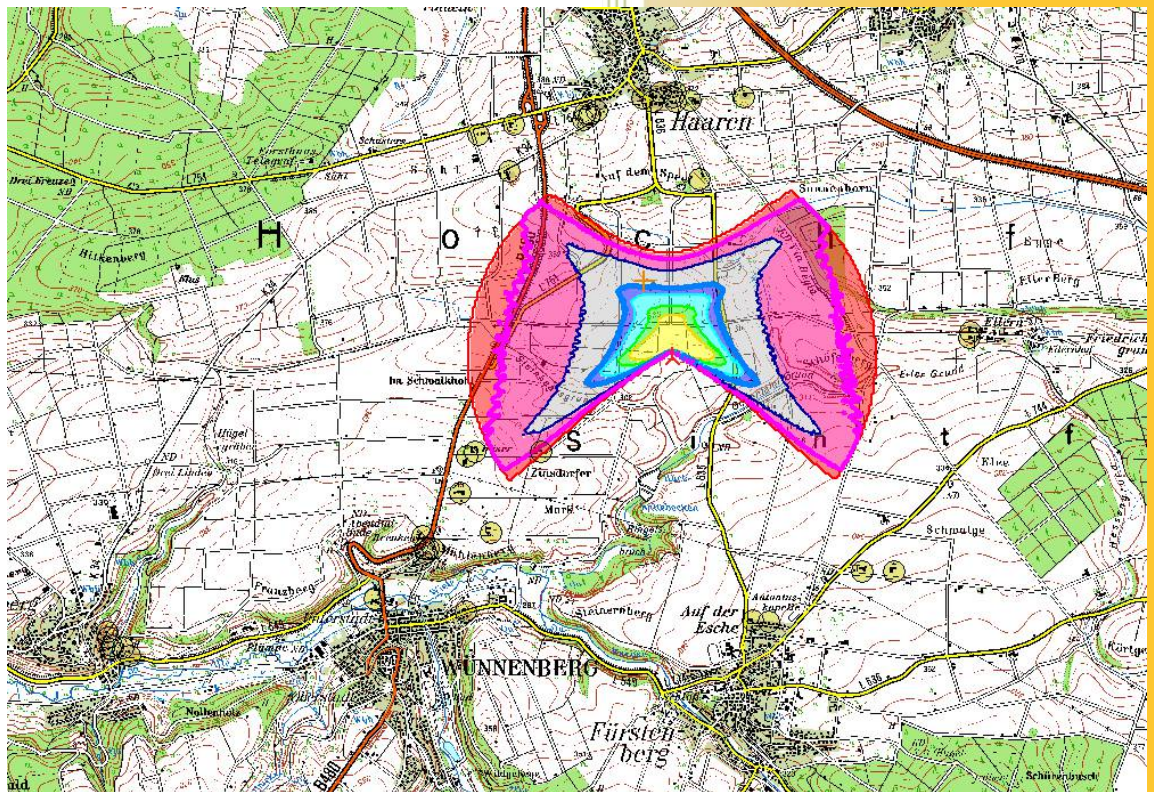


# Schattenwurfanalyse Bad Wünnenberg-Hirschweg

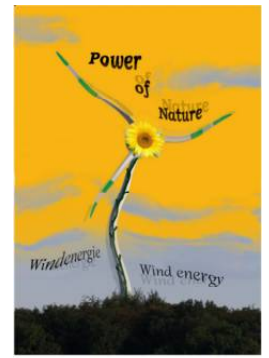


Fürtges, Jörg (Dipl.-Ing.)

Power of Nature - Windenergie

21.05.2024

Rev. 0



Windenergie

Schattenwurfanalyse für den Betrieb  
von Windenergieanlagen  
für den Standort

## **Bad Wünnenberg-Hirschweg (WEA 07)**

für

1 Enercon E-160 EP5 E3 R1 TES/5.560kW/166,6 m NH

unter Berücksichtigung von  
diversen anderen bestehenden  
Windenergieanlagen

Auftraggeber: WBG Energie 1 GmbH & Co. KG  
An der Grotte 17

D-33181 Bad Wünnenberg

Auftragnehmer: Power of Nature - Windenergie  
Aulendorf 40

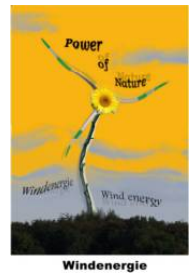
D-48727 Billerbeck

Erstellungsdatum: 21.05.2024

Geschäftsführer:  
Jörg Fürtges, Dipl.-Ing

[www.powernature.de](http://www.powernature.de)  
[joerg.fuertges@powernature.de](mailto:joerg.fuertges@powernature.de)

Power of Nature - Windenergie  
Aulendorf 40  
D-48727 Billerbeck  
Tel. +49 (0) 2543/930 46 74  
Fax +49 (0) 2543/930 46 73



## 0. Kurzzusammenfassung

Im Auftrag der Firma WBG Energie 1 GmbH & Co. KG mit Sitz in Bad Wünnenberg wurde der geplante Standort auf der Fläche der Gemeinde Bad Wünnenberg, in der Gemarkung Wünnenberg, für eine Windenergieanlage hinsichtlich möglichen Schattenwurfs untersucht. Die geplante Windenergieanlage ist vom Anlagenhersteller Enercon GmbH vom Typ E-160 EP5 E3 R1 TES mit einer Nennleistung von 5.560 kW.

Als Vorbelastung wurden ausschließlich die Windenergieanlagen aus den Windparks KLUS und Hirschweg in dieser Schattenwurfanalyse berücksichtigt. Ausführliche Darstellung der Berechnungsergebnisse für die weiteren Windenergieanlagen aus dem Untersuchungsgebiet erfolgt unter „Vorbelastung ...“ auf der Seite 30f sowie im separaten Anhang.

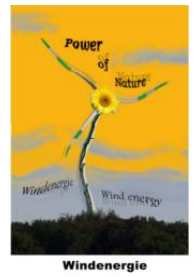
Anlagen aus den Windparks KLUS und Hirschweg verursachen an 24 von 43 berücksichtigten Rezeptoren einen geringfügigen bis erhöhten Schattenwurf. Hierbei kommt es an zehn Wohneinheiten zu einer Überschreitung der zulässigen Grenzwerte.

Die Ermittlung der Zusatzbelastung ergab an einem Wohngebäude einen ermittelbaren Schattenwurf. Hierbei wird an diesem einen beschatteten Wohnhaus die zulässigen Grenzwerte von 30 Std./Jahr und 30 Min./Tag sowie 8 Std./Jahr eingehalten.

Werden nun abschließend alle schattenwurfrelevanten Windenergieanlagen in der Gesamtbelastung betrachtet, so erhöht die Zusatzbelastung an dem beschatteten und für die Zusatzbelastung relevanten Wohngebäude O die Beschattungszeit, wodurch die bereits bestehende Beschattungszeit – verursacht durch die Vorbelastung – weiter erhöht wird.

Die zusätzliche Beschattungszeit durch die Zusatzbelastung verursacht ein weiteres Überschreiten der zulässigen Grenzwerte, sodass die geplante Windenergieanlage bei endsprechenden Sonnenstand- und Dauer außer Betrieb genommen werden muss, wodurch diese Neuanlage über einen Schattenwurfabschaltmodule verfügen muss.

Wird die neu geplante und beschattende Windenergieanlage „WEA 07“ mit einem Schattenwurfabschaltmodule ausgestattet und so programmiert, dass sie die vorgegebenen Grenzwerte an dem Rezeptor O nicht weiter erhöht, so besteht gegen die Errichtung der geplanten Neuanlage vom Anlagentyp E-160 EP5 E3 R1 TES/5.560kW aus schattenwurftechnischen Gründen **keine** Bedenken.



Schattenwurfanalyse Bad Wünnenberg-Hirschweg (WEA 07) (Rev. 0) vom 21.05.2024

Diese Schattenwurfanalyse enthält 43 Seiten und besitzt einen separaten Anhang mit weiteren Projektinformationen und Ergebnisseiten. Der Anhang umfasst 4 Seiten und 47 Duplex-Seiten. Die Analyse ist nur mit dem separaten Anhang verwendbar.

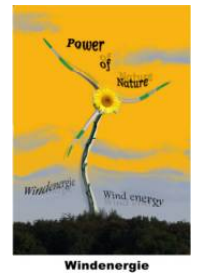
Billerbeck, 21.05.2024

Power of Nature - Windenergie

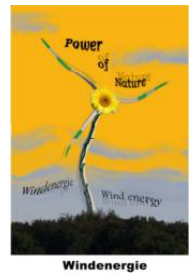
  
Jörg Fürtges, Dipl.-Ing.



Die Weitergabe, Veröffentlichung und Vervielfältigung der Prognose an Dritte ist unter Angabe des Zwecks nur mit schriftlichem Einverständnis des Gutachterbüros Power of Nature - Windenergie gestattet. Ausgenommen davon sind: zum Zwecke der Prospektierung, Weitergabe an Genehmigungsbehörden sowie an die finanzierenden Banken.



<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
0. Kurzzusammenfassung	3
1. Inhaltsverzeichnis	6
2. Aufgabenstellung	7
3. Lageplan der Windenergieanlagen (nicht maßstäblich)	13
4. Projektdaten Überblick	14
5. Basisdaten	19
5.1 Allgemeines zur Schattenwurfanalyse	19
5.2 Grenzentfernung	20
5.3 Berechnungsvoraussetzung	21
5.4 Berechnungsmethode	22
5.5 Richtwerte/Einhaltung	23
6. Zusatzbelastung nach worst-case Verfahren & reale Werte	24
6.1 Zusatzbelastung durch geplante Windenergieanlage(n)	24
6.2 Karte mit Schattenwurflinien (nicht maßstäblich), Zusatzbelastung	28
6.3 Kartenausschnitte mit Schattenwurflinien/Schattenraster; Zusatzbel. (DIN A3)	29
7. Vorbelastung nach worst-case Verfahren & reale Werte	30
7.1 Ergebnisauswertung umliegende Windparks	30
7.2 Vorbelastung (WP KLUS & Hirschweg)	31
8. Gesamtbelastung nach worst-case Verfahren & reale Werte	36
8.1 Berechnungsergebnis Gesamtbelastung	36
8.2 Karte mit Schattenwurflinien (nicht maßstäblich), Gesamtbelastung	40
9. Abschlussbetrachtung	41

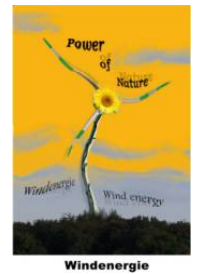


Schattenwurfanalyse Bad Wünnenberg-Hirschweg (WEA 07) (Rev. 0) vom 21.05.2024

## 10. Erläuterungen

43

Anhang: in einer separaten Mappe



## 2. Aufgabenstellung

Windkraftanlagen können bei Sonnenschein zu erheblichen beweglichen Schattenwurf führen, der durch die Drehbewegung der Rotorblätter verursacht wird.

Ausdehnung und Frequenz des Schattenwurfs variieren je nach Stand der Sonne und nach Ausrichtung der Windkraftanlage. Damit sind sie abhängig von Tageszeit, Jahreszeit, Breitengrad, Längengrad und Windrichtung.

Liegen Fenster von Wohnhäusern im Bereich des Schlagschattens, so kann es zu bestimmten Zeiten zu einer deutlichen Wahrnehmbarkeit des Schattens auch innerhalb von Gebäuden kommen. Da dieser Schlagschatten zyklisch ist und die Wirkung dieses Effekts auf den Menschen nicht medizinisch geklärt ist, kann man davon ausgehen, dass das Wohlbefinden innerhalb dieser vom Schlagschatten betroffenen Räume beeinträchtigt wird.

Der zyklische Schlagschatten ist natürlich auch außerhalb von Gebäuden wahrnehmbar, aber bei den Lichtverhältnissen im Freien ist er deutlich weniger spürbar.

Diese Analyse wird erstellt um die Wirkung der Windenergieanlage auf umliegende Wohnhäuser zu untersuchen. Hierbei werden die Schattenverläufe unter Berücksichtigung der Sonnenstandsdaten des Standortes und der Abhängigkeiten zur Anlage, wie Turmhöhe und Rotor-durchmesser bei bestimmten Jahres- und Tageszeiten berechnet und abgebildet.

Der Auftraggeber, die Firma WBG Energie 1 GmbH & Co. KG aus Bad Wünnenberg, plant auf der Fläche der Gemeinde Bad Wünnenberg eine Windenergieanlage des Anlagentyps E-160 EP5 E3 R1 TES/5.560kW.

In der nachfolgend aufgeführten Gemarkung, Flur und Flurstück, soll die geplante Windenergieanlage positioniert werden. Die Gemarkung, Flur und Flurstück lautet wie folgt:

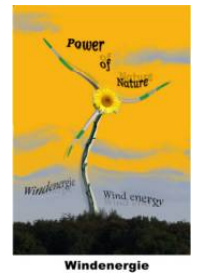
	Gemarkung	Flur	Flurstück
<b>Anlagenkurzbezeichnung</b>			
<b>WEA 07</b>	Wünnenberg	4	111, 188

Tabelle 1: Auflistung Gemarkung, Flur, Flurstück

In dieser Schallimmissionsprognose wird mit den Koordinaten aus dem **UTM (North) ETRS89 Zone 32** Koordinatensystem gearbeitet, die in der nachfolgenden Tabelle für die Neuanlage noch einmal aufgeführt werden:

Koordinatensystem	UTM (North) ETRS89 Koordinatensystem (Zone 32)	
<b>Anlagenkurzbezeichnung</b>	Ost	Nord
<b>WEA 07</b>	481.118,0	5.710.312,0

Tabelle 2: UTM (North) ETRS89 Koordinaten der geplanten Windenergieanlage(n)



Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens benötigt die Luftaufsicht – um eine Anfrage bearbeiten zu können – die Anlagenkoordinaten als geographische Koordinaten. Aus diesem Grund werden die geplanten Koordinaten der Neuanlage in der nachfolgenden Tabelle im geographischen Koordinatensystem mit dem Bezugssystem WGS 84 ausgegeben, die da wie folgt lauten:

Koordinatensystem	Geographisches Koordinatensystem (WGS 84)	
Anlagenbezeichnung	Ost	Nord
WEA 07	08°43'39,77“	51°32'36,92“

Tabelle 3: geographischen Koordinaten der geplanten Windenergieanlage

Im Umfeld zu der geplanten Windenergieanlage befinden sich noch weitere Windparks (WP) mit unterschiedlichen Windenergieanlagen und Entfernungen zum Untersuchungsgebiet. Bei diesen Windenergieanlagen handelt es sich zum einen um Bestandsanlagen und zum anderen um in Planung befindliche Neuanlagen.

Bei den nachfolgend aufgeführten Windparks – die Namensgebung erfolgte an Hand der nächstgelegenen Ortschaft/Stadt und muss nicht zwangsläufig den Windparknamen aus anderen Verfahren wiedergeben – werden diverse verschiedene Anlagentypen betrachtet. Es wird bei der Auflistung auf eine detaillierte Typisierung verzichtet und auf die Seiten 14ff „Projektdaten-Überblick“ verwiesen.

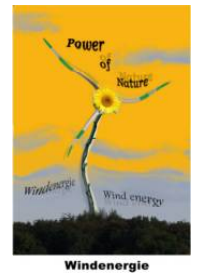
Die Windparks lauten:

- Windpark Eiler Berg (EilB-); nordöstlich von dem geplanten Standort
- Windpark KLUS (KLUS-); angrenzender WP zum geplanten Standort
- Windpark Hirschweg (Hirsch-); einbindender WP des geplanten Standorts
- Windpark Fürstenberg (Fürs-), südöstlich von dem geplanten Standort
- Windpark Wohlbedacht (Wohl-), südöstlich von dem geplanten Standort
- Windpark Meerhof (Meer-), südöstlich von dem geplanten Standort
- Windpark Elisenhof (Eli-), östlich von dem geplanten Standort
- Windpark Dalheim (Dal-), nordöstlich von dem geplanten Standort
- Windpark Helmern (Hel-), nordöstlich von dem geplanten Standort
- Windpark Bad Wünnenberg-Haaren, nordwestlich von dem geplanten Standort

In den nachfolgenden Berechnungen setzt sich die Kurzbezeichnung der betrachteten Windenergieanlage aus dem Kürzel des Windparknamens, z.B. EilB- für Eiler Berg, und der Anlagennummer zusammen.

