

Schattenwurfanalyse  
für den Betrieb  
von Windenergieanlagen  
für den Standort

## **Biere**

3 Vestas V172-7.2 MW mit 175 m NH  
6 Vestas V172-7.2 MW mit 164 m NH  
2 Vestas V162-6.2 MW mit 169 m NH  
unter Berücksichtigung weiterer Windkraftanlagen

Auftraggeber: Lorica Windpark Bördeland GmbH & Co. KG  
Magdeburger Straße 7  
39221 Bördeland

Auftragnehmer: reko GmbH & Co. KG  
Sander Bruch Str. 10  
33106 Paderborn

Datum: 21.09.2023

## Ergebnisüberblick

Im Auftrag der Lorica Windpark Bördeland GmbH & Co. KG aus Bördeland wurde der Standort auf den Flächen der Gemeinde Bördeland für insgesamt 11 VESTAS-Windenergieanlagen vom Typ V172-7.2 MW und V162-6.2 MW hinsichtlich möglichen Schattenwurfs untersucht.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Anlagentypen und Nabelhöhen der neu geplanten Anlagen:

| WEA-Bezeichnung | WKA-Typ     | Nabelhöhe |
|-----------------|-------------|-----------|
| L01             | V172-7.2 MW | 175 m     |
| L02             | V172-7.2 MW | 175 m     |
| L03             | V172-7.2 MW | 164 m     |
| L04             | V172-7.2 MW | 164 m     |
| L05             | V172-7.2 MW | 164 m     |
| L06             | V172-7.2 MW | 164 m     |
| L07             | V172-7.2 MW | 164 m     |
| L08             | V172-7.2 MW | 164 m     |
| L09             | V162-6.2 MW | 169 m     |
| L10             | V162-6.2 MW | 169 m     |
| L11             | V172-7.2 MW | 175 m     |

Die Daten der berücksichtigten Vorbelastungsanlagen (Anlagentypen, Nabelhöhen und die jeweiligen Koordinaten im UTM ETRS System der Zone 32) sind dem Kapitel „Projekthinhalte“ zu entnehmen.

Die Untersuchung der Zusatzbelastung zeigt, dass die neuen, hier beurteilten Anlagen an den Rezeptoren IP 01a, IP 02a und IP 17 periodischen Schlagschatten oberhalb der Richtwerte verursachen.

Dementsprechend kann festgehalten werden, dass die neuen schattenverursachenden Anlagen mit einem Schattenwurfabschaltmodul ausgestattet werden müssen, um das Einhalten der Richtwerte zu gewährleisten.

Entsprechende Steuerungen und Programmierung der Abschaltungen obliegen den jeweiligen Möglichkeiten der Anlagenkommunikation untereinander, sowie den jeweiligen technischen Möglichkeiten der Windkraftanlagenhersteller sowie der Schattenwurfabschaltmodulhersteller. Dementsprechend kann eine Schattenwurfanalyse keine detaillierten Einzelabschaltzeiten bzw. Programmierzeiten vorgeben.

Diese Richtwerte sind „worst-case“ mit maximal 30 h / Jahr und maximal 30 min / Tag definiert worden.

Unter Berücksichtigung der vorangegangenen Ausführungen und der nachfolgend detailliert beschriebenen Vorgehensweise, stehen der Errichtung der VESTAS-Windkraftanlagen vom Typ V172-7.2 MW mit 175m bzw. 164m Nabhöhe sowie V162-6.2 MW mit 169m Nabhöhe an diesem Standort keine schattenwurftechnischen Belange entgegen.

Paderborn, 21.09.2023

reko GmbH & Co. KG

  
i. A. Martina Schöttler

reko GmbH & Co. KG

  
i. A. Barbara Bendix

| <b>Inhaltsverzeichnis</b>   | <b>Seite</b> |
|---|--------------|
| <b>Inhaltsverzeichnis</b>   |              |
| Ergebnisüberblick   | 2            |
| Inhaltsverzeichnis  | 4            |
| Aufgabenbeschreibung  | 5            |
| Gesamtübersichtskarte (nicht maßstabsgetreu)                        | 6            |
| Detaillkarte (nicht maßstabsgetreu)                                 | 7            |
| Projekthinhalte   | 8            |
| Schattenwurf Grundsätze   | 11           |
| Eingangsparameter der Berechnung                                    | 12           |
| Grenzentfernung   | 13           |
| Vorbelastung  | 14           |
| Zusatzbelastung   | 18           |
| Gesamtbelastung   | 21           |
| Karte Gesamtbelastung ISO Schattenwurflinien (nicht maßstabsgetreu) | 26           |
| Abschlussbetrachtung  | 27           |
| Ergänzungen   | 29           |

Anhang 1: Deckblatt LAI (WKA-Schattenwurfhinweise) Aktualisierung 2019

Anhang 2: Grafischer Kalender

Anhang 3: Detaillierter Schattenwurfkalender

## **Aufgabenbeschreibung**

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

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.

