



Industrie Service

**Mehr Sicherheit.
Mehr Wert.**

TÜV SÜD Industrie Service GmbH · Ludwig-Eckert-Str. 8 · 93049 Regensburg · Deutschland

Wirsol Windpark Straubenhardt GmbH & Co. KG

Schwetzingen Straße 22-26

D-68753 Waghäusel

Ihre Zeichen/Nachricht vom	Unsere Zeichen/Name	Tel.-Durchwahl/E-Mail	Fax-Durchwahl	Datum/Dokument	Seite
	IS-FSW-RGB/KK	0941 460 212 -25	0941 460 212 -29	13.04.2016	1 von 16
	Katja Hofer	katja.hofer@tuev-sued.de			

Addendum: Nachberechnung des Ertragsgutachtens für eine weitere Konfiguration und Abschätzung der Ertragsverluste aufgrund von Betriebseinschränkungen hinsichtlich Fledermaus und Schattenwurf

Standort: Straubenhardt

Bericht Nr.: MS-1309-173-BW

Revision: 18

Sehr geehrter Herr Schunter,

wie von uns am 12.11.2015 (Angebots-Nr.: AN-WG-1511-393-BW) [1] angeboten und am 19.11.2015 per E-Mail von Ihnen beauftragt [2], erhalten Sie nachfolgend ein Addendum zur Ertragsnachberechnung für den Standort Straubenhardt in Baden Württemberg. Die Ergebnisse dieses Addendums basieren auf dem unabhängigen Windgutachten für den Standort Straubenhardt (Bericht Nr. MS-1309-173-BW, Rev. 11) vom 30.03.2015 [3]. Alle Angaben in diesem Addendum beruhen auf den Untersuchungsergebnissen des Gutachtens und sind nur in Zusammenhang mit diesem Gutachten bzw. den dazugehörigen Hinweisen gültig.

Es fand eine Neuberechnung des am Standort Straubenhardt zu erwartenden Ertrags der geplanten Windenergieanlagen (WEA) unter Berücksichtigung von betriebsbedingten Abschaltungen der Anlagen wegen Anpassung der Abschaltgeschwindigkeit, Fledermausaktivität und Schattenwurf statt. Für die Berechnungen wurde die vom Auftraggeber mitgeteilte, im Rahmen des Schallgutachtens MS-1309-173-BW-de, Rev. 17 [4] betrachtete Konfiguration bestehend aus 11 Anlagen des Typs Siemens SWT-3.0-113 mit 3.0 MW Nennleistung und 142.5 m Nabenhöhe herangezogen.

Wie bereits im Windgutachten MS-1309-173-BW, Rev. 11 dargestellt, wurde die Leistungskennlinie dahingehend angepasst, dass die Abschaltgeschwindigkeit der Anlagen von 25 m/s

Sitz: München
Amtsgericht München HRB 96 869
USt-IdNr. DE129484218
Informationen gemäß § 2 Abs. 1 DL-InfoV
unter www.tuev-sued.de/impressum

Aufsichtsrat:
Karsten Xander (Vorsitzender)
Geschäftsführer:
Ferdinand Neuwieser (Sprecher),
Dr. Ulrich Klotz, Thomas Kainz

Telefon: 0941 - 460212 - 0
Telefax: 0941 - 460212 - 29
www.tuev-sued.de/is
TUV[®]

TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Wind Cert Services
Ludwig-Eckert-Straße 8
93049 Regensburg
Deutschland

auf 20 m/s reduziert wird, da im Rahmen einer standortspezifischen Lastberechnung durch diese Maßnahme die Standsicherheit der Anlagen bestätigt wird. Die nächtlichen Schallreduzierungen der betrachteten Konfiguration sind im Vergleich zum Windgutachten MS-1309-173-BW, Rev. 11 wie in der Nachberechnung des Schallgutachtens MS-1309-173-BW, Rev. 17 dargestellt, verändert.

Im Zuge des hier vorliegenden Addendums wurde eine weitere Konfiguration berechnet:

- **Parkkonfiguration VIII:** 11 x Siemens SWT-3.0-113 mit 3.0 MW Leitung und 142.5 m Nabenhöhe (Abschaltgeschwindigkeit: 20 m/s); Nächtliche Schallreduzierung der WEA V14-13 bzw. V14-14 durch Leistungsreduktion auf 2.483 MW bzw. 2.228 MW

Innerhalb des Addendums wurden die folgenden Untersuchungen durchgeführt:

- Die zu erwartenden Windgeschwindigkeiten und Jahresenergieerträge für die jeweilige geplante WEA bei freier Anströmung (Abschaltgeschwindigkeit angepasst)
- Die zu erwartenden Jahresenergieerträge für die jeweilige geplante WEA unter Berücksichtigung des ermittelten Parkwirkungsgrades
- Die Überschreitungswahrscheinlichkeiten (P-Werte)
- Abschätzung der zu erwartenden Ertragsverluste wegen Fledermausaktivität unter Berücksichtigung des Jahresganges der mittleren Energieerträge.
- Ermittlung der Zeiten, in denen die geplanten Anlagen zur Reduktion der Schattenbelastung an den kritischen Immissionsorten abzuschalten sind.
- Abschätzung der zu erwartenden Ertragsverluste durch Schattenabschaltung der Anlagen unter Berücksichtigung des Jahresganges der mittleren Energieerträge.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Konfiguration: VIII		WEA-Typ: Siemens SWT-3.0-113; nächtliche Schallreduzierung V 14-13 Level 4 und V 14-14 Level 6			Nabenhöhe: 142.5 m	
Nennleistung: 3.0 MW; Schallreduziert: Level 4 (2.483 MW), Level 6 (2.228 MW)					Anzahl: 11	
Parkertrag brutto	Mittlerer WEA-Ertrag brutto	Maximaler WEA-Ertrag brutto	Minimaler WEA-Ertrag brutto	mittlere Geschwindigkeit	maximale Geschwindigkeit	minimale Geschwindigkeit
[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
91'564	8'324	9'452	7'334	6.3	6.8	5.9

