

# Schattenwurfgutachten

## Minfeld R

28.05.2021-100002079

Rev. 0

Gutachten zur Ermittlung des Schattenwurfs am  
Standort Minfeld R

V. 1.16



juwi AG  
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.....	3
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 der Immissionsorte .....	8
3	Berechnungsergebnis .....	9
3.1	Vorbelastung .....	10
3.2	Zusatzbelastung .....	11
3.3	Gesamtbelastung .....	12
4	Ermittlung der Abschaltzeiten .....	14
5	Zusammenfassung.....	15
6	Anhang.....	17
6.1	Abschaltzeiten je IO.....	17
6.2	Abschaltzeiten je WEA .....	23
6.3	Stellungnahme.....	28

# 1 Einleitung

Die juwi AG plant am Standort Minfeld R die Errichtung und den Betrieb von 2 Windenergieanlagen des Typs VESTAS V162-6.0MW-6.000 mit einer Nabenhöhe von 169 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

Die zu beurteilenden Windenergieanlagen des Standorts Minfeld R liegen im Süden des Bundeslandes Rheinland-Pfalz bei Minfeld und Kandel, nahe der Landesgrenze zu Frankreich. Die nächstgelegene größere Stadt Karlsruhe liegt etwa 20 km entfernt in südöstlicher Richtung. Die geplanten Windenergieanlagen sind von den Ortschaften Winden (ca. 3 km nordwestlicher Richtung), Minderslachen (ca. 2,6 km nordöstliche Richtung), Kandel (ca. 2,5 km östliche Richtung) und Minfeld (ca. 1,5 km südwestliche Richtung) umgeben. Die Autobahn A65 verläuft ca. 4,2 km östlich des Standortes. Die Windenergieanlagen befinden sich auf offener, landwirtschaftlich genutzter Fläche. Für die Ermittlung der zu erwartenden Schattenimmissionen sind insgesamt 7 Bestandsanlagen an den Standorten Minfeld (unmittelbar neben den neuen Anlagen) und Freckenfeld (südwestlich von Minfeld R) berücksichtigt.

## 2.2 Anlagenbeschreibung

Bei den am Standort Minfeld R geplanten Windenergieanlagen handelt es sich um 2 Windenergieanlagen des Typs VESTAS V162-6.0MW-6.000 mit jeweils 6.000 Kilowatt Nennleistung, einem Rotordurchmesser von 162 m und einer Nabenhöhe von 169 m. In Tabelle 2.2 sind die technischen Daten und Koordinaten zu den geplanten Windenergieanlagen aufgeführt.

WEA-Nr.	WEA-Typ	Leistung	Nabenhöhe	Rotor Ø	Standort- höhe	Gesamt- höhe	UTM-ETRS89- Koordinaten Zone 32	
							Rechtswert	Hochwert
		[kW]	[m]	[m]	[m]	[m]		
Min-R 01	VESTAS V162-6.0MW-6.000	6.000	169,0	162,0	143,0	393,0	438.122	5.437.110
Min-R 02	VESTAS V162-6.0MW-6.000	6.000	169,0	162,0	144,7	394,7	438.513	5.436.933

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

In Tabelle 2.2-2 werden die als Vorbelastung zu berücksichtigenden Windenergieanlagen beschrieben.

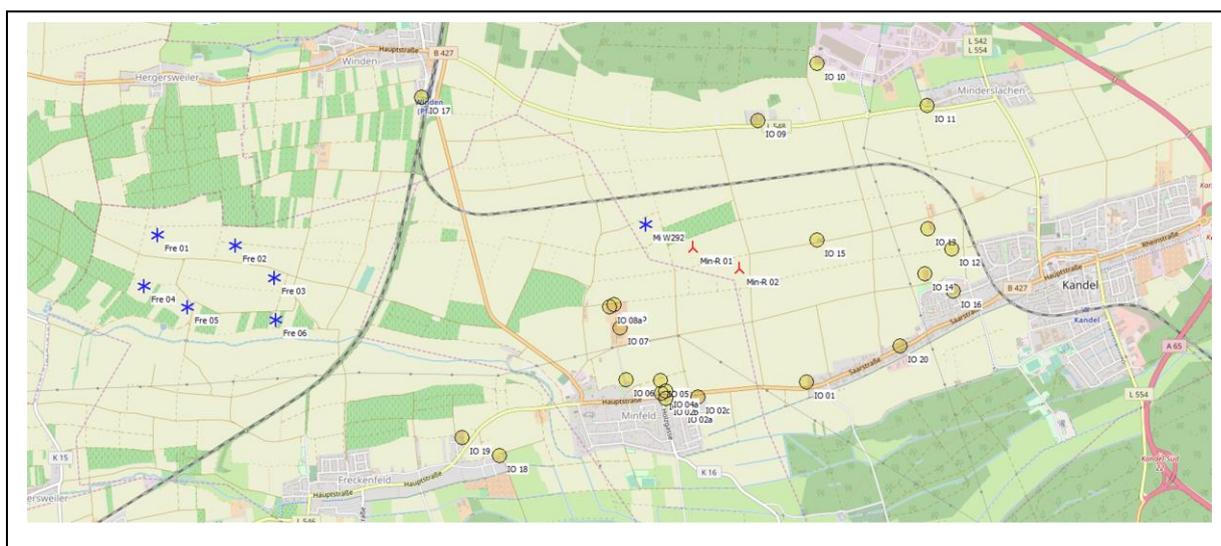
WEA-Nr.	WEA-Typ	Status	Leistung	Nabenhöhe	Rotor Ø	Standort- höhe	Gesamt- höhe	UTM-ETRS89- Koordinaten Zone 32	
								Rechtswert	Hochwert
			[kW]	[m]	[m]	[m]	[m]		
Fre 01	NORDEX N131/3300-3.300	Bestand	3.300	134,0	131,0	170,8	370,3	433.645	5.437.268
Fre 02	NORDEX N131/3300-3.300	Bestand	3.300	134,0	131,0	164,3	363,8	434.297	5.437.176
Fre 03	NORDEX N131/3300-3.300	Bestand	3.300	134,0	131,0	161,9	361,4	434.617	5.436.901
Fre 04	NORDEX N131/3300-3.300	Bestand	3.300	134,0	131,0	168,8	368,3	433.526	5.436.848
Fre 05	NORDEX N131/3300-3.300	Bestand	3.300	134,0	131,0	153,5	353,0	433.891	5.436.667
Fre 06	NORDEX N131/3300-3.300	Bestand	3.300	134,0	131,0	151,4	350,9	434.628	5.436.553

