

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
WEA 1	Teillast tags	7 d/Woche	16 h/d	6-22 Uhr		104,9 dB(A) + 1,7 dB(A)	LAI-Hinweise	siehe Kap. 4.8 und 5.1
WEA 1	Teillast nachts	7 d/Woche	8 h/d	22-6 Uhr		104,0 dB(A) + 1,7 dB(A)	LAI-Hinweise	siehe Kap. 4.8 und 5.1
WEA 2	Teillast tags	7 d/Woche	16 h/d	6-22 Uhr		104,9 dB(A) + 1,7 dB(A)	LAI-Hinweise	siehe Kap. 4.8 und 5.1
WEA 2	Teillast nachts	7 d/Woche	8 h/d	22-6 Uhr		102,0 dB(A) + 1,7 dB(A)	LAI-Hinweise	siehe Kap. 4.8 und 5.1
WEA 3	Teillast tags	7 d/Woche	16 h/d	6-22 Uhr		104,9 dB(A) + 1,7 dB(A)	LAI-Hinweise	siehe Kap. 4.8 und 5.1
WEA 3	Teillast nachts	7 d/Woche	8 h/d	22-6 Uhr		102,0 dB(A) + 1,7 dB(A)	LAI-Hinweise	siehe Kap. 4.8 und 5.1
WEA 4	Teillast tags	7 d/Woche	16 h/d	6-22 Uhr		104,9 dB(A) + 1,7 dB(A)	LAI-Hinweise	siehe Kap. 4.8 und 5.1
WEA 4	Teillast nachts	7 d/Woche	8 h/d	22-6 Uhr		100,0 dB(A) + 1,7 dB(A)	LAI-Hinweise	siehe Kap. 4.8 und 5.1

4.7 Sonstige Emissionen

Aufgrund von Herstellervorgaben sind folgende vertrauliche Dokumente nicht in der Auslegung enthalten:

- Eingangsrößen Schallimmissionsprognosen

Aufgrund von Herstellervorgaben sind folgende vertrauliche Dokumente teilweise geschwärzt und/oder gekürzt:

- Schalltechnisches Gutachten

Anlagen:

- 4_7_2_Leistungsspezifikation-V150-5.6MW.pdf
- 4_7_3_Schalltechnisches Gutachten.pdf
- 4_7_4_Beschreibung Serrations_Saegezahn-Hinterkante.pdf
- 4_7_5_Schattenwurfgutachten.pdf
- 4_7_6_Beschreibung Schattenwurf Abschaltssystem.pdf

Restricted
Dokument-Nr.: 0081-6997 V03
2019-11-08

Leistungsspezifikationen

EnVentus™ 5 MW

V150-5.6 MW 50/60 Hz



Inhaltsverzeichnis

1	ALLGEMEINE BESCHREIBUNG	4
2	TYPENPRÜFUNG UND VERFÜGBARE NABENHÖHEN	4
3	LEITFADEN FÜR BETRIEBSBEREICHSBEDINGUNGEN UND LEISTUNGSMERKMALE	5
3.1	KLIMA- UND STANDORTBEDINGUNGEN.....	5
3.1.1	<i>Anordnung der Windenergieanlagen.....</i>	<i>6</i>
3.2	BETRIEBSBEREICH – WIND	7
3.3	BETRIEBSBEREICH – TEMPERATUR UND HÖHE.....	8
3.3.1	<i>Temperaturabhängiger Betrieb</i>	<i>8</i>
3.4	BETRIEBSUMGEBUNG – BEDINGUNGEN FÜR LEISTUNGSKURVE UND CT-WERTE (IN NABENHÖHE)	9
3.5	BETRIEBSBEREICH – BLINDLEISTUNGSKAPAZITÄT	10
3.6	GERÄUSCHMODI	11
4	ZEICHNUNGEN.....	12
4.1	VISUELLER EINDRUCK DER WINDENERGIEANLAGE – SEITENANSICHT	12
5	ALLGEMEINE EINSCHRÄNKUNGEN, HINWEISE UND HAFTUNGSAUSSCHLÜSSE	13
6	LEISTUNGSKURVEN, CT-WERTE UND GERÄUSCHKURVEN IM MODUS 0	14
6.1	LEISTUNGSKURVEN, MODUS 0.....	14
6.2	CT-WERTE, BETRIEBSMODUS 0	15
6.3	GERÄUSCHKURVEN, MODUS 0	16
7	LEISTUNGSKURVEN, CT-WERTE UND KURVEN ZUR GERÄUSCHENTWICKLUNG, GERÄUSCHOPTIMIERTE MODI	17
7.1	LEISTUNGSKURVEN, GERÄUSCHOPTIMIERTER MODUS SO0.....	17
7.2	CT-WERTE, GERÄUSCHOPTIMIERTER MODUS SO0	18
7.3	KURVEN ZUR GERÄUSCHENTWICKLUNG, GERÄUSCHOPTIMIERTER MODUS SO0.....	19
7.4	LEISTUNGSKURVEN, GERÄUSCHOPTIMIERTER MODUS SO2.....	20
7.5	CT-WERTE, GERÄUSCHOPTIMIERTER MODUS SO2	21
7.6	KURVEN ZUR GERÄUSCHENTWICKLUNG, GERÄUSCHOPTIMIERTER MODUS SO2.....	22
7.7	LEISTUNGSKURVEN, GERÄUSCHOPTIMIERTER MODUS SO3.....	23
7.8	CT-WERTE, GERÄUSCHOPTIMIERTER MODUS SO3	24
7.9	KURVEN ZUR GERÄUSCHENTWICKLUNG, GERÄUSCHOPTIMIERTER MODUS SO3.....	25
7.10	LEISTUNGSKURVEN, GERÄUSCHOPTIMIERTER MODUS SO4.....	26
7.11	CT-WERTE, GERÄUSCHOPTIMIERTER MODUS SO4	27
7.12	KURVEN ZUR GERÄUSCHENTWICKLUNG, GERÄUSCHOPTIMIERTER MODUS SO4.....	28
7.13	LEISTUNGSKURVEN, GERÄUSCHOPTIMIERTER MODUS SO5.....	29
7.14	CT-WERTE, GERÄUSCHOPTIMIERTER MODUS SO5	30
7.15	KURVEN ZUR GERÄUSCHENTWICKLUNG, GERÄUSCHOPTIMIERTER MODUS SO5.....	31
7.16	LEISTUNGSKURVEN, GERÄUSCHOPTIMIERTER MODUS SO6.....	32
7.17	CT-WERTE, GERÄUSCHOPTIMIERTER MODUS SO6	33
7.18	KURVEN ZUR GERÄUSCHENTWICKLUNG, GERÄUSCHOPTIMIERTER MODUS SO6.....	34

Der Empfänger bestätigt, dass (i) die vorliegenden Leistungsspezifikationen nur zur Information des Empfängers bereitgestellt werden und keine Haftungen, Garantien, Versprechen, Verpflichtungen oder andere Zusicherungen (Zusagen) durch Vestas Wind Systems oder eine seiner Tochtergesellschaften (Vestas) nach sich ziehen oder darstellen. Diese werden ausdrücklich von Vestas nicht anerkannt, und (ii) sämtliche Verpflichtungen von Vestas gegenüber dem Empfänger bezüglich der vorliegenden Leistungsspezifikationen (oder sonstiger Inhalte des vorliegenden Dokuments) müssen in unterzeichneten, zwischen dem Empfänger und Vestas geschlossenen schriftlichen Verträgen dargelegt sein; die im vorliegenden Dokument enthaltenen Angaben sind diesbezüglich nicht verbindlich.

Siehe allgemeine Einschränkungen, Hinweise und Haftungsausschlüsse (inklusive Abschnitt 5 auf S. 13) dieser Leistungsspezifikation.

1 Allgemeine Beschreibung

Die Vestas V150-5.6 MW ist eine Windenergieanlagenvariante innerhalb der Reihe EnVentus™ 5 MW. Es handelt sich dabei um eine Aufwindanlage mit Pitch-Regelung und aktiver Windnachführung und Dreiblattrotor. Die Windenergieanlage V150-5.6 MW hat einen Rotordurchmesser von 150 m und eine Nennleistung von 5,6 MW.

Für weitere Einzelheiten siehe allgemeine Beschreibung der Windenergieanlagen der Reihe EnVentus™ 5 MW („General Description EnVentus™ 5 MW – 0081-5017“).

2 Typenprüfung und verfügbare Nabenhöhen

Die Windenergieanlage wird gemäß folgenden Zertifizierungsrichtlinien und verfügbaren Nabenhöhen typengeprüft:

Zertifizierung	Windklasse	Nabenhöhe
IECRE OD-501	IEC S	105/125/155 m
DIBt 2012	DIBt S	125/148/166/169 m

3 Leitfaden für Betriebsbereichsbedingungen und Leistungsmerkmale

Die tatsächlichen Klima- und Standortbedingungen weisen viele Variablen auf und sind bei der Beurteilung der tatsächlichen Windenergieanlagenleistung zu berücksichtigen. Die Auslegungs- und Betriebsparameter in diesem Abschnitt stellen keine Garantien, Gewährleistungen und Zusicherungen bezüglich der Windenergieanlagenleistung an tatsächlichen Standorten dar.

3.1 Klima- und Standortbedingungen

Die Standard-Windenergieanlage ist für die im Folgenden aufgeführten windklimatischen Bedingungen ausgelegt. Die Werte beziehen sich auf die Nabenhöhe.

Windklima	IEC S	IEC S	IEC S
Bemessungsleistung	5,6 MW	5,6 MW	5,6 MW
Nabenhöhe	105	125	155
Auslegungsparameter für Betrieb unter gewöhnlichen Bedingungen – IEC			
Windgeschwindigkeit (10-Min.-Durchschnitt) V_{ave}	8,5 m/s	8,5 m/s	8,0 m/s
Weibull-Skalierungsfaktor, C	9,6 m/s	9,6 m/s	9,0 m/s
Weibull-Formfaktor, k	2,3	2,3	2,48
I_{ref} gemäß IEC 61400-1	0,14	0,14	0,15
Turbulenzintensität gemäß IEC 61400-1, einschließlich Windparkturbulenz (@15 m/s) I_{90} (90 % Quantil)	15,7 %	15,7 %	16,9 %
Scherwind, α	0,20	0,20	0,30
Anströmwinkel (senkrecht)	8°	8°	8°
Auslegungsparameter für Betrieb unter Extrembedingungen – IEC			
Extr. Windgeschwindigkeit (10-Min.-Durchschnitt), V_{50}	37,5 m/s	37,5 m/s	40,1 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit (3-s-Bö), V_{e50}	52,5 m/s	52,5 m/s	56,1 m/s
Turbulenzintensität, I_{V50}	11 %	11 %	11 %

Windklima	DIBt S				
Nabenhöhe	125 m	125 m	148 m	166 m	CHT* 166/169 m
Bemessungsleistung	5,6 MW				
Auslegungsparameter – DIBt					
Windgeschwindigkeit (10-Min.-Durchschnitt) V_{ave}	7,0 m/s	7,5 m/s	7,3 m/s	7,5 m/s	7,5 m/s
Weibull- Skalierungsfaktor, C	7,9 m/s	8,5 m/s	8,2 m/s	8,5 m/s	8,5 m/s
Weibull-Formfaktor, k	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22
I_{ref} gemäß IEC 61400-1	S	A	S	S	S
Turbulenzintensität, I_{90} (90%-Quantil)	S	18,0 %	S	S	S
Auslegungsparameter für Betrieb unter Extrembedingungen – DIBt					
Extreme Windgeschwindigkeit (10-Minuten- Durchschnitt), V_{50}	36,1 m/s	41,2 m/s	37,0 m/s	37,6 m/s	37,6 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit (3-s-Bö), V_{e50}	50,5 m/s	57,7 m/s	51,8 m/s	52,6 m/s	52,6 m/s
Turbulenzintensität, $I_V(z)$	11,3 %	11,3 %	11,2 %	11,1 %	11,1 %
Scherwind, α	0,27	0,25	0,27	0,27	0,27
Anströmwinkel	8°	8°	8°	8°	8°

*CHT steht für Beton-Hybridturm (Concrete Hybrid Tower)

HINWEIS

Die Windenergieanlage ist für Standorte mit niedriger bis mittlerer Windgeschwindigkeit vorgesehen, kann aber auch – je nach den spezifischen Bedingungen vor Ort – an Standorten mit hoher Windgeschwindigkeit eingesetzt werden. Sie ist nach IEC S und DIBt S klassifiziert. Bei Bedarf sind weitere Informationen bei Vestas Wind Systems A/S zu erfragen.

3.1.1 Anordnung der Windenergieanlagen

Der Abstand der Windenergieanlagen muss standortspezifisch festgelegt werden. Bei einem Abstand unter zwei Rotordurchmessern (2D) kann sektorweise eine Leistungsreduzierung erforderlich sein.

HINWEIS

Die Bewertung von Klima- und Standortbedingungen ist komplex. Vestas ist daher bei jedem Projekt zurate zu ziehen. Werden die genannten Anforderungen von den örtlichen Gegebenheiten nicht erfüllt, ist Vestas auf jeden Fall zu konsultieren.

3.2 Betriebsbereich – Wind

Die Werte beziehen sich auf die Nabenhöhe und hängen von den Sensoren und der Steuerung der Windenergieanlage ab.

Windklima	IEC S/DIBt S	
	Modus 0, SO0	SO2, SO3, SO4, SO5, SO6
Einschalt-Windgeschw., V_{in}	3 m/s	3 m/s
Abschalt-Windgeschw. (10 min Mittelwert), V_{out}	25 m/s	20 m/s
Wiedereinschalt-Windgeschwindigkeit (10-Minuten-Mittelwert)	23 m/s	18 m/s

3.3 Betriebsbereich – Temperatur und Höhe

Nachstehende Werte beziehen sich auf die Nabenhöhe und hängen von den Sensoren und der Steuerung der Windenergieanlage ab.

Betriebsbereich – Temperatur	
Umgebungstemperaturbereich (Standard-Windenergieanlage)	-20 °C bis +45 °C
Umgebungstemperaturbereich (Niedrigtemperatur-Windenergieanlage)	-30 °C bis +45 °C

HINWEIS

Die Windenergieanlage stellt die Energieerzeugung ein, sobald die Umgebungstemperaturen auf über +45 °C steigen. Niedrigtemperatur-Optionen der Windenergieanlage können bei Vestas erfragt werden.

Die Windenergieanlage ist standardmäßig für den Betrieb in Höhen bis 1000 m ü. d. M. und optional für bis zu 2000 m ü. d. M. ausgelegt.

3.3.1 Temperaturabhängiger Betrieb

Nachstehende Werte beziehen sich auf die Nabenhöhe und hängen von den Sensoren und der Steuerung der Windenergieanlage ab. Bei Umgebungstemperaturen über einem Grenzwert, der für jeden Betriebsmodus angegeben ist, hält die Windenergieanlage eine gedrosselte Produktion aufrecht.

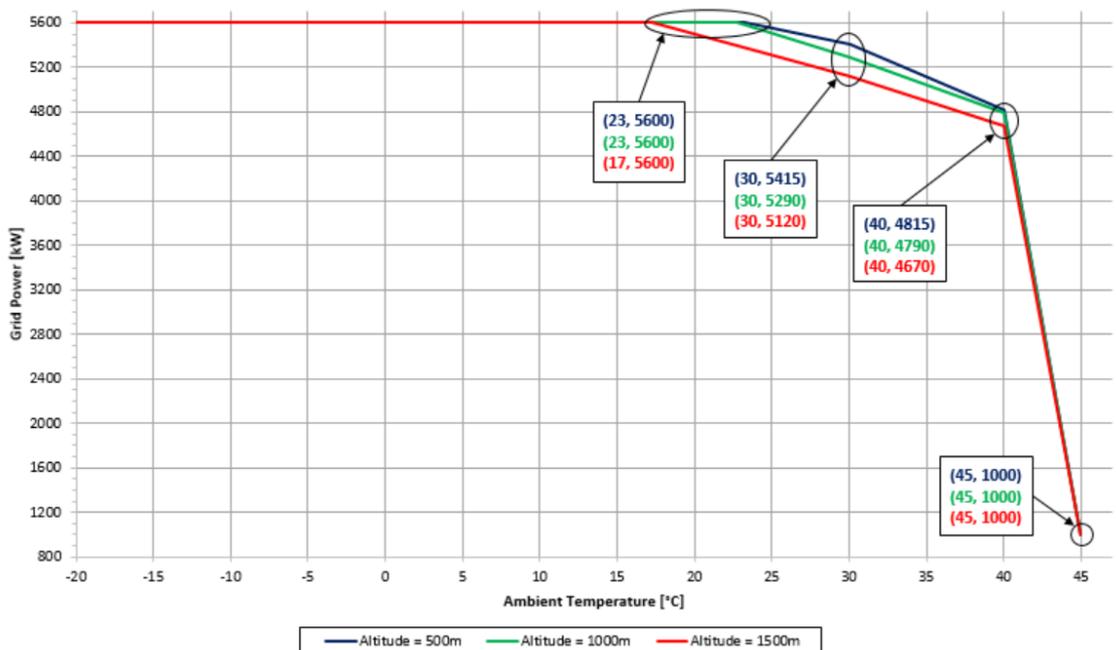


Abbildung 3-1: Temperaturabhängiger gedrosselter Betrieb.

HINWEIS

Alle Angaben zu Drosselungseinstellungen sind vorläufig und können Änderungen unterliegen.

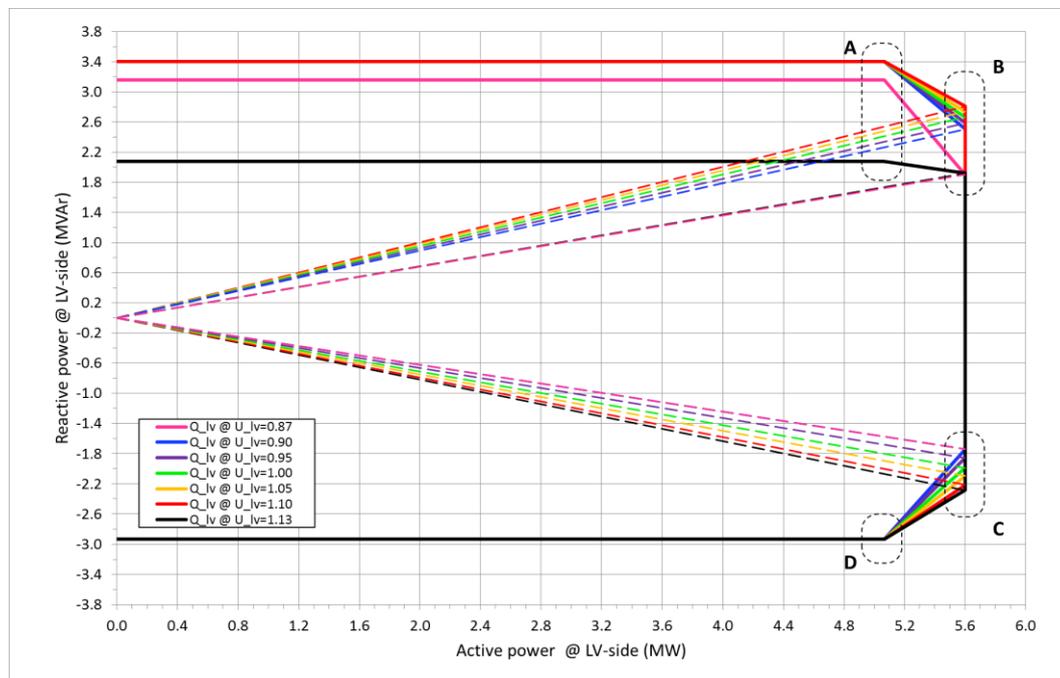
3.4 Betriebsumgebung – Bedingungen für Leistungskurve und Ct-Werte (in Nabenhöhe)

Abschnitt 6 und die folgenden Abschnitte enthalten Informationen zu Leistungskurven und C_t -Werten.

Bedingungen für Leistungskurve und C_t -Werte (in Nabenhöhe)	
Scherwind, α	0,00-0,30 (10-Minuten-Durchschnitt)
Turbulenzintensität, I	6-12 % (10-Minuten-Durchschnitt)
Rotorblätter	Reinigen
Regen	Nein
Eis/Schnee auf Rotorblättern	Nein
Vorderkante	Keine Schäden
Gelände	IEC 61400-12-1
Anströmwinkel (senkrecht)	$0 \pm 2^\circ$
Netzspannung	Nennspannung $\pm 2,5$ %
Stromnetzfrequenz	Nennfrequenz $\pm 0,5$ Hz
Netz-Wirkleistung (Niederspannungsseite)	Gemäß den tabellierten Werten in Abschnitt 6 und den folgenden Abschnitten
Netz-Blindleistung (Niederspannungsseite)	Leistungsfaktor 1,0

3.5 Betriebsbereich – Blindleistungskapazität

Die Blindleistungskapazität auf der Niederspannungsseite des Mittelspannungstransformators ist in Abbildung 3-2 dargestellt:



Point:	Coordinates								Power factor	
	A		B		C		D		B (Capacitive)	C (Inductive)
Coordinate:	x (P)	y (Q)	x (P)	y (Q)	x (P)	y (Q)	x (P)	y (Q)		
Reactive power [kVAR] @ LV side @ U _{lv} = 0.87 p.u. voltage	5.067	3.160	5.600	1.900	5.600	-1.739	5.067	-2.933	0.947	0.955
Reactive power [kVAR] @ LV side @ U _{lv} = 0.90 p.u. voltage	5.067	3.400	5.600	2.503	5.600	-1.739	5.067	-2.933	0.913	0.955
Reactive power [kVAR] @ LV side @ U _{lv} = 0.95 p.u. voltage	5.067	3.400	5.600	2.584	5.600	-1.856	5.067	-2.933	0.908	0.949
Reactive power [kVAR] @ LV side @ U _{lv} = 1.00 p.u. voltage	5.067	3.400	5.600	2.664	5.600	-1.987	5.067	-2.933	0.903	0.942
Reactive power [kVAR] @ LV side @ U _{lv} = 1.05 p.u. voltage	5.067	3.400	5.600	2.736	5.600	-2.093	5.067	-2.933	0.898	0.937
Reactive power [kVAR] @ LV side @ U _{lv} = 1.10 p.u. voltage	5.067	3.400	5.600	2.807	5.600	-2.213	5.067	-2.933	0.894	0.930
Reactive power [kVAR] @ LV side @ U _{lv} = 1.13 p.u. voltage	5.067	2.080	5.600	1.919	5.600	-2.283	5.067	-2.933	0.946	0.926

Abbildung 3-2: Blindleistungskapazität.

Die Windenergieanlage kann die Blindleistungskapazität bei schwachem Wind ohne erzeugte Wirkleistung halten.

HINWEIS

Alle Angaben zur Blindleistungskapazität sind vorläufig und können Änderungen unterliegen.

3.6 Geräuschmodi

Zur Windenergieanlage stehen die nachfolgend aufgeführten Geräuschmodi zur Verfügung.

Geräuschmodi			
Modus-Nr.	Maximaler Geräuschpegel	Sägezahn-Hinterkanten	Verfügbare Nabenhöhen
0	104,9 dB(A)	Ja (Standard)	105/125/148/155/166/169 m
0-0S	107,7 dB(A)	Nein (Option)	105/125/148/155/166/169 m

Darüber hinaus sind die nachfolgend aufgeführten optionalen geräuschoptimierten Modi (SO) für die Windenergieanlage verfügbar.

Geräuschoptimierte (SO-) Modi			
Modus-Nr.	Maximaler Geräuschpegel	Sägezahn-Hinterkanten	Verfügbare Nabenhöhen
SO0	104 dBA	Ja (Standard)	105/125/148/155/166/169 m
SO2	102 dBA	Ja (Standard)	105/125/148/155/166/169 m
SO3	101 dBA	Ja (Standard)	105/125/148/155/166/169 m
SO4	100 dBA	Ja (Standard)	105/125/148/155/166/169 m
SO5	99 dBA	Ja (Standard)	105/125/148/155/166/169 m
SO6	98 dBA	Ja (Standard)	Standortspezifisch

HINWEIS SO-Modi stehen nur bei Rotorblättern mit Sägezahn-Hinterkante zur Verfügung. Für weitere Einzelheiten zur Schalleistung und bei spezifischen Anfragen, wenden Sie sich bitte an Vestas Wind Systems A/S.

4 Zeichnungen

In diesen Dokumenten sind Übersichtszeichnungen dargestellt, die die Windkraftanlagen, den Turm und das Fundament beschreiben.

V150 HH105 – 0077-2108
 V150 HH125 – 0073-8666
 V150 HH148 – 0073-8667
 V150 HH155 – 0079-6643
 V150 HH166 – 0073-8669
 V150 HH166 (CHT) – 0089-4870
 V150 HH169 (CHT) – 0089-4872

HINWEIS Detaillierte Zeichnungen sind bei Vestas Wind Systems A/S zu erfragen.

4.1 Visueller Eindruck der Windenergieanlage – Seitenansicht



5 Allgemeine Einschränkungen, Hinweise und Haftungsausschlüsse

- © 2019 Vestas Wind Systems A/S. Dieses Dokument wurde von Vestas Wind Systems A/S und/oder einer der Tochtergesellschaften des Unternehmens erstellt und enthält urheberrechtlich geschütztes Material, Markenzeichen und andere geschützte Informationen. Alle Rechte vorbehalten. Das Dokument darf ohne vorherige schriftliche Erlaubnis durch Vestas Wind Systems A/S weder als Ganzes noch in Teilen reproduziert oder in irgendeiner Weise oder Form – sei es grafisch, elektronisch oder mechanisch, einschließlich Fotokopien, Bandaufzeichnungen oder mittels Datenspeicherungs- und Datenzugriffssystemen – vervielfältigt werden. Die Nutzung dieses Dokuments über den ausdrücklich von Vestas Wind Systems A/S gestatteten Umfang hinaus ist untersagt. Marken-, Urheberrechts- oder sonstige Vermerke im Dokument dürfen nicht geändert oder entfernt werden.
- Die in diesem Dokument beschriebenen Leistungsspezifikationen gelten für die aktuelle Version der Windenergieanlage V150-5.6 MW. Die Spezifikationen möglicher künftiger Versionen der Windenergieanlage V150-5.6 MW können hiervon abweichen. Falls Vestas eine neuere Version der Windenergieanlage V150-5.6 MW anbieten sollte, wird das Unternehmen hierzu eine aktualisierte allgemeine Spezifikation vorlegen.
- Für alle angegebenen Start/Stop-Parameter (z. B. Windgeschwindigkeiten) ist eine Hysterese-Steuerung vorhanden. Dadurch kann es in bestimmten Grenzsituationen dazu kommen, dass die Windenergieanlage angehalten wird, obwohl unter Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen die angegebenen Betriebsparametergrenzwerte nicht überschritten worden sind.
- Die vorliegenden Leistungsspezifikationen stellen kein Verkaufsangebot dar; sie beinhalten keine Garantie, Gewährleistung und/oder Prüfung der Leistungskurve und der Geräusche (einschließlich und ohne Einschränkung Prüfverfahren für Leistungskurve und Geräusche). Garantien, Zusagen und/oder Prüfungen von Leistungskurve und Geräuschen (einschließlich und ohne Einschränkung Prüfverfahren für Leistungskurve und Geräusche) müssen separat schriftlich vereinbart werden.

6 Leistungskurven, Ct-Werte und Geräuschkurven im Modus 0

6.1 Leistungskurven, Modus 0

Windgeschwindigkeit [m/s]	Luftdichte [kg/m ³]													
	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3,0	42	13	16	18	20	23	25	28	31	33	36	39	45	48
3,5	138	87	92	97	101	106	111	115	120	124	129	134	143	147
4,0	252	177	184	190	197	204	211	218	225	232	239	245	259	266
4,5	393	286	296	305	315	325	335	344	354	364	373	383	403	412
5,0	567	421	435	448	461	474	488	501	514	527	540	553	580	593
5,5	780	586	603	621	639	656	674	692	710	727	745	763	798	816
6,0	1039	784	807	831	854	877	900	923	946	970	993	1016	1062	1086
6,5	1345	1021	1050	1080	1110	1139	1169	1198	1227	1257	1286	1316	1374	1404
7,0	1704	1299	1336	1373	1410	1447	1484	1521	1558	1594	1631	1667	1740	1777
7,5	2114	1618	1664	1709	1754	1800	1845	1890	1935	1980	2024	2069	2158	2203
8,0	2579	1982	2036	2091	2145	2200	2254	2308	2363	2417	2471	2525	2633	2687
8,5	3102	2390	2455	2520	2585	2650	2715	2779	2844	2909	2973	3037	3166	3230
9,0	3673	2839	2916	2992	3069	3145	3221	3297	3373	3449	3524	3599	3747	3821
9,5	4250	3320	3407	3495	3582	3670	3754	3839	3924	4008	4089	4170	4328	4405
10,0	4781	3806	3902	3998	4094	4190	4278	4367	4455	4544	4623	4702	4851	4920
10,5	5183	4269	4369	4469	4569	4669	4750	4832	4913	4995	5058	5121	5232	5282
11,0	5452	4685	4782	4878	4975	5072	5137	5202	5266	5331	5372	5412	5477	5503
11,5	5553	5032	5110	5189	5268	5347	5386	5426	5466	5506	5521	5537	5562	5570
12,0	5586	5275	5330	5386	5441	5496	5513	5531	5549	5566	5573	5580	5590	5594
12,5	5598	5429	5460	5492	5523	5554	5563	5571	5580	5589	5592	5595	5599	5600
13,0	5600	5508	5525	5542	5559	5576	5582	5587	5592	5597	5598	5599	5600	5600
13,5	5600	5538	5551	5564	5577	5590	5592	5595	5597	5599	5600	5600	5600	5600
14,0	5600	5559	5568	5577	5586	5595	5596	5598	5599	5600	5600	5600	5600	5600
14,5	5600	5570	5577	5584	5590	5597	5598	5598	5599	5600	5600	5600	5600	5600
15,0	5600	5573	5579	5585	5591	5597	5598	5598	5599	5600	5600	5600	5600	5600
15,5	5600	5578	5583	5588	5592	5597	5598	5598	5599	5600	5600	5600	5600	5600
16,0	5600	5582	5586	5590	5594	5598	5598	5599	5599	5600	5600	5600	5600	5600
16,5	5600	5586	5589	5592	5595	5598	5598	5599	5600	5600	5600	5600	5600	5600
17,0	5597	5579	5582	5586	5589	5592	5593	5594	5595	5596	5597	5597	5598	5598
17,5	5562	5494	5504	5514	5524	5534	5539	5543	5548	5552	5556	5559	5565	5568
18,0	5428	5301	5318	5335	5352	5368	5378	5387	5397	5406	5414	5421	5436	5443
18,5	5222	5054	5076	5098	5120	5143	5155	5168	5181	5193	5203	5212	5231	5240
19,0	4993	4788	4815	4842	4870	4897	4912	4928	4944	4959	4970	4982	5003	5013
19,5	4760	4538	4567	4597	4626	4655	4673	4691	4708	4726	4737	4749	4771	4782
20,0	4532	4306	4336	4365	4395	4425	4443	4461	4479	4498	4509	4520	4542	4552
20,5	4301	4084	4113	4141	4170	4198	4215	4232	4249	4266	4277	4289	4310	4320
21,0	4069	3881	3905	3930	3954	3979	3994	4008	4023	4038	4049	4059	4079	4089
21,5	3838	3684	3705	3725	3746	3766	3777	3788	3799	3810	3819	3828	3845	3853
22,0	3600	3482	3497	3512	3527	3542	3551	3561	3570	3580	3587	3594	3608	3616
22,5	3352	3269	3279	3288	3298	3308	3314	3320	3326	3332	3339	3345	3357	3362
23,0	3114	3057	3062	3068	3074	3079	3084	3090	3095	3100	3104	3109	3118	3123
23,5	2871	2828	2832	2836	2840	2844	2849	2853	2858	2863	2866	2868	2876	2881
24,0	2635	2595	2599	2603	2607	2610	2614	2617	2620	2624	2628	2631	2639	2642
24,5	2380	2349	2352	2356	2359	2362	2365	2368	2370	2373	2375	2377	2384	2388
25,0	2122	2081	2085	2090	2094	2098	2101	2104	2107	2110	2114	2118	2126	2130

6.2 Ct-Werte, Betriebsmodus 0

Windgeschwindigkeit [m/s]	Luftdichte kg/m ³													
	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3.0	0.884	0.877	0.878	0.880	0.881	0.883	0.883	0.884	0.884	0.884	0.884	0.884	0.884	0.884
3.5	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844
4.0	0.806	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	0.806	0.806	0.806	0.805	0.805
4.5	0.795	0.794	0.795	0.795	0.796	0.796	0.796	0.796	0.796	0.796	0.795	0.795	0.795	0.795
5.0	0.789	0.793	0.793	0.793	0.792	0.792	0.791	0.791	0.791	0.790	0.790	0.790	0.789	0.789
5.5	0.790	0.788	0.788	0.788	0.789	0.789	0.789	0.789	0.789	0.789	0.789	0.790	0.790	0.790
6.0	0.792	0.789	0.789	0.790	0.790	0.790	0.791	0.791	0.791	0.792	0.792	0.792	0.793	0.793
6.5	0.795	0.791	0.792	0.792	0.792	0.793	0.793	0.793	0.794	0.794	0.794	0.794	0.795	0.795
7.0	0.798	0.794	0.794	0.795	0.795	0.795	0.796	0.796	0.797	0.797	0.797	0.798	0.798	0.798
7.5	0.802	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.801	0.801	0.801	0.801	0.802	0.802	0.802	0.803
8.0	0.803	0.801	0.801	0.801	0.802	0.802	0.802	0.802	0.803	0.803	0.803	0.803	0.803	0.804
8.5	0.797	0.795	0.795	0.795	0.795	0.796	0.796	0.796	0.796	0.796	0.797	0.797	0.797	0.797
9.0	0.782	0.782	0.782	0.783	0.783	0.783	0.783	0.783	0.783	0.783	0.783	0.783	0.781	0.780
9.5	0.745	0.768	0.767	0.766	0.765	0.764	0.762	0.760	0.757	0.755	0.752	0.748	0.741	0.737
10.0	0.686	0.737	0.734	0.730	0.727	0.724	0.719	0.714	0.710	0.705	0.698	0.692	0.678	0.671
10.5	0.611	0.690	0.684	0.679	0.674	0.669	0.661	0.653	0.646	0.638	0.629	0.620	0.601	0.591
11.0	0.534	0.635	0.628	0.621	0.614	0.607	0.597	0.587	0.577	0.567	0.556	0.545	0.523	0.511
11.5	0.456	0.573	0.564	0.555	0.546	0.537	0.526	0.514	0.503	0.492	0.480	0.468	0.446	0.435
12.0	0.391	0.508	0.498	0.488	0.478	0.468	0.456	0.445	0.433	0.421	0.411	0.401	0.382	0.373
12.5	0.339	0.447	0.437	0.426	0.415	0.404	0.394	0.384	0.374	0.364	0.356	0.347	0.331	0.324
13.0	0.296	0.392	0.382	0.372	0.362	0.352	0.344	0.335	0.327	0.318	0.311	0.304	0.290	0.283
13.5	0.262	0.344	0.336	0.327	0.319	0.310	0.302	0.295	0.288	0.280	0.274	0.268	0.256	0.251
14.0	0.232	0.305	0.297	0.290	0.282	0.274	0.268	0.262	0.255	0.249	0.243	0.238	0.228	0.223
14.5	0.208	0.271	0.265	0.258	0.251	0.245	0.239	0.233	0.228	0.222	0.217	0.213	0.204	0.200
15.0	0.187	0.243	0.237	0.231	0.225	0.219	0.214	0.209	0.204	0.199	0.195	0.191	0.183	0.180
15.5	0.169	0.219	0.213	0.208	0.203	0.198	0.193	0.189	0.184	0.180	0.176	0.173	0.166	0.162
16.0	0.153	0.198	0.193	0.188	0.184	0.179	0.175	0.171	0.167	0.163	0.160	0.157	0.150	0.148
16.5	0.140	0.180	0.176	0.171	0.167	0.163	0.159	0.156	0.152	0.149	0.146	0.143	0.137	0.135
17.0	0.128	0.164	0.160	0.156	0.152	0.149	0.145	0.142	0.139	0.136	0.133	0.131	0.126	0.123
17.5	0.117	0.148	0.145	0.142	0.139	0.135	0.133	0.130	0.127	0.124	0.122	0.120	0.115	0.113
18.0	0.106	0.132	0.129	0.126	0.124	0.121	0.119	0.116	0.114	0.112	0.110	0.108	0.104	0.102
18.5	0.094	0.116	0.113	0.111	0.109	0.107	0.105	0.103	0.101	0.099	0.097	0.096	0.092	0.091
19.0	0.083	0.101	0.099	0.097	0.095	0.094	0.092	0.090	0.089	0.087	0.086	0.084	0.081	0.080
19.5	0.073	0.089	0.087	0.086	0.084	0.083	0.081	0.080	0.079	0.077	0.076	0.075	0.072	0.071
20.0	0.065	0.078	0.077	0.076	0.075	0.073	0.072	0.071	0.070	0.069	0.068	0.066	0.064	0.063
20.5	0.058	0.070	0.068	0.067	0.066	0.065	0.064	0.063	0.062	0.061	0.060	0.059	0.057	0.056
21.0	0.052	0.062	0.061	0.060	0.059	0.058	0.057	0.056	0.055	0.054	0.053	0.053	0.051	0.050
21.5	0.046	0.055	0.055	0.054	0.053	0.052	0.051	0.050	0.049	0.048	0.048	0.047	0.045	0.045
22.0	0.041	0.050	0.049	0.048	0.047	0.046	0.045	0.044	0.044	0.043	0.042	0.042	0.040	0.040
22.5	0.036	0.044	0.043	0.042	0.042	0.041	0.040	0.039	0.039	0.038	0.037	0.037	0.036	0.035
23.0	0.032	0.039	0.038	0.038	0.037	0.036	0.035	0.035	0.034	0.034	0.033	0.033	0.032	0.031
23.5	0.028	0.034	0.034	0.033	0.032	0.032	0.031	0.031	0.030	0.030	0.029	0.029	0.028	0.027
24.0	0.025	0.030	0.030	0.029	0.028	0.028	0.027	0.027	0.026	0.026	0.026	0.025	0.024	0.024
24.5	0.021	0.026	0.026	0.025	0.025	0.024	0.024	0.023	0.023	0.023	0.022	0.022	0.021	0.021
25.0	0.019	0.022	0.022	0.022	0.021	0.021	0.020	0.020	0.020	0.019	0.019	0.019	0.018	0.018

6.3 Geräuschkurven, Modus 0

Schalleistungspegel auf Nabenhöhe		
Bedingungen für Schalleistungspegel:	Messnorm IEC 61400-11 Ausg. 3 Maximale Turbulenz in Nabenhöhe: 30 % Anströmwinkel (senkrecht): 0 ±2° Luftdichte: 1,225 kg/m ³	
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	Schalleistungspegel auf Nabenhöhe [dB(A)] Modus 0 (Rotorblätter mit Sägezahn-Hinterkante)	Schalleistungspegel auf Nabenhöhe [dB(A)] Modus 0-0S (Rotorblätter ohne Sägezahn-Hinterkante)
3	91,3	94,1
4	91.8	94.6
5	94.1	96.9
6	96.9	99.7
7	100.0	102.8
8	102.7	105.5
9	104.0	106.8
10	104.1	106.9
11	104.9	107.7
12	104.9	107.7
13	104.9	107.7
14	104.9	107.7
15	104.9	107.7
16	104.9	107.7
17	104.9	107.7
18	104.9	107.7
19	104.9	107.7
20	104.9	107.7

7 Leistungskurven, Ct-Werte und Kurven zur Geräuscentwicklung, geräuschoptimierte Modi

7.1 Leistungskurven, geräuschoptimierter Modus SO0

Windgeschwindigkeit [m/s]	Luftdichte [kg/m ³]													
	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3.0	40	13	15	17	19	22	24	27	29	32	35	38	43	46
3.5	137	86	91	95	100	105	109	114	118	123	128	132	141	146
4.0	251	175	182	189	196	203	210	217	223	230	237	244	258	264
4.5	391	284	294	304	313	323	333	342	352	362	371	381	401	410
5.0	564	419	432	445	459	472	485	498	511	524	538	551	577	590
5.5	777	583	600	618	635	653	671	688	706	724	741	759	794	812
6.0	1034	780	803	826	850	873	896	919	942	965	988	1011	1057	1080
6.5	1339	1016	1045	1075	1104	1134	1163	1192	1222	1251	1280	1310	1368	1398
7.0	1696	1293	1330	1367	1403	1440	1477	1513	1550	1587	1623	1660	1733	1769
7.5	2105	1612	1657	1702	1747	1792	1836	1881	1926	1971	2015	2060	2149	2194
8.0	2568	1973	2028	2082	2136	2190	2244	2298	2352	2406	2460	2514	2622	2675
8.5	3087	2378	2443	2508	2572	2637	2702	2766	2831	2895	2959	3023	3151	3215
9.0	3653	2822	2898	2974	3050	3126	3202	3278	3353	3429	3504	3578	3727	3801
9.5	4222	3288	3376	3463	3551	3638	3723	3808	3893	3978	4060	4141	4301	4379
10.0	4748	3748	3846	3944	4042	4140	4231	4322	4413	4504	4585	4667	4820	4893
10.5	5154	4176	4283	4389	4495	4601	4689	4777	4864	4952	5020	5087	5208	5261
11.0	5429	4559	4666	4773	4880	4987	5062	5138	5213	5288	5335	5382	5459	5489
11.5	5541	4884	4978	5073	5168	5263	5315	5368	5421	5473	5496	5519	5552	5564
12.0	5578	5125	5202	5278	5354	5431	5460	5490	5519	5548	5558	5568	5584	5590
12.5	5593	5301	5355	5408	5461	5515	5530	5545	5560	5576	5581	5587	5596	5598
13.0	5598	5414	5448	5483	5518	5552	5561	5570	5579	5588	5592	5595	5599	5600
13.5	5599	5460	5487	5515	5542	5569	5576	5583	5590	5596	5597	5598	5600	5600
14.0	5600	5493	5515	5536	5558	5579	5584	5589	5593	5598	5599	5599	5600	5600
14.5	5600	5515	5532	5550	5567	5584	5588	5592	5595	5599	5599	5599	5600	5600
15.0	5600	5526	5541	5556	5571	5586	5589	5592	5595	5598	5598	5599	5600	5600
15.5	5600	5539	5551	5564	5577	5589	5591	5594	5596	5598	5599	5599	5600	5600
16.0	5600	5549	5559	5570	5581	5591	5593	5595	5597	5599	5599	5599	5600	5600
16.5	5600	5557	5566	5575	5584	5593	5595	5596	5597	5599	5599	5599	5600	5600
17.0	5597	5554	5563	5572	5580	5589	5591	5592	5594	5596	5596	5597	5598	5598
17.5	5563	5487	5499	5511	5523	5535	5539	5544	5548	5553	5556	5559	5565	5568
18.0	5433	5312	5328	5345	5362	5378	5387	5396	5404	5413	5420	5426	5440	5446
18.5	5233	5070	5092	5114	5136	5158	5170	5182	5193	5205	5215	5224	5242	5250
19.0	5006	4806	4833	4860	4887	4914	4928	4942	4957	4972	4983	4994	5016	5026
19.5	4773	4554	4583	4612	4642	4671	4688	4705	4722	4739	4750	4762	4783	4793
20.0	4544	4319	4349	4379	4409	4439	4456	4474	4491	4509	4520	4532	4553	4563
20.5	4312	4098	4126	4154	4182	4210	4228	4245	4262	4279	4290	4301	4322	4331
21.0	4082	3892	3917	3942	3966	3991	4006	4020	4035	4049	4060	4071	4090	4098
21.5	3849	3696	3716	3735	3755	3775	3787	3799	3811	3823	3832	3840	3856	3862
22.0	3613	3494	3509	3525	3540	3556	3565	3574	3583	3592	3599	3606	3619	3626
22.5	3361	3281	3291	3300	3310	3320	3326	3332	3338	3344	3350	3356	3364	3367
23.0	3123	3068	3074	3080	3086	3093	3097	3101	3105	3109	3114	3118	3128	3132
23.5	2879	2838	2843	2847	2852	2857	2860	2863	2865	2868	2872	2875	2884	2889
24.0	2638	2606	2609	2612	2615	2619	2621	2624	2627	2630	2632	2635	2642	2647
24.5	2384	2361	2364	2366	2369	2372	2373	2374	2375	2376	2379	2382	2387	2391
25.0	2124	2090	2093	2096	2100	2103	2106	2108	2111	2113	2117	2120	2128	2132

