

# Schattenwurfgutachten Ebenheim-Weingarten

02.05.2018-100002010

Rev.01

Gutachten zur Ermittlung des Schattenwurfs am  
Standort Ebenheim-Weingarten

V. 1.15



juwi Energieprojekte GmbH  
Energie-Allee 1  
D-55286 Wörrstadt

fon.+49 (0) 6732.96 57-0 (Zentrale)  
fax.+49 (0) 6732.96 57-7001  
[www.juwi.de](http://www.juwi.de)  
[info@juwi.de](mailto:info@juwi.de)

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	2
2	Grundlagen .....	2
2.1	Standortbeschreibung .....	2
2.2	Anlagenbeschreibung.....	2
2.3	Nutzungszeiten.....	4
2.4	Berechnungsgrundlagen .....	5
2.5	„Worst-Case“- Betrachtung.....	6
2.6	Realitätsnahe Schattenwurfdauer.....	7
2.7	Tatsächliche Schattenwurfdauer .....	7
2.8	Lage und Beschreibung der Immissionsorte .....	8
3	Berechnungsergebnis .....	8
3.1	Vorbelastung .....	10
3.2	Zusatzbelastung .....	10
3.3	Gesamtbelastung .....	11
4	Ermittlung der Abschaltzeiten .....	12
5	Zusammenfassung.....	14
6	Anhang.....	16
6.1	Abschaltzeiten je IO.....	16
6.2	Abschaltzeiten je WEA .....	18
6.3	Stellungnahme.....	20

# 1 Einleitung

Die juwi Energieprojekte GmbH plant am Standort Ebenheim-Weingarten die Errichtung und den Betrieb von 2 Windenergieanlagen des Typs GE WIND ENERGY GE 5.3-158-5.300 mit einer Nabenhöhe von 161 m. Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens sind die zu erwartenden Schattenimmissionen für die umliegenden Siedlungsräume zu ermitteln. Bei der Untersuchung und Beurteilung sind bereits bestehende, im Genehmigungsverfahren oder im Antrag auf Vorbescheid befindliche Windenergieanlagen als Vorbelastung zu berücksichtigen.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Standortbeschreibung

Der geplante Standort erstreckt sich über eine offene landwirtschaftliche Fläche südlich der Ortschaften Ebenheim und Weingarten und nördlich der Ortschaft Mechterstädt. Etwa zwei Kilometer westlich des Standortes verläuft die Autobahn A4. Beide geplanten Anlagen liegen in der Gemarkung Ebenheim. Die nächstgelegenen Bestandsanlagen befinden sich südöstlich in der Gemarkung Teutleben und werden bei der Betrachtung der Schattenwurfdauer als Vorbelastung berücksichtigt. Hierbei handelt es sich um acht Windenergieanlagen des Typs Vestas V112. Zudem befinden sich dort auch 2 beantragte Windenergieanlagen der Typen Vestas V117 und V136. Eine weitere Windenergieanlage des Typs e.n.o. 126-4.0 wurde auf dem Gebiet in der Gemarkung Mechterstädt beantragt. Diese wird ebenfalls als Vorbelastung berücksichtigt.

### 2.2 Anlagenbeschreibung

Bei den am Standort Ebenheim-Weingarten geplanten Windenergieanlagen handelt es sich um Windenergieanlagen des Typs GE WIND ENERGY GE 5.3-158-5.300

mit jeweils 5.300 Kilowatt Nennleistung, einem Rotordurchmesser von 158 m und einer Nabenhöhe von 161 m.

In Tabelle 2.2 sind die technischen Daten und Koordinaten zu den geplanten Windenergieanlagen aufgeführt.

WEA-Nr.	WEA-Typ	Leistung	Naben- höhe	Rotor∅	Standort- höhe	Gesamt- höhe	UTM-ETRS89- Koordinaten Zone 32	
							Rechtswert	Hochwert
		[kW]	[m]	[m]	[m]	[m]		
WEA 01 neu	GE WIND ENERGY GE 5.3- 158-5.300	5.300	161,0	158,0	358,1	598,1	606.802	5.646.832
WEA 02 neu	GE WIND ENERGY GE 5.3- 158-5.300	5.300	161,0	158,0	376,8	616,8	607.246	5.646.650

**Tabelle 2.2: Technische Daten der geplanten Windenergieanlagen**

In Tabelle 2.2-2 werden die als Vorbelastung zu berücksichtigenden Windenergieanlagen beschrieben. Dabei ist gekennzeichnet, ob es sich um bereits bestehende oder um noch nicht errichtete Windenergieanlagen handelt.

