

## Windpark Schwarzenbach

Schattenwurftechnische Untersuchung für die Umwidmung  
Rev. 01



---

### Projekt

**Windpark Schwarzenbach**

### Standorte Windenergieanlagen

Marktgemeinde Schwarzenbach  
Verwaltungsbezirk Wiener Neustadt-Land  
Niederösterreich

### Auftraggeber



**ventureal**

PROJEKTIERUNG  
REALISIERUNG & BETRIEB  
VON WINDPARKS

VENTUREAL Projekt GmbH  
Laurenzerberg 5/33b  
1010 Wien

### Ausgabedatum

11.11.2015

### Seitenzahl

19 + Anhang

### Verfasser

Mag. Ulrich Kirchmayr MSc

### Prüfer

Dipl. Geologe Matthias Neubauer

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorwort .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Methodik .....</b>	<b>4</b>
	3.1 Grundlagen .....	4
	3.2 Beschattungsbereich.....	4
	3.3 Relevante Windenergieanlagen .....	6
	3.4 Immissionspunkte .....	6
	3.5 Berechnungsvoraussetzungen.....	6
	3.6 Zielvariablen.....	7
	3.7 Grenzwertkriterien .....	7
<b>4</b>	<b>Berücksichtigte Windenergieanlagen &amp; Immissionspunkte .....</b>	<b>8</b>
	4.1 Gegenständlich geplanter Windpark.....	8
	4.2 Relevante Nachbarwindparks .....	8
	4.3 Immissionspunkte .....	8
	4.3.1 IP 1 Forchtenstein (BW) .....	9
	4.3.2 IP 2 Hackbichl (Geb) .....	10
	4.3.3 IP 3 Radschuhleiten (Geb) .....	11
	4.3.4 IP 4 Eggenbuch (GI).....	12
	4.3.5 IP 5 Riegel (BM) .....	13
<b>5</b>	<b>Ergebniszusammenfassung und Interpretation .....</b>	<b>16</b>
	5.1 Vom gegenständlich geplanten Windpark betroffene Immissions-punkte .....	16
	5.2 Gegenüberstellung von gegenständlich geplantem Windpark und gegenständlich geplantem Windpark inkl. Nachbarwindparks.....	18
	5.3 Gegenüberstellung von gegenständlicher Planung und Grenzwerten .....	18
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>Anlagen .....</b>	<b>19</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Prozentueller Anteil der vom Rotorblatt verdeckten Sonnenfläche in Abhängigkeit von der Entfernung zwischen Betrachter und Blattsegment für verschiedene Blatttiefen (Osten u. Pahlke, 1998). ....	5
Abbildung 2:	IP 1 Forchtenstein (BW) im Orthofoto (GeoDaten Burgenland, 2015) .....	9
Abbildung 3:	IP 1 Forchtenstein (BW) im Flächenwidmungsplan (GeoDaten Burgenland, 2015) .....	9
Abbildung 4:	IP 2 Hackbichl (Geb) im Orthofoto (Land Niederösterreich, 2015) .....	10
Abbildung 5:	IP 2 Hackbichl (Geb) im Flächenwidmungsplan (Land Niederösterreich, 2015) .....	10
Abbildung 6:	IP 3 Radschuhleiten (Geb) im Orthofoto (Land Niederösterreich, 2015) .....	11
Abbildung 7:	IP 3 Radschuhleiten (Geb) im Flächenwidmungsplan (Land Niederösterreich, 2015) .....	11
Abbildung 8:	IP 4 Eggenbuch (GI) im Orthofoto (Land Niederösterreich, 2015) .....	12
Abbildung 9:	IP 4 Eggenbuch (GI) im Flächenwidmungsplan (Land Niederösterreich, 2015) .....	12
Abbildung 10:	IP 5 Riegel (BM) im Orthofoto (GeoDaten Burgenland, 2015) .....	13
Abbildung 11:	IP 5 Riegel (BM) im Flächenwidmungsplan (GeoDaten Burgenland, 2015) .....	13
Abbildung 12:	Übersichtskarte Windpark Schwarzenbach mit Immissionspunkten .....	14
Abbildung 13:	Untersuchungsraum Schattenwurf mit Windpark Schwarzenbach und Immissionspunkten .....	15
Abbildung 14:	Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer (Stunden/Jahr) verursacht durch Windpark Schwarzenbach .....	17

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Begrenzung des Einwirkbereichs über den Rotordurchmesser für WEAs ohne bekannte Rotorblattgeometrie .....	5
Tabelle 2:	Abstände (gerundet) der jeweils nächstgelegenen WEA zu den einzelnen Immissionspunkten (IPs) .....	8
Tabelle 3:	Beschattungsdauer verursacht durch Windpark Schwarzenbach .....	16

## **1 Vorwort**

Die Energiewerkstatt Consulting GmbH wurde von der VENTUREAL Projekt GmbH, Laurenzerberg 5/33b, 1010 Wien, mit der Erstellung der vorliegenden schattenwurftechnischen Untersuchung für den gegenständlich geplanten Windpark Schwarzenbach beauftragt.

Externe Eingangsdaten (Anlagendaten, Modelldaten) wurden auf ihre Plausibilität hin geprüft. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass für externe Daten grundsätzlich keine Fehlerfreiheit garantiert werden kann. Die Daten der, wegen eventueller kumulierender Wirkung berücksichtigten, gegebenenfalls vorkommenden bestehenden, genehmigten oder geplanten Nachbarwindparks entsprechen dem derzeitigen Kenntnisstand der Verfasser.

## **2 Einleitung**

Windenergieanlagen (WEA) können, durch die Drehbewegung des Rotors, unter bestimmten meteorologischen Voraussetzungen, periodisch auftretenden Schattenwurf verursachen. Dieser kann, wenn die Exposition eine gewisse Dauer überschreitet, belästigend auf das Schutzgut Mensch wirken. Um die Auswirkungen des periodisch auftretenden Schattenwurfs darzustellen, sollen folgende Fragestellungen beantwortet werden:

- An welchen Immissionspunkten verursacht der gegenständlich geplante Windpark periodisch auftretenden Schattenwurf?
- Verursachen Nachbarwindparks zusätzlichen periodisch auftretenden Schattenwurf an den vom gegenständlich geplanten Windpark betroffenen Immissionspunkten?
- Über- oder unterschreiten die berechneten Werte des gegenständlich geplanten Windparks inkl. Nachbarwindparks die Grenzwerte der Planungsempfehlung?

## **3 Methodik**

### **3.1 Grundlagen**

Schattenwurftechnisch relevanten Einfluss auf das Schutzgut Mensch hat der, durch den drehenden Rotor verursachte, periodisch auftretende Schattenwurf. Demnach werden Zeiträume und Dauer des periodisch auftretenden Schattenwurfs berechnet.

Die Berechnungen erfolgen mit Unterstützung des EDV-Programms WindPRO der Firma EMD International A/S.

### **3.2 Beschattungsbereich**

Der Beschattungsbereich des periodisch auftretenden Schattenwurfs ist eine Funktion aus Standortkoordinate, Anlagehöhe und mittlerer Rotorblatttiefe.

Im Norden und Süden wird der Beschattungsbereich durch die Anlagenhöhe und den standortspezifischen jahreszeitlichen Sonnenlauf begrenzt.

Lateral wird der Beschattungsbereich durch eine Funktion der mittleren Rotorblatattiefe begrenzt, da periodisch auftretender Schattenwurf erst dann als solcher wahrgenommen wird, wenn das rotierende Rotorblatt die Sonnenscheibe im Blickfeld des Betrachters zu über 20 % verdeckt.

Da sich ein Rotorblatt von der Blattwurzel zur Blattspitze hin verjüngt, wird näherungsweise ein rechteckiges Rotorblatt mit einer mittleren Blatattiefe der Berechnung zu Grunde gelegt. Dabei sind die maximale Rotorblatattiefe sowie die Rotorblatattiefe bei 90 % des Rotorradius relevant.

Wie in Abbildung 1 ersichtlich, tritt die Verdeckung der Sonnenscheibe zu 20 %, je nach mittlerer Rotorblatattiefe der jeweiligen Windenergieanlage (WEA) in unterschiedlichen Entfernungen zwischen Betrachter und Rotorblattsegment auf.

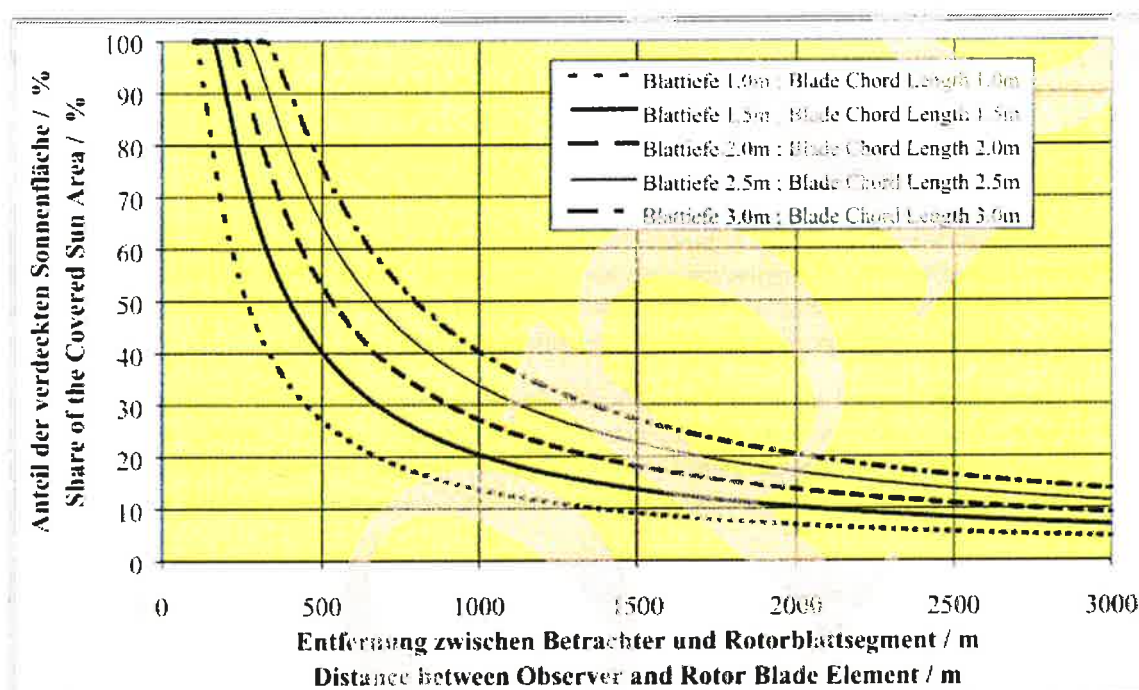


Abbildung 1: Prozentueller Anteil der vom Rotorblatt verdeckten Sonnenfläche in Abhängigkeit von der Entfernung zwischen Betrachter und Blattsegment für verschiedene Blatattiefen (Osten u. Pahlke, 1998).

So ergibt sich beispielsweise für eine WEA mit einer maximalen Blatattiefe von 4,2 m und einer Blatattiefe bei 90 % des Radius von 1,1 m eine mittlere Rotorblatattiefe von 2,65 m. Nähert sich ein Betrachter einem solchen Rotorblatt näher als ca. 1.700 m wird die Sonnenscheibe im Blickfeld des Betrachters zu mehr als 20 % verdeckt und der periodisch auftretende Schattenwurf wird als belästigend wahrgenommen. Im Umkreis von mehr als ca. 1.700 m östlich und westlich der WEA wird der Schattenwurf nicht als belästigend wahrgenommen, wodurch sich die laterale Abgrenzung des Einwirkbereichs ergibt.

Steht für eine zu berechnende WEA keine Rotorblattgeometrie zu Verfügung wird der Beschattungsbereich des periodisch auftretenden Schattenwurfs über den Rotordurchmesser abgeschätzt. Dabei wird vom Rotordurchmesser auf die mittlere Rotorblatattiefe rückgeschlossen und der Beschattungsbereich mittels Schwellwert abgegrenzt.

Rotordurchmesser [m]	< 50	< 70	< 100	< 120	> 120
Beschattungsbereich [m]	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000

Tabelle 1: Begrenzung des Einwirkbereichs über den Rotordurchmesser für WEAs ohne bekannte Rotorblattgeometrie



### 3.3 Relevante Windenergieanlagen

In einem ersten Schritt werden zur Berechnung des periodisch auftretenden Schattenwurfs die Kenndaten der WEAs des gegenständlich geplanten Windparks herangezogen.

Wenn es an einem der untersuchten Immissionspunkte zu periodisch auftretendem Schattenwurf, verursacht durch die gegenständliche Planung kommt, werden die Kenndaten der Nachbarwindparks in die Betrachtung mit einbezogen. Die Berechnung der kumulierenden Wirkung erfolgt, da periodisch auftretender Schattenwurf nur durch Windenergieanlagen verursacht wird. Berücksichtigt werden bei der Berechnung der Kumulationswirkung WEAs in einem Umkreis von 3.000 m um die Immissionspunkte. Dadurch wird sichergestellt, dass WEAs mit den derzeit größten Rotorblatthöhen berücksichtigt werden. Die WEAs in der weiteren Nachbarschaft verursachen keine schattenwurftechnische Kumulationswirkung mehr im Untersuchungsraum und werden deshalb zugunsten einer besseren Übersichtlichkeit nicht berücksichtigt.

### 3.4 Immissionspunkte

Als Immissionspunkte (IPs) für die gegenständliche schattenwurftechnische Untersuchung dienen die windparkzugewandten Widmungsgrenzen der windparknächstgelegenen Widmungsflächen, die Wohnnutzung zulassen. Berücksichtigt werden alle Siedlungsbereiche rund um die geplanten Windparks und jeweils die Richtung Windpark exponierteste Wohnnachbarschaft.