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. 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 Windenergieanlagen auf umliegende Wohnhäuser zu untersuchen. Hierbei werden die Schattenverläufe unter Berücksichtigung der Sonnenstands Daten des Standortes und der Abhängigkeiten zur Anlage, wie Turmhöhe und Rotordurchmesser bei bestimmten Jahres- und Tageszeiten berechnet und abgebildet.

Die angenommenen Rezeptoren wurden exemplarisch gesetzt um aufzuzeigen, ob und wie viel Schattenwurf dort entsteht und ob grundsätzlich der Einbau von Abschaltmodulen vorgesehen werden muss. Es liegen evtl. noch weitere Häuser im Beschattungsbereich, die aber erst später für eine Programmierung einer evtl. notwendigen Schattenwurfabschaltautomatik berechnet werden müssen.

Der Auftraggeber, die Lorica Windpark Bördeland GmbH & Co. KG aus Bördeland, plant auf den Flächen des Salzlandkreises, auf dem Gebiet der Gemeinde Bördeland, in Sachsen-Anhalt, insgesamt 11 VESTAS-Windenergieanlagen. Gemarkung, Flur- und Flurstücksnummern der geplanten Anlagen entnehmen Sie bitte den weiteren Verfahrensunterlagen.

Die geplanten Windenergieanlagen sind vom Hersteller VESTAS. Die WEA L01 – L08 sowie L11 sind vom Typ V172-7.2 MW mit einem Rotordurchmesser von 172 Metern und einer Nabenhöhe von 175 Metern (L01, L02 & L11) bzw. 164 Metern (L02 – L08). Die Nennleistung dieses Typs liegt bei 7.200 kW.

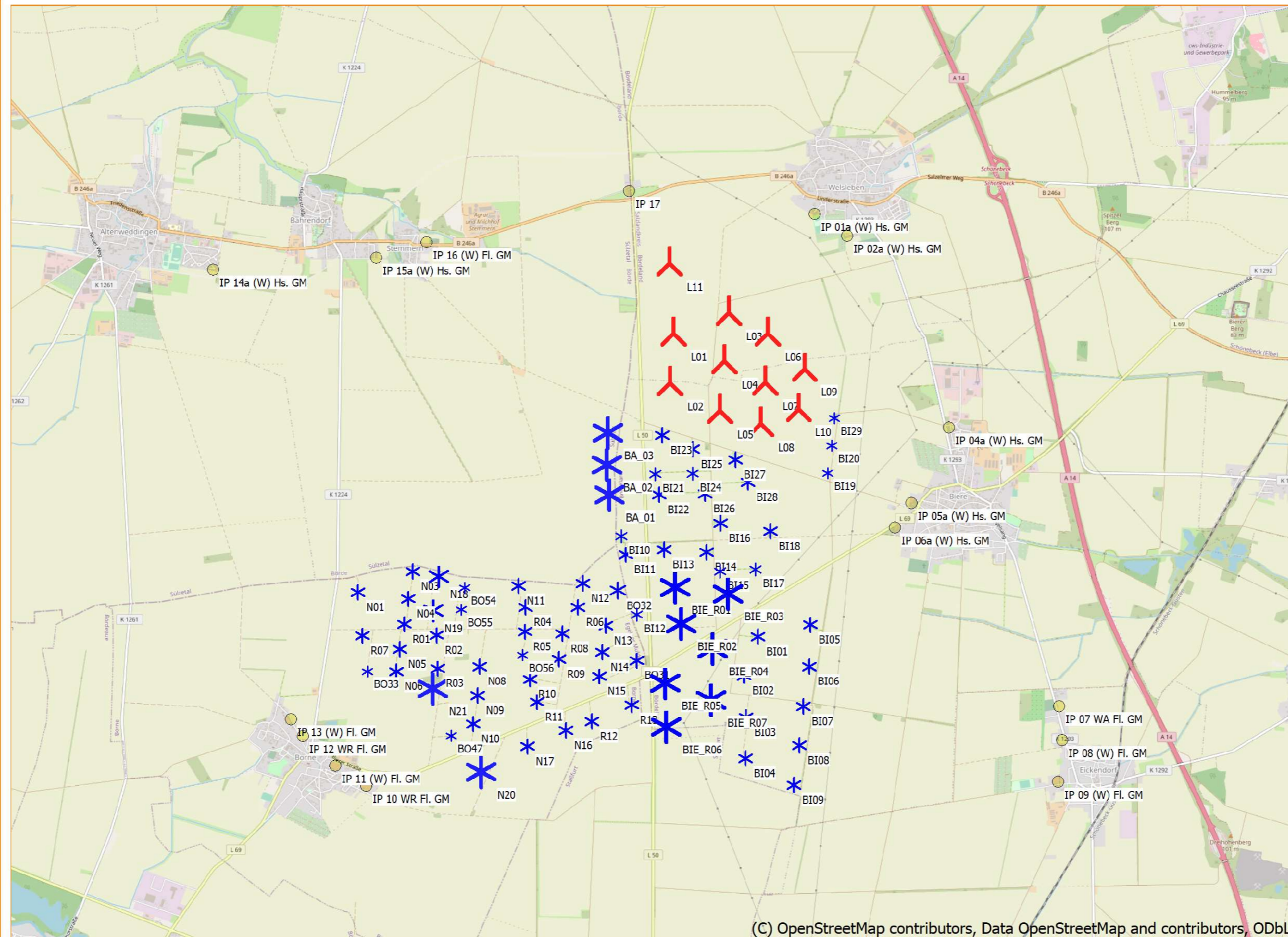
Die WEA L09 und L10 sind vom Typ V162-6.2 MW mit einem Rotordurchmesser von 162 Metern und einer Nabenhöhe von 169 Metern. Die Nennleistung dieses Typs liegt bei 6.200 kW.