WEA-Nr.	WEA-Typ	Status	Leistung	Naben- höhe	Rotor∅	Standort- höhe	Gesamt- höhe	UTM-ETRS89- Koordinaten Zone 32	
								Rechtswert	Hochwert
			[kW]	[m]	[m]	[m]	[m]		
WEA Eno 1	e.n.o. 126-4.0- 4.000	beantragt	4.000	137,0	126,0	383,2	583,2	607.858	5.646.539
WEA TL A	VESTAS V136- 3.450	beantragt	3.450	132,0	136,0	389,3	589,3	608.199	5.646.634
WEA TL B	VESTAS V117- 3.300	beantragt	3.300	116,5	117,0	386,8	561,8	608.460	5.646.477
WEA TL01	VESTAS V112- 3.0MW-3.075	Bestand	3.075	119,0	112,0	377,1	552,1	608.184	5.646.116
WEA TL02	VESTAS V112- 3.0MW-3.075	Bestand	3.075	119,0	112,0	379,4	554,4	608.557	5.646.210
WEA TL03	VESTAS V112- 3.0MW-3.075	Bestand	3.075	119,0	112,0	363,3	538,3	609.147	5.646.178
WEA TL04	VESTAS V112- 3.0MW-3.075	Bestand	3.075	119,0	112,0	362,3	537,3	608.422	5.645.766
WEA TL05	VESTAS V112- 3.0MW-3.075	Bestand	3.075	119,0	112,0	360,0	535,0	608.822	5.645.920
WEA TL06	VESTAS V112- 3.0MW-3.075	Bestand	3.075	119,0	112,0	353,8	528,8	608.127	5.645.559

WEA TL07	VESTAS V112-3.0MW-3.075	Bestand	3.075	119,0	112,0	340,1	515,1	608.696	5.645.561
WEA TL08	VESTAS V112-3.0MW-3.075	Bestand	3.075	119,0	112,0	380,0	555,0	608.882	5.646.365

**Tabelle 2.2-2: Technische Daten der als Vorbelastung zu berücksichtigenden**

### Windenergieanlagen

Die Standorthöhen wurden anhand des digitalen Geländemodells „DGM50“ mit einer Gitterweite von 50 m ermittelt. Dieses Modell weist eine Höhenungenauigkeit je nach Geländetyp von +/- 1 bis 4 m auf.<sup>1</sup>



**Abbildung 2.2: Darstellung der berücksichtigten Windenergieanlagen und Immissionsorte**

## 2.3 Nutzungszeiten

Es ist vorgesehen, die geplanten Windenergieanlagen kontinuierlich über die gesamte Tag- und Nachtzeit zu betreiben. Für eine Untersuchung der von den

<sup>1</sup> Quelle der Information: <http://www.geodatenzentrum.de/docpdf/dgm50.pdf>, Seite 4 (13.04.2016)

geplanten Windenergieanlagen ausgehenden möglichen Schattenimmissionen sind nur die Zeiten zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang von Belang. Diese ändern sich je nach Jahreszeit und werden in der Untersuchung berücksichtigt.

## **2.4 Berechnungsgrundlagen**

Der Schattenwurf von Windenergieanlagen auf sich dahinter befindliche Objekte wird durch folgende Faktoren beeinflusst:

- Position und technische Parameter der Windenergieanlage
- Position des Immissionsortes sowie die Ausdehnung des Immissionsortes
- Geographische Lage des Standortes
- Sonnenstand in Abhängigkeit der Neigung der Erdachse, Erdrotation und Laufbahn der Erde um die Sonne

Mit Hilfe des Simulationsprogramms WindPRO 3.1.633 kann der Schattenwurf, der durch die Rotation der Rotorblätter verursacht wird, in der räumlichen Umgebung einer oder mehrerer Windenergieanlagen berechnet und dokumentiert werden.

Anhand so genannter „Schattenrezeptoren“ wird dabei der Schattenwurf für einzelne Immissionsorte (z. B. die nächstgelegenen Wohnbebauungen) berechnet. Ergebnis ist neben der absoluten jährlichen Schattenwurfdauer auch eine kalendarische Darstellung der zeitlichen Verteilung des Schattenwurfs.

Zudem wird auf Schattenwurfkarten das Berechnungsergebnis mittels Isolinien (Linien gleicher Schattenwurfdauer im Jahr) graphisch dargestellt.

Für die Berechnung der Schattenimmissionen wird der Sonnenverlauf über ein Jahr in 1-Minuten-Schritten simuliert und für jeden Schritt der Schattenwurf an den Rezeptorflächen (Schattenrezeptor) berechnet.

## 2.5 „Worst-Case“- Betrachtung

In der „worst-case“-Betrachtung wird dabei vereinfacht angenommen, dass:

- die Sonne den ganzen Tag, an allen Tagen im Jahr scheint (wolkenloser Himmel).
- alle Windenergieanlagen ständig in Betrieb sind und sich drehen.
- die Windrichtung dem Azimutwinkel der Sonne entspricht, d. h. die Sonneneinstrahlung senkrecht zur Rotorkreisfläche steht (so wird die maximal mögliche Schattenimmission ermittelt).