Mi W292	VESTAS V90-2.000	Bestand	2.000	105,0	90,0	154,1	304,1	437.730	5.437.312
---------	------------------	---------	-------	-------	------	-------	-------	---------	-----------

**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 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.

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

## 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 3.4.388 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

---

<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)

Schattenimmission an einem kritischen Standort kommt. Ist dies der Fall und ist 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 der Immissionsorte

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

IO	Bezeichnung IO	UTM-ETRS89-Koordinaten Zone 32		Nächst- gelegene WEA	Entfernung [m]
		Rechtswert	Hochwert		
IO 01	Kandel, Saarstraße 188	439.064	5.435.983	Min-R 02	1098
IO 02a	Minfeld, Gartenstraße 15	438.001	5.435.795	Min-R 02	1248
IO 02b	Minfeld, Holzgasse 1	437.888	5.435.856	Min-R 02	1245
IO 03	Minfeld, Im Holderbusch 53 b	438.154	5.435.868	Min-R 02	1124
IO 04a	Minfeld, Hauptstraße - Feld	437.888	5.435.921	Min-R 02	1189
IO 04b	Minfeld, Hauptstraße 4	437.849	5.435.906	Min-R 02	1223
IO 05	Minfeld, Hauptstraße - Feld Nord	437.844	5.436.008	Min-R 01	1137
IO 06	Minfeld, Lettenberghof	437.557	5.436.016	Min-R 01	1231
IO 07	Minfeld, Schloßberghof Landwirtschaft Groß	437.507	5.436.448	Min-R 01	904
IO 08a	Minfeld, Filmtierschule Zimek 1	437.425	5.436.624	Min-R 01	850
IO 08b	Minfeld, Filmtierschule Zimek 2	437.464	5.436.647	Min-R 01	805
IO 09	Kandel, Höfen 1	438.683	5.438.165	Min-R 01	1195
IO 10	Kandel, Höfener Straße 9	439.182	5.438.632	Min-R 02	1826
IO 11	Kandel, Brehmstraße 2	440.098	5.438.271	Min-R 02	2074
IO 12	Kandel, Feld Guttenbergstraße	440.292	5.437.078	Min-R 02	1785
IO 13	Kandel, Hof Nord-West	440.095	5.437.246	Min-R 02	1613
IO 14	Kandel, Hof West	440.066	5.436.870	Min-R 02	1554
IO 15	Kandel, Feldweg zu Minfeld R	439.164	5.437.166	Min-R 02	691
IO 16	Kandel, Stresemannstraße 14	440.303	5.436.723	Min-R 02	1802
IO 17	Winden, Am Bahnhof 18	435.871	5.438.388	Min-R 01	2588
IO 18	Freckenfeld, Am Bergel 12	436.489	5.435.401	Min-R 01	2364
IO 19	Freckenfeld, Karlshöhlchen 3	436.179	5.435.553	Min-R 01	2490
IO 20	Kandel, Saarstraße 102	439.854	5.436.272	Min-R 02	1495

**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	Kandel, Saarstraße 188	00:00	00:00	00:00
IO 02a	Minfeld, Gartenstraße 15	00:00	00:00	00:00
IO 02b	Minfeld, Holzgasse 1	00:00	00:00	00:00
IO 03	Minfeld, Im Holderbusch 53 b	00:00	00:00	00:00
IO 04a	Minfeld, Hauptstraße - Feld	00:00	00:00	00:00
IO 04b	Minfeld, Hauptstraße 4	00:00	00:00	00:00
IO 05	Minfeld, Hauptstraße - Feld Nord	00:00	00:00	00:00
IO 06	Minfeld, Lettenberghof	00:00	00:00	00:00
IO 07	Minfeld, Schloßberghof Landwirtschaft Groß	00:00	00:00	00:00
IO 08a	Minfeld, Filmtierschule Zimek 1	00:00	00:00	00:00
IO 08b	Minfeld, Filmtierschule Zimek 2	00:00	00:00	00:00
IO 09	Kandel, Höfen 1	12:11	00:18	01:40
IO 10	Kandel, Höfener Straße 9	00:00	00:00	00:00
IO 11	Kandel, Brehmstraße 2	00:00	00:00	00:00
IO 12	Kandel, Feld Guttenbergstraße	00:00	00:00	00:00
IO 13	Kandel, Hof Nord-West	00:00	00:00	00:00
IO 14	Kandel, Hof West	00:00	00:00	00:00
IO 15	Kandel, Feldweg zu Minfeld R	03:45	00:15	00:51
IO 16	Kandel, Stresemannstraße 14	00:00	00:00	00:00
IO 17	Winden, Am Bahnhof 18	09:17	00:16	01:30

IO 18	Freckenfeld, Am Bergel 12	09:40	00:15	01:46
IO 19	Freckenfeld, Karlshöhlichen 3	08:02	00:16	01:26
IO 20	Kandel, Saarstraße 102	00:00	00:00	00:00

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

An den Immissionsorten kommt es durch die Vorbelastung zu den in Tabelle 3.1 aufgeführten Schattenimmissionen. Werden die Grenzwerte für Schattenwurf trotz einer weiteren Schattenimmission an den genannten Immissionsorten durch die geplanten Windenergieanlagen nicht überschritten, so erübrigen sich schattenreduzierende Maßnahmen für die genannten Immissionsorte. Kommt es durch die neu geplanten Windenergieanlagen an den genannten Immissionsorten zu weiteren Schattenimmissionen, so dass die gültigen Grenzwerte für Schattenwurf überschritten werden, müssen die geplanten Windenergieanlagen unter Berücksichtigung der Vorbelastung so betrieben werden, dass die Grenzwerte nicht überschritten werden.