Die Koordinaten der neu geplanten Windkraftanlagen im UTM ETRS Koordinatensystem wurden einer Tabelle des Auftraggebers, die uns am 29.08.2023 per Mail zur Verfügung gestellt worden ist, entnommen.

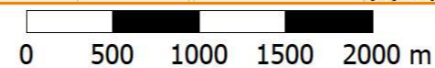
Zusätzlich werden in dieser Schallimmissionsprognose weitere Windkraftanlagen in der Umgebung zu den geplanten Anlagen berücksichtigt. Die Angaben zu den Vorbelastungsanlagen sind uns vom Salzlandkreis, Herrn Föller, per Excel-Tabelle vom 05.06.2023 übermittelt worden.

Der Standort liegt im Salzlandkreis, in Sachsen-Anhalt.

Gesamtübersichtskarte (nicht maßstabsgetreu)



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL



Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 679.015 Nord: 5.761.379

📍 Neue WEA

⚙️ Existierende WEA

📍 Schattenrezeptor

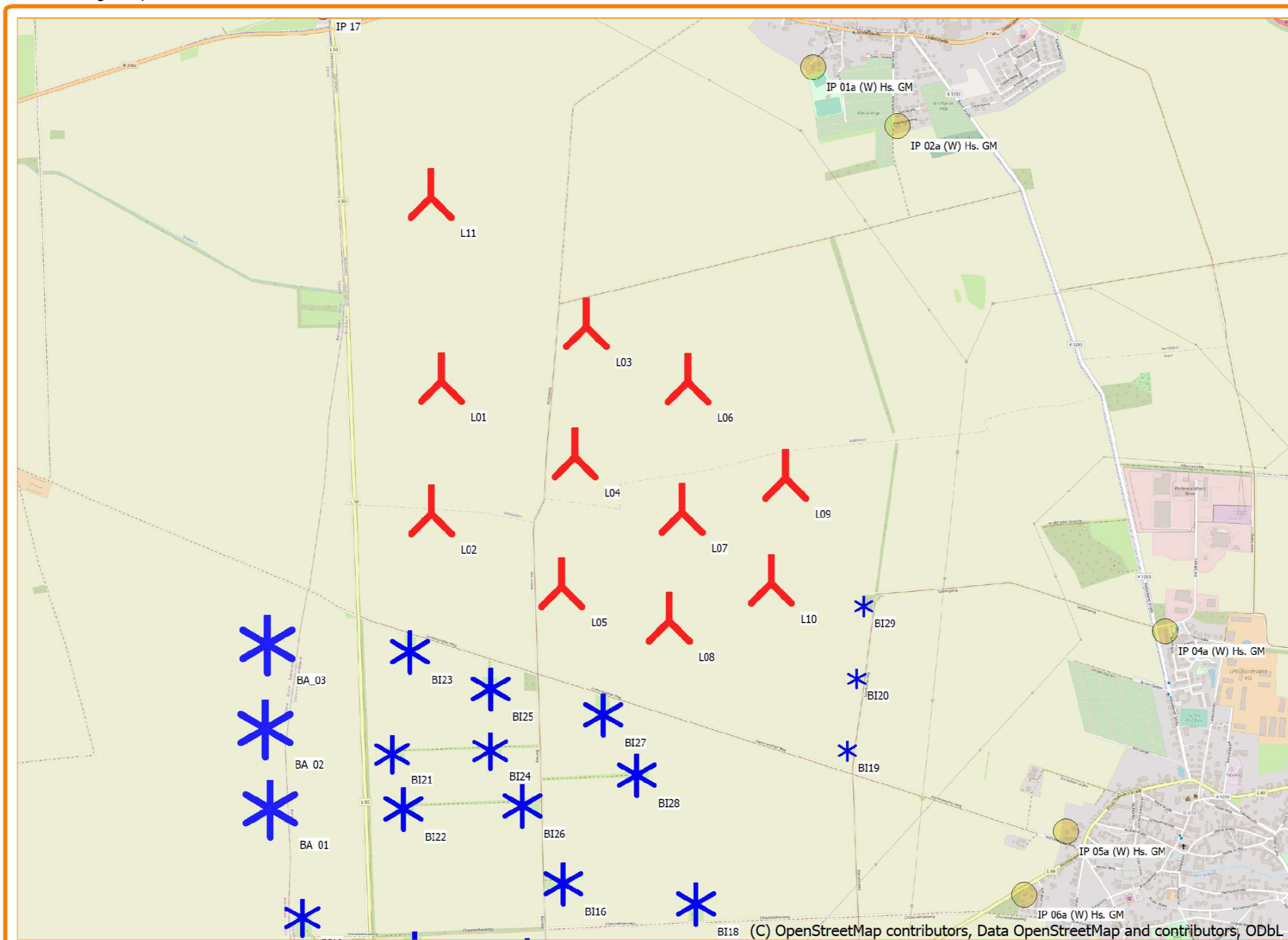
Projekt:  
**Biere**

**BASIS - Karte**  
**Berechnung:**  
Projekthinhalte

Lizenzierter Anwender:  
**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:  
19.09.2023 08:43/3.6.366

Detailkarte (nicht maßstabsgetreu)



Projekt:  
**Biere**

**BASIS - Karte**  
**Berechnung:**  
Projekteinhalte

Lizenziertes Anwender:  
**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:  
19.09.2023 08:43/3.6.366

Neue WEA

Karte: EMD OpenStreetMap, Maßstab 1:15.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 680.099 Nord: 5.762.599  
\* Existierende WEA    Schattenrezeptor







Projekt:

**Biere**

Lizenziertes Anwender:

**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:

19.09.2023 08:43/3.6.366

## BASIS - Projektdaten-Überblick

**Berechnung:** Projektinhalte

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

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

| Ost               | Nord    | Z         | Objektname  | Ausrichtung | Länge | Höhe | Höhe über Grund | Winkel |
|-------------------|---------|-----------|---|-------------|-------|------|-----------------|--------|
|                   |         |           | [m]   | [°]         | [m]   | [m]  | [m]             | [°]    |
| IP 11 (W) Fl. GM  | 676.017 | 5.758.486 | 93,3 IP 11 (W) Fl. GM Borne, südl. Bierer Str.        | 180,0       | 0,1   | 0,1  | 2,0             | 0,0    |
| IP 12 WR Fl. GM   | 675.680 | 5.758.775 | 92,4 IP 12 WR Fl. GM Borne, B-Plan Nr. 2 Mittelbreite | 180,0       | 0,1   | 0,1  | 2,0             | 0,0    |
| IP 13 (W) Fl. GM  | 675.548 | 5.758.941 | 91,1 IP 13 (W) Fl. GM Borne Nordwest                  | 180,0       | 0,1   | 0,1  | 2,0             | 0,0    |
| IP 14a (W) Hs. GM | 674.590 | 5.763.509 | 86,1 IP 14a (W) Hs. GM Rapsblüte 9/9a, Altenweddingen | 180,0       | 0,1   | 0,1  | 2,0             | 0,0    |
| IP 15a (W) Hs. GM | 676.254 | 5.763.693 | 87,7 IP 15a (W) Hs. GM Siedlung 20, Bahrendorf        | 180,0       | 0,1   | 0,1  | 2,0             | 0,0    |
| IP 16 (W) Fl. GM  | 676.766 | 5.763.866 | 90,0 IP 16 (W) Fl. GM gepl. (W)-Fläche Stemmern       | 180,0       | 0,1   | 0,1  | 2,0             | 0,0    |
| IP 17             | 678.814 | 5.764.466 | 94,4 IP 17 Welslebener Str. 1A, Welsleben             | 180,0       | 0,1   | 0,1  | 2,0             | 0,0    |