7.2 Ct-Werte, geräuschoptimierter Modus S00

Windgeschwindigkeit [m/s]	Luftdichte kg/m ³													
	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3.0	0.877	0.869	0.870	0.872	0.874	0.875	0.876	0.876	0.876	0.877	0.877	0.877	0.877	0.877
3.5	0.838	0.838	0.838	0.838	0.838	0.838	0.838	0.838	0.838	0.838	0.838	0.838	0.838	0.838
4.0	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800
4.5	0.790	0.789	0.790	0.790	0.790	0.791	0.790	0.790	0.790	0.790	0.790	0.790	0.790	0.789
5.0	0.784	0.788	0.788	0.787	0.787	0.786	0.786	0.786	0.785	0.785	0.785	0.784	0.784	0.783
5.5	0.785	0.783	0.783	0.783	0.783	0.783	0.783	0.784	0.784	0.784	0.784	0.784	0.785	0.785
6.0	0.787	0.784	0.784	0.784	0.785	0.785	0.785	0.786	0.786	0.786	0.787	0.787	0.788	0.788
6.5	0.790	0.786	0.787	0.787	0.787	0.788	0.788	0.788	0.789	0.789	0.789	0.789	0.790	0.790
7.0	0.793	0.788	0.789	0.789	0.790	0.790	0.791	0.791	0.792	0.792	0.792	0.793	0.793	0.794
7.5	0.798	0.795	0.795	0.795	0.796	0.796	0.796	0.797	0.797	0.797	0.797	0.798	0.798	0.799
8.0	0.798	0.794	0.795	0.795	0.796	0.796	0.797	0.797	0.797	0.797	0.798	0.798	0.798	0.799
8.5	0.788	0.785	0.785	0.785	0.785	0.786	0.786	0.786	0.787	0.787	0.787	0.787	0.788	0.788
9.0	0.774	0.773	0.773	0.773	0.773	0.774	0.774	0.774	0.774	0.774	0.774	0.774	0.773	0.772
9.5	0.739	0.755	0.754	0.754	0.754	0.753	0.752	0.750	0.749	0.747	0.744	0.741	0.735	0.731
10.0	0.682	0.720	0.719	0.717	0.715	0.714	0.710	0.706	0.702	0.699	0.693	0.687	0.675	0.668
10.5	0.610	0.671	0.668	0.665	0.663	0.660	0.654	0.647	0.641	0.635	0.627	0.618	0.601	0.591
11.0	0.534	0.615	0.611	0.607	0.602	0.598	0.590	0.582	0.574	0.566	0.555	0.545	0.524	0.513
11.5	0.457	0.552	0.546	0.541	0.535	0.529	0.520	0.510	0.500	0.491	0.480	0.469	0.447	0.436
12.0	0.392	0.490	0.483	0.477	0.470	0.463	0.452	0.442	0.432	0.422	0.412	0.402	0.383	0.374
12.5	0.340	0.435	0.427	0.419	0.411	0.402	0.393	0.383	0.374	0.364	0.356	0.348	0.332	0.325
13.0	0.297	0.385	0.377	0.368	0.360	0.351	0.343	0.335	0.327	0.318	0.311	0.304	0.291	0.284
13.5	0.262	0.340	0.332	0.325	0.317	0.310	0.302	0.295	0.288	0.281	0.275	0.268	0.257	0.251
14.0	0.233	0.302	0.295	0.288	0.281	0.274	0.268	0.262	0.256	0.249	0.244	0.238	0.228	0.223
14.5	0.208	0.269	0.263	0.257	0.251	0.245	0.239	0.234	0.228	0.223	0.218	0.213	0.204	0.200
15.0	0.187	0.241	0.236	0.230	0.225	0.219	0.214	0.210	0.205	0.200	0.196	0.192	0.184	0.180
15.5	0.169	0.218	0.213	0.208	0.203	0.198	0.194	0.189	0.185	0.180	0.177	0.173	0.166	0.163
16.0	0.154	0.197	0.193	0.188	0.184	0.179	0.175	0.171	0.168	0.164	0.160	0.157	0.151	0.148
16.5	0.140	0.179	0.175	0.171	0.167	0.163	0.160	0.156	0.153	0.149	0.146	0.143	0.137	0.135
17.0	0.128	0.164	0.160	0.156	0.153	0.149	0.146	0.143	0.139	0.136	0.134	0.131	0.126	0.123
17.5	0.118	0.149	0.145	0.142	0.139	0.136	0.133	0.130	0.127	0.125	0.122	0.120	0.115	0.113
18.0	0.106	0.132	0.129	0.127	0.124	0.121	0.119	0.117	0.114	0.112	0.110	0.108	0.104	0.102
18.5	0.094	0.116	0.114	0.112	0.110	0.107	0.105	0.103	0.101	0.099	0.098	0.096	0.093	0.091
19.0	0.083	0.101	0.100	0.098	0.096	0.094	0.093	0.091	0.089	0.088	0.086	0.085	0.082	0.081
19.5	0.074	0.089	0.088	0.086	0.085	0.083	0.082	0.081	0.079	0.078	0.076	0.075	0.073	0.072
20.0	0.066	0.079	0.078	0.076	0.075	0.074	0.073	0.071	0.070	0.069	0.068	0.067	0.065	0.064
20.5	0.058	0.070	0.069	0.068	0.067	0.066	0.065	0.063	0.062	0.061	0.060	0.059	0.058	0.057
21.0	0.052	0.062	0.061	0.060	0.059	0.058	0.057	0.056	0.055	0.055	0.054	0.053	0.051	0.050
21.5	0.046	0.056	0.055	0.054	0.053	0.052	0.051	0.050	0.050	0.049	0.048	0.047	0.046	0.045
22.0	0.041	0.050	0.049	0.048	0.047	0.046	0.046	0.045	0.044	0.043	0.043	0.042	0.041	0.040
22.5	0.036	0.044	0.043	0.043	0.042	0.041	0.040	0.040	0.039	0.038	0.038	0.037	0.036	0.035
23.0	0.032	0.039	0.039	0.038	0.037	0.036	0.036	0.035	0.034	0.034	0.033	0.033	0.032	0.031
23.5	0.028	0.035	0.034	0.033	0.033	0.032	0.031	0.031	0.030	0.030	0.029	0.029	0.028	0.028
24.0	0.025	0.030	0.030	0.029	0.029	0.028	0.028	0.027	0.027	0.026	0.026	0.025	0.025	0.024
24.5	0.022	0.026	0.026	0.025	0.025	0.024	0.024	0.023	0.023	0.023	0.022	0.022	0.021	0.021
25.0	0.019	0.022	0.022	0.022	0.021	0.021	0.021	0.020	0.020	0.020	0.019	0.019	0.018	0.018

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0081-5059 VER 04

T05 0081-6997 Ver 03 - Approved- Exported from DMS: 2020-03-03 by INVOL

7.3 Kurven zur Geräuscentwicklung, geräuschoptimierter Modus SO0

Schalleistungspegel auf Nabenhöhe	
Bedingungen für Schalleistungspegel:	Messnorm IEC 61400-11 Ausg. 3 Maximale Turbulenz in Nabenhöhe: 30 % Anströmwinkel (senkrecht): 0 ±2° Luftdichte: 1,225 kg/m ³
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	Schalleistungspegel auf Nabenhöhe [dB(A)] Geräuschoptimierte ModeSO0 (Blätter mit Sägezahn-Hinterkante)
3	91.3
4	91.8
5	94.1
6	96.9
7	100.0
8	102.6
9	103.7
10	103.9
11	104.0
12	104.0
13	104.0
14	104.0
15	104.0
16	104.0
17	104.0
18	104.0
19	104.0
20	104.0

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0081-5059 VER 04

T05 0081-6997 Ver 03 - Approved- Exported from DMS: 2020-03-03 by INVOL

7.4 Leistungskurven, geräuschoptimierter Modus SO2

Windgeschwindigkeit [m/s]	Luftdichte [kg/m ³]													
	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3.0	42	13	16	18	20	23	25	28	31	33	36	39	45	48
3.5	138	87	92	97	101	106	111	115	120	124	129	134	143	147
4.0	252	177	184	191	197	204	211	218	225	232	239	246	259	266
4.5	393	286	295	305	315	325	334	344	354	364	373	383	403	412
5.0	567	421	434	448	461	474	487	501	514	527	540	553	580	593
5.5	780	586	603	621	639	656	674	692	709	727	745	763	798	816
6.0	1039	784	807	831	854	877	900	923	946	970	993	1016	1062	1085
6.5	1345	1021	1051	1080	1110	1139	1169	1198	1228	1257	1287	1316	1375	1404
7.0	1705	1300	1337	1374	1411	1448	1484	1521	1558	1595	1631	1668	1741	1778
7.5	2112	1618	1663	1708	1753	1798	1843	1888	1933	1978	2022	2067	2157	2202
8.0	2570	1974	2029	2083	2137	2192	2246	2300	2354	2408	2462	2516	2624	2678
8.5	3042	2342	2405	2469	2533	2597	2661	2724	2788	2852	2915	2979	3105	3168
9.0	3565	2750	2824	2898	2973	3047	3121	3196	3270	3344	3418	3491	3637	3710
9.5	4097	3176	3262	3347	3432	3517	3601	3685	3770	3854	3935	4016	4169	4241
10.0	4513	3566	3661	3756	3851	3946	4034	4123	4212	4300	4371	4442	4570	4626
10.5	4761	3910	4009	4109	4208	4307	4384	4461	4538	4615	4664	4712	4793	4824
11.0	4892	4210	4302	4393	4485	4576	4635	4694	4752	4811	4838	4865	4904	4917
11.5	4924	4434	4512	4590	4668	4746	4782	4818	4854	4890	4901	4913	4931	4937
12.0	4940	4602	4662	4722	4781	4841	4860	4880	4899	4919	4926	4933	4943	4947
12.5	4947	4711	4754	4798	4842	4886	4897	4909	4921	4933	4938	4942	4948	4950
13.0	4949	4773	4806	4839	4872	4905	4914	4922	4931	4940	4943	4946	4950	4951
13.5	4950	4799	4828	4857	4886	4915	4923	4930	4938	4946	4947	4949	4950	4951
14.0	4950	4826	4850	4874	4899	4923	4929	4935	4941	4947	4948	4949	4951	4951
14.5	4950	4847	4867	4888	4908	4928	4933	4938	4943	4948	4949	4950	4951	4951
15.0	4950	4863	4880	4896	4913	4930	4934	4939	4943	4948	4949	4949	4950	4951
15.5	4950	4877	4891	4906	4920	4934	4938	4941	4945	4948	4949	4950	4951	4951
16.0	4950	4884	4897	4910	4924	4937	4940	4943	4946	4949	4949	4950	4951	4951
16.5	4951	4885	4898	4912	4925	4938	4941	4943	4946	4949	4950	4950	4951	4951
17.0	4950	4884	4897	4910	4924	4937	4940	4943	4946	4949	4949	4950	4951	4951
17.5	4951	4864	4881	4898	4914	4931	4935	4940	4944	4948	4949	4950	4951	4951
18.0	4950	4863	4880	4896	4913	4930	4935	4939	4943	4948	4948	4949	4951	4951
18.5	4946	4842	4860	4879	4898	4916	4922	4928	4934	4940	4942	4944	4947	4948
19.0	4885	4722	4746	4770	4794	4818	4830	4842	4854	4866	4872	4878	4889	4894
19.5	4740	4531	4560	4588	4617	4645	4661	4677	4693	4709	4719	4730	4748	4755
20.0	4532	4306	4336	4365	4395	4425	4443	4461	4479	4498	4509	4520	4542	4551

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0081-5059 VER 04

T05 0081-6997 Ver 03 - Approved- Exported from DMS: 2020-03-03 by INVOL

7.5 Ct-Werte, geräuschoptimierter Modus SO2

Windgeschwindigkeit [m/s]	Luftdichte kg/m ³													
	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3.0	0.885	0.877	0.878	0.880	0.881	0.883	0.883	0.884	0.884	0.884	0.884	0.884	0.884	0.884
3.5	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844
4.0	0.806	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	0.806	0.806	0.806	0.806	0.805	0.805
4.5	0.795	0.795	0.795	0.795	0.796	0.796	0.796	0.796	0.796	0.796	0.795	0.795	0.795	0.795
5.0	0.789	0.793	0.793	0.792	0.792	0.792	0.791	0.791	0.791	0.790	0.790	0.790	0.789	0.789
5.5	0.790	0.788	0.788	0.788	0.788	0.788	0.789	0.789	0.789	0.789	0.789	0.790	0.790	0.790
6.0	0.792	0.789	0.789	0.790	0.790	0.790	0.791	0.791	0.791	0.792	0.792	0.792	0.793	0.793
6.5	0.796	0.792	0.793	0.793	0.793	0.794	0.794	0.794	0.795	0.795	0.795	0.795	0.796	0.796
7.0	0.798	0.795	0.795	0.795	0.796	0.796	0.796	0.797	0.797	0.797	0.798	0.798	0.798	0.799
7.5	0.797	0.792	0.793	0.793	0.793	0.794	0.794	0.795	0.795	0.795	0.796	0.796	0.797	0.797
8.0	0.778	0.775	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.777	0.777	0.777	0.777	0.777	0.778	0.779
8.5	0.733	0.731	0.731	0.731	0.731	0.731	0.732	0.732	0.732	0.732	0.732	0.733	0.733	0.733
9.0	0.709	0.707	0.707	0.707	0.707	0.708	0.708	0.708	0.709	0.709	0.709	0.709	0.709	0.709
9.5	0.690	0.695	0.696	0.696	0.696	0.696	0.696	0.696	0.696	0.695	0.694	0.692	0.686	0.682
10.0	0.630	0.657	0.657	0.657	0.657	0.658	0.655	0.653	0.650	0.648	0.642	0.636	0.622	0.613
10.5	0.545	0.599	0.598	0.597	0.596	0.595	0.590	0.585	0.579	0.574	0.564	0.555	0.534	0.523
11.0	0.462	0.539	0.536	0.532	0.529	0.525	0.517	0.510	0.502	0.494	0.484	0.473	0.451	0.441
11.5	0.392	0.477	0.472	0.467	0.462	0.457	0.448	0.439	0.430	0.421	0.411	0.401	0.383	0.374
12.0	0.337	0.423	0.416	0.410	0.403	0.397	0.388	0.379	0.370	0.362	0.353	0.345	0.330	0.322
12.5	0.294	0.374	0.367	0.360	0.353	0.346	0.338	0.330	0.322	0.314	0.307	0.300	0.287	0.281
13.0	0.258	0.330	0.323	0.316	0.310	0.303	0.296	0.289	0.283	0.276	0.270	0.264	0.252	0.247
13.5	0.228	0.292	0.286	0.280	0.274	0.268	0.262	0.256	0.250	0.244	0.239	0.234	0.224	0.219
14.0	0.203	0.260	0.254	0.249	0.244	0.238	0.233	0.228	0.222	0.217	0.213	0.208	0.199	0.195
14.5	0.182	0.233	0.228	0.223	0.218	0.213	0.208	0.204	0.199	0.194	0.190	0.186	0.179	0.175
15.0	0.164	0.210	0.205	0.201	0.196	0.191	0.187	0.183	0.179	0.175	0.171	0.168	0.161	0.158
15.5	0.149	0.190	0.185	0.181	0.177	0.173	0.169	0.166	0.162	0.158	0.155	0.152	0.146	0.143
16.0	0.135	0.172	0.168	0.164	0.161	0.157	0.154	0.150	0.147	0.144	0.141	0.138	0.133	0.130
16.5	0.123	0.156	0.153	0.150	0.146	0.143	0.140	0.137	0.134	0.131	0.128	0.126	0.121	0.119
17.0	0.113	0.143	0.140	0.137	0.134	0.131	0.128	0.125	0.123	0.120	0.118	0.115	0.111	0.109
17.5	0.104	0.131	0.128	0.126	0.123	0.120	0.118	0.116	0.113	0.111	0.109	0.106	0.102	0.100
18.0	0.096	0.120	0.118	0.116	0.113	0.111	0.109	0.106	0.104	0.102	0.100	0.098	0.094	0.093
18.5	0.089	0.111	0.108	0.106	0.104	0.102	0.100	0.098	0.096	0.094	0.092	0.091	0.087	0.086
19.0	0.081	0.099	0.098	0.096	0.094	0.092	0.091	0.089	0.087	0.085	0.084	0.082	0.080	0.078
19.5	0.073	0.089	0.087	0.086	0.084	0.083	0.081	0.080	0.078	0.077	0.076	0.074	0.072	0.071
20.0	0.065	0.078	0.077	0.076	0.075	0.073	0.072	0.071	0.070	0.069	0.068	0.066	0.064	0.063

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0081-5059 VER 04

T05 0081-6997 Ver 03 - Approved- Exported from DMS: 2020-03-03 by INVOL

7.6 Kurven zur Geräuscentwicklung, geräuschoptimierter Modus SO2

Schalleistungspegel auf Nabenhöhe	
Bedingungen für Schalleistungspegel:	Messnorm IEC 61400-11 Ausg. 3 Maximale Turbulenz in Nabenhöhe: 30 % Anströmwinkel (senkrecht): 0 ±2° Luftdichte: 1,225 kg/m ³
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	Schalleistungspegel auf Nabenhöhe [dB(A)] Geräuschoptimierter Modus SO2 (Blätter mit Sägezahn-Hinterkante)
3	91,3
4	91.5
5	93.9
6	96.9
7	99.7
8	102.0
9	102.0
10	102.0
11	102.0
12	102.0
13	102.0
14	102.0
15	102.0
16	102.0
17	102.0
18	102.0
19	102.0
20	102.0

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0081-5059 VER 04

T05 0081-6997 Ver 03 - Approved- Exported from DMS: 2020-03-03 by INVOL

7.7 Leistungskurven, geräuschoptimierter Modus SO3

Windgeschwindigkeit [m/s]	Luftdichte [kg/m ³]													
	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3.0	42	13	16	18	20	23	25	28	31	33	36	39	45	48
3.5	138	87	92	97	101	106	111	115	120	124	129	134	143	147
4.0	252	177	184	191	197	204	211	218	225	232	239	246	259	266
4.5	393	286	295	305	315	325	334	344	354	364	373	383	403	412
5.0	567	421	434	448	461	474	487	501	514	527	540	553	580	593
5.5	780	586	603	621	639	656	674	692	709	727	745	763	798	816
6.0	1039	784	807	831	854	877	900	923	946	970	993	1016	1062	1085
6.5	1346	1021	1051	1080	1110	1140	1169	1199	1228	1258	1287	1316	1375	1404
7.0	1705	1300	1337	1374	1411	1448	1485	1522	1558	1595	1632	1668	1741	1778
7.5	2108	1614	1659	1704	1749	1794	1839	1884	1929	1974	2018	2063	2152	2196
8.0	2542	1953	2007	2060	2114	2168	2221	2275	2328	2382	2435	2489	2595	2648
8.5	2979	2292	2355	2418	2480	2543	2605	2667	2730	2792	2854	2917	3041	3103
9.0	3450	2660	2732	2804	2876	2948	3020	3092	3164	3236	3307	3378	3520	3590
9.5	3901	3019	3100	3181	3262	3344	3424	3505	3585	3666	3744	3822	3975	4048
10.0	4248	3327	3416	3505	3594	3683	3769	3855	3941	4026	4100	4174	4310	4372
10.5	4470	3587	3682	3776	3870	3965	4047	4129	4211	4293	4352	4411	4512	4554
11.0	4604	3816	3910	4003	4096	4190	4261	4332	4403	4474	4518	4561	4629	4653
11.5	4661	4003	4090	4177	4264	4351	4409	4466	4524	4581	4608	4635	4674	4686
12.0	4684	4131	4212	4292	4373	4454	4499	4543	4588	4633	4650	4667	4692	4700
12.5	4695	4218	4292	4366	4440	4514	4550	4586	4621	4657	4670	4682	4701	4707
13.0	4700	4289	4355	4422	4488	4555	4584	4613	4642	4671	4681	4690	4705	4710
13.5	4707	4338	4397	4456	4515	4574	4601	4627	4653	4679	4688	4698	4711	4715
14.0	4710	4388	4441	4494	4547	4600	4622	4644	4665	4687	4695	4702	4713	4716
14.5	4712	4430	4477	4525	4572	4620	4638	4657	4675	4694	4700	4706	4715	4718
15.0	4713	4457	4500	4544	4587	4630	4646	4662	4678	4695	4701	4707	4715	4717
15.5	4714	4469	4510	4551	4592	4633	4649	4665	4681	4696	4702	4708	4716	4718
16.0	4713	4473	4513	4552	4592	4632	4648	4664	4679	4695	4701	4707	4715	4717
16.5	4712	4474	4514	4553	4592	4631	4646	4662	4678	4693	4700	4706	4714	4717
17.0	4711	4476	4514	4553	4591	4629	4645	4660	4676	4692	4698	4705	4714	4716
17.5	4708	4454	4493	4532	4571	4610	4629	4647	4666	4685	4692	4700	4711	4715
18.0	4708	4464	4501	4539	4576	4614	4632	4650	4668	4686	4693	4701	4711	4714
18.5	4708	4478	4514	4550	4585	4621	4638	4655	4672	4688	4695	4702	4712	4715
19.0	4699	4477	4511	4544	4578	4612	4628	4644	4660	4676	4683	4691	4703	4706
19.5	4641	4421	4453	4485	4516	4548	4564	4581	4597	4614	4623	4632	4647	4653
20.0	4503	4282	4312	4343	4373	4403	4420	4437	4455	4472	4482	4493	4512	4520

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0081-5059 VER 04

T05 0081-6997 Ver 03 - Approved- Exported from DMS: 2020-03-03 by INVOL

7.8 Ct-Werte, geräuschoptimierter Modus SO3

Luftdichte kg/m ³														
Windgeschwindigkeit [m/s]	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3.0	0.885	0.877	0.878	0.880	0.881	0.883	0.883	0.884	0.884	0.884	0.884	0.884	0.884	0.884
3.5	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844
4.0	0.806	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	0.806	0.806	0.806	0.806	0.805	0.805
4.5	0.795	0.795	0.795	0.795	0.796	0.796	0.796	0.796	0.796	0.796	0.795	0.795	0.795	0.795
5.0	0.789	0.793	0.793	0.792	0.792	0.792	0.791	0.791	0.791	0.790	0.790	0.790	0.789	0.789
5.5	0.790	0.788	0.788	0.788	0.788	0.788	0.789	0.789	0.789	0.789	0.789	0.790	0.790	0.790
6.0	0.792	0.789	0.789	0.790	0.790	0.790	0.791	0.791	0.791	0.792	0.792	0.792	0.793	0.793
6.5	0.797	0.793	0.794	0.794	0.794	0.795	0.795	0.795	0.796	0.796	0.796	0.796	0.797	0.797
7.0	0.798	0.795	0.795	0.795	0.795	0.796	0.796	0.796	0.797	0.797	0.797	0.797	0.798	0.798
7.5	0.782	0.779	0.779	0.780	0.780	0.780	0.781	0.781	0.781	0.781	0.781	0.782	0.782	0.782
8.0	0.748	0.746	0.746	0.747	0.747	0.747	0.747	0.748	0.748	0.748	0.748	0.748	0.749	0.749
8.5	0.698	0.696	0.696	0.696	0.697	0.697	0.697	0.697	0.697	0.697	0.698	0.698	0.698	0.698
9.0	0.669	0.666	0.667	0.667	0.667	0.667	0.668	0.668	0.668	0.668	0.668	0.669	0.669	0.668
9.5	0.636	0.637	0.637	0.637	0.637	0.638	0.638	0.638	0.638	0.638	0.638	0.637	0.634	0.631
10.0	0.572	0.583	0.583	0.584	0.584	0.584	0.583	0.583	0.582	0.582	0.579	0.575	0.567	0.563
10.5	0.498	0.523	0.523	0.523	0.522	0.522	0.520	0.518	0.516	0.514	0.509	0.503	0.490	0.483
11.0	0.428	0.468	0.467	0.466	0.464	0.463	0.459	0.455	0.451	0.448	0.441	0.434	0.420	0.411
11.5	0.367	0.418	0.416	0.413	0.411	0.409	0.404	0.399	0.394	0.389	0.382	0.374	0.360	0.352
12.0	0.318	0.371	0.368	0.365	0.362	0.359	0.354	0.349	0.343	0.338	0.331	0.325	0.311	0.305
12.5	0.277	0.328	0.325	0.322	0.319	0.316	0.311	0.306	0.300	0.295	0.289	0.283	0.272	0.266
13.0	0.244	0.292	0.289	0.286	0.283	0.279	0.274	0.270	0.265	0.260	0.255	0.249	0.239	0.234
13.5	0.217	0.261	0.258	0.254	0.251	0.248	0.244	0.239	0.235	0.230	0.226	0.221	0.212	0.208
14.0	0.193	0.235	0.231	0.228	0.225	0.222	0.218	0.214	0.210	0.206	0.201	0.197	0.190	0.186
14.5	0.173	0.212	0.209	0.206	0.202	0.199	0.196	0.192	0.188	0.184	0.181	0.177	0.170	0.167
15.0	0.156	0.191	0.189	0.186	0.183	0.180	0.176	0.173	0.169	0.166	0.163	0.160	0.153	0.150
15.5	0.142	0.173	0.171	0.168	0.165	0.162	0.159	0.156	0.153	0.150	0.147	0.144	0.139	0.136
16.0	0.129	0.157	0.155	0.152	0.150	0.147	0.145	0.142	0.139	0.136	0.134	0.131	0.126	0.124
16.5	0.117	0.143	0.141	0.139	0.136	0.134	0.132	0.129	0.127	0.124	0.122	0.120	0.115	0.113
17.0	0.108	0.131	0.129	0.127	0.125	0.123	0.120	0.118	0.116	0.114	0.112	0.110	0.106	0.104
17.5	0.099	0.120	0.118	0.116	0.114	0.113	0.111	0.109	0.107	0.105	0.103	0.101	0.097	0.096
18.0	0.091	0.111	0.109	0.107	0.105	0.104	0.102	0.100	0.098	0.097	0.095	0.093	0.090	0.088
18.5	0.085	0.102	0.101	0.099	0.097	0.096	0.094	0.093	0.091	0.089	0.088	0.086	0.083	0.082
19.0	0.078	0.094	0.093	0.091	0.090	0.088	0.087	0.085	0.084	0.082	0.081	0.079	0.077	0.075
19.5	0.072	0.086	0.085	0.084	0.082	0.081	0.079	0.078	0.077	0.075	0.074	0.073	0.070	0.069
20.0	0.065	0.078	0.077	0.076	0.074	0.073	0.072	0.071	0.069	0.068	0.067	0.066	0.064	0.063

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0081-5059 VER 04

T05 0081-6997 Ver 03 - Approved- Exported from DMS: 2020-03-03 by INVOL

7.9 Kurven zur Geräuscentwicklung, geräuschoptimierter Modus SO3

Schalleistungspegel auf Nabenhöhe	
Bedingungen für Schalleistungspegel:	Messnorm IEC 61400-11 Ausg. 3 Maximale Turbulenz in Nabenhöhe: 30 % Anströmwinkel (senkrecht): 0 ±2° Luftdichte: 1,225 kg/m ³
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	Schalleistungspegel auf Nabenhöhe [dB(A)] Geräuschoptimierter Modus SO3 (Blätter mit Sägezahn-Hinterkante)
3	91,3
4	91.5
5	93.9
6	96.9
7	99.7
8	101.0
9	101.0
10	101.0
11	101.0
12	101.0
13	101.0
14	101.0
15	101.0
16	101.0
17	101.0
18	101.0
19	101.0
20	101.0

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0081-5059 VER 04

T05 0081-6997 Ver 03 - Approved- Exported from DMS: 2020-03-03 by INVOL

7.10 Leistungskurven, geräuschoptimierter Modus SO4

Windgeschwindigkeit [m/s]	Luftdichte [kg/m ³]													
	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3.0	42	13	16	18	20	23	25	28	31	33	36	39	45	48
3.5	138	87	92	97	101	106	111	115	120	124	129	134	143	147
4.0	252	177	184	191	197	204	211	218	225	232	239	246	259	266
4.5	393	286	295	305	315	325	334	344	354	364	373	383	403	412
5.0	567	421	434	448	461	474	487	501	514	527	540	553	580	593
5.5	780	586	603	621	639	656	674	692	709	727	745	763	798	816
6.0	1039	785	808	831	854	877	900	923	947	970	993	1016	1062	1086
6.5	1346	1021	1051	1080	1110	1140	1169	1199	1228	1258	1287	1317	1375	1404
7.0	1702	1299	1336	1373	1409	1446	1483	1520	1556	1593	1630	1666	1739	1776
7.5	2092	1603	1647	1692	1736	1781	1825	1870	1914	1959	2003	2048	2136	2180
8.0	2498	1919	1972	2025	2077	2130	2183	2236	2288	2341	2394	2446	2551	2604
8.5	2898	2229	2290	2351	2412	2473	2534	2594	2655	2716	2777	2837	2958	3018
9.0	3303	2547	2616	2685	2754	2823	2892	2960	3029	3098	3166	3235	3372	3440
9.5	3664	2830	2907	2983	3059	3136	3212	3288	3364	3440	3515	3589	3736	3808
10.0	3945	3066	3148	3230	3313	3395	3476	3558	3639	3720	3795	3870	4010	4075
10.5	4147	3266	3354	3441	3528	3616	3698	3780	3863	3945	4012	4080	4197	4247
11.0	4271	3434	3525	3616	3707	3798	3873	3948	4024	4099	4157	4214	4310	4349
11.5	4338	3555	3646	3736	3826	3917	3987	4057	4128	4198	4245	4292	4367	4396
12.0	4375	3650	3737	3824	3911	3998	4063	4127	4192	4256	4296	4336	4396	4417
12.5	4396	3731	3814	3898	3982	4065	4124	4182	4240	4299	4331	4364	4413	4430
13.0	4412	3804	3883	3962	4042	4121	4174	4227	4280	4333	4359	4386	4425	4438
13.5	4420	3869	3942	4016	4089	4162	4209	4256	4302	4349	4373	4396	4432	4445
14.0	4429	3922	3992	4061	4131	4200	4242	4284	4327	4369	4389	4409	4440	4451
14.5	4434	3955	4022	4088	4155	4221	4260	4300	4339	4378	4396	4415	4444	4454
15.0	4430	3963	4028	4094	4159	4225	4262	4300	4338	4376	4394	4412	4440	4450
15.5	4429	3970	4034	4099	4163	4227	4264	4301	4338	4375	4393	4411	4439	4448
16.0	4427	3977	4040	4103	4166	4229	4265	4301	4338	4374	4392	4409	4437	4447
16.5	4426	3988	4050	4111	4172	4234	4269	4304	4339	4374	4392	4409	4436	4446
17.0	4426	4004	4064	4124	4184	4243	4276	4310	4343	4376	4393	4410	4436	4446
17.5	4419	4010	4065	4120	4175	4230	4263	4296	4329	4362	4381	4400	4430	4442
18.0	4424	4038	4091	4143	4195	4247	4278	4309	4340	4370	4388	4406	4434	4445
18.5	4429	4071	4120	4169	4218	4267	4295	4324	4352	4381	4397	4413	4439	4448
19.0	4427	4093	4140	4188	4235	4282	4308	4334	4359	4385	4399	4413	4436	4445
19.5	4430	4129	4171	4214	4256	4299	4322	4345	4368	4391	4404	4417	4437	4445
20.0	4384	4123	4159	4196	4232	4268	4288	4309	4329	4349	4360	4372	4392	4400

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0081-5059 VER 04

T05 0081-6997 Ver 03 - Approved- Exported from DMS: 2020-03-03 by INVOL

7.11 Ct-Werte, geräuschoptimierter Modus SO4

Luftdichte kg/m ³														
Windgeschwindigkeit [m/s]	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3.0	0.885	0.877	0.878	0.880	0.881	0.883	0.883	0.884	0.884	0.884	0.884	0.884	0.884	0.884
3.5	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844
4.0	0.806	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	0.806	0.806	0.806	0.806	0.805	0.805
4.5	0.795	0.795	0.795	0.795	0.796	0.796	0.796	0.796	0.796	0.796	0.795	0.795	0.795	0.795
5.0	0.789	0.793	0.793	0.792	0.792	0.792	0.791	0.791	0.791	0.790	0.790	0.790	0.789	0.789
5.5	0.790	0.789	0.788	0.788	0.788	0.788	0.789	0.789	0.789	0.789	0.790	0.790	0.790	0.790
6.0	0.794	0.790	0.791	0.791	0.791	0.792	0.792	0.792	0.792	0.793	0.793	0.793	0.794	0.794
6.5	0.796	0.792	0.793	0.793	0.793	0.794	0.794	0.794	0.795	0.795	0.795	0.795	0.796	0.796
7.0	0.791	0.788	0.788	0.789	0.789	0.789	0.789	0.790	0.790	0.790	0.790	0.791	0.791	0.791
7.5	0.761	0.759	0.759	0.759	0.759	0.760	0.760	0.760	0.760	0.760	0.761	0.761	0.761	0.761
8.0	0.717	0.715	0.715	0.716	0.716	0.716	0.716	0.716	0.717	0.717	0.717	0.717	0.718	0.718
8.5	0.665	0.663	0.663	0.663	0.663	0.663	0.664	0.664	0.664	0.664	0.664	0.665	0.665	0.665
9.0	0.626	0.624	0.624	0.624	0.624	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.626	0.626	0.626
9.5	0.576	0.575	0.575	0.575	0.575	0.575	0.576	0.576	0.576	0.576	0.576	0.576	0.575	0.574
10.0	0.512	0.516	0.516	0.516	0.516	0.516	0.516	0.516	0.516	0.516	0.515	0.513	0.510	0.507
10.5	0.449	0.459	0.459	0.459	0.460	0.460	0.459	0.458	0.457	0.457	0.454	0.452	0.444	0.440
11.0	0.390	0.409	0.409	0.409	0.409	0.409	0.407	0.405	0.403	0.401	0.397	0.394	0.385	0.380
11.5	0.338	0.362	0.362	0.361	0.361	0.360	0.358	0.356	0.353	0.351	0.347	0.343	0.333	0.328
12.0	0.295	0.321	0.320	0.319	0.318	0.317	0.315	0.312	0.310	0.307	0.303	0.299	0.290	0.285
12.5	0.259	0.286	0.285	0.284	0.283	0.281	0.279	0.276	0.273	0.271	0.267	0.263	0.254	0.250
13.0	0.229	0.256	0.255	0.254	0.252	0.251	0.248	0.245	0.243	0.240	0.236	0.232	0.225	0.220
13.5	0.203	0.231	0.229	0.228	0.226	0.224	0.222	0.219	0.216	0.214	0.210	0.207	0.200	0.196
14.0	0.182	0.209	0.207	0.205	0.204	0.202	0.199	0.197	0.194	0.191	0.188	0.185	0.179	0.175
14.5	0.163	0.188	0.187	0.185	0.183	0.182	0.179	0.177	0.174	0.172	0.169	0.166	0.160	0.158
15.0	0.147	0.170	0.168	0.167	0.165	0.164	0.161	0.159	0.157	0.155	0.152	0.150	0.145	0.142
15.5	0.133	0.154	0.152	0.151	0.150	0.148	0.146	0.144	0.142	0.140	0.138	0.135	0.131	0.129
16.0	0.121	0.140	0.138	0.137	0.136	0.134	0.133	0.131	0.129	0.127	0.125	0.123	0.119	0.117
16.5	0.110	0.128	0.126	0.125	0.124	0.123	0.121	0.119	0.118	0.116	0.114	0.112	0.109	0.107
17.0	0.101	0.117	0.116	0.115	0.114	0.113	0.111	0.109	0.108	0.106	0.105	0.103	0.099	0.098
17.5	0.093	0.108	0.107	0.106	0.105	0.103	0.102	0.101	0.099	0.098	0.096	0.095	0.092	0.090
18.0	0.086	0.100	0.099	0.098	0.097	0.096	0.094	0.093	0.092	0.090	0.089	0.087	0.085	0.083
18.5	0.080	0.093	0.092	0.091	0.090	0.089	0.087	0.086	0.085	0.084	0.082	0.081	0.078	0.077
19.0	0.074	0.086	0.085	0.084	0.083	0.082	0.081	0.080	0.078	0.077	0.076	0.075	0.072	0.071
19.5	0.068	0.081	0.080	0.079	0.078	0.077	0.075	0.074	0.073	0.072	0.071	0.070	0.067	0.066
20.0	0.063	0.075	0.074	0.073	0.072	0.071	0.070	0.069	0.067	0.066	0.065	0.064	0.062	0.061

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0081-5059 VER 04

T05 0081-6997 Ver 03 - Approved- Exported from DMS: 2020-03-03 by INVOL

7.12 Kurven zur Geräuscentwicklung, geräuschoptimierter Modus SO4

Schalleistungspegel auf Nabenhöhe	
Bedingungen für Schalleistungspegel:	Messnorm IEC 61400-11 Ausg. 3 Maximale Turbulenz in Nabenhöhe: 30 % Anströmwinkel (senkrecht): 0 ±2° Luftdichte: 1,225 kg/m ³
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	Schalleistungspegel auf Nabenhöhe [dB(A)] Geräuschoptimierter Modus SO4 (Blätter mit Sägezahn-Hinterkante)
3	91.3
4	91.5
5	93.9
6	96.9
7	99.5
8	100.0
9	100.0
10	100.0
11	100.0
12	100.0
13	100.0
14	100.0
15	100.0
16	100.0
17	100.0
18	100.0
19	100.0
20	100.0

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0081-5059 VER 04

T05 0081-6997 Ver 03 - Approved- Exported from DMS: 2020-03-03 by INVOL

7.13 Leistungskurven, geräuschoptimierter Modus SO5

Windgeschwindigkeit [m/s]	Luftdichte [kg/m ³]													
	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3.0	42	13	16	18	20	23	25	28	31	33	36	39	45	48
3.5	138	87	92	97	101	106	111	115	120	124	129	134	143	147
4.0	252	177	184	191	197	204	211	218	225	232	239	246	259	266
4.5	393	286	295	305	315	325	334	344	354	364	373	383	403	412
5.0	567	421	434	448	461	474	487	501	514	527	540	553	580	593
5.5	781	586	604	621	639	656	674	692	710	727	745	763	798	816
6.0	1040	785	808	831	854	878	901	924	947	970	993	1017	1063	1086
6.5	1343	1019	1049	1078	1108	1137	1167	1196	1225	1255	1284	1313	1372	1401
7.0	1689	1289	1325	1362	1398	1435	1471	1508	1544	1580	1617	1653	1726	1762
7.5	2056	1575	1619	1662	1706	1750	1794	1838	1881	1925	1969	2012	2100	2143
8.0	2428	1865	1916	1968	2019	2070	2121	2173	2224	2275	2326	2377	2480	2531
8.5	2780	2139	2197	2256	2314	2373	2431	2489	2548	2606	2664	2722	2838	2896
9.0	3101	2390	2454	2519	2584	2649	2714	2778	2843	2908	2972	3037	3166	3230
9.5	3365	2594	2665	2735	2805	2875	2945	3016	3086	3156	3225	3295	3434	3504
10.0	3588	2770	2845	2920	2995	3070	3144	3219	3293	3368	3441	3515	3659	3730
10.5	3758	2910	2988	3067	3145	3224	3301	3379	3456	3534	3609	3683	3828	3898
11.0	3873	3017	3098	3179	3260	3341	3421	3501	3581	3661	3732	3802	3936	3998
11.5	3952	3098	3181	3264	3347	3430	3510	3590	3669	3749	3817	3884	4009	4065
12.0	4012	3172	3256	3341	3426	3510	3588	3665	3743	3820	3884	3948	4064	4115
12.5	4066	3246	3332	3418	3504	3590	3665	3739	3814	3889	3948	4007	4113	4160
13.0	4112	3317	3403	3489	3575	3661	3733	3804	3876	3948	4002	4057	4155	4197
13.5	4131	3369	3454	3539	3623	3708	3775	3842	3910	3977	4028	4080	4169	4208
14.0	4140	3398	3481	3565	3648	3731	3796	3861	3926	3992	4041	4090	4176	4213
14.5	4140	3413	3495	3577	3659	3741	3805	3868	3931	3995	4043	4092	4176	4212
15.0	4143	3427	3507	3587	3667	3746	3810	3873	3936	4000	4047	4095	4177	4211
15.5	4145	3445	3524	3602	3680	3758	3821	3883	3945	4007	4053	4099	4178	4212
16.0	4153	3470	3547	3624	3700	3777	3838	3898	3959	4019	4064	4108	4184	4216
16.5	4166	3504	3579	3654	3729	3804	3863	3922	3980	4039	4081	4124	4196	4226
17.0	4184	3548	3621	3694	3768	3841	3897	3954	4010	4066	4106	4145	4211	4239
17.5	4173	3586	3655	3724	3793	3862	3913	3964	4015	4066	4102	4138	4200	4227
18.0	4195	3638	3705	3772	3838	3905	3953	4001	4049	4097	4130	4163	4219	4244
18.5	4219	3697	3761	3825	3889	3953	3997	4042	4086	4130	4160	4189	4240	4262
19.0	4236	3760	3818	3876	3934	3992	4034	4075	4117	4158	4184	4210	4254	4271
19.5	4260	3830	3884	3939	3993	4047	4084	4121	4157	4194	4216	4238	4276	4291
20.0	4260	3884	3933	3982	4031	4080	4111	4142	4173	4204	4223	4241	4273	4286