### 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	Kandel, Saarstraße 188	00:00	00:00	00:00
IO 02a	Minfeld, Gartenstraße 15	00:00	00:00	00:00
IO 02b	Minfeld, Holzgasse 1	00:00	00:00	00:00
IO 03	Minfeld, Im Holderbusch 53 b	00:00	00:00	00:00
IO 04a	Minfeld, Hauptstraße - Feld	00:00	00:00	00:00
IO 04b	Minfeld, Hauptstraße 4	00:00	00:00	00:00
IO 05	Minfeld, Hauptstraße - Feld Nord	00:00	00:00	00:00
IO 06	Minfeld, Lettenberghof	00:00	00:00	00:00
IO 07	Minfeld, Schloßberghof Landwirtschaft Groß	36:10	00:36	11:30
IO 08a	Minfeld, Filmtierschule Zimek 1	28:08	00:35	08:52
IO 08b	Minfeld, Filmtierschule Zimek 2	30:08	00:36	09:26

IO 09	Kandel, Höfen 1	00:00	00:00	00:00
IO 10	Kandel, Höfener Straße 9	00:00	00:00	00:00
IO 11	Kandel, Brehmstraße 2	00:00	00:00	00:00
IO 12	Kandel, Feld Guttenbergstraße	07:14	00:21	01:41
IO 13	Kandel, Hof Nord-West	14:44	00:28	03:20
IO 14	Kandel, Hof West	15:54	00:37	03:46
IO 15	Kandel, Feldweg zu Minfeld R	66:25	01:08	16:08
IO 16	Kandel, Stresemannstraße 14	07:44	00:21	01:50
IO 17	Winden, Am Bahnhof 18	00:00	00:00	00:00
IO 18	Freckenfeld, Am Bergel 12	00:00	00:00	00:00
IO 19	Freckenfeld, Karlshöhlchen 3	00:00	00:00	00:00
IO 20	Kandel, Saarstraße 102	31:32	00:27	06:24

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

An den Immissionsorten IO 07, IO 08a, IO 08b, IO 14, IO 15 und IO 20 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

Für die Berechnung der Gesamtbelastung werden die Immissionen der zu berücksichtigenden Windenergieanlagen aus der Vorbelastung und der neu geplanten Windenergieanlagen der Zusatzbelastung zusammen berechnet.

IO	Bezeichnung IO	Schattenwurfdauer Worst-Case		realitätsnahe Schattenwurfdauer
		[hh:mm / Jahr]	Max. [hh:mm / Tag]	[hh:mm / Jahr]
IO 01	Kandel, Saarstraße 188	00:00	00:00	00:00
IO 02a	Minfeld, Gartenstraße 15	00:00	00:00	00:00
IO 02b	Minfeld, Holzgasse 1	00:00	00:00	00:00
IO 03	Minfeld, Im Holderbusch 53 b	00:00	00:00	00:00
IO 04a	Minfeld, Hauptstraße - Feld	00:00	00:00	00:00
IO 04b	Minfeld, Hauptstraße 4	00:00	00:00	00:00
IO 05	Minfeld, Hauptstraße - Feld Nord	00:00	00:00	00:00
IO 06	Minfeld, Lettenberghof	00:00	00:00	00:00

IO 07	Minfeld, Schloßberghof Landwirtschaft Groß	36:10	00:36	11:17
IO 08a	Minfeld, Filmtierschule Zimek 1	28:08	00:35	08:43
IO 08b	Minfeld, Filmtierschule Zimek 2	30:08	00:36	09:16
IO 09	Kandel, Höfen 1	12:11	00:18	01:40
IO 10	Kandel, Höfener Straße 9	00:00	00:00	00:00
IO 11	Kandel, Brehmstraße 2	00:00	00:00	00:00
IO 12	Kandel, Feld Guttenbergstraße	07:14	00:21	01:39
IO 13	Kandel, Hof Nord-West	14:44	00:28	03:17
IO 14	Kandel, Hof West	15:54	00:37	03:42
IO 15	Kandel, Feldweg zu Minfeld R	70:10	01:08	16:44
IO 16	Kandel, Stresemannstraße 14	07:44	00:21	01:48
IO 17	Winden, Am Bahnhof 18	09:17	00:16	01:30
IO 18	Freckenfeld, Am Bergel 12	09:40	00:15	01:46
IO 19	Freckenfeld, Karlshöhlichen 3	08:02	00:16	01:26
IO 20	Kandel, Saarstraße 102	31:32	00:27	06:17

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

An den Immissionsorten IO 07, IO 08a, IO 08b, IO 14, IO 15 und IO 20 kommt es zu einer Überschreitung der erlaubten Schattenwurfzeiten. Für die betroffenen Immissionsorte 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.

WEA-Nr.	UTM-ETRS89-Koordinaten Zone 32		Schattenwurfdauer Worst-Case	
	Rechtswert	Hochwert	[hh:mm / Jahr]	Max. [hh:mm / Tag]
Min-R 01	438.122	5.437.110	45:23	00:46
Min-R 02	438.513	5.436.933	175:25	01:24

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

## 4 Ermittlung der Abschaltzeiten

Um die Grenzwerte der Schattenwurfzeiten an allen betroffenen Immissionsorten einzuhalten, müssen einige der in Tabelle 3.3-2 aufgeführten Windenergieanlagen zu bestimmten Zeiten abgeschaltet werden (vgl. Tabelle 4-1). Im Folgenden sollen die Schattenabschaltzeiten und die betroffenen Windenergieanlagen für die Immissionsorte IO 07, IO 08a, IO 08b, IO 14, IO 15 und IO 20 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 aus Vor- und Zusatzbelastung. Dies führt dazu, dass die in der Gesamtbelastung dargestellten Schattenwurfzeiten geringer ausfallen, als die Summe aus den isolierten Betrachtungen von Vor- und Zusatzbelastung.