## Linien-Objekte

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

| Ost | Nord    | Z         | Datei  | Zweck       |
|-----|---------|-----------|--|-------------|
|     |         |           | [m]  |             |
| A   | 679.379 | 5.762.773 | 0,0 Y:\WindPRO Data\Projects\Lorica\Biere\HÖHEN LINIEN\23_08_02a Höhen Linien Sachsen Anhalt 5m Grid 40x40km alle RK.wpo | Höhenlinien |

## Schattenwurf Grundsätze

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

Es gibt zwei Definitionen von Schatten, einmal der Schlagschatten, das ist der Schatten der durch die beweglichen Teile einer Windkraftanlage, die Rotorblätter erzeugt wird.

Der Kernschatten, ist der Schatten der vom Turm erzeugt wird und der nur vom Sonnenstand abhängig ist. Diese Art Schatten wird nicht betrachtet da er von untergeordneter Bedeutung ist.

Es treten zwei Extremformen von Schlagschatten (beweglichem Schatten), je nach Ausrichtung einer WKA zur Sonne auf:

- Periodisch schlagartig auftretende Schatten, deren Amplitude 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.
- 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 WKA lateral zur Sonne ausgerichtet ist.

Im Gegensatz zur zweiten 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 Windkraftanlagen weder vollständig lateral noch vollständig frontal zur Sonne ausgerichtet sein werden, wird eine Mischform dieser beiden Schattenarten auftreten.

## Eingangsparameter der Berechnung

Der Verlauf des Schattens wird für ein normales Fenster von 0,1 m Breite, 0,1 m Höhe und 2 m Abstand vom Boden betrachtet. Bei der Ausrichtung Gewächshausmodus ist der Schattenrezeptor waagrecht angeordnet.

Hierdurch wird gewährleistet, dass dieser Schattenrezeptor an diesem Immissionspunkt jeden Schattenwurf, der durch egal welche der zu betrachtenden Anlagen 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.

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 WKA über den Zeitraum eines Jahres. Die betrachteten Objekte werden nach ihrer Lage in der Schattenellipse des Rotors beurteilt.

Die Berechnung beruht dabei auf folgenden Daten und Zusammenhängen:

- Position der WKA mit X, Y, und Z Koordinaten
- Nabenhöhe und Rotordurchmesser der WKA
- Position des Immissionspunktes, Koordinaten, seine Größe, Ausrichtung, Neigung und Höhe 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

Des Weiteren wird zur Ermittlung der Schattenreichweite das 20% Verdeckungskriterium angesetzt.

Hierbei wird mit den Blattdaten, die uns der Hersteller zur Verfügung gestellt hat, ermittelt wann die Sonnenscheibe zu 20% verdeckt ist. Erst dann kann von wahrnehmbarem Schattenwurf ausgegangen werden.

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

## Grenzentfernung

Bei niedrigeren Sonnenständen (geringeren Höhenwinkeln), können sich bei der Berechnung theoretische Schattenlängen bis zu 2.000 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 WKA nur noch teilweise verdeckt und der Schlagschatteneffekt in dieser Entfernung nicht bzw. stark vermindert auftreten.

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.

Die Grenzentfernung, ab dem 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  $0,53^\circ$ .

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.

Es wurden in der Berechnungskonfiguration maximale Beschattungsbereiche von 2.037 m gemäß den Blattdaten bei 90% des Rotordurchmessers, sowie der maximalen Blatttiefe ermittelt. Diese treffen für die VESTAS V162-6.2 MW auf 169m Nabenhöhe zu.

Gemäß den LAI (WKA-Schattenwurfhinweise) Aktualisierung 2019 mit Stand 23.01.2020 wird für nicht mehr ganz aktuelle Gesamthöhen von bis zu 140 m ein Beschattungsbereich von 1.300 m als ausreichend angesehen. Siehe Graphik der aktuellen LAI Hinweise auf Seite 9.