Parkertrag inkl. Verluste	Mittlerer WEA-Ertrag inkl. Verluste	Maximaler WEA-Ertrag inkl. Verluste	Minimaler WEA-Ertrag inkl. Verluste	Parkwirkungsgrad	maximaler Parkwirkungsgrad	minimaler Parkwirkungsgrad
[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[-]	[-]	[-]
85'079	7'734	8'966	6'769	94.9%	98.9%	89.4%

Überschreitungswahrscheinlichkeiten des Windparks						
Komb. Standardunsicherheit	P-50	P-70	P-75	P-80	P-90	P-95
[%]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]
15.4%	85'079	78'205	76'238	74'047	68'280	63'518

Tabelle 1: Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse für den Standort Straubenhardt, Konfiguration VIII (Abschaltgeschwindigkeit: 20 m/s) – Brutto: inkl. Schallverluste, Netto: inkl. Schall-, Park- und Fledermausverluste.

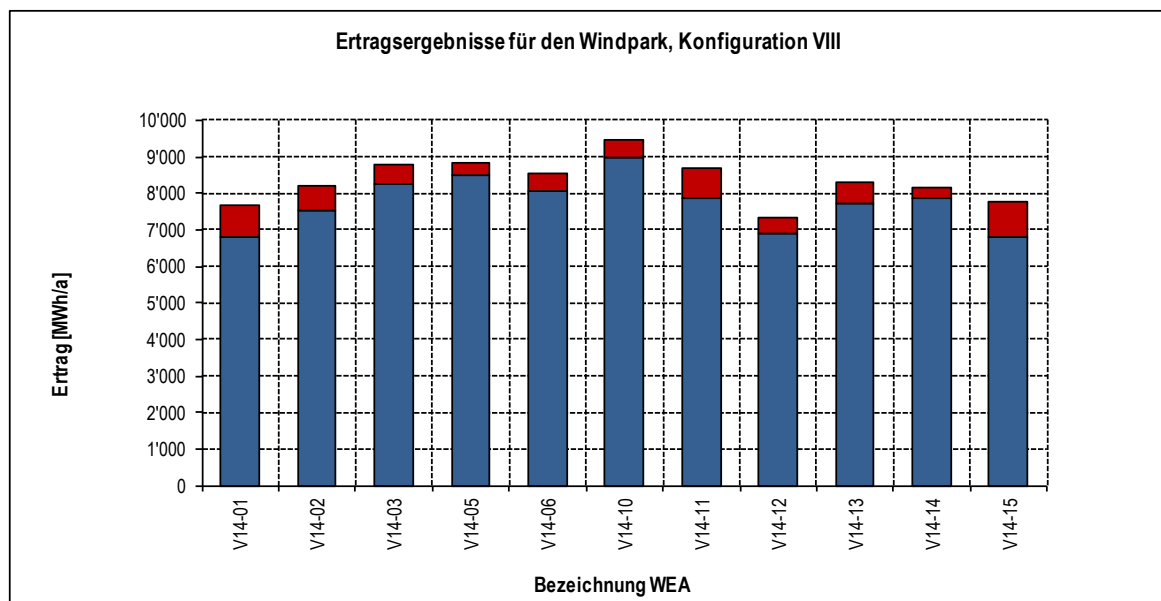


Abbildung 1: Darstellung des Energieertrags, Konfiguration VIII (Abschaltgeschwindigkeit: 20 m/s).

Tabellarische Darstellung der Windparkkoordinaten

Die Standortkoordinaten für die geplanten WEA im Windpark Straubenhardt haben sich gegenüber dem Windgutachten MS-1309-173-BW, Rev. 11 lediglich durch den Wegfall der WEA V14-04 verändert und werden nachfolgend der Vollständigkeit halber dargestellt.

Windpark Straubenhardt	Koordinatensystem				Höhe ü. NN ca.	
	Gauß-Krüger, DHDN , Zone 3		Geographisch, WGS 84		Fußpunkt	Blattspitze
	RW	HW	O	N	[m]	[m]
V14-01	3'465'814	5'408'949	08°32'0"	48°49'1"	596	795
V14-02	3'465'655	5'409'262	08°31'53"	48°49'12"	587	786
V14-03	3'464'512	5'409'792	08°30'56"	48°49'28"	560	759
V14-05	3'464'046	5'409'825	08°30'34"	48°49'29"	551	750
V14-06	3'464'055	5'410'209	08°30'34"	48°49'42"	516	715
V14-10	3'465'975	5'408'240	08°32'9"	48°48'39"	670	869
V14-11	3'465'641	5'408'439	08°31'52"	48°48'45"	652	851
V14-12	3'465'127	5'408'383	08°31'27"	48°48'43"	621	820
V14-13	3'464'662	5'408'603	08°31'4"	48°48'50"	630	829
V14-14	3'464'173	5'408'666	08°30'40"	48°48'52"	600	799
V14-15	3'465'218	5'408'736	08°31'31"	48°48'54"	612	811

Tabelle 2: **Koordinaten des geplanten Windparks, die Angabe zur Höhe der Blattspitze gilt für Konfiguration VIII.**

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Windparkplanung am Standort Straubenhardt.

