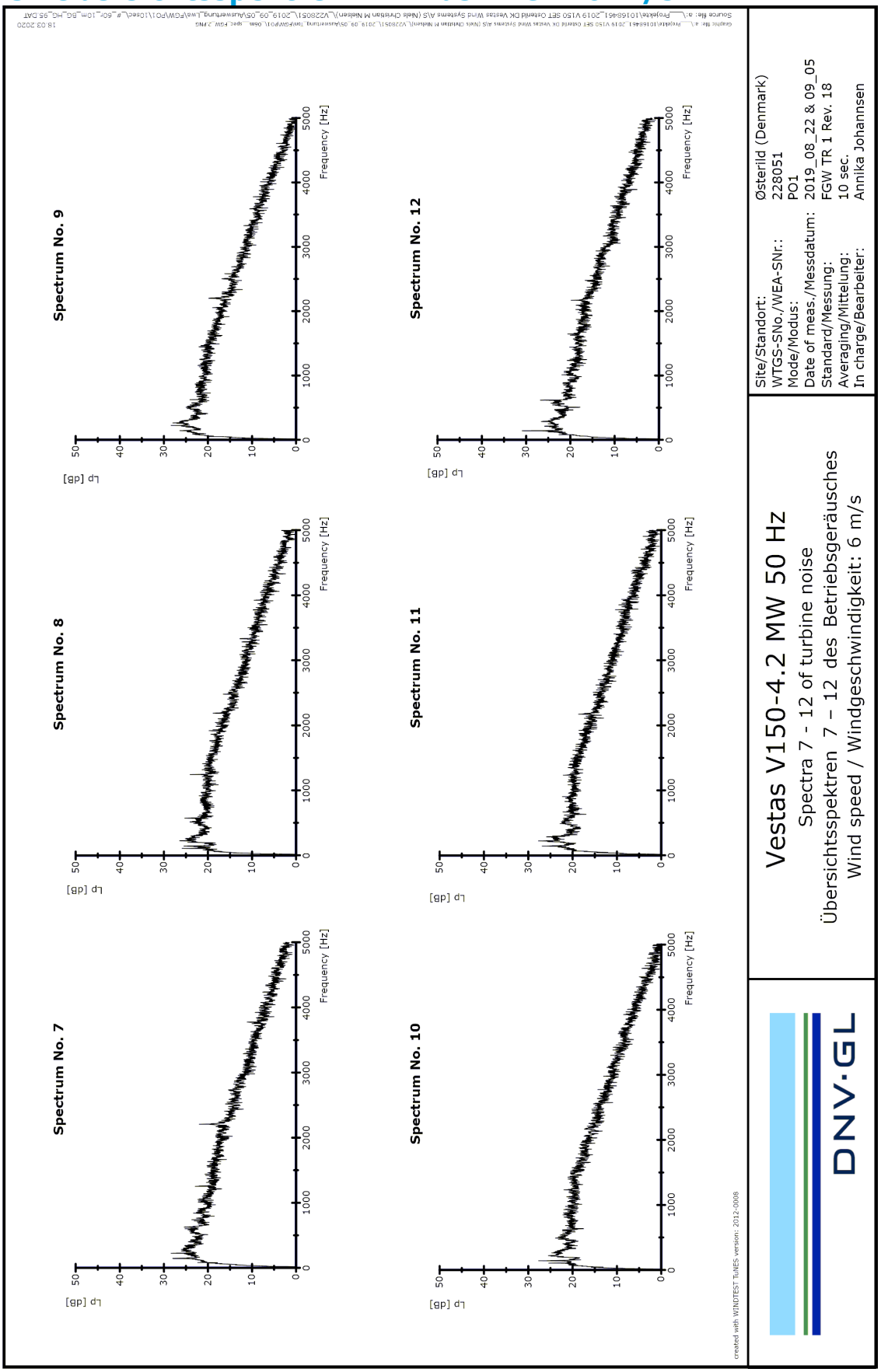
8.8 Übersichtsspektren 1-6 bei WG = 6 m/s



T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

8.9 Übersichtsspektren 7-12 bei WG = 6 m/s



T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

8.10 Tonhaltigkeitsbewertung bei WG = 6 m/s

18.03.2020

Graphic file: a:\... Projekt#:10168461 2019 VVS SET Gondel GK Vestas Wind Systems A/S Mark Christian Y Nielsen\...\228051\ 2019 GK ISO-Auswertung_Set\FGW\01\ Sim_147m- Jahr.dat= -5.85, rxxx #=#NG
Source file: a:\... Projekt#:10168461 2019 VSS SET Gondel GK Vestas Wind Systems A/S Mark Christian Y Nielsen\...\228051\ 2019 GK ISO-Auswertung_Set\FGW\01\Sim_6 -60m_ISO_FGW.dat

m No.	tone fT [Hz]	delta f [Hz]	Lpn,avg,j,k [dB]	Lpt,j,k [dB]	Lpn,j,k [dB]	delta Ltn,j,k [dB]	La [dB]	delta La,k [dB]	Ktn,j [dB]
1	144	2.00	19.27	29.06	34.56	-5.50	-2.02	-3.48	0.00
2	142	2.00	21.59		36.89	-15.29	-2.02	-13.27	0.00
3	142	2.00	22.59	31.72	37.88	-6.16	-2.02	-4.14	0.00
4	142	2.00	19.75	31.49	35.05	-3.55	-2.02	-1.54	0.00
5	144	2.00	23.12		38.41	-15.29	-2.02	-13.27	0.00
6	144	2.00	21.75		37.04	-15.29	-2.02	-13.27	0.00
7	146	2.00	23.02		38.31	-15.30	-2.02	-13.28	0.00
8	142	2.00	20.40		35.69	-15.29	-2.02	-13.27	0.00
9	144	2.00	23.11		38.41	-15.29	-2.02	-13.27	0.00
10	142	2.00	20.49	27.72	35.78	-8.06	-2.02	-6.05	0.00
11	142	2.00	21.29		36.58	-15.29	-2.02	-13.27	0.00
12	142	2.00	23.04	31.89	38.33	-6.44	-2.02	-4.42	0.00

Energetischer Mittelwert von delta Ltn,j,k (delta Lk) = -8.87 [dB]

Frequenzabhängige Korrektur (La) [dB] = -2.02 [dB]

Tonale Wahrnehmbarkeit (delta La,k) = -6.86 [dB]

Messunsicherheit von delta La,k (Ua) = 3.90 [dB]

Ktn (gemittelt) = 0 [dB]

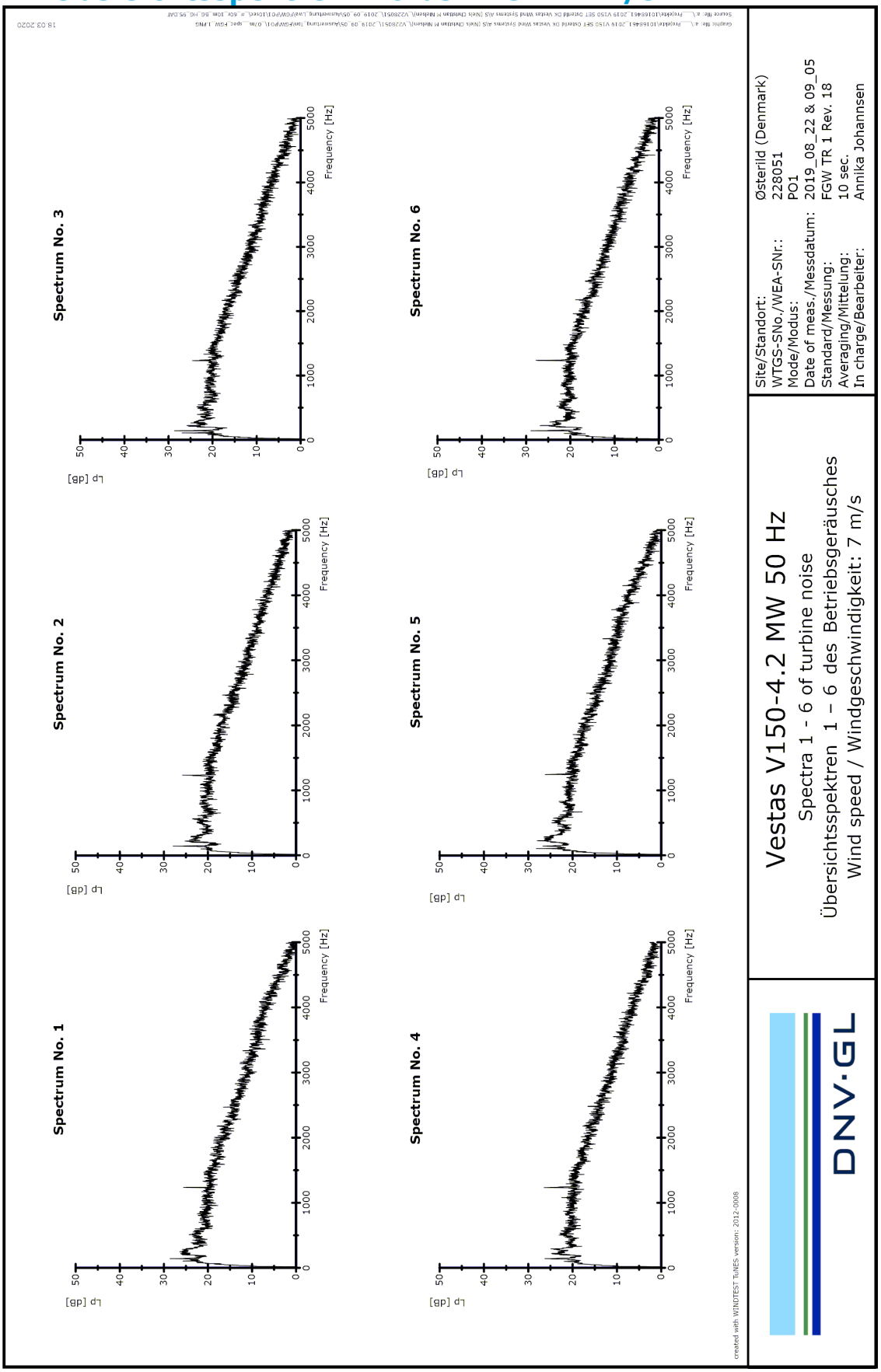
created with WINDTEST TuNES: 2012-0008

DNV·GL

Vestas V150-4.2 MW 50 Hz
Analysis of tonality of turbine noise
Tonhaltigkeitsbewertung des Betriebsgeräusches
Wind speed / Windgeschwindigkeit: 6 m/s

Site/Standort:	Østerild (Denmark)
WTGS-SNo./WEA-SNr.:	228051
Mode/Modus:	PO1
Date of meas./Messdatum:	2019_08_22 & 09_05
Standard/Messung:	FGW TR 1 Rev. 18
Averaging/Mittelung:	10 sec.
In charge/Bearbeiter:	Annika Johannsen

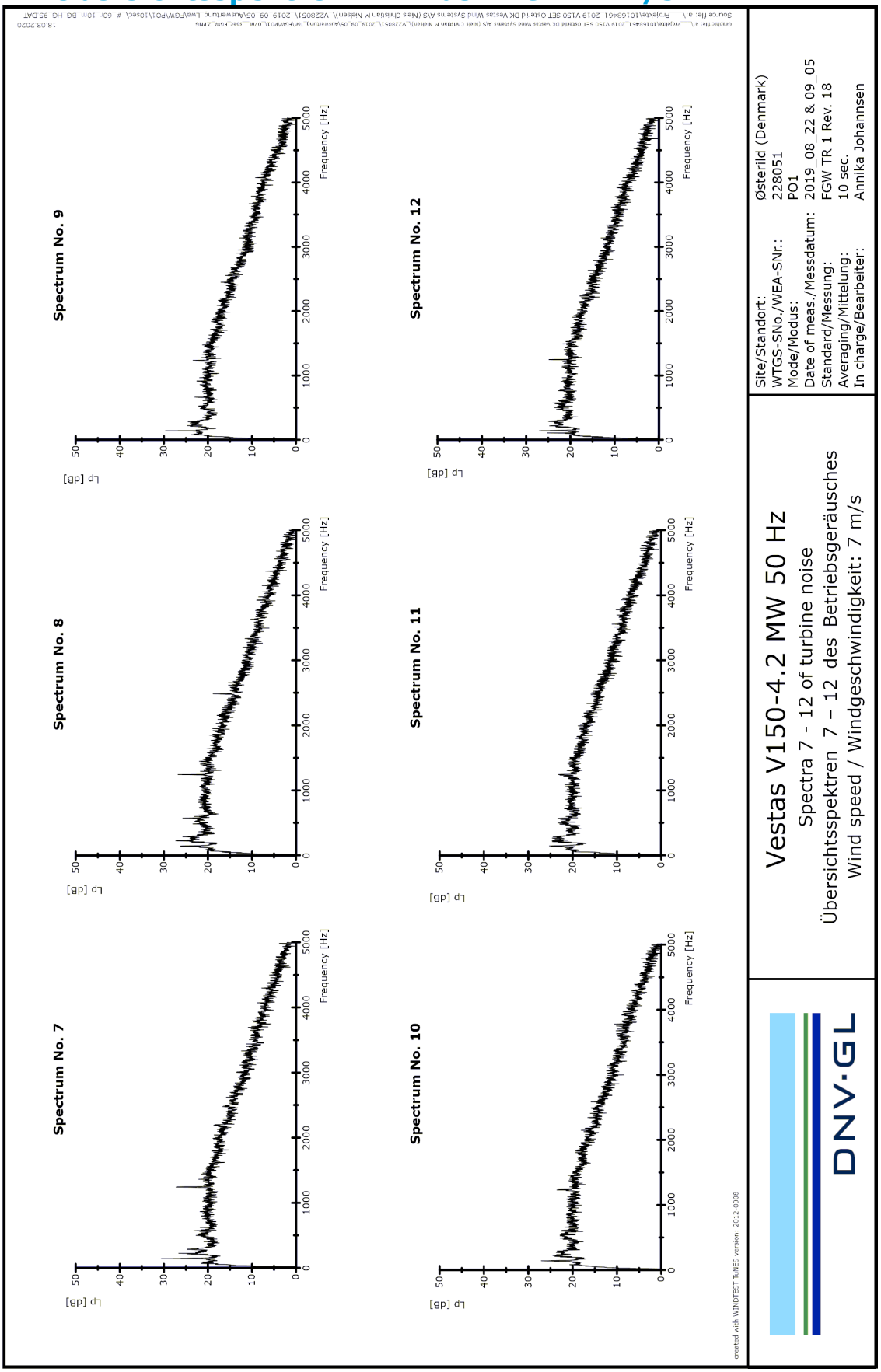
8.11 Übersichtsspektren 1-6 bei WG = 7 m/s



T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

8.12 Übersichtsspektren 7-12 bei WG = 7 m/s



T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

8.13 Tonhaltigkeitsbewertung bei WG = 7 m/s

18.03.2020

m No.	tone fT [Hz]	delta f [Hz]	Lpn,avg,j,k [dB]	Lpt,j,k [dB]	Lpn,j,k [dB]	delta Ltn,j,k [dB]	La [dB]	delta La,k [dB]	Ktn,j [dB]
1	142	2.00	22.75		38.04	-15.29	-2.02	-13.27	0.00
2	142	2.00	19.59	27.92	34.88	-6.96	-2.02	-4.95	0.00
3	142	2.00	19.97	31.18	35.26	-4.08	-2.02	-2.06	0.00
4	142	2.00	20.01		35.30	-15.29	-2.02	-13.27	0.00
5	144	2.00	22.93		38.22	-15.29	-2.02	-13.27	0.00
6	142	2.00	18.92	29.38	34.21	-4.83	-2.02	-2.81	0.00
7	144	2.00	19.23	31.56	34.52	-2.96	-2.02	-0.94	0.00
8	144	2.00	19.88	26.31	35.17	-8.86	-2.02	-6.85	0.00
9	142	2.00	21.43	30.30	36.72	-6.43	-2.02	-4.41	0.00
10	142	2.00	19.27	27.91	34.56	-6.65	-2.02	-4.63	0.00
11	146	2.00	20.56		35.86	-15.30	-2.02	-13.28	0.00
12	142	2.00	19.68	29.54	34.97	-5.43	-2.02	-3.41	0.00

Energetischer Mittelwert von delta Ltn,j,k (delta Lk) = -6.98 [dB]

Frequenzabhängige Korrektur (La) [dB] = -2.02 [dB]

Tonale Wahrnehmbarkeit (delta La,k) = -4.96 [dB]

Messunsicherheit von delta La,k (Ua) = 3.40 [dB]

Ktn (gemittelt) = 0 [dB]

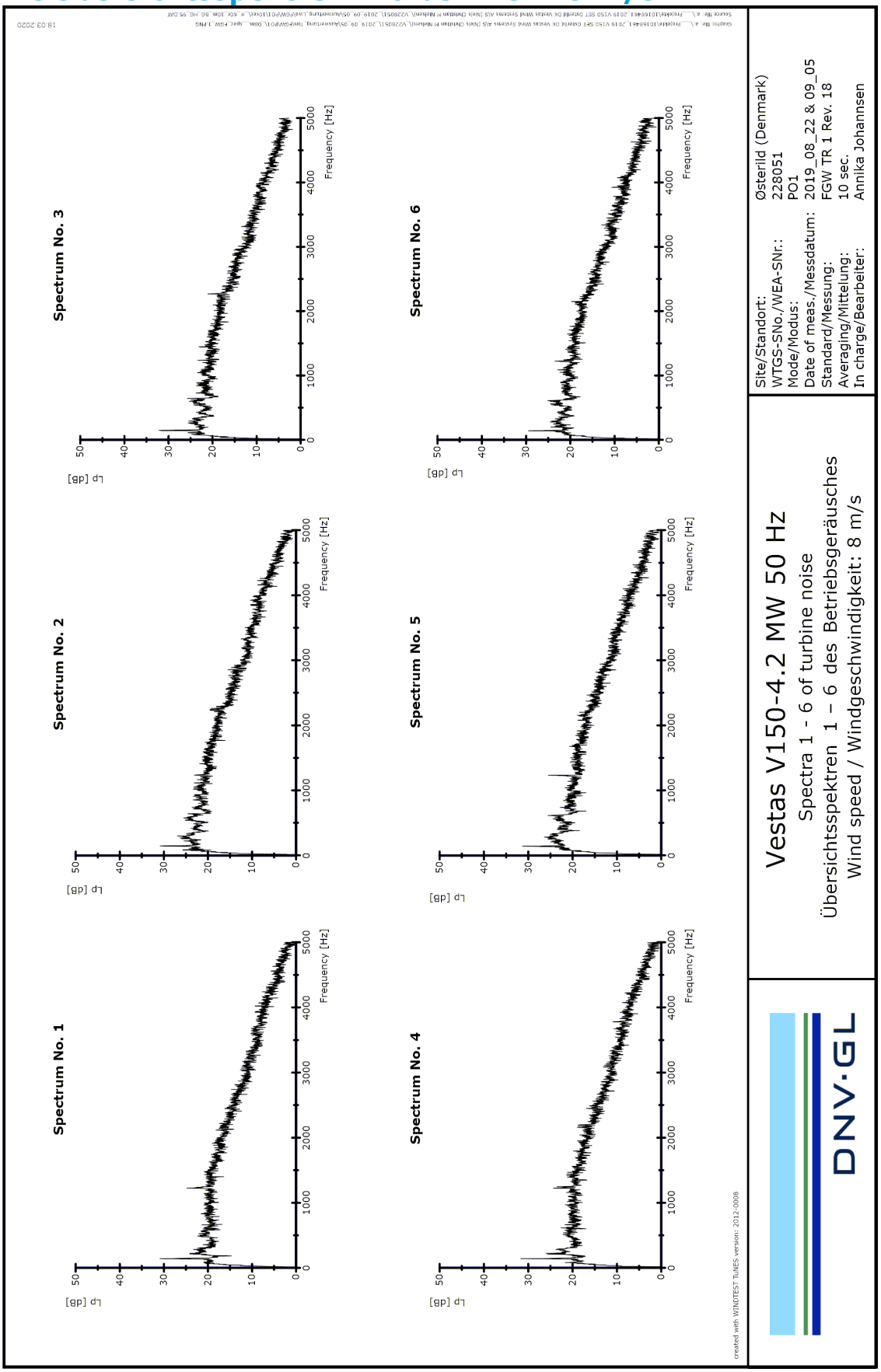
created with WINDTEST TuNES: 2012-0008

DNV·GL

Vestas V150-4.2 MW 50 Hz
Analysis of tonality of turbine noise
Tonhaltigkeitsbewertung des Betriebsgeräusches
Wind speed / Windgeschwindigkeit: 7 m/s

Site/Standort:	Østerild (Denmark)
WTGS-SNo./WEA-SNr.:	228051
Mode/Modus:	PO1
Date of meas./Messdatum:	2019_08_22 & 09_05
Standard/Messung:	FGW TR 1 Rev. 18
Averaging/Mittelung:	10 sec.
In charge/Bearbeiter:	Annika Johannsen

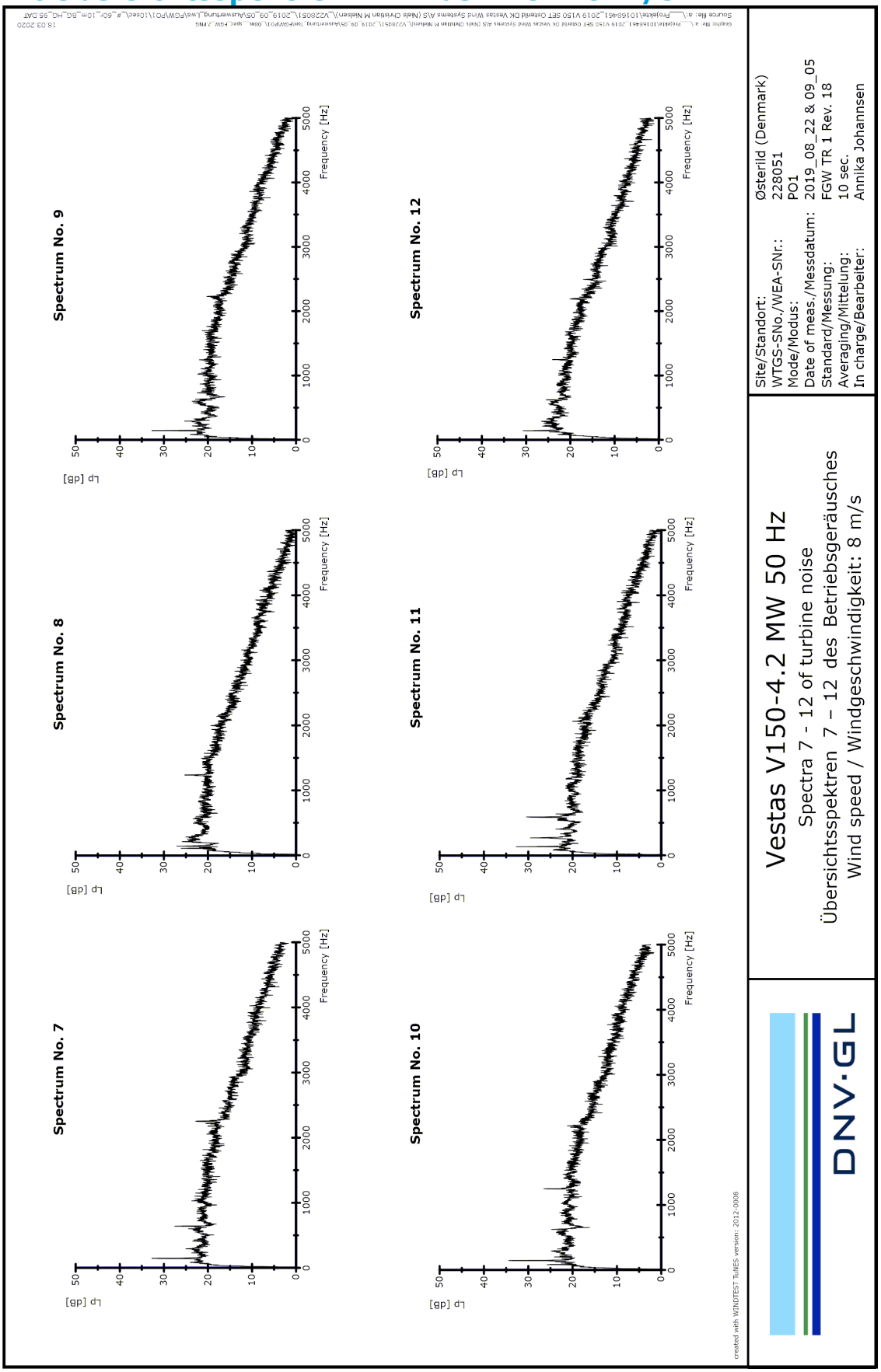
8.15 Übersichtsspektren 1-6 bei WG = 8 m/s



T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

8.16 Übersichtsspektren 7-12 bei WG = 8 m/s



T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

8.17 Tonhaltigkeitsbewertung bei WG = 8 m/s

18.03.2020

m No.	tone fT [Hz]	delta f [Hz]	Lpn,avg,j,k [dB]	Lpt,j,k [dB]	Lpn,j,k [dB]	delta Ltn,j,k [dB]	La [dB]	delta La,k [dB]	Ktn,j [dB]
1	142	2.00	18.41	33.57	33.70	-0.13	-2.02	1.89	1.00
2	146	2.00	23.02	31.66	38.31	-6.66	-2.02	-4.64	0.00
3	148	2.00	23.03	34.39	38.33	-3.94	-2.02	-1.92	0.00
4	142	2.00	18.47	32.92	33.76	-0.84	-2.02	1.17	1.00
5	142	2.00	22.45	32.05	37.74	-5.69	-2.02	-3.67	0.00
6	142	2.00	20.92	31.59	36.21	-4.62	-2.02	-2.60	0.00
7	148	2.00	21.42	35.41	36.72	-1.31	-2.02	0.71	1.00
8	142	2.00	19.48	27.11	34.77	-7.66	-2.02	-5.64	0.00
9	146	2.00	21.32	33.39	36.62	-3.23	-2.02	-1.21	0.00
10	146	2.00	21.11	35.21	36.40	-1.19	-2.02	0.83	1.00
11	142	2.00	21.59	33.42	36.88	-3.46	-2.02	-1.44	0.00
12	144	2.00	22.23	31.60	37.53	-5.92	-2.02	-3.90	0.00

Energetischer Mittelwert von delta Ltn,j,k (delta Lk) = -3.10 [dB]

Frequenzabhängige Korrektur (La) [dB] = -2.02 [dB]

Tonale Wahrnehmbarkeit (delta La,k) = -1.08 [dB]

Messunsicherheit von delta La,k (Ua) = 2.95 [dB]

Ktn (gemittelt) = 0 [dB]

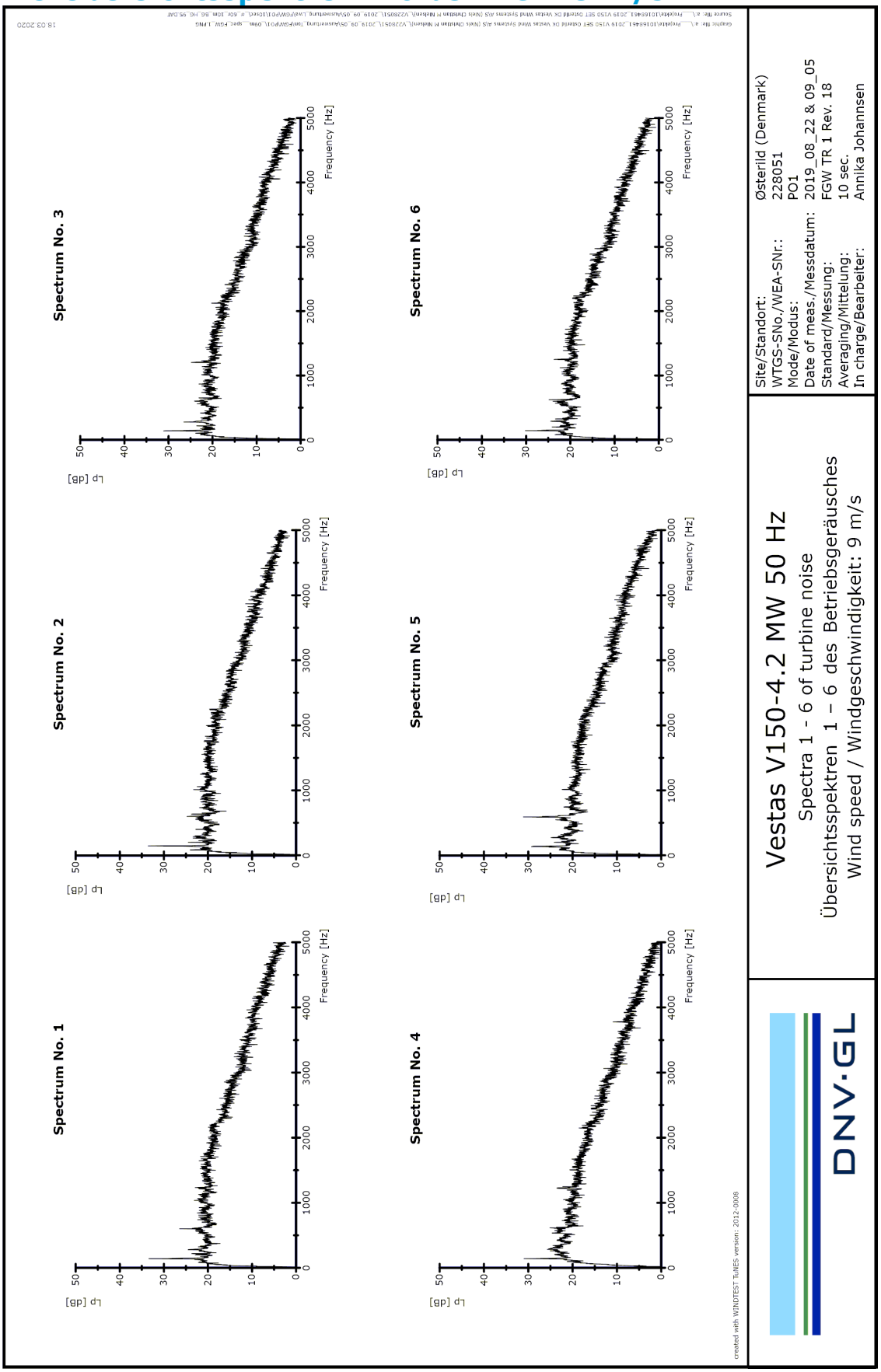
created with WINDTEST TuNES: 2012-0008

DNV·GL

Vestas V150-4.2 MW 50 Hz
Analysis of tonality of turbine noise
Tonhaltigkeitsbewertung des Betriebsgeräusches
Wind speed / Windgeschwindigkeit: 8 m/s

Site/Standort:	Østerild (Denmark)
WTGS-SNo./WEA-SNr.:	228051
Mode/Modus:	PO1
Date of meas./Messdatum:	2019_08_22 & 09_05
Standard/Messung:	FGW TR 1 Rev. 18
Averaging/Mittelung:	10 sec.
In charge/Bearbeiter:	Annika Johannsen

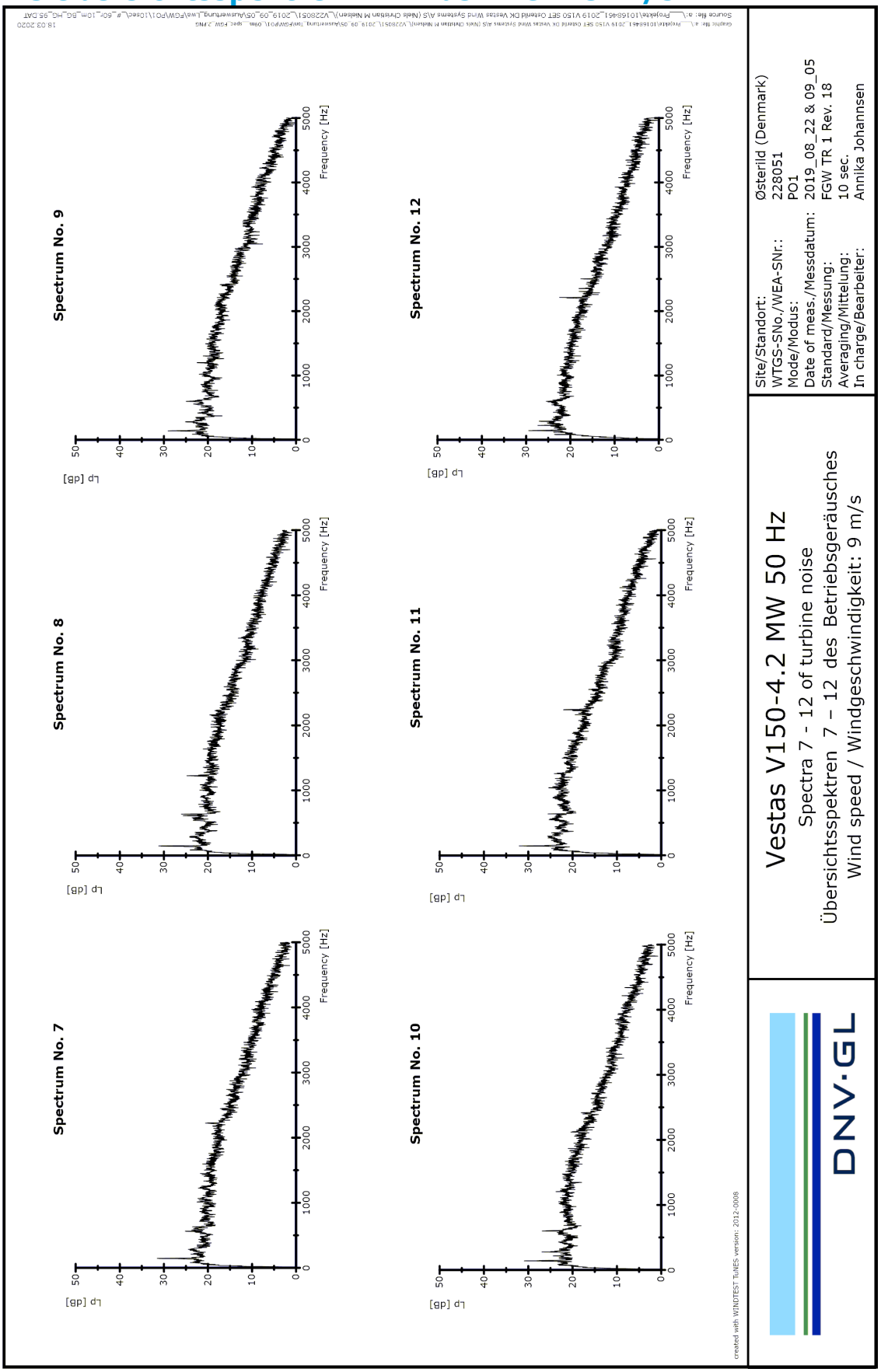
8.18 Übersichtsspektren 1-6 bei WG = 9 m/s



T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

8.19 Übersichtsspektren 7-12 bei WG = 9 m/s



T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

8.20 Tonhaltigkeitsbewertung bei WG = 9 m/s

18.03.2020

Graphic file: a:\... Project#:10168461 2019 VVS SET Gotenfd GX Vestas Wind Systems A/S Mark Christian Y Nielsen\ \V150051 2019 06 05\Auswertung_Set\FGW\01 Data 144m Delta_dB= -1.11 nxa dB-RMS
Source file: a:\... Project#:10168461 2019 VSS SET Gotenfd GX Vestas Wind Systems A/S Mark Christian Y Nielsen\ \V150051 2019 06 05\Auswertung_Set\FGW\01\Tone_a = dB, Lpn, RS = 5, Ref

m No.	tone fT [Hz]	delta f [Hz]	Lpn,avg,j,k [dB]	Lpt,j,k [dB]	Lpn,j,k [dB]	delta Ltn,j,k [dB]	La [dB]	delta La,k [dB]	Ktn,j [dB]
1	142	2.00	20.30	35.91	35.60	0.31	-2.02	2.33	2.00
2	146	2.00	19.94	34.50	35.23	-0.73	-2.02	1.29	1.00
3	142	2.00	21.07	34.14	36.36	-2.22	-2.02	-0.20	0.00
4	142	2.00	20.74	32.93	36.03	-3.10	-2.02	-1.08	0.00
5	142	2.00	21.10	33.11	36.39	-3.28	-2.02	-1.26	0.00
6	144	2.00	20.83	30.19	36.13	-5.93	-2.02	-3.91	0.00
7	146	2.00	22.17	32.16	37.47	-5.31	-2.02	-3.29	0.00
8	146	2.00	21.02	34.58	36.31	-1.73	-2.02	0.29	1.00
9	142	2.00	21.18	29.92	36.47	-6.55	-2.02	-4.54	0.00
10	142	2.00	21.25	33.05	36.54	-3.49	-2.02	-1.47	0.00
11	146	2.00	23.10	32.44	38.39	-5.95	-2.02	-3.93	0.00
12	144	2.00	21.62	30.28	36.92	-6.63	-2.02	-4.62	0.00

Energetischer Mittelwert von delta Ltn,j,k (delta Lk) = -3.13 [dB]

Frequenzabhängige Korrektur (La) [dB] = -2.02 [dB]

Tonale Wahrnehmbarkeit (delta La,k) = -1.11 [dB]

Messunsicherheit von delta La,k (Ua) = 2.97 [dB]

Ktn (gemittelt) = 0 [dB]

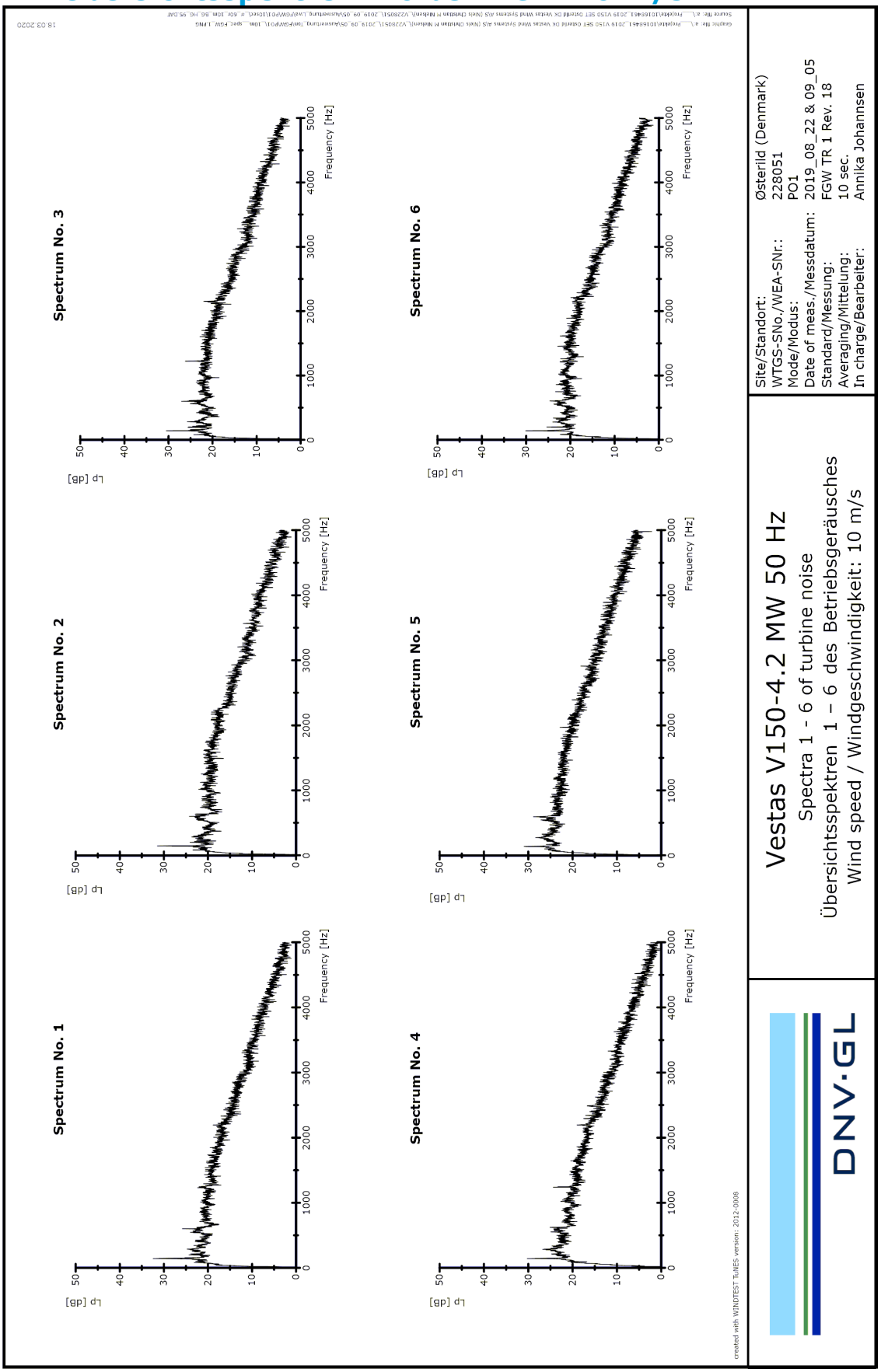
created with WINDTEST TuNES: 2012-0008

DNV·GL

Vestas V150-4.2 MW 50 Hz
Analysis of tonality of turbine noise
Tonhaltigkeitsbewertung des Betriebsgeräusches
Wind speed / Windgeschwindigkeit: 9 m/s

Site/Standort:	Østerild (Denmark)
WTGS-SNo./WEA-SNr.:	228051
Mode/Modus:	PO1
Date of meas./Messdatum:	2019_08_22 & 09_05
Standard/Messung:	FGW TR 1 Rev. 18
Averaging/Mittelung:	10 sec.
In charge/Bearbeiter:	Annika Johannsen

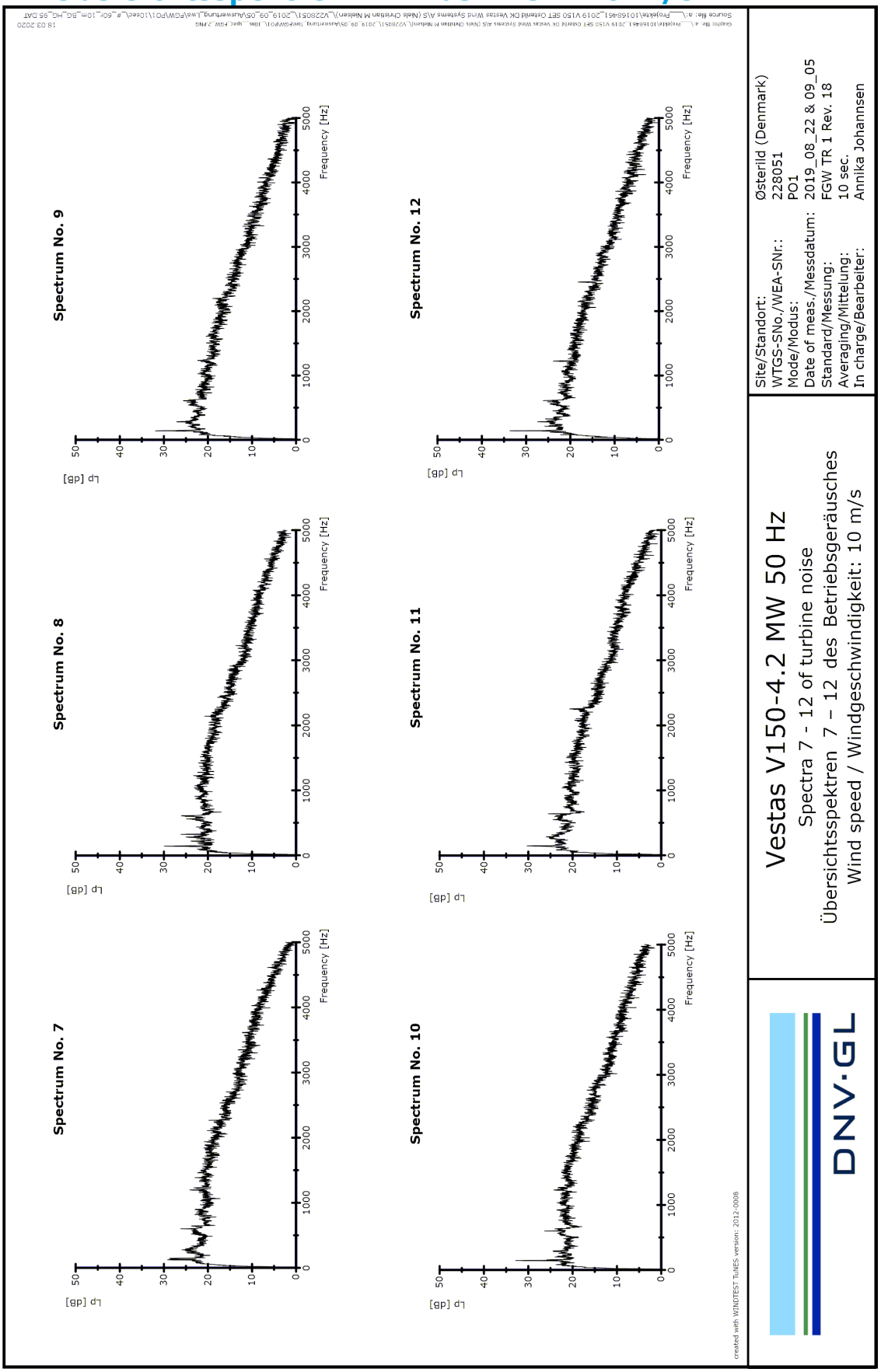
8.21 Übersichtsspektren 1-6 bei WG = 10 m/s



T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

8.22 Übersichtsspektren 7-12 bei WG = 10 m/s



T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

8.23 Tonhaltigkeitsbewertung bei WG = 10 m/s

m No.	tone fT [Hz]	delta f [Hz]	Lpn,avg,j,k [dB]	Lpt,j,k [dB]	Lpn,j,k [dB]	delta Ltn,j,k [dB]	La [dB]	delta La,k [dB]	Ktn,j [dB]
1	144	2.00	21.41	35.32	36.71	-1.38	-2.02	0.64	1.00
2	146	2.00	20.39	32.55	35.69	-3.14	-2.02	-1.12	0.00
3	142	2.00	21.73	31.35	37.02	-5.67	-2.02	-3.65	0.00
4	144	2.00	21.22	32.32	36.51	-4.19	-2.02	-2.17	0.00
5	138	2.00	24.90		40.19	-15.29	-2.02	-13.27	0.00
6	142	2.00	19.81	33.09	35.11	-2.02	-2.02	0.00	1.00
7	146	2.00	23.10		38.40	-15.30	-2.02	-13.28	0.00
8	142	2.00	20.08	32.16	35.38	-3.21	-2.02	-1.20	0.00
9	140	2.00	21.72	34.87	37.01	-2.14	-2.02	-0.12	0.00
10	146	2.00	21.32	34.78	36.62	-1.84	-2.02	0.18	1.00
11	146	2.00	22.49	31.16	37.79	-6.63	-2.02	-4.61	0.00
12	142	2.00	21.95	34.39	37.24	-2.86	-2.02	-0.84	0.00

Energetischer Mittelwert von delta Ltn,j,k (delta Lk) = -3.77 [dB]

Frequenzabhängige Korrektur (La) [dB] = -2.02 [dB]

Tonale Wahrnehmbarkeit (delta La,k) = -1.76 [dB]

Messunsicherheit von delta La,k (Ua) = 2.99 [dB]

Ktn (gemittelt) = 0 [dB]

18.03.2020

Grafik-Dir. a.L.: Projekte\10168461 2019 VVSS SET Gesamt\26 Vestas Wind Systems A/S\Mark Christian Y Nielsen\V228051_2019_08_05\Auswertung_Ser\FGW\01 Lin_14Hz_2dB\LA=-2,75_xxxx_de.MAS
Source file: a.L.: Projekte\10168461 2019 VVSS SET Gesamt\26 Vestas Wind Systems A/S\Mark Christian Y Nielsen\V228051_2019_08_05\Auswertung_ser\FGW\01 Lin_e_60s_Lpn_BS_v_Ser.mas

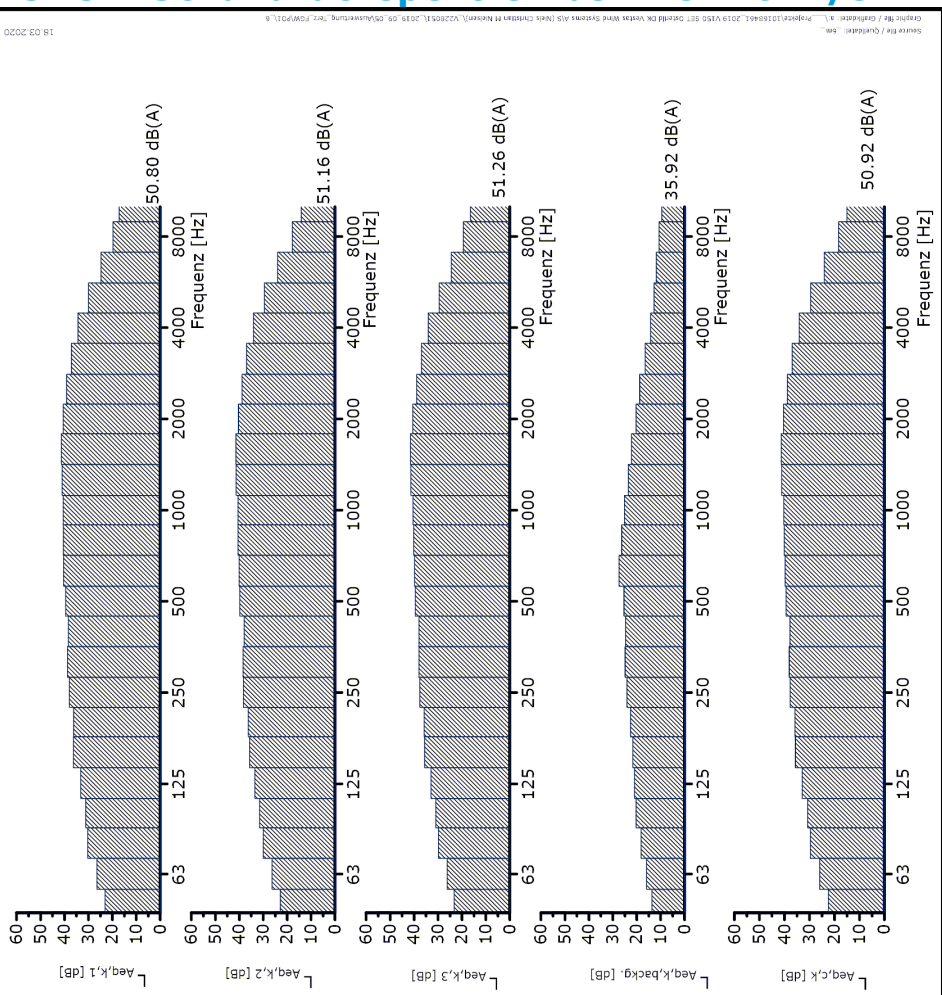
created with WINDTEST TuNES: 2012-0008

DNV·GL

Vestas V150-4.2 MW 50 Hz
Analysis of tonality of turbine noise
Tonhaltigkeitsbewertung des Betriebsgeräusches
Wind speed / Windgeschwindigkeit: 10 m/s

Site/Standort:	Østerild (Denmark)
WTGS-SNo./WEA-SNr.:	228051
Mode/Modus:	PO1
Date of meas./Messdatum:	2019_08_22 & 09_05
Standard/Messung:	FGW TR 1 Rev. 18
Averaging/Mittelung:	10 sec.
In charge/Bearbeiter:	Annika Johannsen

8.25 Terz-Schalldruckspektren bei WG = 6 m/s



f [Hz]	Spec. 1 [dB]	Spec. 2 [dB]	Spec. 3 [dB]	Backg. [dB]	$L_{Aeq,c,k}$ [dB]	$L_{WA,k}$ [dB]	U_a [dB]	U_c [dB]
50	23.0	22.9	23.3	13.6	22.5	75.7	0.2	2.0
63	26.5	26.3	26.2	15.9	25.9	79.1	0.2	2.0
80	30.3	30.0	29.8	18.2	29.7	82.9	0.2	2.0
100	31.2	31.5	30.9	20.3	30.8	84.0	0.3	2.0
125	33.3	33.5	33.0	21.0	32.9	86.1	0.3	2.0
160	36.3	35.7	35.6	21.7	35.6	88.9	0.4	2.0
200	36.2	36.2	35.8	22.5	35.8	89.1	0.2	2.0
250	38.0	38.3	37.6	24.1	37.7	91.0	0.3	2.0
315	38.7	38.4	38.0	24.9	38.1	91.4	0.4	2.0
400	38.4	38.0	37.9	24.7	37.8	91.1	0.2	2.0
500	39.5	39.8	39.5	25.3	39.3	92.6	0.2	2.0
630	40.4	40.1	39.8	27.4	39.8	93.0	0.3	2.0
800	40.4	40.5	40.2	26.3	40.1	93.4	0.2	2.0
1000	40.6	40.5	40.5	25.2	40.3	93.6	0.0	2.0
1250	41.1	41.3	41.3	23.6	41.1	94.3	0.1	2.0
1600	41.4	41.4	41.5	22.2	41.3	94.5	0.0	2.0
2000	40.6	40.3	40.5	20.3	40.4	93.6	0.1	2.0
2500	39.1	38.8	39.0	18.7	38.8	92.1	0.1	2.0
3150	37.2	36.9	37.0	16.5	36.9	90.2	0.1	2.0
4000	34.4	34.1	34.1	14.2	34.1	87.3	0.2	2.0
5000	30.0	29.6	29.5	12.8	29.5	82.8	0.2	2.0
6300	24.7	24.0	24.5	11.8	24.1	77.4	0.4	2.0
8000	19.8	17.8	19.4	10.7	18.3	71.6	1.0	2.2
10000	17.1	14.1	16.5	9.5	14.9	68.2	1.6	2.5

created with WINDTEST TuNES version: 2012-0008

DNV·GL

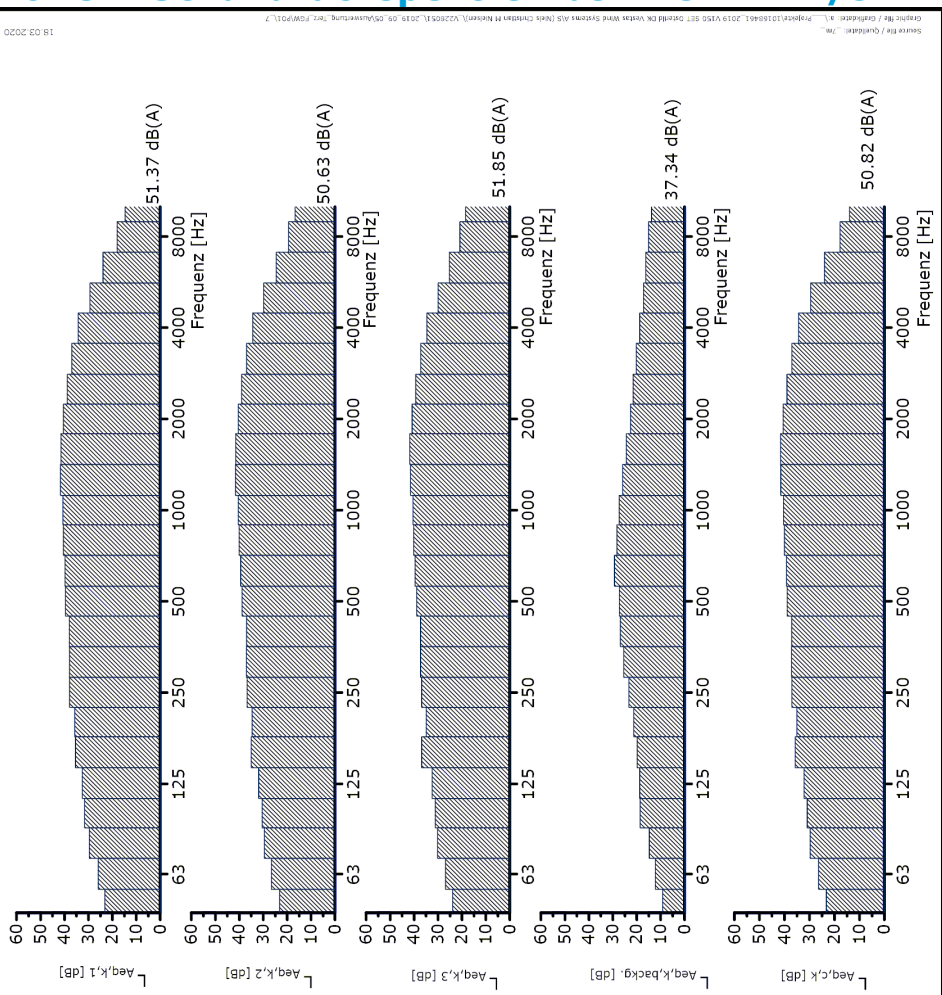
Vestas V150-4.2 MW 50 Hz
One third octave analysis / Terzanalyse
Wind speed / Windgeschwindigkeit: 6 m/s

Site/Standort:	Østerild (Denmark)
WTGS-SNo./WEA-SNr.:	228051
Mode/Modus:	PO1
Date of meas./Messdatum:	2019_08_22 & 09_05
Standard/Messung:	FGW TR 1 Rev. 18
Averaging/Mittelung:	10 sec.
In charge/Bearbeiter:	Annika Johannsen

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

8.26 Terz-Schalldruckspektren bei WG = 7 m/s



f [Hz]	Spec. 1 [dB]	Spec. 2 [dB]	Spec. 3 [dB]	Backg. [dB]	$L_{Aeq,c,k}$ [dB]	$L_{WA,k}$ [dB]	U_a [dB]	U_c [dB]
50	23.2	23.2	23.9	9.2	23.3	76.5	0.4	2.0
63	26.0	26.5	26.9	12.2	26.3	79.6	0.5	2.0
80	29.6	29.6	30.2	14.8	29.7	82.9	0.4	2.0
100	31.6	30.4	31.2	18.6	30.9	84.1	0.6	2.1
125	32.6	31.9	32.4	18.8	32.2	85.4	0.4	2.0
160	35.4	35.1	36.9	19.8	35.8	89.0	0.9	2.2
200	35.7	34.6	35.0	21.3	35.0	88.2	0.6	2.1
250	37.9	36.7	36.8	23.3	37.0	90.3	0.6	2.1
315	37.9	37.0	37.4	25.5	37.2	90.5	0.4	2.0
400	38.0	36.9	37.3	26.8	37.1	90.3	0.5	2.1
500	39.6	38.9	39.0	27.2	38.9	92.2	0.4	2.0
630	39.8	39.4	39.6	29.3	39.2	92.5	0.2	2.0
800	40.4	40.1	40.2	28.3	40.0	93.2	0.2	2.0
1000	40.7	40.5	40.5	27.3	40.4	93.6	0.0	2.0
1250	41.7	41.6	41.5	25.9	41.5	94.8	0.0	2.0
1600	41.5	41.5	41.8	24.4	41.5	94.8	0.1	2.0
2000	40.4	40.5	40.8	22.6	40.5	93.8	0.2	2.0
2500	38.8	39.0	39.4	21.5	39.0	92.3	0.3	2.0
3150	36.9	36.9	37.3	20.2	37.0	90.2	0.2	2.0
4000	34.3	34.3	34.7	18.8	34.3	87.6	0.2	2.0
5000	29.4	29.8	30.0	17.2	29.5	82.8	0.3	2.0
6300	23.9	24.6	25.2	16.2	24.0	77.2	0.6	2.1
8000	18.0	19.4	20.8	15.0	17.8	71.0	1.4	2.4
10000	14.7	16.7	18.5	13.8	14.0	67.2	1.9	2.8

created with WINDTEST TuNES version: 2012-0008

DNV·GL

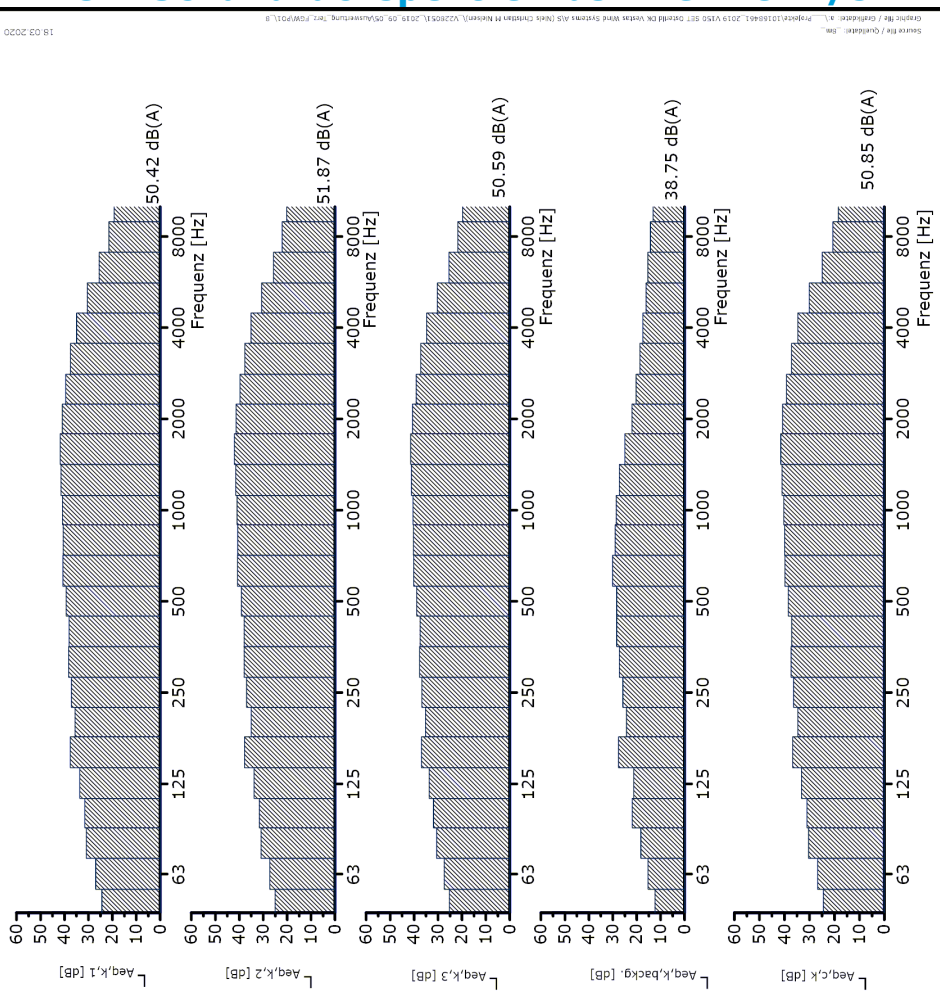
Vestas V150-4.2 MW 50 Hz
One third octave analysis / Terzanalyse
Wind speed / Windgeschwindigkeit: 7 m/s

Site/Standort:	Østerild (Denmark)
WTGS-SNo./WEA-SNr.:	228051
Mode/Modus:	PO1
Date of meas./Messdatum:	2019_08_22 & 09_05
Standard/Messung:	FGW TR 1 Rev. 18
Averaging/Mittelung:	10 sec.
In charge/Bearbeiter:	Annika Johannsen

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

8.27 Terz-Schalldruckspektren bei WG = 8 m/s



f [Hz]	Spec. 1 [dB]	Spec. 2 [dB]	Spec. 3 [dB]	Backg. [dB]	$L_{Aeq,c,k}$ [dB]	$L_{WA,k}$ [dB]	U_a [dB]	U_c [dB]
50	24.3	25.1	25.2	12.4	24.4	77.7	0.5	2.0
63	27.0	27.2	27.5	15.3	26.7	79.9	0.2	2.0
80	30.9	30.9	30.6	18.3	30.3	83.6	0.2	2.0
100	31.5	31.6	31.9	21.9	31.0	84.2	0.2	2.0
125	33.6	33.8	33.7	21.3	33.2	86.4	0.0	2.0
160	37.6	37.8	37.0	27.6	36.8	90.0	0.4	2.0
200	35.6	35.0	35.2	24.3	34.7	87.9	0.3	2.0
250	37.1	37.0	36.7	25.8	36.4	89.6	0.2	2.0
315	38.3	38.0	37.7	27.2	37.4	90.7	0.3	2.0
400	38.1	38.0	37.5	28.3	37.1	90.3	0.3	2.0
500	39.3	39.1	38.9	28.4	38.5	91.7	0.2	2.0
630	40.6	40.7	40.2	30.1	39.9	93.1	0.3	2.0
800	40.5	40.6	40.3	29.0	39.9	93.2	0.2	2.0
1000	40.9	41.0	40.5	28.6	40.3	93.5	0.2	2.0
1250	41.5	41.5	41.1	27.3	41.0	94.2	0.2	2.0
1600	41.8	42.1	41.4	25.0	41.5	94.7	0.3	2.0
2000	41.0	41.3	40.7	22.0	40.7	94.0	0.3	2.0
2500	39.5	39.7	39.1	20.3	39.2	92.4	0.3	2.0
3150	37.5	37.7	37.2	18.7	37.2	90.4	0.2	2.0
4000	34.9	35.1	34.8	17.4	34.6	87.9	0.2	2.0
5000	30.5	30.7	30.3	16.1	30.1	83.3	0.2	2.0
6300	25.5	25.7	25.5	15.3	24.9	78.1	0.1	2.0
8000	21.4	22.1	21.7	14.3	20.6	73.9	0.3	2.0
10000	19.3	20.2	19.7	13.2	18.4	71.7	0.5	2.0

created with WINDTEST TuNES version: 2012-0008

DNV·GL

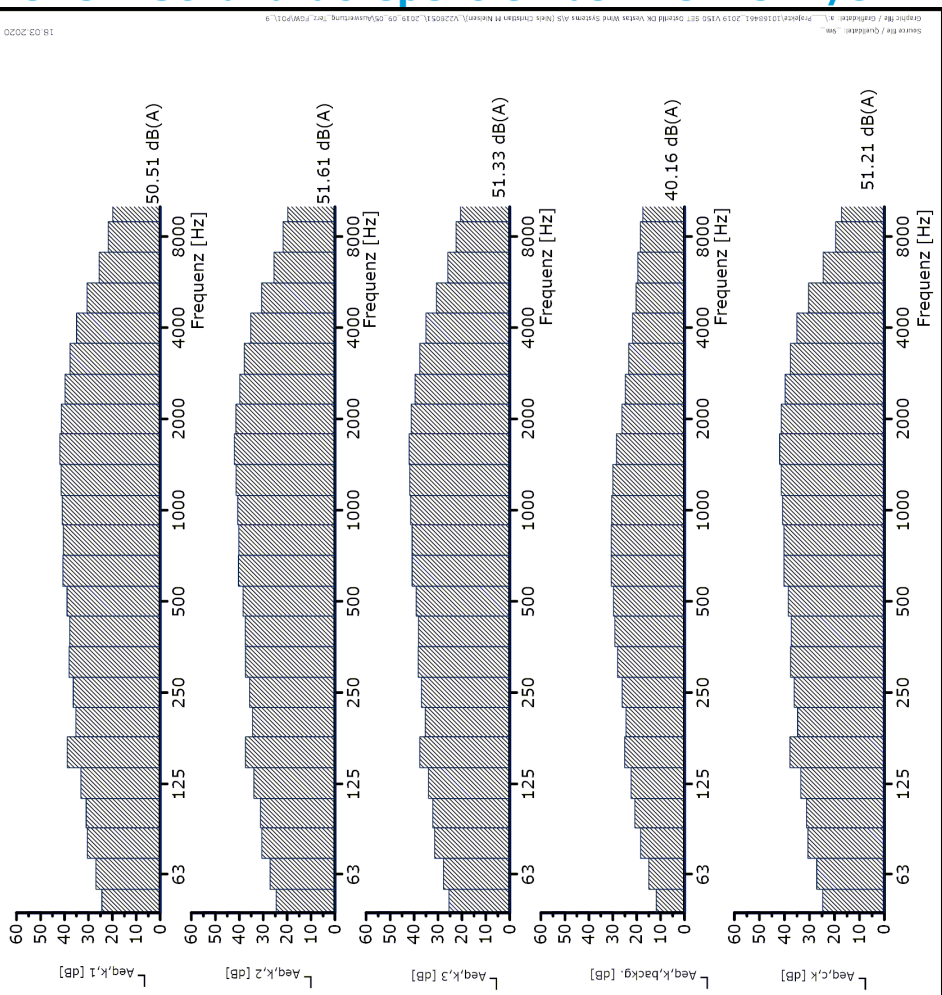
Vestas V150-4.2 MW 50 Hz
One third octave analysis / Terzanalyse
Wind speed / Windgeschwindigkeit: 8 m/s

Site/Standort: Østerild (Denmark)
WTGS-SNo./WEA-SNr.: 228051
Mode/Modus: PO1
Date of meas./Messdatum: 2019_08_22 & 09_05
Standard/Messung: FGW TR 1 Rev. 18
Averaging/Mittelung: 10 sec.
In charge/Bearbeiter: Annika Johannsen

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

8.28 Terz-Schalldruckspektren bei WG = 9 m/s



f [Hz]	Spec. 1 [dB]	Spec. 2 [dB]	Spec. 3 [dB]	Backg. [dB]	$L_{Aeq,c,k}$ [dB]	$L_{WA,k}$ [dB]	U_a [dB]	U_c [dB]
50	24.4	24.6	25.4	11.8	24.7	77.9	0.6	2.1
63	26.9	27.1	27.7	15.0	27.1	80.4	0.4	2.0
80	30.4	30.6	31.4	18.4	30.7	83.9	0.5	2.1
100	30.9	31.2	32.2	20.8	31.2	84.4	0.7	2.1
125	33.2	33.9	34.0	22.4	33.5	86.7	0.5	2.0
160	38.9	37.4	37.6	25.1	37.9	91.1	0.8	2.1
200	35.2	34.5	35.3	24.5	34.7	87.9	0.5	2.0
250	36.4	35.7	36.9	26.1	36.1	89.3	0.6	2.1
315	38.0	37.4	38.3	28.0	37.6	90.8	0.4	2.0
400	37.8	37.5	38.2	29.1	37.3	90.6	0.3	2.0
500	38.9	38.5	39.2	29.7	38.4	91.7	0.3	2.0
630	40.6	40.3	40.8	30.7	40.2	93.5	0.2	2.0
800	40.5	40.2	40.8	30.6	40.2	93.4	0.3	2.0
1000	40.9	40.7	41.4	30.5	40.7	94.0	0.4	2.0
1250	41.4	41.3	41.8	30.0	41.3	94.6	0.3	2.0
1600	42.0	42.1	42.1	28.5	42.0	95.2	0.0	2.0
2000	41.3	41.4	41.2	26.2	41.3	94.5	0.0	2.0
2500	39.7	39.8	39.6	24.7	39.7	92.9	0.0	2.0
3150	37.7	37.8	37.6	23.3	37.7	90.9	0.1	2.0
4000	35.0	35.2	35.0	21.8	35.0	88.2	0.2	2.0
5000	30.6	30.7	30.6	20.3	30.3	83.6	0.0	2.0
6300	25.5	25.5	25.9	19.5	24.6	77.8	0.2	2.0
8000	21.7	21.7	22.5	18.5	19.6	72.8	0.5	2.0
10000	19.8	19.8	20.6	17.5	17.2	70.4	0.5	2.0

created with WINDTEST TuNES version: 2012-0008

DNV·GL

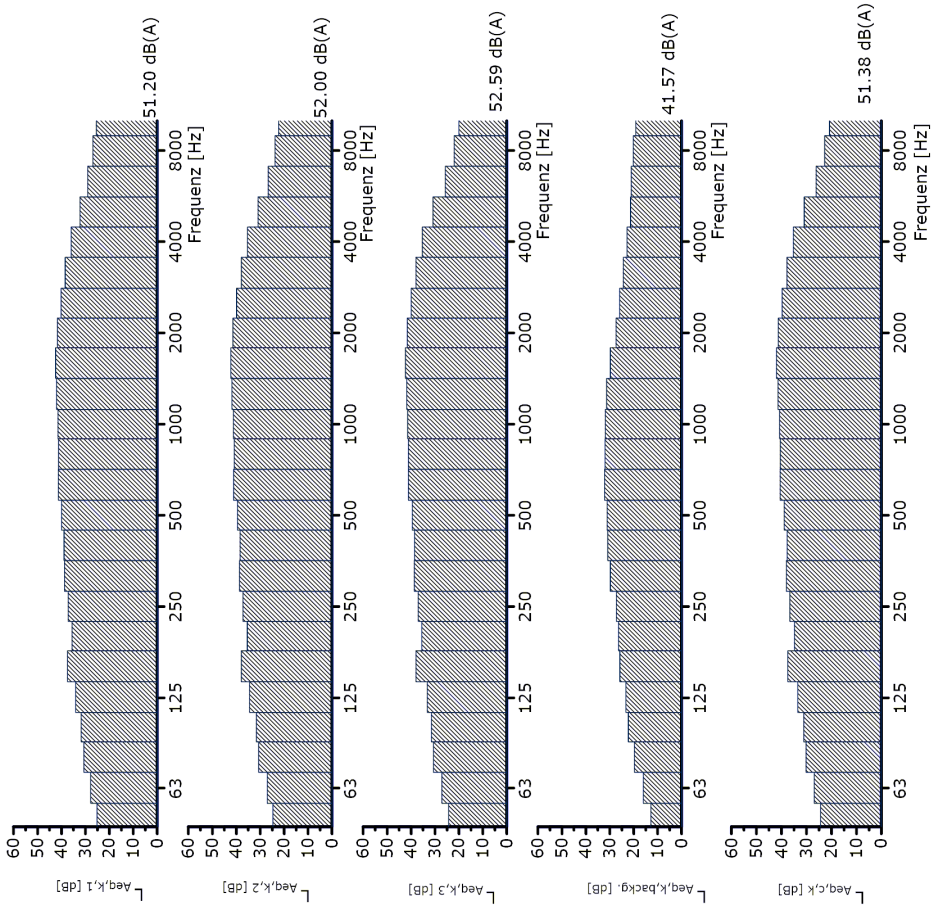
Vestas V150-4.2 MW 50 Hz
One third octave analysis / Terzanalyse
Wind speed / Windgeschwindigkeit: 9 m/s

Site/Standort:	Østerild (Denmark)
WTGS-SNo./WEA-SNr.:	228051
Mode/Modus:	PO1
Date of meas./Messdatum:	2019_08_22 & 09_05
Standard/Messung:	FGW TR 1 Rev. 18
Averaging/Mittelung:	10 sec.
In charge/Bearbeiter:	Annika Johannsen

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

8.29 Terz-Schalldruckspektren bei WG = 10 m/s



f [Hz]	Spec. 1 [dB]	Spec. 2 [dB]	Spec. 3 [dB]	Backg. [dB]	$L_{Aeq,c,k}$ [dB]	$L_{WA,k}$ [dB]	U_a [dB]	U_c [dB]
50	25.1	24.7	24.3	12.9	24.3	77.6	0.4	2.0
63	27.8	27.1	27.2	16.0	26.9	80.2	0.4	2.0
80	30.7	30.6	30.7	19.8	30.2	83.5	0.0	2.0
100	31.8	31.7	31.5	22.3	31.1	84.3	0.1	2.0
125	34.1	34.5	33.2	23.3	33.5	86.7	0.6	2.1
160	37.5	37.9	38.0	25.8	37.4	90.7	0.2	2.0
200	35.6	35.4	35.5	26.4	34.9	88.1	0.1	2.0
250	37.3	37.2	37.0	27.2	36.6	89.9	0.1	2.0
315	38.7	38.6	38.6	29.8	38.0	91.2	0.0	2.0
400	38.9	38.5	38.5	30.9	37.8	91.0	0.2	2.0
500	40.0	39.5	39.5	31.1	38.9	92.2	0.3	2.0
630	41.3	41.1	41.1	32.2	40.5	93.8	0.1	2.0
800	41.3	40.9	41.1	32.0	40.4	93.7	0.2	2.0
1000	41.5	41.2	41.4	31.9	40.8	94.0	0.2	2.0
1250	42.0	41.8	41.8	31.3	41.4	94.6	0.2	2.0
1600	42.5	42.2	42.4	29.8	42.0	95.3	0.1	2.0
2000	41.7	41.4	41.6	27.4	41.3	94.6	0.1	2.0
2500	40.2	39.9	40.0	25.9	39.8	93.0	0.2	2.0
3150	38.4	37.8	38.0	24.4	37.8	91.1	0.3	2.0
4000	36.0	35.4	35.4	22.8	35.3	88.5	0.4	2.0
5000	32.2	31.0	30.9	21.4	30.9	84.1	0.8	2.1
6300	29.1	26.7	25.8	21.0	26.2	79.4	1.7	2.6
8000	26.8	23.9	22.0	20.2	22.7	75.9	2.5	3.2
10000	25.5	22.3	20.0	19.2	20.8	74.1	2.7	3.4

created with WINDTEST TuNES version: 2012-0008

DNV·GL

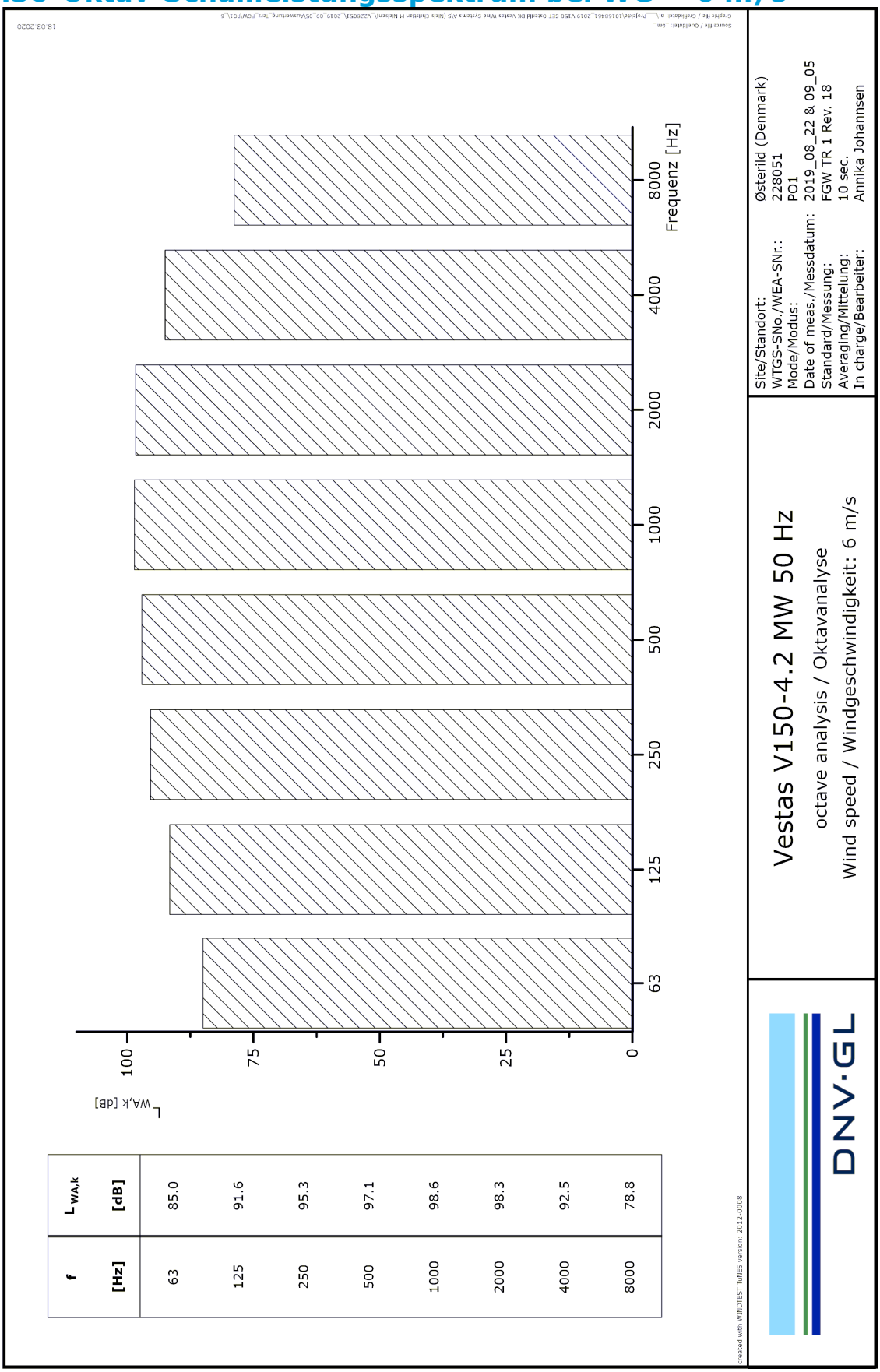
Vestas V150-4.2 MW 50 Hz
One third octave analysis / Terzanalyse
Wind speed / Windgeschwindigkeit: 10 m/s

Site/Standort:	Østerild (Denmark)
WTGS-SNo./WEA-SNr.:	228051
Mode/Modus:	PO1
Date of meas./Messdatum:	2019_08_22 & 09_05
Standard/Messung:	FGW TR 1 Rev. 18
Averaging/Mittelung:	10 sec.
In charge/Bearbeiter:	Annika Johannsen

