

# PRÜFBERICHT



Industrie Service

**Mehr Sicherheit.  
Mehr Wert.**

## Ausweisung des 60%-Referenzertrag-Nachweises

für den Standort

### STRAUBENHARDT (BADEN-WÜRTTEMBERG)

Datum: 17.03.2016  
Revision: 16

Unsere Zeichen:  
IS-FSW-RGB/DP

Das Dokument besteht aus  
12 Seiten.  
Seite 1 von 12

**Bericht Nr.: MS-1309-173-BW-de  
Revision 16**

**Datum: 17.03.2016**

Die auszugsweise Wiedergabe des  
Dokumentes und die Verwendung  
zu Werbezwecken bedürfen der  
schriftlichen Genehmigung der  
TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Die Prüfergebnisse beziehen  
sich ausschließlich auf die  
untersuchten Prüfgegenstände.



Sitz: München  
Amtsgericht München HRB 96 869  
USt-IdNr. DE129484218  
Informationen gemäß § 2 Abs. 1 DL-InfoV  
unter [www.tuev-sued.de/impresum](http://www.tuev-sued.de/impresum)

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

Telefon: +49 941 460212-0  
Telefax: +49 941 460212-29  
[www.tuev-sued.de/is](http://www.tuev-sued.de/is)  
**TÜV®**

TÜV SÜD Industrie Service GmbH  
Windenergieanlagen - Wind Cert Services  
Ludwig-Eckert-Str. 8  
93049 Regensburg  
Deutschland



Industrie Service

**Auftraggeber:** Wirsol Windpark Straubenhardt GmbH & Co. KG  
Herr Simon Schunter  
Schwetzingen Straße 22-26  
D-68753 Waghäusel

**Auftragnehmer:** TÜV SÜD Industrie Service GmbH  
Abteilung Wind Cert Services  
Ludwig-Eckert-Str. 8  
93049 Regensburg

**Angebot Nr.:** AN-WG-1511-393-BW  
**Berichtart:** 60%-Referenzertrag-Nachweis  
**Standortbezeichnung:** Straubenhardt  
**Land:** Baden-Württemberg, Deutschland  
**Bericht Nr.:** MS-1309-173-BW-de  
**Revision:** 16  
**Ausstellungsdatum:** 17.03.2016  
**Status:** Endbericht  
**Vertraulichkeitsstufe:**  A  B  C  
**Verteiler:** 2 x Auftraggeber  
1 x Auftragnehmer

prüfzeichnungsberechtigt

Bericht verfasst von:

M.Sc Geoökol. Daniela Pfab  
(Abteilung Wind Cert Services)

prüfzeichnungsberechtigt

Bericht geprüft von:

Dipl.-Geoökol. Martina Hunner  
(Abteilung Wind Cert Services)



## **Haftungsausschluss**

Der vorliegende Bericht wurde sorgfältig und fachgerecht nach bestem Wissen und Gewissen und nach allgemeinen Regeln der Technik angefertigt. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass das durch den Auftraggeber bzw. Dritte zur Verfügung gestellte Material (Daten, Schriften, Aufzeichnungen, Diagramme, etc.) zur Erstellung der Dienstleistung nicht vollständig auf Richtigkeit geprüft werden kann. Es kann daher keine Fehlerfreiheit der dargestellten Ergebnisse garantiert und keine Haftung übernommen werden. Die in diesem Bericht dargestellten Ergebnisse sind nur im Kontext mit dem gesamten Gutachten und unter besonderer Berücksichtigung der Hinweise und der berechneten Unsicherheiten zu den Ergebnissen zu verstehen.



### **Ausgehändigte Berichte**

<b>Revision</b>	<b>Datum</b>	<b>Titel des Berichts</b>
o. Nr.	23.09.2013	Unterlagenanforderung
o. Nr.	07.10.2013	Agenda der Standortbesichtigung
o. Nr.	14.10.2013	Protokoll der Standortbesichtigung
00	06.11.2013	Unabhängiges Windgutachten
01	15.01.2014	Unabhängiges Windgutachten
02	Noch nicht ausgestellt	Schall-/Schattenwurfgutachten
03	19.09.2014	Addendum Windgutachten
04	17.03.2016	60%-Referenzertrag-Nachweis
05	14.10.2014	Gutachterliche Stellungnahme
06	10.10.2014	Prüfung der Standorteignung
07	07.10.2014	Schattenwurfgutachten
08	05.12.2014	Gutachterliche Stellungnahme zur Eiserkennung
09	09.12.2014	Prüfung der Standorteignung mit Lastberechnung des Herstellers
10	19.12.2014	Addendum Windgutachten und Abschätzung von Ertragsverlusten
11	30.03.2015	Aktualisierung des Windgutachtens
13	10.09.2015	Unabhängige Eisfallanalyse
14	10.09.2015	Unabhängige Risikoanalyse zum Eisfall
15	08.09.2015	Addendum zu Windgutachten; Ergebnisse nur per E-mail
16	17.03.2016	60%-Referenzertrag-Nachweis