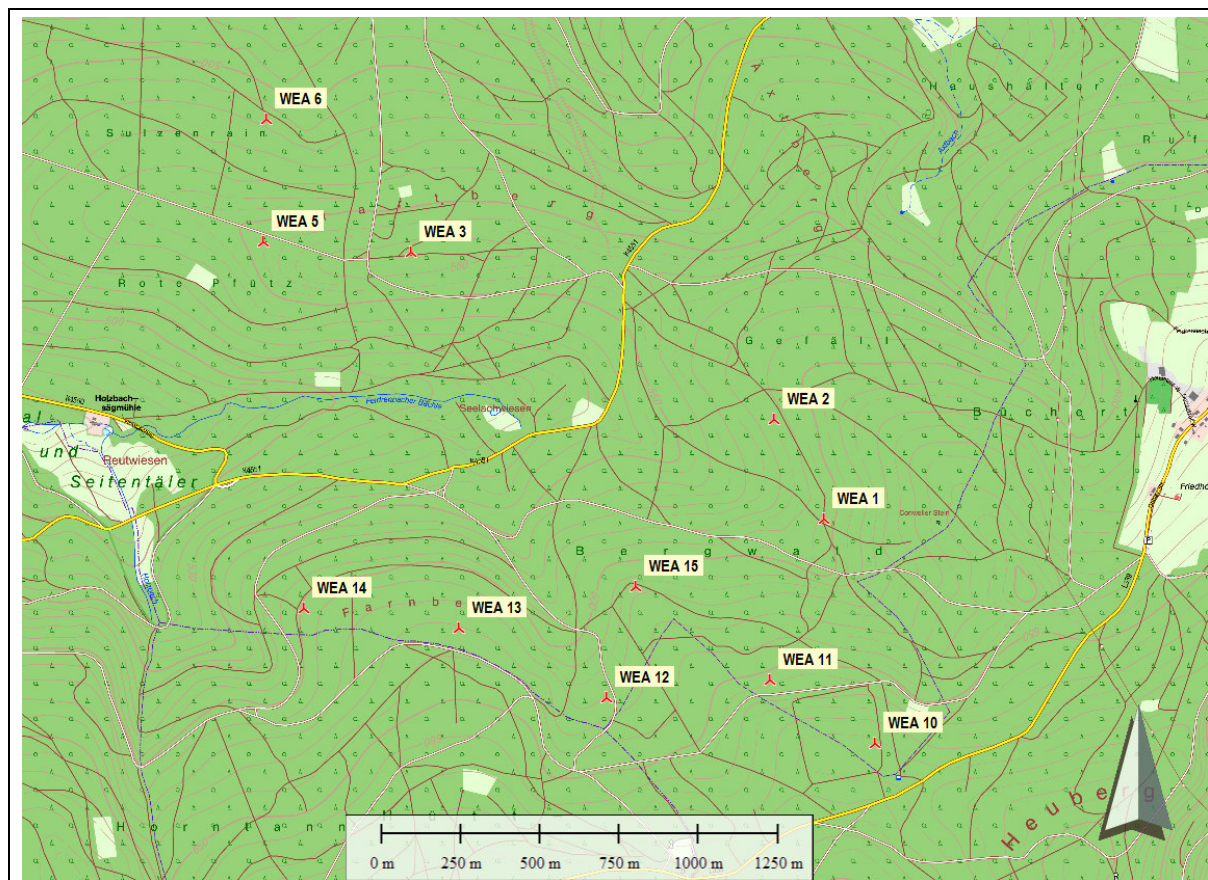


Abbildung 2: Topographische Karte [8] mit den Standorten der geplanten WEA (Konfiguration VIII).

Verwendete Leistungskennlinien

Die verwendeten Leistungskennlinien stammen aus Herstellerangaben. In den folgenden Tabellen werden die für den Standort Straubenhardt verwendeten Leistungskennlinien bei Standardbedingungen dargestellt. Die Leistungskennlinien werden durch das Programm WindSim für jeden Standort luftdichtekorrigiert.

Die Leistungskennlinie der SWT-3.0-113 stellt eine berechnete Kennlinie dar. Die Leistungskennlinien im Normalbetrieb und im schallreduzierten Modus wurden aus dem Dokument E-W-CTO-40-0000-6695-00 entnommen, sie sind diesem Addendum als Anlage beigefügt. Desweiteren wurde durch eine standortspezifische Lastberechnung durch den Anlagenhersteller die Standsicherheit bestätigt unter der Bedingung, dass die Abschaltgeschwindigkeit von 25 m/s auf 20 m/s reduziert wird. Diese Betriebsbeschränkung wurde in der Ertragsberechnung berücksichtigt.

Einschaltwindgeschwindigkeit				ca. 3 m/s				Abschaltwindgeschwindigkeit				20 m/s
v	[m/s]	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	
P	[kW]	66	172	352	623	1'003	1'503	2'119	2'695	2'942	2'994	
v	[m/s]	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	20.01		
P	[kW]	3'000	3'000	3'000	3'000	3'000	3'000	3'000	3'000	0		

Tabelle 3: Leistungskennlinie für den Standort (Konfiguration VIII: WEA-Typ Siemens SWT-3.0-113 mit einer Leistung von 3.0 MW – berechnete Leistungskennlinie).

Einschaltwindgeschwindigkeit						Abschaltwindgeschwindigkeit					
ca. 3 m/s						20 m/s					
v	[m/s]	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0
P	[kW]	66	172	352	623	1'001	1'477	1'987	2'372	2'473	2'482
v	[m/s]	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	20.01	
P	[kW]	2'483	2'483	2'483	2'483	2'483	2'483	2'483	2'483	0	

Tabelle 4: Leistungskennlinie für den Standort (Konfiguration VIII: WEA-Typ Siemens SWT-3.0-113 Level 4 mit einer Leistung von 2.483 MW – berechnete Leistungskennlinie).