Im Windpark Eiler Berg – dieser Windpark grenzt östlich an den Windpark Hirschweg an – sind zum Zeitpunkt der Analyseerstellung fünf weitere Repoweringprojekte in der Genehmigungsphase. Zum einen soll eine alte V-66/1.650kW Anlage (Kurzbezeichnung „WP EilB-06“) durch eine Vestas Anlage vom Typ V-162 Serration/5.600kW/169,0m NH (Kurzbezeichnung WP EilB-41) ersetzt werden, die bereits eine Genehmigung erhalten hat. Zwischenzeitlich wurde durch den Antragsteller eine Leistungserhöhung auf 6.200 kW beantragt, wobei der Maschinentyp identisch bleibt. In der Analyse wird demnach die Anlagenvariante mit 6.200 kW berücksichtigt.



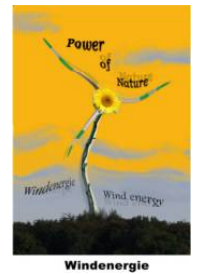


Zum anderen wird südlich der „WP EilB-06“ eine Bestandsanlage vom Typ V-90/2.000kW (Kurzbezeichnung WP EilB-10) gerepowert. Sie sollte zunächst durch den Anlagentyp V-136 Serration/4.200kW mit einer Gesamtnabenhöhe von 169,0 m vom Anlagenhersteller Vestas Wind Systems A/S ersetzt werden, wozu zwischenzeitlich eine Genehmigung erteilt wurde. Auch dieser Anlagenstandort wurde überplant und durch den Anlagentyp V-162 Serration/6.000kW mit einer Nabenhöhe von 169 m ersetzt. Eine Genehmigung steht zum Zeitpunkt der Analysebearbeitung noch aus. Aus diesem Repoweringprojekt fließt die größere Maschine in den Berechnungen mit ein, da sie gegenüber der Altanlage über einen größeren Rotordurchmesser verfügt und hierdurch für einen höheren Schattenwurf sich verantwortlich zeigt. Sollte das Repowering nicht vollzogen werden, so würde die schattenwurftechnische Situation im Umfeld sich positiv verändern.

In der schalltechnischen Standortbetrachtung werden die beiden Altanlagen „WP EilB-02“ und „WP EilB-09“ nicht berücksichtigt, da sie zugunsten der einen Repowering Anlage – hier die Anlage mit der Kurzbezeichnung „WP EilB-41“ – in der Nacht (Zeit von 22.00 bis 06.00 Uhr) außer Betrieb genommen werden. Innerhalb dieser Analyse werden sie hingegen schattenwurftechnisch mit berücksichtigt, da es sich hierbei um eine tagbezogene Betrachtung handelt, worin diese beiden Anlagen in Betrieb sich befinden, wenn es die Wetterlage ergibt.

Zusätzlich zu diesen zwei Repoweringprojekten soll im nördlichen Zipfel des Windparks Bad Wünnenberg-Eiler Berg ein viertes Repoweringprojekt Berücksichtigung finden. Hier soll eine Bestandsanlage vom Typ TW600e/600kW durch eine Enercon Anlage vom Typ E-138 EP3 E3 TES/4.260kW ersetzt werden. Zusätzlich hat sich der Betreiber dazu bereit erklärt, die weitere Tacke Anlage vom Typ TW 600/600kW in unmittelbarer Nähe zum Repoweringstandort zu Gunsten der Repoweringanlage des Nachts außer Betrieb zu nehmen. Diese Maßnahme betrifft nur die schalltechnische Bewertung des Standorts des Nachts und findet in dieser Schattenwurfberechnung keine Berücksichtigung, da diese Altanlage tagsüber weiterhin betrieben werden soll. Bedingt durch die schalltechnische Verbesserung an den umliegenden Wohngebäuden wird davon ausgegangen, dass dieses Repoweringprojekt zur Umsetzung gelangt. Zusätzlich stellt es in der schattenwurftechnischen Betrachtung eine Worse-case Situation dar, da die geplante Repoweringanlage gegenüber der Altanlage einen größeren Rotordurchmesser aufweist und somit einen ungünstigeren Schattenwurf aufweist als die Altanlage.

Südlich des vorwegbeschriebenen Repoweringprojekt existiert ein weiteres Repoweringprojekt. Innerhalb dieses Projekts soll die E-40/6.44 (Kurzbezeichnung WP EilB-11) ersetzt werden. Für diese Anlage wurde gem. vorliegenden Informationen eine N-149 SE mit einer Nennleistung von 5.700kW und einer geplanten Nabenhöhe von 125 m des Anlagenherstellers Nordex SE beantragt. Hierzu liegt bereits nach vorliegenden Informationen bereits ein positiver Bauvorbescheid dem Antragsteller vor. Im weiteren Verlauf soll der Anlagentyp N-149 SE durch den Anlagentyp N-163 SE mit einer Nennleistung von 7.000 kW ausgetauscht werden. Da es sich bei diesem Projekt um einen Anlagentausch von einer kleinen Anlage zu einer großen handelt, wodurch veränderte sowie verbesserte Geräuscharten zu erwarten sind, wird innerhalb dieses Projekts davon ausgegangen, dass das Projekt eine positive Entscheidung erfährt und somit realisiert wird. Zusätzlich stellt auch hier die Großanlage einen erhöhten Schattenwurf in die Umgebung als die N-149 SE, wodurch mit Berücksichtigung dieser eine Worst-case Betrachtung erfolgt. Wird dieser Anlagentausch nicht vollzogen, so minimiert sich die Schattenwurfbelastung durch diese Anlage.



Ein letztes Repoweringprojekt muss in dieser Analyse im Windpark (WP) Eiler Berg Beachtung finden. In der unmittelbaren Nähe zur Autobahnüberführung von Haaren nach Helmern sollen zwei alte Vestas Anlagen vom Typ V-66/1.650kW („WP EilB-07“) und V-47/660kW („WP EilB-08“) durch eine moderne Enercon Anlage vom Typ E-103 EP2 TES/2.350kW auf einer Nabenhöhe von 108,4 m ersetzt werden. Für diesen Repoweringantrag liegt nach aktuellem Informationsstand eine positive Baugenehmigung vor. Jedoch soll für diesen Repoweringstandort ein Anlagentausch von der E-103 EP2 TES zu einer E-138 EP3 E3 TES/4.260kW auf 160,0 m Nabenhöhe durchgeführt werden. Durch den Anlagenwechsel würde sich auf Grund des größeren Rotors der E-138 EP3 E3 TES eine erhöhte Beschattung an den umliegenden Wohngebäuden einstellen. Somit wird in dieser Analyse die Worst-Case Situation berücksichtigt, was zu einer Endspannung der Schattenwurfsituation am Standort Eiler Berg führen würde, würde dieser Anlagentausch keinen positiven Bescheid erhalten.

Nach Kurzdarstellung der einzelnen Repoweringprojekte im Windpark Eiler Berg, welche in den vorhergehenden Absätzen erfolgte, wird abschließend darauf hingewiesen, dass die nachfolgenden Berechnungen – hier Einwirkbereichsbetrachtung sowie Vor- und Gesamtbelastungsbetrachtung – auf Grundlage der erfolgreichen Umsetzung der Repoweringprojekte durchgeführt wird. Sollten Repoweringprojekte keine Genehmigung erfahren, so ist die Schattenwurfanalyse entsprechend zu überprüfen und ggfs. anzugleichen.

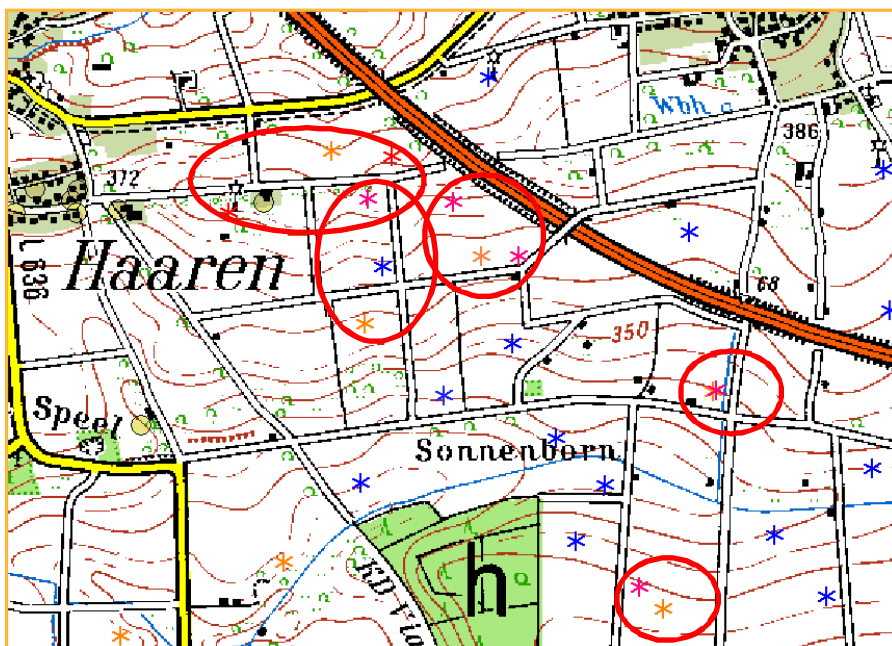
Zusätzlich zu den Veränderungen im Windpark Eiler Berg steht noch ein Repowering im Windpark KLUS an. Hier soll im südlichen Bereich eine bestehende E-82 E2/2.300kW durch eine E-175 EP5 ersetzt werden. Zwar befindet sich dieses Projekt noch in den Anfängen, jedoch wird in diesem Fall eine Altanlage mit einem kleinen Rotordurchmesser – hier 82 m Rotordurchmesser – gegen eine Neuanlage mit einem großen Rotordurchmesser – hier 175 m Rotordurchmesser – ausgetauscht, die bedingt durch ihren größeren Rotordurchmesser an den umliegenden Wohneinheiten einen höheren Schattenwurf verursacht. Aus diesem Grund wird innerhalb dieser Analyse ausschließlich die Repoweringanlage berücksichtigt, da es ein Worst-Case Szenario darstellt und bei einer Nichtrealisierung die Beschattung geringer ausfällt.

Im weiteren Verlauf der Bundesstraße 480 – von Bad Wünnenberg aus kommend in Richtung Bad Wünnenberg-Haaren – liegt östlich dieser Bundesstraße der Windpark Hirschweg. Innerhalb – hier im nördlichen Bereich dieses Windparks – befindet sich ein weiterer Standort und ihre geplante Anlage in der Veränderung. Hier soll die bereits mit einem positiven Vorbescheid belegte Nordex Anlage vom Typ N-149 Serration/4.500kW durch eine Nordex Anlage vom Typ N-175 Serration/6.800kW ausgetauscht werden. Zwar ist dieses Projekt relativ neu, jedoch wird eine kleine Windenergieanlage durch eine größere Anlage ersetzt, was wiederum zu einer möglichen Verschlechterung der Schattenwurfsituation am Untersuchungsstandort nachziehen kann. Würde dieses Repoweringprojekt keine Umsetzung erfreuen, so würde sich die schattenwurfbedingte Situation an den umliegenden Standorten verbessern. Somit wird hier ebenfalls mit einer worst-case Betrachtung gearbeitet.

In der nachfolgenden Tabelle werden diese Anlagen – mit Ausnahme der hier zur Betrachtung stehenden Repowering-/Austauschanlage – aufgelistet. Zusätzlich wurden die betroffene zu repowernden Anlagen im Lageplan (s. Seite 13 und im nachfolgenden Kartenausschnitt) als pinkes Anlagensymbol graphisch dargestellt.

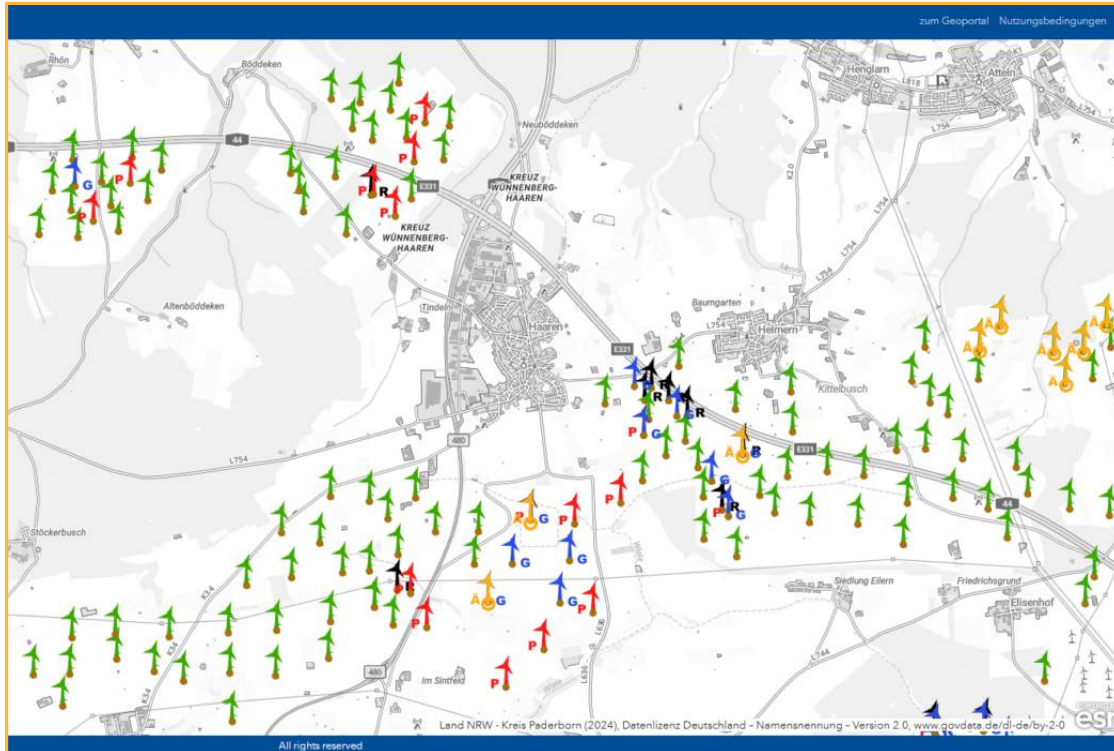
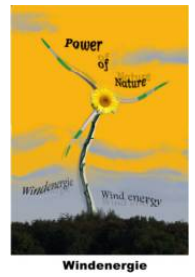
Lfd.-Nr.	Anlagenkurzbezeichnung Gutachter	Anlagentyp/Nabenhöhe	Aktenzeichen	geplantes Repowering
1	WP EilB-07	V-66/1.650kW/78mNH	4215-99-04	WP EilB-43
2	WP EilB-08	V-47/660kW/65m NH	4216-99-04	WP EilB-43
3.	WP EilB-06	V-66/1.650kW/78mNH	3743-99-04	WP EilB-41
4	WP EilB-10	V-90/2.000kW/80m NH	1477-04	WP EilB-42
5	WP EilB-41	V-162 Serration/6.200kW	n.b.	-----
6	WP EilB-42	V-162 Serration/6.000kW	n.b.	-----
7	WP EilB-44	N-163 SE/6.800kW	n.b.	WP EilB-11
8	WP EilB-16	TW 600e/600kW	2459-97-04	WP EilB-45
9	WP EilB-03	TW 600/600kW	3459-94-04	
10	WP KLUS-34	E-82 E2/2.300kW	42092-14	WP KLUS-36
11	WP Hirsch-011	N-149 Serration/4.500kW	n.b.	WP Hirsch-11

Tabelle 4: Abbau bestimmte Windenergieanlage(n) / Zuordnung Repoweringanlage



Grafik 1: Vergrößerung der Repoweringprojekt im WP Eiler Berg (rote Kreise)

Des Weiteren zeigt der nachfolgende Kartenausschnitt des Kreises Paderborn – entnommen von der Geoportalseite des Kreises Paderborns (<https://kreispaderborn.maps.arcgis.com/apps/.....>) – die Situation im besagten Windpark Eiler Berg hinsichtlich beantragter, genehmigter, zum Rückbau beantragter etc. Anlagen. Hier ist gut zu erkennen, dass die oben zitierten Anlagen im Kartenauszug des Berechnungstools – hier pink dargestellt – mit den schwarzen Anlagensymbol der Geoportalseite des Kreises deckend sind und somit zum Rückbau bestimmt sind.



Grafik 2: Vergrößerung Positionen Neuanlagen und Repoweringanlagen Geoportalseite Kreis Paderborn

Somit werden diese zum Rückbau beantragten Altwindenergieanlagen in dieser Analyse **nicht** weiter berücksichtigt.

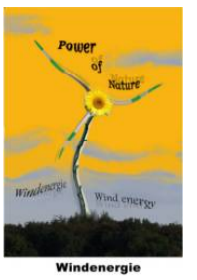
Jeder Windpark wird separat hinsichtlich seines Einwirken auf die umliegende Wohnbebauung – die für die Berechnung der möglichen Schattenwurfzeiten der einen Neuanlage zu Grunde gelegt wurden – rechnerisch untersucht. Wirkt der jeweilige Park als Gesamtheit auf die zusatzbelastungsrelevanten Wohngebäude ein, so wird dieser Windpark bei der weiteren Untersuchung als „Vorbelastung“ berücksichtigt.