### **Änderungsverzeichnis**

<b>Revision</b>	<b>Datum</b>	<b>Zusammenfassung der Änderungen</b>
00	06.11.2013	Vollständiger Endbericht
01	15.01.2014	Vollständiger Endbericht nach 12 Monaten Messung
02	Noch nicht ausgestellt	Vollständiger Endbericht
03	19.09.2014	Änderung Windparklayout, Änderung Konfigurationen, Änderung Schallreduzierung
04	17.03.2016	Nachweis des 60%-Referenzertrages
05	14.10.2014	Zusammenfassung der Messung in Straubenhardt
06	10.10.2014	Vollständiger Endbericht
07	07.10.2014	Vollständiger Endbericht
08	05.12.2014	Gutachterliche Stellungnahme zur Eiserkennung, Vermeidung von Eiswurf
09	09.12.2014	Vollständiger Endbericht; Änderung im Vergleich zu Rev. 06: Einbindung der Ergebnisse der Lastberechnung des Anlagenherstellers
10	19.12.2014	Nachberechnung des Ertragsgutachtens für eine weitere Konfiguration und Abschätzung der Ertragsverluste aufgrund von Betriebseinschränkungen hinsichtlich Fledermaus und Schattenwurf
11	30.03.2015	Vollständiger Endbericht; Zusammenfassung der Ergebnisse aus Rev. 01 + 03 + 10
13	10.09.2015	Vollständiger Endbericht



Industrie Service

14	10.09.2015	Vollständiger Endbericht
15	08.09.2015	Nachberechnung des Ertragsgutachtens für eine weitere Konfiguration
16	17.03.2016	Nachweis des 60%-Referenzertrages



### **Definition der Vertraulichkeitsstufe**

Im nachfolgenden wird die Klassifikation der jeweiligen Vertraulichkeitsstufe beschrieben. Die Definition der jeweiligen Vertraulichkeitsstufe soll dem Auftraggeber die Möglichkeit liefern, das Projekt und die auszustellende Dienstleistung gegenüber dem Zugriff Dritter zu schützen. Hierzu werden 3 Stufen (Klassifikationen) unterschieden, die im Feld Definition näher beschrieben sind. Die Vertraulichkeitsstufe wird bei der Beauftragung der Dienstleistung vorab durch den Auftraggeber festgelegt. Änderungen der Klassifikationen bedürfen der Schriftform seitens des Auftraggebers.

Stufe	Klassifikation	Definition
A	Streng vertraulich	Nur die als Empfänger namentlich unter Angabe der Firmenanschrift genannten Personen erhalten Informationen zu diesem Projekt.
B	Betriebsgeheimnis	Nur die als Auftraggeber genannte Firma und deren Beschäftigten erhalten Informationen zu diesem Projekt.
C	Geheim	Die vom Auftraggeber genannten Firmen dürfen Informationen zu diesem Projekt erhalten.

### **Festlegung der Vertraulichkeitsstufe**

Auftraggeber	<b>Wirsol Windpark Straubenhardt GmbH &amp; Co. KG</b>
Firmenanschrift; Name	Herr Simon Schunter Schwetzinger Straße 22-26 D-68753 Waghäusel
Vertraulichkeitsstufe (A-C)	C
Verteiler	1 x Auftragnehmer 2 x Auftraggeber



## 1 60%-Referenzertrag-Nachweis

Um nach dem EEG2009 [9] die erhöhte Vergütung zu erhalten, muss der Anlagenbetreiber nachweisen, inwieweit der Standort das Kriterium "60 Prozent des Referenzertrages" erfüllt. Mit diesem Bericht wird ein 60%-Referenzertrag-Nachweis, wie er nach dem EEG 2009 gefordert wurde, für diesen hier untersuchten Windpark beschrieben. Die Feststellung, ob der Standort das 60%-Kriterium für die erhöhte Vergütung einhält, erfolgt nach dem Vorgehen, wie es in der technischen Richtlinie TR6 der FGW Rev. 9 [2] beschrieben ist.