Für die Berechnung werden an den Immissionspunkten als Schattenrezeptoren vertikale Flächen von 1 m<sup>2</sup> in einer Höhe von 1,5 m über der Geländeoberkante definiert, welche Schattenwurf aus allen Richtungen empfangen können (Gewächshaus-Modus). Dadurch ergeben sich höhere Berechnungswerte als reale Werte, da Sichtverschattungen, die sich durch die Gebäudegeometrie ergeben, nicht berücksichtigt werden.

Auch wurden die Einflüsse von Bebauung und Bewuchs, welche die Auswirkungen des Schattenwurfs weiter reduzieren, nicht berücksichtigt.

### 3.5 Berechnungsvoraussetzungen

Die Schattenwurfprognose gründet sich auf einen Algorithmus zur Berechnung des standort-, tages- und uhrzeitabhängigen Sonnenstandes. Die Berechnung der **astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer** wird unter folgenden Annahmen durchgeführt:

- Die Sonne scheint ganztägig an allen Tagen im Jahr (wolkenloser Himmel).
- Die Windrichtung entspricht dem Azimutwinkel der Sonne, das heißt die Rotorkreisfläche folgt dem Verlauf der Sonnenscheibe (max. Schatten).
- Die WEAs sind ständig in Betrieb und drehen sich (100 % Verfügbarkeit).
- Die Intensität der Sonnenstrahlung lässt mit sinkendem Höhenwinkel über dem Horizont auf Grund des längeren Strahlungsweges durch die Atmosphäre stark nach. In Anlehnung an die bestehende Genehmigungspraxis wurde nur der Schattenwurf bei einem Höhenwinkel  $\geq 3^\circ$  berücksichtigt.
- Die Höhenunterschiede zwischen den WEAs und den Immissionspunkten werden berücksichtigt. Die Orografie und Vegetation rund um den Standort führen zu einer Horizonteinschränkung.

kung oberhalb des Höhenwinkels von 3°. Die vegetabile Einschränkung ist nicht in den Berechnungen berücksichtigt, wird jedoch weiter reduzierend wirken.

- Ein Schattenwurfereignis wird gewertet, wenn sich die Sonne, vom Immissionspunkt aus gesehen, teilweise oder vollständig hinter der Rotorkreisfläche befindet.
- Der Schattenwurf wird bis in jene Einflussdistanz berechnet, die sich aus der mittleren Rotorblatttiefe ableitet.

Unter den genannten Rahmenbedingungen wird der Schattenwurf in Abhängigkeit der Uhrzeit auf Grund der geometrischen Beziehungen zwischen Sonnenstand, Anlagenabmessungen und Immissionspunkt berechnet.

Zusätzlich zur Berechnung der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer wird eine Berechnung der **meteorologisch wahrscheinlichen Beschattungsdauer** durchgeführt. Dabei werden die durchschnittliche Sonnenscheindauer sowie eine repräsentative Windstatistik des Standorts berücksichtigt.

### 3.6 Zielvariablen

Folgende Auswirkungen des Windparks werden zur Beantwortung der Fragestellungen geprüft:

- Berechnung der astronomisch maximal möglichen (theoretischen) **Schattenstunden pro Jahr**, verursacht durch periodisch auftretenden Schattenwurf bei den definierten Immissionspunkten.
- Berechnung der astronomisch maximal möglichen (theoretischen) **Schattentage pro Jahr**, verursacht durch periodisch auftretenden Schattenwurf bei den definierten Immissionspunkten.
- Berechnung der astronomisch maximal möglichen (theoretischen) **Schattenstunden pro Tag**, verursacht durch periodisch auftretenden Schattenwurf bei den definierten Immissionspunkten.
- Berechnung der meteorologisch wahrscheinlichen (realistischen) **Schattenstunden pro Jahr**, verursacht durch periodisch auftretenden Schattenwurf bei den definierten Immissionspunkten.

### 3.7 Grenzwertkriterien

Gemäß Planungsempfehlungen aus dem bundesdeutschen Raum wird eine Einwirkung durch zu erwartenden, periodisch auftretenden Schattenwurf als nicht erheblich belästigend angesehen, wenn die **astronomisch maximal mögliche** Schattendauer nicht mehr als **30 Minuten täglich** bzw. nicht mehr als **30 Stunden jährlich** beträgt. Diese, von Gutachtern und BehördenvertreterInnen in Schleswig-Holstein fixierten und aus der Praxis gewonnenen Anhaltswerte sind zwischenzeitlich durch wissenschaftliche Studien der Christian-Albrechts-Universität Kiel überprüft und bestätigt worden (vgl. Pohl et al., 1999 und Pohl et al., 2000).

Eine Belästigung durch den zu erwartenden Schattenwurf gilt gemäß Freund (2001) bzw. Fronz et al. (2002) als zumutbar, wenn die realen Werte, also die **meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer**, ein Maß von **8h/Jahr** nicht überschreiten.

## 4 Berücksichtigte Windenergieanlagen & Immissionspunkte

Das Planungsgebiet befindet sich in der Marktgemeinde Schwarzenbach im Verwaltungsbezirk Wiener Neustadt-Land, Niederösterreich.

Die Koordinaten sowie die Anlagendaten der geplanten, genehmigten, im Bau befindlichen und bestehenden Windparks sowie der Immissionspunkte welche in der Berechnung berücksichtigt wurden, können den WindPRO-Berechnungsblättern im Anhang entnommen werden.

In die Berechnung der **meteorologisch wahrscheinlichen** (realistischen) Beschattungsdauer sind die Sonnenscheinwahrscheinlichkeit der Station **Sopron** sowie die wahrscheinlichen Betriebszeiten der WEAs mit Angaben der vorherrschenden Windrichtung, abgeleitet aus der Windmessung **vor Ort** eingeflossen.

### 4.1 Gegenständlich geplanter Windpark

Das Projekt Windpark Schwarzenbach umfasst sechs (6) WEAs der Anlagentype Vestas V126 mit einer Nennleistung von 3,45 MW, Nabenhöhen von 117 bzw. 137 m plus Anhebungen des Fundaments über GOK von bis zu 3 m sowie einem Rotordurchmesser von 126 m. Diese WEA-Type wird für die nachfolgenden Berechnungen verwendet.

Die Angaben zu den geplanten Windenergieanlagen stellen den aktuellen Informationsstand zu dieser WEA-Type dar. Insbesondere durch technische Neuerungen und Fortschritte können sich diese Informationen durchaus ändern, die Angaben sind insofern beispielhaft.

### 4.2 Relevante Nachbarwindparks

Im relevanten Untersuchungsraum (3.000 m Umkreis um die Immissionspunkte) befinden sich keine weiteren genehmigten, im Bau befindlichen oder bestehenden Windparks. Zudem sind zum Zeitpunkt der Erstellung des gegenständlichen Dokuments keine weiteren geplanten Windparks im Untersuchungsraum bekannt.

### 4.3 Immissionspunkte

Die Berechnung des Schattenwurfs für die gegenständliche schattenwurftechnische Untersuchung wurde exemplarisch für fünf möglicherweise betroffene Immissionspunkte (IPs) durchgeführt. Die IPs wurden an den windparkzugewandten Widmungsgrenzen der windparknächstgelegenen Widmungsflächen, die Wohnnutzung zulassen, definiert.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Abstände des Windparks Schwarzenbach zu den einzelnen Immissionspunkten (auf 10 m gerundet). Die Immissionspunkte sind mindestens 1.000 m von den geplanten WEA-Standorten entfernt.

Windpark	Abstände der WEAs zu den Immissionspunkten [in m]				
	IP 1	IP 2	IP 3	IP 4	IP 5
Windpark Schwarzenbach	2.290	1.000	1.210	1.180	2.520

Tabelle 2: Abstände (gerundet) der jeweils nächstgelegenen WEA zu den einzelnen Immissionspunkten (IPs)



#### 4.3.1 IP 1 Forchtenstein (BW)

Als Immissionspunkt wurde, entsprechend dem Flächenwidmungsplan, der als Bauland Wohngebiet (BW) ausgewiesene Nachbarschaftsbereich nördlich des geplanten Windparks Schwarzenbach gewählt. Der Abstand von der nächstgelegenen Windenergieanlage (WEA SB-01) zum Immissionspunkt beträgt ca. 2.290 m.

Koordinatensystem	Geodätisches Datum	Rechtswert	Hochwert
BMN M34	MGI (Hermannskogel)	749.668	284.353
UTM Zone 33T	WGS 84	599.620	5.283.592



Abbildung 2: IP 1 Forchtenstein (BW) im Orthofoto (GeoDaten Burgenland, 2015)

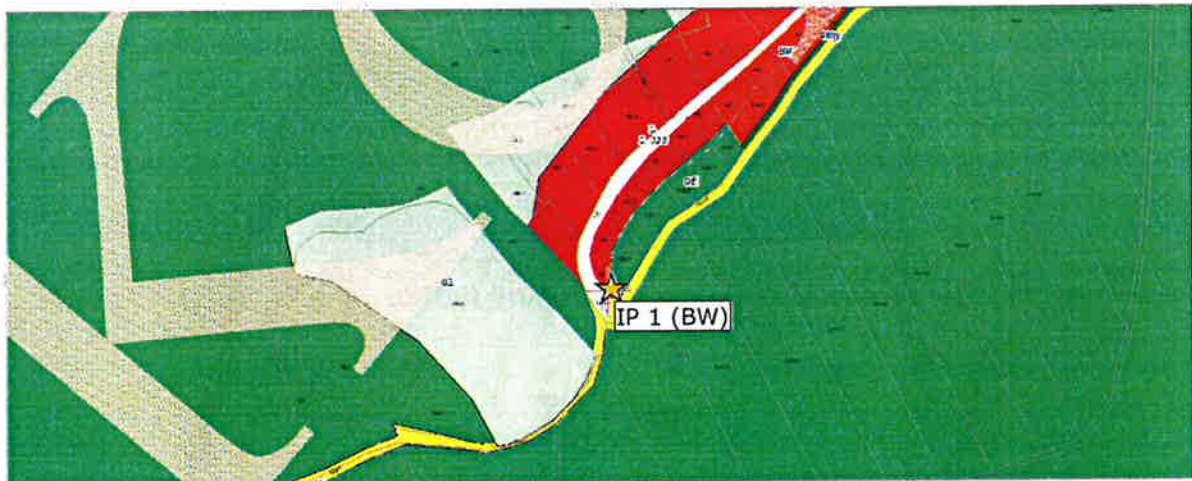


Abbildung 3: IP 1 Forchtenstein (BW) im Flächenwidmungsplan (GeoDaten Burgenland, 2015)

#### 4.3.2 IP 2 Hackbichl (Geb)

Als Immissionspunkt wurde, entsprechend dem Flächenwidmungsplan, der als erhaltenswertes Gebäude im Grünland (Geb) ausgewiesene Nachbarschaftsbereich westsüdwestlich des geplanten Windparks Schwarzenbach gewählt. Dieser Immissionspunkt ist der am stärksten von periodisch auftretendem Schattenwurf betroffene unter der Vielzahl an Gebäuden in Hackbichl. Der Abstand von der nächstgelegenen Windenergieanlage (WEA SB-01) zum Immissionspunkt beträgt ca. 1.000 m.

Koordinatensystem	Geodätisches Datum	Rechtswert	Hochwert
BMN M34	MGI (Hermannskogel)	749.450	281.749
UTM Zone 33T	WGS 84	599.448	5.280.976



Abbildung 4: IP 2 Hackbichl (Geb) im Orthofoto (Land Niederösterreich, 2015)

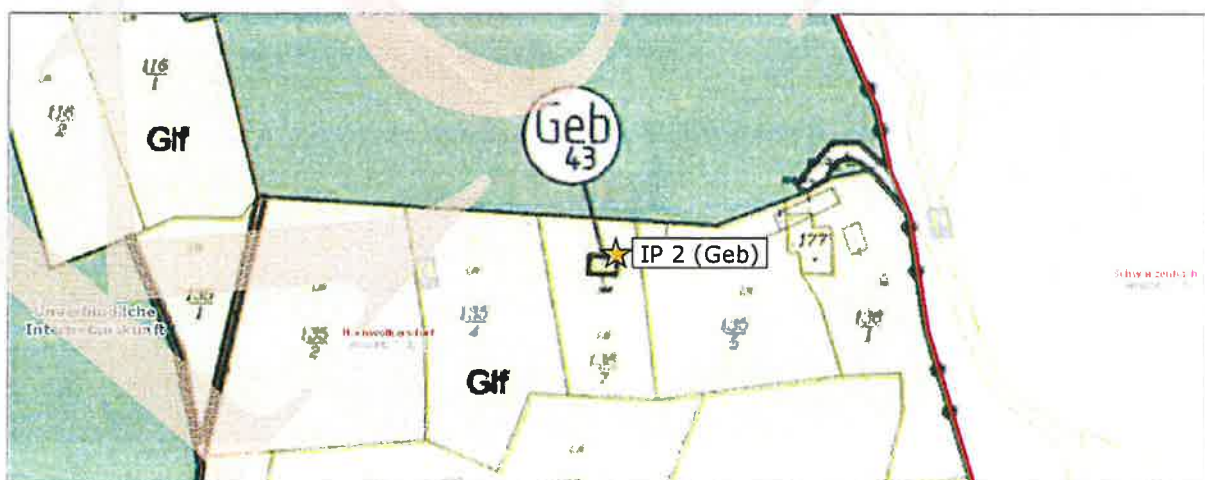


Abbildung 5: IP 2 Hackbichl (Geb) im Flächenwidmungsplan (Land Niederösterreich, 2015)



#### 4.3.3 IP 3 Radschuhleiten (Geb)

Als Immissionspunkt wurde, entsprechend dem Flächenwidmungsplan, der als erhaltenswertes Gebäude im Grünland (Geb) ausgewiesene Nachbarschaftsbereich südlich des geplanten Windparks Schwarzenbach gewählt. Der Abstand von der nächstgelegenen Windenergieanlage (WEA SB-01) zum Immissionspunkt beträgt ca. 1.210 m.