IO	Bezeichnung IO	Überschreitung im Jahr	Überschreitung am Tag	Abzuschaltende WEA
		[hh:mm / Jahr]	Max. [hh:mm / Tag]	
IO 08a	Minfeld, Filmtierschule Zimek 1	00:00	00:05	Min-R 02
IO 07	Minfeld, Schloßberghof Landwirtschaft Groß	06:10	00:06	Min-R 02
IO 14	Kandel, Hof West	00:00	00:07	Min-R 02
IO 15	Kandel, Feldweg zu Minfeld R	40:10	00:38	Min-R 01, Min-R 02
IO 08b	Minfeld, Filmtierschule Zimek 2	00:08	00:06	Min-R 02
IO 20	Kandel, Saarstraße 102	01:32	00:00	Min-R 02

**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]
Min-R 01	27. Mrz.	22. Sep.	13:34
Min-R 02	2. Mrz.	11. Okt.	37:36

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

## 5 Zusammenfassung

Für den Standort Minfeld R wurde unter Berücksichtigung einer möglichen Vorbelastung von 7 bestehenden Windenergieanlagen eine Schattenberechnung für die in Abschnitt 2.8 vorgestellten Immissionsorte durchgeführt.

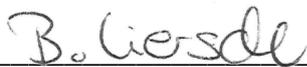
Durch die als Vorbelastung berücksichtigten Windenergieanlagen kommt es zu Schattenwurf an Immissionsorten.

Für die neu geplanten Windenergieanlagen vom Typ VESTAS V162-6.0MW-6.000 mit 169 m Nabenhöhe kommt es zu Schattenwurf an mehreren Immissionsorten. In der Berechnung des Zusammenwirkens von Vor- und Zusatzbelastung kommt es an den aufgeführten Immissionsorten zu Überschreitungen der derzeit geltenden Immissionsrichtwerte von 30 Stunden im Jahr, bzw. 30 Minuten am Tag: (IO 07, IO 08a, IO 08b, IO 14, IO 15 und IO 20). An den übrigen Immissionsorten kommt es nicht zu Überschreitungen der geltenden Grenzwerte. Um die Schattenwurfzeiten an allen Immissionsorten einzuhalten wird empfohlen, die Windenergieanlagen Min-R 01 und Min-R 02 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: Bianca Liersch

Geprüft: Sarah Westbrook



---



---

Wörrstadt, den 28.05.2021

Wörrstadt, den 28.05.2021

## 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 07	Minfeld, Schloßberghof Landwirtschaft Groß			
Datum	WEA-Nr.	Beginn Abschaltung	Ende Abschaltung	Abschaltzeit
		[hh:mm]	[hh:mm]	[hh:mm]
28. Mai.	Min-R 02	06:09	06:10	00:01
29. Mai.	Min-R 02	06:09	06:11	00:02
30. Mai.	Min-R 02	06:08	06:11	00:03
31. Mai.	Min-R 02	06:08	06:11	00:03
1. Jun.	Min-R 02	06:08	06:42	00:34
2. Jun.	Min-R 02	06:08	06:42	00:34
3. Jun.	Min-R 02	06:08	06:43	00:35
4. Jun.	Min-R 02	06:08	06:43	00:35
5. Jun.	Min-R 02	06:08	06:22	00:14
6. Jun.	Min-R 02	06:08	06:13	00:05
7. Jun.	Min-R 02	06:08	06:14	00:06
8. Jun.	Min-R 02	06:08	06:13	00:05
9. Jun.	Min-R 02	06:08	06:14	00:06
10. Jun.	Min-R 02	06:09	06:14	00:05
11. Jun.	Min-R 02	06:09	06:15	00:06
12. Jun.	Min-R 02	06:08	06:14	00:06
13. Jun.	Min-R 02	06:09	06:15	00:06
14. Jun.	Min-R 02	06:09	06:15	00:06
15. Jun.	Min-R 02	06:09	06:15	00:06
16. Jun.	Min-R 02	06:10	06:16	00:06
17. Jun.	Min-R 02	06:10	06:16	00:06
18. Jun.	Min-R 02	06:10	06:16	00:06
19. Jun.	Min-R 02	06:10	06:16	00:06
20. Jun.	Min-R 02	06:10	06:16	00:06
21. Jun.	Min-R 02	06:11	06:17	00:06
22. Jun.	Min-R 02	06:11	06:17	00:06
23. Jun.	Min-R 02	06:11	06:17	00:06

24. Jun.	Min-R 02	06:11	06:17	00:06
25. Jun.	Min-R 02	06:12	06:18	00:06
26. Jun.	Min-R 02	06:12	06:18	00:06
27. Jun.	Min-R 02	06:12	06:18	00:06
28. Jun.	Min-R 02	06:12	06:18	00:06
29. Jun.	Min-R 02	06:13	06:19	00:06
30. Jun.	Min-R 02	06:13	06:18	00:05
1. Jul.	Min-R 02	06:13	06:19	00:06
2. Jul.	Min-R 02	06:13	06:19	00:06
3. Jul.	Min-R 02	06:14	06:19	00:05
4. Jul.	Min-R 02	06:14	06:20	00:06
5. Jul.	Min-R 02	06:14	06:19	00:05
6. Jul.	Min-R 02	06:14	06:19	00:05
7. Jul.	Min-R 02	06:15	06:20	00:05
8. Jul.	Min-R 02	06:15	06:20	00:05
9. Jul.	Min-R 02	06:15	06:19	00:04
10. Jul.	Min-R 02	06:15	06:19	00:04
11. Jul.	Min-R 02	06:16	06:19	00:03
12. Jul.	Min-R 02	06:16	06:19	00:03
13. Jul.	Min-R 02	06:17	06:19	00:02
14. Jul.	Min-R 02	06:17	06:19	00:02
15. Jul.	Min-R 02	06:18	06:19	00:01
16. Jul.	Min-R 02	06:18	06:19	00:01
Summe der Abschaltzeiten von Min-R 02 an IO 07 [hh:mm]:				06:10
überschneidungsbereinigte Abschaltdauer an IO 07 [hh:mm]:				06:10
IO 08a	Minfeld, Filmtierschule Zimek 1			
Datum	WEA-Nr.	Beginn Abschaltung	Ende Abschaltung	Abschaltzeit
		[hh:mm]	[hh:mm]	[hh:mm]
1. Mai.	Min-R 02	06:43	06:44	00:01
2. Mai.	Min-R 02	06:43	06:45	00:02
3. Mai.	Min-R 02	06:42	06:45	00:03
4. Mai.	Min-R 02	06:41	06:45	00:04
5. Mai.	Min-R 02	06:41	06:46	00:05
6. Mai.	Min-R 02	06:40	06:46	00:06
7. Mai.	Min-R 02	06:41	06:46	00:05
8. Mai.	Min-R 02	06:40	06:45	00:05
9. Mai.	Min-R 02	06:40	06:46	00:06
10. Mai.	Min-R 02	06:40	06:45	00:05
11. Mai.	Min-R 02	06:40	06:45	00:05
12. Mai.	Min-R 02	06:41	06:45	00:04
13. Mai.	Min-R 02	06:41	06:44	00:03
14. Mai.	Min-R 02	06:41	06:44	00:03
15. Mai.	Min-R 02	06:42	06:44	00:02
28. Jul.	Min-R 02	06:53	06:54	00:01
29. Jul.	Min-R 02	06:52	06:54	00:02
30. Jul.	Min-R 02	06:52	06:55	00:03
31. Jul.	Min-R 02	06:51	06:55	00:04
1. Aug.	Min-R 02	06:51	06:56	00:05