## Vorbelastung

Projekt:  
**Biere**

Lizenzierter Anwender:  
**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:  
19.09.2023 08:55/3.6.366

### SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Vorbelastung

#### 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) [BRAUNLAGE]  
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
1,79 3,15 3,19 4,96 6,71 5,78 6,50 6,30 4,33 3,02 1,97 1,39

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

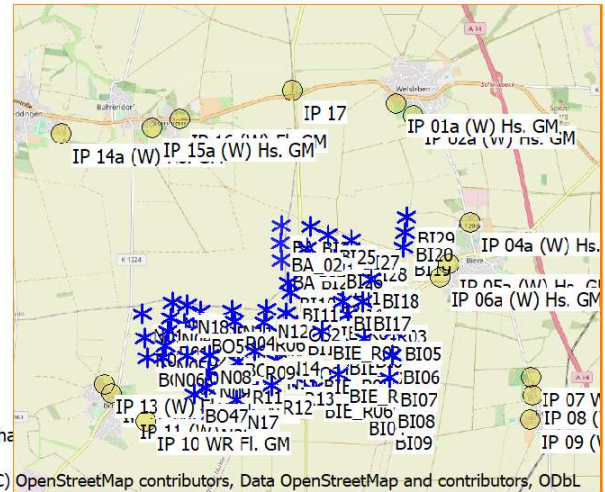
Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:  
Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien: 23\_08\_02a Höhen Linien Sachsen Anhalt  
Rasterauflösung: 1,0 m