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0081-5059 VER 04

T05 0081-6997 Ver 03 - Approved- Exported from DMS: 2020-03-03 by INVOL

7.14 Ct-Werte, geräuschoptimierter Modus SO5

Luftdichte kg/m ³														
Windgeschwindigkeit [m/s]	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3.0	0.885	0.877	0.878	0.880	0.881	0.883	0.883	0.884	0.884	0.884	0.884	0.884	0.884	0.884
3.5	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844
4.0	0.806	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	0.806	0.806	0.806	0.806	0.805	0.805
4.5	0.795	0.794	0.795	0.795	0.796	0.796	0.796	0.796	0.796	0.796	0.795	0.795	0.795	0.795
5.0	0.789	0.793	0.793	0.792	0.792	0.792	0.791	0.791	0.791	0.790	0.790	0.790	0.789	0.789
5.5	0.791	0.789	0.789	0.789	0.789	0.789	0.790	0.790	0.790	0.790	0.791	0.791	0.791	0.792
6.0	0.795	0.792	0.792	0.792	0.793	0.793	0.793	0.794	0.794	0.794	0.794	0.795	0.795	0.795
6.5	0.785	0.782	0.783	0.783	0.783	0.784	0.784	0.784	0.784	0.785	0.785	0.785	0.785	0.786
7.0	0.764	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.763	0.763	0.763	0.763	0.764	0.764	0.764	0.764
7.5	0.726	0.724	0.724	0.724	0.724	0.725	0.725	0.725	0.725	0.725	0.726	0.726	0.726	0.726
8.0	0.681	0.679	0.679	0.679	0.679	0.680	0.680	0.680	0.680	0.680	0.681	0.681	0.681	0.681
8.5	0.627	0.626	0.626	0.626	0.626	0.626	0.626	0.627	0.627	0.627	0.627	0.627	0.628	0.628
9.0	0.572	0.570	0.571	0.571	0.571	0.571	0.571	0.571	0.571	0.572	0.572	0.572	0.572	0.572
9.5	0.509	0.508	0.508	0.508	0.509	0.509	0.509	0.509	0.509	0.509	0.509	0.509	0.510	0.510
10.0	0.451	0.451	0.451	0.451	0.451	0.451	0.451	0.451	0.451	0.451	0.451	0.451	0.451	0.450
10.5	0.397	0.398	0.398	0.398	0.398	0.398	0.398	0.398	0.398	0.398	0.398	0.397	0.396	0.395
11.0	0.348	0.351	0.351	0.351	0.351	0.351	0.351	0.351	0.351	0.351	0.350	0.349	0.346	0.344
11.5	0.305	0.309	0.309	0.309	0.309	0.309	0.309	0.309	0.309	0.308	0.307	0.306	0.303	0.300
12.0	0.268	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.274	0.274	0.273	0.273	0.271	0.270	0.266	0.264
12.5	0.238	0.246	0.246	0.246	0.246	0.246	0.245	0.244	0.244	0.243	0.241	0.240	0.236	0.234
13.0	0.212	0.222	0.222	0.222	0.221	0.221	0.220	0.219	0.219	0.218	0.216	0.214	0.210	0.208
13.5	0.190	0.200	0.200	0.200	0.199	0.199	0.198	0.197	0.196	0.195	0.193	0.191	0.188	0.186
14.0	0.170	0.180	0.180	0.179	0.179	0.179	0.178	0.177	0.176	0.174	0.173	0.171	0.168	0.166
14.5	0.152	0.162	0.162	0.161	0.161	0.161	0.160	0.159	0.158	0.157	0.155	0.154	0.151	0.149
15.0	0.138	0.147	0.146	0.146	0.145	0.145	0.144	0.143	0.142	0.141	0.140	0.139	0.136	0.134
15.5	0.125	0.133	0.133	0.133	0.132	0.132	0.131	0.130	0.129	0.128	0.127	0.126	0.123	0.122
16.0	0.114	0.122	0.122	0.121	0.121	0.120	0.119	0.119	0.118	0.117	0.116	0.115	0.112	0.111
16.5	0.104	0.112	0.112	0.111	0.111	0.110	0.110	0.109	0.108	0.107	0.106	0.105	0.103	0.102
17.0	0.096	0.104	0.104	0.103	0.103	0.102	0.101	0.101	0.100	0.099	0.098	0.097	0.095	0.093
17.5	0.088	0.097	0.096	0.096	0.095	0.095	0.094	0.093	0.092	0.091	0.090	0.089	0.087	0.086
18.0	0.082	0.091	0.090	0.089	0.089	0.088	0.087	0.086	0.086	0.085	0.084	0.083	0.081	0.080
18.5	0.076	0.085	0.084	0.084	0.083	0.082	0.082	0.081	0.080	0.079	0.078	0.077	0.075	0.074
19.0	0.070	0.080	0.079	0.078	0.077	0.077	0.076	0.075	0.074	0.073	0.072	0.071	0.069	0.069
19.5	0.066	0.075	0.074	0.074	0.073	0.072	0.071	0.070	0.070	0.069	0.068	0.067	0.065	0.064
20.0	0.061	0.071	0.070	0.069	0.069	0.068	0.067	0.066	0.065	0.064	0.063	0.062	0.061	0.060

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0081-5059 VER 04

T05 0081-6997 Ver 03 - Approved- Exported from DMS: 2020-03-03 by INVOL

7.15 Kurven zur Geräuscentwicklung, geräuschoptimierter Modus SO5

Schalleistungspegel auf Nabenhöhe	
Bedingungen für Schalleistungspegel:	Messnorm IEC 61400-11 Ausg. 3 Maximale Turbulenz in Nabenhöhe: 30 % Anströmwinkel (senkrecht): 0 ±2° Luftdichte: 1,225 kg/m ³
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	Schalleistungspegel auf Nabenhöhe [dB(A)] Geräuschoptimierter Modus SO5 (Blätter mit Sägezahn-Hinterkante)
3	91.3
4	91.5
5	93.9
6	96.9
7	98.7
8	99.0
9	99.0
10	99.0
11	99.0
12	99.0
13	99.0
14	99.0
15	99.0
16	99.0
17	99.0
18	99.0
19	99.0
20	99.0

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0081-5059 VER 04

T05 0081-6997 Ver 03 - Approved- Exported from DMS: 2020-03-03 by INVOL

7.16 Leistungskurven, geräuschoptimierter Modus SO6

Windgeschwindigkeit [m/s]	Luftdichte [kg/m ³]													
	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3.0	42	13	16	18	20	23	25	28	31	33	36	39	45	48
3.5	138	87	92	97	101	106	111	115	120	124	129	134	143	147
4.0	252	177	184	191	197	204	211	218	225	232	239	246	259	266
4.5	393	286	295	305	315	325	334	344	354	364	373	383	403	412
5.0	567	421	434	448	461	474	487	501	514	527	540	553	580	593
5.5	781	586	604	621	639	657	674	692	710	727	745	763	798	816
6.0	1039	785	808	831	854	877	900	923	947	970	993	1016	1062	1086
6.5	1337	1016	1045	1074	1104	1133	1162	1191	1221	1250	1279	1308	1366	1396
7.0	1667	1272	1308	1344	1380	1416	1452	1488	1524	1560	1595	1631	1702	1738
7.5	2000	1532	1575	1617	1660	1702	1745	1788	1830	1872	1915	1957	2042	2084
8.0	2316	1779	1828	1877	1926	1975	2024	2073	2121	2170	2219	2268	2365	2414
8.5	2596	1997	2052	2106	2161	2215	2270	2324	2378	2433	2487	2541	2650	2704
9.0	2828	2177	2236	2296	2355	2414	2473	2532	2591	2650	2710	2769	2887	2946
9.5	3018	2325	2388	2451	2514	2577	2640	2703	2766	2829	2892	2955	3081	3144
10.0	3169	2442	2509	2575	2641	2707	2773	2839	2905	2971	3037	3103	3234	3299
10.5	3280	2530	2599	2667	2735	2804	2872	2940	3009	3077	3145	3213	3347	3414
11.0	3371	2601	2671	2741	2812	2882	2952	3022	3092	3162	3232	3301	3437	3502
11.5	3448	2666	2737	2809	2881	2953	3025	3096	3168	3240	3309	3379	3511	3573
12.0	3522	2733	2807	2880	2954	3027	3100	3173	3246	3319	3387	3454	3582	3642
12.5	3580	2790	2864	2939	3014	3089	3163	3236	3310	3383	3449	3515	3637	3694
13.0	3611	2824	2900	2976	3052	3128	3201	3273	3346	3419	3483	3547	3665	3720
13.5	3617	2843	2919	2995	3070	3146	3218	3289	3361	3433	3494	3555	3668	3719
14.0	3623	2858	2934	3010	3085	3161	3232	3303	3373	3444	3504	3563	3673	3723
14.5	3631	2876	2952	3028	3104	3180	3250	3319	3389	3458	3516	3574	3681	3730
15.0	3645	2900	2975	3051	3126	3202	3269	3337	3404	3472	3530	3588	3694	3743
15.5	3669	2934	3010	3085	3160	3235	3301	3368	3434	3500	3556	3612	3716	3764
16.0	3701	2980	3055	3130	3205	3280	3344	3409	3474	3538	3592	3647	3747	3793
16.5	3738	3033	3108	3182	3256	3330	3393	3456	3519	3582	3634	3686	3781	3824
17.0	3777	3094	3167	3239	3312	3385	3446	3507	3568	3630	3679	3728	3818	3858
17.5	3796	3160	3230	3299	3369	3438	3495	3551	3608	3664	3708	3752	3831	3866
18.0	3843	3239	3307	3374	3441	3509	3562	3616	3670	3723	3763	3803	3874	3906
18.5	3890	3324	3389	3455	3520	3585	3635	3684	3734	3784	3819	3855	3917	3944
19.0	3922	3408	3468	3527	3587	3646	3691	3736	3781	3826	3858	3890	3946	3970
19.5	3963	3494	3550	3606	3662	3718	3758	3798	3839	3879	3907	3935	3982	4002
20.0	3997	3580	3632	3684	3736	3788	3823	3858	3893	3928	3951	3974	4013	4029

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0081-5059 VER 04

T05 0081-6997 Ver 03 - Approved- Exported from DMS: 2020-03-03 by INVOL

7.17 Ct-Werte, geräuschoptimierter Modus S06

Windgeschwindigkeit [m/s]	Luftdichte kg/m ³													
	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3.0	0.885	0.877	0.878	0.880	0.881	0.883	0.883	0.884	0.884	0.884	0.884	0.884	0.884	0.884
3.5	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844	0.844
4.0	0.806	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	0.806	0.806	0.806	0.806	0.805	0.805
4.5	0.795	0.794	0.795	0.795	0.796	0.796	0.796	0.796	0.796	0.796	0.795	0.795	0.795	0.795
5.0	0.789	0.793	0.793	0.792	0.792	0.792	0.791	0.791	0.791	0.790	0.790	0.790	0.789	0.789
5.5	0.792	0.790	0.790	0.790	0.790	0.790	0.791	0.791	0.791	0.791	0.791	0.792	0.792	0.792
6.0	0.793	0.790	0.790	0.790	0.791	0.791	0.791	0.792	0.792	0.792	0.792	0.793	0.793	0.794
6.5	0.776	0.774	0.774	0.774	0.774	0.775	0.775	0.775	0.775	0.776	0.776	0.776	0.777	0.777
7.0	0.740	0.738	0.739	0.739	0.739	0.739	0.739	0.739	0.740	0.740	0.740	0.740	0.741	0.741
7.5	0.692	0.690	0.691	0.691	0.691	0.691	0.691	0.691	0.692	0.692	0.692	0.692	0.692	0.692
8.0	0.639	0.637	0.637	0.638	0.638	0.638	0.638	0.638	0.638	0.639	0.639	0.639	0.639	0.639
8.5	0.575	0.573	0.573	0.574	0.574	0.574	0.574	0.574	0.574	0.574	0.574	0.574	0.575	0.575
9.0	0.505	0.504	0.504	0.504	0.504	0.504	0.504	0.504	0.504	0.504	0.504	0.504	0.505	0.505
9.5	0.442	0.442	0.442	0.442	0.442	0.442	0.442	0.442	0.442	0.442	0.442	0.442	0.443	0.443
10.0	0.387	0.386	0.386	0.387	0.387	0.387	0.387	0.387	0.387	0.387	0.387	0.387	0.387	0.387
10.5	0.338	0.338	0.338	0.338	0.338	0.338	0.338	0.338	0.338	0.338	0.338	0.338	0.338	0.338
11.0	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.296
11.5	0.262	0.262	0.263	0.263	0.263	0.263	0.263	0.263	0.263	0.263	0.263	0.262	0.262	0.261
12.0	0.233	0.235	0.235	0.235	0.235	0.235	0.235	0.235	0.235	0.235	0.234	0.234	0.233	0.232
12.5	0.208	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.209	0.207	0.207
13.0	0.186	0.188	0.188	0.188	0.188	0.188	0.188	0.188	0.188	0.188	0.187	0.186	0.185	0.184
13.5	0.166	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.167	0.166	0.165	0.164
14.0	0.148	0.151	0.151	0.151	0.151	0.151	0.151	0.151	0.151	0.150	0.150	0.149	0.147	0.146
14.5	0.134	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.136	0.136	0.136	0.136	0.135	0.134	0.133	0.132
15.0	0.121	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.123	0.123	0.123	0.122	0.122	0.120	0.119
15.5	0.110	0.114	0.114	0.114	0.114	0.114	0.113	0.113	0.113	0.112	0.112	0.111	0.110	0.109
16.0	0.101	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.104	0.104	0.104	0.103	0.103	0.102	0.101	0.100
16.5	0.094	0.098	0.098	0.097	0.097	0.097	0.097	0.096	0.096	0.095	0.095	0.094	0.093	0.092
17.0	0.087	0.091	0.091	0.091	0.091	0.090	0.090	0.090	0.089	0.089	0.088	0.087	0.086	0.085
17.5	0.080	0.086	0.086	0.085	0.085	0.085	0.084	0.084	0.083	0.083	0.082	0.081	0.080	0.079
18.0	0.075	0.081	0.081	0.080	0.080	0.080	0.079	0.078	0.078	0.077	0.077	0.076	0.074	0.074
18.5	0.070	0.077	0.076	0.076	0.076	0.075	0.075	0.074	0.073	0.073	0.072	0.071	0.070	0.069
19.0	0.065	0.073	0.072	0.072	0.071	0.070	0.070	0.069	0.068	0.068	0.067	0.066	0.065	0.064
19.5	0.061	0.069	0.068	0.068	0.067	0.067	0.066	0.065	0.065	0.064	0.063	0.062	0.061	0.060
20.0	0.058	0.066	0.065	0.064	0.064	0.063	0.062	0.062	0.061	0.060	0.059	0.059	0.057	0.056

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0081-5059 VER 04

T05 0081-6997 Ver 03 - Approved- Exported from DMS: 2020-03-03 by INVOL

7.18 Kurven zur Geräuscentwicklung, geräuschoptimierter Modus SO6

Schalleistungspegel auf Nabenhöhe	
Bedingungen für Schalleistungspegel:	Messnorm IEC 61400-11 Ausg. 3 Maximale Turbulenz in Nabenhöhe: 30 % Anströmwinkel (senkrecht): 0 ±2° Luftdichte: 1,225 kg/m ³
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	Schalleistungspegel auf Nabenhöhe [dB(A)] Geräuschoptimierter Modus SO6 (Blätter mit Sägezahn-Hinterkante)
3	91.3
4	91.5
5	93.9
6	96.9
7	97.8
8	98.0
9	98.0
10	98.0
11	98.0
12	98.0
13	98.0
14	98.0
15	98.0
16	98.0
17	98.0
18	98.0
19	98.0
20	98.0

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0081-5059 VER 04

T05 0081-6997 Ver 03 - Approved- Exported from DMS: 2020-03-03 by INVOL



Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung
und den Betrieb von vier Windenergieanlagen
am Standort Buschmühlen

Bericht Nr.: I17-SCH-2019-18 Rev.02



Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung und den Betrieb
von vier Windenergieanlagen am Standort Buschmühlen

Bericht-Nr. I17-SCH-2019-18 Rev.02

Auftraggeber: WIND-projekt
Ingenieur- und Projektentwicklungsgesellschaft mbH
Seestraße 71 A
18211 Börgerende

Auftragnehmer: I17-Wind GmbH & Co. KG
Robert-Koch-Straße 29
25813 Husum
Tel.: 04841 – 87596 – 0
E-Mail: mail@i17-wind.de
Internet: www.i17-wind.de

Datum: 14. November 2023

Haftungsausschluss und Urheberrecht

Die vorliegende Revision des Schallimmissionsgutachtens für die geplanten Windenergieanlagen (WEA) am Standort Buschmühlen wurde von der WIND-projekt Ingenieur- und Projektentwicklungsgesellschaft mbH im Juli 2023 bei der I17-Wind GmbH & Co. KG in Auftrag gegeben. Das Schallgutachten wurde nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch und nach dem gegenwärtigen Stand von Wissenschaft und Technik erstellt. Für die Daten die nicht von der I17-Wind GmbH & Co. KG ermittelt, erhoben und verarbeitet wurden, kann keine Garantie übernommen werden. Eine auszugsweise Vervielfältigung dieses Berichtes ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der I17-Wind GmbH & Co. KG erlaubt.

Urheber des vorliegenden Schallimmissionsgutachtens ist die I17-Wind GmbH & Co. KG. Der Auftraggeber erhält nach § 31 Urheberrechtsgesetz das einfache Nutzungsrecht, welches nur durch Zustimmung des Urhebers übertragen werden kann. Eine Bereitstellung zum uneingeschränkten Download in elektronischen Medien ist ohne gesonderte Zustimmung des Urhebers nicht gestattet.

Für die physikalische Einhaltung der prognostizierten Werte an den Immissionsorten können seitens des Gutachters keine Garantien übernommen werden. Die Ergebnisse basieren auf vom Auftraggeber und Anlagenhersteller zur Verfügung gestellten Angaben zum Standort und Betriebsverhalten der Windenergieanlagen und auf Berechnungen nach TA Lärm [1], den Empfehlungen des Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“ [6], der Norm DIN ISO 9613-2 [2] sowie den Hinweisen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [11].

Akkreditierung

Die I17-Wind GmbH & Co. KG ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) für die Bereiche „Erstellen von Schallimmissionsprognosen für Windenergieanlagen; Erstellen von Schattenwurfimmissionsprognosen für Windenergieanlagen; Prüfung der Standort-eignung von Windenergieanlagen mittels Berechnung (Turbulenzgutachten)“ akkreditiert. Die Registriernummer der Urkunde lautet D-PL-21268-01-00. Diese kann angefragt, oder in der Datenbank der akkreditierten Stellen der DAkkS eingesehen werden.

Die I17-Wind GmbH & Co. KG ist Mitglied im Sachverständigenbeirat des Bundesverbandes WindEnergie (BWE) e.V.

Revisionsnummer	Revisionsdatum	Änderung	Bearbeiter
0	05.03.2019	Erstellung des Gutachtens	D. Kramer
1	24.02.2021	Änderung ZB, zusätzliche IO	D. Kramer
2	14.11.2023	Anpassung IRW IO8, zusätzliche VB	D. Kramer

Bearbeitet

B. Eng. Dennis Kramer,
Sachverständiger
Husum, 14.11.2023



Gepprüft

M. Sc. Thea Siuts,
Sachverständige
Husum, 17.11.2023



Freigegeben

B. Eng. Dennis Kramer,
Sachverständiger
Husum, 17.11.2023



Dieses Dokument wurde digital signiert und die Integrität des Dokuments wurde überprüft. Das zugehörige Zertifikat kann von der I17-Wind GmbH & Co. KG auf Anfrage gerne zur Verfügung gestellt werden.

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung.....	7
2	Örtliche Beschreibung.....	7
3	Berechnungs- und Beurteilungsverfahren	9
4	Immissionsorte	15
4.1	Immissionsrichtwerte	18
5	Beschreibung der geplanten Windenergieanlagen.....	19
5.1	Anlagenbeschreibung	19
5.2	Positionen der geplanten Windenergieanlagen	19
5.3	Schalltechnische Kennwerte.....	19
5.3.1	Eingangskenngrößen für Schallimmissionsprognosen	20
5.4	Ton- und Impulshaltigkeit.....	21
6	Fremdgeräusche.....	21
7	Tieffrequente Geräusche.....	21
8	Vorbelastung	22
9	Rechenergebnisse und Beurteilungen	24
9.1	Zusatzbelastung	24
9.2	Vorbelastung.....	26
9.3	Gesamtbelastung.....	27
10	Qualität der Prognose	28
11	Zusammenfassung.....	31
12	Abkürzungs- und Symbolverzeichnis.....	32
13	Literaturverzeichnis.....	33
	Anhang 1 / Berechnungsausdruck Zusatzbelastung: Hauptergebnis.....	35
	Anhang 2 / Berechnungsausdruck Vorbelastung (WEA): Hauptergebnis	37
	Anhang 3 / Berechnungsausdruck Gesamtbelastung (WEA): Hauptergebnis und detaillierte Ergebnisse (Nacht)	39
	Anhang 4 / Berechnungsausdruck Gesamtbelastung (WEA): Hauptergebnis (Tag)	54
	Anhang 5 / Isophonenkarte: Gesamtbelastung (WEA)	56
	Anhang 6 / Auszug aus den Herstellerangaben der V150-5.6 MW [15]	57
	Anhang 7 / Fotodokumentation der Immissionsorte.....	59

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: WEA Standorte, Kartenmaterial [8]	8
Abbildung 4.1: Lage der Immissionsorte; Kartenmaterial [8]	17
Abbildung 9.1: Immissionsorte und Einwirkungsbereich Schall (Beurteilungszeitraum Nacht), Kartenmaterial [8].....	25

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1: Luftdämpfungskoeffizienten α nach Tabelle 2 der DIN ISO 9613-2 für die relative Luftfeuchte 70 % und die Lufttemperatur von 10 °C [2]	13
Tabelle 3.2: Referenzspektrum [11]	14
Tabelle 4.1: Immissionsorte	16
Tabelle 4.2: Immissionsrichtwerte nach TA Lärm [1]	18
Tabelle 5.1: Positionen und Betriebsweisen der geplanten WEA [14]	19
Tabelle 5.2: Betriebsweisen V150-5.6 MW [15].....	19
Tabelle 5.3: Oktavband der V150-5.6 MW [15]	20
Tabelle 5.4: Oktavband für den $L_{e,max}$ der V150-5.6 MW basierend auf [15].....	20
Tabelle 8.1: Positionen und anzusetzende Schalleistungspegel der Bestandsanlagen [14, 14.1, 14.2, 14.3, 17.1]	22
Tabelle 8.2: Oktavspektren der bestehenden WEA	23
Tabelle 9.1: Analyseergebnisse Zusatzbelastung	24
Tabelle 9.2: Analyseergebnisse Vorbelastung.....	26
Tabelle 9.3: Analyseergebnisse Gesamtbelastung.....	27
Tabelle 10.1: Unsicherheiten und verwendete Emissionswerte der neu geplanten Windenergieanlagen.....	29
Tabelle 11.1: Ergebnisse der Immissionsprognose	31

1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant die Errichtung und den Betrieb von vier Windenergieanlagen (WEA) des Herstellers Vestas vom Typ V150-5.6 MW auf einer Nabenhöhe von 125.0 m. Das Standortzentrum liegt ca. 1.7 km westlich der Kleinstadt Neubukow im Landkreis Rostock in Mecklenburg-Vorpommern. Die vier neu geplanten WEA stellen ein sogenanntes „Repowering“ dar, d.h. im Zuge der Errichtung der geplanten vier WEA erfolgt ein Rückbau von fünf Altanlagen innerhalb eines bestehenden Windparks, welcher im vorliegenden Gutachten als Vorbelastung berücksichtigt wird.

Eine WEA mit einer Gesamthöhe von mehr als 50 m stellt nach der 4. Bundes-Immissionsschutzverordnung eine genehmigungsbedürftige Anlage dar, welche das Genehmigungsverfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) [3] zu durchlaufen hat. Für das Genehmigungsverfahren nach dem BImSchG [3] ist der Nachweis der Einhaltung der gesetzlichen Richtwerte für die Schallimmissionen zu führen. Die Berechnungen sollen Auskunft darüber geben, ob schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche gemäß der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) [1] von den geplanten Anlagen ausgehen können.

Die Berechnung der Schallimmission ist gemäß Nr. A2 der TA Lärm [1] nach der DIN ISO 9613-2 [2] durchzuführen. Die DIN ISO 9613-2 gilt für die Berechnung der Schallausbreitung bei bodennahen Quellen. Der LAI empfiehlt in den Hinweisen zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen Stand 30.06.2016 [11] zur Anpassung des Prognoseverfahrens auf hochliegende Quellen in Bezug auf die Veröffentlichung des Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) auf Basis neuerer Untersuchungsergebnisse und auf Basis theoretischer Berechnungen ein „Interimsverfahren“ [10]. Für WEA als hochliegende Schallquellen sind diese neueren Erkenntnisse im Genehmigungsverfahren entsprechend [11] zu berücksichtigen. Die Immissionsprognose ist daher nach der „Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1“ [10] – sowohl für Vorbelastungsanlagen als auch für neu beantragte Anlagen – frequenzselektiv durchzuführen. Die überarbeiteten LAI-Hinweise sind nach [13] in Mecklenburg-Vorpommern anzuwenden.

2 Örtliche Beschreibung

Das Standortzentrum liegt ca. 1.7 km westlich der Kleinstadt Neubukow im Landkreis Rostock in Mecklenburg-Vorpommern.

In ca. 1.2 km Entfernung, von den geplanten WEA-Standorten, liegt im Nordwesten das Dorf Rakow und in ca. 900 m Entfernung, Richtung Norden, die kleine Ortschaft Buschmühlen. Östlich gelegen, ca. 1.6 km entfernt, befinden sich die nächstgelegenen Bebauungen von der Ortschaft Neubukow. Der Ort Questin ist ca. 1.3 km in südsüdwestlicher Richtung von den geplanten Standorten zu finden.

Das Gelände des Windparks variiert in der Höhe zwischen ca. 30 m und 50 m über NHN. Die Angaben zu den Geländehöhen wurden dem DGM 25 des Landes Mecklenburg-Vorpommern [12] entnommen. Die Landschaft in unmittelbarer Umgebung des geplanten Windparks besteht vornehmlich aus landwirtschaftlich genutzten Ackeranbauflächen und kleinen Gewässern. Einzig im Süden von den Standorten ist eine bewaldete Fläche. Die Bundesstraße „B 105“ verläuft östlich des Windparks in Nord-Süd Richtung. Im Westen und Norden verlaufen Landstraßen die die umliegenden Ortschaften Questin, Rakow, Buschmühlen und die Kleinstadt Neubukow miteinander verbinden.

Für die Koordinatenangaben in diesem Gutachten findet das System UTM ETRS 89 Zone 33 Anwendung. Die Windenergieanlagenpositionen sind in der nachfolgenden Abbildung 2.1 dargestellt.

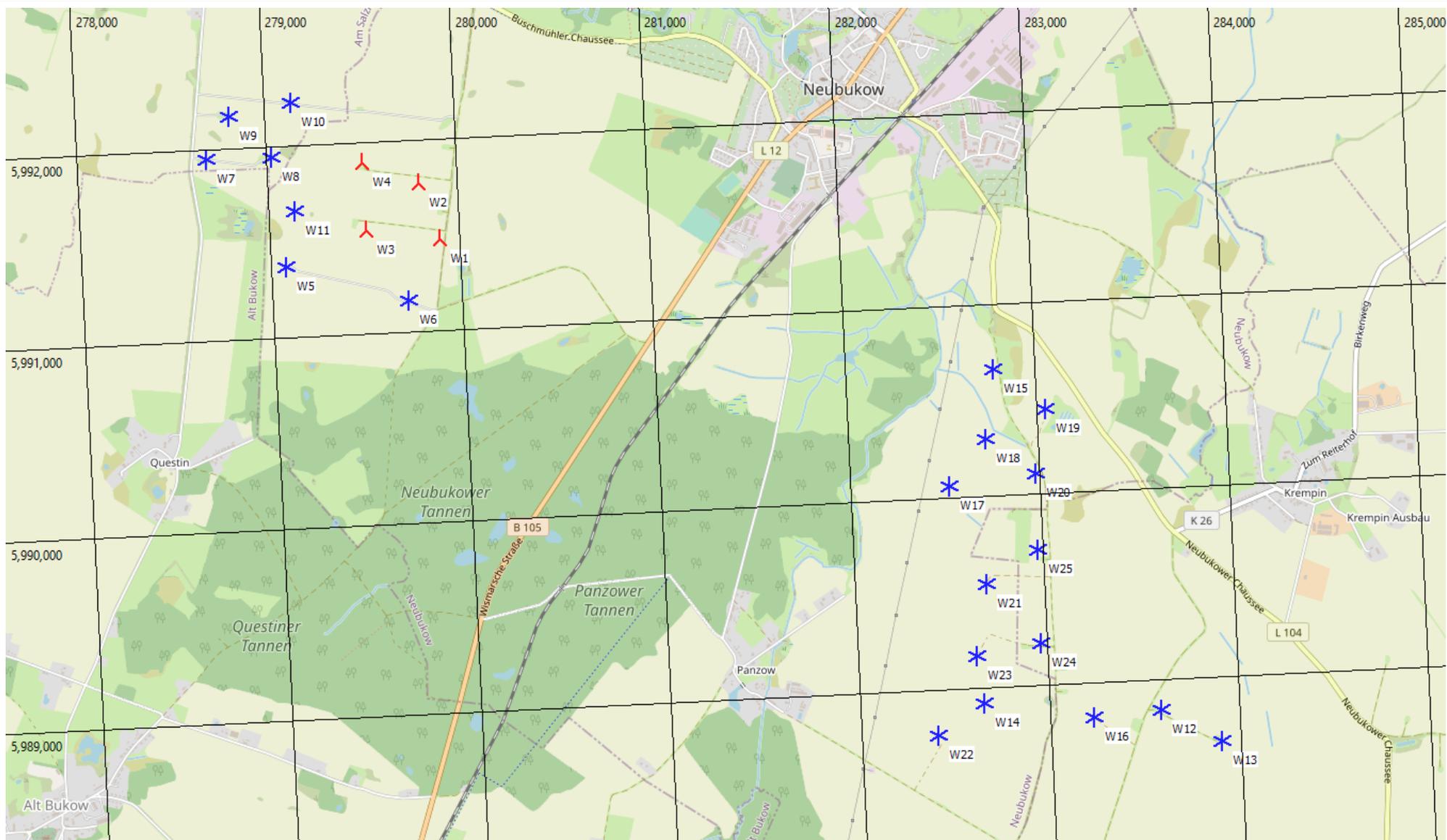


Abbildung 2.1: WEA Standorte, Kartenmaterial [8]

▲ = neu geplante WEA, * = bestehende WEA

3 Berechnungs- und Beurteilungsverfahren

Die gesetzliche Grundlage für die Schallimmissionsprognose bildet das Bundes-Immissionsschutzgesetz [3]. Die schalltechnischen Berechnungen wurden gemäß der TA-Lärm [1], den Norm DIN ISO 9613-2 [2], den Empfehlungen des Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“ [6] sowie den vom Auftraggeber und den Herstellern der Windenergieanlagen zur Verfügung gestellten Standort- und Anlagendaten durchgeführt. Des Weiteren werden das Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen [10] und der überarbeitete Entwurf der Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) [11] vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE, Stand 30.06.2016, berücksichtigt und angewandt. Zur Anwendung kommt dabei das Softwareprogramm WindPRO [9].

Für die Prognose von Immissionspegeln von Windkraftanlagen gibt es kein nationales Regelwerk, das ohne Einschränkungen, bzw. Modifizierungen oder Sonderregelungen auf die Schallausbreitung dieser hochliegenden Quellen anwendbar ist. Im Rahmen der Beurteilung der Geräuschbelastung dieser Anlagen wird in Genehmigungsverfahren im Regelfall die Anwendung der DIN ISO 9613-2 [2] vorgeschrieben. Diese Norm schließt aber explizit ihre Anwendung auf hochliegende Quellen aus.

Das „Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen [10]“ wurde im Mai 2015 veröffentlicht und basiert auf den Erkenntnissen des LANUV NRW zur Abweichung der realen von den modellierten Immissionen von WEA. Darauf aufbauend hat der LAI einen überarbeiteten Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016, Stand 30.06.2016, der Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) [11] erarbeitet, der die Erkenntnisse der Studie aufgreift und, leicht adaptiert, in eine behördliche Empfehlung umsetzt (im Folgenden: neues LAI-Verfahren).

Durch eine im Interimsverfahren beschriebene Modifizierung des Schemas der DIN ISO 9613-2 [2] lässt sich dessen Anwendungsbereich auf Windkraftanlagen als hochliegende Quellen erweitern. Abweichend zum bisher in Deutschland üblichen Verfahren, sieht das Interimsverfahren vor, dass

- die Transmissionsberechnung auf Basis von Oktavband-Emissionsdaten der WEA frequenzselektiv durchgeführt wird (bisher: Summenpegel) und
- die Bodendämpfung A_{gr} pauschal -3 dB(A) beträgt (Betrachtung der WEA als hochliegende Schallquelle), anstatt wie bisher das Verfahren zur Bodendämpfung entsprechend DIN ISO 9613-2 anzusetzen.

Hierbei sind der Berechnung der Luftabsorption die Luftdämpfungskoeffizienten α nach Tabelle 2 der DIN ISO 9613-2 [2] für die relative Luftfeuchte 70 % und die Lufttemperatur von 10° C zugrunde zu legen.

Die ISO 9613-2 „Attenuation of sound during propagation outdoors, Part 2. A general method of calculation“ beschreibt die Berechnung der Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien. Der nachfolgende Text und die Gleichungen beschreiben den theoretischen Hintergrund der ISO 9613-2 wie sie in WindPRO [9] Anwendung findet.

Normalerweise wird bei der schalltechnischen Vermessung von Windenergieanlagen der A-bewertete Schalleistungspegel in Form des 500-Hz-Mittenpegels ermittelt. Daher werden die Dämpfungswerte bei 500 Hz verwendet, um die resultierende Dämpfung für die Schallausbreitung abzuschätzen. Der Dauerschalldruckpegel jeder einzelnen Quelle am Immissionspunkt berechnet sich nach dem alternativen Verfahren der ISO 9613-2 dann wie folgt:

$$L_{AT}(DW) = L_{WA} + D_C - A - C_{met} \quad (1)$$

L_{WA} : Schalleistungspegel der Punktschallquelle A-bewertet.

D_C : Richtwirkungskorrektur für die Quelle ohne Richtwirkung (0 dB) aber unter Berücksichtigung der Reflexion am Boden, D_Ω (Berechnung nach dem alternativen Verfahren).

$$D_C = D_\Omega - 0 \quad (2)$$

D_Ω beschreibt die Reflexion am Boden und berechnet sich nach:

$$D_\Omega = 10 \lg\{1 + [d_p^2 + (h_s - h_r)^2] / [d_p^2 + (h_s + h_r)^2]\} \quad (3)$$

Mit:

h_s : Höhe der Quelle über dem Grund (Nabenhöhe).

h_r : Höhe des Immissionspunktes über Grund (standardmäßig 5 m).

d_p : Abstand zwischen Schallquelle und Empfänger, projiziert auf die Bodenebene. Der Abstand bestimmt sich aus den x und y Koordinaten der Quelle (Index s) und des Immissionspunktes (Index r):

$$d_p = \sqrt{(x_s - x_r)^2 + (y_s - y_r)^2} \quad (4)$$

A: Dämpfung zwischen der Punktquelle (WEA-Gondel) und dem Immissionspunkt, die während der Schallausbreitung vorhanden ist. Sie bestimmt sich aus den folgenden Dämpfungsarten:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc} \quad (5)$$

A_{div} : Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung.

$$A_{div} = 20 \lg(d/d_0) + 11 \text{ dB} \quad (6)$$

d: Abstand zwischen Quelle und Immissionspunkt in Metern.

d_0 : Bezugsabstand = 1 m.

A_{atm} : Dämpfung durch die Luftabsorption.

$$A_{atm} = \alpha_{500} d / 1000 \text{ m} \quad (7)$$

α_{500} : Absorptionskoeffizient der Luft (= 1.9 dB/km).

Dieser Wert für α_{500} bezieht sich auf die günstigsten Schallausbreitungsbedingungen (Temperatur von 10 °C und relativer Luftfeuchte von 70 %).

A_{gr} : Bodendämpfung.

$$A_{gr} = (4.8 - (2h_m / d) [17 + (300 / d)]) \quad (8)$$

Wenn $A_{gr} < 0$ ist, dann ist $A_{gr} = 0$.

h_m : mittlere Höhe (in Metern) des Schallausbreitungsweges über dem Boden.

Wenn kein digitales Geländemodell vorhanden ist, gilt:

$$h_m = (h_s + h_r) / 2 \quad (9a)$$

h_s : Quellhöhe (Nabenhöhe).

h_r : Aufpunkthöhe.

Bei vorliegendem digitalem Geländemodell wird die Fläche F zwischen dem Boden und dem Sichtstrahl zwischen Quelle (Gondel) und Aufpunkt berechnet. Die mittlere Höhe berechnet sich dann mit:

$$h_m = F / d \quad (9b)$$

A_{bar} : Dämpfung aufgrund der Abschirmung (Schallschutz), in der vorliegenden Berechnung wird Schallschutz nicht verwendet: $A_{bar} = 0$.

A_{misc} : Dämpfung aufgrund verschiedener weiterer Effekte (Bewuchs, Bebauung, Industrie). In WindPRO gehen diese Effekte nicht in die Prognose ein: $A_{misc} = 0$.

C_{met} : Meteorologische Korrektur, die durch die folgende Gleichung bestimmt wird:

$$C_{met} = 0 \text{ für } d_p < 10 (h_s + h_r) \quad (10)$$

$$C_{met} = C_0 [1 - 10 (h_s + h_r) / d_p] \text{ für } d_p > 10 (h_s + h_r) \quad (11)$$

d_p : Abstand zwischen Quelle und Aufpunkt.

Faktor C_0 kann, abhängig von den Wetterbedingungen, zwischen 0 und 5 dB liegen, es ist jedoch in der Regel den beurteilenden Behörden vorbehalten, diesen Wert zu bestimmen.

Liegen den Berechnungen n Schallquellen (u.a. Windpark) zugrunde, so überlagern sich die einzelnen Schalldruckpegel L_{ATI} entsprechend der Abstände zum betrachteten Immissionspunkt. In der Bewertung der Lärmimmission nach der TA-Lärm ist der aus allen n Schallquellen resultierende Schalldruckpegel L_{AT} unter Berücksichtigung der Zuschläge nach der folgenden Gleichung zu ermitteln:

$$L_{AT}(LT) = 10 * \lg \sum_{i=1}^n 10^{0.1(L_{ATI} - C_{met} + K_{Ti} + K_{Ii})} \quad (12)$$

L_{AT} : Beurteilungspegel am Immissionspunkt.

L_{ATI} : Schallimmissionspegel an dem Immissionspunkt einer Emissionsquelle i .

i : Index für alle Geräuschquellen von 1 bis n .

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.

Nach der ISO 9613-2 [2] kann die Prognose der Schallimmissionen auch über das Oktavspektrum des Schalleistungspegels der WEA durchgeführt werden, wie es im Rahmen des Interimsverfahrens gefordert ist. Im Folgenden sind nur die Unterschiede zu der 500 Hz Mittenfrequenz bezogenen Berechnung aufgezeigt.

Der resultierende Schalldruckpegel L_{AT} berechnet sich dann mit:

$$L_{AT}(DW) = 10 \cdot \lg \left[\begin{array}{l} 10^{0.1 \cdot L_{Aft}(63 \text{ Hz})} + 10^{0.1 \cdot L_{Aft}(125 \text{ Hz})} + 10^{0.1 \cdot L_{Aft}(250 \text{ Hz})} + 10^{0.1 \cdot L_{Aft}(500 \text{ Hz})} \\ + 10^{0.1 \cdot L_{Aft}(1 \text{ kHz})} + 10^{0.1 \cdot L_{Aft}(2 \text{ kHz})} + 10^{0.1 \cdot L_{Aft}(4 \text{ kHz})} + 10^{0.1 \cdot L_{Aft}(8 \text{ kHz})} \end{array} \right] \quad (13)$$

Mit:

L_{Aft} : A-bewerteter Schalldruckpegel der einzelnen Schallquellen bei den unterschiedlichen Mittenfrequenzen.