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

8.30 Oktav-Schallleistungsspektrum bei WG = 6 m/s

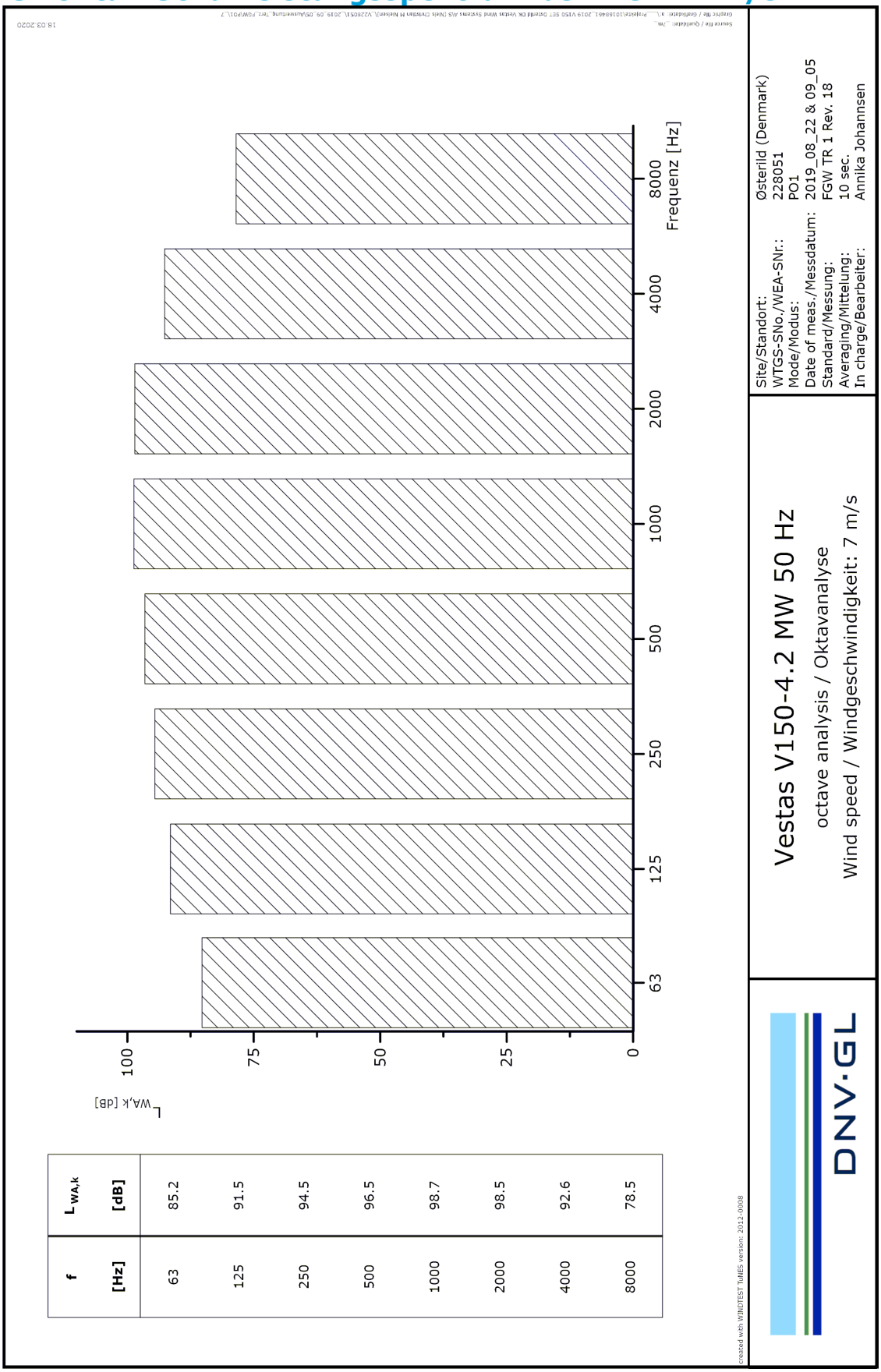


f [Hz]	$L_{WA,k}$ [dB]
63	85.0
125	91.6
250	95.3
500	97.1
1000	98.6
2000	98.3
4000	92.5
8000	78.8

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

8.31 Oktav-Schallleistungsspektrum bei WG = 7 m/s

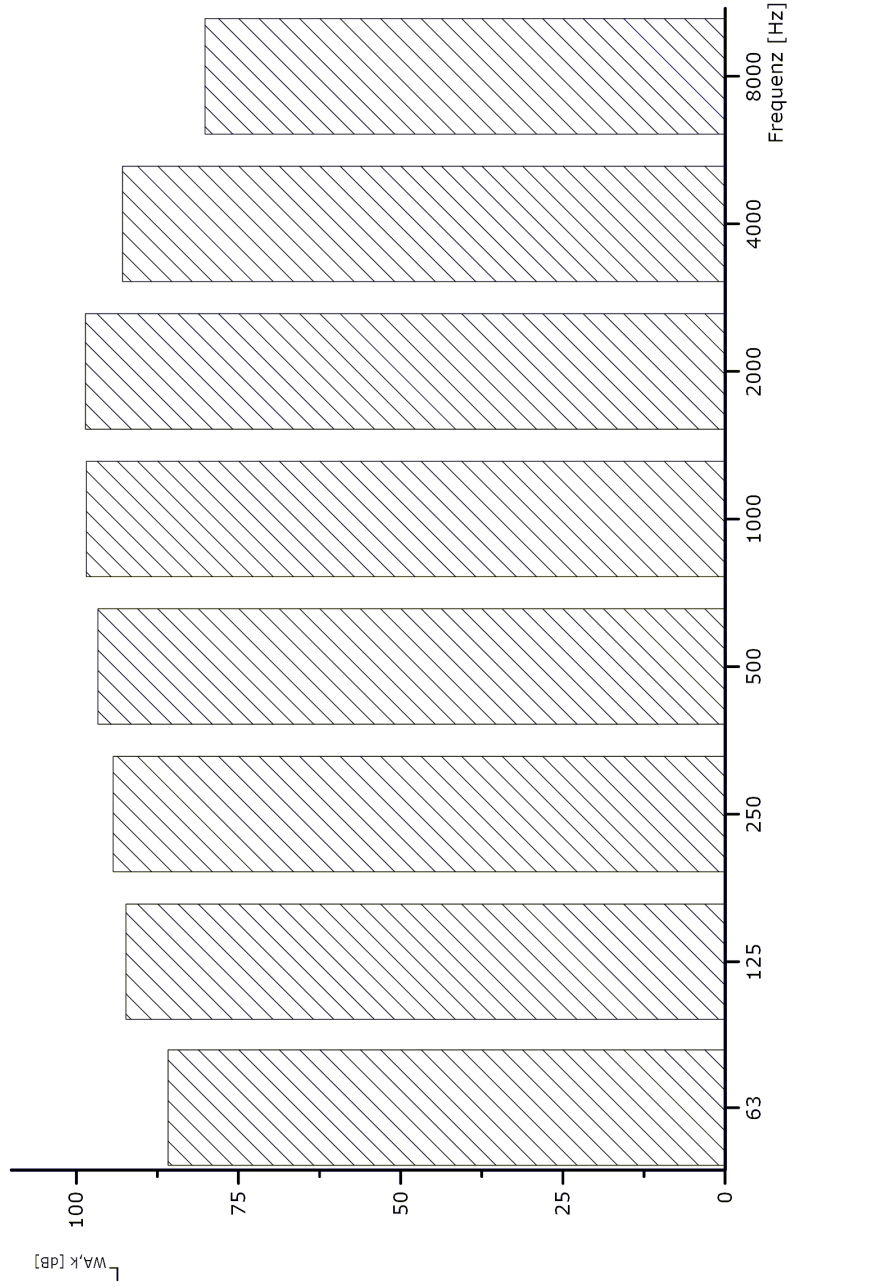


f [Hz]	$L_{WA,k}$ [dB]
63	85.2
125	91.5
250	94.5
500	96.5
1000	98.7
2000	98.5
4000	92.6
8000	78.5

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

8.32 Oktav-Schallleistungsspektrum bei WG = 8 m/s



f [Hz]	$L_{WA,k}$ [dB]
63	85.9
125	92.3
250	94.3
500	96.6
1000	98.4
2000	98.6
4000	92.9
8000	80.2

created with WINDTEST TuME5 version: 2012-0008

DNV·GL

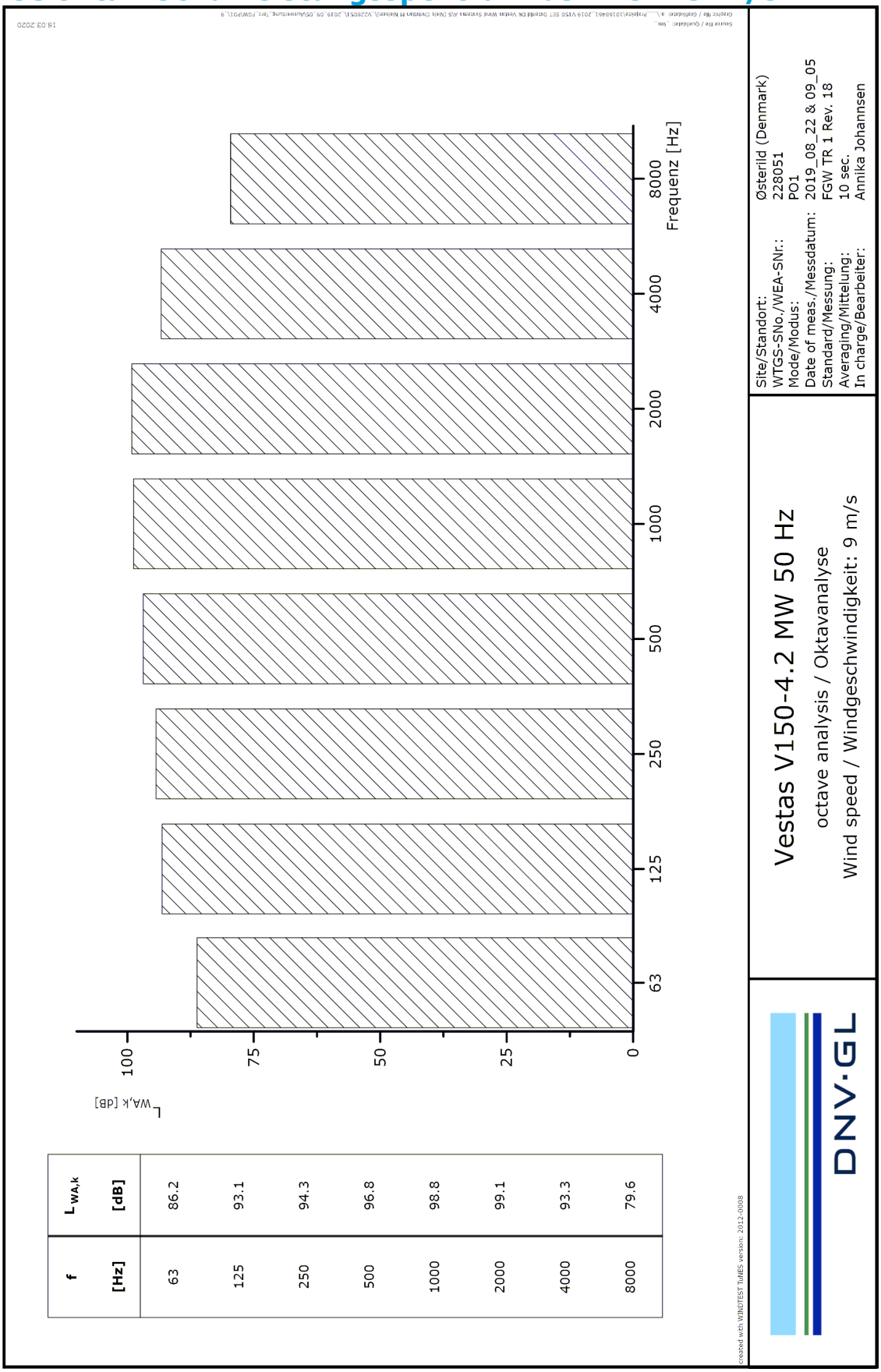
Vestas V150-4.2 MW 50 Hz
octave analysis / Oktavanalyse
Wind speed / Windgeschwindigkeit: 8 m/s

Site/Standort:	Østerild (Denmark)
WTGS-SNo./WEA-SNr.:	228051
Mode/Modus:	PO1
Date of meas./Messdatum:	2019_08_22 & 09_05
Standard/Messung:	FGW TR 1 Rev. 18
Averaging/Mittelung:	10 sec.
In charge/Bearbeiter:	Annika Johannsen

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

8.33 Oktav-Schallleistungsspektrum bei WG = 9 m/s

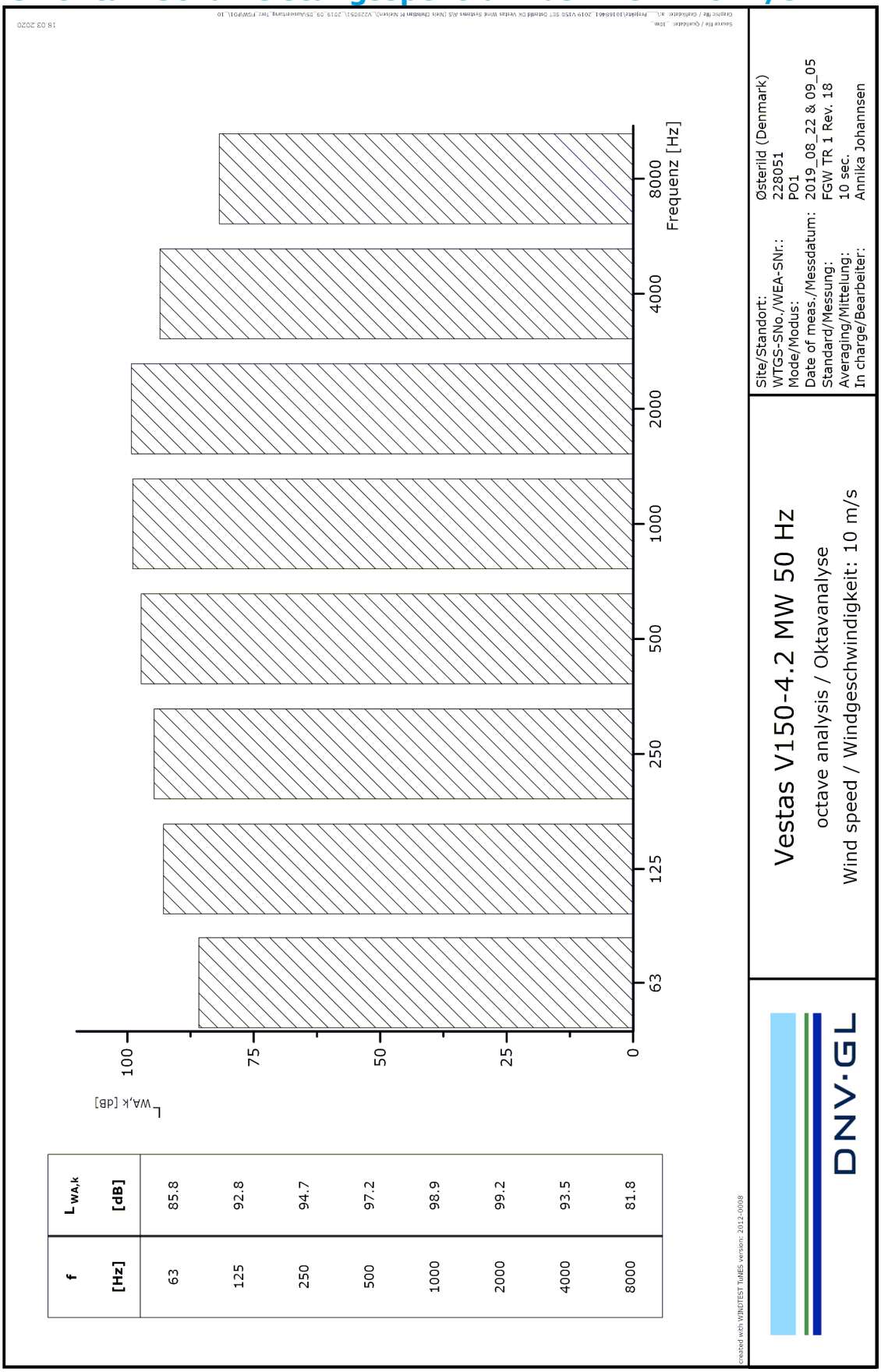


f [Hz]	$L_{WA,k}$ [dB]
63	86.2
125	93.1
250	94.3
500	96.8
1000	98.8
2000	99.1
4000	93.3
8000	79.6

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

8.34 Oktav-Schallleistungsspektrum bei WG = 10 m/s



f [Hz]	$L_{WA,k}$ [dB]
63	85.8
125	92.8
250	94.7
500	97.2
1000	98.9
2000	99.2
4000	93.5
8000	81.8

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

8.35 Verwendete Leistungskurve

7 Power Curves, Ct Values and Sound Curves, Power Optimized Mode PO1/PO1-0S

7.1 Power Curves, Power Optimized Mode PO1/PO1-0S

	Air density [kg/m³]													
Wind speed [m/s]	1.225	0.95	0.975	1.0	1.025	1.05	1.075	1.1	1.125	1.15	1.175	1.2	1.25	1.275
3.0	**81**	51	54	57	60	62	65	68	70	73	76	79	84	87
3.5	**172**	123	127	132	136	141	145	150	154	159	163	168	177	181
4.0	**285**	210	217	224	231	238	244	251	258	265	272	278	292	299
4.5	**424**	318	328	337	347	357	366	376	386	395	405	415	434	444
5.0	**597**	452	465	478	492	505	518	531	544	557	571	584	610	623
5.5	**809**	616	633	651	669	686	704	721	739	757	774	792	827	844
6.0	**1062**	813	835	858	881	904	926	949	972	995	1017	1040	1085	1108
6.5	**1361**	1045	1074	1103	1131	1160	1189	1218	1247	1275	1304	1332	1389	1418
7.0	**1709**	1317	1353	1389	1425	1461	1496	1532	1568	1603	1639	1674	1744	1779
7.5	**2101**	1628	1671	1715	1758	1802	1845	1888	1931	1974	2016	2058	2143	2185
8.0	**2545**	1982	2034	2086	2137	2189	2240	2292	2343	2394	2444	2494	2594	2644
8.5	**3014**	2375	2435	2496	2556	2616	2674	2732	2790	2848	2904	2959	3067	3120
9.0	**3458**	2791	2856	2921	2986	3052	3112	3172	3232	3292	3348	3403	3510	3562
9.5	**3807**	3180	3246	3312	3377	3443	3499	3556	3613	3669	3715	3761	3845	3884
10.0	**4038**	3543	3602	3662	3722	3781	3824	3866	3909	3951	3980	4009	4059	4079
10.5	**4143**	3842	3884	3926	3969	4012	4035	4059	4083	4107	4119	4131	4150	4158
11.0	**4191**	4055	4078	4100	4122	4145	4154	4162	4171	4180	4184	4187	4193	4195
11.5	**4199**	4152	4160	4168	4176	4185	4188	4190	4193	4196	4197	4198	4199	4200
12.0	**4200**	4185	4188	4191	4194	4198	4198	4199	4199	4200	4200	4200	4200	4200
12.5	**4200**	4197	4197	4198	4199	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200
13.0	**4200**	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200
13.5	**4200**	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200
14.0	**4200**	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200
14.5	**4200**	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200
15.0	**4200**	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200
15.5	**4200**	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200
16.0	**4200**	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200
16.5	**4200**	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200
17.0	**4200**	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200
17.5	**4200**	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200
18.0	**4200**	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200
18.5	**4200**	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200
19.0	**4200**	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200
19.5	**4200**	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200
20.0	**4200**	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200
20.5	**4186**	4186	4186	4186	4186	4186	4186	4186	4186	4186	4186	4186	4186	4186
21.0	**3870**	3870	3870	3870	3870	3870	3870	3870	3870	3870	3870	3870	3870	3870
21.5	**3373**	3373	3373	3373	3373	3373	3373	3373	3373	3373	3373	3373	3373	3373
22.0	**2745**	2745	2745	2745	2745	2745	2745	2745	2745	2745	2745	2745	2745	2744
22.5	**2154**	2154	2154	2154	2154	2154	2154	2154	2154	2154	2154	2154	2154	2154
23.0	**1805**	1805	1805	1805	1805	1805	1805	1805	1805	1805	1805	1805	1805	1805
23.5	**1526**	1526	1526	1526	1526	1526	1526	1526	1526	1526	1526	1526	1526	1526
24.0	**1283**	1283	1283	1283	1283	1283	1283	1283	1283	1283	1283	1283	1283	1283
24.5	**1116**	1116	1116	1116	1116	1116	1116	1116	1116	1116	1116	1116	1116	1116

Table 7-1: Power curve, Power Optimized Mode PO1/PO1-0S

Original Instruction: T05 0067-7067 VER 09

T05 0067-7067 Ver 09 - Approved- Exported from DMS: 2019-06-25 by NCN

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

8.37 Herstellerbescheinigung (Seite 1/3)

Herstellerbescheinigung zu spezifischen Daten einer WEA vom Typ:	Vestas
Manufacturer's certificate on specific data of a WT of the type of installation:	
V150-4.2 MW, PO1 in Østerild, Denmark	

DMS: 0079-5470-V02

1	**Allgemeines**			**General**
1	Hersteller	Vestas Wind Systems A/S		manufacturer
2	Anlagenbezeichnung	V150-4.2 MW 50 Hz		type name
3	Art (horizontale/vertikale Achse)	HAWT		generic type (horizontal axis /vertical axis)
4	Nennleistung	4200	kW	rated power
5	Nennspannung	720 (LV side)	V	rated voltage
6	Nabenhöhe über Grund	137	m	hub height above ground
7	Nabenhöhe über Fundamentflansch	-	m	hub height above top of foundation flange
8	Nennwindgeschwindigkeit	10.1	m/s	rated wind speed (steady wind speed)
9	Ein- und Abschaltwindgeschwindigkeit	3/24.5	m/s	cut-in and cut-out wind speed
10	Beitrag zum Stoßkurzschlussstrom	4.5	kA	contribution to short circuit current
2	**Rotor**			**Rotor**
1	Durchmesser	150	m	diameter
2	Bestrichene Fläche	17671	m^2	swept area
3	Anzahl der Blätter	3		number of blades
4	Nabenart (pendelnd/starr)	rigid		generic type of hub (teetered/rigid)
5	Anordnung zum Turm (luv/lee)	luv		relative position to tower (luv/lee)
6	Nenndrehzahl / -bereich	10.37	1/min / rpm	rated speed / speed range
7	Auslegungsschnelllaufzahl	9.35		design tip speed ratio
8	Rotorblatteinstellwinkel	-10 to 95	°	rotor blade pitch setting
9	Konuswinkel	5.5	°	cone angle
10	Achsneigung	6	°	tilt angle
11	Abstand Rotorflanschmittelpunkt und Turmmittellinie	4.5	m	distance between rotor flange centre and tower centre line
3	**Rotorblatt**			**Rotor blade**
1	Hersteller	Vestas Wind Systems A/S		manufacturer
2	Typenbezeichnung	Vestas 73.65m		type name
3	Profile innen/außen	Infused structural airfoil shell		blade section inner/outer
4	Material	Fibreglass reinforced epoxy, carbon fibres and Solid Metal Tip (SMT)		material
5	Länge	73.65	m	length
6	Profiltiefe max./min.	4.2 / -	m	chord length (max./min.)
7	Zusatzkomponenten (z.B. stall strips, Vortex-Generatoren, Turbulatoren)	Serrated Trailing Edges		additional components (e.g. stall strips, vortex generators, trip strips)
8	Extenderlänge	n/a	m	extender length
4	**Getriebe**			**Gear**
1	Hersteller	ZF		manufacturer
2	Typenbezeichnung	EH1052A		type
3	Ausführung	2 planetary + 1 helical stage		design
4	Übersetzungsverhältnis	i = 143.37		gear ratio
5	**Generator**			**Generator**
1	Hersteller	Vestas		manufacturer
2	Typenbezeichnung	3 Phase IG, VND DASG 560/6M		type
3	Anzahl	1		numbers
4	Art (horizontale/vertikale Achse)	horizontal		design
5	Nennleistung (en)	4450	kW	rated power (s)
6	Nennscheinleistung	5057	kVA	rated apparent power
7	Nenndrehzahlen oder Drehzahlbereich	1485	1/min / rpm	rated speed (s) / speed range
8	Spannung	800 (at rated speed)	V	voltage
9	Frequenz	74	Hz	frequency
10	Nennschlupf	0.54	%	rated slip

Classification: Restricted

Seite/Page: 1/3

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

8.38 Herstellerbescheinigung (Seite 2/3)

Herstellerbescheinigung zu spezifischen Daten einer WEA vom Typ:	
Manufacturer's certificate on specific data of a WT of the type of installation:	Vestas
V150-4.2 MW, PO1 in Østerild, Denmark	

DMS: 0079-5470-V02

6	**Turm**			**Tower**
1	Hersteller	Vestas Wind Systems A/S		manufacturer
2	Typenbezeichnung	Tubular		type
3	Ausführung (Gitter/Rohr, zyl./kon.)	Cylindrical/conical tubular		design (lattice/tubular, cylindical/conical)
4	Material	Steel		material
5	Länge	132.1	m	length
7	**Windrichtungsnachführung**			**Yaw control**
1	Ausführung (aktiv/passiv)	Active		design (active/passive)
2	Antriebsart (el./mech./hydr.)	Electrical		drive (electr./mech./hydr.)
3	Dämpfungssystem während des Betriebs	Built-in friction		damping system during operation
8	**Betriebsführung /Regelung**			**Control system/control**
1	Software version Nr.	2019.06.26		software version No.
2	- Umrichter	-		- converter
3	- Steuerung	-		- control system
4	- Netzschutz	-		- grid protection
5	- Andere relevante	-		- others
6	Art der Leistungsregelung	Pitch & Variable speed		generic type of power control
7	Antrieb der Leistungsregelung	-		actuation of power control
8	Hersteller der Betriebsführung/Regelung	Vestas Wind Systems A/S		manufacturer of control system
9	- Typenbezeichnung	System 8000 - VMPGlobal		- type
10	- Verwendete Steuerungskurve	-		- applied control characteristic
9	**Sonstige elektrische Komponenten**			**Other electric installations**
1	N_{10}, Einschalten bei Einschaltwind	10		N_{10}, start up at cut in wind speed
2	N_{120}, Einschalten bei Einschaltwind	120		N_{120}, start up at cut in wind speed
3	N_{10}, Einschalten bei Nennwind	1		N_{10}, start up at rated wind speed
4	N_{120}, Einschalten bei Nennwind	12		N_{120}, start up at rated wind speed
5	N_{10}, Ausschalten bei Nennwind	1		N_{10}, cut off at rated wind speed
6	N_{120}, Ausschalten bei Nennwind	12		N_{120}, cut off at rated wind speed
7	N_{10}, Umschalten zwischen den Generatoren	n/a		N_{10}, switching between generators
8	N_{120}, Umschalten zwischen den Generatoren	n/a		N_{120}, switching between generators
9	Anzahl der Kompensationsstufen	n/a		number of compensation stages
10	Blindleistung Stufe 1	n/a	kvar	reactive power stage 1
11	Blindleistung Stufe 2	n/a	kvar	reactive power stage 2
12	Blindleistung Stufe _	n/a	kvar	reactive power stage _
13	Blindleistung Stufe _	n/a	kvar	reactive power stage _
14	Art der Netzkopplung	Full Scale Converter		generic type of interconnection
15	- Hersteller	Vestas Wind Systems A/S		- manufacturer
16	- Typenbezeichnung	-		- type
17	Netzschutzhersteller	Vestas Wind Systems A/S		grid protection manufacturer
18	- Typenbezeichnung	VMP Global Tm		- type
19	- Einstellbereiche	-		- adjustment ranges
20	Spannungssteigerungsschutz	792	V	overvoltage protection
21	Spannungsrückgangschutz	648	V	undervoltage protection
22	Frequenzsteigerungsschutz	53	Hz	overfrequency protection
23	Frequenzrückgangschutz	46.5	Hz	underfrequency protection
24	Typenbezeichnung der Abschalteinheit	Schneider - MTz2-32 H10		circuit breaker type
25	Oberschwingungsfilter (ja/nein) (OS-Filter müssen auf den Netzverknüpfungspunkt ausgelegt sein)	yes		harmonic filter (yes / no) (harmonic filter have to be designed for the point of common coupling)

Classification: Restricted

Seite/Page: 2/3

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

8.39 Herstellerbescheinigung (Seite 3/3)

Herstellerbescheinigung zu spezifischen Daten einer WEA vom Typ:			Vestas
Manufacturer's certificate on specific data of a WT of the type of installation:			
V150-4.2 MW, PO1 in Østerild, Denmark			
			DMS: 0079-5470-V02
10	**Umrichter**		**Converter**
1	Hersteller	Vestas Wind Systems A/S	converter manufacturer
2	Typenbezeichnung	Full quadrant IGBT	converter type
3	Spannungsebene	720 (Grid) / 800 (Generator) V	voltage level
4	Nennscheinleistung	5100 kVA	converter apparent rated power
11	**Transformator**		**Transformer**
1	Hersteller	Siemens (s/n: K832736)	transformer manufacturer
2	Typenbezeichnung	4GY6781-1EY	transformer type
3	Schaltgruppe	Dyn5	transformer connection
4	Nennscheinleistung	5150 kVA	transformer apparent rated power
5	Spannungsebenen	36.0/1.1 kV	voltage level
6	Kurzschlussspannung	9.6 %	short circuit voltage
12	**Bremssystem**		**Brake system**
1	Bremssystem (primär/sekundär)	aerodynamic (feathering) / mechanical	brake system (primary/secondary)
2	- Aktivierung	hydraulic / mechnical	- activation
3	- Anordnung zum Turm (luv/lee)	luv	- location
4	- Bremsenart	aerodynamic / disc brake	- type
5	- Bestätigung	Pause & Stop / Emergency Stop	- actuation
13	**Typenprüfung**		**Type test**
1	Prüfbehörde	DNV-GL	testing authority
2	Aktenzeichen	IEC 61400	reference
14	**Informativer Teil**		**Informative**
1	Standort der vermessenen WEA	Osterild (Denmark)	location of measured WT
2	Koordinaten des Standortes	57.066970, 8.884000	geographical coordinates of the location
3	Seriennummer		serial number of
4	- WEA	228051	- WT
5	- Blätter	29101054WHD213007 29101054WHD213012 29101054WHD213010	- blades
6	- Getriebe	EH1052A-001.P8/LM0001	- gearbox
7	- Generator	635747	- generator
8	Netzkurzschlussleistung	805.81 MVA	short-circuit apparent power
7	Netzimpedanzwinkel	87.96 °	network impedance phase angle

Anschrift des Herstellers
Address of manufacturer

Vestas Wind System A/S
Hedeager 42
8200 Aarhus

Stempel, Unterschrift
stamp, signature

Vestas
Vestas Wind Systems A/S
Hedeager 42
8200 Aarhus
Phone 8730 0000

Der Hersteller der Windenergieanlage bestätigt, dass die WEA, deren elektrischen Eigenschaften in den Prüfberichten abgebildet sind, hinsichtlich ihrer technischen Daten mit den o.g. Positionen identisch ist.

The manufacturer of the wind turbine (WT) confirms that the WT whose power quality is measured and depicted in the test reports, is identical with the above entries with regard to it-s technical data

Classification: Restricted

Seite/Page: 3/3

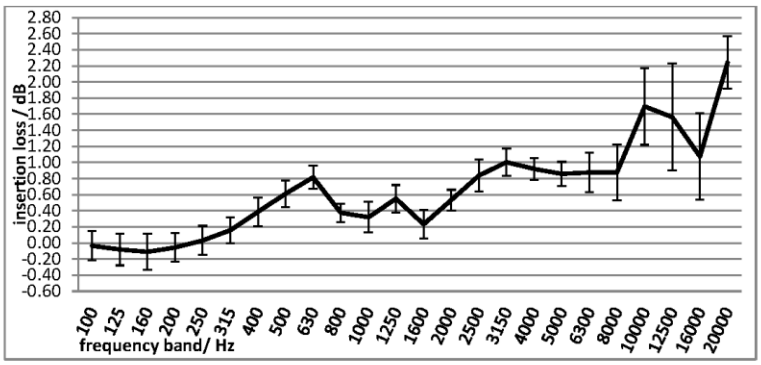
T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

8.40 Korrekturwerte des verwendeten Sekundärwindschirms

DNV·GL

Extract of the test report GLGH 4286 11 07555 000-C-0083-A



(Page 7) Figure 2: insertion loss of the secondary windscreen EWS-16-26 with optional weatherproof cover (mean and standard deviation of 12 individual measurements)

frequency	incl. weather protection	
Hz	mean	SD
100,00	-0,06	0,13
125,00	-0,02	0,09
160,00	-0,05	0,12
200,00	-0,04	0,09
250,00	-0,02	0,09
315,00	0,09	0,09
400,00	0,25	0,08
500,00	0,49	0,08
630,00	0,60	0,16
800,00	0,35	0,19
1000,00	0,31	0,12
1250,00	0,53	0,24
1600,00	0,40	0,14
2000,00	0,61	0,14
2500,00	0,73	0,11
3150,00	0,76	0,13
4000,00	0,78	0,12
5000,00	0,77	0,17
6300,00	0,43	0,25
8000,00	0,17	0,63
10000,00	0,64	1,45
12500,00	0,12	1,58
16000,00	1,12	1,00
20000,00	1,64	0,41

(Page 8) Table 2: insertion loss of the secondary windscreen EWS-16-26 with optional weatherproof cover (mean and standard deviation of 12 individual measurements)

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

8.41 Fotografien des Messaufbaus

Foto 1: 10 m Windmessmast

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Foto 2: Foto der schallharten Platte mit Mikrofon unter dem Sekundärwindschirm

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

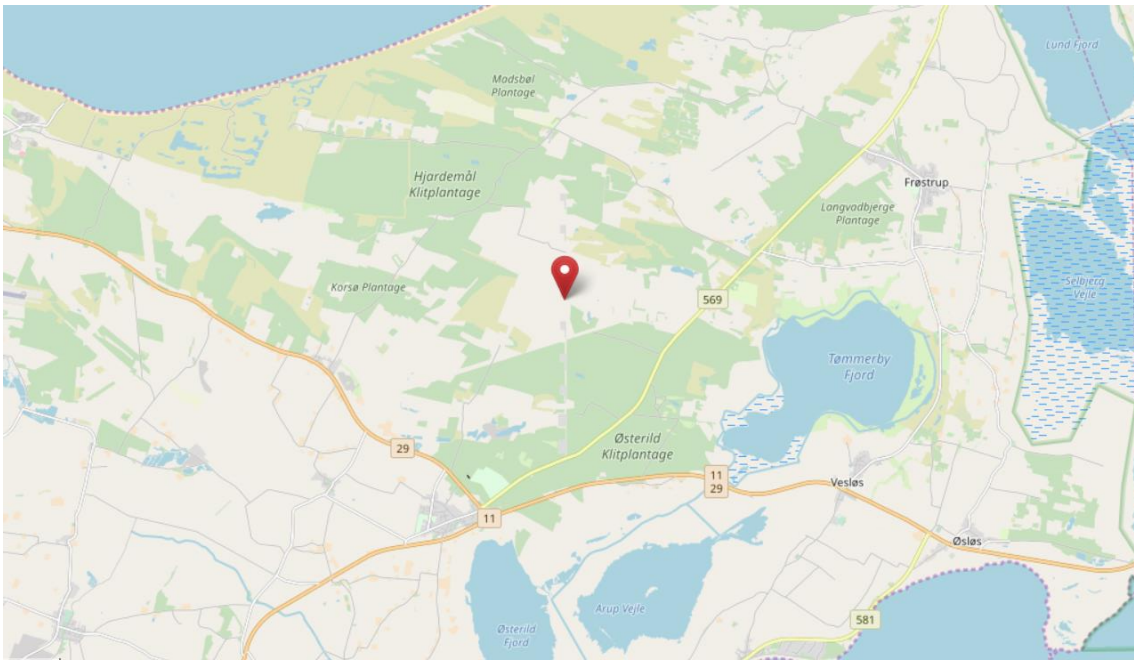
8.42 Verwendete Messgeräte

Beschreibung *description*	**Fabrikat** *supplier*	**Typ** *type*	**WT Nr./Ser.Nr.** *WT stock number/ serial number*	**letzte Kalibrierung** *last calibration*	**nächste Kalibrierung** *next calibration*	**letzte Eichung** *last verification*	**nächste Eichung** *next verification*
Schallpegelmesser *sound level meter*	Svantek	979	GLGH 428616-337000021 (45290)	Sep. 17	Sep. 19	Jun. 19	Dez. 21
Mikrofon *microphone*	G.R.A.S.	40AE	zu GLGH 428616-337000021 (240597)	**gemeinsame Kalibration** *common calibration*	**gemeinsame Kalibration** *common calibration*	**gemeinsame Eichung** *common verification*	**gemeinsame Eichung** *common verification*
Vorverstärker *preamp.*	Svantek	SV17	zu GLGH 428616-337000021 (52127)				
Mikrofonkabel *microphone cable*	Svantek	SC93/10	zu GLGH 428616-337000021				
Akustischer Kalibrator *acoustic calibrator*	Svantek	SV30A	GLGH 428617-333000018 (43149)	Jul. 19	Jul. 20		
Primärwindschirm *primary wind shield*	Brüel & Kjær	UA 0237	-				
Sekundärwindschirm *secondary wind shield*	DNVGL	EWS	16-26				
Anemometer *anemometer*	Thies Clima	4.9201.00.000	GLGH 428616-113000298 (06160031)	Sep. 18	Sep. 20		
Windrichtungsgeber *wind direction sensor*	Thies Clima	4.9201.00.000	zu GLGH 428616-113000298 (06160031)				
Temperaturgeber *temperature sensors*	Thies Clima	4.9201.00.000	zu GLGH 428616-113000298 (06160031)				
Luftdruckgeber *pressure sensors*	Thies Clima	4.9201.00.000	zu GLGH 428616-113000298 (06160031)				
Feuchtesensor *humidity sensor*	Thies Clima	4.9201.00.000	zu GLGH 428616-113000298 (06160031)				
WEA Box	Expert	EX9017/F	GLGH 428616-323000008 (66007)	Jul. 18	Jul. 20		
Laser-Entfernungsmesser *laser distance meter*	Bushnell Corporation	Yardage PRO 1000	WT300087704 (027103)	Aug. 17	Aug. 19		
Erfassungsrechner *data acquisition computer*	HP	Elitebook 2570P	GLGH 425515-41100383 (CNU343BB0N)				
Erfassungs- und Auswertesoftware *data acquisition and analytical software*	GfS Aachen Microsoft DATALOG GmbH	DIAdem 2012/2018 Office 2016 Dasy-Lab 10.0					

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

8.43 Geographische Lage des Messortes



(Quelle: www.openstreetmap.org)

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Über DNV GL

Inspiriert durch das Ziel, Leben, Eigentum und Umwelt zu schützen, verbessert DNV GL die Sicherheit und Nachhaltigkeit Ihrer Projekte. Wir bieten technische Prüf- und Zertifizierungsdienstleistungen sowie Software und unabhängige Beratungsservices für die Energie-, Öl & Gas- und maritime Wirtschaft. Wir bieten darüber hinaus Zertifizierungsleistungen für Kunden aus vielen weiteren Branchen an. Unsere Test-, Zertifizierungs- und Beratungsdienstleistungen werden unabhängig voneinander angeboten. Unsere Mitarbeiter in über 100 Ländern unterstützen unsere Kunden, um die Welt sicherer, intelligenter und grüner zu gestalten.

T05 0088-3560 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

anemos
Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH

Bestimmung der Schallimmissionen verursacht von vier Windenergieanlagen vom Typ Vestas V150 4.0/4.2 MW am Standort Hollenstedt

Auftraggeber:	Windpark Hollenstedt GmbH Alte Holtumer Straße 9 27263 Verden Deutschland
Standort:	Hollenstedt, Niedersachsen
Berichts-Nr.:	16-023-7020241-Rev.00-SA-MK
Art des Berichtes:	Schallimmissionsprognose nach TA Lärm
Datum:	11. Juni 2020

anemos
Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3, D-21391 Reppenstedt
Tel.: 04131-8308-100
www.anemos.de | kontakt@anemos.de

ilac-MRA
DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-17580-01-00

Bestimmung der Schallimmissionen verursacht von vier Windenergieanlagen vom Typ Vestas V150 4.0/4.2 MW am Standort Hollenstedt

-Prüfbericht-

Für dieses Projekt ausgestellte Dokumente hinsichtlich Schallimmissionen:

Berichtsnummer	Datum	Titel	Inhaltliche Änderungen
16-023-7016076-Rev.00-SA-MK	19.05.2016	Bestimmung der Schallimmissionen verursacht von vier Windenergieanlagen vom Typ Vestas V 112, 3.3 MW und V 126, 3.3 MW an einem Standort bei Hollenstedt	Erstbericht Schall
16-023-7018169-Rev.00-SA-MK	15.05.2018	Bestimmung der Schallimmissionen verursacht von vier Windenergieanlagen vom Typ Vestas V 150 4.0/4.2 MW am Standort Hollenstedt	Nachberechnung – neue Konfiguration, neue LAI-Hinweise
16-023-7019241-Rev.00-SA-MK	13.05.2019	Bestimmung der Schallimmissionen verursacht von vier Windenergieanlagen vom Typ Vestas V 150 4.0/4.2 MW am Standort Hollenstedt	Nachberechnung – neue Konfiguration, neue Unsicherheiten
16-023-7019525-Rev.00-SA-MK	22.10.2019	Bestimmung der Schallimmissionen verursacht von vier Windenergieanlagen vom Typ Vestas V 150 4.0/4.2 MW am Standort Hollenstedt	Nachberechnung – neue Konfiguration, vermessener Pegel
16-023-7020241-Rev.00-SA-MK	11.06.2020	Bestimmung der Schallimmissionen verursacht von vier Windenergieanlagen vom Typ Vestas V150 4.0/4.2 MW am Standort Hollenstedt	Aktualisierung – neue IO, Dreifach-vermessung V150

Die anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 für die Bereiche "Bestimmung von Windpotenzial und Energieerträgen von (WEA)-Standorte; Berechnung des zu erwartenden mittleren Jahresenergieertrages; Bestimmung der Standortgüte zur Inbetriebnahme; Durchführung, Auswertung und Analyse von Windmessungen mittels Anemometern, SoDAR und LiDAR; Berechnung der Turbulenzintensität; Schattenwurf-berechnung von Windenergieanlagen; Schallimmissionsprognosen von Windenergieanlagen; Erstellung von Windatlanten sowie Bestimmung der Wind- und Ertragsindizes; Erstellung von Erlösgutachten; Berechnung von Marktwertatlanten" akkreditiert.

Reppenstedt, den 11. Juni 2020

verantwortlicher Bearbeiter	geprüft	freigegeben
Martin Kolbe	Melanie Wilken	Lasse Blanke
Dipl.-Geograph Senior Consultant	M.Sc. Geowissenschaften Senior Consultant	Geschäftsführer

Rechtliche Hinweise

Dieser Bericht wurde nach bestem Wissen und Gewissen und dem aktuellen Stand der Technik erstellt. Eine Haftung für die hier dargestellten Ergebnisse seitens des Auftragnehmers wird nicht übernommen. Diese Stellungnahme bleibt bis zur Abnahme und Bezahlung unter Ausschluss jeglicher Nutzung alleiniges Eigentum der anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH.

Die anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH verfügt über eine Berufshaftpflichtversicherung, die auf Verlangen nachgewiesen werden kann. Eine Haftung wird nur im Rahmen des Deckungsschutzes dieser Versicherung übernommen. Eine weitergehende Haftung wird ausdrücklich ausgeschlossen. Ein Gewährleistungsanspruch von Seiten Dritter entfällt.

Die anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH ist neutral und unabhängig. Verflechtungen geschäftlicher oder privater Art mit dem Auftraggeber oder anderen Firmen bestehen nicht.

Eine auszugsweise Veröffentlichung ist nicht erlaubt.

Das vorliegende Dokument darf zum Einholen von erforderlichen Genehmigungen, für die Prospektierung, für die Projektfinanzierung sowie im Rahmen einer Due Diligence an Dritte weitergegeben werden. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung des Berichtes ist nur mit schriftlicher Erlaubnis der anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH gestattet.

Dieser Bericht umfasst 35 Seiten.

Inhaltsverzeichnis **Seite**

1 Vorbemerkungen 5
2 Standort und Lagebeschreibung 6
3 Berechnungen 10
4 Unsicherheitsanalyse 14
5 Ergebnisse 16
6 Infraschall 18
7 Literatur 19
8 WindPRO-Ergebnisausdrucke – Gesamtbelastung Nachtbetrieb 20
9 Zur Verfügung stehende Schallleistungspegel (Oktavbanddaten) 31

1 Vorbemerkungen

Die anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH wurde am 08.05.2020 von der Windpark Hollenstedt GmbH beauftragt, die Belastung durch von Windenergieanlagen verursachte Schallimmissionen am Standort Hollenstedt, Niedersachsen abzuschätzen.
Es werden Schallimmissionen aller WEA berücksichtigt, die sich nach dem Bau der geplanten WEA am untersuchten Standort befinden.

Im Gegensatz zu den vorangegangenen Berichten werden in diesem aktualisierten Bericht in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde (LK Harburg) mehrere Immissionsorte zusätzlich berücksichtigt. Weiterhin liegt mittlerweile eine Dreifachvermessung des geplanten WEA-Typs im Mode PO1 sowie eine einfache Vermessung im Mode SO3 vor, sodass die Schallemissionsparameter und die Unsicherheitsbetrachtung angepasst wurden.

Zur Berechnung der Schallausbreitung wird das Programm WindPRO (Version 3.3) der Firma EMD International A/S, Aalborg, Dänemark verwendet.

In diesem Gutachten werden die Schallimmissionen, verursacht durch die Neuplanung, für den Nachtbetrieb (22 Uhr - 6 Uhr) abgeschätzt.

Die als Basisinformation verwendeten Daten zu den entsprechenden Immissionsorten inkl. einzuhaltender Grenzwerte wurden von der anemos GmbH auf Basis von Luftbildern verortet und anhand des vorliegenden Kartenmaterials (Bebauungspläne / Flächennutzungspläne über das Geoportal der Gemeinde Hollenstedt bzw. des Landkreises Harburg) hinsichtlich ihrer baulichen Nutzung eingeordnet. Die einzuhaltenden Grenzwerte wurden entsprechend der TA Lärm berücksichtigt. Leider konnte die Art der baulichen Nutzung nicht für alle Immissionsorte zweifelsfrei bestimmt werden. Für den IO 3 wurde als Schutzanspruch die Nutzung „Mischgebiet“ von der Genehmigungsbehörde bestätigt. Für die IO 4, 5 und 7 konnte der letztendlich anzusetzende Grenzwert (Art der baulichen Nutzung nach TA Lärm) nur nach bestem Gewissen abgeschätzt werden. Dies ändert nichts an den berechneten Beurteilungspegeln an den Punkten, könnte jedoch Auswirkungen auf etwaige Überschreitungen der Immissionsrichtwerte haben. Die IO wurden als Bebauung im Außenbereich (IRW: 45 dB(A)) angesetzt. Die neu hinzugekommenen Immissionsorte 10 – 19 wurden in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde verortet und der Richtwert festgelegt. Für die Immissionsorte 14 – 16 wurde zusätzlich die von einem Truck Service ausgehende Vorbelastung berücksichtigt.

Die topographischen Verhältnisse in der unmittelbaren Umgebung des vorgesehenen Standortes und für die weitere Umgebung wurden topographischen Karten im Maßstab 1:25.000 entnommen.

Die Standortbesichtigung wurde am 08.04.2016 von dem Mitarbeiter der anemos GmbH Herrn Steffen Gehnke durchgeführt.

Die zugrunde gelegten Schallleistungspegel (inkl. Oktavbanddaten) der geplanten WEA wurden den vom Hersteller zur Verfügung gestellten Dokumenten (Berechnung) entnommen.

Dieses Gutachten richtet sich nach den Hinweisen des LAI zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen (Stand 30.06.2016), dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) sowie der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm (1998).

2 Standort und Lagebeschreibung

Das zu beurteilende Windparkareal befindet sich im Norden Deutschlands, etwa 15 km südwestlich der Stadt Hamburg und etwa 1.5 km westlich der Stadt Hollenstedt in Niedersachsen, unmittelbar an der Autobahn 1 (s. Abb. 1). Die UTM-Koordinaten (ETRS89, Zone 32) der Standorte sind wie folgt angegeben:

Tab. 1: Koordinaten der geplanten Anlagen (Zusatzbelastung)

WEA	Rechtswert	Hochwert	Höhe ü. NN [m]	WEA-Typ	Nennleistung [kW] (Tag / Nacht)	NH [m]	L_w [dB(A)] Nacht* / Modus
WEA 1	545665	5912355	31	Vestas V150-4.2MW	4200 / 3583	125	**102.0** / **SO2**
WEA 2	545420	5912048	33		4200 / 4200		**104.6** / **PO1**
WEA 3	545979	5912071	29		4200 / 4200		**104.6** / **PO1**
WEA 4	545447	5912948	33		4200 / 1546		**98.7** / **SO3**

**ohne Zuschläge*

Die Koordinaten der Anlagen wurden vom Auftraggeber übermittelt.

Die unmittelbare Umgebung des Standortes wird hauptsächlich durch offenes, landwirtschaftlich genutztes Gelände geprägt. Lediglich im Westen befindet sich ein mittelgroßes Waldstück (ca. 7 km²). Da bei der Berechnung Schallminderungswirkungen durch Bewuchs, Bebauung oder Abschirmung nicht berücksichtigt werden, wird auf die Oberflächenbeschaffenheit der näheren Umgebung des Standortes hier nicht näher eingegangen.

Die zu beurteilenden Immissionsorte befinden sich in einer Entfernung von ca. 440 m bis 1600 m im Umkreis der geplanten Windenergieanlagen. Die UTM Koordinaten sowie die Informationen zur Nutzung und den Immissionsrichtwerten der Immissionsorte sind in Tab. 3 dieses Gutachtens angegeben. Die Koordinaten der Immissionsorte wurden anhand von Kartenmaterial und Luftbildern festgelegt, wobei die Koordinaten der ungefähren Position der zur Neuplanung ausgerichteten Gebäudeaußenkannte der Bebauung entspricht.
Die als Basisinformation verwendeten Daten zu den entsprechenden Immissionsorten inkl. einzuhaltender Grenzwerte wurden von der anemos GmbH, soweit möglich, auf Basis von vorliegendem Kartenmaterial (Bebauungspläne / Flächennutzungspläne über das Geoportal der Gemeinde Hollenstedt) abgeleitet. Die einzuhaltenden Grenzwerte wurden entsprechend der TA Lärm berücksichtigt.

Orographisch kann die Standortumgebung als flaches bis welliges Gelände bezeichnet werden mit Höhenunterschieden zwischen 0 m und 160 m innerhalb eines Gebietes von etwa 25 km x 25 km. Die geplanten Standorte selbst weisen Höhen von 30 m bis 33 m ü. NN auf.

Die Geländehöhen wurden dem SRTM Datensatz (*Shuttle Radar Topography Mission, USGS EROS Data Center*) entnommen und auf das Modellgitter interpoliert. Die Daten wurden im Jahr 2000 aufgenommen und liegen als Rasterdaten mit einer räumlichen Auflösung von etwa 90 m vor. Die vertikale Auflösung beträgt 1 m. In der unmittelbaren Umgebung des zu beurteilenden Standortes wurden diese Informationen durch Abgleich mit topographischen Karten im Maßstab 1:25.000 aktualisiert. Die Größe des insgesamt berücksichtigten Gebietes ist aus der Abb. 2 ersichtlich.

Abb. 1: Lageplan des Gutachtenstandortes, rot: geplante WEA, gelb: Immissionsorte. Quelle: Google Earth Pro.

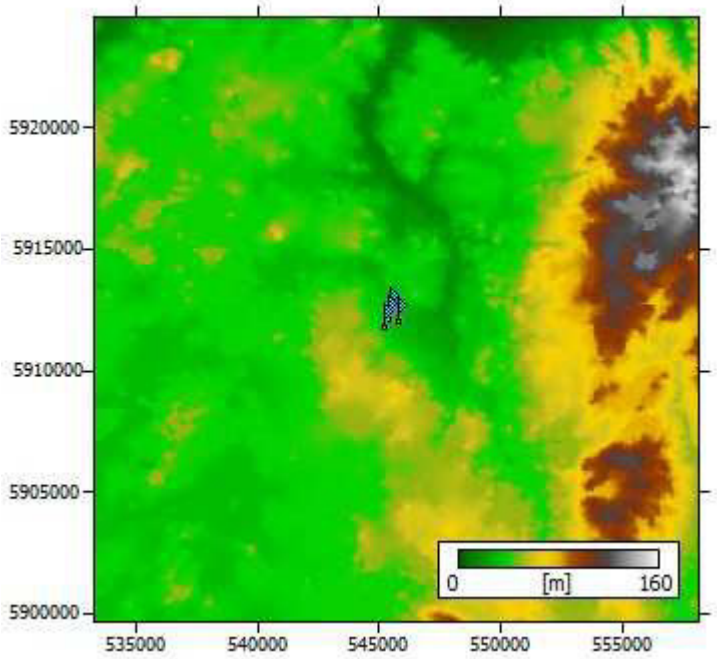


Abb. 2: Orographie der Standortumgebung (25 x 25 km²). Die Positionen der Anlagen sind durch Fähnchen gekennzeichnet.

Standortumgebung 360°

Abb. 3: Standortumgebung 360°

Die Fotos wurden im Uhrzeigersinn von Norden anfangend aufgenommen. Die Standortbesichtigung wurde am 08.04.2016 durch den Mitarbeiter der anemos GmbH Herrn Steffen Gehnke durchgeführt.

3 Berechnungen

Für eine vorgegebene Windparkkonfiguration wird die gesamte Belastung durch Schallimmissionen für die definierten Immissionsorte bestimmt. Die Berechnung erfolgt mit dem in dem Programm WindPRO integrierten Modul DECIBEL. Die Grundlage für den Rechenprozess bildet die Vorschrift DIN ISO 9613-2 (1999), modifiziert nach Interimsverfahren NALS [4].

Die Schallleistungspegel der geplanten Anlagen werden, soweit vorhanden, den Schallmessberichten akkreditierter Messinstitute entnommen. Diese Messungen werden an verschiedenen Anlagen des gleichen Typs durchgeführt und erfolgen unter standardisierten Bedingungen, wodurch nach Berücksichtigung der jeweiligen Unsicherheiten (siehe Kapitel 4) die Ergebnisse auf die Anlagen dieses Gutachtens übertragbar sind. In dem Fall, wenn keine unabhängige Vermessung vorliegt, werden die Angaben des Herstellers verwendet.

Für Bestandsanlagen ist vorgesehen, die genehmigten Schallleistungspegel zu verwenden. Da für diese meist keine Oktavbanddaten vorliegen, ist hier im Regelfall das Referenzspektrum [5/7] zu verwenden. Für den Fall, dass eine Vermessung mit Oktavbanddaten vorliegt, kann dieses Spektrum zur Berechnung verwendet werden. Geringe Abweichungen vom vermessenen Spektrum zum genehmigten Pegel werden hier durch eine Anpassung des vermessenen Oktavbandes (unter Beibehaltung der Verteilung auf die Frequenzen) ausgeglichen.

Die Rechnungen werden für folgende geplante Windenergieanlagen durchgeführt (Nachtbetrieb 22:00 Uhr bis 6:00 Uhr):

Tab. 2: Schallpegel der betrachteten WEA-Typen

WEA Typ	Quelle	Angesetzter Pegel [dB(A)]	Betriebsmodus leistungs- oder schallreduziert	Quelle Oktavbanddaten
Vestas V 150-4.0/4.2 MW	3-fach Vermessen, DNV GL Bericht.: 10205391-A-1-A, 01.04.2020	104.6	PO1 (4200 kW)	Vermessen, s. Spalte 2
Vestas V 150-4.0/4.2 MW	Hersteller, Dok.: 0070-3421.V07, 24.05.2019	102.0	SO2 (3583 kW)	Berechnet, Hersteller
Vestas V 150-4.0/4.2 MW	Vermessung, Dok. DNV GL 10172624-A-2-A, 07.11.2019	98.7	SO3 (1546 kW)	Vermessen, s. Spalte 2

Die zu beurteilenden Schallimmissionen wurden für die folgenden Standorte bestimmt (UTM, ETRS 89, Zone 32):

Tab. 3: Berücksichtigte Immissionsorte

IO	Nr.	Bezeichnung	Rechts-wert	Hochwert	Nutzung	Richtwert (Nacht) [dB(A)]
A	01	Gewerbegebiet Hollenstedt Süd	546511	5912567	Gewerbegebiet	50
B	02	Gewerbegebiet Hollenstedt Nord	546487	5912832	Gewerbegebiet	50
C	03	Hofstelle	545225	5912572	Dorf- und Mischgebiet	45
D	04	Heidenauer Weg 4A	544780	5911930	Außenbereich	45
E	05	Heidenauer Weg 4B	544743	5911871	Außenbereich	45
F	06	Ochtmannsbruch	545859	5910882	Außenbereich	45
G	07	Heidbecksweg 6	544470	5913052	Dorf- und Mischgebiet	45
H	08	Siedlung Ochtmannsbruch I	547188	5910922	Allg. Wohngebiet	40
I	09	Siedlung Ochtmannsbruch II	547204	5910968	Allg. Wohngebiet	40
J	10	Stellheide Hollinder Weg 2B	544534	5912278	Sondergebiet	40
K	11	Stellheide Hollinder Weg 1	544561	5912213	Sondergebiet	40
L	12	Stellheide Am Eribaplatz 1	544568	5912116	Sondergebiet	40
M	13	Stellheide Campingplatz "Am Eribaplatz"	544698	5911984	Sondergebiet	40
N	14	Hollenstedt Bergstr. 25	546722	5912937	Allg. Wohngebiet, Randlage	42.5
O	15	Hollenstedt, Hofstedter Bogen 18A	546759	5912980	Allg. Wohngebiet	40
P	16	Hollenstedt, Bergstraße (unbebaut)	546718	5912973	Allg. Wohngebiet, Randlage	42.5
Q	17	Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 1A	545250	5913520	Außenbereich	45
R	18	Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 3	545176	5913501	Außenbereich	45
S	19	Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 7	545156	5913419	Außenbereich	45

Die mathematischen Grundlagen der Berechnung lassen sich nach DIN ISO 9613-2 und in Anwendung des vom NALS veröffentlichten alternativen Verfahrens zur Schallausbreitung wie folgt beschreiben. Laut NALS – Interimsverfahren ist die Ausbreitungsrechnung unter Verwendung des Oktavspektrums des Schallleistungspegels durchzuführen.

Der resultierende (Teil-) Schalldruckpegel berechnet sich somit nach:

$$L_{AT}(DW)=10lg\,[10^{0.1LAfT(63)} + 10^{0.1LAfT(125)} + 10^{0.1LAfT(250)} + 10^{0.1LAfT(500)} + 10^{0.1LAfT(1k)} + 10^{0.1LAfT(2k)} + 10^{0.1LAfT(4k)} + 10^{0.1LAfT(8k)}] \quad (1)$$

Mit

L_{AfT}: = A-bewerteter Schalldruckpegel der einzelnen Schallquelle bei den unterschiedlichen Mittenfrequenzen (63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hz)

Der A-bewertete Schalldruckpegel L_{AfT} bei den Mittenfrequenzen jeder einzelnen Schallquelle berechnet sich aus:

$$L_{AfT}(DW)=(L_W+A_f)+D_c-A \quad (2)$$

dabei ist:

L_W = Oktav-Schalleistungspegel der Punktschallquelle nicht A-bewertet. L_W+Af entspricht dem A-bewerteten Oktav-Schalleistungspegel L_{WA} nach IEC 651

D_C = Richtwirkungskorrektur für die Quelle ohne Richtwirkung (0 dB) aber unter Berücksichtigung der Reflexion am Boden (entfällt nach Interimsverfahren)

A = Oktavdämpfung zwischen Punktquelle und Immissionspunkt, die während der Schallausbreitung vorhanden ist

Die Dämpfung zwischen Punktquelle und Immissionspunkt (A) bestimmt sich aus folgenden Dämpfungsarten:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc} \quad (3)$$

A_{div} = Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung

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

d = Abstand zwischen Quelle und Immissionspunkt

A_{atm} = Dämpfung durch die Luftabsorption

A_{atm} = αd / 1000

α = Absorptionskoeffizient der Luft in dB je km; für jedes Oktavband bei der Bandmittenfrequenz, hier für günstige Ausbreitungsbedingungen: Temperatur 10°C und relative Luftfeuchte 70%:

Bandmittenfrequenz [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
α [dB/km]	0.1	0.4	1.0	1.9	3.7	9.7	32.8	117

A_{gr} = Bodendämpfung (alternatives Verfahren) modifiziert zu

A_{gr} = -3 dB

A_{bar} = Dämpfung aufgrund der Abschirmung (Schallschutz), wird hier nicht berücksichtigt

A_{misc} = Dämpfung aufgrund verschiedener weiterer Effekte (Bewuchs, Bebauung, Industrie), wird hier ebenfalls nicht berücksichtigt

Die Belastung an den jeweiligen Immissionspunkten (resultierender Beurteilungspegel) ergibt sich aus den sich überlagernden einzelnen Schalldruckpegeln (L_{ATi}). Der resultierende Beurteilungspegel wird mittels der folgenden Gleichung bestimmt:

$$L_{AT}(LT) = 10 * \lg \sum_{i=1}^{n} 10^{0,1(L_{ATi} - C_{met} + K_{Ti} + K_{Ii})} \qquad (4)$$

L_{AT} = Beurteilungspegel am Immissionspunkt

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

i = Index für alle Geräuschquellen von 1-n

C_{met} = 0 dB

K_{Ti} = Zuschlag für Tonhaltigkeit einer Emissionsquelle i, abhängig von den lokalen Vorschriften

K_{Ii} = Zuschlag für Impulshaltigkeit einer Emissionsquelle i, abhängig von den lokalen Vorschriften

Für die hier betrachteten geplanten Windenergieanlagen können die Zuschläge für Ton- und Impulshaltigkeit vernachlässigt werden.

4 Unsicherheitsanalyse

Die Analyse der Unsicherheit der gestellten Prognose stützt sich wiederum auf die in [7] gestellten Anforderungen an die Berechnung der Prognosegenauigkeit.

Insgesamt ist zwischen Herstellerangaben, vermessenen Pegeln und den Angaben der Genehmigungsbehörde zu unterscheiden. Bei Herstellerangaben entfallen die Unsicherheiten σ_R und σ_P, sodass die Standardabweichung des Schalleistungspegels 0 dB ist und für den Teilimmissionspegel lediglich die Unsicherheit des Prognosemodells und somit 1 dB bleibt. Gleichzeitig sollen jedoch die Werte der Hersteller bereits Angaben zu σ_R und σ_P enthalten, sodass diese nicht vollständig vernachlässigt werden können.

Vestas gibt zum berechneten Emissionspegel einen Zuschlag an, welcher σ_R und σ_P enthält und bereits im Sinne des oberen Vertrauensbereiches (90 % obere Vertrauensbereichsgrenze) mit 1.28 multipliziert wurde.
Nach [5] ist die Gesamtunsicherheit nach folgender Formel zu berechnen:

$$\sigma_{ges} = \sqrt{(\sigma_R^2 + \sigma_P^2 + \sigma_{Prog}^2)} \qquad (6)$$

Die somit berechnete Standardabweichung ist dann noch mit dem Faktor 1.28 (k) zu multiplizieren, um die obere Vertrauensbereichsgrenze mit einer statistischen Sicherheit von 90% einzuhalten:

$$L_{p,90} = L_p + k * \sigma_{ges} \qquad (8)$$

Da dies im Zuschlag von Vestas bereits geschehen ist und nicht doppelt berücksichtigt werden soll, ist dieser Faktor zunächst aus dem Wert vom Hersteller herauszurechnen:

$$\sqrt{(\sigma_R^2 + \sigma_P^2)} = \frac{1.7}{1.28} = 1.328 \qquad (9)$$

$$(\sigma_R^2 + \sigma_P^2) = 1.328^2 = 1.764 \qquad (10)$$

um nun die weiterhin zu berücksichtigende Unsicherheit des Prognosemodells zu berücksichtigen, wir diese Teilunsicherheit entsprechend der Formel (6) eingefügt:

$$\sigma_{ges} = \sqrt{(1.764 + \sigma_{Prog}^2)} \qquad (11)$$

Mit $\sigma_{Prog} = 1\ \mathrm{dB}$

Die somit berechnete Standardabweichung wird dann wiederum mit dem Faktor 1.28 (k) multipliziert, um die obere Vertrauensbereichsgrenze mit einer statistischen Sicherheit von 90% einzuhalten.

Für den bereits einfach vermessenen Schallleitungspegel im Mode SO3 bzw. den bereits dreifach vermessenen Schallleistungspegel im Mode PO1 sind nach [7] folgende Teilunsicherheiten anzunehmen:

σ_R = 0.5 dB

σ_P = 1.2 dB / 0.1 dB (Mode PO1, aus Standardabweichung der Messergebnisse)

$\sigma_{Prog} = 1\ \mathrm{dB}$

Die Gesamtunsicherheit ist wiederum mit der Formel (6) zu berechnen und mit dem Faktor 1.28 (k) zu multiplizieren, um die obere Vertrauensbereichsgrenze mit einer statistischen Sicherheit von 90% einzuhalten. Dabei ergeben sich sowohl für den einfach vermessenen Betriebsmodus als auch für die Herstellerangabe ein Zuschlag von insgesamt 2.1 dB(A). Für den dreifach vermessenen Pegel ergibt sich ein Zuschlag von 1.4 dB(A) (vgl. Tab. 4).

Der errechnete Unsicherheitszuschlag wurde für alle Anlagentypen berechnet und abschließend emissionsseitig dem Schallpegel aufaddiert. Das angegebene Oktavspektrum wurde auf den errechneten Schallleistungspegel skaliert.

Der errechneten Sicherheitszuschläge werden nach DIN 1333 gerundet.

Tab. 4: Schallpegel der berücksichtigten WEA-Typen

WEA Typ	**Angesetzter Pegel [dB(A)]**	$\sigma_{Anlage} = \sqrt{(\sigma_R^2 + \sigma_P^2)}$ **[dB(A)]**	σ_{Prog} **[dB(A)]**	**Zuschlag = k*σ_{ges} [dB(A)]**	**Resultie-render Pegel [dB(A)]**
V150 – Mode PO1	104.6	0.5	1.0	1.4	**106.0**
V150 – Mode SO2	102.0	1.3	1.0	2.1	**104.1**
V150 – Mode SO3	98.7	1.3	1.0	2.1	**100.8**

5 Ergebnisse

Die durchgeführten Berechnungen führten zu den in der folgenden Tabelle dargestellten Ergebnissen. Der berechnete Gesamtbeurteilungspegel am IO wird entsprechend den Vorgaben des LAI auf einen ganzzahligen Wert gerundet.

Vorbelastung – Truck Service

Um die Vorbelastung in den Nachtstunden durch diese Anlage zu ermitteln, wurden vom Landkreis Harburg ein Auszug des für diese Anlage angefertigten Schallgutachtens der Firma LAIRM CONSULT GmbH (Bericht 11162.02 bericht_17-08 vom 09.08.2017) zur Verfügung gestellt. Aus diesem Gutachten lassen sich die für die hier relevanten IO 14 (entspricht IO 1 bei LAIRM CONSULT) und 16 (entspricht IO 2 bei LAIRM CONSULT) die Beurteilungspegel der Vorbelastung entnehmen. Für die vorliegende Prognose wurden dabei die höchsten Werte herangezogen, um auf der sicheren Seite zu liegen. Für den IO 15 (Hofstedter Bogen 18 A), der im Gutachten von LAIRM CONSULT nicht betrachtet wurde und der als erster IO außerhalb der Randlage im allgemeinen Wohngebiet liegt, wird hier der Wert der Vorbelastung des benachbarten IO 16 verwendet (32.3 dB(A)), was ebenfalls als konservative Herangehensweise gewertet werden kann, da hier durch den größeren Abstand zur Schallquelle auch mit niedrigeren Beurteilungspegeln gerechnet werden kann. Die Werte von LAIRM CONSULT sind in *Abb. 4* dargestellt.

Sp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ze	Immissionsort					Beurteilungspegel				Differenz	
	Nr.	Gebiet	Immissions-richtwert		Ge-schoss	Zulässiges Emissions-kontingent		Zusatzbelastung Logistikhalle			
			tags	nachts		tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
			dB(A)			dB(A)		dB(A)		dB(A)	
1	IO 1.1	WA	55	40	EG	46,1	33,7	35,5	28,6	-10,6	-5,1
2	IO 1.1	WA	55	40	1.OG	46,2	33,8	38,9	32,1	-7,3	-1,7
3	IO 1.2	WA	55	40	EG	46,0	33,7	35,3	27,9	-10,7	-5,8
4	IO 1.2	WA	55	40	1.OG	46,1	33,7	38,2	31,2	-7,9	-2,5
5	IO 2	WA	55	40	EG	44,5	32,3	38,3	31,4	-6,2	-0,9
6	IO 2	WA	55	40	1.OG	44,6	32,4	39,9	32,3	-4,7	-0,1
7	IO 3	WA	55	40	EG	45,4	33,3	36,6	27,1	-8,8	-6,2
8	IO 3	WA	55	40	1.OG	45,6	33,5	37,6	28,8	-8,0	-4,7
9	IO 4	GE	65	50	EG			48,5	38,5		
10	IO 4	GE	65	50	1.OG			49,1	39,0		
11	IO 5	GE	65	50	4m			59,4	48,7		
12	IO 6	GE	65	50	4m			56,8	50,0		
13	IO 7	GE	65	50	4m			62,6	50,4		
14	IO 8	GE	65	50	4m			60,2	56,0		

Abb. 4: Auszug aus Bericht LAIRM CONSULT: 11162.02 bericht_17-08

Vor-, Zusatz und Gesamtbelastung

Die zuvor beschriebenen Berechnungen führen zu den in der folgenden Tabelle dargestellten Ergebnissen. Als Vorbelastung ist hier der beschriebene Truck Service an den Immissionsorten 14 bis 16 berücksichtigt worden. Für die anderen IO stellt die Zusatzbelastung der geplanten WEA gleichzeitig die Gesamtbelastung dar.

Tab. 5: Beurteilungspegel der Vorbelastung, Zusatzbelastung und Gesamtbelastung

Immissions-punkt	Beurteilungspegel (inkl. Sicherheitszuschlag) [dB(A)] Vorbelastung	Beurteilungspegel (inkl. Sicherheitszuschlag) [dB(A)] Zusatzbelastung	Beurteilungspegel (inkl. Sicherheitszuschlag) [dB(A)] Gesamtbelastung	Richtwert (Nacht) [dB(A)]
(A) IO01	**--**	40	40	50
(B) IO02	**--**	39	39	50
(C) IO03	--	45	45	45
(D) IO04	--	41	41	45
(E) IO05	--	40	40	45
(F) IO06	--	36	36	45
(G) IO07	--	35	35	45
(H) IO08	--	31	31	40
(I) IO09	--	32	32	40
(J) IO10	--	38	38	40
(K) IO11	--	38	38	40
(L) IO12	--	38	38	40
(M) IO13	--	40	40	40
(N) IO14	32.1	36	38	42.5
(O) IO15	32.3	36	37	40
(P) IO16	32.3	36	38	42.5
(Q) IO17	--	37	37	45
(R) IO18	--	37	37	45
(S) IO19	--	38	38	45

Die Richtwerte werden an keinem Immissionsort überschritten. Zusätzlich kann der Immissionsbeitrag der geplanten WEA an den Immissionsorten 06, 08, 09, 14 und 16 - 19 als nicht relevant im Sinne der TA Lärm (Punkt 3.2.1, Abs. 2) bezeichnet werden. Die IO 01, 02 und 07 liegen weiterhin nicht im Einwirkbereich der WEA gem. Abs. 2.2 TA Lärm.

Diese Ergebnisse beinhalten eine reduzierte Betriebsweise der **WEA 1 im Modus SO2 – 3583 kW sowie der WEA 4 im Modus SO3 – 1546 kW.**

6 Infraschall

Das Thema Infraschall ist ein zunehmender nachgefragter Aspekt im Rahmen einer Windparkplanung. Die derzeit gängigen Regelwerke behandeln dieses Thema dabei nur beiläufig oder gar nicht. Die DIN 45680, auf die in der TA Lärm verwiesen wird, beschreibt Verfahren zur Messung tieffrequenter Geräuschimmissionen, jedoch kein Prognoseverfahren für Infraschall o.ä. Untersuchungen und Messkampagnen der Bundesländer Baden-Württemberg („Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen“ Bericht über Ergebnisse des Messprojekts 2013-2015, Stand Februar2016) sowie Bayern (Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) „Windenergieanlagen – beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit?“, 2015) ergaben bisher keine Hinweise auf eine schädliche Wirkung von Infraschall, der durch Windenergieanlagen verursacht wird. Alle Messungen ergaben Pegel unterhalb der Wahrnehmungsschwelle (Hörschwelle), jedoch sind schädliche Einwirkungen auf den Menschen erst im hör baren Bereich zu erwarten.

Auch das Umweltbundesamt sieht in seinem Positionspapier „Mögliche gesundheitliche Effekte von Windenergieanlagen“ vom November 2016 keine „konsistente Evidenz dafür, dass gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Infraschallemissionen von WEA verursacht werden“ [14]. Auch laut der LAI-Hinweise [7] sind Gesundheitsschäden und erhebliche Belästigungen durch Infraschallerzeugung moderner WEA nach derzeitigem Kenntnisstand nicht zu erwarten. Wir gehen auf Basis dieser Erkenntnisse nicht davon aus, dass durch den Bau der WEA in Hollenstedt schädliche Einwirkungen auf Menschen, verursacht durch Infraschall ausgehend von den Windenergieanlagen, zu erwarten sind.