Im Mai 2002 hat der Länderausschuss für Immissionsschutz die „Hinweise zur Beurteilung der optischen Immissionen von WEA“<sup>2</sup> beschlossen und den Ländern empfohlen, sich daran zu orientieren. Kern der Empfehlung ist, dass 30 Stunden astronomisch maximal möglicher Schattenwurf im Jahr bzw. 30 Minuten astronomisch maximal möglicher Schattenwurf am Tag („worst-case“-Annahme) als zumutbar eingeschätzt werden.

Diese Werte werden derzeit von den Genehmigungsbehörden als Richtwert angesehen. Die durchgeführte Berechnung basiert auf den „worst-case“-Annahmen.

Sollte bei der Gesamtbelastung eine Überschreitung des derzeit herangezogenen Richtwertes (30 Std./Jahr bzw. 30 Min./Tag bei der „worst-case“-Annahme) festgestellt werden, so kann dies durch den Einbau einer Schattenabschalt-Automatik in den Windenergieanlagen verhindert werden.

Bei der Abschaltautomatik handelt es sich um ein Modul in der Steuerung der Windenergieanlage, das anhand von Sonnenstand, Sonnenscheinintensität (gemessen mittels eines Helligkeitssensors) und Windrichtung ermittelt, ob es zu einer Schattenimmission an einem kritischen Standort kommt. Ist dies der Fall und ist

---

<sup>2</sup> Quelle: [http://www.lung.mv-regierung.de/dateien/wea\\_schattenwurf\\_hinweise.pdf](http://www.lung.mv-regierung.de/dateien/wea_schattenwurf_hinweise.pdf) (12.04.2016)

die zulässige maximale Schattenimmission bereits überschritten, so wird die Windenergieanlage automatisch gestoppt und erst dann wieder in Betrieb genommen, wenn ausgeschlossen ist, dass es am Immissionsort zu Schattenwurf kommt (vgl. Kapitel 2.7).

## **2.6 Realitätsnahe Schattenwurfdauer**

Die tatsächliche Schattenwurfdauer ist deutlich geringer als jene der „worst-case“-Betrachtung. Vor allem Bewölkung, Windrichtungsverteilung und Stillstandzeiten reduzieren die tatsächliche Schattenwurfdauer erkennbar.

Diese realitätsnahen Werte über den tatsächlich zu erwartenden Schattenwurf können ebenfalls berechnet werden (meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer). In die Berechnung fließen statistische Informationen über die monatliche Sonnenscheinwahrscheinlichkeit, die Windrichtungsverteilung und die Betriebsstunden ein.

Die monatliche Sonnenscheinwahrscheinlichkeit beschreibt das Verhältnis zwischen den zu erwartenden Sonnenscheinstunden eines Monats zu den Gesamt-Tagesstunden des jeweiligen Monats. Die Daten über die monatliche Sonnenwahrscheinlichkeit werden einer nahe gelegenen, repräsentativen Klimastation entnommen.

Die Windrichtungsverteilung sowie die zu erwartenden Betriebsstunden werden einer vorab durchgeführten Ertragsberechnung entnommen.

## **2.7 Tatsächliche Schattenwurfdauer**

Bei Überschreitungen der „worst-case“-Annahmen ist durch geeignete Maßnahmen die Einhaltung der Immissionsschutzanforderungen zu gewährleisten, in der Regel über den Einsatz einer Abschaltautomatik.



Wird eine Abschaltautomatik eingesetzt, die meteorologische Parameter berücksichtigt (z. B. Intensität des Sonnenlichtes), wird die tatsächliche Beschattungsdauer auf 8 Stunden begrenzt.

Da der Wert von 30 Stunden pro Kalenderjahr auf Grundlage der astronomisch möglichen Beschattung entwickelt wurde, wurde vom LAI (2012) für Abschaltautomatiken für die tatsächliche, reale Schattendauer, die meteorologische Beschattungsdauer, ein Wert von 8 Stunden pro Kalenderjahr festgelegt.

## 2.8 Lage und Beschreibung der Immissionsorte

Die in der Berechnung berücksichtigten Immissionsorte werden in Tabelle 2.8 dargestellt.

IO	Bezeichnung IO	UTM-ETRS89-Koordinaten Zone 32		WEA	Entfernung
		Rechtswert	Hochwert		
IO 01	Ebenheim, Mechterstädter Str. 12	606.438	5.648.117	WEA 01 neu	1.336
IO 02	Mechterstädt, Gleicher Weg 8	607.001	5.645.191	WEA 02 neu	1479
IO 03	Mechterstädt, Burlaer Str. 10	606.705	5.644.894	WEA 02 neu	1837
IO 04	Weingarten, Hauptstr. 16	607.801	5.647.885	WEA 02 neu	1354
IO 05	Teutleben, Landstr. 1a	609.439	5.645.087	WEA 02 neu	2693
IO 06	Burla, Kreuzburger Str. 27	605.475	5.645.900	WEA 01 neu	1622
IO 07	Mechterstädt, Gleicher Weg 10	606.882	5.645.272	WEA 02 neu	1425
IO 08	Teutleben, Gewerbegebiet	609.852	5.645.422	WEA 02 neu	2881
IO 10	Burla, Kreuzburger Straße 32	605.365	5.646.209	WEA 01 neu	1566
IO 09	Ebenheim, Hauptstraße 19	606.070	5.647.914	WEA 01 neu	1306
IO 11	Metebach, Gutsallee 4	610.151	5.647.104	WEA 02 neu	2940

**Tabelle 2.8: Beschreibung der Immissionsorte**

## 3 Berechnungsergebnis

Im Zuge der Berechnung werden die von den Windenergieanlagen verursachte Vor-, Zusatz- und die Gesamtbelastung jeweils getrennt berechnet.