Einschaltwindgeschwindigkeit						Abschaltwindgeschwindigkeit					
ca. 3 m/s						20 m/s					
v	[m/s]	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0
P	[kW]	66	172	352	626	1'007	1'452	1'869	2'152	2'222	2'228
v	[m/s]	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	20.01	
P	[kW]	2'228	2'228	2'228	2'228	2'228	2'228	2'228	2'228	0	

Tabelle 5: Leistungskennlinie für den Standort (Konfiguration IV: WEA-Typ Siemens SWT-3.0-113 Level 6 mit einer Leistung von 2.228 MW – berechnete Leistungskennlinie).

Zusammenfassung der Ergebnisse der Ertragsverluste aufgrund von Betriebsbeschränkungen zum Schutz von Fledermäusen

Durch den Auftraggeber wurden folgende Restriktionen hinsichtlich der Abschaltung der geplanten Anlagen bei Fledermausaktivität mitgeteilt [7]. Es handelt sich hierbei um vorsorgliche Vorgaben für das erste und zweite Betriebsjahr:

- Zeitraum: 01.04. – 31.08. eine Stunde vor Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang
01.09. – 31.10. drei Stunden vor Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang
- Windgeschwindigkeit: ≤ 6 m/s
- Temperatur: $\geq 10^{\circ}\text{C}$
- Kein Niederschlag

Somit wurde die Abschaltung der geplanten Anlagen in dem Zeitraum zwischen 01. April und 31. August jeweils von einer Stunde vor Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang sowie zwischen 01. September und 31. Oktober jeweils von drei Stunden vor Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang bei Windstärken bis 6 m/s durchgeführt.

Zur Berücksichtigung der Restriktion hinsichtlich der Temperatur wurden MERRA Reanalysedaten verwendet (siehe hierzu [3] Abschnitt 4.2.1). Die Temperaturen wurden auf die geplante Nabenhöhe am Standort Windpark Straubenhardt umgerechnet. Anschließend wurde der zeitliche Anteil mit einer Temperatur $\geq 10^{\circ}\text{C}$ in den geforderten Abschaltzeiträumen ermittelt und in monatlicher Auflösung in der Berechnung der Ertragsverluste berücksichtigt.

Zeiten mit Niederschlag, in denen Fledermäuse nicht oder eingeschränkt aktiv sind, konnten aufgrund fehlender aussagekräftiger Eingangsdaten nicht berücksichtigt werden.

Für die Berechnungen wurden die im Rahmen dieses Addendums verwendeten Leistungskennlinien für die Tages- sowie Nachtstunden angepasst. Um die mitgeteilten Restriktionen zum Schutz von Fledermäusen zu berücksichtigen, wurde die Einschaltgeschwindigkeit der jeweiligen Leistungskennlinie auf 6 m/s geändert. Die Berechnung der Erträge während der fledermausbedingten Abschaltung der Anlagen fand mit Hilfe dieser modifizierten Leistungskennlinien für den angegebenen Dämmerungs- sowie Nachtzeitraum statt.

Da die Anlagen in der geplanten Konfiguration in den Nachtstunden bereits schallreduziert betrieben werden, ist an dieser Stelle eine genauere Betrachtung der Nacht- und Dämmerungsstunden hinsichtlich der zu verwendenden Leistungskennlinie notwendig.

Die nächtliche Schallreduktion gilt für den Zeitraum von 22 Uhr bis 6 Uhr. Diese insgesamt 8 Stunden wurden mit den schallreduzierten Leistungskennlinien in den entsprechenden Modi betrachtet. Die restlichen Stunden des Abschaltzeitraumes am Tag bzw. in den Dämmerungsstunden bis 22 Uhr wurden mit der Leistungskennlinie für die Tagesstunden berücksichtigt. Die Erträge mit fledermausbedingter Abschaltung wurden entsprechend den Anteilen an dem Abschaltzeitraum gewichtet berechnet.

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die mittleren Jahresenergieerträge für den geplanten Windpark Straubenhardt vor bzw. nach erfolgter Abschaltung aufgrund Fledermausaktivität bei freier Anströmung, die entstandenen Verluste sowie die Ergebnisse mit Parkwirkung inkl. Schallreduktion und fledermausbedingter Abschaltungen.

Die Betriebsbeschränkung hinsichtlich der Abschaltgeschwindigkeit von 20 m/s ist in allen nachfolgenden Ergebnissen bereits berücksichtigt.

WEA am Standort Straubenhardt	Freie Anströmung (Brutto)				Im Park (Netto)	
	Mittlerer Jahresertrag ohne Fledermaus-Absch. (inkl. Schallreduktion)	Mittlerer Jahresertrag mit Fledermaus-Absch. (inkl. Schallreduktion)	Verluste durch Fledermausabschaltung		Parkwirkungsgrad	Mittlerer Jahresertrag mit Fledermaus-Absch. (inkl. Schallreduktion)
	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[-]	[-]	[MWh/a]
V14-01	7'647	7'454	193	2.5%	90.9%	6'779
V14-02	8'188	8'003	184	2.2%	93.9%	7'515
V14-03	8'745	8'545	200	2.3%	96.4%	8'233
V14-05	8'820	8'627	194	2.2%	98.3%	8'478
V14-06	8'505	8'329	176	2.1%	96.8%	8'061
V14-10	9'452	9'272	180	1.9%	96.7%	8'966
V14-11	8'677	8'507	170	2.0%	92.1%	7'836
V14-12	7'334	7'150	184	2.5%	96.1%	6'871
V14-13	8'294	8'120	174	2.1%	95.0%	7'714
V14-14	8'134	7'948	186	2.3%	98.9%	7'859
V14-15	7'768	7'569	199	2.6%	89.4%	6'769

Tabelle 6: Übersicht zu den mittleren Jahresenergieerträgen unter Berücksichtigung der fledermausbedingten Abschaltung der geplanten Anlagen im Windpark Straubenhardt (Konfiguration VIII).