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

$$L_{Aft}(DW) = (L_W + A_f) + D_C - A \quad (14)$$

Beim Interimsverfahren entfällt, im Gegensatz zum alternativen Verfahren nach der DIN ISO 9613-2 [2], der Term der meteorologischen Korrektur C_{met} , bzw. nimmt dieser den Wert $C_{met} = 0$ dB an.

Mit:

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

A_f : genormte A-Bewertung nach IEC 651.

D_C : Richtwirkungskorrektur für die Quelle ohne Richtwirkung (0 dB) aber mit Reflexion am Boden. Wenn das Standardverfahren zur Bodendämpfung verwendet wird, ist $D_\Omega = 0$. Wenn die Alternative Methode verwendet wird, entspricht D_C dem Fall ohne Oktavbanddaten.

A : Oktavdämpfung, Dämpfung zwischen Punktquelle und Immissionspunkt. Sie bestimmt sich wie oben aus den folgenden Dämpfungsarten:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc} \quad (15)$$

A_{div} : Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung.

A_{atm} : Dämpfung aufgrund der Luftabsorption, abhängig von der Frequenz.

A_{gr} : Bodendämpfung.

A_{bar} : Dämpfung aufgrund der Abschirmung (Schallschutz), worst case ohne Schallschutz, $A_{bar} = 0$.

A_{misc} : Dämpfung aufgrund verschiedener weiterer Effekte (Bewuchs, Bebauung, Industrie; worst case: $A_{misc} = 0$).

Bei der Oktavbandbezogenen Ausbreitung ist die Dämpfung durch die Luftabsorption von der Frequenz abhängig mit:

$$A_{\text{atm}} = \alpha_f d / 1000 \text{ m} \quad (16)$$

Mit:

α_f : Absorptionskoeffizient der Luft für jedes Oktavband.

Der Absorptionskoeffizient α_f ist stark abhängig von der Schallfrequenz, der Umgebungstemperatur und der relativen Luftfeuchte. Die ungünstigsten Werte bestehen bei einer Temperatur von 10 °C und 70 % rel. Luftfeuchte entsprechend folgender Tabelle:

Bandmittenfrequenz [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
α_f [dB/km]	0.1	0.4	1.0	1.9	3.7	9.7	32.8	117.0

Tabelle 3.1: Luftdämpfungskoeffizienten α nach Tabelle 2 der DIN ISO 9613-2 für die relative Luftfeuchte 70 % und die Lufttemperatur von 10 °C [2]

Zur Berechnung der Bodendämpfung A_{gr} existieren zwei Möglichkeiten: das alternative Verfahren, das oben im Kapitel über das Berechnungsverfahren ohne Oktavbanddaten dargelegt wurde, und das Standardverfahren. Das Standardverfahren berechnet A_{gr} wie folgt:

$$A_{\text{gr}} = A_s + A_r + A_m \quad (17)$$

Mit:

A_s : Die Dämpfung für die Quellregion bis zu einer Entfernung von $30 \cdot h_s$, maximal aber d_p . Diese Region wird mit dem Bodenfaktor G_s beschrieben, der die Porosität der Oberfläche als Wert zwischen 0 (hart) und 1 (porös) wiedergibt.

A_r : Aufpunkt-Region bis zu einer Entfernung von $30 \cdot h_r$, maximal aber d_p . Diese Region wird mit dem Bodenfaktor G_r beschrieben.

A_m : Die Dämpfung der Mittelregion. Wenn die Quell- und die Aufpunkt-Region überlappen, gibt es keine Mittelregion. Diese Region wird mit dem Bodenfaktor G_m beschrieben.

In WindPRO wird nur ein Parameter für G (Porosität) verwendet:

$$G = G_s = G_r = G_m \quad (18)$$

Diese Porosität wird in den Berechnungseinstellungen ausgewählt.

Die wesentliche Modifikation durch das Interimsverfahren [10, 11], besteht nun darin, für die Bodendämpfung $A_{\text{gr}} = -3$ dB anzusetzen. Sie berücksichtigt, dass es bei der Windkraftanlage als hochliegende Quelle zu lediglich einer Bodenreflexion kommt und deshalb die Ansätze der DIN ISO 9613-2 nicht greifen können.

Für eine evtl. vorliegende Vorbelastung durch Windenergieanlagen wurde für die Berechnung der Schallvorbelastung nach dem Interimsverfahren in einem ersten Schritt aus den behördlich genehmigten Schallleistungspegeln und den Angaben zum Zuschlag im Sinne des Oberen Vertrauensbereichs mit Hilfe des Referenzspektrums [11] aus Tabelle 3.2 ein Oktavspektrum für jede als Vorbelastung zu betrachtende WEA ermittelt. Lagen qualifizierte Informationen über detaillierte anlagenbezogene Oktavspektren der behördlich genehmigten Schallleistungspegel der Vorbelastungsanlagen vor, wurden diese entsprechend herangezogen und der Zuschlag im Sinne des Oberen Vertrauensbereichs wurde auf die einzelnen Frequenzbereiche des Oktavspektrums hinzuaddiert. In beiden Fällen wurden somit die Unsicherheiten der Emissionsdaten der Vorbelastungsanlagen in gleicher Weise berücksichtigt, wie sie im Rahmen der Genehmigung der Vorbelastungsanlagen ermittelt und angewandt wurden.

Referenzspektrum								
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{WA, norm}$ [dB(A)]	-20.3	-11.9	-7.7	-5.5	-6.0	-8.0	-12.0	-20.0 ¹

Tabelle 3.2: Referenzspektrum [11]

¹ Die Anforderungen für den, in den LAI-Hinweisen Stand 30.06.2016, fehlenden Wert bei 8 kHz unterscheiden sich in den Bundesländern. Im vorliegenden Gutachten wurde der Wert auf -20 dB festgelegt. Dies stellt eine konservative Annahme dar und deckt somit die bekannten Anforderungen ab.

4 Immissionsorte

Die Auswahl der Immissionsorte wurde im ersten Schritt auf Basis des nach TA Lärm definierten Einwirkungsbereichs der geplanten WEA vorgenommen. Der Einwirkungsbereich ist definiert als der Bereich in dem der Beurteilungspegel der Zusatzbelastung weniger als 10 dB(A) unter dem maßgeblichen Immissionsrichtwert liegt [1]. Als repräsentative schallkritische Immissionsorte wurden die nächstgelegenen Wohnbebauungen gewählt.

Die Einstufung der Immissionsorte und deren Schutzbedürftigkeit wurde bereits im Zuge der Erstellung eines Schallimmissionsgutachten [17] für ein ursprünglich geplanten Repowering von insgesamt 5 WEA von dem Sachverständigenbüro WIND-consult GmbH behördenseitig abgestimmt. Abweichend davon soll für den Immissionsort IO8 ein IRW von 40 dB(A) im Beurteilungszeitraum Nacht angesetzt werden [17.1]. Dies entspricht auch dem Flächennutzungsplan von Neubukow [16.1].

Hervorzuheben ist die Einstufung der Immissionsorte IO1 und IO2 nach baulicher Nutzung. Diese zieht die Schutzwürdigkeit nach TA-Lärm für ein allgemeines Wohngebiet nach sich. Jedoch wurde für die Planung und Errichtung der Windenergieanlagen W7 bis W10 eine Gemengelage gebildet, die aufgrund der gegenseitigen Rücksichtnahme zwischen den Immissionsorten IO1 und IO2 und der Windenergie zustande kam. Für den Beurteilungszeitraum Nacht wurde ein Zwischenwert von 43 dB(A) festgelegt und für den Beurteilungszeitraum Tag von 58 dB(A).

Nach der „Satzung über den Bebauungsplan Nr. 6.1 „Gutshotel Rakow“ der Gemeinde Am Salzhaff“ [16] ist ein Sondergebiet für Ferienwohnungen und Hotelanlagen ausgewiesen. Der IO3 ist ein fiktiver Immissionsort, der den geplanten WEA am nächsten liegt und wird der Schutzwürdigkeit eines Allgemeinen Wohngebietes zugeordnet.

Nach dem Flächennutzungsplan der Stadt Neubukow [16.1] ist westlich von Neubukow eine Wohnbaufläche ausgewiesen, welche durch den Immissionsort IO12 im Gutachten berücksichtigt wird.

Während einer Standortbesichtigung am 14.03.2019 durch einen Mitarbeiter der I17-Wind GmbH & Co. KG wurde die Lage der Immissionsorte mit dem vorhandenen Kartenmaterial abgeglichen und überprüft. Abweichungen wurden dokumentiert und korrigiert. Für jeden Immissionsort wurden die Immissionspegel bei einer Aufpunkthöhe von 5 m ermittelt. Das entspricht in der Regel der Höhe einer ersten Etage eines Wohnhauses. Wird hierbei der erforderliche Richtwert eingehalten, reduziert sich der Immissionspegel bei einer geringeren Aufpunkthöhe wie z.B. im Erdgeschoss.

Die Immissionsorte wurden auch hinsichtlich möglicher Pegelerhöhungen durch Reflexionen untersucht. Das Ergebnis dieser Untersuchung zeigt, dass es keinen Immissionsort im Einwirkungsbereich gibt, bei welchem eine Pegelerhöhung auf Grund von Reflexionen an anderen Gebäuden oder Wänden berücksichtigt werden müsste.

In der nachfolgenden Tabelle 4.1 und Abbildung 4.1 sind die berücksichtigten Immissionsorte aufgelistet, bzw. dargestellt.

Nr.	Bezeichnung	IRW [dB(A)]			Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Ost	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Nord	Höhe über NHN [m]	Aufpunkt-höhe ü. Gr. [m]
		Werktag 6h-22h	Sonntag 6h-22h	Nacht 22h-6h				
IO1	Questiner Str. 15, 18233 Am Salzhaff OT Rakow	58	58	43	278676	5992629	32	5
IO2	Questiner Str.13, 18233 Am Salzhaff, OT Rakow	58	58	43	278679	5992695	32	5
IO3	B-Plan-Grenze dichteste Gebäude, SO "Hotel", OT Rakow	55	55	40	278620	5992804	29	5
IO4	Lindenallee 8, 18233 Am Salzhaff, OT Rakow	55	55	40	278880	5993001	31	5
IO5	Hauptstr. 21, 18233 Neubukow, OT Buschmühlen	60	60	45	279729	5992804	18	5
IO6	Hauptstr. 19/20, 18233 Neubukow, OT Buschmühlen	55	55	40	279735	5992852	17	5
IO7	Hauptstr. 2, 18233 Neubukow, OT Buschmühlen	55	55	40	280213	5992692	19	5
IO8	Kiefernweg 18, 18233 Neubukow	55	55	40	281343	5991790	37	5
IO9	Wismarsche Str. 58, 18233 Neubukow	60	60	45	281299	5991543	38	5
IO10	Waldweg 12, 18233 Alt Buckow, OT Questin	55	55	40	278764	5990442	42	5
IO11	Grüner Weg 6, 18233 Neubukow, OT Buschmühlen	55	55	40	280122	5992705	20	5
IO12	Wohnbaufläche, Flächennutzungsplan Neubukow	55	55	40	281132	5991820	36	5

Tabelle 4.1: Immissionsorte

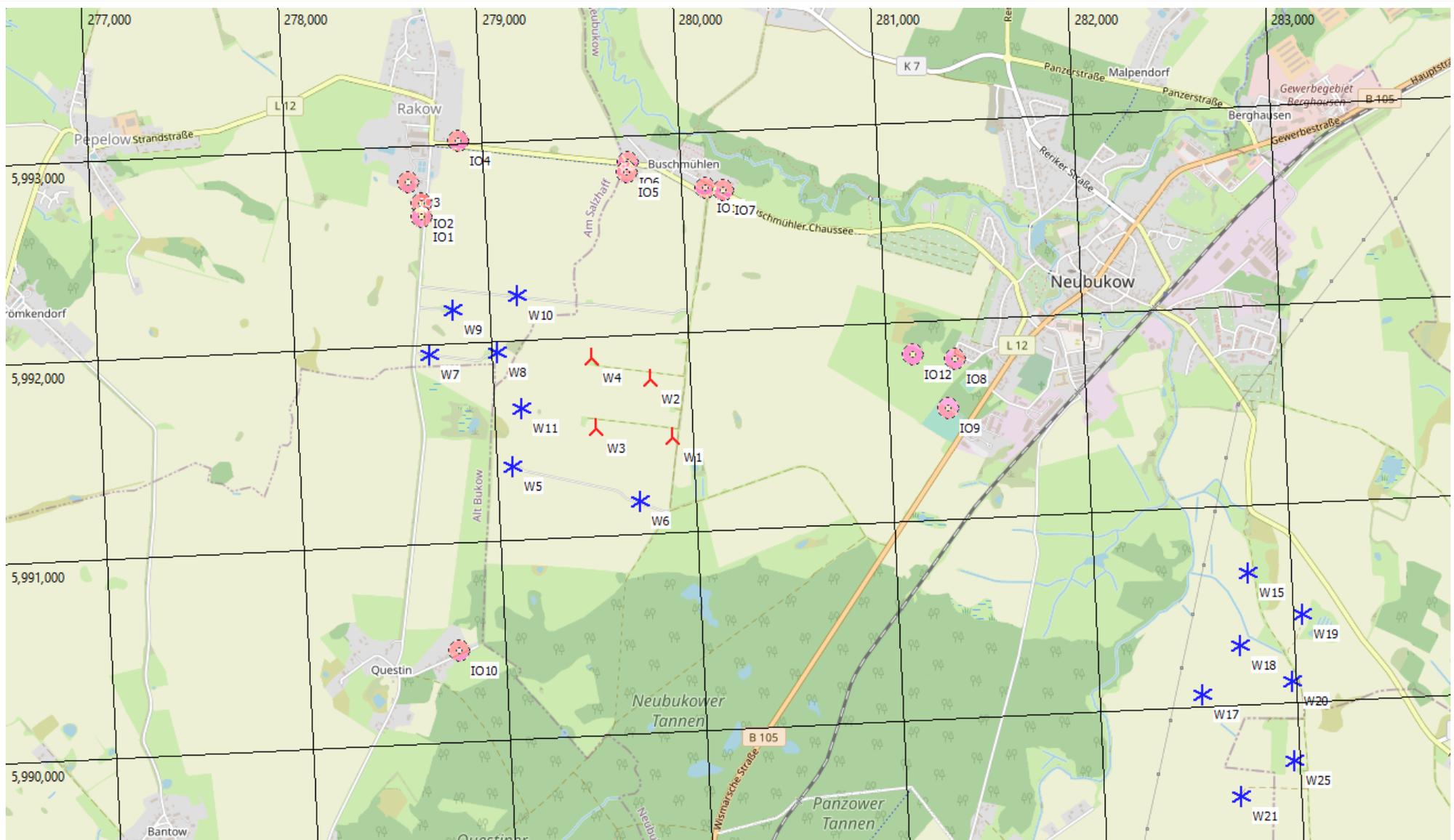


Abbildung 4.1: Lage der Immissionsorte; Kartenmaterial [8]
 ▲ = neu geplante WEA, * = bestehende WEA, ● = Immissionsort

4.1 Immissionsrichtwerte

Für die schalltechnische Beurteilung werden die in der TA Lärm [1], unter 6.1 „Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden“, genannten Richtwerte herangezogen. Je nach Nutzungsart des Immissionsortes sind folgende Beurteilungspegel als maximal zulässige Immissionsrichtwerte vorgegeben.

Nutzungsart und Immissionsrichtwerte		tags /dB(A)	nachts / dB(A)
a)	In Industriegebieten	70	70
b)	In Gewerbegebieten	65	50
c)	In urbanen Gebieten	63	45
d)	In Kerngebieten, Dorf- und Mischgebieten	60	45
e)	In allgemeinen Wohn- und Kleinsiedlungsgebieten	55	40
f)	In reinen Wohngebieten	50	35
g)	In Kurgebieten, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45	35

Tabelle 4.2: Immissionsrichtwerte nach TA Lärm [1]

Die Immissionsrichtwerte nach TA Lärm [1], Nummern 6.1 bis 6.3 beziehen sich auf folgende Zeiten:

- | | |
|-----------|--------------------|
| 1. tags | 06.00 – 22.00 Uhr |
| 2. nachts | 22.00 – 06.00 Uhr. |

Die Immissionsrichtwerte nach TA Lärm [1], Nummern 6.1 bis 6.3 gelten während des Tages für eine Beurteilungszeit von 16 Stunden. Maßgebend für die Beurteilung der Nacht ist die volle Nachtstunde (z.B. 1.00 bis 2.00 Uhr) mit dem höchsten Beurteilungspegel, zu dem die zu beurteilende Anlage relevant beiträgt.

Für folgende Zeiten ist in Gebieten nach TA Lärm [1], Nummer 6.1 Buchstaben e bis g bei der Ermittlung des Beurteilungspegels die erhöhte Störwirkung von Geräuschen durch einen Zuschlag zu berücksichtigen:

- | | |
|----------------------------|-------------------|
| 1. an Werktagen | 06.00 – 07.00 Uhr |
| | 20.00 – 22.00 Uhr |
| 2. an Sonn- und Feiertagen | 06.00 – 09.00 Uhr |
| | 13.00 – 15.00 Uhr |
| | 20.00 – 22.00 Uhr |

Zur schalltechnischen Beurteilung finden die von der LAI [6, 11] empfohlenen Hinweise Berücksichtigung.

5 Beschreibung der geplanten Windenergieanlagen

5.1 Anlagenbeschreibung

Der Auftraggeber plant am Standort Buschmühlen die Errichtung und den Betrieb von vier Windenergieanlagen des Herstellers Vestas [14]. Nachfolgend werden die Eckdaten der geplanten Windenergieanlagen zusammengefasst:

Hersteller:	Vestas
Anlagentyp:	V150-5.6 MW
Nabenhöhe:	125.0 m
Rotordurchmesser:	150.0 m
Nennleistung:	5.600 kW
Regelung:	pitch

5.2 Positionen der geplanten Windenergieanlagen

Der nachfolgenden Tabelle 5.1 sind die Positionen [14], der Anlagentyp mit Nabenhöhe und die Betriebsweisen der geplanten Windenergieanlagen zu entnehmen. Die Betriebsweisen und die damit verbundenen Schalleistungspegel der Windenergieanlagen bilden die Grundlage für die Berechnung der Zusatzbelastung am Standort Buschmühlen.

W-Nr.	Typ	Nabenhöhe [m]	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Ost	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Nord	Höhe über NHN [m]	Betriebsweise (Nacht)	Betriebsweise (Tag)
1	V150-5.6 MW	125.0	279894	5991465	43	SO0	PO5600
2	V150-5.6 MW	125.0	279793	5991761	40	SO2	PO5600
3	V150-5.6 MW	125.0	279510	5991527	44	SO2	PO5600
4	V150-5.6 MW	125.0	279500	5991879	41	SO4	PO5600

Tabelle 5.1: Positionen und Betriebsweisen der geplanten WEA [14]

5.3 Schalltechnische Kennwerte

Für die V150-5.6 MW existierten zum Zeitpunkt der Berichterstellung keine unabhängige schalltechnische Vermessungen nach DIN EN 61400-11 [5] und der Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1 „Bestimmung der Schallemissionswerte“ [4]. Der Anlagenhersteller gibt für den Betrieb in Deutschland nachfolgende Angaben zu den maximalen Schalleistungspegeln für die unterschiedlichen Betriebsweisen der Anlage an.

Herstellerbezeichnung der Betriebsvariante	Dokumentenbezeichnung	Nennleistung [kW]	Schalleistungspegel [dB(A)]
PO6000	Dokument Nr.: 0079-9481.V07 [15]	6.000	104.9
PO5600		5.600	104.9
SO0		5.600	104.0
SO2		4.951	102.0
SO3		4.714	101.0
SO4		4.434	100.0
SO5		4.260	99.0
SO6		3.997	98.0

Tabelle 5.2: Betriebsweisen V150-5.6 MW [15]

5.3.1 Eingangskenngrößen für Schallimmissionsprognosen

In der nachfolgenden Tabelle 5.3 ist das Oktavspektrum der V150-5.6 MW für die verschiedenen Betriebsmodi dargestellt, welche den Herstellerangaben [15] entnommen sind und zum maximalen, immissionsrelevanten Schalleistungspegel in der Betriebsweise führt und für die Prognose nach dem Interimsverfahren [10, 11] für den Tag- und Nachtbetrieb Anwendung finden.

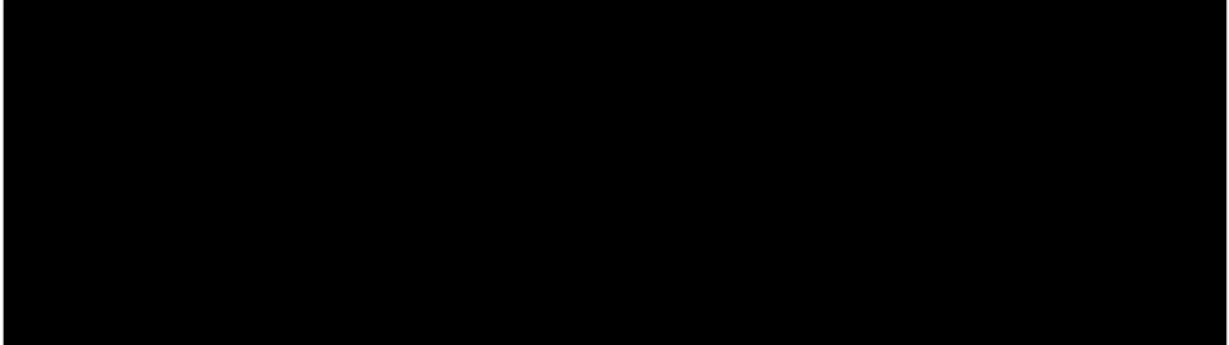


Tabelle 5.3: Oktavband der V150-5.6 MW [15]

Der Zuschlag im Sinne des Oberen Vertrauensbereichs für die Unsicherheiten nach [11] wurde im späteren auf die einzelnen Frequenzbereiche des Oktavspektrums hinzuaddiert.

Die nachfolgende Tabelle 5.4 weist das Oktavspektrum für den $L_{e,max}$ der geplanten WEA in der entsprechenden Betriebsweise aus, welches nach Abschnitt 4.1 aus [11] im Genehmigungsbescheid festzuschreiben ist und die Unsicherheiten der Emissionsdaten als Toleranzbereich berücksichtigt, siehe Kapitel 10 (Qualität der Prognose).

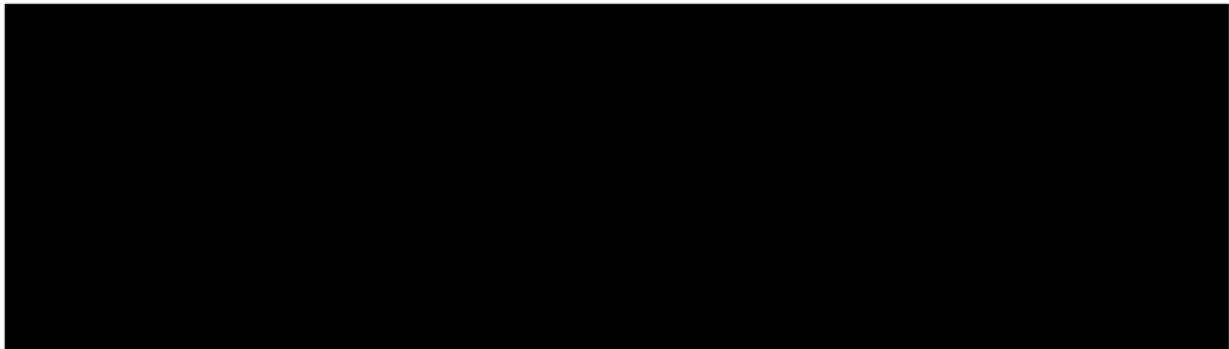


Tabelle 5.4: Oktavband für den $L_{e,max}$ der V150-5.6 MW basierend auf [15]

5.4 Ton- und Impulshaltigkeit

Der geplante Anlagentyp V150-5.6 MW weist laut den Herstellerangaben [15] keine zu berücksichtigenden Ton- und Impulshaltigkeiten auf.

Auftretende Tonhaltigkeiten von $K_{TN} < 2$ dB(A) müssen nach den LAI-Hinweisen [11] Punkt 4.5 nicht berücksichtigt werden. Es gilt:

Falls die Anlage nach den Planungsunterlagen im Nahbereich eine geringe Tonhaltigkeit ($K_{TN} = 2$ dB) aufweist, ist am maßgeblichen Immissionsort eine Abnahme zur Überprüfung der dort von der Anlage verursachten Tonhaltigkeit zu fordern. Sofern im Rahmen einer emissionsseitigen Abnahmemessung eine geringe Tonhaltigkeit festgestellt wird, ist ebenfalls im Rahmen einer Immissionsseitigen Abnahmemessung deren Immissionsrelevanz zu untersuchen [11].

Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass immissionsrelevante Ton- und Impulshaltigkeiten bei Windenergieanlagen nicht den Stand der Technik widerspiegeln und somit nicht genehmigungsfähig wären.

6 Fremdgeräusche

An Bäumen und Sträuchern können durch Wind verursachte Geräusche entstehen. Dies kann dazu führen, dass die Geräusche der WEA verdeckt werden. Fremdgeräusche entstehen ebenfalls durch Straßenverkehr.

7 Tieffrequente Geräusche

Die Messung und Beurteilung tieffrequenter Geräusche sind in der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm [1], siehe dort das Kapitel 7.3 und den Anhang A 1.5) sowie in der Norm DIN 45680 geregelt. Maßgeblich für mögliche Belästigungen ist die Wahrnehmungsschwelle des Menschen, die in der Norm dargestellt ist. An Immissionsorten wird diese Schwelle aufgrund der großen Entfernung zwischen den Immissionsorten und den geplanten WEA nach Erfahrungen des Arbeitskreises Geräusche von WEA der Fördergesellschaft Windenergie e.V. nicht erreicht.

Ein Messprojekt „Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen“ der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg zwischen 2013 und 2015 [7] zeigte, dass Windenergieanlagen keinen wesentlichen Beitrag zum Infraschall leisten. Die von Ihnen erzeugten Infraschallpegel liegen, auch im Nahbereich bei Abständen zwischen 150 und 300 m, deutlich unterhalb der Wahrnehmungsschwelle des Menschen. Bei einem Abstand von 700 m von den Windenergieanlagen lässt sich festhalten, dass sich der Infraschall-Pegel beim Einschalten der Anlage nicht mehr nennenswert erhöht und im Wesentlichen vom Wind, und nicht von der Windenergieanlage, erzeugt wurde.

Nach heutigem Stand der Wissenschaft sind schädliche Wirkungen durch Infraschall bei Windenergieanlagen nicht zu erwarten.

8 Vorbelastung

Im unmittelbaren Umkreis der neu geplanten WEA sind bereits WEA unterschiedlicher Hersteller in Betrieb. Westlich der geplanten Standorte stehen vier Vestas Anlagen des Typs V117-3.3/3.45 MW und südlich zwei Anlagen vom ehemaligen Hersteller Südwind. Diese o.g. sechs WEA werden, neben einer weiteren derzeit geplanten WEA (W11) sowie dem Windpark westlich von Krempin, als Vorbelastung berücksichtigt.

Die folgende Tabelle 8.1 führt die vom Auftraggeber übermittelten Angaben zum Anlagentyp, Position und Schallleistungspegel der Bestandsanlagen auf [14, 14.1, 14.2, 14.3, 17.1].

W-Nr.	Typ	Nabenhöhe [m]	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Ost	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Nord	Höhe über NHN [m]	L _{WA} [dB(A)] Inkl. OVB	
						Nacht	Tag
W5	S77/1500	61.5	279079	5991354	43	103.6	103.6
W6	S77/1500	61.5	279716	5991150	49	103.6	103.6
W7	V117-3.3/3.45 MW	91.5	278684	5991937	40	101.6	108.0
W8	V117-3.3/3.45 MW	91.5	279026	5991930	37	101.6	108.0
W9	V117-3.3/3.45 MW	91.5	278810	5992157	38	101.6	108.0
W10	V117-3.3/3.45 MW	91.5	279139	5992210	37	101.6	108.0
W11	eno 152	124.0	279137	5991645	40	101.6	108.9
W12	N100/2500	100.0	283582	5988826	48	109.5	109.5
W13	N100/2500	100.0	283895	5988652	50	109.5	109.5
W14	N82/1500	80.0	282654	5988905	37	107.5	107.5
W15	E-126 E2 / 7.500 kW	135.0	282778	5990647	23	110.5	110.5
W16	N133/4800	125.0	283226	5988803	45	100.1	108.1
W17	E-82 E2 / 2.300 kW	138.4	282519	5990049	22	105.5	105.5
W18	E-70 E4 / 2.300 kW	113.5	282720	5990284	21	105.2	105.2
W19	e.n.o. 114-3.5	142.0	283045	5990427	28	103.0	107.0
W20	E-92 / 2.350 kW	103.9	282981	5990095	28	aus	105.1
W21	E-82 E2 / 2.300 kW	138.4	282691	5989528	29	101.0	103.1
W22	E-92 / 2.350 kW	138.4	282404	5988749	40	106.0	106.3
W23	E-70 E4 / 2.300 kW	113.5	282624	5989153	37	102.8	105.2
W24	N149/5.X	104.7	282963	5989207	45	98.1	107.7
W25	N149/5.X	125.4	282969	5989696	28	97.6	107.7

Tabelle 8.1: Positionen und anzusetzende Schallleistungspegel der Bestandsanlagen [14, 14.1, 14.2, 14.3, 17.1]

Die folgende Tabelle 8.2 führt die angesetzten Oktavspektren inkl. der Unsicherheiten der Emissionsdaten der bestehenden WEA auf.

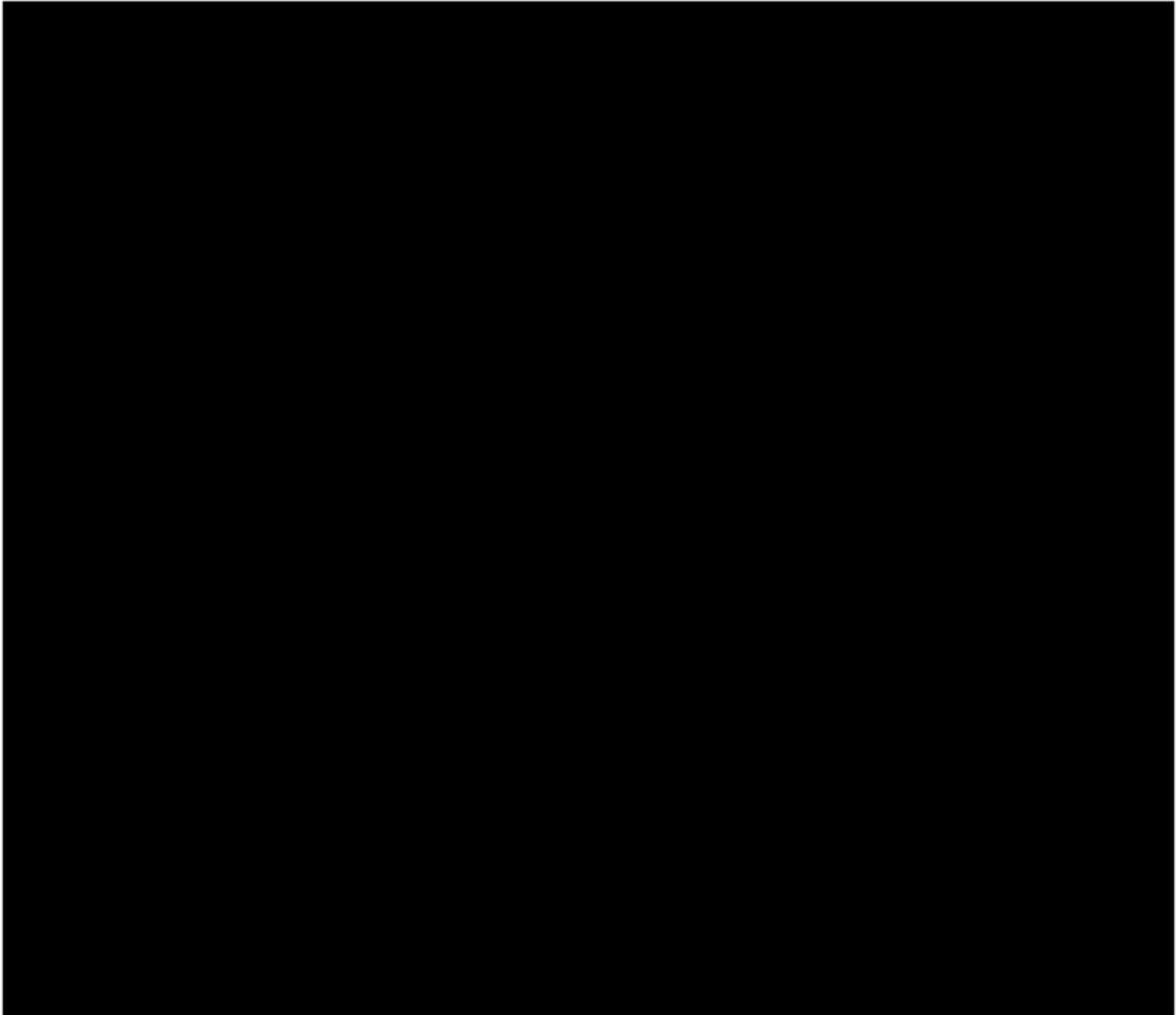


Tabelle 8.2: Oktavspektren der bestehenden WEA

9 Rechenergebnisse und Beurteilungen

9.1 Zusatzbelastung

In der nachfolgenden Tabelle 9.1 sind die Ergebnisse der Ermittlung der Immissionspegel für die Zusatzbelastung, berechnet nach dem Interimsverfahren [10], inklusive möglicher Zuschläge für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit in Gebieten nach Nummer 6.1 Buchstaben e bis g der TA Lärm [1], dargestellt. Zur Anwendung kamen die in Tabelle 5.1 angegebenen Betriebsweisen mit dem zugehörigen, in Tabelle 5.3 angegebenen, Oktavspektrum zzgl. eines Zuschlages für die Unsicherheiten entsprechend den LAI-Hinweisen [11].

Nr.	Bezeichnung	Werktag		Sonntag		Nacht	
		IRW [dB(A)]	L _r [dB(A)]	IRW [dB(A)]	L _r [dB(A)]	IRW [dB(A)]	L _r [dB(A)]
IO1	Questiner Str. 15, 18233 Am Salzhaff OT Rakow	58	39.4	58	39.4	43	36.2
IO2	Questiner Str.13, 18233 Am Salzhaff, OT Rakow	58	39.0	58	39.0	43	35.8
IO3	B-Plan-Grenze dichteste Gebäude, SO "Hotel", OT Rakow	55	39.9	55	41.6	40	34.9
IO4	Lindenallee 8, 18233 Am Salzhaff, OT Rakow	55	39.9	55	41.6	40	34.9
IO5	Hauptstr. 21, 18233 Neubukow, OT Buschmühlen	60	41.3	60	41.3	45	38.3
IO6	Hauptstr. 19/20, 18233 Neubukow, OT Buschmühlen	55	42.8	55	44.5	40	37.8
IO7	Hauptstr. 2, 18233 Neubukow, OT Buschmühlen	55	42.9	55	44.6	40	38.2
IO8	Kiefernweg 18, 18233 Neubukow	55	39.0	55	40.7	40	34.7
IO9	Wismarsche Str. 58, 18233 Neubukow	60	37.4	60	37.4	45	35.1
IO10	Waldweg 12, 18233 Alt Buckow, OT Questin	55	40.0	55	41.7	40	35.5
IO11	Grüner Weg 6, 18233 Neubukow, OT Buschmühlen	55	43.2	55	44.9	40	38.4
IO12	Flächennutzungsplan, 18233 Neubukow	55	40.5	55	42.2	40	36.2

Tabelle 9.1: Analyseergebnisse Zusatzbelastung

Nach [1], Nr. 2.2 Absatz a befinden sich im Beurteilungszeitraum Tag alle Immissionsorte außerhalb des Einwirkungsbereichs (mindestens 10 dB(A) unter dem Immissionsrichtwert) der geplanten WEA. Im Beurteilungszeitraum Nacht befinden sich alle Immissionsorte innerhalb des Einwirkungsbereichs der geplanten WEA.

In Abbildung 9.1 ist die Schall-Isolinie für 30 dB(A) (gelb) und 35 dB(A) (rot) eingezeichnet. Im Anschluss müssten nur die Immissionsorte berücksichtigt werden, die innerhalb der Schall-Isolinie liegen, wenn der zulässige Immissionsrichtwert am Immissionsort 40 dB(A) bzw. 45 dB(A) beträgt.

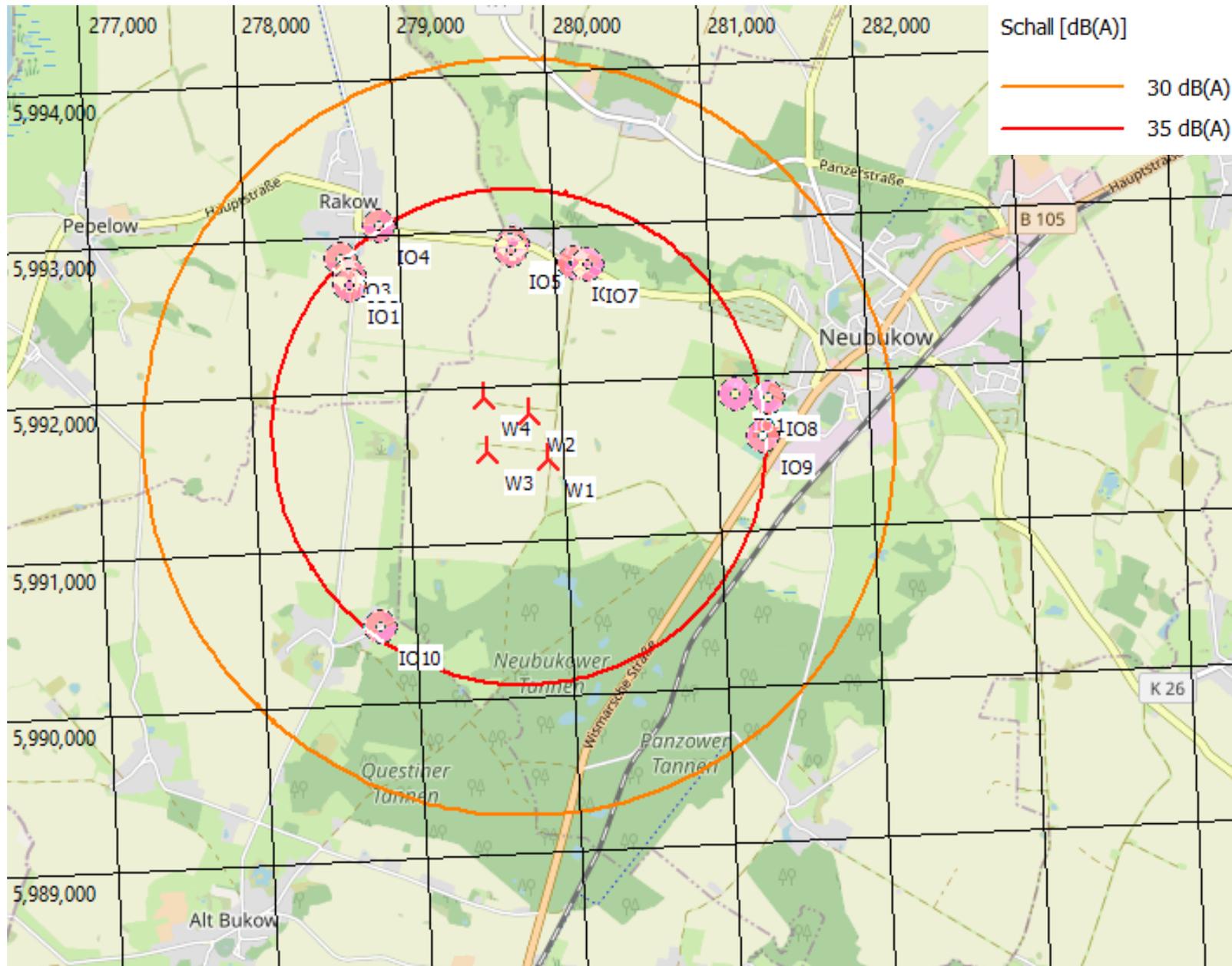


Abbildung 9.1: Immissionsorte und Einwirkungsbereich Schall (Beurteilungszeitraum Nacht), Kartenmaterial [8]
 人 = neu geplante WEA, ❶ = Immissionsort

9.2 Vorbelastung

In der nachfolgenden Tabelle 9.2 sind die Ergebnisse der Immissionspegel für die Vorbelastung, berechnet nach dem Interimsverfahren [10], dargestellt. Zur Anwendung kamen die in Tabelle 8.1 angegebenen Betriebsweisen mit den in Tabelle 8.2 angegebenen Oktavspektren inkl. eines Zuschlages für die Unsicherheiten entsprechend den LAI-Hinweisen [11].

Nr.	Bezeichnung	Werktag		Sonntag		Nacht	
		IRW [dB(A)]	L _r [dB(A)]	IRW [dB(A)]	L _r [dB(A)]	IRW [dB(A)]	L _r [dB(A)]
IO1	Questiner Str. 15, 18233 Am Salzhaff OT Rakow	58	48.5	58	48.5	43	42.6
IO2	Questiner Str.13, 18233 Am Salzhaff, OT Rakow	58	47.6	58	47.6	43	41.8
IO3	B-Plan-Grenze dichteste Gebäude, SO "Hotel", OT Rakow	55	47.9	55	49.6	40	40.3
IO4	Lindenallee 8, 18233 Am Salzhaff, OT Rakow	55	46.4	55	48.1	40	38.9
IO5	Hauptstr. 21, 18233 Neubukow, OT Buschmühlen	60	43.7	60	43.7	45	38.4
IO6	Hauptstr. 19/20, 18233 Neubukow, OT Buschmühlen	55	45.2	55	46.9	40	38.0
IO7	Hauptstr. 2, 18233 Neubukow, OT Buschmühlen	55	43.1	55	44.8	40	36.6
IO8	Kiefernweg 18, 18233 Neubukow	55	41.2	55	42.9	40	37.2
IO9	Wismarsche Str. 58, 18233 Neubukow	60	39.9	60	39.9	45	37.8
IO10	Waldweg 12, 18233 Alt Buckow, OT Questin	55	43.4	55	45.1	40	38.0
IO11	Grüner Weg 6, 18233 Neubukow, OT Buschmühlen	55	43.6	55	45.3	40	37.0
IO12	Flächennutzungsplan, 18233 Neubukow	55	41.3	55	43.0	40	36.9

Tabelle 9.2: Analyseergebnisse Vorbelastung

9.3 Gesamtbelastung

In der nachfolgenden Tabelle 9.3 sind die Ergebnisse der Ermittlung der Immissionspegel für die Gesamtbelastung, berechnet nach dem Interimsverfahren [10], dargestellt. Die Gesamtbelastung ergibt sich aus den Immissionspegeln der geplanten WEA und der Vorbelastung nach Kapitel 8.