Dabei berücksichtigt die Berechnung der Vorbelastung nur Windenergieanlagen, die schon in der Umgebung des geplanten Standortes bestehen oder bereits im Genehmigungsverfahren sind beziehungsweise für die ein Antrag auf Vorbescheid gestellt wurde.

In der Berechnung der Zusatzbelastung werden die zusätzlichen, durch die neu geplanten Windenergieanlagen verursachten Schattenimmissionen berechnet.

Die Gesamtbelastung bestimmt die Schattenimmissionen der Vor- und Zusatzbelastung zusammen. Kommt es bereits durch die zu berücksichtigende Vorbelastung zu Immissionen, so müssen diese im Hinblick auf eventuelle Überschreitungen in der Betrachtung der Gesamtbelastung berücksichtigt werden. Sind in der Nähe des geplanten Windparks keine existierenden oder beantragten Windenergieanlagen vorhanden, so werden nur die neu geplanten Windenergieanlagen berechnet. In diesem Fall spricht man von einer Neubelastung anstatt einer Gesamtbelastung.

Für alle Immissionsorte wurde als Berechnungsmethode der „Gewächshausmodus“ gewählt. Dies hat den Vorteil, dass unabhängig von der Richtung, aus der die Immission am Immissionsort ankommt, eine Immission registriert wird.

In den folgenden Tabellen werden die Ergebnisse der „worst-case“ Berechnung den Ergebnissen der realitätsnahen Betrachtung gegenübergestellt, um den reduzierenden Einfluss der tatsächlichen Sonnenscheindauer, der Windrichtungsverteilung und der Stillstandswahrscheinlichkeit zu verdeutlichen. Die Berechnung des meteorologisch wahrscheinlichen Schattenwurfs wird in WindPRO auf Basis der „worst-case“ Ergebnisse und eines mittleren statistischen Reduktionsfaktors, bestehend aus den oben genannten Einzelfaktoren, berechnet.

In den Reduktionsfaktor der Stillstandswahrscheinlichkeit geht dabei unter anderem die mittlere Einschaltgeschwindigkeit der berücksichtigten Windenergieanlagen ein. Eine höhere Einschaltgeschwindigkeit bedingt eine prozentual gesehen niedrigere Betriebsdauer. Gehen unterschiedliche Windenergieanlagentypen in die Berechnung ein, wird ein über alle berücksichtigten Windenergieanlagen gemittelter Wert für die

Einschaltgeschwindigkeit verwendet. Als mögliche Konsequenz kann es zu abweichenden Ergebnissen in der realitätsnahen Betrachtung zwischen Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung kommen, wenn die Zusammensetzung der berücksichtigten Windenergieanlagentypen in den einzelnen Berechnungen nicht identisch ist (siehe Anhang 6.3).

### 3.1 Vorbelastung

Die Berechnungsergebnisse der „worst-case“-Annahme zur Vorbelastung sind für jeden Immissionsort in Tabelle 3.1 dargestellt.

IO	Bezeichnung IO	Schattenwurfdauer Worst-Case		realitätsnahe Schattenwurfdauer
		[hh:mm / Jahr]	Max. [hh:mm / Tag]	[hh:mm / Jahr]
IO 01	Ebenheim, Mechterstädter Str. 12	05:44	00:14	00:26
IO 02	Mechterstädt, Gleicher Weg 8	18:56	00:36	05:11
IO 03	Mechterstädt, Burlaer Str. 10	09:29	00:18	02:43
IO 04	Weingarten, Hauptstr. 16	00:00	00:00	00:00
IO 05	Teutleben, Landstr. 1a	09:49	00:20	02:19
IO 06	Burla, Kreuzburger Str. 27	02:52	00:12	00:42
IO 07	Mechterstädt, Gleicher Weg 10	18:09	00:33	04:35
IO 08	Teutleben, Gewerbegebiet	49:03	00:39	10:47
IO 09	Ebenheim, Hauptstraße 19	04:59	00:14	00:25
IO 10	Burla, Kreuzburger Straße 32	02:22	00:12	00:32
IO 11	Metebach, Gutsallee 4	20:05	00:21	02:48

**Tabelle 3.1: Ergebnis der Schattenwurfberechnung für Vorbelastung**

Für die Immissionsorte, an denen es bereits bei der Vorbelastung zu Überschreitungen der Grenzwerte für Schattenwurf kommt, muss für die neu geplanten Anlagen sichergestellt sein, dass es nicht zu einer zusätzlichen Immission durch Schattenwurf kommt.