2. Aug.	Min-R 02	06:51	06:56	00:05
3. Aug.	Min-R 02	06:50	06:56	00:06
4. Aug.	Min-R 02	06:51	06:56	00:05
5. Aug.	Min-R 02	06:48	06:56	00:08
6. Aug.	Min-R 02	06:50	06:56	00:06
7. Aug.	Min-R 02	06:50	06:55	00:05
8. Aug.	Min-R 02	06:51	06:55	00:04
9. Aug.	Min-R 02	06:51	06:55	00:04
10. Aug.	Min-R 02	06:51	06:54	00:03
11. Aug.	Min-R 02	06:52	06:54	00:02
12. Aug.	Min-R 02	06:52	06:53	00:01
Summe der Abschaltzeiten von Min-R 02 an IO 08a [hh:mm]:				02:03
überschneidungsbereinigte Abschaltdauer an IO 08a [hh:mm]:				02:03
IO 08b		Minfeld, Filmtierschule Zimek 2		
Datum	WEA-Nr.	Beginn Abschaltung	Ende Abschaltung	Abschaltzeit
		[hh:mm]	[hh:mm]	[hh:mm]
1. Mai.	Min-R 02	06:43	06:44	00:01
2. Mai.	Min-R 02	06:43	06:45	00:02
3. Mai.	Min-R 02	06:42	06:45	00:03
4. Mai.	Min-R 02	06:41	06:45	00:04
5. Mai.	Min-R 02	06:41	06:46	00:05
6. Mai.	Min-R 02	06:40	06:46	00:06
7. Mai.	Min-R 02	06:41	06:46	00:05
8. Mai.	Min-R 02	06:40	06:45	00:05
9. Mai.	Min-R 02	06:40	06:46	00:06
10. Mai.	Min-R 02	06:40	06:45	00:05
11. Mai.	Min-R 02	06:40	06:45	00:05
12. Mai.	Min-R 02	06:41	06:45	00:04
13. Mai.	Min-R 02	06:41	06:44	00:03
14. Mai.	Min-R 02	06:41	06:44	00:03
15. Mai.	Min-R 02	06:42	06:44	00:02
28. Jul.	Min-R 02	06:53	06:54	00:01
29. Jul.	Min-R 02	06:52	06:54	00:02
30. Jul.	Min-R 02	06:52	06:55	00:03
31. Jul.	Min-R 02	06:51	06:55	00:04
1. Aug.	Min-R 02	06:51	06:56	00:05
2. Aug.	Min-R 02	06:51	06:56	00:05
3. Aug.	Min-R 02	06:50	06:56	00:06
4. Aug.	Min-R 02	06:51	06:56	00:05
5. Aug.	Min-R 02	06:51	06:56	00:05
6. Aug.	Min-R 02	06:50	06:56	00:06
7. Aug.	Min-R 02	06:50	06:55	00:05
8. Aug.	Min-R 02	06:51	06:55	00:04
9. Aug.	Min-R 02	06:51	06:55	00:04
10. Aug.	Min-R 02	06:51	06:54	00:03
11. Aug.	Min-R 02	06:52	06:54	00:02
12. Aug.	Min-R 02	06:52	06:53	00:01
Summe der Abschaltzeiten von Min-R 02 an IO 08b [hh:mm]:				02:00

überschneidungsbereinigte Abschaltdauer an IO 08b [hh:mm]:				02:00
IO 14		Kandel, Hof West		
Datum	WEA-Nr.	Beginn Abschaltung	Ende Abschaltung	Abschaltzeit
		[hh:mm]	[hh:mm]	[hh:mm]
5. Apr.	Min-R 02	19:06	19:09	00:03
6. Apr.	Min-R 02	19:06	19:10	00:04
7. Apr.	Min-R 02	19:06	19:12	00:06
8. Apr.	Min-R 02	19:06	19:13	00:07
9. Apr.	Min-R 02	19:07	19:14	00:07
10. Apr.	Min-R 02	19:08	19:14	00:06
11. Apr.	Min-R 02	19:09	19:13	00:04
1. Sep.	Min-R 02	19:08	19:12	00:04
2. Sep.	Min-R 02	19:07	19:13	00:06
3. Sep.	Min-R 02	19:05	19:12	00:07
4. Sep.	Min-R 02	19:03	19:10	00:07
5. Sep.	Min-R 02	19:03	19:09	00:06
6. Sep.	Min-R 02	19:02	19:07	00:05
7. Sep.	Min-R 02	19:01	19:04	00:03
Summe der Abschaltzeiten von Min R-02 an IO 14 [hh:mm]:				01:15
überschneidungsbereinigte Abschaltdauer an IO 14 [hh:mm]:				01:15
IO 15		Kandel, Feldweg zu Minfeld R		
Datum	WEA-Nr.	Beginn Abschaltung	Ende Abschaltung	Abschaltzeit
		[hh:mm]	[hh:mm]	[hh:mm]
2. Mrz.	Min-R 02	16:45	16:47	00:02
3. Mrz.	Min-R 02	16:43	16:49	00:06
4. Mrz.	Min-R 02	16:42	16:50	00:08
5. Mrz.	Min-R 02	16:40	16:51	00:11
6. Mrz.	Min-R 02	16:39	16:52	00:13
7. Mrz.	Min-R 02	16:38	16:53	00:15
8. Mrz.	Min-R 02	16:37	16:54	00:17
9. Mrz.	Min-R 02	16:35	16:54	00:19
10. Mrz.	Min-R 02	16:34	16:54	00:20
11. Mrz.	Min-R 02	16:34	16:54	00:20
12. Mrz.	Min-R 02	16:33	16:55	00:22
13. Mrz.	Min-R 02	16:33	16:55	00:22
14. Mrz.	Min-R 02	16:33	16:55	00:22
15. Mrz.	Min-R 02	16:33	16:55	00:22
16. Mrz.	Min-R 02	16:33	16:55	00:22
17. Mrz.	Min-R 02	16:33	16:54	00:21
18. Mrz.	Min-R 02	16:32	16:53	00:21
19. Mrz.	Min-R 02	16:32	16:52	00:20
20. Mrz.	Min-R 02	16:32	16:52	00:20
21. Mrz.	Min-R 02	16:33	16:51	00:18
22. Mrz.	Min-R 02	16:34	17:03	00:29
23. Mrz.	Min-R 02	16:34	17:08	00:34