Auf das Ergebnis dieser Voruntersuchung wird unter dem Punkt 7 „Vorbelastung ...“ auf der Seite 30f kurz eingegangen.

Die Anlagendaten (Koordinaten, Anlagentyp, Nabenhöhe, Schalleistungspegel) der zu untersuchten Anlagen erhielt ich im Zuge einer förmlichen Anfrage nach dem Umweltinformationsgesetz vom Kreis Paderborn. Es wurde ein erneuter Abgleich der Bestandsanlagen am 12.05.24 vorgenommen, sowie mit der vorhergehenden grafischen Darstellung der Anlagensituation im Windpark Eiler Berg als Kartenausschnitt aus der Onlinekarte des Kreises Paderborns grafisch abgeglichen.

Der Standort liegt im Kreis Paderborn in Nordrhein Westfalen.

Die zu erwartenden Schattenwurfeffekte werden auf den nächsten Seiten detaillierter dargestellt.

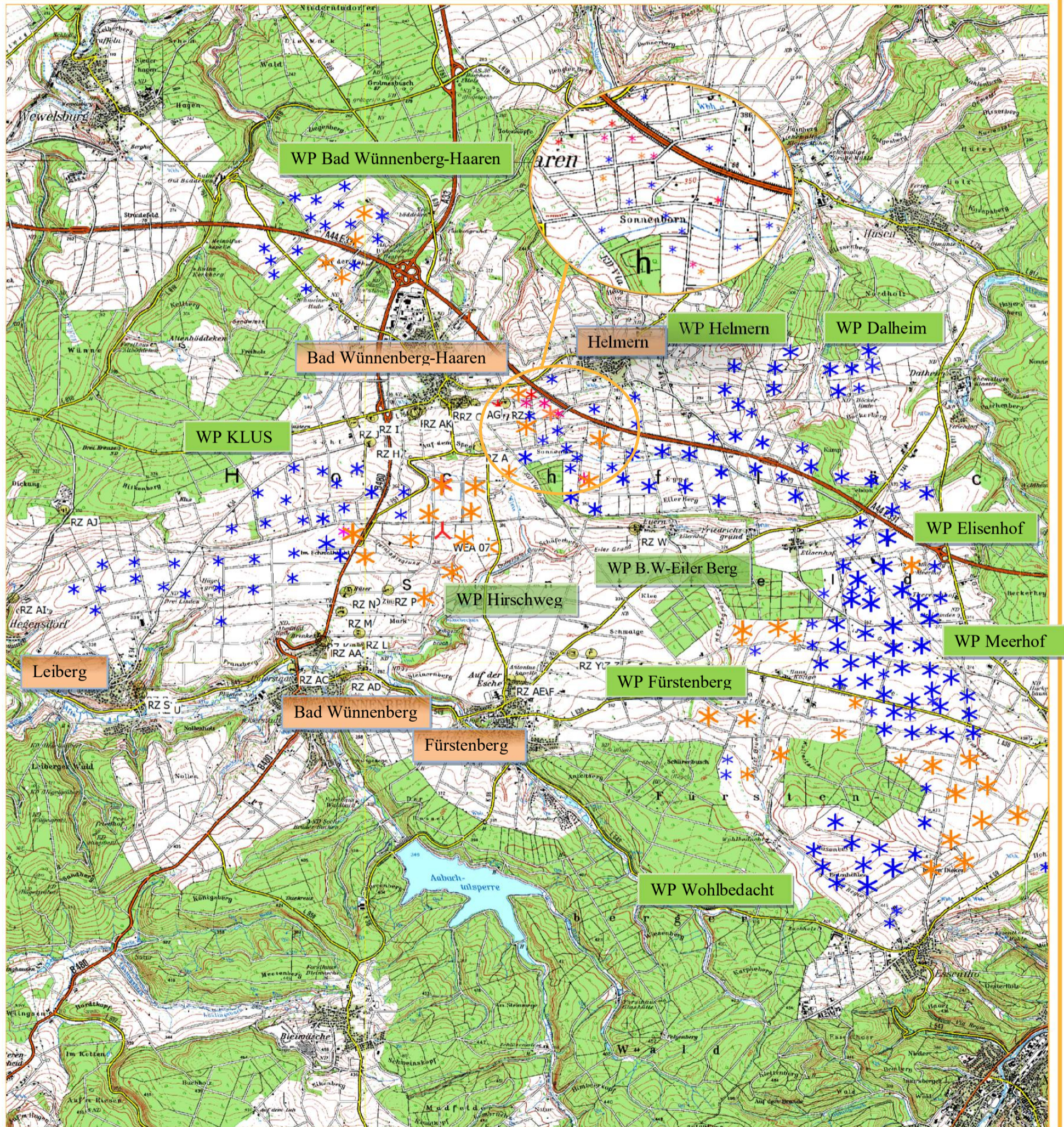


### 3. Lageplan der Windenergieanlagen (nicht maßstäblich)

<b>Projekt:</b> <b>Schattenwurf Bad Wünnenb.-Hirschweg</b>	<b>Beschreibung:</b> <b>Auftraggeber:</b> WBG Energie 1 GmbH & Co. KG An der Grotte 17 D-33181 Bad Wünnenberg Bundesland des Projekts: Nordrhein-Westfalen	<b>Lizenzierter Anwender:</b> <b>Power of Nature - Windenergie</b> Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674 Fürtges / joerg.fuertges@powernature.de Berechnet: 21.05.2024 08:11/3.6.366
---	---	--

## BASIS - Karte

**Berechnung:** Projektdaten-Überblick



Karte: Eiler Berg Top 50 30km , Maßstab 1:60.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 482.444,2 Nord: 5.709.929,5

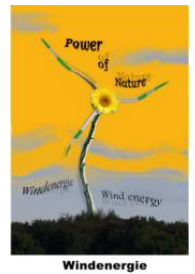
▲ Neue WEA    
 ★ Existierende WEA    
 ★ Geplante WEA    
 ★ Schattenrezeptor











Schattenwurfanalyse Bad Wünnenberg-Hirschweg (WEA 07) (Rev. 0) vom 21.05.2024

<b>Projekt:</b> <b>Schattenwurf Bad Wünnenb.-Hirschweg</b>	<b>Beschreibung:</b> <b>Auftraggeber:</b>  WBG Energie 1 GmbH & Co. KG An der Grotte 17  D-33181 Bad Wünnenberg  Bundesland des Projekts: Nordrhein-Westfalen	<b>Lizenzierter Anwender:</b> <b>Power of Nature - Windenergie</b> Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674 Fürktes / joerg.fuertges@powernature.de Berechnet: 21.05.2024 08:11/3.6.366
---	---	--

**BASIS - Projektdaten-Überblick**

**Berechnung: Projektdaten-Überblick**

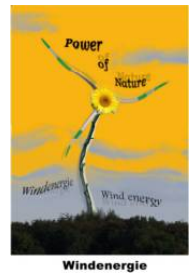
...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

	UTM (north)-ETRS89 Zone: 32			Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotorhöhe [m]	Nabenhöhe [m]
	Ost	Nord	Z		Aktuell	Hersteller	Typ			
WP Meer-40	488.004,0	5.707.318,0	382,1	WKA 40 E-13... Existierend	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,6	160,0
WP Meer-41	487.659,6	5.707.331,3	380,0	WKA 41 E-66... Existierend	Ja	ENERCON	E-66/18.70-1.800	1.800	70,0	98,0
WP Meer-42	487.856,0	5.707.032,0	386,2	WKA 42 E-12... Existierend	Ja	ENERCON	E-126 EP3-4.000	4.000	126,7	135,3
WP Meer-43	488.279,0	5.706.973,0	391,6	WKA 43 E-12... Existierend	Ja	ENERCON	E-126 EP3-4.000	4.000	126,7	135,3
WP Meer-44	488.569,0	5.707.028,0	394,6	WKA 44 E-53... Existierend	Ja	ENERCON	E-53-800	800	52,9	73,3
WP Meer-45	488.805,0	5.706.937,0	399,0	WKA 45 E-12... Existierend	Ja	ENERCON	E-126 EP3-4.000	4.000	126,7	135,3
WP Meer-46	489.157,0	5.706.529,0	403,6	WKA 46 E-16... Existierend	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6
WP Meer-47	488.596,0	5.706.432,0	412,7	WKA 47 E-16... Existierend	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6
WP Meer-48	488.113,0	5.706.517,0	400,0	WKA 48 E-11... Existierend	Ja	ENERCON	E-115/115.7-3.000	3.000	115,7	149,1
WP Meer-49	488.496,0	5.706.061,0	421,8	WKA 49 E-92... Existierend	Ja	ENERCON	E-92 E1-2.350	2.350	92,0	138,4
WP Meer-50	488.947,0	5.705.962,0	423,7	WKA 50 E-16... Existierend	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6
WP Meer-51	489.427,0	5.706.092,0	419,3	WKA 51 E-16... Existierend	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6
WP Meer-52	489.897,0	5.705.603,0	424,9	WKA 52 E-16... Existierend	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6
WP Meer-53	489.341,0	5.705.519,0	432,2	WKA 53 E-16... Existierend	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6
WP Meer-54	488.867,0	5.705.205,0	426,8	WKA 54 E-16... Existierend	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6
WP Meer-55	488.572,0	5.704.712,0	423,9	WKA 55 E-16... Existierend	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6
WP Meer-56	489.079,0	5.704.836,0	428,4	WKA 56 E-16... Existierend	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6
WP Meer-57	490.318,0	5.704.752,0	445,9	WKA 57 E-70... Existierend	Ja	ENERCON	E-70 E4-2.000	2.000	71,0	64,0
WP Wohl-01	488.473,0	5.705.480,0	426,5	WKA 01 E-11... Existierend	Ja	ENERCON	E-115 EP3 E3/115.7-4.200	4.200	115,7	148,6
WP Wohl-02	488.324,0	5.704.959,0	420,0	WKA 02 E-11... Existierend	Ja	ENERCON	E-115 EP3 E3/115.7-4.200	4.200	115,7	148,6
WP Wohl-03	487.992,0	5.704.732,0	429,8	WKA 03 E-16... Existierend	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6
WP Wohl-04	487.781,0	5.705.060,0	413,9	WKA 04 E-13... Existierend	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,6	160,0
WP Wohl-05	487.597,4	5.704.445,7	430,1	WKA 05 E-16... Existierend	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E2-5.500	5.500	160,0	166,6
WP Wohl-06	487.540,4	5.704.786,2	419,0	WKA 06 E-13... Existierend	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,6	160,0
WP Wohl-07	487.360,0	5.705.150,0	420,0	WKA 07 E-13... Existierend	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,6	130,5
WP Wohl-08	487.131,0	5.704.490,0	420,0	WKA 08 E-13... Existierend	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,6	160,0
WP Wohl-09	487.106,0	5.705.501,0	400,0	WKA 09 E-13... Existierend	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,6	160,0
WP Wohl-10	486.918,0	5.704.759,0	400,8	WKA 10 E-13... Existierend	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,6	130,5
WP Wohl-11	486.781,0	5.705.033,0	406,1	WKA 11 E-12... Existierend	Nein	ENERCON	E-126 EP3-4.000	4.000	127,0	135,0
WP Wohl-58	488.044,0	5.704.026,0	445,0	WKA 58 E-40... Existierend	Nein	ENERCON	E-40/5.40-500	500	40,3	65,0
WP Wohl-59	487.936,0	5.703.819,0	440,0	WKA 59 TW ... Existierend	Nein	TACKE	TW 600-600/200	600	43,0	50,0

**Schattenrezeptor**

	UTM (north)-ETRS89 Zone: 32			Objektname	Ausrichtung [°]	Länge [m]	Höhe [m]	Höhe über Grund [m]	Winkel [°]
	Ost	Nord	Z						
RZ A	481.677,4	5.711.729,5	342,0	Koksberg 1, Haaren (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ AA	479.338,4	5.708.488,5	315,8	Am Südhang 32, Bad Wünnenberg (WA-MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ AB	479.306,4	5.708.488,5	313,1	Am Südhang 30, Bad Wünnenberg (WA-MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ AC	478.832,4	5.708.050,5	270,0	Leihberger Straße 11, Bad Wünnenberg (SO)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ AD	479.630,4	5.707.935,5	282,9	Unter der Grotte 11 a, Bad Wünnenberg (WA)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ AE	482.150,4	5.707.853,5	345,8	Sintfeld 3, Fürstenberg (WA)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ AF	482.295,4	5.707.848,5	348,5	Sintfeld 15, Fürstenberg (WA)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ AG	481.455,4	5.712.447,5	370,0	Windmühlenweg 17, Haaren (WA-MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ AH	481.338,4	5.712.485,5	370,0	Salmes-Feld 6, Haaren (WA)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ AI	474.570,4	5.709.210,5	276,1	Ausfallstr. Hagensdorf zu L754 (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ AJ	475.345,4	5.710.664,5	360,0	Im Wald nördl. WEA 31 (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ AK	480.727,4	5.712.298,5	380,0	Stallbusch 20, Haaren (WA-MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ AL	480.679,4	5.712.302,5	380,0	Stallbusch 7, Haaren (WA)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ AM	481.473,4	5.712.481,5	370,0	Salmes Feld 18, Bad Wünnenberg-Haaren (WA)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ AN	479.272,4	5.708.489,5	314,6	Am Südhang 31, Bad Wünnenberg (WA-MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ AO	479.286,4	5.708.451,5	300,0	Am Südhang 28, Bad Wünnenberg (WA)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ AP	480.711,7	5.712.275,3	380,0	Stallbusch 18, Haaren (WA-MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ AQ	480.664,9	5.712.246,1	380,0	Stallbusch 14, Haaren (WA-MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ B	481.177,4	5.712.436,5	370,0	Fürstenberger Str. 40, Haaren (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ C	481.275,4	5.712.407,5	370,0	Windmühlenweg 2, Haaren (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ D	481.472,4	5.712.409,5	370,0	Windmühlenweg 16, Haaren (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ E	481.604,4	5.712.420,5	370,0	Windmühlenweg 20, Haaren (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ F	482.069,4	5.712.443,5	380,0	Windmühlenweg 24, Haaren (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ G	480.780,4	5.712.328,5	380,0	Grüner Weg 1, Haaren (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ H	480.014,4	5.711.794,5	363,5	Kermelsgrund 1, Haaren (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ I	480.052,4	5.712.202,5	380,0	Bürener Str. 45, Haaren (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0

(Fortsetzung nächste Seite)...



## Schattenwurfanalyse Bad Wünnenberg-Hirschweg (WEA 07) (Rev. 0) vom 21.05.2024

<b>Projekt:</b> <b>Schattenwurf Bad Wünnenb.-Hirschweg</b>	<b>Beschreibung:</b> <b>Auftraggeber:</b>  WBG Energie 1 GmbH & Co. KG An der Grotte 17  D-33181 Bad Wünnenberg  Bundesland des Projekts: Nordrhein-Westfalen	<b>Lizenzierte Anwender:</b> <b>Power of Nature - Windenergie</b> Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674 Fürtgtes / joerg.fuertges@powernature.de Berechnet: 21.05.2024 08:11/3.6.366
---	---	--

### BASIS - Projektdaten-Überblick

#### Berechnung: Projektdaten-Überblick

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

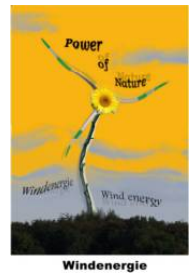
#### UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

	Ost	Nord	Z	Objektname	Ausrichtung	Länge	Höhe	Höhe über Grund	Winkel
	[m]				[°]	[m]	[m]	[m]	[°]
RZ J	479.746,4	5.712.117,5	370,0	Bürener Str. 51, Haaren (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ K	479.254,4	5.708.593,5	329,1	Im Sintfeld 1, Bad Wünnenberg (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ L	479.855,4	5.708.629,5	335,3	Im Sintfeld 2, Bad Wünnenberg (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ M	479.579,4	5.708.979,5	341,6	Im Sintfeld 3, Bad Wünnenberg (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ N	479.643,4	5.709.299,5	341,3	Im Sintfeld 5, Bad Wünnenberg (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ O	479.713,4	5.709.340,5	340,6	Im Sintfeld 6, Bad Wünnenberg (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ P	480.293,4	5.709.339,5	329,5	Im Sintfeld 7, Bad Wünnenberg (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ Q	476.487,4	5.707.755,5	273,6	Kampstr. 33, Leihberg (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ R	476.497,4	5.707.709,5	270,0	Kampstr. 22, Leihberg (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ S	476.520,4	5.707.635,5	270,0	Kampstr. 14, Leihberg (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ T	476.515,4	5.707.607,5	261,4	Am Bleichplatz 5a, Leihberg (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ U	476.680,4	5.707.546,5	262,7	Am Mühlenbusch 2, Leihberg (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ V	476.622,4	5.707.622,5	270,2	Am Mühlenbusch 3a, Leihberg (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ W	484.055,4	5.710.336,5	313,3	Siedlung Eilern 15, Eilern (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ X	484.056,4	5.710.384,5	317,3	Siedlung Eilern 16, Eilern (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ Y	483.109,4	5.708.288,5	346,7	Tewesweg 1, Fürstenberg (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0
RZ Z	483.387,4	5.708.286,5	348,5	Tewesweg 3, Fürstenberg (MI)	180,0	0,1	0,1	2,0	0,0

#### Linien-Objekte

#### UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

	Ost	Nord	Z	Datei	Zweck
	[m]				
A	481.410,8	5.710.940,0	0,0	C:\Users\Fürtgtes\POWER OF NATURE\WindPRO Data\Höhenmodelle\Eiler Berg\Höhen Bad Wünnb.-Eiler Berg_opti.wpo	Höhenlinien



## 5. Basisdaten

### 5.1 Allgemeines zur Schattenwurfanalyse

Wenn Rotorblätter einer WEA den Flächenwinkel zwischen einem Objekt und der Sonne kreuzen, wirkt sich das als Schattenwurf auf das Objekt oder einem Betrachter aus.