### 3.2 Zusatzbelastung

Die Berechnungsergebnisse für die zu berücksichtigenden Windenergieanlagen sind in Tabelle 3.2 dargestellt.

IO	Bezeichnung IO	Schattenwurfdauer Worst-Case		realitätsnahe Schattenwurfdauer
		[hh:mm / Jahr]	Max. [hh:mm / Tag]	[hh:mm / Jahr]
IO 01	Ebenheim, Mechterstädter Str. 12	00:00	00:00	00:00
IO 02	Mechterstädt, Gleicher Weg 8	00:00	00:00	00:00
IO 03	Mechterstädt, Burlaer Str. 10	00:00	00:00	00:00
IO 04	Weingarten, Hauptstr. 16	28:14	00:27	02:57
IO 05	Teutleben, Landstr. 1a	00:00	00:00	00:00
IO 06	Burla, Creuzburger Str. 27	00:00	00:00	00:00
IO 07	Mechterstädt, Gleicher Weg 10	00:00	00:00	00:00
IO 08	Teutleben, Gewerbegebiet	00:00	00:00	00:00
IO 09	Ebenheim, Hauptstraße 19	38:55	00:49	03:10
IO 10	Burla, Creuzburger Straße 32	20:28	00:25	05:42
IO 11	Metebach, Gutsallee 4	00:00	00:00	00:00

**Tabelle 3.2: Ergebnis der Schattenwurfberechnung für die Zusatzbelastung**

Am den Immissionsort IO 09 kommt es durch die Zusatzbelastung in der Gesamtbelastung zu Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte durch Schattenwurf (vgl. Tabelle 3.2). Um die gültigen Grenzwerte dennoch einzuhalten, sind schattenwurfmindernde Maßnahmen an den emittierenden Windenergieanlagen durchzuführen. Dabei sind auch die durch die Vorbelastung möglichen Schattenwurfzeiten zu berücksichtigen.

### 3.3 Gesamtbelastung

Die Berechnungsergebnisse für die zu berücksichtigenden Windenergieanlagen der Gesamtbelastung sind in Tabelle 3.3-1 dargestellt.

IO	Bezeichnung IO	Schattenwurfdauer Worst-Case		realitätsnahe Schattenwurfdauer
		[hh:mm / Jahr]	Max. [hh:mm / Tag]	[hh:mm / Jahr]
IO 01	Ebenheim, Mechterstädter Str. 12	05:44	00:14	00:26
IO 02	Mechterstädt, Gleicher Weg 8	18:56	00:36	05:11
IO 03	Mechterstädt, Burlaer Str. 10	09:29	00:18	02:43
IO 04	Weingarten, Hauptstr. 16	28:14	00:27	02:57

IO 05	Teutleben, Landstr. 1a	09:49	00:20	02:18
IO 06	Burla, Creuzburger Str. 27	02:52	00:12	00:42
IO 07	Mechterstädt, Gleicher Weg 10	18:09	00:33	04:35
IO 08	Teutleben, Gewerbegebiet	49:03	00:39	10:47
IO 09	Ebenheim, Hauptstraße 19	43:54	00:49	03:35
IO 10	Burla, Creuzburger Straße 32	22:50	00:25	06:14
IO 11	Metebach, Gutsallee 4	20:05	00:21	02:48

**Tabelle 3.3-1: Ergebnis der Schattenwurfberechnung für die Gesamtbelastung**

An dem Immissionsort IO 09 kommt es durch die Zusatzbelastung in der Gesamtbelastung zu einer Überschreitung der erlaubten Schattenwurfzeiten. Für den betroffenen Immissionsort müssen an den geplanten Windenergieanlagen Maßnahmen zur Einhaltung der erlaubten Grenzwerte durchgeführt werden. Die Emissionen der neu geplanten Windenergieanlagen sind in Tabelle 3.3-2 dargestellt. Die Überschreitungen der erlaubten Schattenwurfzeiten an den Immissionsorten IO 02, IO 07 und IO 08 entstehen bereits durch die Vorbelastung und werden durch die Zusatzbelastung in der Gesamtbelastung nicht weiter beeinflusst. Daher sind für diese Immissionsorte an den geplanten Windenergieanlagen keine weiteren Maßnahmen erforderlich.