Die neuste Revision des EEG, das EEG 2014 [10], sieht keine Nachweispflicht des 60%-Referenzertrags vor Inbetriebnahme der Anlagen mehr vor. Der hier dargestellte 60%-Referenzertrags-Nachweis wird auf den ausdrücklichen Wunsch des Auftraggebers durchgeführt.

### 1.1 Berechnung des Referenzertrages

Die für die Berechnung des 60%-Referenzertrag-Nachweises herangezogene Leistungskennlinien können aus dem Pool der FGW-Homepage entnommen werden. Dieser veröffentlicht für verschiedene Fabrikate von Windkraftanlagen die berechneten Referenzerträge und stellt diese auf ihrer Homepage zur Verfügung [3]. Die Referenzerträge wurden nach dem in [1] beschriebenen Verfahren berechnet.

Dem 60%-Referenzertrag-Nachweis liegen stets die Erträge bei freier Anströmung (Einzel-WEA) zugrunde. Weitere Abzüge wurden nicht angebracht. Der Parkwirkungsgrad fließt nicht in die Berechnung ein.

Zum 60%-Referenzertrag-Nachweis ist nach folgender Gleichung zu verfahren:

$$VER = \frac{5 * E_{frei}}{R} * 100\%$$

Darin sind

VER: Verhältnis zwischen Energieertrag am Standort und Referenzertrag als ganzzahliger, gerundeter Prozentwert,

$E_{frei}$ : Energieertrag, der für die WEA am Standort bestimmt wurde,

R: Referenzertrag derselben gemäß Zertifikat im Anhang.

### 1.2 Verfahren zur Berechnung des Referenzertrags mit einer Ersatzkennlinie

Nach FGW Richtlinie Teil 5 und 6 kann der 60% Referenzertragsnachweis zudem über eine eigens berechnete Ersatz-Leistungskennlinie erfolgen. Hierbei ist ein  $c_p$  gleich 0.38 zu setzen und die Leistungskurve nach folgender Formel berechnen.

$$P_v = c_p * A * \frac{\rho}{2} * v^3 \quad \text{für } P_v < P_{Nenn} \quad , \text{ sonst} \quad [1.4]$$

$$P_v = P_{Nenn}$$

Für diese Leistungskurve wird nach Formeln der Referenzertrag  $R_{Ersatz}$  berechnet. Die Parameter der Referenzverteilung (Rayleigh mit  $k=2.0$ ) lauten hierbei  $z_0=0.1$  m,  $h_{ref}=30$  m bei einer Referenzwindgeschwindigkeit von  $v_{ref}=5.5$  m/s [1].



### 1.3 Betrachtete Konfigurationen

Den hier durchgeführten Berechnungen wurde das Ertragsgutachten (Bericht Nr. MS-1309-173-BW-de, Rev. 11 vom 30.03.2015) [7] zugrunde gelegt.

Die Standortkoordinaten für die geplanten WEA im Windpark Straubenhardt haben sich gegenüber dem Gutachten MS-1309-173-BW, Rev. 11 lediglich durch den Wegfall der WEA V14-04 verändert.

Konfiguration	Hersteller / Typ	Modus	Leistung P	Rotordurchm. D	Nabenhöhe NH
[-]	[-]	[-]	[MW]	[m]	[m]
VIII	Siemens SWT-3.0-113	Normalbetrieb	3.0	113	142.5

**Tabelle 1: Technische Daten des WEA-Typs.**

In der nachfolgenden Tabelle sind die Koordinaten des betrachteten Parklayouts 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 der geplanten Anlagen am Standort Straubenhardt. Die Angaben zur Blattspitze beziehen sich auf Konfiguration VIII.**



## 1.4 Ergebnis der Berechnung

Das Ergebnis dieses Nachweises beruht auf dem in Abschnitt 1.2 angegebenen Rechenvorgang. Das Ergebnis ist auf der Basis der Ersatzwerte als endgültig anzusehen und muss nicht neu berechnet werden [2].

Als Ergebnis der Berechnungen kann für VER für alle geplanten Anlagen im Windpark Straubenhardt ein Wert von mindestens 67% von  $R_{\text{Ersatz}}$  angegeben werden. Die detaillierten Ergebnisse in 142.5 m Nabenhöhe sind in Tabelle 3 dieses Berichtes dargestellt.