Nr.	Bezeichnung	Werktag		Sonntag		Nacht	
		IRW [dB(A)]	L _r [dB(A)]	IRW [dB(A)]	L _r [dB(A)]	IRW [dB(A)]	L _r [dB(A)]
IO1	Questiner Str. 15, 18233 Am Salzhaff OT Rakow	58	50.9	58	52.6	43	43.5
IO2	Questiner Str.13, 18233 Am Salzhaff, OT Rakow	58	50.1	58	51.8	43	42.8
IO3	B-Plan-Grenze dichteste Gebäude, SO "Hotel", OT Rakow	55	48.5	55	50.2	40	41.4
IO4	Lindenallee 8, 18233 Am Salzhaff, OT Rakow	55	47.3	55	49.0	40	40.4
IO5	Hauptstr. 21, 18233 Neubukow, OT Buschmühlen	60	45.7	60	45.7	45	41.3
IO6	Hauptstr. 19/20, 18233 Neubukow, OT Buschmühlen	55	47.1	55	48.8	40	40.9
IO7	Hauptstr. 2, 18233 Neubukow, OT Buschmühlen	55	46.0	55	47.7	40	40.5
IO8	Kiefernweg 18, 18233 Neubukow	55	43.3	55	45.0	40	39.1
IO9	Wismarsche Str. 58, 18233 Neubukow	60	41.8	60	41.8	45	39.7
IO10	Waldweg 12, 18233 Alt Buckow, OT Questin	55	45.0	55	46.7	40	39.9
IO11	Grüner Weg 6, 18233 Neubukow, OT Buschmühlen	55	46.4	55	48.1	40	40.7
IO12	Flächennutzungsplan, 18233 Neubukow	55	43.9	55	45.6	40	39.6

Tabelle 9.3: Analyseergebnisse Gesamtbelastung

10 Qualität der Prognose

Für eine Schallimmissionsprognose fordert die TA Lärm [1] eine Aussage über die Qualität der Prognose. Art und Umfang der Prognosequalität werden nicht näher spezifiziert.

Die der Schallimmissionsprognose nach DIN ISO 9613-2 [2] sowie dem Interimsverfahren inklusive der Hinweise des LAI [10, 11] zu Grunde zu legenden Emissionswerte sind, im Sinne der Statistik, Schätzwerte. Bei der Prognose ist daher auf die Sicherstellung der „Nicht-Überschreitung“ der Immissionsrichtwerte im Sinne der Regelungen der TA Lärm abzustellen. Dieser Nachweis soll mit einer Wahrscheinlichkeit von 90 % geführt werden. Die Sicherstellung der „Nicht-Überschreitung“ ist insbesondere dann anzunehmen, wenn die, unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Emissionsdaten und der Unsicherheit der Ausbreitungsrechnung bestimmte, obere Vertrauensbereichsgrenze des prognostizierten Beurteilungspegels den IRW unterschreitet.

Nach dem überarbeiteten Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016, Stand 30.06.2016, der Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) [11] sind bei Windenergieanlagen die als Vorbelastung zu berücksichtigen sind, die in ihrer Genehmigung festgelegten zulässigen Schallleistungspegel zu verwenden.

Die Schallimmissionsprognose nach den LAI Hinweisen zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen, Stand 30.06.2016 [11], und der Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschemissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1“ [10], ist mit der Unsicherheit der Emissionsdaten (Unsicherheit der Typvermessung σ_R und Unsicherheit der Serienstreuung σ_P) sowie der Unsicherheit des Prognosemodells σ_{Prog} behaftet.

Unsicherheit der Typvermessung σ_R :

Bei einer normkonform nach FGW-Richtlinie durchgeführten Typvermessung kann von einer Unsicherheit $\sigma_R = 0.5 \text{ dB(A)}$ ausgegangen werden.

Unsicherheit durch Serienstreuung σ_P :

Bei der Übertragung des an einer WEA vermessenen Schallleistungspegels auf eine andere WEA des gleichen Typs ergibt sich eine Unsicherheit durch die Streuung der in Serie hergestellten WEA. Bei einer Mehrfachvermessung aus mindestens drei Messungen kann für σ_P die Standardabweichung s der Messwerte aus dem zusammenfassenden Bericht angesetzt werden.

Liegt eine Mehrfachvermessung des Anlagentyps in einer anderen als der beantragten Betriebsweise vor, kann die durch die Mehrfachvermessung dokumentierte Serienstreuung auch auf die beantragte Betriebsweise übertragen werden. In diesem Fall wird eine Abnahmemessung empfohlen. Liegt keine Mehrfachvermessung vor, ist für σ_P ein Ersatzwert von 1.2 dB(A) zu wählen.

Beim Heranziehen einer Herstellerangabe zum Schallleistungspegel, bzw. zum Oktavspektrum, für die Immissionsprognose gilt es zu überprüfen, in wie fern der Hersteller die anzusetzenden Unsicherheiten für die Emissionsdaten (σ_R und σ_P) für eine spätere Vermessung separat ausgewiesen hat. Liegen keine gesonderten Informationen vor, werden die Werte der LAI-Hinweise [11] für $\sigma_R = 0.5 \text{ dB(A)}$ und $\sigma_P = 1.2 \text{ dB(A)}$ angesetzt.

Unsicherheit des Prognosemodells σ_{Prog} :

Die Unsicherheit des Prognosemodells wird wie folgt berücksichtigt:

$$\sigma_{\text{Prog}} = 1 \text{ dB(A)}$$

Die einzelnen Unsicherheiten können in der Standardabweichung für die Gesamtunsicherheit σ_{ges} wie folgt zusammengefasst werden:

$$\sigma_{\text{ges}} = \sqrt{\sigma_{\text{R}}^2 + \sigma_{\text{P}}^2 + \sigma_{\text{Prog}}^2} \quad (19)$$

Mit Hilfe der Gesamtunsicherheit, kann die obere Vertrauensbereichsgrenze der prognostizierten Immission (mit einem Vertrauensniveau von 90 %) durch einen Zuschlag abgeschätzt werden, der folgendermaßen berechnet wird:

$$\Delta L = 1.28 \sigma_{\text{ges}} \quad (20)$$

so, dass sich die obere Vertrauensbereichsgrenze folgendermaßen berechnet:

$$L_o = L_r + \Delta L \quad (21)$$

mit L_r : prognostizierter Beurteilungspegel

Entgegen der beschriebenen Verfahrensweise wird der obere Vertrauensbereich bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 10 %, bzw. mit einer 90 % Einhaltungswahrscheinlichkeit ($\text{OVB} = \Delta L = 1.28 \sigma_{\text{ges}}$) emissionsseitig auf jeden Oktavpegel des Oktavspektrums der WEA addiert.

Tabelle 10.1 führt den Unsicherheitszuschlag auf, welcher im Rahmen der Prognose nach dem Interimsverfahren für die geplanten WEA anzusetzen ist.

Typ	Mode	L _{WA} Mittel [dB(A)]	Quelle	σ_{R} [dB(A)]	σ_{P} [dB(A)]	σ_{Progn} [dB(A)]	σ_{ges} [dB(A)]	OVB [dB(A)]	L _{WA} inkl. OVB [dB(A)]	L _{e,max} [dB(A)]
V150-5.6 MW	PO5600	104.9	[15]	0.5	1.2	1.0	1.6	2.1	107.0	106.6
V150-5.6 MW	SO0	104.0	[15]	0.5	1.2	1.0	1.6	2.1	106.1	105.7
V150-5.6 MW	SO2	102.0	[15]	0.5	1.2	1.0	1.6	2.1	104.1	103.7
V150-5.6 MW	SO4	100.0	[15]	0.5	1.2	1.0	1.6	2.1	102.1	101.7

Tabelle 10.1: Unsicherheiten und verwendete Emissionswerte der neu geplanten Windenergieanlagen

Die den Berechnungen zu Grunde liegenden Oktavspektren können den Ausdrucken „Übersicht der Eingabedaten zur Immissionsprognose“ der Gesamtbelastung im Anhang 3 entnommen werden.

Die Angaben zum Schallleistungspegel bzw. dem Oktavband des geplanten WEA-Typs können den Auszügen aus den Herstellerangaben [15] entnommen werden.

Anmerkung:

In den Berechnungen wird von einem worst-case Fall ausgegangen, den es in Wirklichkeit nicht geben kann. Die Immissionen für jeden Immissionspunkt werden so berechnet, dass der Immissionspunkt von jeder Anlage aus gesehen in Mitwindrichtung steht. Dies würde bedeuten, dass der Wind gleichzeitig aus mehreren Richtungen kommen müsste.

Eine Schallpegelminderung durch C_{met} -die meteorologische Korrektur- findet ebenso keine Berücksichtigung wie die abschirmende Wirkung von Gebäuden und/oder die Dämpfung durch Bewuchs.

Die genannten Punkte können als zusätzliche Sicherheit bei der Beurteilung dienen.

Unter den dargestellten Bedingungen ist gemäß [11] von einer ausreichenden Prognosesicherheit auszugehen.

11 Zusammenfassung

Für den Standort Buschmühlen wurde eine Immissionsprognose entsprechend den LAI-Hinweisen zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen, Stand 30.06.2016 [11], und der Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1“ [10], an den benachbarten Immissionsorten durchgeführt. Die Festlegung der Rahmenbedingungen erfolgte durch eine Standortbesichtigung und den vom Auftraggeber übermittelten Daten.

Es wurde die Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung berücksichtigt. Die Ergebnisse der Immissionsprognose für die Gesamtbelastung, unter den genannten Voraussetzungen, sind der Tabelle 11.1 zu entnehmen. Für die Beurteilungspegel sind, den Rundungsregeln der DIN 1333 entsprechend, ganzzahlige Werte anzugeben.

Nr.	Bezeichnung	IRW [dB(A)]	Immissions- pegel L _r [dB(A)]	Beurteilungs- pegel L _r [dB(A)]	Reserve zum IRW [dB(A)]
IO1	Questiner Str. 15, 18233 Am Salzhaff OT Rakow	43	43.5	44	-1
IO2	Questiner Str.13, 18233 Am Salzhaff, OT Rakow	43	42.8	43	0
IO3	B-Plan-Grenze dichteste Gebäude, SO "Hotel", OT Rakow	40	41.4	41	-1
IO4	Lindenallee 8, 18233 Am Salzhaff, OT Rakow	40	40.4	40	0
IO5	Hauptstr. 21, 18233 Neubukow, OT Buschmühlen	45	41.3	41	4
IO6	Hauptstr. 19/20, 18233 Neubukow, OT Buschmühlen	40	40.9	41	-1
IO7	Hauptstr. 2, 18233 Neubukow, OT Buschmühlen	40	40.5	41	-1
IO8	Kiefernweg 18, 18233 Neubukow	40	39.1	39	1
IO9	Wismarsche Str. 58, 18233 Neubukow	45	39.7	40	5
IO10	Waldweg 12, 18233 Alt Buckow, OT Questin	40	39.9	40	0
IO11	Grüner Weg 6, 18233 Neubukow, OT Buschmühlen	40	40.7	41	-1
IO12	Flächennutzungsplan, 18233 Neubukow	40	39.6	40	0

Tabelle 11.1: Ergebnisse der Immissionsprognose

Mit Ausnahme der Immissionsorte IO1, IO3, IO6, IO7 und IO11 wird der Immissionsrichtwert unter den o.g. Voraussetzungen an alle Immissionsorten unterschritten oder eingehalten.

Die Überschreitung des Beurteilungspegels der Immissionsorte IO1, IO3, IO6, IO7 und IO11 beträgt nicht mehr als 1 dB(A). Nach Nr. 3.2.1 Abs. 3 der TA Lärm [1] dürfen Genehmigungen geplanter Anlagen bei geringfügiger Überschreitung des maßgeblichen Richtwertes auf Grund der Vorbelastung nicht versagt werden, wenn dauerhaft sichergestellt ist, dass diese Überschreitungen nicht mehr als 1 dB(A) betragen.

Unter den, in 10 „Qualität der Prognose“ dargestellten Bedingungen ist gemäß [6, 11] von einer ausreichenden Prognosesicherheit auszugehen und somit bestehen aus der Sicht des Schallimmissionsschutzes keine Bedenken gegen die Errichtung und den Betrieb der hier geplanten Windenergieanlagen.

Zusammenfassend sind von den geplanten Windenergieanlagen keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche zu erwarten.

12 Abkürzungs- und Symbolverzeichnis

A	Dämpfung
AB	Außenbereich
A_{atm}	Dämpfung durch die Luftabsorption
A_{bar}	Dämpfung aufgrund der Abschirmung (Schallschutz)
Abb.	Abbildung
A_{div}	Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung
A_{gr}	Bodendämpfung
A_{misc}	Dämpfung aufgrund verschiedener Effekte (Bewuchs, Bebauung, Industrie)
Bez.	Bezeichnung
dB(A)	A-bewerteter Schalldruckpegel
C_{met}	Meteorologische Korrektur
D_c	Richtwirkungskorrektur
d_p	Abstand zwischen Schallquelle und Empfänger
GK	Gauß – Krüger
h_m	mittlere Höhe (in Meter) des Schallausbreitungsweges über dem Boden
h_r	Höhe des Immissionspunktes über Grund (in WindPRO 5m)
h_s	Höhe der Quelle über dem Grund (Nabenhöhe)
i	Index für alle Geräuschquellen von 1-n
IRW	Lärm- Immissionsrichtwerte
kTN	Tonhaltigkeit
K_{Ti}	Zuschlag für Tonhaltigkeit einer Emissionsquelle i
K_{Ii}	Zuschlag für Impulshaltigkeit einer Emissionsquelle i
L_{AT}	Beurteilungspegel am Immissionspunkt
L_{ATi}	Schallimmissionspegel an dem Immissionspunkt einer Emissionsquelle i
LWA	Schalleistungspegel der Punktschallquelle A-bewertet
M	Gemischten Bauflächen
MD	Dorfgebiet
MI	Mischgebiet
NHN	Normalhöhenull
Nr.	Nummer
OVB	Oberer Vertrauensbereich
s	Standardabweichung
UTM	Universal Transverse Mercator
WEA	Windenergieanlage
WKA	Windkraftanlage
α_{500}	Absorptionskoeffizient der Luft (= 1.9 dB/km)
σ_{ges}	Gesamtstandardabweichung
σ_R	Standardabweichung der Messergebnisse
σ_P	Produktionsstandardabweichung, Produktstreuung
σ_{Progn}	Standardabweichung des Prognoseverfahrens
v_{10}	Windgeschwindigkeit in 10 m über Grund
W	Wohnbauflächen
WA	Allgemeines Wohngebiet
WR	Reines Wohngebiet

13 Literaturverzeichnis

- [1] *TA-Lärm; Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm vom 26.08.98; Geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (Banz AT 08.06.2017 B5)*
- [2] *DIN ISO 9613-2; Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien; Okt. 99*
- [3] *BImSchG; Bundes-Immissionsschutzgesetz*
- [4] *FGW; Technische Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Fördergesellschaft Windenergie e.V. (FGW)*
- [5] *DIN EN 61400-11 Windenergieanlagen - Teil 11: Schallmessverfahren (IEC 61400-11:2012); Deutsche Fassung EN 61400-11:2013*
- [6] *LAI; Schallimmissionsschutz in Genehmigungsverfahren von Windenergieanlagen Empfehlungen des Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“ der Immissionsschutzbehörden und Messinstitute*
- [7] *Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen, Bericht über Ergebnisse des Messprojekts 2013-2015, Stand: Februar 2016;*
- [8] *OpenStreetMap, © OpenStreetMap-Mitwirkende, www.openstreetmap.org/copyright*
- [9] *EMD International A/S; WindPRO; WindPRO Version 4.0.422*
- [10] *www.din.de; Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Fassung 2015-05.1*
- [11] *LAI; Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA), Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016, Stand 30.06.2016*
- [12] *Landesamt für innere Verwaltung M-V – Amt für Geoinformation, Vermessungs- und Katasterwesen; DGM25_Neubukow.zip; Übermittelt per E-Mail mit dem Betreff: „Bereitstellung DGM25 Neubukow“ am 14.02.2019*
- [13] *Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt (LUNG); LAI-Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA) vom 30.06.2016; vom 10.01.2018*
- [14] *Wind-projekt Ingenieur- und Projektentwicklungsgesellschaft mbH; 210222_WP Buschmühlen_Anlagenkonfiguration_4x150+Vorbelastung.xls, 210202_WP Buschmühlen - Schallprognose Gesamtbelastung Nacht.pdf; Übermittelt per E-Mail mit dem Betreff: „AW: WP Buschmühlen Repowering / Rev. Schall+Schatten+Standicherheit am 22.02.2021*
- [14.1] *Wind-projekt Ingenieur- und Projektentwicklungsgesellschaft mbH; 180424_Schallbericht LAI_WP Buschmühlen_032SC218-01.pdf; Übermittelt per E-Mail mit dem Betreff: „Windpark Buschmühlen / Angebot Schall/Schatten/Turbulenz“ am 30.01.2019*
- [14.2] *Wind-projekt Ingenieur- und Projektentwicklungsgesellschaft mbH; 038SC315-08 Schall 03-2018.pdf; Übermittelt per E-Mail mit dem Betreff: „Windpark Buschmühlen / Schallgutachten“ am 08.02.2019*
- [14.3] *eno energy systems GmbH, Prognose des Schalleistungspegels für die Windenergieanlage eno 152, Dokument: eno15x_Schalleistungspegel_de_rev0.docx, Datum: 19.08.2020*
- [15] *Vestas Wind Systems A/S; Eingangsrößen für Schallimmissionsprognosen Vestas V150-5.6/6.0 MW; Dokument Nr.: 0079-9481.V07; Datum: 19.03.2021*

- [16] *Satzung über den Bebauungsplan Nr. 6.1 „Gutshotel Rakow“ der Gemeinde am Salzhaff im Verfahren nach § 13a BAUGB; Planungsstand: 27 März 2013*

- [16.1] *Stadt Neubukow, Flächennutzungsplan Kreis Bad Doberan, Land Mecklenburg-Vorpommern, Stand September 1996*

- [17] *WIND-consult GmbH, Berechnung der Schallimmission durch Windenergieanlagen (WEA), Standort 18233 Buschmühlen, Mecklenburg-Vorpommern, Prüfbericht WICO 032SC218/01, Datum 24. April 2018*

- [17.1] *Wind-projekt Ingenieur- und Projektentwicklungsgesellschaft mbH, „220608_STN LUNG.pdf“, übermittelt per E-Mail mit dem Betreff: „WP Buschmühlen / Schall+Schatten“ am 07.11.2023*



Abbildung 1: Sägezahn-Hinterkante an Vestas-Windenergieanlagen

Da STE an der hauptsächlichen Geräuschquelle ansetzen, können sie zudem dazu beitragen, den Schalleistungspegel insgesamt zu senken. Eine Schalleistungsbestimmung gemäß IEC 61400-11 ergab eine mögliche Senkung der Geräuschemissionen einer Windenergieanlage je nach Geräuschmodus um bis zu 1-3 dB (A) (Abbildung 2).

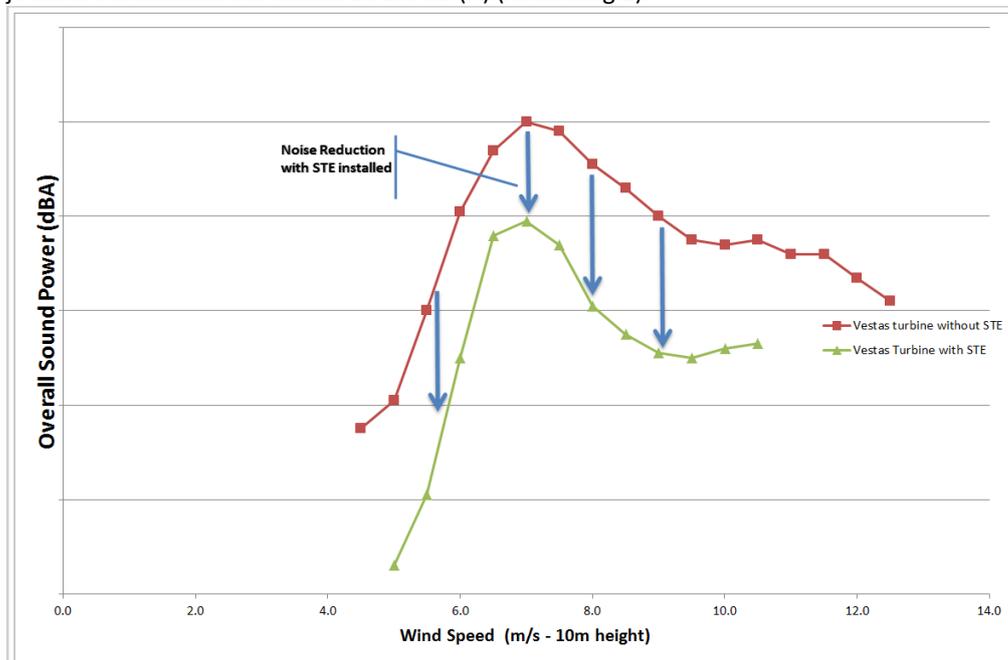


Abbildung 2: Geräuschkurve nach IEC 61400: Vergleich von Windenergieanlagen mit und ohne STE

3. Generatorlasten Windenergieanlage

STE sind so konzipiert, dass sie unter Betriebsbedingungen so wenig Last wie möglich auf dem Rotorblatt erzeugen. Daher werden weder die Leistungskurve noch die axialen Koeffizienten wesentlich beeinflusst. Dasselbe gilt für Windparks, da STE keinen Einfluss auf

die mit der leeseitig stehenden Windenergieanlage interagierende entfernte Wirbelströmung haben.

4. Äußere, Schnittstelle und Material

STE-Teile bestehen aus Kunststoff und ihre maximale Länge beträgt 500 mm oder weniger, um die sichere Handhabung durch die Techniker zu gewährleisten. Daher wiegen STE-Teile stets bedeutend weniger als 500 Gramm und ihre Montage oder Reparatur vor Ort ist einfach.

STE werden am Blatt festgeklebt und die Klebefläche wird mit Dichtmasse geschützt, damit sie widrigen Witterungsverhältnissen standhält. Die Klebtechnik ist hochmodern und wurde durch umfassende Tests bei Vestas für extreme Belastungen und extreme Wetterbedingungen validiert. Die Ergebnisse waren positiv und es werden keine Fehler erwartet. Seit März 2015 wurden mehr als 2000 Vestas Blades mit mehr als 100 000 STE-Teilen installiert. Seit dem 7.9.2016 gab es keine Beanstandungen zum Geräuschpegel.

Im unwahrscheinlichen Fall von defekten Sägezahnteilen (auch als Kerbungsteile bezeichnet) werden keinerlei Auswirkungen auf die Geräuschentwicklung erwartet, bis vier oder mehr Teile pro Rotorblatt ausfallen. In diesem Fall haben Service-Teams Anweisungen zur Reparatur der fehlenden Sägezähne.



Bild 3: Sägezähne nach der Montage an einem Blatt oben am Turm



Berechnung der Schattenwurfdauer für die Errichtung
und den Betrieb von vier Windenergieanlagen
am Standort Buschmühlen

Bericht Nr.: I17-SCHATTEN-2019-18 Rev.02



Berechnung der Schattenwurfdauer für die Errichtung und den Betrieb von
vier Windenergieanlagen am Standort Buschmühlen

Bericht-Nr. I17-SCHATTEN-2019-18 Rev.02

Auftraggeber: WIND-projekt
Ingenieur- und Projektentwicklungsgesellschaft mbH
Seestraße 71 A

18211 Börgerende

Auftragnehmer: I17-Wind GmbH & Co. KG
Robert-Koch-Straße 29
25813 Husum

Tel.: 04841 – 87596 – 0
E-Mail: mail@i17-wind.de
Internet: www.i17-wind.de

Datum: 14. November 2023

Haftungsausschluss und Urheberrecht

Die vorliegende Revision des Schattenwurfgutachtens für die geplanten Windenergieanlagen (WEA) am Standort Buschmühlen wurde von der WIND-projekt Ingenieur- und Projektentwicklungsgesellschaft mbH im Juli 2023 bei der I17-Wind GmbH & Co. KG in Auftrag gegeben. Das Schattenwurfgutachten wurde nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch und nach dem gegenwärtigen Stand von Wissenschaft und Technik erstellt. Für die Daten die nicht von der I17-Wind GmbH & Co. KG ermittelt, erhoben und verarbeitet wurden, kann keine Garantie übernommen werden. Eine auszugsweise Vervielfältigung dieses Berichtes ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der I17-Wind GmbH & Co. KG erlaubt.

Urheber des vorliegenden Schattenwurfimmissionsgutachtens ist die I17-Wind GmbH & Co. KG. Der Auftraggeber erhält nach § 31 Urheberrechtsgesetz das einfache Nutzungsrecht, welches nur durch Zustimmung des Urhebers übertragen werden kann. Eine Bereitstellung zum uneingeschränkten Download in elektronischen Medien ist ohne gesonderte Zustimmung des Urhebers nicht gestattet.

Für die physikalische Einhaltung der prognostizierten Werte an den Immissionsorten können seitens des Gutachters keine Garantien übernommen werden. Die Ergebnisse basieren auf vom Auftraggeber und Anlagenhersteller zur Verfügung gestellten Angaben zum Standort und der Windenergieanlagen.

Akkreditierung

Die I17-Wind GmbH & Co. KG ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) für die Bereiche „Erstellen von Schallimmissionsprognosen für Windenergieanlagen; Erstellen von Schattenwurfimmissionsprognosen für Windenergieanlagen; Prüfung der Standorteignung von Windenergieanlagen mittels Berechnung (Turbulenzgutachten)“ akkreditiert. Die Registriernummer der Urkunde lautet D-PL-21268-01-00. Diese kann angefragt, oder in der Datenbank der akkreditierten Stellen der DAkkS eingesehen werden.

Die I17-Wind GmbH & Co. KG ist Mitglied im Sachverständigenbeirat des Bundesverbandes WindEnergie (BWE) e.V.

Revisionsnummer	Revisionsdatum	Änderung	Bearbeiter
0	06.03.2019	Erstellung des Gutachtens	D. Kramer
1	24.02.2021	Änderung ZB, zusätzliche IO	D. Kramer
2	14.11.2023	Aufnahme eines weiteren IO, zusätzliche VB	D. Kramer

Bearbeitet

B. Eng. Dennis Kramer,
Sachverständiger
Husum, 14.11.2023



Geprüft

M. Sc. Thea Siuts,
Sachverständige
Husum, 17.11.2023



Freigegeben

B. Eng. Dennis Kramer,
Sachverständiger
Husum, 17.11.2023



Dieses Dokument wurde digital signiert und die Integrität des Dokuments wurde überprüft. Das zugehörige Zertifikat kann von der I17-Wind GmbH & Co. KG auf Anfrage gerne zur Verfügung gestellt werden.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	6
Tabellenverzeichnis.....	6
1 Aufgabenstellung.....	7
2 Örtliche Beschreibung.....	7
3 Beurteilungsgrundlagen	9
3.1 Berechnungs- und Beurteilungsverfahren	9
4 Beschreibung der geplanten Windenergieanlagen.....	10
4.1 Anlagenbeschreibung.....	10
4.2 Positionen der geplanten Windenergieanlagen.....	10
5 Vorbelastung	11
6 Einwirkungsbereich der Windenergieanlagen und Immissionsorte	12
7 Rechenergebnisse und Beurteilungen	17
8 Zusammenfassung.....	26
9 Abkürzungs- und Symbolverzeichnis.....	27
10 Literaturverzeichnis.....	28
Anhang 1 / Übersichtskarte der Gesamtbelastung mit Iso-Schattenlinien (Gesamtdarstellung).....	29
Anhang 2 / Hauptergebnis Berechnungsergebnisse der Vorbelastung	31
Anhang 3 / Hauptergebnis Berechnungsergebnisse der Zusatzbelastung.....	36
Anhang 4 / Hauptergebnis Berechnungsergebnisse der Gesamtbelastung	41
Anhang 5 / Fotodokumentation der Immissionsorte.....	46

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: WEA Standorte, Kartenmaterial [3]	8
Abbildung 6.1: Einwirkungsbereich der neu geplanten WEA und Lage der Schattenrezeptoren, Kartenmaterial [5]	13

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1: Positionen der geplanten WEA [5]	10
Tabelle 5.1: Positionen der Bestandsanlagen am Standort [5, 7.1]	11
Tabelle 6.1: Immissionsorte	16
Tabelle 7.1: Analyseergebnisse Vorbelastung.....	19
Tabelle 7.2: Analyseergebnisse Zusatzbelastung	22
Tabelle 7.3: Analyseergebnisse Gesamtbelastung.....	25

1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant die Errichtung und den Betrieb von vier Windenergieanlagen (WEA) des Herstellers Vestas vom Typ V150-5.6 MW auf einer Nabenhöhe von 125.0 m. Das Standortzentrum liegt ca. 1.7 km westlich der Kleinstadt Neubukow im Landkreis Rostock in Mecklenburg-Vorpommern. Die vier neu geplanten WEA stellen ein sogenanntes „Repowering“ dar, d.h. im Zuge der Errichtung der geplanten vier WEA erfolgt ein Rückbau von fünf Altanlagen innerhalb eines bestehenden Windparks, welcher im vorliegenden Gutachten als Vorbelastung berücksichtigt wird.

Eine WEA mit einer Gesamthöhe von mehr als 50 Metern stellt nach der 4. BImSchV eine genehmigungsbedürftige Anlage dar, welche das Genehmigungsverfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) [2] zu durchlaufen hat. Für das Genehmigungsverfahren nach dem BImSchG [2] ist der Nachweis der Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte für die Schattenwurfimmissionen zu führen. Die Berechnungen sollen Auskunft darüber geben, ob schädliche Umwelteinwirkungen durch Schattenwurf von den geplanten Anlagen ausgehen können.

2 Örtliche Beschreibung

Das Standortzentrum liegt ca. 1.7 km westlich der Kleinstadt Neubukow im Landkreis Rostock in Mecklenburg-Vorpommern.

In ca. 1.2 km Entfernung, von den geplanten WEA-Standorten, liegt im Nordwesten das Dorf Rakow und in ca. 900 m Entfernung, Richtung Norden, die kleine Ortschaft Buschmühlen. Östlich gelegen, ca. 1.5 km entfernt, befinden sich die nächstgelegenen Bebauungen von der Ortschaft Neubukow. Der Ort Questin ist ca. 1.3 km in südsüdwestlicher Richtung von den geplanten Standorten zu finden.

Das Gelände des Windparks variiert in der Höhe zwischen ca. 30 m und 50 m über NHN. Die Angaben zu den Geländehöhen wurden dem DGM 25 des Landes Mecklenburg-Vorpommern [6] entnommen. Die Landschaft in unmittelbarer Umgebung des geplanten Windparks besteht vornehmlich aus landwirtschaftlich genutzten Ackeranbauflächen und kleinen Gewässern. Einzig im Süden von den Standorten ist eine bewaldete Fläche. Die Bundesstraße „B 105“ verläuft östlich des Windparks in Nord-Süd Richtung. Im Westen und Norden verlaufen Landstraßen die die umliegenden Ortschaften Questin, Rakow, Buschmühlen und die Kleinstadt Neubukow miteinander verbinden.

Für die Koordinatenangaben in diesem Gutachten findet das System UTM ETRS 89 Zone 33 Anwendung. Die Windenergieanlagenpositionen sind in der nachfolgenden Abbildung 2.1 dargestellt.

3 Beurteilungsgrundlagen

3.1 Berechnungs- und Beurteilungsverfahren

Die hier zu untersuchenden Immissionen durch direkten Schattenwurf des Rotors können bei drehendem Rotor störend wirken. Aus der Anzahl der Rotorblätter und der Drehzahl des Rotors ergibt sich die jeweilige Frequenz mit der wechselnde Lichtverhältnisse im Schattenbereich auftreten können. Bei den gegenwärtigen Anlagengrößen handelt es sich um niedrige Frequenzen im Bereich von ca. 0.5 bis 3 Hz. Die Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [1] hat die federführend vom staatlichen Umweltamt Schleswig unter Mitarbeit von Fachleuten, Gutachtern, Gewerbeaufsichtsdirektoren und Weiteren erarbeiteten *Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windkraftanlagen, Aktualisierung 2019 (WKA-Schattenwurfhinweise)* [1] im Jahr 2020 als Standard anerkannt. Die WEA-Schattenwurf-Hinweise enthalten folgende Grenzwerte:

- Die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer darf maximal 30 Stunden im Jahr und maximal 30 Minuten am Tag betragen.
- Ein Schattenwurf bei Sonnenständen unter 3 ° ist nicht zu berücksichtigen.
- Wenn am Immissionsort aufgrund der Entfernung zur WEA die Sonne zu weniger als 20 % durch das Rotorblatt verdeckt wird, können die dadurch entstehenden Helligkeitsschwankungen (Schatten) vernachlässigt werden.
- Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu ermöglichen, wird die Berechnung für einen punktförmigen Rezeptor von 0.1 m x 0.1 m in ca. 2 m Höhe durchgeführt.

Die Beschattungsdauer an der umgebenden Bebauung kann für eine oder mehrere WEA in Abhängigkeit von Nabenhöhe und Rotordurchmesser ermittelt werden. Der Berechnung der astronomisch möglichen Beschattungsdauer - dem worst case - liegen folgende Annahmen zu Grunde:

- Es herrscht durchgehender Sonnenschein von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang.
- Die Sonnenstrahlung steht senkrecht zur Rotorkreisfläche.
- Die WEA befindet sich permanent in Betrieb.

Zyklische Lichtblitze / Discoeffekte sowie periodischer Schattenwurf sind Immissionen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes [2]. Durch Verwendung mittelreflektierender Farben (z.B. RAL 7035-HR) und matten Glanzgraden gemäß DIN EN ISO 2813:2015-02 kann Lichtblitzen vorgebeugt werden.

4 Beschreibung der geplanten Windenergieanlagen

4.1 Anlagenbeschreibung

Der Auftraggeber plant am Standort Buschmühlen die Errichtung und den Betrieb von vier Windenergieanlagen des Herstellers Vestas [5]. Nachfolgend werden die Eckdaten der geplanten Windenergieanlagen zusammengefasst:

Hersteller:	Vestas
Anlagentyp:	V150-5.6 MW
Nabenhöhe:	125.0 m
Rotordurchmesser:	150.0 m
Nennleistung:	5.600 kW
Maximale Blatttiefe:	4.24 m
Blatttiefe bei 90% Radius:	1.35 m

4.2 Positionen der geplanten Windenergieanlagen

Der nachfolgenden Tabelle 4.1 sind die Positionen und der Anlagentyp mit Nabenhöhe der geplanten Windenergieanlagen zu entnehmen. Die Angaben zu den Koordinaten wurden vom Auftraggeber übermittelt [5].

W-Nr.	Typ	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Ost	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Nord	Höhe über NHN [m]
1	V150-5.6 MW	125.0	150.0	279894	5991465	43
2	V150-5.6 MW	125.0	150.0	279793	5991761	40
3	V150-5.6 MW	125.0	150.0	279510	5991527	44
4	V150-5.6 MW	125.0	150.0	279500	5991879	41

Tabelle 4.1: Positionen der geplanten WEA [5]

5 Vorbelastung

Im unmittelbaren Umkreis der neu geplanten WEA sind bereits WEA unterschiedlicher Hersteller in Betrieb. Westlich der geplanten Standorte stehen vier Vestas Anlagen des Typs V117-3.3/3.45 MW und südlich zwei Anlagen vom ehemaligen Hersteller Südwind. Diese o.g. sechs WEA werden, neben einer weiteren derzeit geplanten WEA (W11) sowie dem Windpark westlich von Krempin, als Vorbelastung berücksichtigt.

In Tabelle 5.1 sind die Windenergieanlagen mit Typ, Nabenhöhe und Position [5, 7.1] aufgeführt.

Anmerkung:

Die bestehenden WEA W5, W12 bis W14 und W16 bis W25 verursachen an keinem Immissionsort einen Beitrag zum Schattenwurf, siehe Anhang 2 (Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA). Daher kann auf eine Berücksichtigung dieser WEA im Rahmen der Berechnung der Gesamtbelastung verzichtet werden.

W-Nr.	Typ	Nabenhöhe [m]	Rotor-durchmesser [m]	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Ost	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Nord	Höhe über NHN [m]
W5	S77/1500	61.5	77.0	279079	5991354	43
W6	S77/1500	61.5	77.0	279716	5991150	49
W7	V117-3.3/3.45 MW	91.5	117.0	278684	5991937	40
W8	V117-3.3/3.45 MW	91.5	117.0	279026	5991930	37
W9	V117-3.3/3.45 MW	91.5	117.0	278810	5992157	38
W10	V117-3.3/3.45 MW	91.5	117.0	279139	5992210	37
W11	eno 152	124.0	152.0	279137	5991645	40
W12	N100/2500	100.0	99.8	283582	5988826	48
W13	N100/2500	100.0	99.8	283895	5988652	50
W14	N82/1500	80.0	82.0	282654	5988905	37
W15	E-126 E2 / 7.500 kW	135.0	127.0	282778	5990647	23
W16	N133/4800	125.0	133.0	283226	5988803	45
W17	E-82 E2 / 2.300 kW	138.4	82.0	282519	5990049	22
W18	E-70 E4 / 2.300 kW	113.5	71.0	282720	5990284	21
W19	e.n.o. 114-3.5	142.0	114.9	283045	5990427	28
W20	E-92 / 2.350 kW	103.9	92.0	282981	5990095	28
W21	E-82 E2 / 2.300 kW	138.4	82.0	282691	5989528	29
W22	E-92 / 2.350 kW	138.4	92.0	282404	5988749	40
W23	E-70 E4 / 2.300 kW	113.5	71.0	282624	5989153	37
W24	N149/5.X	104.7	149.1	282963	5989207	45
W25	N149/5.X	125.4	149.1	282969	5989696	28

Tabelle 5.1: Positionen der Bestandsanlagen am Standort [5, 7.1]

6 Einwirkungsbereich der Windenergieanlagen und Immissionsorte

Als repräsentative, kritische Immissionsorte wurden die nächstgelegenen Bebauungen gewählt. Laut den WEA-Schattenwurf-Hinweisen des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) [1] sind maßgebliche Immissionsorte u.a.:

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

Die nächstgelegenen Bebauungen, welche diese Kriterien erfüllen, sind der nachfolgenden Abbildung 6.1 sowie der Tabelle 6.1 zu entnehmen. Es wurden insgesamt 112 Immissionsorte untersucht und berücksichtigt. Während einer Standortbesichtigung am 14.03.2019 durch einen Mitarbeiter der I17-Wind GmbH & Co. KG wurde die Lage der Immissionsorte mit dem vorhandenen Kartenmaterial abgeglichen und überprüft. Abweichungen wurden dokumentiert und korrigiert.

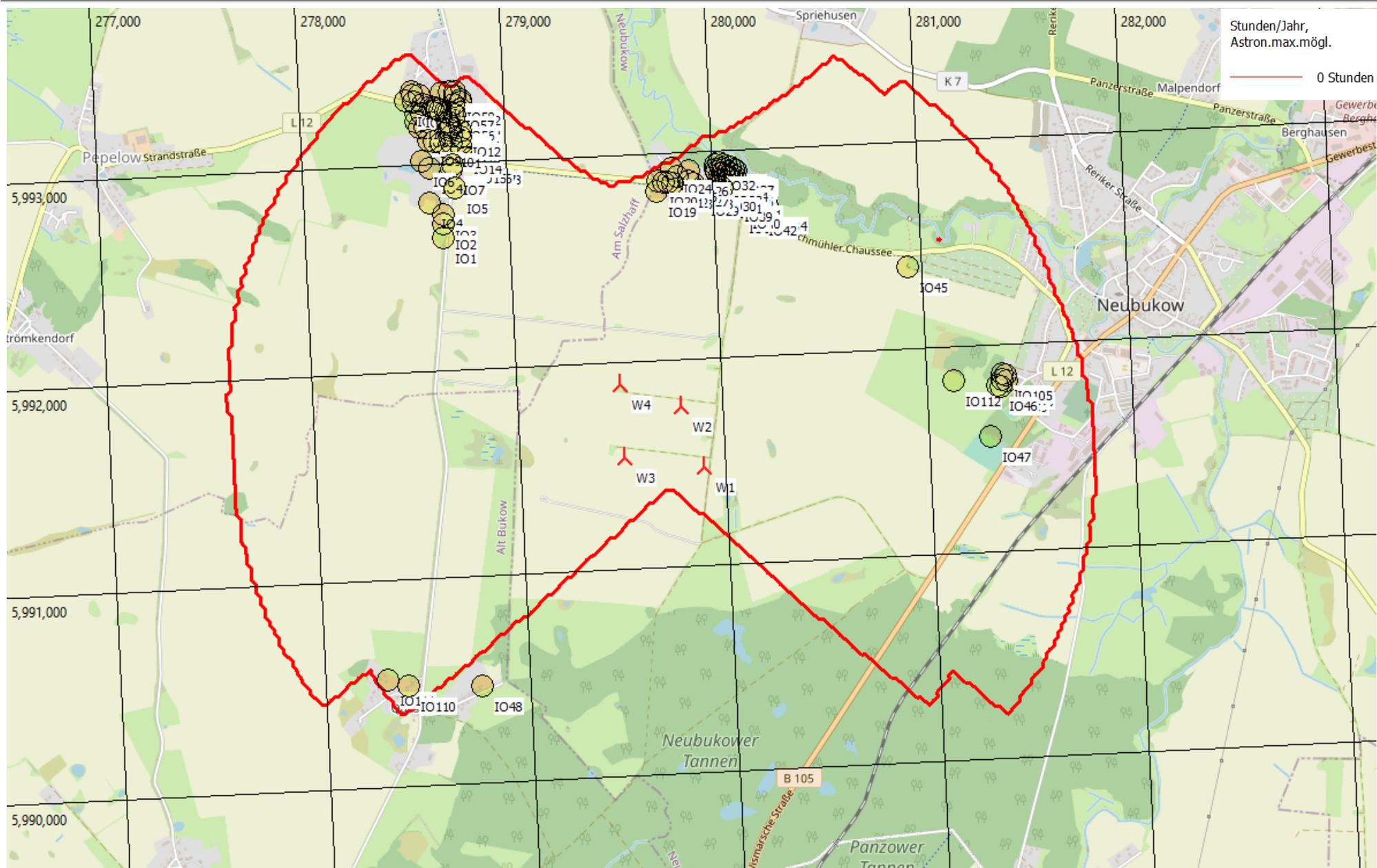


Abbildung 6.1: Einwirkungsbereich der neu geplanten WEA und Lage der Schattenrezeptoren, Kartenmaterial [5]

▲ = neu geplante WEA, ● = Schattenimmissionsort

Die Lage und Bezeichnung der Immissionsorte sind in Tabelle 6.1 zusammengefasst.