7 Literatur

[1] Agatz, Monika, Windenergie-Handbuch, 15. Ausgabe: Dezember 2018

[2] DIN EN 61400-11 (VDE 0127-11): Windenergieanlagen – Teil 11: Schallmessverfahren, Deutsches Institut für Normung e.V., September 2013

[3] DIN ISO 9613-2: Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien – Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Deutsches Institut für Normung e.V.,1999

[4] Dokumentation zur Schallausbreitung: Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1, (https://www.din.de/blob/187138/eb8abdf16f058490895cc3105f700533/interimsverfahren-data.pdf)

[5] Erlass des Ministeriums für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz des Landes Niedersachsen zur Einführung der „Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA)“ der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI), im Niedersächsischen Ministerialblatt Nummer 6, 06. Februar 2019

[6] Farr, T. G., et al. (2007), The Shuttle Radar Topography Mission, Rev. Geophys., 45, RG2004, doi:10.1029/2005RG000183

[7] Hinweise zur Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen, Stand 30.06.2016, Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI), 09 / 2017

[8] IEC TS 61400-14: Wind Turbines – Part 14: Declaration of apparent sound power level and tonality Values, International Electrotechnical Commission, 03 / 2005

[9] Klug, Helmut, DEWI, A Review of Wind Turbine Noise, First International Meeting on Wind Turbine Noise: Perspectives for Control, Berlin, 08 / 2005

[10] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm), 26.08.1998

[11] Technische Richtlinien für Windenergieanlagen – Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision17, Fördergesellschaft für Windenergie e.V., 01.07.2006

[14] Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen, Bericht über Ergebnisse des Messprojekts 2013-2015, Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Februar 2016

[13] Wind-Pro, EMD International A/S, Software and Handbook, www.emd.dk

[14] Position // November 2016, Mögliche gesundheitliche Effekte von Windenergieanlagen, Umweltbundesamt, November 2016

8 WindPRO-Ergebnisausdrucke – Gesamtbelastung Nachtbetrieb

Projekt:
gmdhol

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de
Berechnet:
11.06.2020 07:40/3.3.274

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt V150 - WEA 1 SO2 WEA 4 Mode SO3_PO1 vermessen

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

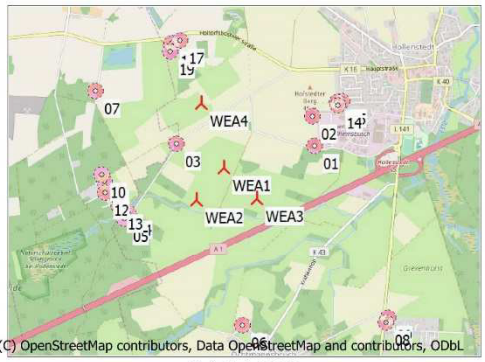
Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2 "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

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 1:50,000
Neue WEA
Schall-Immissionsort

WEA

	Ost	Nord	Z [m]	Beschreibung	WEA-Typ Ak-tu-ell	Hersteller	Typ	Nenn-leistung [kW]	Rotor-durch-messer [m]	Naben-höhe [m]	Schallwerte Quelle	Name	Windge-schwin-digkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Ein-zel-ton
1	545,665	5,912,355	31.3	WEA1	Ja	VESTAS	V150-4.2-4,200	4,200	150.0	125.0	USER	Mode S02 - 3583 kW, 102.0 dB(A) + 2.1 dB, Oktavband	(95%)	104.1	Nein
2	545,420	5,912,048	33.4	WEA2	Ja	VESTAS	V150-4.2-4,200	4,200	150.0	125.0	USER	Mode P01 - dreifach vermessen, 104.6 dB(A) + 1.4 dB(A), Oktavband	(95%)	106.0	Nein
3	545,979	5,912,071	29.1	WEA3	Ja	VESTAS	V150-4.2-4,200	4,200	150.0	125.0	USER	Mode P01 - dreifach vermessen, 104.6 dB(A) + 1.4 dB(A), Oktavband	(95%)	106.0	Nein
4	545,447	5,912,948	32.9	WEA4	Ja	VESTAS	V150-4.2-4,200	4,200	150.0	125.0	USER	Mode SO3 - einfach vermessen, dB(A) + 2.1 dB(A), Oktavband	(95%)	100.8	Nein

Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort Nr.	Name	Ost	Nord	Z [m]	Aufpunkt-höhe [m]	Anforderung Schall [dB(A)]	Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]	Anforderung erfüllt? Schall
01	Gewerbegebiet Hollenstedt Süd	546,511	5,912,567	29.1	5.0	50	40	Ja
02	Gewerbegebiet Hollenstedt Nord	546,487	5,912,832	36.5	5.0	50	39	Ja
03	Hofstelle	545,225	5,912,572	36.3	5.0	45	45	Ja
04	Heidenauer Weg 4A	544,780	5,911,930	38.8	5.0	45	41	Ja
05	Heidenauer Weg 4B	544,743	5,911,871	40.1	5.0	45	40	Ja
06	Ochtmannsbruch	545,859	5,910,882	37.0	5.0	45	36	Ja
07	Heidbecksweg 6	544,470	5,913,052	38.9	5.0	45	35	Ja
08	Siedlung Ochtmannsbruch I	547,188	5,910,922	26.2	5.0	40	31	Ja
09	Siedlung Ochtmannsbruch II	547,204	5,910,968	25.8	5.0	40	32	Ja
10	Stellheide Hollinder Weg 2B	544,534	5,912,278	42.5	5.0	40	38	Ja
11	Stellheide Hollinder Weg 1	544,561	5,912,213	42.1	5.0	40	38	Ja
12	Stellheide Am Eribaplatz 1	544,568	5,912,116	41.7	5.0	40	38	Ja
13	Stellheide Campingplatz "Am Eribaplatz"	544,698	5,911,984	39.1	5.0	40	40	Ja
14	Hollenstedt Bergstr. 25	546,722	5,912,937	39.6	5.0	43	36	Ja
15	Holenstedt, Hofstedter Bogen 18A	546,759	5,912,980	39.6	5.0	40	36	Ja
16	Hollenstedt, Bergstraße (unbebaut)	546,718	5,912,973	40.0	5.0	43	36	Ja
17	Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 1A	545,250	5,913,520	32.3	5.0	45	37	Ja
18	Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 3	545,176	5,913,501	30.9	5.0	45	37	Ja
19	Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 7	545,156	5,913,419	31.0	5.0	45	38	Ja

Abstände (m)

Schall-Immissionsort	WEA 1	2	3	4
01	871	1208	727	1130
02	949	1324	915	1046
03	491	559	905	437
04	983	651	1207	1218
05	1042	700	1252	1287

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
gmdhol

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de
Berechnet:
11.06.2020 07:40/3.3.274

DECIBEL - Hauptergebnis

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt V150 - WEA 1 SO2 WEA 4 Mode SO3_PO1 vermessen

...(Fortsetzung von letzter Seite)

	WEA			
Schall-Immissionsort	1	2	3	4
06	1487	1246	1195	2107
07	1384	1382	1800	983
08	2091	2096	1668	2671
09	2072	2086	1649	2647
10	1134	915	1459	1133
11	1114	874	1425	1151
12	1123	854	1411	1210
13	1036	724	1284	1221
14	1206	1577	1141	1275
15	1259	1632	1198	1312
16	1220	1594	1166	1271
17	1236	1482	1622	605
18	1246	1474	1640	616
19	1179	1396	1579	554

Projekt:
gmdhol

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de
Berechnet:
11.06.2020 07:40/3.3.274

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt V150 - WEA 1 SO2 WEA 4 Mode SO3_PO1 vermessen**Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10.0 m/s

Annahmen

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

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

Berechnungsergebnisse

Schall-Immissionsort: 01 Gewerbegebiet Hollenstedt Süd

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]
1	871	880	**34.38**	104.1	3.00	69.89	2.84	0.00	0.00	0.00	72.73
2	1,208	1,215	**32.04**	106.0	3.00	72.69	4.24	0.00	0.00	0.00	76.93
3	727	737	**37.60**	106.0	3.00	68.35	3.03	0.00	0.00	0.00	71.38
4	1,130	1,136	**27.75**	100.8	3.00	72.11	3.98	0.00	0.00	0.00	76.09
Summe			**40.29**								

Schall-Immissionsort: 02 Gewerbegebiet Hollenstedt Nord

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]
1	949	956	**33.48**	104.1	3.00	70.61	3.02	0.00	0.00	0.00	73.63
2	1,324	1,329	**31.01**	106.0	3.00	73.47	4.50	0.00	0.00	0.00	77.97
3	915	921	**35.15**	106.0	3.00	70.29	3.54	0.00	0.00	0.00	73.82
4	1,046	1,052	**28.62**	100.8	3.00	71.44	3.78	0.00	0.00	0.00	75.22
Summe			**38.74**								

Schall-Immissionsort: 03 Hofstelle

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]
1	491	504	**40.19**	104.1	3.00	65.05	1.86	0.00	0.00	0.00	66.91
2	559	571	**40.32**	106.0	3.00	66.13	2.52	0.00	0.00	0.00	68.65
3	905	912	**35.26**	106.0	3.00	70.20	3.51	0.00	0.00	0.00	73.71
4	437	453	**37.65**	100.8	3.00	64.11	2.08	0.00	0.00	0.00	66.19
Summe			**44.83**								

Schall-Immissionsort: 04 Heidenauer Weg 4A

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]
1	983	989	**33.10**	104.1	3.00	70.91	3.10	0.00	0.00	0.00	74.00
2	651	661	**38.77**	106.0	3.00	67.40	2.80	0.00	0.00	0.00	70.20
3	1,207	1,212	**32.06**	106.0	3.00	72.67	4.24	0.00	0.00	0.00	76.91
4	1,218	1,223	**26.92**	100.8	3.00	72.75	4.17	0.00	0.00	0.00	76.92
Summe			**40.67**								

Projekt:
gmdhol

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de
Berechnet:
11.06.2020 07:40/3.3.274

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt V150 - WEA 1 SO2 WEA 4 Mode SO3_PO1 vermessen**Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10.0 m/s

Schall-Immissionsort: 05 Heidenauer Weg 4B

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]
1	1,042	1,048	**32.47**	104.1	3.00	71.41	3.23	0.00	0.00	0.00	74.64
2	700	709	**38.02**	106.0	3.00	68.01	2.95	0.00	0.00	0.00	70.96
3	1,252	1,257	**31.65**	106.0	3.00	72.99	4.34	0.00	0.00	0.00	77.33
4	1,287	1,292	**26.29**	100.8	3.00	73.23	4.32	0.00	0.00	0.00	77.55
Summe			**39.99**								

Schall-Immissionsort: 06 Ochtmannsbruch

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]
1	1,487	1,491	**28.52**	104.1	3.00	74.47	4.12	0.00	0.00	0.00	78.59
2	1,246	1,252	**31.70**	106.0	3.00	72.95	4.33	0.00	0.00	0.00	77.28
3	1,195	1,201	**32.17**	106.0	3.00	72.59	4.21	0.00	0.00	0.00	76.80
4	2,107	2,110	**20.54**	100.8	3.00	77.49	5.82	0.00	0.00	0.00	83.30
Summe			**35.97**								

Schall-Immissionsort: 07 Heidbecksweg 6

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]
1	1,384	1,388	**29.34**	104.1	3.00	73.85	3.92	0.00	0.00	0.00	77.77
2	1,382	1,387	**30.51**	106.0	3.00	73.84	4.62	0.00	0.00	0.00	78.46
3	1,800	1,803	**27.43**	106.0	3.00	76.12	5.43	0.00	0.00	0.00	81.55
4	983	990	**29.30**	100.8	3.00	70.91	3.63	0.00	0.00	0.00	74.54
Summe			**35.30**								

Schall-Immissionsort: 08 Siedlung Ochtmannsbruch I

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]
1	2,091	2,095	**24.55**	104.1	3.00	77.42	5.14	0.00	0.00	0.00	82.56
2	2,096	2,100	**25.59**	106.0	3.00	77.44	5.94	0.00	0.00	0.00	83.38
3	1,668	1,673	**28.32**	106.0	3.00	75.47	5.19	0.00	0.00	0.00	80.65
4	2,671	2,674	**17.65**	100.8	3.00	79.54	6.65	0.00	0.00	0.00	86.19
Summe			**31.41**								

Schall-Immissionsort: 09 Siedlung Ochtmannsbruch II

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]
1	2,072	2,076	**24.66**	104.1	3.00	77.34	5.11	0.00	0.00	0.00	82.45
2	2,086	2,089	**25.65**	106.0	3.00	77.40	5.92	0.00	0.00	0.00	83.32
3	1,649	1,653	**28.46**	106.0	3.00	75.37	5.15	0.00	0.00	0.00	80.52
4	2,647	2,650	**17.76**	100.8	3.00	79.46	6.62	0.00	0.00	0.00	86.08
Summe			**31.53**								

Schall-Immissionsort: 10 Stellheide Hollinder Weg 2B

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]
1	1,134	1,139	**31.55**	104.1	3.00	72.13	3.42	0.00	0.00	0.00	75.56
2	915	922	**35.15**	106.0	3.00	70.29	3.54	0.00	0.00	0.00	73.83
3	1,459	1,463	**29.89**	106.0	3.00	74.31	4.78	0.00	0.00	0.00	79.08
4	1,133	1,138	**27.73**	100.8	3.00	72.12	3.98	0.00	0.00	0.00	76.11
Summe			**37.97**								

Projekt:
gmdhol

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de
Berechnet:
11.06.2020 07:40/3.3.274

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt V150 - WEA 1 SO2 WEA 4 Mode SO3_PO1 vermessen**Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10.0 m/s

Schall-Immissionsort: 11 Stellheide Hollinder Weg 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]
1	1,114	1,119	**31.75**	104.1	3.00	71.98	3.38	0.00	0.00	0.00	75.36
2	874	881	**35.64**	106.0	3.00	69.90	3.43	0.00	0.00	0.00	73.33
3	1,425	1,429	**30.17**	106.0	3.00	74.10	4.71	0.00	0.00	0.00	78.81
4	1,151	1,157	**27.55**	100.8	3.00	72.26	4.03	0.00	0.00	0.00	76.29
Summe			**38.31**								

Schall-Immissionsort: 12 Stellheide Am Eribaplatz 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]
1	1,123	1,129	**31.66**	104.1	3.00	72.05	3.40	0.00	0.00	0.00	75.45
2	854	862	**35.89**	106.0	3.00	69.71	3.38	0.00	0.00	0.00	73.08
3	1,411	1,415	**30.28**	106.0	3.00	74.02	4.68	0.00	0.00	0.00	78.70
4	1,210	1,216	**26.99**	100.8	3.00	72.70	4.16	0.00	0.00	0.00	76.85
Summe			**38.40**								

Schall-Immissionsort: 13 Stellheide Campingplatz "Am Eribaplatz"

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]
1	1,036	1,042	**32.53**	104.1	3.00	71.36	3.21	0.00	0.00	0.00	74.57
2	724	733	**37.65**	106.0	3.00	68.31	3.02	0.00	0.00	0.00	71.32
3	1,284	1,288	**31.36**	106.0	3.00	73.20	4.41	0.00	0.00	0.00	77.61
4	1,221	1,226	**26.89**	100.8	3.00	72.77	4.18	0.00	0.00	0.00	76.95
Summe			**39.76**								

Schall-Immissionsort: 14 Hollenstedt Bergstr. 25

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]
1	1,206	1,211	**30.87**	104.1	3.00	72.66	3.57	0.00	0.00	0.00	76.24
2	1,577	1,581	**28.98**	106.0	3.00	74.98	5.01	0.00	0.00	0.00	79.99
3	1,141	1,147	**32.70**	106.0	3.00	72.19	4.09	0.00	0.00	0.00	76.28
4	1,275	1,280	**26.40**	100.8	3.00	73.14	4.30	0.00	0.00	0.00	77.44
Summe			**36.35**								

Schall-Immissionsort: 15 Holenstedt, Hofstedter Bogen 18A

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]
1	1,259	1,264	**30.39**	104.1	3.00	73.04	3.68	0.00	0.00	0.00	76.72
2	1,632	1,636	**28.58**	106.0	3.00	75.28	5.12	0.00	0.00	0.00	80.39
3	1,198	1,203	**32.15**	106.0	3.00	72.61	4.22	0.00	0.00	0.00	76.82
4	1,312	1,317	**26.08**	100.8	3.00	73.39	4.37	0.00	0.00	0.00	77.77
Summe			**35.87**								

Schall-Immissionsort: 16 Hollenstedt, Bergstraße (unbebaut)

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]
1	1,220	1,225	**30.74**	104.1	3.00	72.77	3.60	0.00	0.00	0.00	76.37
2	1,594	1,598	**28.86**	106.0	3.00	75.07	5.04	0.00	0.00	0.00	80.12
3	1,166	1,171	**32.45**	106.0	3.00	72.37	4.15	0.00	0.00	0.00	76.52
4	1,271	1,276	**26.44**	100.8	3.00	73.12	4.29	0.00	0.00	0.00	77.40
Summe			**36.18**								

Projekt:
gmdhol

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de
Berechnet:
11.06.2020 07:40/3.3.274

DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt V150 - WEA 1 SO2 WEA 4 Mode SO3_PO1 vermessen**Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10.0 m/s

Schall-Immissionsort: 17 Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 1A

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]
1	1,236	1,242	**30.59**	104.1	3.00	72.88	3.64	0.00	0.00	0.00	76.52
2	1,482	1,487	**29.70**	106.0	3.00	74.45	4.82	0.00	0.00	0.00	79.27
3	1,622	1,626	**28.65**	106.0	3.00	75.22	5.10	0.00	0.00	0.00	80.32
4	605	617	**34.42**	100.8	3.00	66.81	2.61	0.00	0.00	0.00	69.42
Summe			**37.47**								

Schall-Immissionsort: 18 Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 3

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]
1	1,246	1,252	**30.50**	104.1	3.00	72.95	3.65	0.00	0.00	0.00	76.60
2	1,474	1,479	**29.77**	106.0	3.00	74.40	4.81	0.00	0.00	0.00	79.21
3	1,640	1,644	**28.52**	106.0	3.00	75.32	5.13	0.00	0.00	0.00	80.45
4	616	628	**34.23**	100.8	3.00	66.96	2.65	0.00	0.00	0.00	69.61
Summe			**37.35**								

Schall-Immissionsort: 19 Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 7

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]
1	1,179	1,185	**31.11**	104.1	3.00	72.48	3.52	0.00	0.00	0.00	76.00
2	1,396	1,402	**30.39**	106.0	3.00	73.93	4.65	0.00	0.00	0.00	78.58
3	1,579	1,584	**28.96**	106.0	3.00	74.99	5.02	0.00	0.00	0.00	80.01
4	554	567	**35.31**	100.8	3.00	66.08	2.46	0.00	0.00	0.00	68.53
Summe			**38.17**								

Projekt:
gmdhol

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de
Berechnet:
11.06.2020 07:40/3.3.274

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt V150 - WEA 1 SO2 WEA 4 Mode SO3_PO1 vermessen

Schallberechnungs-Modell:
ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)
Windgeschwindigkeit (in 10 m Höhe):
Lautester Wert bis 95% Nennleistung
Bodeneffekt:
Keiner
Meteorologischer Koeffizient, C0:
0.0 dB
Art der Anforderung in der Berechnung:
1: WEA-Geräusch vs. Schallrichtwert (z.B. DK, DE, SE, NL)
Schallleistungspegel in der Berechnung:
Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schallleistungspegel; Standard)
Einzeltöne:
Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzeltönen zugefügt
Modell: 0.0 dB(A)
Aufpunkthöhe ü.Gr.:
5.0 m; Aufpunkthöhe in Immissionsort-Objekt hat Vorrang vor Angabe im Modell
Unsicherheitszuschlag:
0.0 dB; Unsicherheitszuschlag des IP hat Priorität
verlangte Unter- (negativ) oder zulässige Überschreitung (positiv) des Schallrichtwerts:
0.0 dB(A)
Oktavbanddaten verwendet
Frequenzabhängige Luftdämpfung

63	125	250	500	1,000	2,000	4,000	8,000
[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]
0.10	0.40	1.00	1.90	3.70	9.70	32.80	117.00

WEA: VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !O!
Schall: Mode S02 - 3583 kW, 102.0 dB(A) + 2.1 dB, Oktavband

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
Dok. 0070-3421, V06	29.01.2019	USER	07.11.2019 11:00

OKtavband für 102.0 dB(A) skaliert auf 104.1 dB(A)

				Oktavbänder							
Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	104.1	Nein	87.3	92.5	96.1	97.2	98.7	97.6	89.7	70.8

WEA: VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !O!
Schall: Mode P01 - dreifach vermessen, 104.6 dB(A) + 1.4 dB(A), Oktavband

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
Bericht 10205391-A-1-A	01.04.2020	USER	26.05.2020 10:46

				Oktavbänder							
Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	106.0	Nein	88.3	94.1	96.3	98.4	100.4	100.5	94.5	81.3

WEA: VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !O!
Schall: Mode SO3 - einfach vermessen, dB(A) + 2.1 dB(A), Oktavband

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
Bericht DNV GL 10172624-A-2-A	07.11.2019	USER	19.12.2019 13:17

Oktavband bei 6m/s skaliert auf 100.8 dB(A)

				Oktavbänder							
Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	100.8	Nein	84.4	89.2	90.9	93.6	95.1	95.3	89.3	75.2

Schall-Immissionsort: 01 Gewerbegebiet Hollenstedt Süd

Vordefinierter Berechnungsstandard: Gewerbegebiet
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Projekt:
gmdhol

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de
Berechnet:
11.06.2020 07:40/3.3.274

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt V150 - WEA 1 SO2 WEA 4 Mode SO3_PO1 vermessen
Schallrichtwert: 50.0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: 02 Gewerbegebiet Hollenstedt Nord
Vordefinierter Berechnungsstandard: Gewerbegebiet
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 50.0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: 03 Hofstelle
Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45.0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: 04 Heidenauer Weg 4A
Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45.0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: 05 Heidenauer Weg 4B
Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45.0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: 06 Ochtmannsbruch
Vordefinierter Berechnungsstandard: Dorf- und Mischgebiete
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45.0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: 07 Heidbecksweg 6
Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45.0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: 08 Siedlung Ochtmannsbruch I
Vordefinierter Berechnungsstandard: Allgemeines Wohngebiet
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 40.0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: 09 Siedlung Ochtmannsbruch II
Vordefinierter Berechnungsstandard: Allgemeines Wohngebiet
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 40.0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Projekt:
gmdhol

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de
Berechnet:
11.06.2020 07:40/3.3.274

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt V150 - WEA 1 SO2 WEA 4 Mode SO3_PO1 vermessen

Schall-Immissionsort: 10 Stellheide Hollinder Weg 2B
Vordefinierter Berechnungsstandard:
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 40.0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: 11 Stellheide Hollinder Weg 1
Vordefinierter Berechnungsstandard:
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 40.0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: 12 Stellheide Am Eribaplatz 1
Vordefinierter Berechnungsstandard:
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 40.0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: 13 Stellheide Campingplatz "Am Eribaplatz"
Vordefinierter Berechnungsstandard:
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 40.0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: 14 Hollenstedt Bergstr. 25
Vordefinierter Berechnungsstandard:
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 42.5 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: 15 Holenstedt, Hofstedter Bogen 18A
Vordefinierter Berechnungsstandard: Allgemeines Wohngebiet
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 40.0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: 16 Hollenstedt, Bergstraße (unbebaut)
Vordefinierter Berechnungsstandard:
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 42.5 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: 17 Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 1A
Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Schallrichtwert: 45.0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: 18 Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 3
Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

Projekt:
gmdhol

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de
Berechnet:
11.06.2020 07:40/3.3.274

DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt V150 - WEA 1 SO2 WEA 4 Mode SO3_PO1 vermessen
Schallrichtwert: 45.0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Schall-Immissionsort: 19 Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 7
Vordefinierter Berechnungsstandard: Außenbereich
Höhe Aufpunkt (ü.Gr.): Standardwert des Berechnungsmodells
Unsicherheitszuschlag: Standardwert des Berechnungsmodells

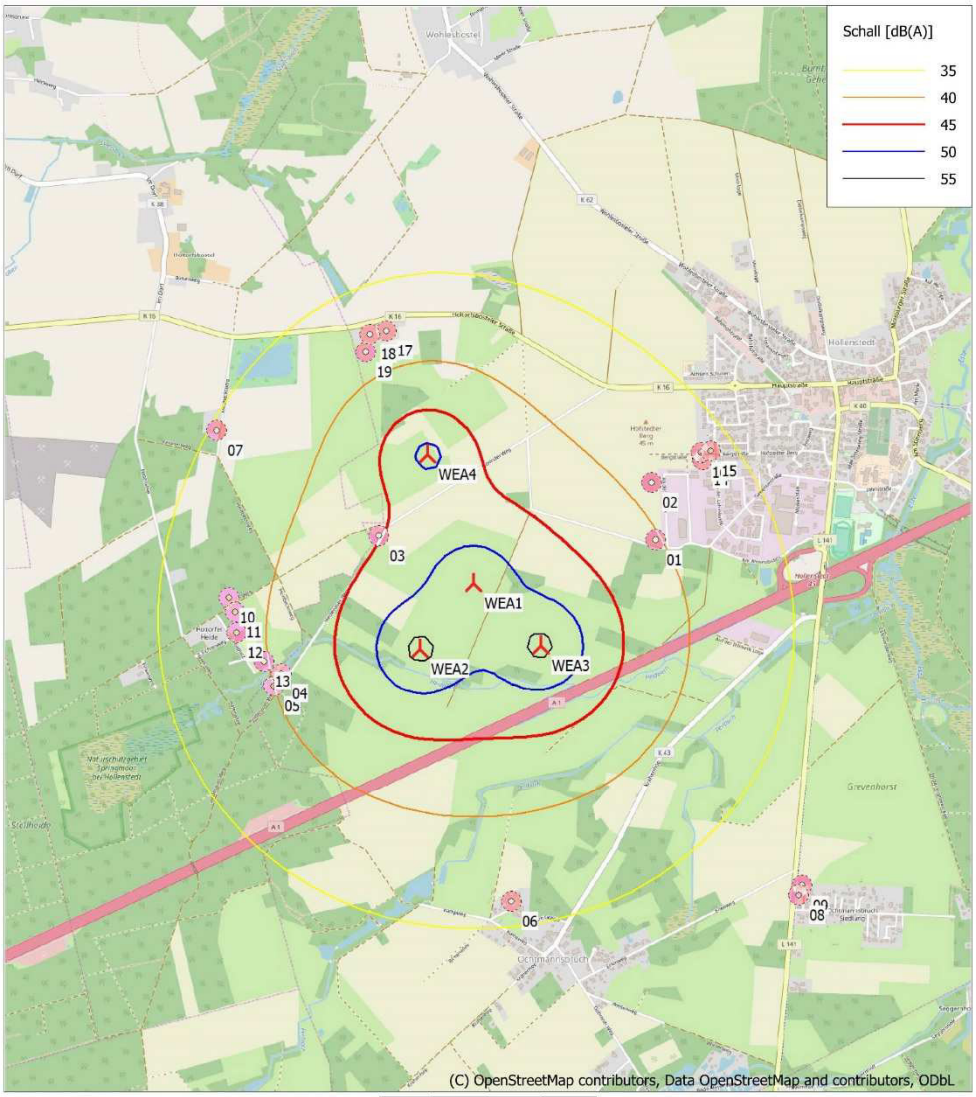
Schallrichtwert: 45.0 dB(A)
Keine Abstandsanforderung

Projekt:
gmdhol

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de
Berechnet:
11.06.2020 07:40/3.3.274

DECIBEL - Karte Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt V150 - WEA 1 SO2 WEA 4 Mode SO3_PO1 vermessen



0 250 500 750 1000m

Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:25,000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 545,699 Nord: 5,912,498

Neue WEA Schall-Immissionsort

Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren). Windgeschwindigkeit: Lautester Wert bis 95% Nennleistung
Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt

windPRO 3.3.274 | EMD International A/S, Tel. +45 96 35 44 44, www.emd.dk, windpro@emd.dk 11.06.2020 07:40 / 11 windPRO

9 Zur Verfügung stehende Schallleistungspegel (Oktavbanddaten)

Mode SO2

Dokument Nr.: 0070-3421.V07

RESTRICTED

2019-05-24

Vestas

Seite 2 / 5

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 Schallleistungspegels.

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				
Betriebsmode	**Modus 0 (104,9)**	**PO1 (104,9)**	**SO1 (103,4)**	**SO2 (102,0)**	**SO3 (99,5)**
$\overline{L_W}$ (P50)	104,9	104,9	103,4	102,0	99,5
σ_{WTG}	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
$1{,}28\ x\ \sigma_{WTG}$	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
$L_{e,max}$ (P90)	**106,6**	**106,6**	**105,1**	**103,7**	**101,2**
Frequenzen	**Oktavspektrum $\overline{L_W}$ (P50)**				
63 Hz	85,9	85,9	84,9	85,2	80,3
125 Hz	93,6	93,6	92,2	90,4	88,1
250 Hz	98,2	98,2	96,7	94,0	92,8
500 Hz	100,0	100,0	98,4	95,1	94,6
1 kHz	98,9	98,9	97,4	96,6	93,5
2 kHz	94,8	94,8	93,6	95,5	89,4
4 kHz	87,9	87,9	87,1	87,6	82,4
8 kHz	78,0	78,0	77,7	68,7	72,3
A-wgt (P50)	**104,9**	**104,9**	**103,4**	**102,0**	**99,5**

Tabelle 2: Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen V150-4.0/4.2 MW, Herstellerangabe

T05 0070-3421 Ver 07 - Approved- Exported from DMS: 2019-05-27 by INVOL

Classification: Restricted

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Vermessung V 150-Mode PO1 (Bericht von DNV GL: 10205391-A-1-A, 01.04.2020)

RESTRICTED

5.2 Vestas V150-4.2 MW 50 Hz, PO1, H_n = 123 m

Bestimmung der Schallleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen für eine Nabenhöhe von 123 m

Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der /1/ besteht die Möglichkeit die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß /1/ Anhang D anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.

Tabelle 5-7 Anlagendaten

Hersteller	Vestas Wind Systems A/S Hedeager 42 8200 Aarhus N, Dänemark	Anlagenbezeichnung Nennleistung Rotordurchmesser	Vestas V150-4.2 MW 50 Hz 4200 kW 150 m

Angaben zur Einzelmessung	**Messung-Nr. 1**	**Messung-Nr. 2**
Seriennummer	V208051	V229458
Standort	Østerild (DK)	Lübbenow (D)
Vermessene Nabenhöhe	137 m	123 m
Messinstitut	GH-D	GH-D
Prüfbericht	10168461-A-1-B	10172624-A-1-A
Berichtsdatum	2020-03-18	2019-11-07
Getriebetyp	ZF / EH1052A	Winergy / PZAB 3580.0
Generatortyp	Vestas / 3 Phase IG, VND DASG 560/6M	Vestas Wind Systems A/S VND SFIG V2 – DASG 560/6M
Rotorblatttyp / Zusatzkomponenten	Vestas Wind Systems A/S Vestas 73.65 m / Serrated Trailing Edges	Vestas Wind Systems A/S Vestas 73.65 m / SMT STE

Angaben zur Einzelmessung	**Messung-Nr. 3**	**Messung-Nr. 4**
Seriennummer	V229459	-
Standort	Lübbenow (D)	-
Vermessene Nabenhöhe	123 m	-
Messinstitut	GH-D	-
Prüfbericht	10172633-A-1-A	-
Berichtsdatum	2020-03-04	-
Getriebetyp	ZF Wind Power / EH1052A	-
Generatortyp	Vestas Wind Systems A/S VND SFIG V2 – DASG 560/6M	-
Rotorblatttyp / Zusatzkomponenten	Vestas Wind Systems A/S Vestas 73.65 m / SMT STE	-

Leistungskurve: vom Hersteller berechnet.

Tabelle 5-8 Schallleistungspegel $L_{WA,k}$ [dB]

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe				
	6 m/s	**7 m/s**	**8 m/s**	**9 m/s**	**10 m/s**
1	104,1	104,1	104,1	104,4	104,6
2	104,1	104,5	104,6	104,6	104,6
3	103,5	104,2	104,3	104,5	104,7
Mittelwert $\overline{L}_W$ [dB(A)]	**103,9**	**104,3**	**104,3**	**104,5**	**104,6**
Standard-Abweichung] s [dB]	0,3	0,2	0,3	0,1	0,1
K nach /2/ σ_R =0,5 dB /3/ [dB]	1,2	1,0	1,1	1,0	1,0

Bei einer 123 m hohen Anlage beträgt die der 95%-igen Nennleistung (3990 kW) entsprechende Windgeschwindigkeit 6,70 m/s.

T05 0093-4038 Ver 00 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-24 by LEARS

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

RESTRICTED

Bestimmung der Schallleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen für eine Nabenhöhe von 123 m

Tabelle 5-9 Tonzuschlag K_{TN} bei der vermessenen Nabenhöhe 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 (- Hz)	0 (- Hz)	0 (- Hz)	0 (- Hz)	0 (- Hz)
2	0 (- Hz)	0 (- Hz)	0 (- Hz)	0 (- Hz)	0 (- Hz)
3	0 (- Hz)	0 (- Hz)	0 (- Hz)	0 (- Hz)	0 (- Hz)

Tabelle 5-10 Impulszuschlag K_{IN} bei der vermessenen Nabenhöhe 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

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.

Tabelle 5-11 Terz-Schallleistungspegel

$L_{WA,\max}$ (Mittel aus 3 Messungen), Referenzpunkt v_{10} = 10 m/s in dB												
Frequenz	**50**	**63**	**80**	**100**	**125**	**160**	**200**	**250**	**315**	**400**	**500**	**630**
$L_{WA,max}$	78,9	81,5	84,3	84,8	87,5	89,9	89,1	90,2	90,9	91,0	92,1	93,3
Frequenz	**800**	**1000**	**1250**	**1600**	**2000**	**2500**	**3150**	**4000**	**5000**	**6300**	**8000**	**10000**
$L_{WA,max}$	93,8	94,2	94,8	95,3	94,6	92,9	90,8	88,1	82,9	77,6	73,9	71,8

Tabelle 5-12 Oktav-Schallleistungspegel

$L_{WA,\max}$ (Mittel aus 3 Messungen), Referenzpunkt v_{10} = 10 m/s in dB								
Frequenz	**63**	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	**8000**
$L_{WA,max}$	86,9	92,7	94,9	97,0	99,0	99,1	93,1	79,9

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

T05 0093-4038 Ver 00 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-24 by LEARS

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Vermessung V 150-Mode SO3 DNV GL 10172624-A-2-A, 07.11.2019

RESTRICTED

Die vermessene Windenergieanlage ist umgeben von landwirtschaftlich genutzten Flächen, dies sind überwiegend geerntete Maisfelder und Ackerland mit geringer Vegetation

Die meteorologischen Bedingungen der für die Auswertung herangezogenen Daten sind in der Tabelle 2-3 angegeben.

Tabelle 2-3: Meteorologische Bedingungen

Luftdruck in 2 m Höhe über Grund	996 - 999 hPa
Lufttemperatur in 2 m Höhe über Grund	13,8 - 17,9 °C
Hauptwindrichtung	S-SW
Wetterlage	Sonnig, trocken
Turbulenzintensität in 10 m Höhe über Grund	14,7 %

Die Messungen ergeben die in Tabelle 2-4 dargestellten Schallleistungspegel und Zuschläge für das Nahfeld. Eine Übertragbarkeit auf das Fernfeld ist nicht unmittelbar möglich.

Tabelle 2-4: Ergebniszusammenfassung für den Betriebsmodus SO3

WG V_{10m} [m/s]	**6**	**7**	**8[1]**	**9[1]**	**10[1]**	**$WG_{95\%}$ 4,66[4]**
Wirkleistung aus Leistungskurve P [kW]	1546	1546	1546	1546	1546	1469
Gemessene Generatordrehzahl n [min^{-1}]	1150	1150	1150	1150	1150	1120
Schallleistungspegel $L_{WA,k}$ [dB]	98,7	98,6	98,5[2] (98,5)[3]	98,6[2] (98,3)[3]	98,7[2] (98,3)[3]	98,1
Gesamtmessunsicherheit Uc [dB]	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	-
Impulshaltigkeitszuschlag K_{IN} [dB]	0	0	0	0	0	-
Tonhaltigkeitszuschlag K_{TN} [dB]	0	0	0	0	0	-

[1] Störabstand beträgt weniger als 6 dB, Details siehe Anhang 8.2 Tabellen 2 und 3.
[2] Schallleistungspegel unter Berücksichtigung der Fremdgeräuschkorrektur gemäß FGW-Richtlinie.
[3] Schallleistungspegel unter Berücksichtigung einer physikalisch korrekten Fremdgeräuschkorrektur.
[4] Bei der WG95% Binklasse liegen keine Hintergrunddaten vor, die in der Tabelle dargestellten Ergebnisse wurden auf Basis einer mathematischen Regression extrapoliert.

Der ermittelte Quotient aus der berechneten zur gemessenen Windgeschwindigkeit beträgt κ = 0,95.

Einzelereignisse, die den momentanen Wert des Schallleistungspegels um mehr als 10 dB überschreiten, wurden nicht festgestellt.Eine ausgeprägte Richtcharakteristik des Anlagengeräusches liegt bei dieser WEA nicht vor.

Hinweis: Die Messung ist im Sinne der Technischen Richtlinie /1/ als vollständig anzusehen, da die erfassten Messwerte über einen ausreichend großen Bereich gleichmäßig gestreut sind und somit auf das akustische Verhalten der WEA über den gesamten relevanten Windgeschwindigkeitsbereich geschlossen werden kann.

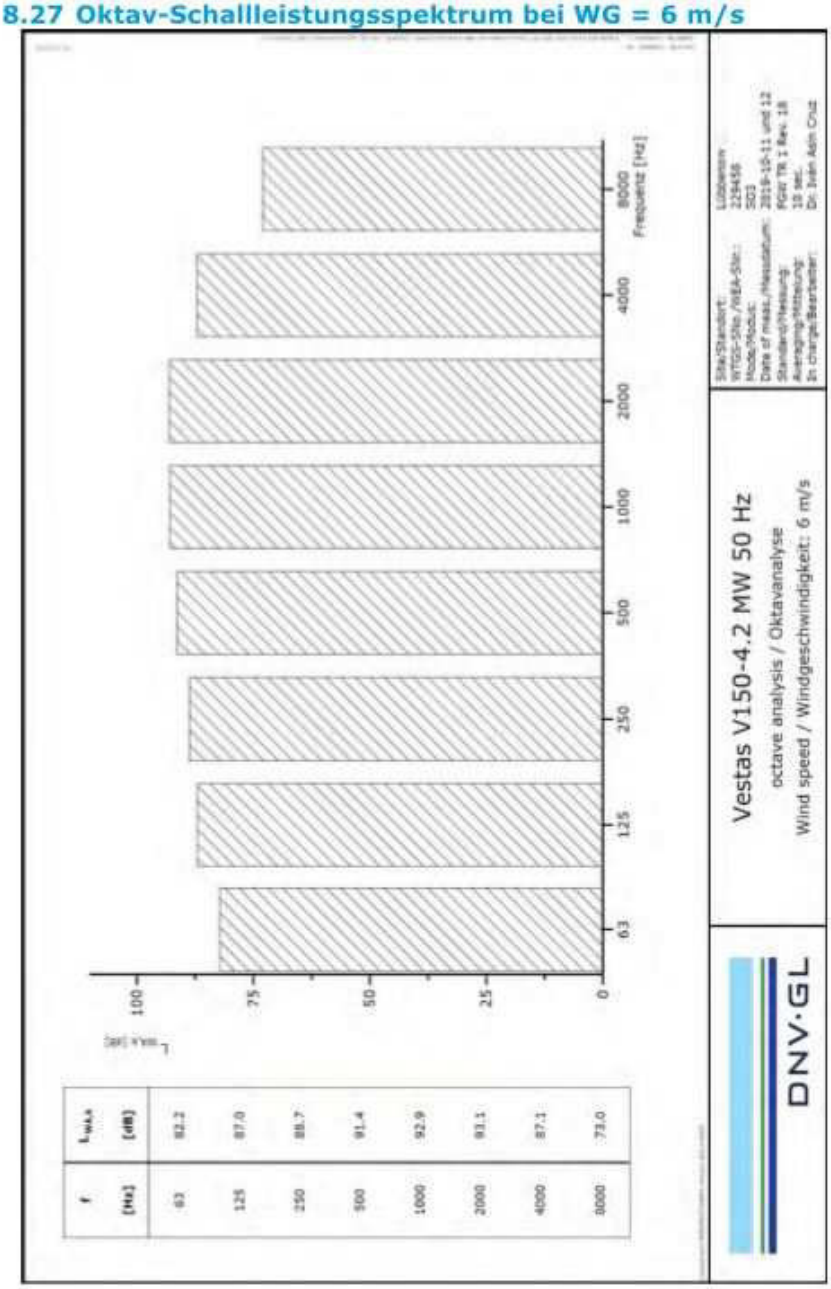
Es wird versichert, dass das Gutachten unparteiisch und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt wurde.

T05 0089-6016 Ver 00 - Approved- Exported from DMS: 2019-11-14 by INVOL

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

RESTRICTED

8.27 Oktav-Schallleistungsspektrum bei WG = 6 m/s



f [Hz]	$L_{WA,k}$ [dB]
63	82.2
125	87.0
250	88.7
500	91.4
1000	92.9
2000	93.1
4000	87.1
8000	73.0

DNV GL – Bericht 10172624-A-2-A – www.dnvgl.com Seite 43/55

T05 0089-6016 Ver 00 - Approved- Exported from DMS: 2019-11-14 by INVOL

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

4.7 Sonstige Emissionen

Anlagen:

- 4.7 Hollenstedt_2020-05-Schatten_Gutachten_1.pdf
- 4.7.1 Hollenstedt-Schatten-Gesamtbelastung-Kalender.pdf

anemos
Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH

Bestimmung des Schattenwurfes durch vier Windenergieanlagen vom Typ Vestas V150 4.0/4.2 MW an einem Standort bei Hollenstedt

Auftraggeber:	Windpark Hollenstedt GmbH Alte Holtumer Straße 9 27263 Verden Deutschland
Standort:	Hollenstedt, Niedersachsen
Berichts-Nr.:	16-023-7020265-Rev.01-SW-MK
Art des Berichtes:	Schattenwurfberechnung
Datum:	11. Juni 2020

anemos
Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3, D-21391 Reppenstedt
Tel.: 04131-8308-100
www.anemos.de | kontakt@anemos.de

ilac-MRA
DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-17580-01-00

Bestimmung des Schattenwurfes durch vier Windenergieanlagen vom Typ Vestas V150 4.0/4.2 MW an einem Standort bei Hollenstedt

-Prüfbericht-

Für dieses Projekt ausgestellte Dokumente hinsichtlich Schattenwurf:

Berichtsnummer	Datum	Titel	Inhaltliche Änderungen
16-023-7016077-Rev.00-SG-MK	19.05.2016	Bestimmung des Schattenwurfes verursacht von vier Windenergieanlagen vom Typ Vestas V 112, 3.3 MW und V 126, 3.3 MW an einem Standort bei Hollenstedt	Erstbericht - Schattenwurf
16-023-7018170-Rev.00-SW-SG	15.05.2018	Bestimmung des Schattenwurfes verursacht von vier Windenergieanlagen vom Typ Vestas V 150 4.0/4.2 MW am Standort Hollenstedt	Nachberechnung – neuer WEA-Typ, geänderte Koordinaten
16-023-7019242-Rev.00-SW-MK	13.05.2019	Bestimmung des Schattenwurfes verursacht von vier Windenergieanlagen vom Typ Vestas V150 4.0/4.2 MW am Standort Hollenstedt	Nachberechnung – geänderte Koordinaten
16-023-7019526-Rev.00-SW-MK	21.10.2019	Bestimmung des Schattenwurfes verursacht von vier Windenergieanlagen vom Typ Vestas V150 4.0/4.2 MW am Standort Hollenstedt	Nachberechnung – geänderte Koordinaten
16-023-7020265-Rev.00-SW-MK	10.06.2020	Bestimmung des Schattenwurfes verursacht von vier Windenergieanlagen vom Typ Vestas V150 4.0/4.2 MW am Standort Hollenstedt	Aktualisierung unter Berücksichtigung zusätzlicher Immissionsorte
16-023-7020265-Rev.01-SW-MK	11.06.2020	Bestimmung des Schattenwurfes verursacht von vier Windenergieanlagen vom Typ Vestas V150 4.0/4.2 MW am Standort Hollenstedt	Rev 01, Umbenennung IO 15, keine inhaltlichen Änderungen

Die anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 für die Bereiche "Bestimmung von Windpotenzial und Energieerträgen von (WEA)-Standorte; Berechnung des zu erwartenden mittleren Jahresenergieertrages; Bestimmung der Standortgüte zur Inbetriebnahme; Durchführung, Auswertung und Analyse von Windmessungen mittels Anemometern, SoDAR und LiDAR; Berechnung der Turbulenzintensität; Schattenwurfberechnung von Windenergieanlagen; Schallimmissionsprognosen von Windenergieanlagen; Erstellung von Windatlanten sowie Bestimmung der Wind- und Ertragsindizes; Erstellung von Erlösgutachten; Berechnung von Marktwertatlanten" akkreditiert.

Reppenstedt, den 11. Juni 2020

verantwortlicher Bearbeiter	geprüft	freigegeben
Martin Kolbe	Melanie Wilken	Lasse Blanke
Dipl.-Geograf Senior Consultant	M.Sc. Geowissenschaften Senior Consultant	Geschäftsführer

Rechtliche Hinweise

Dieser Bericht wurde nach bestem Wissen und Gewissen und dem aktuellen Stand der Technik erstellt. Eine Haftung für die hier dargestellten Ergebnisse seitens des Auftragnehmers wird nicht übernommen. Diese Stellungnahme bleibt bis zur Abnahme und Bezahlung unter Ausschluss jeglicher Nutzung alleiniges Eigentum der anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH.

Die anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH verfügt über eine Berufshaftpflichtversicherung, die auf Verlangen nachgewiesen werden kann. Eine Haftung wird nur im Rahmen des Deckungsschutzes dieser Versicherung übernommen. Eine weitergehende Haftung wird ausdrücklich ausgeschlossen. Ein Gewährleistungsanspruch von Seiten Dritter entfällt.

Die anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH ist neutral und unabhängig. Verflechtungen geschäftlicher oder privater Art mit dem Auftraggeber oder anderen Firmen bestehen nicht.

Eine auszugsweise Veröffentlichung ist nicht erlaubt.

Das vorliegende Dokument darf zum Einholen von erforderlichen Genehmigungen, für die Prospektierung, für die Projektfinanzierung sowie im Rahmen einer Due Diligence an Dritte weitergegeben werden. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung des Berichtes ist nur mit schriftlicher Erlaubnis der anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH gestattet.

Dieser Bericht umfasst 18 Seiten.

Inhaltsverzeichnis **Seite**

1 Vorbemerkungen 6
2 Standort und Lagebeschreibung 7
3 Berechnungen 11
4 Ergebnisse 12
5 Unsicherheiten 13
6 Literatur 14
7 Karte der Beschattungs-Isolinien (astronomisch max. möglich) 15
8 Detaillierte Ergebnisse WindPRO 16
9 Beschattungs-Kalender 18

1 Vorbemerkungen

Die anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH wurde von der Windpark Hollenstedt GmbH beauftragt, die Belastung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen am Standort Hollenstedt, Niedersachsen abzuschätzen.

Im Gegensatz zu den vorangegangenen Berichten werden hier in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde (LK Harburg) und analog zur Schallimmissionsprognose zusätzliche Immissionsorte (10 – 19) berücksichtigt. Das Referenzjahr wurde ebenfalls aktualisiert (2019). Die Windparkkonfiguration hat sich im Vergleich zum letzten Bericht nicht verändert.

In dieser Rev. 01 des vorangegangenen Berichtes wurde aufgrund von Informationen des LK Harburg lediglich die Bezeichnung (Adresse) des IO 15 geändert (von Bergacker 18A in Hofstedter Bogen 18A). Inhaltlich ergaben sich dadurch keine Änderungen.

Zur Berechnung des Schattenwurfes wird das Programm WindPRO (Version 3.3) der Firma EMD International A/S, Aalborg, Dänemark verwendet.

Die als Basisinformation verwendeten Daten zu den entsprechenden Immissionsorten inkl. einzuhaltender Grenzwerte wurden der anemos GmbH vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt.

Die topographischen Verhältnisse in der unmittelbaren Umgebung des vorgesehenen Standortes und für die weitere Umgebung wurden topographischen Karten im Maßstab 1:25.000 entnommen.

Die Standortbesichtigung wurde am 08.04.2016 durch den Mitarbeiter der anemos GmbH Herr Steffen Gehnke durchgeführt.

Die zugrunde gelegten Eckdaten der verschiedenen WEA wurden der in WindPRO integrierten Datenbank entnommen.

Dieses Gutachten richtet sich nach der Leitlinie des Länderausschusses für Immissionsschutz „Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen“ (13.03.2002) sowie dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG).

2 Standort und Lagebeschreibung

Das zu beurteilende Windparkareal befindet sich im Norden Deutschlands, etwa 15 km südwestlich der Stadt Hamburg und etwa 1.5 km westlich der Stadt Hollenstedt in Niedersachsen, unmittelbar an der Autobahn 1 (Abb. 1). Die UTM-Koordinaten (ETRS89, Zone 32) der Standorte sind wie folgt angegeben:

Tab. 1: Koordinaten der geplanten Anlagen

WEA	Rechtswert	Hochwert	Höhe ü. NN [m]	WEA-Typ	Nenn-leistung [kW]	NH [m]	Besonder-heiten
WEA 1	545665	5912355	31	Vestas V150-4.2MW	4200	125	-
WEA 2	545420	5912048	33				-
WEA 3	545979	5912071	29				-
WEA 4	545447	5912948	33				-

Die unmittelbare Umgebung des Standortes wird hauptsächlich durch offenes, landwirtschaftlich genutztes Gelände geprägt. Lediglich im Westen befindet sich ein mittelgroßes Waldstück (ca. 7 km²). Bei der Berechnung des Schattenwurfes der Windenergieanlagen wird in diesem Bericht vom schlechtest möglichen Fall ausgegangen, weshalb die Abschirmung der Immissionsorte durch eventuelle Sichthindernisse vernachlässigt wird. Lediglich mögliche Verdeckung durch die Orographie (also z. B. einen Berg) wird berücksichtigt.

Die zu beurteilenden Immissionsorte befinden sich in einer Entfernung von ca. 440 m bis über 2000 m im Umkreis der geplanten Windenergieanlagen. Die Koordinaten der Immissionsorte wurden vom Auftraggeber übermittelt und anhand von Kartenmaterial und Luftbildern überprüft. Die UTM Koordinaten (ETRS89, Zone 32) der Immissionsorte sind in folgenden Tabellen dargestellt.

Tab. 2: Berücksichtigte Immissionsorte – Teil 1

Kennung	Bezeichnung	Rechtswert	Hochwert	Höhe ü. NN (m)
01	Gewerbegebiet Hollenstedt Süd	546511	5912567	29
02	Gewerbegebiet Hollenstedt Nord	546487	5912832	37
03	Hofstelle	545225	5912572	36
04	Heidenauer Weg 4A	544780	5911930	39
05	Heidenauer Weg 4B	544743	5911871	40
06	Ochtmannsbruch	545859	5910882	37
07	Heidbecksweg 6	544470	5913052	39
08	Siedlung Ochtmannsbruch I	547188	5910922	26
09	Siedlung Ochtmannsbruch II	547204	5910968	26
10	Stellheide Hollinder Weg 2B	544534	5912278	43
11	Stellheide Hollinder Weg 1	544561	5912213	42

Tab. 3: Berücksichtigte Immissionsorte – Teil 2

Kennung	Bezeichnung	Rechtswert	Hochwert	Höhe ü. NN (m)
12	Stellheide Am Eribaplatz 1	544568	5912116	42
13	Stellheide Campingplatz "Am Eribaplatz"	544698	5911984	39
14	Hollenstedt Bergstr. 25	546722	5912937	40
15	Hollenstedt, Hofstedter Bogen 18A	546759	5912980	39
16	Hollenstedt, Bergstraße (unbebaut)	546718	5912973	40
17	Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 1A	545250	5913520	32
18	Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 3	545176	5913501	31
19	Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 7	545156	5913419	31

Orographisch kann die Standortumgebung als flaches Gelände bezeichnet werden mit Höhenunterschieden zwischen 0 und 160 Metern auf dem insgesamt 25 km x 25 km großen digitalen Geländemodell. Die geplanten Standorte selbst weisen Höhen von 30 Metern ü. NN bis 33 m ü. NN auf.

Abb. 1: Lageplan des beurteilten Standortes, rot: Neuplanung, gelb: Immissionsorte, Quelle: Google Earth Pro

Die Geländehöhen wurden dem SRTM Datensatz (*Shuttle Radar Topography Mission, USGS EROS Data Center*) entnommen und auf das Modellgitter interpoliert. Die Daten wurden im Jahr 2000 aufgenommen und liegen als Rasterdaten mit einer räumlichen Auflösung von etwa 90 m vor. Die vertikale Auflösung beträgt 1 m. In der unmittelbaren Umgebung des zu beurteilenden Standortes wurden diese Informationen durch Abgleich mit topographischen Karten im Maßstab 1:25.000 aktualisiert. Die Größe des insgesamt berücksichtigten Gebietes ist aus der Abb. 2 ersichtlich.

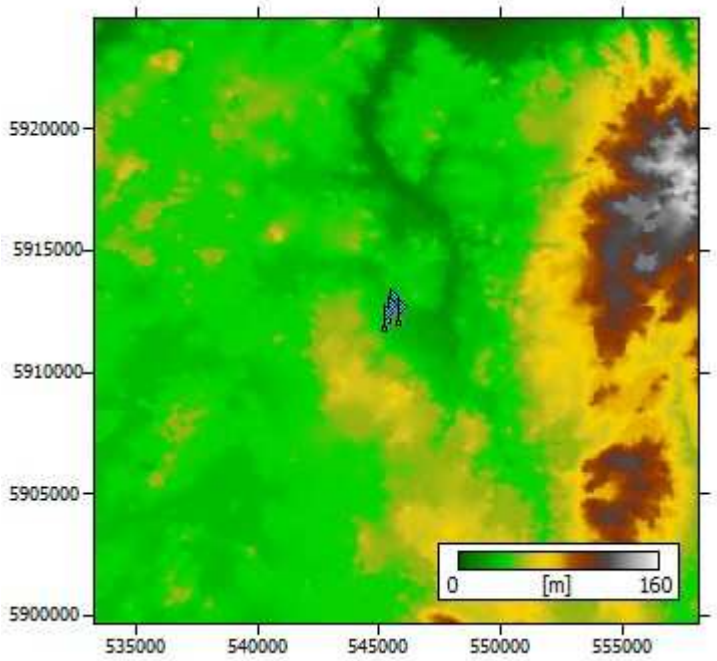


Abb. 2: Orographie der Standortumgebung (25 x 25 km²). Die geplanten Anlagen sind eingezeichnet.

Standortumgebung 360°

Abb. 3: Standortumgebung

Die Fotos wurden im Uhrzeigersinn von Norden anfangend aufgenommen. Die Standortbesichtigung wurde am 08.04.2016 durch den Mitarbeiter der anemos GmbH Herrn Steffen Gehnke durchgeführt.

3 Berechnungen

Für eine vorgegebene Windparkkonfiguration wird die gesamte Belastung durch Schattenwurf für den definierten Immissionsort bestimmt. Die Berechnung erfolgt mit dem in das Programm WindPRO integrierten Modul SHADOW. In Anlehnung an die Leitlinie des Länderausschusses für Immissionsschutz wird bei der Simulation von den schlechtest möglichen Bedingungen („worst case“) ausgegangen. Dies bedeutet, dass die Rotorblätter immer senkrecht zur Sonne stehen, die Sonne tagsüber immer scheint und die Windrichtung dem Azimutwinkel der Sonne entspricht. Zusätzlich wird davon ausgegangen, dass immer ausreichend Wind zum Bewegen des Rotors herrscht. Dies bedingt die höchstmögliche Beschattungsdauer der jeweiligen Standorte.

Zusätzlich wird hier die sogenannte meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer pro Immissionspunkt berechnet. Hierfür wird zunächst pro Monat die statistisch zu erwartende Sonnenscheindauer von einer in der Nähe gelegenen Wetterstation (in diesem Fall die Station Bremen, aus WindPRO entnommen) verwendet. Weiterhin werden pro Windrichtungssektor die theoretischen Betriebsstunden berechnet. Grundlage hierfür bilden die bereits in der Ertragsvorabschätzung verwendeten Winddaten der Wetterstation Diepholz (skaliert mit dem Faktor 0.95). Aus diesen Informationen berechnet die Software die Reduktion der ermittelten maximalen Schattenwurfzeiten und gibt die erwartete tatsächliche Beschattungsdauer pro Immissionspunkt in Stunden pro Jahr an.

Gemäß der Leitlinie für die optischen Emissionen von Windenergieanlagen wird für jeden Immissionspunkt ein horizontal ausgerichteter Rezeptor mit einer Fläche von 0.1 * 0.1 m² in einer Höhe von 2.0 m über Grund angenommen.

Die Bereiche, in denen die Rotorblätter weniger als 20 % der Sonne verdecken, werden nicht berücksichtigt. Dabei wird die in der Leitlinie des Länderausschuss für Immissionsschutz zugrunde gelegte mittlere Blatttiefe angenommen:

Mittlere Blatttiefe = ½ (maximale Blatttiefe + minimale Blatttiefe bei 0.9 Rotorradius)*

Der Grenzwert für den zu berechnenden Schattenwurf ist bei einer Sonnenhöhe von 3° über dem Horizont erreicht.

Als Referenzjahr wurde das Jahr 2019 gewählt.

Die Rechnungen werden für folgende Windenergieanlagen durchgeführt:

Tab. 4: Berücksichtigte WEA

WEA Typ	Nabenhöhe	Rotordurchmesser	Nennleistung (Mode PO1)
V150 4.0/4.2 MW	125 m	150 m	4200 kW

4 Ergebnisse

Da die Grenzwerte der maximal zumutbaren täglichen und jährlichen Beschattungszeiten gesetzlich nicht verbindlich geregelt sind, werden hier die Hinweise der Leitlinie des Länderausschuss für Immissionsschutz als Grundlage herangezogen. Im Zuge dessen sollten die jährlichen maximal möglichen Beschattungszeiten eine Dauer von 30 h/Jahr und die täglichen Beschattungszeiten eine Dauer von 30 min/Tag nicht überschreiten.

Für die berechnete wahrscheinliche Beschattungsdauer liegt der Grenzwert entsprechend niedriger bei 8 h/a. Dieser Wert entspricht dem Grenzwert, nach dessen Erreichen eine WEA mit Schattenwurfmodul, das die meteorologischen Parameter berücksichtigt, abzuschalten ist, also dem Grenzwert für die tatsächlich auftretende Beschattungsdauer (s. auch Hinweise LAI).

Die durchgeführten Berechnungen führen zu den in der folgenden Tabelle dargestellten Ergebnissen. Die detaillierten Ergebnisausdrucke des Programms WindPRO zur Gesamtbelastung sind im Anhang dargestellt.

Zusatzbelastung / Gesamtbelastung (4x V150 4.0/4.2 MW, NH: 125 m)

Tab. 5: Ergebnisse Zusatzbelastung = Gesamtbelastung

IP Nr.	Berechnete jährliche Beschattungsdauer [worst case h/a]	Berechnete maximale Beschattungsdauer pro Tag [worst case h/d]	erwartete Beschattungsdauer („meteorologisch wahrscheinlich“, h/a)
1	**112:07**	**0:58**	**21:01**
2	**99:05**	**0:42**	**15:09**
3	**190:18**	**1:08**	**24:06**
4	**113:37**	**1:13**	**31:24**
5	**110:23**	**1:13**	**30:29**
6	0:00	0:00	0:00
7	**56:52**	**0:35**	7:50
8	0:00	0:00	0:00
9	0:00	0:00	0:00
10	**57:18**	**0:55**	**12:35**
11	**46:20**	**0:55**	**10:10**
12	**45:27**	**0:48**	**10:53**
13	**70:53**	**0:52**	**19:19**
14	**67:12**	**0:33**	**9:41**
15	**61:27**	**0:31**	**8:42**
16	**65:09**	**0:32**	**9:12**
17	**76:34**	**1:01**	6:34
18	**84:48**	**0:59**	7:38
19	**107:59**	**1:04**	**10:34**

Die jährlichen empfohlenen Richtwerte der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer werden aufgrund der Zusatzbelastung an mehreren Immissionspunkten überschritten.

Bei Betrachtung der meteorologisch wahrscheinlichen Beschattungsdauer wird zusätzlich deutlich, dass eine Überschreitung der Grenzwerte für die tatsächliche Beschattungsdauer ebenfalls an mehreren Immissionspunkten zu erwarten ist.

Wir empfehlen die Installation einer Abschaltvorrichtung, die anhand der Messung der relevanten meteorologischen Größen eine eventuelle Überschreitung der Grenzwerte tatsächlicher Beschattungsdauer verhindert.

5 Unsicherheiten

Jegliche Prognosen und Berechnungen unterliegen gewissen Unsicherheiten. Im Fall von Schattenwurf allgemein sind diese als gering einzustufen, da die Berechnungen auf fixen geometrischen und astrophysischen Gegebenheiten basieren. Eine 100 %-ige Garantie, dass alle Inputvariablen in ausreichend genauer Form eingegeben wurden, kann jedoch nicht gewährleistet werden. So können z.B. ungenau angegebene Koordinaten oder ein ungenau vorliegendes Orographiemodell zu verfälschten Ergebnissen führen. Eine Quantifizierung dieser Unsicherheitskomponenten ist nicht möglich, jedoch sollte erwähnt werden, dass Unsicherheiten bestehen.

Unter anderem aufgrund dieser Faktoren ist diese Berechnung dafür geeignet, eventuelle Überschreitungen von Grenzwerten aufzuzeigen und kann somit auch zur immissionsschutzrechtlichen Beurteilung an Immissionsorten herangezogen werden. Sie ist jedoch nicht geeignet, Schattenmodule hinsichtlich ihrer exakten Abschaltzeiten zu programmieren.

6 Literatur

Agatz, Monika: Windenergie Handbuch, 15. Ausgabe, Dezember 2018

BUNDES-IMMISSIONSSCHUTZGESETZ in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 2002 (BGBl. I S. 3830), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 01. November 2005 (BGBl. I S. 1865)

Länderausschuss für Immissionsschutz, 2002, Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen

Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, 03/2002, Sachinformation Optische Immissionen von Windenergieanlagen

WindPRO, EMD International A/S, Software and Handbook, www.emd.dk

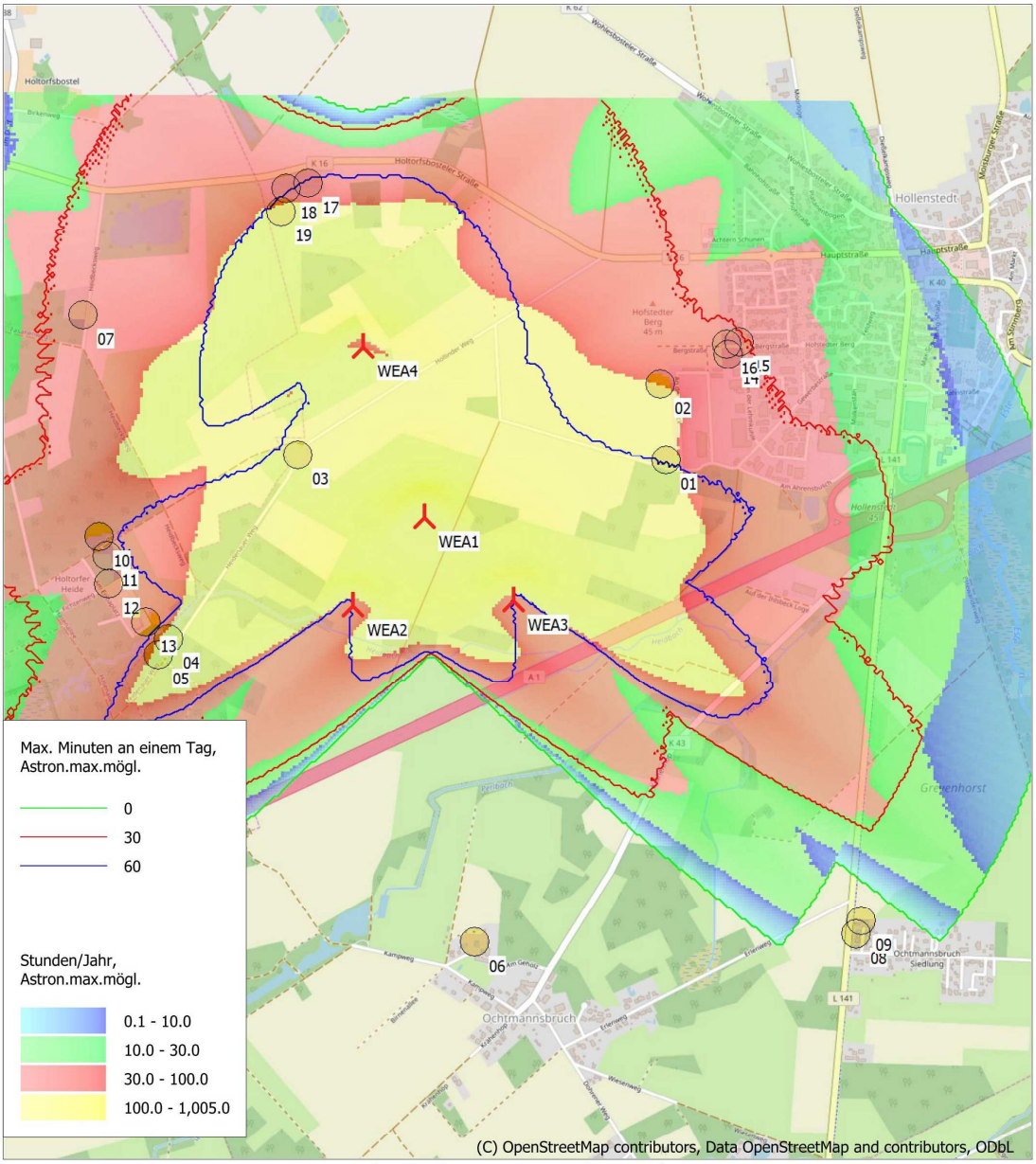
7 Karte der Beschattungs-Isolinien (astronomisch max. möglich)

Projekt:
gmdhol

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de
Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Karte

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-Gesamtbelastung



0 250 500 750 1000m

Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:20,000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 545,970 Nord: 5,912,120

Neue WEA Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: oro_25x25km_10m_gmdhol_bearbeitet_Hollenstedt.map (3)

windPRO 3.3.274 | EMD International A/S, Tel. +45 96 35 44 44, www.emd.dk, windpro@emd.dk 11.06.2020 07:57 / 3 windPRO

8 Detaillierte Ergebnisse WindPRO

Projekt:
gmdhol

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de
Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-Gesamtbelastung

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont	3 °
Tage zwischen Berechnungen	1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung	1 Minuten

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:
Terraindaten: WAsP (3)

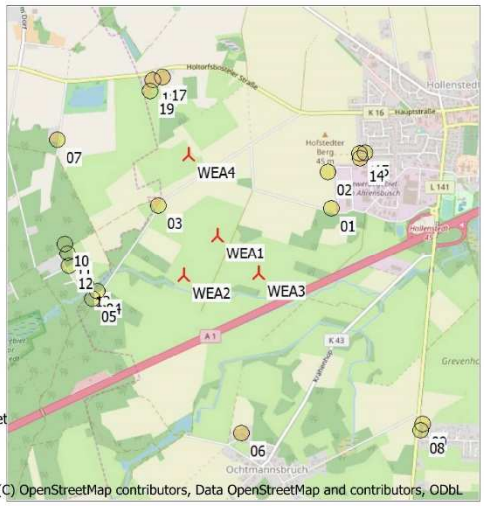
Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:
Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien: oro_25x25km_10m_gmdhol_bearbeitet
Hindernisse in Berechnung verwendet
Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1.5 m
Rasterauflösung: 10.0 m

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



Maßstab 1:40,000
Neue WEA Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z [m]	Beschreibung	WEA-Typ Aktuell	Hersteller	Typ	Nenn- leistung [kW]	Rotordurch-messer [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten Beschatt.-Bereich [m]	U/min [U/min]
1	545,665	5,912,355	31.3	WEA1	Ja	VESTAS	V150-4.2-4,200	4,200	150.0	125.0	1,904	10.4
2	545,420	5,912,048	33.4	WEA2	Ja	VESTAS	V150-4.2-4,200	4,200	150.0	125.0	1,904	10.4
3	545,979	5,912,071	29.1	WEA3	Ja	VESTAS	V150-4.2-4,200	4,200	150.0	125.0	1,904	10.4
4	545,447	5,912,948	32.9	WEA4	Ja	VESTAS	V150-4.2-4,200	4,200	150.0	125.0	1,904	10.4

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z [m]	Breite [m]	Höhe [m]	Höhe ü.Gr. [m]	Neigung des Fensters [°]	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr. [m]
01	Gewerbegebiet Hollenstedt Süd	546,511	5,912,567	29.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
02	Gewerbegebiet Hollenstedt Nord	546,487	5,912,832	36.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
03	Hofstelle	545,225	5,912,572	36.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
04	Heidenauer Weg 4A	544,780	5,911,930	38.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
05	Heidenauer Weg 4B	544,743	5,911,871	40.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
06	Ochtmannsbruch	545,859	5,910,882	37.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
07	Heidbecksweg 6	544,470	5,913,052	38.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
08	Siedlung Ochtmannsbruch I	547,188	5,910,922	26.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
09	Siedlung Ochtmannsbruch II	547,204	5,910,968	25.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
10	Stellheide Hollinder Weg 2B	544,534	5,912,278	42.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
11	Stellheide Hollinder Weg 1	544,561	5,912,213	42.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
12	Stellheide Am Eribaplatz 1	544,568	5,912,116	41.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
13	Stellheide Campingplatz "Am Eribaplatz"	544,698	5,911,984	39.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
14	Hollenstedt Bergstr. 25	546,722	5,912,937	39.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
15	Hollenstedt, Hofstedter Bogen 18A	546,759	5,912,980	39.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
16	Hollenstedt, Bergstraße (unbebaut)	546,718	5,912,973	40.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
17	Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 1A	545,250	5,913,520	32.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
18	Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 3	545,176	5,913,501	30.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
19	Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 7	545,156	5,913,419	31.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0

windPRO 3.3.274 | EMD International A/S, Tel. +45 96 35 44 44, www.emd.dk, windpro@emd.dk 11.06.2020 07:57 / 1 windPRO

Projekt:
gmdhol

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de
Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-Gesamtbelastung

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]	met. wahrsch. Beschattungsdauer Stunden/Jahr [h/a]
01	Gewerbegebiet Hollenstedt Süd	112:07	206	0:58	21:01
02	Gewerbegebiet Hollenstedt Nord	99:05	191	0:42	15:09
03	Hofstelle	190:18	199	1:08	24:06
04	Heidenauer Weg 4A	113:37	163	1:13	31:24
05	Heidenauer Weg 4B	110:23	155	1:13	30:29
06	Ochtmannsbruch	0:00	0	0:00	0:00
07	Heidbecksweg 6	56:52	162	0:35	7:50
08	Siedlung Ochtmannsbruch I	0:00	0	0:00	0:00
09	Siedlung Ochtmannsbruch II	0:00	0	0:00	0:00
10	Stellheide Hollinder Weg 2B	57:18	134	0:55	12:35
11	Stellheide Hollinder Weg 1	46:20	99	0:55	10:10
12	Stellheide Am Eribaplatz 1	45:27	95	0:48	10:53
13	Stellheide Campingplatz "Am Eribaplatz"	70:53	121	0:52	19:19
14	Hollenstedt Bergstr. 25	67:12	169	0:33	9:41
15	Hollenstedt, Hofstedter Bogen 18A	61:21	163	0:31	8:41
16	Hollenstedt, Bergstraße (unbebaut)	65:09	166	0:32	9:12
17	Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 1A	76:34	87	1:01	6:34
18	Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 3	84:48	97	0:59	7:38
19	Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 7	107:59	118	1:04	10:34

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Erwartet [h/a]
1	WEA1	246:44	54:37
2	WEA2	303:09	54:36
3	WEA3	186:06	27:13
4	WEA4	265:03	38:00

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.

9 Beschattungs-Kalender

Diese und weitere detaillierte Ergebnisse finden sich im gesonderten Dokument „Anhang zum Gutachten zur Bestimmung des Schattenwurfes verursacht von vier Windenergieanlagen vom Typ Vestas V150 4.0/4.2 MW am Standort Hollenstedt“.

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 01 - Gewerbegebiet Hollenstedt Süd

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar			Februar			März			April			Mai			Juni	
1	08:35			08:07		15:27 (3)	07:11		16:45 (2)	06:57			05:49		19:56 (4)	05:00	
	16:10			17:00	46	16:13 (3)	17:54	26	17:11 (2)	19:52			20:46	23	20:19 (4)	21:36	
2	08:35			08:05		15:27 (3)	07:09		16:47 (2)	06:55			05:47		19:55 (4)	04:59	
	16:11			17:02	46	16:13 (3)	17:56	23	17:10 (2)	19:54			20:48	25	20:20 (4)	21:37	
3	08:35			08:04		15:26 (3)	07:06		16:48 (2)	06:52			05:45		19:54 (4)	04:58	
	16:12			17:04	47	16:13 (3)	17:58	21	17:09 (2)	19:56			20:50	28	20:22 (4)	21:38	
4	08:35			08:02		15:26 (3)	07:04		16:49 (2)	06:50			05:43		19:53 (4)	04:57	
	16:13			17:06	48	16:14 (3)	18:00	17	17:06 (2)	19:57			20:52	29	20:22 (4)	21:39	
5	08:34			08:00		15:26 (3)	07:02		16:52 (2)	06:48			05:41		19:53 (4)	04:56	
	16:15			17:08	48	16:14 (3)	18:02	12	17:04 (2)	19:59			20:53	30	20:23 (4)	21:40	
6	08:34			07:58		15:26 (3)	07:00		17:23 (1)	06:45			05:39		19:53 (4)	04:55	
	16:16			17:10	48	16:14 (3)	18:04	13	17:36 (1)	20:01			20:55	31	20:24 (4)	21:41	
7	08:34			07:57		15:26 (3)	06:57		17:20 (1)	06:43			05:37		19:52 (4)	04:55	
	16:17			17:11	48	16:14 (3)	18:06	19	17:39 (1)	20:03			20:57	31	20:23 (4)	21:42	
8	08:33			07:55		15:27 (3)	06:55		17:18 (1)	06:40			05:35		19:52 (4)	04:54	
	16:18			17:13	48	16:15 (3)	18:08	24	17:42 (1)	20:05			20:59	31	20:23 (4)	21:43	
9	08:33			07:53		15:27 (3)	06:53		17:15 (1)	06:38			05:33		19:52 (4)	04:54	
	16:20			17:15	48	16:15 (3)	18:10	28	17:43 (1)	20:06			21:00	32	20:24 (4)	21:44	
10	08:32			07:51		15:26 (3)	06:50		17:14 (1)	06:36			05:31		19:52 (4)	04:53	
	16:21			17:17	48	16:14 (3)	18:12	30	17:44 (1)	20:08			21:02	32	20:24 (4)	21:45	
11	08:32			07:49		15:27 (3)	06:48		17:12 (1)	06:33			05:30		19:52 (4)	04:53	
	16:23			17:19	47	16:14 (3)	18:13	33	17:45 (1)	20:10			21:04	31	20:23 (4)	21:46	
12	08:31			07:47		15:27 (3)	06:45		17:11 (1)	06:31			05:28		19:53 (4)	04:52	
	16:24			17:21	47	16:14 (3)	18:15	35	17:46 (1)	20:12			21:05	31	20:24 (4)	21:47	
13	08:30			07:45		15:28 (3)	06:43		17:11 (1)	06:29			05:26		19:52 (4)	04:52	
	16:26			17:23	46	16:14 (3)	18:17	36	17:47 (1)	20:14			21:07	31	20:23 (4)	21:47	
14	08:29			07:43		15:28 (3)	06:41		17:09 (1)	06:26			05:24		19:52 (4)	04:51	
	16:27			17:25	45	16:13 (3)	18:19	37	17:46 (1)	20:15			21:09	30	20:22 (4)	21:48	
15	08:29			07:41		15:29 (3)	06:38		17:09 (1)	06:24			05:23		19:53 (4)	04:51	
	16:29			17:27	48	17:00 (2)	18:21	38	17:47 (1)	20:17			21:10	29	20:22 (4)	21:49	
16	08:28		15:45 (3)	07:39		15:30 (3)	06:36		17:08 (1)	06:22			05:21		19:53 (4)	04:51	
	16:31	2	15:47 (3)	17:29	52	17:03 (2)	18:23	38	17:46 (1)	20:19			21:12	28	20:21 (4)	21:49	
17	08:27		15:40 (3)	07:37		15:31 (3)	06:33		17:08 (1)	06:19			05:19		19:54 (4)	04:51	
	16:32	13	15:53 (3)	17:31	55	17:05 (2)	18:25	39	17:47 (1)	20:21			21:14	27	20:21 (4)	21:50	
18	08:26		15:37 (3)	07:35		15:31 (3)	06:31		17:07 (1)	06:17			05:18		19:55 (4)	04:51	
	16:34	18	15:55 (3)	17:33	57	17:06 (2)	18:26	39	17:46 (1)	20:23			21:15	26	20:21 (4)	21:50	
19	08:25		15:36 (3)	07:33		15:33 (3)	06:29		17:07 (1)	06:15			05:16		19:56 (4)	04:51	
	16:36	21	15:57 (3)	17:35	58	17:09 (2)	18:28	39	17:46 (1)	20:25			21:17	24	20:20 (4)	21:51	
20	08:24		15:35 (3)	07:31		15:34 (3)	06:26		17:08 (1)	06:13			05:15		19:57 (4)	04:51	
	16:37	25	16:00 (3)	17:37	58	17:11 (2)	18:30	38	17:46 (1)	20:26			21:19	22	20:19 (4)	21:51	
21	08:22		15:33 (3)	07:29		15:36 (3)	06:24		17:07 (1)	06:10			05:13		19:57 (4)	04:51	
	16:39	28	16:01 (3)	17:39	57	17:13 (2)	18:32	38	17:45 (1)	20:28			21:20	21	20:18 (4)	21:51	
22	08:21		15:32 (3)	07:27		15:39 (3)	06:21		17:08 (1)	06:08			05:12		19:59 (4)	04:51	
	16:41	31	16:03 (3)	17:41	54	17:14 (2)	18:34	36	17:44 (1)	20:30			21:22	18	20:17 (4)	21:52	
23	08:20		15:32 (3)	07:24		15:41 (3)	06:19		17:08 (1)	06:06			05:10		20:00 (4)	04:51	
	16:43	32	16:04 (3)	17:43	48	17:13 (2)	18:36	35	17:43 (1)	20:32			21:23	16	20:16 (4)	21:52	
24	08:19		15:31 (3)	07:22		15:45 (3)	06:17		17:09 (1)	06:04			05:09		20:02 (4)	04:51	
	16:45	34	16:05 (3)	17:45	40	17:13 (2)	18:37	33	17:42 (1)	20:34			21:25	13	20:15 (4)	21:52	
25	08:17		15:31 (3)	07:20		16:45 (2)	06:14		17:09 (1)	06:02			05:08		20:05 (4)	04:52	
	16:46	36	16:07 (3)	17:47	29	17:14 (2)	18:39	31	17:40 (1)	20:35			21:26	8	20:13 (4)	21:52	
26	08:16		15:30 (3)	07:18		16:44 (2)	06:12		17:10 (1)	05:59			05:06			04:52	
	16:48	38	16:08 (3)	17:49	29	17:13 (2)	18:41	29	17:39 (1)	20:37			21:28			21:52	
27	08:15		15:29 (3)	07:16		16:45 (2)	06:09		17:11 (1)	05:57		20:04 (4)	05:05			04:53	
	16:50	39	16:08 (3)	17:51	28	17:13 (2)	18:43	26	17:37 (1)	20:39	8	20:12 (4)	21:29			21:52	
28	08:13		15:29 (3)	07:13		16:46 (2)	06:07		17:13 (1)	05:55		20:01 (4)	05:04			04:53	
	16:52	41	16:10 (3)	17:53	26	17:12 (2)	18:45	22	17:35 (1)	20:41	13	20:14 (4)	21:30			21:52	
29	08:12		15:28 (3)				06:04		17:17 (1)	05:53		19:59 (4)	05:03			04:54	
	16:54	42	16:10 (3)				18:46	15	17:32 (1)	20:43	16	20:15 (4)	21:32			21:52	
30	08:10		15:27 (3)				06:02		17:22 (1)	05:51		19:57 (4)	05:02			04:54	
	16:56	44	16:11 (3)				18:48	3	17:25 (1)	20:44	20	20:17 (4)	21:33			21:52	
31	08:09		15:28 (3)				07:00						05:01				
	16:58	44	16:12 (3)				19:50						21:34				
Sonnenscheinstunden	251			273			365			417			490			507	
astr.max.mögl.Beschattung		488			1299			853			57			647			
Red.Sonnenscheinwahrsch.		0.17			0.24			0.28			0.37			0.43			
Reduktion Betriebsdauer		0.95			0.95			0.95			0.95			0.95			
Reduktion Windrichtung		0.68			0.69			0.72			0.65			0.65			
Gesamte Reduktion		0.11			0.16			0.19			0.23			0.27			
Met.wahrsch.Beschattung		54			205			163			13			172			

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 01 - Gewerbegebiet Hollenstedt Süd

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Juli			August			September			Oktober			November			Dezember
1	04:55			05:33		20:03 (4)	06:26			07:18		17:49 (1)	07:15		14:57 (3)	08:09
	21:51			21:18	30	20:33 (4)	20:13			19:00	37	18:26 (1)	16:51	47	15:44 (3)	16:06
2	04:55			05:35		20:03 (4)	06:28			07:20		17:49 (1)	07:17		14:56 (3)	08:11
	21:51			21:16	31	20:34 (4)	20:11			18:58	36	18:25 (1)	16:49	48	15:44 (3)	16:06
3	04:56			05:36		20:02 (4)	06:29			07:22		17:50 (1)	07:19		14:56 (3)	08:12
	21:51			21:14	31	20:33 (4)	20:08			18:56	35	18:25 (1)	16:47	48	15:44 (3)	16:05
4	04:57			05:38		20:02 (4)	06:31			07:23		17:50 (1)	07:21		14:56 (3)	08:14
	21:50			21:13	32	20:34 (4)	20:06			18:53	32	18:22 (1)	16:45	48	15:44 (3)	16:04
5	04:58			05:40		20:02 (4)	06:33			07:25		17:51 (1)	07:23		14:57 (3)	08:15
	21:50			21:11	31	20:33 (4)	20:04			18:51	30	18:21 (1)	16:43	48	15:45 (3)	16:04
6	04:59			05:41		20:02 (4)	06:35			07:27		17:52 (1)	07:25		14:57 (3)	08:17
	21:49			21:09	31	20:33 (4)	20:01			18:48	28	18:20 (1)	16:41	48	15:45 (3)	16:03
7	05:00			05:43		20:02 (4)	06:36			07:29		17:54 (1)	07:27		14:57 (3)	08:18
	21:49			21:07	32	20:34 (4)	19:59			18:46	24	18:18 (1)	16:39	48	15:45 (3)	16:03
8	05:00			05:45		20:02 (4)	06:38			07:31		17:56 (1)	07:28		14:57 (3)	08:19
	21:48			21:05	31	20:33 (4)	19:56			18:44	19	18:15 (1)	16:37	48	15:45 (3)	16:02
9	05:01			05:46		20:03 (4)	06:40			07:32		17:59 (1)	07:30		14:57 (3)	08:21
	21:47			21:03	30	20:33 (4)	19:54			18:41	13	18:12 (1)	16:36	47	15:44 (3)	16:02
10	05:03			05:48		20:02 (4)	06:42			07:34		17:27 (2)	07:32		14:57 (3)	08:22
	21:46			21:01	30	20:32 (4)	19:52			18:39	12	17:39 (2)	16:34	47	15:44 (3)	16:01
11	05:04			05:50		20:03 (4)	06:43			07:36		17:23 (2)	07:34		14:58 (3)	08:23
	21:46			20:59	28	20:31 (4)	19:49			18:37	17	17:40 (2)	16:32	46	15:44 (3)	16:01
12	05:05			05:51		20:03 (4)	06:45			07:38		17:21 (2)	07:36		14:58 (3)	08:24
	21:45			20:57	26	20:29 (4)	19:47			18:34	21	17:42 (2)	16:30	45	15:43 (3)	16:01
13	05:06			05:53		20:04 (4)	06:47			07:40		17:20 (2)	07:38		14:59 (3)	08:25
	21:44			20:55	23	20:27 (4)	19:44			18:32	23	17:43 (2)	16:29	44	15:43 (3)	16:01
14	05:07			05:55		20:05 (4)	06:49			07:41		17:19 (2)	07:40		15:00 (3)	08:26
	21:43			20:53	21	20:26 (4)	19:42			18:30	25	17:44 (2)	16:27	42	15:42 (3)	16:01
15	05:08			05:57		20:06 (4)	06:50		18:09 (1)	07:43		17:18 (2)	07:42		15:00 (3)	08:27
	21:42			20:51	17	20:23 (4)	19:39	10	18:19 (1)	18:27	26	17:44 (2)	16:26	42	15:42 (3)	16:01
16	05:10			05:58		20:08 (4)	06:52		18:05 (1)	07:45		17:17 (2)	07:43		15:01 (3)	08:28
	21:41			20:49	14	20:22 (4)	19:37	17	18:22 (1)	18:25	28	17:45 (2)	16:24	40	15:41 (3)	16:01
17	05:11			06:00		20:10 (4)	06:54		18:02 (1)	07:47		17:17 (2)	07:45		15:02 (3)	08:29
	21:40			20:47	9	20:19 (4)	19:35	23	18:25 (1)	18:23	28	17:45 (2)	16:23	39	15:41 (3)	16:01
18	05:12			06:02			06:55		17:59 (1)	07:49		17:16 (2)	07:47		15:03 (3)	08:30
	21:38			20:45			19:32	27	18:26 (1)	18:20	29	17:45 (2)	16:21	37	15:40 (3)	16:01
19	05:13			06:03			06:57		17:57 (1)	07:51		16:17 (3)	07:49		15:04 (3)	08:31
	21:37			20:42			19:30	30	18:27 (1)	18:18	40	17:45 (2)	16:20	36	15:40 (3)	16:01
20	05:15		20:14 (4)	06:05			06:59		17:56 (1)	07:53		16:13 (3)	07:51		15:05 (3)	08:31
	21:36	8	20:22 (4)	20:40			19:27	32	18:28 (1)	18:16	48	17:45 (2)	16:18	34	15:39 (3)	16:02
21	05:16		20:12 (4)	06:07			07:01		17:55 (1)	07:54		16:10 (3)	07:53		15:07 (3)	08:32
	21:35	13	20:25 (4)	20:38			19:25	34	18:29 (1)	18:14	53	17:44 (2)	16:17	31	15:38 (3)	16:02
22	05:18		20:10 (4)	06:09			07:02		17:53 (1)	07:56		16:07 (3)	07:54		15:08 (3)	08:32
	21:33	16	20:26 (4)	20:36			19:22	36	18:29 (1)	18:12	55	17:43 (2)	16:16	29	15:37 (3)	16:02
23	05:19		20:09 (4)	06:10			07:04		17:52 (1)	07:58		16:05 (3)	07:56		15:10 (3)	08:33
	21:32	18	20:27 (4)	20:34			19:20	37	18:29 (1)	18:09	58	17:42 (2)	16:15	26	15:36 (3)	16:03
24	05:21		20:08 (4)	06:12			07:06		17:52 (1)	08:00		16:04 (3)	07:58		15:12 (3)	08:34
	21:31	21	20:29 (4)	20:31			19:17	37	18:29 (1)	18:07	57	17:40 (2)	16:13	23	15:35 (3)	16:03
25	05:22		20:07 (4)	06:14			07:08		17:50 (1)	08:02		16:02 (3)	08:00		15:14 (3)	08:34
	21:29	22	20:29 (4)	20:29			19:15	39	18:29 (1)	18:05	56	17:37 (2)	16:12	20	15:34 (3)	16:04
26	05:24		20:07 (4)	06:16			07:09		17:50 (1)	08:04		16:01 (3)	08:01		15:17 (3)	08:34
	21:28	24	20:31 (4)	20:27			19:13	39	18:29 (1)	18:03	55	17:35 (2)	16:11	15	15:32 (3)	16:05
27	05:25		20:05 (4)	06:17			07:11		17:50 (1)	07:06		15:00 (3)	08:03		15:20 (3)	08:35
	21:26	26	20:31 (4)	20:25			19:10	39	18:29 (1)	17:01	53	16:33 (2)	16:10	9	15:29 (3)	16:05
28	05:27		20:04 (4)	06:19			07:13		17:50 (1)	07:08		14:59 (3)	08:05			08:35
	21:25	27	20:31 (4)	20:22			19:08	38	18:28 (1)	16:59	50	16:31 (2)	16:09			16:06
29	05:28		20:04 (4)	06:21			07:15		17:50 (1)	07:09		14:58 (3)	08:06			08:35
	21:23	28	20:32 (4)	20:20			19:05	38	18:28 (1)	16:57	45	15:43 (3)	16:08			16:07
30	05:30		20:03 (4)	06:23			07:16		17:49 (1)	07:11		14:58 (3)	08:08			08:35
	21:21	29	20:32 (4)	20:18			19:03	38	18:27 (1)	16:55	45	15:43 (3)	16:07			16:08
31	05:31		20:03 (4)	06:24						07:13		14:57 (3)				08:35
	21:20	30	20:33 (4)	20:15						16:53	47	15:44 (3)				16:09
Sonnenscheinstunden	511			460			383			331			262			236
astr.max.mögl.Beschattung		262			447			514			1125			1035		
Red.Sonnenscheinwahrsch.		0.38			0.42			0.35			0.29			0.19		
Reduktion Betriebsdauer		0.95			0.95			0.95			0.95			0.95		
Reduktion Windrichtung		0.65			0.65			0.72			0.71			0.68		
Gesamte Reduktion		0.23			0.26			0.24			0.20			0.13		
Met.wahrsch.Beschattung		61			117			123			222			130		