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

#### WEA

|         | Ost     | Nord      | Z     | Beschreibung    | Aktuell | WEA-Typ   | Hersteller           | Typ | Nennleistung | Rotor-durchmesser | Nabenhöhe | Schattendaten     |         |
|---------|---------|-----------|-------|-----------------|---------|-----------|----------------------|-----|--------------|-------------------|-----------|-------------------|---------|
|         |         |           |       |                 |         |           |                      |     |              |                   |           | Beschatt.-Bereich | U/min   |
|         |         |           | [m]   |                 |         |           |                      |     | [kW]         | [m]               | [m]       | [m]               | [U/min] |
| BA_01   | 678.720 | 5.761.352 | 110,0 | BA_01 V162/...  | Ja      | VESTAS    | V162-6.2-6.200       |     | 6.200        | 162,0             | 169,0     | 2.037             | 0,0     |
| BA_02   | 678.690 | 5.761.660 | 107,6 | BA_02 V162/...  | Ja      | VESTAS    | V162-6.2-6.200       |     | 6.200        | 162,0             | 169,0     | 2.037             | 0,0     |
| BA_03   | 678.685 | 5.761.989 | 104,5 | BA_03 V162/...  | Ja      | VESTAS    | V162-6.2-6.200       |     | 6.200        | 162,0             | 169,0     | 2.037             | 0,0     |
| BI01    | 680.294 | 5.759.964 | 113,7 | BI01 E-82/3...  | Ja      | ENERCON   | E-82-3.000           |     | 3.000        | 82,0              | 138,5     | 1.547             | 20,0    |
| BI02    | 680.170 | 5.759.552 | 111,4 | BI02 E-82/3...  | Ja      | ENERCON   | E-82-3.000           |     | 3.000        | 82,0              | 138,5     | 1.547             | 20,0    |
| BI03    | 680.201 | 5.759.131 | 108,0 | BI03 E-82/3...  | Ja      | ENERCON   | E-82-3.000           |     | 3.000        | 82,0              | 138,5     | 1.547             | 20,0    |
| BI04    | 680.212 | 5.758.713 | 103,3 | BI04 E-82/3...  | Ja      | ENERCON   | E-82-3.000           |     | 3.000        | 82,0              | 138,5     | 1.547             | 20,0    |
| BI05    | 680.828 | 5.760.101 | 110,0 | BI05 E-82/3...  | Ja      | ENERCON   | E-82-3.000           |     | 3.000        | 82,0              | 138,5     | 1.547             | 20,0    |
| BI06    | 680.828 | 5.759.674 | 109,9 | BI06 E-82/3...  | Ja      | ENERCON   | E-82-3.000           |     | 3.000        | 82,0              | 138,5     | 1.547             | 20,0    |
| BI07    | 680.785 | 5.759.262 | 106,0 | BI07 E-82/3...  | Ja      | ENERCON   | E-82-3.000           |     | 3.000        | 82,0              | 138,5     | 1.547             | 20,0    |
| BI08    | 680.762 | 5.758.862 | 103,4 | BI08 E-82/3...  | Ja      | ENERCON   | E-82-3.000           |     | 3.000        | 82,0              | 138,5     | 1.547             | 20,0    |
| BI09    | 680.715 | 5.758.459 | 100,8 | BI09 E-82/3...  | Ja      | ENERCON   | E-82-3.000           |     | 3.000        | 82,0              | 138,5     | 1.547             | 20,0    |
| BI10    | 678.861 | 5.760.937 | 110,0 | BI10 NM 72C...  | Nein    | NEG MICON | NM72C/1500-1.500/400 |     | 1.500        | 72,0              | 64,0      | 2.500             | 17,3    |
| BI11    | 678.912 | 5.760.751 | 110,0 | BI11 NM 82/...  | Nein    | NEG MICON | NM 82/1500-1.500/900 |     | 1.500        | 82,1              | 93,6      | 2.500             | 14,4    |
| BI12    | 679.050 | 5.760.139 | 110,8 | BI12 NM 72C...  | Nein    | NEG MICON | NM72C/1500-1.500/400 |     | 1.500        | 72,0              | 64,0      | 2.500             | 17,3    |
| BI13    | 679.302 | 5.760.818 | 113,3 | BI13 NM82/1...  | Nein    | NEG MICON | NM 82/1500-1.500/900 |     | 1.500        | 82,1              | 93,6      | 2.500             | 14,4    |