Koordinatensystem	Geodätisches Datum	Rechtswert	Hochwert
BMN M34	MGI (Hermannskogel)	750.383	280.951
UTM Zone 33T	WGS 84	600.393	5.280.204



Abbildung 6: IP 3 Radschuhleiten (Geb) im Orthofoto (Land Niederösterreich, 2015)

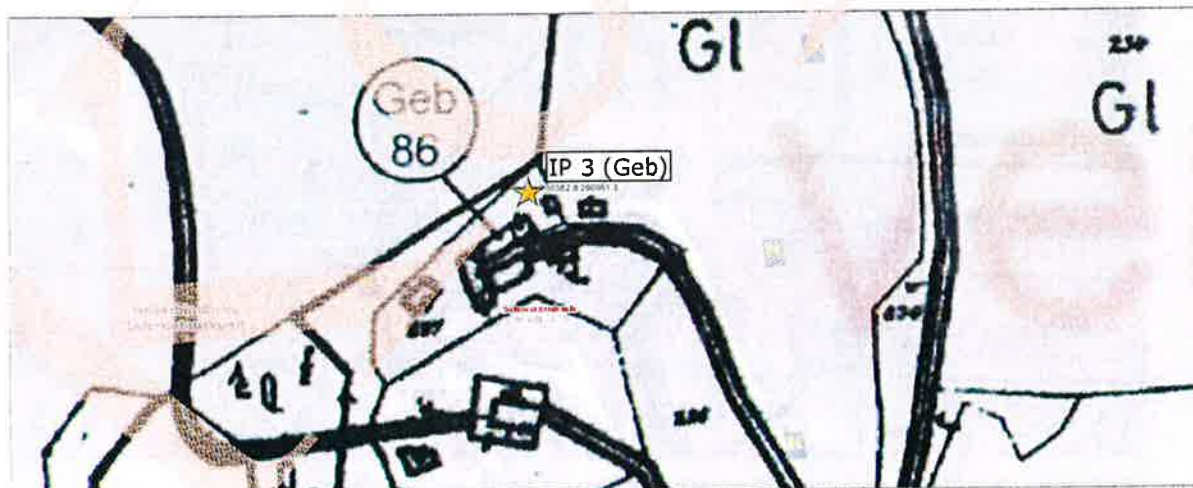


Abbildung 7: IP 3 Radschuhleiten (Geb) im Flächenwidmungsplan (Land Niederösterreich, 2015)

#### 4.3.4 IP 4 Eggenbuch (GI)

Als Immissionspunkt wurde, entsprechend dem Flächenwidmungsplan, der als Grünland (GI) ausgewiesene Nachbarschaftsbereich südlich des geplanten Windparks Schwarzenbach gewählt. Der Abstand von der nächstgelegenen Windenergieanlage (WEA SB-05) zum Immissionspunkt beträgt ca. 1.180 m.

Koordinatensystem	Geodätisches Datum	Rechtswert	Hochwert
BMN M34	MGI (Hermannskogel)	751.347,0	280.658,2
UTM Zone 33T	WGS 84	601.362	5.279.918



Abbildung 8: IP 4 Eggenbuch (GI) im Orthofoto (Land Niederösterreich, 2015)



Abbildung 9: IP 4 Eggenbuch (GI) im Flächenwidmungsplan (Land Niederösterreich, 2015)



#### 4.3.5 IP 5 Riegel (BM)

Als Immissionspunkt wurde, entsprechend dem Flächenwidmungsplan, der als Bauland Mischgebiet (BM) ausgewiesene Nachbarschaftsbereich südöstlich des geplanten Windparks Schwarzenbach gewählt. Der Abstand von der nächstgelegenen Windenergieanlage (WEA SB-05) zum Immissionspunkt beträgt ca. 2.520 m.

Koordinatensystem	Geodätisches Datum	Rechtswert	Hochwert
BMN M34	MGI (Hermannskogel)	753.301,6	280.127,8
UTM Zone 33T	WGS 84	603.325	5.279.421



Abbildung 10: IP 5 Riegel (BM) im Orthofoto (GeoDaten Burgenland, 2015)



Abbildung 11: IP 5 Riegel (BM) im Flächenwidmungsplan (GeoDaten Burgenland, 2015)



## Übersichtskarten Windpark Schwarzenbach

Nachfolgend werden der gegenständlich geplante Windpark Schwarzenbach sowie die betrachteten Immissionspunkte dargestellt.

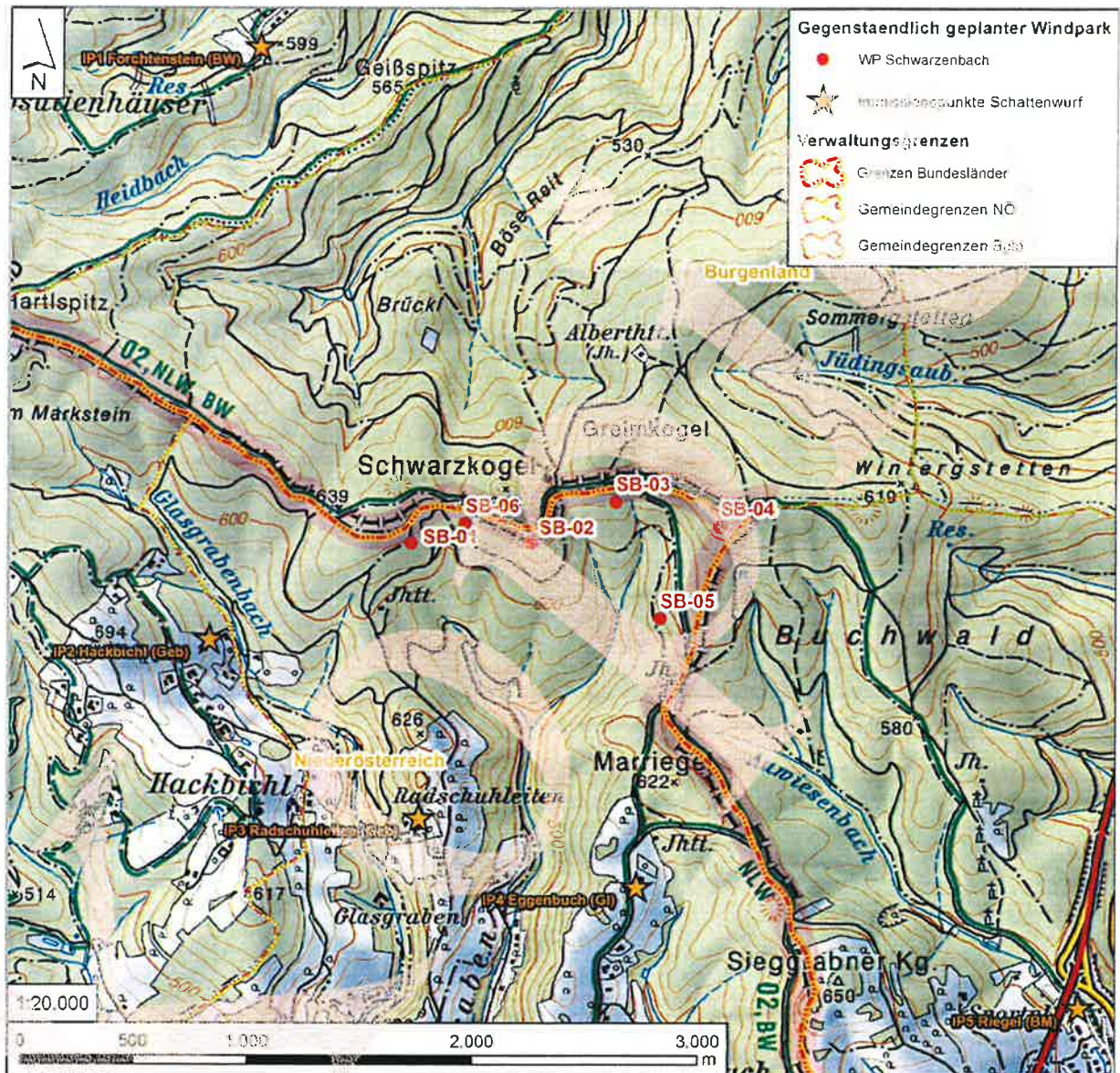


Abbildung 12: Übersichtskarte Windpark Schwarzenbach mit Immissionspunkten  
(eigene Darstellung erstellt auf Basis von BEV, 2015)



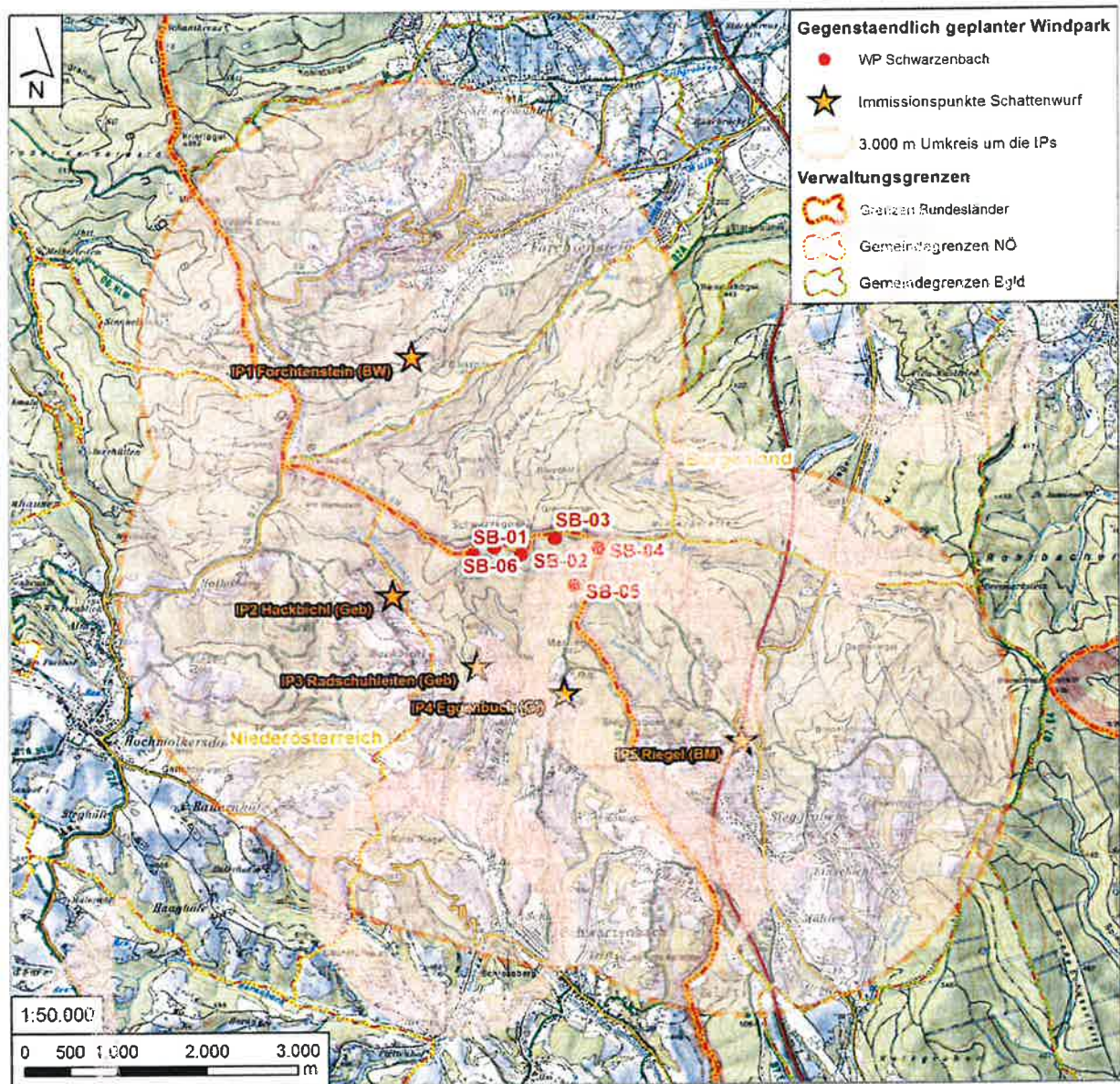


Abbildung 1.3: Untersuchungsraum Schattenwurf mit Windpark Schwarzenbach und Immissionspunkten  
(eigene Darstellung erstellt auf Basis von BEV, 2015)

## 5 Ergebniszusammenfassung und Interpretation

Mittels der zuvor genannten Ansätze lassen sich, zur Beantwortung der in der Einleitung formulierten Fragestellungen, die Zeiträume periodisch auftretenden Schattenwurfs an den zuvor vorgestellten Immissionspunkten berechnen.

### 5.1 Vom gegenständlich geplanten Windpark betroffene Immissionspunkte

In Tabelle 3 ist dargestellt an welchen Immissionspunkten der gegenständlich geplante Windpark periodisch auftretenden Schattenwurf verursacht.

Beschattungsdauer verursacht durch WP Schwarzenbach				
Schattenrezeptor	Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer			Meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer
	Stunden/Jahr	Schatten- tage/Jahr	Max. Schatten- stunden/Tag	Stunden/Jahr
IP 1 Forchtenstein	0:00	0	0:00	0:00
IP 2 Hackbühl	<b>35:00</b>	100	0:30	<b>6:31</b>
IP 3 Radschuhleiten	0:00	0	0:00	0:00
IP 4 Eggenbuch	0:00	0	0:00	0:00
IP 5 Riesel	0:00	0	0:00	0:00

Tabelle 3: Beschattungsdauer verursacht durch Windpark Schwarzenbach

Der gegenständlich geplante Windpark Schwarzenbach verursacht periodisch auftretenden Schattenwurf an einem von fünf untersuchten Immissionspunkten (Werte gelb hinterlegt): IP 2 Hackbühl.

An allen anderen Immissionspunkten wird kein periodisch auftretender Schattenwurf durch den gegenständlich geplanten Windpark Schwarzenbach verursacht.