Zusammenfassung der Ergebnisse der Ertragsverluste aufgrund der Schattenabschaltung

Im unabhängigen Schattenwurfgutachten MS-1309-173-BW Rev. 7 [4] vom 07.10.2014 wurden an drei Immissionsorten Überschreitungen der zulässigen Richtwerte hinsichtlich Schattenwurf festgestellt. Daher müssen einige WEA über einen gewissen Zeitraum abgeschaltet werden. Die Verluste auf Grund dieser Abschaltung werden im Folgenden dargestellt.

Aus dem Schattenwurfgutachten ergibt sich, dass am Immissionsort A an 7 Tagen im Februar, an einem Tag im März und an 8 Tagen im Oktober die maximal zulässigen Schattenminuten am Tag überschritten werden. An den entsprechenden Tagen verursachen die Anlagen V14-13 und V14-14 den Schatten am Immissionsort A. Es findet kein gleichzeitiger Schattenwurf durch die genannten WEA am Immissionsort statt, so dass folglich immer nur eine WEA abgeschaltet werden muss. Es wurde davon ausgegangen, dass jeweils die Anlage V14-14 abgeschaltet wird, da es sich hierbei um die Anlage handelt, die am Ende des Schattenwurfzeitraums den Schatten hervorruft. Damit ergeben sich Abschaltzeiten der Anlage V14-14 von insgesamt 76 Minuten (Februar), 4 Minuten (März) und 82 Minuten (Oktober). Daraus ergibt sich, nach jahreszeitlicher Gewichtung, ein Verlust dieser Anlage im Jahresertrag von 0.1%.

Desweiteren sind die maximal zulässigen Schattenstunden pro Jahr an den Immissionsorten E und F mit 158 Minuten bzw. 535 Minuten überschritten. Zu Abschätzung der Ertragsverluste wurde zunächst die Anlage ermittelt, die am Ende des Jahres für den Schattenwurf maßgeblich ist. Anschließend wurden die entsprechenden Minuten der Abschaltung dieser Anlagen aufsummiert. Es ergeben sich Abschaltzeiten der Anlage V14-10 von 158 Minuten im Dezember (Immissionsort E) und 398 Minuten im November (Immissionsort F) sowie der Anlage V14-11 von 137 Minuten im Oktober (Immissionsort F). Daraus ergibt sich, nach jahreszeitlicher Gewichtung, ein Verlust der Anlagen im Jahresertrag von 0.2% (V14-10) bzw. 0.1% (V14-11).

Unter Berücksichtigung des Jahresenergieertrags aller Anlagen im Park ergibt sich ein Ertragsverlust aufgrund der Abschaltungen wegen Schattenwurf von weniger als 0.1%.

Jahresenergieerträge für den Windparkstandort Straubenhardt

Mit den oben beschriebenen Angaben wurde der Ertrag für den Windpark Straubenhardt berechnet. Die Ergebnisse sind in den folgenden Tabellen dargestellt.

Eingangsdaten für die Ermittlung der Jahresenergieerträge							
Anzahl und WEA-Typ - Konfiguration			11 x Siemens SWT-3.0-113; nächtliche Schallreduzierung V14-13 Level 4 und V14-14 Level 6			VIII	
Nennleistung			3.0 MW; Schallreduziert: Level 4 (2.483 MW), Level 6 (2.228 MW)				
Nabenhöhe			142.5 m				
Leistungskennlinie			Berechnet (bis 20 m/s): LK für SWT-3.0-113, 3.0 MW, Doc E-W-C-TO-40-0000-6695-00, 26.03.2014; LK für SWT-3.0-113, schallreduziert: Doc E-W-C-TO-40-0000-6695-00, 26.03.2014				
Schubbeiwertkennlinie			Berechnet (bis 20 m/s): cT für SWT-3.0-113, 3.0 MW, Doc E-W-C-TO-40-0000-6695-00, 27.06.2013; cT für SWT-3.0-113, schallreduziert: Doc E-W-C-TO-40-0000-6695-00, 27.06.2013				
Gesamte Leistung des Windparks			33 MW				
Ermittelte Jahresenergieerträge für den Windpark							
Freie Anströmung (Einzel-WEA)			Ergebnisse im Windpark				
WEA-Nr.	v	Ertrag	Kapazitätsfaktor	E _{f, Wind}	Ertrag	h _{Park}	h _{Fled}
[-]	[m/s]	[MWh/a]	[-]	[kWh/m ² /a]	[MWh/a]	[-]	[-]
V14-01	6.0	7'647	25.8%	676	6'779	90.9%	97.5%
V14-02	6.2	8'188	28.6%	749	7'515	93.9%	97.8%
V14-03	6.5	8'745	31.3%	821	8'233	96.4%	97.7%
V14-05	6.5	8'820	32.3%	845	8'478	98.3%	97.8%
V14-06	6.4	8'505	30.7%	804	8'061	96.8%	97.9%
V14-10	6.8	9'452	34.1%	894	8'966	96.7%	98.1%
V14-11	6.4	8'677	29.8%	781	7'836	92.1%	98.0%
V14-12	5.9	7'334	26.1%	685	6'871	96.1%	97.5%
V14-13	6.4	8'294	29.3%	769	7'712	95.0%	97.9%
V14-14	6.4	8'134	29.9%	784	7'859	98.9%	97.7%
V14-15	6.0	7'768	25.8%	675	6'769	89.4%	97.4%
Mittelwert aller WEA		8'324	29.4%	771	7'734	94.9%	97.8%
Gesamter Park		91'564		8'484	85'079		

Tabelle 7: Eingangsdaten und Ergebnisse der Berechnung für den Standort Straubenhardt, Konfiguration VIII.