Es gibt zwei Definitionen von Schatten, einmal der Kernschatten, der vom Turm erzeugt wird und der nur vom Sonnenstand abhängig ist. Diese Art Schatten wird nicht betrachtet da er von untergeordneter Bedeutung ist.

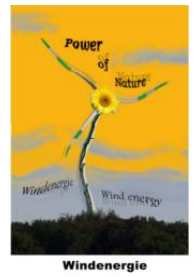
Zum anderen gibt es den Schlagschatten. Der Schlagschatten ist der Schatten, der durch die beweglichen Teile einer Windkraftanlage, die Rotorblätter erzeugt wird.

Je nach Ausrichtung einer Windenergieanlage zur Sonne treten zwei Extremformen von Schlagschatten (beweglichem Schatten) auf:

- Periodisch an- und abschwellende Schatten, deren Amplitude sich mit der Drehbewegung der Rotorblätter verändert. Die maximale Amplitude ist dabei vom Sonnenstand abhängig. Diese Schattenform tritt dann auf, wenn die Windenergieanlage lateral zur Sonne ausgerichtet ist.
- Periodisch schlagartig auftretende Schatten, deren Amplitude ebenfalls vom Sonnenstand abhängig ist. Wenn die Anlage frontal zur Sonne ausgerichtet ist und die Rotorblätter bei der Drehbewegung den Flächenwinkel zwischen Sonne und Betrachter bzw. Immissionspunkt kreuzen, werden diese Art Schatten erzeugt.

Im Gegensatz zur ersten Form verändert sich die Amplitude des Schattens an einem festen Ort innerhalb eines Zyklus nicht. Der Schattenverlauf beschreibt während einer Umdrehung eine Ellipse, deren eine Halbachse dem Rotordurchmesser entspricht und die Länge der anderen Halbachse von Sonnenstand abhängig ist.

Da die Windenergieanlage weder vollständig lateral noch vollständig frontal zur Sonne ausgerichtet sein wird, wird eine Mischform dieser beiden Schattenarten auftreten.



## 5.2 Grenzentfernung

Die Wirkung des Schattens auf den Beobachter wird maßgeblich durch die Art des Schattens bestimmt (Kernschatten oder diffuser Schatten). Diffus ist ein Schatten dann, wenn er keine klaren abgegrenzten Ränder mehr hat, z.B. wenn die Sonne durch das durchlaufende Rotorblatt zu keinem Zeitpunkt völlig verdeckt wird. Je mehr von der Sonne erkennbar ist, desto diffuser ist der Schatten.

Bei niedrigeren Sonnenständen (geringeren Höhenwinkeln), können sich bei der Berechnung theoretische Schattenlängen bis zu 800 m und mehr ergeben. Tatsächlich wird man in dieser Entfernung keinen Kernschatten mehr wahrnehmen können, da der größte Teil der Sonnenstrahlung diffus ist.

Aufgrund des größeren Öffnungswinkels der Sonne, wird der sichtbare Sonnendurchmesser durch den Turm oder die Flügel der WEA nur noch teilweise verdeckt und der Schlagschatteneffekt in dieser Entfernung nicht bzw. stark vermindert auftreten.

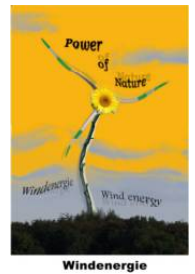
Die Trübung des Himmels kommt als Wirkung noch hinzu. Bei geringerer Sonnenhöhe hat die Trübung des Himmels einen größeren Einfluss, da die Sonnenstrahlen dann einen längeren Weg durch die Atmosphäre zurücklegen müssen. Durch die Moleküle und Staub sowie andere Verunreinigungen der Luft wird dieser Streueffekt erzeugt.

Die Grenzentfernung, ab der Schatten diffus werden, lässt sich mathematisch berechnen. Mit dem mittleren Abstand Sonne zur Erde von  $1,49 \times 10^8$  km und einem mittleren Sonnendurchmesser von  $1,39 \times 10^6$  km erhält man einen durchschnittlichen von der Sonne eingenommenen Winkel von  $0,53^\circ$ . Für die Rotorblätter der heute marktüblichen Windkraftanlagen ergeben sich Grenzabstände von ca. 150 – 350 m.

Es wurde in der Berechnungskonfiguration ein Beschattungsbereich von 1.300 m angesetzt, was in den Beschlüssen der 103 LAI-Sitzungen vom-06.-08.05.02 als ausreichend angesehen wird.

Da die angenommenen Anlagentypen die Gesamthöhe überschreiten, die zur aufgeführten Beschattungsbereich von 1.300 m geführt haben, wurden für die Anlagentyp mit hoher Nabenhöhe das 20 % Verdeckungskriterium – gemäß LAI-Hinweisen – zum Ansatz gebracht. Dieses Verdeckungskriterium wird durch die Berechnungssoftware WindPRO aus der Rotorblatttiefe bei 90% des Rotordurchmessers und der maximalen Rotorblatttiefe ermittelt.

Die benötigten Daten wurden vom Anlagenhersteller zur Verfügung gestellt.



### 5.3 Berechnungsvoraussetzung

Der Sonnenstand bildet die Grundlage für die Berechnung des Schattenwurfes. Der Sonnenstand ist abhängig von der Erdrotation, der elliptischen Umlaufbahn der Erde um die Sonne und der Neigung der Erdachse während der unterschiedlichen Jahreszeiten. Berechnet wird, unter Berücksichtigung einer Simulation des Sonnenverlaufs in 1-Minuten-Schritten der Schattenverlauf eines Rotors jeder betrachteten Windenergieanlage über den Zeitraum eines Jahres. Die betrachteten Objekte werden nach ihrer Lage in der Schattenellipse des Rotors beurteilt.

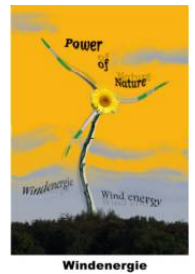
Der Verlauf des Schattens wird für eine Terrasse von 0,1 m Breite, 0,1 m Höhe und 2 m Abstand vom Boden betrachtet. Bei der Ausrichtung mit Winkel 0,0 Grad (Neigung des Fensters) ist der Schattenrezeptor waagrecht angeordnet (Gewächshaus-Modus). Hierdurch wird gewährleistet, dass dieser Schattenrezeptor an diesem Immissionspunkt jeden Schattenwurf, der durch umliegende Windenergieanlagen verursacht wird, erfassen kann.

Dies ist deswegen erforderlich, da bei senkrechter Ausrichtung zu einer Fassade, der Schattenrezeptor nur einige Anlagen, die in der direkten Ausrichtung zur Hausfront liegen, berücksichtigen kann.

Es werden die ISO-Zeitlinien dargestellt, die Flächen mit gleicher Schattendauer um die Windenergieanlagen haben.

Die Berechnung beruht dabei auf folgenden Daten und Zusammenhängen:

- Position der WKA mit X, Y, und Z Koordinaten
- Nabenhöhe und Rotordurchmesser der WEA
- Daten der berücksichtigten Rezeptoren in Form von: Position des Rezeptors am Wohngebäude mit Koordinaten, Rezeptorgröße, -ausrichtung, -neigung und Rezeptorhöhe über Grund
- Geographische Koordinaten der Standorte mit Bezug zur Zeitzone und Zeitverschiebung während der Sommerzeit
- Mathematisches Modell zur Berechnung des genauen Sonnenverlaufes unter Berücksichtigung der Zeitkorrektur durch die elliptische Form der Erdkreisbahn um die Sonne



## 5.4 Berechnungsmethode

Bei der Ermittlung der maximalen Beschattungszeiten können zwei verschiedenen Methoden Anwendung finden.

Zum einen gibt es die „worst-case“ Berechnung (Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer). In dieser Berechnung wird davon ausgegangen, dass die Sonne immer scheint, die Rotorfläche senkrecht zur Sonneneinstrahlung stehen und die Anlage immer in Betrieb ist.

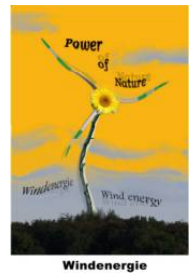
Zum anderen existiert eine weitere Berechnungsmethode, womit die realen Schattenwurfzeiten ermittelt werden. Für diese Art der Berechnung werden die Sonnenscheinwahrscheinlichkeiten und die Betriebsstunden je Windrichtungssektor benötigt. Die Sonnenscheinwahrscheinlichkeit ist das Verhältnis zwischen der gemessenen Sonnenscheindauer und der maximal möglichen Sonnenscheindauer (Zeitdauer von dem Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang).

Die Werte für die Sonnenscheinwahrscheinlichkeit wurde vom Softwarehersteller EMD herausgegeben. Sie enthalten Statistiken für ganz Deutschland für die gemessene Sonnenscheindauer und können mit der maximal möglichen Sonnenscheindauer die Sonnenscheinwahrscheinlichkeit ermitteln. Alternativ hierzu kann auch mit Werten einer nahegelegenen Wetterstation gerechnet werden, die vom Softwarehersteller EMD aufgenommen worden sind und in einer Datenbank in die Software integriert wurden.

Die Betriebsstunden je Windrichtungssektor werden aus den Windhäufigkeitsverteilungen je Sektor ermittelt. Dabei geht man von einer relativen Betriebsstundenzahl der Anlage von 7.370 Std./Jahr aus. Diese Betriebsstunden werden prozentual auf die Windhäufigkeit je Sektor verteilt.

Man nennt die realen Schattenwurfzeiten auch „meteorologische Beschattungsdauer“.

In dieser Untersuchung werden beide vorweg benannten Berechnungsmethoden berücksichtigt.



## 5.5 Richtwerte/Einhaltung

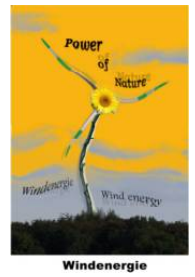
Die Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen wurde unter der Federführung des staatlichen Umweltamtes Schleswig von einem Expertengremium überarbeitet. Die überarbeitete Richtlinie wurde im Mai 2002 von dem Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) in Magdeburg zustimmend zur Kenntnis genommen und den Ländern empfohlen, diese Hinweise anzuwenden. Da die Richtlinie das Niveau einer DIN-Vorschrift besitzt, ist sie laut StUa Schleswig für alle Bundesländer bindend.

Das oben zitierte Expertengremium setzt sich aus Vertretern der staatlichen Umweltämtern, Gutachtern, Sachverständigen und den Doktoren und Professoren der Universität Kiel zusammen. Dieses Gremium legte nach einem Feld- und Laborversuch der oben genannten Universität fest, bei welcher „astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer“ eine erhebliche Belästigung vorliegt. Eine Belästigung liegt „unter kumulativer Berücksichtigung aller WEA-Beiträge am jeweiligen Immissionsort in einer Bezugshöhe von 2 m über Erdboden“ nicht vor, wenn die nachfolgenden Punkte eingehalten werden.

- Die Schattenwurfzeiten an einem Einwirkungspunkt dürfen maximal 30 Stunden pro Jahr und 30 Minuten am Tag betragen
- Ein Schattenwurf bei Sonnenständen unter  $3^\circ$  ist nicht zu berücksichtigen
- Der Einwirkungsbereich des Schattens endet hinter einer WKA bei 20% Verdeckungsgrad

Damit diese Richtwerte eingehalten werden können, benötigen die WEA im Falle der Überschreitung sog. Abschaltautomatiken, die mittels Strahlungs- oder Beleuchtungsstärkesensoren die konkrete meteorologische Beschattungssituation erfasst und somit die vor Ort konkret vorhandene Beschattungsdauer begrenzt.

Da die oben genannten Grenzwerte sich nur auf die astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer bezieht, die Abschaltautomatik aber die reale Schattendauer benötigt, wurde hierfür die meteorologische Beschattungsdauer von 8,0 h pro Kalenderjahr festgelegt.



## 6. Zusatzbelastung nach worst-case Verfahren & reale Werte

### 6.1 Zusatzbelastung durch geplante Windenergieanlage(n)

<b>Projekt:</b> <b>Schattenwurf Bad Wünnenb.-Hirschweg</b>	<b>Beschreibung:</b> Auftraggeber: WBG Energie 1 GmbH & Co. KG An der Grotte 17 D-33181 Bad Wünnenberg Bundesland des Projekts: Nordrhein-Westfalen	<b>Lizenziierter Anwender:</b> <b>Power of Nature - Windenergie</b> Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674 Fürftges / joerg.fuertges@powernature.de Berechnet: 20.05.2024 21:14/3.6.366
---	--	--

### SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Zusatzbelastung (1 x E-160 EP5 E3 R1 TES/5.560/166,6m NH)

#### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

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

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [BAD LIPPSPRINGE]  
 Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
 1,58 3,21 3,35 5,03 6,68 5,58 6,26 5,85 4,04 3,08 2,01 1,34

Betriebsdauer je Sektor  
 N NNO ONO O OSO SSO S SSW WSW W WNW NNW Summe  
 261 393 465 559 645 475 572 869 1.140 1.059 606 326 7.370

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:

Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien: Höhen Bad Wünnb.-Eiler Berg\_opti.w  
 Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:  
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 32



Maßstab 1:125.000  
 ▲ Neue WEA  
 ● Schattenrezeptor

#### WEA

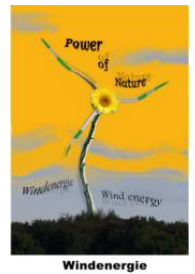
WEA	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
WEA 07	481.118,0	5.710.312,0	317,7	WEA 07 E-16...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6

#### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
RZ A	Koksberg 1, Haaren (MI)	481.677,4	5.711.729,5	342,0	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AA	Am Südhang 32, Bad Wünnenberg (WA-MI)	479.338,4	5.708.488,5	315,8	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AB	Am Südhang 30, Bad Wünnenberg (WA-MI)	479.306,4	5.708.488,5	313,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AC	Leinberger Straße 11, Bad Wünnenberg (SO)	478.832,4	5.708.050,5	270,0	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AD	Unter der Grotte 11 a, Bad Wünnenberg (WA)	479.630,4	5.707.935,5	282,9	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AE	Sintfeld 3, Fürstenberg (WA)	482.150,4	5.707.853,5	345,8	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AF	Sintfeld 15, Fürstenberg (WA)	482.295,4	5.707.848,5	348,5	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AG	Windmühlenweg 17, Haaren (WA-MI)	481.455,4	5.712.447,5	370,0	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AH	Salmes-Feld 6, Haaren (WA)	481.338,4	5.712.485,5	370,0	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AI	Ausfallstr. Hegensdorf zu L754 (MI)	474.570,4	5.709.210,5	276,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AJ	Im Wald nördl. WEA 31 (MI)	475.345,4	5.710.664,5	360,0	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AK	Stallbusch 20, Haaren (WA-MI)	480.727,4	5.712.298,5	380,0	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AL	Stallbusch 7, Haaren (WA)	480.679,4	5.712.302,5	380,0	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AM	Salmes Feld 18, Bad Wünnenberg-Haaren (WA)	481.473,4	5.712.481,5	370,0	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AN	Am Südhang 31, Bad Wünnenberg (WA-MI)	479.272,4	5.708.489,5	314,6	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AO	Am Südhang 28, Bad Wünnenberg (WA)	479.286,4	5.708.451,5	300,0	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AP	Stallbusch 18, Haaren (WA-MI)	480.711,7	5.712.275,3	380,0	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AQ	Stallbusch 14, Haaren (WA-MI)	480.664,9	5.712.246,1	380,0	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ B	Fürstenberger Str. 40, Haaren (MI)	481.177,4	5.712.436,5	370,0	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ C	Windmühlenweg 2, Haaren (MI)	481.275,4	5.712.407,5	370,0	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ D	Windmühlenweg 16, Haaren (MI)	481.472,4	5.712.409,5	370,0	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ E	Windmühlenweg 20, Haaren (MI)	481.604,4	5.712.420,5	370,0	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ F	Windmühlenweg 24, Haaren (MI)	482.069,4	5.712.443,5	380,0	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ G	Grüner Weg 1, Haaren (MI)	480.780,4	5.712.328,5	380,0	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ H	Kermelsgrund 1, Haaren (MI)	480.014,4	5.711.794,5	363,5	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ I	Bürener Str. 45, Haaren (MI)	480.052,4	5.712.202,5	380,0	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ J	Bürener Str. 51, Haaren (MI)	479.746,4	5.712.117,5	370,0	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ K	Im Sintfeld 1, Bad Wünnenberg (MI)	479.254,4	5.708.593,5	329,1	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ L	Im Sintfeld 2, Bad Wünnenberg (MI)	479.855,4	5.708.629,5	335,3	0,1	2,0	0,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

(Fortsetzung nächste Seite)...