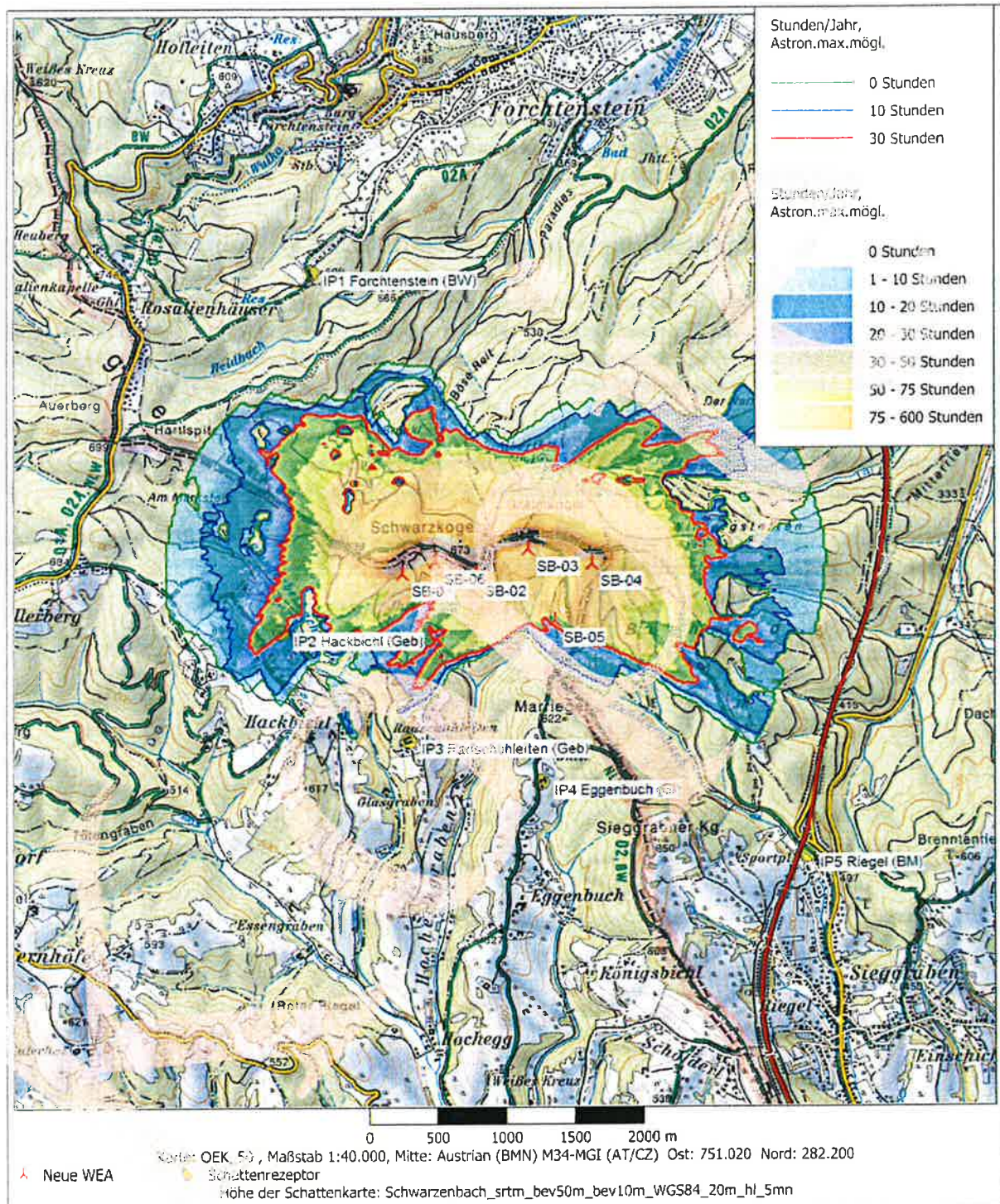


Abbildung 14: Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer (Stunden/Jahr) verursacht durch Windpark Schwarzenbach

## **5.2 Gegenüberstellung von gegenständlich geplantem Windpark und gegenständlich geplantem Windpark inkl. Nachbarwindparks**

Da im relevanten Untersuchungsraum im Umkreis von 3.000 m um die Immissionspunkte keine Nachbarwindparks existieren (vgl. Pkt. 4.2), kann es an den untersuchten Immissionspunkten auch zu keinerlei Kumulationswirkung von Nachbarwindparks mit dem Windpark Schwarzenbach kommen. Eine diesbezügliche Berechnung ist daher obsolet.

## **5.3 Gegenüberstellung von gegenständlicher Planung und Grenzwerten**

Die Planungsempfehlung für die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer von maximal 30 Stunden/Jahr wird am IP 2 Hackbühl überschritten. An allen anderen Immissionspunkten werden die Planungsempfehlungen für den periodisch auftretenden Schattenwurf von maximal 30 Stunden/Jahr und maximal 30 Minuten/Tag eingehalten.

Die geplanten Anlagen können steuerungstechnisch so betrieben werden, dass sie in Zeiten wo Schattenwurf auftritt, abgeschaltet werden um die Grenzwertkriterien zu erreichen. Konkrete Maßnahmen diesbezüglich werden im Zuge des UVP-Genehmigungsverfahrens festgelegt.

Die zugrunde liegenden Daten und die Berechnungsergebnisse sind den angefügten WindPRO SHADOW-Berechnungsergebnissen zu entnehmen.



## 6 Literaturverzeichnis

- Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, 2015. *Topografische Landkarten*. Wien.
- Freund, H. D., 2001. *Effektive Einwirkzeit  $T_w$  des Schattenwurfs bei  $T_{max} = 30 \text{ h/Jahr}$* . Kiel: Institut für Physik und Allgemeine Elektrotechnik, Fachhochschule Kiel.
- Fronz, W., Piorr, D. und R. Kindel, 2002. *Windenergieanlagen und Immissionsschutz*. Abgerufen am 28. April 2015 von:  
[http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/materialien/mat63/mat63\\_web.pdf](http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/materialien/mat63/mat63_web.pdf)
- GeoDaten Burgenland. (2015). Diverse Karten. Abgerufen am 15. Juli 2015 von  
<http://gis.bgld.gv.at/WebGIS/synserver>
- Land Niederösterreich. (2015). Diverse Karten. Abgerufen am 15. Juli 2015 von Niederösterreich-Atlas: <http://atlas.noel.gv.at/webgisatlas>
- Osten, T. und T. Pahlke, 1998. Schattenwurf von Windenergieanlagen: Wird die Geräuschabstrahlung der MW-Anlagen in den Schatten gestellt?. *DEWI Magazin Nr. 13*, S. 6 - 12.
- Pohl, J., Faul, F. und R. Mausfeld, 1999. *Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen, Feldstudie*. Kiel: Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität.
- Pohl, J., Faul, F. und R. Mausfeld, 2000. *Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen, Laborpilotstudie*. Kiel: Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität.

## 7 Anlagen

- WindPRO SHADOW-Berechnungsergebnisse: Beschattungsdauer verursacht durch Windpark Schwarzenbach (10 Seiten)

Projekt:

wp\_schwarzenbach\_2\_9

Ventureal Projekt GmbH

Franz Blochberger

Laurenzerberg 5/33b

1010 Wien

Lizenzierter Anwender:

Energiewerkstatt Consulting GmbH

Katztal 37

AT-5222 Munderfing

+43(0)7744-20141-24

Ulrich Kirchmayr / u.kirchmayr@ews-consulting.at

Berechnet:

10.11.2015 15:40/3.0.619

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: 20151110 sb st umwi wp sb rev 01

## Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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) [SOPRON]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
2,08	3,01	4,32	5,95	7,44	7,64	8,27	7,54	6,06	4,72	2,66	1,90

Betriebsstunden ermittelt aus WEA in Berechnung und Windverteilung:

36sectors\_CLC\_BEV\_MatrixMCP\_Wiesmath

Betriebsdauer je Sektor

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
340	233	183	127	86	62	47	37	34	36	38	49

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	Summe
71	110	177	281	450	622	557	397	246	152	109	85	75	69	91	69	92	153	258	450	622	693	668	526	8.255

Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

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

Verwendete Höhenlinien: Schwarzenbach\_srtm\_bev50m\_bev10m\_WGS84\_21

Hindernisse in Berechnung nicht verwendet

Augenhöhe: 1,5 m

Rasterauflösung: 10,0 m

Alle Koordinatenangaben in

Austrian (BMN) M34-MGI (AT/CZ)

## WEA

	Y (Ost)	X (Nord)	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
1	750.342	282.170	640,9	SB-01	Ja	VESTAS	V126 3450-3.450	3.450	126,0	117,0	1.720	16,5
2	750.874	282.170	640,9	SB-02	Ja	VESTAS	V126 3450-3.450	3.450	126,0	118,0	1.720	16,5
3	751.249	282.349	641,2	SB-03	Ja	VESTAS	V126 3450-3.450	3.450	126,0	119,0	1.720	16,5
4	751.715	282.242	646,3	SB-04	Ja	VESTAS	V126 3450-3.450	3.450	126,0	117,0	1.720	16,5
5	751.446	281.836	587,2	SB-05	Ja	VESTAS	V126 3450-3.450	3.450	126,0	140,0	1.718	16,5
6	750.580	282.256	631,4	SB-06	Ja	VESTAS	V126 3450-3.450	3.450	126,0	120,0	1.720	16,5

## Schattenrezeptor-Eingabe

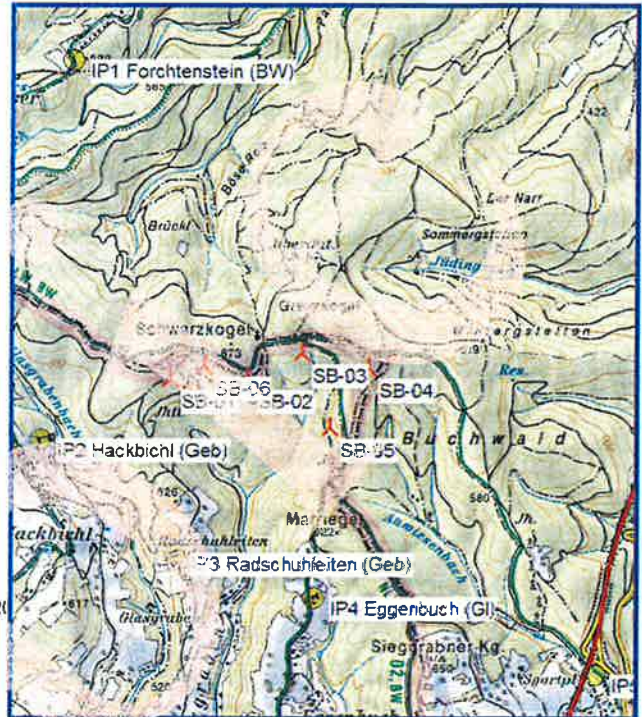
Nr.	Name	Y (Ost)	X (Nord)	Z	Breite	Höhe	Höhe über Grund	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
A	IP1 Forchtenstein (BW)	749.668	284.362	589,1	1,0	1,0	1,5	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
B	IP2 Hackbichl (Geb)	749.450	281.749	549,1	1,0	1,0	1,5	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
C	IP3 Radschuhleiten (Geb)	750.382	280.961	547,7	1,0	1,0	1,5	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
D	IP4 Eggenbuch (G)	751.346	280.658	569,6	1,0	1,0	1,5	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
E	IP5 Riegel (BM)	753.301	280.127	482,8	1,0	1,0	1,5	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"

## Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer	
		Stunden/Jahr	Schattentage/a	Max. Schatten Stunden/Tag	Stunden/Jahr	
		[Std/Jahr]	[Tage/Jahr]	[Std/Tag]	[Std/Jahr]	
A	IP1 Forchtenstein (BW)	0:00	0	0:00	0:00	
B	IP2 Hackbichl (Geb)	35:00	100	0:30	6:31	

(Fortsetzung nächste Seite)...



Neue WEA

Maßstab 1:50.000

Schattenrezeptor

Projekt:

wp\_schwarzenbach\_2\_9

Ventureal Projekt GmbH  
 Franz Blochberger  
 Laurenzerberg 5/33b  
 1010 Wien

Lizenzierter Anwender:

Energiewerkstatt Consulting GmbH

Katztal 37

AT-5222 Munderfing

+ 43(0)7744-20141-24

Ulrich Kirchmayr / u.kirchmayr@ews-consulting.at

Berechnet:

10.11.2015 15:40/3.0.619

## SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: 20151110 sb st umwi wp sb rev 01

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer			met. wahrsch. Beschattungsdauer
		Stunden/Jahr	Schattentage/a	Max.Schatten Stunden/Tag	Stunden/Jahr
		[Std/Jahr]	[Tage/Jahr]	[Std/Tag]	[Std/Jahr]
C	IP3 Radschuhleiten (Geb)	0:00	0	0:00	0:00
D	IP4 Eggenbuch (Gl)	0:00	0	0:00	0:00
E	IP5 Riegel (BM)	0:00	0	0:00	0:00

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal	Erwartet
		[Std/Jahr]	[Std/Jahr]
1	SB-01	13:21	2:25
2	SB-02	9:38	1:50
3	SB-03	0:00	0:00
4	SB-04	0:00	0:00
5	SB-05	0:00	0:00
6	SB-06	23:39	4:22



Projekt:

wp\_schwarzenbach\_2\_9

Ventureal Projekt GmbH

Franz Blochberger

Laurenzerberg 5/33b

1010 Wien

Lizenzierter Anwender:

Energiewerkstatt Consulting GmbH

Katztal 37

AT-5222 Munderfing

+43(0)7744-20141-24

Ulrich Kirchmayr / u.kirchmayr@ews-consulting.at

Berechnet:

10.11.2015 15:40/3.0.619

## SHADOW - Kalender

Berechnung: 20151110 sb st umwi wp sb rev 01 Schattenrezeptor: A - IP1 Forchtenstein (BW)

## Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [SOPRON]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
2,08	3,01	4,32	5,95	7,44	7,64	8,27	7,54	6,06	4,72	2,66	1,90