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de
Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 02 - Gewerbegebiet Hollenstedt Nord

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar			Februar			März			April			Mai		Juni
1	08:35		14:33 (3)	08:07		16:11 (2)	07:11		16:28 (1)	06:57			05:49		05:00
	16:10	40	15:13 (3)	17:00	20	16:31 (2)	17:54	24	16:52 (1)	19:52			20:46		21:36
2	08:35		14:33 (3)	08:05		16:10 (2)	07:09		16:30 (1)	06:55			05:47		04:59
	16:11	41	15:14 (3)	17:02	23	16:33 (2)	17:56	21	16:51 (1)	19:54			20:48		21:37
3	08:35		14:34 (3)	08:04		16:10 (2)	07:06		16:33 (1)	06:52			05:45		04:58
	16:12	41	15:15 (3)	17:04	25	16:35 (2)	17:58	15	16:48 (1)	19:56			20:50		21:38
4	08:35		14:34 (3)	08:02		16:10 (2)	07:04		16:37 (1)	06:50		19:27 (4)	05:43		04:57
	16:13	40	15:14 (3)	17:06	26	16:36 (2)	18:00	5	16:42 (1)	19:57	5	19:32 (4)	20:52		21:39
5	08:34		14:35 (3)	08:00		16:10 (2)	07:02			06:48		19:23 (4)	05:41		04:56
	16:15	40	15:15 (3)	17:08	26	16:36 (2)	18:02			19:59	11	19:34 (4)	20:53		21:40
6	08:34		14:35 (3)	07:58		16:10 (2)	07:00			06:45		19:19 (4)	05:39		04:55
	16:16	40	15:15 (3)	17:10	26	16:36 (2)	18:04			20:01	17	19:36 (4)	20:55		21:41
7	08:34		14:36 (3)	07:57		16:10 (2)	06:57			06:43		19:18 (4)	05:37		04:55
	16:17	40	15:16 (3)	17:11	32	16:43 (1)	18:06			20:03	20	19:38 (4)	20:57		21:42
8	08:33		14:36 (3)	07:55		16:11 (2)	06:55			06:40		19:17 (4)	05:35		04:54
	16:18	40	15:16 (3)	17:13	35	16:46 (1)	18:08			20:05	23	19:40 (4)	20:59		21:43
9	08:33		14:36 (3)	07:53		16:12 (2)	06:53			06:38		19:15 (4)	05:33		04:54
	16:20	40	15:16 (3)	17:15	36	16:48 (1)	18:10			20:06	26	19:41 (4)	21:00		21:44
10	08:32		14:37 (3)	07:51		16:11 (2)	06:50			06:36		19:14 (4)	05:31		04:53
	16:21	40	15:17 (3)	17:17	38	16:49 (1)	18:12			20:08	29	19:43 (4)	21:02		21:45
11	08:32		14:38 (3)	07:49		16:12 (2)	06:48			06:33		19:13 (4)	05:30		04:53
	16:23	39	15:17 (3)	17:19	39	16:51 (1)	18:13			20:10	32	19:45 (4)	21:04		21:46
12	08:31		14:38 (3)	07:47		16:13 (2)	06:45			06:31		19:13 (4)	05:28		04:52
	16:24	39	15:17 (3)	17:21	41	16:54 (1)	18:15			20:12	32	19:45 (4)	21:05		21:47
13	08:30		14:39 (3)	07:45		16:15 (2)	06:43			06:29		19:12 (4)	05:26		04:52
	16:26	39	15:18 (3)	17:23	41	16:56 (1)	18:17			20:14	32	19:44 (4)	21:07		21:47
14	08:29		14:39 (3)	07:43		16:16 (2)	06:41			06:26		19:11 (4)	05:24		04:51
	16:27	39	15:18 (3)	17:25	42	16:58 (1)	18:19			20:15	33	19:44 (4)	21:09		21:48
15	08:29		14:40 (3)	07:41		16:19 (2)	06:38			06:24		19:11 (4)	05:23		04:51
	16:29	38	15:18 (3)	17:27	39	16:58 (1)	18:21			20:17	33	19:44 (4)	21:10		21:49
16	08:28		14:41 (3)	07:39		16:24 (1)	06:36			06:22		19:11 (4)	05:21		04:51
	16:31	37	15:18 (3)	17:29	35	16:59 (1)	18:23			20:19	32	19:43 (4)	21:12		21:49
17	08:27		14:42 (3)	07:37		16:24 (1)	06:33			06:19		19:11 (4)	05:19		04:51
	16:32	36	15:18 (3)	17:31	36	17:00 (1)	18:25			20:21	32	19:43 (4)	21:14		21:50
18	08:26		14:42 (3)	07:35		16:23 (1)	06:31			06:17		19:11 (4)	05:18		04:51
	16:34	35	15:17 (3)	17:33	36	16:59 (1)	18:26			20:23	32	19:43 (4)	21:15		21:50
19	08:25		14:43 (3)	07:33		16:23 (1)	06:29			06:15		19:12 (4)	05:16		04:51
	16:36	34	15:17 (3)	17:35	36	16:59 (1)	18:28			20:25	30	19:42 (4)	21:17		21:51
20	08:24		14:44 (3)	07:31		16:23 (1)	06:26			06:13		19:12 (4)	05:15		04:51
	16:37	33	15:17 (3)	17:37	37	17:00 (1)	18:30			20:26	29	19:41 (4)	21:19		21:51
21	08:22		14:45 (3)	07:29		16:23 (1)	06:24			06:10		19:13 (4)	05:13		04:51
	16:39	31	15:16 (3)	17:39	37	17:00 (1)	18:32			20:28	28	19:41 (4)	21:20		21:51
22	08:21		14:46 (3)	07:27		16:24 (1)	06:21			06:08		19:13 (4)	05:12		04:51
	16:41	30	15:16 (3)	17:41	36	17:00 (1)	18:34			20:30	25	19:38 (4)	21:22		21:52
23	08:20		14:48 (3)	07:24		16:23 (1)	06:19			06:06		19:14 (4)	05:10		04:51
	16:43	28	15:16 (3)	17:43	36	16:59 (1)	18:36			20:32	23	19:37 (4)	21:23		21:52
24	08:19		14:49 (3)	07:22		16:24 (1)	06:17			06:04		19:16 (4)	05:09		04:51
	16:45	26	15:15 (3)	17:45	34	16:58 (1)	18:37			20:34	20	19:36 (4)	21:25		21:52
25	08:17		14:51 (3)	07:20		16:24 (1)	06:14			06:02		19:18 (4)	05:08		04:52
	16:46	23	15:14 (3)	17:47	34	16:58 (1)	18:39			20:35	15	19:33 (4)	21:26		21:52
26	08:16		14:52 (3)	07:18		16:24 (1)	06:12			05:59		19:21 (4)	05:06		04:52
	16:48	22	16:18 (2)	17:49	32	16:56 (1)	18:41			20:37	9	19:30 (4)	21:28		21:52
27	08:15		14:54 (3)	07:16		16:26 (1)	06:09			05:57			05:05		04:53
	16:50	22	16:20 (2)	17:51	30	16:56 (1)	18:43			20:39			21:29		21:52
28	08:13		14:59 (3)	07:13		16:27 (1)	06:07			05:55			05:04		04:53
	16:52	18	16:22 (2)	17:53	28	16:55 (1)	18:45			20:41			21:30		21:52
29	08:12		16:12 (2)				06:04			05:53			05:03		04:54
	16:54	12	16:24 (2)				18:46			20:43			21:32		21:52
30	08:10		16:11 (2)				06:02			05:51			05:02		04:54
	16:56	15	16:26 (2)				18:48			20:44			21:33		21:52
31	08:09		16:11 (2)				07:00						05:01		
	16:58	18	16:29 (2)				19:50						21:34		
Sonnenscheinstunden	251			273			365			417			490		507
astr.max.mögl.Beschattung		1016			936			65			568				
Red.Sonnenscheinwahrsch.		0.17			0.24			0.28			0.37				
Reduktion Betriebsdauer		0.95			0.95			0.95			0.95				
Reduktion Windrichtung		0.67			0.72			0.72			0.69				
Gesamte Reduktion		0.11			0.16			0.19			0.24				
Met.wahrsch.Beschattung		108			151			12			138				

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 02 - Gewerbegebiet Hollenstedt Nord

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Juli	August			September			Oktober			November			Dezember		
1	04:55	05:33			06:26		19:12 (4)	07:18			07:15		15:42 (2)	08:09		14:20 (3)
	21:51	21:18			20:13	32	19:44 (4)	19:00			16:51	40	16:22 (1)	16:06	39	14:59 (3)
2	04:55	05:35			06:28		19:12 (4)	07:20			07:17		15:41 (2)	08:11		14:20 (3)
	21:51	21:16			20:11	32	19:44 (4)	18:58			16:49	39	16:20 (1)	16:06	39	14:59 (3)
3	04:56	05:36			06:29		19:11 (4)	07:22			07:19		15:40 (2)	08:12		14:20 (3)
	21:51	21:14			20:08	31	19:42 (4)	18:56			16:47	37	16:17 (1)	16:05	40	15:00 (3)
4	04:57	05:38			06:31		19:12 (4)	07:23			07:21		15:40 (2)	08:14		14:21 (3)
	21:50	21:13			20:06	28	19:40 (4)	18:53			16:45	35	16:15 (1)	16:04	40	15:01 (3)
5	04:58	05:40			06:33		19:13 (4)	07:25			07:23		15:41 (2)	08:15		14:21 (3)
	21:50	21:11			20:04	25	19:38 (4)	18:51			16:43	33	16:14 (1)	16:04	40	15:01 (3)
6	04:59	05:41			06:35		19:13 (4)	07:27			07:25		15:40 (2)	08:17		14:22 (3)
	21:49	21:09			20:01	22	19:35 (4)	18:48			16:41	27	16:07 (2)	16:03	40	15:02 (3)
7	05:00	05:43			06:36		19:15 (4)	07:29			07:27		15:40 (2)	08:18		14:21 (3)
	21:49	21:07			19:59	18	19:33 (4)	18:46			16:39	27	16:07 (2)	16:03	41	15:02 (3)
8	05:00	05:45			06:38		19:16 (4)	07:31			07:28		15:40 (2)	08:19		14:21 (3)
	21:48	21:05			19:56	15	19:31 (4)	18:44			16:37	27	16:07 (2)	16:02	41	15:02 (3)
9	05:01	05:46			06:40		19:18 (4)	07:32			07:30		15:41 (2)	08:21		14:22 (3)
	21:47	21:03			19:54	10	19:28 (4)	18:41			16:36	25	16:06 (2)	16:02	41	15:03 (3)
10	05:03	05:48			06:42			07:34			07:32		15:41 (2)	08:22		14:23 (3)
	21:46	21:01			19:52			18:39			16:34	23	16:04 (2)	16:01	40	15:03 (3)
11	05:04	05:50			06:43			07:36		17:12 (1)	07:34		15:41 (2)	08:23		14:23 (3)
	21:46	20:59			19:49			18:37	4	17:16 (1)	16:32	21	16:02 (2)	16:01	40	15:03 (3)
12	05:05	05:51			06:45			07:38		17:06 (1)	07:36		15:42 (2)	08:24		14:23 (3)
	21:45	20:57			19:47			18:34	15	17:21 (1)	16:30	18	16:00 (2)	16:01	41	15:04 (3)
13	05:06	05:53			06:47			07:40		17:03 (1)	07:38		15:43 (2)	08:25		14:24 (3)
	21:44	20:55			19:44			18:32	21	17:24 (1)	16:29	16	15:59 (2)	16:01	41	15:05 (3)
14	05:07	05:55			06:49			07:41		17:01 (1)	07:40		15:44 (2)	08:26		14:25 (3)
	21:43	20:53			19:42			18:30	24	17:25 (1)	16:27	13	15:57 (2)	16:01	40	15:05 (3)
15	05:08	05:57			06:50			07:43		16:59 (1)	07:42		15:45 (2)	08:27		14:25 (3)
	21:42	20:51			19:39			18:27	28	17:27 (1)	16:26	10	15:55 (2)	16:01	41	15:06 (3)
16	05:10	05:58			06:52			07:45		16:58 (1)	07:43		14:29 (3)	08:28		14:26 (3)
	21:41	20:49			19:37			18:25	30	17:28 (1)	16:24	20	15:53 (2)	16:01	40	15:06 (3)
17	05:11	06:00			06:54			07:47		16:57 (1)	07:45		14:26 (3)	08:29		14:25 (3)
	21:40	20:47			19:35			18:23	32	17:29 (1)	16:23	22	15:52 (2)	16:01	41	15:06 (3)
18	05:12	06:02		19:29 (4)	06:55			07:49		16:56 (1)	07:47		14:24 (3)	08:30		14:26 (3)
	21:38	20:45	6	19:35 (4)	19:32			18:20	33	17:29 (1)	16:21	22	14:46 (3)	16:01	40	15:06 (3)
19	05:13	06:03		19:25 (4)	06:57			07:51		16:55 (1)	07:49		14:23 (3)	08:31		14:27 (3)
	21:37	20:42	14	19:39 (4)	19:30			18:18	35	17:30 (1)	16:20	25	14:48 (3)	16:01	40	15:07 (3)
20	05:15	06:05		19:22 (4)	06:59			07:53		16:54 (1)	07:51		14:22 (3)	08:31		14:28 (3)
	21:36	20:40	19	19:41 (4)	19:27			18:16	36	17:30 (1)	16:18	27	14:49 (3)	16:02	40	15:08 (3)
21	05:16	06:07		19:20 (4)	07:01			07:54		16:54 (1)	07:53		14:21 (3)	08:32		14:27 (3)
	21:35	20:38	22	19:42 (4)	19:25			18:14	36	17:30 (1)	16:17	30	14:51 (3)	16:02	41	15:08 (3)
22	05:18	06:09		19:19 (4)	07:02			07:56		16:54 (1)	07:54		14:21 (3)	08:33		14:28 (3)
	21:33	20:36	25	19:44 (4)	19:22			18:12	36	17:30 (1)	16:16	31	14:52 (3)	16:02	41	15:09 (3)
23	05:19	06:10		19:17 (4)	07:04			07:58		16:53 (1)	07:56		14:20 (3)	08:33		14:28 (3)
	21:32	20:34	27	19:44 (4)	19:20			18:09	37	17:30 (1)	16:15	33	14:53 (3)	16:03	41	15:09 (3)
24	05:21	06:12		19:16 (4)	07:06			08:00		16:53 (1)	07:58		14:20 (3)	08:34		14:29 (3)
	21:31	20:31	29	19:45 (4)	19:17			18:07	37	17:30 (1)	16:13	34	14:54 (3)	16:03	41	15:10 (3)
25	05:22	06:14		19:15 (4)	07:08			08:02		16:53 (1)	08:00		14:20 (3)	08:34		14:30 (3)
	21:29	20:29	31	19:46 (4)	19:15			18:05	37	17:30 (1)	16:12	35	14:55 (3)	16:04	40	15:10 (3)
26	05:24	06:16		19:14 (4)	07:09			08:04		16:53 (1)	08:01		14:20 (3)	08:34		14:30 (3)
	21:28	20:27	31	19:45 (4)	19:13			18:03	36	17:29 (1)	16:11	36	14:56 (3)	16:05	40	15:10 (3)
27	05:25	06:17		19:14 (4)	07:11			07:06		15:54 (1)	08:03		14:20 (3)	08:35		14:30 (3)
	21:26	20:25	32	19:46 (4)	19:10			17:01	35	16:29 (1)	16:10	37	14:57 (3)	16:05	40	15:10 (3)
28	05:27	06:19		19:12 (4)	07:13			07:08		15:50 (2)	08:05		14:20 (3)	08:35		14:31 (3)
	21:25	20:22	33	19:45 (4)	19:08			16:59	38	16:28 (1)	16:09	37	14:57 (3)	16:06	41	15:12 (3)
29	05:28	06:21		19:12 (4)	07:15			07:09		15:47 (2)	08:06		14:19 (3)	08:35		14:32 (3)
	21:23	20:20	33	19:45 (4)	19:05			16:57	40	16:27 (1)	16:08	38	14:57 (3)	16:07	40	15:12 (3)
30	05:30	06:23		19:12 (4)	07:16			07:11		15:45 (2)	08:08		14:20 (3)	08:35		14:32 (3)
	21:21	20:18	33	19:45 (4)	19:03			16:55	41	16:26 (1)	16:07	38	14:58 (3)	16:08	41	15:13 (3)
31	05:31	06:24		19:11 (4)				07:13		15:43 (2)				08:35		14:32 (3)
	21:20	20:15	33	19:44 (4)				16:53	41	16:24 (1)				16:09	40	15:12 (3)
Sonnenscheinstunden	511	460			383			331			262			236		
astr.max.mögl.Beschattung			368			213			672			856			1251	
Red.Sonnenscheinwahrsch.			0.42			0.35			0.29			0.19			0.14	
Reduktion Betriebsdauer			0.95			0.95			0.95			0.95			0.95	
Reduktion Windrichtung			0.69			0.69			0.72			0.69			0.66	
Gesamte Reduktion			0.28			0.23			0.20			0.12			0.09	
Met.wahrsch.Beschattung			102			49			133			107			109	

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de
Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 03 - Hofstelle

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar		Februar		März		April	Mai	Juni
1	08:35		10:27 (2)	08:07		08:37 (3)	07:11	08:00 (1)	06:57	05:49	05:00
	16:10	65	11:32 (2)	17:00	63	11:32 (2)	17:55	62	09:02 (1)	19:52	20:46	21:36
2	08:35		10:27 (2)	08:05		08:35 (3)	07:09	08:00 (1)	06:55	05:47	04:59
	16:11	66	11:33 (2)	17:02	64	11:31 (2)	17:56	63	09:03 (1)	19:54	20:48	21:37
3	08:35		10:28 (2)	08:04		08:33 (3)	07:07	07:59 (1)	06:52	05:45	04:58
	16:12	65	11:33 (2)	17:04	64	11:29 (2)	17:58	64	09:03 (1)	19:56	20:50	21:38
4	08:35		10:28 (2)	08:02		08:31 (3)	07:04	07:58 (1)	06:50	05:43	04:57
	16:13	65	11:33 (2)	17:06	63	11:27 (2)	18:00	65	09:03 (1)	19:57	20:52	21:39
5	08:35		10:29 (2)	08:00		08:29 (3)	07:02	07:58 (1)	06:48	05:41	04:56
	16:15	65	11:34 (2)	17:08	62	11:25 (2)	18:02	66	09:04 (1)	19:59	20:53	21:40
6	08:34		10:29 (2)	07:59		08:29 (3)	07:00	07:57 (1)	06:45	05:39	04:56
	16:16	65	11:34 (2)	17:10	60	11:24 (2)	18:04	67	09:04 (1)	20:01	20:55	21:41
7	08:34		10:30 (2)	07:57		08:28 (3)	06:57	07:56 (1)	06:43	05:37	04:55
	16:17	65	11:35 (2)	17:12	54	11:20 (2)	18:06	68	09:04 (1)	20:03	20:57	21:42
8	08:33		10:30 (2)	07:55		08:27 (3)	06:55	07:56 (1)	06:41	05:35	04:54
	16:19	65	11:35 (2)	17:14	43	11:13 (2)	18:08	68	09:04 (1)	20:05	20:59	21:43
9	08:33		10:30 (2)	07:53		08:27 (3)	06:53	07:55 (1)	06:38	05:33	04:54
	16:20	65	11:35 (2)	17:16	36	09:03 (3)	18:10	68	09:03 (1)	20:07	21:00	21:44
10	08:32		10:31 (2)	07:51		08:27 (3)	06:50	07:55 (1)	06:36	05:31	04:53
	16:21	65	11:36 (2)	17:17	37	09:04 (3)	18:12	68	09:03 (1)	20:08	21:02	21:45
11	08:32		10:31 (2)	07:49		08:25 (3)	06:48	07:55 (1)	06:33	05:30	04:53
	16:23	65	11:36 (2)	17:19	38	09:03 (3)	18:13	68	09:03 (1)	20:10	21:04	21:46
12	08:31		10:32 (2)	07:47		08:25 (3)	06:46	07:55 (1)	06:31	05:28	04:52
	16:24	65	11:37 (2)	17:21	39	09:04 (3)	18:15	67	09:02 (1)	20:12	21:06	21:47
13	08:30		10:32 (2)	07:45		08:25 (3)	06:43	07:55 (1)	06:29	05:26	04:52
	16:26	65	11:37 (2)	17:23	39	09:04 (3)	18:17	67	09:02 (1)	20:14	21:07	21:47
14	08:29		10:33 (2)	07:43		08:25 (3)	06:41	07:54 (1)	06:26	05:24	04:52
	16:27	64	11:37 (2)	17:25	39	09:04 (3)	18:19	67	09:01 (1)	20:16	21:09	21:48
15	08:29		10:33 (2)	07:41		08:25 (3)	06:38	07:55 (1)	06:24	05:23	04:51
	16:29	64	11:37 (2)	17:27	39	09:04 (3)	18:21	66	09:01 (1)	20:17	21:11	21:49
16	08:28		10:34 (2)	07:39		08:26 (3)	06:36	07:54 (1)	06:22	05:21	04:51
	16:31	64	11:38 (2)	17:29	38	09:04 (3)	18:23	65	08:59 (1)	20:19	21:12	21:49
17	08:27		10:34 (2)	07:37		08:22 (1)	06:34	07:55 (1)	06:20	05:19	04:51
	16:32	64	11:38 (2)	17:31	42	09:04 (3)	18:25	64	08:59 (1)	20:21	21:14	21:50
18	08:26		10:34 (2)	07:35		08:19 (1)	06:31	07:55 (1)	06:17	05:18	04:51
	16:34	63	11:37 (2)	17:33	44	09:03 (3)	18:26	62	08:57 (1)	20:23	21:15	21:50
19	08:25		10:35 (2)	07:33		08:15 (1)	06:29	07:55 (1)	06:15	05:16	04:51
	16:36	63	11:38 (2)	17:35	47	09:02 (3)	18:28	62	08:57 (1)	20:25	21:17	21:51
20	08:24		10:36 (2)	07:31		08:13 (1)	06:26	07:56 (1)	06:13	05:15	04:51
	16:38	62	11:38 (2)	17:37	49	09:02 (3)	18:30	60	08:56 (1)	20:26	21:19	21:51
21	08:23		10:36 (2)	07:29		08:11 (1)	06:24	07:56 (1)	06:10	05:13	04:51
	16:39	61	11:37 (2)	17:39	50	09:01 (3)	18:32	58	08:54 (1)	20:28	21:20	21:51
22	08:21		10:37 (2)	07:27		08:10 (1)	06:21	07:57 (1)	06:08	05:12	04:51
	16:41	61	11:38 (2)	17:41	50	09:00 (3)	18:34	56	08:53 (1)	20:30	21:22	21:52
23	08:20		10:38 (2)	07:24		08:07 (1)	06:19	07:57 (1)	06:06	05:10	04:51
	16:43	60	11:38 (2)	17:43	51	08:58 (3)	18:36	54	08:51 (1)	20:32	21:23	21:52
24	08:19		10:38 (2)	07:22		08:06 (1)	06:17	07:59 (1)	06:04	05:09	04:52
	16:45	59	11:37 (2)	17:45	52	08:58 (1)	18:37	51	08:50 (1)	20:34	21:25	21:52
25	08:17		10:39 (2)	07:20		08:05 (1)	06:14	07:59 (1)	06:02	05:08	04:52
	16:47	58	11:37 (2)	17:47	54	08:59 (1)	18:39	48	08:47 (1)	20:35	21:26	21:52
26	08:16		10:40 (2)	07:18		08:03 (1)	06:12	08:01 (1)	06:00	05:06	04:52
	16:48	57	11:37 (2)	17:49	57	09:00 (1)	18:41	44	08:45 (1)	20:37	21:28	21:52
27	08:15		10:40 (2)	07:16		08:02 (1)	06:09	08:03 (1)	05:57	05:05	04:53
	16:50	56	11:36 (2)	17:51	59	09:01 (1)	18:43	40	08:43 (1)	20:39	21:29	21:52
28	08:13		10:42 (2)	07:13		08:02 (1)	06:07	08:04 (1)	05:55	05:04	04:53
	16:52	54	11:36 (2)	17:53	60	09:02 (1)	18:45	36	08:40 (1)	20:41	21:30	21:52
29	08:12		10:42 (2)				06:05	08:06 (1)	05:53	05:03	04:54
	16:54	53	11:35 (2)				18:47	31	08:37 (1)	20:43	21:32	21:52
30	08:10		08:40 (3)				06:02	08:09 (1)	05:51	05:02	04:54
	16:56	59	11:34 (2)				18:48	24	08:33 (1)	20:44	21:33	21:52
31	08:09		08:39 (3)				07:00	09:14 (1)		05:01	
	16:58	62	11:34 (2)				19:50	13	09:27 (1)		21:34	
Sonnenscheinstunden	251			273			365			417	490	507
astr.max.mögl.Beschattung		1930			1393			1762				
Red.Sonnenscheinwahrsch.		0.17			0.24			0.28				
Reduktion Betriebsdauer		0.95			0.95			0.95				
Reduktion Windrichtung		0.56			0.61			0.64				
Gesamte Reduktion		0.09			0.14			0.16				
Met.wahrsch.Beschattung		170			188			290				

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 03 - Hofstelle

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Juli	August	September			Oktober		November		Dezember		
1	04:55	05:33	06:26			07:18		08:34 (1)	07:15		07:55 (3)	08:09		10:14 (2)
	21:51	21:18	20:13			19:00	67	09:41 (1)	16:51	38	08:33 (3)	16:06	64	11:18 (2)
2	04:56	05:35	06:28			07:20		08:34 (1)	07:17		07:55 (3)	08:11		10:13 (2)
	21:51	21:16	20:11			18:58	67	09:41 (1)	16:49	38	08:33 (3)	16:06	65	11:18 (2)
3	04:56	05:36	06:30			07:22		08:33 (1)	07:19		07:55 (3)	08:12		10:14 (2)
	21:51	21:15	20:08			18:56	68	09:41 (1)	16:47	37	08:32 (3)	16:05	65	11:19 (2)
4	04:57	05:38	06:31			07:24		08:33 (1)	07:21		07:57 (3)	08:14		10:15 (2)
	21:50	21:13	20:06			18:53	68	09:41 (1)	16:45	36	08:33 (3)	16:04	65	11:20 (2)
5	04:58	05:40	06:33			07:25		08:32 (1)	07:23		07:57 (3)	08:15		10:14 (2)
	21:50	21:11	20:04			18:51	68	09:40 (1)	16:43	52	10:48 (2)	16:04	66	11:20 (2)
6	04:59	05:41	06:35			07:27		08:32 (1)	07:25		07:58 (3)	08:17		10:15 (2)
	21:49	21:09	20:01			18:48	68	09:40 (1)	16:41	58	10:52 (2)	16:03	66	11:21 (2)
7	05:00	05:43	06:37			07:29		08:32 (1)	07:27		07:59 (3)	08:18		10:15 (2)
	21:49	21:07	19:59			18:46	68	09:40 (1)	16:39	63	10:55 (2)	16:03	66	11:21 (2)
8	05:01	05:45	06:38			07:31		08:32 (1)	07:29		08:01 (3)	08:19		10:16 (2)
	21:48	21:05	19:56			18:44	68	09:40 (1)	16:37	64	10:57 (2)	16:02	66	11:22 (2)
9	05:02	05:46	06:40			07:32		08:32 (1)	07:30		08:03 (3)	08:21		10:16 (2)
	21:47	21:03	19:54			18:41	67	09:39 (1)	16:36	65	10:59 (2)	16:02	66	11:22 (2)
10	05:03	05:48	06:42			07:34		08:33 (1)	07:32		08:05 (3)	08:22		10:17 (2)
	21:46	21:01	19:52			18:39	66	09:39 (1)	16:34	64	11:01 (2)	16:01	65	11:22 (2)
11	05:04	05:50	06:43			07:36		08:33 (1)	07:34		08:07 (3)	08:23		10:17 (2)
	21:46	20:59	19:49			18:37	65	09:38 (1)	16:32	64	11:03 (2)	16:01	65	11:22 (2)
12	05:05	05:52	06:45			07:38		08:32 (1)	07:36		08:09 (3)	08:24		10:18 (2)
	21:45	20:57	19:47			18:34	65	09:37 (1)	16:31	63	11:04 (2)	16:01	65	11:23 (2)
13	05:06	05:53	06:47			07:40		08:33 (1)	07:38		08:11 (3)	08:25		10:18 (2)
	21:44	20:55	19:44			18:32	63	09:36 (1)	16:29	59	11:05 (2)	16:01	66	11:24 (2)
14	05:07	05:55	06:49		09:03 (1)	07:42		08:33 (1)	07:40		08:14 (3)	08:26		10:19 (2)
	21:43	20:53	19:42	18	09:21 (1)	18:30	62	09:35 (1)	16:27	53	11:06 (2)	16:01	65	11:24 (2)
15	05:08	05:57	06:50		08:58 (1)	07:43		08:34 (1)	07:42		10:14 (2)	08:27		10:19 (2)
	21:42	20:51	19:39	26	09:24 (1)	18:27	60	09:34 (1)	16:26	53	11:07 (2)	16:01	65	11:24 (2)
16	05:10	05:58	06:52		08:55 (1)	07:45		08:34 (1)	07:44		10:13 (2)	08:28		10:20 (2)
	21:41	20:49	19:37	33	09:28 (1)	18:25	59	09:33 (1)	16:24	55	11:08 (2)	16:01	65	11:25 (2)
17	05:11	06:00	06:54		08:52 (1)	07:47		08:35 (1)	07:45		10:13 (2)	08:29		10:21 (2)
	21:40	20:47	19:35	38	09:30 (1)	18:23	57	09:32 (1)	16:23	56	11:09 (2)	16:01	64	11:25 (2)
18	05:12	06:02	06:56		08:50 (1)	07:49		08:36 (1)	07:47		10:13 (2)	08:30		10:20 (2)
	21:39	20:45	19:32	42	09:32 (1)	18:21	55	09:31 (1)	16:21	57	11:10 (2)	16:01	65	11:25 (2)
19	05:14	06:04	06:57		08:48 (1)	07:51		08:37 (1)	07:49		10:12 (2)	08:31		10:21 (2)
	21:37	20:43	19:30	45	09:33 (1)	18:18	53	09:30 (1)	16:20	59	11:11 (2)	16:01	65	11:26 (2)
20	05:15	06:05	06:59		08:46 (1)	07:53		08:38 (1)	07:51		10:12 (2)	08:31		10:22 (2)
	21:36	20:40	19:27	49	09:35 (1)	18:16	51	09:29 (3)	16:18	60	11:12 (2)	16:02	65	11:27 (2)
21	05:16	06:07	07:01		08:45 (1)	07:54		08:40 (1)	07:53		10:12 (2)	08:32		10:22 (2)
	21:35	20:38	19:25	51	09:36 (1)	18:14	50	09:30 (3)	16:17	60	11:12 (2)	16:02	64	11:26 (2)
22	05:18	06:09	07:02		08:42 (1)	07:56		08:41 (1)	07:54		10:12 (2)	08:33		10:23 (2)
	21:33	20:36	19:22	55	09:37 (1)	18:12	50	09:31 (3)	16:16	61	11:13 (2)	16:02	64	11:27 (2)
23	05:19	06:10	07:04		08:41 (1)	07:58		08:43 (1)	07:56		10:12 (2)	08:33		10:23 (2)
	21:32	20:34	19:20	57	09:38 (1)	18:09	49	09:32 (3)	16:15	62	11:14 (2)	16:03	64	11:27 (2)
24	05:21	06:12	07:06		08:40 (1)	08:00		08:45 (1)	07:58		10:12 (2)	08:34		10:24 (2)
	21:31	20:31	19:17	59	09:39 (1)	18:07	47	09:32 (3)	16:13	62	11:14 (2)	16:03	64	11:28 (2)
25	05:22	06:14	07:08		08:40 (1)	08:02		08:47 (1)	08:00		10:12 (2)	08:34		10:24 (2)
	21:29	20:29	19:15	60	09:40 (1)	18:05	46	09:33 (3)	16:12	63	11:15 (2)	16:04	65	11:29 (2)
26	05:24	06:16	07:09		08:38 (1)	08:04		08:51 (1)	08:01		10:12 (2)	08:34		10:24 (2)
	21:28	20:27	19:13	62	09:40 (1)	18:03	42	09:33 (3)	16:11	64	11:16 (2)	16:05	65	11:29 (2)
27	05:25	06:17	07:11		08:37 (1)	07:06		07:55 (1)	08:03		10:13 (2)	08:35		10:24 (2)
	21:26	20:25	19:10	63	09:40 (1)	17:01	38	08:33 (3)	16:10	63	11:16 (2)	16:05	65	11:29 (2)
28	05:27	06:19	07:13		08:36 (1)	07:08		07:55 (3)	08:05		10:13 (2)	08:35		10:26 (2)
	21:25	20:22	19:08	65	09:41 (1)	16:59	39	08:34 (3)	16:09	64	11:17 (2)	16:06	64	11:30 (2)
29	05:28	06:21	07:15		08:36 (1)	07:10		07:55 (3)	08:06		10:12 (2)	08:35		10:26 (2)
	21:23	20:20	19:05	65	09:41 (1)	16:57	39	08:34 (3)	16:08	65	11:17 (2)	16:07	65	11:31 (2)
30	05:30	06:23	07:16		08:34 (1)	07:11		07:55 (3)	08:08		10:13 (2)	08:35		10:26 (2)
	21:21	20:18	19:03	67	09:41 (1)	16:55	38	08:33 (3)	16:07	65	11:18 (2)	16:08	65	11:31 (2)
31	05:31	06:24				07:13		07:55 (3)				08:35		10:26 (2)
	21:20	20:15				16:53	38	08:33 (3)				16:09	65	11:31 (2)
Sonnenscheinstunden	511	460	383			331			262			236		
astr.max.mögl.Beschattung				855			1741			1723			2014	
Red.Sonnenscheinwahrsch.				0.35			0.29			0.19			0.14	
Reduktion Betriebsdauer				0.95			0.95			0.95			0.95	
Reduktion Windrichtung				0.64			0.63			0.57			0.56	
Gesamte Reduktion				0.21			0.17			0.10			0.07	
Met.wahrsch.Beschattung				177			299			177			146	

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de
Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 04 - Heidenauer Weg 4A

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar	Februar	März	April			Mai			Juni		
1	08:35	08:07	07:11	06:57			05:49		06:44 (2)	05:00		05:55 (1)
	16:10	17:00	17:55	19:52			20:46	53	07:37 (2)	21:36	33	06:28 (1)
2	08:35	08:05	07:09	06:55		07:20 (3)	05:47		06:44 (2)	04:59		05:55 (1)
	16:11	17:02	17:57	19:54	2	07:22 (3)	20:48	52	07:36 (2)	21:37	33	06:28 (1)
3	08:35	08:04	07:07	06:53		07:18 (3)	05:45		06:44 (2)	04:58		05:55 (1)
	16:12	17:04	17:58	19:56	8	07:26 (3)	20:50	52	07:36 (2)	21:38	33	06:28 (1)
4	08:35	08:02	07:04	06:50		07:15 (3)	05:43		06:45 (2)	04:57		05:56 (1)
	16:14	17:06	18:00	19:57	12	07:27 (3)	20:52	51	07:36 (2)	21:39	32	06:28 (1)
5	08:35	08:00	07:02	06:48		07:13 (3)	05:41		06:09 (1)	04:56		05:56 (1)
	16:15	17:08	18:02	19:59	15	07:28 (3)	20:53	58	07:36 (2)	21:40	32	06:28 (1)
6	08:34	07:59	07:00	06:45		07:11 (3)	05:39		06:07 (1)	04:56		05:57 (1)
	16:16	17:10	18:04	20:01	18	07:29 (3)	20:55	62	07:35 (2)	21:41	31	06:28 (1)
7	08:34	07:57	06:57	06:43		07:08 (3)	05:37		06:05 (1)	04:55		05:57 (1)
	16:17	17:12	18:06	20:03	21	07:29 (3)	20:57	65	07:34 (2)	21:42	31	06:28 (1)
8	08:33	07:55	06:55	06:41		07:06 (3)	05:35		06:03 (1)	04:54		05:57 (1)
	16:19	17:14	18:08	20:05	24	07:30 (3)	20:59	67	07:33 (2)	21:43	30	06:27 (1)
9	08:33	07:53	06:53	06:38		07:04 (3)	05:33		06:02 (1)	04:54		05:58 (1)
	16:20	17:16	18:10	20:07	26	07:30 (3)	21:00	69	07:33 (2)	21:44	29	06:27 (1)
10	08:32	07:51	06:50	06:36		07:01 (3)	05:31		06:00 (1)	04:53		05:59 (1)
	16:21	17:18	18:12	20:08	28	07:29 (3)	21:02	70	07:32 (2)	21:45	29	06:28 (1)
11	08:32	07:49	06:48	06:33		07:01 (3)	05:30		05:58 (1)	04:53		05:59 (1)
	16:23	17:20	18:14	20:10	28	07:29 (3)	21:04	71	07:31 (2)	21:46	28	06:27 (1)
12	08:31	07:47	06:46	06:31		07:01 (3)	05:28		05:57 (1)	04:52		06:00 (1)
	16:24	17:21	18:15	20:12	28	07:29 (3)	21:06	72	07:31 (2)	21:47	27	06:27 (1)
13	08:30	07:45	06:43	06:29		06:59 (2)	05:26		05:55 (1)	04:52		06:00 (1)
	16:26	17:23	18:17	20:14	30	07:29 (2)	21:07	73	07:30 (2)	21:47	27	06:27 (1)
14	08:29	07:43	06:41	06:26		06:57 (2)	05:24		05:54 (1)	04:52		06:01 (1)
	16:28	17:25	18:19	20:16	34	07:31 (2)	21:09	73	07:29 (2)	21:48	27	06:28 (1)
15	08:29	07:41	06:38	06:24		06:56 (2)	05:23		05:53 (1)	04:51		06:01 (1)
	16:29	17:27	18:21	20:17	37	07:33 (2)	21:11	73	07:28 (2)	21:49	26	06:27 (1)
16	08:28	07:39	06:36	06:22		06:54 (2)	05:21		05:52 (1)	04:51		06:01 (1)
	16:31	17:29	18:23	20:19	40	07:34 (2)	21:12	70	07:26 (2)	21:49	26	06:27 (1)
17	08:27	07:37	06:34	06:20		06:52 (2)	05:19		05:52 (1)	04:51		06:01 (1)
	16:32	17:31	18:25	20:21	42	07:34 (2)	21:14	68	07:25 (2)	21:50	26	06:27 (1)
18	08:26	07:35	06:31	06:17		06:51 (2)	05:18		05:53 (1)	04:51		06:02 (1)
	16:34	17:33	18:26	20:23	44	07:35 (2)	21:15	66	07:24 (2)	21:50	25	06:27 (1)
19	08:25	07:33	06:29	06:15		06:50 (2)	05:16		05:52 (1)	04:51		06:02 (1)
	16:36	17:35	18:28	20:25	46	07:36 (2)	21:17	63	07:22 (2)	21:51	25	06:27 (1)
20	08:24	07:31	06:26	06:13		06:49 (2)	05:15		05:52 (1)	04:51		06:02 (1)
	16:38	17:37	18:30	20:26	48	07:37 (2)	21:19	61	07:21 (2)	21:51	25	06:27 (1)
21	08:23	07:29	06:24	06:11		06:48 (2)	05:13		05:52 (1)	04:51		06:03 (1)
	16:39	17:39	18:32	20:28	49	07:37 (2)	21:20	57	07:19 (2)	21:51	25	06:28 (1)
22	08:21	07:27	06:22	06:08		06:48 (2)	05:12		05:52 (1)	04:51		06:03 (1)
	16:41	17:41	18:34	20:30	50	07:38 (2)	21:22	52	07:16 (2)	21:52	25	06:28 (1)
23	08:20	07:25	06:19	06:06		06:46 (2)	05:10		05:52 (1)	04:51		06:03 (1)
	16:43	17:43	18:36	20:32	51	07:37 (2)	21:23	45	07:13 (2)	21:52	25	06:28 (1)
24	08:19	07:22	06:17	06:04		06:46 (2)	05:09		05:52 (1)	04:52		06:03 (1)
	16:45	17:45	18:37	20:34	52	07:38 (2)	21:25	37	06:29 (1)	21:52	25	06:28 (1)
25	08:17	07:20	06:14	06:02		06:45 (2)	05:08		05:53 (1)	04:52		06:04 (1)
	16:47	17:47	18:39	20:35	53	07:38 (2)	21:26	36	06:29 (1)	21:52	25	06:29 (1)
26	08:16	07:18	06:12	06:00		06:45 (2)	05:07		05:53 (1)	04:52		06:04 (1)
	16:48	17:49	18:41	20:37	53	07:38 (2)	21:28	36	06:29 (1)	21:52	25	06:29 (1)
27	08:15	07:16	06:09	05:57		06:45 (2)	05:05		05:53 (1)	04:53		06:03 (1)
	16:50	17:51	18:43	20:39	53	07:38 (2)	21:29	36	06:29 (1)	21:52	26	06:29 (1)
28	08:13	07:13	06:07	05:55		06:44 (2)	05:04		05:54 (1)	04:53		06:04 (1)
	16:52	17:53	18:45	20:41	54	07:38 (2)	21:30	35	06:29 (1)	21:52	26	06:30 (1)
29	08:12		06:05	05:53		06:44 (2)	05:03		05:54 (1)	04:54		06:03 (1)
	16:54		18:47	20:43	53	07:37 (2)	21:32	35	06:29 (1)	21:52	27	06:30 (1)
30	08:10		06:02	05:51		06:44 (2)	05:02		05:54 (1)	04:54		06:04 (1)
	16:56		18:48	20:44	53	07:37 (2)	21:33	35	06:29 (1)	21:52	27	06:31 (1)
31	08:09		07:00				05:01		05:54 (1)			
	16:58		19:50				21:34	35	06:29 (1)			
Sonnenscheinstunden	251	273	365	417			490			507		
astr.max.mögl.Beschattung					1052			1728			831	
Red.Sonnenscheinwahrsch.					0.37			0.43			0.39	
Reduktion Betriebsdauer					0.95			0.95			0.95	
Reduktion Windrichtung					0.72			0.72			0.73	
Gesamte Reduktion					0.26			0.30			0.27	
Met.wahrsch.Beschattung					269			511			222	

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 04 - Heidenauer Weg 4A

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Juli			August			September			Oktober	November	Dezember
1	04:55		06:04 (1)	05:33		06:05 (1)	06:26		07:00 (2)	07:18	07:15	08:09
	21:51	27	06:31 (1)	21:18	73	07:40 (2)	20:13	28	07:28 (2)	19:00	16:51	16:07
2	04:56		06:04 (1)	05:35		06:07 (1)	06:28		07:00 (3)	07:20	07:17	08:11
	21:51	27	06:31 (1)	21:16	73	07:41 (2)	20:11	28	07:28 (3)	18:58	16:49	16:06
3	04:56		06:04 (1)	05:36		06:08 (1)	06:30		06:59 (3)	07:22	07:19	08:12
	21:51	28	06:32 (1)	21:15	71	07:41 (2)	20:08	28	07:27 (3)	18:56	16:47	16:05
4	04:57		06:04 (1)	05:38		06:10 (1)	06:31		07:00 (3)	07:24	07:21	08:14
	21:50	29	06:33 (1)	21:13	70	07:42 (2)	20:06	27	07:27 (3)	18:53	16:45	16:04
5	04:58		06:04 (1)	05:40		06:12 (1)	06:33		07:02 (3)	07:25	07:23	08:15
	21:50	29	06:33 (1)	21:11	68	07:43 (2)	20:04	25	07:27 (3)	18:51	16:43	16:04
6	04:59		06:03 (1)	05:41		06:13 (1)	06:35		07:03 (3)	07:27	07:25	08:17
	21:49	30	06:33 (1)	21:09	67	07:43 (2)	20:01	22	07:25 (3)	18:48	16:41	16:03
7	05:00		06:03 (1)	05:43		06:15 (1)	06:37		07:05 (3)	07:29	07:27	08:18
	21:49	31	06:34 (1)	21:07	65	07:44 (2)	19:59	20	07:25 (3)	18:46	16:39	16:03
8	05:01		06:03 (1)	05:45		06:16 (1)	06:38		07:07 (3)	07:31	07:29	08:19
	21:48	31	06:34 (1)	21:05	62	07:44 (2)	19:56	17	07:24 (3)	18:44	16:37	16:02
9	05:02		06:03 (1)	05:46		06:18 (1)	06:40		07:08 (3)	07:33	07:30	08:21
	21:47	32	06:35 (1)	21:03	59	07:45 (2)	19:54	14	07:22 (3)	18:41	16:36	16:02
10	05:03		06:03 (1)	05:48		06:53 (2)	06:42		07:10 (3)	07:34	07:32	08:22
	21:46	32	06:35 (1)	21:01	52	07:45 (2)	19:52	10	07:20 (3)	18:39	16:34	16:02
11	05:04		06:03 (1)	05:50		06:53 (2)	06:43		07:12 (3)	07:36	07:34	08:23
	21:46	33	06:36 (1)	20:59	52	07:45 (2)	19:49	6	07:18 (3)	18:37	16:32	16:01
12	05:05		06:03 (1)	05:52		06:53 (2)	06:45			07:38	07:36	08:24
	21:45	33	06:36 (1)	20:57	53	07:46 (2)	19:47			18:34	16:31	16:01
13	05:06		06:02 (1)	05:53		06:52 (2)	06:47			07:40	07:38	08:25
	21:44	34	06:36 (1)	20:55	53	07:45 (2)	19:44			18:32	16:29	16:01
14	05:07		06:02 (1)	05:55		06:52 (2)	06:49			07:42	07:40	08:26
	21:43	35	06:37 (1)	20:53	54	07:46 (2)	19:42			18:30	16:27	16:01
15	05:08		06:02 (1)	05:57		06:51 (2)	06:50			07:43	07:42	08:27
	21:42	35	06:37 (1)	20:51	54	07:45 (2)	19:39			18:27	16:26	16:01
16	05:10		06:03 (1)	05:58		06:52 (2)	06:52			07:45	07:44	08:28
	21:41	35	06:38 (1)	20:49	53	07:45 (2)	19:37			18:25	16:24	16:01
17	05:11		06:02 (1)	06:00		06:52 (2)	06:54			07:47	07:45	08:29
	21:40	36	06:38 (1)	20:47	53	07:45 (2)	19:35			18:23	16:23	16:01
18	05:12		06:02 (1)	06:02		06:51 (2)	06:56			07:49	07:47	08:30
	21:39	36	06:38 (1)	20:45	53	07:44 (2)	19:32			18:21	16:21	16:01
19	05:14		06:02 (1)	06:04		06:52 (2)	06:57			07:51	07:49	08:31
	21:37	36	06:38 (1)	20:43	52	07:44 (2)	19:30			18:18	16:20	16:01
20	05:15		06:03 (1)	06:05		06:51 (2)	06:59			07:53	07:51	08:31
	21:36	36	06:39 (1)	20:40	52	07:43 (2)	19:27			18:16	16:19	16:02
21	05:16		06:02 (1)	06:07		06:52 (2)	07:01			07:54	07:53	08:32
	21:35	37	06:39 (1)	20:38	51	07:43 (2)	19:25			18:14	16:17	16:02
22	05:18		06:02 (1)	06:09		06:52 (2)	07:02			07:56	07:54	08:33
	21:33	45	07:23 (2)	20:36	51	07:43 (2)	19:22			18:12	16:16	16:02
23	05:19		06:02 (1)	06:11		06:52 (2)	07:04			07:58	07:56	08:33
	21:32	52	07:26 (2)	20:34	49	07:41 (2)	19:20			18:09	16:15	16:03
24	05:21		06:02 (1)	06:12		06:52 (2)	07:06			08:00	07:58	08:34
	21:31	57	07:29 (2)	20:32	49	07:41 (2)	19:18			18:07	16:13	16:03
25	05:22		06:02 (1)	06:14		06:53 (2)	07:08			08:02	08:00	08:34
	21:29	61	07:31 (2)	20:29	47	07:40 (2)	19:15			18:05	16:12	16:04
26	05:24		06:03 (1)	06:16		06:53 (2)	07:09			08:04	08:01	08:34
	21:28	63	07:33 (2)	20:27	45	07:38 (2)	19:13			18:03	16:11	16:05
27	05:25		06:03 (1)	06:17		06:54 (2)	07:11			07:06	08:03	08:35
	21:26	66	07:34 (2)	20:25	44	07:38 (2)	19:10			17:01	16:10	16:05
28	05:27		06:03 (1)	06:19		06:55 (2)	07:13			07:08	08:05	08:35
	21:25	68	07:36 (2)	20:22	41	07:36 (2)	19:08			16:59	16:09	16:06
29	05:28		06:03 (1)	06:21		06:56 (2)	07:15			07:10	08:06	08:35
	21:23	70	07:37 (2)	20:20	38	07:34 (2)	19:05			16:57	16:08	16:07
30	05:30		06:03 (1)	06:23		06:57 (2)	07:16			07:11	08:08	08:35
	21:21	72	07:38 (2)	20:18	36	07:33 (2)	19:03			16:55	16:07	16:08
31	05:32		06:04 (1)	06:24		06:58 (2)				07:13		08:35
	21:20	73	07:39 (2)	20:15	32	07:30 (2)				16:53		16:09
Sonnenscheinstunden	510			460			383			331	262	236
astr.max.mögl.Beschattung		1309			1672			225				
Red.Sonnenscheinwahrsch.		0.38			0.42			0.35				
Reduktion Betriebsdauer		0.95			0.95			0.95				
Reduktion Windrichtung		0.73			0.72			0.72				
Gesamte Reduktion		0.26			0.29			0.24				
Met.wahrsch.Beschattung		341			487			54				

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 05 - Heidenauer Weg 4B

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar	Februar	März	April			Mai			Juni		
1	08:35	08:07	07:11	06:57			05:49		06:30 (2)	05:00		05:46 (1)
	16:10	17:00	17:55	19:52			20:46	49	07:19 (2)	21:36	34	06:20 (1)
2	08:35	08:05	07:09	06:55			05:47		06:30 (2)	04:59		05:46 (1)
	16:11	17:02	17:57	19:54			20:48	49	07:19 (2)	21:37	34	06:20 (1)
3	08:35	08:04	07:07	06:53			05:45		06:29 (2)	04:58		05:46 (1)
	16:12	17:04	17:58	19:56			20:50	50	07:19 (2)	21:38	34	06:20 (1)
4	08:35	08:02	07:04	06:50			05:43		06:30 (2)	04:57		05:47 (1)
	16:14	17:06	18:00	19:57			20:52	50	07:20 (2)	21:39	34	06:21 (1)
5	08:35	08:00	07:02	06:48			05:41		06:30 (2)	04:56		05:47 (1)
	16:15	17:08	18:02	19:59			20:53	50	07:20 (2)	21:40	33	06:20 (1)
6	08:34	07:59	07:00	06:45		07:11 (3)	05:39		06:29 (2)	04:56		05:48 (1)
	16:16	17:10	18:04	20:01	3	07:14 (3)	20:55	51	07:20 (2)	21:41	33	06:21 (1)
7	08:34	07:57	06:57	06:43		07:08 (3)	05:37		06:29 (2)	04:55		05:48 (1)
	16:17	17:12	18:06	20:03	8	07:16 (3)	20:57	50	07:19 (2)	21:42	32	06:20 (1)
8	08:33	07:55	06:55	06:41		07:06 (3)	05:35		06:29 (2)	04:54		05:48 (1)
	16:19	17:14	18:08	20:05	12	07:18 (3)	20:59	50	07:19 (2)	21:43	32	06:20 (1)
9	08:33	07:53	06:53	06:38		07:04 (3)	05:33		06:02 (1)	04:54		05:49 (1)
	16:20	17:16	18:10	20:07	15	07:19 (3)	21:00	55	07:19 (2)	21:44	31	06:20 (1)
10	08:32	07:51	06:50	06:36		07:01 (3)	05:31		06:00 (1)	04:53		05:50 (1)
	16:21	17:18	18:12	20:08	18	07:19 (3)	21:02	59	07:18 (2)	21:45	31	06:21 (1)
11	08:32	07:49	06:48	06:34		06:59 (3)	05:30		05:58 (1)	04:53		05:49 (1)
	16:23	17:20	18:14	20:10	20	07:19 (3)	21:04	62	07:18 (2)	21:46	31	06:20 (1)
12	08:31	07:47	06:46	06:31		06:57 (3)	05:28		05:57 (1)	04:52		05:50 (1)
	16:24	17:21	18:15	20:12	23	07:20 (3)	21:06	65	07:18 (2)	21:47	30	06:20 (1)
13	08:30	07:45	06:43	06:29		06:54 (3)	05:26		05:55 (1)	04:52		05:51 (1)
	16:26	17:23	18:17	20:14	25	07:19 (3)	21:07	67	07:17 (2)	21:47	30	06:21 (1)
14	08:29	07:43	06:41	06:26		06:52 (3)	05:24		05:54 (1)	04:52		05:51 (1)
	16:28	17:25	18:19	20:16	27	07:19 (3)	21:09	68	07:17 (2)	21:48	30	06:21 (1)
15	08:29	07:41	06:38	06:24		06:52 (3)	05:23		05:52 (1)	04:51		05:51 (1)
	16:29	17:27	18:21	20:17	27	07:19 (3)	21:11	69	07:16 (2)	21:49	29	06:20 (1)
16	08:28	07:39	06:36	06:22		06:52 (3)	05:21		05:51 (1)	04:51		05:51 (1)
	16:31	17:29	18:23	20:19	27	07:19 (3)	21:12	71	07:16 (2)	21:49	29	06:20 (1)
17	08:27	07:37	06:34	06:20		06:50 (2)	05:19		05:49 (1)	04:51		05:52 (1)
	16:32	17:31	18:25	20:21	28	07:18 (3)	21:14	72	07:15 (2)	21:50	28	06:20 (1)
18	08:26	07:35	06:31	06:17		06:46 (2)	05:18		05:48 (1)	04:51		05:52 (1)
	16:34	17:33	18:26	20:23	31	07:17 (3)	21:15	73	07:15 (2)	21:50	29	06:21 (1)
19	08:25	07:33	06:29	06:15		06:44 (2)	05:16		05:46 (1)	04:51		05:52 (1)
	16:36	17:35	18:28	20:25	33	07:17 (3)	21:17	72	07:13 (2)	21:51	29	06:21 (1)
20	08:24	07:31	06:26	06:13		06:42 (2)	05:15		05:46 (1)	04:51		05:52 (1)
	16:38	17:37	18:30	20:26	34	07:16 (3)	21:19	71	07:13 (2)	21:51	29	06:21 (1)
21	08:23	07:29	06:24	06:11		06:40 (2)	05:13		05:46 (1)	04:51		05:53 (1)
	16:39	17:39	18:32	20:28	34	07:14 (2)	21:20	71	07:13 (2)	21:51	29	06:22 (1)
22	08:21	07:27	06:22	06:08		06:38 (2)	05:12		05:45 (1)	04:51		05:54 (1)
	16:41	17:41	18:34	20:30	38	07:16 (2)	21:22	69	07:11 (2)	21:52	28	06:22 (1)
23	08:20	07:25	06:19	06:06		06:36 (2)	05:10		05:45 (1)	04:51		05:53 (1)
	16:43	17:43	18:36	20:32	40	07:16 (2)	21:23	68	07:10 (2)	21:52	29	06:22 (1)
24	08:19	07:22	06:17	06:04		06:35 (2)	05:09		05:45 (1)	04:52		05:53 (1)
	16:45	17:45	18:37	20:34	42	07:17 (2)	21:25	67	07:10 (2)	21:52	29	06:22 (1)
25	08:17	07:20	06:14	06:02		06:34 (2)	05:08		05:45 (1)	04:52		05:54 (1)
	16:47	17:47	18:39	20:35	43	07:17 (2)	21:26	65	07:09 (2)	21:52	29	06:23 (1)
26	08:16	07:18	06:12	06:00		06:33 (2)	05:07		05:45 (1)	04:52		05:54 (1)
	16:48	17:49	18:41	20:37	45	07:18 (2)	21:28	62	07:08 (2)	21:52	29	06:23 (1)
27	08:15	07:16	06:09	05:57		06:32 (2)	05:05		05:46 (1)	04:53		05:54 (1)
	16:50	17:51	18:43	20:39	47	07:19 (2)	21:29	60	07:07 (2)	21:52	28	06:22 (1)
28	08:13	07:13	06:07	05:55		06:32 (2)	05:04		05:46 (1)	04:53		05:54 (1)
	16:52	17:53	18:45	20:41	47	07:19 (2)	21:30	57	07:05 (2)	21:52	29	06:23 (1)
29	08:12		06:05	05:53		06:31 (2)	05:03		05:46 (1)	04:54		05:54 (1)
	16:54		18:47	20:43	48	07:19 (2)	21:32	54	07:04 (2)	21:52	29	06:23 (1)
30	08:10		06:02	05:51		06:31 (2)	05:02		05:46 (1)	04:54		05:54 (1)
	16:56		18:48	20:44	48	07:19 (2)	21:33	50	07:02 (2)	21:52	30	06:24 (1)
31	08:09		07:00				05:01		05:46 (1)			
	16:58		19:50				21:34	46	07:00 (2)			
Sonnenscheinstunden	251	273	365	417			490			507		
astr.max.mögl.Beschattung					763			1872			911	
Red.Sonnenscheinwahrsch.					0.37			0.43			0.39	
Reduktion Betriebsdauer					0.95			0.95			0.95	
Reduktion Windrichtung					0.72			0.72			0.73	
Gesamte Reduktion					0.26			0.29			0.27	
Met.wahrsch.Beschattung					195			552			243	

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 05 - Heidenauer Weg 4B

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Juli			August			September			Oktober	November	Dezember
1	04:55		05:55 (1)	05:33		06:05 (1)	06:26		06:55 (3)	07:18	07:15	08:09
	21:51	30	06:25 (1)	21:18	66	07:27 (2)	20:13	24	07:19 (3)	19:00	16:51	16:07
2	04:56		05:54 (1)	05:35		06:07 (1)	06:28		06:57 (3)	07:20	07:17	08:11
	21:51	30	06:24 (1)	21:16	64	07:28 (2)	20:11	22	07:19 (3)	18:58	16:49	16:06
3	04:56		05:54 (1)	05:36		06:08 (1)	06:30		06:58 (3)	07:22	07:19	08:12
	21:51	31	06:25 (1)	21:15	62	07:28 (2)	20:08	19	07:17 (3)	18:56	16:47	16:05
4	04:57		05:55 (1)	05:38		06:10 (1)	06:31		07:00 (3)	07:24	07:21	08:14
	21:50	31	06:26 (1)	21:13	60	07:29 (2)	20:06	16	07:16 (3)	18:53	16:45	16:04
5	04:58		05:55 (1)	05:40		06:12 (1)	06:33		07:02 (3)	07:25	07:23	08:15
	21:50	31	06:26 (1)	21:11	56	07:29 (2)	20:04	13	07:15 (3)	18:51	16:43	16:04
6	04:59		05:54 (1)	05:41		06:39 (2)	06:35		07:03 (3)	07:27	07:25	08:17
	21:49	32	06:26 (1)	21:09	50	07:29 (2)	20:01	10	07:13 (3)	18:48	16:41	16:03
7	05:00		05:54 (1)	05:43		06:39 (2)	06:37		07:05 (3)	07:29	07:27	08:18
	21:49	32	06:26 (1)	21:07	50	07:29 (2)	19:59	6	07:11 (3)	18:46	16:39	16:03
8	05:01		05:54 (1)	05:45		06:39 (2)	06:38			07:31	07:29	08:19
	21:48	33	06:27 (1)	21:05	50	07:29 (2)	19:56			18:44	16:38	16:02
9	05:02		05:54 (1)	05:46		06:39 (2)	06:40			07:33	07:30	08:21
	21:47	33	06:27 (1)	21:03	50	07:29 (2)	19:54			18:41	16:36	16:02
10	05:03		05:54 (1)	05:48		06:38 (2)	06:42			07:34	07:32	08:22
	21:46	34	06:28 (1)	21:01	50	07:28 (2)	19:52			18:39	16:34	16:02
11	05:04		05:54 (1)	05:50		06:39 (2)	06:43			07:36	07:34	08:23
	21:46	34	06:28 (1)	20:59	50	07:29 (2)	19:49			18:37	16:32	16:01
12	05:05		05:54 (1)	05:52		06:39 (2)	06:45			07:38	07:36	08:24
	21:45	34	06:28 (1)	20:57	50	07:29 (2)	19:47			18:34	16:31	16:01
13	05:06		05:54 (1)	05:53		06:38 (2)	06:47			07:40	07:38	08:25
	21:44	35	07:03 (2)	20:55	50	07:28 (2)	19:44			18:32	16:29	16:01
14	05:07		05:54 (1)	05:55		06:39 (2)	06:49			07:42	07:40	08:26
	21:43	46	07:08 (2)	20:53	49	07:28 (2)	19:42			18:30	16:27	16:01
15	05:08		05:54 (1)	05:57		06:38 (2)	06:50			07:43	07:42	08:27
	21:42	50	07:10 (2)	20:51	49	07:27 (2)	19:39			18:27	16:26	16:01
16	05:10		05:55 (1)	05:58		06:39 (2)	06:52			07:45	07:44	08:28
	21:41	54	07:13 (2)	20:49	47	07:26 (2)	19:37			18:25	16:24	16:01
17	05:11		05:55 (1)	06:00		06:40 (2)	06:54			07:47	07:45	08:29
	21:40	57	07:14 (2)	20:47	46	07:26 (2)	19:35			18:23	16:23	16:01
18	05:12		05:55 (1)	06:02		06:40 (2)	06:56			07:49	07:47	08:30
	21:39	60	07:16 (2)	20:45	45	07:25 (2)	19:32			18:21	16:21	16:01
19	05:14		05:54 (1)	06:04		06:40 (2)	06:57			07:51	07:49	08:31
	21:37	62	07:17 (2)	20:43	44	07:24 (2)	19:30			18:18	16:20	16:01
20	05:15		05:55 (1)	06:05		06:40 (2)	06:59			07:53	07:51	08:31
	21:36	65	07:19 (2)	20:40	43	07:23 (2)	19:27			18:16	16:19	16:02
21	05:16		05:55 (1)	06:07		06:41 (2)	07:01			07:54	07:53	08:32
	21:35	67	07:20 (2)	20:38	41	07:22 (2)	19:25			18:14	16:17	16:02
22	05:18		05:55 (1)	06:09		06:43 (2)	07:02			07:56	07:54	08:33
	21:33	68	07:20 (2)	20:36	38	07:21 (2)	19:22			18:12	16:16	16:02
23	05:19		05:55 (1)	06:11		06:43 (2)	07:04			07:58	07:56	08:33
	21:32	69	07:21 (2)	20:34	36	07:19 (2)	19:20			18:09	16:15	16:03
24	05:21		05:56 (1)	06:12		06:45 (2)	07:06			08:00	07:58	08:34
	21:31	71	07:23 (2)	20:32	34	07:19 (3)	19:18			18:07	16:13	16:03
25	05:22		05:56 (1)	06:14		06:47 (2)	07:08			08:02	08:00	08:34
	21:29	71	07:23 (2)	20:29	33	07:20 (3)	19:15			18:05	16:12	16:04
26	05:24		05:57 (1)	06:16		06:48 (2)	07:09			08:04	08:01	08:34
	21:28	72	07:24 (2)	20:27	32	07:20 (3)	19:13			18:03	16:11	16:05
27	05:25		05:58 (1)	06:17		06:51 (2)	07:11			07:06	08:03	08:35
	21:26	73	07:25 (2)	20:25	29	07:20 (3)	19:10			17:01	16:10	16:05
28	05:27		06:00 (1)	06:19		06:54 (3)	07:13			07:08	08:05	08:35
	21:25	72	07:26 (2)	20:22	27	07:21 (3)	19:08			16:59	16:09	16:06
29	05:28		06:01 (1)	06:21		06:53 (3)	07:15			07:10	08:06	08:35
	21:23	71	07:26 (2)	20:20	27	07:20 (3)	19:05			16:57	16:08	16:07
30	05:30		06:02 (1)	06:23		06:53 (3)	07:16			07:11	08:08	08:35
	21:21	70	07:26 (2)	20:18	27	07:20 (3)	19:03			16:55	16:07	16:08
31	05:32		06:04 (1)	06:24		06:53 (3)				07:13		08:35
	21:20	68	07:27 (2)	20:15	26	07:19 (3)				16:53		16:09
Sonnenscheinstunden	510			460			383			331	262	236
astr.max.mögl.Beschattung		1586			1381			110				
Red.Sonnenscheinwahrsch.		0.38			0.42			0.35				
Reduktion Betriebsdauer		0.95			0.95			0.95				
Reduktion Windrichtung		0.72			0.72			0.72				
Gesamte Reduktion		0.26			0.29			0.24				
Met.wahrsch.Beschattung		412			401			26				

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de
Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 06 - Ochtmannsbruch

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:35	08:07	07:11	06:57	05:49	05:00	04:55	05:33	06:26	07:18	07:15	08:09
	16:10	17:00	17:55	19:52	20:46	21:35	21:51	21:18	20:13	19:00	16:51	16:07
2	08:35	08:05	07:09	06:55	05:47	04:59	04:56	05:35	06:28	07:20	07:17	08:11
	16:11	17:02	17:56	19:54	20:48	21:37	21:51	21:16	20:11	18:58	16:49	16:06
3	08:35	08:04	07:07	06:52	05:45	04:58	04:56	05:36	06:30	07:22	07:19	08:12
	16:12	17:04	17:58	19:56	20:50	21:38	21:51	21:14	20:08	18:56	16:47	16:05
4	08:35	08:02	07:04	06:50	05:43	04:57	04:57	05:38	06:31	07:23	07:21	08:14
	16:14	17:06	18:00	19:57	20:52	21:39	21:50	21:13	20:06	18:53	16:45	16:04
5	08:34	08:00	07:02	06:48	05:41	04:56	04:58	05:40	06:33	07:25	07:23	08:15
	16:15	17:08	18:02	19:59	20:53	21:40	21:50	21:11	20:04	18:51	16:43	16:04
6	08:34	07:58	07:00	06:45	05:39	04:56	04:59	05:41	06:35	07:27	07:25	08:17
	16:16	17:10	18:04	20:01	20:55	21:41	21:49	21:09	20:01	18:48	16:41	16:03
7	08:34	07:57	06:57	06:43	05:37	04:55	05:00	05:43	06:36	07:29	07:27	08:18
	16:17	17:12	18:06	20:03	20:57	21:42	21:48	21:07	19:59	18:46	16:39	16:03
8	08:33	07:55	06:55	06:41	05:35	04:54	05:01	05:45	06:38	07:31	07:28	08:19
	16:19	17:14	18:08	20:05	20:59	21:43	21:48	21:05	19:56	18:44	16:37	16:02
9	08:33	07:53	06:53	06:38	05:33	04:54	05:02	05:46	06:40	07:32	07:30	08:21
	16:20	17:16	18:10	20:06	21:00	21:44	21:47	21:03	19:54	18:41	16:36	16:02
10	08:32	07:51	06:50	06:36	05:31	04:53	05:03	05:48	06:42	07:34	07:32	08:22
	16:21	17:17	18:12	20:08	21:02	21:45	21:46	21:01	19:52	18:39	16:34	16:02
11	08:32	07:49	06:48	06:33	05:30	04:53	05:04	05:50	06:43	07:36	07:34	08:23
	16:23	17:19	18:13	20:10	21:04	21:46	21:46	20:59	19:49	18:37	16:32	16:01
12	08:31	07:47	06:45	06:31	05:28	04:52	05:05	05:52	06:45	07:38	07:36	08:24
	16:24	17:21	18:15	20:12	21:05	21:47	21:45	20:57	19:47	18:34	16:31	16:01
13	08:30	07:45	06:43	06:29	05:26	04:52	05:06	05:53	06:47	07:40	07:38	08:25
	16:26	17:23	18:17	20:14	21:07	21:47	21:44	20:55	19:44	18:32	16:29	16:01
14	08:29	07:43	06:41	06:26	05:24	04:52	05:07	05:55	06:49	07:41	07:40	08:26
	16:27	17:25	18:19	20:16	21:09	21:48	21:43	20:53	19:42	18:30	16:27	16:01
15	08:29	07:41	06:38	06:24	05:23	04:51	05:08	05:57	06:50	07:43	07:42	08:27
	16:29	17:27	18:21	20:17	21:10	21:49	21:42	20:51	19:39	18:27	16:26	16:01
16	08:28	07:39	06:36	06:22	05:21	04:51	05:10	05:58	06:52	07:45	07:43	08:28
	16:31	17:29	18:23	20:19	21:12	21:49	21:41	20:49	19:37	18:25	16:24	16:01
17	08:27	07:37	06:34	06:20	05:19	04:51	05:11	06:00	06:54	07:47	07:45	08:29
	16:32	17:31	18:25	20:21	21:14	21:50	21:40	20:47	19:35	18:23	16:23	16:01
18	08:26	07:35	06:31	06:17	05:18	04:51	05:12	06:02	06:55	07:49	07:47	08:30
	16:34	17:33	18:26	20:23	21:15	21:50	21:38	20:45	19:32	18:21	16:21	16:01
19	08:25	07:33	06:29	06:15	05:16	04:51	05:14	06:04	06:57	07:51	07:49	08:30
	16:36	17:35	18:28	20:25	21:17	21:51	21:37	20:42	19:30	18:18	16:20	16:01
20	08:24	07:31	06:26	06:13	05:15	04:51	05:15	06:05	06:59	07:53	07:51	08:31
	16:38	17:37	18:30	20:26	21:19	21:51	21:36	20:40	19:27	18:16	16:18	16:02
21	08:22	07:29	06:24	06:10	05:13	04:51	05:16	06:07	07:01	07:54	07:53	08:32
	16:39	17:39	18:32	20:28	21:20	21:51	21:35	20:38	19:25	18:14	16:17	16:02
22	08:21	07:27	06:21	06:08	05:12	04:51	05:18	06:09	07:02	07:56	07:54	08:32
	16:41	17:41	18:34	20:30	21:22	21:51	21:33	20:36	19:22	18:12	16:16	16:02
23	08:20	07:24	06:19	06:06	05:10	04:51	05:19	06:10	07:04	07:58	07:56	08:33
	16:43	17:43	18:36	20:32	21:23	21:52	21:32	20:34	19:20	18:09	16:15	16:03
24	08:19	07:22	06:17	06:04	05:09	04:52	05:21	06:12	07:06	08:00	07:58	08:33
	16:45	17:45	18:37	20:34	21:25	21:52	21:31	20:31	19:17	18:07	16:13	16:03
25	08:17	07:20	06:14	06:02	05:08	04:52	05:22	06:14	07:08	08:02	08:00	08:34
	16:47	17:47	18:39	20:35	21:26	21:52	21:29	20:29	19:15	18:05	16:12	16:04
26	08:16	07:18	06:12	06:00	05:06	04:52	05:24	06:16	07:09	08:04	08:01	08:34
	16:48	17:49	18:41	20:37	21:27	21:52	21:28	20:27	19:13	18:03	16:11	16:05
27	08:15	07:16	06:09	05:57	05:05	04:53	05:25	06:17	07:11	07:06	08:03	08:35
	16:50	17:51	18:43	20:39	21:29	21:52	21:26	20:25	19:10	17:01	16:10	16:05
28	08:13	07:13	06:07	05:55	05:04	04:53	05:27	06:19	07:13	07:08	08:05	08:35
	16:52	17:53	18:45	20:41	21:30	21:52	21:25	20:22	19:08	16:59	16:09	16:06
29	08:12		06:05	05:53	05:03	04:54	05:28	06:21	07:15	07:09	08:06	08:35
	16:54		18:46	20:43	21:32	21:52	21:23	20:20	19:05	16:57	16:08	16:07
30	08:10		06:02	05:51	05:02	04:54	05:30	06:23	07:16	07:11	08:08	08:35
	16:56		18:48	20:44	21:33	21:51	21:21	20:18	19:03	16:55	16:07	16:08
31	08:09		07:00		05:01		05:32	06:24		07:13		08:35
	16:58		19:50		21:34		21:20	20:15		16:53		16:09
Sonnenscheinstunden	251	273	365	417	490	507	510	460	383	331	262	236
astr.max.mögl.Beschattung												
Red.Sonnenscheinwahrsch.												
Reduktion Betriebsdauer												
Reduktion Windrichtung												
Gesamte Reduktion												
Met.wahrsch.Beschattung												

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 07 - Heidbecksweg 6

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar			Februar			März			April			Mai	Juni
1	08:35		09:11 (2)	08:07		08:37 (3)	07:11			06:57		07:49 (4)	05:49	05:00
	16:10	17	09:28 (2)	17:00	6	08:43 (3)	17:55			19:52	27	08:16 (4)	20:46	21:36
2	08:35		09:11 (2)	08:05		08:35 (3)	07:09			06:55		07:50 (4)	05:47	04:59
	16:11	18	09:29 (2)	17:02	8	08:43 (3)	17:57			19:54	24	08:14 (4)	20:48	21:37
3	08:35		09:11 (2)	08:04		08:33 (3)	07:07			06:53		07:52 (4)	05:45	04:58
	16:12	19	09:30 (2)	17:04	11	08:44 (3)	17:58			19:56	20	08:12 (4)	20:50	21:38
4	08:35		09:10 (2)	08:02		08:31 (1)	07:04			06:50		07:53 (4)	05:43	04:57
	16:13	20	09:30 (2)	17:06	13	08:44 (3)	18:00			19:57	16	08:09 (4)	20:52	21:39
5	08:35		09:10 (2)	08:00		08:30 (1)	07:02			06:48		07:58 (4)	05:41	04:56
	16:15	21	09:31 (2)	17:08	15	08:45 (3)	18:02			19:59	6	08:04 (4)	20:53	21:40
6	08:34		09:09 (2)	07:59		08:28 (1)	07:00			06:45			05:39	04:56
	16:16	22	09:31 (2)	17:10	17	08:45 (3)	18:04			20:01			20:55	21:41
7	08:34		09:09 (2)	07:57		08:26 (1)	06:57			06:43			05:37	04:55
	16:17	23	09:32 (2)	17:12	19	08:45 (3)	18:06			20:03			20:57	21:42
8	08:33		09:08 (2)	07:55		08:24 (1)	06:55			06:41			05:35	04:54
	16:19	24	09:32 (2)	17:14	20	08:44 (3)	18:08			20:05			20:59	21:43
9	08:33		09:07 (2)	07:53		08:22 (1)	06:53			06:38			05:33	04:54
	16:20	26	09:33 (2)	17:16	22	08:44 (3)	18:10			20:07			21:00	21:44
10	08:32		09:07 (2)	07:51		08:20 (1)	06:50			06:36			05:31	04:53
	16:21	27	09:34 (2)	17:18	23	08:43 (3)	18:12			20:08			21:02	21:45
11	08:32		09:08 (2)	07:49		08:18 (1)	06:48			06:33			05:30	04:53
	16:23	26	09:34 (2)	17:19	23	08:41 (1)	18:14			20:10			21:04	21:46
12	08:31		09:08 (2)	07:47		08:15 (1)	06:46			06:31			05:28	04:52
	16:24	26	09:34 (2)	17:21	25	08:40 (1)	18:15			20:12			21:06	21:47
13	08:30		09:08 (2)	07:45		08:15 (1)	06:43			06:29			05:26	04:52
	16:26	27	09:35 (2)	17:23	25	08:40 (1)	18:17			20:14			21:07	21:47
14	08:30		09:09 (2)	07:43		08:15 (1)	06:41			06:26			05:24	04:52
	16:27	26	09:35 (2)	17:25	25	08:40 (1)	18:19			20:16			21:09	21:48
15	08:29		09:09 (2)	07:41		08:15 (1)	06:38		07:04 (4)	06:24			05:23	04:51
	16:29	26	09:35 (2)	17:27	25	08:40 (1)	18:21	11	07:15 (4)	20:17			21:11	21:49
16	08:28		09:10 (2)	07:39		08:16 (1)	06:36		07:01 (4)	06:22			05:21	04:51
	16:31	26	09:36 (2)	17:29	23	08:39 (1)	18:23	16	07:17 (4)	20:19			21:12	21:49
17	08:27		09:10 (2)	07:37		08:17 (1)	06:34		06:59 (4)	06:20			05:19	04:51
	16:32	26	09:36 (2)	17:31	22	08:39 (1)	18:25	20	07:19 (4)	20:21			21:14	21:50
18	08:26		09:10 (2)	07:35		08:18 (1)	06:31		06:57 (4)	06:17			05:18	04:51
	16:34	25	09:35 (2)	17:33	20	08:38 (1)	18:26	24	07:21 (4)	20:23			21:16	21:50
19	08:25		09:11 (2)	07:33		08:18 (1)	06:29		06:54 (4)	06:15			05:16	04:51
	16:36	25	09:36 (2)	17:35	18	08:36 (1)	18:28	27	07:21 (4)	20:25			21:17	21:51
20	08:24		09:12 (2)	07:31		08:20 (1)	06:26		06:52 (4)	06:13			05:15	04:51
	16:38	24	09:36 (2)	17:37	14	08:34 (1)	18:30	30	07:22 (4)	20:26			21:19	21:51
21	08:23		09:13 (2)	07:29		08:23 (1)	06:24		06:50 (4)	06:11			05:13	04:51
	16:39	23	09:36 (2)	17:39	9	08:32 (1)	18:32	32	07:22 (4)	20:28			21:20	21:51
22	08:21		09:13 (2)	07:27			06:22		06:49 (4)	06:08			05:12	04:51
	16:41	22	09:35 (2)	17:41			18:34	34	07:23 (4)	20:30			21:22	21:52
23	08:20		09:15 (2)	07:25			06:19		06:48 (4)	06:06			05:10	04:51
	16:43	20	09:35 (2)	17:43			18:36	34	07:22 (4)	20:32			21:23	21:52
24	08:19		09:15 (2)	07:22			06:17		06:48 (4)	06:04			05:09	04:52
	16:45	19	09:34 (2)	17:45			18:37	34	07:22 (4)	20:34			21:25	21:52
25	08:18		09:17 (2)	07:20			06:14		06:47 (4)	06:02			05:08	04:52
	16:47	17	09:34 (2)	17:47			18:39	35	07:22 (4)	20:36			21:26	21:52
26	08:16		09:19 (2)	07:18			06:12		06:47 (4)	06:00			05:06	04:52
	16:48	13	09:32 (2)	17:49			18:41	35	07:22 (4)	20:37			21:28	21:52
27	08:15		09:22 (2)	07:16			06:09		06:47 (4)	05:57			05:05	04:53
	16:50	8	09:30 (2)	17:51			18:43	35	07:22 (4)	20:39			21:29	21:52
28	08:13			07:13			06:07		06:47 (4)	05:55			05:04	04:53
	16:52			17:53			18:45	33	07:20 (4)	20:41			21:30	21:52
29	08:12						06:05		06:47 (4)	05:53			05:03	04:54
	16:54						18:47	33	07:20 (4)	20:43			21:32	21:52
30	08:10						06:02		06:47 (4)	05:51			05:02	04:54
	16:56						18:48	31	07:18 (4)	20:45			21:33	21:52
31	08:09		08:39 (3)				07:00		07:48 (4)				05:01	
	16:58	3	08:42 (3)				19:50	29	08:17 (4)				21:34	
Sonnenscheinstunden	251			273			365			417			490	507
astr.max.mögl.Beschattung		599			383			493			93			
Red.Sonnenscheinwahrsch.		0.17			0.24			0.28			0.37			
Reduktion Betriebsdauer		0.95			0.95			0.95			0.95			
Reduktion Windrichtung		0.55			0.62			0.69			0.69			
Gesamte Reduktion		0.09			0.14			0.18			0.24			
Met.wahrsch.Beschattung		52			52			88			22			