24. Mrz.	Min-R 02	16:35	17:12	00:37
25. Mrz.	Min-R 02	16:35	17:12	00:37
26. Mrz.	Min-R 02	16:37	17:14	00:37
27. Mrz.	Min-R 02	16:38	17:13	00:35
27. Mrz.	Min-R 01	17:41	17:42	00:01
28. Mrz.	Min-R 02	16:40	17:11	00:31
28. Mrz.	Min-R 01	17:40	17:43	00:03
29. Mrz.	Min-R 02	17:42	18:09	00:27
29. Mrz.	Min-R 01	18:39	18:43	00:04
30. Mrz.	Min-R 02	17:45	18:06	00:21
30. Mrz.	Min-R 01	18:39	18:43	00:04
31. Mrz.	Min-R 02	17:49	18:02	00:13
31. Mrz.	Min-R 01	18:38	18:43	00:05
1. Apr.	Min-R 01	18:38	19:13	00:35
2. Apr.	Min-R 01	18:38	18:52	00:14
3. Apr.	Min-R 01	18:37	18:47	00:10
4. Apr.	Min-R 01	18:37	18:50	00:13
5. Apr.	Min-R 01	18:37	18:53	00:16
6. Apr.	Min-R 01	18:38	18:53	00:15
7. Apr.	Min-R 01	18:38	18:54	00:16
8. Apr.	Min-R 01	18:39	18:52	00:13
9. Apr.	Min-R 01	18:40	18:50	00:10
10. Apr.	Min-R 01	18:41	18:48	00:07
30. Aug.	Min-R 01	18:49	18:55	00:06
31. Aug.	Min-R 01	18:45	19:00	00:15
1. Sep.	Min-R 01	18:42	19:02	00:20
2. Sep.	Min-R 01	18:40	19:04	00:24
3. Sep.	Min-R 01	18:38	19:04	00:26
4. Sep.	Min-R 01	18:36	19:05	00:29
5. Sep.	Min-R 01	18:35	19:06	00:31
6. Sep.	Min-R 01	18:34	19:06	00:32
7. Sep.	Min-R 01	18:32	19:06	00:34
8. Sep.	Min-R 01	18:32	19:06	00:34
9. Sep.	Min-R 01	18:31	19:06	00:35
10. Sep.	Min-R 01	18:31	19:06	00:35
11. Sep.	Min-R 01	18:30	19:06	00:36
12. Sep.	Min-R 02	17:41	17:52	00:11
12. Sep.	Min-R 01	18:30	19:05	00:35
13. Sep.	Min-R 02	17:37	17:57	00:20
13. Sep.	Min-R 01	18:30	19:05	00:35
14. Sep.	Min-R 02	17:33	17:59	00:26
14. Sep.	Min-R 01	18:30	19:04	00:34
15. Sep.	Min-R 02	17:31	18:01	00:30
15. Sep.	Min-R 01	18:30	19:03	00:33
16. Sep.	Min-R 02	17:28	18:02	00:34
16. Sep.	Min-R 01	18:30	19:02	00:32
17. Sep.	Min-R 02	17:25	18:03	00:38
17. Sep.	Min-R 01	18:30	19:00	00:30
18. Sep.	Min-R 02	17:24	18:04	00:40
18. Sep.	Min-R 01	18:32	18:59	00:27
19. Sep.	Min-R 02	17:22	18:05	00:43