Betriebsdauer je Sektor

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	Summe
Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie																																				

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	07:44 16:13	07:23 16:55	06:38 17:39	06:36 19:24	05:40 20:06	05:02 20:44	05:00 20:57	05:31 20:31	06:12 19:36	06:53 18:37	06:38 16:39	07:22 16:06
2	07:44 16:14	07:22 16:56	06:36 17:40	06:34 19:25	05:38 20:08	05:01 20:45	05:01 20:57	05:32 20:30	06:14 19:36	06:54 18:35	06:40 16:37	07:23 16:05
3	07:44 16:15	07:21 16:58	06:34 17:42	06:32 19:27	05:36 20:09	05:01 20:46	05:02 20:57	05:34 20:28	06:15 19:34	06:56 18:33	06:41 16:36	07:24 16:05
4	07:44 16:16	07:19 16:59	06:32 17:43	06:30 19:28	05:35 20:10	05:00 20:47	05:02 20:56	05:35 20:27	06:16 19:32	06:57 18:31	06:42 16:35	07:25 16:05
5	07:44 16:17	07:18 17:01	06:30 17:45	06:28 19:29	05:33 20:12	04:59 20:48	05:03 20:56	05:36 20:28	06:18 19:30	06:58 18:29	06:44 16:34	07:26 16:04
6	07:44 16:18	07:17 17:03	06:28 17:46	06:26 19:31	05:32 20:13	04:59 20:49	05:04 20:56	05:37 20:24	06:19 19:33	07:00 18:27	06:46 16:31	07:28 16:04
7	07:43 16:19	07:15 17:04	06:26 17:48	06:24 19:32	05:30 20:15	04:59 20:50	05:04 20:55	05:39 20:22	06:20 19:25	07:01 18:25	06:47 16:30	07:29 16:04
8	07:43 16:21	07:14 17:06	06:24 17:49	06:22 19:34	05:29 20:16	04:58 20:51	05:05 20:55	05:40 20:21	06:22 19:24	07:03 18:24	06:49 16:29	07:30 16:04
9	07:43 16:22	07:12 17:07	06:22 17:51	06:20 19:35	05:27 20:17	04:58 20:51	05:06 20:54	05:41 20:19	06:23 19:22	07:04 18:21	06:50 16:27	07:31 16:03
10	07:42 16:23	07:11 17:09	06:20 17:52	06:18 19:37	05:26 20:19	04:57 20:52	05:07 20:53	05:42 20:18	06:24 19:20	07:05 18:19	06:52 16:26	07:32 16:03
11	07:42 16:24	07:09 17:11	06:18 17:54	06:16 19:38	05:24 20:20	04:57 20:52	05:08 20:53	05:44 20:16	06:26 19:18	07:07 18:17	06:53 16:25	07:33 16:03
12	07:41 16:26	07:08 17:12	06:16 17:55	06:14 19:39	05:23 20:21	04:57 20:52	05:09 20:52	05:45 20:14	06:27 19:16	07:08 18:15	06:55 16:23	07:34 16:03
13	07:41 16:27	07:06 17:14	06:14 17:56	06:12 19:41	05:21 20:23	04:57 20:51	05:10 20:52	05:47 20:13	06:28 19:14	07:10 18:13	06:56 16:22	07:35 16:03
14	07:40 16:28	07:04 17:15	06:12 17:58	06:10 19:42	05:20 20:24	04:57 20:51	05:11 20:51	05:48 20:11	06:30 19:12	07:11 18:11	06:58 16:21	07:36 16:03
15	07:40 16:29	07:03 17:17	06:10 17:59	06:08 19:44	05:19 20:25	04:56 20:50	05:12 20:50	05:49 20:09	06:31 19:09	07:13 18:09	06:59 16:20	07:36 16:03
16	07:39 16:31	07:01 17:18	06:08 18:01	06:06 19:45	05:18 20:26	04:56 20:55	05:13 20:49	05:51 20:08	06:32 19:07	07:14 18:07	07:01 16:18	07:37 16:04
17	07:38 16:32	06:59 17:20	06:06 18:02	06:04 19:47	05:16 20:28	04:56 20:56	05:14 20:48	05:52 20:06	06:34 19:05	07:16 18:05	07:02 16:17	07:38 16:04
18	07:38 16:34	06:58 17:22	06:04 18:04	06:03 19:48	05:15 20:29	04:56 20:56	05:15 20:47	05:53 20:04	06:35 19:03	07:17 18:03	07:04 16:16	07:39 16:04
19	07:37 16:35	06:56 17:23	06:02 18:05	06:01 19:49	05:14 20:30	04:56 20:56	05:16 20:47	05:55 20:02	06:36 19:01	07:19 18:01	07:05 16:15	07:39 16:04
20	07:36 16:36	06:54 17:25	06:00 18:07	05:59 19:51	05:13 20:31	04:57 20:57	05:17 20:46	05:56 20:01	06:38 18:59	07:20 18:00	07:07 16:14	07:40 16:05
21	07:35 16:38	06:52 17:26	05:58 18:08	05:57 19:52	05:12 20:33	04:57 20:57	05:18 20:45	05:57 20:05	06:39 18:57	07:21 17:58	07:08 16:13	07:41 16:05
22	07:34 16:39	06:51 17:28	05:56 18:09	05:55 19:54	05:11 20:34	04:57 20:57	05:19 20:44	05:59 20:04	06:41 18:55	07:23 17:56	07:09 16:12	07:41 16:06
23	07:33 16:41	06:49 17:29	05:54 18:11	05:53 19:55	05:10 20:35	04:57 20:57	05:20 20:42	06:00 20:04	06:42 18:53	07:24 17:54	07:11 16:11	07:42 16:06
24	07:32 16:42	06:47 17:31	05:52 18:12	05:52 19:56	05:09 20:36	04:57 20:57	05:21 20:41	06:01 20:04	06:43 18:51	07:26 17:52	07:12 16:11	07:42 16:07
25	07:31 16:44	06:45 17:32	05:50 18:11	05:50 19:57	05:08 20:37	04:58 20:57	05:22 20:40	06:03 20:04	06:45 18:49	07:27 17:51	07:14 16:10	07:42 16:07
26	07:30 16:45	06:43 17:34	05:48 18:15	05:48 19:59	05:07 20:38	04:58 20:57	05:24 20:39	06:04 20:04	06:46 18:47	07:29 17:49	07:15 16:09	07:43 16:08
27	07:29 16:47	06:42 17:35	05:46 18:17	05:46 20:01	05:06 20:39	04:58 20:57	05:25 20:38	06:05 20:05	06:47 18:45	07:30 17:47	07:16 16:08	07:43 16:09
28	07:28 16:48	06:40 17:37	05:44 18:18	05:45 20:02	05:05 20:40	04:59 20:57	05:26 20:37	06:07 20:06	06:49 18:43	07:32 17:46	07:18 16:08	07:43 16:10
29	07:27 16:50		06:42 19:20	05:43 20:03	05:04 20:42	04:59 20:57	05:27 20:35	06:08 20:04	06:50 18:41	07:33 17:44	07:19 16:07	07:44 16:10
30	07:26 16:52		06:40 19:21	05:41 20:05	05:03 20:43	05:00 20:57	05:29 20:34	06:10 20:04	06:51 18:39	07:35 17:42	07:20 16:07	07:44 16:11
31	07:25 16:53		06:38 19:22		05:03 20:44		05:30 20:33	06:11 20:04	06:36 18:41			07:44 16:12
Sonnenscheinstunden												
astr.max.mögl.Beschattung												
Red.Sonnenscheinwahrsch.												
Reduktion Betriebsdauer												
Reduktion Windrichtung												
Gesamte Reduktion												
Met.wahrsch.Beschattung												
	276	286	368	408	469	478	483	442	378	338	280	263

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang	Zeitpunkt (SS:MM) Schattende	(WEA mit erstem Schatten)	(WEA mit letztem Schatten)
--------------	-----------------------	-------------------------	----------------------	----------------------------------	------------------------------	---------------------------	----------------------------

Projekt:

wp\_schwarzenbach\_2\_9

Ventureal Projekt GmbH

Franz Blochberger

Laurenzerberg 5/33b

1010 Wien

Lizenzierter Anwender:

Energiewerkstatt Consulting GmbH

Katztal 37

AT-5222 Munderfing

+ 43(0)7744-20141-24

Ulrich Kirchmayr / u.kirchmayr@ews-consulting.at

Berechnet:

10.11.2015 15:40/3.0.619

## SHADOW - Kalender

Berechnung: 20151110 sb st umwi wp sb rev 01 Schattenrezeptor: B - IP2 Hackbühl (Geb)

## Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [SOPRON]

Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
2,08 3,01 4,32 5,95 7,44 7,64 8,27 7,54 6,06 4,72 2,66 1,90

Betriebsdauer je Sektor

Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1	07:44 16:13	07:23 16:55	06:38 17:39	06:36 19:24	05:40 20:36	06:18 (2) 20:44
2	07:44 16:14	07:22 16:56	06:36 17:40	06:34 19:25	05:38 20:36	06:16 (2) 20:45
3	07:44 16:15	07:21 16:58	06:34 17:42	06:32 19:27	05:36 20:09	06:15 (2) 20:46
4	07:44 16:16	07:19 17:00	06:32 17:43	06:30 19:28	05:35 20:10	06:14 (2) 20:47
5	07:44 16:17	07:18 17:01	06:30 17:45	06:28 19:29	05:33 20:12	06:13 (2) 20:48
6	07:43 16:18	07:17 17:03	06:28 17:46	06:26 19:31	05:32 20:13	06:13 (2) 20:49
7	07:43 16:20	07:15 17:04	06:26 17:48	06:24 19:32	05:30 20:14	06:13 (2) 20:50
8	07:43 16:21	07:14 17:06	06:24 17:49	06:22 19:34	05:29 20:16	06:13 (2) 20:50
9	07:43 16:22	07:12 17:07	06:22 17:51	06:20 19:35	05:27 20:17	06:13 (2) 20:51
10	07:42 16:23	07:11 17:09	06:20 17:52	06:18 19:37	05:26 20:18	06:13 (2) 20:52
11	07:42 16:24	07:09 17:11	06:18 17:54	06:16 19:38	05:24 20:20	06:13 (2) 20:52
12	07:41 16:26	07:08 17:12	06:16 17:55	06:14 19:39	05:23 20:21	06:14 (2) 20:53
13	07:41 16:27	07:06 17:14	06:14 17:56	06:12 19:41	05:22 20:22	06:15 (2) 20:54
14	07:40 16:28	07:04 17:15	06:12 17:58	06:10 19:42	05:20 20:24	06:15 (2) 20:54
15	07:40 16:30	07:03 17:17	06:10 17:59	06:08 19:44	05:19 20:25	06:16 (2) 20:55
16	07:39 16:31	07:01 17:18	06:08 18:01	06:06 19:45	05:18 20:26	06:14 (2) 20:55
17	07:38 16:32	06:59 17:20	06:06 18:02	06:04 19:46	05:16 20:28	06:21 (2) 20:56
18	07:38 16:34	06:58 17:22	06:04 18:04	06:03 19:48	05:15 20:29	06:25 (2) 20:57
19	07:37 16:35	06:56 17:23	06:02 18:05	06:01 19:49	05:14 20:30	06:14 (2) 20:57
20	07:36 16:37	06:54 17:25	06:00 18:07	05:59 19:51	05:13 20:31	06:12 (6) 20:57
21	07:35 16:38	06:52 17:26	05:58 18:08	05:57 19:52	05:12 20:32	06:00 (6) 20:57
22	07:34 16:40	06:51 17:28	05:56 18:09	05:55 19:54	05:11 20:34	05:57 (6) 20:57
23	07:33 16:41	06:49 17:29	05:54 18:11	05:53 19:55	05:10 20:35	05:56 (6) 20:57
24	07:32 16:42	06:47 17:31	05:52 18:12	05:52 19:56	05:09 20:36	05:55 (6) 20:57
25	07:31 16:44	06:45 17:32	05:50 18:14	05:50 19:58	05:08 20:37	05:54 (6) 20:57
26	07:30 16:46	06:43 17:34	05:48 18:15	05:48 19:59	05:07 20:38	05:53 (6) 20:57
27	07:29 16:47	06:42 17:36	05:46 18:17	05:46 20:01	05:06 20:39	05:52 (6) 20:57
28	07:28 16:49	06:40 17:37	05:44 18:18	05:45 20:02	05:05 20:40	05:53 (6) 20:57
29	07:27 16:50		05:42 19:20	05:43 20:03	05:04 20:41	05:52 (6) 20:57
30	07:26 16:52		05:40 19:21	05:41 20:05	05:03 20:42	05:52 (6) 20:57
31	07:25 16:53		05:38 19:22		05:03 20:43	05:52 (6) 20:57
Sonnenscheinstunden	276	286	368	408	469	478
astr. max. mögl. Beschattung				8	473	835
Red. Sonnenscheinwahrsch.				0,44	0,49	0,48
Reduktion Betriebsdauer				0,94	0,94	0,94
Reduktion Windrichtung				0,40	0,40	0,39
Gesamte Reduktion				0,16	0,18	0,18
Met. wahrsch. Beschattung				1	87	148

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang	(WEA mit erstem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM) Schattende	(WEA mit letztem Schatten)



Projekt:

wp\_schwarzenbach\_2\_9

Ventureal Projekt GmbH  
 Franz Blochberger  
 Laurenzerberg 5/33b  
 1010 Wien

Lizenzierter Anwender:

Energiewerkstatt Consulting GmbH

Katztal 37

AT-5222 Munderfing

+ 43(0)7744-20141-24

Ulrich Kirchmayr / u.kirchmayr@ews-consulting.at

Berechnet:

10.11.2015 15:40/3.0.619

## SHADOW - Kalender

Berechnung: 20151110 sb st umwi wp sb rev 01 Schattenrezeptor: B - IP2 Hackbichl (Geb)

## Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [SOPRON]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
2,08	3,01	4,32	5,95	7,44	7,64	8,27	7,54	6,06	4,72	2,66	1,90