Die nächtliche Schallreduktion der WEA V14-13 auf 2.483 MW bzw. V14-14 auf 2.228 MW sowie die Anpassung der Abschaltgeschwindigkeit auf 20 m/s wurden sowohl bei der freien Anströmung als auch bei den Ergebnissen im Park berücksichtigt. Der Ertrag im Park berücksichtigt die Verluste durch Schallreduktion, Parkwirkung und Fledermausabschaltung.

Nachfolgend sind die Verluste aufgrund der Schallreduktion dargestellt.

WEA am Standort Straubenhardt	Freie Anströmung (Brutto)				Im Park (Netto)
	Mittlerer Jahresertrag ohne Schallreduktion	Mittlerer Jahresertrag mit Schallreduktion	Verluste durch Schallreduktion		Mittlerer Jahresertrag mit Schallreduktion
	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[-]	[MWh/a]
V14-01	7'647	7'647	0	0.0%	6'955
V14-02	8'188	8'188	0	0.0%	7'688
V14-03	8'745	8'745	0	0.0%	8'426
V14-05	8'820	8'820	0	0.0%	8'668
V14-06	8'505	8'505	0	0.0%	8'231
V14-10	9'452	9'452	0	0.0%	9'140
V14-11	8'677	8'677	0	0.0%	7'992
V14-12	7'334	7'334	0	0.0%	7'047
V14-13	8'551	8'294	257	3.0%	7'877
V14-14	8'535	8'134	401	4.7%	8'043
V14-15	7'768	7'768	0	0.0%	6'947

Tabelle 8: Übersicht zu den mittleren Jahresenergieerträgen unter Berücksichtigung der nächtlichen schallreduzierten Betriebsweise der geplanten Anlagen im Windpark Straubenhardt (Konfiguration VIII).

Unsicherheiten und Überschreitungswahrscheinlichkeitsfunktion für den Windparkstandort Straubenhardt

Die Vergabe der Unsicherheiten basiert auf dem Windgutachten MS-1309-173-BW, Rev. 11. Im Vergleich zum Windgutachten haben sich die Unsicherheiten der betrachteten Konfiguration nicht geändert. Die nachfolgende Tabelle stellt diese Unsicherheit dar.

Analysierte Unsicherheit	Standardunsicherheit
Konfiguration	VIII
Meteorologische Eingangsdaten	10.2%
Modellierung Windfeld	7.2%
Modellierung Parkwirkungsgrad	2.2%
Eingangsdaten WEA	8.8%
Kombinierte Standardunsicherheit	15.4%

Tabelle 9: Darstellung der kombinierten Unsicherheiten.

Auf Basis dieser festgelegten Unsicherheiten und des berechneten Energieertrags des Windparks wird wie bereits im Windgutachten MS-1309-173-BW, Rev. 01 eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für das Erreichen des prognostizierten Ertrags errechnet. Eine detaillierte Darstellung der Überschreitungswahrscheinlichkeiten (P-Werte) und der mittleren Ertragssumme des geplanten Windparks wird in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

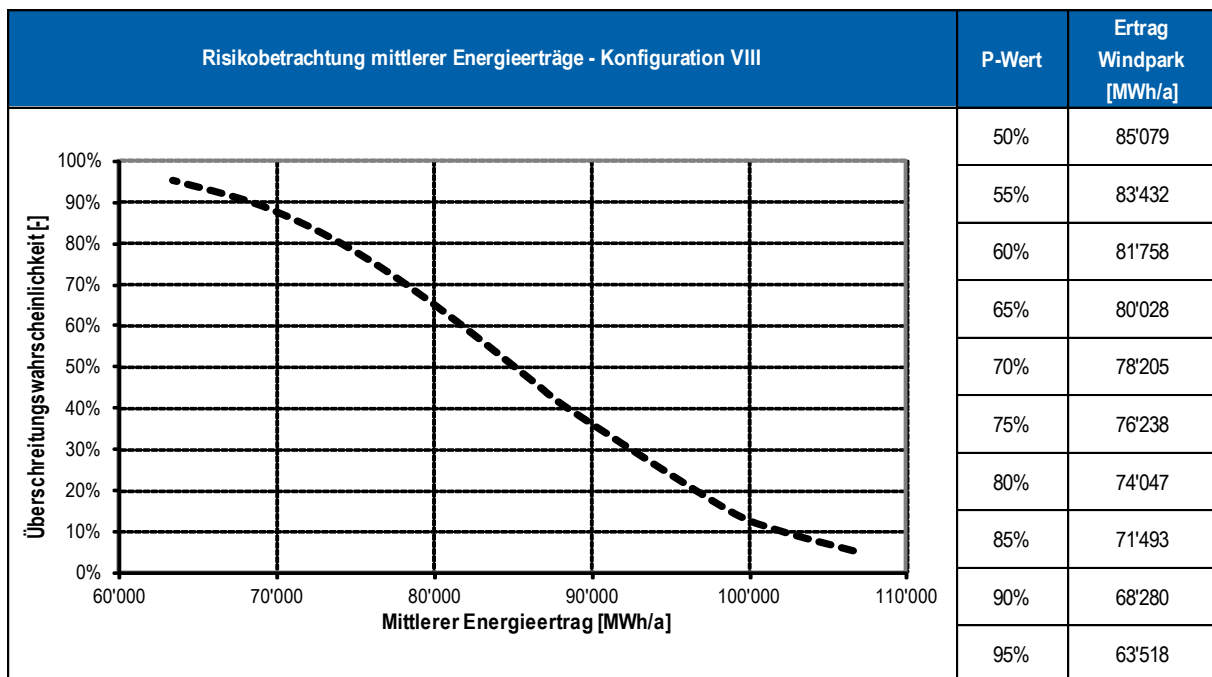


Tabelle 10: Darstellung der Überschreitungswahrscheinlichkeiten und der mittleren Erträge des Windparks, Konfiguration VIII.