Schattenwurfanalyse Bad Wünnenberg-Hirschweg (WEA 07) (Rev. 0) vom 21.05.2024

<b>Projekt:</b> Schattenwurf Bad Wünnenb.-Hirschweg	<b>Beschreibung:</b> Auftraggeber:  WBG Energie 1 GmbH & Co. KG An der Grotte 17  D-33181 Bad Wünnenberg  Bundesland des Projekts: Nordrhein-Westfalen	<b>Lizenzierter Anwender:</b> <b>Power of Nature - Windenergie</b> Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674 Fürktes / joerg.fuertges@powernature.de Berechnet: 20.05.2024 21:14/3.6.366
--	--	--

**SHADOW - Hauptergebnis**

**Berechnung:** Zusatzbelastung (1 x E-160 EP5 E3 R1 TES/5.560/166,6m NH)

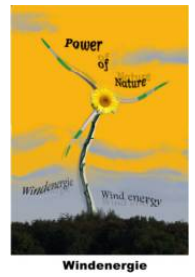
...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
		[m]			[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
RZ M	Im Sintfeld 3, Bad Wünnenberg (MI)	479.579,4	5.708.979,5	341,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ N	Im Sintfeld 5, Bad Wünnenberg (MI)	479.643,4	5.709.299,5	341,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ O	Im Sintfeld 6, Bad Wünnenberg (MI)	479.713,4	5.709.340,5	340,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ P	Im Sintfeld 7, Bad Wünnenberg (MI)	480.293,4	5.709.339,5	329,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ Q	Kampstr. 33, Leihberg (MI)	476.487,4	5.707.755,5	273,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ R	Kampstr. 22, Leihberg (MI)	476.497,4	5.707.709,5	270,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ S	Kampstr. 14, Leihberg (MI)	476.520,4	5.707.635,5	270,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ T	Am Bleichplatz 5a, Leihberg (MI)	476.515,4	5.707.607,5	261,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ U	Am Mühlenbusch 2, Leihberg (MI)	476.680,4	5.707.546,5	262,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ V	Am Mühlenbusch 3a, Leihberg (MI)	476.622,4	5.707.622,5	270,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ W	Siedlung Eilern 15, Eilern (MI)	484.055,4	5.710.336,5	313,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ X	Siedlung Eilern 16, Eilern (MI)	484.056,4	5.710.384,5	317,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ Y	Tewesweg 1, Fürstenberg (MI)	483.109,4	5.708.288,5	346,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ Z	Tewesweg 3, Fürstenberg (MI)	483.387,4	5.708.286,5	348,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

**Berechnungsergebnisse**

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattung	
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]	Stunden/Jahr [h/a]	
RZ A	Koksberg 1, Haaren (MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ AA	Am Südhang 32, Bad Wünnenberg (WA-MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ AB	Am Südhang 30, Bad Wünnenberg (WA-MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ AC	Leihberger Straße 11, Bad Wünnenberg (SO)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ AD	Unter der Grotte 11 a, Bad Wünnenberg (WA)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ AE	Sintfeld 3, Fürstenberg (WA)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ AF	Sintfeld 15, Fürstenberg (WA)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ AG	Windmühlenweg 17, Haaren (WA-MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ AH	Salmes-Feld 6, Haaren (WA)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ AI	Ausfallstr. Hegensdorf zu L754 (MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ AJ	Im Wald nördl. WEA 31 (MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ AK	Stallbusch 20, Haaren (WA-MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ AL	Stallbusch 7, Haaren (WA)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ AM	Salmes Feld 18, Bad Wünnenberg-Haaren (WA)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ AN	Am Südhang 31, Bad Wünnenberg (WA-MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ AO	Am Südhang 28, Bad Wünnenberg (WA)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ AP	Stallbusch 18, Haaren (WA-MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ AQ	Stallbusch 14, Haaren (WA-MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ B	Fürstenberger Str. 40, Haaren (MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ C	Windmühlenweg 2, Haaren (MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ D	Windmühlenweg 16, Haaren (MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ E	Windmühlenweg 20, Haaren (MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ F	Windmühlenweg 24, Haaren (MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ G	Grüner Weg 1, Haaren (MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ H	Kermelsgrund 1, Haaren (MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ I	Bürener Str. 45, Haaren (MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ J	Bürener Str. 51, Haaren (MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ K	Im Sintfeld 1, Bad Wünnenberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ L	Im Sintfeld 2, Bad Wünnenberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ M	Im Sintfeld 3, Bad Wünnenberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ N	Im Sintfeld 5, Bad Wünnenberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ O	Im Sintfeld 6, Bad Wünnenberg (MI)	6:46	38	0:15	1:24	
RZ P	Im Sintfeld 7, Bad Wünnenberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ Q	Kampstr. 33, Leihberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ R	Kampstr. 22, Leihberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ S	Kampstr. 14, Leihberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ T	Am Bleichplatz 5a, Leihberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ U	Am Mühlenbusch 2, Leihberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ V	Am Mühlenbusch 3a, Leihberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ W	Siedlung Eilern 15, Eilern (MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ X	Siedlung Eilern 16, Eilern (MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ Y	Tewesweg 1, Fürstenberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00	
RZ Z	Tewesweg 3, Fürstenberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00	



## Schattenwurfanalyse Bad Wünnenberg-Hirschweg (WEA 07) (Rev. 0) vom 21.05.2024

<b>Projekt:</b> <b>Schattenwurf Bad Wünnenb.-Hirschweg</b>	<b>Beschreibung:</b> <b>Auftraggeber:</b>  WBG Energie 1 GmbH & Co. KG An der Grotte 17  D-33181 Bad Wünnenberg  Bundesland des Projekts: Nordrhein-Westfalen	<b>Lizenzierter Anwender:</b> <b>Power of Nature - Windenergie</b> Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674 Fürtges / joerg.fuertges@powernature.de Berechnet: 20.05.2024 21:14/3.6.366
---	---	--

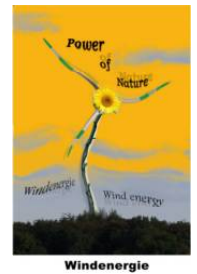
### SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Zusatzbelastung (1 x E-160 EP5 E3 R1 TES/5.560/166,6m NH)

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Erwartet [h/a]
WEA 07	WEA 07 E-160 EP5 E3 R1 TES/5.560/166,6m NH	6:46	1:24

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



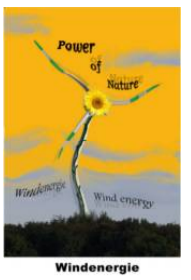
Die Zusatzbelastung – bestehend aus einer Enercon Anlage vom Typ E-160 EP5 E3 R1 TES/5.560kW – verursacht an **einen** von 43 berücksichtigten Rezeptoren einen Schattenwurf (s. nachfolgende Tabelle). Es kommt hierbei durch die Zusatzbelastung an diesen einen beschatteten Rezeptor zu **keiner** Überschreitung der zulässigen Grenzwerte von 30 Std./Jahr und 30 Min./Tag sowie 8 Std./Jahr.

Es werden in der nachfolgenden Tabelle ausschließlich die Wohngebäude aufgeführt, wo die neu geplante Windenergieanlage rechnerisch einen Schattenwurf verursacht.

Rezeptornamen	astron. max. mögl. Beschattungsdauer „worst-case“-Wert		Met. Wahrsch. Beschattungsdauer „realer Wert“
	[Stunden/Jahr]	[Stunden/Tag]	[Stunden/Jahr]
<b>RZO „Im Sintfeld 6, Bad Wünnenberg (MI)“</b>	6:46	0:15	1:24

**Tabelle 5: Rezeptoren mit ermitteltem Schattenwurf, Zusatzbelastung**

In der nachfolgenden Schattenwurfberechnung der Vorbelastung (alle Bestandsanlagen aus dem Umfeld der Neuanlage) muss nun überprüft werden, ob die Bestandsanlagen auf den oben aufgeführten Wohneinheit schattenwurftechnisch einwirkt und ob bereits eine Grenzwertüberschreitung vorliegt, sodass die Neuanlage „WEA 07“ an diese Wohneinheit ggfs. abgeschaltet werden müsste.

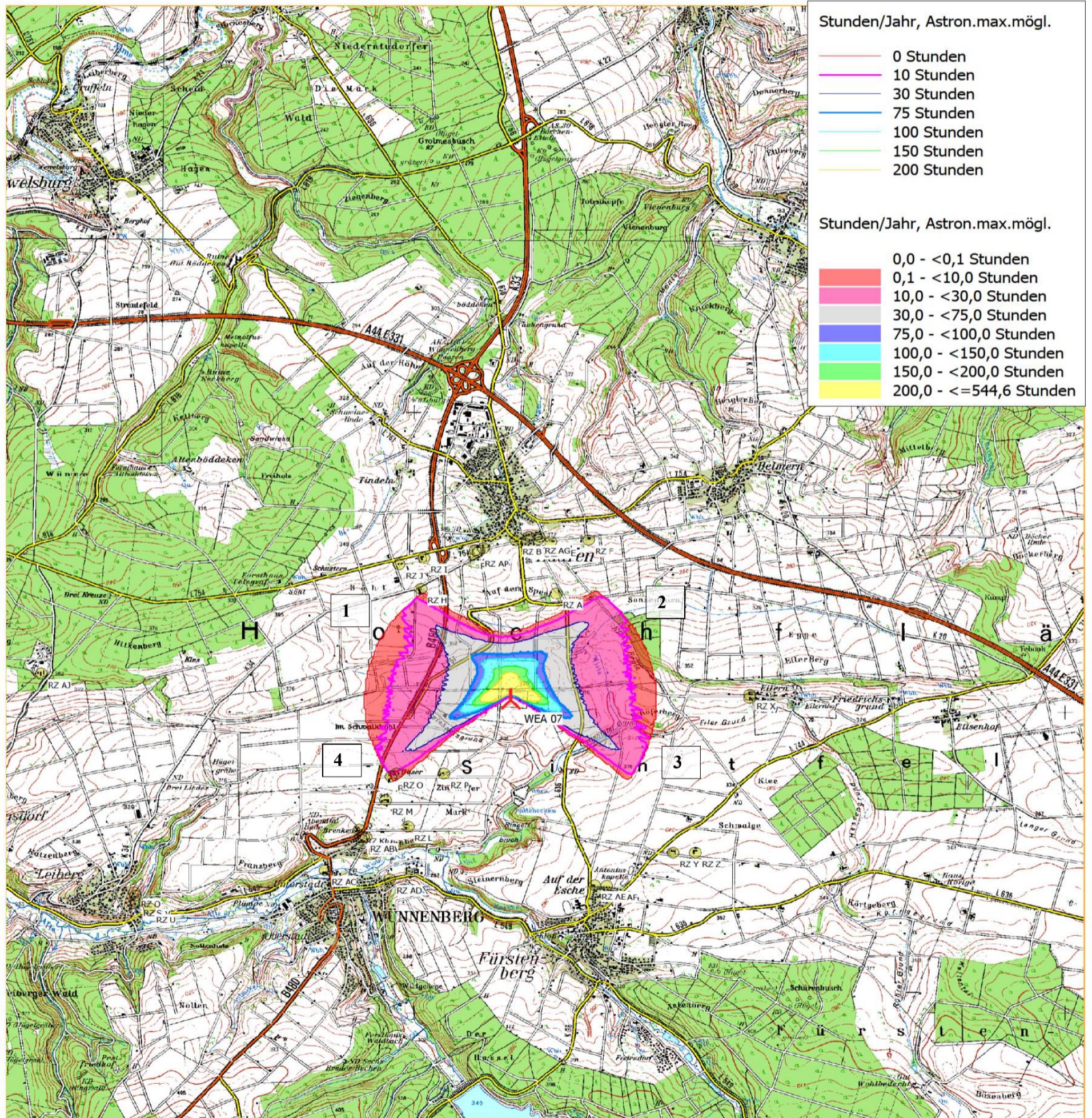


## 6.2 Karte mit Schattenwurflinien (nicht maßstäblich), Zusatzbelastung

<b>Projekt:</b> <b>Schattenwurf Bad Wünnenb.-Hirschweg</b>	<b>Beschreibung:</b> <b>Auftraggeber:</b> WBG Energie 1 GmbH & Co. KG An der Grotte 17 D-33181 Bad Wünnenberg Bundesland des Projekts: Nordrhein-Westfalen	<b>Lizenzierter Anwender:</b> <b>Power of Nature - Windenergie</b> Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674 Fürtges / joerg.fuertges@powernature.de Berechnet: 20.05.2024 21:14/3.6.366
---	---	--

### SHADOW - Karte

**Berechnung:** Zusatzbelastung (1 x E-160 EP5 E3 R1 TES/5.560/166,6m NH)



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: Eiler Berg Top 50 30km, Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 481.580,0 Nord: 5.712.320,0

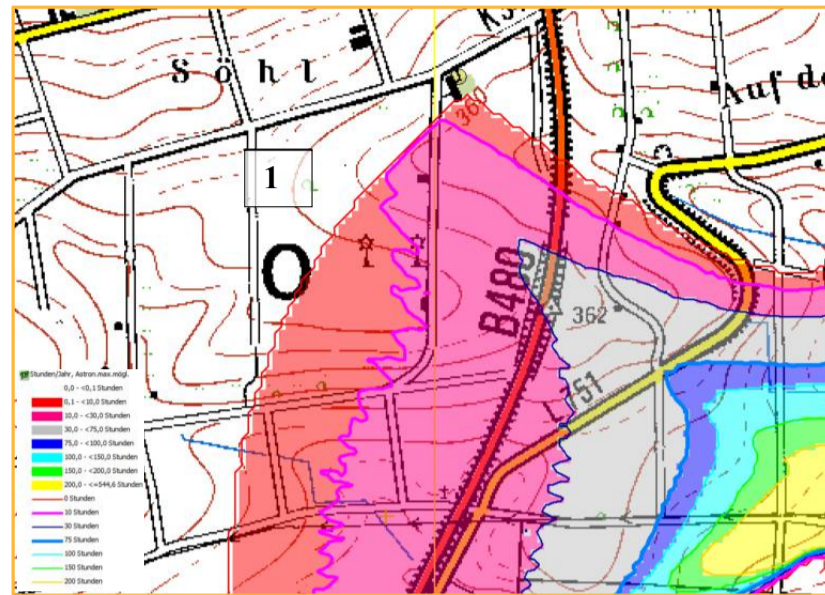
Neue WEA

Schattenrezeptor

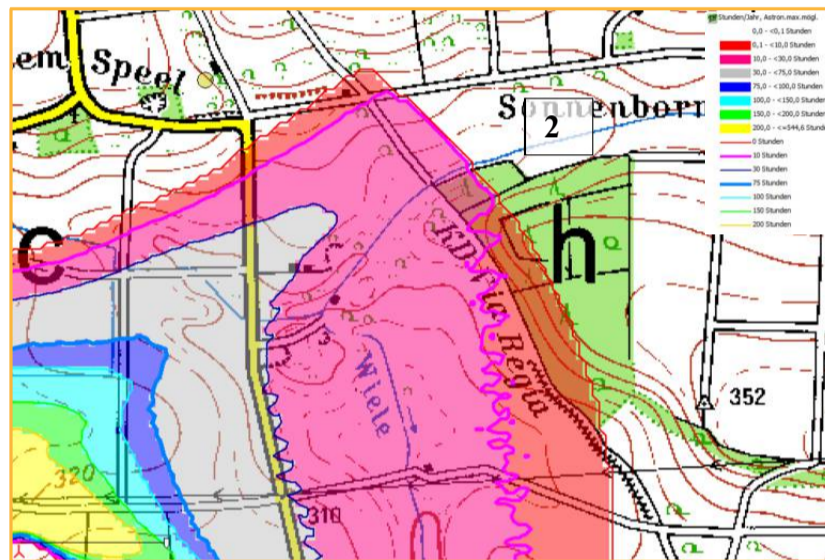
Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: Höhen Bad Wünnb.-Eiler Berg\_opti.wpo (7)