Betriebsdauer je Sektor

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie																																																																																																			

Juli		August		September		Oktober		November		Dezember	
1	05:01	05:57 (6)	05:31	06:24 (2)	06:12	06:53	06:38	07:22			
	20:57	06:25 (1)	20:31	19	06:43 (2)	19:38	18:37	16:39			16:06
2	05:01	05:57 (6)	05:32	06:24 (2)	06:14	06:54	06:39	07:23			
	20:57	06:25 (1)	20:30	19	06:43 (2)	19:36	18:35	16:38			16:06
3	05:02	05:57 (6)	05:34	06:23 (2)	06:15	06:56	06:41	07:24			
	20:56	06:24 (1)	20:28	20	06:43 (2)	19:34	18:33	16:36			16:05
4	05:02	05:58 (6)	05:35	06:23 (2)	06:16	06:57	06:43	07:25			
	20:56	06:25 (1)	20:27	20	06:43 (2)	19:32	18:31	16:34			16:05
5	05:03	05:58 (6)	05:36	06:23 (2)	06:18	06:58	06:44	07:26			
	20:56	06:25 (1)	20:25	21	06:44 (2)	19:30	18:29	16:33			16:04
6	05:04	05:59 (6)	05:38	06:23 (2)	06:19	07:00	06:46	07:27			
	20:55	06:24 (1)	20:24	20	06:43 (2)	19:28	18:27	16:32			16:04
7	05:05	05:58 (6)	05:39	06:23 (2)	06:20	07:01	06:47	07:29			
	20:55	06:23 (1)	20:22	20	06:43 (2)	19:26	18:25	16:30			16:04
8	05:05	05:59 (6)	05:40	06:23 (2)	06:22	07:02	06:49	07:30			
	20:54	06:23 (1)	20:21	19	06:42 (2)	19:24	18:23	16:29			16:04
9	05:06	05:59 (6)	05:41	06:24 (2)	06:23	07:03	06:50	07:31			
	20:54	06:24 (6)	20:19	18	06:42 (2)	19:22	18:21	16:27			16:03
10	05:07	06:00 (6)	05:43	06:24 (2)	06:24	07:05	06:52	07:32			
	20:53	06:24 (6)	20:18	17	06:41 (2)	19:20	18:19	16:26			16:03
11	05:08	05:59 (6)	05:44	06:25 (2)	06:25	07:07	06:53	07:33			
	20:53	06:23 (6)	20:16	15	06:40 (2)	19:13	18:17	16:25			16:03
12	05:09	05:59 (6)	05:45	06:26 (2)	06:26	07:08	06:55	07:34			
	20:52	06:23 (6)	20:14	12	06:39 (2)	19:16	18:15	16:23			16:03
13	05:10	06:00 (6)	05:47	06:26 (2)	06:28	07:10	06:56	07:35			
	20:51	06:23 (6)	20:13	7	06:36 (2)	19:11	18:13	16:22			16:03
14	05:11	06:00 (6)	05:48			06:30	06:11	06:58			07:35
	20:51	06:23 (6)	20:11			19:12	18:11	16:21			16:03
15	05:12	06:01 (6)	05:49			06:31	07:10	06:59			07:36
	20:50	06:23 (6)	20:09			19:09	18:09	16:20			16:04
16	05:13	06:02 (6)	05:51			06:32	07:14	07:03			07:37
	20:49	06:23 (6)	20:08			19:07	18:07	16:19			16:04
17	05:14	06:02 (6)	05:52			06:34	07:16	07:05			07:38
	20:48	06:22 (6)	20:06			19:05	18:05	16:17			16:04
18	05:15	06:03 (6)	05:53			06:35	07:17	07:04			07:39
	20:47	06:22 (6)	20:04			19:03	18:03	16:16			16:04
19	05:16	06:04 (6)	05:55			06:36	07:18	07:05			07:39
	20:46	06:21 (6)	20:02			19:01	18:01	16:15			16:05
20	05:17	06:05 (6)	05:56			06:38	07:20	07:07			07:40
	20:45	06:20 (6)	20:00			18:59	18:00	16:14			16:05
21	05:18	06:06 (6)	05:57			06:39	07:21	07:08			07:40
	20:44	06:19 (6)	19:59			18:57	17:58	16:13			16:05
22	05:19	06:08 (6)	05:59			06:41	07:23	07:09			07:41
	20:43	06:17 (6)	19:57			18:55	17:56	16:12			16:06
23	05:20	06:11 (6)	06:00			06:42	07:24	07:11			07:41
	20:42	06:13 (6)	19:55			18:53	17:54	16:12			16:06
24	05:21		06:01			06:43	07:26	07:12			07:42
	20:41		19:53			18:51	17:52	16:11			16:07
25	05:23		06:03			06:45	06:27	07:14			07:42
	20:40		19:51			18:49	16:51	16:10			16:08
26	05:24		06:04			06:46	06:29	07:15			07:43
	20:39		19:49			18:47	16:49	16:09			16:08
27	05:25		06:05			06:47	06:30	07:16			07:43
	20:38	7	06:37 (2)	11:47		18:45	16:47	16:08			16:09
28	05:26		06:28 (2)	06:07		06:49	06:32	07:18			07:43
	20:36	11	06:39 (2)	19:46		18:43	16:46	16:08			16:10
29	05:27		06:26 (2)	06:08		06:50	06:33	07:19			07:43
	20:35	14	06:40 (2)	19:44		18:41	16:44	16:07			16:10
30	05:29		06:25 (2)	06:10		06:51	06:35	07:20			07:44
	20:34	16	06:41 (2)	19:42		18:39	16:42	16:07			16:11
31	05:30		06:25 (2)	06:11			06:36				07:44
	20:33	7	06:42 (2)	19:40			16:41				16:12
Sonnenscheinstunden		483	442		378	338	280	264			
astr.max.mögl.Beschattung		0,37	0,53								
Red.Sonnenscheinwahrsch.		0,53	0,53								
Reduktion Betriebsdauer		0,94	0,94								
Reduktion Windrichtung		0,39	0,40								
Gesamte Reduktion		0,20	0,20								
Met.wahrsch.Beschattung		110	45								

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang	(WEA mit erstem Schatten)	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende	(WEA mit letztem Schatten)
--------------	-----------------------	-------------------------	----------------------	----------------------------------	---------------------------	--------------------------------	----------------------------

Projekt:

wp\_schwarzenbach\_2\_9

Ventureal Projekt GmbH

Franz Blochberger

Laurenzerberg 5/33b

1010 Wien

Lizenzierter Anwender:

Energiewerkstatt Consulting GmbH

Katztal 37

AT-5222 Munderfing

+ 43(0)7744-20141-24

Ulrich Kirchmayr / u.kirchmayr@ews-consulting.at

Berechnet:

10.11.2015 15:40/3.0.619

## SHADOW - Kalender

Berechnung: 20151110 sb st umwi wp sb rev 01 Schattenrezeptor: C - IP3 Radschuhleiten (Geb)

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [SOPRON]

Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
2,08 3,01 4,32 5,95 7,44 7,64 8,27 7,54 6,06 4,72 2,66 1,90

Betriebsdauer je Sektor

Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	07:44 16:13	07:23 16:55	06:38 17:39	06:36 19:24	05:40 20:06	05:02 20:44	05:01 20:57	05:31 20:31	06:12 19:38	06:53 18:37	06:38 16:39	07:27 16:06
2	07:44 16:14	07:22 16:56	06:36 17:40	06:34 19:25	05:38 20:07	05:01 20:45	05:01 20:57	05:32 20:30	06:14 19:36	06:54 18:35	06:39 16:38	07:23 16:06
3	07:44 16:15	07:21 16:58	06:34 17:42	06:32 19:27	05:36 20:09	05:01 20:46	05:02 20:56	05:34 20:28	06:15 19:34	06:56 18:33	06:41 16:36	07:24 16:05
4	07:44 16:16	07:19 16:59	06:32 17:43	06:30 19:28	05:35 20:10	05:00 20:47	05:02 20:56	05:35 20:27	06:16 19:32	06:57 18:31	06:42 16:34	07:25 16:05
5	07:44 16:17	07:18 17:01	06:30 17:45	06:28 19:29	05:33 20:12	05:00 20:48	05:03 20:56	05:36 20:25	06:18 19:30	06:58 18:29	06:44 16:33	07:26 16:04
6	07:43 16:18	07:17 17:03	06:28 17:46	06:26 19:31	05:32 20:13	04:59 20:49	05:04 20:55	05:38 20:24	06:19 19:30	07:00 18:27	06:46 16:32	07:27 16:04
7	07:43 16:20	07:15 17:04	06:26 17:48	06:24 19:32	05:30 20:14	04:59 20:50	05:05 20:55	05:39 20:22	06:20 19:26	07:01 18:25	06:47 16:30	07:29 16:04
8	07:43 16:21	07:14 17:06	06:24 17:49	06:22 19:34	05:29 20:16	04:58 20:52	05:05 20:54	05:40 20:21	06:22 19:24	07:03 18:23	06:49 16:29	07:30 16:04
9	07:43 16:22	07:12 17:07	06:22 17:51	06:20 19:35	05:27 20:17	04:56 20:51	05:06 20:54	05:41 20:19	06:23 19:22	07:04 18:21	06:50 16:27	07:31 16:03
10	07:42 16:23	07:11 17:09	06:20 17:52	06:18 19:37	05:26 20:18	04:56 20:52	05:07 20:53	05:40 20:18	06:24 19:20	07:05 18:19	06:52 16:26	07:32 16:03
11	07:42 16:24	07:09 17:11	06:18 17:53	06:16 19:38	05:24 20:20	04:57 20:52	05:08 20:53	05:44 20:16	06:26 19:18	07:07 18:17	06:53 16:25	07:33 16:03
12	07:41 16:26	07:07 17:12	06:16 17:55	06:14 19:39	05:23 20:21	04:57 20:53	05:09 20:52	05:45 20:14	06:27 19:16	07:08 18:15	06:55 16:23	07:34 16:03
13	07:41 16:27	07:06 17:14	06:14 17:56	06:12 19:41	05:21 20:22	04:56 20:54	05:10 20:51	05:47 20:13	06:28 19:14	07:10 18:13	06:56 16:22	07:35 16:03
14	07:40 16:28	07:04 17:15	06:12 17:58	06:10 19:42	05:20 20:24	04:57 20:54	05:11 20:51	05:48 20:11	06:30 19:11	07:11 18:11	06:58 16:21	07:36 16:03
15	07:40 16:30	07:03 17:17	06:10 17:59	06:08 19:44	05:19 20:25	04:57 20:55	05:12 20:50	05:49 20:09	06:31 19:09	07:13 18:09	06:59 16:20	07:37 16:04
16	07:39 16:31	07:01 17:18	06:08 18:01	06:06 19:45	05:18 20:26	04:56 20:56	05:13 20:55	05:51 20:08	06:32 19:07	07:14 18:07	07:01 16:19	07:37 16:04
17	07:38 16:32	06:59 17:20	06:06 18:02	06:04 19:46	05:16 20:28	04:56 20:57	05:14 20:53	05:52 20:06	06:34 19:05	07:16 18:05	07:02 16:17	07:38 16:04
18	07:38 16:34	06:58 17:22	06:04 18:04	06:03 19:48	05:15 20:29	04:56 20:58	05:15 20:47	05:53 20:04	06:35 19:03	07:17 18:03	07:04 16:16	07:38 16:04
19	07:37 16:35	06:56 17:23	06:02 18:05	06:01 19:49	05:14 20:30	04:57 20:59	05:16 20:46	05:55 20:02	06:36 19:01	07:18 18:01	07:05 16:15	07:39 16:05
20	07:36 16:37	06:54 17:25	06:00 18:07	05:59 19:51	05:13 20:31	04:57 20:59	05:17 20:45	05:56 20:00	06:38 18:59	07:20 18:00	07:06 16:14	07:40 16:05
21	07:35 16:38	06:52 17:26	05:58 18:08	05:57 19:52	05:12 20:32	04:57 20:57	05:18 20:44	05:57 19:59	06:39 18:57	07:21 17:58	07:08 16:13	07:40 16:05
22	07:34 16:39	06:51 17:28	05:56 18:09	05:55 19:53	05:11 20:34	04:57 20:57	05:19 20:43	05:59 19:57	06:40 18:55	07:23 17:56	07:09 16:12	07:41 16:06
23	07:33 16:41	06:49 17:29	05:54 18:11	05:53 19:55	05:10 20:35	04:57 20:57	05:20 20:42	06:00 19:55	06:42 18:53	07:24 17:54	07:11 16:12	07:41 16:06
24	07:32 16:42	06:47 17:31	05:52 18:12	05:52 19:56	05:09 20:36	04:58 20:57	05:21 20:41	06:01 19:53	06:43 18:51	07:26 17:52	07:12 16:11	07:42 16:07
25	07:31 16:44	06:45 17:32	05:50 18:11	05:50 19:58	05:08 20:37	04:58 20:57	05:23 20:40	06:03 19:51	06:45 18:49	07:27 16:51	07:14 16:10	07:42 16:08
26	07:30 16:45	06:43 17:34	05:49 18:15	05:48 19:59	05:07 20:38	04:58 20:57	05:24 20:39	06:04 19:49	06:46 18:47	07:29 16:49	07:15 16:09	07:43 16:08
27	07:29 16:47	06:41 17:35	05:46 18:17	05:46 20:01	05:06 20:39	04:59 20:57	05:25 20:38	06:05 19:47	06:47 18:45	07:30 16:47	07:16 16:08	07:43 16:09
28	07:28 16:49	06:40 17:37	05:44 18:18	05:45 20:02	05:05 20:40	04:59 20:57	05:26 20:36	06:07 19:45	06:49 18:43	07:32 16:46	07:18 16:08	07:43 16:10
29	07:27 16:50		06:42 19:19	05:43 20:03	05:04 20:41	04:59 20:57	05:27 20:35	06:08 19:44	06:50 18:41	07:33 16:44	07:19 16:07	07:43 16:10
30	07:26 16:51		06:40 19:21	05:41 20:05	05:03 20:42	05:00 20:57	05:29 20:34	06:10 19:42	06:51 18:39	07:35 16:42	07:20 16:07	07:44 16:11
31	07:25 16:52		06:38 19:22		05:03 20:43		05:30 20:33	06:11 19:40		06:36 16:41		07:44 16:12
Sonnenscheinstunden	276	286	368	408	469	478	483	442	378	338	280	264
astr.max.mögl.Beschattung												
Red.Sonnenscheinwahrsch.												
Reduktion Betriebsdauer												
Reduktion Windrichtung												
Gesamte Reduktion												
Mitt.wahrsch.Beschattung												