Die berechneten Erträge der Spalte  $E_{\text{Frei}}$  in Tabelle 3 und Tabelle 4 wurden mit der Ersatzleistungskennlinie berechnet, die wie in Abschnitt 1.2 beschrieben erstellt wurde und in der Anlage 1 dargestellt ist. Diese wurde entsprechend dem im Ertragsgutachten [7] beschriebenen Verfahren auf die Luftdichte am Standort angepasst. Das Ertragsgutachten [7] wurde den hier durchgeführten Berechnungen zugrunde gelegt. Die im Ertragsgutachten [7] aufgeführten Angaben und Hinweise sind weiterhin gültig und bleiben unberührt.

Unterschiede in den berechneten Erträgen (Ertragsberechnung vs. 60%-Referenzertrag-Nachweis) ergeben sich durch die unterschiedlichen Leistungskennlinien. Für eine Ertragsberechnung, die die Grundlage einer Wirtschaftlichkeitsberechnung bilden soll, ist stets die Leistungskennlinie heranzuziehen, die dem Kunden vom Anlagenhersteller garantiert wird. Die hier für den 60%-Referenzertrag-Nachweis eingesetzte Ersatzkennlinie ist dafür nicht geeignet.



Industrie Service

## Ausweisung des Referenzertrages

**Bericht-Nr.:** MS-1309-173-BW-de, Revision 16  
**Angebot-Nr.:** AN-WG-1511-393-BW  
**Ausstellungsdatum:** 17.03.2016  
**Standortbezeichnung:** Straubenhardt (BW)

**Auftraggeber:** Wirsol Windpark Straubenhardt GmbH & Co. KG  
 Herr Simon Schunter  
 Schwetzingen Straße 22-26  
 D-68753 Waghäusel

**Prüfer:** TÜV SÜD Industrie Service GmbH  
 Abteilung Wind Cert Services  
 Ludwig-Eckert-Str. 8  
 D-93049 Regensburg

Eingangsdaten für die Ersatz-Leistungskennlinie						
Anzahl und WEA-Typ	12 x Siemens SWT-3.0-113					
Nennleistung	3.0 MW					
Rotorkreisfläche	10'028 m <sup>2</sup>					
Leistungskennlinie	berechnete Ersatz-LK für SWT-3.0-113 nach FGW Richtlinie Teil 5 und 6 erstellt					
Ausweisung des Referenzertrages						
WEA-Nr.	Gauß-Krüger, DHDN, Zone 3		E <sub>frei, Ersatz</sub>	Referenzertrag <sub>Ersatz</sub>	Verhältnis VER	60% Referenzertrags- kriterium erfüllt
	Rechtswert	Hochwert	[MWh/a]	[MWh]		
V14-01	3'465'814	5'408'949	6'803	48'048	71%	ja
V14-02	3'465'655	5'409'262	7'317	48'048	76%	ja
V14-03	3'464'512	5'409'792	7'880	48'048	82%	ja
V14-05	3'464'046	5'409'825	7'954	48'048	83%	ja
V14-06	3'464'055	5'410'209	7'655	48'048	80%	ja
V14-10	3'465'975	5'408'240	8'557	48'048	89%	ja
V14-11	3'465'641	5'408'439	7'784	48'048	81%	ja
V14-12	3'465'127	5'408'383	6'484	48'048	67%	ja
V14-13	3'464'662	5'408'603	7'664	48'048	80%	ja
V14-14	3'464'173	5'408'666	7'653	48'048	80%	ja
V14-15	3'465'218	5'408'736	6'907	48'048	72%	ja

**Tabelle 3:** Ergebnisse des 60%-Referenzertrag-Nachweises gemäß EEG für Konfiguration VIII.

Die Angaben entsprechen den Anforderungen des EEG und der TR 6: "60%-Referenzertrag-Nachweis auf Grundlage der Bestimmung von Windpotenzial und Energieerträgen". Das 60%-Referenzertrags-Kriterium ist im Windpark Straubenhardt erfüllt.