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 07 - Heidbecksweg 6

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Juli	August	September			Oktober			November			Dezember		
1	04:55	05:33	06:26			07:18			07:15		07:46 (1)	08:09		08:50 (2)
	21:51	21:18	20:13			19:01			16:51	23	08:09 (1)	16:07	26	09:16 (2)
2	04:56	05:35	06:28			07:20			07:17		07:48 (1)	08:11		08:50 (2)
	21:51	21:16	20:11			18:58			16:49	23	08:11 (3)	16:06	27	09:17 (2)
3	04:56	05:36	06:30			07:22			07:19		07:50 (1)	08:13		08:50 (2)
	21:51	21:15	20:08			18:56			16:47	22	08:12 (3)	16:05	27	09:17 (2)
4	04:57	05:38	06:31			07:24			07:21		07:53 (1)	08:14		08:51 (2)
	21:50	21:13	20:06			18:53			16:45	21	08:14 (3)	16:04	26	09:17 (2)
5	04:58	05:40	06:33			07:25			07:23		07:55 (1)	08:15		08:52 (2)
	21:50	21:11	20:04			18:51			16:43	19	08:14 (3)	16:04	25	09:17 (2)
6	04:59	05:41	06:35			07:27			07:25		07:57 (1)	08:17		08:54 (2)
	21:49	21:09	20:01			18:48			16:41	18	08:15 (3)	16:03	24	09:18 (2)
7	05:00	05:43	06:37			07:29			07:27		07:59 (1)	08:18		08:55 (2)
	21:49	21:07	19:59			18:46			16:39	16	08:15 (3)	16:03	23	09:18 (2)
8	05:01	05:45	06:38			07:31			07:29		08:01 (1)	08:19		08:57 (2)
	21:48	21:05	19:56			18:44			16:37	14	08:15 (3)	16:02	21	09:18 (2)
9	05:02	05:46	06:40		07:49 (4)	07:33			07:30		08:03 (3)	08:21		08:58 (2)
	21:47	21:03	19:54	12	08:01 (4)	18:41			16:36	12	08:15 (3)	16:02	20	09:18 (2)
10	05:03	05:48	06:42		07:46 (4)	07:34			07:32		08:05 (3)	08:22		08:59 (2)
	21:47	21:01	19:52	18	08:04 (4)	18:39			16:34	9	08:14 (3)	16:01	19	09:18 (2)
11	05:04	05:50	06:43		07:44 (4)	07:36			07:34		08:07 (3)	08:23		09:00 (2)
	21:46	20:59	19:49	22	08:06 (4)	18:37			16:32	7	08:14 (3)	16:01	18	09:18 (2)
12	05:05	05:52	06:45		07:41 (4)	07:38			07:36		08:09 (3)	08:24		09:02 (2)
	21:45	20:57	19:47	26	08:07 (4)	18:34			16:31	4	08:13 (3)	16:01	17	09:19 (2)
13	05:06	05:53	06:47		07:40 (4)	07:40			07:38		08:11 (3)	08:25		09:03 (2)
	21:44	20:55	19:44	28	08:08 (4)	18:32			16:29	2	08:13 (3)	16:01	17	09:20 (2)
14	05:07	05:55	06:49		07:39 (4)	07:42			07:40			08:26		09:04 (2)
	21:43	20:53	19:42	30	08:09 (4)	18:30			16:27			16:01	16	09:20 (2)
15	05:08	05:57	06:50		07:37 (4)	07:43			07:42			08:27		09:05 (2)
	21:42	20:51	19:40	32	08:09 (4)	18:27			16:26			16:01	15	09:20 (2)
16	05:10	05:58	06:52		07:37 (4)	07:45			07:44		08:56 (2)	08:28		09:06 (2)
	21:41	20:49	19:37	32	08:09 (4)	18:25			16:24	4	09:00 (2)	16:01	14	09:20 (2)
17	05:11	06:00	06:54		07:36 (4)	07:47			07:45		08:53 (2)	08:29		09:07 (2)
	21:40	20:47	19:35	34	08:10 (4)	18:23			16:23	11	09:04 (2)	16:01	14	09:21 (2)
18	05:12	06:02	06:56		07:36 (4)	07:49			07:47		08:52 (2)	08:30		09:07 (2)
	21:39	20:45	19:32	34	08:10 (4)	18:21			16:21	15	09:07 (2)	16:01	13	09:20 (2)
19	05:14	06:04	06:57		07:34 (4)	07:51			07:49		08:51 (2)	08:31		09:08 (2)
	21:37	20:43	19:30	35	08:09 (4)	18:18			16:20	17	09:08 (2)	16:01	13	09:21 (2)
20	05:15	06:05	06:59		07:34 (4)	07:53			07:51		08:50 (2)	08:31		09:09 (2)
	21:36	20:40	19:27	35	08:09 (4)	18:16			16:18	20	09:10 (2)	16:02	13	09:22 (2)
21	05:16	06:07	07:01		07:34 (4)	07:55			07:53		08:49 (2)	08:32		09:09 (2)
	21:35	20:38	19:25	35	08:09 (4)	18:14			16:17	21	09:10 (2)	16:02	13	09:22 (2)
22	05:18	06:09	07:02		07:34 (4)	07:56		08:54 (1)	07:54		08:48 (2)	08:33		09:10 (2)
	21:34	20:36	19:22	33	08:07 (4)	18:12	7	09:01 (1)	16:16	23	09:11 (2)	16:02	13	09:23 (2)
23	05:19	06:11	07:04		07:34 (4)	07:58		08:51 (1)	07:56		08:48 (2)	08:33		09:10 (2)
	21:32	20:34	19:20	33	08:07 (4)	18:09	13	09:04 (1)	16:15	24	09:12 (2)	16:03	13	09:23 (2)
24	05:21	06:12	07:06		07:34 (4)	08:00		08:49 (1)	07:58		08:48 (2)	08:34		09:11 (2)
	21:31	20:32	19:18	32	08:06 (4)	18:07	17	09:06 (1)	16:13	24	09:12 (2)	16:03	13	09:24 (2)
25	05:22	06:14	07:08		07:36 (4)	08:02		08:47 (1)	08:00		08:48 (2)	08:34		09:11 (2)
	21:29	20:29	19:15	29	08:05 (4)	18:05	20	09:07 (1)	16:12	25	09:13 (2)	16:04	13	09:24 (2)
26	05:24	06:16	07:09		07:37 (4)	08:04		08:46 (1)	08:01		08:48 (2)	08:34		09:11 (2)
	21:28	20:27	19:13	26	08:03 (4)	18:03	22	09:08 (1)	16:11	26	09:14 (2)	16:05	13	09:24 (2)
27	05:25	06:17	07:11		07:39 (4)	07:06		07:46 (1)	08:03		08:48 (2)	08:35		09:12 (2)
	21:26	20:25	19:10	23	08:02 (4)	17:01	23	08:09 (1)	16:10	27	09:15 (2)	16:05	14	09:26 (2)
28	05:27	06:19	07:13		07:41 (4)	07:08		07:45 (1)	08:05		08:49 (2)	08:35		09:12 (2)
	21:25	20:22	19:08	19	08:00 (4)	16:59	24	08:09 (1)	16:09	26	09:15 (2)	16:06	14	09:26 (2)
29	05:28	06:21	07:15		07:43 (4)	07:10		07:44 (1)	08:06		08:48 (2)	08:35		09:12 (2)
	21:23	20:20	19:05	15	07:58 (4)	16:57	26	08:10 (1)	16:08	27	09:15 (2)	16:07	15	09:27 (2)
30	05:30	06:23	07:17		07:44 (4)	07:11		07:44 (1)	08:08		08:49 (2)	08:35		09:12 (2)
	21:21	20:18	19:03	10	07:54 (4)	16:55	26	08:10 (1)	16:07	27	09:16 (2)	16:08	15	09:27 (2)
31	05:32	06:24				07:13		07:44 (1)				08:35		09:12 (2)
	21:20	20:15				16:53	26	08:10 (1)				16:09	16	09:28 (2)
Sonnenscheinstunden	511	460	383			331			262			236		
astr.max.mögl.Beschattung				593			204			507			540	
Red.Sonnenscheinwahrsch.				0.35			0.29			0.19			0.14	
Reduktion Betriebsdauer				0.95			0.95			0.95			0.95	
Reduktion Windrichtung				0.69			0.62			0.58			0.55	
Gesamte Reduktion				0.22			0.17			0.10			0.07	
Met.wahrsch.Beschattung				132			34			52			38	

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de
Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 08 - Siedlung Ochtmannsbruch I

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:35	08:07	07:11	06:57	05:49	05:00	04:55	05:33	06:26	07:18	07:15	08:09
	16:10	17:00	17:54	19:52	20:46	21:35	21:51	21:18	20:13	19:00	16:51	16:06
2	08:35	08:05	07:09	06:55	05:47	04:59	04:56	05:35	06:28	07:20	07:17	08:11
	16:11	17:02	17:56	19:54	20:48	21:37	21:51	21:16	20:11	18:58	16:49	16:06
3	08:35	08:04	07:06	06:52	05:45	04:58	04:56	05:36	06:29	07:22	07:19	08:12
	16:12	17:04	17:58	19:55	20:50	21:38	21:50	21:14	20:08	18:56	16:47	16:05
4	08:35	08:02	07:04	06:50	05:43	04:57	04:57	05:38	06:31	07:23	07:21	08:14
	16:13	17:06	18:00	19:57	20:51	21:39	21:50	21:13	20:06	18:53	16:45	16:04
5	08:34	08:00	07:02	06:48	05:41	04:56	04:58	05:40	06:33	07:25	07:23	08:15
	16:15	17:08	18:02	19:59	20:53	21:40	21:50	21:11	20:03	18:51	16:43	16:04
6	08:34	07:58	06:59	06:45	05:39	04:56	04:59	05:41	06:35	07:27	07:25	08:17
	16:16	17:10	18:04	20:01	20:55	21:41	21:49	21:09	20:01	18:48	16:41	16:03
7	08:34	07:57	06:57	06:43	05:37	04:55	05:00	05:43	06:36	07:29	07:26	08:18
	16:17	17:11	18:06	20:03	20:57	21:42	21:48	21:07	19:59	18:46	16:39	16:03
8	08:33	07:55	06:55	06:40	05:35	04:54	05:01	05:45	06:38	07:31	07:28	08:19
	16:19	17:13	18:08	20:05	20:58	21:43	21:48	21:05	19:56	18:44	16:37	16:02
9	08:33	07:53	06:52	06:38	05:33	04:54	05:02	05:46	06:40	07:32	07:30	08:20
	16:20	17:15	18:10	20:06	21:00	21:44	21:47	21:03	19:54	18:41	16:36	16:02
10	08:32	07:51	06:50	06:36	05:31	04:53	05:03	05:48	06:42	07:34	07:32	08:22
	16:21	17:17	18:11	20:08	21:02	21:45	21:46	21:01	19:51	18:39	16:34	16:01
11	08:31	07:49	06:48	06:33	05:30	04:53	05:04	05:50	06:43	07:36	07:34	08:23
	16:23	17:19	18:13	20:10	21:04	21:46	21:45	20:59	19:49	18:37	16:32	16:01
12	08:31	07:47	06:45	06:31	05:28	04:52	05:05	05:51	06:45	07:38	07:36	08:24
	16:24	17:21	18:15	20:12	21:05	21:46	21:45	20:57	19:47	18:34	16:30	16:01
13	08:30	07:45	06:43	06:29	05:26	04:52	05:06	05:53	06:47	07:40	07:38	08:25
	16:26	17:23	18:17	20:14	21:07	21:47	21:44	20:55	19:44	18:32	16:29	16:01
14	08:29	07:43	06:41	06:26	05:24	04:52	05:07	05:55	06:48	07:41	07:40	08:26
	16:27	17:25	18:19	20:15	21:09	21:48	21:43	20:53	19:42	18:30	16:27	16:01
15	08:28	07:41	06:38	06:24	05:23	04:51	05:08	05:57	06:50	07:43	07:42	08:27
	16:29	17:27	18:21	20:17	21:10	21:49	21:42	20:51	19:39	18:27	16:26	16:01
16	08:28	07:39	06:36	06:22	05:21	04:51	05:10	05:58	06:52	07:45	07:43	08:28
	16:31	17:29	18:23	20:19	21:12	21:49	21:41	20:49	19:37	18:25	16:24	16:01
17	08:27	07:37	06:33	06:19	05:19	04:51	05:11	06:00	06:54	07:47	07:45	08:29
	16:32	17:31	18:24	20:21	21:14	21:50	21:40	20:47	19:34	18:23	16:23	16:01
18	08:26	07:35	06:31	06:17	05:18	04:51	05:12	06:02	06:55	07:49	07:47	08:30
	16:34	17:33	18:26	20:23	21:15	21:50	21:38	20:45	19:32	18:20	16:21	16:01
19	08:25	07:33	06:29	06:15	05:16	04:51	05:14	06:03	06:57	07:51	07:49	08:30
	16:36	17:35	18:28	20:24	21:17	21:50	21:37	20:42	19:30	18:18	16:20	16:01
20	08:23	07:31	06:26	06:13	05:15	04:51	05:15	06:05	06:59	07:52	07:51	08:31
	16:37	17:37	18:30	20:26	21:18	21:51	21:36	20:40	19:27	18:16	16:18	16:02
21	08:22	07:29	06:24	06:10	05:13	04:51	05:16	06:07	07:01	07:54	07:52	08:32
	16:39	17:39	18:32	20:28	21:20	21:51	21:35	20:38	19:25	18:14	16:17	16:02
22	08:21	07:27	06:21	06:08	05:12	04:51	05:18	06:09	07:02	07:56	07:54	08:32
	16:41	17:41	18:34	20:30	21:22	21:51	21:33	20:36	19:22	18:12	16:16	16:02
23	08:20	07:24	06:19	06:06	05:10	04:51	05:19	06:10	07:04	07:58	07:56	08:33
	16:43	17:43	18:35	20:32	21:23	21:52	21:32	20:34	19:20	18:09	16:15	16:03
24	08:19	07:22	06:17	06:04	05:09	04:52	05:21	06:12	07:06	08:00	07:58	08:33
	16:45	17:45	18:37	20:34	21:25	21:52	21:31	20:31	19:17	18:07	16:13	16:03
25	08:17	07:20	06:14	06:02	05:08	04:52	05:22	06:14	07:08	08:02	07:59	08:34
	16:46	17:47	18:39	20:35	21:26	21:52	21:29	20:29	19:15	18:05	16:12	16:04
26	08:16	07:18	06:12	05:59	05:06	04:52	05:24	06:16	07:09	08:04	08:01	08:34
	16:48	17:49	18:41	20:37	21:27	21:52	21:28	20:27	19:12	18:03	16:11	16:05
27	08:15	07:15	06:09	05:57	05:05	04:53	05:25	06:17	07:11	07:06	08:03	08:34
	16:50	17:51	18:43	20:39	21:29	21:52	21:26	20:25	19:10	17:01	16:10	16:05
28	08:13	07:13	06:07	05:55	05:04	04:53	05:27	06:19	07:13	07:07	08:04	08:35
	16:52	17:53	18:45	20:41	21:30	21:52	21:24	20:22	19:08	16:59	16:09	16:06
29	08:12		06:04	05:53	05:03	04:54	05:28	06:21	07:15	07:09	08:06	08:35
	16:54		18:46	20:43	21:32	21:52	21:23	20:20	19:05	16:57	16:08	16:07
30	08:10		06:02	05:51	05:02	04:54	05:30	06:23	07:16	07:11	08:08	08:35
	16:56		18:48	20:44	21:33	21:51	21:21	20:18	19:03	16:55	16:07	16:08
31	08:08		07:00		05:01		05:31	06:24		07:13		08:35
	16:58		19:50		21:34		21:20	20:15		16:53		16:09
Sonnenscheinstunden	251	273	365	417	490	507	510	460	383	331	262	236
astr.max.mögl.Beschattung												
Red.Sonnenscheinwahrsch.												
Reduktion Betriebsdauer												
Reduktion Windrichtung												
Gesamte Reduktion												
Met.wahrsch.Beschattung												

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de
Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 09 - Siedlung Ochtmannsbruch II

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:35	08:07	07:11	06:57	05:49	05:00	04:55	05:33	06:26	07:18	07:15	08:09
	16:10	17:00	17:54	19:52	20:46	21:35	21:51	21:18	20:13	19:00	16:51	16:06
2	08:35	08:05	07:09	06:55	05:47	04:59	04:55	05:35	06:28	07:20	07:17	08:11
	16:11	17:02	17:56	19:54	20:48	21:37	21:51	21:16	20:11	18:58	16:49	16:06
3	08:35	08:04	07:06	06:52	05:45	04:58	04:56	05:36	06:29	07:22	07:19	08:12
	16:12	17:04	17:58	19:55	20:50	21:38	21:50	21:14	20:08	18:56	16:47	16:05
4	08:35	08:02	07:04	06:50	05:43	04:57	04:57	05:38	06:31	07:23	07:21	08:14
	16:13	17:06	18:00	19:57	20:51	21:39	21:50	21:13	20:06	18:53	16:45	16:04
5	08:34	08:00	07:02	06:48	05:41	04:56	04:58	05:40	06:33	07:25	07:23	08:15
	16:15	17:08	18:02	19:59	20:53	21:40	21:50	21:11	20:03	18:51	16:43	16:04
6	08:34	07:58	06:59	06:45	05:39	04:56	04:59	05:41	06:35	07:27	07:25	08:17
	16:16	17:10	18:04	20:01	20:55	21:41	21:49	21:09	20:01	18:48	16:41	16:03
7	08:34	07:57	06:57	06:43	05:37	04:55	05:00	05:43	06:36	07:29	07:26	08:18
	16:17	17:11	18:06	20:03	20:57	21:42	21:48	21:07	19:59	18:46	16:39	16:03
8	08:33	07:55	06:55	06:40	05:35	04:54	05:01	05:45	06:38	07:31	07:28	08:19
	16:19	17:13	18:08	20:05	20:58	21:43	21:48	21:05	19:56	18:44	16:37	16:02
9	08:33	07:53	06:52	06:38	05:33	04:54	05:02	05:46	06:40	07:32	07:30	08:20
	16:20	17:15	18:10	20:06	21:00	21:44	21:47	21:03	19:54	18:41	16:36	16:02
10	08:32	07:51	06:50	06:36	05:31	04:53	05:03	05:48	06:42	07:34	07:32	08:22
	16:21	17:17	18:11	20:08	21:02	21:45	21:46	21:01	19:51	18:39	16:34	16:01
11	08:31	07:49	06:48	06:33	05:30	04:53	05:04	05:50	06:43	07:36	07:34	08:23
	16:23	17:19	18:13	20:10	21:04	21:46	21:45	20:59	19:49	18:37	16:32	16:01
12	08:31	07:47	06:45	06:31	05:28	04:52	05:05	05:51	06:45	07:38	07:36	08:24
	16:24	17:21	18:15	20:12	21:05	21:46	21:45	20:57	19:47	18:34	16:30	16:01
13	08:30	07:45	06:43	06:29	05:26	04:52	05:06	05:53	06:47	07:40	07:38	08:25
	16:26	17:23	18:17	20:14	21:07	21:47	21:44	20:55	19:44	18:32	16:29	16:01
14	08:29	07:43	06:41	06:26	05:24	04:52	05:07	05:55	06:48	07:41	07:40	08:26
	16:27	17:25	18:19	20:15	21:09	21:48	21:43	20:53	19:42	18:30	16:27	16:01
15	08:28	07:41	06:38	06:24	05:23	04:51	05:08	05:57	06:50	07:43	07:42	08:27
	16:29	17:27	18:21	20:17	21:10	21:49	21:42	20:51	19:39	18:27	16:26	16:01
16	08:28	07:39	06:36	06:22	05:21	04:51	05:10	05:58	06:52	07:45	07:43	08:28
	16:31	17:29	18:23	20:19	21:12	21:49	21:41	20:49	19:37	18:25	16:24	16:01
17	08:27	07:37	06:33	06:19	05:19	04:51	05:11	06:00	06:54	07:47	07:45	08:29
	16:32	17:31	18:24	20:21	21:14	21:50	21:40	20:47	19:34	18:23	16:23	16:01
18	08:26	07:35	06:31	06:17	05:18	04:51	05:12	06:02	06:55	07:49	07:47	08:30
	16:34	17:33	18:26	20:23	21:15	21:50	21:38	20:45	19:32	18:20	16:21	16:01
19	08:25	07:33	06:29	06:15	05:16	04:51	05:13	06:03	06:57	07:51	07:49	08:30
	16:36	17:35	18:28	20:24	21:17	21:50	21:37	20:42	19:30	18:18	16:20	16:01
20	08:23	07:31	06:26	06:13	05:15	04:51	05:15	06:05	06:59	07:52	07:51	08:31
	16:37	17:37	18:30	20:26	21:18	21:51	21:36	20:40	19:27	18:16	16:18	16:02
21	08:22	07:29	06:24	06:10	05:13	04:51	05:16	06:07	07:01	07:54	07:52	08:32
	16:39	17:39	18:32	20:28	21:20	21:51	21:35	20:38	19:25	18:14	16:17	16:02
22	08:21	07:27	06:21	06:08	05:12	04:51	05:18	06:09	07:02	07:56	07:54	08:32
	16:41	17:41	18:34	20:30	21:22	21:51	21:33	20:36	19:22	18:12	16:16	16:02
23	08:20	07:24	06:19	06:06	05:10	04:51	05:19	06:10	07:04	07:58	07:56	08:33
	16:43	17:43	18:35	20:32	21:23	21:52	21:32	20:34	19:20	18:09	16:15	16:03
24	08:19	07:22	06:17	06:04	05:09	04:52	05:21	06:12	07:06	08:00	07:58	08:33
	16:45	17:45	18:37	20:34	21:25	21:52	21:31	20:31	19:17	18:07	16:13	16:03
25	08:17	07:20	06:14	06:02	05:08	04:52	05:22	06:14	07:08	08:02	07:59	08:34
	16:46	17:47	18:39	20:35	21:26	21:52	21:29	20:29	19:15	18:05	16:12	16:04
26	08:16	07:18	06:12	05:59	05:06	04:52	05:24	06:16	07:09	08:04	08:01	08:34
	16:48	17:49	18:41	20:37	21:27	21:52	21:28	20:27	19:12	18:03	16:11	16:05
27	08:15	07:15	06:09	05:57	05:05	04:53	05:25	06:17	07:11	07:06	08:03	08:34
	16:50	17:51	18:43	20:39	21:29	21:52	21:26	20:25	19:10	17:01	16:10	16:05
28	08:13	07:13	06:07	05:55	05:04	04:53	05:27	06:19	07:13	07:07	08:04	08:35
	16:52	17:53	18:45	20:41	21:30	21:52	21:24	20:22	19:08	16:59	16:09	16:06
29	08:12		06:04	05:53	05:03	04:54	05:28	06:21	07:15	07:09	08:06	08:35
	16:54		18:46	20:43	21:32	21:52	21:23	20:20	19:05	16:57	16:08	16:07
30	08:10		06:02	05:51	05:02	04:54	05:30	06:23	07:16	07:11	08:08	08:35
	16:56		18:48	20:44	21:33	21:51	21:21	20:18	19:03	16:55	16:07	16:08
31	08:08		07:00		05:01		05:31	06:24		07:13		08:35
	16:58		19:50		21:34		21:20	20:15		16:53		16:09
Sonnenscheinstunden	251	273	365	417	490	507	510	460	383	331	262	236
astr.max.mögl.Beschattung												
Red.Sonnenscheinwahrsch.												
Reduktion Betriebsdauer												
Reduktion Windrichtung												
Gesamte Reduktion												
Met.wahrsch.Beschattung												

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 10 - Stellheide Hollinder Weg 2B

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar	Februar	März			April			Mai			Juni		
1	08:35	08:07	07:11			06:57		07:23 (1)	05:49			05:00		05:32 (4)
	16:10	17:00	17:55			19:52	17	07:40 (1)	20:46			21:36	7	05:39 (4)
2	08:35	08:05	07:09		07:35 (2)	06:55		07:20 (1)	05:47			04:59		05:31 (4)
	16:11	17:02	17:57	11	07:46 (2)	19:54	21	07:41 (1)	20:48			21:37	9	05:40 (4)
3	08:35	08:04	07:07		07:33 (2)	06:53		07:18 (1)	05:45			04:58		05:30 (4)
	16:12	17:04	17:58	16	07:49 (2)	19:56	23	07:41 (1)	20:50			21:38	11	05:41 (4)
4	08:35	08:02	07:04		07:30 (2)	06:50		07:15 (1)	05:43			04:57		05:30 (4)
	16:14	17:06	18:00	20	07:50 (2)	19:57	26	07:41 (1)	20:52			21:39	13	05:43 (4)
5	08:35	08:00	07:02		07:28 (2)	06:48		07:13 (1)	05:41			04:56		05:29 (4)
	16:15	17:08	18:02	24	07:52 (2)	19:59	28	07:41 (1)	20:53			21:40	14	05:43 (4)
6	08:34	07:59	07:00		07:26 (2)	06:45		07:12 (1)	05:39			04:56		05:29 (4)
	16:16	17:10	18:04	28	07:54 (2)	20:01	30	07:42 (1)	20:55			21:41	15	05:44 (4)
7	08:34	07:57	06:57		07:23 (2)	06:43		07:11 (1)	05:37			04:55		05:28 (4)
	16:17	17:12	18:06	31	07:54 (2)	20:03	30	07:41 (1)	20:57			21:42	16	05:44 (4)
8	08:33	07:55	06:55		07:21 (2)	06:41		07:11 (1)	05:35			04:54		05:27 (4)
	16:19	17:14	18:08	34	07:55 (2)	20:05	30	07:41 (1)	20:59			21:43	18	05:45 (4)
9	08:33	07:53	06:53		07:20 (2)	06:38		07:11 (1)	05:33			04:54		05:27 (4)
	16:20	17:16	18:10	35	07:55 (2)	20:07	30	07:41 (1)	21:00			21:44	19	05:46 (4)
10	08:32	07:51	06:50		07:19 (2)	06:36		07:10 (1)	05:31			04:53		05:27 (4)
	16:21	17:18	18:12	36	07:55 (2)	20:08	29	07:39 (1)	21:02			21:45	19	05:46 (4)
11	08:32	07:49	06:48		07:14 (3)	06:34		07:11 (1)	05:30			04:53		05:26 (4)
	16:23	17:20	18:14	40	07:56 (2)	20:10	28	07:39 (1)	21:04			21:46	20	05:46 (4)
12	08:31	07:47	06:46		07:11 (3)	06:31		07:12 (1)	05:28			04:52		05:26 (4)
	16:24	17:21	18:15	44	07:55 (2)	20:12	26	07:38 (1)	21:06			21:47	21	05:47 (4)
13	08:30	07:45	06:43		07:09 (3)	06:29		07:12 (1)	05:26			04:52		05:26 (4)
	16:26	17:23	18:17	46	07:55 (2)	20:14	24	07:36 (1)	21:07			21:47	22	05:48 (4)
14	08:30	07:43	06:41		07:06 (3)	06:26		07:13 (1)	05:24			04:52		05:26 (4)
	16:28	17:25	18:19	48	07:54 (2)	20:16	22	07:35 (1)	21:09			21:48	22	05:48 (4)
15	08:29	07:41	06:38		07:04 (3)	06:24		07:14 (1)	05:23			04:51		05:25 (4)
	16:29	17:27	18:21	50	07:54 (2)	20:17	19	07:33 (1)	21:11			21:49	23	05:48 (4)
16	08:28	07:39	06:36		07:01 (3)	06:22		07:17 (1)	05:21			04:51		05:25 (4)
	16:31	17:29	18:23	52	07:53 (2)	20:19	14	07:31 (1)	21:12			21:49	23	05:48 (4)
17	08:27	07:37	06:34		06:59 (3)	06:20		07:20 (1)	05:19			04:51		05:25 (4)
	16:32	17:31	18:25	54	07:53 (2)	20:21	6	07:26 (1)	21:14			21:50	23	05:48 (4)
18	08:26	07:35	06:31		06:57 (3)	06:17			05:18			04:51		05:25 (4)
	16:34	17:33	18:26	55	07:52 (2)	20:23			21:15			21:50	24	05:49 (4)
19	08:25	07:33	06:29		06:56 (3)	06:15			05:16			04:51		05:25 (4)
	16:36	17:35	18:28	55	07:51 (2)	20:25			21:17			21:51	24	05:49 (4)
20	08:24	07:31	06:26		06:57 (3)	06:13			05:15			04:51		05:25 (4)
	16:38	17:37	18:30	51	07:50 (2)	20:26			21:19			21:51	24	05:49 (4)
21	08:23	07:29	06:24		06:57 (3)	06:11			05:13			04:51		05:26 (4)
	16:39	17:39	18:32	46	07:47 (2)	20:28			21:20			21:51	24	05:50 (4)
22	08:21	07:27	06:22		06:58 (3)	06:08			05:12			04:51		05:26 (4)
	16:41	17:41	18:34	41	07:46 (2)	20:30			21:22			21:52	24	05:50 (4)
23	08:20	07:25	06:19		06:59 (3)	06:06			05:10			04:51		05:26 (4)
	16:43	17:43	18:36	33	07:43 (2)	20:32			21:23			21:52	24	05:50 (4)
24	08:19	07:22	06:17		07:03 (3)	06:04			05:09			04:52		05:26 (4)
	16:45	17:45	18:37	20	07:40 (2)	20:34			21:25			21:52	24	05:50 (4)
25	08:18	07:20	06:14			06:02			05:08			04:52		05:27 (4)
	16:47	17:47	18:39			20:36			21:26			21:52	24	05:51 (4)
26	08:16	07:18	06:12			06:00			05:07			04:52		05:27 (4)
	16:48	17:49	18:41			20:37			21:28			21:52	24	05:51 (4)
27	08:15	07:16	06:09			05:57			05:05			04:53		05:27 (4)
	16:50	17:51	18:43			20:39			21:29			21:52	23	05:50 (4)
28	08:13	07:13	06:07			05:55			05:04			04:53		05:28 (4)
	16:52	17:53	18:45			20:41			21:30			21:52	23	05:51 (4)
29	08:12		06:05		06:30 (1)	05:53			05:03			04:54		05:28 (4)
	16:54		18:47	5	06:35 (1)	20:43			21:32			21:52	23	05:51 (4)
30	08:10		06:02		06:27 (1)	05:51			05:02		05:34 (4)	04:54		05:29 (4)
	16:56		18:48	10	06:37 (1)	20:44			21:33	2	05:36 (4)	21:52	22	05:51 (4)
31	08:09		07:00		07:25 (1)				05:01		05:33 (4)			
	16:58		19:50	14	07:39 (1)				21:34	5	05:38 (4)			
Sonnenscheinstunden	251	273	365			417			490			507		
astr.max.mögl.Beschattung				899			403			7			602	
Red.Sonnenscheinwahrsch.				0.28			0.37			0.43			0.39	
Reduktion Betriebsdauer				0.95			0.95			0.95			0.95	
Reduktion Windrichtung				0.67			0.72			0.71			0.71	
Gesamte Reduktion				0.17			0.25			0.29			0.26	
Met.wahrsch.Beschattung				157			102			2			156	

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 10 - Stellheide Hollinder Weg 2B

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Juli			August			September			Oktober			November	Dezember
1	04:55		05:30 (4)	05:33			06:26		07:11 (1)	07:18		07:46 (3)	07:15	08:09
	21:51	22	05:52 (4)	21:18			20:13	25	07:36 (1)	19:01	48	08:34 (2)	16:51	16:07
2	04:56		05:30 (4)	05:35			06:28		07:10 (1)	07:20		07:48 (3)	07:17	08:11
	21:51	21	05:51 (4)	21:16			20:11	27	07:37 (1)	18:58	46	08:34 (2)	16:49	16:06
3	04:56		05:31 (4)	05:36			06:30		07:09 (1)	07:22		07:50 (3)	07:19	08:12
	21:51	20	05:51 (4)	21:15			20:08	28	07:37 (1)	18:56	44	08:34 (2)	16:47	16:05
4	04:57		05:32 (4)	05:38			06:31		07:08 (1)	07:24		07:52 (3)	07:21	08:14
	21:50	19	05:51 (4)	21:13			20:06	29	07:37 (1)	18:53	40	08:34 (2)	16:45	16:04
5	04:58		05:33 (4)	05:40			06:33		07:08 (1)	07:25		07:56 (2)	07:23	08:15
	21:50	18	05:51 (4)	21:11			20:04	30	07:38 (1)	18:51	36	08:32 (2)	16:43	16:04
6	04:59		05:33 (4)	05:41			06:35		07:07 (1)	07:27		07:57 (2)	07:25	08:17
	21:49	17	05:50 (4)	21:09			20:01	30	07:37 (1)	18:48	35	08:32 (2)	16:41	16:03
7	05:00		05:34 (4)	05:43			06:37		07:07 (1)	07:29		07:57 (2)	07:27	08:18
	21:49	16	05:50 (4)	21:07			19:59	30	07:37 (1)	18:46	34	08:31 (2)	16:39	16:03
8	05:01		05:35 (4)	05:45			06:38		07:07 (1)	07:31		07:59 (2)	07:29	08:19
	21:48	15	05:50 (4)	21:05			19:56	30	07:37 (1)	18:44	31	08:30 (2)	16:38	16:02
9	05:02		05:36 (4)	05:46			06:40		07:08 (1)	07:33		08:01 (2)	07:30	08:21
	21:47	14	05:50 (4)	21:03			19:54	27	07:35 (1)	18:41	28	08:29 (2)	16:36	16:02
10	05:03		05:37 (4)	05:48			06:42		07:10 (1)	07:34		08:03 (2)	07:32	08:22
	21:46	12	05:49 (4)	21:01			19:52	25	07:35 (1)	18:39	24	08:27 (2)	16:34	16:02
11	05:04		05:38 (4)	05:50			06:43		07:12 (1)	07:36		08:05 (2)	07:34	08:23
	21:46	11	05:49 (4)	20:59			19:49	22	07:34 (1)	18:37	20	08:25 (2)	16:32	16:01
12	05:05		05:39 (4)	05:52			06:45		07:13 (1)	07:38		08:06 (2)	07:36	08:24
	21:45	9	05:48 (4)	20:57			19:47	19	07:32 (1)	18:34	16	08:22 (2)	16:31	16:01
13	05:06		05:40 (4)	05:53			06:47		07:15 (1)	07:40		08:08 (2)	07:38	08:25
	21:44	7	05:47 (4)	20:55			19:44	16	07:31 (1)	18:32	11	08:19 (2)	16:29	16:01
14	05:07		05:41 (4)	05:55			06:49		07:17 (1)	07:42			07:40	08:26
	21:43	5	05:46 (4)	20:53			19:42	13	07:30 (1)	18:30			16:27	16:01
15	05:08		05:42 (4)	05:57			06:50		07:18 (1)	07:43			07:42	08:27
	21:42	2	05:44 (4)	20:51			19:39	8	07:26 (1)	18:27			16:26	16:01
16	05:10			05:58			06:52		07:20 (1)	07:45			07:44	08:28
	21:41			20:49			19:37	3	07:23 (1)	18:25			16:24	16:01
17	05:11			06:00			06:54			07:47			07:45	08:29
	21:40			20:47			19:35			18:23			16:23	16:01
18	05:12			06:02			06:56			07:49			07:47	08:30
	21:39			20:45			19:32			18:21			16:21	16:01
19	05:14			06:04			06:57			07:51			07:49	08:31
	21:37			20:43			19:30			18:18			16:20	16:01
20	05:15			06:05			06:59		08:17 (2)	07:53			07:51	08:31
	21:36			20:40			19:27	5	08:22 (2)	18:16			16:19	16:02
21	05:16			06:07			07:01		07:48 (3)	07:54			07:53	08:32
	21:35			20:38			19:25	24	08:27 (2)	18:14			16:17	16:02
22	05:18			06:09			07:02		07:44 (3)	07:56			07:54	08:33
	21:34			20:36			19:22	35	08:29 (2)	18:12			16:16	16:02
23	05:19			06:11			07:04		07:42 (3)	07:58			07:56	08:33
	21:32			20:34			19:20	43	08:31 (2)	18:09			16:15	16:03
24	05:21			06:12			07:06		07:41 (3)	08:00			07:58	08:34
	21:31			20:32			19:18	48	08:32 (2)	18:07			16:13	16:03
25	05:22			06:14			07:08		07:40 (3)	08:02			08:00	08:34
	21:29			20:29			19:15	52	08:33 (2)	18:05			16:12	16:04
26	05:24			06:16			07:09		07:39 (3)	08:04			08:01	08:34
	21:28			20:27			19:13	54	08:33 (2)	18:03			16:11	16:05
27	05:25			06:17			07:11		07:39 (3)	07:06			08:03	08:35
	21:26			20:25			19:10	55	08:34 (2)	17:01			16:10	16:05
28	05:27			06:19		07:20 (1)	07:13		07:41 (3)	07:08			08:05	08:35
	21:25			20:22	11	07:31 (1)	19:08	54	08:35 (2)	16:59			16:09	16:06
29	05:28			06:21		07:16 (1)	07:15		07:43 (3)	07:10			08:06	08:35
	21:23			20:20	17	07:33 (1)	19:05	52	08:35 (2)	16:57			16:08	16:07
30	05:30			06:23		07:14 (1)	07:17		07:44 (3)	07:11			08:08	08:35
	21:21			20:18	21	07:35 (1)	19:03	50	08:34 (2)	16:55			16:07	16:08
31	05:32			06:24		07:12 (1)				07:13				08:35
	21:20			20:15	23	07:35 (1)				16:53				16:09
Sonnenscheinstunden	510			460			383			331			262	236
astr.max.mögl.Beschattung		208			72			834			413			
Red.Sonnenscheinwahrsch.		0.38			0.42			0.35			0.29			
Reduktion Betriebsdauer		0.95			0.95			0.95			0.95			
Reduktion Windrichtung		0.71			0.72			0.69			0.66			
Gesamte Reduktion		0.25			0.29			0.23			0.18			
Met.wahrsch.Beschattung		53			21			190			75			

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 11 - Stellheide Hollinder Weg 1

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar	Februar	März			April			Mai	Juni		
1	08:35	08:07	07:11			06:57			05:49	05:00		
	16:10	17:00	17:55			19:52			20:46	21:36		
2	08:35	08:05	07:09			06:55			05:47	04:59		
	16:11	17:02	17:57			19:54			20:48	21:37		
3	08:35	08:04	07:07			06:53		07:18 (1)	05:45	04:58		
	16:12	17:04	17:58			19:56	3	07:21 (1)	20:50	21:38		
4	08:35	08:02	07:04			06:50		07:15 (1)	05:43	04:57		
	16:14	17:06	18:00			19:57	9	07:24 (1)	20:52	21:39		
5	08:35	08:00	07:02			06:48		07:13 (1)	05:41	04:56		
	16:15	17:08	18:02			19:59	13	07:26 (1)	20:53	21:40		
6	08:34	07:59	07:00			06:45		07:11 (1)	05:39	04:56		
	16:16	17:10	18:04			20:01	17	07:28 (1)	20:55	21:41		
7	08:34	07:57	06:57		07:24 (2)	06:43		07:08 (1)	05:37	04:55		
	16:17	17:12	18:06	6	07:30 (2)	20:03	20	07:28 (1)	20:57	21:42		
8	08:33	07:55	06:55		07:21 (2)	06:41		07:06 (1)	05:35	04:54		
	16:19	17:14	18:08	14	07:35 (2)	20:05	23	07:29 (1)	20:59	21:43		
9	08:33	07:53	06:53		07:18 (2)	06:38		07:04 (1)	05:33	04:54		
	16:20	17:16	18:10	19	07:37 (2)	20:07	26	07:30 (1)	21:00	21:44		
10	08:32	07:51	06:50		07:16 (2)	06:36		07:01 (1)	05:31	04:53		
	16:21	17:18	18:12	23	07:39 (2)	20:08	28	07:29 (1)	21:02	21:45		
11	08:32	07:49	06:48		07:14 (2)	06:34		06:59 (1)	05:30	04:53		
	16:23	17:20	18:14	27	07:41 (2)	20:10	30	07:29 (1)	21:04	21:46		
12	08:31	07:47	06:46		07:11 (2)	06:31		06:59 (1)	05:28	04:52		
	16:24	17:21	18:15	30	07:41 (2)	20:12	31	07:30 (1)	21:06	21:47		
13	08:30	07:45	06:43		07:09 (2)	06:29		06:58 (1)	05:26	04:52		
	16:26	17:23	18:17	34	07:43 (2)	20:14	31	07:29 (1)	21:07	21:47		
14	08:30	07:43	06:41		07:06 (3)	06:26		06:58 (1)	05:24	04:52		
	16:28	17:25	18:19	37	07:43 (2)	20:16	31	07:29 (1)	21:09	21:48		
15	08:29	07:41	06:38		07:04 (3)	06:24		06:58 (1)	05:23	04:51		
	16:29	17:27	18:21	39	07:43 (2)	20:17	30	07:28 (1)	21:11	21:49		
16	08:28	07:39	06:36		07:01 (3)	06:22		06:58 (1)	05:21	04:51		
	16:31	17:29	18:23	42	07:43 (2)	20:19	30	07:28 (1)	21:12	21:49		
17	08:27	07:37	06:34		06:59 (3)	06:20		06:58 (1)	05:19	04:51		
	16:32	17:31	18:25	44	07:43 (2)	20:21	28	07:26 (1)	21:14	21:50		
18	08:26	07:35	06:31		06:57 (3)	06:17		06:58 (1)	05:18	04:51		
	16:34	17:33	18:26	47	07:44 (2)	20:23	27	07:25 (1)	21:15	21:50		
19	08:25	07:33	06:29		06:54 (3)	06:15		06:59 (1)	05:16	04:51		05:25 (4)
	16:36	17:35	18:28	49	07:43 (2)	20:25	25	07:24 (1)	21:17	21:51	1	05:26 (4)
20	08:24	07:31	06:26		06:52 (3)	06:13		07:00 (1)	05:15	04:51		05:25 (4)
	16:38	17:37	18:30	51	07:43 (2)	20:26	23	07:23 (1)	21:19	21:51	1	05:26 (4)
21	08:23	07:29	06:24		06:49 (3)	06:11		07:02 (1)	05:13	04:51		05:26 (4)
	16:39	17:39	18:32	53	07:42 (2)	20:28	20	07:22 (1)	21:20	21:51	2	05:28 (4)
22	08:21	07:27	06:22		06:47 (3)	06:08		07:03 (1)	05:12	04:51		05:26 (4)
	16:41	17:41	18:34	55	07:42 (2)	20:30	17	07:20 (1)	21:22	21:52	2	05:28 (4)
23	08:20	07:25	06:19		06:47 (3)	06:06		07:05 (1)	05:10	04:51		05:26 (4)
	16:43	17:43	18:36	53	07:40 (2)	20:32	11	07:16 (1)	21:23	21:52	2	05:28 (4)
24	08:19	07:22	06:17		06:48 (3)	06:04			05:09	04:52		05:26 (4)
	16:45	17:45	18:37	52	07:40 (2)	20:34			21:25	21:52	1	05:27 (4)
25	08:17	07:20	06:14		06:48 (3)	06:02			05:08	04:52		05:27 (4)
	16:47	17:47	18:39	50	07:38 (2)	20:36			21:26	21:52	1	05:28 (4)
26	08:16	07:18	06:12		06:49 (3)	06:00			05:07	04:52		
	16:48	17:49	18:41	48	07:37 (2)	20:37			21:28	21:52		
27	08:15	07:16	06:09		06:51 (3)	05:57			05:05	04:53		
	16:50	17:51	18:43	44	07:36 (2)	20:39			21:29	21:52		
28	08:13	07:13	06:07		06:53 (3)	05:55			05:04	04:53		
	16:52	17:53	18:45	34	07:34 (2)	20:41			21:30	21:52		
29	08:12		06:05		07:09 (2)	05:53			05:03	04:54		
	16:54		18:47	23	07:32 (2)	20:43			21:32	21:52		
30	08:10		06:02		07:10 (2)	05:51			05:02	04:54		
	16:56		18:48	19	07:29 (2)	20:44			21:33	21:52		
31	08:09		07:00		08:14 (2)				05:01			
	16:58		19:50	11	08:25 (2)				21:34			
Sonnenscheinstunden	251	273	365			417			490	507		
astr.max.mögl.Beschattung				904			473				10	
Red.Sonnenscheinwahrsch.				0.28			0.37				0.39	
Reduktion Betriebsdauer				0.95			0.95				0.95	
Reduktion Windrichtung				0.68			0.72				0.70	
Gesamte Reduktion				0.18			0.25				0.26	
Met.wahrsch.Beschattung				161			121				3	

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 11 - Stellheide Hollinder Weg 1

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Juli	August			September			Oktober			November	Dezember
1	04:55	05:33			06:26		06:57 (1)	07:18		07:47 (2)	07:15	08:09
	21:51	21:18			20:13	32	07:29 (1)	19:01	35	08:22 (2)	16:51	16:07
2	04:56	05:35			06:28		06:58 (1)	07:20		07:48 (2)	07:17	08:11
	21:51	21:16			20:11	30	07:28 (1)	18:58	33	08:21 (2)	16:49	16:06
3	04:56	05:36			06:30		06:58 (1)	07:22		07:50 (2)	07:19	08:12
	21:51	21:15			20:08	29	07:27 (1)	18:56	30	08:20 (2)	16:47	16:05
4	04:57	05:38			06:31		07:00 (1)	07:24		07:52 (2)	07:21	08:14
	21:50	21:13			20:06	27	07:27 (1)	18:53	27	08:19 (2)	16:45	16:04
5	04:58	05:40			06:33		07:02 (1)	07:25		07:53 (2)	07:23	08:15
	21:50	21:11			20:04	24	07:26 (1)	18:51	23	08:16 (2)	16:43	16:04
6	04:59	05:41			06:35		07:03 (1)	07:27		07:55 (2)	07:25	08:17
	21:49	21:09			20:01	21	07:24 (1)	18:48	19	08:14 (2)	16:41	16:03
7	05:00	05:43			06:37		07:05 (1)	07:29		07:57 (2)	07:27	08:18
	21:49	21:07			19:59	18	07:23 (1)	18:46	14	08:11 (2)	16:39	16:03
8	05:01	05:45			06:38		07:07 (1)	07:31		08:00 (2)	07:29	08:19
	21:48	21:05			19:56	15	07:22 (1)	18:44	6	08:06 (2)	16:38	16:02
9	05:02	05:46			06:40		07:08 (1)	07:33			07:30	08:21
	21:47	21:03			19:54	11	07:19 (1)	18:41			16:36	16:02
10	05:03	05:48			06:42		07:10 (1)	07:34			07:32	08:22
	21:46	21:01			19:52	7	07:17 (1)	18:39			16:34	16:02
11	05:04	05:50			06:43			07:36			07:34	08:23
	21:46	20:59			19:49			18:37			16:32	16:01
12	05:05	05:52			06:45			07:38			07:36	08:24
	21:45	20:57			19:47			18:34			16:31	16:01
13	05:06	05:53			06:47			07:40			07:38	08:25
	21:44	20:55			19:44			18:32			16:29	16:01
14	05:07	05:55			06:49		08:04 (2)	07:42			07:40	08:26
	21:43	20:53			19:42	14	08:18 (2)	18:30			16:27	16:01
15	05:08	05:57			06:50		08:00 (2)	07:43			07:42	08:27
	21:42	20:51			19:39	20	08:20 (2)	18:27			16:26	16:01
16	05:10	05:58			06:52		07:57 (2)	07:45			07:44	08:28
	21:41	20:49			19:37	25	08:22 (2)	18:25			16:24	16:01
17	05:11	06:00			06:54		07:41 (3)	07:47			07:45	08:29
	21:40	20:47			19:35	38	08:24 (2)	18:23			16:23	16:01
18	05:12	06:02			06:56		07:39 (3)	07:49			07:47	08:30
	21:39	20:45			19:32	46	08:25 (2)	18:21			16:21	16:01
19	05:14	06:04			06:57		07:36 (3)	07:51			07:49	08:31
	21:37	20:43			19:30	49	08:25 (2)	18:18			16:20	16:01
20	05:15	06:05			06:59		07:35 (3)	07:53			07:51	08:31
	21:36	20:40			19:27	51	08:26 (2)	18:16			16:19	16:02
21	05:16	06:07		07:12 (1)	07:01		07:34 (3)	07:54			07:53	08:32
	21:35	20:38	8	07:20 (1)	19:25	53	08:27 (2)	18:14			16:17	16:02
22	05:18	06:09		07:09 (1)	07:02		07:32 (3)	07:56			07:54	08:33
	21:34	20:36	15	07:24 (1)	19:22	54	08:26 (2)	18:12			16:16	16:02
23	05:19	06:11		07:06 (1)	07:04		07:32 (3)	07:58			07:56	08:33
	21:32	20:34	19	07:25 (1)	19:20	54	08:26 (2)	18:09			16:15	16:03
24	05:21	06:12		07:04 (1)	07:06		07:34 (3)	08:00			07:58	08:34
	21:31	20:32	22	07:26 (1)	19:18	53	08:27 (2)	18:07			16:13	16:03
25	05:22	06:14		07:03 (1)	07:08		07:36 (3)	08:02			08:00	08:34
	21:29	20:29	25	07:28 (1)	19:15	51	08:27 (2)	18:05			16:12	16:04
26	05:24	06:16		07:01 (1)	07:09		07:37 (3)	08:04			08:01	08:34
	21:28	20:27	27	07:28 (1)	19:13	49	08:26 (2)	18:03			16:11	16:05
27	05:25	06:17		07:01 (1)	07:11		07:39 (3)	07:06			08:03	08:35
	21:26	20:25	28	07:29 (1)	19:10	46	08:25 (2)	17:01			16:10	16:05
28	05:27	06:19		07:00 (1)	07:13		07:41 (3)	07:08			08:05	08:35
	21:25	20:22	29	07:29 (1)	19:08	44	08:25 (2)	16:59			16:09	16:06
29	05:28	06:21		06:59 (1)	07:15		07:43 (3)	07:10			08:06	08:35
	21:23	20:20	30	07:29 (1)	19:05	42	08:25 (2)	16:57			16:08	16:07
30	05:30	06:23		06:59 (1)	07:16		07:44 (3)	07:11			08:08	08:35
	21:21	20:18	30	07:29 (1)	19:03	39	08:23 (2)	16:55			16:07	16:08
31	05:32	06:24		06:57 (1)				07:13				08:35
	21:20	20:15	31	07:28 (1)				16:53				16:09
Sonnenscheinstunden	510	460			383			331			262	236
astr.max.mögl.Beschattung			264			942			187			
Red.Sonnenscheinwahrsch.			0.42			0.35			0.29			
Reduktion Betriebsdauer			0.95			0.95			0.95			
Reduktion Windrichtung			0.72			0.69			0.67			
Gesamte Reduktion			0.29			0.23			0.19			
Met.wahrsch.Beschattung			77			215			35			

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 12 - Stellheide Am Eribaplatz 1

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar	Februar	März		April		Mai		Juni
1	08:35	08:07	07:11		06:57		07:35 (3)	05:49	06:45 (1)	05:00
	16:10	17:00	17:55		19:52	45	08:20 (2)	20:46	16	07:01 (1)	21:36
2	08:35	08:05	07:09		06:55		07:36 (3)	05:47	06:47 (1)	04:59
	16:11	17:02	17:57		19:54	42	08:18 (2)	20:48	11	06:58 (1)	21:37
3	08:35	08:04	07:07		06:53		07:39 (3)	05:45	04:58
	16:12	17:04	17:58		19:56	39	08:18 (2)	20:50	21:38
4	08:35	08:02	07:04		06:50		07:41 (2)	05:43	04:57
	16:14	17:06	18:00		19:57	35	08:16 (2)	20:52	21:39
5	08:35	08:00	07:02		06:48		07:42 (2)	05:41	04:56
	16:15	17:08	18:02		19:59	33	08:15 (2)	20:53	21:40
6	08:34	07:59	07:00		06:45		07:43 (2)	05:39	04:56
	16:16	17:10	18:04		20:01	31	08:14 (2)	20:55	21:41
7	08:34	07:57	06:57		06:43		07:43 (2)	05:37	04:55
	16:17	17:12	18:06		20:03	29	08:12 (2)	20:57	21:42
8	08:33	07:55	06:55		06:41		07:45 (2)	05:35	04:54
	16:19	17:14	18:08		20:05	25	08:10 (2)	20:59	21:43
9	08:33	07:53	06:53		06:38		07:47 (2)	05:33	04:54
	16:20	17:16	18:10		20:07	21	08:08 (2)	21:00	21:44
10	08:32	07:51	06:50		06:36		07:49 (2)	05:31	04:53
	16:21	17:18	18:12		20:08	15	08:04 (2)	21:02	21:45
11	08:32	07:49	06:48		06:34		06:59 (1)	05:30	04:53
	16:23	17:20	18:14		20:10	4	07:03 (1)	21:04	21:46
12	08:31	07:47	06:46		06:31		06:57 (1)	05:28	04:52
	16:24	17:21	18:15		20:12	9	07:06 (1)	21:06	21:47
13	08:30	07:45	06:43		06:29		06:54 (1)	05:26	04:52
	16:26	17:23	18:17		20:14	13	07:07 (1)	21:07	21:47
14	08:30	07:43	06:41		06:27		06:52 (1)	05:24	04:52
	16:28	17:25	18:19		20:16	17	07:09 (1)	21:09	21:48
15	08:29	07:41	06:38		06:24		06:50 (1)	05:23	04:51
	16:29	17:27	18:21		20:17	20	07:10 (1)	21:11	21:49
16	08:28	07:39	06:36		06:22		06:48 (1)	05:21	04:51
	16:31	17:29	18:23		20:19	23	07:11 (1)	21:12	21:49
17	08:27	07:37	06:34		06:59 (2)	06:20		06:45 (1)	05:19	04:51
	16:32	17:31	18:25	12	07:11 (2)	20:21	25	07:10 (1)	21:14	21:50
18	08:26	07:35	06:31		06:57 (2)	06:17		06:43 (1)	05:18	04:51
	16:34	17:33	18:26	18	07:15 (2)	20:23	28	07:11 (1)	21:15	21:50
19	08:25	07:33	06:29		06:54 (2)	06:15		06:41 (1)	05:16	04:51
	16:36	17:35	18:28	22	07:16 (2)	20:25	30	07:11 (1)	21:17	21:51
20	08:24	07:31	06:26		06:52 (2)	06:13		06:40 (1)	05:15	04:51
	16:38	17:37	18:30	26	07:18 (2)	20:26	31	07:11 (1)	21:19	21:51
21	08:23	07:29	06:24		06:49 (2)	06:11		06:40 (1)	05:13	04:51
	16:39	17:39	18:32	30	07:19 (2)	20:28	31	07:11 (1)	21:20	21:51
22	08:21	07:27	06:22		06:47 (2)	06:08		06:40 (1)	05:12	04:51
	16:41	17:41	18:34	33	07:20 (2)	20:30	31	07:11 (1)	21:22	21:52
23	08:20	07:25	06:19		06:44 (3)	06:06		06:39 (1)	05:10	04:51
	16:43	17:43	18:36	36	07:20 (2)	20:32	31	07:10 (1)	21:23	21:52
24	08:19	07:22	06:17		06:42 (3)	06:04		06:39 (1)	05:09	04:52
	16:45	17:45	18:37	39	07:21 (2)	20:34	30	07:09 (1)	21:25	21:52
25	08:17	07:20	06:14		06:39 (3)	06:02		06:40 (1)	05:08	04:52
	16:47	17:47	18:39	42	07:21 (2)	20:35	29	07:09 (1)	21:26	21:52
26	08:16	07:18	06:12		06:37 (3)	06:00		06:40 (1)	05:07	04:52
	16:48	17:49	18:41	44	07:21 (2)	20:37	28	07:08 (1)	21:28	21:52
27	08:15	07:16	06:09		06:35 (3)	05:57		06:41 (1)	05:05	04:53
	16:50	17:51	18:43	47	07:22 (2)	20:39	26	07:07 (1)	21:29	21:52
28	08:13	07:13	06:07		06:33 (3)	05:55		06:41 (1)	05:04	04:53
	16:52	17:53	18:45	48	07:21 (2)	20:41	25	07:06 (1)	21:30	21:52
29	08:12		06:05		06:33 (3)	05:53		06:42 (1)	05:03	04:54
	16:54		18:47	48	07:21 (2)	20:43	23	07:05 (1)	21:32	21:52
30	08:10		06:02		06:33 (3)	05:51		06:44 (1)	05:02	04:54
	16:56		18:48	47	07:20 (2)	20:44	19	07:03 (1)	21:33	21:52
31	08:09		07:00		07:34 (3)				05:01	
	16:58		19:50	46	08:20 (2)				21:34	
Sonnenscheinstunden	251	273	365		417			490		507
astr.max.mögl.Beschattung				538		788			27	
Red.Sonnenscheinwahrsch.				0.28		0.37			0.43	
Reduktion Betriebsdauer				0.95		0.95			0.95	
Reduktion Windrichtung				0.70		0.71			0.72	
Gesamte Reduktion				0.18		0.25			0.29	
Met.wahrsch.Beschattung				99		199			8	

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de
Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 12 - Stellheide Am Eribaplatz 1

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Juli	August			September			Oktober	November	Dezember
1	04:55	05:33			06:26		06:55 (1)	07:18	07:15	08:09
	21:51	21:18			20:13	11	07:06 (1)	19:01	16:51	16:07
2	04:56	05:35			06:28		06:57 (1)	07:20	07:17	08:11
	21:51	21:16			20:11	7	07:04 (1)	18:58	16:49	16:06
3	04:56	05:36			06:30		07:49 (2)	07:22	07:19	08:12
	21:51	21:15			20:08	11	08:00 (2)	18:56	16:47	16:05
4	04:57	05:38			06:31		07:45 (2)	07:24	07:21	08:14
	21:50	21:13			20:06	18	08:03 (2)	18:53	16:45	16:04
5	04:58	05:40			06:33		07:43 (2)	07:25	07:23	08:15
	21:50	21:11			20:04	23	08:06 (2)	18:51	16:43	16:04
6	04:59	05:41			06:35		07:40 (2)	07:27	07:25	08:17
	21:49	21:09			20:01	27	08:07 (2)	18:48	16:41	16:03
7	05:00	05:43			06:37		07:39 (2)	07:29	07:27	08:18
	21:49	21:07			19:59	29	08:08 (2)	18:46	16:39	16:03
8	05:01	05:45			06:38		07:37 (2)	07:31	07:29	08:19
	21:48	21:05			19:56	33	08:10 (2)	18:44	16:38	16:02
9	05:02	05:46			06:40		07:35 (2)	07:33	07:30	08:21
	21:47	21:03			19:54	35	08:10 (2)	18:41	16:36	16:02
10	05:03	05:48			06:42		07:35 (2)	07:34	07:32	08:22
	21:46	21:01			19:52	35	08:10 (2)	18:39	16:34	16:02
11	05:04	05:50			06:43		07:31 (3)	07:36	07:34	08:23
	21:46	20:59			19:49	40	08:11 (2)	18:37	16:32	16:01
12	05:05	05:52		06:57 (1)	06:45		07:27 (3)	07:38	07:36	08:24
	21:45	20:57	10	07:07 (1)	19:47	44	08:11 (2)	18:34	16:31	16:01
13	05:06	05:53		06:54 (1)	06:47		07:26 (3)	07:40	07:38	08:25
	21:44	20:55	15	07:09 (1)	19:44	45	08:11 (2)	18:32	16:29	16:01
14	05:07	05:55		06:52 (1)	06:49		07:25 (3)	07:42	07:40	08:26
	21:43	20:53	19	07:11 (1)	19:42	46	08:11 (2)	18:30	16:27	16:01
15	05:08	05:57		06:50 (1)	06:50		07:23 (3)	07:43	07:42	08:27
	21:42	20:51	22	07:12 (1)	19:39	47	08:10 (2)	18:27	16:26	16:01
16	05:10	05:58		06:49 (1)	06:52		07:22 (3)	07:45	07:44	08:28
	21:41	20:49	24	07:13 (1)	19:37	48	08:10 (2)	18:25	16:24	16:01
17	05:11	06:00		06:48 (1)	06:54		07:22 (3)	07:47	07:45	08:29
	21:40	20:47	26	07:14 (1)	19:35	48	08:10 (2)	18:23	16:23	16:01
18	05:12	06:02		06:47 (1)	06:56		07:24 (3)	07:49	07:47	08:30
	21:39	20:45	27	07:14 (1)	19:32	46	08:10 (2)	18:21	16:21	16:01
19	05:14	06:04		06:46 (1)	06:57		07:25 (3)	07:51	07:49	08:31
	21:37	20:43	29	07:15 (1)	19:30	43	08:08 (2)	18:18	16:20	16:01
20	05:15	06:05		06:45 (1)	06:59		07:27 (3)	07:53	07:51	08:31
	21:36	20:40	30	07:15 (1)	19:27	41	08:08 (2)	18:16	16:19	16:02
21	05:16	06:07		06:45 (1)	07:01		07:29 (3)	07:54	07:53	08:32
	21:35	20:38	30	07:15 (1)	19:25	38	08:07 (2)	18:14	16:17	16:02
22	05:18	06:09		06:45 (1)	07:02		07:30 (3)	07:56	07:54	08:33
	21:34	20:36	31	07:16 (1)	19:22	35	08:05 (2)	18:12	16:16	16:02
23	05:19	06:11		06:44 (1)	07:04		07:32 (2)	07:58	07:56	08:33
	21:32	20:34	31	07:15 (1)	19:20	32	08:04 (2)	18:09	16:15	16:03
24	05:21	06:12		06:44 (1)	07:06		07:34 (2)	08:00	07:58	08:34
	21:31	20:32	31	07:15 (1)	19:18	29	08:03 (2)	18:07	16:13	16:03
25	05:22	06:14		06:44 (1)	07:08		07:36 (2)	08:02	08:00	08:34
	21:29	20:29	31	07:15 (1)	19:15	25	08:01 (2)	18:05	16:12	16:04
26	05:24	06:16		06:45 (1)	07:09		07:37 (2)	08:04	08:01	08:34
	21:28	20:27	29	07:14 (1)	19:13	21	07:58 (2)	18:03	16:11	16:05
27	05:25	06:17		06:47 (1)	07:11		07:39 (2)	07:06	08:03	08:35
	21:26	20:25	26	07:13 (1)	19:10	17	07:56 (2)	17:01	16:10	16:05
28	05:27	06:19		06:49 (1)	07:13		07:41 (2)	07:08	08:05	08:35
	21:25	20:22	24	07:13 (1)	19:08	11	07:52 (2)	16:59	16:09	16:06
29	05:28	06:21		06:50 (1)	07:15			07:10	08:06	08:35
	21:23	20:20	21	07:11 (1)	19:05			16:57	16:08	16:07
30	05:30	06:23		06:52 (1)	07:16			07:11	08:08	08:35
	21:21	20:18	18	07:10 (1)	19:03			16:55	16:07	16:08
31	05:32	06:24		06:53 (1)				07:13		08:35
	21:20	20:15	15	07:08 (1)				16:53		16:09
Sonnenscheinstunden	510	460			383			331	262	236
astr.max.mögl.Beschattung			489			885				
Red.Sonnenscheinwahrsch.			0.42			0.35				
Reduktion Betriebsdauer			0.95			0.95				
Reduktion Windrichtung			0.72			0.70				
Gesamte Reduktion			0.29			0.23				
Met.wahrsch.Beschattung			142			205				

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 13 - Stellheide Campingplatz "Am Eribaplatz"

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar	Februar	März			April			Mai			Juni
1	08:35	08:07	07:11			06:57		07:23 (3)	05:49		06:16 (1)	05:00
	16:10	17:00	17:55			19:52	15	07:38 (3)	20:46	51	07:38 (2)	21:36
2	08:35	08:05	07:09			06:55		07:20 (3)	05:47		06:14 (1)	04:59
	16:11	17:02	17:57			19:54	21	07:41 (2)	20:48	49	07:35 (2)	21:37
3	08:35	08:04	07:07			06:53		07:18 (3)	05:45		06:12 (1)	04:58
	16:12	17:04	17:58			19:56	27	07:45 (2)	20:50	45	07:32 (2)	21:38
4	08:35	08:02	07:04			06:50		07:15 (3)	05:43		06:11 (1)	04:57
	16:14	17:06	18:00			19:57	31	07:46 (2)	20:52	39	07:29 (2)	21:39
5	08:35	08:00	07:02			06:48		07:13 (3)	05:41		06:10 (1)	04:56
	16:15	17:08	18:02			19:59	35	07:48 (2)	20:53	33	06:43 (1)	21:40
6	08:34	07:59	07:00			06:45		07:12 (3)	05:39		06:09 (1)	04:56
	16:16	17:10	18:04			20:01	37	07:49 (2)	20:55	34	06:43 (1)	21:41
7	08:34	07:57	06:57			06:43		07:11 (3)	05:37		06:08 (1)	04:55
	16:17	17:12	18:06			20:03	39	07:50 (2)	20:57	35	06:43 (1)	21:42
8	08:33	07:55	06:55			06:41		07:11 (2)	05:35		06:08 (1)	04:54
	16:19	17:14	18:08			20:05	40	07:51 (2)	20:59	34	06:42 (1)	21:43
9	08:33	07:53	06:53			06:38		07:10 (2)	05:33		06:09 (1)	04:54
	16:20	17:16	18:10			20:07	42	07:52 (2)	21:00	34	06:43 (1)	21:44
10	08:32	07:51	06:50			06:36		07:08 (2)	05:31		06:08 (1)	04:53
	16:21	17:18	18:12			20:08	44	07:52 (2)	21:02	35	06:43 (1)	21:45
11	08:32	07:49	06:48			06:34		07:08 (2)	05:30		06:08 (1)	04:53
	16:23	17:20	18:14			20:10	44	07:52 (2)	21:04	34	06:42 (1)	21:46
12	08:31	07:47	06:46			06:31		07:07 (2)	05:28		06:09 (1)	04:52
	16:24	17:21	18:15			20:12	46	07:53 (2)	21:06	34	06:43 (1)	21:47
13	08:30	07:45	06:43			06:29		07:06 (2)	05:26		06:08 (1)	04:52
	16:26	17:23	18:17			20:14	46	07:52 (2)	21:07	34	06:42 (1)	21:47
14	08:29	07:43	06:41			06:26		07:05 (2)	05:24		06:09 (1)	04:52
	16:28	17:25	18:19			20:16	47	07:52 (2)	21:09	33	06:42 (1)	21:48
15	08:29	07:41	06:38			06:24		07:05 (2)	05:23		06:09 (1)	04:51
	16:29	17:27	18:21			20:17	47	07:52 (2)	21:11	32	06:41 (1)	21:49
16	08:28	07:39	06:36			06:22		07:05 (2)	05:21		06:10 (1)	04:51
	16:31	17:29	18:23			20:19	48	07:53 (2)	21:12	31	06:41 (1)	21:49
17	08:27	07:37	06:34			06:20		07:04 (2)	05:19		06:10 (1)	04:51
	16:32	17:31	18:25			20:21	47	07:51 (2)	21:14	30	06:40 (1)	21:50
18	08:26	07:35	06:31			06:17		07:04 (2)	05:18		06:11 (1)	04:51
	16:34	17:33	18:26			20:23	47	07:51 (2)	21:15	29	06:40 (1)	21:50
19	08:25	07:33	06:29			06:15		07:04 (2)	05:16		06:11 (1)	04:51
	16:36	17:35	18:28			20:25	47	07:51 (2)	21:17	28	06:39 (1)	21:51
20	08:24	07:31	06:26			06:13		07:04 (2)	05:15		06:12 (1)	04:51
	16:38	17:37	18:30			20:26	47	07:51 (2)	21:19	27	06:39 (1)	21:51
21	08:23	07:29	06:24			06:11		07:05 (2)	05:13		06:13 (1)	04:51
	16:39	17:39	18:32			20:28	45	07:50 (2)	21:20	25	06:38 (1)	21:51
22	08:21	07:27	06:22			06:08		07:05 (2)	05:12		06:13 (1)	04:51
	16:41	17:41	18:34			20:30	45	07:50 (2)	21:22	24	06:37 (1)	21:52
23	08:20	07:25	06:19			06:06		07:04 (2)	05:10		06:15 (1)	04:51
	16:43	17:43	18:36			20:32	44	07:48 (2)	21:23	21	06:36 (1)	21:52
24	08:19	07:22	06:17			06:04		07:05 (2)	05:09		06:16 (1)	04:52
	16:45	17:45	18:37			20:34	42	07:47 (2)	21:25	19	06:35 (1)	21:52
25	08:17	07:20	06:14			06:02		07:05 (2)	05:08		06:17 (1)	04:52
	16:47	17:47	18:39			20:35	41	07:46 (2)	21:26	17	06:34 (1)	21:52
26	08:16	07:18	06:12			06:00		06:26 (1)	05:07		06:19 (1)	04:52
	16:48	17:49	18:41			20:37	45	07:45 (2)	21:28	14	06:33 (1)	21:52
27	08:15	07:16	06:09			05:57		06:24 (1)	05:05		06:21 (1)	04:53
	16:50	17:51	18:43			20:39	48	07:44 (2)	21:29	10	06:31 (1)	21:52
28	08:13	07:13	06:07			05:55		06:22 (1)	05:04			04:53
	16:52	17:53	18:45			20:41	50	07:43 (2)	21:30			21:52
29	08:12		06:05		06:30 (3)	05:53		06:20 (1)	05:03			04:54
	16:54		18:47	4	06:34 (3)	20:43	50	07:41 (2)	21:32			21:52
30	08:10		06:02		06:27 (3)	05:51		06:18 (1)	05:02			04:54
	16:56		18:48	8	06:35 (3)	20:44	51	07:40 (2)	21:33			21:52
31	08:09		07:00		07:25 (3)				05:01			
	16:58		19:50	12	07:37 (3)				21:34			
Sonnenscheinstunden	251	273	365			417			490			507
astr.max.mögl.Beschattung				24			1258			831		
Red.Sonnenscheinwahrsch.				0.28			0.37			0.43		
Reduktion Betriebsdauer				0.95			0.95			0.95		
Reduktion Windrichtung				0.72			0.72			0.73		
Gesamte Reduktion				0.19			0.26			0.30		
Met.wahrsch.Beschattung				5			321			246		

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 13 - Stellheide Campingplatz "Am Eribaplatz"

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Juli			August			September			Oktober	November	Dezember
1	04:55			05:33		06:19 (1)	06:26		07:06 (2)	07:18	07:15	08:09
	21:51			21:18	33	06:52 (1)	20:13	46	07:52 (2)	19:01	16:51	16:07
2	04:56			05:35		06:19 (1)	06:28		07:06 (2)	07:20	07:17	08:11
	21:51			21:16	34	06:53 (1)	20:11	45	07:51 (2)	18:58	16:49	16:06
3	04:56			05:36		06:18 (1)	06:30		07:06 (2)	07:22	07:19	08:12
	21:51			21:15	34	06:52 (1)	20:08	44	07:50 (2)	18:56	16:47	16:05
4	04:57			05:38		06:18 (1)	06:31		07:07 (2)	07:24	07:21	08:14
	21:50			21:13	35	06:53 (1)	20:06	42	07:49 (2)	18:53	16:45	16:04
5	04:58			05:40		06:19 (1)	06:33		07:07 (2)	07:25	07:23	08:15
	21:50			21:11	34	06:53 (1)	20:04	41	07:48 (2)	18:51	16:43	16:04
6	04:59			05:41		06:18 (1)	06:35		07:07 (2)	07:27	07:25	08:17
	21:49			21:09	35	06:53 (1)	20:01	39	07:46 (2)	18:48	16:41	16:03
7	05:00			05:43		06:19 (1)	06:37		07:07 (3)	07:29	07:27	08:18
	21:49			21:07	34	06:53 (1)	19:59	38	07:45 (2)	18:46	16:39	16:03
8	05:01			05:45		06:18 (1)	06:38		07:07 (3)	07:31	07:29	08:19
	21:48			21:05	34	06:52 (1)	19:56	37	07:44 (2)	18:44	16:38	16:02
9	05:02			05:46		06:19 (1)	06:40		07:08 (3)	07:33	07:30	08:21
	21:47			21:03	33	06:52 (1)	19:54	33	07:41 (2)	18:41	16:36	16:02
10	05:03			05:48		06:19 (1)	06:42		07:10 (3)	07:34	07:32	08:22
	21:46			21:01	38	07:36 (2)	19:52	29	07:39 (2)	18:39	16:34	16:02
11	05:04			05:50		06:21 (1)	06:43		07:12 (3)	07:36	07:34	08:23
	21:46			20:59	45	07:41 (2)	19:49	25	07:37 (2)	18:37	16:32	16:01
12	05:05			05:52		06:23 (1)	06:45		07:13 (3)	07:38	07:36	08:24
	21:45			20:57	48	07:44 (2)	19:47	19	07:32 (2)	18:34	16:31	16:01
13	05:06			05:53		06:24 (1)	06:47		07:15 (3)	07:40	07:38	08:25
	21:44			20:55	51	07:46 (2)	19:44	14	07:29 (3)	18:32	16:29	16:01
14	05:07			05:55		06:26 (1)	06:49		07:17 (3)	07:42	07:40	08:26
	21:43			20:53	51	07:48 (2)	19:42	11	07:28 (3)	18:30	16:27	16:01
15	05:08			05:57		06:27 (1)	06:50		07:18 (3)	07:43	07:42	08:27
	21:42			20:51	52	07:49 (2)	19:39	7	07:25 (3)	18:27	16:26	16:01
16	05:10			05:58		06:29 (1)	06:52		07:20 (3)	07:45	07:44	08:28
	21:41			20:49	51	07:50 (2)	19:37	2	07:22 (3)	18:25	16:24	16:01
17	05:11			06:00		06:31 (1)	06:54			07:47	07:45	08:29
	21:40			20:47	48	07:51 (2)	19:35			18:23	16:23	16:01
18	05:12		06:30 (1)	06:02		06:32 (1)	06:56			07:49	07:47	08:30
	21:39	10	06:40 (1)	20:45	46	07:52 (2)	19:32			18:21	16:21	16:01
19	05:14		06:28 (1)	06:04		07:12 (2)	06:57			07:51	07:49	08:31
	21:37	14	06:42 (1)	20:43	41	07:53 (2)	19:30			18:18	16:20	16:01
20	05:15		06:27 (1)	06:05		07:11 (2)	06:59			07:53	07:51	08:31
	21:36	17	06:44 (1)	20:40	42	07:53 (2)	19:27			18:16	16:19	16:02
21	05:16		06:26 (1)	06:07		07:10 (2)	07:01			07:54	07:53	08:32
	21:35	19	06:45 (1)	20:38	43	07:53 (2)	19:25			18:14	16:17	16:02
22	05:18		06:25 (1)	06:09		07:10 (2)	07:02			07:56	07:54	08:33
	21:33	21	06:46 (1)	20:36	44	07:54 (2)	19:22			18:12	16:16	16:02
23	05:19		06:23 (1)	06:11		07:08 (2)	07:04			07:58	07:56	08:33
	21:32	24	06:47 (1)	20:34	46	07:54 (2)	19:20			18:09	16:15	16:03
24	05:21		06:23 (1)	06:12		07:08 (2)	07:06			08:00	07:58	08:34
	21:31	25	06:48 (1)	20:32	46	07:54 (2)	19:18			18:07	16:13	16:03
25	05:22		06:22 (1)	06:14		07:08 (2)	07:08			08:02	08:00	08:34
	21:29	27	06:49 (1)	20:29	47	07:55 (2)	19:15			18:05	16:12	16:04
26	05:24		06:22 (1)	06:16		07:07 (2)	07:09			08:04	08:01	08:34
	21:28	28	06:50 (1)	20:27	47	07:54 (2)	19:13			18:03	16:11	16:05
27	05:25		06:21 (1)	06:17		07:07 (2)	07:11			07:06	08:03	08:35
	21:26	29	06:50 (1)	20:25	47	07:54 (2)	19:10			17:01	16:10	16:05
28	05:27		06:21 (1)	06:19		07:07 (2)	07:13			07:08	08:05	08:35
	21:25	30	06:51 (1)	20:22	47	07:54 (2)	19:08			16:59	16:09	16:06
29	05:28		06:20 (1)	06:21		07:06 (2)	07:15			07:10	08:06	08:35
	21:23	32	06:52 (1)	20:20	47	07:53 (2)	19:05			16:57	16:08	16:07
30	05:30		06:19 (1)	06:23		07:06 (2)	07:16			07:11	08:08	08:35
	21:21	32	06:51 (1)	20:18	47	07:53 (2)	19:03			16:55	16:07	16:08
31	05:32		06:19 (1)	06:24		07:05 (2)				07:13		08:35
	21:20	33	06:52 (1)	20:15	47	07:52 (2)				16:53		16:09
Sonnenscheinstunden	510			460			383			331	262	236
astr.max.mögl.Beschattung		341			1327			472				
Red.Sonnenscheinwahrsch.		0.38			0.42			0.35				
Reduktion Betriebsdauer		0.95			0.95			0.95				
Reduktion Windrichtung		0.73			0.72			0.72				
Gesamte Reduktion		0.26			0.29			0.24				
Met.wahrsch.Beschattung		89			386			112				

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 14 - Hollenstedt Bergstr. 25

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar			Februar			März			April			Mai	Juni
1	08:35		15:08 (3)	08:07		16:23 (2)	07:11			06:57		19:02 (4)	05:49	05:00
	16:10	27	15:35 (3)	17:00	8	16:31 (2)	17:54			19:52	25	19:27 (4)	20:46	21:36
2	08:35		15:08 (3)	08:05		16:22 (2)	07:09			06:55		19:02 (4)	05:47	04:59
	16:11	29	15:37 (3)	17:02	11	16:33 (2)	17:56			19:54	27	19:29 (4)	20:48	21:37
3	08:35		15:09 (3)	08:04		16:21 (2)	07:06			06:52		19:02 (4)	05:45	04:58
	16:12	29	15:38 (3)	17:04	14	16:35 (2)	17:58			19:56	27	19:29 (4)	20:50	21:38
4	08:35		15:09 (3)	08:02		16:21 (2)	07:04			06:50		19:02 (4)	05:43	04:57
	16:13	30	15:39 (3)	17:06	16	16:37 (2)	18:00			19:57	26	19:28 (4)	20:52	21:39
5	08:34		15:09 (3)	08:00		16:21 (2)	07:02			06:48		19:02 (4)	05:41	04:56
	16:15	31	15:40 (3)	17:08	18	16:39 (2)	18:02			19:59	26	19:28 (4)	20:53	21:40
6	08:34		15:09 (3)	07:58		16:21 (2)	07:00			06:45		19:02 (4)	05:39	04:55
	16:16	32	15:41 (3)	17:09	20	16:41 (2)	18:04			20:01	24	19:26 (4)	20:55	21:41
7	08:34		15:10 (3)	07:57		16:21 (2)	06:57			06:43		19:03 (4)	05:37	04:55
	16:17	32	15:42 (3)	17:11	22	16:43 (2)	18:06			20:03	23	19:26 (4)	20:57	21:42
8	08:33		15:10 (3)	07:55		16:22 (2)	06:55			06:40		19:04 (4)	05:35	04:54
	16:18	32	15:42 (3)	17:13	23	16:46 (1)	18:08			20:05	21	19:25 (4)	20:59	21:43
9	08:33		15:10 (3)	07:53		16:23 (2)	06:53			06:38		19:04 (4)	05:33	04:54
	16:20	32	15:42 (3)	17:15	25	16:48 (1)	18:10			20:06	18	19:22 (4)	21:00	21:44
10	08:32		15:11 (3)	07:51		16:22 (2)	06:50			06:36		19:06 (4)	05:31	04:53
	16:21	32	15:43 (3)	17:17	27	16:49 (1)	18:12			20:08	14	19:20 (4)	21:02	21:45
11	08:32		15:11 (3)	07:49		16:23 (2)	06:48			06:33		19:10 (4)	05:30	04:53
	16:23	33	15:44 (3)	17:19	28	16:51 (1)	18:13			20:10	7	19:17 (4)	21:04	21:46
12	08:31		15:12 (3)	07:47		16:24 (2)	06:45			06:31			05:28	04:52
	16:24	32	15:44 (3)	17:21	30	16:54 (1)	18:15			20:12			21:05	21:47
13	08:30		15:12 (3)	07:45		16:26 (2)	06:43			06:29			05:26	04:52
	16:26	32	15:44 (3)	17:23	30	16:56 (1)	18:17			20:14			21:07	21:47
14	08:29		15:12 (3)	07:43		16:28 (2)	06:41			06:26			05:24	04:51
	16:27	33	15:45 (3)	17:25	30	16:58 (1)	18:19			20:15			21:09	21:48
15	08:29		15:13 (3)	07:41		16:36 (1)	06:38			06:24			05:23	04:51
	16:29	32	15:45 (3)	17:27	24	17:00 (1)	18:21			20:17			21:10	21:49
16	08:28		15:13 (3)	07:39		16:35 (1)	06:36			06:22			05:21	04:51
	16:31	32	15:45 (3)	17:29	28	17:03 (1)	18:23			20:19			21:12	21:49
17	08:27		15:14 (3)	07:37		16:35 (1)	06:33			06:19			05:19	04:51
	16:32	32	15:46 (3)	17:31	29	17:04 (1)	18:25			20:21			21:14	21:50
18	08:26		15:14 (3)	07:35		16:34 (1)	06:31			06:17			05:18	04:51
	16:34	31	15:45 (3)	17:33	29	17:03 (1)	18:26			20:23			21:15	21:50
19	08:25		15:15 (3)	07:33		16:35 (1)	06:29			06:15			05:16	04:51
	16:36	30	15:45 (3)	17:35	28	17:03 (1)	18:28			20:25			21:17	21:51
20	08:24		15:16 (3)	07:31		16:35 (1)	06:26			06:13			05:15	04:51
	16:37	30	15:46 (3)	17:37	28	17:03 (1)	18:30			20:26			21:19	21:51
21	08:22		15:16 (3)	07:29		16:36 (1)	06:24			06:10			05:13	04:51
	16:39	29	15:45 (3)	17:39	27	17:03 (1)	18:32			20:28			21:20	21:51
22	08:21		15:17 (3)	07:27		16:36 (1)	06:21			06:08			05:12	04:51
	16:41	28	15:45 (3)	17:41	27	17:03 (1)	18:34			20:30			21:22	21:52
23	08:20		15:18 (3)	07:24		16:36 (1)	06:19			06:06			05:10	04:51
	16:43	27	15:45 (3)	17:43	25	17:01 (1)	18:36			20:32			21:23	21:52
24	08:19		15:19 (3)	07:22		16:37 (1)	06:17			06:04			05:09	04:51
	16:45	25	15:44 (3)	17:45	24	17:01 (1)	18:37			20:34			21:25	21:52
25	08:17		15:20 (3)	07:20		16:39 (1)	06:14			06:02			05:08	04:52
	16:46	24	15:44 (3)	17:47	20	16:59 (1)	18:39			20:35			21:26	21:52
26	08:16		15:21 (3)	07:18		16:40 (1)	06:12		18:11 (4)	05:59			05:06	04:52
	16:48	22	15:43 (3)	17:49	17	16:57 (1)	18:41	6	18:17 (4)	20:37			21:28	21:52
27	08:15		15:22 (3)	07:16		16:43 (1)	06:09		18:08 (4)	05:57			05:05	04:53
	16:50	20	15:42 (3)	17:51	11	16:54 (1)	18:43	10	18:18 (4)	20:39			21:29	21:52
28	08:13		15:25 (3)	07:13			06:07		18:07 (4)	05:55			05:04	04:53
	16:52	16	15:41 (3)	17:53			18:45	13	18:20 (4)	20:41			21:30	21:52
29	08:12		15:27 (3)				06:04		18:06 (4)	05:53			05:03	04:54
	16:54	12	15:39 (3)				18:46	16	18:22 (4)	20:43			21:32	21:52
30	08:10		16:24 (2)				06:02		18:04 (4)	05:51			05:02	04:54
	16:56	2	16:26 (2)				18:48	20	18:24 (4)	20:44			21:33	21:52
31	08:09		16:24 (2)				07:00		19:04 (4)				05:01	
	16:58	5	16:29 (2)				19:50	22	19:26 (4)				21:34	
Sonnenscheinstunden	251			273			365			417			490	507
astr.max.mögl.Beschattung		833			619			87			238			
Red.Sonnenscheinwahrsch.		0.17			0.24			0.28			0.37			
Reduktion Betriebsdauer		0.95			0.95			0.95			0.95			
Reduktion Windrichtung		0.67			0.72			0.71			0.71			
Gesamte Reduktion		0.11			0.16			0.19			0.25			
Met.wahrsch.Beschattung		90			100			16			59			