Nr.	Bezeichnung	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Ost	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Nord	Höhe über NNH [m]
IO1	Questiner Str. 15, 18233 Rakow	278676	5992629	32
IO2	Questiner Str. 13, 18233 Rakow	278678	5992694	32
IO3	Questiner Str. 11, 18233 Rakow	278680	5992739	30
IO4	B-Plan-Grenze dichteste Gebäude, SO "Hotel"	278619	5992802	29
IO5	Questiner Str. 2, 18233 Rakow	278746	5992868	29
IO6	Parkstr. 9, 18233 Rakow	278590	5993002	28
IO7	Questiner Str. 1a, 18233 Rakow	278731	5992959	30
IO8	Questiner Str. 1, 18233 Rakow	278739	5992981	30
IO9	Parkstr. 7, 18233 Rakow	278626	5993100	29
IO10	Parkstr. 5, 18233 Rakow	278653	5993096	29
IO11	Parkstr. 1, 18233 Rakow	278689	5993088	30
IO12	Dorfstr. 5, 18233 Rakow	278788	5993137	31
IO13	Dorfstr. 3, 18233 Rakow	278784	5993112	30
IO14	Dorfstr. 1, 18233 Rakow	278787	5993058	29
IO15	Lindenallee 2, 18233 Rakow	278810	5993009	30
IO16	Lindenallee 4, 18233 Rakow	278833	5993007	31
IO17	Lindenallee 6, 18233 Rakow	278854	5993003	31
IO18	Lindenallee 8, 18233 Rakow	278880	5993001	31
IO19	Hauptstr. 21, 18233 Buschmühlen	279728	5992804	18
IO20	Hauptstr. 19/20, 18233 Buschmühlen	279735	5992852	17
IO21	Hauptstr. 17, 18233 Neubukow	279760	5992848	17
IO22	Hauptstr. 16, 18233 Neubukow	279783	5992843	17
IO23	Hauptstr. 12, 18233 Neubukow	279806	5992839	17
IO24	Mittelweg 7, 18233 Neubukow	279805	5992909	15
IO25	Mittelweg 2, 18233 Neubukow	279833	5992873	16
IO26	Grüner Weg 5, 18233 Neubukow	279886	5992897	15
IO27	Hauptstr. 11, 18233 Neubukow	279886	5992847	16
IO28	Hauptstr. 10, 18233 Neubukow	279910	5992832	16
IO29	Hauptstr. 8, 18233 Buschmühlen	279933	5992800	17
IO30	Grüner Weg 4a, 18233 Neubukow	280018	5992817	15
IO31	Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	280048	5992803	16
IO32	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	280020	5992918	11
IO33	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	280047	5992846	14
IO34	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	280076	5992860	13
IO35	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	280087	5992850	14
IO36	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	280104	5992835	14
IO37	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	280107	5992890	12
IO38	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	280112	5992857	13
IO39	Grüner Weg 2, 18233 Buschmühlen	280097	5992762	18
IO40	Grüner Weg 1, 18233 Buschmühlen	280133	5992728	19
IO41	Grüner Weg 3, 18233 Buschmühlen	280140	5992772	17
IO42	Hauptstr. 2, 18233 Buschmühlen	280213	5992692	19
IO43	Hauptstr. 3, 18233 Buschmühlen	280223	5992711	19

Nr.	Bezeichnung	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Ost	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Nord	Höhe über NHN [m]
IO44	Hauptstr. 1, 18233 Buschmühlen	280263	5992711	18
IO45	Kleingartenanlage "Nach Feierabend", Neubukow	280936	5992378	19
IO46	Kiefernweg 18, 18233 Neubukow	281343	5991790	37
IO47	Wismarsche Str. 58, 18233 Neubukow	281299	5991543	38
IO48	Waldweg 12, 18233 Questin	278762	5990455	41
IO49	Parkstr. 11, 18233 Rakow	278626	5992969	28
IO50	Dorfstr. 10, 18233 Rakow	278737	5993087	30
IO51	Dorfstr. 12, 18233 Rakow	278741	5993118	30
IO52	Dorfstr. 14a, 18233 Rakow	278732	5993147	30
IO53	Dorfstr. 14, 18233 Rakow	278735	5993159	30
IO54	Dorfstr. 14b, 18233 Rakow	278736	5993172	30
IO55	Dorfstr. 14c, 18233 Rakow	278726	5993189	29
IO56	Dorfstr. 16, 18233 Rakow	278761	5993222	29
IO57	Dorfstr. 16a, 18233 Rakow	278761	5993272	30
IO58	Dorfstr. 18, 18233 Rakow	278765	5993307	30
IO59	Dorfstr. 20, 18233 Rakow	278768	5993329	30
IO60	Elsbeerenweg 2, 18233 Rakow	278739	5993335	30
IO61	Elsbeerenweg 6, 18233 Rakow	278698	5993329	29
IO62	Dorfstr. 17, 18233 Rakow	278796	5993293	30
IO63	Dorfstr. 15, 18233 Rakow	278792	5993277	30
IO64	Dorfstr. 13, 18233 Rakow	278790	5993244	30
IO65	Dorfstr. 11, 18233 Rakow	278788	5993228	30
IO66	Dorfstr. 9, 18233 Rakow	278784	5993192	30
IO67	Dorfstr. 7, 18233 Rakow	278781	5993170	31
IO68	Haffstr. 1b, 18233 Rakow	278727	5993234	29
IO69	Haffstr. 1a, 18233 Rakow	278716	5993238	29
IO70	Haffstr. 1, 18233 Rakow	278689	5993248	29
IO71	Haffstr. 3, 18233 Rakow	278679	5993252	29
IO72	Haffstr. 5, 18233 Rakow	278674	5993253	29
IO73	Haffstr. 7, 18233 Rakow	278668	5993256	28
IO74	Haffstr. 9, 18233 Rakow	278655	5993260	28
IO75	Haffstr. 11, 18233 Rakow	278643	5993264	28
IO76	Haffstr. 13, 18233 Rakow	278604	5993276	28
IO77	Haffstr. 15, 18233 Rakow	278561	5993290	27
IO78	Haffstr. 17, 18233 Rakow	278525	5993298	27
IO79	Haffblick 1a, 18233 Rakow	278555	5993323	27
IO80	Haffblick 1b, 18233 Rakow	278554	5993345	28
IO81	Haffblick 2, 18233 Rakow	278589	5993324	28
IO82	Haffstr. 10, 18233 Rakow	278596	5993236	27
IO83	Haffstr. 10a, 18233 Rakow	278571	5993235	26
IO84	Haffstr. 12, 18233 Rakow	278570	5993197	27
IO85	Haffstr. 16, 18233 Rakow	278585	5993168	29
IO86	Haffstr. 20, 18233 Rakow	278610	5993162	28
IO87	Haffstr. 18, 18233 Rakow	278625	5993190	28
IO88	Haffstr. 6a, 18233 Rakow	278630	5993226	28

Nr.	Bezeichnung	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Ost	Koordinaten UTM ETRS 89 Zone 33 Nord	Höhe über NHN [m]
IO89	Haffstr. 6, 18233 Rakow	278659	5993215	28
IO90	Haffstr. 4, 18233 Rakow	278673	5993210	28
IO91	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	280059	5992868	13
IO92	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	280038	5992873	13
IO93	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	280024	5992884	12
IO94	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	280017	5992898	12
IO95	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	280094	5992870	13
IO96	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	280078	5992881	13
IO97	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	280061	5992891	12
IO98	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	280047	5992902	11
IO99	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	280120	5992884	11
IO100	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	280090	5992903	11
IO101	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	280075	5992910	12
IO102	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	280061	5992917	11
IO103	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	280039	5992927	11
IO104	Grüner Weg 6, 18233 Buschmühlen	280117	5992706	20
IO105	Kiefernweg 7, 18233 Neubukow	281389	5991838	33
IO106	Kiefernweg 6, 18233 Neubukow	281370	5991846	33
IO107	Kiefernweg 14, 18233 Neubukow	281370	5991817	35
IO108	Kiefernweg 13, 18233 Neubukow	281391	5991806	34
IO109	Kiefernweg 17, 18233 Neubukow	281362	5991782	36
IO110	Ackerstr. 2/2a, 18233 Questin	278404	5990469	42
IO111	Ackerstr. 4, 18233 Questin	278303	5990506	41
IO112	Wohnbaufläche, Flächennutzungsplan Neubukow	281132	5991820	36

Tabelle 6.1: Immissionsorte

7 Rechenergebnisse und Beurteilungen

In den nachfolgenden Tabellen sind die Ergebnisse der Analysen sowohl für die Vorbelastung als auch Zusatz- und Gesamtbelastung der im Einwirkungsbereich befindlichen Immissionsorte dargestellt. Überschreitungen der Grenzwerte sind **fett** gekennzeichnet. Im Anhang befinden sich die Ausdrücke der Berechnung der Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung. Die Angabe zu der meteorologischen wahrscheinlichen Beschattungsdauer ist für die Genehmigung eines Vorhabens nicht relevant, kann jedoch Betreibern, Betroffenen und Behörden einen Eindruck über die zu erwartende tatsächliche Schattenwurfbelastung an den Immissionsorten geben. Hierzu wurde die Sonnenscheinwahrscheinlichkeit der Wetterstation Heiligendamm [4] und die vom Kunden übermittelte Windstatistik [7] herangezogen.

Vorbelastung					
Nr.	Immissionsort	Astron. max. mögl. Beschattungsdauer			Met. wahrscheinliche Beschattungsdauer
		Gesamtdauer in Std./ Jahr	Schattentage in Tage/ Jahr	Max. Schattendauer, in Std/ Tag	Max. Schattendauer in Std. / Jahr
IO1	Questiner Str. 15, 18233 Rakow	146:20	131	1:50	15:32
IO2	Questiner Str. 13, 18233 Rakow	109:30	116	1:25	11:08
IO3	Questiner Str. 11, 18233 Rakow	91:16	107	1:12	8:58
IO4	B-Plan-Grenze dichteste Gebäude, SO "Hotel"	73:27	100	1:05	7:08
IO5	Questiner Str. 2, 18233 Rakow	44:31	74	0:50	4:10
IO6	Parkstr. 9, 18233 Rakow	30:44	69	0:30	2:53
IO7	Questiner Str. 1a, 18233 Rakow	27:40	58	0:34	2:29
IO8	Questiner Str. 1, 18233 Rakow	23:25	52	0:32	2:03
IO9	Parkstr. 7, 18233 Rakow	16:59	46	0:27	1:27
IO10	Parkstr. 5, 18233 Rakow	15:21	44	0:26	1:18
IO11	Parkstr. 1, 18233 Rakow	12:44	38	0:25	1:04
IO12	Dorfstr. 5, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00
IO13	Dorfstr. 3, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00
IO14	Dorfstr. 1, 18233 Rakow	7:02	28	0:20	0:34
IO15	Lindenallee 2, 18233 Rakow	11:42	36	0:25	0:57
IO16	Lindenallee 4, 18233 Rakow	9:09	30	0:23	0:44
IO17	Lindenallee 6, 18233 Rakow	7:24	28	0:20	0:35
IO18	Lindenallee 8, 18233 Rakow	4:28	21	0:16	0:20
IO19	Hauptstr. 21, 18233 Buschmühlen	78:34	108	1:05	8:46
IO20	Hauptstr. 19/20, 18233 Buschmühlen	72:13	101	1:02	7:49
IO21	Hauptstr. 17, 18233 Neubukow	72:37	103	1:01	7:56
IO22	Hauptstr. 16, 18233 Neubukow	70:20	105	1:00	7:46
IO23	Hauptstr. 12, 18233 Neubukow	69:43	106	0:59	7:46
IO24	Mittelweg 7, 18233 Neubukow	63:57	98	0:56	6:52
IO25	Mittelweg 2, 18233 Neubukow	65:21	104	0:56	7:12
IO26	Grüner Weg 5, 18233 Neubukow	60:49	104	0:53	6:41
IO27	Hauptstr. 11, 18233 Neubukow	64:13	110	0:53	7:14
IO28	Hauptstr. 10, 18233 Neubukow	62:17	112	0:51	7:08
IO29	Hauptstr. 8, 18233 Buschmühlen	59:09	117	0:47	7:04
IO30	Grüner Weg 4a, 18233 Neubukow	52:19	118	0:42	6:21
IO31	Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	51:01	121	0:42	6:17

Vorbelastung					
Nr.	Immissionsort	Astron. max. mögl. Beschattungsdauer			Met. wahrscheinliche Beschattungsdauer
		Gesamtdauer in Std/ Jahr	Schattentage in Tage/ Jahr	Max. Schattendauer, in Std/ Tag	Max. Schattendauer in Std. / Jahr
IO32	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	<u>51:07</u>	108	<u>0:44</u>	5:46
IO33	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	<u>49:43</u>	116	<u>0:40</u>	5:57
IO34	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	<u>47:37</u>	116	<u>0:39</u>	5:41
IO35	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	<u>47:45</u>	118	<u>0:39</u>	5:45
IO36	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	<u>47:27</u>	120	<u>0:40</u>	5:48
IO37	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	<u>45:27</u>	114	<u>0:38</u>	5:22
IO38	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	<u>46:18</u>	118	<u>0:39</u>	5:35
IO39	Grüner Weg 2, 18233 Buschmühlen	<u>50:12</u>	127	<u>0:39</u>	6:21
IO40	Grüner Weg 1, 18233 Buschmühlen	<u>49:22</u>	132	<u>0:38</u>	6:23
IO41	Grüner Weg 3, 18233 Buschmühlen	<u>47:58</u>	127	<u>0:38</u>	6:05
IO42	Hauptstr. 2, 18233 Buschmühlen	<u>39:16</u>	129	<u>0:33</u>	5:28
IO43	Hauptstr. 3, 18233 Buschmühlen	<u>38:19</u>	136	<u>0:33</u>	5:14
IO44	Hauptstr. 1, 18233 Buschmühlen	<u>33:48</u>	117	<u>0:32</u>	4:45
IO45	Kleingartenanlage "Nach Feierabend", Neubukow	2:04	18	0:11	0:14
IO46	Kiefernweg 18, 18233 Neubukow	4:18	24	0:17	0:34
IO47	Wismarsche Str. 58, 18233 Neubukow	4:18	23	0:17	0:45
IO48	Waldweg 12, 18233 Questin	0:17	12	0:02	0:04
IO49	Parkstr. 11, 18233 Rakow	<u>32:52</u>	70	<u>0:32</u>	3:06
IO50	Dorfstr. 10, 18233 Rakow	7:56	30	0:21	0:38
IO51	Dorfstr. 12, 18233 Rakow	3:12	18	0:13	0:15
IO52	Dorfstr. 14a, 18233 Rakow	0:21	6	0:04	0:01
IO53	Dorfstr. 14, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00
IO54	Dorfstr. 14b, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00
IO55	Dorfstr. 14c, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00
IO56	Dorfstr. 16, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00
IO57	Dorfstr. 16a, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00
IO58	Dorfstr. 18, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00
IO59	Dorfstr. 20, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00
IO60	Elsbeerenweg 2, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00
IO61	Elsbeerenweg 6, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00
IO62	Dorfstr. 17, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00
IO63	Dorfstr. 15, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00
IO64	Dorfstr. 13, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00
IO65	Dorfstr. 11, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00
IO66	Dorfstr. 9, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00
IO67	Dorfstr. 7, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00
IO68	Haffstr. 1b, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00
IO69	Haffstr. 1a, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00
IO70	Haffstr. 1, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00
IO71	Haffstr. 3, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00
IO72	Haffstr. 5, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00

Vorbelastung						
Nr.	Immissionsort	Astron. max. mögl. Beschattungsdauer			Met. wahrscheinliche Beschattungsdauer	
		Gesamtdauer in Std/ Jahr	Schattentage in Tage/ Jahr	Max. Schattendauer, in Std/ Tag	Max. Schattendauer in Std. / Jahr	
IO73	Haffstr. 7, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00	
IO74	Haffstr. 9, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00	
IO75	Haffstr. 11, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00	
IO76	Haffstr. 13, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00	
IO77	Haffstr. 15, 18233 Rakow	2:10	16	0:10	0:10	
IO78	Haffstr. 17, 18233 Rakow	4:37	24	0:15	0:22	
IO79	Haffblick 1a, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00	
IO80	Haffblick 1b, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00	
IO81	Haffblick 2, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00	
IO82	Haffstr. 10, 18233 Rakow	4:53	24	0:15	0:23	
IO83	Haffstr. 10a, 18233 Rakow	7:22	30	0:18	0:36	
IO84	Haffstr. 12, 18233 Rakow	11:20	38	0:22	0:57	
IO85	Haffstr. 16, 18233 Rakow	12:37	40	0:24	1:03	
IO86	Haffstr. 20, 18233 Rakow	11:25	38	0:23	0:57	
IO87	Haffstr. 18, 18233 Rakow	6:48	28	0:18	0:33	
IO88	Haffstr. 6a, 18233 Rakow	2:14	16	0:10	0:10	
IO89	Haffstr. 6, 18233 Rakow	0:30	8	0:05	0:02	
IO90	Haffstr. 4, 18233 Rakow	0:00	0	0:00	0:00	
IO91	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	48:12	114	0:40	5:42	
IO92	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	49:21	113	0:41	5:47	
IO93	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	50:22	112	0:44	5:50	
IO94	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	51:19	110	0:45	5:52	
IO95	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	46:27	116	0:38	5:32	
IO96	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	47:02	114	0:39	5:32	
IO97	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	47:43	112	0:40	5:33	
IO98	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	48:34	110	0:42	5:36	
IO99	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	44:32	115	0:38	5:16	
IO100	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	45:52	112	0:38	5:21	
IO101	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	46:18	110	0:40	5:21	
IO102	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	47:20	110	0:41	5:25	
IO103	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	49:13	108	0:44	5:34	
IO104	Grüner Weg 6, 18233 Buschmühlen	50:46	134	0:38	6:36	
IO105	Kiefernweg 7, 18233 Neubukow	4:49	26	0:17	0:36	
IO106	Kiefernweg 6, 18233 Neubukow	4:37	26	0:17	0:34	
IO107	Kiefernweg 14, 18233 Neubukow	4:33	24	0:16	0:35	
IO108	Kiefernweg 13, 18233 Neubukow	4:47	26	0:17	0:36	
IO109	Kiefernweg 17, 18233 Neubukow	4:30	26	0:17	0:35	
IO110	Ackerstr. 2/2a, 18233 Questin	1:31	17	0:08	0:28	
IO111	Ackerstr. 4, 18233 Questin	0:00	0	0:00	0:00	
IO112	Wohnbaufläche, Flächennutzungsplan Neubukow	2:48	18	0:14	0:23	

Tabelle 7.1: Analyseergebnisse Vorbelastung

I17-SCHATTEN-2019-18 Rev.02

Schattenwurf-Immissionsgutachten Windpark Buschmühlen / Deutschland

Seite 19 von 74

Zusatzbelastung					
Nr.	Immissionsort	Astron. max. mögl. Beschattungsdauer			Met. wahrscheinliche Beschattungsdauer
		Gesamtdauer in Std/ Jahr	Schattentage in Tage/ Jahr	Max. Schattendauer, in Std/ Tag	Max. Schattendauer in Std. / Jahr
IO1	Questiner Str. 15, 18233 Rakow	<u>59:39</u>	114	<u>0:47</u>	7:05
IO2	Questiner Str. 13, 18233 Rakow	<u>56:39</u>	108	<u>0:48</u>	6:23
IO3	Questiner Str. 11, 18233 Rakow	<u>55:12</u>	102	<u>0:48</u>	6:03
IO4	B-Plan-Grenze dichteste Gebäude, SO "Hotel"	<u>49:29</u>	100	<u>0:45</u>	5:22
IO5	Questiner Str. 2, 18233 Rakow	<u>59:12</u>	86	<u>0:51</u>	5:52
IO6	Parkstr. 9, 18233 Rakow	<u>43:28</u>	82	<u>0:44</u>	4:19
IO7	Questiner Str. 1a, 18233 Rakow	<u>50:10</u>	78	<u>0:50</u>	4:52
IO8	Questiner Str. 1, 18233 Rakow	<u>43:50</u>	74	<u>0:49</u>	4:15
IO9	Parkstr. 7, 18233 Rakow	<u>35:15</u>	70	<u>0:43</u>	3:24
IO10	Parkstr. 5, 18233 Rakow	<u>35:40</u>	69	<u>0:43</u>	3:24
IO11	Parkstr. 1, 18233 Rakow	<u>37:12</u>	68	<u>0:45</u>	3:30
IO12	Dorfstr. 5, 18233 Rakow	29:33	54	<u>0:45</u>	2:35
IO13	Dorfstr. 3, 18233 Rakow	<u>33:31</u>	58	<u>0:46</u>	2:58
IO14	Dorfstr. 1, 18233 Rakow	<u>39:17</u>	64	<u>0:48</u>	3:35
IO15	Lindenallee 2, 18233 Rakow	<u>46:21</u>	66	<u>0:54</u>	4:16
IO16	Lindenallee 4, 18233 Rakow	<u>46:00</u>	64	<u>0:55</u>	4:12
IO17	Lindenallee 6, 18233 Rakow	<u>45:38</u>	64	<u>0:56</u>	4:08
IO18	Lindenallee 8, 18233 Rakow	<u>44:05</u>	62	<u>0:58</u>	3:57
IO19	Hauptstr. 21, 18233 Buschmühlen	13:04	36	0:28	1:03
IO20	Hauptstr. 19/20, 18233 Buschmühlen	6:40	26	0:20	0:31
IO21	Hauptstr. 17, 18233 Neubukow	8:32	28	0:23	0:40
IO22	Hauptstr. 16, 18233 Neubukow	10:23	32	0:25	0:49
IO23	Hauptstr. 12, 18233 Neubukow	12:01	34	0:26	0:57
IO24	Mittelweg 7, 18233 Neubukow	3:32	18	0:15	0:16
IO25	Mittelweg 2, 18233 Neubukow	9:26	30	0:23	0:44
IO26	Grüner Weg 5, 18233 Neubukow	9:39	32	0:23	0:46
IO27	Hauptstr. 11, 18233 Neubukow	15:40	40	0:29	1:17
IO28	Hauptstr. 10, 18233 Neubukow	18:53	45	<u>0:31</u>	1:34
IO29	Hauptstr. 8, 18233 Buschmühlen	24:30	52	<u>0:35</u>	2:08
IO30	Grüner Weg 4a, 18233 Neubukow	27:01	56	<u>0:34</u>	2:27
IO31	Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	29:53	62	<u>0:35</u>	2:47
IO32	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	16:05	42	0:28	1:22
IO33	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	25:19	56	<u>0:33</u>	2:18
IO34	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	25:07	56	<u>0:33</u>	2:17
IO35	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	26:37	58	<u>0:33</u>	2:27
IO36	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	28:55	62	<u>0:33</u>	2:43
IO37	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	23:39	54	<u>0:31</u>	2:09
IO38	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	27:14	60	<u>0:33</u>	2:32
IO39	Grüner Weg 2, 18233 Buschmühlen	<u>41:20</u>	70	<u>0:52</u>	3:55
IO40	Grüner Weg 1, 18233 Buschmühlen	<u>54:27</u>	78	<u>1:12</u>	5:10

Zusatzbelastung					
Nr.	Immissionsort	Astron. max. mögl. Beschattungsdauer			Met. wahrscheinliche Beschattungsdauer
		Gesamtdauer in Std/ Jahr	Schattentage in Tage/ Jahr	Max. Schattendauer, in Std/ Tag	Max. Schattendauer in Std. / Jahr
IO41	Grüner Weg 3, 18233 Buschmühlen	<u>42:56</u>	72	<u>0:53</u>	4:05
IO42	Hauptstr. 2, 18233 Buschmühlen	<u>72:02</u>	88	<u>1:18</u>	6:58
IO43	Hauptstr. 3, 18233 Buschmühlen	<u>68:19</u>	86	<u>1:16</u>	6:35
IO44	Hauptstr. 1, 18233 Buschmühlen	<u>70:39</u>	88	<u>1:12</u>	6:53
IO45	Kleingartenanlage "Nach Feierabend", Neubukow	<u>42:59</u>	109	<u>0:35</u>	6:42
IO46	Kiefernweg 18, 18233 Neubukow	22:20	68	<u>0:33</u>	5:06
IO47	Wismarsche Str. 58, 18233 Neubukow	20:51	64	<u>0:32</u>	5:20
IO48	Waldweg 12, 18233 Questin	0:00	0	0:00	0:00
IO49	Parkstr. 11, 18233 Rakow	<u>46:12</u>	83	<u>0:45</u>	4:35
IO50	Dorfstr. 10, 18233 Rakow	<u>37:25</u>	64	<u>0:46</u>	3:26
IO51	Dorfstr. 12, 18233 Rakow	<u>34:50</u>	60	<u>0:44</u>	3:08
IO52	Dorfstr. 14a, 18233 Rakow	<u>32:37</u>	58	<u>0:44</u>	2:54
IO53	Dorfstr. 14, 18233 Rakow	<u>31:23</u>	56	<u>0:44</u>	2:46
IO54	Dorfstr. 14b, 18233 Rakow	29:40	55	<u>0:44</u>	2:36
IO55	Dorfstr. 14c, 18233 Rakow	28:48	54	<u>0:43</u>	2:32
IO56	Dorfstr. 16, 18233 Rakow	21:18	48	<u>0:39</u>	1:49
IO57	Dorfstr. 16a, 18233 Rakow	14:34	42	<u>0:32</u>	1:13
IO58	Dorfstr. 18, 18233 Rakow	9:14	36	0:20	0:46
IO59	Dorfstr. 20, 18233 Rakow	7:40	34	0:17	0:38
IO60	Elsbeerenweg 2, 18233 Rakow	8:46	36	0:18	0:44
IO61	Elsbeerenweg 6, 18233 Rakow	3:08	20	0:12	0:15
IO62	Dorfstr. 17, 18233 Rakow	8:24	34	0:18	0:42
IO63	Dorfstr. 15, 18233 Rakow	10:00	38	0:24	0:50
IO64	Dorfstr. 13, 18233 Rakow	15:07	42	<u>0:34</u>	1:16
IO65	Dorfstr. 11, 18233 Rakow	17:30	44	<u>0:36</u>	1:29
IO66	Dorfstr. 9, 18233 Rakow	22:54	48	<u>0:42</u>	1:58
IO67	Dorfstr. 7, 18233 Rakow	26:05	52	<u>0:43</u>	2:16
IO68	Haffstr. 1b, 18233 Rakow	23:18	50	<u>0:40</u>	2:01
IO69	Haffstr. 1a, 18233 Rakow	23:55	50	<u>0:40</u>	2:04
IO70	Haffstr. 1, 18233 Rakow	25:03	52	<u>0:41</u>	2:10
IO71	Haffstr. 3, 18233 Rakow	25:20	52	<u>0:41</u>	2:12
IO72	Haffstr. 5, 18233 Rakow	25:37	52	<u>0:40</u>	2:14
IO73	Haffstr. 7, 18233 Rakow	25:51	52	<u>0:40</u>	2:15
IO74	Haffstr. 9, 18233 Rakow	26:03	52	<u>0:40</u>	2:16
IO75	Haffstr. 11, 18233 Rakow	26:29	54	<u>0:40</u>	2:19
IO76	Haffstr. 13, 18233 Rakow	12:36	42	0:22	1:04
IO77	Haffstr. 15, 18233 Rakow	13:55	46	0:22	1:12
IO78	Haffstr. 17, 18233 Rakow	14:43	48	0:22	1:17
IO79	Haffblick 1a, 18233 Rakow	11:59	42	0:21	1:01
IO80	Haffblick 1b, 18233 Rakow	10:33	39	0:20	0:53

Zusatzbelastung					
Nr.	Immissionsort	Astron. max. mögl. Beschattungsdauer			Met. wahrscheinliche Beschattungsdauer
		Gesamtdauer in Std/ Jahr	Schattentage in Tage/ Jahr	Max. Schattendauer, in Std/ Tag	Max. Schattendauer in Std. / Jahr
IO81	Haffblick 2, 18233 Rakow	10:09	38	0:20	0:51
IO82	Haffstr. 10, 18233 Rakow	29:51	60	0:39	2:43
IO83	Haffstr. 10a, 18233 Rakow	16:47	52	0:23	1:29
IO84	Haffstr. 12, 18233 Rakow	30:52	66	0:39	2:55
IO85	Haffstr. 16, 18233 Rakow	31:27	66	0:40	2:59
IO86	Haffstr. 20, 18233 Rakow	32:46	66	0:41	3:05
IO87	Haffstr. 18, 18233 Rakow	31:51	62	0:41	2:55
IO88	Haffstr. 6a, 18233 Rakow	29:51	58	0:40	2:41
IO89	Haffstr. 6, 18233 Rakow	29:52	58	0:41	2:39
IO90	Haffstr. 4, 18233 Rakow	30:03	56	0:41	2:40
IO91	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	23:28	54	0:32	2:07
IO92	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	21:55	50	0:32	1:56
IO93	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	19:56	48	0:31	1:44
IO94	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	18:14	46	0:29	1:34
IO95	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	24:49	56	0:32	2:16
IO96	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	22:52	52	0:31	2:03
IO97	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	21:15	50	0:31	1:53
IO98	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	19:25	48	0:30	1:41
IO99	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	24:48	56	0:32	2:17
IO100	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	21:31	52	0:30	1:55
IO101	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	19:43	48	0:30	1:44
IO102	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	18:16	46	0:29	1:35
IO103	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	16:15	44	0:28	1:23
IO104	Grüner Weg 6, 18233 Buschmühlen	58:49	79	1:16	5:34
IO105	Kiefernweg 7, 18233 Neubukow	17:31	63	0:29	3:57
IO106	Kiefernweg 6, 18233 Neubukow	22:14	68	0:33	4:58
IO107	Kiefernweg 14, 18233 Neubukow	21:52	68	0:32	4:56
IO108	Kiefernweg 13, 18233 Neubukow	17:15	61	0:29	3:55
IO109	Kiefernweg 17, 18233 Neubukow	21:29	66	0:32	4:55
IO110	Ackerstr. 2/2a, 18233 Questin	7:33	42	0:15	2:10
IO111	Ackerstr. 4, 18233 Questin	14:52	59	0:20	4:21
IO112	Wohnbaufläche, Flächennutzungsplan Neubukow	32:43	79	0:41	7:21

Tabelle 7.2: Analyseergebnisse Zusatzbelastung

Gesamtbelastung					
Nr.	Immissionsort	Astron. max. mögl. Beschattungsdauer			Met. wahrscheinliche Beschattungsdauer
		Gesamtdauer in Std/ Jahr	Schattentage in Tage/ Jahr	Max. Schattendauer, in Std/ Tag	Max. Schattendauer in Std. / Jahr
IO1	Questiner Str. 15, 18233 Rakow	<u>182:58</u>	131	<u>2:12</u>	<u>19:22</u>
IO2	Questiner Str. 13, 18233 Rakow	<u>146:23</u>	116	<u>1:50</u>	<u>15:00</u>
IO3	Questiner Str. 11, 18233 Rakow	<u>128:53</u>	107	<u>1:38</u>	<u>12:53</u>
IO4	B-Plan-Grenze dichteste Gebäude, SO "Hotel"	<u>107:41</u>	100	<u>1:28</u>	<u>10:40</u>
IO5	Questiner Str. 2, 18233 Rakow	<u>89:48</u>	86	<u>1:20</u>	<u>8:46</u>
IO6	Parkstr. 9, 18233 Rakow	<u>58:38</u>	82	<u>1:00</u>	5:46
IO7	Questiner Str. 1a, 18233 Rakow	<u>73:32</u>	78	<u>1:14</u>	6:57
IO8	Questiner Str. 1, 18233 Rakow	<u>65:50</u>	74	<u>1:10</u>	6:09
IO9	Parkstr. 7, 18233 Rakow	<u>50:53</u>	70	<u>0:58</u>	4:42
IO10	Parkstr. 5, 18233 Rakow	<u>51:00</u>	69	<u>0:59</u>	4:40
IO11	Parkstr. 1, 18233 Rakow	<u>49:56</u>	68	<u>0:59</u>	4:31
IO12	Dorfstr. 5, 18233 Rakow	29:33	54	<u>0:45</u>	2:34
IO13	Dorfstr. 3, 18233 Rakow	<u>33:31</u>	58	<u>0:46</u>	2:56
IO14	Dorfstr. 1, 18233 Rakow	<u>46:19</u>	64	<u>1:04</u>	4:06
IO15	Lindenallee 2, 18233 Rakow	<u>58:03</u>	66	<u>1:13</u>	5:11
IO16	Lindenallee 4, 18233 Rakow	<u>55:09</u>	64	<u>1:14</u>	4:54
IO17	Lindenallee 6, 18233 Rakow	<u>53:02</u>	64	<u>1:15</u>	4:41
IO18	Lindenallee 8, 18233 Rakow	<u>48:33</u>	62	<u>1:13</u>	4:15
IO19	Hauptstr. 21, 18233 Buschmühlen	<u>91:38</u>	108	<u>1:09</u>	<u>9:44</u>
IO20	Hauptstr. 19/20, 18233 Buschmühlen	<u>78:53</u>	101	<u>1:02</u>	<u>8:17</u>
IO21	Hauptstr. 17, 18233 Neubukow	<u>81:09</u>	103	<u>1:03</u>	<u>8:32</u>
IO22	Hauptstr. 16, 18233 Neubukow	<u>80:43</u>	105	<u>1:05</u>	<u>8:31</u>
IO23	Hauptstr. 12, 18233 Neubukow	<u>81:44</u>	106	<u>1:07</u>	<u>8:39</u>
IO24	Mittelweg 7, 18233 Neubukow	<u>67:29</u>	98	<u>0:56</u>	7:05
IO25	Mittelweg 2, 18233 Neubukow	<u>74:47</u>	104	<u>1:01</u>	7:53
IO26	Grüner Weg 5, 18233 Neubukow	<u>70:28</u>	104	<u>1:02</u>	7:23
IO27	Hauptstr. 11, 18233 Neubukow	<u>79:53</u>	110	<u>1:08</u>	<u>8:25</u>
IO28	Hauptstr. 10, 18233 Neubukow	<u>81:10</u>	112	<u>1:06</u>	<u>8:37</u>
IO29	Hauptstr. 8, 18233 Buschmühlen	<u>83:39</u>	117	<u>1:04</u>	<u>9:06</u>
IO30	Grüner Weg 4a, 18233 Neubukow	<u>79:20</u>	118	<u>1:00</u>	<u>8:43</u>
IO31	Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	<u>80:54</u>	121	<u>1:01</u>	<u>8:59</u>
IO32	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	<u>67:12</u>	108	<u>0:56</u>	7:04
IO33	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	<u>75:02</u>	116	<u>0:58</u>	<u>8:10</u>
IO34	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	<u>72:44</u>	116	<u>0:58</u>	7:54
IO35	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	<u>74:22</u>	118	<u>0:58</u>	<u>8:08</u>
IO36	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	<u>76:22</u>	120	<u>0:58</u>	<u>8:26</u>
IO37	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	<u>69:06</u>	114	<u>0:55</u>	7:27
IO38	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	<u>73:32</u>	118	<u>0:57</u>	<u>8:03</u>
IO39	Grüner Weg 2, 18233 Buschmühlen	<u>91:32</u>	127	<u>1:17</u>	<u>10:10</u>
IO40	Grüner Weg 1, 18233 Buschmühlen	<u>102:24</u>	132	<u>1:33</u>	<u>11:16</u>

Gesamtbelastung					
Nr.	Immissionsort	Astron. max. mögl. Beschattungsdauer			Met. wahrscheinliche Beschattungsdauer
		Gesamtdauer in Std/ Jahr	Schattentage in Tage/ Jahr	Max. Schattendauer, in Std/ Tag	Max. Schattendauer in Std. / Jahr
IO41	Grüner Weg 3, 18233 Buschmühlen	<u>90:10</u>	127	<u>1:15</u>	<u>10:00</u>
IO42	Hauptstr. 2, 18233 Buschmühlen	<u>107:10</u>	138	<u>1:25</u>	<u>11:49</u>
IO43	Hauptstr. 3, 18233 Buschmühlen	<u>102:46</u>	136	<u>1:23</u>	<u>11:14</u>
IO44	Hauptstr. 1, 18233 Buschmühlen	<u>99:52</u>	137	<u>1:18</u>	<u>10:58</u>
IO45	Kleingartenanlage "Nach Feierabend", Neubukow	<u>45:03</u>	109	<u>0:37</u>	6:51
IO46	Kiefernweg 18, 18233 Neubukow	26:38	92	<u>0:33</u>	5:35
IO47	Wismarsche Str. 58, 18233 Neubukow	25:09	87	<u>0:32</u>	6:01
IO48	Waldweg 12, 18233 Questin	0:17	12	0:02	0:04
IO49	Parkstr. 11, 18233 Rakow	<u>63:01</u>	83	<u>1:04</u>	6:12
IO50	Dorfstr. 10, 18233 Rakow	<u>45:21</u>	64	<u>1:00</u>	4:03
IO51	Dorfstr. 12, 18233 Rakow	<u>38:02</u>	60	<u>0:54</u>	3:21
IO52	Dorfstr. 14a, 18233 Rakow	<u>32:58</u>	58	<u>0:45</u>	2:54
IO53	Dorfstr. 14, 18233 Rakow	<u>31:23</u>	56	<u>0:44</u>	2:44
IO54	Dorfstr. 14b, 18233 Rakow	29:40	55	<u>0:44</u>	2:35
IO55	Dorfstr. 14c, 18233 Rakow	28:48	54	<u>0:43</u>	2:30
IO56	Dorfstr. 16, 18233 Rakow	21:18	48	<u>0:39</u>	1:48
IO57	Dorfstr. 16a, 18233 Rakow	14:34	42	<u>0:32</u>	1:12
IO58	Dorfstr. 18, 18233 Rakow	9:14	36	0:20	0:46
IO59	Dorfstr. 20, 18233 Rakow	7:40	34	0:17	0:38
IO60	Elsbeerenweg 2, 18233 Rakow	8:46	36	0:18	0:44
IO61	Elsbeerenweg 6, 18233 Rakow	3:08	20	0:12	0:15
IO62	Dorfstr. 17, 18233 Rakow	8:24	34	0:18	0:42
IO63	Dorfstr. 15, 18233 Rakow	10:00	38	0:24	0:50
IO64	Dorfstr. 13, 18233 Rakow	15:07	42	<u>0:34</u>	1:15
IO65	Dorfstr. 11, 18233 Rakow	17:30	44	<u>0:36</u>	1:28
IO66	Dorfstr. 9, 18233 Rakow	22:54	48	<u>0:42</u>	1:57
IO67	Dorfstr. 7, 18233 Rakow	26:05	52	<u>0:43</u>	2:14
IO68	Haffstr. 1b, 18233 Rakow	23:18	50	<u>0:40</u>	1:59
IO69	Haffstr. 1a, 18233 Rakow	23:55	50	<u>0:40</u>	2:03
IO70	Haffstr. 1, 18233 Rakow	25:03	52	<u>0:41</u>	2:09
IO71	Haffstr. 3, 18233 Rakow	25:20	52	<u>0:41</u>	2:11
IO72	Haffstr. 5, 18233 Rakow	25:37	52	<u>0:40</u>	2:12
IO73	Haffstr. 7, 18233 Rakow	25:51	52	<u>0:40</u>	2:14
IO74	Haffstr. 9, 18233 Rakow	26:03	52	<u>0:40</u>	2:15
IO75	Haffstr. 11, 18233 Rakow	26:29	54	<u>0:40</u>	2:18
IO76	Haffstr. 13, 18233 Rakow	12:36	42	0:22	1:03
IO77	Haffstr. 15, 18233 Rakow	16:05	46	<u>0:32</u>	1:21
IO78	Haffstr. 17, 18233 Rakow	19:20	48	<u>0:37</u>	1:38
IO79	Haffblick 1a, 18233 Rakow	11:59	42	0:21	1:00
IO80	Haffblick 1b, 18233 Rakow	10:33	39	0:20	0:53

Gesamtbelastung					
Nr.	Immissionsort	Astron. max. mögl. Beschattungsdauer			Met. wahrscheinliche Beschattungsdauer
		Gesamtdauer in Std/ Jahr	Schattentage in Tage/ Jahr	Max. Schattendauer, in Std/ Tag	Max. Schattendauer in Std. / Jahr
IO81	Haffblick 2, 18233 Rakow	10:09	38	0:20	0:51
IO82	Haffstr. 10, 18233 Rakow	34:44	60	0:47	3:04
IO83	Haffstr. 10a, 18233 Rakow	24:09	52	0:41	2:04
IO84	Haffstr. 12, 18233 Rakow	41:58	66	0:50	3:49
IO85	Haffstr. 16, 18233 Rakow	43:42	66	0:52	3:59
IO86	Haffstr. 20, 18233 Rakow	44:11	66	0:52	4:00
IO87	Haffstr. 18, 18233 Rakow	38:39	62	0:51	3:26
IO88	Haffstr. 6a, 18233 Rakow	32:05	58	0:45	2:50
IO89	Haffstr. 6, 18233 Rakow	30:22	58	0:42	2:40
IO90	Haffstr. 4, 18233 Rakow	30:03	56	0:41	2:38
IO91	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	71:40	114	0:57	7:44
IO92	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	71:16	113	0:56	7:39
IO93	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	70:18	112	0:56	7:29
IO94	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	69:33	110	0:56	7:21
IO95	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	71:16	116	0:57	7:44
IO96	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	69:54	114	0:56	7:31
IO97	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	68:58	112	0:54	7:22
IO98	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	67:59	110	0:54	7:13
IO99	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	69:20	115	0:56	7:29
IO100	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	67:23	112	0:54	7:12
IO101	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	66:01	110	0:53	7:01
IO102	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	65:36	110	0:53	6:57
IO103	Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen	65:28	108	0:54	6:53
IO104	Grüner Weg 6, 18233 Buschmühlen	108:03	134	1:36	11:52
IO105	Kiefernweg 7, 18233 Neubukow	22:20	89	0:29	4:28
IO106	Kiefernweg 6, 18233 Neubukow	26:51	94	0:33	5:27
IO107	Kiefernweg 14, 18233 Neubukow	26:25	92	0:32	5:26
IO108	Kiefernweg 13, 18233 Neubukow	22:02	87	0:29	4:28
IO109	Kiefernweg 17, 18233 Neubukow	25:59	92	0:32	5:26
IO110	Ackerstr. 2/2a, 18233 Questin	9:04	59	0:15	2:36
IO111	Ackerstr. 4, 18233 Questin	14:52	59	0:20	4:17
IO112	Wohnbaufläche, Flächennutzungsplan Neubukow	35:31	97	0:41	7:38

Tabelle 7.3: Analyseergebnisse Gesamtbelastung

Der Grenzwert für die astronomisch maximal mögliche Schattenwurfdauer von 30 Stunden pro Jahr und/oder 30 Minuten pro Tag wird an den Immissionsorten **IO1 bis IO47, IO49 bis IO57, IO64 bis IO75, IO77, IO78, IO82 bis IO104, IO106, IO107, IO109 und IO112** überschritten.