Hinweise zu diesem Addendum

- Die Energieerträge der obigen Tabellen sind auf Basis des für die Wind- und Ertragsgutachtens angefertigten Modells (MS-1309-173-BW, Rev. 11 [3]) berechnet worden.
- Alle Angaben innerhalb von diesem Addendum sind nur in Zusammenhang mit dem vollständigen Ergebnisbericht gültig (MS-1309-173-BW, Rev. 11 vom 30.03.2015 [3]).
- Gegenüber dem Windgutachten [3] wurde in dem vorliegenden Addendum die nächtliche Schallreduzierung entsprechend dem Schallgutachten Rev. 17 angewendet. Schallreduzierungen gelten in den Nachtstunden von 22 – 6 Uhr.
- Von den dargestellten Berechnungsergebnissen wurden keine Abschlüsse (Sicherheitsabschlag, Leitungs-, Netz- und Trafoverluste, Abschlag für technische Nichtverfügbarkeit, etc.) einberechnet. Diese Abschlüsse sind vom Auftraggeber selbst vorzunehmen. Verluste aufgrund von Betriebsbeschränkungen (Schall, Abschaltgeschwindigkeit, Fledermaus) werden in der vorliegenden Untersuchung berücksichtigt.
- Der ermittelte Energieertrag ergibt sich durch die Angabe des Anlagenherstellers einer angepassten Leistungskennlinie mit einer Abschaltgeschwindigkeit von 20 m/s (anstatt 25 m/s) basierend auf dem Ergebnis einer standortspezifischen Lastberechnung.
- Für die Betriebsbeschränkungen durch Fledermäuse wurden als meteorologische Eingangswerte die Reanalysedaten des MERRA Knotens 8.668° O / 49.000° N verwendet. Die Verhältnisse am Standort Straubenhardt können hiervon jedoch abweichen und stellen damit eine gewisse Unsicherheit dar. Im Anbetracht, dass keine meteorologischen Daten von vor Ort bekannt sind, stellen sie jedoch eine gute und praktikable Grundlage von langjährigen meteorologischen Verhältnissen dar.
- Im durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellten Fledermausgutachten [7] werden Empfehlungen zur Abschaltung der Anlagen zum Schutz der Fledermausaktivität am Standort Straubenhardt gegeben. Diese Abschaltungen sind parametrisiert hinsichtlich Niederschlag, Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe und Temperatur in Nabenhöhe für die Monate April bis August zwischen 1 Stunde vor Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang und für die Monate September und Oktober zwischen 3 Stunden vor Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang. Die Geschwindigkeit der Fledermausbedingten Abschaltung ist mit 6 m/s und die Temperatur mit 10°C angegeben.
- Die Ermittlung der zu erwartenden Ertragsverluste durch Schattenabschaltung basieren auf den Ergebnissen des Schattenwurfgutachtens MS-1309-173-BW, Rev 07 [4]. Es ist zu beachten, dass es sich bei den ermittelten Schattenwurfbelastungen um ein worst case-Szenario handelt. Bei der Berechnung wurde der mittlere Jahresgang der Energieerträge anhand des Merra-Index berücksichtigt. Es ist zu beachten, dass die tatsächlichen Ertragsdefizite von der tatsächlich vorherrschenden Windklimatologie sowie den jahres- und tageszeitlichen Schwankungen der Windgeschwindigkeiten abhängig sind.
- Die TÜV SÜD Industrie Service GmbH führt eine Abschätzung der Ertragsverluste durch. Da hier die Absolutwerte in der Regel auf Schätzungen und Annahmen basieren, wird keine explizite Unsicherheitsbewertung hierfür durchgeführt.

Verwendete Literatur

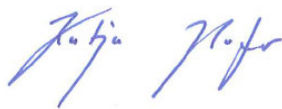
- [1] TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Angebot Nr. AN-WG-1511-393-BW, Regensburg, den 12.11.2015
- [2] Wirsol Windpark Straubenhardt GmbH & Co. KG, Beauftragung des Angebots AN-WG-1511-393-BW, per Email, 19.11.2015
- [3] TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Unabhängiges Wind- und Ertragsgutachten (Aktualisierung des Windgutachtens Rev. 01 vom 15.01.2014), MS-1309-173-BW, Rev. 11 vom 30.03.2015
- [4] TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Nachberechnung des Schallgutachtens Straubenhardt, MS-1309-173-BW, Rev. 17 vom 08.01.2016
- [5] TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Unabhängiges Schattenwurfgutachten Straubenhardt, MS-1309-173-BW, Rev. 07 vom 07.10.2014
- [6] TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Standsicherheitsnachweis Straubenhardt mit Ergebnissen der Lastberechnung des Herstellers, MS-1309-173-BW, Rev. 09 vom 09.12.2014
- [7] Wirsol Windpark Straubenhardt GmbH & Co. KG, Simon Schunter, Untersuchungsumfang Fledermausaktivität für den Standort Straubenhardt, per E-Mail, 21.01.2016
- [8] Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg, TOP10 Ortsplan 1:10'000 Baden-Württemberg, Version1, 2008

Anlage

Verwendete Leistungskennlinien

Sollten Sie zu diesem Addendum weitere Informationen benötigen bzw. Fragen haben, stehen wir Ihnen selbstverständlich jederzeit zur Verfügung.

i. A.



Dipl. Met. Katja Hofer
Abteilung Wind Cert Services

i. A.