19. Sep.	Min-R 01	18:33	18:57	00:24
20. Sep.	Min-R 02	17:21	18:06	00:45
20. Sep.	Min-R 01	18:35	18:55	00:20
21. Sep.	Min-R 02	17:19	18:06	00:47
21. Sep.	Min-R 01	18:36	18:52	00:16
22. Sep.	Min-R 02	17:18	18:06	00:48
22. Sep.	Min-R 01	18:41	18:46	00:05
23. Sep.	Min-R 02	17:17	18:06	00:49
24. Sep.	Min-R 02	17:16	18:06	00:50
25. Sep.	Min-R 02	17:16	18:06	00:50
26. Sep.	Min-R 02	17:14	18:06	00:52
27. Sep.	Min-R 02	17:14	18:06	00:52
28. Sep.	Min-R 02	17:13	18:05	00:52
29. Sep.	Min-R 02	17:13	18:05	00:52
30. Sep.	Min-R 02	17:13	18:05	00:52
1. Okt.	Min-R 02	17:13	17:34	00:21
2. Okt.	Min-R 02	17:13	17:33	00:20
3. Okt.	Min-R 02	17:13	17:33	00:20
4. Okt.	Min-R 02	17:13	17:32	00:19
5. Okt.	Min-R 02	17:13	17:31	00:18
6. Okt.	Min-R 02	17:13	17:30	00:17
7. Okt.	Min-R 02	17:14	17:29	00:15
8. Okt.	Min-R 02	17:15	17:27	00:12
9. Okt.	Min-R 02	17:16	17:26	00:10
10. Okt.	Min-R 02	17:17	17:24	00:07
11. Okt.	Min-R 02	17:18	17:22	00:04
Summe der Abschaltzeiten von Min-R 01 an IO 15 [hh:mm]:				13:34
Summe der Abschaltzeiten von Min-R 02 an IO 15 [hh:mm]:				26:36
überschneidungsbereinigte Abschaltdauer an IO 15 [hh:mm]:				40:10
IO 20	Kandel, Saarstraße 102			
Datum	WEA-Nr.	Beginn Abschaltung	Ende Abschaltung	Abschaltzeit
		[hh:mm]	[hh:mm]	[hh:mm]
1. Jun.	Min-R 02	20:12	20:20	00:08
1. Jun.	Min-R 02	20:36	20:39	00:03
2. Jun.	Min-R 02	20:12	20:21	00:09
2. Jun.	Min-R 02	20:36	20:38	00:02
3. Jun.	Min-R 02	20:11	20:21	00:10
3. Jun.	Min-R 02	20:35	20:38	00:03
4. Jun.	Min-R 02	20:12	20:22	00:10
4. Jun.	Min-R 02	20:35	20:39	00:04
5. Jun.	Min-R 02	20:12	20:23	00:11
5. Jun.	Min-R 02	20:34	20:38	00:04
6. Jun.	Min-R 02	20:13	20:24	00:11
6. Jun.	Min-R 02	20:34	20:39	00:05
7. Jun.	Min-R 02	20:13	20:25	00:12
Summe der Abschaltzeiten von Min-R 02 an IO 20 [hh:mm]:				01:32
überschneidungsbereinigte Abschaltdauer an IO 20 [hh:mm]:				01:32

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

## 6.2 Abschaltzeiten je WEA

Min-R 01			
Datum	Beginn Abschaltung	Ende Abschaltung	Abschaltzeit
	[hh:mm]	[hh:mm]	[hh:mm]
27. Mrz.	17:41	17:42	00:01
28. Mrz.	17:40	17:43	00:03
29. Mrz.	18:39	18:43	00:04
30. Mrz.	18:39	18:43	00:04
31. Mrz.	18:38	18:43	00:05
1. Apr.	18:38	19:13	00:35
2. Apr.	18:38	18:52	00:14
3. Apr.	18:37	18:47	00:10
4. Apr.	18:37	18:50	00:13
5. Apr.	18:37	18:53	00:16
6. Apr.	18:38	18:53	00:15
7. Apr.	18:38	18:54	00:16
8. Apr.	18:39	18:52	00:13
9. Apr.	18:40	18:50	00:10
10. Apr.	18:41	18:48	00:07
30. Aug.	18:49	18:55	00:06
31. Aug.	18:45	19:00	00:15
1. Sep.	18:42	19:02	00:20
2. Sep.	18:40	19:04	00:24
3. Sep.	18:38	19:04	00:26
4. Sep.	18:36	19:05	00:29
5. Sep.	18:35	19:06	00:31
6. Sep.	18:34	19:06	00:32
7. Sep.	18:32	19:06	00:34
8. Sep.	18:32	19:06	00:34
9. Sep.	18:31	19:06	00:35
10. Sep.	18:31	19:06	00:35
11. Sep.	18:30	19:06	00:36
12. Sep.	18:30	19:05	00:35
13. Sep.	18:30	19:05	00:35
14. Sep.	18:30	19:04	00:34
15. Sep.	18:30	19:03	00:33
16. Sep.	18:30	19:02	00:32
17. Sep.	18:30	19:00	00:30
18. Sep.	18:32	18:59	00:27
19. Sep.	18:33	18:57	00:24
20. Sep.	18:35	18:55	00:20
21. Sep.	18:36	18:52	00:16
22. Sep.	18:41	18:46	00:05
Summe der Abschaltzeiten von Min-R 01 [hh:mm]:			13:34
Min-R-02			

Datum	Beginn Abschaltung	Ende Abschaltung	Abschaltzeit
	[hh:mm]	[hh:mm]	[hh:mm]
2. Mrz.	16:45	16:47	00:02
3. Mrz.	16:43	16:49	00:06
4. Mrz.	16:42	16:50	00:08
5. Mrz.	16:40	16:51	00:11
6. Mrz.	16:39	16:52	00:13
7. Mrz.	16:38	16:53	00:15
8. Mrz.	16:37	16:54	00:17
9. Mrz.	16:35	16:54	00:19
10. Mrz.	16:34	16:54	00:20
11. Mrz.	16:34	16:54	00:20
12. Mrz.	16:33	16:55	00:22
13. Mrz.	16:33	16:55	00:22
14. Mrz.	16:33	16:55	00:22
15. Mrz.	16:33	16:55	00:22
16. Mrz.	16:33	16:55	00:22
17. Mrz.	16:33	16:54	00:21
18. Mrz.	16:32	16:53	00:21
19. Mrz.	16:32	16:52	00:20
20. Mrz.	16:32	16:52	00:20
21. Mrz.	16:33	16:51	00:18
22. Mrz.	16:34	17:03	00:29
23. Mrz.	16:34	17:08	00:34
24. Mrz.	16:35	17:12	00:37
25. Mrz.	16:35	17:12	00:37
26. Mrz.	16:37	17:14	00:37
27. Mrz.	16:38	17:13	00:35
28. Mrz.	16:40	17:11	00:31
29. Mrz.	17:42	18:09	00:27
30. Mrz.	17:45	18:06	00:21
31. Mrz.	17:49	18:02	00:13
5. Apr.	19:06	19:09	00:03
6. Apr.	19:06	19:10	00:04
7. Apr.	19:06	19:12	00:06
8. Apr.	19:06	19:13	00:07
9. Apr.	19:07	19:14	00:07
10. Apr.	19:08	19:14	00:06
11. Apr.	19:09	19:13	00:04
1. Mai.	06:43	06:44	00:01
2. Mai.	06:43	06:45	00:02
3. Mai.	06:42	06:45	00:03
4. Mai.	06:41	06:45	00:04
5. Mai.	06:41	06:46	00:05
6. Mai.	06:40	06:46	00:06
7. Mai.	06:41	06:46	00:05
8. Mai.	06:40	06:45	00:05
9. Mai.	06:40	06:46	00:06