Die meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer in Stunden / Jahr wird an **26** Immissionsorten überschritten.

8 Zusammenfassung

Für das Genehmigungsverfahren nach dem BImSchG [2] ist der Nachweis der Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte für die Schattenwurfimmissionen zu führen. Gemäß den Hinweisen zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen des Länderausschusses für Immissionsschutz [1] darf eine Belastung von 30 Stunden im Jahr oder 30 Minuten pro Tag nicht überschritten werden.

Die durchgeführten Berechnungen kommen zu dem Ergebnis, dass bei der Gesamtbelastung der Grenzwert für die astronomisch maximal mögliche Schattenwurfdauer von 30 Stunden pro Jahr und/oder 30 Minuten pro Tag an den Immissionsorten **IO1 bis IO47, IO49 bis IO57, IO64 bis IO75, IO77, IO78, IO82 bis IO104, IO106, IO107, IO109 und IO112** überschritten wird.

Die Grenzwerte der Immissionsorte **IO1 bis IO8, IO19 bis IO44, IO49 und IO91 bis IO104** werden bereits durch die Vorbelastung ausgeschöpft bzw. überschritten. Für die geplanten Anlagen gilt, dass diese an **keinem** dieser Immissionspunkte einen zusätzlichen Beitrag zur Schattenwurfbelastung verursachen dürfen.

Der Immissionsort **IO48** befindet sich außerhalb des Einwirkungsbereich der geplanten Anlagen.

An den Immissionsorten **IO1 bis IO47, IO49 bis IO57, IO64 bis IO75, IO77, IO78, IO82 bis IO104, IO106, IO107, IO109 und IO112** muss die Rotorschattenwurfdauer durch den Einsatz eines Schattenwurfabschaltmoduls entsprechend den o.g. Anforderungen begrenzt werden. Dieses Modul schaltet die WEA ab, wenn an den relevanten Immissionsorten die vorgegebenen Grenzwerte erreicht sind. Dabei ist zu berücksichtigen, dass eine etwaige Beschattungsdauer durch eine ggf. vorliegende Vorbelastung auch dieser vorbehalten ist. Einer Neuplanung steht an diesen Immissionsorten somit lediglich das verbliebene Beschattungskontingent bis zur Ausschöpfung der Grenzwerte zur Verfügung.

Da der Grenzwert von 30 Stunden pro Kalenderjahr auf Grundlage der astronomisch möglichen Beschattung entwickelt wurde, ist für die Schattenwurfabschaltautomatik der Wert für die tatsächliche, meteorologische Schattendauer auf 8 Stunden pro Kalenderjahr zu berücksichtigen. Ferner ist der Tatsache Rechnung zu tragen, dass sich die Zeitpunkte für den Schattenwurf jedes Jahr leicht verschieben. Hier muss die Abschaltung auf dem realen Sonnenstand basieren.

Die Genehmigung sollte mit der Auflage des Einsatzes eines Schattenwurfabschaltmoduls erteilt werden.

9 Abkürzungs- und Symbolverzeichnis

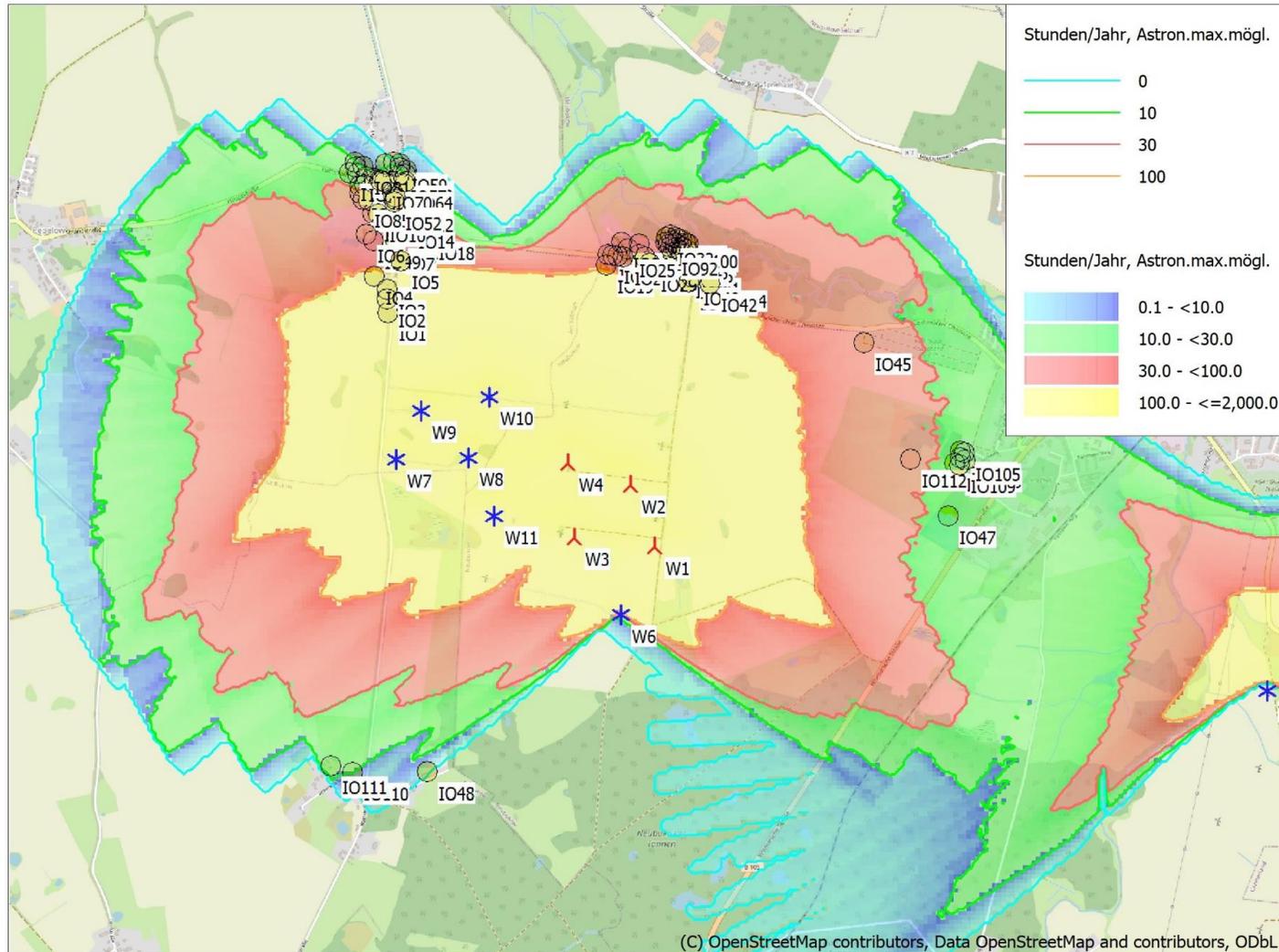
Abb.	Abbildung
Astron.	Astronomisch
Bez.	Bezeichnung
GK	Gauß – Krüger
GPS	Global Positioning System
Hz	Hertz
IO	Immissionsort
Max.	Maximal
Met.	Meteorologisch
NHN	Normalhöhenull
Nr.	Nummer
OT	Ortsteil
Std.	Stunden
UTM	Universal Transverse Mercator
WEA	Windenergieanlage

10 Literaturverzeichnis

- [1] *LAI, Länderausschuss für Immissionsschutz, Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windkraftanlagen, Aktualisierung 2019 (WKA-Schattenwurfhinweise), Stand 23.01.2020*
- [2] *BImSchG, Bundes-Immissionsschutzgesetz*
- [3] *OpenStreetMap, © OpenStreetMap-Mitwirkende, www.openstreetmap.org/copyright*
- [4] *Sonnenwahrscheinlichkeit Wetterstation Heiligendamm, WindPRO-Datenbank WRDC - http://wrd-cmgo.nrel.gov/html/get_data-ap.html*
- [5] *Wind-projekt Ingenieur- und Projektentwicklungsgesellschaft mbH; 210222_WP Buschmühlen_Anlagenkonfiguration_4x150+Vorbelastung.xls; Übermittelt per E-Mail mit dem Betreff: „AW: WP Buschmühlen Repowering / Rev. Schall+Schatten+Standicherheit am 22.02.2021*
- [6] *Landesamt für innere Verwaltung M-V – Amt für Geoinformation, Vermessungs- und Katasterwesen; DGM25_Neubukow.zip; Übermittelt per E-Mail mit dem Betreff: „Bereitstellung DGM25 Neubukow“ am 14.02.2019*
- [7] *Wind-projekt Ingenieur- und Projektentwicklungsgesellschaft mbH; 8_1_Turbulenzgutachten 4 WEA E82E4.pdf; Übermittelt per E-Mail mit dem Betreff: „Windpark Buschmühlen / Angebot Schall/Schatten/Turbulenz“ am 30.01.2019*
- [7.1] *Wind-projekt Ingenieur- und Projektentwicklungsgesellschaft mbH, „220608_STN LUNG.pdf“, übermittelt per E-Mail mit dem Betreff: „WP Buschmühlen / Schall+Schatten“ am 07.11.2023*

Anhang 1 / Übersichtskarte der Gesamtbelastung mit Iso-Schattenlinien (Gesamtdarstellung)

Projekt:
190208_Buschmühlen



SHADOW - Karte
Berechnung:
GB Rev.02

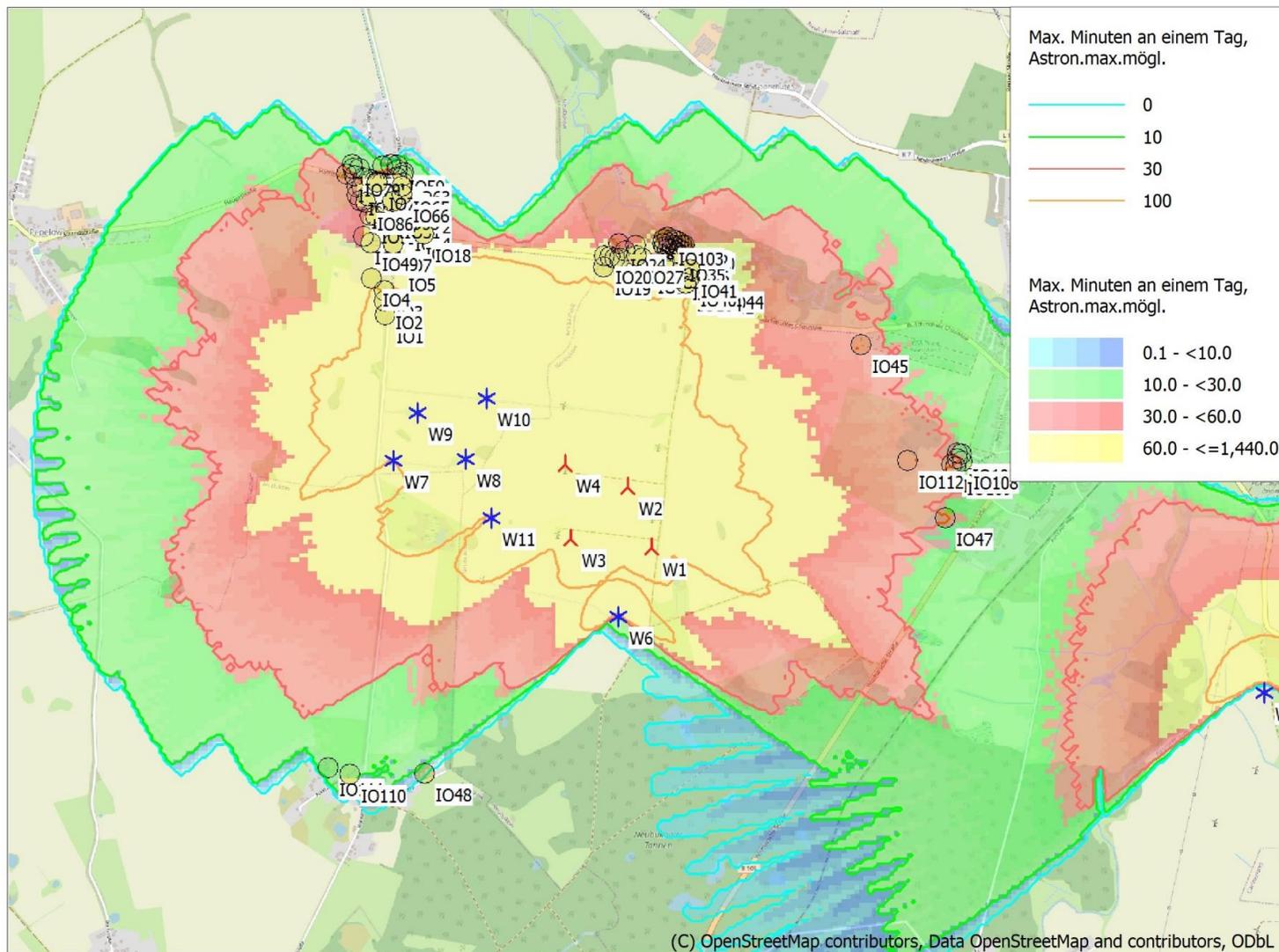
Lizenzierter Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Robert-Koch-Str. 29
DE-25813 Husum
-
Dennis Kramer / dennis.kramer@i17-wind.de
Berechnet:
14.11.2023 08:23/4.0.422

0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:30,000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 279,801 Nord: 5,991,678

▲ Neue WEA
 ★ Existierende WEA
 ● Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: 190208_Buschmühlen_EMDGrid_0.wpg (3)
 Zeitschritt: 3 Minuten, Schrittweite: 7 Tag(e), Kartenaufösung: 20 m, Sichtbarkeit Auflösung: 10 m, Augenhöhe: 1.5 m



Projekt:
190208_Buschmühlen

**SHADOW -
Karte**
Berechnung:
GB Rev.02

Lizenzierter Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Robert-Koch-Str. 29
DE-25813 Husum

Dennis Kramer / dennis.kramer@i17-wind.de
Berechnet:
14.11.2023 08:23/4.0.422

▲ Neue WEA
 ★ Existierende WEA
 ● Schattenrezeptor
 Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:30,000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 279,801 Nord: 5,991,678
 Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: 190208_Buschmühlen_EMDGrid_0.wpg (3)
 Zeitschritt: 3 Minuten, Schrittweite: 7 Tag(e), Kartenauflösung: 20 m, Sichtbarkeit Auflösung: 10 m, Augenhöhe: 1.5 m

Anhang 2 / Hauptergebnis Berechnungsergebnisse der Vorbelastung

Projekt:
190208_Buschmühlen

Lizenzierter Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Robert-Koch-Str. 29
DE-25813 Husum

Dennis Kramer / dennis.kramer@i17-wind.de
Berechnet:
14.11.2023 08:17/4.0.422

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: VB Rev.02

Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

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

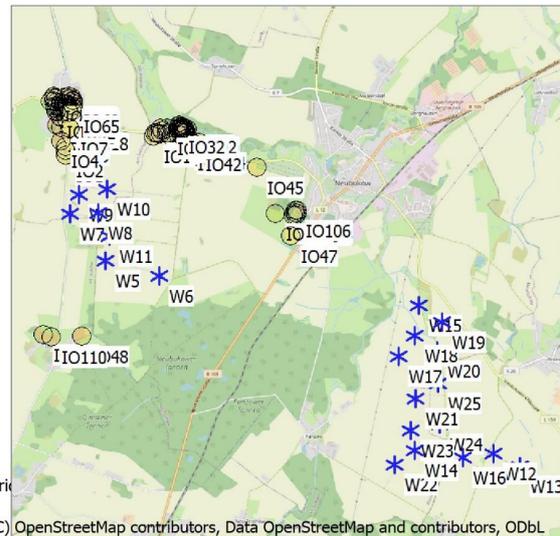
Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HEILIGENDAMM]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1.39 2.32 3.70 5.75 8.12 7.70 7.33 7.20 5.12 3.48 1.79 1.03

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:
Terraindaten: Buschmühlen STATGEN

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
344 370 320 500 690 685 754 807 1,144 1,223 997 513 8,346

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: Höhenraster-Objekt: 190208_Buschmühlen_EMDGr
Rasterauflösung: 1.0 m

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-ETRS89 Zone: 33



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

Maßstab 1:75,000
* Existierende WEA * Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
	[m]						[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]	
1	279,079	5,991,354	43.3	W5	Ja	NORDEX	S77-1,500	1,500	77.0	61.5	1,505	17.3
2	279,716	5,991,150	48.5	W6	Ja	NORDEX	S77-1,500	1,500	77.0	61.5	1,505	17.3
3	278,684	5,991,937	39.5	W7	Ja	VESTAS	V117-3.3/3.45MW-3,450	3,450	117.0	91.5	1,715	17.7
4	279,026	5,991,930	37.0	W8	Ja	VESTAS	V117-3.3/3.45MW-3,450	3,450	117.0	91.5	1,715	17.7
5	278,810	5,992,157	37.7	W9	Ja	VESTAS	V117-3.3/3.45MW-3,450	3,450	117.0	91.5	1,715	17.7
6	279,139	5,992,210	36.8	W10	Ja	VESTAS	V117-3.3/3.45MW-3,450	3,450	117.0	91.5	1,715	17.7
7	279,137	5,991,645	39.9	W11	Nein	e.n.o.	eno 152-5,600	5,600	152.0	124.0	1,921	10.2
8	283,582	5,988,826	47.5	W12	Ja	NORDEX	N100/2500-2,500	2,500	99.8	100.0	1,700	14.9
9	283,895	5,988,652	50.0	W13	Ja	NORDEX	N100/2500-2,500	2,500	99.8	100.0	1,700	14.9
10	282,654	5,988,905	36.5	W14	Nein	NORDEX	N82-1,500	1,500	82.0	80.0	2,500	18.0
11	282,778	5,990,647	23.4	W15	Nein	ENERCON	E-126-7,500	7,500	127.0	135.0	2,944	12.0
12	283,226	5,988,803	45.0	W16	Nein	NORDEX	N133/4.8-4,800	4,800	133.0	125.0	1,742	12.2
13	282,519	5,990,049	21.8	W17	Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	138.4	1,599	18.0
14	282,720	5,990,284	21.0	W18	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	113.5	1,642	20.0
15	283,045	5,990,427	28.0	W19	Nein	e.n.o.	e.n.o. 114-3,500	3,500	114.9	142.0	1,974	11.8
16	282,981	5,990,095	28.3	W20	Ja	ENERCON	E-92 2,3 MW-2,350	2,350	92.0	103.9	1,516	17.0
17	282,691	5,989,528	29.3	W21	Ja	ENERCON	E-82 E2-2,300	2,300	82.0	138.4	1,599	18.0
18	282,404	5,988,749	39.6	W22	Ja	ENERCON	E-92 2,3 MW-2,350	2,350	92.0	138.4	1,513	17.0
19	282,624	5,989,153	37.1	W23	Ja	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2,300	2,300	71.0	113.5	1,642	20.0
20	282,963	5,989,207	44.8	W24	Nein	NORDEX	N149/5.X-5,700	5,700	149.1	104.7	1,840	12.0
21	282,969	5,989,696	27.9	W25	Nein	NORDEX	N149/5.X-5,700	5,700	149.1	125.4	1,839	12.0

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	IO1	278,676	5,992,629	32.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
B	IO2	278,678	5,992,694	31.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
C	IO3	278,680	5,992,739	30.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
D	IO4	278,619	5,992,802	28.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
E	IO5	278,746	5,992,868	28.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
190208_Buschmühlen

Lizenzierter Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Robert-Koch-Str. 29
DE-25813 Husum
-
Dennis Kramer / dennis.kramer@i17-wind.de
Berechnet:
14.11.2023 08:17/4.0.422

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: VB Rev.02

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
		[m]		[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
F IO6	278,590	5,993,002	27.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
G IO7	278,731	5,992,959	29.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
H IO8	278,739	5,992,981	30.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
I IO9	278,626	5,993,100	29.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
J IO10	278,653	5,993,096	29.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
K IO11	278,689	5,993,088	29.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
L IO12	278,788	5,993,137	31.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
M IO13	278,784	5,993,112	30.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
N IO14	278,787	5,993,058	29.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
O IO15	278,810	5,993,009	30.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
P IO16	278,833	5,993,007	30.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
Q IO17	278,854	5,993,003	30.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
R IO18	278,880	5,993,001	31.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
S IO19	279,728	5,992,804	18.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
T IO20	279,735	5,992,852	17.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
U IO21	279,760	5,992,848	16.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
V IO22	279,783	5,992,843	16.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
W IO23	279,806	5,992,839	16.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
X IO24	279,805	5,992,909	15.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
Y IO25	279,833	5,992,873	15.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
Z IO26	279,886	5,992,897	14.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
AA IO27	279,886	5,992,847	16.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
AB IO28	279,910	5,992,832	16.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
AC IO29	279,933	5,992,800	17.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
AD IO30	280,018	5,992,817	15.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
AE IO31	280,048	5,992,803	15.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
AF IO32	280,020	5,992,918	10.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
AG IO33	280,047	5,992,846	13.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
AH IO34	280,076	5,992,860	13.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
AI IO35	280,087	5,992,850	13.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
AJ IO36	280,104	5,992,835	14.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
AK IO37	280,107	5,992,890	11.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
AL IO38	280,112	5,992,857	12.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
AM IO39	280,097	5,992,762	17.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
AN IO40	280,133	5,992,728	18.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
AO IO41	280,140	5,992,772	16.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
AP IO42	280,213	5,992,692	19.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
AQ IO43	280,223	5,992,711	18.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
AR IO44	280,263	5,992,711	17.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
AS IO45	280,936	5,992,378	19.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
AT IO46	281,343	5,991,790	36.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
AU IO47	281,299	5,991,543	37.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
AV IO48	278,762	5,990,455	41.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
AW IO49	278,626	5,992,969	28.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
AX IO50	278,737	5,993,087	30.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
AY IO51	278,741	5,993,118	30.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
AZ IO52	278,732	5,993,147	30.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
BA IO53	278,735	5,993,159	29.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
BB IO54	278,736	5,993,172	29.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
BC IO55	278,726	5,993,189	29.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
BD IO56	278,761	5,993,222	29.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
BE IO57	278,761	5,993,272	29.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
BF IO58	278,765	5,993,307	30.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
BG IO59	278,768	5,993,329	29.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
BH IO60	278,739	5,993,335	29.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
BI IO61	278,698	5,993,329	29.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
BJ IO62	278,796	5,993,293	30.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
BK IO63	278,792	5,993,277	30.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
BL IO64	278,790	5,993,244	29.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
BM IO65	278,788	5,993,228	29.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
BN IO66	278,784	5,993,192	30.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
BO IO67	278,781	5,993,170	30.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
BP IO68	278,727	5,993,234	28.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
BQ IO69	278,716	5,993,238	28.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
190208_Buschmühlen

Lizenzierter Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Robert-Koch-Str. 29
DE-25813 Husum
-
Dennis Kramer / dennis.kramer@i17-wind.de
Berechnet:
14.11.2023 08:17/4.0.422

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: VB Rev.02

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
BR IO70	278,689	5,993,248	28.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
BS IO71	278,679	5,993,252	28.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
BT IO72	278,674	5,993,253	28.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
BU IO73	278,668	5,993,256	28.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
BV IO74	278,655	5,993,260	28.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
BW IO75	278,643	5,993,264	28.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
BX IO76	278,604	5,993,276	27.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
BY IO77	278,561	5,993,290	26.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
BZ IO78	278,525	5,993,298	26.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
CA IO79	278,555	5,993,323	27.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
CB IO80	278,554	5,993,345	27.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
CC IO81	278,589	5,993,324	27.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
CD IO82	278,596	5,993,236	26.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
CE IO83	278,571	5,993,235	26.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
CF IO84	278,570	5,993,197	27.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
CG IO85	278,585	5,993,168	28.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
CH IO86	278,610	5,993,162	28.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
CI IO87	278,625	5,993,190	28.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
CJ IO88	278,630	5,993,226	27.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
CK IO89	278,659	5,993,215	27.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
CL IO90	278,673	5,993,210	28.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
CM IO91	280,059	5,992,868	12.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
CN IO92	280,038	5,992,873	12.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
CO IO93	280,024	5,992,884	12.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
CP IO94	280,017	5,992,898	11.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
CQ IO95	280,094	5,992,870	12.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
CR IO96	280,078	5,992,881	12.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
CS IO97	280,061	5,992,891	11.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
CT IO98	280,047	5,992,902	11.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
CU IO99	280,120	5,992,884	11.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
CV IO100	280,090	5,992,903	11.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
CW IO101	280,075	5,992,910	11.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
CX IO102	280,061	5,992,917	11.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
CY IO103	280,039	5,992,927	10.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
CZ IO104	280,117	5,992,706	19.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
DA IO105	281,389	5,991,838	33.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
DB IO106	281,370	5,991,846	33.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
DC IO107	281,370	5,991,817	34.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
DD IO108	281,391	5,991,806	34.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
DE IO109	281,362	5,991,782	36.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
DF IO110	278,404	5,990,469	41.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
DG IO111	278,303	5,990,506	40.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0
DH IO112	281,132	5,991,820	36.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"		2.0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	
A IO1		146:20	131	1:50	15:32	
B IO2		109:30	116	1:25	11:08	
C IO3		91:16	107	1:12	8:58	
D IO4		73:27	100	1:05	7:08	
E IO5		44:31	74	0:50	4:10	
F IO6		30:44	69	0:30	2:53	
G IO7		27:40	58	0:34	2:29	
H IO8		23:25	52	0:32	2:03	
I IO9		16:59	46	0:27	1:27	
J IO10		15:21	44	0:26	1:18	
K IO11		12:44	38	0:25	1:04	
L IO12		0:00	0	0:00	0:00	
M IO13		0:00	0	0:00	0:00	
N IO14		7:02	28	0:20	0:34	

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
190208_Buschmühlen

Lizenziertes Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Robert-Koch-Str. 29
DE-25813 Husum
-
Dennis Kramer / dennis.kramer@i17-wind.de
Berechnet:
14.11.2023 08:17/4.0.422

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: VB Rev.02

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]
O	IO15	11:42	36	0:25	0:57
P	IO16	9:09	30	0:23	0:44
Q	IO17	7:24	28	0:20	0:35
R	IO18	4:28	21	0:16	0:20
S	IO19	78:34	108	1:05	8:46
T	IO20	72:13	101	1:02	7:49
U	IO21	72:37	103	1:01	7:56
V	IO22	70:20	105	1:00	7:46
W	IO23	69:43	106	0:59	7:46
X	IO24	63:57	98	0:56	6:52
Y	IO25	65:21	104	0:56	7:12
Z	IO26	60:49	104	0:53	6:41
AA	IO27	64:13	110	0:53	7:14
AB	IO28	62:17	112	0:51	7:08
AC	IO29	59:09	117	0:47	7:04
AD	IO30	52:19	118	0:42	6:21
AE	IO31	51:01	121	0:42	6:17
AF	IO32	51:07	108	0:44	5:46
AG	IO33	49:43	116	0:40	5:57
AH	IO34	47:37	116	0:39	5:41
AI	IO35	47:45	118	0:39	5:45
AJ	IO36	47:27	120	0:40	5:48
AK	IO37	45:27	114	0:38	5:22
AL	IO38	46:18	118	0:39	5:35
AM	IO39	50:12	127	0:39	6:21
AN	IO40	49:22	132	0:38	6:23
AO	IO41	47:58	127	0:38	6:05
AP	IO42	39:16	129	0:33	5:28
AQ	IO43	38:19	136	0:33	5:14
AR	IO44	33:48	117	0:32	4:45
AS	IO45	2:04	18	0:11	0:14
AT	IO46	4:18	24	0:17	0:34
AU	IO47	4:18	23	0:17	0:45
AV	IO48	0:17	12	0:02	0:04
AW	IO49	32:52	70	0:32	3:06
AX	IO50	7:56	30	0:21	0:38
AY	IO51	3:12	18	0:13	0:15
AZ	IO52	0:21	6	0:04	0:01
BA	IO53	0:00	0	0:00	0:00
BB	IO54	0:00	0	0:00	0:00
BC	IO55	0:00	0	0:00	0:00
BD	IO56	0:00	0	0:00	0:00
BE	IO57	0:00	0	0:00	0:00
BF	IO58	0:00	0	0:00	0:00
BG	IO59	0:00	0	0:00	0:00
BH	IO60	0:00	0	0:00	0:00
BI	IO61	0:00	0	0:00	0:00
BJ	IO62	0:00	0	0:00	0:00
BK	IO63	0:00	0	0:00	0:00
BL	IO64	0:00	0	0:00	0:00
BM	IO65	0:00	0	0:00	0:00
BN	IO66	0:00	0	0:00	0:00
BO	IO67	0:00	0	0:00	0:00
BP	IO68	0:00	0	0:00	0:00
BQ	IO69	0:00	0	0:00	0:00
BR	IO70	0:00	0	0:00	0:00
BS	IO71	0:00	0	0:00	0:00
BT	IO72	0:00	0	0:00	0:00
BU	IO73	0:00	0	0:00	0:00
BV	IO74	0:00	0	0:00	0:00
BW	IO75	0:00	0	0:00	0:00
BX	IO76	0:00	0	0:00	0:00
BY	IO77	2:10	16	0:10	0:10
BZ	IO78	4:37	24	0:15	0:22

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
190208_Buschmühlen

Lizenzierter Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Robert-Koch-Str. 29
DE-25813 Husum
-
Dennis Kramer / dennis.kramer@i17-wind.de
Berechnet:
14.11.2023 08:17/4.0.422

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: VB Rev.02

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]
CA	IO79	0:00	0	0:00	0:00
CB	IO80	0:00	0	0:00	0:00
CC	IO81	0:00	0	0:00	0:00
CD	IO82	4:53	24	0:15	0:23
CE	IO83	7:22	30	0:18	0:36
CF	IO84	11:20	38	0:22	0:57
CG	IO85	12:37	40	0:24	1:03
CH	IO86	11:25	38	0:23	0:57
CI	IO87	6:48	28	0:18	0:33
CJ	IO88	2:14	16	0:10	0:10
CK	IO89	0:30	8	0:05	0:02
CL	IO90	0:00	0	0:00	0:00
CM	IO91	48:12	114	0:40	5:42
CN	IO92	49:21	113	0:41	5:47
CO	IO93	50:22	112	0:44	5:50
CP	IO94	51:19	110	0:45	5:52
CQ	IO95	46:27	116	0:38	5:32
CR	IO96	47:02	114	0:39	5:32
CS	IO97	47:43	112	0:40	5:33
CT	IO98	48:34	110	0:42	5:36
CU	IO99	44:32	115	0:38	5:16
CV	IO100	45:52	112	0:38	5:21
CW	IO101	46:18	110	0:40	5:21
CX	IO102	47:20	110	0:41	5:25
CY	IO103	49:13	108	0:44	5:34
CZ	IO104	50:46	134	0:38	6:36
DA	IO105	4:49	26	0:17	0:36
DB	IO106	4:37	26	0:17	0:34
DC	IO107	4:33	24	0:16	0:35
DD	IO108	4:47	26	0:17	0:36
DE	IO109	4:30	26	0:17	0:35
DF	IO110	1:31	17	0:08	0:28
DG	IO111	0:00	0	0:00	0:00
DH	IO112	2:48	18	0:14	0:23

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[h/a]	[h/a]
1	W5	0:00	0:00
2	W6	1:48	0:32
3	W7	32:34	4:17
4	W8	107:48	11:05
5	W9	116:58	13:13
6	W10	249:45	29:40
7	W11	102:29	9:48
8	W12	0:00	0:00
9	W13	0:00	0:00
10	W14	0:00	0:00
11	W15	15:44	2:15
12	W16	0:00	0:00
13	W17	0:00	0:00
14	W18	0:00	0:00
15	W19	0:00	0:00
16	W20	0:00	0:00
17	W21	0:00	0:00
18	W22	0:00	0:00
19	W23	0:00	0:00
20	W24	0:00	0:00
21	W25	0:00	0:00

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

Die Berechnung der Gesamtsumme für einen Rezeptor arbeitet mit einer gemittelten Richtungskorrektur für alle WEA, die an einem gegebenen Tag zur Beschattung beitragen. Wenn der Schattenwurf durch mehrere WEA an einem Tag nicht gleichzeitig stattfindet, kann die so ermittelte Summe geringfügig von der Summe der Beschattungszeiten abweichen, die für die individuellen WEA berechnet werden.

Anhang 3 / Hauptergebnis Berechnungsergebnisse der Zusatzbelastung

Projekt:
190208_Buschmühlen

Lizenzierter Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Robert-Koch-Str. 29
DE-25813 Husum

Dennis Kramer / dennis.kramer@i17-wind.de
Berechnet:
14.11.2023 08:34/4.0.422

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: ZB Rev.02
Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

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

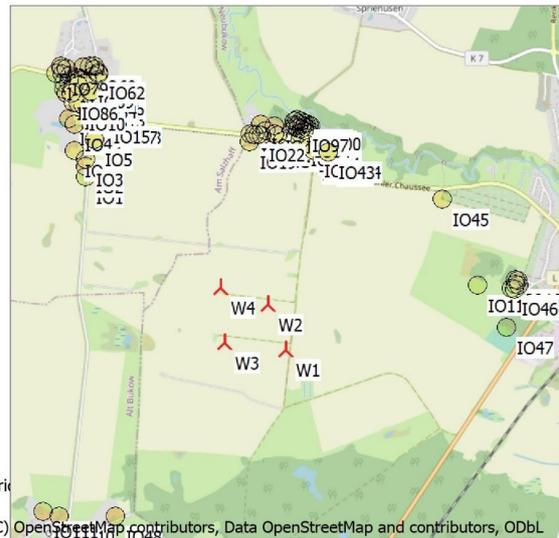
Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HEILIGENDAMM]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1.39 2.32 3.70 5.75 8.12 7.70 7.33 7.20 5.12 3.48 1.79 1.03

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:
Terraindaten: Buschmühlen STATGEN

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
345 370 322 508 697 686 751 805 1,147 1,235 1,016 528 8,411

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: Höhenraster-Objekt: 190208_Buschmühlen_EMDGri
Rasterauflösung: 1.0 m

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-ETRS89 Zone: 33



WEA

	WEA-Typ			Beschreibung	Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
	Ost	Nord	Z								Beschatt.-Bereich [m]	U/min [U/min]
1	279,894	5,991,465	42.8	W1	Ja	VESTAS	V150-5.6MW-5,600	5,600	150.0	125.0	1,900	12.6
2	279,793	5,991,761	40.2	W2	Ja	VESTAS	V150-5.6MW-5,600	5,600	150.0	125.0	1,900	12.6
3	279,510	5,991,527	44.4	W3	Ja	VESTAS	V150-5.6MW-5,600	5,600	150.0	125.0	1,900	12.6
4	279,500	5,991,879	40.9	W4	Ja	VESTAS	V150-5.6MW-5,600	5,600	150.0	125.0	1,900	12.6

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite [m]	Höhe [m]	Höhe ü.Gr. [m]	Neigung des Fensters [°]	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr. [m]
A	IO1	278,676	5,992,629	32.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
B	IO2	278,678	5,992,694	31.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
C	IO3	278,680	5,992,739	30.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
D	IO4	278,619	5,992,802	28.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
E	IO5	278,746	5,992,868	28.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
F	IO6	278,590	5,993,002	27.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
G	IO7	278,731	5,992,959	29.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
H	IO8	278,739	5,992,981	30.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
I	IO9	278,626	5,993,100	29.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
J	IO10	278,653	5,993,096	29.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
K	IO11	278,689	5,993,088	29.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
L	IO12	278,788	5,993,137	31.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
M	IO13	278,784	5,993,112	30.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
N	IO14	278,787	5,993,058	29.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
O	IO15	278,810	5,993,009	30.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
P	IO16	278,833	5,993,007	30.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
Q	IO17	278,854	5,993,003	30.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
R	IO18	278,880	5,993,001	31.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
S	IO19	279,728	5,992,804	18.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
T	IO20	279,735	5,992,852	17.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
U	IO21	279,760	5,992,848	16.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
V	IO22	279,783	5,992,843	16.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
W	IO23	279,806	5,992,839	16.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
190208_Buschmühlen

Lizenzierter Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Robert-Koch-Str. 29
DE-25813 Husum
-
Dennis Kramer / dennis.kramer@i17-wind.de
Berechnet:
14.11.2023 08:34/4.0.422

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: ZB Rev.02

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
X	IO24	279,805	5,992,909	15.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
Y	IO25	279,833	5,992,873	15.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
Z	IO26	279,886	5,992,897	14.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AA	IO27	279,886	5,992,847	16.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AB	IO28	279,910	5,992,832	16.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AC	IO29	279,933	5,992,800	17.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AD	IO30	280,018	5,992,817	15.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AE	IO31	280,048	5,992,803	15.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AF	IO32	280,020	5,992,918	10.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AG	IO33	280,047	5,992,846	13.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AH	IO34	280,076	5,992,860	13.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AI	IO35	280,087	5,992,850	13.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AJ	IO36	280,104	5,992,835	14.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AK	IO37	280,107	5,992,890	11.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AL	IO38	280,112	5,992,857	12.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AM	IO39	280,097	5,992,762	17.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AN	IO40	280,133	5,992,728	18.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AO	IO41	280,140	5,992,772	16.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AP	IO42	280,213	5,992,692	19.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AQ	IO43	280,223	5,992,711	18.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AR	IO44	280,263	5,992,711	17.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AS	IO45	280,936	5,992,378	19.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AT	IO46	281,343	5,991,790	36.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AU	IO47	281,299	5,991,543	37.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AV	IO48	278,762	5,990,455	41.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AW	IO49	278,626	5,992,969	28.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AX	IO50	278,737	5,993,087	30.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AY	IO51	278,741	5,993,118	30.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AZ	IO52	278,732	5,993,147	30.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BA	IO53	278,735	5,993,159	29.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BB	IO54	278,736	5,993,172	29.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BC	IO55	278,726	5,993,189	29.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BD	IO56	278,761	5,993,222	29.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BE	IO57	278,761	5,993,272	29.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BF	IO58	278,765	5,993,307	30.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BG	IO59	278,768	5,993,329	29.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BH	IO60	278,739	5,993,335	29.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BI	IO61	278,698	5,993,329	29.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BJ	IO62	278,796	5,993,293	30.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BK	IO63	278,792	5,993,277	30.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BL	IO64	278,790	5,993,244	29.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BM	IO65	278,788	5,993,228	29.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BN	IO66	278,784	5,993,192	30.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BO	IO67	278,781	5,993,170	30.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BP	IO68	278,727	5,993,234	28.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BQ	IO69	278,716	5,993,238	28.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BR	IO70	278,689	5,993,248	28.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BS	IO71	278,679	5,993,252	28.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BT	IO72	278,674	5,993,253	28.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BU	IO73	278,668	5,993,256	28.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BV	IO74	278,655	5,993,260	28.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BW	IO75	278,643	5,993,264	28.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BX	IO76	278,604	5,993,276	27.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BY	IO77	278,561	5,993,290	26.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BZ	IO78	278,525	5,993,298	26.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CA	IO79	278,555	5,993,323	27.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CB	IO80	278,554	5,993,345	27.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CC	IO81	278,589	5,993,324	27.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CD	IO82	278,596	5,993,236	26.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CE	IO83	278,571	5,993,235	26.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CF	IO84	278,570	5,993,197	27.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CG	IO85	278,585	5,993,168	28.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CH	IO86	278,610	5,993,162	28.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CI	IO87	278,625	5,993,190	28.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
190208_Buschmühlen

Lizenzierter Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Robert-Koch-Str. 29
DE-25813 Husum
-
Dennis Kramer / dennis.kramer@i17-wind.de
Berechnet:
14.11.2023 08:34/4.0.422