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang	(WEA mit erstem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende	(WEA mit letztem Schatten)

Projekt:

wp\_schwarzenbach\_2\_9

Ventureal Projekt GmbH

Franz Blochberger

Laurenzerberg 5/33b

1010 Wien

Lizenzierter Anwender:

Energiewerkstatt Consulting GmbH

Katztal 37

AT-5222 Munderfing

+ 43(0)7744-20141-24

Ulrich Kirchmayr / u.kirchmayr@ews-consulting.at

Berechnet:

10.11.2015 15:40/3.0.619

## SHADOW - Kalender

Berechnung: 20151110 sb st umwi wp sb rev 01 Schattenrezeptor: D - IP4 Eggenbuch (GI)

## Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [SOPRON]

Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
2,08 3,01 4,32 5,95 7,44 7,64 8,27 7,54 6,06 4,72 2,66 1,90

Betriebsdauer je Sektor

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17  
Startwindgeschw. aus Leistungskategorie

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	07:44 16:13	07:23 16:55	06:38 17:38	06:36 19:24	05:40 20:06	05:02 20:44	05:01 20:57	05:31 20:31	06:12 19:38	06:53 18:37	06:38 16:39	07:21 16:06
2	07:44 16:14	07:22 16:56	06:36 17:40	06:34 19:25	05:38 20:07	05:01 20:45	05:01 20:57	05:32 20:30	06:14 19:36	06:54 18:35	06:39 16:37	07:23 16:06
3	07:44 16:15	07:21 16:58	06:34 17:42	06:32 19:27	05:36 20:09	05:01 20:46	05:02 20:56	05:34 20:28	06:15 19:34	06:56 18:32	06:41 16:36	07:24 16:05
4	07:44 16:16	07:19 16:59	06:32 17:43	06:30 19:28	05:35 20:10	05:00 20:47	05:02 20:56	05:35 20:27	06:16 19:32	06:57 18:30	06:42 16:34	07:25 16:05
5	07:43 16:17	07:18 17:01	06:30 17:45	06:28 19:29	05:33 20:12	04:59 20:48	05:03 20:56	05:36 20:25	06:18 19:30	06:58 18:28	06:44 16:33	07:26 16:04
6	07:43 16:18	07:16 17:03	06:28 17:46	06:26 19:31	05:32 20:13	04:59 20:49	05:04 20:55	05:37 20:24	06:19 19:28	07:00 18:26	06:45 16:31	07:27 16:04
7	07:43 16:19	07:15 17:04	06:26 17:48	06:24 19:32	05:30 20:14	04:59 20:49	05:05 20:55	05:39 20:22	06:20 19:25	07:01 18:24	06:47 16:30	07:28 16:04
8	07:43 16:21	07:14 17:06	06:24 17:49	06:22 19:34	05:29 20:16	04:58 20:50	05:05 20:51	05:40 20:21	06:22 19:24	07:03 18:22	06:48 16:29	07:30 16:04
9	07:42 16:22	07:12 17:07	06:22 17:50	06:20 19:35	05:27 20:17	04:57 20:51	05:06 20:54	05:41 20:19	06:23 19:22	07:04 18:21	06:50 16:27	07:31 16:03
10	07:42 16:23	07:11 17:09	06:20 17:52	06:18 19:36	05:26 20:18	04:57 20:52	05:07 20:53	05:43 20:16	06:24 19:20	07:05 18:19	06:52 16:26	07:32 16:03
11	07:42 16:24	07:09 17:11	06:18 17:53	06:16 19:38	05:24 20:20	04:57 20:52	05:08 20:53	05:44 20:16	06:26 19:18	07:07 18:17	06:53 16:25	07:33 16:03
12	07:41 16:26	07:07 17:12	06:16 17:55	06:14 19:39	05:23 20:21	04:57 20:53	05:09 20:52	05:45 20:14	06:27 19:16	07:08 18:15	06:55 16:23	07:34 16:03
13	07:41 16:27	07:06 17:14	06:14 17:56	06:12 19:41	05:21 20:22	04:57 20:53	05:10 20:51	05:47 20:13	06:28 19:13	07:10 18:13	06:56 16:22	07:34 16:03
14	07:40 16:28	07:04 17:15	06:12 17:58	06:10 19:42	05:20 20:24	04:57 20:54	05:11 20:51	05:48 20:11	06:30 19:11	07:11 18:11	06:58 16:21	07:35 16:03
15	07:40 16:30	07:03 17:17	06:10 17:59	06:08 19:43	05:19 20:25	04:57 20:54	05:12 20:50	05:49 20:09	06:31 19:09	07:13 18:09	06:59 16:20	07:36 16:04
16	07:39 16:31	07:01 17:18	06:08 18:01	06:06 19:45	05:18 20:26	04:56 20:55	05:13 20:49	05:51 20:08	06:32 19:07	07:14 18:07	07:01 16:19	07:37 16:04
17	07:38 16:32	06:59 17:20	06:06 18:02	06:04 19:46	05:16 20:27	04:56 20:57	05:14 20:48	05:52 20:06	06:34 19:05	07:15 18:05	07:02 16:17	07:38 16:04
18	07:38 16:34	06:58 17:22	06:04 18:04	06:03 19:48	05:15 20:29	04:56 20:58	05:15 20:47	05:53 20:04	06:35 19:03	07:17 18:03	07:03 16:16	07:38 16:04
19	07:37 16:35	06:56 17:23	06:02 18:05	06:01 19:49	05:14 20:30	04:57 20:58	05:16 20:46	05:55 20:02	06:36 19:01	07:18 18:01	07:05 16:15	07:39 16:05
20	07:36 16:37	06:54 17:25	06:00 18:07	05:59 19:51	05:13 20:31	04:57 20:59	05:17 20:45	05:56 20:00	06:38 18:59	07:20 18:00	07:06 16:14	07:40 16:05
21	07:35 16:38	06:52 17:26	05:58 18:08	05:57 19:52	05:12 20:32	04:57 20:59	05:18 20:44	05:57 19:59	06:39 18:57	07:21 17:58	07:08 16:13	07:40 16:05
22	07:34 16:39	06:51 17:28	05:56 18:09	05:55 19:53	05:11 20:34	04:57 20:57	05:19 20:43	05:59 19:57	06:40 18:55	07:23 17:56	07:09 16:12	07:41 16:06
23	07:33 16:41	06:49 17:29	05:54 18:11	05:53 19:55	05:10 20:35	04:57 20:57	05:20 20:42	06:00 19:55	06:42 18:53	07:24 17:54	07:11 16:12	07:41 16:06
24	07:32 16:42	06:47 17:31	05:52 18:12	05:52 19:56	05:09 20:36	04:57 20:57	05:21 20:41	06:01 19:53	06:43 18:51	07:26 17:52	07:12 16:11	07:42 16:07
25	07:31 16:44	06:45 17:32	05:50 18:13	05:50 19:57	05:08 20:37	04:58 20:57	05:22 20:40	06:03 19:51	06:45 18:49	07:27 18:49	07:13 16:10	07:42 16:08
26	07:30 16:45	06:43 17:34	05:49 18:15	05:48 19:59	05:07 20:38	04:58 20:57	05:24 20:39	06:04 19:49	06:46 18:47	07:29 18:49	07:15 16:09	07:43 16:08
27	07:29 16:47	06:41 17:35	05:46 18:17	05:46 20:00	05:06 20:39	04:59 20:57	05:25 20:38	06:05 19:47	06:47 18:45	07:30 18:47	07:16 16:08	07:43 16:09
28	07:28 16:49	06:40 17:37	05:44 18:18	05:45 20:02	05:05 20:40	04:59 20:57	05:26 20:36	06:07 19:45	06:49 18:43	07:32 18:46	07:18 16:08	07:43 16:10
29	07:27 16:50		06:42 19:19	05:43 20:03	05:04 20:41	04:59 20:57	05:27 20:35	06:08 19:43	06:50 18:41	07:33 18:44	07:19 16:07	07:43 16:10
30	07:26 16:52		06:40 19:21	05:41 20:05	05:03 20:42	05:00 20:57	05:29 20:34	06:09 19:42	06:51 18:39	07:35 18:42	07:20 16:07	07:43 16:11
31	07:25 16:53		06:38 19:22		05:03 20:43		05:30 20:32	06:11 19:40	06:36 18:41			07:44 16:12
Sonnenscheinstunden												
astr.max.mögl.Beschattung												
Red.Sonnenscheinwahrsch.												
Reduktion Betriebsdauer												
Reduktion Windrichtung												
Gesamte Reduktion												
Met.wahrsch.Beschattung												
	276	286	368	408	469	478	483	442	378	338	280	264

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang	(WEA mit erstem Schatten)	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende	(WEA mit letztem Schatten)
--------------	-----------------------	-------------------------	----------------------	----------------------------------	---------------------------	--------------------------------	----------------------------



Projekt:

wp\_schwarzenbach\_2\_9

Ventureal Projekt GmbH  
Franz Blochberger  
Laurenzerberg 5/33b  
1010 Wien

Lizenzierter Anwender:

Energiewerkstatt Consulting GmbH

Katztal 37

AT-5222 Munderfing

+ 43(0)7744-20141-24

Ulrich Kirchmayr / u.kirchmayr@ews-consulting.at

Berechnet:

10.11.2015 15:40/3.0.619

## SHADOW - Kalender

Berechnung: 20151110 sb st umwi wp sb rev 01 Schattenrezeptor: E - IP5 Riegel (BM)

## Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [SOPRON]

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
2,08	3,01	4,32	5,95	7,44	7,64	8,27	7,54	6,06	4,72	2,66	1,90