WEA-Nr.	UTM-ETRS89-Koordinaten Zone 32		Schattenwurfdauer Worst-Case an allen Immissionsorten	
	Rechtswert	Hochwert	[hh:mm / Jahr]	Max. [hh:mm / Tag]
WEA 01 neu	606.802	5.646.832	66:23	00:48
WEA 02 neu	607.246	5.646.650	21:14	00:23

**Tabelle 3.3-2: Geplante Windenergieanlagen mit Schattenwurfzeiten**

## 4 Ermittlung der Abschaltzeiten

Um die Grenzwerte der Schattenwurfzeiten an allen betroffenen Immissionsorten einzuhalten, muss die geplante Windenergieanlage WEA 02 neu zu bestimmten Zeiten abgeschaltet werden (vgl. Tabelle 4-1). Im Folgenden sollen die

Schattenabschaltzeiten und die betroffenen Windenergieanlagen für den Immissionsort IO 09 bestimmt werden. Als Basis der Bestimmung der Abschaltzeiten dient die „worst-case“-Betrachtung, um eine Überschreitung der erlaubten Grenzwerte jederzeit ausschließen zu können. Unter bestimmten Bedingungen überlagern sich die Schattenwurfzeiten verschiedener Anlagen. Dies führt dazu, dass die in der Gesamtbelastung dargestellten Schattenwurfzeiten geringer ausfallen.

IO	Bezeichnung IO	Überschreitung im Jahr	Überschreitung am Tag	Abzuschaltende WEA
		[hh:mm / Jahr]	Max. [hh:mm / Tag]	
IO 09	Ebenheim, Hauptstraße 19	13:53	00:19	WEA 02 neu

**Tabelle 4-1: Abzuschaltende Windenergieanlagen**

Eine Übersicht der Abschaltzeiten und der daraus resultierenden Minderung der Schattenzeiten ist in Tabelle 4-2 dargestellt. Die detaillierten Abschaltzeiten können dem Anhang entnommen werden.

WEA-Nr.	Frühester Beginn Abschaltung	Spätestes Ende Abschaltung	Summe der Abschaltzeiten
	[Tag.Monat]	[Tag.Monat]	[hh:mm]
WEA 02 neu	1. Jan.	31. Dez.	13:53

**Tabelle 4-2: Darstellung benötigter Abschaltzeiten**

## 5 Zusammenfassung

Für den Standort Ebenheim-Weingarten wurde eine Schattenberechnung für die in Abschnitt 2.7 vorgestellten Immissionsorte durchgeführt.

Durch die als Vorbelastung berücksichtigten Windenergieanlagen kommt es zu Schattenwurf an Immissionsorten. An diesen Immissionsorten darf daher durch die geplanten Windenergieanlagen kein zusätzlicher Schattenwurf erzeugt werden.

Für die neu geplanten Windenergieanlagen vom Typ GE WIND ENERGY GE 5.3-158-5.300 mit 161 m Nabenhöhe kommt es zu Schattenwurf an Immissionsorten. In der Berechnung der Gesamtbelastung kommt es an den aufgeführten, von den neu geplanten Windenergieanlagen beeinflussten, Immissionsorten zu Überschreitungen der derzeit geltenden Immissionsrichtwerte von 30 Stunden im Jahr, bzw. 30 Minuten am Tag: IO 09. An den übrigen Immissionsorten kommt es nicht zu Überschreitungen der geltenden Grenzwerte durch die Zusatzbelastung. Um die Schattenwurfzeiten an allen Immissionsorten einzuhalten wird empfohlen, die Windenergieanlage WEA 02 neu mit einer Schattenabschaltautomatik (siehe Abschnitt 2.5) auszustatten. Die Programmierung wird auf Basis der „worst-case“-Ergebnisse erstellt, um mit größtmöglicher Sicherheit eine Überschreitung der maximal erlaubten Schattenwurfzeiten zu verhindern. Mit der Einrichtung einer solchen Schattenabschaltautomatik werden die geltenden Grenzwerte zum Schattenwurf an allen Immissionsorten eingehalten. Die genauen Zeiten, in denen die betroffenen Windenergieanlagen abgeschaltet werden müssten, sind dem Anhang zu entnehmen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Schattenabschaltautomatik i.d.R. über einen Sensor arbeitet, d.h. nur zu tatsächlichen Sonnenscheinzeiten abschaltet und falls die Beschattungsdauer von 8 Stunden im Jahr oder 30 Minuten am Tag überschritten sind. Die tatsächlichen Abschaltzeiten können daher von den im Gutachten dargestellten realitätsnahen Abschaltzeiten abweichen.

Unter Berücksichtigung der realen meteorologischen Gegebenheiten verringert sich die zu erwartende Schattenwurfdauer an allen Immissionsorten deutlich. Dieses Gutachten macht über die technische Umsetzung der Schattenabschaltautomatik keine Aussagen, die Umsetzung am Windpark bleibt dem jeweiligen Hersteller bzw. Investor überlassen.

Erstellt: Matthias Poloczek



---

Wörrstadt, den 23.04.2018

Geprüft: Jennifer Plate



---

Wörrstadt, den 02.05.2018



## 6 Anhang

Die im Anhang 6.1 dargestellten Abschaltzeiten beziehen sich auf die einzelnen Immissionsorte. Da sich die Abschaltzeiten der einzelnen Immissionsorte häufig überschneiden, sind die realen Abschaltzeiten der abzuschaltenden Windenergieanlagen deutlich geringer als die Summe der Abschaltzeiten je Immissionsort. Die Abschaltzeiten je Windenergieanlage können Anhang 6.2 entnommen werden.