Zeitschritt: 3 Minuten, Schrittweite: 7 Tag(e), Kartenaufösung: 20 m, Sichtbarkeit Auflösung: 10 m, Augenhöhe: 1,5 m

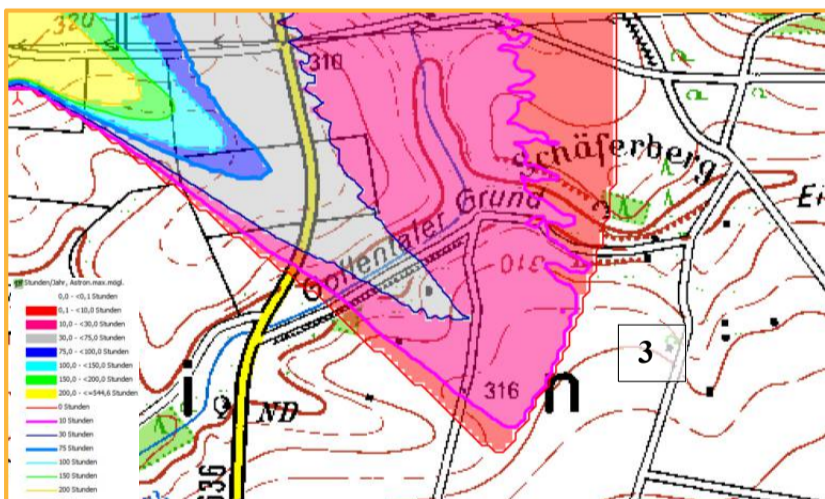
6.3 Kartenausschnitte mit Schattenwurflinien/Schattenraster; Zusatzbel. (DIN A3)



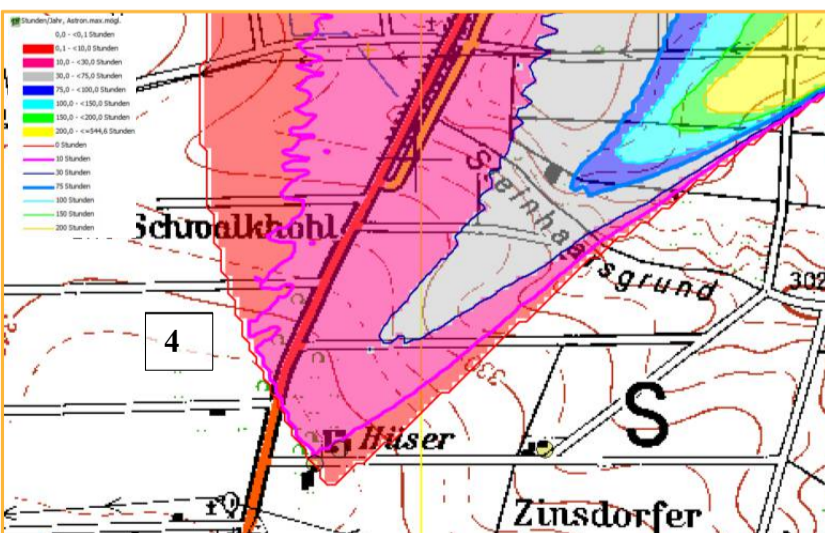
Grafik 3: Ausschnitt 1 nordwestlicher Untersuchungsbereich



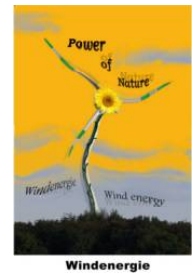
Grafik 4: Ausschnitt 2 nordöstlicher Untersuchungsbereich



Grafik 5: Ausschnitt 3 südöstlicher Untersuchungsbereich



Grafik 6: Ausschnitt 4 südwestlicher Untersuchungsbereich



## 7. Vorbelastung nach worst-case Verfahren & reale Werte

### 7.1 Ergebnisauswertung umliegende Windparks

Die schattenwurftechnische Untersuchung der umliegenden Windparks (WP, nachfolgend aufgeführt)

- Windpark Eiler Berg (EilB-); nordöstlich von dem geplanten Standort
- Windpark KLUS (KLUS-); angrenzender WP zum geplanten Standort
- Windpark Hirschweg (Hirsch-); einbindender WP des geplanten Standorts
- Windpark Fürstenberg (Fürs-), südöstlich von dem geplanten Standort
- Windpark Wohlbedacht (Wohl-), südöstlich von dem geplanten Standort
- Windpark Meerhof (Meer-), südöstlich von dem geplanten Standort
- Windpark Elisenhof (Eli-), östlich von dem geplanten Standort
- Windpark Dalheim (Dal-), nordöstlich von dem geplanten Standort
- Windpark Helmern (Hel-), nordöstlich von dem geplanten Standort
- Windpark Bad Wünnenberg-Haaren, nordwestlich von dem geplanten Standort

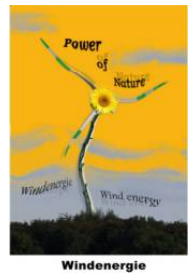
hat ergeben, dass die Maschinen aus den Windparks Fürstenberg, Meerhof, Wohlbedacht, Elisenhof, Dalheim, Helmern, Bad Wünnenberg-Haaren und Eiler Berg an **keinen** der berücksichtigten Wohnhäuser schattenwerfend einwirken bzw. nicht an den Wohnhäusern, an denen die Zusatzbelastung schattenwerfend einwirkt. Auf Grund dieser Gegebenheit werden diese Anlagen in der weiteren schattenwurftechnischen Betrachtung **nicht** berücksichtigt.

Maschinen aus den Windparks KLUS und Hirschweg wirken hingegen u.a. an dem zusatzbelastungsrelevanten Wohngebäude beschattend ein, sodass diese Windparks und ihre Windenergieanlagen in der weiteren schattenwurftechnischen Betrachtung als sog. „Vorbelastung“ Berücksichtigung finden.

Die Ergebnisse dieser Vorabuntersuchung kann dem separaten Anhang – hier Anhang 3 – 12 – entnommen werden.

Somit liegt in dieser Schattenwurfanalyse **eine Vorbelastung** vor, die auf den nächsten Seiten betrachtet und bewertet wird sowie im Anschluss gemeinschaftlich mit der Zusatzbelastung in der Gesamtbelastungsbetrachtung mit einfließt.





<b>Projekt:</b> <b>Schattenwurf Bad Wünnenb.-Hirschweg</b>	<b>Beschreibung:</b> Auftraggeber: WBG Energie 1 GmbH & Co. KG An der Grotte 17 D-33181 Bad Wünnenberg Bundesland des Projekts: Nordrhein-Westfalen	<b>Lizenzierter Anwender:</b> <b>Power of Nature - Windenergie</b> Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674 Fürktes / joerg.fuertges@powernature.de Berechnet: 21.05.2024 09:43/3.6.366
---	--	---

### SHADOW - Hauptergebnis

#### Berechnung: Vorbelastung (WP KLUS & Hirschweg)

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
			[m]		Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min [U/min]
WP KLUS-29	476.432,5	5.709.532,0	333,0	WKA 29 E-92 ...	Ja	ENERCON	E-92 E1-2.350	2.350	92,0	138,4	1.513	16,0
WP KLUS-31	480.040,3	5.710.968,0	361,1	WKA 31 E-111...	Ja	ENERCON	E-115/115.7-3.000	3.000	115,7	149,0	2.066	12,8
WP KLUS-33	479.812,8	5.711.351,0	367,3	WKA 33 V-11...	Ja	VESTAS	V112 GridStreamer-3.450	3.450	112,0	140,0	1.708	12,8
WP KLUS-35	479.348,0	5.710.116,0	330,3	WKA 35 E-13...	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,6	131,0	1.681	10,8
WP KLUS-36	479.756,4	5.710.274,0	323,7	WKA 36 E-17...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.737	0,0

#### Schattenrezeptor-Eingabe

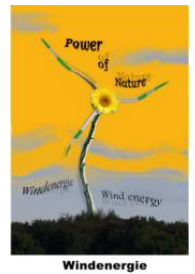
Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters [°]	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr. [m]
RZ A	Koksberg 1, Haaren (MI)	481.677,4	5.711.729,5	342,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AA	Am Südhang 32, Bad Wünnenberg (WA-MI)	479.338,4	5.708.488,5	315,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AB	Am Südhang 30, Bad Wünnenberg (WA-MI)	479.306,4	5.708.488,5	313,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AC	Leihberger Straße 11, Bad Wünnenberg (SO)	478.832,4	5.708.050,5	270,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AD	Unter der Grotte 11 a, Bad Wünnenberg (WA)	479.630,4	5.707.935,5	282,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AE	Sintfeld 3, Fürstenberg (WA)	482.150,4	5.707.853,5	345,8	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AF	Sintfeld 15, Fürstenberg (WA)	482.295,4	5.707.848,5	348,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AG	Windmühlenweg 17, Haaren (WA-MI)	481.455,4	5.712.447,5	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AH	Salmes-Feld 6, Haaren (WA)	481.338,4	5.712.485,5	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AI	Ausfallstr. Hegensdorf zu L754 (MI)	474.570,4	5.709.210,5	276,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AJ	Im Wald nördl. WEA 31 (MI)	475.345,4	5.710.664,5	360,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AK	Stallbusch 20, Haaren (WA-MI)	480.727,4	5.712.298,5	380,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AL	Stallbusch 7, Haaren (WA)	480.679,4	5.712.302,5	380,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AM	Salmes Feld 18, Bad Wünnenberg-Haaren (WA)	481.473,4	5.712.481,5	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AN	Am Südhang 31, Bad Wünnenberg (WA-MI)	479.272,4	5.708.489,5	314,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AO	Am Südhang 28, Bad Wünnenberg (WA)	479.286,4	5.708.451,5	300,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AP	Stallbusch 18, Haaren (WA-MI)	480.711,7	5.712.275,5	380,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ AQ	Stallbusch 14, Haaren (WA-MI)	480.664,9	5.712.246,1	380,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ B	Fürstenberger Str. 40, Haaren (MI)	481.177,4	5.712.436,5	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ C	Windmühlenweg 2, Haaren (MI)	481.275,4	5.712.407,5	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ D	Windmühlenweg 16, Haaren (MI)	481.472,4	5.712.409,5	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ E	Windmühlenweg 20, Haaren (MI)	481.604,4	5.712.420,5	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ F	Windmühlenweg 24, Haaren (MI)	482.069,4	5.712.443,5	380,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ G	Grüner Weg 1, Haaren (MI)	480.780,4	5.712.328,5	380,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ H	Kermelsgrund 1, Haaren (MI)	480.014,4	5.711.794,5	363,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ I	Bürener Str. 45, Haaren (MI)	480.052,4	5.712.202,5	380,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ J	Bürener Str. 51, Haaren (MI)	479.746,4	5.712.117,5	370,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ K	Im Sintfeld 1, Bad Wünnenberg (MI)	479.254,4	5.708.593,5	329,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ L	Im Sintfeld 2, Bad Wünnenberg (MI)	479.855,4	5.708.629,5	335,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ M	Im Sintfeld 3, Bad Wünnenberg (MI)	479.579,4	5.708.979,5	341,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ N	Im Sintfeld 5, Bad Wünnenberg (MI)	479.643,4	5.709.299,5	341,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ O	Im Sintfeld 6, Bad Wünnenberg (MI)	479.713,4	5.709.340,5	340,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ P	Im Sintfeld 7, Bad Wünnenberg (MI)	480.293,4	5.709.339,5	329,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ Q	Kampstr. 33, Leihberg (MI)	476.487,4	5.707.755,5	273,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ R	Kampstr. 22, Leihberg (MI)	476.497,4	5.707.709,5	270,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ S	Kampstr. 14, Leihberg (MI)	476.520,4	5.707.635,5	270,0	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ T	Am Bleichplatz 5a, Leihberg (MI)	476.515,4	5.707.607,5	261,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ U	Am Mühlenbusch 2, Leihberg (MI)	476.680,4	5.707.546,5	262,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ V	Am Mühlenbusch 3a, Leihberg (MI)	476.622,4	5.707.622,5	270,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ W	Siedlung Eilern 15, Eilern (MI)	484.055,4	5.710.336,5	313,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ X	Siedlung Eilern 16, Eilern (MI)	484.056,4	5.710.384,5	317,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ Y	Tewesweg 1, Fürstenberg (MI)	483.109,4	5.708.288,5	346,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
RZ Z	Tewesweg 3, Fürstenberg (MI)	483.387,4	5.708.286,5	348,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

#### Berechnungsergebnisse

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattung	
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]	Stunden/Jahr [h/a]	
	RZ A Koksberg 1, Haaren (MI)	185:44	132	1:49	22:17	
	RZ AA Am Südhang 32, Bad Wünnenberg (WA-MI)	0:00	0	0:00	0:00	
	RZ AB Am Südhang 30, Bad Wünnenberg (WA-MI)	0:00	0	0:00	0:00	

(Fortsetzung nächste Seite)...





Schattenwurfanalyse Bad Wünnenberg-Hirschweg (WEA 07) (Rev. 0) vom 21.05.2024

<b>Projekt:</b> <b>Schattenwurf Bad Wünnenb.-Hirschweg</b>	<b>Beschreibung:</b> <b>Auftraggeber:</b> WBG Energie 1 GmbH & Co. KG An der Grotte 17 D-33181 Bad Wünnenberg Bundesland des Projekts: Nordrhein-Westfalen	<b>Lizenzierter Anwender:</b> <b>Power of Nature - Windenergie</b> Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674 Fürktes / joerg.fuertges@powernature.de Berechnet: 21.05.2024 09:43/3.6.366
---	---	--

**SHADOW - Hauptergebnis**

**Berechnung: Vorbelastung (WP KLUS & Hirschweg)**

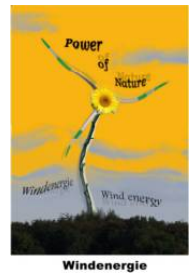
...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungs
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]	Stunden/Jahr [h/a]
RZ AC	Leihberger Straße 11, Bad Wünnenberg (SO)	0:00	0	0:00	0:00
RZ AD	Unter der Grotte 11 a, Bad Wünnenberg (WA)	0:00	0	0:00	0:00
RZ AE	Sintfeld 3, Fürstenberg (WA)	0:00	0	0:00	0:00
RZ AF	Sintfeld 15, Fürstenberg (WA)	0:00	0	0:00	0:00
RZ AG	Windmühlenweg 17, Haaren (WA-MI)	8:27	42	0:15	0:51
RZ AH	Salmes-Feld 6, Haaren (WA)	2:08	19	0:09	0:12
RZ AI	Ausfallstr. Hegensdorf zu L754 (MI)	13:50	62	0:21	3:15
RZ AJ	Im Wald nördl. WEA 31 (MI)	5:01	28	0:15	0:30
RZ AK	Stallbusch 20, Haaren (WA-MI)	23:49	90	0:21	2:37
RZ AL	Stallbusch 7, Haaren (WA)	23:09	86	0:22	2:32
RZ AM	Salmes Feld 18, Bad Wünnenberg-Haaren (WA)	0:00	0	0:00	0:00
RZ AN	Am Südhang 31, Bad Wünnenberg (WA-MI)	19:01	74	0:23	4:31
RZ AO	Am Südhang 28, Bad Wünnenberg (WA)	0:00	0	0:00	0:00
RZ AP	Stallbusch 18, Haaren (WA-MI)	24:03	91	0:22	2:41
RZ AQ	Stallbusch 14, Haaren (WA-MI)	31:32	92	0:36	3:21
RZ B	Fürstenberger Str. 40, Haaren (MI)	9:41	36	0:20	0:47
RZ C	Windmühlenweg 2, Haaren (MI)	9:34	26	0:28	0:51
RZ D	Windmühlenweg 16, Haaren (MI)	9:04	48	0:15	0:56
RZ E	Windmühlenweg 20, Haaren (MI)	0:00	0	0:00	0:00
RZ F	Windmühlenweg 24, Haaren (MI)	2:22	33	0:08	0:14
RZ G	Grüner Weg 1, Haaren (MI)	22:56	84	0:20	2:28
RZ H	Kermelsgrund 1, Haaren (MI)	157:06	150	1:31	19:10
RZ I	Bürener Str. 45, Haaren (MI)	47:05	95	0:46	4:37
RZ J	Bürener Str. 51, Haaren (MI)	24:55	73	0:41	2:51
RZ K	Im Sintfeld 1, Bad Wünnenberg (MI)	14:57	60	0:23	3:34
RZ L	Im Sintfeld 2, Bad Wünnenberg (MI)	28:12	55	0:42	6:06
RZ M	Im Sintfeld 3, Bad Wünnenberg (MI)	34:28	107	0:41	7:28
RZ N	Im Sintfeld 5, Bad Wünnenberg (MI)	43:00	111	0:41	8:37
RZ O	Im Sintfeld 6, Bad Wünnenberg (MI)	41:47	99	0:43	8:07
RZ P	Im Sintfeld 7, Bad Wünnenberg (MI)	128:27	188	1:09	25:59
RZ Q	Kampstr. 33, Leihberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00
RZ R	Kampstr. 22, Leihberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00
RZ S	Kampstr. 14, Leihberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00
RZ T	Am Bleichplatz 5a, Leihberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00
RZ U	Am Mühlenbusch 2, Leihberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00
RZ V	Am Mühlenbusch 3a, Leihberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00
RZ W	Siedlung Eilern 15, Eilern (MI)	0:00	0	0:00	0:00
RZ X	Siedlung Eilern 16, Eilern (MI)	0:00	0	0:00	0:00
RZ Y	Tewesweg 1, Fürstenberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00
RZ Z	Tewesweg 3, Fürstenberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00

**Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA**

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[h/a]	[h/a]
WP Hirsch-01	WKA 01 E-101 E1/3.000kW/135,4m NH	8:00	0:54
WP Hirsch-02	WKA 02 E-101 E1/3.000kW/135,4m NH	15:39	1:51
WP Hirsch-03(N)	WKA 03 E-160 EP5 E3 R1 TES/5.560kW/166,6m NH	3:30	0:43
WP Hirsch-04(N)	WKA 04 E-160 EP5 E3 R1 TES/5.560kW/166,6m NH	22:13	2:02
WP Hirsch-06(N)	WKA 06 E-160 EP5 E3 R1 TES/5.560kW/166,6m NH	0:00	0:00
WP Hirsch-11	WEA 11 N-175 SE/6.800kW/179,0m NH	120:46	14:16
WP Hirsch-12	WKA 12 E-138 EP3 E2/4.200kW/131,0m NH	0:00	0:00
WP Hirsch-13	WKA 13 V-162 GS/7.200kW/169,0m NH	52:29	12:20
WP Hirsch-14	WKA 14 V-136 GS/4.200kW/166,0m NH	73:59	8:32
WP Hirsch-15	WKA 15 V-162 GS/7.200kW/169,0m NH	156:10	30:47
WP Hirsch-16	WKA 16 V-162 GS/7.200kW/169,0m NH	14:51	3:39
WP Hirsch-17	WKA 17 V-150 GS/6.000kW/169,0m NH	0:00	0:00
WP Hirsch-18	WKA 18 V-162 GS/7.200kW/169,0m NH	53:55	5:20
WP KLUS-01	WKA 01 E-82/2.300 kW/138,4m NH	5:22	1:18
WP KLUS-02	WKA 02 E-82/2.300 kW/138,4m NH	8:28	1:56
WP KLUS-03	WKA 03 E-82/2.300 kW/138,4m NH	0:00	0:00
WP KLUS-04	WKA 04 E-82/2.300 kW/138,4m NH	5:01	0:30
WP KLUS-06	WKA 06 E-82/2.300 kW/138,4m NH	0:00	0:00

(Fortsetzung nächste Seite)...



Windenergie

## Schattenwurfanalyse Bad Wünnenberg-Hirschweg (WEA 07) (Rev. 0) vom 21.05.2024

<b>Projekt:</b> <b>Schattenwurf Bad Wünnenb.-Hirschweg</b>	<b>Beschreibung:</b> <b>Auftraggeber:</b> WBG Energie 1 GmbH & Co. KG An der Grotte 17 D-33181 Bad Wünnenberg Bundesland des Projekts: Nordrhein-Westfalen	<b>Lizenzierte Anwender:</b> <b>Power of Nature - Windenergie</b> Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674 Fürtges / joerg.fuertges@powernature.de Berechnet: 21.05.2024 09:43/3.6.366
---	---	---

### SHADOW - Hauptergebnis

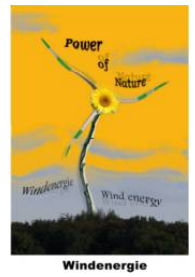
#### Berechnung: Vorbelastung (WP KLUS & Hirschweg)

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Erwartet [h/a]
WP KLUS-07	WKA 07 E-82/2.300 kW/138,4m NH	0:00	0:00
WP KLUS-08	WKA 08 E-82/2.300 kW/138,4m NH	0:00	0:00
WP KLUS-09	WKA 09 E-82/2.300 kW/138,4m NH	0:00	0:00
WP KLUS-10	WKA 10 E-82/2.300 kW/138,4m NH	13:04	2:32
WP KLUS-11	WKA 11 E-82/2.300 kW/138,4m NH	3:58	0:50
WP KLUS-12	WKA 12 E-82/2.300 kW/138,4m NH	5:34	1:08
WP KLUS-13	WKA 13 E-82/2.300 kW/138,4m NH	8:25	1:36
WP KLUS-14	WKA 14 E-82/2.300 kW/138,4m NH	22:12	4:42
WP KLUS-15	WKA 15 E-82/2.300 kW/138,4m NH	0:00	0:00
WP KLUS-16	WKA 16 E-82/2.300 kW/138,4m NH	0:00	0:00
WP KLUS-17	WKA 17 E-82/2.300 kW/138,4m NH	0:00	0:00
WP KLUS-18	WKA 18 E-82/2.300 kW/78,3m NH	0:00	0:00
WP KLUS-19	WKA 19 E-82/2.300 kW/138,4m NH	29:38	3:44
WP KLUS-20	WKA 20 E-82/2.300 kW/138,4m NH	0:00	0:00
WP KLUS-21	WKA 21 E-82/2.300 kW/138,4m NH	14:35	2:09
WP KLUS-22	WKA 22 E-82/2.300 kW/138,4m NH	0:00	0:00
WP KLUS-23	WKA 23 E-82/2.300 kW/138,4m NH	0:00	0:00
WP KLUS-24	WKA 24 E-82/2.300 kW/138,4m NH	22:11	2:27
WP KLUS-25	WKA 25 V-112 GridStreamer/3.450kW/140m NH	0:00	0:00
WP KLUS-27	WKA 27 E-92 E1/2.350kW/138,4 m NH	0:00	0:00
WP KLUS-28	WKA 28 E-115 E1/3.000kW/149m NH	0:00	0:00
WP KLUS-29	WKA 29 E-92 E1/2.350kW/138,4m NH	0:00	0:00
WP KLUS-31	WKA 31 E-115 E1/3.000kW/149m NH	19:33	2:19
WP KLUS-33	WKA 33 V-112 GridStreamer/3.450kW/119m NH	110:47	12:45
WP KLUS-35	WKA 35 E-138 EP3 TES/4.200kW/131,0m NH	0:00	0:00
WP KLUS-36	WKA 36 E-175 EP5 TES/6.000kW/162,0m NH	0:00	0:00

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

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



In dem Berechnungsausdrucken (s. vorhergehende Seiten) für die bestehenden Windenergieanlagen in den Windparks KLUS und Hirschweg wird ersichtlich, dass diese Anlagen an 24 von 43 berücksichtigten Wohngebäuden einen Lichtreflex verursachen. Es kommt hierbei an zehn der beschatteten Rezeptoren zu einer Überschreitung der vorgegebenen Richtwerte von 30 Std./Jahr, 30 Min/Tag und 8 Std./Jahr.

Das Berechnungsergebnis wird in der nachfolgenden Tabelle noch einmal für den zusatzbelastungsrelevanten Rezeptor wiedergegeben.

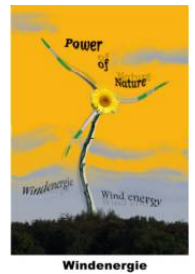
Rezeptornamen	astron. max. mögl. Beschattungsdauer „worst-case“-Wert		Met. Wahrsch. Beschattungsdauer „realer Wert“
	[Stunden/Jahr]	[Stunden/Tag]	[Stunden/Jahr]
<b>RZ O „Im Sintfeld 6, Bad Wünnenberg (MI)“</b>	41:47	0:43	8:07

**Tabelle 6: Rezeptoren mit ermitteltem Schattenwurf, Vorbelastung**

Laut der vorhergehenden Auflistung der beschatteten Rezeptoren, kommt es an dem einen aufgeführten Wohnhaus zu einer starken Beschattung, sodass die zulässigen Richtwerte – an denen auch die Zusatzbelastung beschattend einwirkt – überschritten. So wird es bei der nachfolgenden Gesamtbelastungsbetrachtung zu einer Zunahme der bereits bestehenden Schattenbelastung an dem neuanlagenrelevanten Wohnhaus kommen.







## Schattenwurfanalyse Bad Wünnenberg-Hirschweg (WEA 07) (Rev. 0) vom 21.05.2024

<b>Projekt:</b> <b>Schattenwurf Bad Wünnenb.-Hirschweg</b>	<b>Beschreibung:</b> <b>Auftraggeber:</b> WBG Energie 1 GmbH & Co. KG An der Grotte 17 D-33181 Bad Wünnenberg Bundesland des Projekts: Nordrhein-Westfalen	<b>Lizenziertes Anwender:</b> <b>Power of Nature - Windenergie</b> Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674 Fürtgés / joerg.fuertges@powernature.de Berechnet: 21.05.2024 09:58/3.6.366
---	---	--

### SHADOW - Hauptergebnis

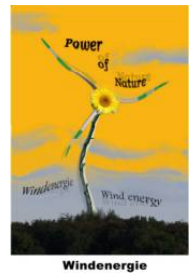
**Berechnung:** Gesamtbelastung (Vorbelastung & 1 x Neuanlage)

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattung
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]	Stunden/Jahr [h/a]
RZ AB	Am Südhang 30, Bad Wünnenberg (WA-MI)	0:00	0	0:00	0:00
RZ AC	Leihberger Straße 11, Bad Wünnenberg (SO)	0:00	0	0:00	0:00
RZ AD	Unter der Grotte 11 a, Bad Wünnenberg (WA)	0:00	0	0:00	0:00
RZ AE	Sintfeld 3, Fürstenberg (WA)	0:00	0	0:00	0:00
RZ AF	Sintfeld 15, Fürstenberg (WA)	0:00	0	0:00	0:00
RZ AG	Windmühlenweg 17, Haaren (WA-MI)	8:27	42	0:15	0:51
RZ AH	Salmes-Feld 6, Haaren (WA)	2:08	19	0:09	0:12
RZ AI	Ausfallstr. Hegensdorf zu L754 (MI)	13:50	62	0:21	3:15
RZ AJ	Im Wald nördl. WEA 31 (MI)	5:01	28	0:15	0:30
RZ AK	Stallbusch 20, Haaren (WA-MI)	23:49	90	0:21	2:37
RZ AL	Stallbusch 7, Haaren (WA)	23:09	86	0:22	2:32
RZ AM	Salmes Feld 18, Bad Wünnenberg-Haaren (WA)	0:00	0	0:00	0:00
RZ AN	Am Südhang 31, Bad Wünnenberg (WA-MI)	19:01	74	0:23	4:31
RZ AO	Am Südhang 28, Bad Wünnenberg (WA)	0:00	0	0:00	0:00
RZ AP	Stallbusch 18, Haaren (WA-MI)	24:03	91	0:22	2:41
RZ AQ	Stallbusch 14, Haaren (WA-MI)	31:32	92	0:36	3:21
RZ B	Fürstenberger Str. 40, Haaren (MI)	9:41	36	0:20	0:47
RZ C	Windmühlenweg 2, Haaren (MI)	9:34	26	0:28	0:51
RZ D	Windmühlenweg 16, Haaren (MI)	9:04	48	0:15	0:56
RZ E	Windmühlenweg 20, Haaren (MI)	0:00	0	0:00	0:00
RZ F	Windmühlenweg 24, Haaren (MI)	2:22	33	0:08	0:14
RZ G	Grüner Weg 1, Haaren (MI)	22:56	84	0:20	2:28
RZ H	Kermelsgrund 1, Haaren (MI)	157:06	150	1:31	19:10
RZ I	Bürener Str. 45, Haaren (MI)	47:05	95	0:46	4:37
RZ J	Bürener Str. 51, Haaren (MI)	24:55	73	0:41	2:51
RZ K	Im Sintfeld 1, Bad Wünnenberg (MI)	14:57	60	0:23	3:34
RZ L	Im Sintfeld 2, Bad Wünnenberg (MI)	28:12	55	0:42	6:06
RZ M	Im Sintfeld 3, Bad Wünnenberg (MI)	34:28	107	0:41	7:28
RZ N	Im Sintfeld 5, Bad Wünnenberg (MI)	43:00	111	0:41	8:37
RZ O	Im Sintfeld 6, Bad Wünnenberg (MI)	48:33	137	0:43	9:32
RZ P	Im Sintfeld 7, Bad Wünnenberg (MI)	128:27	188	1:09	25:59
RZ Q	Kampstr. 33, Leihberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00
RZ R	Kampstr. 22, Leihberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00
RZ S	Kampstr. 14, Leihberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00
RZ T	Am Bleichplatz 5a, Leihberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00
RZ U	Am Mühlenbusch 2, Leihberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00
RZ V	Am Mühlenbusch 3a, Leihberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00
RZ W	Siedlung Eilern 15, Eilern (MI)	0:00	0	0:00	0:00
RZ X	Siedlung Eilern 16, Eilern (MI)	0:00	0	0:00	0:00
RZ Y	Tewesweg 1, Fürstenberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00
RZ Z	Tewesweg 3, Fürstenberg (MI)	0:00	0	0:00	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA					
Nr.	Name	Maximal	Erwartet		
		[h/a]	[h/a]		
WEA 07	WEA 07 E-160 EP5 E3 R1 TES/5.560/166,6m NH	6:46	1:24		
WP Hirsch-01	WKA 01 E-101 E1/3.000kW/135,4m NH	8:00	0:54		
WP Hirsch-02	WKA 02 E-101 E1/3.000kW/135,4m NH	15:39	1:51		
WP Hirsch-03(N)	WKA 03 E-160 EP5 E3 R1 TES/5.560kW/166,6m NH	3:30	0:43		
WP Hirsch-04(N)	WKA 04 E-160 EP5 E3 R1 TES/5.560kW/166,6m NH	22:13	2:02		
WP Hirsch-06(N)	WKA 06 E-160 EP5 E3 R1 TES/5.560kW/166,6m NH	0:00	0:00		
WP Hirsch-11	WEA 11 N-175 SE/6.800kW/179,0m NH	120:46	14:16		
WP Hirsch-12	WKA 12 E-138 EP3 E2/4.200kW/131,0m NH	0:00	0:00		
WP Hirsch-13	WKA 13 V-162 GS/7.200kW/169,0m NH	52:29	12:20		
WP Hirsch-14	WKA 14 V-136 GS/4.200kW/166,0m NH	73:59	8:32		
WP Hirsch-15	WKA 15 V-162 GS/7.200kW/169,0m NH	156:10	30:47		
WP Hirsch-16	WKA 16 V-162 GS/7.200kW/169,0m NH	14:51	3:39		
WP Hirsch-17	WKA 17 V-150 GS/6.000kW/169,0m NH	0:00	0:00		
WP Hirsch-18	WKA 18 V-162 GS/7.200kW/169,0m NH	53:55	5:20		
WP KLUS-01	WKA 01 E-82/2.300 kW/138,4m NH	5:22	1:18		
WP KLUS-02	WKA 02 E-82/2.300 kW/138,4m NH	8:28	1:56		
WP KLUS-03	WKA 03 E-82/2.300 kW/138,4m NH	0:00	0:00		

(Fortsetzung nächste Seite)...