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 14 - Hollenstedt Bergstr. 25

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Juli	August	September			Oktober			November			Dezember		
1	04:55	05:33	06:26			07:18			07:15		15:53 (2)	08:09		14:53 (3)
	21:51	21:18	20:13			19:00			16:51	29	16:22 (1)	16:06	33	15:26 (3)
2	04:55	05:35	06:28			07:20			07:17		15:52 (2)	08:11		14:53 (3)
	21:51	21:16	20:11			18:58			16:49	28	16:20 (1)	16:06	32	15:25 (3)
3	04:56	05:36	06:29		19:05 (4)	07:22			07:19		15:51 (2)	08:12		14:54 (3)
	21:51	21:14	20:08	12	19:17 (4)	18:56			16:47	26	16:17 (1)	16:05	32	15:26 (3)
4	04:57	05:38	06:31		19:03 (4)	07:23			07:21		15:51 (2)	08:14		14:55 (3)
	21:50	21:13	20:06	16	19:19 (4)	18:53			16:45	24	16:15 (1)	16:04	32	15:27 (3)
5	04:58	05:40	06:33		19:01 (4)	07:25			07:23		15:52 (2)	08:15		14:55 (3)
	21:50	21:11	20:04	20	19:21 (4)	18:51			16:43	22	16:14 (2)	16:04	32	15:27 (3)
6	04:59	05:41	06:35		18:59 (4)	07:27			07:25		15:51 (2)	08:17		14:56 (3)
	21:49	21:09	20:01	22	19:21 (4)	18:48			16:41	21	16:12 (2)	16:03	31	15:27 (3)
7	05:00	05:43	06:36		18:58 (4)	07:29			07:27		15:51 (2)	08:18		14:56 (3)
	21:49	21:07	19:59	24	19:22 (4)	18:46			16:39	19	16:10 (2)	16:03	31	15:27 (3)
8	05:00	05:45	06:38		18:57 (4)	07:31			07:28		15:52 (2)	08:19		14:56 (3)
	21:48	21:05	19:56	26	19:23 (4)	18:44			16:37	16	16:08 (2)	16:02	31	15:27 (3)
9	05:01	05:46	06:40		18:56 (4)	07:32			07:30		15:52 (2)	08:21		14:57 (3)
	21:47	21:03	19:54	26	19:22 (4)	18:41			16:36	14	16:06 (2)	16:02	31	15:28 (3)
10	05:02	05:48	06:42		18:56 (4)	07:34			07:32		15:52 (2)	08:22		14:57 (3)
	21:46	21:01	19:52	26	19:22 (4)	18:39			16:34	12	16:04 (2)	16:01	30	15:27 (3)
11	05:04	05:50	06:43		18:55 (4)	07:36			07:34		15:53 (2)	08:23		14:58 (3)
	21:46	20:59	19:49	27	19:22 (4)	18:37			16:32	9	16:02 (2)	16:01	29	15:27 (3)
12	05:05	05:51	06:45		18:54 (4)	07:38			07:36		15:54 (2)	08:24		14:58 (3)
	21:45	20:57	19:47	26	19:20 (4)	18:34			16:30	6	16:00 (2)	16:01	28	15:26 (3)
13	05:06	05:53	06:47		18:55 (4)	07:40			07:38		15:55 (2)	08:25		15:00 (3)
	21:44	20:55	19:44	23	19:18 (4)	18:32			16:29	4	15:59 (2)	16:01	27	15:27 (3)
14	05:07	05:55	06:49		18:55 (4)	07:41			07:40		15:00 (3)	08:26		15:00 (3)
	21:43	20:53	19:42	21	19:16 (4)	18:30			16:27	9	15:09 (3)	16:01	27	15:27 (3)
15	05:08	05:57	06:50		18:55 (4)	07:43			07:42		14:58 (3)	08:27		15:01 (3)
	21:42	20:51	19:39	18	19:13 (4)	18:27			16:26	14	15:12 (3)	16:01	26	15:27 (3)
16	05:09	05:58	06:52		18:55 (4)	07:45		17:15 (1)	07:43		14:56 (3)	08:28		15:01 (3)
	21:41	20:49	19:37	16	19:11 (4)	18:25	11	17:26 (1)	16:24	18	15:14 (3)	16:01	26	15:27 (3)
17	05:11	06:00	06:54		18:57 (4)	07:47		17:12 (1)	07:45		14:55 (3)	08:29		15:01 (3)
	21:40	20:47	19:34	12	19:09 (4)	18:23	17	17:29 (1)	16:23	20	15:15 (3)	16:01	25	15:26 (3)
18	05:12	06:02	06:55		18:57 (4)	07:49		17:10 (1)	07:47		14:54 (3)	08:30		15:02 (3)
	21:38	20:45	19:32	9	19:06 (4)	18:20	20	17:30 (1)	16:21	23	15:17 (3)	16:01	24	15:26 (3)
19	05:13	06:03	06:57		19:00 (4)	07:51		17:09 (1)	07:49		14:53 (3)	08:31		15:03 (3)
	21:37	20:42	19:30	3	19:03 (4)	18:18	23	17:32 (1)	16:20	25	15:18 (3)	16:01	24	15:27 (3)
20	05:15	06:05	06:59			07:53		17:08 (1)	07:51		14:52 (3)	08:31		15:03 (3)
	21:36	20:40	19:27			18:16	25	17:33 (1)	16:18	27	15:19 (3)	16:01	24	15:27 (3)
21	05:16	06:07	07:01			07:54		17:07 (1)	07:53		14:52 (3)	08:32		15:03 (3)
	21:35	20:38	19:25			18:14	26	17:33 (1)	16:17	28	15:20 (3)	16:02	24	15:27 (3)
22	05:18	06:09	07:02			07:56		17:06 (1)	07:54		14:52 (3)	08:32		15:04 (3)
	21:33	20:36	19:22			18:12	28	17:34 (1)	16:16	29	15:21 (3)	16:02	24	15:28 (3)
23	05:19	06:10	07:04			07:58		17:05 (1)	07:56		14:52 (3)	08:33		15:04 (3)
	21:32	20:34	19:20			18:09	29	17:34 (1)	16:15	29	15:21 (3)	16:03	24	15:28 (3)
24	05:21	06:12	07:06			08:00		17:05 (1)	07:58		14:52 (3)	08:34		15:05 (3)
	21:31	20:31	19:17			18:07	29	17:34 (1)	16:13	30	15:22 (3)	16:03	24	15:29 (3)
25	05:22	06:14	07:08			08:02		17:05 (1)	08:00		14:52 (3)	08:34		15:05 (3)
	21:29	20:29	19:15			18:05	29	17:34 (1)	16:12	31	15:23 (3)	16:04	24	15:29 (3)
26	05:24	06:16	07:09			08:04		17:05 (1)	08:01		14:52 (3)	08:34		15:06 (3)
	21:28	20:27	19:13			18:03	29	17:34 (1)	16:11	31	15:23 (3)	16:05	24	15:30 (3)
27	05:25	06:17	07:11			07:06		16:05 (1)	08:03		14:52 (3)	08:35		15:06 (3)
	21:26	20:25	19:10			17:01	28	16:33 (1)	16:10	32	15:24 (3)	16:05	24	15:30 (3)
28	05:27	06:19	07:13			07:08		16:05 (1)	08:05		14:53 (3)	08:35		15:06 (3)
	21:25	20:22	19:08			16:59	26	16:31 (1)	16:09	32	15:25 (3)	16:06	25	15:31 (3)
29	05:28	06:21	07:15			07:09		15:59 (2)	08:06		14:52 (3)	08:35		15:07 (3)
	21:23	20:20	19:05			16:57	29	16:28 (1)	16:08	32	15:24 (3)	16:07	26	15:33 (3)
30	05:30	06:23	07:16			07:11		15:56 (2)	08:08		14:53 (3)	08:35		15:08 (3)
	21:21	20:18	19:03			16:55	30	16:26 (1)	16:07	32	15:25 (3)	16:08	26	15:34 (3)
31	05:31	06:24				07:13		15:54 (2)				08:35		15:07 (3)
	21:20	20:15				16:53	30	16:24 (1)				16:09	27	15:34 (3)
Sonnenscheinstunden	511	460	383			331			262			236		
astr.max.mögl.Beschattung				327			409			672			847	
Red.Sonnenscheinwahrsch.				0.35			0.29			0.19			0.14	
Reduktion Betriebsdauer				0.95			0.95			0.95			0.95	
Reduktion Windrichtung				0.71			0.72			0.69			0.67	
Gesamte Reduktion				0.23			0.20			0.13			0.09	
Met.wahrsch.Beschattung				76			81			84			75	

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 15 - Hollenstedt, Hofstedter Bogen 18A

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar			Februar			März			April			Mai	Juni
1	08:35		15:09 (3)	08:07		16:21 (2)	07:11			06:57		18:57 (4)	05:49	05:00
	16:10	26	15:35 (3)	17:00	10	16:31 (2)	17:54			19:52	26	19:23 (4)	20:46	21:36
2	08:35		15:09 (3)	08:05		16:20 (2)	07:09			06:55		18:58 (4)	05:47	04:59
	16:11	28	15:37 (3)	17:02	13	16:33 (2)	17:56			19:54	24	19:22 (4)	20:48	21:37
3	08:35		15:10 (3)	08:04		16:20 (2)	07:06			06:52		18:58 (4)	05:45	04:58
	16:12	28	15:38 (3)	17:04	15	16:35 (2)	17:58			19:56	24	19:22 (4)	20:50	21:38
4	08:35		15:10 (3)	08:02		16:20 (2)	07:04			06:50		18:58 (4)	05:43	04:57
	16:13	29	15:39 (3)	17:06	17	16:37 (2)	18:00			19:57	22	19:20 (4)	20:52	21:39
5	08:34		15:10 (3)	08:00		16:20 (2)	07:02			06:48		19:00 (4)	05:41	04:56
	16:15	30	15:40 (3)	17:08	19	16:39 (2)	18:02			19:59	19	19:19 (4)	20:53	21:40
6	08:34		15:10 (3)	07:58		16:20 (2)	07:00			06:45		19:01 (4)	05:39	04:55
	16:16	30	15:40 (3)	17:09	21	16:41 (2)	18:04			20:01	15	19:16 (4)	20:55	21:41
7	08:34		15:11 (3)	07:57		16:20 (2)	06:57			06:43		19:03 (4)	05:37	04:55
	16:17	31	15:42 (3)	17:11	23	16:43 (1)	18:06			20:03	11	19:14 (4)	20:57	21:42
8	08:33		15:11 (3)	07:55		16:21 (2)	06:55			06:40			05:35	04:54
	16:18	31	15:42 (3)	17:13	25	16:46 (1)	18:08			20:05			20:59	21:43
9	08:33		15:11 (3)	07:53		16:21 (2)	06:53			06:38			05:33	04:54
	16:20	31	15:42 (3)	17:15	26	16:47 (1)	18:10			20:06			21:00	21:44
10	08:32		15:12 (3)	07:51		16:22 (2)	06:50			06:36			05:31	04:53
	16:21	31	15:43 (3)	17:17	27	16:49 (1)	18:12			20:08			21:02	21:45
11	08:32		15:13 (3)	07:49		16:23 (2)	06:48			06:33			05:30	04:53
	16:23	30	15:43 (3)	17:19	28	16:51 (1)	18:13			20:10			21:04	21:46
12	08:31		15:13 (3)	07:47		16:25 (2)	06:45			06:31			05:28	04:52
	16:24	31	15:44 (3)	17:21	29	16:54 (1)	18:15			20:12			21:05	21:47
13	08:30		15:13 (3)	07:45		16:28 (2)	06:43			06:29			05:26	04:52
	16:26	31	15:44 (3)	17:23	28	16:56 (1)	18:17			20:14			21:07	21:47
14	08:29		15:14 (3)	07:43		16:33 (1)	06:41			06:26			05:24	04:51
	16:27	30	15:44 (3)	17:25	25	16:58 (1)	18:19			20:15			21:09	21:48
15	08:29		15:14 (3)	07:41		16:33 (1)	06:38			06:24			05:23	04:51
	16:29	31	15:45 (3)	17:27	27	17:00 (1)	18:21			20:17			21:10	21:49
16	08:28		15:15 (3)	07:39		16:33 (1)	06:36			06:22			05:21	04:51
	16:31	30	15:45 (3)	17:29	28	17:01 (1)	18:23			20:19			21:12	21:49
17	08:27		15:16 (3)	07:37		16:33 (1)	06:33			06:19			05:19	04:51
	16:32	29	15:45 (3)	17:31	28	17:01 (1)	18:25			20:21			21:14	21:50
18	08:26		15:15 (3)	07:35		16:33 (1)	06:31			06:17			05:18	04:51
	16:34	29	15:44 (3)	17:33	27	17:00 (1)	18:26			20:23			21:15	21:50
19	08:25		15:16 (3)	07:33		16:33 (1)	06:29			06:15			05:16	04:51
	16:36	29	15:45 (3)	17:35	27	17:00 (1)	18:28			20:25			21:17	21:51
20	08:24		15:17 (3)	07:31		16:34 (1)	06:26			06:13			05:15	04:51
	16:37	28	15:45 (3)	17:37	25	16:59 (1)	18:30			20:26			21:19	21:51
21	08:22		15:18 (3)	07:29		16:35 (1)	06:24			06:10			05:13	04:51
	16:39	26	15:44 (3)	17:39	24	16:59 (1)	18:32			20:28			21:20	21:51
22	08:21		15:19 (3)	07:27		16:36 (1)	06:21			06:08			05:12	04:51
	16:41	25	15:44 (3)	17:41	22	16:58 (1)	18:34			20:30			21:22	21:52
23	08:20		15:20 (3)	07:24		16:37 (1)	06:19		18:07 (4)	06:06			05:10	04:51
	16:43	24	15:44 (3)	17:43	19	16:56 (1)	18:36	4	18:11 (4)	20:32			21:23	21:52
24	08:19		15:21 (3)	07:22		16:39 (1)	06:17		18:04 (4)	06:04			05:09	04:51
	16:45	22	15:43 (3)	17:45	15	16:54 (1)	18:37	9	18:13 (4)	20:34			21:25	21:52
25	08:17		15:23 (3)	07:20		16:42 (1)	06:14		18:02 (4)	06:02			05:08	04:52
	16:46	20	15:43 (3)	17:47	10	16:52 (1)	18:39	12	18:14 (4)	20:35			21:26	21:52
26	08:16		15:24 (3)	07:18			06:12		18:01 (4)	05:59			05:06	04:52
	16:48	17	15:41 (3)	17:49			18:41	16	18:17 (4)	20:37			21:28	21:52
27	08:15		15:26 (3)	07:16			06:09		17:59 (4)	05:57			05:05	04:53
	16:50	13	15:39 (3)	17:51			18:43	19	18:18 (4)	20:39			21:29	21:52
28	08:13		15:30 (3)	07:13			06:07		17:59 (4)	05:55			05:04	04:53
	16:52	7	15:37 (3)	17:53			18:45	21	18:20 (4)	20:41			21:30	21:52
29	08:12		16:22 (2)				06:04		17:59 (4)	05:53			05:03	04:54
	16:54	2	16:24 (2)				18:46	23	18:22 (4)	20:43			21:32	21:52
30	08:10		16:21 (2)				06:02		17:58 (4)	05:51			05:02	04:54
	16:56	5	16:26 (2)				18:48	26	18:24 (4)	20:44			21:33	21:52
31	08:09		16:21 (2)				07:00		18:58 (4)				05:01	
	16:58	8	16:29 (2)				19:50	26	19:24 (4)				21:34	
Sonnenscheinstunden	251			273			365			417			490	507
astr.max.mögl.Beschattung		762			558			156			141			
Red.Sonnenscheinwahrsch.		0.17			0.24			0.28			0.37			
Reduktion Betriebsdauer		0.95			0.95			0.95			0.95			
Reduktion Windrichtung		0.67			0.72			0.71			0.71			
Gesamte Reduktion		0.11			0.16			0.19			0.25			
Met.wahrsch.Beschattung		82			90			29			35			

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 15 - Hollenstedt, Hofstedter Bogen 18A

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Juli	August	September			Oktober			November			Dezember		
1	04:55	05:33	06:26			07:18			07:15		15:53 (2)	08:09		14:55 (3)
	21:51	21:18	20:13			19:00			16:51	29	16:22 (1)	16:06	30	15:25 (3)
2	04:55	05:35	06:28			07:20			07:17		15:52 (2)	08:11		14:54 (3)
	21:51	21:16	20:11			18:58			16:49	28	16:20 (1)	16:06	31	15:25 (3)
3	04:56	05:36	06:29			07:22			07:19		15:51 (2)	08:12		14:55 (3)
	21:51	21:14	20:08			18:56			16:47	26	16:17 (1)	16:05	31	15:26 (3)
4	04:57	05:38	06:31			07:23			07:21		15:50 (2)	08:14		14:56 (3)
	21:50	21:13	20:06			18:53			16:45	25	16:15 (1)	16:04	31	15:27 (3)
5	04:58	05:40	06:33			07:25			07:23		15:51 (2)	08:15		14:56 (3)
	21:50	21:11	20:04			18:51			16:43	23	16:14 (1)	16:04	30	15:26 (3)
6	04:59	05:41	06:35		19:02 (4)	07:27			07:25		15:50 (2)	08:17		14:57 (3)
	21:49	21:09	20:01	5	19:07 (4)	18:48			16:41	22	16:12 (2)	16:03	30	15:27 (3)
7	05:00	05:43	06:36		18:58 (4)	07:29			07:27		15:50 (2)	08:18		14:57 (3)
	21:49	21:07	19:59	13	19:11 (4)	18:46			16:39	20	16:10 (2)	16:03	30	15:27 (3)
8	05:00	05:45	06:38		18:56 (4)	07:31			07:28		15:50 (2)	08:19		14:57 (3)
	21:48	21:05	19:56	17	19:13 (4)	18:44			16:37	18	16:08 (2)	16:02	30	15:27 (3)
9	05:01	05:46	06:40		18:53 (4)	07:32			07:30		15:50 (2)	08:21		14:58 (3)
	21:47	21:03	19:54	20	19:13 (4)	18:41			16:36	16	16:06 (2)	16:02	30	15:28 (3)
10	05:02	05:48	06:42		18:52 (4)	07:34			07:32		15:51 (2)	08:22		14:58 (3)
	21:46	21:01	19:52	22	19:14 (4)	18:39			16:34	13	16:04 (2)	16:01	29	15:27 (3)
11	05:04	05:50	06:43		18:51 (4)	07:36			07:34		15:51 (2)	08:23		14:59 (3)
	21:46	20:59	19:49	24	19:15 (4)	18:37			16:32	11	16:02 (2)	16:01	28	15:27 (3)
12	05:05	05:51	06:45		18:50 (4)	07:38			07:36		15:52 (2)	08:24		14:59 (3)
	21:45	20:57	19:47	25	19:15 (4)	18:34			16:30	8	16:00 (2)	16:01	27	15:26 (3)
13	05:06	05:53	06:47		18:49 (4)	07:40			07:38		15:53 (2)	08:25		15:00 (3)
	21:44	20:55	19:44	26	19:15 (4)	18:32			16:29	6	15:59 (2)	16:01	27	15:27 (3)
14	05:07	05:55	06:49		18:49 (4)	07:41			07:40		15:54 (2)	08:26		15:01 (3)
	21:43	20:53	19:42	26	19:15 (4)	18:30			16:27	3	15:57 (2)	16:01	26	15:27 (3)
15	05:08	05:57	06:50		18:48 (4)	07:43			07:42			08:27		15:02 (3)
	21:42	20:51	19:39	25	19:13 (4)	18:27			16:26			16:01	25	15:27 (3)
16	05:09	05:58	06:52		18:48 (4)	07:45			07:43		15:00 (3)	08:28		15:02 (3)
	21:41	20:49	19:37	23	19:11 (4)	18:25			16:24	11	15:11 (3)	16:01	25	15:27 (3)
17	05:11	06:00	06:54		18:48 (4)	07:47			07:45		14:58 (3)	08:29		15:02 (3)
	21:40	20:47	19:34	21	19:09 (4)	18:23			16:23	15	15:13 (3)	16:01	24	15:26 (3)
18	05:12	06:02	06:55		18:48 (4)	07:49		17:13 (1)	07:47		14:56 (3)	08:30		15:03 (3)
	21:38	20:45	19:32	18	19:06 (4)	18:20	9	17:22 (1)	16:21	19	15:15 (3)	16:01	23	15:26 (3)
19	05:13	06:03	06:57		18:49 (4)	07:51		17:10 (1)	07:49		14:55 (3)	08:31		15:03 (3)
	21:37	20:42	19:30	14	19:03 (4)	18:18	15	17:25 (1)	16:20	21	15:16 (3)	16:01	24	15:27 (3)
20	05:15	06:05	06:59		18:50 (4)	07:53		17:08 (1)	07:51		14:55 (3)	08:31		15:04 (3)
	21:36	20:40	19:27	11	19:01 (4)	18:16	19	17:27 (1)	16:18	23	15:18 (3)	16:01	23	15:27 (3)
21	05:16	06:07	07:01		18:51 (4)	07:54		17:07 (1)	07:53		14:54 (3)	08:32		15:04 (3)
	21:35	20:38	19:25	8	18:59 (4)	18:14	21	17:28 (1)	16:17	25	15:19 (3)	16:02	23	15:27 (3)
22	05:18	06:09	07:02		18:53 (4)	07:56		17:05 (1)	07:54		14:54 (3)	08:32		15:05 (3)
	21:33	20:36	19:22	3	18:56 (4)	18:12	24	17:29 (1)	16:16	26	15:20 (3)	16:02	23	15:28 (3)
23	05:19	06:10	07:04			07:58		17:04 (1)	07:56		14:53 (3)	08:33		15:05 (3)
	21:32	20:34	19:20			18:09	26	17:30 (1)	16:15	27	15:20 (3)	16:03	23	15:28 (3)
24	05:21	06:12	07:06			08:00		17:04 (1)	07:58		14:53 (3)	08:34		15:06 (3)
	21:31	20:31	19:17			18:07	26	17:30 (1)	16:13	28	15:21 (3)	16:03	23	15:29 (3)
25	05:22	06:14	07:08			08:02		17:03 (1)	08:00		14:53 (3)	08:34		15:06 (3)
	21:29	20:29	19:15			18:05	27	17:30 (1)	16:12	29	15:22 (3)	16:04	23	15:29 (3)
26	05:24	06:16	07:09			08:04		17:03 (1)	08:01		14:54 (3)	08:34		15:06 (3)
	21:28	20:27	19:13			18:03	27	17:30 (1)	16:11	29	15:23 (3)	16:05	24	15:30 (3)
27	05:25	06:17	07:11			07:06		16:03 (1)	08:03		14:54 (3)	08:35		15:07 (3)
	21:26	20:25	19:10			17:01	27	16:30 (1)	16:10	30	15:24 (3)	16:05	23	15:30 (3)
28	05:27	06:19	07:13			07:08		16:03 (1)	08:05		14:54 (3)	08:35		15:07 (3)
	21:25	20:22	19:08			16:59	27	16:30 (1)	16:09	30	15:24 (3)	16:06	24	15:31 (3)
29	05:28	06:21	07:15			07:09		16:03 (1)	08:06		14:54 (3)	08:35		15:08 (3)
	21:23	20:20	19:05			16:57	25	16:28 (1)	16:08	30	15:24 (3)	16:07	25	15:33 (3)
30	05:30	06:23	07:16			07:11		16:03 (1)	08:08		14:54 (3)	08:35		15:09 (3)
	21:21	20:18	19:03			16:55	23	16:26 (1)	16:07	31	15:25 (3)	16:08	25	15:34 (3)
31	05:31	06:24				07:13		15:55 (2)				08:35		15:08 (3)
	21:20	20:15				16:53	29	16:24 (1)				16:09	26	15:34 (3)
Sonnenscheinstunden	511	460	383			331			262			236		
astr.max.mögl.Beschattung				301			325			622			816	
Red.Sonnenscheinwahrsch.				0.35			0.29			0.19			0.14	
Reduktion Betriebsdauer				0.95			0.95			0.95			0.95	
Reduktion Windrichtung				0.71			0.72			0.69			0.67	
Gesamte Reduktion				0.23			0.20			0.13			0.09	
Met.wahrsch.Beschattung				71			65			78			72	

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-Gesamtbelastung

Schattenrezeptor: 16 - Hollenstedt, Bergstraße (unbebaut)

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar			Februar			März			April			Mai	Juni
1	08:35		15:02 (3)	08:07		16:17 (2)	07:11			06:57		18:57 (4)	05:49	05:00
	16:10	31	15:33 (3)	17:00	14	16:31 (2)	17:54			19:52	27	19:24 (4)	20:46	21:36
2	08:35		15:03 (3)	08:05		16:17 (2)	07:09			06:55		18:57 (4)	05:47	04:59
	16:11	31	15:34 (3)	17:02	16	16:33 (2)	17:56			19:54	27	19:24 (4)	20:48	21:37
3	08:35		15:04 (3)	08:04		16:17 (2)	07:06			06:52		18:58 (4)	05:45	04:58
	16:12	31	15:35 (3)	17:04	18	16:35 (2)	17:58			19:56	25	19:23 (4)	20:50	21:38
4	08:35		15:03 (3)	08:02		16:17 (2)	07:04			06:50		18:58 (4)	05:43	04:57
	16:13	32	15:35 (3)	17:06	20	16:37 (2)	18:00			19:57	24	19:22 (4)	20:52	21:39
5	08:34		15:04 (3)	08:00		16:17 (2)	07:02			06:48		18:59 (4)	05:41	04:56
	16:15	32	15:36 (3)	17:08	22	16:39 (2)	18:02			19:59	22	19:21 (4)	20:53	21:40
6	08:34		15:04 (3)	07:58		16:17 (2)	07:00			06:45		18:59 (4)	05:39	04:55
	16:16	32	15:36 (3)	17:09	24	16:41 (1)	18:04			20:01	20	19:19 (4)	20:55	21:41
7	08:34		15:05 (3)	07:57		16:18 (2)	06:57			06:43		19:01 (4)	05:37	04:55
	16:17	32	15:37 (3)	17:11	25	16:43 (1)	18:06			20:03	16	19:17 (4)	20:57	21:42
8	08:33		15:05 (3)	07:55		16:19 (2)	06:55			06:40		19:04 (4)	05:35	04:54
	16:18	32	15:37 (3)	17:13	27	16:46 (1)	18:08			20:05	10	19:14 (4)	20:59	21:43
9	08:33		15:05 (3)	07:53		16:20 (2)	06:53			06:38			05:33	04:54
	16:20	32	15:37 (3)	17:15	28	16:48 (1)	18:10			20:06			21:00	21:44
10	08:32		15:07 (3)	07:51		16:20 (2)	06:50			06:36			05:31	04:53
	16:21	31	15:38 (3)	17:17	29	16:49 (1)	18:12			20:08			21:02	21:45
11	08:32		15:07 (3)	07:49		16:22 (2)	06:48			06:33			05:30	04:53
	16:23	31	15:38 (3)	17:19	29	16:51 (1)	18:13			20:10			21:04	21:46
12	08:31		15:07 (3)	07:47		16:24 (2)	06:45			06:31			05:28	04:52
	16:24	32	15:39 (3)	17:21	30	16:54 (1)	18:15			20:12			21:05	21:47
13	08:30		15:08 (3)	07:45		16:30 (1)	06:43			06:29			05:26	04:52
	16:26	31	15:39 (3)	17:23	26	16:56 (1)	18:17			20:14			21:07	21:47
14	08:29		15:08 (3)	07:43		16:30 (1)	06:41			06:26			05:24	04:51
	16:27	31	15:39 (3)	17:25	28	16:58 (1)	18:19			20:15			21:09	21:48
15	08:29		15:09 (3)	07:41		16:30 (1)	06:38			06:24			05:23	04:51
	16:29	30	15:39 (3)	17:27	29	16:59 (1)	18:21			20:17			21:10	21:49
16	08:28		15:10 (3)	07:39		16:30 (1)	06:36			06:22			05:21	04:51
	16:31	29	15:39 (3)	17:29	29	16:59 (1)	18:23			20:19			21:12	21:49
17	08:27		15:10 (3)	07:37		16:30 (1)	06:33			06:19			05:19	04:51
	16:32	30	15:40 (3)	17:31	29	16:59 (1)	18:25			20:21			21:14	21:50
18	08:26		15:10 (3)	07:35		16:30 (1)	06:31			06:17			05:18	04:51
	16:34	29	15:39 (3)	17:33	28	16:58 (1)	18:26			20:23			21:15	21:50
19	08:25		15:11 (3)	07:33		16:30 (1)	06:29			06:15			05:16	04:51
	16:36	28	15:39 (3)	17:35	27	16:57 (1)	18:28			20:25			21:17	21:51
20	08:24		15:13 (3)	07:31		16:31 (1)	06:26			06:13			05:15	04:51
	16:37	26	15:39 (3)	17:37	26	16:57 (1)	18:30			20:26			21:19	21:51
21	08:22		15:13 (3)	07:29		16:32 (1)	06:24			06:10			05:13	04:51
	16:39	25	15:38 (3)	17:39	24	16:56 (1)	18:32			20:28			21:20	21:51
22	08:21		15:14 (3)	07:27		16:34 (1)	06:21			06:08			05:12	04:51
	16:41	24	15:38 (3)	17:41	21	16:55 (1)	18:34			20:30			21:22	21:52
23	08:20		15:16 (3)	07:24		16:34 (1)	06:19		18:08 (4)	06:06			05:10	04:51
	16:43	22	15:38 (3)	17:43	19	16:53 (1)	18:36	3	18:11 (4)	20:32			21:23	21:52
24	08:19		15:17 (3)	07:22		16:37 (1)	06:17		18:06 (4)	06:04			05:09	04:51
	16:45	19	15:36 (3)	17:45	14	16:51 (1)	18:37	7	18:13 (4)	20:34			21:25	21:52
25	08:17		15:19 (3)	07:20		16:41 (1)	06:14		18:03 (4)	06:02			05:08	04:52
	16:46	17	15:36 (3)	17:47	6	16:47 (1)	18:39	11	18:14 (4)	20:35			21:26	21:52
26	08:16		15:21 (3)	07:18			06:12		18:02 (4)	05:59			05:06	04:52
	16:48	12	15:33 (3)	17:49			18:41	15	18:17 (4)	20:37			21:28	21:52
27	08:15		15:26 (3)	07:16			06:09		18:00 (4)	05:57			05:05	04:53
	16:50	3	15:29 (3)	17:51			18:43	18	18:18 (4)	20:39			21:29	21:52
28	08:13		16:20 (2)	07:13			06:07		17:59 (4)	05:55			05:04	04:53
	16:52	2	16:22 (2)	17:53			18:45	21	18:20 (4)	20:41			21:30	21:52
29	08:12		16:19 (2)				06:04		17:59 (4)	05:53			05:03	04:54
	16:54	5	16:24 (2)				18:46	23	18:22 (4)	20:43			21:32	21:52
30	08:10		16:18 (2)				06:02		17:58 (4)	05:51			05:02	04:54
	16:56	8	16:26 (2)				18:48	26	18:24 (4)	20:44			21:33	21:52
31	08:09		16:18 (2)				07:00		18:58 (4)				05:01	
	16:58	11	16:29 (2)				19:50	27	19:25 (4)				21:34	
Sonnenscheinstunden	251			273			365			417			490	507
astr.max.mögl.Beschattung		761			588			151			171			
Red.Sonnenscheinwahrsch.		0.17			0.24			0.28			0.37			
Reduktion Betriebsdauer		0.95			0.95			0.95			0.95			
Reduktion Windrichtung		0.67			0.72			0.71			0.71			
Gesamte Reduktion		0.11			0.16			0.19			0.25			
Met.wahrsch.Beschattung		82			95			28			43			

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 16 - Hollenstedt, Bergstraße (unbebaut)

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Juli	August	September			Oktober			November			Dezember		
1	04:55	05:33	06:26			07:18			07:15		15:52 (2)	08:09		14:49 (3)
	21:51	21:18	20:13			19:00			16:51	30	16:22 (1)	16:06	31	15:20 (3)
2	04:55	05:35	06:28			07:20			07:17		15:50 (2)	08:11		14:49 (3)
	21:51	21:16	20:11			18:58			16:49	30	16:20 (1)	16:06	31	15:20 (3)
3	04:56	05:36	06:29			07:22			07:19		15:49 (2)	08:12		14:49 (3)
	21:51	21:14	20:08			18:56			16:47	28	16:17 (1)	16:05	32	15:21 (3)
4	04:57	05:38	06:31			07:23			07:21		15:48 (2)	08:14		14:50 (3)
	21:50	21:13	20:06			18:53			16:45	27	16:15 (1)	16:04	32	15:22 (3)
5	04:58	05:40	06:33		19:03 (4)	07:25			07:23		15:48 (2)	08:15		14:50 (3)
	21:50	21:11	20:04	6	19:09 (4)	18:51			16:43	26	16:14 (1)	16:04	32	15:22 (3)
6	04:59	05:41	06:35		18:58 (4)	07:27			07:25		15:48 (2)	08:17		14:51 (3)
	21:49	21:09	20:01	14	19:12 (4)	18:48			16:41	24	16:12 (1)	16:03	32	15:23 (3)
7	05:00	05:43	06:36		18:56 (4)	07:29			07:27		15:48 (2)	08:18		14:51 (3)
	21:49	21:07	19:59	18	19:14 (4)	18:46			16:39	22	16:10 (2)	16:03	32	15:23 (3)
8	05:00	05:45	06:38		18:55 (4)	07:31			07:28		15:48 (2)	08:19		14:51 (3)
	21:48	21:05	19:56	20	19:15 (4)	18:44			16:37	20	16:08 (2)	16:02	31	15:22 (3)
9	05:01	05:46	06:40		18:52 (4)	07:32			07:30		15:48 (2)	08:21		14:52 (3)
	21:47	21:03	19:54	23	19:15 (4)	18:41			16:36	18	16:06 (2)	16:02	32	15:24 (3)
10	05:02	05:48	06:42		18:52 (4)	07:34			07:32		15:48 (2)	08:22		14:52 (3)
	21:46	21:01	19:52	24	19:16 (4)	18:39			16:34	16	16:04 (2)	16:01	32	15:24 (3)
11	05:04	05:50	06:43		18:51 (4)	07:36			07:34		15:48 (2)	08:23		14:52 (3)
	21:46	20:59	19:49	26	19:17 (4)	18:37			16:32	14	16:02 (2)	16:01	32	15:24 (3)
12	05:05	05:51	06:45		18:49 (4)	07:38			07:36		15:49 (2)	08:24		14:53 (3)
	21:45	20:57	19:47	27	19:16 (4)	18:34			16:30	11	16:00 (2)	16:01	31	15:24 (3)
13	05:06	05:53	06:47		18:49 (4)	07:40			07:38		15:49 (2)	08:25		14:54 (3)
	21:44	20:55	19:44	27	19:16 (4)	18:32			16:29	10	15:59 (2)	16:01	31	15:25 (3)
14	05:07	05:55	06:49		18:49 (4)	07:41			07:40		15:50 (2)	08:26		14:55 (3)
	21:43	20:53	19:42	27	19:16 (4)	18:30			16:27	7	15:57 (2)	16:01	31	15:26 (3)
15	05:08	05:57	06:50		18:48 (4)	07:43			07:42		15:51 (2)	08:27		14:55 (3)
	21:42	20:51	19:39	25	19:13 (4)	18:27			16:26	4	15:55 (2)	16:01	31	15:26 (3)
16	05:09	05:58	06:52		18:48 (4)	07:45			07:43		15:52 (2)	08:28		14:56 (3)
	21:41	20:49	19:37	23	19:11 (4)	18:25			16:24	1	15:53 (2)	16:01	30	15:26 (3)
17	05:11	06:00	06:54		18:49 (4)	07:47			07:45		14:56 (3)	08:29		14:55 (3)
	21:40	20:47	19:34	20	19:09 (4)	18:23			16:23	9	15:05 (3)	16:01	31	15:26 (3)
18	05:12	06:02	06:55		18:49 (4)	07:49		17:13 (1)	07:47		14:53 (3)	08:30		14:56 (3)
	21:38	20:45	19:32	17	19:06 (4)	18:20	5	17:18 (1)	16:21	15	15:08 (3)	16:01	30	15:26 (3)
19	05:13	06:03	06:57		18:49 (4)	07:51		17:08 (1)	07:49		14:52 (3)	08:31		14:57 (3)
	21:37	20:42	19:30	14	19:03 (4)	18:18	14	17:22 (1)	16:20	17	15:09 (3)	16:01	30	15:27 (3)
20	05:15	06:05	06:59		18:51 (4)	07:53		17:06 (1)	07:51		14:51 (3)	08:31		14:58 (3)
	21:36	20:40	19:27	10	19:01 (4)	18:16	18	17:24 (1)	16:18	20	15:11 (3)	16:01	29	15:27 (3)
21	05:16	06:07	07:01		18:53 (4)	07:54		17:04 (1)	07:53		14:50 (3)	08:32		14:58 (3)
	21:35	20:38	19:25	6	18:59 (4)	18:14	21	17:25 (1)	16:17	22	15:12 (3)	16:02	29	15:27 (3)
22	05:18	06:09	07:02		18:55 (4)	07:56		17:03 (1)	07:54		14:49 (3)	08:32		14:58 (3)
	21:33	20:36	19:22	1	18:56 (4)	18:12	23	17:26 (1)	16:16	25	15:14 (3)	16:02	30	15:28 (3)
23	05:19	06:10	07:04			07:58		17:02 (1)	07:56		14:49 (3)	08:33		14:59 (3)
	21:32	20:34	19:20			18:09	25	17:27 (1)	16:15	26	15:15 (3)	16:03	29	15:28 (3)
24	05:21	06:12	07:06			08:00		17:01 (1)	07:58		14:49 (3)	08:34		15:00 (3)
	21:31	20:31	19:17			18:07	27	17:28 (1)	16:13	27	15:16 (3)	16:03	29	15:29 (3)
25	05:22	06:14	07:08			08:02		17:00 (1)	08:00		14:48 (3)	08:34		15:00 (3)
	21:29	20:29	19:15			18:05	28	17:28 (1)	16:12	28	15:16 (3)	16:04	29	15:29 (3)
26	05:24	06:16	07:09			08:04		17:00 (1)	08:01		14:48 (3)	08:34		15:00 (3)
	21:28	20:27	19:13			18:03	28	17:28 (1)	16:11	29	15:17 (3)	16:05	30	15:30 (3)
27	05:25	06:17	07:11			07:06		16:00 (1)	08:03		14:49 (3)	08:35		15:00 (3)
	21:26	20:25	19:10			17:01	28	16:28 (1)	16:10	29	15:18 (3)	16:05	30	15:30 (3)
28	05:27	06:19	07:13			07:08		15:59 (1)	08:05		14:49 (3)	08:35		15:00 (3)
	21:25	20:22	19:08			16:59	29	16:28 (1)	16:09	30	15:19 (3)	16:06	31	15:31 (3)
29	05:28	06:21	07:15			07:09		15:59 (1)	08:06		14:48 (3)	08:35		15:02 (3)
	21:23	20:20	19:05			16:57	29	16:28 (1)	16:08	31	15:19 (3)	16:07	30	15:32 (3)
30	05:30	06:23	07:16			07:11		15:59 (1)	08:08		14:49 (3)	08:35		15:02 (3)
	21:21	20:18	19:03			16:55	27	16:26 (1)	16:07	31	15:20 (3)	16:08	31	15:33 (3)
31	05:31	06:24				07:13		15:55 (2)				08:35		15:02 (3)
	21:20	20:15				16:53	29	16:24 (1)				16:09	31	15:33 (3)
Sonnenscheinstunden	511	460	383			331			262			236		
astr.max.mögl.Beschattung				328			331			627			952	
Red.Sonnenscheinwahrsch.				0.35			0.29			0.19			0.14	
Reduktion Betriebsdauer				0.95			0.95			0.95			0.95	
Reduktion Windrichtung				0.71			0.72			0.69			0.67	
Gesamte Reduktion				0.23			0.20			0.13			0.09	
Met.wahrsch.Beschattung				77			66			79			84	

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 17 - Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 1A

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar			Februar			März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November			Dezember		
1	08:35		10:34 (4)	08:07		11:00 (4)	07:11	06:57	05:49	05:00	04:55	05:33	06:26	07:18	07:15			08:09		10:22 (4)
	16:10	61	11:35 (4)	17:00	28	11:28 (4)	17:55	19:52	20:46	21:36	21:51	21:18	20:13	19:00	16:51			16:06	58	11:20 (4)
2	08:35		10:35 (4)	08:05		11:03 (4)	07:09	06:55	05:47	04:59	04:55	05:35	06:28	07:20	07:17			08:11		10:22 (4)
	16:11	60	11:35 (4)	17:02	23	11:26 (4)	17:56	19:54	20:48	21:37	21:51	21:16	20:11	18:58	16:49			16:06	59	11:21 (4)
3	08:35		10:36 (4)	08:04		11:07 (4)	07:07	06:52	05:45	04:58	04:56	05:36	06:30	07:22	07:19			08:12		10:22 (4)
	16:12	60	11:36 (4)	17:04	14	11:21 (4)	17:58	19:56	20:50	21:38	21:51	21:15	20:08	18:56	16:47			16:05	59	11:21 (4)
4	08:35		10:35 (4)	08:02			07:04	06:50	05:43	04:57	04:57	05:38	06:31	07:24	07:21			08:14		10:22 (4)
	16:13	61	11:36 (4)	17:06			18:00	19:57	20:52	21:39	21:50	21:13	20:06	18:53	16:45			16:04	60	11:22 (4)
5	08:35		10:36 (4)	08:00			07:02	06:48	05:41	04:56	04:58	05:40	06:33	07:25	07:23			08:15		10:22 (4)
	16:15	61	11:37 (4)	17:08			18:02	19:59	20:53	21:40	21:50	21:11	20:04	18:51	16:43			16:04	60	11:22 (4)
6	08:34		10:36 (4)	07:59			07:00	06:45	05:39	04:55	04:59	05:41	06:35	07:27	07:25			08:17		10:23 (4)
	16:16	61	11:37 (4)	17:10			18:04	20:01	20:55	21:41	21:49	21:09	20:01	18:48	16:41			16:03	60	11:23 (4)
7	08:34		10:37 (4)	07:57			06:57	06:43	05:37	04:55	05:00	05:43	06:36	07:29	07:27			08:18		10:23 (4)
	16:17	61	11:38 (4)	17:12			18:06	20:03	20:57	21:42	21:49	21:07	19:59	18:46	16:39			16:03	60	11:23 (4)
8	08:33		10:38 (4)	07:55			06:55	06:41	05:35	04:54	05:01	05:45	06:38	07:31	07:29			08:19		10:24 (4)
	16:19	60	11:38 (4)	17:14			18:08	20:05	20:59	21:43	21:48	21:05	19:56	18:44	16:37			16:02	60	11:24 (4)
9	08:33		10:38 (4)	07:53			06:53	06:38	05:33	04:54	05:02	05:46	06:40	07:32	07:30		10:40 (4)	08:21		10:24 (4)
	16:20	60	11:38 (4)	17:15			18:10	20:07	21:00	21:44	21:47	21:03	19:54	18:41	16:36	10	10:50 (4)	16:02	60	11:24 (4)
10	08:32		10:39 (4)	07:51			06:50	06:36	05:31	04:53	05:03	05:48	06:42	07:34	07:32		10:35 (4)	08:22		10:24 (4)
	16:21	60	11:39 (4)	17:17			18:12	20:08	21:02	21:45	21:47	21:01	19:52	18:39	16:34	20	10:55 (4)	16:01	61	11:25 (4)
11	08:32		10:39 (4)	07:49			06:48	06:33	05:30	04:53	05:04	05:50	06:43	07:36	07:34		10:32 (4)	08:23		10:24 (4)
	16:23	60	11:39 (4)	17:19			18:13	20:10	21:04	21:46	21:46	20:59	19:49	18:37	16:32	26	10:58 (4)	16:01	61	11:25 (4)
12	08:31		10:40 (4)	07:47			06:46	06:31	05:28	04:52	05:05	05:51	06:45	07:38	07:36		10:30 (4)	08:24		10:25 (4)
	16:24	59	11:39 (4)	17:21			18:15	20:12	21:06	21:47	21:45	20:57	19:47	18:34	16:31	31	11:01 (4)	16:01	61	11:26 (4)
13	08:30		10:40 (4)	07:45			06:43	06:29	05:26	04:52	05:06	05:53	06:47	07:40	07:38		10:28 (4)	08:25		10:26 (4)
	16:26	59	11:39 (4)	17:23			18:17	20:14	21:07	21:47	21:44	20:55	19:44	18:32	16:29	35	11:03 (4)	16:01	60	11:26 (4)
14	08:30		10:41 (4)	07:43			06:41	06:26	05:24	04:51	05:07	05:55	06:49	07:42	07:40		10:27 (4)	08:26		10:26 (4)
	16:27	58	11:39 (4)	17:25			18:19	20:16	21:09	21:48	21:43	20:53	19:42	18:30	16:27	37	11:04 (4)	16:01	61	11:27 (4)
15	08:29		10:41 (4)	07:41			06:38	06:24	05:23	04:51	05:08	05:57	06:50	07:43	07:42		10:25 (4)	08:27		10:27 (4)
	16:29	58	11:39 (4)	17:27			18:21	20:17	21:11	21:49	21:42	20:51	19:39	18:27	16:26	41	11:06 (4)	16:01	60	11:27 (4)
16	08:28		10:42 (4)	07:39			06:36	06:22	05:21	04:51	05:10	05:58	06:52	07:45	07:44		10:24 (4)	08:28		10:27 (4)
	16:31	57	11:39 (4)	17:29			18:23	20:19	21:12	21:49	21:41	20:49	19:37	18:25	16:24	43	11:07 (4)	16:01	61	11:28 (4)
17	08:27		10:43 (4)	07:37			06:34	06:20	05:19	04:51	05:11	06:00	06:54	07:47	07:45		10:24 (4)	08:29		10:28 (4)
	16:32	57	11:40 (4)	17:31			18:25	20:21	21:14	21:50	21:40	20:47	19:35	18:23	16:23	45	11:09 (4)	16:01	60	11:28 (4)
18	08:26		10:43 (4)	07:35			06:31	06:17	05:18	04:51	05:12	06:02	06:56	07:49	07:47		10:23 (4)	08:30		10:27 (4)
	16:34	56	11:39 (4)	17:33			18:26	20:23	21:15	21:50	21:39	20:45	19:32	18:21	16:21	47	11:10 (4)	16:01	61	11:28 (4)
19	08:25		10:44 (4)	07:33			06:29	06:15	05:16	04:51	05:13	06:04	06:57	07:51	07:49		10:22 (4)	08:31		10:28 (4)
	16:36	55	11:39 (4)	17:35			18:28	20:25	21:17	21:51	21:37	20:43	19:30	18:18	16:20	49	11:11 (4)	16:01	61	11:29 (4)
20	08:24		10:45 (4)	07:31			06:26	06:13	05:15	04:51	05:15	06:05	06:59	07:53	07:51		10:22 (4)	08:31		10:29 (4)
	16:37	54	11:39 (4)	17:37			18:30	20:26	21:19	21:51	21:36	20:40	19:27	18:16	16:18	50	11:12 (4)	16:02	61	11:30 (4)
21	08:23		10:46 (4)	07:29			06:24	06:10	05:13	04:51	05:16	06:07	07:01	07:54	07:53		10:21 (4)	08:32		10:29 (4)
	16:39	53	11:39 (4)	17:39			18:32	20:28	21:20	21:51	21:35	20:38	19:25	18:14	16:17	52	11:13 (4)	16:02	60	11:29 (4)
22	08:21		10:46 (4)	07:27			06:21	06:08	05:12	04:51	05:18	06:09	07:02	07:56	07:54		10:21 (4)	08:33		10:30 (4)
	16:41	52	11:38 (4)	17:41			18:34	20:30	21:22	21:52	21:34	20:36	19:22	18:12	16:16	53	11:14 (4)	16:02	60	11:30 (4)
23	08:20		10:48 (4)	07:25			06:19	06:06	05:10	04:51	05:19	06:10	07:04	07:58	07:56		10:21 (4)	08:33		10:30 (4)
	16:43	50	11:38 (4)	17:43			18:36	20:32	21:23	21:52	21:32	20:34	19:20	18:09	16:15	54	11:15 (4)	16:03	60	11:30 (4)
24	08:19		10:48 (4)	07:22			06:17	06:04	05:09	04:52	05:21	06:12	07:06	08:00	07:58		10:21 (4)	08:34		10:31 (4)
	16:45	49	11:37 (4)	17:45			18:37	20:34	21:25	21:52	21:31	20:32	19:17	18:07	16:13	55	11:16 (4)	16:03	60	11:31 (4)
25	08:18		10:50 (4)	07:20			06:14	06:02	05:08	04:52	05:22	06:14	07:08	08:02	08:00		10:21 (4)	08:34		10:31 (4)
	16:46	47	11:37 (4)	17:47			18:39	20:35	21:26	21:52	21:29	20:29	19:15	18:05	16:12	55	11:16 (4)	16:04	61	11:32 (4)
26	08:16		10:50 (4)	07:18			06:12	05:59	05:06	04:52	05:24	06:16	07:09	08:04	08:01		10:21 (4)	08:34		10:31 (4)
	16:48	46	11:36 (4)	17:49			18:41	20:37	21:28	21:52	21:28	20:27	19:13	18:03	16:11	56	11:17 (4)	16:05	61	11:32 (4)
27	08:15		10:51 (4)	07:16			06:09	05:57	05:05	04:53	05:25	06:17	07:11	07:06	08:03		10:21 (4)	08:35		10:32 (4)
	16:50	44	11:35 (4)	17:51			18:43	20:39	21:29	21:52	21:26	20:25	19:10	17:01	16:10	57	11:18 (4)	16:05	61	11:33 (4)
28	08:13		10:53 (4)	07:13			06:07	05:55	05:04	04:53	05:27	06:19	07:13	07:08	08:05		10:21 (4)	08:35		10:33 (4)
	16:52	42	11:35 (4)	17:53			18:45	20:41	21:30	21:52	21:25	20:22	19:08	16:59	16:09	58	11:19 (4)	16:06	60	11:33 (4)
29	08:12		10:54 (4)				06:05	05:53	05:03	04:54	05:28	06:21	07:15	07:10	08:06		10:21 (4)	08:35		10:33 (4)
	16:54	39	11:33 (4)				18:47	20:43	21:32	21:52	21:23	20:20	19:05	16:57	16:08	58	11:19 (4)	16:07	61	11:34 (4)
30	08:10		10:56 (4)				06:02	05:51	05:02	04:54	05:30	06:23	07:16	07:11	08:08		10:21 (4)	08:35		10:34 (4)
	16:56	36	11:32 (4)				18:48	20:44	21:33	21:52	21:21	20:18	19:03	16:55	16:07	59	11:20 (4)	16:08	60	11:34 (4)
31	08:09		10:58 (4)				07:00		05:01		05:31	06:24		07:13				08:35		10:34 (4)
	16:58	33	11:31 (4)				19:50		21:34		21:20	20:15		16:53				16:09	61	11:35 (4)
Sonnenscheinstunden	251			273			365	417	490	507	511	460	383	331	262			236		
astr.max.mögl.Beschattung		1669			65											991			1869	
Red.Sonnenscheinwahrsch.		0.17			0.24											0.19			0.14	
Reduktion Betriebsdauer		0.95			0.95											0.95			0.95	
Reduktion Windrichtung		0.55			0.55											0.55			0.55	
Gesamte Reduktion		0.09			0.13											0.10			0.07	
Met.wahrsch.Beschattung		149			8											101			137	

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

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

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 18 - Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 3

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar			Februar			März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November			Dezember		
1	08:35		10:06 (4)	08:07		10:23 (4)	07:11	06:57	05:49	05:00	04:55	05:33	06:26	07:18	07:15			08:09		09:52 (4)
	16:10	58	11:04 (4)	17:00	44	11:07 (4)	17:55	19:52	20:46	21:36	21:51	21:18	20:13	19:00	16:51			16:06	59	10:51 (4)
2	08:35		10:07 (4)	08:05		10:24 (4)	07:09	06:55	05:47	04:59	04:55	05:35	06:28	07:20	07:17			08:11		09:53 (4)
	16:11	58	11:05 (4)	17:02	42	11:06 (4)	17:56	19:54	20:48	21:37	21:51	21:16	20:11	18:58	16:49			16:06	59	10:52 (4)
3	08:35		10:08 (4)	08:04		10:25 (4)	07:07	06:52	05:45	04:58	04:56	05:36	06:30	07:22	07:19			08:12		09:53 (4)
	16:12	58	11:06 (4)	17:04	40	11:05 (4)	17:58	19:56	20:50	21:38	21:51	21:15	20:08	18:56	16:47			16:05	59	10:52 (4)
4	08:35		10:07 (4)	08:02		10:27 (4)	07:04	06:50	05:43	04:57	04:57	05:38	06:31	07:24	07:21		10:10 (4)	08:14		09:54 (4)
	16:13	59	11:06 (4)	17:06	36	11:03 (4)	18:00	19:57	20:52	21:39	21:50	21:13	20:06	18:53	16:45	11	10:21 (4)	16:04	59	10:53 (4)
5	08:35		10:08 (4)	08:00		10:29 (4)	07:02	06:48	05:41	04:56	04:58	05:40	06:33	07:25	07:23		10:05 (4)	08:15		09:54 (4)
	16:15	58	11:06 (4)	17:08	32	11:01 (4)	18:02	19:59	20:53	21:40	21:50	21:11	20:04	18:51	16:43	21	10:26 (4)	16:04	58	10:52 (4)
6	08:34		10:08 (4)	07:59		10:32 (4)	07:00	06:45	05:39	04:55	04:59	05:41	06:35	07:27	07:25		10:02 (4)	08:17		09:55 (4)
	16:16	58	11:06 (4)	17:10	28	11:00 (4)	18:04	20:01	20:55	21:41	21:49	21:09	20:01	18:48	16:41	27	10:29 (4)	16:03	58	10:53 (4)
7	08:34		10:09 (4)	07:57		10:34 (4)	06:57	06:43	05:37	04:55	05:00	05:43	06:36	07:29	07:27		10:00 (4)	08:18		09:55 (4)
	16:17	59	11:08 (4)	17:12	23	10:57 (4)	18:06	20:03	20:57	21:42	21:49	21:07	19:59	18:46	16:39	31	10:31 (4)	16:03	58	10:53 (4)
8	08:33		10:09 (4)	07:55		10:39 (4)	06:55	06:41	05:35	04:54	05:01	05:45	06:38	07:31	07:29		09:58 (4)	08:19		09:56 (4)
	16:19	59	11:08 (4)	17:14	14	10:53 (4)	18:08	20:05	20:59	21:43	21:48	21:05	19:56	18:44	16:37	35	10:33 (4)	16:02	58	10:54 (4)
9	08:33		10:09 (4)	07:53			06:53	06:38	05:33	04:54	05:02	05:46	06:40	07:33	07:30		09:57 (4)	08:21		09:56 (4)
	16:20	59	11:08 (4)	17:15			18:10	20:07	21:00	21:44	21:47	21:03	19:54	18:41	16:36	38	10:35 (4)	16:02	58	10:54 (4)
10	08:32		10:10 (4)	07:51			06:50	06:36	05:31	04:53	05:03	05:48	06:42	07:34	07:32		09:55 (4)	08:22		09:56 (4)
	16:21	59	11:09 (4)	17:17			18:12	20:08	21:02	21:45	21:47	21:01	19:52	18:39	16:34	41	10:36 (4)	16:01	58	10:54 (4)
11	08:32		10:10 (4)	07:49			06:48	06:33	05:30	04:53	05:04	05:50	06:43	07:36	07:34		09:54 (4)	08:23		09:56 (4)
	16:23	59	11:09 (4)	17:19			18:13	20:10	21:04	21:46	21:46	20:59	19:49	18:37	16:32	44	10:38 (4)	16:01	58	10:54 (4)
12	08:31		10:11 (4)	07:47			06:46	06:31	05:28	04:52	05:05	05:51	06:45	07:38	07:36		09:53 (4)	08:24		09:58 (4)
	16:24	59	11:10 (4)	17:21			18:15	20:12	21:06	21:47	21:45	20:57	19:47	18:34	16:31	46	10:39 (4)	16:01	57	10:55 (4)
13	08:30		10:11 (4)	07:45			06:43	06:29	05:26	04:52	05:06	05:53	06:47	07:40	07:38		09:53 (4)	08:25		09:58 (4)
	16:26	59	11:10 (4)	17:23			18:17	20:14	21:07	21:47	21:44	20:55	19:44	18:32	16:29	47	10:40 (4)	16:01	58	10:56 (4)
14	08:30		10:11 (4)	07:43			06:41	06:26	05:24	04:51	05:07	05:55	06:49	07:42	07:40		09:52 (4)	08:26		09:58 (4)
	16:27	59	11:10 (4)	17:25			18:19	20:16	21:09	21:48	21:43	20:53	19:42	18:30	16:27	49	10:41 (4)	16:01	58	10:56 (4)
15	08:29		10:12 (4)	07:41			06:38	06:24	05:23	04:51	05:08	05:57	06:50	07:43	07:42		09:51 (4)	08:27		09:59 (4)
	16:29	59	11:11 (4)	17:27			18:21	20:17	21:11	21:49	21:42	20:51	19:39	18:27	16:26	51	10:42 (4)	16:01	57	10:56 (4)
16	08:28		10:12 (4)	07:39			06:36	06:22	05:21	04:51	05:10	05:58	06:52	07:45	07:44		09:51 (4)	08:28		10:00 (4)
	16:31	59	11:11 (4)	17:29			18:23	20:19	21:12	21:49	21:41	20:49	19:37	18:25	16:24	52	10:43 (4)	16:01	57	10:57 (4)
17	08:27		10:13 (4)	07:37			06:34	06:20	05:19	04:51	05:11	06:00	06:54	07:47	07:45		09:51 (4)	08:29		10:00 (4)
	16:32	58	11:11 (4)	17:31			18:25	20:21	21:14	21:50	21:40	20:47	19:35	18:23	16:23	52	10:43 (4)	16:01	57	10:57 (4)
18	08:26		10:13 (4)	07:35			06:31	06:17	05:18	04:51	05:12	06:02	06:56	07:49	07:47		09:50 (4)	08:30		10:00 (4)
	16:34	58	11:11 (4)	17:33			18:26	20:23	21:15	21:50	21:39	20:45	19:32	18:21	16:21	54	10:44 (4)	16:01	57	10:57 (4)
19	08:25		10:13 (4)	07:33			06:29	06:15	05:16	04:51	05:13	06:04	06:57	07:51	07:49		09:51 (4)	08:31		10:01 (4)
	16:36	58	11:11 (4)	17:35			18:28	20:25	21:17	21:51	21:37	20:43	19:30	18:18	16:20	55	10:46 (4)	16:01	57	10:58 (4)
20	08:24		10:14 (4)	07:31			06:26	06:13	05:15	04:51	05:15	06:05	06:59	07:53	07:51		09:50 (4)	08:31		10:01 (4)
	16:37	58	11:12 (4)	17:37			18:30	20:26	21:19	21:51	21:36	20:40	19:27	18:16	16:18	55	10:45 (4)	16:02	58	10:59 (4)
21	08:23		10:15 (4)	07:29			06:24	06:10	05:13	04:51	05:16	06:07	07:01	07:54	07:53		09:50 (4)	08:32		10:01 (4)
	16:39	57	11:12 (4)	17:39			18:32	20:28	21:20	21:51	21:35	20:38	19:25	18:14	16:17	56	10:46 (4)	16:02	57	10:58 (4)
22	08:21		10:15 (4)	07:27			06:21	06:08	05:12	04:51	05:18	06:09	07:02	07:56	07:54		09:50 (4)	08:33		10:02 (4)
	16:41	56	11:11 (4)	17:41			18:34	20:30	21:22	21:52	21:34	20:36	19:22	18:12	16:16	57	10:47 (4)	16:02	57	10:59 (4)
23	08:20		10:16 (4)	07:25			06:19	06:06	05:10	04:51	05:19	06:10	07:04	07:58	07:56		09:50 (4)	08:33		10:02 (4)
	16:43	56	11:12 (4)	17:43			18:36	20:32	21:23	21:52	21:32	20:34	19:20	18:09	16:15	57	10:47 (4)	16:03	57	10:59 (4)
24	08:19		10:16 (4)	07:22			06:17	06:04	05:09	04:52	05:21	06:12	07:06	08:00	07:58		09:50 (4)	08:34		10:03 (4)
	16:45	55	11:11 (4)	17:45			18:37	20:34	21:25	21:52	21:31	20:32	19:17	18:07	16:13	58	10:48 (4)	16:03	57	11:00 (4)
25	08:18		10:17 (4)	07:20			06:14	06:02	05:08	04:52	05:22	06:14	07:08	08:02	08:00		09:50 (4)	08:34		10:03 (4)
	16:46	55	11:12 (4)	17:47			18:39	20:35	21:26	21:52	21:29	20:29	19:15	18:05	16:12	59	10:49 (4)	16:04	58	11:01 (4)
26	08:16		10:17 (4)	07:18			06:12	05:59	05:06	04:52	05:24	06:16	07:09	08:04	08:01		09:51 (4)	08:34		10:04 (4)
	16:48	54	11:11 (4)	17:49			18:41	20:37	21:28	21:52	21:28	20:27	19:13	18:03	16:11	58	10:49 (4)	16:05	57	11:01 (4)
27	08:15		10:18 (4)	07:16			06:09	05:57	05:05	04:53	05:25	06:17	07:11	07:06	08:03		09:51 (4)	08:35		10:05 (4)
	16:50	52	11:10 (4)	17:51			18:43	20:39	21:29	21:52	21:26	20:25	19:10	17:01	16:10	59	10:50 (4)	16:05	57	11:02 (4)
28	08:13		10:19 (4)	07:13			06:07	05:55	05:04	04:53	05:27	06:19	07:13	07:08	08:05		09:52 (4)	08:35		10:05 (4)
	16:52	51	11:10 (4)	17:53			18:45	20:41	21:30	21:52	21:25	20:22	19:08	16:59	16:09	58	10:50 (4)	16:06	58	11:03 (4)
29	08:12		10:20 (4)				06:05	05:53	05:03	04:54	05:28	06:21	07:15	07:10	08:06		09:51 (4)	08:35		10:06 (4)
	16:54	49	11:09 (4)				18:47	20:43	21:32	21:52	21:23	20:20	19:05	16:57	16:08	59	10:50 (4)	16:07	57	11:03 (4)
30	08:10		10:20 (4)				06:02	05:51	05:02	04:54	05:30	06:23	07:16	07:11	08:08		09:52 (4)	08:35		10:06 (4)
	16:56	49	11:09 (4)				18:48	20:44	21:33	21:52	21:21	20:18	19:03	16:55	16:07	59	10:51 (4)	16:08	58	11:04 (4)
31	08:09		10:22 (4)				07:00		05:01		05:31	06:24		07:13				08:35		10:07 (4)
	16:58	47	11:09 (4)				19:50		21:34		21:20	20:15		16:53				16:09	57	11:04 (4)
Sonnenscheinstunden	251			273			365	417	490	507	511	460	383	331	262			236		
astr.max.mögl.Beschattung		1752			259											1289			1788	
Red.Sonnenscheinwahrsch.		0.17			0.24											0.19			0.14	
Reduktion Betriebsdauer		0.95			0.95											0.95			0.95	
Reduktion Windrichtung		0.56			0.56											0.56			0.56	
Gesamte Reduktion		0.09			0.13											0.10			0.07	
Met.wahrsch.Beschattung		159			33											133			133	

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 19 - Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 7

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar			Februar			März	April	Mai	Juni
1	08:35		09:48 (4)	08:07		09:54 (4)	07:11	06:57	05:49	05:00
	16:10	53	10:41 (4)	17:00	62	10:56 (4)	17:55	19:52	20:46	21:36
2	08:35		09:48 (4)	08:05		09:54 (4)	07:09	06:55	05:47	04:59
	16:11	54	10:42 (4)	17:02	62	10:56 (4)	17:56	19:54	20:48	21:37
3	08:35		09:49 (4)	08:04		09:54 (4)	07:07	06:52	05:45	04:58
	16:12	54	10:43 (4)	17:04	61	10:55 (4)	17:58	19:56	20:50	21:38
4	08:35		09:48 (4)	08:02		09:55 (4)	07:04	06:50	05:43	04:57
	16:13	55	10:43 (4)	17:06	60	10:55 (4)	18:00	19:57	20:52	21:39
5	08:35		09:49 (4)	08:00		09:55 (4)	07:02	06:48	05:41	04:56
	16:15	55	10:44 (4)	17:08	59	10:54 (4)	18:02	19:59	20:53	21:40
6	08:34		09:49 (4)	07:59		09:57 (4)	07:00	06:45	05:39	04:56
	16:16	56	10:45 (4)	17:10	58	10:55 (4)	18:04	20:01	20:55	21:41
7	08:34		09:49 (4)	07:57		09:57 (4)	06:57	06:43	05:37	04:55
	16:17	57	10:46 (4)	17:12	57	10:54 (4)	18:06	20:03	20:57	21:42
8	08:33		09:49 (4)	07:55		09:58 (4)	06:55	06:41	05:35	04:54
	16:19	57	10:46 (4)	17:14	55	10:53 (4)	18:08	20:05	20:59	21:43
9	08:33		09:49 (4)	07:53		09:59 (4)	06:53	06:38	05:33	04:54
	16:20	58	10:47 (4)	17:15	54	10:53 (4)	18:10	20:07	21:00	21:44
10	08:32		09:50 (4)	07:51		10:00 (4)	06:50	06:36	05:31	04:53
	16:21	58	10:48 (4)	17:17	52	10:52 (4)	18:12	20:08	21:02	21:45
11	08:32		09:50 (4)	07:49		10:01 (4)	06:48	06:33	05:30	04:53
	16:23	59	10:49 (4)	17:19	50	10:51 (4)	18:13	20:10	21:04	21:46
12	08:31		09:50 (4)	07:47		10:01 (4)	06:46	06:31	05:28	04:52
	16:24	59	10:49 (4)	17:21	47	10:48 (4)	18:15	20:12	21:06	21:47
13	08:30		09:50 (4)	07:45		10:03 (4)	06:43	06:29	05:26	04:52
	16:26	60	10:50 (4)	17:23	44	10:47 (4)	18:17	20:14	21:07	21:47
14	08:30		09:50 (4)	07:43		10:04 (4)	06:41	06:26	05:24	04:52
	16:27	60	10:50 (4)	17:25	42	10:46 (4)	18:19	20:16	21:09	21:48
15	08:29		09:50 (4)	07:41		10:06 (4)	06:38	06:24	05:23	04:51
	16:29	61	10:51 (4)	17:27	38	10:44 (4)	18:21	20:17	21:11	21:49
16	08:28		09:50 (4)	07:39		10:08 (4)	06:36	06:22	05:21	04:51
	16:31	62	10:52 (4)	17:29	33	10:41 (4)	18:23	20:19	21:12	21:49
17	08:27		09:51 (4)	07:37		10:11 (4)	06:34	06:20	05:19	04:51
	16:32	61	10:52 (4)	17:31	28	10:39 (4)	18:25	20:21	21:14	21:50
18	08:26		09:50 (4)	07:35		10:15 (4)	06:31	06:17	05:18	04:51
	16:34	62	10:52 (4)	17:33	20	10:35 (4)	18:26	20:23	21:15	21:50
19	08:25		09:50 (4)	07:33		10:22 (4)	06:29	06:15	05:16	04:51
	16:36	63	10:53 (4)	17:35	4	10:26 (4)	18:28	20:25	21:17	21:51
20	08:24		09:51 (4)	07:31			06:26	06:13	05:15	04:51
	16:37	63	10:54 (4)	17:37			18:30	20:26	21:19	21:51
21	08:23		09:51 (4)	07:29			06:24	06:10	05:13	04:51
	16:39	64	10:55 (4)	17:39			18:32	20:28	21:20	21:51
22	08:21		09:51 (4)	07:27			06:21	06:08	05:12	04:51
	16:41	63	10:54 (4)	17:41			18:34	20:30	21:22	21:52
23	08:20		09:51 (4)	07:25			06:19	06:06	05:10	04:51
	16:43	64	10:55 (4)	17:43			18:36	20:32	21:23	21:52
24	08:19		09:51 (4)	07:22			06:17	06:04	05:09	04:52
	16:45	64	10:55 (4)	17:45			18:37	20:34	21:25	21:52
25	08:18		09:52 (4)	07:20			06:14	06:02	05:08	04:52
	16:47	64	10:56 (4)	17:47			18:39	20:35	21:26	21:52
26	08:16		09:52 (4)	07:18			06:12	05:59	05:06	04:52
	16:48	64	10:56 (4)	17:49			18:41	20:37	21:28	21:52
27	08:15		09:52 (4)	07:16			06:09	05:57	05:05	04:53
	16:50	63	10:55 (4)	17:51			18:43	20:39	21:29	21:52
28	08:13		09:52 (4)	07:13			06:07	05:55	05:04	04:53
	16:52	64	10:56 (4)	17:53			18:45	20:41	21:30	21:52
29	08:12		09:52 (4)				06:05	05:53	05:03	04:54
	16:54	64	10:56 (4)				18:47	20:43	21:32	21:52
30	08:10		09:52 (4)				06:02	05:51	05:02	04:54
	16:56	64	10:56 (4)				18:48	20:44	21:33	21:52
31	08:09		09:54 (4)				07:00		05:01	
	16:58	62	10:56 (4)				19:50		21:34	
Sonnenscheinstunden	251			273			365	417	490	507
astr.max.mögl.Beschattung		1867			886					
Red.Sonnenscheinwahrsch.		0.17			0.24					
Reduktion Betriebsdauer		0.95			0.95					
Reduktion Windrichtung		0.57			0.57					
Gesamte Reduktion		0.09			0.13					
Met.wahrsch.Beschattung		170			113					

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

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

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungSchattenrezeptor: 19 - Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 7

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Juli	August	September	Oktober			November			Dezember		
1	04:55	05:33	06:26	07:18			07:15		09:30 (4)	08:09		09:31 (4)
	21:51	21:18	20:13	19:00			16:51	49	10:19 (4)	16:06	60	10:31 (4)
2	04:55	05:35	06:28	07:20			07:17		09:29 (4)	08:11		09:32 (4)
	21:51	21:16	20:11	18:58			16:49	51	10:20 (4)	16:06	59	10:31 (4)
3	04:56	05:36	06:30	07:22			07:19		09:28 (4)	08:12		09:32 (4)
	21:51	21:15	20:08	18:56			16:47	53	10:21 (4)	16:05	59	10:31 (4)
4	04:57	05:38	06:31	07:24			07:21		09:28 (4)	08:14		09:34 (4)
	21:50	21:13	20:06	18:53			16:45	55	10:23 (4)	16:04	57	10:31 (4)
5	04:58	05:40	06:33	07:25			07:23		09:27 (4)	08:15		09:34 (4)
	21:50	21:11	20:04	18:51			16:43	57	10:24 (4)	16:04	57	10:31 (4)
6	04:59	05:41	06:35	07:27			07:25		09:27 (4)	08:17		09:35 (4)
	21:49	21:09	20:01	18:48			16:41	57	10:24 (4)	16:03	57	10:32 (4)
7	05:00	05:43	06:36	07:29			07:27		09:26 (4)	08:18		09:35 (4)
	21:49	21:07	19:59	18:46			16:39	59	10:25 (4)	16:03	56	10:31 (4)
8	05:01	05:45	06:38	07:31			07:29		09:26 (4)	08:19		09:36 (4)
	21:48	21:05	19:56	18:44			16:37	60	10:26 (4)	16:02	56	10:32 (4)
9	05:02	05:46	06:40	07:33			07:30		09:25 (4)	08:21		09:37 (4)
	21:47	21:03	19:54	18:41			16:36	61	10:26 (4)	16:02	55	10:32 (4)
10	05:03	05:48	06:42	07:34			07:32		09:25 (4)	08:22		09:37 (4)
	21:47	21:01	19:52	18:39			16:34	61	10:26 (4)	16:01	55	10:32 (4)
11	05:04	05:50	06:43	07:36			07:34		09:25 (4)	08:23		09:38 (4)
	21:46	20:59	19:49	18:37			16:32	62	10:27 (4)	16:01	54	10:32 (4)
12	05:05	05:51	06:45	07:38			07:36		09:24 (4)	08:24		09:39 (4)
	21:45	20:57	19:47	18:34			16:31	63	10:27 (4)	16:01	54	10:33 (4)
13	05:06	05:53	06:47	07:40			07:38		09:24 (4)	08:25		09:40 (4)
	21:44	20:55	19:44	18:32			16:29	64	10:28 (4)	16:01	53	10:33 (4)
14	05:07	05:55	06:49	07:42			07:40		09:24 (4)	08:26		09:40 (4)
	21:43	20:53	19:42	18:30			16:27	64	10:28 (4)	16:01	53	10:33 (4)
15	05:08	05:57	06:50	07:43			07:42		09:24 (4)	08:27		09:41 (4)
	21:42	20:51	19:39	18:27			16:26	64	10:28 (4)	16:01	52	10:33 (4)
16	05:10	05:58	06:52	07:45			07:44		09:24 (4)	08:28		09:42 (4)
	21:41	20:49	19:37	18:25			16:24	64	10:28 (4)	16:01	52	10:34 (4)
17	05:11	06:00	06:54	07:47			07:45		09:25 (4)	08:29		09:42 (4)
	21:40	20:47	19:35	18:23			16:23	64	10:29 (4)	16:01	52	10:34 (4)
18	05:12	06:02	06:56	07:49			07:47		09:25 (4)	08:30		09:42 (4)
	21:39	20:45	19:32	18:21			16:21	64	10:29 (4)	16:01	52	10:34 (4)
19	05:14	06:04	06:57	07:51			07:49		09:25 (4)	08:31		09:43 (4)
	21:37	20:43	19:30	18:18			16:20	64	10:29 (4)	16:01	51	10:34 (4)
20	05:15	06:05	06:59	07:53			07:51		09:25 (4)	08:31		09:44 (4)
	21:36	20:40	19:27	18:16			16:18	64	10:29 (4)	16:02	51	10:35 (4)
21	05:16	06:07	07:01	07:54			07:53		09:26 (4)	08:32		09:44 (4)
	21:35	20:38	19:25	18:14			16:17	63	10:29 (4)	16:02	51	10:35 (4)
22	05:18	06:09	07:02	07:56			07:54		09:26 (4)	08:33		09:45 (4)
	21:34	20:36	19:22	18:12			16:16	64	10:30 (4)	16:02	51	10:36 (4)
23	05:19	06:10	07:04	07:58			07:56		09:27 (4)	08:33		09:45 (4)
	21:32	20:34	19:20	18:09			16:15	63	10:30 (4)	16:03	51	10:36 (4)
24	05:21	06:12	07:06	08:00			07:58		09:27 (4)	08:34		09:46 (4)
	21:31	20:32	19:17	18:07			16:13	63	10:30 (4)	16:03	51	10:37 (4)
25	05:22	06:14	07:08	08:02		10:45 (4)	08:00		09:28 (4)	08:34		09:46 (4)
	21:29	20:29	19:15	18:05	18	11:03 (4)	16:12	62	10:30 (4)	16:04	51	10:37 (4)
26	05:24	06:16	07:09	08:04		10:41 (4)	08:01		09:28 (4)	08:34		09:46 (4)
	21:28	20:27	19:13	18:03	26	11:07 (4)	16:11	62	10:30 (4)	16:05	51	10:37 (4)
27	05:25	06:17	07:11	07:06		09:38 (4)	08:03		09:29 (4)	08:35		09:47 (4)
	21:26	20:25	19:10	17:01	32	10:10 (4)	16:10	62	10:31 (4)	16:05	52	10:39 (4)
28	05:27	06:19	07:13	07:08		09:36 (4)	08:05		09:30 (4)	08:35		09:47 (4)
	21:25	20:22	19:08	16:59	37	10:13 (4)	16:09	61	10:31 (4)	16:06	52	10:39 (4)
29	05:28	06:21	07:15	07:10		09:34 (4)	08:06		09:30 (4)	08:35		09:48 (4)
	21:23	20:20	19:05	16:57	41	10:15 (4)	16:08	60	10:30 (4)	16:07	52	10:40 (4)
30	05:30	06:23	07:16	07:11		09:33 (4)	08:08		09:31 (4)	08:35		09:48 (4)
	21:21	20:18	19:03	16:55	43	10:16 (4)	16:07	60	10:31 (4)	16:08	52	10:40 (4)
31	05:31	06:24		07:13		09:31 (4)				08:35		09:48 (4)
	21:20	20:15		16:53	47	10:18 (4)				16:09	53	10:41 (4)
Sonnenscheinstunden	511	460	383	331			262			236		
astr.max.mögl.Beschattung					244			1820			1662	
Red.Sonnenscheinwahrsch.					0.29			0.19			0.14	
Reduktion Betriebsdauer					0.95			0.95			0.95	
Reduktion Windrichtung					0.57			0.57			0.57	
Gesamte Reduktion					0.16			0.10			0.07	
Met.wahrsch.Beschattung					38			189			124	

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

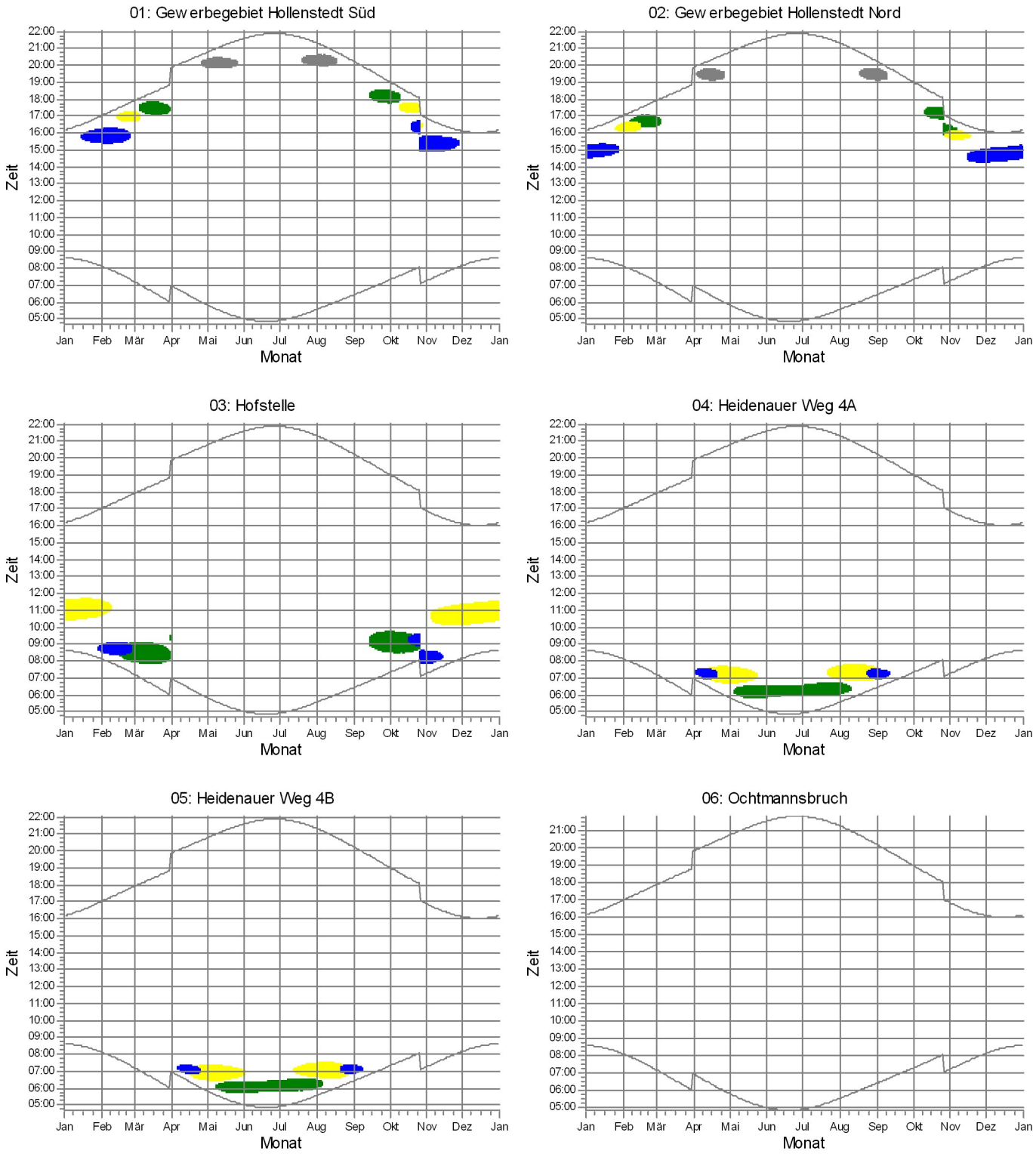
Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)		Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang	(WEA mit erstem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende	(WEA mit letztem Schatten)