Betriebsdauer je Sektor

Startwindgeschw. aus Leistungskennlinie

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	07:44 18:13	07:23 18:55	06:38 17:38	06:36 19:24	05:39 20:06	05:02 20:44	05:00 20:57	05:31 20:31	06:12 19:38	06:53 18:36	06:38 16:39	07:21 16:06
2	07:44 18:14	07:22 18:56	06:36 17:40	06:34 19:25	05:38 20:07	05:01 20:45	05:01 20:56	05:32 20:30	06:13 19:36	06:54 18:34	06:39 16:37	07:23 16:05
3	07:44 18:15	07:20 18:58	06:34 17:41	06:32 19:26	05:36 20:09	05:01 20:46	05:02 20:56	05:33 20:28	06:15 19:34	06:55 18:32	06:41 16:36	07:24 16:05
4	07:44 18:16	07:19 18:59	06:32 17:43	06:30 19:28	05:35 20:10	05:00 20:47	05:02 20:56	05:35 20:27	06:16 19:32	06:57 18:30	06:42 16:34	07:25 16:05
5	07:43 18:17	07:18 19:01	06:30 17:44	06:28 19:29	05:33 20:11	05:03 20:48	05:03 20:56	05:36 20:25	06:17 19:30	06:58 18:28	06:44 16:33	07:26 16:04
6	07:43 18:18	07:16 19:03	06:28 17:46	06:26 19:31	05:31 20:13	05:04 20:49	05:04 20:55	05:37 20:24	06:19 19:28	07:00 18:26	06:45 16:31	07:27 16:04
7	07:43 18:19	07:15 19:04	06:26 17:47	06:24 19:32	05:30 20:14	05:04 20:49	05:04 20:55	05:39 20:22	06:20 19:26	07:01 18:24	06:47 16:30	07:28 16:04
8	07:43 18:21	07:13 19:06	06:24 17:49	06:22 19:34	05:28 20:16	05:05 20:50	05:05 20:56	05:40 20:21	06:21 19:24	07:02 18:22	06:48 16:29	07:29 16:04
9	07:42 18:22	07:12 19:07	06:22 17:50	06:20 19:35	05:27 20:17	05:06 20:51	05:06 20:54	05:41 20:19	06:23 19:22	07:04 18:20	06:50 16:27	07:30 16:03
10	07:42 18:23	07:10 19:09	06:20 17:52	06:18 19:36	05:26 20:18	05:07 20:51	05:07 20:53	05:40 20:17	06:24 19:19	07:05 18:18	06:51 16:26	07:32 16:03
11	07:42 18:24	07:09 19:10	06:18 17:53	06:16 19:38	05:24 20:20	05:08 20:52	05:08 20:53	05:44 20:16	06:26 19:17	07:07 18:16	06:53 16:24	07:32 16:03
12	07:41 18:25	07:07 19:12	06:16 17:55	06:14 19:39	05:23 20:21	05:09 20:53	05:09 20:52	05:45 20:14	06:27 19:15	07:08 18:15	06:54 16:23	07:33 16:03
13	07:41 18:27	07:06 19:14	06:14 17:56	06:12 19:41	05:21 20:22	05:07 20:53	05:07 20:51	05:47 20:13	06:28 19:13	07:10 18:13	06:56 16:22	07:34 16:03
14	07:40 18:28	07:04 19:15	06:12 17:58	06:10 19:42	05:20 20:24	05:07 20:54	05:11 20:50	05:48 20:11	06:30 19:11	07:11 18:11	06:57 16:21	07:35 16:03
15	07:39 18:29	07:02 19:17	06:10 17:59	06:08 19:43	05:19 20:25	05:08 20:54	05:11 20:50	05:49 20:09	06:31 19:09	07:12 18:09	06:59 16:20	07:36 16:03
16	07:39 18:31	07:01 19:18	06:08 18:01	06:06 19:45	05:17 20:26	05:06 20:55	05:12 20:49	05:51 20:07	06:32 19:07	07:14 18:07	07:00 16:18	07:37 16:04
17	07:38 18:32	06:59 19:20	06:06 18:02	06:04 19:46	05:16 20:27	05:06 20:56	05:14 20:48	05:52 20:06	06:34 19:05	07:15 18:05	07:02 16:17	07:38 16:04
18	07:37 18:34	06:57 19:21	06:04 18:04	06:02 19:48	05:15 20:29	05:05 20:56	05:15 20:47	05:53 20:04	06:35 19:03	07:17 18:03	07:03 16:16	07:38 16:04
19	07:37 18:35	06:56 19:23	06:02 18:05	06:01 19:49	05:14 20:30	05:05 20:56	05:16 20:46	05:55 20:02	06:36 19:01	07:18 18:01	07:05 16:15	07:39 16:04
20	07:36 18:36	06:54 19:25	06:00 18:06	05:59 19:50	05:13 20:31	05:07 20:55	05:17 20:45	05:56 20:00	06:38 18:59	07:20 17:59	07:06 16:14	07:40 16:05
21	07:35 18:38	06:52 19:26	05:58 18:08	05:57 19:51	05:12 20:32	05:07 20:56	05:18 20:44	05:57 19:58	06:39 18:57	07:21 17:58	07:08 16:13	07:40 16:05
22	07:34 18:39	06:50 19:28	05:56 18:09	05:55 19:53	05:11 20:33	05:07 20:57	05:19 20:43	05:59 19:57	06:40 18:55	07:23 17:56	07:09 16:12	07:41 16:06
23	07:33 18:41	06:49 19:29	05:54 18:11	05:53 19:55	05:09 20:35	05:07 20:57	05:20 20:42	06:00 19:55	06:42 18:53	07:24 17:54	07:11 16:11	07:41 16:06
24	07:32 18:42	06:47 19:31	05:52 18:12	05:51 19:56	05:08 20:36	05:07 20:57	05:21 20:41	06:01 19:53	06:43 18:51	07:26 17:52	07:12 16:11	07:42 16:07
25	07:31 18:44	06:45 19:32	05:50 18:13	05:49 19:57	05:07 20:37	05:07 20:57	05:22 20:40	06:03 19:51	06:44 18:49	07:27 17:51	07:13 16:10	07:42 16:07
26	07:30 18:45	06:43 19:34	05:48 18:15	05:47 19:59	05:06 20:38	05:07 20:57	05:24 20:39	06:04 19:49	06:46 18:47	07:29 17:49	07:15 16:09	07:43 16:08
27	07:29 18:47	06:41 19:36	05:46 18:16	05:45 20:00	05:05 20:39	05:07 20:57	05:25 20:37	06:05 19:47	06:47 18:45	07:30 17:47	07:16 16:08	07:43 16:09
28	07:28 18:48	06:39 19:37	05:44 18:18	05:44 20:02	05:05 20:40	05:07 20:57	05:26 20:36	06:07 19:45	06:49 18:43	07:32 17:45	07:17 16:08	07:43 16:10
29	07:27 18:50		06:42 19:19	05:43 20:03	05:04 20:41	05:07 20:57	05:27 20:35	06:08 19:43	06:50 18:40	07:33 17:44	07:19 16:07	07:43 16:10
30	07:26 18:52		06:40 19:21	05:03 20:05	05:03 20:42	05:08 20:57	05:28 20:34	06:09 19:41	06:51 18:38	07:35 17:42	07:20 16:06	07:43 16:11
31	07:24 18:53		06:38 19:22	05:02 20:43	05:02 20:43	05:09 20:32	05:30 19:39	06:11 18:38	06:36 17:41	07:36 16:41		07:43 16:12
Sonnenscheinstunden	276	286	368	408	469	478	483	442	378	338	280	264
astr.max.mögl.Beschattung												
Red.Sonnenscheinwahrsch.												
Reduktion Betriebsdauer												
Reduktion Windrichtung												
Gesamte Reduktion												
Met.wahrsch.Beschattung												

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenanfang	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende	(WEA mit erstem Schatten)	(WEA mit letztem Schatten)
--------------	-----------------------	-------------------------	----------------------	----------------------------------	--------------------------------	---------------------------	----------------------------

Projekt:

wp\_schwarzenbach\_2\_9

Ventureal Projekt GmbH

Franz Blochberger

Laurenzerberg 5/33b

1010 Wien

Lizenzierter Anwender:

Energiewerkstatt Consulting GmbH

Katztal 37

AT-5222 Munderfing

+43(0)7744-20141-24

Ulrich Kirchmayr / u.kirchmayr@ews-consulting.at

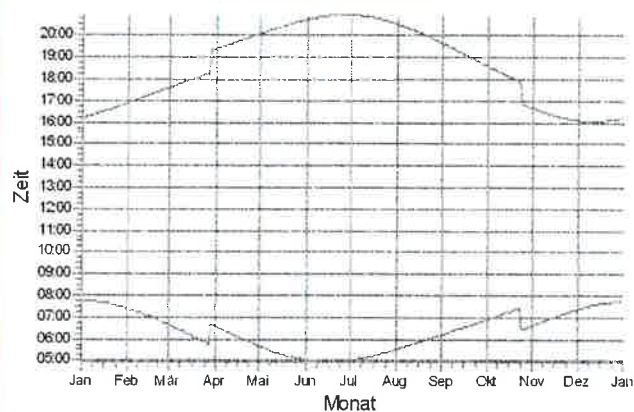
Berechnet:

10.11.2015 15:40/3.0.619

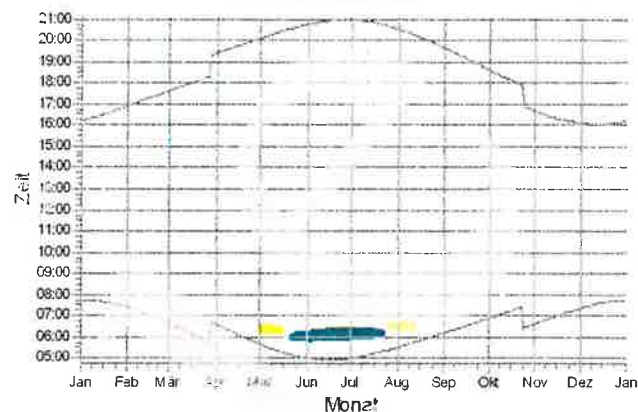
## SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: 20151110 sb st umwi wp sb rev 01

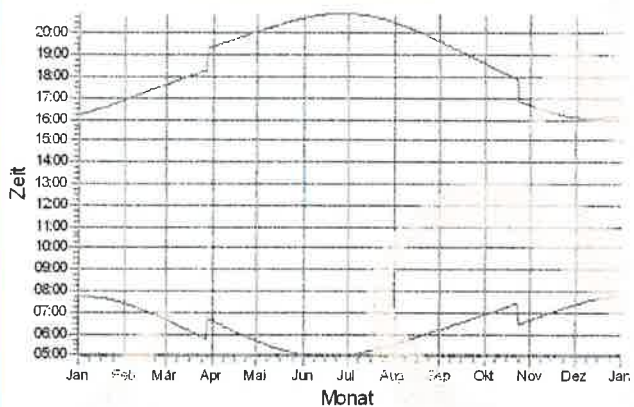
A: IP1 Forchtenstein (BW)



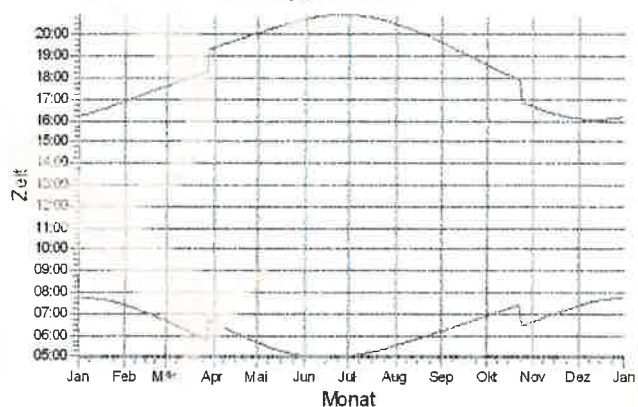
B: IP2 Hackbühl (Geb)



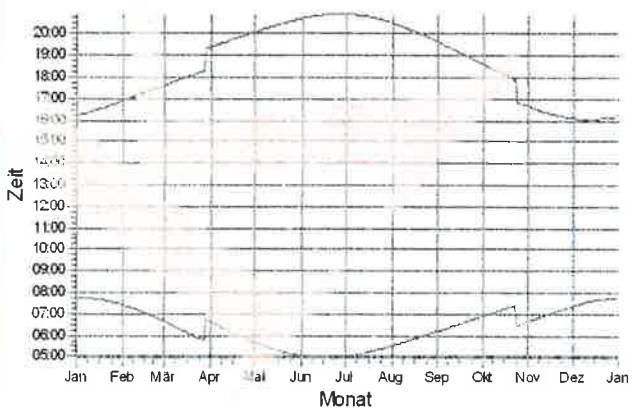
C: IP3 Radschuhleiten (Geb)



D: IP4 Eggenbuch (Gl)



E: IP5 Riegel (BM)



WEA



1: SB-01



2: SB-02



6: SB-06





Projekt:

wp\_schwarzenbach\_2\_9

Ventureal Projekt GmbH

Franz Blochberger

Laurenzerberg 5/33b

1010 Wien

Lizenzierter Anwender:

Energiewerkstatt Consulting GmbH

Katztal 37

AT-5222 Munderfing

+43(0)7744-20141-24

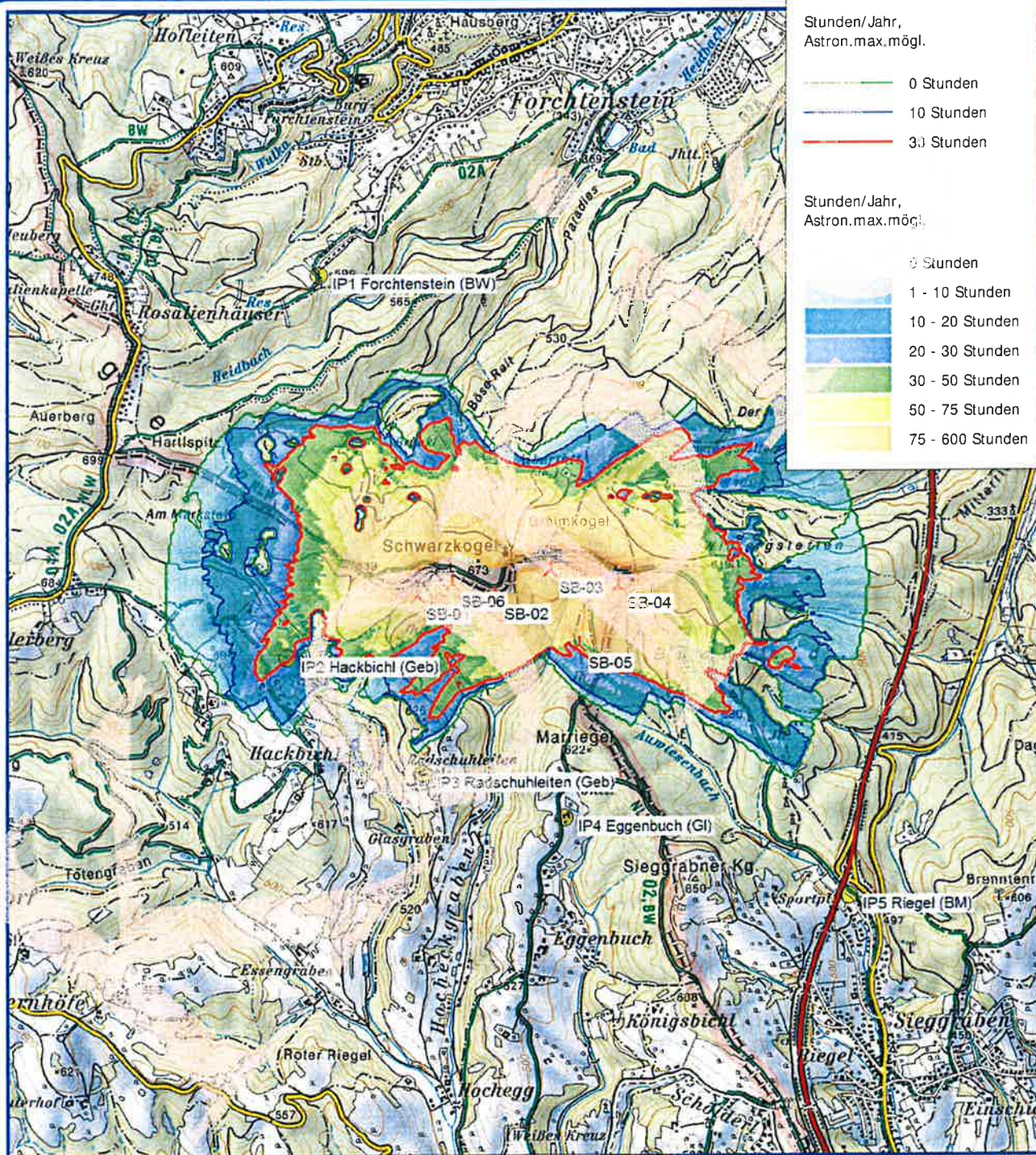
Ulrich Kirchmayr / u.kirchmayr@ews-consulting.at

Berechnet:

10.11.2015 15:40/3.0.619

## SHADOW - Karte

Berechnung: 20151110 sb st umwi wp sb rev 01



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: OEK\_50, Maßstab 1:40.000, Mitte: Austrian (BMN) M34-MGI (AT/CZ) Ost: 751.020 Nord: 282.200

Neue WEA

Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Schwarzenbach\_srtm\_bev50m\_bev10m\_WGS84\_20m\_hl\_5m