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: ZB Rev.02

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
CJ	IO88	278,630	5,993,226	27.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CK	IO89	278,659	5,993,215	27.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CL	IO90	278,673	5,993,210	28.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CM	IO91	280,059	5,992,868	12.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CN	IO92	280,038	5,992,873	12.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CO	IO93	280,024	5,992,884	12.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CP	IO94	280,017	5,992,898	11.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CQ	IO95	280,094	5,992,870	12.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CR	IO96	280,078	5,992,881	12.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CS	IO97	280,061	5,992,891	11.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CT	IO98	280,047	5,992,902	11.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CU	IO99	280,120	5,992,884	11.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CV	IO100	280,090	5,992,903	11.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CW	IO101	280,075	5,992,910	11.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CX	IO102	280,061	5,992,917	11.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CY	IO103	280,039	5,992,927	10.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CZ	IO104	280,117	5,992,706	19.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
DA	IO105	281,389	5,991,838	33.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
DB	IO106	281,370	5,991,846	33.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
DC	IO107	281,370	5,991,817	34.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
DD	IO108	281,391	5,991,806	34.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
DE	IO109	281,362	5,991,782	36.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
DF	IO110	278,404	5,990,469	41.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
DG	IO111	278,303	5,990,506	40.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
DH	IO112	281,132	5,991,820	36.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]
A	IO1	59:39	114	0:47	7:05
B	IO2	56:39	108	0:48	6:23
C	IO3	55:12	102	0:48	6:03
D	IO4	49:29	100	0:45	5:22
E	IO5	59:12	86	0:51	5:52
F	IO6	43:28	82	0:44	4:19
G	IO7	50:10	78	0:50	4:52
H	IO8	43:50	74	0:49	4:15
I	IO9	35:15	70	0:43	3:24
J	IO10	35:40	69	0:43	3:24
K	IO11	37:12	68	0:45	3:30
L	IO12	29:33	54	0:45	2:35
M	IO13	33:31	58	0:46	2:58
N	IO14	39:17	64	0:48	3:35
O	IO15	46:21	66	0:54	4:16
P	IO16	46:00	64	0:55	4:12
Q	IO17	45:38	64	0:56	4:08
R	IO18	44:05	62	0:58	3:57
S	IO19	13:04	36	0:28	1:03
T	IO20	6:40	26	0:20	0:31
U	IO21	8:32	28	0:23	0:40
V	IO22	10:23	32	0:25	0:49
W	IO23	12:01	34	0:26	0:57
X	IO24	3:32	18	0:15	0:16
Y	IO25	9:26	30	0:23	0:44
Z	IO26	9:39	32	0:23	0:46
AA	IO27	15:40	40	0:29	1:17
AB	IO28	18:53	45	0:31	1:34
AC	IO29	24:30	52	0:35	2:08
AD	IO30	27:01	56	0:34	2:27
AE	IO31	29:53	62	0:35	2:47
AF	IO32	16:05	42	0:28	1:22

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
190208_Buschmühlen

Lizenzierter Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Robert-Koch-Str. 29
DE-25813 Husum
-
Dennis Kramer / dennis.kramer@i17-wind.de
Berechnet:
14.11.2023 08:34/4.0.422

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: ZB Rev.02

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]
AG	IO33	25:19	56	0:33	2:18
AH	IO34	25:07	56	0:33	2:17
AI	IO35	26:37	58	0:33	2:27
AJ	IO36	28:55	62	0:33	2:43
AK	IO37	23:39	54	0:31	2:09
AL	IO38	27:14	60	0:33	2:32
AM	IO39	41:20	70	0:52	3:55
AN	IO40	54:27	78	1:12	5:10
AO	IO41	42:56	72	0:53	4:05
AP	IO42	72:02	88	1:18	6:58
AQ	IO43	68:19	86	1:16	6:35
AR	IO44	70:39	88	1:12	6:53
AS	IO45	42:59	109	0:35	6:42
AT	IO46	22:20	68	0:33	5:06
AU	IO47	20:51	64	0:32	5:20
AV	IO48	0:00	0	0:00	0:00
AW	IO49	46:12	83	0:45	4:35
AX	IO50	37:25	64	0:46	3:26
AY	IO51	34:50	60	0:44	3:08
AZ	IO52	32:37	58	0:44	2:54
BA	IO53	31:23	56	0:44	2:46
BB	IO54	29:40	55	0:44	2:36
BC	IO55	28:48	54	0:43	2:32
BD	IO56	21:18	48	0:39	1:49
BE	IO57	14:34	42	0:32	1:13
BF	IO58	9:14	36	0:20	0:46
BG	IO59	7:40	34	0:17	0:38
BH	IO60	8:46	36	0:18	0:44
BI	IO61	3:08	20	0:12	0:15
BJ	IO62	8:24	34	0:18	0:42
BK	IO63	10:00	38	0:24	0:50
BL	IO64	15:07	42	0:34	1:16
BM	IO65	17:30	44	0:36	1:29
BN	IO66	22:54	48	0:42	1:58
BO	IO67	26:05	52	0:43	2:16
BP	IO68	23:18	50	0:40	2:01
BQ	IO69	23:55	50	0:40	2:04
BR	IO70	25:03	52	0:41	2:10
BS	IO71	25:20	52	0:41	2:12
BT	IO72	25:37	52	0:40	2:14
BU	IO73	25:51	52	0:40	2:15
BV	IO74	26:03	52	0:40	2:16
BW	IO75	26:29	54	0:40	2:19
BX	IO76	12:36	42	0:22	1:04
BY	IO77	13:55	46	0:22	1:12
BZ	IO78	14:43	48	0:22	1:17
CA	IO79	11:59	42	0:21	1:01
CB	IO80	10:33	39	0:20	0:53
CC	IO81	10:09	38	0:20	0:51
CD	IO82	29:51	60	0:39	2:43
CE	IO83	16:47	52	0:23	1:29
CF	IO84	30:52	66	0:39	2:55
CG	IO85	31:27	66	0:40	2:59
CH	IO86	32:46	66	0:41	3:05
CI	IO87	31:51	62	0:41	2:55
CJ	IO88	29:51	58	0:40	2:41
CK	IO89	29:52	58	0:41	2:39
CL	IO90	30:03	56	0:41	2:40
CM	IO91	23:28	54	0:32	2:07
CN	IO92	21:55	50	0:32	1:56
CO	IO93	19:56	48	0:31	1:44
CP	IO94	18:14	46	0:29	1:34
CQ	IO95	24:49	56	0:32	2:16
CR	IO96	22:52	52	0:31	2:03

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
190208_Buschmühlen

Lizenzierter Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Robert-Koch-Str. 29
DE-25813 Husum
-
Dennis Kramer / dennis.kramer@i17-wind.de
Berechnet:
14.11.2023 08:34/4.0.422

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: ZB Rev.02

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	Stunden/Jahr
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	[h/a]
CS	IO97	21:15	50	0:31	1:53	1:53
CT	IO98	19:25	48	0:30	1:41	1:41
CJ	IO99	24:48	56	0:32	2:17	2:17
CV	IO100	21:31	52	0:30	1:55	1:55
CW	IO101	19:43	48	0:30	1:44	1:44
CX	IO102	18:16	46	0:29	1:35	1:35
CY	IO103	16:15	44	0:28	1:23	1:23
CZ	IO104	58:49	79	1:16	5:34	5:34
DA	IO105	17:31	63	0:29	3:57	3:57
DB	IO106	22:14	68	0:33	4:58	4:58
DC	IO107	21:52	68	0:32	4:56	4:56
DD	IO108	17:15	61	0:29	3:55	3:55
DE	IO109	21:29	66	0:32	4:55	4:55
DF	IO110	7:33	42	0:15	2:10	2:10
DG	IO111	14:52	59	0:20	4:21	4:21
DH	IO112	32:43	79	0:41	7:21	7:21

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[h/a]	[h/a]
1	W1	105:20	17:09
2	W2	142:22	18:19
3	W3	86:19	10:11
4	W4	259:21	29:05

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.

Die Berechnung der Gesamtsumme für einen Rezeptor arbeitet mit einer gemittelten Richtungskorrektur für alle WEA, die an einem gegebenen Tag zur Beschattung beitragen. Wenn der Schattenwurf durch mehrere WEA an einem Tag nicht gleichzeitig stattfindet, kann die so ermittelte Summe geringfügig von der Summe der Beschattungszeiten abweichen, die für die individuellen WEA berechnet werden.

Anhang 4 / Hauptergebnis Berechnungsergebnisse der Gesamtbelastung

Projekt:
190208_Buschmühlen

Lizenzierter Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Robert-Koch-Str. 29
DE-25813 Husum
-
Dennis Kramer / dennis.kramer@i17-wind.de
Berechnet:
14.11.2023 08:23/4.0.422

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB Rev.02
Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

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

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [HEILIGENDAMM]
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
1.39 2.32 3.70 5.75 8.12 7.70 7.33 7.20 5.12 3.48 1.79 1.03

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:
Terraindaten: Buschmühlen STATGEN

Betriebsdauer je Sektor
N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe
343 366 317 501 688 679 743 794 1,132 1,219 1,005 523 8,310

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: Höhenraster-Objekt: 190208_Buschmühlen_EMDGr
Rasterauflösung: 1.0 m

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-ETRS89 Zone: 33



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

Maßstab 1:75,000
▲ Neue WEA
★ Existierende WEA
● Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotordurchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
	[m]						[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]	
1	279,894	5,991,465	42.8	W1	Ja	VESTAS	V150-5.6MW-5,600	5,600	150.0	125.0	1,900	12.6
2	279,793	5,991,761	40.2	W2	Ja	VESTAS	V150-5.6MW-5,600	5,600	150.0	125.0	1,900	12.6
3	279,510	5,991,527	44.4	W3	Ja	VESTAS	V150-5.6MW-5,600	5,600	150.0	125.0	1,900	12.6
4	279,500	5,991,879	40.9	W4	Ja	VESTAS	V150-5.6MW-5,600	5,600	150.0	125.0	1,900	12.6
5	279,716	5,991,150	48.5	W6	Ja	NORDEX	S77-1,500	1,500	77.0	61.5	1,505	17.3
6	278,684	5,991,937	39.5	W7	Ja	VESTAS	V117-3.3/3.45MW-3,450	3,450	117.0	91.5	1,715	17.7
7	279,026	5,991,930	37.0	W8	Ja	VESTAS	V117-3.3/3.45MW-3,450	3,450	117.0	91.5	1,715	17.7
8	278,810	5,992,157	37.7	W9	Ja	VESTAS	V117-3.3/3.45MW-3,450	3,450	117.0	91.5	1,715	17.7
9	279,139	5,992,210	36.8	W10	Ja	VESTAS	V117-3.3/3.45MW-3,450	3,450	117.0	91.5	1,715	17.7
10	279,137	5,991,645	39.9	W11	Nein	e.n.o.	eno 152-5,600	5,600	152.0	124.0	1,921	10.2
11	282,778	5,990,647	23.4	W15	Nein	ENERCON	E-126-7,500	7,500	127.0	135.0	2,944	12.0

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
		[m]			[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	IO1	278,676	5,992,629	32.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
B	IO2	278,678	5,992,694	31.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
C	IO3	278,680	5,992,739	30.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
D	IO4	278,619	5,992,802	28.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
E	IO5	278,746	5,992,868	28.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
F	IO6	278,590	5,993,002	27.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
G	IO7	278,731	5,992,959	29.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
H	IO8	278,739	5,992,981	30.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
I	IO9	278,626	5,993,100	29.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
J	IO10	278,653	5,993,096	29.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
K	IO11	278,689	5,993,088	29.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
L	IO12	278,788	5,993,137	31.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
M	IO13	278,784	5,993,112	30.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
N	IO14	278,787	5,993,058	29.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
O	IO15	278,810	5,993,009	30.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
190208_Buschmühlen

Lizenzierter Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Robert-Koch-Str. 29
DE-25813 Husum
-
Dennis Kramer / dennis.kramer@i17-wind.de
Berechnet:
14.11.2023 08:23/4.0.422

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB Rev.02

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
P	IO16	278,833	5,993,007	30.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
Q	IO17	278,854	5,993,003	30.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
R	IO18	278,880	5,993,001	31.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
S	IO19	279,728	5,992,804	18.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
T	IO20	279,735	5,992,852	17.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
U	IO21	279,760	5,992,848	16.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
V	IO22	279,783	5,992,843	16.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
W	IO23	279,806	5,992,839	16.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
X	IO24	279,805	5,992,909	15.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
Y	IO25	279,833	5,992,873	15.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
Z	IO26	279,886	5,992,897	14.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AA	IO27	279,886	5,992,847	16.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AB	IO28	279,910	5,992,832	16.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AC	IO29	279,933	5,992,800	17.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AD	IO30	280,018	5,992,817	15.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AE	IO31	280,048	5,992,803	15.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AF	IO32	280,020	5,992,918	10.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AG	IO33	280,047	5,992,846	13.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AH	IO34	280,076	5,992,860	13.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AI	IO35	280,087	5,992,850	13.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AJ	IO36	280,104	5,992,835	14.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AK	IO37	280,107	5,992,890	11.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AL	IO38	280,112	5,992,857	12.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AM	IO39	280,097	5,992,762	17.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AN	IO40	280,133	5,992,728	18.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AO	IO41	280,140	5,992,772	16.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AP	IO42	280,213	5,992,692	19.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AQ	IO43	280,223	5,992,711	18.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AR	IO44	280,263	5,992,711	17.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AS	IO45	280,936	5,992,378	19.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AT	IO46	281,343	5,991,790	36.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AU	IO47	281,299	5,991,543	37.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AV	IO48	278,762	5,990,455	41.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AW	IO49	278,626	5,992,969	28.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AX	IO50	278,737	5,993,087	30.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AY	IO51	278,741	5,993,118	30.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
AZ	IO52	278,732	5,993,147	30.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BA	IO53	278,735	5,993,159	29.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BB	IO54	278,736	5,993,172	29.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BC	IO55	278,726	5,993,189	29.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BD	IO56	278,761	5,993,222	29.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BE	IO57	278,761	5,993,272	29.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BF	IO58	278,765	5,993,307	30.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BG	IO59	278,768	5,993,329	29.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BH	IO60	278,739	5,993,335	29.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BI	IO61	278,698	5,993,329	29.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BJ	IO62	278,796	5,993,293	30.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BK	IO63	278,792	5,993,277	30.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BL	IO64	278,790	5,993,244	29.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BM	IO65	278,788	5,993,228	29.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BN	IO66	278,784	5,993,192	30.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BO	IO67	278,781	5,993,170	30.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BP	IO68	278,727	5,993,234	28.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BQ	IO69	278,716	5,993,238	28.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BR	IO70	278,689	5,993,248	28.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BS	IO71	278,679	5,993,252	28.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BT	IO72	278,674	5,993,253	28.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BU	IO73	278,668	5,993,256	28.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BV	IO74	278,655	5,993,260	28.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BW	IO75	278,643	5,993,264	28.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BX	IO76	278,604	5,993,276	27.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BY	IO77	278,561	5,993,290	26.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
BZ	IO78	278,525	5,993,298	26.8	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CA	IO79	278,555	5,993,323	27.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
190208_Buschmühlen

Lizenzierter Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Robert-Koch-Str. 29
DE-25813 Husum
-
Dennis Kramer / dennis.kramer@i17-wind.de
Berechnet:
14.11.2023 08:23/4.0.422

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB Rev.02

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
CB	IO80	278,554	5,993,345	27.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CC	IO81	278,589	5,993,324	27.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CD	IO82	278,596	5,993,236	26.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CE	IO83	278,571	5,993,235	26.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CF	IO84	278,570	5,993,197	27.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CG	IO85	278,585	5,993,168	28.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CH	IO86	278,610	5,993,162	28.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CI	IO87	278,625	5,993,190	28.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CJ	IO88	278,630	5,993,226	27.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CK	IO89	278,659	5,993,215	27.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CL	IO90	278,673	5,993,210	28.0	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CM	IO91	280,059	5,992,868	12.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CN	IO92	280,038	5,992,873	12.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CO	IO93	280,024	5,992,884	12.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CP	IO94	280,017	5,992,898	11.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CQ	IO95	280,094	5,992,870	12.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CR	IO96	280,078	5,992,881	12.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CS	IO97	280,061	5,992,891	11.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CT	IO98	280,047	5,992,902	11.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CU	IO99	280,120	5,992,884	11.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CV	IO100	280,090	5,992,903	11.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CW	IO101	280,075	5,992,910	11.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CX	IO102	280,061	5,992,917	11.1	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CY	IO103	280,039	5,992,927	10.7	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
CZ	IO104	280,117	5,992,706	19.9	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
DA	IO105	281,389	5,991,838	33.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
DB	IO106	281,370	5,991,846	33.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
DC	IO107	281,370	5,991,817	34.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
DD	IO108	281,391	5,991,806	34.3	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
DE	IO109	281,362	5,991,782	36.2	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
DF	IO110	278,404	5,990,469	41.5	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
DG	IO111	278,303	5,990,506	40.6	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0
DH	IO112	281,132	5,991,820	36.4	0.1	0.1	2.0	0.0	"Gewächshaus-Modus"	2.0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr	
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]	
A	IO1	182:58	131	2:12	19:22	
B	IO2	146:23	116	1:50	15:00	
C	IO3	128:53	107	1:38	12:53	
D	IO4	107:41	100	1:28	10:40	
E	IO5	89:48	86	1:20	8:46	
F	IO6	58:38	82	1:00	5:46	
G	IO7	73:32	78	1:14	6:57	
H	IO8	65:50	74	1:10	6:09	
I	IO9	50:53	70	0:58	4:42	
J	IO10	51:00	69	0:59	4:40	
K	IO11	49:56	68	0:59	4:31	
L	IO12	29:33	54	0:45	2:34	
M	IO13	33:31	58	0:46	2:56	
N	IO14	46:19	64	1:04	4:06	
O	IO15	58:03	66	1:13	5:11	
P	IO16	55:09	64	1:14	4:54	
Q	IO17	53:02	64	1:15	4:41	
R	IO18	48:33	62	1:13	4:15	
S	IO19	91:38	108	1:09	9:44	
T	IO20	78:53	101	1:02	8:17	
U	IO21	81:09	103	1:03	8:32	
V	IO22	80:43	105	1:05	8:31	
W	IO23	81:44	106	1:07	8:39	
X	IO24	67:29	98	0:56	7:05	

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
190208_Buschmühlen

Lizenzierter Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Robert-Koch-Str. 29
DE-25813 Husum
-
Dennis Kramer / dennis.kramer@i17-wind.de
Berechnet:
14.11.2023 08:23/4.0.422

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB Rev.02

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]
Y	IO25	74:47	104	1:01	7:53
Z	IO26	70:28	104	1:02	7:23
AA	IO27	79:53	110	1:08	8:25
AB	IO28	81:10	112	1:06	8:37
AC	IO29	83:39	117	1:04	9:06
AD	IO30	79:20	118	1:00	8:43
AE	IO31	80:54	121	1:01	8:59
AF	IO32	67:12	108	0:56	7:04
AG	IO33	75:02	116	0:58	8:10
AH	IO34	72:44	116	0:58	7:54
AI	IO35	74:22	118	0:58	8:08
AJ	IO36	76:22	120	0:58	8:26
AK	IO37	69:06	114	0:55	7:27
AL	IO38	73:32	118	0:57	8:03
AM	IO39	91:32	127	1:17	10:10
AN	IO40	102:24	132	1:33	11:16
AO	IO41	90:10	127	1:15	10:00
AP	IO42	107:10	138	1:25	11:49
AQ	IO43	102:46	136	1:23	11:14
AR	IO44	99:52	137	1:18	10:58
AS	IO45	45:03	109	0:37	6:51
AT	IO46	26:38	92	0:33	5:35
AU	IO47	25:09	87	0:32	6:01
AV	IO48	0:17	12	0:02	0:04
AW	IO49	63:01	83	1:04	6:12
AX	IO50	45:21	64	1:00	4:03
AY	IO51	38:02	60	0:54	3:21
AZ	IO52	32:58	58	0:45	2:54
BA	IO53	31:23	56	0:44	2:44
BB	IO54	29:40	55	0:44	2:35
BC	IO55	28:48	54	0:43	2:30
BD	IO56	21:18	48	0:39	1:48
BE	IO57	14:34	42	0:32	1:12
BF	IO58	9:14	36	0:20	0:46
BG	IO59	7:40	34	0:17	0:38
BH	IO60	8:46	36	0:18	0:44
BI	IO61	3:08	20	0:12	0:15
BJ	IO62	8:24	34	0:18	0:42
BK	IO63	10:00	38	0:24	0:50
BL	IO64	15:07	42	0:34	1:15
BM	IO65	17:30	44	0:36	1:28
BN	IO66	22:54	48	0:42	1:57
BO	IO67	26:05	52	0:43	2:14
BP	IO68	23:18	50	0:40	1:59
BQ	IO69	23:55	50	0:40	2:03
BR	IO70	25:03	52	0:41	2:09
BS	IO71	25:20	52	0:41	2:11
BT	IO72	25:37	52	0:40	2:12
BU	IO73	25:51	52	0:40	2:14
BV	IO74	26:03	52	0:40	2:15
BW	IO75	26:29	54	0:40	2:18
BX	IO76	12:36	42	0:22	1:03
BY	IO77	16:05	46	0:32	1:21
BZ	IO78	19:20	48	0:37	1:38
CA	IO79	11:59	42	0:21	1:00
CB	IO80	10:33	39	0:20	0:53
CC	IO81	10:09	38	0:20	0:51
CD	IO82	34:44	60	0:47	3:04
CE	IO83	24:09	52	0:41	2:04
CF	IO84	41:58	66	0:50	3:49
CG	IO85	43:42	66	0:52	3:59
CH	IO86	44:11	66	0:52	4:00
CI	IO87	38:39	62	0:51	3:26
CJ	IO88	32:05	58	0:45	2:50

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
190208_Buschmühlen

Lizenzierter Anwender:
I17-Wind GmbH & Co. KG
Robert-Koch-Str. 29
DE-25813 Husum
-
Dennis Kramer / dennis.kramer@i17-wind.de
Berechnet:
14.11.2023 08:23/4.0.422

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: GB Rev.02

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag	Stunden/Jahr
		[h/a]	[d/a]	[h/d]	[h/a]
CK	IO89	30:22	58	0:42	2:40
CL	IO90	30:03	56	0:41	2:38
CM	IO91	71:40	114	0:57	7:44
CN	IO92	71:16	113	0:56	7:39
CO	IO93	70:18	112	0:56	7:29
CP	IO94	69:33	110	0:56	7:21
CQ	IO95	71:16	116	0:57	7:44
CR	IO96	69:54	114	0:56	7:31
CS	IO97	68:58	112	0:54	7:22
CT	IO98	67:59	110	0:54	7:13
CU	IO99	69:20	115	0:56	7:29
CV	IO100	67:23	112	0:54	7:12
CW	IO101	66:01	110	0:53	7:01
CX	IO102	65:36	110	0:53	6:57
CY	IO103	65:28	108	0:54	6:53
CZ	IO104	108:03	134	1:36	11:52
DA	IO105	22:20	89	0:29	4:28
DB	IO106	26:51	94	0:33	5:27
DC	IO107	26:25	92	0:32	5:26
DD	IO108	22:02	87	0:29	4:28
DE	IO109	25:59	92	0:32	5:26
DF	IO110	9:04	59	0:15	2:36
DG	IO111	14:52	59	0:20	4:17
DH	IO112	35:31	97	0:41	7:38

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[h/a]	[h/a]
1	W1	105:20	16:56
2	W2	142:22	18:06
3	W3	86:19	10:04
4	W4	259:21	28:44
5	W6	1:48	0:32
6	W7	32:34	4:16
7	W8	107:48	11:02
8	W9	116:58	13:09
9	W10	249:45	29:33
10	W11	102:29	9:44
11	W15	15:44	2:15

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.

Die Berechnung der Gesamtsumme für einen Rezeptor arbeitet mit einer gemittelten Richtungskorrektur für alle WEA, die an einem gegebenen Tag zur Beschattung beitragen. Wenn der Schattenwurf durch mehrere WEA an einem Tag nicht gleichzeitig stattfindet, kann die so ermittelte Summe geringfügig von der Summe der Beschattungszeiten abweichen, die für die individuellen WEA berechnet werden.

<p>I05</p>	<p>Questiner Str. 2, 18233 Rakow</p>	
<p>I06</p>	<p>Parkstr. 9, 18233 Rakow</p>	
<p>I07</p>	<p>Questiner Str. 1a, 18233 Rakow</p>	
<p>I08</p>	<p>Questiner Str. 1, 18233 Rakow</p>	

<p>IO9</p>	<p>Parkstr. 7, 18233 Rakow</p>	
<p>IO10</p>	<p>Parkstr. 5, 18233 Rakow</p>	
<p>IO11</p>	<p>Parkstr. 1, 18233 Rakow</p>	
<p>IO12</p>	<p>Dorfstr. 5, 18233 Rakow</p>	

<p>IO13</p>	<p>Dorfstr. 3, 18233 Rakow</p>	
<p>IO14</p>	<p>Dorfstr. 1, 18233 Rakow</p>	
<p>IO15</p>	<p>Lindenallee 2, 18233 Rakow</p>	
<p>IO16</p>	<p>Lindenallee 4, 18233 Rakow</p>	

<p>IO17</p>	<p>Lindenallee 6, 18233 Rakow</p>	
<p>IO18</p>	<p>Lindenallee 8, 18233 Rakow</p>	
<p>IO19</p>	<p>Hauptstr. 21, 18233 Buschmühlen</p>	
<p>IO20</p>	<p>Haptstr. 19/20, 18233 Buschmühlen</p>	

<p>IO21</p>	<p>Hauptstr. 17, 18233 Neubukow</p>	
<p>IO22</p>	<p>Hauptstr. 16, 18233 Neubukow</p>	
<p>IO23</p>	<p>Hauptstr. 12, 18233 Neubukow</p>	
<p>IO24</p>	<p>Mittelweg 7, 18233 Neubukow</p>	

<p>IO25</p>	<p>Mittelweg 2, 18233 Neubukow</p>	
<p>IO26</p>	<p>Grüner Weg 5, 18233 Neubukow</p>	
<p>IO27</p>	<p>Hauptstr. 11, 18233 Neubukow</p>	
<p>IO28</p>	<p>Hauptstr. 10, 18233 Neubukow</p>	

<p>IO29</p>	<p>Hauptstr. 8, 18233 Buschmühlen</p>	
<p>IO30</p>	<p>Grüner Weg 4a, 18233 Neubukow</p>	
<p>IO31</p>	<p>Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen</p>	
<p>IO32</p>	<p>Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen</p>	

<p>IO33</p>	<p>Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen</p>	
<p>IO34</p>	<p>Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen</p>	
<p>IO35</p>	<p>Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen</p>	
<p>IO36</p>	<p>Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen</p>	

<p>IO37</p>	<p>Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen</p>	
<p>IO38</p>	<p>Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen</p>	
<p>IO39</p>	<p>Grüner Weg 2, 18233 Buschmühlen</p>	
<p>IO40</p>	<p>Grüner Weg 1, 18233 Buschmühlen</p>	

<p>IO41</p>	<p>Grüner Weg 3, 18233 Buschmühlen</p>	
<p>IO42</p>	<p>Hauptstr. 2, 18233 Buschmühlen</p>	
<p>IO43</p>	<p>Hauptstr. 3, 18233 Buschmühlen</p>	
<p>IO44</p>	<p>Hauptstr. 1, 18233 Buschmühlen</p>	

<p>IO45</p>	<p>Kleingartenanlage "Nach Feierabend", Neubukow</p>	
<p>IO46</p>	<p>Kiefernweg 18, 18233 Neubukow</p>	
<p>IO47</p>	<p>Wismarsche Str. 58, 18233 Neubukow</p>	
<p>IO48</p>	<p>Waldweg 12, 18233 Questin</p>	

<p>IO49</p>	<p>Parkstr. 11, 18233 Rakow</p>	
<p>IO50</p>	<p>Dorfstr. 10, 18233 Rakow</p>	
<p>IO51</p>	<p>Dorfstr. 12, 18233 Rakow</p>	
<p>IO52</p>	<p>Dorfstr. 14a, 18233 Rakow</p>	

<p>I053</p>	<p>Dorfstr. 14, 18233 Rakow</p>	
<p>I054</p>	<p>Dorfstr. 14b, 18233 Rakow</p>	
<p>I055</p>	<p>Dorfstr. 14c, 18233 Rakow</p>	
<p>I056</p>	<p>Dorfstr. 16, 18233 Rakow</p>	

<p>IO57</p>	<p>Dorfstr. 16a, 18233 Rakow</p>	
<p>IO58</p>	<p>Dorfstr. 18, 18233 Rakow</p>	
<p>IO59</p>	<p>Dorfstr. 20, 18233 Rakow</p>	
<p>IO60</p>	<p>Elsbeerenweg 2, 18233 Rakow</p>	

<p>IO61</p>	<p>Elsbeerenweg 6, 18233 Rakow</p>	
<p>IO62</p>	<p>Dorfstr. 17, 18233 Rakow</p>	
<p>IO63</p>	<p>Dorfstr. 15, 18233 Rakow</p>	
<p>IO64</p>	<p>Dorfstr. 13, 18233 Rakow</p>	

<p>IO65</p>	<p>Dorfstr. 11, 18233 Rakow</p>	
<p>IO66</p>	<p>Dorfstr. 9, 18233 Rakow</p>	
<p>IO67</p>	<p>Dorfstr. 7, 18233 Rakow</p>	
<p>IO68</p>	<p>Haffstr. 1b, 18233 Rakow</p>	

<p>IO69</p>	<p>Haffstr. 1a, 18233 Rakow</p>	
-------------	---------------------------------	--

IO70
bis
IO75

Haffstr. 1, 18233 Rakow
Haffstr. 3, 18233 Rakow
Haffstr. 5, 18233 Rakow
Haffstr. 7, 18233 Rakow
Haffstr. 9, 18233 Rakow
Haffstr. 11, 18233 Rakow



<p>I076</p>	<p>Haffstr. 13, 18233 Rakow</p>	
<p>I077</p>	<p>Haffstr. 15, 18233 Rakow</p>	
<p>I078</p>	<p>Haffstr. 17, 18233 Rakow</p>	
<p>I079</p>	<p>Haffblick 1a, 18233 Rakow</p>	

<p>IO80</p>	<p>Haffblick 1b, 18233 Rakow</p>	
<p>IO81</p>	<p>Haffblick 2, 18233 Rakow</p>	
<p>IO82</p>	<p>Haffstr. 10, 18233 Rakow</p>	
<p>IO83</p>	<p>Haffstr. 10a, 18233 Rakow</p>	

<p>IO84</p>	<p>Haffstr. 12, 18233 Rakow</p>	
<p>IO85</p>	<p>Haffstr. 16, 18233 Rakow</p>	
<p>IO86</p>	<p>Haffstr. 20, 18233 Rakow</p>	
<p>IO87</p>	<p>Haffstr. 18, 18233 Rakow</p>	

<p>IO88</p>	<p>Haffstr. 6a, 18233 Rakow</p>	
<p>IO89</p>	<p>Haffstr. 6, 18233 Rakow</p>	
<p>IO90</p>	<p>Haffstr. 4, 18233 Rakow</p>	
<p>IO91</p>	<p>Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen</p>	

<p>IO92</p>	<p>Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen</p>	
<p>IO93</p>	<p>Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen</p>	
<p>IO94</p>	<p>Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen</p>	
<p>IO95</p>	<p>Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen</p>	

<p>IO96</p>	<p>Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen</p>	
<p>IO97</p>	<p>Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen</p>	
<p>IO98</p>	<p>Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen</p>	
<p>IO99</p>	<p>Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen</p>	

<p>IO100</p>	<p>Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen</p>	
<p>IO101</p>	<p>Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen</p>	
<p>IO102</p>	<p>Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen</p>	
<p>IO103</p>	<p>Ferienwohnung Grüner Weg 4, 18233 Buschmühlen</p>	

<p>IO108</p>	<p>Kiefernweg 13, 18233 Neubukow</p>	
<p>IO109</p>	<p>Kiefernweg 17, 18233 Neubukow</p>	
<p>IO110</p>	<p>Ackerstr. 2/2a, 18233 Questin</p>	
<p>IO111</p>	<p>Ackerstr. 4, 18233 Questin</p>	

IO112	Wohnbaufläche, Flächennutzungsplan Neubukow	unbebaut
-------	---	----------

Restricted
Dokumentennr.: 0083-6732.V00 (0080-8993.V01)
2019-02-07

VestasOnline[®] Business

Vestas Schattenwurf-Abschaltsystem

Allgemeine Beschreibung

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Abkürzungsliste	3
2	Vestas Schattenwurf-Abschaltsystem in der Übersicht.....	3
3	Systemarchitektur.....	4
3.1	Umwelttechnische Steuerlogik	4
3.2	Sensoren	5
4	Kompatible Systeme.....	6
5	Dokumentation.....	6

1 Einleitung

Environmental Controls (Umweltechnische Systeme) sind optionale Module für die SCADA-Systeme VestasOnline® Business (VOB) und VestasOnline® Compact (VOC).

Die Environmental Control-Funktionen unterstützen den Windpark und seine Eigentümer beim Schutz der Umwelt vor unerwünschten Nebenwirkungen der Drehung der Rotorblätter der Windenergieanlage.

Dieses Dokument beschreibt ausführlich das VestasOnline® Environmental Control-Option: Vestas Schattenwurf-Abschaltsystem.

1.1 Abkürzungsliste

Abkürzung	Erläuterung
PPC	Power Plant Controller
VOB	VestasOnline® Business
VOC	VestasOnline® Compact
VSFC	Vestas Schattenwurf-Abschaltsystem
WEA	Windenergieanlage

2 Vestas Schattenwurf-Abschaltsystem in der Übersicht

Das Vestas Schattenwurf-Abschaltsystem (VSFC) ist ein optionales Modul, das durch WEA an in der Nähe des Windparks befindlichen Rezeptoren verursachte periodischer Schattenwurf verhindern soll. Solche Rezeptoren sind in der Regel Anwohner, Büros, Krankenhäuser und ähnliche bauliche Strukturen.

Schattenwurf treten auf, wenn die Sonnenstrahlen aufgrund des Sonnenstandes zwischen den Blättern der WEA hindurch verlaufen, bevor sie auf den Rezeptor treffen. Dadurch entsteht ein Schattenwurf, der störend sein und im schlimmsten Fall bei lichtempfindlichen Personen epileptische Anfälle auslösen kann.

Der Schutz vor Schattenwurf, VSFC, wird über mehrere Zeitpläne und Regelsätze realisiert, welche dazu führen, dass die WEA automatisch pausiert, wenn bestimmte einstellbare Umgebungsbedingungen vorliegen. Diese Bedingungen ändern sich im Jahresverlauf in Abhängigkeit mit dem Sonnenstand.

Das VSFC berücksichtigt folgende Umweltbedingungen:

- Sonnenstand relativ zu den WEA und den Rezeptoren.
- Abstand zwischen WEA und Rezeptoren
- Lichtstärke, an bewölkten Tagen fällt z.B. kein Schatten.

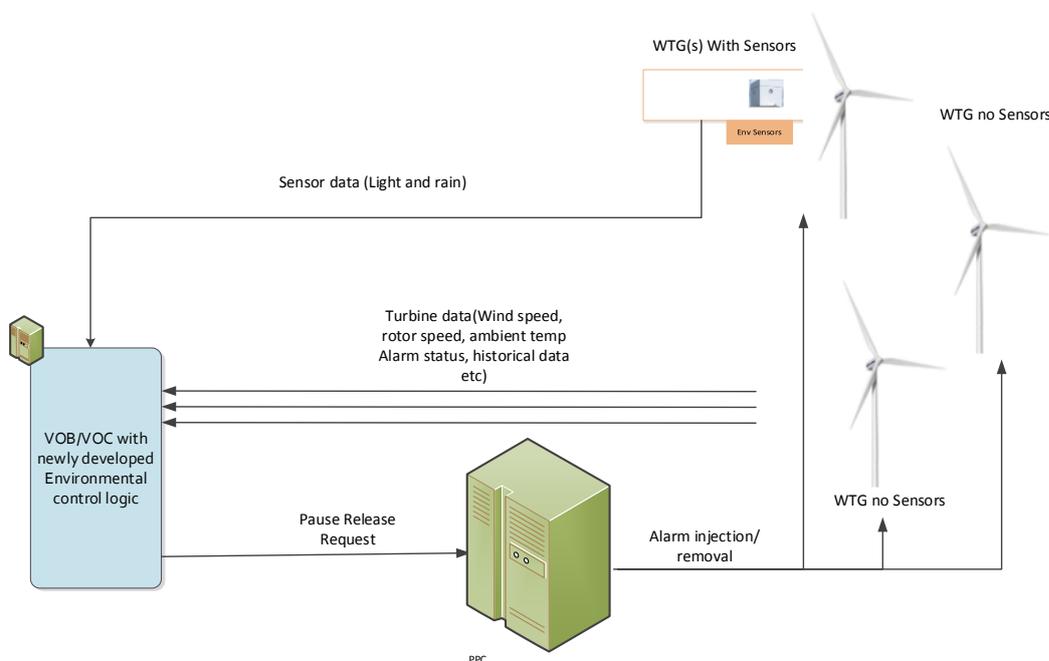
Möglicherweise sind mehrere Lichtstärkesensoren erforderlich, je nach Windparklayout und Anzahl der betroffenen Rezeptoren. Dies erfolgt während Standortauslegung.

Die VSFC-Funktion ermöglicht es Benutzern, einzelnen WEA Zeitpläne und Regeln zuzuweisen. Beispiele für Regeln sind zulässige tägliche oder jährliche kumulierte max. zulässige Beschattungsdauer an spezifischen Immissionspunkte, wie z.B. in Genehmigungen festgelegt.

Der Kunde verantwortlich die genauen GPS-Koordinaten für eine korrekte Konfiguration des Systems bereitzustellen. Eine Überprüfung der Genauigkeit der GPS-Koordinaten vor Ort durch Vestas gehört nicht zum Standard-Lieferumfang. Die VSFC-Funktion beruht auf der Analyselogik im VOB oder VOC. Die Analyselogik berechnet die Möglichkeit für das Entstehen von Schattenwurf an dem vordefinierten Rezeptor. Wird ein positives Ergebnis errechnet, wird die WEA aufgefordert, die Blätter außer Betrieb zu pitchen und die WEA in PAUSE gesetzt.

Darüber hinaus ist die VFSC mit einer Benutzeroberfläche zur Überwachung sowie einer Funktion zur Berichterstellung über VestasOnline® Nachweise und für Produktionsausfallberechnungen ausgestattet.

3 Systemarchitektur



3.1 Umwelttechnische Steuerlogik

Die umwelttechnische Steuerlogik wird auf den Systemen VOB oder VOC in Form eines Softwaremoduls ausgeführt. Das Modul nutzt die OPC-Anbindung zur Datenerfassung und als Befehlschnittstelle zum PPC. Daten werden in der vorhandenen VOB-Datenbank gespeichert.

Das Modul stellt folgende Hauptfunktionen bereit.

Datenerfassung: Die Datenerfassung erfolgt über die WEA-Steuerungen und über an den WEA angebrachte Sensoren. Die Sensorwerte und der Zustandsstatus der Sensoren werden mit Zeitstempel protokolliert.

Umwelttechnische Steuerlogik: Die umwelttechnische Steuerlogik vergleicht die Konfigurationsdaten mit den von den Sensoren eingehenden Messdaten und den Daten der Windenergieanlage. Beruhend auf den konfigurierten Regeln beurteilt

die Logik erforderliche Maßnahmen, welche durch die WEA ergriffen werden müssen.

Datenausgabe der umwelttechnischen Logik: Die durch die WEA zu ergreifenden Maßnahmen werden an den Power Plant Controller (PPC) geschickt, der sie ihrer Wichtigkeit nach ordnet und die WEA-Steuerbefehle ausführt. Dadurch ist sichergestellt, dass die WEA nicht mehrere eventuell widersprüchliche Befehle erhalten. Der PPC koordiniert den Dateneingang von verschiedenen Systemen. Eines davon ist das Schattenwurf-Abschaltsystem. Er sorgt dafür, dass der Windpark so gesteuert wird, dass Schattenwurf an Rezeptoren in der Nähe des Windparks reduziert wird. Dabei werden andere Prioritäten wie Netzanschlussbedingungen berücksichtigt.

Alle Maßnahmen werden protokolliert und können in Berichten dargestellt werden.

Alle Maßnahmen und die Sensordaten, auf denen die Maßnahmen beruhen, sowie der Sensorzustandsstatus werden mit Zeitstempel protokolliert und können in Berichten dargestellt werden. Meldet ein Sensor Schäden oder Funktionsausfall, verwendet das System einen Standardwert, damit sichergestellt ist, dass die Drosselung stattfindet, wenn die anderen Kriterien erfüllt sind.

Benutzeroberfläche:

Die Benutzeroberfläche für die umwelttechnischen Steuerfunktionen beinhaltet folgende Hauptfunktionen:

Überwachung	Liefert dem Benutzer mit Informationen und meldet den Status der aktuellen Systemwerte.
Berichterstattung	Bietet dem Benutzer eine Bedienoberfläche zur Berichterstellung. Nachweis- und Produktionsausfallberichte.
Berichtstypen (Reports)	Nachweis-Berichte mit Informationen zu getroffenen Entscheidungen, Sensordaten, Sensorstatus, Konfigurationsänderungen usw.
Berichtstypen (Reports)	Produktionsausfallberichte

3.2 Sensoren

Alle Sensoren befinden sich an der WEA. Folgende Sensortypen kommen zum Einsatz:

Sensortyp	Benötigte Anzahl
Lichtstärke	Abhängig von dem Windparkauslegung des Standorts

Sensordaten beruhen auf den aktuelle Sensorwerten. Es handelt sich also um Echtzeitdaten, nicht um Verlaufsdaten aus den vergangenen zehn Minuten.

Durchschnittsbildung, Hysterese und Schwellenwerte dienen dazu, extreme Spitzenwerte in den Messdaten zu verhindern, damit die WEA nicht in permanenter Folge pausieren und wieder anlaufen. Diese Einstellung lässt sich in der Konfiguration ändern.

4 Kompatible Systeme

Das Schattenwurf-Abschaltssystem lässt sich in Vestas Windparks einsetzen, die folgende Systemvoraussetzungen erfüllen:

- VMPGlobal – WEA mit Sensoren und WEA mit Alarm-Meldung
- VestasOnline® Business Mk5/VestasOnline® Compact Mk4.2 mit Softwareversion 3.24 und höher
- VestasOnline® Power Plant Controller Mk5 mit Softwareversion 5.1.0 und höher
- VestasOnline® Power Plant Controller Mk4 mit Softwareversion 3.3.0 und höher

5 Dokumentation

Ein Konfigurationshandbuch und ein Handbuch zur Benutzeroberfläche gehören zum Lieferumfang der Option Schattenwurf-Abschaltssystem.

4.8 Vorgesehene Maßnahmen zur Überwachung aller Emissionen

siehe Kapitel 5.1