### 6.1 Abschaltzeiten je IO

IO 09	Ebenheim, Hauptstraße 19			
Datum	WEA-Nr.	Beginn Abschaltung	Ende Abschaltung	Abschaltzeit
		[hh:mm]	[hh:mm]	[hh:mm]
1. Jan.	WEA 02 neu	09:07	09:25	00:18
2. Jan.	WEA 02 neu	09:08	09:25	00:17
3. Jan.	WEA 02 neu	09:07	09:24	00:17
4. Jan.	WEA 02 neu	09:08	09:24	00:16
5. Jan.	WEA 02 neu	09:09	09:25	00:16
6. Jan.	WEA 02 neu	09:08	09:23	00:15
7. Jan.	WEA 02 neu	09:09	09:23	00:14
8. Jan.	WEA 02 neu	09:09	09:22	00:13
9. Jan.	WEA 02 neu	09:10	09:22	00:12
10. Jan.	WEA 02 neu	09:10	09:20	00:10
11. Jan.	WEA 02 neu	09:11	09:18	00:07
12. Jan.	WEA 02 neu	09:12	09:16	00:04
20. Nov.	WEA 02 neu	08:59	09:02	00:03
21. Nov.	WEA 02 neu	08:56	09:06	00:10
22. Nov.	WEA 02 neu	08:55	09:08	00:13
23. Nov.	WEA 02 neu	08:54	09:09	00:15
24. Nov.	WEA 02 neu	08:53	09:10	00:17
25. Nov.	WEA 02 neu	08:53	09:11	00:18
26. Nov.	WEA 02 neu	08:52	09:12	00:20
27. Nov.	WEA 02 neu	08:53	09:13	00:20
28. Nov.	WEA 02 neu	08:53	09:14	00:21
29. Nov.	WEA 02 neu	08:52	09:08	00:16
30. Nov.	WEA 02 neu	08:53	08:57	00:04
1. Dez.	WEA 02 neu	08:53	08:59	00:06
2. Dez.	WEA 02 neu	08:54	09:03	00:09

3. Dez.	WEA 02 neu	08:53	09:05	00:12
4. Dez.	WEA 02 neu	08:54	09:07	00:13
5. Dez.	WEA 02 neu	08:54	09:08	00:14
6. Dez.	WEA 02 neu	08:54	09:09	00:15
7. Dez.	WEA 02 neu	08:56	09:12	00:16
8. Dez.	WEA 02 neu	08:56	09:12	00:16
9. Dez.	WEA 02 neu	08:56	09:13	00:17
10. Dez.	WEA 02 neu	08:57	09:14	00:17
11. Dez.	WEA 02 neu	08:57	09:15	00:18
12. Dez.	WEA 02 neu	08:58	09:16	00:18
13. Dez.	WEA 02 neu	08:58	09:16	00:18
14. Dez.	WEA 02 neu	08:59	09:17	00:18
15. Dez.	WEA 02 neu	08:59	09:17	00:18
16. Dez.	WEA 02 neu	09:00	09:18	00:18
17. Dez.	WEA 02 neu	09:01	09:19	00:18
18. Dez.	WEA 02 neu	09:01	09:19	00:18
19. Dez.	WEA 02 neu	09:02	09:20	00:18
20. Dez.	WEA 02 neu	09:02	09:21	00:19
21. Dez.	WEA 02 neu	09:02	09:21	00:19
22. Dez.	WEA 02 neu	09:03	09:22	00:19
23. Dez.	WEA 02 neu	09:03	09:22	00:19
24. Dez.	WEA 02 neu	09:04	09:22	00:18
25. Dez.	WEA 02 neu	09:05	09:23	00:18
26. Dez.	WEA 02 neu	09:05	09:22	00:17
27. Dez.	WEA 02 neu	09:05	09:23	00:18
28. Dez.	WEA 02 neu	09:05	09:24	00:19
29. Dez.	WEA 02 neu	09:06	09:24	00:18
30. Dez.	WEA 02 neu	09:06	09:24	00:18
31. Dez.	WEA 02 neu	09:06	09:24	00:18
Summe der Abschaltzeiten von WEA 02 neu an IO 09 [hh:mm]:				13:53
überschneidungsbereinigte Abschaltdauer an IO 09 [hh:mm]:				13:53