Dipl.-Geoökol. Martina Hunner
Abteilung Wind Cert Services

Anlage

Leistungskennlinien Konfiguration VIII Siemens SWT-3.0-113

SIEMENS

Leistungskurve, Schallmodus, Rev. 0, SWT-3.0-113, DD22-2

Dokument ID: E W C T O-40-0000-8895-00

2014.03.28

Intern

SWT-3.0-113, DD22-2

Leistungskurve, Schallmodus, Rev. 0

Die berechnete Leistungskurve gilt für atmosphärische Standardbedingungen (Umgebungstemperatur 15°C, Luftdruck 1013 hPa und Luftdichte 1.225 kg/m³) und setzt saubere Rotorblätter sowie im Wesentlichen horizontale, ungestörte Anströmung mit normaler Turbulenz und normalem Windprofil voraus.

v [m/s]	Leistungskurven [kW] für unterschiedliche Schallmodi					
	Standard Modus	Modus -1dB	Modus -2dB	Modus -4dB	Modus -6dB	Modus -8dB
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	66	66	66	66	66	66
4	172	172	172	172	172	172
5	352	352	352	352	352	352
6	623	623	623	623	624	626
7	1003	1003	1003	1001	1006	1007
8	1503	1502	1500	1477	1474	1452
9	2119	2105	2089	1987	1941	1869
10	2695	2648	2590	2372	2264	2152
11	2942	2854	2749	2473	2338	2222
12	2994	2892	2770	2482	2342	2228
13	3000	2896	2772	2483	2342	2228
14	3000	2897	2772	2483	2342	2228
15	3000	2897	2772	2483	2342	2228
16	3000	2897	2772	2483	2342	2228
17	3000	2897	2772	2483	2342	2228
18	3000	2897	2772	2483	2342	2228
19	3000	2897	2772	2483	2342	2228
20	3000	2897	2772	2483	2342	2228
21	3000	2897	2772	2483	2342	2228
22	3000	2897	2772	2483	2342	2228
23	3000	2897	2772	2483	2342	2228
24	3000	2897	2772	2483	2342	2228
25	3000	2897	2772	2483	2342	2228

Die Jahresenergieerträge für verschiedene mittlere Jahreswindgeschwindigkeiten in Nabenhöhe sind mit der dargestellten Leistungskurve unter der Annahme einer Raleigh-Windverteilung, 100% Verfügbarkeit und ohne Berücksichtigung von Parkeffekten, Netzverlusten oder anderen externen Verlustfaktoren berechnet.

v [m/s]	Energie [MWh]	Energie [MWh]	Energie [MWh]	Energie [MWh]	Energie [MWh]	Energie [MWh]
5.0	5415	5371	5319	5135	5057	4959
5.5	6770	6697	6610	6325	6199	6053
6.0	8106	8000	7872	7475	7294	7098
6.5	9408	9264	9090	8574	8336	8087
7.0	10670	10485	10263	9623	9325	9024
7.5	11832	11606	11336	10576	10220	9869
8.0	12943	12676	12356	11477	11063	10664
8.5	13938	13632	13265	12276	11808	11366
9.0	14864	14520	14108	13014	12493	12011
9.5	15696	15317	14862	13670	13102	12582
10.0	16440	16027	15532	14251	13638	13085

Schubbeiwerte Konfiguration VIII Siemens SWT-3.0-113

SIEMENS

Ct Curve, Noise Setting, Rev. 0, SWT-3.0-113

Document ID: E W CTO-40-0000-5680-00

GBI / 2013.06.27

Restricted

Siemens corporate proprietary information

SWT-3.0-113

Ct Curve, Noise Settings, Rev. 0

The calculated power curve data are valid for standard air density conditions of 15 deg.C air temperature, 1013 hPa air pressure and 1.225 kg/m3 air density, clean rotor blades, substantially horizontal, undisturbed air flow, normal turbulence intensity and normal wind shear.

Wind [m/s]	Ct values [-] at different maximum acoustic emission Settings						
	Standard setting	Setting -1dB	Setting -2dB	Setting -3dB	Setting -4dB	Setting -5dB	Setting -6dB
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.878	0.878	0.878	0.878	0.878	0.878	0.878
4	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880
5	0.881	0.881	0.881	0.881	0.881	0.881	0.881
6	0.881	0.881	0.881	0.881	0.881	0.881	0.881
7	0.882	0.882	0.882	0.879	0.870	0.858	0.823
8	0.882	0.872	0.860	0.837	0.788	0.757	0.723
9	0.843	0.816	0.783	0.749	0.700	0.669	0.631
10	0.784	0.737	0.705	0.670	0.618	0.584	0.541
11	0.544	0.518	0.488	0.459	0.422	0.402	0.394
12	0.390	0.374	0.355	0.336	0.311	0.300	0.303
13	0.297	0.286	0.272	0.258	0.240	0.233	0.243
14	0.235	0.226	0.215	0.205	0.191	0.187	0.201
15	0.190	0.183	0.174	0.166	0.155	0.153	0.169
16	0.156	0.151	0.144	0.137	0.128	0.127	0.145
17	0.131	0.126	0.121	0.115	0.108	0.108	0.126
18	0.111	0.107	0.103	0.098	0.092	0.092	0.111
19	0.096	0.092	0.088	0.084	0.079	0.080	0.099
20	0.083	0.080	0.076	0.073	0.068	0.068	0.083
21	0.073	0.070	0.067	0.064	0.060	0.058	0.055
22	0.064	0.062	0.059	0.057	0.053	0.051	0.049
23	0.057	0.055	0.053	0.050	0.047	0.045	0.043
24	0.051	0.049	0.047	0.045	0.042	0.040	0.039
25	0.046	0.044	0.042	0.040	0.038	0.036	0.035