| BI14    | 679.739 | 5.760.807 | 120,0 | BI14 NM82/1...  | Nein    | NEG MICON | NM 82/1500-1.500/900 |     | 1.500        | 82,1              | 93,6      | 2.500             | 14,4    |
| BI15    | 679.882 | 5.760.615 | 120,0 | BI15 NM72C...   | Nein    | NEG MICON | NM72C/1500-1.500/400 |     | 1.500        | 72,0              | 64,0      | 2.500             | 17,3    |
| BI16    | 679.868 | 5.761.106 | 120,0 | BI16 NM82/1...  | Nein    | NEG MICON | NM 82/1500-1.500/900 |     | 1.500        | 82,1              | 93,6      | 2.500             | 14,4    |
| BI17    | 680.245 | 5.760.642 | 117,7 | BI17 NM72C...   | Nein    | NEG MICON | NM72C/1500-1.500/400 |     | 1.500        | 72,0              | 64,0      | 2.500             | 17,3    |
| BI18    | 680.385 | 5.761.045 | 120,0 | BI18 NM82/1...  | Nein    | NEG MICON | NM 82/1500-1.500/900 |     | 1.500        | 82,1              | 93,6      | 2.500             | 14,4    |
| BI19    | 680.950 | 5.761.656 | 120,0 | BI19 E-40/5.... | Nein    | ENERCON   | E-40/5.40-500        |     | 500          | 40,3              | 65,0      | 897               | 38,0    |
| BI20    | 680.977 | 5.761.938 | 120,0 | BI20 E-40/5.... | Nein    | ENERCON   | E-40/5.40-500        |     | 500          | 40,3              | 65,0      | 897               | 38,0    |
| BI21    | 679.186 | 5.761.580 | 110,0 | BI21 NM72C...   | Nein    | NEG MICON | NM72C/1500-1.500/400 |     | 1.500        | 72,0              | 64,0      | 2.500             | 17,3    |
| BI22    | 679.236 | 5.761.371 | 111,2 | BI22 NM82/1...  | Nein    | NEG MICON | NM 82/1500-1.500/900 |     | 1.500        | 82,1              | 93,6      | 2.500             | 14,4    |
| BI23    | 679.241 | 5.761.981 | 107,9 | BI23 NM82/1...  | Nein    | NEG MICON | NM 82/1500-1.500/900 |     | 1.500        | 82,1              | 93,6      | 2.500             | 14,4    |
| BI24    | 679.566 | 5.761.605 | 110,0 | BI24 NM72C...   | Nein    | NEG MICON | NM72C/1500-1.500/400 |     | 1.500        | 72,0              | 64,0      | 2.500             | 17,3    |
| BI25    | 679.559 | 5.761.847 | 110,0 | BI25 NM82/1...  | Nein    | NEG MICON | NM 82/1500-1.500/900 |     | 1.500        | 82,1              | 93,6      | 2.500             | 14,4    |
| BI26    | 679.699 | 5.761.400 | 112,9 | BI26 NM82/1...  | Nein    | NEG MICON | NM 82/1500-1.500/900 |     | 1.500        | 82,1              | 93,6      | 2.500             | 14,4    |
| BI27    | 679.998 | 5.761.762 | 111,8 | BI27 NM82/1...  | Nein    | NEG MICON | NM 82/1500-1.500/900 |     | 1.500        | 82,1              | 93,6      | 2.500             | 14,4    |
| BI28    | 680.138 | 5.761.533 | 114,5 | BI28 NM82/1...  | Nein    | NEG MICON | NM 82/1500-1.500/900 |     | 1.500        | 82,1              | 93,6      | 2.500             | 14,4    |
| BI29    | 680.993 | 5.762.220 | 115,5 | BI29 E-40/5.... | Nein    | ENERCON   | E-40/5.40-500        |     | 500          | 40,3              | 65,0      | 897               | 38,0    |
| BIE_R01 | 679.429 | 5.760.430 | 115,1 | BIE_R01 V16...  | Ja      | VESTAS    | V162-6.2-6.200       |     | 6.200        | 162,0             | 169,0     | 2.037             | 0,0     |
| BIE_R02 | 679.508 | 5.760.064 | 115,1 | BIE_R02 V16...  | Ja      | VESTAS    | V162-6.2-6.200       |     | 6.200        | 162,0             | 169,0     | 2.037             | 0,0     |
| BIE_R03 | 679.972 | 5.760.384 | 117,5 | BIE_R03 V16...  | Ja      | VESTAS    | V162-6.2-6.200       |     | 6.200        | 162,0             | 169,0     | 2.037             | 0,0     |
| BIE_R04 | 679.833 | 5.759.822 | 113,8 | BIE_R04 V16...  | Ja      | VESTAS    | V162-6.2-6.200       |     | 6.200        | 162,0             | 169,0     | 2.037             | 0,0     |
| BIE_R05 | 679.361 | 5.759.444 | 110,0 | BIE_R05 V16...  | Ja      | VESTAS    | V162-6.2-6.200       |     | 6.200        | 162,0             | 169,0     | 2.037             | 0,0     |