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-Gesamtbelastung

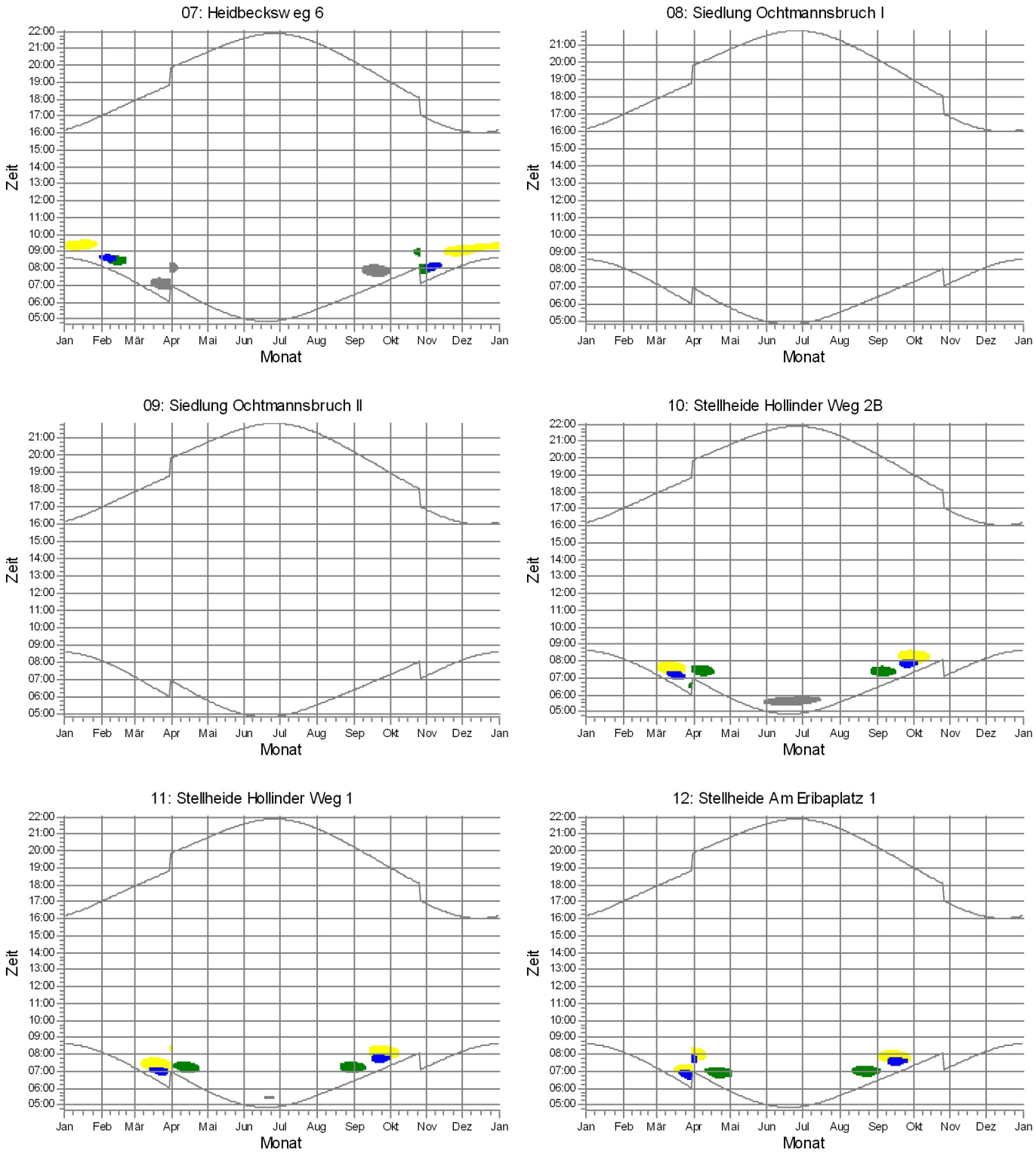


Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-Gesamtbelastung



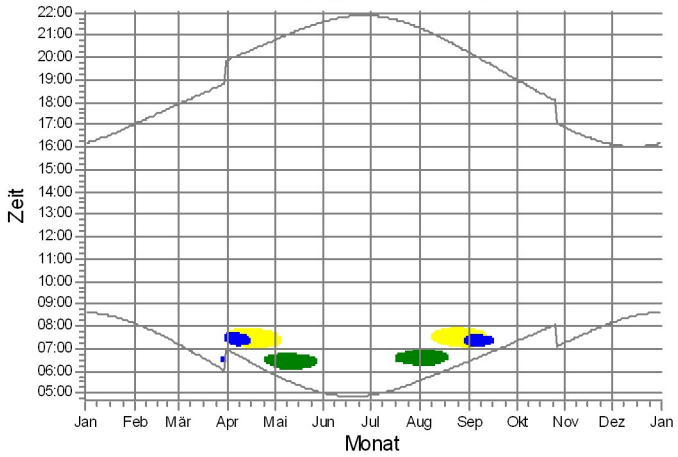
Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

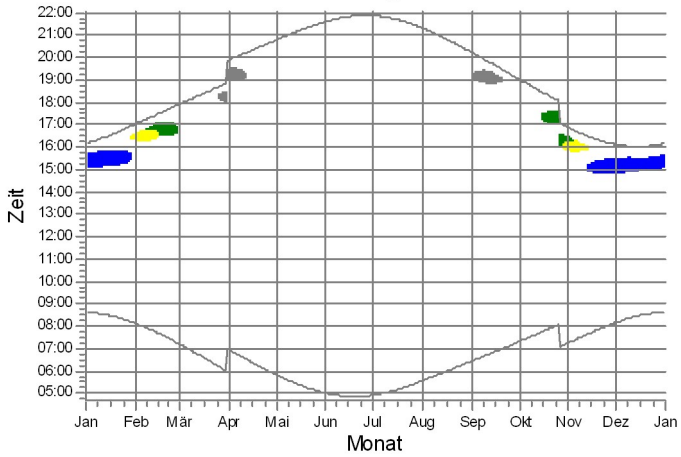
SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-Gesamtbelastung

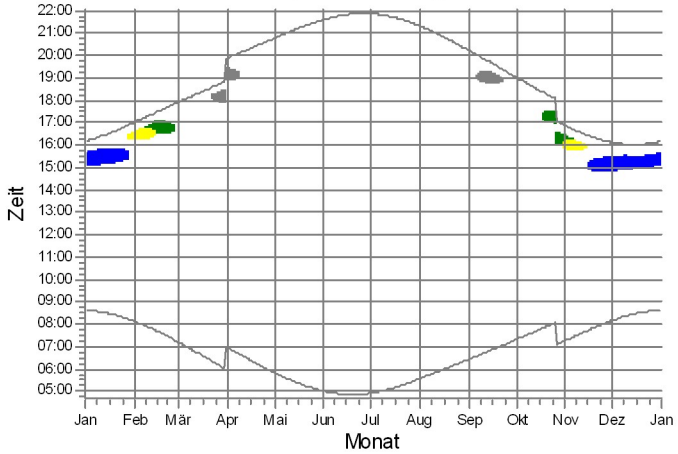
13: Stellheide Campingplatz "Am Eribaplatz"



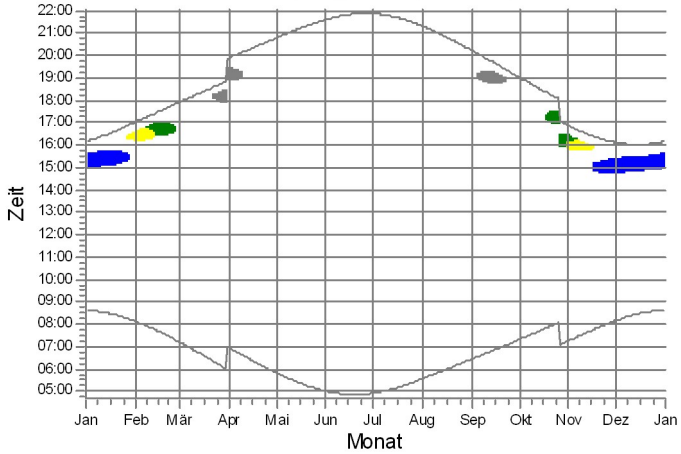
14: Hollenstedt Bergstr. 25



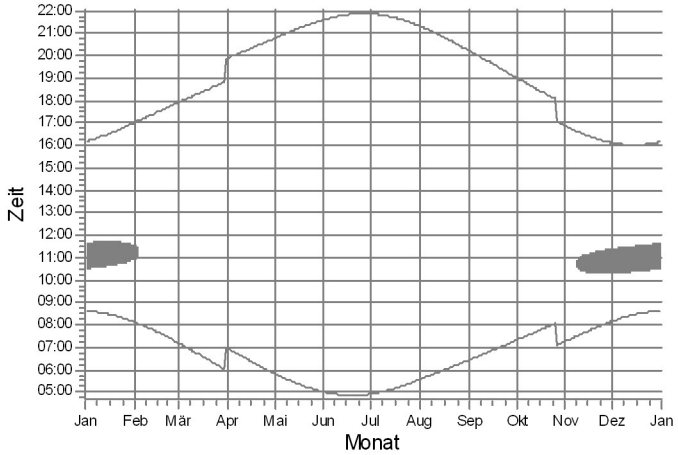
15: Hollenstedt, Hofstedter Bogen 18A



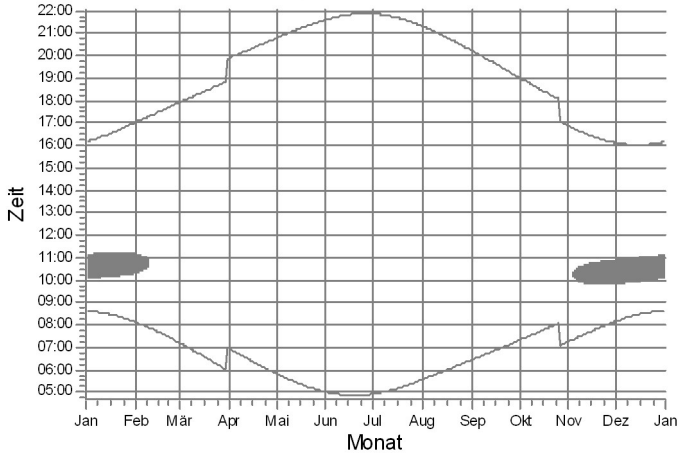
16: Hollenstedt, Bergstraße (unbebaut)



17: Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 1A



18: Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 3

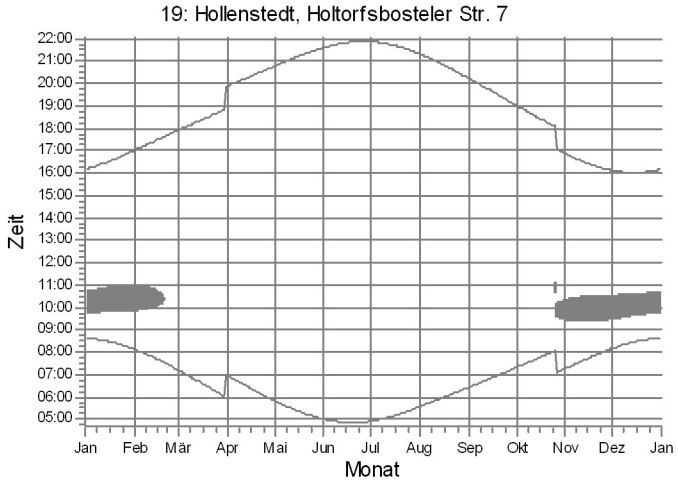


WEA

1: WEA1 2: WEA2 3: WEA3 4: WEA4

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-Gesamtbelastung



WEA

1: WEA1 4: WEA4

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender pro WEA

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungWEA: 1 - WEA1

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1	08:35 16:10	08:07 17:00	07:11 08:00-09:02/62 17:55 16:28-16:52/24	06:57 07:23-07:40/17 19:52	05:49 06:16-06:40/24 20:46 06:45-07:01/16	05:00 05:46-06:28/42 21:36
2	08:35 16:11	08:05 17:02	07:09 08:00-09:03/63 17:56 16:30-16:51/21	06:55 07:20-07:41/21 19:54	05:47 06:14-06:41/27 20:48 06:47-06:58/11	04:59 05:46-06:28/42 21:37
3	08:35 16:12	08:04 17:04	07:07 07:59-09:03/64 17:58 16:33-16:48/15	06:52 07:18-07:41/23 19:56	05:45 06:12-06:41/29 20:50	04:58 05:46-06:28/42 21:38
4	08:35 16:13	08:02 08:31-08:33/2 17:06	07:04 07:58-09:03/65 18:00 16:37-16:42/5	06:50 07:15-07:41/26 19:57	05:43 06:11-06:42/31 20:52	04:57 05:47-06:28/41 21:39
5	08:35 16:15	08:00 08:30-08:36/6 17:08	07:02 07:58-09:04/66 18:02	06:48 07:13-07:41/28 19:59	05:41 06:09-06:43/34 20:53	04:56 05:47-06:28/41 21:40
6	08:34 16:16	07:59 16:37-16:41/4 17:10 08:28-08:37/9	07:00 07:57-09:04/67 18:04 17:23-17:36/13	06:45 07:11-07:42/31 20:01	05:39 06:07-06:43/36 20:55	04:56 05:48-06:28/40 21:41
7	08:34 16:17	07:57 16:35-16:43/8 17:12 08:26-08:38/12	06:57 07:56-09:04/68 18:06 17:20-17:39/19	06:43 07:08-07:41/33 20:03	05:37 06:05-06:43/38 20:57	04:55 05:48-06:28/40 21:42
8	08:33 16:19	07:55 16:34-16:46/12 17:14 08:24-08:39/15	06:55 07:56-09:04/68 18:08 17:18-17:42/24	06:41 07:06-07:41/35 20:05	05:35 06:03-06:42/39 20:59	04:54 05:48-06:27/39 21:43
9	08:33 16:20	07:53 16:32-16:48/16 17:15 08:22-08:40/18	06:53 07:55-09:03/68 18:10 17:15-17:43/28	06:38 07:04-07:41/37 20:06	05:33 06:02-06:43/41 21:00	04:54 05:49-06:27/38 21:44
10	08:32 16:21	07:51 16:29-16:49/20 17:17 08:20-08:40/20	06:50 07:55-09:03/68 18:12 17:14-17:44/30	06:36 07:01-07:39/38 20:08	05:31 06:00-06:43/43 21:02	04:53 05:50-06:28/38 21:45
11	08:32 16:23	07:49 16:28-16:51/23 17:19 08:18-08:41/23	06:48 07:55-09:03/68 18:13 17:12-17:45/33	06:33 06:59-07:39/40 20:10	05:30 05:58-06:42/44 21:04	04:53 05:49-06:27/38 21:46
12	08:31 16:24	07:47 16:27-16:54/27 17:21 08:15-08:40/25	06:45 07:55-09:02/67 18:15 17:11-17:46/35	06:31 06:57-07:38/41 20:12	05:28 05:57-06:43/46 21:05	04:52 05:50-06:27/37 21:47
13	08:30 16:26	07:45 16:26-16:56/30 17:23 08:15-08:40/25	06:43 07:55-09:02/67 18:17 17:11-17:47/36	06:29 06:54-07:36/42 20:14	05:26 05:55-06:42/47 21:07	04:52 05:51-06:27/36 21:47
14	08:29 16:27	07:43 16:25-16:58/33 17:25 08:15-08:40/25	06:41 07:54-09:01/67 18:19 17:09-17:46/37	06:26 06:52-07:35/43 20:16	05:24 05:54-06:42/48 21:09	04:52 05:51-06:28/37 21:48
15	08:29 16:29	07:41 16:25-17:00/35 17:27 08:15-08:40/25	06:38 07:55-09:01/66 18:21 17:09-17:47/38	06:24 06:50-07:33/43 20:17	05:23 05:52-06:41/49 21:11	04:51 05:51-06:27/36 21:49
16	08:28 16:31	07:39 16:24-17:03/39 17:29 08:16-08:39/23	06:36 07:54-08:59/65 18:23 17:08-17:46/38	06:22 06:48-07:31/43 20:19	05:21 05:51-06:41/50 21:12	04:51 05:51-06:27/36 21:49
17	08:27 16:32	07:37 16:24-17:04/40 17:31 08:17-08:44/27	06:34 07:55-08:59/64 18:25 17:08-17:47/39	06:20 06:45-07:26/41 20:21	05:19 05:49-06:40/51 21:14	04:51 05:52-06:27/35 21:50
18	08:26 16:34	07:35 16:23-17:03/40 17:33 08:18-08:47/29	06:31 07:55-08:57/62 18:26 17:07-17:46/39	06:17 06:43-07:25/42 20:23	05:18 05:48-06:40/52 21:15	04:51 05:52-06:27/35 21:50
19	08:25 16:36	07:33 16:23-17:03/40 17:35 08:15-08:49/34	06:29 07:55-08:57/62 18:28 17:07-17:46/39	06:15 06:41-07:24/43 20:25	05:16 05:46-06:39/53 21:17	04:51 05:52-06:27/35 21:51
20	08:24 16:37	07:31 16:23-17:03/40 17:37 08:13-08:52/39	06:26 07:56-08:56/60 18:30 17:08-17:46/38	06:13 06:40-07:23/43 20:26	05:15 05:46-06:39/53 21:19	04:51 05:52-06:27/35 21:51
21	08:22 16:39	07:29 16:23-17:03/40 17:39 08:11-08:54/43	06:24 07:56-08:54/58 18:32 17:07-17:45/38	06:10 06:40-07:22/42 20:28	05:13 05:46-06:38/52 21:20	04:51 05:53-06:28/35 21:51
22	08:21 16:41	07:27 16:24-17:03/39 17:41 08:10-08:56/46	06:21 07:57-08:53/56 18:34 17:08-17:44/36	06:08 06:40-07:20/40 20:30	05:12 05:45-06:37/52 21:22	04:51 05:54-06:28/34 21:52
23	08:20 16:43	07:24 16:23-17:01/38 17:43 08:07-08:57/50	06:19 07:57-08:51/54 18:36 17:08-17:43/35	06:06 06:39-07:16/37 20:32	05:10 05:45-06:36/51 21:23	04:51 05:53-06:28/35 21:52
24	08:19 16:45	07:22 16:24-17:01/37 17:45 08:06-08:58/52	06:17 07:59-08:50/51 18:37 17:09-17:42/33	06:04 06:39-07:09/30 20:34	05:09 05:45-06:35/50 21:25	04:52 05:53-06:28/35 21:52
25	08:17 16:47	07:20 16:24-16:59/35 17:47 08:05-08:59/54	06:14 07:59-08:47/48 18:39 17:09-17:40/31	06:02 06:40-07:09/29 20:35	05:08 05:45-06:34/49 21:26	04:52 05:54-06:29/35 21:52
26	08:16 16:48	07:18 16:24-16:57/33 17:49 08:03-09:00/57	06:12 08:01-08:45/44 18:41 17:10-17:39/29	05:59 06:26-06:32/6 20:37 06:40-07:08/28	05:06 05:45-06:33/48 21:28	04:52 05:54-06:29/35 21:52
27	08:15 16:50	07:16 16:26-16:56/30 17:51 08:02-09:01/59	06:09 08:03-08:43/40 18:43 17:11-17:37/26	05:57 06:24-06:35/11 20:39 06:41-07:07/26	05:05 05:46-06:31/45 21:29	04:53 05:54-06:29/35 21:52
28	08:13 16:52	07:13 08:02-09:02/60 17:53 16:27-16:55/28	06:07 08:04-08:40/36 18:45 17:13-17:35/22	05:55 06:22-06:37/15 20:41 06:41-07:06/25	05:04 05:46-06:29/43 21:30	04:53 05:54-06:30/36 21:52
29	08:12 16:54		06:05 06:30-06:35/5 17:17-17:32/15 18:47 08:06-08:37/31	05:53 06:20-06:38/18 20:43 06:42-07:05/23	05:03 05:46-06:29/43 21:32	04:54 05:54-06:30/36 21:52
30	08:10 16:56		06:02 06:27-06:37/10 17:22-17:25/3 18:48 08:09-08:33/24	05:51 06:18-06:39/21 20:44 06:44-07:03/19	05:02 05:46-06:29/43 21:33	04:54 05:54-06:31/37 21:52
31	08:09 16:58		07:00 07:25-07:39/14 19:50 09:14-09:27/13		05:01 05:46-06:29/43 21:34	
Sonnenscheinstunden	251	273	365	417	490	507
Anzahl Minuten mit Schatten	0	1465	2610	1080	1381	1116

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-Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende/Minuten mit Schatten
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang-Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende/Minuten mit Schatten

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender pro WEA

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungWEA: 1 - WEA1

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Juli		August		September		Oktober		November		Dezember	
1	04:55	05:55-06:31/36	05:33	06:05-06:52/47	06:26	06:55-07:36/41	07:18	08:34-09:41/67	07:15	15:57-16:22/25	08:09	
	21:51		21:18		20:13		19:00	17:49-18:26/37	16:51	07:46-08:09/23	16:06	
2	04:56	05:54-06:31/37	05:35	06:07-06:53/46	06:28	06:57-07:37/40	07:20	08:34-09:41/67	07:17	15:58-16:20/22	08:11	
	21:51		21:16		20:11		18:58	17:49-18:25/36	16:49	07:48-08:09/21	16:06	
3	04:56	05:54-06:32/38	05:36	06:08-06:52/44	06:30	06:58-07:37/39	07:22	08:33-09:41/68	07:19	16:00-16:17/17	08:12	
	21:51		21:14		20:08		18:56	17:50-18:25/35	16:47	07:50-08:09/19	16:05	
4	04:57	05:55-06:33/38	05:38	06:10-06:53/43	06:31	07:00-07:37/37	07:24	08:33-09:41/68	07:21	16:02-16:15/13	08:14	
	21:50		21:13		20:06		18:53	17:50-18:22/32	16:45	07:53-08:09/16	16:04	
5	04:58	05:55-06:33/38	05:40	06:12-06:53/41	06:33	07:02-07:38/36	07:25	08:32-09:40/68	07:23	16:05-16:14/9	08:15	
	21:50		21:11		20:04		18:51	17:51-18:21/30	16:43	07:55-08:08/13	16:04	
6	04:59	05:54-06:33/39	05:41	06:13-06:53/40	06:35	07:03-07:37/34	07:27	08:32-09:40/68	07:25	16:06-16:12/6	08:17	
	21:49		21:09		20:01		18:48	17:52-18:20/28	16:41	07:57-08:07/10	16:03	
7	05:00	05:54-06:34/40	05:43	06:15-06:53/38	06:36	07:05-07:37/32	07:29	08:32-09:40/68	07:27	16:09-16:10/1	08:18	
	21:49		21:07		19:59		18:46	17:54-18:18/24	16:39	07:59-08:06/7	16:03	
8	05:01	05:54-06:34/40	05:45	06:16-06:52/36	06:38	07:07-07:37/30	07:31	08:32-09:40/68	07:29	08:01-08:04/3	08:19	
	21:48		21:05		19:56		18:44	17:56-18:15/19	16:37		16:02	
9	05:02	05:54-06:35/41	05:46	06:18-06:52/34	06:40	07:08-07:35/27	07:32	08:32-09:39/67	07:30		08:21	
	21:47		21:03		19:54		18:41	17:59-18:12/13	16:36		16:02	
10	05:03	05:54-06:35/41	05:48	06:19-06:51/32	06:42	07:10-07:35/25	07:34	08:33-09:39/66	07:32		08:22	
	21:46		21:01		19:52		18:39		16:34		16:01	
11	05:04	05:54-06:36/42	05:50	06:21-06:51/30	06:43	07:12-07:34/22	07:36	08:33-09:38/65	07:34		08:23	
	21:46		20:59		19:49		18:37	17:12-17:16/4	16:32		16:01	
12	05:05	05:54-06:36/42	05:51	06:23-06:50/27	06:45	07:13-07:32/19	07:38	08:32-09:37/65	07:36		08:24	
	21:45		20:57	06:57-07:07/10	19:47		18:34	17:06-17:21/15	16:31		16:01	
13	05:06	05:54-06:36/42	05:53	06:24-06:49/25	06:47	07:15-07:31/16	07:40	08:33-09:36/63	07:38		08:25	
	21:44		20:55	06:54-07:09/15	19:44		18:32	17:03-17:24/21	16:29		16:01	
14	05:07	05:54-06:37/43	05:55	06:26-06:48/22	06:49	07:17-07:30/13	07:42	08:33-09:35/62	07:40		08:26	
	21:43		20:53	06:52-07:11/19	19:42	09:03-09:21/18	18:30	17:01-17:25/24	16:27		16:01	
15	05:08	05:54-06:37/43	05:57	06:27-06:46/19	06:50	07:18-07:26/8 18:09-18:19/10	07:43	08:34-09:34/60	07:42		08:27	
	21:42		20:51	06:50-07:12/22	19:39	08:58-09:24/26	18:27	16:59-17:27/28	16:26		16:01	
16	05:10	05:55-06:38/43	05:58	06:29-06:45/16	06:52	07:20-07:23/3 18:05-18:22/17	07:45	16:58-17:28/30	07:44		08:28	
	21:41		20:49	06:49-07:13/24	19:37	08:55-09:28/33	18:25	08:34-09:33/59	16:24		16:01	
17	05:11	05:55-06:38/43	06:00	06:31-06:43/12	06:54	08:52-09:30/38	07:47	16:57-17:29/32	07:45		08:29	
	21:40		20:47	06:48-07:14/26	19:35	18:02-18:25/23	18:23	08:35-09:32/57	16:23		16:01	
18	05:12	05:55-06:40/45	06:02	06:32-06:39/7	06:55	08:50-09:32/42	07:49	16:56-17:30/34	07:47		08:30	
	21:39		20:45	06:47-07:14/27	19:32	17:59-18:26/27	18:20	08:36-09:31/55	16:21		16:01	
19	05:14	05:54-06:42/48	06:04	06:46-07:15/29	06:57	08:48-09:33/45	07:51	16:55-17:32/37	07:49		08:31	
	21:37		20:43		19:30	17:57-18:27/30	18:18	08:37-09:30/53	16:20		16:01	
20	05:15	05:55-06:44/49	06:05	06:45-07:15/30	06:59	08:46-09:35/49	07:53	16:54-17:33/39	07:51		08:31	
	21:36		20:40		19:27	17:56-18:28/32	18:16	08:38-09:28/50	16:18		16:02	
21	05:16	05:55-06:45/50	06:07	06:45-07:20/35	07:01	08:45-09:36/51	07:54	16:54-17:33/39	07:53		08:32	10:24-10:26/2
	21:35		20:38		19:25	17:55-18:29/34	18:14	08:40-09:26/46	16:17		16:02	
22	05:18	05:55-06:46/51	06:09	06:45-07:24/39	07:02	08:42-09:37/55	07:56	16:54-17:34/40	07:54		08:33	10:25-10:27/2
	21:33		20:36		19:22	17:53-18:29/36	18:12	08:41-09:25/44	16:16		16:02	
23	05:19	05:55-06:47/52	06:10	06:44-07:25/41	07:04	08:41-09:38/57	07:58	16:53-17:34/41	07:56		08:33	10:25-10:27/2
	21:32		20:34		19:20	17:52-18:29/37	18:09	08:43-09:23/40	16:15		16:03	
24	05:21	05:56-06:48/52	06:12	06:44-07:26/42	07:06	08:40-09:39/59	08:00	16:53-17:34/41	07:58		08:34	10:27-10:28/1
	21:31		20:31		19:17	17:52-18:29/37	18:07	08:45-09:20/35	16:13		16:03	
25	05:22	05:56-06:49/53	06:14	06:44-07:28/44	07:08	08:40-09:40/60	08:02	16:53-17:34/41	08:00		08:34	
	21:29		20:29		19:15	17:50-18:29/39	18:05	08:47-09:18/31	16:12		16:04	
26	05:24	05:57-06:50/53	06:16	06:45-07:28/43	07:09	08:38-09:40/62	08:04	16:53-17:34/41	08:01		08:34	
	21:28		20:27		19:13	17:50-18:29/39	18:03	08:46-09:14/28	16:11		16:05	
27	05:25	05:58-06:50/52	06:17	06:47-07:29/42	07:11	08:37-09:40/63	07:06	15:54-16:33/39	08:03		08:35	
	21:26		20:25		19:10	17:50-18:29/39	17:01	07:46-08:09/23	16:10		16:05	
28	05:27	06:00-06:51/51	06:19	06:49-07:31/42	07:13	08:36-09:41/65	07:08	15:54-16:31/37	08:05		08:35	
	21:25		20:22		19:08	17:50-18:28/38	16:59	07:45-08:09/24	16:09		16:06	
29	05:28	06:01-06:52/51	06:21	06:50-07:33/43	07:15	08:36-09:41/65	07:09	15:55-16:28/33	08:06		08:35	
	21:23		20:20		19:05	17:50-18:28/38	16:57	07:44-08:10/26	16:08		16:07	
30	05:30	06:02-06:51/49	06:23	06:52-07:35/43	07:16	08:34-09:41/67	07:11	15:55-16:26/31	08:08		08:35	
	21:21		20:18		19:03	17:49-18:27/38	16:55	07:44-08:10/26	16:07		16:08	
31	05:31	06:04-06:52/48	06:24	06:53-07:35/42			07:13	15:56-16:24/28			08:35	
	21:20		20:15				16:53	07:44-08:10/26			16:09	
Sonnenscheinstunden	510		460		383		331		262		236	
Anzahl Minuten mit Schatten		1390		1217		1791		2542		205		7

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-Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende/Minuten mit Schatten
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang-Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende/Minuten mit Schatten

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender pro WEA

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungWEA: 2 - WEA2

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1	08:35 09:11-09:28/17	08:07 16:11-16:31/20	07:11 16:45-17:11/26	06:57 07:30-07:36/6	05:49 06:30-07:38/68	05:00
	16:10 10:27-11:32/65	17:00 10:46-11:32/46	17:55	19:52 07:41-08:20/39	20:46	21:36
2	08:35 09:11-09:29/18	08:05 16:10-16:33/23	07:09 07:35-07:46/11	06:55 07:24-08:18/54	05:47 06:30-07:36/66	04:59
	16:11 10:27-11:33/66	17:02 10:48-11:31/43	17:56 16:47-17:10/23	19:54	20:48	21:37
3	08:35 09:11-09:30/19	08:04 16:10-16:35/25	07:07 07:33-07:49/16	06:52 07:21-08:18/57	05:45 06:29-07:36/67	04:58
	16:12 10:28-11:33/65	17:04 10:49-11:29/40	17:58 16:48-17:09/21	19:56	20:50	21:38
4	08:35 09:10-09:30/20	08:02 16:10-16:37/27	07:04 07:30-07:50/20	06:50 07:17-08:16/59	05:43 06:30-07:36/66	04:57
	16:13 10:28-11:33/65	17:06 10:51-11:27/36	18:00 16:49-17:06/17	19:57	20:52	21:39
5	08:35 09:10-09:31/21	08:00 16:10-16:39/29	07:02 07:28-07:52/24	06:48 07:16-08:15/59	05:41 06:30-07:36/66	04:56
	16:15 10:29-11:34/65	17:08 10:53-11:25/32	18:02 16:52-17:04/12	19:59	20:53	21:40
6	08:34 09:09-09:31/22	07:59 16:10-16:41/31	07:00 07:26-07:54/28	06:45 07:14-08:14/60	05:39 06:29-07:35/66	04:56
	16:16 10:29-11:34/65	17:10 10:56-11:24/28	18:04	20:01	20:55	21:41
7	08:34 09:09-09:32/23	07:57 16:10-16:43/33	06:57 07:23-07:54/31	06:43 07:12-08:12/60	05:37 06:29-07:34/65	04:55
	16:17 10:30-11:35/65	17:12 11:00-11:20/20	18:06	20:03	20:57	21:42
8	08:33 09:08-09:32/24	07:55 16:11-16:44/33	06:55 07:21-07:55/34	06:41 07:11-08:10/59	05:35 06:29-07:33/64	04:54
	16:19 10:30-11:35/65	17:14 11:06-11:13/7	18:08	20:05	20:59	21:43
9	08:33 09:07-09:33/26	07:53 16:12-16:44/32	06:53 07:18-07:55/37	06:38 07:10-08:08/58	05:33 06:30-07:33/63	04:54
	16:20 10:30-11:35/65	17:16	18:10	20:06	21:00	21:44
10	08:32 09:07-09:34/27	07:51 16:11-16:43/32	06:50 07:16-07:55/39	06:36 07:08-08:04/56	05:31 06:30-07:32/62	04:53
	16:21 10:31-11:36/65	17:17	18:12	20:08	21:02	21:45
11	08:32 09:08-09:34/26	07:49 16:12-16:42/30	06:48 07:14-07:56/42	06:33 07:06-07:52/46	05:30 06:30-07:31/61	04:53
	16:23 10:31-11:36/65	17:19	18:13	20:10	21:04	21:46
12	08:31 09:08-09:34/26	07:47 16:13-16:41/28	06:45 07:11-07:55/44	06:31 07:03-07:53/50	05:28 06:30-07:31/61	04:52
	16:24 10:32-11:37/65	17:21	18:15	20:12	21:05	21:47
13	08:30 09:08-09:35/27	07:45 16:15-16:40/25	06:43 07:09-07:55/46	06:29 06:59-07:52/53	05:26 06:30-07:30/60	04:52
	16:26 10:32-11:37/65	17:23	18:17	20:14	21:07	21:47
14	08:29 09:09-09:35/26	07:43 16:16-16:37/21	06:41 07:07-07:54/47	06:26 06:57-07:52/55	05:24 06:31-07:29/58	04:52
	16:27 10:33-11:37/64	17:25	18:19	20:16	21:09	21:48
15	08:29 09:09-09:35/26	07:41 16:19-16:29/10	06:38 07:07-07:54/47	06:24 06:56-07:52/56	05:23 06:31-07:28/57	04:51
	16:29 10:33-11:37/64	17:27 16:56-17:00/4	18:21	20:17	21:11	21:49
16	08:28 09:10-09:36/26	07:39 16:53-17:03/10	06:36 07:05-07:53/48	06:22 06:54-07:53/59	05:21 06:32-07:26/54	04:51
	16:31 10:34-11:38/64	17:29	18:23	20:19	21:12	21:49
17	08:27 09:10-09:36/26	07:37 16:51-17:05/14	06:34 06:59-07:53/54	06:20 06:50-07:51/61	05:19 06:32-07:25/53	04:51
	16:32 10:34-11:38/64	17:31	18:25	20:21	21:14	21:50
18	08:26 09:10-09:35/25	07:35 16:48-17:06/18	06:31 06:57-07:52/55	06:17 06:46-07:51/65	05:18 06:33-07:24/51	04:51
	16:34 10:34-11:37/63	17:33	18:26	20:23	21:15	21:50
19	08:25 09:11-09:36/25	07:33 16:47-17:09/22	06:29 06:54-07:51/57	06:15 06:44-07:51/67	05:16 06:33-07:22/49	04:51
	16:36 10:35-11:38/63	17:35	18:28	20:25	21:17	21:51
20	08:24 09:12-09:36/24	07:31 16:47-17:11/24	06:26 06:52-07:50/58	06:13 06:42-07:51/69	05:15 06:35-07:21/46	04:51
	16:38 10:36-11:38/62	17:37	18:30	20:26	21:19	21:51
21	08:22 09:13-09:36/23	07:29 16:46-17:13/27	06:24 06:49-07:47/58	06:10 06:40-07:50/70	05:13 06:36-07:19/43	04:51
	16:39 10:36-11:37/61	17:39	18:32	20:28	21:20	21:51
22	08:21 09:13-09:35/22	07:27 16:46-17:14/28	06:21 06:47-07:46/59	06:08 06:38-07:50/72	05:12 06:36-07:16/40	04:51
	16:41 10:37-11:38/61	17:41	18:34	20:30	21:22	21:52
23	08:20 09:15-09:35/20	07:24 16:45-17:13/28	06:19 06:45-07:43/58	06:06 06:36-07:48/72	05:10 06:37-07:13/36	04:51
	16:43 10:38-11:38/60	17:43	18:36	20:32	21:23	21:52
24	08:19 09:15-09:34/19	07:22 16:45-17:13/28	06:17 06:44-07:40/56	06:04 06:35-07:47/72	05:09 06:38-07:10/32	04:52
	16:45 10:38-11:37/59	17:45	18:37	20:34	21:25	21:52
25	08:17 09:17-09:34/17	07:20 16:45-17:14/29	06:14 06:43-07:38/55	06:02 06:34-07:46/72	05:08 06:39-07:09/30	04:52
	16:47 10:39-11:37/58	17:47	18:39	20:35	21:26	21:52
26	08:16 09:19-09:32/13 16:16-16:18/2	07:18 16:44-17:13/29	06:12 06:42-07:37/55	06:00 06:33-07:45/72	05:06 06:41-07:08/27	04:52
	16:48 10:40-11:37/57	17:49	18:41	20:37	21:28	21:52
27	08:15 09:22-09:30/8 16:14-16:20/6	07:16 16:45-17:13/28	06:09 06:42-07:36/54	05:57 06:32-07:44/72	05:05 06:42-07:07/25	04:53
	16:50 10:40-11:36/56	17:51	18:43	20:39	21:29	21:52
28	08:13 16:13-16:22/9	07:13 16:46-17:12/26	06:07 06:41-07:34/53	05:55 06:32-07:43/71	05:04 06:43-07:05/22	04:53
	16:52 10:42-11:36/54	17:53	18:45	20:41	21:30	21:52
29	08:12 16:12-16:24/12		06:05 06:41-07:32/51	05:53 06:31-07:41/70	05:03 06:45-07:04/19	04:54
	16:54 10:42-11:35/53		18:47	20:43	21:32	21:52
30	08:10 16:11-16:26/15		06:02 06:40-07:29/49	05:51 06:31-07:40/69	05:02 06:47-07:02/15	04:54
	16:56 10:43-11:34/51		18:48	20:44	21:33	21:52
31	08:09 16:11-16:29/18		07:00 07:40-08:25/45		05:01 06:49-07:00/11	
	16:58 10:45-11:34/49		19:50		21:34	
Sonnenscheinstunden	251	273	365	417	490	507
Anzahl Minuten mit Schatten	2567	966	1430	1860	1503	0

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-Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende/Minuten mit Schatten
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang-Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende/Minuten mit Schatten

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender pro WEA

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungWEA: 2 - WEA2

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Juli		August		September		Oktober		November		Dezember	
1	04:55		05:33	06:41-07:40/59	06:26	07:00-07:52/52	07:18	07:47-08:34/47	07:15	15:42-16:11/29	08:09	08:50-09:16/26
	21:51		21:18		20:13		19:00		16:51		16:06	10:14-11:18/64
2	04:56		05:35	06:41-07:41/60	06:28	07:03-07:51/48	07:20	07:48-08:34/46	07:17	15:41-16:12/31	08:11	08:50-09:17/27
	21:51		21:16		20:11		18:58		16:49		16:06	10:13-11:18/65
3	04:56		05:36	06:40-07:41/61	06:30	07:06-08:00/54	07:22	07:50-08:34/44	07:19	15:40-16:12/32	08:12	08:50-09:17/27
	21:51		21:14		20:08		18:56		16:47		16:05	10:14-11:19/65
4	04:57		05:38	06:40-07:42/62	06:31	07:07-08:03/56	07:24	07:52-08:34/42	07:21	15:40-16:13/33	08:14	08:51-09:17/26
	21:50		21:13		20:06		18:53		16:45		16:04	10:15-11:20/65
5	04:58		05:40	06:40-07:43/63	06:33	07:07-08:06/59	07:25	07:53-08:32/39	07:23	15:41-16:14/33	08:15	08:52-09:17/25
	21:50		21:11		20:04		18:51		16:43	10:31-10:48/17	16:04	10:14-11:20/66
6	04:59		05:41	06:39-07:43/64	06:35	07:07-08:07/60	07:27	07:55-08:32/37	07:25	15:40-16:12/32	08:17	08:54-09:18/24
	21:49		21:09		20:01		18:48		16:41	10:27-10:52/25	16:03	10:15-11:21/66
7	05:00		05:43	06:39-07:44/65	06:36	07:08-08:08/60	07:29	07:57-08:31/34	07:27	15:40-16:10/30	08:18	08:55-09:18/23
	21:49		21:07		19:59		18:46		16:39	10:24-10:55/31	16:03	10:15-11:21/66
8	05:01		05:45	06:39-07:44/65	06:38	07:10-08:10/60	07:31	07:59-08:30/31	07:29	15:40-16:08/28	08:19	08:57-09:18/21
	21:48		21:05		19:56		18:44		16:37	10:22-10:57/35	16:02	10:16-11:22/66
9	05:02		05:46	06:39-07:45/66	06:40	07:10-08:10/60	07:32	08:01-08:29/28	07:30	15:41-16:06/25	08:21	08:58-09:18/20
	21:47		21:03		19:54		18:41		16:36	10:20-10:59/39	16:02	10:16-11:22/66
10	05:03		05:48	06:38-07:45/67	06:42	07:12-08:10/58	07:34	08:03-08:27/24	07:32	15:41-16:04/23	08:22	08:59-09:18/19
	21:46		21:01		19:52		18:39	17:27-17:39/12	16:34	10:19-11:01/42	16:01	10:17-11:22/65
11	05:04		05:50	06:39-07:45/66	06:43	07:15-08:11/56	07:36	08:05-08:25/20	07:34	15:41-16:02/21	08:23	09:00-09:18/18
	21:46		20:59		19:49		18:37	17:23-17:40/17	16:32	10:18-11:03/45	16:01	10:17-11:22/65
12	05:05		05:52	06:39-07:46/67	06:45	07:17-08:11/54	07:38	08:06-08:22/16	07:36	15:42-16:00/18	08:24	09:02-09:19/17
	21:45		20:57		19:47		18:34	17:21-17:42/21	16:31	10:16-11:04/48	16:01	10:18-11:23/65
13	05:06	07:02-07:03/1	05:53	06:38-07:46/68	06:47	07:32-08:11/39	07:40	08:08-08:19/11	07:38	15:43-15:59/16	08:25	09:03-09:20/17
	21:44		20:55		19:44		18:32	17:20-17:43/23	16:29	10:16-11:05/49	16:01	10:18-11:24/66
14	05:07	06:57-07:08/11	05:55	06:39-07:48/69	06:49	07:32-08:18/46	07:42	17:19-17:44/25	07:40	15:44-15:57/13	08:26	09:04-09:20/16
	21:43		20:53		19:42		18:30		16:27	10:15-11:06/51	16:01	10:19-11:24/65
15	05:08	06:55-07:10/15	05:57	06:38-07:49/71	06:50	07:30-08:20/50	07:43	17:18-17:44/26	07:42	15:45-15:55/10	08:27	09:05-09:20/15
	21:42		20:51		19:39		18:27		16:26	10:14-11:07/53	16:01	10:19-11:24/65
16	05:10	06:54-07:13/19	05:58	06:39-07:50/71	06:52	07:30-08:22/52	07:45	17:17-17:45/28	07:44	15:46-15:53/7 10:13-11:08/55	08:28	09:06-09:20/14
	21:41		20:49		19:37		18:25		16:24	08:56-09:00/4	16:01	10:20-11:25/65
17	05:11	06:52-07:14/22	06:00	06:40-07:51/71	06:54	07:30-08:24/54	07:47	17:17-17:45/28	07:45	08:53-09:04/11 15:48-15:52/4	08:29	09:07-09:21/14
	21:40		20:47		19:35		18:23		16:23	10:13-11:09/56	16:01	10:21-11:25/64
18	05:12	06:51-07:16/25	06:02	06:40-07:52/72	06:56	07:31-08:25/54	07:49	17:16-17:45/29	07:47	08:52-09:07/15	08:30	09:07-09:20/13
	21:39		20:45		19:32		18:21		16:21	10:13-11:10/57	16:01	10:20-11:25/65
19	05:14	06:50-07:17/27	06:04	06:40-07:53/73	06:57	07:30-08:25/55	07:51	17:16-17:45/29	07:49	08:51-09:08/17	08:31	09:08-09:21/13
	21:37		20:43		19:30		18:18		16:20	10:12-11:11/59	16:01	10:21-11:26/65
20	05:15	06:49-07:19/30	06:05	06:40-07:53/73	06:59	07:30-08:26/56	07:53	17:16-17:45/29	07:51	08:50-09:10/20	08:31	09:09-09:22/13
	21:36		20:40		19:27		18:16		16:18	10:12-11:12/60	16:02	10:22-11:27/65
21	05:16	06:48-07:20/32	06:07	06:41-07:53/72	07:01	07:31-08:27/56	07:54	17:16-17:44/28	07:53	08:49-09:10/21	08:32	09:09-09:22/13
	21:35		20:38		19:25		18:14		16:17	10:12-11:12/60	16:02	10:22-11:26/64
22	05:18	06:47-07:23/36	06:09	06:43-07:54/71	07:02	07:31-08:29/58	07:56	17:17-17:43/26	07:54	08:48-09:11/23	08:33	09:10-09:23/13
	21:33		20:36		19:22		18:12		16:16	10:12-11:13/61	16:02	10:23-11:27/64
23	05:19	06:46-07:26/40	06:10	06:43-07:54/71	07:04	07:32-08:31/59	07:58	17:17-17:42/25	07:56	08:48-09:12/24	08:33	09:10-09:23/13
	21:32		20:34		19:20		18:09		16:15	10:12-11:14/62	16:03	10:23-11:27/64
24	05:21	06:46-07:29/43	06:12	06:45-07:54/69	07:06	07:34-08:32/58	08:00	17:18-17:40/22	07:58	08:48-09:12/24	08:34	09:11-09:24/13
	21:31		20:31		19:17		18:07		16:13	10:12-11:14/62	16:03	10:24-11:28/64
25	05:22	06:45-07:31/46	06:14	06:47-07:55/68	07:08	07:36-08:33/57	08:02	17:19-17:37/18	08:00	08:48-09:13/25	08:34	09:11-09:24/13
	21:29		20:29		19:15		18:05		16:12	10:12-11:15/63	16:04	10:24-11:29/65
26	05:24	06:44-07:33/49	06:16	06:48-07:54/66	07:09	07:37-08:33/56	08:04	17:20-17:35/15	08:01	08:48-09:14/26	08:34	09:11-09:24/13
	21:28		20:27		19:13		18:03		16:11	10:12-11:16/64	16:05	10:24-11:29/65
27	05:25	06:43-07:34/51	06:17	06:51-07:54/63	07:11	07:39-08:34/55	07:06	16:22-16:33/11	08:03	08:48-09:15/27	08:35	09:12-09:26/14
	21:26		20:25		19:10		17:01		16:10	10:13-11:16/63	16:05	10:24-11:29/65
28	05:27	06:43-07:36/53	06:19	06:55-07:54/59	07:13	07:41-08:35/54	07:08	15:50-15:57/7	08:05	08:49-09:15/26	08:35	09:12-09:26/14
	21:25		20:22		19:08		16:59	16:24-16:31/7	16:09	10:13-11:17/64	16:06	10:26-11:30/64
29	05:28	06:42-07:37/55	06:21	06:56-07:53/57	07:15	07:47-08:35/48	07:09	15:47-16:06/19	08:06	08:48-09:15/27	08:35	09:12-09:27/15
	21:23		20:20		19:05		16:57		16:08	10:12-11:17/65	16:07	10:26-11:31/65
30	05:30	06:41-07:38/57	06:23	06:57-07:53/56	07:16	07:46-08:34/48	07:11	15:45-16:09/24	08:08	08:49-09:16/27	08:35	09:12-09:27/15
	21:21		20:18		19:03		16:55		16:07	10:13-11:18/65	16:08	10:26-11:31/65
31	05:31	06:41-07:39/58	06:24	06:58-07:52/54			07:13	15:43-16:10/27			08:35	09:12-09:28/16
	21:20		20:15				16:53				16:09	10:26-11:31/65
Sonnenscheinstunden	510		460		383		331		262		236	
Anzahl Minuten mit Schatten		670		2039		1632		915		2053		2554

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-Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende/Minuten mit Schatten
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang-Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende/Minuten mit Schatten

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender pro WEA

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungWEA: 3 - WEA3

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar		Februar		März		April		Mai	Juni
1	08:35	14:33-15:35/62	08:07	08:37-08:54/17	07:11		06:57	07:23-07:53/30	05:49	05:00
	16:10		17:00	15:27-16:13/46	17:55		19:52		20:46	21:36
2	08:35	14:33-15:37/64	08:05	08:35-08:56/21	07:09		06:55	07:20-07:50/30	05:47	04:59
	16:11		17:02	15:27-16:13/46	17:56		19:54		20:48	21:37
3	08:35	14:34-15:38/64	08:04	08:33-08:57/24	07:07		06:52	07:18-07:47/29	05:45	04:58
	16:12		17:04	15:26-16:13/47	17:58		19:56		20:50	21:38
4	08:35	14:34-15:39/65	08:02	08:31-08:58/27	07:04		06:50	07:15-07:38/23	05:43	04:57
	16:13		17:06	15:26-16:14/48	18:00		19:57		20:52	21:39
5	08:34	14:35-15:40/65	08:00	08:29-08:59/30	07:02		06:48	07:13-07:39/26	05:41	04:56
	16:15		17:08	15:26-16:14/48	18:02		19:59		20:53	21:40
6	08:34	14:35-15:41/66	07:58	08:28-09:01/33	07:00		06:45	07:11-07:39/28	05:39	04:56
	16:16		17:10	15:26-16:14/48	18:04		20:01		20:55	21:41
7	08:34	14:36-15:42/66	07:57	08:26-09:02/36	06:57		06:43	07:08-07:38/30	05:37	04:55
	16:17		17:12	15:26-16:14/48	18:06		20:03		20:57	21:42
8	08:33	14:36-15:42/66	07:55	08:26-09:03/37	06:55		06:41	07:06-07:37/31	05:35	04:54
	16:19		17:14	15:27-16:15/48	18:08		20:05		20:59	21:43
9	08:33	14:36-15:42/66	07:53	08:27-09:03/36	06:53		06:38	07:04-07:37/33	05:33	04:54
	16:20		17:15	15:27-16:15/48	18:10		20:06		21:00	21:44
10	08:32	14:37-15:43/66	07:51	08:27-09:04/37	06:50		06:36	07:01-07:35/34	05:31	04:53
	16:21		17:17	15:26-16:14/48	18:12		20:08		21:02	21:45
11	08:32	14:38-15:44/66	07:49	08:25-09:03/38	06:48	07:14-07:17/3	06:33	06:59-07:34/35	05:30	04:53
	16:23		17:19	15:27-16:14/47	18:13		20:10		21:04	21:46
12	08:31	14:38-15:44/66	07:47	08:25-09:04/39	06:45	07:11-07:18/7	06:31	06:57-07:33/36	05:28	04:52
	16:24		17:21	15:27-16:14/47	18:15		20:12		21:05	21:47
13	08:30	14:39-15:44/65	07:45	08:25-09:04/39	06:43	07:09-07:20/11	06:29	06:54-07:30/36	05:26	04:52
	16:26		17:23	15:28-16:14/46	18:17		20:14		21:07	21:47
14	08:29	14:39-15:45/66	07:43	08:25-09:04/39	06:41	07:06-07:19/13	06:26	06:52-07:28/36	05:24	04:52
	16:27		17:25	15:28-16:13/45	18:19		20:16		21:09	21:48
15	08:29	14:40-15:45/65	07:41	08:25-09:04/39	06:38	07:04-07:20/16	06:24	06:52-07:27/35	05:23	04:51
	16:29		17:27	15:29-16:13/44	18:21		20:17		21:10	21:49
16	08:28	14:41-15:47/66	07:39	08:26-09:04/38	06:36	07:01-07:20/19	06:22	06:52-07:26/34	05:21	04:51
	16:31		17:29	15:30-16:12/42	18:23		20:19		21:12	21:49
17	08:27	14:42-15:53/71	07:37	08:26-09:04/38	06:33	06:59-07:20/21	06:20	06:51-07:24/33	05:19	04:51
	16:32		17:31	15:31-16:12/41	18:25		20:21		21:14	21:50
18	08:26	14:42-15:55/73	07:35	08:27-09:03/36	06:31	06:57-07:20/23	06:17	06:52-07:23/31	05:18	04:51
	16:34		17:33	15:31-16:10/39	18:26		20:23		21:15	21:50
19	08:25	14:43-15:57/74	07:33	08:26-09:02/36	06:29	06:54-07:19/25	06:15	06:52-07:21/29	05:16	04:51
	16:36		17:35	15:33-16:09/36	18:28		20:25		21:17	21:51
20	08:24	14:44-16:00/76	07:31	08:27-09:02/35	06:26	06:52-07:18/26	06:13	06:53-07:18/25	05:15	04:51
	16:37		17:37	15:34-16:08/34	18:30		20:26		21:19	21:51
21	08:22	14:45-16:01/76	07:29	08:28-09:01/33	06:24	06:49-07:16/27	06:10	06:54-07:14/20	05:13	04:51
	16:39		17:39	15:36-16:06/30	18:32		20:28		21:20	21:51
22	08:21	14:46-16:03/77	07:27	08:29-09:00/31	06:21	06:47-07:15/28	06:08	06:55-07:13/18	05:12	04:51
	16:41		17:41	15:39-16:05/26	18:34		20:30		21:22	21:52
23	08:20	14:48-16:04/76	07:24	08:30-08:58/28	06:19	06:44-07:12/28	06:06	06:56-07:09/13	05:10	04:51
	16:43		17:43	15:41-16:01/20	18:36		20:32		21:23	21:52
24	08:19	15:17-16:05/48	07:22	08:32-08:56/24	06:17	06:42-07:09/27	06:04	07:00-07:06/6	05:09	04:52
	16:45	14:49-15:15/26	17:45	15:45-15:57/12	18:37		20:34		21:25	21:52
25	08:17	15:19-16:07/48	07:20	08:34-08:54/20	06:14	06:39-07:07/28	06:02		05:08	04:52
	16:47	14:51-15:14/23	17:47		18:39		20:35		21:26	21:52
26	08:16	15:21-16:08/47	07:18	08:36-08:50/14	06:12	06:37-07:06/29	05:59		05:06	04:52
	16:48	14:52-15:12/20	17:49		18:41		20:37		21:28	21:52
27	08:15	15:22-16:08/46	07:16		06:09	06:35-07:05/30	05:57		05:05	04:53
	16:50	14:54-15:10/16	17:51		18:43		20:39		21:29	21:52
28	08:13	15:25-16:10/45	07:13		06:07	06:33-07:00/27	05:55		05:04	04:53
	16:52	14:59-15:08/9	17:53		18:45		20:41		21:30	21:52
29	08:12	15:27-16:10/43			06:04	06:30-06:56/26	05:53		05:03	04:54
	16:54				18:46		20:43		21:32	21:52
30	08:10	08:40-08:48/8			06:02	06:27-06:55/28	05:51		05:02	04:54
	16:56	15:27-16:11/44			18:48		20:44		21:33	21:52
31	08:09	08:39-08:52/13			07:00	07:25-07:54/29			05:01	
	16:58	15:28-16:12/44			19:50				21:34	
Sonnenscheinstunden	251		273		365		417		490	507
Anzahl Minuten mit Schatten		2047		1809		471		681	0	0

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-Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende/Minuten mit Schatten
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang-Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende/Minuten mit Schatten

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender pro WEA

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungWEA: 3 - WEA3

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Juli	August		September		Oktober		November		Dezember	
1	04:55	05:33		06:26	06:55-07:31/36	07:18	07:46-07:59/13	07:15	07:55-08:33/38	08:09	14:20-15:26/66
	21:51	21:18		20:13		19:00		16:51	14:57-15:44/47	16:06	
2	04:56	05:35		06:28	06:57-07:32/35	07:20	07:48-07:58/10	07:17	07:55-08:33/38	08:11	14:20-15:25/65
	21:51	21:16		20:11		18:58		16:49	14:56-15:44/48	16:06	
3	04:56	05:36		06:30	06:58-07:33/35	07:22	07:50-07:57/7	07:19	07:55-08:32/37	08:12	14:20-15:26/66
	21:51	21:14		20:08		18:56		16:47	14:56-15:44/48	16:05	
4	04:57	05:38		06:31	07:00-07:33/33	07:23	07:52-07:55/3	07:21	07:56-08:33/37	08:14	14:21-15:27/66
	21:50	21:13		20:06		18:53		16:45	14:56-15:44/48	16:04	
5	04:58	05:40		06:33	07:02-07:34/32	07:25		07:23	07:55-08:32/37	08:15	14:21-15:27/66
	21:50	21:11		20:04		18:51		16:43	14:57-15:45/48	16:04	
6	04:59	05:41		06:35	07:03-07:34/31	07:27		07:25	07:57-08:31/34	08:17	14:22-15:27/65
	21:49	21:09		20:01		18:48		16:41	14:57-15:45/48	16:03	
7	05:00	05:43		06:36	07:05-07:34/29	07:29		07:27	07:59-08:31/32	08:18	14:21-15:27/66
	21:49	21:07		19:59		18:46		16:39	14:57-15:45/48	16:03	
8	05:01	05:45		06:38	07:07-07:34/27	07:31		07:28	08:01-08:30/29	08:19	14:21-15:27/66
	21:48	21:05		19:56		18:44		16:37	14:57-15:45/48	16:02	
9	05:02	05:46		06:40	07:08-07:33/25	07:32		07:30	08:03-08:29/26	08:21	14:22-15:28/66
	21:47	21:03		19:54		18:41		16:36	14:57-15:44/47	16:02	
10	05:03	05:48		06:42	07:10-07:32/22	07:34		07:32	08:05-08:27/22	08:22	14:23-15:27/64
	21:46	21:01		19:52		18:39		16:34	14:57-15:44/47	16:01	
11	05:04	05:50		06:43	07:12-07:42/30	07:36		07:34	08:07-08:26/19	08:23	14:23-15:27/64
	21:46	20:59		19:49		18:37		16:32	14:58-15:44/46	16:01	
12	05:05	05:51		06:45	07:13-07:43/30	07:38		07:36	08:09-08:24/15	08:24	14:23-15:26/63
	21:45	20:57		19:47		18:34		16:31	14:58-15:43/45	16:01	
13	05:06	05:53		06:47	07:15-07:44/29	07:40		07:38	08:11-08:21/10	08:25	14:24-15:27/63
	21:44	20:55		19:44		18:32		16:29	14:59-15:43/44	16:01	
14	05:07	05:55		06:49	07:17-07:46/29	07:41		07:40	15:00-15:42/42	08:26	14:25-15:27/62
	21:43	20:53		19:42		18:30		16:27	08:14-08:16/2	16:01	
15	05:08	05:57		06:50	07:18-07:45/27	07:43		07:42	14:58-15:42/44	08:27	14:25-15:27/62
	21:42	20:51		19:39		18:27		16:26		16:01	
16	05:10	05:58		06:52	07:20-07:46/26	07:45		07:43	14:56-15:41/45	08:28	14:26-15:27/61
	21:41	20:49		19:37		18:25		16:24	14:29-14:42/13	16:01	
17	05:11	06:00		06:54	07:22-07:51/29	07:47	09:09-09:22/13	07:45	14:55-15:41/46	08:29	14:25-15:26/61
	21:40	20:47		19:35		18:23		16:23	14:26-14:44/18	16:01	
18	05:12	06:02		06:55	07:24-07:54/30	07:49	09:05-09:25/20	07:47	14:53-15:40/47	08:30	14:26-15:26/60
	21:38	20:45		19:32		18:20		16:21	14:24-14:46/22	16:01	
19	05:14	06:04		06:57	07:25-07:54/29	07:51	09:03-09:27/24	07:49	14:52-15:40/48	08:31	14:27-15:27/60
	21:37	20:43		19:30		18:18	16:17-16:28/11	16:20	14:23-14:48/25	16:01	
20	05:15	06:05		06:59	07:27-07:55/28	07:53	09:01-09:29/28	07:51	14:51-15:39/48	08:31	14:28-15:27/59
	21:36	20:40		19:27		18:16	16:13-16:32/19	16:18	14:22-14:49/27	16:02	
21	05:16	06:07	07:03-07:14/11	07:01	07:29-07:57/28	07:54	09:00-09:30/30	07:53	14:21-15:38/77	08:32	14:27-15:27/60
	21:35	20:38		19:25		18:14	16:10-16:35/25	16:17		16:02	
22	05:18	06:09	07:01-07:17/16	07:02	07:30-07:58/28	07:56	08:59-09:31/32	07:54	14:21-15:37/76	08:32	14:28-15:28/60
	21:33	20:36		19:22		18:12	16:07-16:36/29	16:16		16:02	
23	05:19	06:10	06:58-07:17/19	07:04	07:32-08:00/28	07:58	08:58-09:32/34	07:56	14:20-15:36/76	08:33	14:28-15:28/60
	21:32	20:34		19:20		18:09	16:05-16:38/33	16:15		16:03	
24	05:21	06:12	06:57-07:21/24	07:06	07:34-08:01/27	08:00	08:57-09:32/35	07:58	14:20-15:35/75	08:34	14:29-15:29/60
	21:31	20:31		19:17		18:07	16:04-16:39/35	16:13		16:03	
25	05:22	06:14	06:56-07:24/28	07:08	07:36-08:02/26	08:02	08:56-09:33/37	08:00	14:20-15:34/74	08:34	14:30-15:29/59
	21:29	20:29		19:15		18:05	16:02-16:40/38	16:12		16:04	
26	05:24	06:16	06:55-07:25/30	07:09	07:37-08:01/24	08:04	08:56-09:33/37	08:01	14:20-15:32/72	08:34	14:30-15:30/60
	21:28	20:27		19:13		18:03	16:01-16:41/40	16:11		16:05	
27	05:25	06:17	06:54-07:26/32	07:11	07:39-08:01/22	07:06	07:55-08:33/38	08:03	14:20-15:29/69	08:35	14:30-15:30/60
	21:26	20:25		19:10		17:01	15:00-15:42/42	16:10		16:05	
28	05:27	06:19	06:54-07:28/34	07:13	07:41-08:01/20	07:08	07:55-08:34/39	08:05	14:20-15:25/65	08:35	14:31-15:31/60
	21:25	20:22		19:08		16:59	14:59-15:42/43	16:09		16:06	
29	05:28	06:21	06:53-07:28/35	07:15	07:43-08:01/18	07:09	07:55-08:34/39	08:06	14:19-15:24/65	08:35	14:32-15:33/61
	21:23	20:20		19:05		16:57	14:58-15:43/45	16:08		16:07	
30	05:30	06:23	06:53-07:28/35	07:16	07:44-08:00/16	07:11	07:55-08:33/38	08:08	14:20-15:25/65	08:35	14:32-15:34/62
	21:21	20:18		19:03		16:55	14:58-15:43/45	16:07		16:08	
31	05:31	06:24	06:53-07:29/36			07:13	07:55-08:33/38			08:35	14:32-15:34/62
	21:20	20:15				16:53	14:57-15:44/47			16:09	
Sonnenscheinstunden	510	460		383		331		262		236	
Anzahl Minuten mit Schatten	0	300		829		967		2127		1935	

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-Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende/Minuten mit Schatten
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang-Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende/Minuten mit Schatten

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender pro WEA

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungWEA: 4 - WEA4

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar		Februar		März		April		Mai		Juni	
1	08:35 16:10	09:48-11:35/107	08:07 17:00	09:54-11:28/94	07:11 17:55		06:57 19:52	18:57-19:27/30 07:49-08:16/27	05:49 20:46	19:56-20:19/23	05:00 21:36	05:32-05:39/7
2	08:35 16:11	09:48-11:35/107	08:05 17:02	09:54-11:26/92	07:09 17:56		06:55 19:54	18:57-19:29/32 07:50-08:14/24	05:47 20:48	19:55-20:20/25	04:59 21:37	05:31-05:40/9
3	08:35 16:12	09:49-11:36/107	08:04 17:04	09:54-11:05/71 11:07-11:21/14	07:07 17:58		06:52 19:56	18:58-19:29/31 07:52-08:12/20	05:45 20:50	19:54-20:22/28	04:58 21:38	05:30-05:41/11
4	08:35 16:13	09:48-11:36/108	08:02 17:06	09:55-11:03/68	07:04 18:00		06:50 19:57	18:58-19:32/34 07:53-08:09/16	05:43 20:52	19:53-20:22/29	04:57 21:39	05:30-05:43/13
5	08:35 16:15	09:49-11:37/108	08:00 17:08	09:55-11:01/66	07:02 18:02		06:48 19:59	18:59-19:34/35 07:58-08:04/6	05:41 20:53	19:53-20:23/30	04:56 21:40	05:29-05:43/14
6	08:34 16:16	09:49-11:37/108	07:59 17:10	09:57-11:00/63	07:00 18:04		06:45 20:01	18:59-19:36/37	05:39 20:55	19:53-20:24/31	04:56 21:41	05:29-05:44/15
7	08:34 16:17	09:49-11:38/109	07:57 17:12	09:57-10:57/60	06:57 18:06		06:43 20:03	19:01-19:38/37	05:37 20:57	19:52-20:23/31	04:55 21:42	05:28-05:44/16
8	08:33 16:19	09:49-11:38/109	07:55 17:14	09:58-10:53/55	06:55 18:08		06:41 20:05	19:04-19:40/36	05:35 20:59	19:52-20:23/31	04:54 21:43	05:27-05:45/18
9	08:33 16:20	09:49-11:38/109	07:53 17:15	09:59-10:53/54	06:53 18:10		06:38 20:06	19:04-19:41/37	05:33 21:00	19:52-20:24/32	04:54 21:44	05:27-05:46/19
10	08:32 16:21	09:50-11:39/109	07:51 17:17	10:00-10:52/52	06:50 18:12		06:36 20:08	19:06-19:43/37	05:31 21:02	19:52-20:24/32	04:53 21:45	05:27-05:46/19
11	08:32 16:23	09:50-11:39/109	07:49 17:19	10:01-10:51/50	06:48 18:13		06:33 20:10	19:10-19:45/35	05:30 21:04	19:52-20:23/31	04:53 21:46	05:26-05:46/20
12	08:31 16:24	09:50-11:39/109	07:47 17:21	10:01-10:48/47	06:45 18:15		06:31 20:12	19:13-19:45/32	05:28 21:06	19:53-20:24/31	04:52 21:47	05:26-05:47/21
13	08:30 16:26	09:50-11:39/109	07:45 17:23	10:03-10:47/44	06:43 18:17		06:29 20:14	19:12-19:44/32	05:26 21:07	19:52-20:23/31	04:52 21:47	05:26-05:48/22
14	08:29 16:27	09:50-11:39/109	07:43 17:25	10:04-10:46/42	06:41 18:19		06:26 20:16	19:11-19:44/33	05:24 21:09	19:52-20:22/30	04:52 21:48	05:26-05:48/22
15	08:29 16:29	09:50-11:39/109	07:41 17:27	10:06-10:44/38	06:38 18:21	07:04-07:15/11	06:24 20:17	19:11-19:44/33	05:23 21:11	19:53-20:22/29	04:51 21:49	05:25-05:48/23
16	08:28 16:31	09:50-11:39/109	07:39 17:29	10:08-10:41/33	06:36 18:23	07:01-07:17/16	06:22 20:19	19:11-19:43/32	05:21 21:12	19:53-20:21/28	04:51 21:49	05:25-05:48/23
17	08:27 16:32	09:51-11:40/109	07:37 17:31	10:11-10:39/28	06:34 18:25	06:59-07:19/20	06:20 20:21	19:11-19:43/32	05:19 21:14	19:54-20:21/27	04:51 21:50	05:25-05:48/23
18	08:26 16:34	09:50-11:39/109	07:35 17:33	10:15-10:35/20	06:31 18:26	06:57-07:21/24	06:17 20:23	19:11-19:43/32	05:18 21:15	19:55-20:21/26	04:51 21:50	05:25-05:49/24
19	08:25 16:36	09:50-11:39/109	07:33 17:35	10:22-10:26/4	06:29 18:28	06:54-07:21/27	06:15 20:25	19:12-19:42/30	05:16 21:17	19:56-20:20/24	04:51 21:51	05:25-05:49/24
20	08:24 16:37	09:51-11:39/108	07:31 17:37		06:26 18:30	06:52-07:22/30	06:13 20:26	19:12-19:41/29	05:15 21:19	19:57-20:19/22	04:51 21:51	05:25-05:49/24
21	08:23 16:39	09:51-11:39/108	07:29 17:39		06:24 18:32	06:50-07:22/32	06:10 20:28	19:13-19:41/28	05:13 21:20	19:57-20:18/21	04:51 21:51	05:26-05:50/24
22	08:21 16:41	09:51-11:38/107	07:27 17:41		06:21 18:34	06:49-07:23/34	06:08 20:30	19:13-19:38/25	05:12 21:22	19:59-20:17/18	04:51 21:52	05:26-05:50/24
23	08:20 16:43	09:51-11:38/107	07:24 17:43		06:19 18:36	18:07-18:11/4 06:48-07:22/34	06:06 20:32	19:14-19:37/23	05:10 21:23	20:00-20:16/16	04:51 21:52	05:26-05:50/24
24	08:19 16:45	09:51-11:37/106	07:22 17:45		06:17 18:37	18:04-18:13/9 06:48-07:22/34	06:04 20:34	19:16-19:36/20	05:09 21:25	20:02-20:15/13	04:52 21:52	05:26-05:50/24
25	08:17 16:47	09:52-11:37/105	07:20 17:47		06:14 18:39	18:02-18:14/12 06:47-07:22/35	06:02 20:35	19:18-19:33/15	05:08 21:26	20:05-20:13/8	04:52 21:52	05:27-05:51/24
26	08:16 16:48	09:52-11:36/104	07:18 17:49		06:12 18:41	18:01-18:17/16 06:47-07:22/35	05:59 20:37	19:21-19:30/9	05:06 21:28		04:52 21:52	05:27-05:51/24
27	08:15 16:50	09:52-11:35/103	07:16 17:51		06:09 18:43	17:59-18:18/19 06:47-07:22/35	05:57 20:39	20:04-20:12/8	05:05 21:29		04:53 21:52	05:27-05:50/23
28	08:13 16:52	09:52-11:35/103	07:13 17:53		06:07 18:45	17:59-18:20/21 06:47-07:20/33	05:55 20:41	20:01-20:14/13	05:04 21:30		04:53 21:52	05:28-05:51/23
29	08:12 16:54	09:52-11:33/101			06:05 18:47	17:59-18:22/23 06:47-07:20/33	05:53 20:43	19:59-20:15/16	05:03 21:32		04:54 21:52	05:28-05:51/23
30	08:10 16:56	09:52-11:32/100			06:02 18:48	17:58-18:24/26 06:47-07:18/31	05:51 20:44	19:57-20:17/20	05:02 21:33	05:34-05:36/2	04:54 21:52	05:29-05:51/22
31	08:09 16:58	09:54-11:31/97			07:00 19:50	18:58-19:26/28 07:48-08:17/29			05:01 21:34	05:33-05:38/5		
Sonnenscheinstunden	251		273		365		417		490		507	
Anzahl Minuten mit Schatten		3311		995		651		936		654		602

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-Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende/Minuten mit Schatten
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang-Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende/Minuten mit Schatten

Lizenzierter Anwender:
anemos GmbH für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3
DE-21391 Reppenstedt
49(0)4131-8308-100
kolbe / martin.kolbe@anemos.de

Berechnet:
11.06.2020 07:54/3.3.274

SHADOW - Kalender pro WEA

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-GesamtbelastungWEA: 4 - WEA4

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Referenzjahr für Kalender 2019

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HAMBURG / SASEL]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.38	2.33	3.28	5.21	6.82	6.54	6.22	6.27	4.44	3.10	1.68	1.06

Betriebsdauer je Sektor

N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Summe
288	349	577	499	717	648	391	779	1,479	1,134	930	524	8,315

Startwindgeschwindigkeit: Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

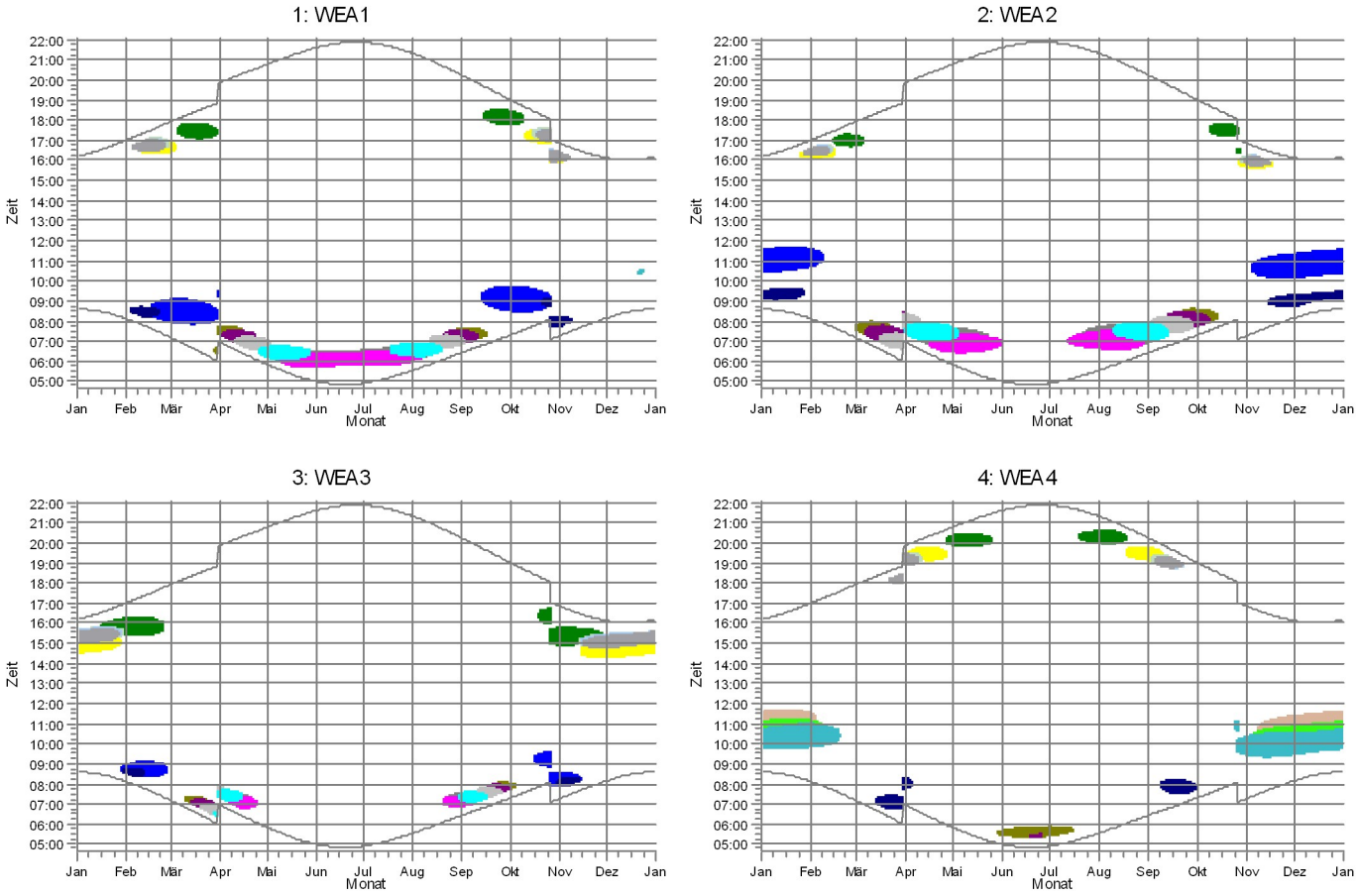
	Juli		August		September		Oktober		November		Dezember	
1	04:55 21:51	05:30-05:52/22	05:33 21:18	20:03-20:33/30	06:26 20:13	19:12-19:44/32	07:18 19:00		07:15 16:51	09:30-10:19/49	08:09 16:06	09:31-11:20/109
2	04:55 21:51	05:30-05:51/21	05:35 21:16	20:03-20:34/31	06:28 20:11	19:12-19:44/32	07:20 18:58		07:17 16:49	09:29-10:20/51	08:11 16:06	09:32-11:21/109
3	04:56 21:51	05:31-05:51/20	05:36 21:15	20:02-20:33/31	06:30 20:08	19:05-19:42/37	07:22 18:56		07:19 16:47	09:28-10:21/53	08:12 16:05	09:32-11:21/109
4	04:57 21:50	05:32-05:51/19	05:38 21:13	20:02-20:34/32	06:31 20:06	19:03-19:40/37	07:24 18:53		07:21 16:45	09:28-10:23/55	08:14 16:04	09:34-11:22/108
5	04:58 21:50	05:33-05:51/18	05:40 21:11	20:02-20:33/31	06:33 20:04	19:01-19:38/37	07:25 18:51		07:23 16:43	09:27-10:26/59	08:15 16:04	09:34-11:22/108
6	04:59 21:49	05:33-05:50/17	05:41 21:09	20:02-20:33/31	06:35 20:01	18:58-19:35/37	07:27 18:48		07:25 16:41	09:27-10:29/62	08:17 16:03	09:35-11:23/108
7	05:00 21:49	05:34-05:50/16	05:43 21:07	20:02-20:34/32	06:36 19:59	18:56-19:33/37	07:29 18:46		07:27 16:39	09:26-10:31/65	08:18 16:03	09:35-11:23/108
8	05:01 21:48	05:35-05:50/15	05:45 21:05	20:02-20:33/31	06:38 19:56	18:55-19:31/36	07:31 18:44		07:29 16:37	09:26-10:33/67	08:19 16:02	09:36-11:24/108
9	05:02 21:47	05:36-05:50/14	05:46 21:03	20:03-20:33/30	06:40 19:54	18:52-19:28/36 07:49-08:01/12	07:32 18:41		07:30 16:36	09:25-10:35/70 10:40-10:50/10	08:21 16:02	09:37-11:24/107
10	05:03 21:46	05:37-05:49/12	05:48 21:01	20:02-20:32/30	06:42 19:52	18:52-19:22/30 07:46-08:04/18	07:34 18:39		07:32 16:34	09:25-10:55/90	08:22 16:01	09:37-11:25/108
11	05:04 21:46	05:38-05:49/11	05:50 20:59	20:03-20:31/28	06:43 19:49	18:51-19:22/31 07:44-08:06/22	07:36 18:37		07:34 16:32	09:25-10:58/93	08:23 16:01	09:38-11:25/107
12	05:05 21:45	05:39-05:48/9	05:51 20:57	20:03-20:29/26	06:45 19:47	18:49-19:20/31 07:41-08:07/26	07:38 18:34		07:36 16:31	09:24-11:01/97	08:24 16:01	09:39-11:26/107
13	05:06 21:44	05:40-05:47/7	05:53 20:55	20:04-20:27/23	06:47 19:44	18:49-19:18/29 07:40-08:08/28	07:40 18:32		07:38 16:29	09:24-11:03/99	08:25 16:01	09:40-11:26/106
14	05:07 21:43	05:41-05:46/5	05:55 20:53	20:05-20:26/21	06:49 19:42	18:49-19:16/27 07:39-08:09/30	07:42 18:30		07:40 16:27	09:24-11:04/100	08:26 16:01	09:40-11:27/107
15	05:08 21:42	05:42-05:44/2	05:57 20:51	20:06-20:23/17	06:50 19:39	18:48-19:13/25 07:37-08:09/32	07:43 18:27		07:42 16:26	09:24-11:06/102	08:27 16:01	09:41-11:27/106
16	05:10 21:41		05:58 20:49	20:08-20:22/14	06:52 19:37	18:48-19:11/23 07:37-08:09/32	07:45 18:25		07:44 16:24	09:24-11:07/103	08:28 16:01	09:42-11:28/106
17	05:11 21:40		06:00 20:47	20:10-20:19/9	06:54 19:35	18:48-19:09/21 07:36-08:10/34	07:47 18:23		07:45 16:23	09:25-11:09/104	08:29 16:01	09:42-11:28/106
18	05:12 21:39		06:02 20:45	19:29-19:35/6	06:55 19:32	18:48-19:06/18 07:36-08:10/34	07:49 18:20		07:47 16:21	09:25-11:10/105	08:30 16:01	09:42-11:28/106
19	05:14 21:37		06:04 20:43	19:25-19:39/14	06:57 19:30	18:49-19:03/14 07:34-08:09/35	07:51 18:18		07:49 16:20	09:25-11:11/106	08:31 16:01	09:43-11:29/106
20	05:15 21:36	20:14-20:22/8	06:05 20:40	19:22-19:41/19	06:59 19:27	18:50-19:01/11 07:34-08:09/35	07:53 18:16		07:51 16:18	09:25-11:12/107	08:31 16:02	09:44-11:30/106
21	05:16 21:35	20:12-20:25/13	06:07 20:38	19:20-19:42/22	07:01 19:25	18:51-18:59/8 07:34-08:09/35	07:54 18:14		07:53 16:17	09:26-11:13/107	08:32 16:02	09:44-11:29/105
22	05:18 21:33	20:10-20:26/16	06:09 20:36	19:19-19:44/25	07:02 19:22	18:53-18:56/3 07:34-08:07/33	07:56 18:12		07:54 16:16	09:26-11:14/108	08:33 16:02	09:45-11:30/105
23	05:19 21:32	20:09-20:27/18	06:10 20:34	19:17-19:44/27	07:04 19:20	07:34-08:07/33	07:58 18:09		07:56 16:15	09:27-11:15/108	08:33 16:03	09:45-11:30/105
24	05:21 21:31	20:08-20:29/21	06:12 20:31	19:16-19:45/29	07:06 19:17	07:34-08:06/32	08:00 18:07		07:58 16:13	09:27-11:16/109	08:34 16:03	09:46-11:31/105
25	05:22 21:29	20:07-20:29/22	06:14 20:29	19:15-19:46/31	07:08 19:15	07:36-08:05/29	08:02 18:05	10:45-11:03/18	08:00 16:12	09:28-11:16/108	08:34 16:04	09:46-11:32/106
26	05:24 21:28	20:07-20:31/24	06:16 20:27	19:14-19:45/31	07:09 19:13	07:37-08:03/26	08:04 18:03	10:41-11:07/26	08:01 16:11	09:28-11:17/109	08:34 16:05	09:46-11:32/106
27	05:25 21:26	20:05-20:31/26	06:17 20:25	19:14-19:46/32	07:11 19:10	07:39-08:02/23	07:06 17:01	09:38-10:10/32	08:03 16:10	09:29-11:18/109	08:35 16:05	09:47-11:33/106
28	05:27 21:25	20:04-20:31/27	06:19 20:22	19:12-19:45/33	07:13 19:08	07:41-08:00/19	07:08 16:59	09:36-10:13/37	08:05 16:09	09:30-11:19/109	08:35 16:06	09:47-11:33/106
29	05:28 21:23	20:04-20:32/28	06:21 20:20	19:12-19:45/33	07:15 19:05	07:43-07:58/15	07:09 16:57	09:34-10:15/41	08:06 16:08	09:30-11:19/109	08:35 16:07	09:48-11:34/106
30	05:30 21:21	20:03-20:32/29	06:23 20:18	19:12-19:45/33	07:16 19:03	07:44-07:54/10	07:11 16:55	09:33-10:16/43	08:08 16:07	09:31-11:20/109	08:35 16:08	09:48-11:34/106
31	05:31 21:20	20:03-20:33/30	06:24 20:15	19:11-19:44/33			07:13 16:53	09:31-10:18/47			08:35 16:09	09:48-11:35/107
Sonnenscheinstunden	511		460		383		331		262		236	
Anzahl Minuten mit Schatten		470		815		1185		244		2732		3308

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-Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende/Minuten mit Schatten
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang-Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende/Minuten mit Schatten

SHADOW - Grafischer Kalender pro WEA

Berechnung: 2020-05-Hollenstedt-Schatten-Gesamtbelastung



Schattenrezeptoren

- 01: Gewerbegebiet Hollenstedt Süd
- 02: Gewerbegebiet Hollenstedt Nord
- 03: Hofstelle
- 04: Heidenauer Weg 4A
- 05: Heidenauer Weg 4B
- 07: Heidbecksweg 6
- 10: Stellheide Hollinder Weg 2B
- 11: Stellheide Hollinder Weg 1
- 12: Stellheide Am Eribaplatz 1
- 13: Stellheide Campingplatz "Am Eribaplatz"
- 14: Hollenstedt Bergstr. 25
- 15: Hollenstedt, Hofstedter Bogen 18A
- 16: Hollenstedt, Bergstraße (unbebaut)
- 17: Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 1A
- 18: Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 3
- 19: Hollenstedt, Holtorfsbosteler Str. 7

4.8 Vorgesehene Maßnahmen zur Überwachung aller Emissionen

Anlagen:

- 4.8 Vorgesehene Maßnahmen zur Überwachung aller Emissionen.pdf
- 4.8.1 Nachweisführung Geräuschreduzierter Betrieb.pdf

Windpark Hollenstedt GmbH & Co.KG

WINDPARK HOLLENSTEDT
GmbH & Co.KG

ALTE HOLTUMER STRASSE 9
27283 VERDEN

Landkreis Harburg
Frau Jürges

Schloßplatz 6
21423 Winsen/Luhe

Fon: 04230 9540024

zeichen: **M**
datum: **2020-10-01**

BimschG Antrag 72.2.1 Windpark Hollenstedt-Jü

Sehr geehrte Frau Jürges,

hiermit erklären wir, Windpark Hollenstedt GmbH & Co.KG, dass die geplanten WEA zur Einhaltung der Richtwerte einer ggf. notwendigen Abschaltung auf Grund von Schattenwurf (1) und des schallreduzierten Betriebs (2) entsprechend den Auflagen der Genehmigung nach dem BundesimmissionsSchutzGesetz betrieben werden.