  
 M.Sc. Geoökol. Daniela Pfab  
 (Unterschrift)

  
 Dipl.-Geoökol. Martina Hunner  
 (Unterschrift)

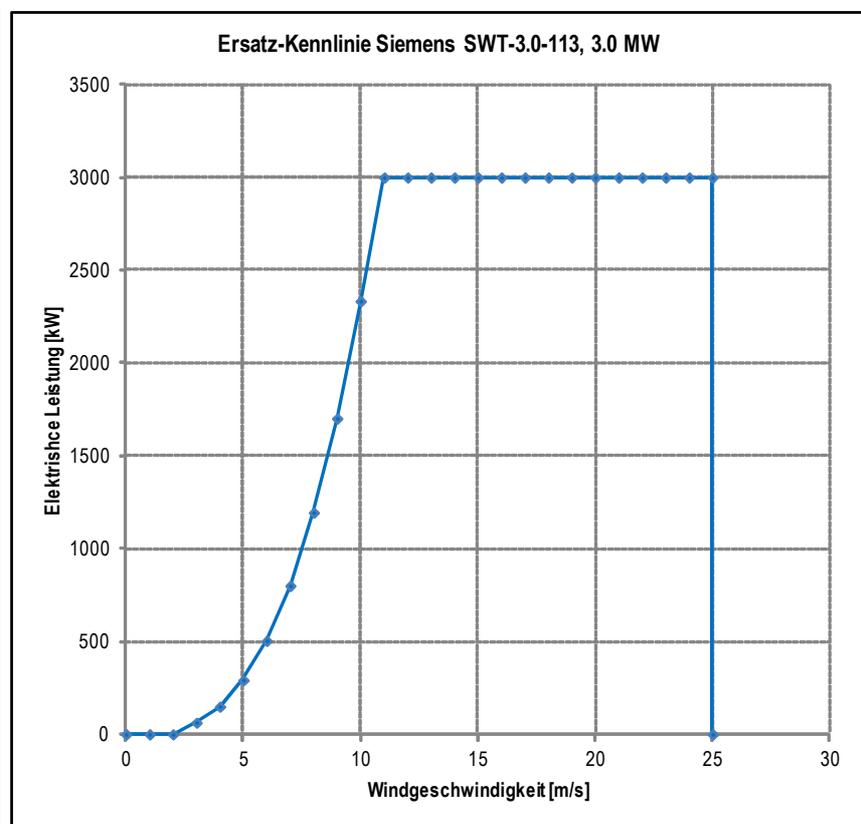


## Anlage 1:

Ersatz-Referenzertrag und Ersatz-Leistungskurve für Siemens SWT-3.0-113, 3.0 MW nach TR 5, Anlage D [1].

Eingangsdaten für die Ersatz-Leistungskennlinie	
Hersteller und WEA-Typ	Siemens SWT-3.0-113
Nennleistung	3.0 MW
Rotorkreisfläche	10'028 m <sup>2</sup>
Abschaltgeschwindigkeit	25 m/s
Berechneter Ersatz-Referenzertrag in 142.5 m	48'047'944 kWh

Geschwindigkeit [m/s]	Leistung [kW]
0	0
1	0
2	0
3	63
4	149
5	292
6	504
7	801
8	1195
9	1702
10	2334
11	3000
12	3000
13	3000
14	3000
15	3000
16	3000
17	3000
18	3000
19	3000
20	3000
21	3000
22	3000
23	3000
24	3000
25	3000
25.01	0



**Tabelle 4:** Eingangsdaten zur Berechnung der Ersatz-Leistungskennlinie und Darstellung der Ersatz-Leistungskennlinie der Siemens SWT-3.0-113, Normalbetrieb.



## Literaturverzeichnis

- [1] Fördergesellschaft Windenergie e.V.: Teil 5: Bestimmung und Anwendung des Referenzertrages, Rev.4, Kiel, 30.01.2013
- [2] Fördergesellschaft Windenergie e.V.: Teil 6: Bestimmung von Windpotenzial und Energieerträgen, Rev. 9, Berlin (D). 22.09.2014
- [3] Fördergesellschaft Windenergie e.V.: [www.wind-fgw.de](http://www.wind-fgw.de)
- [4] AAWCS-003: Referenzertragsnachweis. QM Arbeitsanweisung der Abteilung Wind Cert Services
- [5] TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Angebot Angebot AN-WG-1511-393-BW, Regensburg, 12.11.2015
- [6] Wirsol Windpark Straubenhardt GmbH & Co. KG, Herr Simon Schunter, Beauftragung WP Straubenhardt, Waghäusl, 19.11.2015
- [7] TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Unabhängiges Windgutachten für den Standort Straubenhardt, MS-1309-173-BW-de, Rev. 11, 30.03.2015
- [9] Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich und zur Änderung damit zusammenhängender Vorschriften, 25.10.2008
- [10] Gesetz zur Neuregelung des Rechtsrahmens für die Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, 21.07.2014