## Schattenwurfanalyse Bad Wünnenberg-Hirschweg (WEA 07) (Rev. 0) vom 21.05.2024

Projekt:

**Schattenwurf Bad Wünnenb.-Hirschweg**

Beschreibung:

Auftraggeber:

WBG Energie 1 GmbH & Co. KG  
An der Grotte 17

D-33181 Bad Wünnenberg

Bundesland des Projekts: Nordrhein-Westfalen

Lizenzierter Anwender:

**Power of Nature - Windenergie**

Aulendorf 40  
DE-48727 Billerbeck  
02543 9304674

Fürtges / joerg.fuertges@powernature.de

Berechnet:

21.05.2024 09:58/3.6.366

### SHADOW - Hauptergebnis

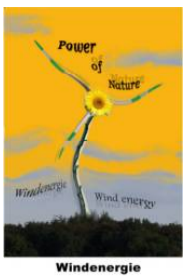
**Berechnung:** Gesamtbelastung (Vorbelastung & 1 x Neuanlage)

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	Maximal [h/a]	Erwartet [h/a]
WP KLUS-04	WKA 04 E-82/2.300 kW/138,4m NH	5:01	0:30
WP KLUS-06	WKA 06 E-82/2.300 kW/138,4m NH	0:00	0:00
WP KLUS-07	WKA 07 E-82/2.300 kW/138,4m NH	0:00	0:00
WP KLUS-08	WKA 08 E-82/2.300 kW/138,4m NH	0:00	0:00
WP KLUS-09	WKA 09 E-82/2.300 kW/138,4m NH	0:00	0:00
WP KLUS-10	WKA 10 E-82/2.300 kW/138,4m NH	13:04	2:32
WP KLUS-11	WKA 11 E-82/2.300 kW/138,4m NH	3:58	0:50
WP KLUS-12	WKA 12 E-82/2.300 kW/138,4m NH	5:34	1:08
WP KLUS-13	WKA 13 E-82/2.300 kW/138,4m NH	8:25	1:36
WP KLUS-14	WKA 14 E-82/2.300 kW/138,4m NH	22:12	4:42
WP KLUS-15	WKA 15 E-82/2.300 kW/138,4m NH	0:00	0:00
WP KLUS-16	WKA 16 E-82/2.300 kW/138,4m NH	0:00	0:00
WP KLUS-17	WKA 17 E-82/2.300 kW/138,4m NH	0:00	0:00
WP KLUS-18	WKA 18 E-82/2.300 kW/78,3m NH	0:00	0:00
WP KLUS-19	WKA 19 E-82/2.300 kW/138,4m NH	29:38	3:44
WP KLUS-20	WKA 20 E-82/2.300 kW/138,4m NH	0:00	0:00
WP KLUS-21	WKA 21 E-82/2.300 kW/138,4m NH	14:35	2:09
WP KLUS-22	WKA 22 E-82/2.300 kW/138,4m NH	0:00	0:00
WP KLUS-23	WKA 23 E-82/2.300 kW/138,4m NH	0:00	0:00
WP KLUS-24	WKA 24 E-82/2.300 kW/138,4m NH	22:11	2:27
WP KLUS-25	WKA 25 V-112 GridStreamer/3.450kW/140m NH	0:00	0:00
WP KLUS-27	WKA 27 E-92 E1/2.350kW/138,4 m NH	0:00	0:00
WP KLUS-28	WKA 28 E-115 E1/3.000kW/149m NH	0:00	0:00
WP KLUS-29	WKA 29 E-92 E1/2.350kW/138,4m NH	0:00	0:00
WP KLUS-31	WKA 31 E-115 E1/3.000kW/149m NH	19:33	2:19
WP KLUS-33	WKA 33 V-112 GridStreamer/3.450kW/119m NH	110:47	12:45
WP KLUS-35	WKA 35 E-138 EP3 TES/4.200kW/131,0m NH	0:00	0:00
WP KLUS-36	WKA 36 E-175 EP5 TES/6.000kW/162,0m NH	0:00	0:00

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

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

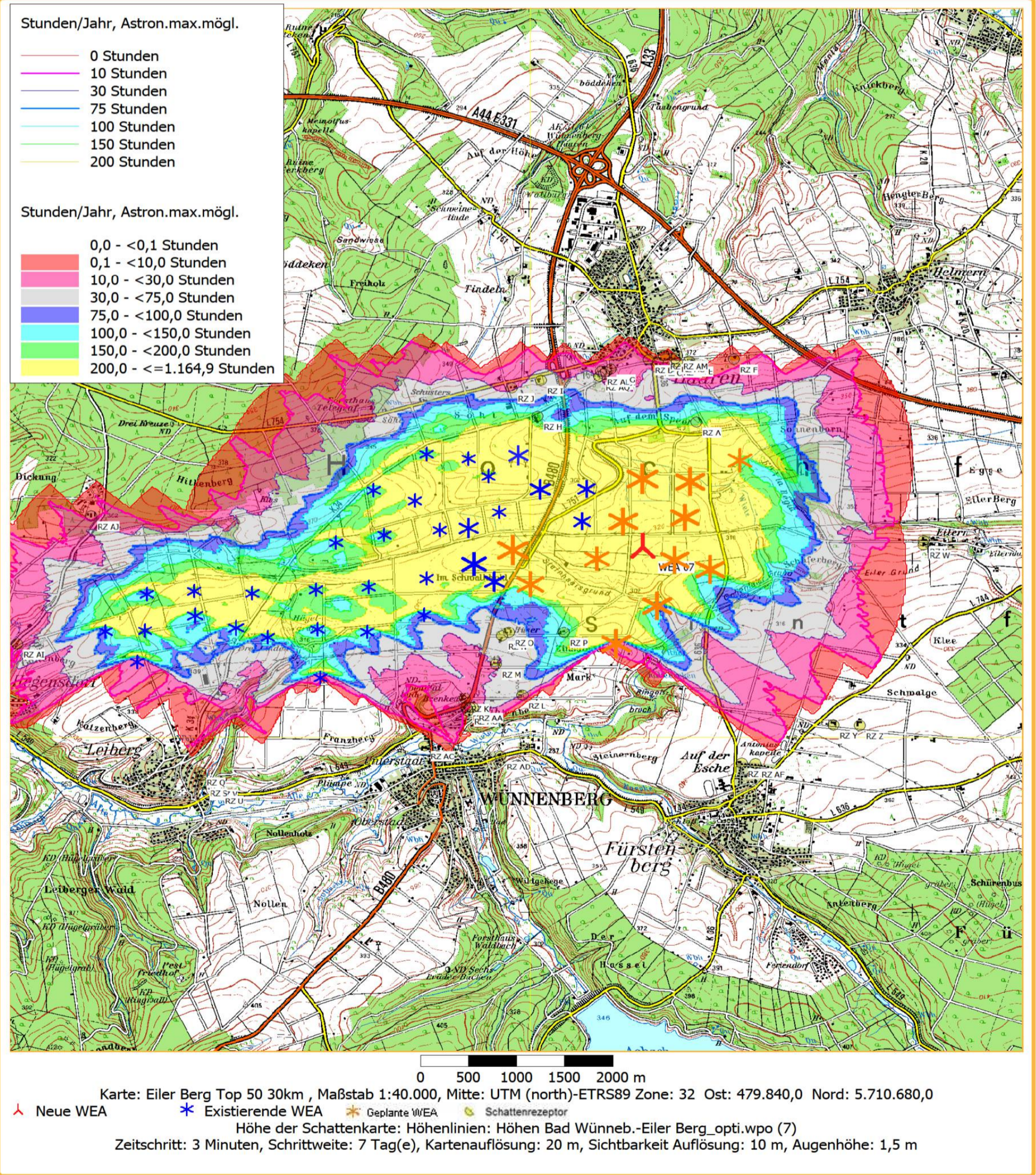


## 8.2 Karte mit Schattenwurflinien (nicht maßstäblich), Gesamtbelastung

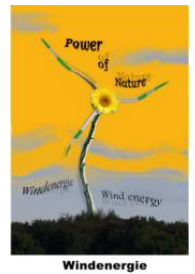
<b>Projekt:</b> <b>Schattenwurf Bad Wünnenb.-Hirschweg</b>	<b>Beschreibung:</b> <b>Auftraggeber:</b> WBG Energie 1 GmbH & Co. KG An der Grotte 17 D-33181 Bad Wünnenberg Bundesland des Projekts: Nordrhein-Westfalen	<b>Lizenzierter Anwender:</b> <b>Power of Nature - Windenergie</b> Aulendorf 40 DE-48727 Billerbeck 02543 9304674 Fürtges / joerg.fuertges@powernature.de Berechnet: 21.05.2024 09:58/3.6.366
---	---	--

### SHADOW - Karte

**Berechnung:** Gesamtbelastung (Vorbelastung & 1 x Neuanlage)







## 9. Abschlussbetrachtung

Im Auftrag der Firma WBG Energie 1 GmbH & Co. KG mit Sitz in Bad Wünnenberg wurde ein Anlagenstandort hinsichtlich möglichen Schattenwurfs schattenwurftechnisch untersucht. Dieser Standort liegt im Kreis Paderborn, in der Gemeinde Bad Wünnenberg.

Bei dieser Schattenwurfuntersuchung wurden die vorhandenen und in Planung befindlichen Windenergieanlagen der Windparks WP Fürstenberg, WP Meerhof, WP Wohlbedacht, WP Elisenhof, WP Dalheim, WP Helmern, WP Bad Wünnenberg-Haaren, WP Eiler Berg, WP KLUS und WP Hirschweg hinsichtlich möglichen Schattenwurfs untersucht.

Wie die Sichtung der Berechnungsergebnisse ergeben hatte, verursachten die acht erstgenannten Windparks keinen bzw. an den zusatzbelastungsrelevanten Wohngebäuden **keinen** Schattenwurf (s. hierzu separater Anhang 3 bis 12 „Einwirkbereichsbetrachtung ...“). Somit fanden diese Anlagen in der Vor- und Gesamtbelastungsbetrachtung **keine** Berücksichtigung.

Die Windenergieanlagen aus den Windparks KLUS und Hirschweg verursachen hingegen an dem berücksichtigten Wohngebäude, woran auch die neu geplante Windenergieanlage beschattend einwirkt, einen Schattenwurf, womit dieser Windpark in den weiteren Berechnungen als sog. „Vorbelastung“ Berücksichtigung fand (s. S. 30ff, „Vorbelastung ...“).

Im Umfeld des zu untersuchenden Standorts befinden sich einige Wohngebäude, für die die Häufigkeit möglicher Störeffekte durch rotierende Schlagschatten – die durch die Rotation der Flügel einer Windenergieanlage bei Sonneneinstrahlung verursacht wird – zu untersuchen war.

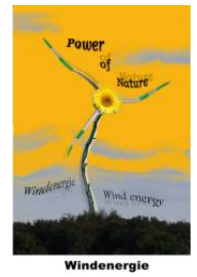
Bei den berücksichtigten Wohngebäuden handelt es sich um die in dem Lageplan auf Seite 13 eingezeichneten Punkte. Im Einzelnen sind das die Rezeptoren A bis AQ, die auf der Seite 14f mit UTM ETRS89 Zone 32 Koordinaten genauer beschrieben sind. Die Flächengröße der einzelnen Rezeptoren wurde aus Gründen der Vergleichbarkeit mit einem Quadratdezimeter angenommen.

Auf den Seiten 30ff „Vorbelastung ...“ wurde bereits dargestellt, dass die vorhandenen Windenergieanlagen aus den berücksichtigten Windparks für einen Schattenwurf an 24 der berücksichtigten Rezeptoren verantwortlich sind. Es wird an zehn dieser beschatteten Rezeptoren die zulässigen Grenzwerte von 30 Std./Jahr und 30 Min./Tag sowie 8 Std./Jahr überschritten.

Die Schattenwurfberechnung mit der geplanten Windenergieanlage (Zusatzbelastung) ergab an einem berücksichtigten Rezeptor – hier der Rezeptor O – einen Schattenwurf. Hierbei wird an diesem beschatteten Rezeptor die zulässigen Grenzwerte von 30 Std./Jahr und 30 Minuten/Tag bzw. 8 Std./Jahr **eingehalten**.

Wird nun abschließend die Gesamtbelastung (s. hierzu S. 36 - 39, „Gesamtbelastung ...“) aus allen berücksichtigten Windenergieanlagen betrachtet, so ist ein weiterer Anstieg der bereits ermittelten Beschattungszeiten an dem Wohnhaus RZ O „Im Sintfeld 6, Bad Wünnenberg (MI)“ festzustellen.

Die Berechnungsergebnisse werden in der nachfolgenden Tabelle für die Rezeptoren aufgeführt, an denen ein Schattenwurf der Neuanlage rechnerisch ermittelt wurde. An den restlichen Aufpunkten – die in der nachfolgenden Tabelle nicht aufgeführt werden – konnte kein Schattenwurf ermittelt werden bzw. keine zusatzbelastende Beschattung (s. hierzu die entsprechenden Ergebnisseiten).



Des Weiteren wurden die ermittelten Überschreitungen der festgesetzten Richtwerte von 30 Std./Jahr bzw. 30 Minuten/Tag sowie 8 Std./Jahr in der Tabelle rot markiert. Die Schattenwurfzeiten, die mit einem roten \* versehen sind, erfahren bereits durch die Vorbelastung eine Richtwertüberschreitung.

Rezeptornamen	astron. max. mögl. Beschattungsdauer „worst-case“-Wert		Met. Wahrsch. Beschattungsdauer „realer Wert“
	[Stunden/Jahr]	[Stunden/Tag]	[Stunden/Jahr]
RZ O „Im Sintfeld 6, Bad Wünnenberg (MI)“	48:33*	0:43*	9:32*

Tabelle 7: Rezeptoren mit ermitteltem Schattenwurf, Gesamtbelastung

Wie an den aufgeführten Ergebnissen der Gesamtbelastung in der Tabelle 7 erkennbar ist, verursachen die berücksichtigten Windenergieanlagen gemeinschaftlich einen Schattenwurf an dem Wohnhaus O.

Bedingt durch das dargestellte Berechnungsergebnis und das Überschreiten der vorgegebenen Grenzwerte, muss die hier geplante Enercon Windenergieanlage an dem beschatteten Wohnhaus O „Im Sintfeld 6, Bad Wünnenberg (MI)“ bei entsprechenden Sonnenstand und -dauer sofort außer Betrieb gesetzt werden um eine weitere Beschattung zu vermeiden. Hierfür ist der Einsatz eines Schattenwurfabschaltmoduls notwendig.

Diese Schattenwurfabschaltmodule vergleichen die Ist-Zeit mit der möglichen Schattenwurfzeit (worst-case) und überprüfen bei Übereinstimmungen die vorhandene Lichtintensität zur Feststellung, ob Schattenwurf auftreten kann.

Treffen diese beiden Parameter zu, so muss die Anlage sofort abgeschaltet werden, bis kein Schatten mehr auf das Objekt fällt.

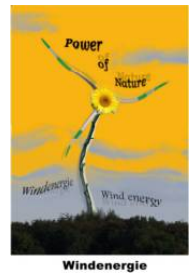
Es gibt auch sehr komplexe Module, die den Schattenwurf selbst errechnen und die Abschaltung auf Grund der Koordinaten der Immissionsorte festlegen.

Alle natürlich gegebenen Einflüsse, wie zum Beispiel Abschattung durch Gebäude, Bäume oder Bewuchs sind in der vorliegenden Berechnung nicht berücksichtigt, haben jedoch in der Tendenz abschwächenden Charakter auf Dauer und Intensität der Schattenbeeinflussung.

Im separaten Anhang befindet sich die kalendarische Schattenwurfübersicht mit den errechneten Einwirkzeiten rotierender Schatten auf eine dem Anlagenstandort zugewandten Terrasse.

Da für die volle Einwirkungsdauer des rotierenden Schattens mehrere Bedingungen erfüllt sein müssen, und zwar wolkenloser Himmel und Übereinstimmung von 0° - bzw. 180° - Winkel zwischen Hauptwindrichtung und Sonnenstand, werden deutlich geringere tatsächliche Schattenwurfzeiten am Einwirkungspunkt auftreten.

Klimatologische Untersuchungen für Nord- und Mitteleuropa haben ergeben, dass die in der Praxis auftretenden Einwirkungszeiten bei maximal 20 - 30% der theoretisch ermittelten „worst-case“ Werte liegen.



## 10. Erläuterungen

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Untersuchungsstandort, der in der Projektdaten-Übersicht (Seite 14) genau beschrieben wurde und kann nicht auf einen anderen Standort übertragen werden. Des Weiteren gelten die Berechnungsergebnisse nur für die hier in Betracht gezogenen Anlagentypen mit dem entsprechenden Rotordurchmesser und Turmhöhe. Eine Übertragung auf andere Anlagentypen ist auf Grund der veränderten Blattform nicht möglich.

Für andere Koordinaten bzw. Anlagenkonfigurationen müssten neuerliche Berechnungen mit den modifizierten Werten erfolgen.

Da zum jetzigen Zeitpunkt nur die Untersuchungen der Christian-Albrechts-Universität Kiel über die Auswirkungen des zyklischen Schattenwurfs von Windenergieanlagen auf den Menschen vorliegen, gelten die hier getroffenen Aussagen vorerst bis zur Veröffentlichung entsprechender anderer Normen.

Die Datenerfassung, die dieser Ausarbeitung zugrunde liegt, wurde mit größtmöglicher Sorgfalt vorgenommen, alle Berechnungen wurden nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch erstellt und mehrfach gegengerechnet.

Die Fa. Power of Nature - Windenergie ist neutral und unabhängig.