**Tabelle 6.1: Darstellung notwendiger Abschaltzeiten je IO**

## 6.2 Abschaltzeiten je WEA

WEA 02 neu			
Datum	Beginn Abschaltung	Ende Abschaltung	Abschaltzeit
	[hh:mm]	[hh:mm]	[hh:mm]
1. Jan.	09:07	09:25	00:18
2. Jan.	09:08	09:25	00:17
3. Jan.	09:07	09:24	00:17
4. Jan.	09:08	09:24	00:16
5. Jan.	09:09	09:25	00:16
6. Jan.	09:08	09:23	00:15
7. Jan.	09:09	09:23	00:14
8. Jan.	09:09	09:22	00:13
9. Jan.	09:10	09:22	00:12
10. Jan.	09:10	09:20	00:10
11. Jan.	09:11	09:18	00:07
12. Jan.	09:12	09:16	00:04
20. Nov.	08:59	09:02	00:03
21. Nov.	08:56	09:06	00:10
22. Nov.	08:55	09:08	00:13
23. Nov.	08:54	09:09	00:15
24. Nov.	08:53	09:10	00:17
25. Nov.	08:53	09:11	00:18
26. Nov.	08:52	09:12	00:20
27. Nov.	08:53	09:13	00:20
28. Nov.	08:53	09:14	00:21
29. Nov.	08:52	09:08	00:16
30. Nov.	08:53	08:57	00:04
1. Dez.	08:53	08:59	00:06
2. Dez.	08:54	09:03	00:09
3. Dez.	08:53	09:05	00:12
4. Dez.	08:54	09:07	00:13
5. Dez.	08:54	09:08	00:14
6. Dez.	08:54	09:09	00:15
7. Dez.	08:56	09:12	00:16
8. Dez.	08:56	09:12	00:16
9. Dez.	08:56	09:13	00:17
10. Dez.	08:57	09:14	00:17
11. Dez.	08:57	09:15	00:18
12. Dez.	08:58	09:16	00:18
13. Dez.	08:58	09:16	00:18
14. Dez.	08:59	09:17	00:18
15. Dez.	08:59	09:17	00:18
16. Dez.	09:00	09:18	00:18
17. Dez.	09:01	09:19	00:18

18. Dez.	09:01	09:19	00:18
19. Dez.	09:02	09:20	00:18
20. Dez.	09:02	09:21	00:19
21. Dez.	09:02	09:21	00:19
22. Dez.	09:03	09:22	00:19
23. Dez.	09:03	09:22	00:19
24. Dez.	09:04	09:22	00:18
25. Dez.	09:05	09:23	00:18
26. Dez.	09:05	09:22	00:17
27. Dez.	09:05	09:23	00:18
28. Dez.	09:05	09:24	00:19
29. Dez.	09:06	09:24	00:18
30. Dez.	09:06	09:24	00:18
31. Dez.	09:06	09:24	00:18
Summe der Abschaltzeiten von WEA 02 neu [hh:mm]:			13:53

**Tabelle 6.2: Abschaltzeiten je WEA**

## 6.3 Stellungnahme



EMD Deutschland GbR – Breitscheidstr. 6 - DE-34119 Kassel – emd-de@emd.dk

juwi AG  
Energie-Allee 1  
55286 Wörrstadt

**EMD International A/S**  
Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø  
tel.: +45 98 35 44 44 fax: +45 98 35 44 46  
e-mail: [emd@emd.dk](mailto:emd@emd.dk) web: emd@emd.dk

**Regional Sales Office  
EMD Deutschland GbR**  
Ihr/e Ansprechpartner/in:  
**Robin Funk**  
rf@emd.dk

Breitscheidstr. 6  
DE-34119 Kassel  
tel.: +49 (0)561 310 59-65  
fax: +49 (0)561 310 59-69  
e-mail: emd-de@emd.dk

Kassel, 17.12.2013

### Berechnung der meteorologisch wahrscheinlichen Beschattungsdauer in WindPRO

Sehr geehrte Damen und Herren,

Die Berechnung der meteorologisch wahrscheinlichen Beschattungsdauer in WindPRO findet auf Basis der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer sowie von statistischen Reduktionsfaktoren bezüglich der Windrichtungsverteilung, Stillstandswahrscheinlichkeit und Sonnenscheinwahrscheinlichkeit statt.

Der Reduktionsfaktor zur Stillstandswahrscheinlichkeit ergibt sich aus der angenommenen Verteilung der Windgeschwindigkeiten und der Einschaltwindgeschwindigkeit der WEA entsprechend deren technischer Spezifikation. Werden in einer Berechnung unterschiedliche WEA-Typen verwendet, so wird ein einheitlicher Wert für die Einschaltwindgeschwindigkeit verwendet. Dieser berechnet sich als Mittelwert aller in der Berechnung berücksichtigten WEA und wird nicht immissionsortspezifisch vorgenommen.

Eine mögliche Konsequenz ist, dass bei Berechnung von Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung mit Beteiligung unterschiedlicher WEA-Typen unterschiedliche Reduktionsfaktoren für die Stillstandswahrscheinlichkeit an einem Immissionsort ermittelt werden können, auch wenn die dort Schatten verursachenden WEA identisch sind, und sich somit auch die berechneten meteorologisch wahrscheinlichen Beschattungsdauern unterscheiden.

Mit freundlichen Grüßen



Robin Funk

**Managing Director**  
E-Mail: [rf@emd.dk](mailto:rf@emd.dk)  
Durchwahl: +49 (0)561 310 59-65

**EMD**  
[www.emd.dk](http://www.emd.dk)