(1) Anemos – Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH, Bestimmun des Schattenwurfes durch vier Windenergieanlagen vom Typ VESTAS V1504.0/4.2 MW an einem Standort bei Hollenstedt; Berichtsnummer 16-023-7020265-Rev.01-SW-MK;11.Juni 2020
(2) Anemos - Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH, Bestimmun des Schallimmission durch vier Windenergieanlagen vom Typ VESTAS V1504.0/4.2 MW an einem Standort bei Hollenstedt; Berichtsnummer 16-023-7020241-Rev.00-SW-MK;11.Juni 2020

Für weiter Fragen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Windpark Hollenstedt GmbH

Patrick Denker
Geschäftsführer
MA Architekt

Lars Müller
Geschäftsführer
Dipl Ing Architekt

Restricted
Dokument Nr.: 0056-7549.V05
2020-03-31

Nachweisführung Geräuschreduzierter Betrieb

Vestas Windenergieanlagen mit VMP Global Steuerung

T05 0056-7549 Ver 05 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

This document is the property of Vestas Wind Systems A/S or a subsidiary thereof and may contain confidential and/or privileged information, and/or be subject to intellectual property rights owned by 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.

Inhalt

1 Einleitung 3
2 Betriebsmodi und Standsicherheit 4
3 Drehzahlregelung 4
4 Rotorblattverstellung (OptiTip®) 5
5 System zur Geräuschreduzierung (NRMS) 6
6 System zur Abschaltung (NRMS) 6
7 Steuerung 6
7.1 Allgemeines 7
7.2 Logbuch 8
7.3 Datensicherung 9
7.4 Zeitzonen 10

Dies Dokument gilt in Verbindung mit der aktuellen Version der allgemeinen Spezifikation der betrachteten VESTAS Windenergieanlage (WEA).

1 Einleitung

Das Dokument ist gültig für folgende WEA-Typen mit der VMP Global Steuerung:

- V112-3.0/3.3/3.45 MW
- V117-3.3/3.45 MW
- V126-3.3/3.45 MW
- V126-3.45/3.6 MW HTq
- V136-3.45/3.6/4.0/4.2 MW
- V150-4.2/5.6 MW
- V162-5.6 MW

Die VESTAS Windenergieanlagen (WEA) mit dem OptiTip® - System sind über die Rotorblattverstellung (Pitch-Regelung) geregelte WEA mit aktiver Windrichtungsnach-führung.

Das OptiTip®-System ist ein proprietäres Pitchregelungssystem von VESTAS. Mit Hilfe dieses Systems kann der Rotor mit variabler Drehzahl arbeiten: Die Anstellwinkel der Rotorblätter werden so geregelt, dass der Blatteinstellwinkel den jeweiligen Windverhältnissen stets optimal angepasst ist. Hierdurch werden Energieerzeugung und Geräuschentwicklung optimiert.

VESTAS WEA werden mit unterschiedlichen Geräuscheinstellungen angeboten. Die Geräuscheinstellungen haben einen Einfluss auf die Betriebskurven im Teillastbereich und vereinzelt auch im Volllastbereich der WEA. Sind Anforderungen gegeben, wonach das Geräuschniveau der WEA zu reduzieren ist, wird die Drehzahl reduziert und der Pitchwinkel vergrößert. Mit der Geräuschreduzierung geht eine Verringerung der aerodynamischen Effizienz einher, welche wiederum ein verringertes Leistungsvermögen und eine Erhöhung der Nennwindgeschwindigkeit bedingt.

T05 0056-7549 Ver 05 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

2 Betriebsmodi und Standsicherheit

Inwieweit durch den geräuschreduzierten Betrieb die standsicherheitsrelevanten Parameter wie induzierte Turbulenzintensität beeinflusst werden, soll anhand der folgenden Grafik verdeutlicht werden.

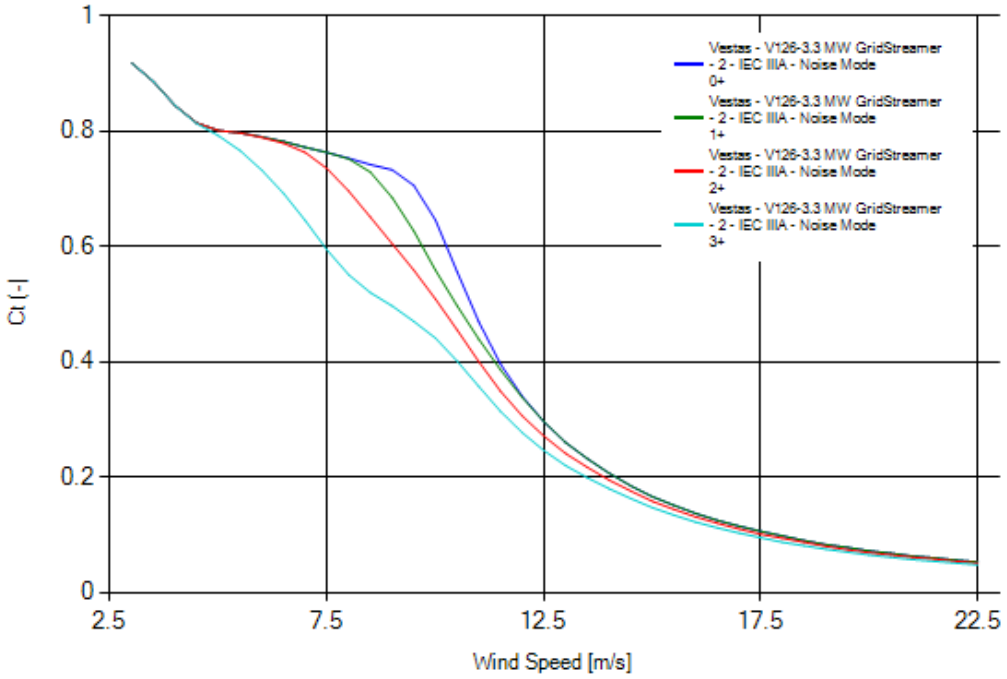


Abbildung 1: Darstellung der Schubbeiwerte (C_t) für verschiedene Betriebsmodi

Eine Standsicherheitsbetrachtung wird in der Regel hinsichtlich des normalen Betriebsmodus (0) bzw. des leistungsoptimierten Modus (Power Mode) durchgeführt. Dieser Modus weist die größte aerodynamische Effizienz auf bzw. besitzt die größtmögliche Leistungsabgabe. Dieser leistungsoptimierte Betriebsmodus induziert die größtmöglichen Turbulenzen, da der Schubbeiwert am größten ist. Somit sind nur Betriebsmodi, welche eine höhere aerodynamische Effizienz als der Betriebsmodus 0 / der Power Mode aufweisen, standsicherheitsrelevant und bedürfen einer erneuten Betrachtung der Standorteignung hinsichtlich Turbulenz. Dies trifft für keinen der Geräuschmodi der Vestas Windenergieanlagen mit VMP Global Steuerung zu.

3 Drehzahlregelung

Vestas WEA können bei allen Windgeschwindigkeiten mit optimaler Drehzahl betrieben und so die Leistungsabgabe optimiert werden. Dies steht im direkten Zusammenhang mit der OptiTip®-Technologie. (siehe Abschnitt 4)

T05 0056-7549 Ver 05 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

Im geräuschreduzierten Betrieb wird durch Verringerung des Anstellwinkels der Rotorblätter die Drehzahl vermindert, was mit einer Reduktion der Schallemissionen einhergeht. Da hierdurch nicht der höchstmögliche aerodynamische Wirkungsgrad erzielt werden kann, vermindert sich im geräuschreduzierten Betrieb die abgegebene Wirkleistung.

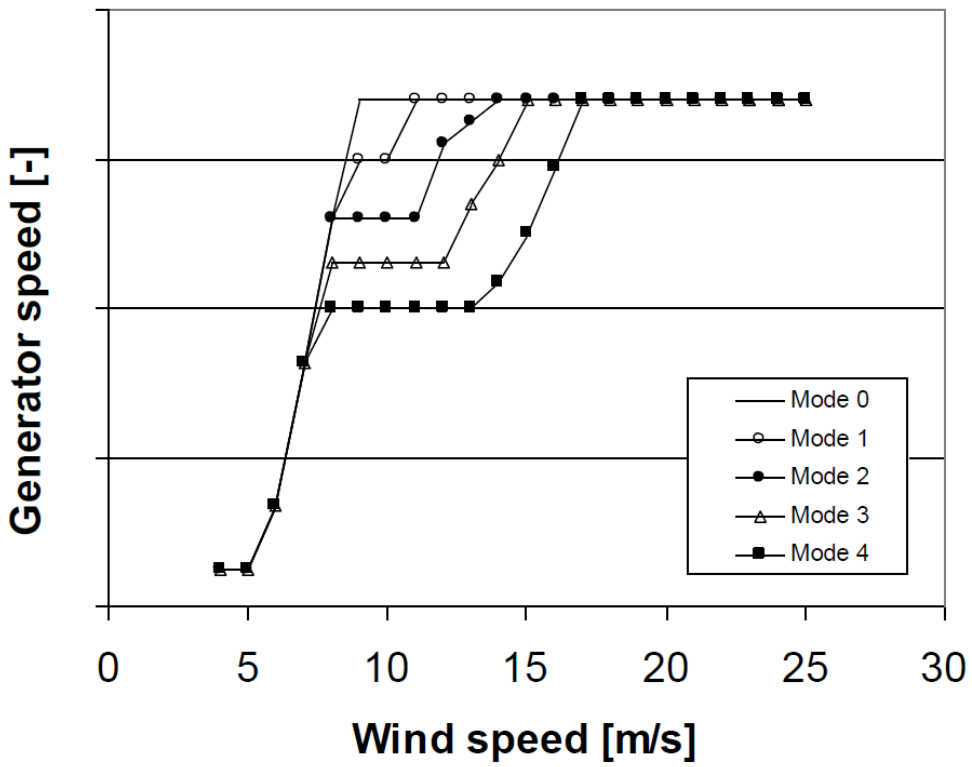


Abbildung 2: Exemplarische Darstellung der Drehzahlreduzierung

4 Rotorblattverstellung (OptiTip®)

Vestas WEA sind grundsätzlich mit OptiTip® ausgestattet, einem von Vestas entwickelten System zur Optimierung des Pitchwinkels. OptiTip® dreht die Rotorblätter um ihre Längsachse immer in den – je nach Windsituation – optimalen Winkel. Dadurch

- wird die Leistungsabgabe optimiert,
- werden die Rotorblätter weniger belastet,
- kann die Drehzahl geregelt und
- die WEA stillgesetzt werden.

Die Einstellung der Pitchwinkel der einzelnen Rotorblätter erfolgt automatisiert, wobei der Schwenkbereich des Rotorblattes 99° (-9° bis 90°) beträgt.

T05 0056-7549 Ver 05 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

5 System zur Geräuschreduzierung (NRMS)

Das aerodynamische Geräusch von den Rotorblättern der Windenergieanlage (WEA) variiert mit der Blattspitzengeschwindigkeit und dem Anströmwinkel. Durch Veränderung der Rotordrehzahl und/oder des Anströmwinkels lässt sich der Schallleistungspegel reduzieren.

Das Noise Reduction Management System (NRMS) ist ein Teil der Steuerung VMP Global, welche es ermöglicht, die jeweilige WEA geräuschreduziert zu betreiben.

Die möglichen Schallmodi werden in der Allgemeinen Spezifikation der entsprechenden Vestas WEA beschrieben. Es ist eine Standarddrehzahlkurve (Betriebsmodus 0 oder Power Mode) definiert, wonach die Vestas WEA ihren Betrieb regelt, wenn das NRMS nicht aktiviert ist. Je nach WEA-Typ lassen sich unterschiedliche Schallmodi/Drehzahlkurven anlegen.

Bei Vestas WEA mit VMP Global Steuerung können im System zur Geräuschreduzierung neben dem leistungsoptimierten Mode (Mode 0 oder Power Mode) zusätzlich 3 unterschiedliche Betriebsmodi parametriert werden.

Bei der Parametrierung der WEA für den schallreduzierten Betrieb, wird das Zeitfenster und der jeweilige Betriebsmodus festgelegt, in dem die WEA zu betreiben ist, z.B.

- Tagsüber 06:00 bis 22:00: Betriebsmodus 0
- Nachts 22:00 bis 06:00: Betriebsmodus 2

Während der Umschaltung von einem Schallmodus in einen anderen verbleibt die WEA am elektrischen Netz gekoppelt. Erfolgt die Umschaltung von einem Schallmodus mit niedrigerer Solldrehzahl, geschieht dies durch geringfügiges Pitchen (Drehen) der Rotorblätter, bis die neue Soll-Drehzahl erreicht wird. Erfolgt die Umschaltung umgekehrt von höherer zur geringeren Drehzahl, werden die Rotorblätter so verstellt, dass die neue Soll-Rotordrehzahl unterschritten wird und dann die Sollkurve von unten wieder angenähert wird.

6 System zur Abschaltung (NRMS)

Neben des Betriebs der WEA in geräuschreduzierten Betriebsmodi ist in Einzelfällen eine Komplettabschaltung für den Nachtzeitraum notwendig. Diese Abschaltung wird ebenfalls über das Noise Reduction Management System (NRMS) realisiert.

Die Einstellung eines sogenannten Pause-Modes führt im Nachtzeitraum dazu, dass die WEA vom Betrieb in den Ruhezustand versetzt wird. Damit wird die Komplettabschaltung der WEA (Trudelbetrieb) im Nachtzeitraum sichergestellt.

7 Steuerung

Eine mikroprozessorgeregelte VMP-(Vestas-Multi-Processor)-Steuerung, VMP Global, überwacht und reguliert die Anlage.

T05 0056-7549 Ver 05 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

Die Steuerung der Vestas WEA besteht aus drei Hauptprozessoren (Turm, Maschinenhaus und Nabe) verbunden mit einem optischen ArcNet Netzwerk, in dem die Parameter der Standardbetriebsmodi (z.B. Betriebsmodus 0 – Leistungsoptimiert, Betriebsmodus 2) hinterlegt sind.

Über Sensoren, Kontakte und Schalter erhält die Steuerung Informationen über den Ist-Zustand der WEA, z. B.

- Leistung
- Drehzahl
- Pitchwinkel
- Windgeschwindigkeit und Windrichtung
- Hydraulikdruck
- Temperaturen
- Netzfrequenz, Ströme und Spannungen

Das gesamte Anlagenverhalten wird über Parameter gesteuert. Die Parameterliste umfasst mehr als 1000 Werte, z. B.

- Nennleistung
- Abschaltwindgeschwindigkeit
- Grenzwerte für Störungsmeldungen
- Werte der Geräuschkurve

In der Parameterliste ist festgelegt, bei welchen Ist-Werten welche Reaktionen erfolgen. Reaktionen können z. B. das Einschalten der Windnachführung oder eines Lüftermotors, das Verstellen der Rotorblattwinkel oder das Variieren der Generatordrehzahl sein.

Die Parameter lassen sich ausschließlich im Service-Modus ändern. Jede Parameteränderung bedarf einer Dokumentation über deren Hintergrund und Rechtfertigung. So ist eine Konsistenz in den Anlagenparametern sichergestellt.

7.1 Allgemeines

Die VMP Steuerung erfasst fortlaufend über 300 Daten über den Zustand der WEA, wie z.B.

- Rotor und Generatordrehzahl
- Windgeschwindigkeit
- Hydraulischer druck
- Temperaturen
- Leistungs- und Energieproduktion
- Pitch

Sollte eine Unregelmäßigkeit oder ein Fehler auftauchen, werden die WEA Daten im Alarm- oder Warning-Logbuch protokolliert, dies ermöglicht eine entsprechende Fehleranalyse der WEA oder der Umgebungsbedingungen.

T05 0056-7549 Ver 05 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

7.2 Logbuch

Jeder WEA Controller speichert eine Anzahl von Ereignissen. Im VMP Global Controller werden die Ereignisse in vier unterschiedlichen Kategorien eingeteilt.

- **Alarm log** – Informationen über Situationen, die dazu geführt haben, dass die WEA abgeschaltet wurde (WEA Status von RUN zu PAUSE,STOP oder EMERGENCY STOP)

```
9:ALARM LOG 10-Oct-21
09:18:26*External overspeed guard
```

- **Warning Log** – Informationen über mögliche Fehlermeldung, die jedoch kein Stillstand der WEA erfordert

```
7:WARNINGLOG (# = sorted log) 10-Oct-21
20:43:02 Lightn. det. emergency suppl
20:44:41 Lightn. detect. power suppl.
09:18:26* Lightning detected
```

- **System log** – enthält Informationen über Änderungen im Setup der WEA. Der Zugang hierzu ist Password geschützt und einsehbar.

```
26:SYSTEM LOG 10-Oct-21
08:20:25*Error Parameter Checksum
08:21:56 New SERVICE state: 1
```


T05 0056-7549 Ver 05 - Approved- Exported from DMS: 2020-04-29 by DANAJ

```
Operation Log - informative information
8:LOG 10-Oct-21
11:21:20*Wind: 7.6 m/s Gen:1504 RPM
11:21:20 Pitch: 0.9° Power: 92.0 kW
11:21:20 Wind: 8.6 m/s Gen:1504 RPM
```

Es sind maximal 700 Einträge je Kategorie möglich. Kommt ein weiterer Eintrag hinzu (der 701.), wird der älteste überschrieben. Im Display erscheint eine entsprechende Meldung.

7.3 Datensicherung

Die Zeit des Fernüberwachungsrechners im Windpark wird fortlaufend per NTP (Network Time Protocol) über das Internet (time.windows.com) auf die aktuelle Zeit synchronisiert.

Alle Daten der Fernüberwachung (FÜ) bekommen den Zeitstempel der FÜ. Dies betrifft sowohl die Status- und Störmeldungen als auch die 10min-Daten.

Die Zeit der Controller wird einmal täglich mit dem Fernüberwachungsrechner synchronisiert. Dabei werden vom Controller nur Zeitumstellungen, aber KEINE Datumsumstellungen akzeptiert. Unter anderem werden folgende WEA-Daten als Logs auf den Vestas Servern abgespeichert und sind entsprechend rückwirkend verfügbar:

- Zeitpunkt der Aktivierung des Systems zur Geräuschreduzierung (NRMS)
- Zeitpunkt der Deaktivierung des Systems zur Geräuschreduzierung (NRMS)
- aktivierter Schallmodus
- deaktivierter Schallmodus

In Abbildung 5 wird von einer Beispiel WEA ein kleiner Abschnitt der gespeicherten Daten dargestellt. In diesem Beispiel wird der Betriebsmodus 5 für den Nachtzeitraum aktiviert.

Event Detected (Local)	Log Nummer	Log Text
2015-01-01 22:00:00	947	NRMS NoiseMode:5,HourPeriod:4
2015-01-02 06:00:00	950	NRMS NoiseMode:0,Deactivated
2015-01-02 06:00:00	3434	NRMS Deactivated,dir:15

Abbildung 3: Darstellung der relevanten WEA-Daten „Operation Log“

Die Pausierung der Windenergieanlage im Nachtzeitraum erfolgt ebenfalls über das System zur Geräuschredizierung (NRMS). Im Logbuch wird der Eintrag „4231 Noise Reduction Pause Mode Active “ vermerkt, welcher zeigt, dass die

Nachtabschaltung aktiv ist. Über die Zeitstempel „Event Detected (Local)“ und „Event Acknowledged (Local)“ ist der Start- und Endzeitpunkt der Nachtabschaltung dokumentiert.

Event Detected (Local)	Event Reset (Local)	Log Nummer	Log Text
2015-01-01 22:00:00	2015-01-02 06:00:00	4231	Noise Reduction Pause Mode Active
2015-01-02 22:00:00	2015-01-03 06:00:00	4231	Noise Reduction Pause Mode Active
2015-01-03 22:00:00	2015-01-04 06:00:00	4231	Noise Reduction Pause Mode Active

Abbildung 4: Darstellung der relevanten WEA-Daten „Alarm Log“

Weiterhin werden folgende WEA-Daten als 10 Minuten Mittelwert auf den Vestas Servern abgespeichert und ist entsprechend rückwirkend verfügbar:

- Windgeschwindigkeit (in Nabenhöhe)
- Leistung (Elektrische Wirkleistung)
- Rotordrehzahl
- Generatordrehzahl

In Abbildung 5 wird von einer Beispiel WEA ein kleiner Abschnitt der gespeicherten Daten dargestellt.

Zeit	Wind-geschwindigkeit	Leistung	Rotordrehzahl	Generatordrehzahl	Error
12.06.2015 00:00	4,6	31	12,4	1248	
12.06.2015 00:10	5	67	12,4	1249	
12.06.2015 00:20	5,8	118	12,4	1254	
12.06.2015 00:30	3,8	16	12,9	1303	

Abbildung 5: Darstellung der relevanten WEA-Daten „10min Daten“

7.4 Zeitzonen

Wie in Kapitel 7.3 beschrieben erfolgt eine Synchronisation der Zeiten über den Auswerterechner. Um die Datenkonsistenz über alle überwachten Windenergieanlagen weltweit sicherstellen zu können, erfolgt keine Umstellung der Uhren zur Sommerzeit im Fernüberwachungsrechner. Dies bedeutet im

Umkehrschluss, dass bei der Nachweisführung der Geräuschreduzierungen während der Sommerzeit die lokalen Zeitstempel der Umschaltungen, Abschaltungen bzw. Wiedereinschaltungen dauerhaft in UTC+1 dargestellt sind.

Da die MESZ (mitteleuropäische Sommerzeit) die Zeitzone UTC+2 aufweist, werden alle Einstellungen während der Sommerzeit um eine Stunde vorgezogen, um einen genehmigungskonformen Betrieb im Nachtzeitraum von 22:00 bis 06:00 zu gewährleisten. Dies lässt sich anhand des folgenden Beispiels (Betriebsmode 5 im Nachtzeitraum aktiviert) nachvollziehen:

Reale Zeit (Sommerzeit):	22:00 Uhr	UTC+2
Zeit im Fernüberwachungsrechner:	21:00 Uhr	UTC+1

Zeit der Umschaltung in einen geräuschreduzierten Modus ist somit 21:00 Uhr (UTC+1) entspricht 22:00 Uhr UTC+2/MESZ). Der Zeitstempel der Logbucheinträge entspricht der Zeit im Fernüberwachungsrechner. Als konkretes Beispiel sind anbei die Auszüge während der Sommerzeit dargestellt:

Event Detected (Local)	Log Nummer	Log Text
2015-08-01 21:00:00	947	NRMS NoiseMode:5,HourPeriod:4
2015-08-02 05:00:00	950	NRMS NoiseMode:0,Deactivated
2015-08-02 05:00:00	3434	NRMS Deactivated,dir:15

Abbildung 6: Darstellung der relevanten WEA-Daten „Operation Log“

Event Detected (Local)	Event Reset (Local)	Log Nummer	Log Text
2015-08-01 21:00:00	2015-08-02 05:00:00	4231	Noise Reduction Pause Mode Active
2015-08-02 21:00:00	2015-08-02 05:00:00	4231	Noise Reduction Pause Mode Active
2015-08-02 21:00:00	2015-08-03 05:00:00	4231	Noise Reduction Pause Mode Active

Abbildung 7: Darstellung der relevanten WEA-Daten „Alarm Log“

Der Zeitstempel, Event Detected (Local), stellt nicht die Sommerzeit (MESZ) sondern die Standardzeit UTC+1 dar.

4.9 Emissionsgenehmigung gemäß TEHG

Entfällt

4.10 Sonstiges

Anlagen:

- 4.10 Gutacheten Optisch bedr. Wirkung.pdf

Darstellung und Beurteilung der optischen Wirkung

von vier Windenergieanlagen

am Standort

Hollenstedt

(Niedersachsen)

Datum: 17.10.2019

Bericht Nr. 19-1-3058-001-NF

Auftraggeber:

Windpark Hollenstedt GmbH & Co. KG

Alte Holtumer Str. 9 | 27283 Verden

Auftragsnummer: 356002561

Bearbeiter:

Ramboll CUBE GmbH

Jonas Feja, MLE

Breitscheidstraße 6

DE-34119 Kassel

Tel 0561 / 288 573-0

Fax 0561 / 288 573-19

Diese Studie ist als Anlage für einen Genehmigungsantrag zur Errichtung von Windenergieanlagen (WEA) gedacht. Das vorliegende Gutachten zur Beurteilung der optischen Wirkung der geplanten WEA am Standort Hollenstedt (Niedersachsen) wurde der Ramboll CUBE GmbH im Oktober 2019 von der Windpark Hollenstedt GmbH & Co. KG in Auftrag gegeben. Als Grundlage dienen topographische Karten und Foto-Aufnahmen, die am 06.08.2019 angefertigt wurden.

Die Ramboll CUBE GmbH ist ein durch die DAkkS (Reg. No. D-PL-11038-01-00) nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 akkreditiertes Prüflaboratorium für die Erstellung von Windgutachten, Windmessungen, Schallimmissions- sowie Schattenwurfprognosen. Dieses Gutachten wurde mit größter Sorgfalt sowie gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch erstellt.

Alle Rechte an diesem Bericht sind der Ramboll CUBE GmbH vorbehalten. Dieses Dokument darf, mit Ausnahme des Auftraggebers, der Genehmigungsbehörden und der finanzierenden Banken, weder in Teilen noch in vollem Umfang ohne vorherige schriftliche Zustimmung der Ramboll CUBE GmbH reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

	Nr.	Datum	Bearbeiter	Beschreibung
Original	001	17.10.2019	J. Feja	Gutachten

Kassel, 17.10.2019

Jonas Feja, MLE
(Bearbeiter)

Dipl.-Geogr. Marc Brüning
(Prüfer)

Inhalt:

1 Aufgabenstellung 4
2 Rechtliche Grundlagen 6
3 Untersuchungsgebiet 8
4 Detailbetrachtung der relevanten Wohngebäude 11
4.1 BP A - Wohnhaus – ‚Holtorfsbosteler Straße 1a' 11
4.2 BP B - Wohnhaus – ‚Holtorfsbosteler Straße 7' 15
4.3 BP C und D - Wohnhäuser – ‚Heidenauer Weg 2' 20
5 Bewertung der optischen Wirkung 26
6 Literaturverzeichnis 28

1 Aufgabenstellung

Der untersuchte Windenergiestandort Hollenstedt liegt in Niedersachsen zwischen den Orten Ochtmannsbruch im Süden und Hollenstedt im Osten. Es ist die Errichtung von vier Windenergieanlagen des Typs Vestas V150 geplant. Die Nabenhöhe des verwendeten WEA-Typs beträgt 125 m der Rotordurchmesser beträgt 150 m. Es soll die optische Wirkung der neu geplanten WEA auf die nächstliegende Wohnbebauung untersucht werden.

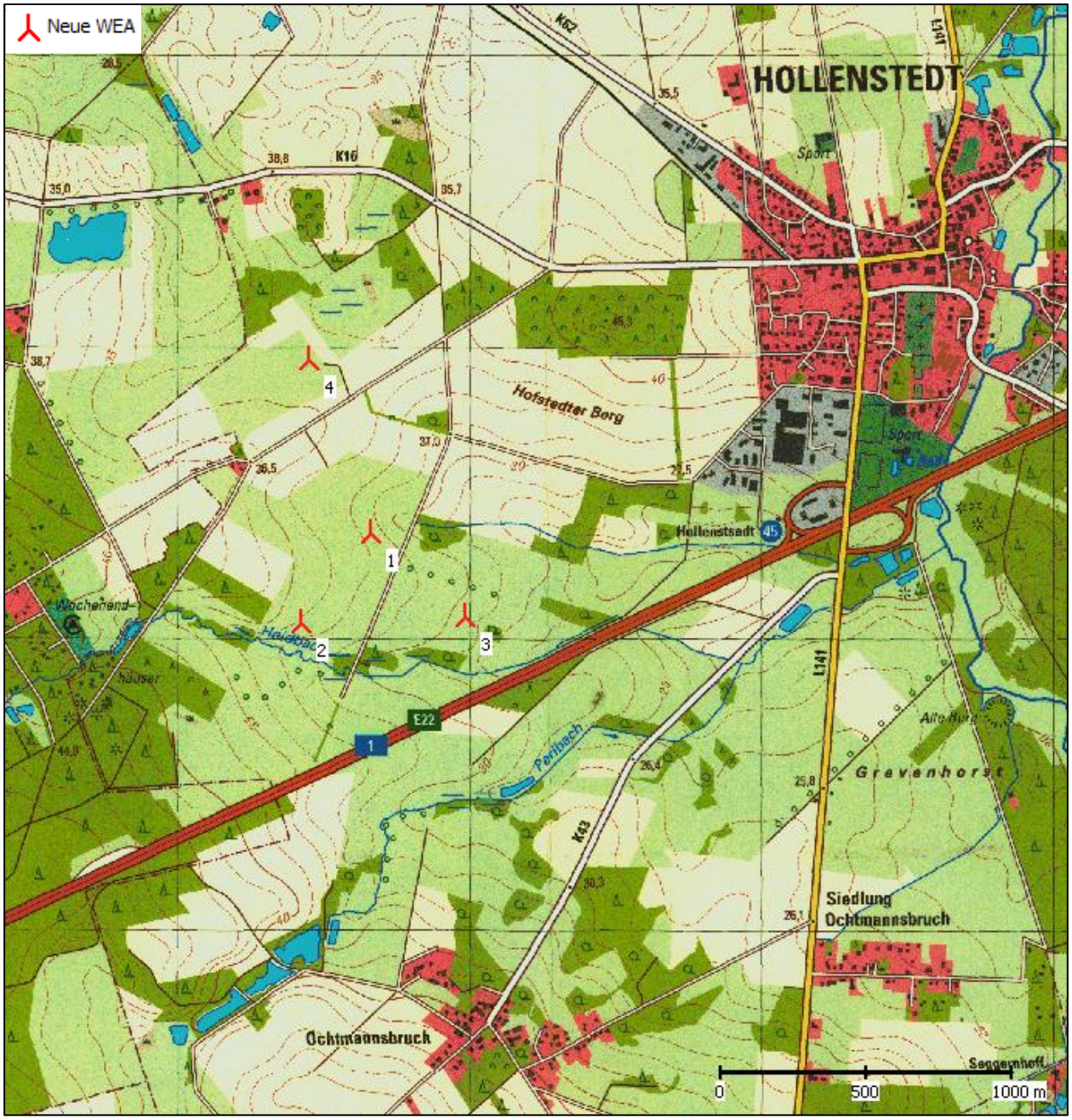


Abbildung 1: Topografische Karte mit WEA-Übersicht

Hierzu wurden für insgesamt vier Wohnhäuser (Betrachtungspunkte) die Sichtbeziehungen zu den geplanten WEA untersucht. Die Betrachtungspunkte und die geplanten Windenergieanlagen sind in der topographischen Karte in Abbildung 3 markiert.

Eine Begutachtung der relevanten Wohnhäuser sowie die Aufnahme der Fotografien für die Visualisierung zur Bewertung des optischen Eingriffs erfolgten am 06.08.2019. Die vorherrschende Hauptwindrichtung am Standort ist WSW (ca. 240°).

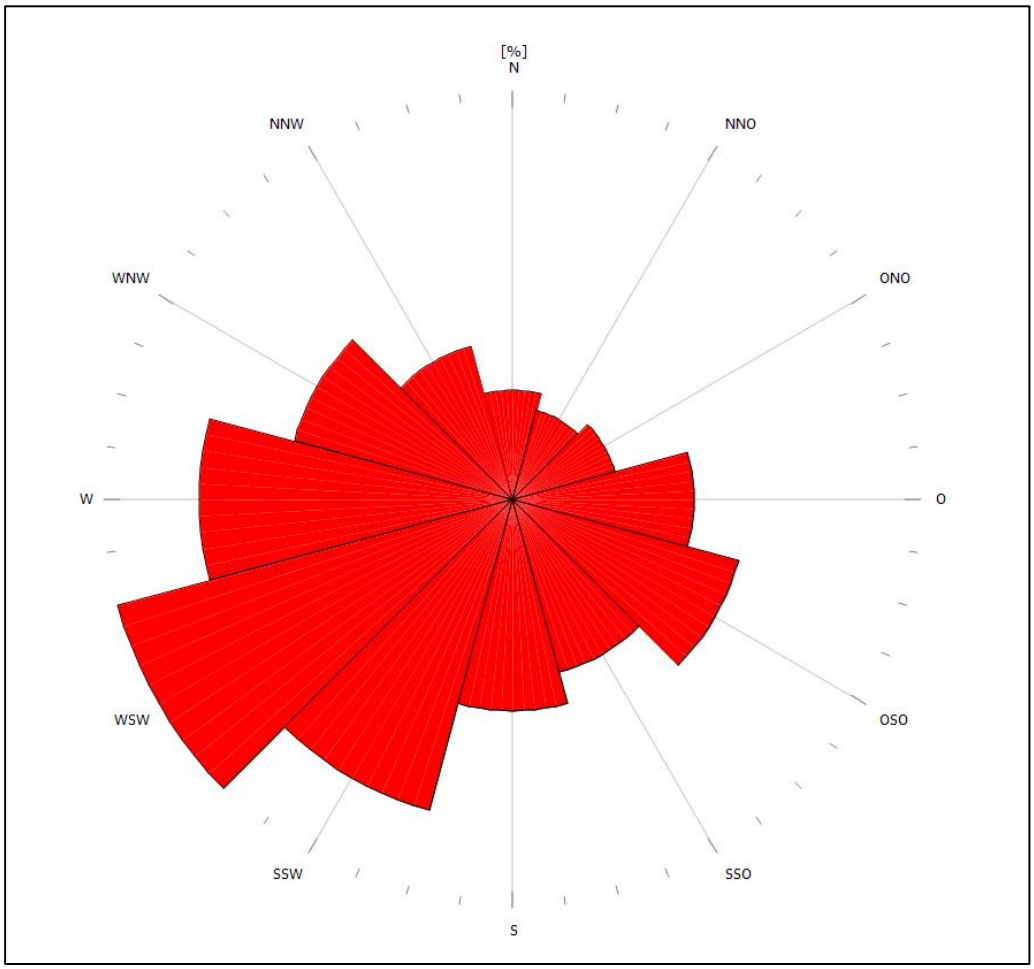


Abbildung 2: Windrichtungsverteilung nach Häufigkeit [%][1]

[1] Die Windstatistiken werden aus dem „Windatlas für Deutschland“ der anemos GmbH abgeleitet. Dieser Windatlas basiert auf Wetterreanalysedaten des amerikanischen National Centre for Atmospheric Research (NCAR) und mesoskaligen Computersimulationen mit dem meteorologischen Strömungsmodell MM5. Er enthält für die Jahre 1990-2011 flächendeckend für ganz Deutschland Winddaten auf einem 5 x 5 km2 Raster in stündlicher Auflösung.

2 Rechtliche Grundlagen

Der Begriff der „optisch bedrängenden Wirkung“ ist eine Schöpfung der Rechtsprechung und basiert auf dem Gebot der gegenseitigen Rücksichtnahme (vgl. §35, Abs. 3, Satz 1, BauGB [1]). Im Zusammenhang mit WEA kann eine optisch bedrängende Wirkung durch die sich drehenden Rotorblätter resultieren, welche je nach subjektiver Empfindung von Anrainern als „bedrängend“ empfunden werden kann. Hierbei sinkt der Grad einer möglichen empfundenen Bedrängung bei steigenden Abständen zwischen WEA und Wohngebäude in der Regel sehr deutlich, da eine weiter entfernt gelegene WEA aufgrund der perspektivischen Wahrnehmung deutlich weniger vom Sichtfeld eines Betrachters einnimmt, als dies bei einer näher gelegenen WEA der Fall ist. Wissenschaftliche Studien, die auf eine mögliche körperliche oder psychische Beeinträchtigung durch die optische Wirkung von WEA schließen lassen oder diese sogar belegen, sind derzeit nicht bekannt, sodass für die Bewertung allein juristische Empfehlungen existieren.

Im Urteil vom Oberverwaltungsgericht für das Land Nordrhein-Westfalen vom 09.08.2006 [2] wurde folgender Leitsatz für die Prüfung einer optisch bedrängenden Wirkung einer geplanten WEA auf die Wohnbebauung festgelegt:

„Beträgt der Abstand zwischen einem Wohnhaus und einer Windkraftanlage mindestens das Dreifache der Gesamthöhe (Nabenhöhe + 1/2 Rotordurchmesser) der geplanten Anlage, dürfte die Einzelfallprüfung überwiegend zu dem Ergebnis kommen, dass von dieser Anlage keine optisch bedrängende Wirkung zu Lasten der Wohnnutzung ausgeht. Bei einem solchen Abstand treten die Baukörperwirkung und die Rotorbewegung der Anlage so weit in den Hintergrund, dass ihr in der Regel keine beherrschende Dominanz und keine optisch bedrängende Wirkung gegenüber der Wohnbebauung zukommt.

Ist der Abstand geringer als das Zweifache der Gesamthöhe der Anlage, dürfte die Einzelfallprüfung überwiegend zu einer dominanten und optisch bedrängenden Wirkung der Anlage gelangen. Ein Wohnhaus wird bei einem solchen Abstand in der Regel optisch von der Anlage überlagert und vereinnahmt. Auch tritt die Anlage in einem solchen Fall durch den verkürzten Abstand und den damit vergrößerten Betrachtungswinkel derart unausweichlich in das Sichtfeld, dass die Wohnnutzung überwiegend in unzumutbarer Weise beeinträchtigt wird.

Beträgt der Abstand zwischen dem Wohnhaus und der Windkraftanlage das Zwei- bis Dreifache der Gesamthöhe der Anlage, bedarf es regelmäßig einer besonders intensiven Prüfung des Einzelfalls.“ [2].

Weiterhin spielen die Fassadenausrichtung und damit einhergehend das Blickfeld bei der Beurteilung der Sicht von den schützenswerten Bereichen bzw. der optischen Wirkung auf die zu schützenden Bereichen eine Rolle. Eine frontal vor der Fassade stehende WEA wirkt erheblicher als seitlich versetzte, aus dem zentralen Blickfeld gerückte WEA. Als zentrales Blickfeld werden hier Bereiche um ±20° (entspricht in etwa 50 mm Brennweite) um die frontale Fassadensichtachse angesehen.

Das oben genannte Urteil sowie das Windenergiehandbuch [3] nennen für die intensive Prüfung des Einzelfalls folgende Kriterien, welche in der vorliegenden Studie berücksichtigt worden sind (siehe Kapitel 4):

- Schutzwürdigkeit des Wohnhauses
    - Planrechtliche Situation
- Sichtbeziehung zur WEA
    - Fassadenausrichtung und Blickfeld
    - Sichtbarkeit und sichtverschattende Elemente
    - Ausrichtung Sitzmöbel
    - Fenstersituation Wohnzimmer / Ausweichmöglichkeiten
    - Denkbare Ausweichbewegungen und architektonisch Selbsthilfe
- Sicht- und aufmerksamkeitsablenkende Elemente
    - Strukturelle visuelle Vorbelastungen
    - Vorbelastungs-WEA
- Außenwirkung der WEA
    - Durchschnittlich sichtbare Rotorfläche
    - WEA Form; Verhältnis RD / GH
    - Rotorwirkung
    - Topografischer Einfluss

3 Untersuchungsgebiet

Die geplanten WEA-Standorte befinden sich westlich von Hollenstedt und nördlich der BAB 1. Darüber hinaus existieren im Umkreis einige Wohngebäude im Außenbereich.

Innerhalb des dreifachen Gesamthöhenabstands der WEA befinden sich drei Wohngebäude. Darüber hinaus wird ein Wohngebäude (‚Holtorfsbosteler Straße 1a') betrachtet, welches geringfügig außerhalb des dreifachen Gesamthöhenabstands der WEA liegt.

Das Planungsgebiet befindet sich in einem landwirtschaftlich erschlossenen Raum, der durch kleinere Waldgebiete und Gehölzreihen unterbrochen wird.

Die Koordinaten und Eigenschaften der geplanten WEA sind Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1: geplante WEA - Kenndaten

WEA	WEA-Typ	NH [m]	RD [m]	GH [m]	Rechtswert	Hochwert
1	Vestas V150	125	150	200	545.665	5.912.355
2	Vestas V150	125	150	200	545.420	5.912.048
3	Vestas V150	125	150	200	545.979	5.912.071
4	Vestas V150	125	150	200	545.447	5.912.948

Auf der Karte in Abbildung 3 beschreiben die roten Kreise den zwei- und die blauen Kreise den dreifachen Gesamthöhenabstand der geplanten WEA (400 m und 600 m). Zusätzlich werden in Abbildung 3 alle im Rahmen der Untersuchung betrachteten Wohngebäude dargestellt und in Tabelle 2 deren Adressen und die Abstände zu den jeweils relevanten WEA aufgeführt.

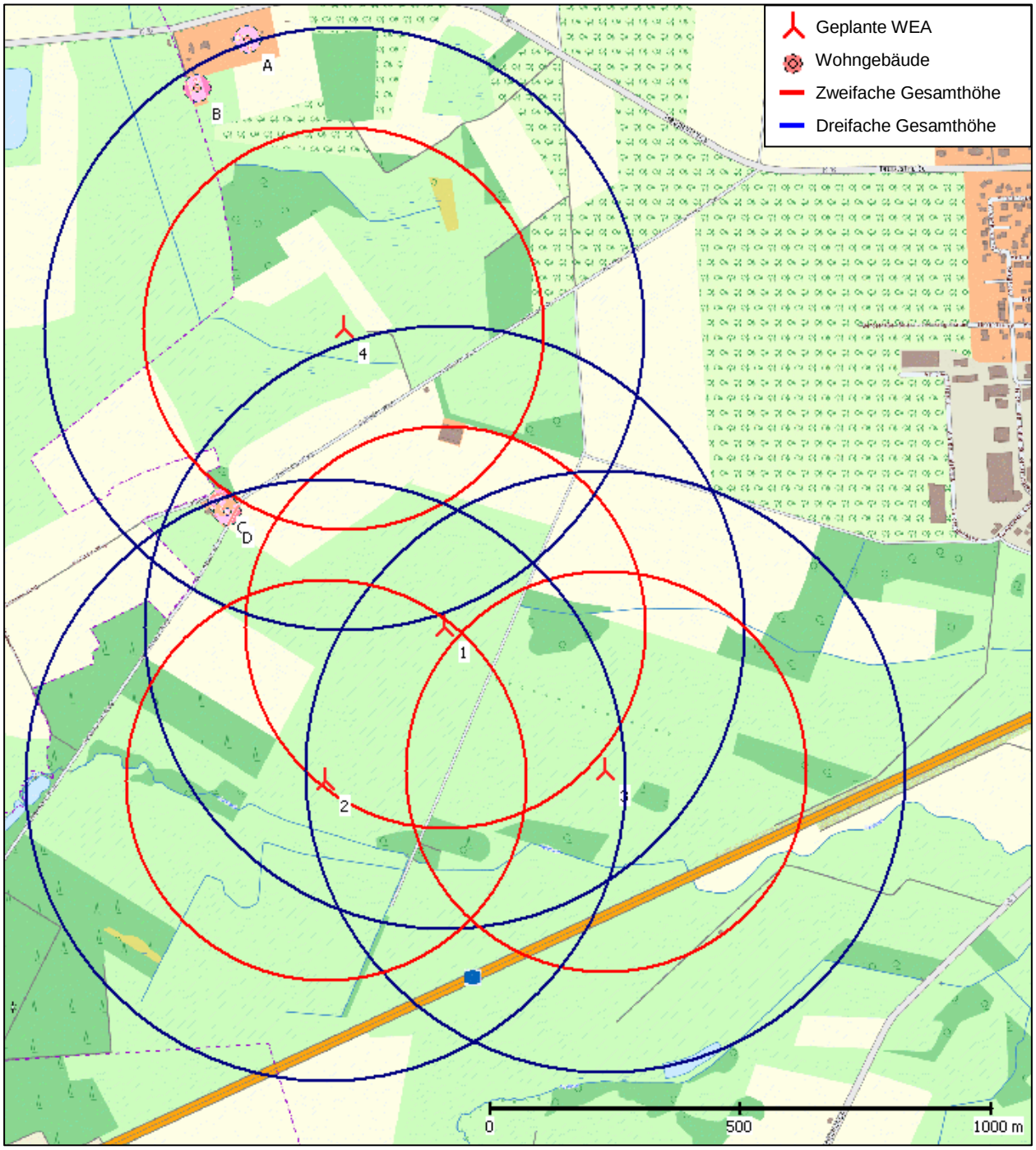


Abbildung 3: Topografische Karte mit Abstandskreisen und untersuchten Gebäuden

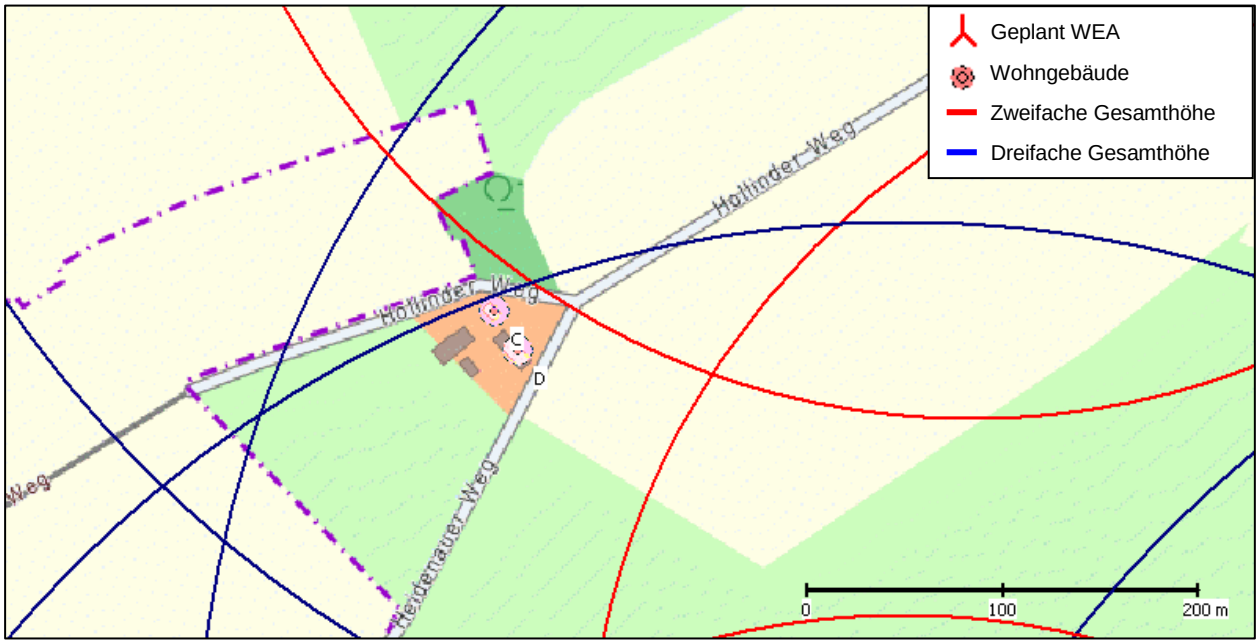


Abbildung 4: Detailkarte mit Markierung der untersuchten Gebäude C und D

Tabelle 2: untersuchte Gebäude

BP	Adresse	Abstand relevante WEA [m]	relevante WEA [Nr.]	relativer Gesamthöhenabstand (D/GH)*) [m]
A	Holtorfsbosteler Straße 1a	604	4	3,0
B	Holtorfsbosteler Straße 7	554	4	2,8
C	Heidenauer Weg 2 (Holzhaus)	422 (WEA 4)/ 507 (WEA 1)/ 588 (WEA 2)	4 / 1 / 2	2,1 / 2,4 / 2,9
D	Heidenauer Weg 2 (Haupthaus)	428 (WEA 4)/ 483 (WEA 1)/ 560 (WEA 2)	4 / 1 / 2	2,1 / 2,4 / 2,8

*) D = Distanz WEA-Wohnhaus; GH = Gesamthöhe der WEA

Alle übrigen Wohngebäude in der Nähe der geplanten Anlagen befinden sich außerhalb des dreifachen Gesamthöhenabstands der neu geplanten WEA und werden folglich keiner Einzelfallprüfung unterzogen.

4 Detailbetrachtung der relevanten Wohngebäude

Im Folgenden werden vier Wohngebäude vor dem Hintergrund verschiedener Prüfkriterien hinsichtlich der optischen Wirkung im Detail untersucht.

4.1 BP A - Wohnhaus – ‚Holtorfsbosteler Straße 1a‘

Das Wohngebäude liegt nördlich der geplanten WEA 4 im Außenbereich. Der Abstand zu dieser beträgt ca. 604 m und damit etwa das 3,02-fache der Gesamthöhe der geplanten WEA (200 m). Die Sichtbeziehung zwischen WEA 4 und dem Wohnhaus ‚Holtorfsbosteler Straße 1a‘ ist im Folgenden Teil dieser Untersuchung. Die WEA 1 liegt das 6,1-fache der Gesamthöhe entfernt. Auf eine eingehende Prüfung dieser und der anderen geplanten WEA wird daher verzichtet.

Abbildung 5: BP A ‚Holtorfsbosteler Straße 1a‘ – Blickrichtung Nord

Es handelt sich um ein zweigeschossiges Wohnhaus (inkl. Dachgeschoss). An der südlichen Fassade des Hauses befinden sich im Erdgeschoss das Fenster des Wohnzimmers, davor befindet sich eine Terrasse.

Abbildung 6: BP A ‚Holtorfsbosteler Straße 1a', Sichtverschattende Vegetation - Blickrichtung Nord

Quelle: Geoportal der Metropolregion Hamburg

Abbildung 7: BP A ‚Holtorfsbosteler Straße 1a' – Luftbild

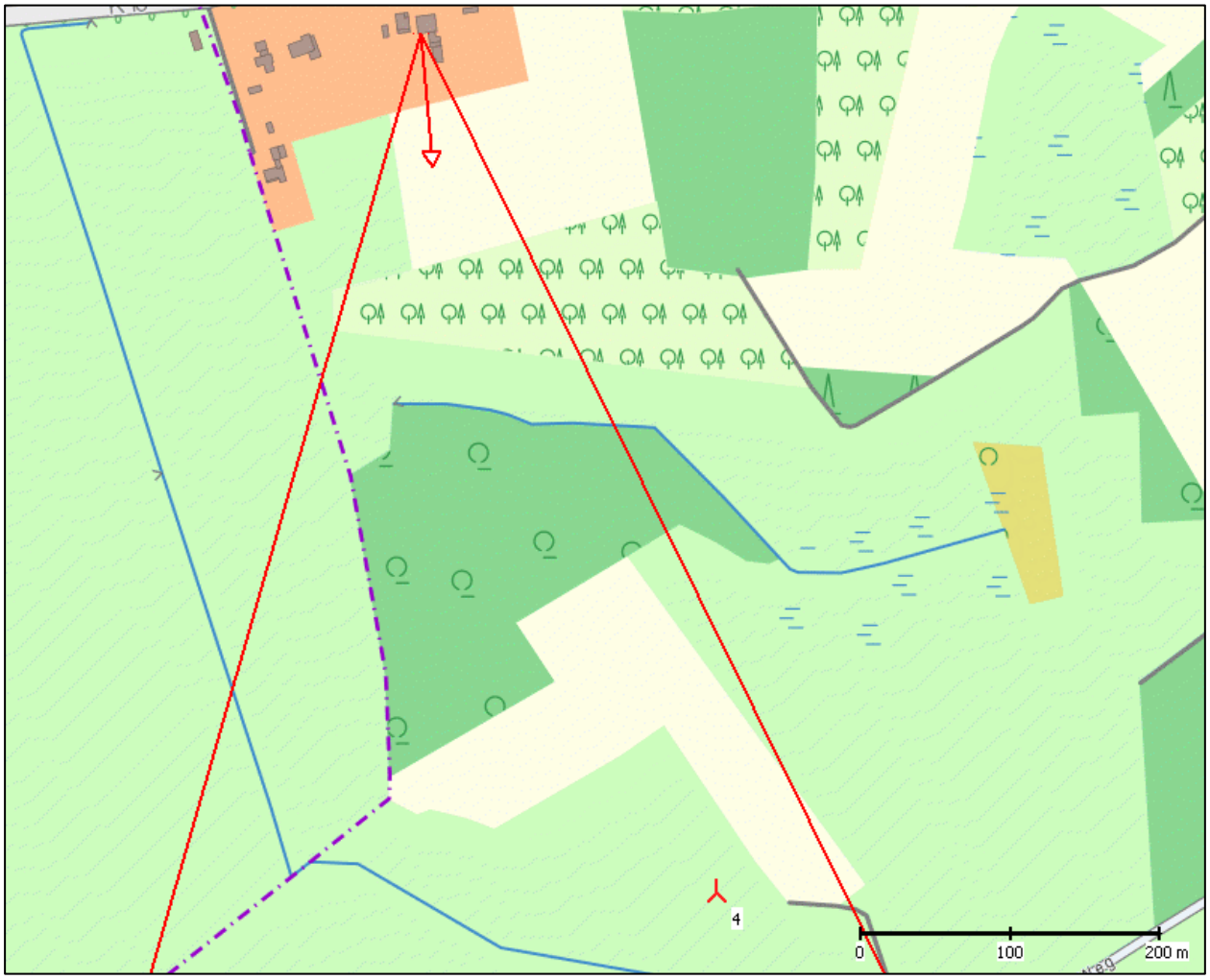


Abbildung 8: unmittelbare Blickfelder des Wohnzimmers und der Terrasse (50 mm Brennweite)

Der Blick aus dem Wohnzimmer sowie von der Terrasse sind hier Untersuchungsgegenstand bezüglich der optischen Wirkung der WEA.

Im Folgenden wird auf wirkungsverstärkende oder -vermindernde Gegebenheiten an diesen beiden Orten eingegangen.

Tabelle 3: Prüfkriterien zur optischen Wirkung – BP A ‚Holtorfsbosteler Straße 1a'

Prüfaspekt	Beschreibung
Schutzwürdigkeit Wohnhaus	Das Wohnhaus liegt im Außenbereich und ist demnach nicht privilegiert bzw. nur vermindert schutzwürdig [4] [5] [6].
Sichtbeziehung zur WEA: • **Fassadenausrichtung und Blickfeld** • **Sichtbarkeit und sichtverschattende Elemente** • **Ausrichtung Sitzmöbel** • **Fenstersituation Wohnzimmer / Ausweichmöglichkeiten** • **Denkbare Ausweichbewegungen und architektonisch Selbsthilfe**	Relevante Fassade ist die Südfassade. Die geplante WEA 4 befindet sich im Bereich der Hauptblickrichtung dieser Fassade (vgl. Abbildung 8). Im Garten des Hauses befinden sich Laubbäume und immergrüne Nadelbäume, die die Sichtbeziehung nach Süden stark einschränken. Von der Terrasse wird die Sicht auf die geplante WEA 4 ebenfalls durch die Bäume im Garten stark eingeschränkt.
Sicht- und aufmerksamkeitsablenkende Elemente: • **visuelle Vorbelastungen** • **Vorbelastungs-WEA**	Sichtablenkende Strukturen durch Bäume und Sträucher im Garten sind vorhanden. Darüber hinaus besteht zwischen Wohnhaus und der geplanten WEA 4 ein kleines Waldstück.
Außenwirkung der WEA: • **Durchschnittlich sichtbare Rotorfläche** • **WEA Form** • **Rotorwirkung** • **Topografischer Einfluss**	Der bei Hauptwindrichtung sichtbare Rotorflächenanteil würde eine Sichtbeziehung vorausgesetzt etwa 20 % (WEA 4) betragen. Das Verhältnis von Rotordurchmesser zur Gesamthöhe liegt bei 0,75 (üblicher Bereich 0,4…0,7). Der Rotor wirkt dadurch stärker als bei größeren Nabenhöhen. Die WEA steht etwa auf dem gleichen Höhenniveau wie das Wohnhaus. Dadurch ergibt sich keine verstärkende oder abschwächende Wirkung durch das Relief.

Aufgrund der Distanz und der stark eingeschränkten Sichtbeziehung durch die Vegetation ist die visuelle Wirkung der geplanten WEA 4 nicht als optisch bedrängend zu bezeichnen.

4.2 BP B - Wohnhaus – ‚Holtorfsbosteler Straße 7‘

Das Wohngebäude liegt nordnordwestlich der geplanten WEA 4 im Außenbereich. Der Abstand zu dieser beträgt ca. 554 m und damit etwa das 2,8-fache der Gesamthöhe der geplanten WEA (200 m). Die Sichtbeziehung zwischen WEA 4 und dem Wohnhaus ‚Holtorfsbosteler Straße 7‘ ist im Folgenden Teil dieser Untersuchung. Die WEA 1 liegt das 5,9-fache der Gesamthöhe entfernt. Auf eine eingehende Prüfung dieser und der anderen geplanten WEA wird daher verzichtet.

Abbildung 9: BP B ‚Holtorfsbosteler Straße 7‘ – Blickrichtung Nordost

Es handelt sich um ein zweigeschossiges Wohnhaus (inkl. Dachgeschoss). An der südlichen Fassade des Hauses befinden sich im Erdgeschoss Fenster. Soweit von außen einsehbar befindet sich das Wohnzimmer im Erdgeschoss. Im ersten Obergeschoss befinden sich ein Balkon und dahinter liegende Fenster sowie eine Fenstertür. Vor der Südfassade befindet sich eine Terrasse mit Sitzmöbeln.

Abbildung 10: BP B ‚Holtorfsbosteler Straße 7', sichtverschattende Vegetation südlich des Hauses – Blickrichtung Nord

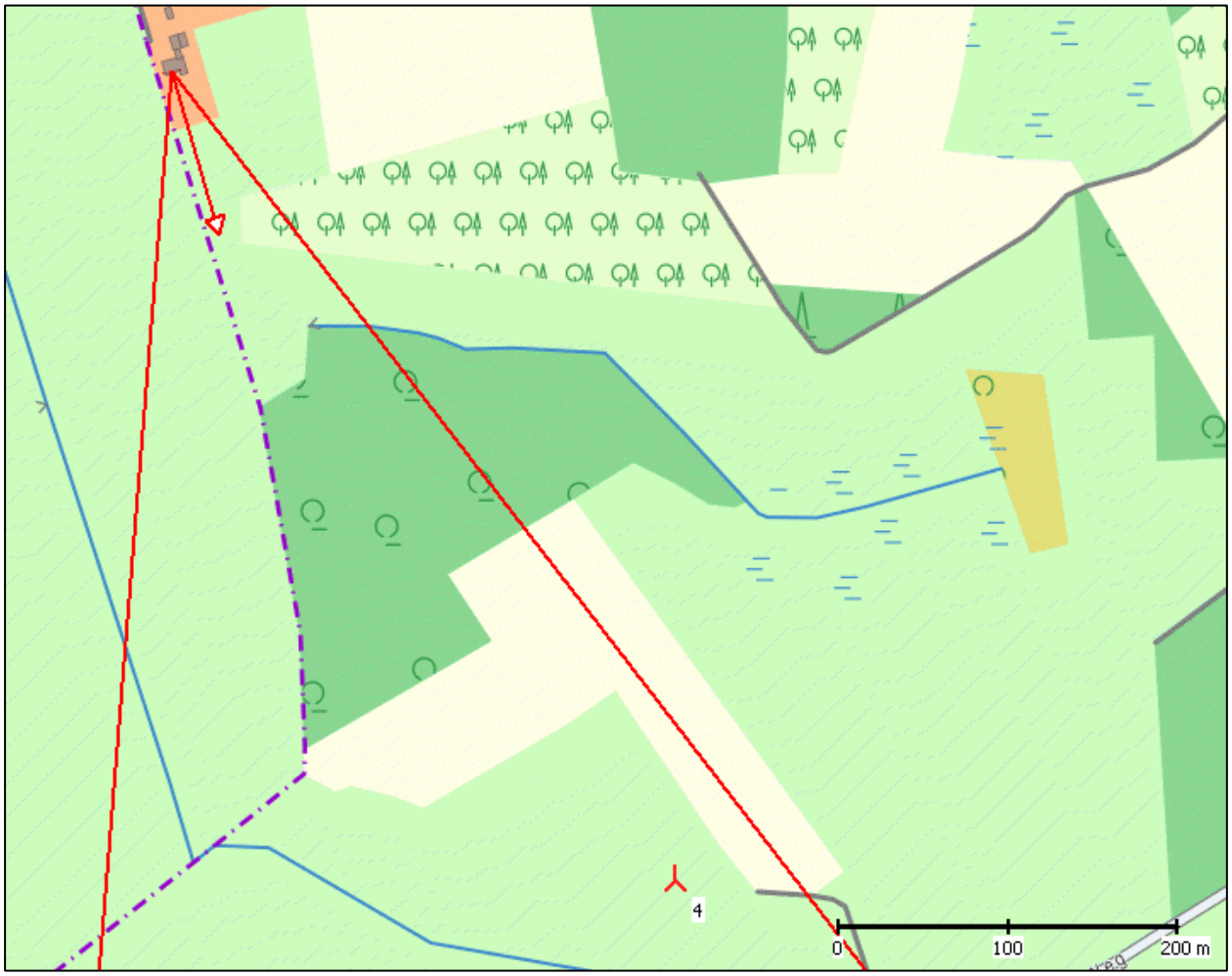


Abbildung 11: unmittelbares Blickfeld aus dem Wohnhaus (50 mm Brennweite)

Quelle: Geoportal der Metropolregion Hamburg

Abbildung 12: BP B ‚Holtorfsbosteler Straße 7' – Luftbild

Der Blick von der Südfassade sowie dem Aufenthaltsbereich davor sind hier Untersuchungsgegenstand bezüglich der optischen Wirkung der WEA.

Im Folgenden wird auf wirkungsverstärkende oder -vermindernde Gegebenheiten an diesen beiden Orten eingegangen.

Tabelle 4: Prüfkriterien zur optischen Wirkung – BP B ‚Holtorfsbosteler Straße 7'

Prüfaspekt	Beschreibung
Schutzwürdigkeit Wohnhaus	Das Wohnhaus liegt im Außenbereich und ist demnach nicht privilegiert bzw. nur vermindert schutzwürdig [4] [5] [6].
Sichtbeziehung zur WEA: • **Fassadenausrichtung und Blickfeld** • **Sichtbarkeit und sichtverschattende Elemente** • **Ausrichtung Sitzmöbel** • **Fenstersituation Wohnzimmer / Ausweichmöglichkeiten** • **Denkbare Ausweichbewegungen und architektonisch Selbsthilfe**	Relevante Fassade ist die Südfassade. Die geplante WEA 4 befindet sich im Bereich der Hauptblickrichtung des Wohnzimmers. Des Weiteren weißt das Wohnzimmer ein großes Fenster nach Westen auf, welches einen freien und von den geplanten WEA unbeeinflussten Blick ermöglicht. Aus den Fenstern im Erdgeschoss sowie von dem Balkon im 1.OG wird die Sichtbeziehung durch die bestehenden Laub- und Nadelbäume erheblich eingeschränkt.
Sicht- und aufmerksamkeitsablenkende Elemente: • **visuelle Vorbelastungen** • **Vorbelastungs-WEA**	Sichtablenkende Strukturen durch Bäume und Sträucher im Garten sind vorhanden. Darüber hinaus besteht zwischen Wohnhaus und der geplanten WEA 4 ein kleines Waldstück.
Außenwirkung der WEA: • **Durchschnittlich sichtbare Rotorfläche** • **WEA Form** • **Rotorwirkung** • **Topografischer Einfluss**	Der bei Hauptwindrichtung sichtbare Rotorflächenanteil würde eine Sichtbeziehung vorausgesetzt etwa 5 % (WEA 4) betragen. Das Verhältnis von Rotordurchmesser zur Gesamthöhe liegt bei 0,75 (üblicher Bereich 0,4…0,7). Der Rotor wirkt dadurch stärker als bei größeren Nabenhöhen. Die WEA steht etwa auf dem gleichen Höhenniveau wie das Wohnhaus. Dadurch ergibt sich keine verstärkende oder abschwächende Wirkung durch das Relief.

Aufgrund der angrenzenden Bäume wird eine mögliche Sichtbeziehung aus dem Haus nur stark eingeschränkt möglich sein und bei vorherrschender Hauptwindrichtung werden weniger als 10 % der Rotorfläche sichtbar sein. Durch die sichteinschränkende Wirkung der Vegetation ist eine optisch bedrängende Wirkung der WEA 4 nicht gegeben.

4.3 BP C und D - Wohnhäuser – ‚Heidenauer Weg 2‘

Die beiden Wohngebäude liegen nordwestlich der geplanten WEA 1 im Außenbereich. Der Abstand beträgt minimal ca. 483 m zu WEA 1, 560 m zu WEA 2 bzw. 422 m zu WEA 4 und damit etwa das 2,4-fache (WEA 1), das 2,8fache (WEA 2) bzw. das 2,1-fache (WEA 4) der Gesamthöhe der geplanten WEA (200 m). Die Sichtbeziehungen zwischen WEA 1, 2 und 4 und den Wohngebäuden ‚Heidenauer Weg 2‘ sind im Folgenden Teil dieser Untersuchung.

Abbildung 13: BP D ‚Heidenauer Weg 2‘ – Blickrichtung Nord

Auf dem Grundstück befindet sich nördlich neben dem Haupthaus noch ein jüngeres Holzhaus, welches ebenfalls bewohnt ist. Das Holzhaus weißt in Richtung Nordosten kein Fenster und in Richtung Südosten lediglich ein kleines Fenster auf. Die Hauptausrichtung des Holzhauses ist Südwest und damit abseitig aller geplanten WEA.

Nach Angaben des Eigentümers, befinden sich die Wohnräume des Haupthauses im Erdgeschoss. Im ersten Obergeschoss befinden sich die Schlafräume des Hauses.

Abbildung 14: BP D ‚Heidenauer Weg 2' (Hauptausrichtung)– Blickrichtung Südwest

Abbildung 15: BP C ‚Heidenauer Weg 2' – Blickrichtung Süd

Abbildung 16: BP C und D ‚Heidenauer Weg 2' – sichtverschattender Gehölzstreifen, Blickrichtung Südwest

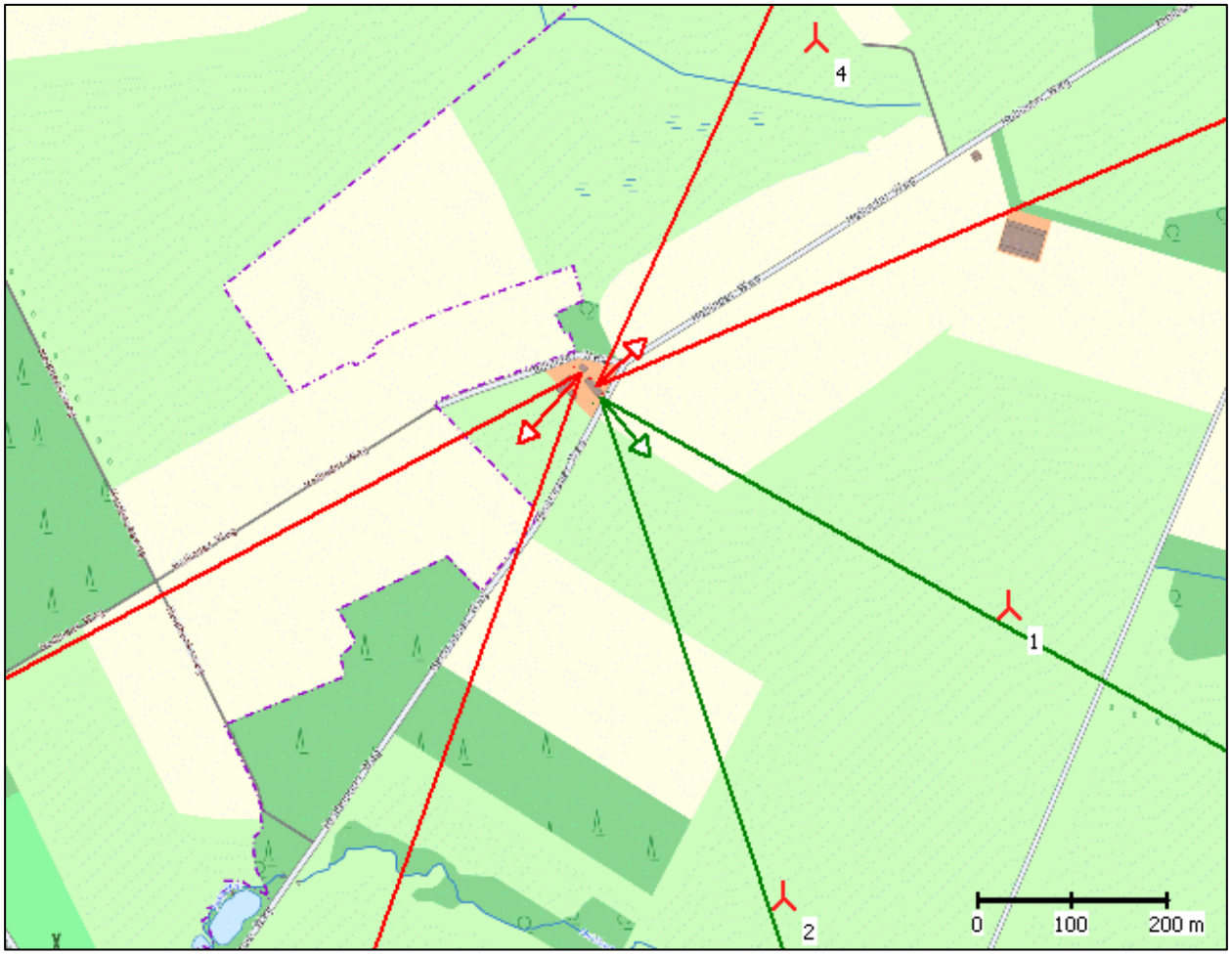


Abbildung 17: unmittelbare Blickfelder aus den Gebäuden, Hauptblickrichtung in rot und Nebenblickrichtung in grün (50 mm Brennweite)

Quelle: Geoportal der Metropolregion Hamburg

Abbildung 18: BP C und D ‚Heidenauer Weg 2' – Luftbild

Der Blick von der Nordostfassade sowie von der Südostfassade des Haupthauses sind hier Untersuchungsgegenstand bezüglich der optischen Wirkung der geplanten WEA 4, 1 und 2.

Im Folgenden wird auf wirkungsverstärkende oder -vermindernde Gegebenheiten an diesen beiden Orten eingegangen.

Tabelle 5: Prüfkriterien zur optischen Wirkung – BP C und D ‚Heidenauer Weg 2'

Prüfaspekt	Beschreibung
Schutzwürdigkeit Wohnhaus	Die Gebäude liegen im Außenbereich und sind demnach nicht privilegiert bzw. nur vermindert schutzwürdig [4] [5] [6].

Prüfaspekt	Beschreibung
Sichtbeziehung zur WEA: • **Fassadenausrichtung und Blickfeld** • **Sichtbarkeit und sichtverschattende Elemente** • **Ausrichtung Sitzmöbel** • **Fenstersituation Wohnzimmer / Ausweichmöglichkeiten** • **Denkbare Ausweichbewegungen und architektonisch Selbsthilfe**	Relevante Fassaden sind die Nordost- und die Südostfassade des Haupthauses. Die geplante WEA 1 befindet sich außerhalb des Bereiches der Hauptblickrichtung der Nordost- und Südostfassade (vgl. Abbildung 17). Darüber hinaus schränken im Erdgeschoss dichte Büsche, welche sich unmittelbar vor den Fenstern befinden, die Sicht in Richtung Südosten stark ein. Die geplante WEA 2 befindet sich im Randbereich der Hauptblickrichtung der Südostfassade (vgl. Abbildung 17). Darüber hinaus schränken im Erdgeschoss dichte Büsche, welche sich unmittelbar vor den Fenstern befinden, die Sicht in Richtung Südosten stark ein. Die Traufseite der Nordostfassade ist in Richtung Garten ausgerichtet und stellt damit die Hauptausrichtung des Hauses dar. WEA 4 befindet sich im Bereich der Hauptblickrichtung dieser Fassade. Aus den Luftbildern sowie von den vorliegenden Fotos aus Richtung der geplanten WEA 4 wird ersichtlich, dass eine starke Sichtverschattung durch das dem Haus vorgelagerte Feldgehölz bzw. kleine Waldstück besteht. Somit wird die WEA 4 aus dem Haus nur sehr stark eingeschränkt sichtbar sein.
Sicht- und aufmerksamkeitsablenkende Elemente: • **visuelle Vorbelastungen** • **Vorbelastungs-WEA**	Sichtablenkende Strukturen in Form von Bäumen, Büschen und einem Feldgehölz bzw. Waldstück sind vorhanden.
Außenwirkung der WEA: • **Durchschnittlich sichtbare Rotorfläche** • **WEA Form** • **Rotorwirkung** • **Topografischer Einfluss**	Der bei Hauptwindrichtung sichtbare Rotorflächenanteil würde eine Sichtbeziehung vorausgesetzt etwa 90 % (WEA 4) betragen. Das Verhältnis von Rotordurchmesser zur Gesamthöhe liegt bei 0,75 (üblicher Bereich 0,4…0,7). Der Rotor wirkt dadurch stärker als bei größeren Nabenhöhen. Die WEA steht etwa auf dem gleichen Höhenniveau wie das Wohnhaus. Dadurch ergibt sich keine verstärkende oder abschwächende Wirkung durch das Relief.

Aus dem Holzhaus auf dem Grundstück besteht aufgrund der Lage der Fenster keine Sichtbeziehungen zu den geplanten WEA. Ergänzend wird aufgrund der Lagebeziehung sowie der sichteinschränkenden Wirkung der Vegetation eine optisch bedrängende Wirkung der WEA nicht gegeben sein.

Eine Sichtbeziehung zu der geplanten WEA 4 von der zentralen Nordostfassade des Haupthauses ist durch die Lagebeziehung WEA-Wohnhaus theoretisch möglich. Durch das angrenzende Feldgehölz wird die mögliche Sichtbeziehung aus dem Haus jedoch stark eingeschränkt. Die WEA 1 und 2 befinden sich abseits der Hauptblickrichtungen dieser Fassade. Darüber hinaus wird die Sicht auf die WEA 1 und WEA 2 aus den Wohnbereichen im Erdgeschoss auf der Südostfassade durch angrenzende Vegetation eingeschränkt.

Eine optische bedrängende Wirkung ist für die Wohngebäude C und D demnach nicht gegeben.

5 Bewertung der optischen Wirkung

Die Abstände zwischen den untersuchten vier Wohngebäuden und den neu geplanten nächstgelegenen Windenergieanlagen liegen zwischen 422 und 604 m bzw. zwischen dem 2,1- und 3,0-fachen Gesamthöhenabstand und damit in dem Bereich, in dem laut Urteil des OVG NRW [2] (siehe Kap. 3) eine Einzelfallprüfung erforderlich sein kann. Die optische Wirkung der geplanten Windenergieanlagen auf die relevanten Wohnhäuser wird nachfolgend bewertet.

BP A ‚Holtorfsbosteler Straße 1a':
Aufgrund der Distanz und der stark eingeschränkten Sichtbeziehung durch die Vegetation ist die visuelle Wirkung der geplanten WEA 4 nicht als optisch bedrängend zu bezeichnen.

BP B ‚Holtorfsbosteler Straße 7':
Aufgrund der angrenzenden Bäume wird eine mögliche Sichtbeziehung aus dem Haus nur stark eingeschränkt möglich sein. Bei vorherrschender Hauptwindrichtung werden weniger als 10 % der Rotorfläche sichtbar sein. Durch die sichteinschränkende Wirkung der Vegetation ist eine optisch bedrängende Wirkung der WEA 4 nicht gegeben.

BP C ‚Heidenauer Weg 2' (Holzhaus):
Aus dem Holzhaus auf dem Grundstück besteht aufgrund der Lage der Fenster keine Sichtbeziehungen zu den geplanten WEA. Ergänzend wird aufgrund der Lagebeziehung sowie der sichteinschränkenden Wirkung der Vegetation eine optisch bedrängende Wirkung der WEA nicht gegeben sein.

BP D ‚Heidenauer Weg 2' (Haupthaus):
Eine Sichtbeziehung zu der geplanten WEA 4 von der zentralen Nordostfassade des Haupthauses ist durch die Lagebeziehung WEA-Wohnhaus theoretisch möglich. Durch das angrenzende Feldgehölz/Waldstück wird eine mögliche Sichtbeziehung aus dem Haus jedoch stark eingeschränkt. Die WEA 1 und 2 befinden sich am Rande einer Nebenblickrichtung des Hauses. Darüber hinaus wird die Sicht aus den Wohnbereichen im Erdgeschoss auf der Südostfassade durch angrenzende Vegetation eingeschränkt.

Bei der Bewertung wurde das Hauptaugenmerk, soweit die Informationen ermittelt werden konnten, auf die zentralen der Erholung dienenden Aufenthaltsbereiche gelegt. Hierzu zählen explizit nicht Küche, Schlafzimmer, Badezimmer, Ankleidezimmer oder Arbeitszimmer [5] [7].

Ferner liegen alle betrachteten Gebäude im Außenbereich, so dass eine verminderte Schutzwürdigkeit vorliegt. Anwohner solcher Grundstücke haben mit Veränderungen der Umgebung von vornherein zu rechnen [4] [5] [6].

Resultierend aus den oben genannten Beschreibungen ist nach unserem Erachten die visuelle Wirkung der neu geplanten WEA entsprechend dem Urteil des Oberverwaltungsgerichts für das Land Nordrhein-Westfalen vom 09.08.2006 und den Hinweisen zur Überprüfung der optisch bedrängenden Wirkung im *Windenergie Handbuch* [3] an den untersuchten Wohnhäusern nicht als optisch bedrängend zu bezeichnen.

6 Literaturverzeichnis

[1] Gesetz, Baugesetzbuch (BauGB), "Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634)".

[2] Urteil, OVG Münster 8 A 3726/05, Münster, 09.08.06.

[3] M. Agatz, Windenergie Handbuch - 14. Auflage, Gelsenkirchen, 2017.

[4] Urteil, OVG Lüneburg 12 ME 132/16, Lüneburg, 16.11.16.

[5] Urteil, OVG Münster 8 B 1230/13, Münster, 08.07.14.

[6] Urteil, VGH München 22 ZB 15.113, München, 24.03.15.

[7] Urteil, OVG Lüneburg 12 ME 75/12, Lüneburg, 20.07.12.