10. Mai.	06:40	06:45	00:05
11. Mai.	06:40	06:45	00:05
12. Mai.	06:41	06:45	00:04
13. Mai.	06:41	06:44	00:03
14. Mai.	06:41	06:44	00:03
15. Mai.	06:42	06:44	00:02
28. Mai.	06:09	06:10	00:01
29. Mai.	06:09	06:11	00:02
30. Mai.	06:08	06:11	00:03
31. Mai.	06:08	06:11	00:03
1. Jun.	06:08	06:42	00:34
1. Jun.	20:12	20:20	00:08
1. Jun.	20:36	20:39	00:03
2. Jun.	06:08	06:42	00:34
2. Jun.	20:12	20:21	00:09
2. Jun.	20:36	20:38	00:02
3. Jun.	06:08	06:43	00:35
3. Jun.	20:11	20:21	00:10
3. Jun.	20:35	20:38	00:03
4. Jun.	06:08	06:43	00:35
4. Jun.	20:12	20:22	00:10
4. Jun.	20:35	20:39	00:04
5. Jun.	06:08	06:22	00:14
5. Jun.	20:12	20:23	00:11
5. Jun.	20:34	20:38	00:04
6. Jun.	06:08	06:13	00:05
6. Jun.	20:13	20:24	00:11
6. Jun.	20:34	20:39	00:05
7. Jun.	06:08	06:14	00:06
7. Jun.	20:13	20:25	00:12
8. Jun.	06:08	06:13	00:05
9. Jun.	06:08	06:14	00:06
10. Jun.	06:09	06:14	00:05
11. Jun.	06:09	06:15	00:06
12. Jun.	06:08	06:14	00:06
13. Jun.	06:09	06:15	00:06
14. Jun.	06:09	06:15	00:06
15. Jun.	06:09	06:15	00:06
16. Jun.	06:10	06:16	00:06
17. Jun.	06:10	06:16	00:06
18. Jun.	06:10	06:16	00:06
19. Jun.	06:10	06:16	00:06
20. Jun.	06:10	06:16	00:06
21. Jun.	06:11	06:17	00:06
22. Jun.	06:11	06:17	00:06
23. Jun.	06:11	06:17	00:06
24. Jun.	06:11	06:17	00:06
25. Jun.	06:12	06:18	00:06
26. Jun.	06:12	06:18	00:06
27. Jun.	06:12	06:18	00:06
28. Jun.	06:12	06:18	00:06

29. Jun.	06:13	06:19	00:06
30. Jun.	06:13	06:18	00:05
1. Jul.	06:13	06:19	00:06
2. Jul.	06:13	06:19	00:06
3. Jul.	06:14	06:19	00:05
4. Jul.	06:14	06:20	00:06
5. Jul.	06:14	06:19	00:05
6. Jul.	06:14	06:19	00:05
7. Jul.	06:15	06:20	00:05
8. Jul.	06:15	06:20	00:05
9. Jul.	06:15	06:19	00:04
10. Jul.	06:15	06:19	00:04
11. Jul.	06:16	06:19	00:03
12. Jul.	06:16	06:19	00:03
13. Jul.	06:17	06:19	00:02
14. Jul.	06:17	06:19	00:02
15. Jul.	06:18	06:19	00:01
16. Jul.	06:18	06:19	00:01
28. Jul.	06:53	06:54	00:01
29. Jul.	06:52	06:54	00:02
30. Jul.	06:52	06:55	00:03
31. Jul.	06:51	06:55	00:04
1. Aug.	06:51	06:56	00:05
2. Aug.	06:51	06:56	00:05
3. Aug.	06:50	06:56	00:06
4. Aug.	06:51	06:56	00:05
5. Aug.	06:48	06:56	00:08
6. Aug.	06:50	06:56	00:06
7. Aug.	06:50	06:55	00:05
8. Aug.	06:51	06:55	00:04
9. Aug.	06:51	06:55	00:04
10. Aug.	06:51	06:54	00:03
11. Aug.	06:52	06:54	00:02
12. Aug.	06:52	06:53	00:01
1. Sep.	19:08	19:12	00:04
2. Sep.	19:07	19:13	00:06
3. Sep.	19:05	19:12	00:07
4. Sep.	19:03	19:10	00:07
5. Sep.	19:03	19:09	00:06
6. Sep.	19:02	19:07	00:05
7. Sep.	19:01	19:04	00:03
12. Sep.	17:41	17:52	00:11
13. Sep.	17:37	17:57	00:20
14. Sep.	17:33	17:59	00:26
15. Sep.	17:31	18:01	00:30
16. Sep.	17:28	18:02	00:34
17. Sep.	17:25	18:03	00:38
18. Sep.	17:24	18:04	00:40
19. Sep.	17:22	18:05	00:43
20. Sep.	17:21	18:06	00:45
21. Sep.	17:19	18:06	00:47

22. Sep.	17:18	18:06	00:48
23. Sep.	17:17	18:06	00:49
24. Sep.	17:16	18:06	00:50
25. Sep.	17:16	18:06	00:50
26. Sep.	17:14	18:06	00:52
27. Sep.	17:14	18:06	00:52
28. Sep.	17:13	18:05	00:52
29. Sep.	17:13	18:05	00:52
30. Sep.	17:13	18:05	00:52
1. Okt.	17:13	17:34	00:21
2. Okt.	17:13	17:33	00:20
3. Okt.	17:13	17:33	00:20
4. Okt.	17:13	17:32	00:19
5. Okt.	17:13	17:31	00:18
6. Okt.	17:13	17:30	00:17
7. Okt.	17:14	17:29	00:15
8. Okt.	17:15	17:27	00:12
9. Okt.	17:16	17:26	00:10
10. Okt.	17:17	17:24	00:07
11. Okt.	17:18	17:22	00:04
<b>Summe der Abschaltzeiten von Min-R 02 [hh:mm]:</b>			<b>37:36</b>

**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 Jemesvej 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

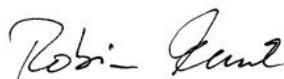
Sehr geehrte Damen und Herren,

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)