(Fortsetzung nächste Seite)...



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

Maßstab 1:125.000  
\* Existierende WEA    Schattenrezeptor



Projekt:  
**Biere**

Lizenzierter Anwender:  
**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:  
19.09.2023 08:55/3.6.366

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Vorbelastung

### Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

| Nr.                                 | Name                             | astron. max. mögl. Beschattungsdauer |                        | met. wahrsch. Beschattungsdauer |              |
|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------------|--------------|
|                                     |                                  | Stunden/Jahr                         | Schatten-<br>tage/Jahr | Max.Schatten-<br>dauer/Tag      | Stunden/Jahr |
|                                     |                                  | [h/a]                                | [d/a]                  | [h/d]                           | [h/a]        |
| IP 01a (W) Hs. GM IP 01a (W) Hs. GM | Turnplatz 5a, Welsleben          | 0:00                                 | 0                      | 0:00                            | 0:00         |
| IP 02a (W) Hs. GM IP 02a (W) Hs. GM | Plantagenweg 1, Welsleben        | 0:00                                 | 0                      | 0:00                            | 0:00         |
| IP 04a (W) Hs. GM IP 04a (W) Hs. GM | Asternweg 17/19, Biere           | 2:00                                 | 27                     | 0:08                            | 0:20         |
| IP 05a (W) Hs. GM IP 05a (W) Hs. GM | Ernst-Thälmann-Str. 20b          | 7:50                                 | 77                     | 0:13                            | 1:26         |
| IP 06a (W) Hs. GM IP 06a (W) Hs. GM | Hamsterweg 14, Biere             | 31:04                                | 172                    | 0:25                            | 4:58         |
| IP 07 WA Fl. GM IP 07 WA Fl. GM     | B-Plan Bierer Straße, Eickendorf | 0:00                                 | 0                      | 0:00                            | 0:00         |
| IP 08 (W) Fl. GM IP 08 (W) Fl. GM   | Eickendorf                       | 0:00                                 | 0                      | 0:00                            | 0:00         |
| IP 09 (W) Fl. GM IP 09 (W) Fl. GM   | Eickendorf                       | 0:00                                 | 0                      | 0:00                            | 0:00         |
| IP 10 WR Fl. GM IP 10 WR Fl. GM     | Borne, B-Plan Nr. 2              | 35:00                                | 110                    | 0:32                            | 7:57         |
| IP 11 (W) Fl. GM IP 11 (W) Fl. GM   | Borne, südl. Bierer Str.         | 15:11                                | 64                     | 0:25                            | 3:02         |
| IP 12 WR Fl. GM IP 12 WR Fl. GM     | Borne, B-Plan Nr. 2 Mittelbreite | 30:56                                | 96                     | 0:34                            | 7:08         |
| IP 13 (W) Fl. GM IP 13 (W) Fl. GM   | Borne Nordwest                   | 39:42                                | 156                    | 0:27                            | 8:49         |
| IP 14a (W) Hs. GM IP 14a (W) Hs. GM | Rapsblüte 9/9a, Altenweddingen   | 0:00                                 | 0                      | 0:00                            | 0:00         |
| IP 15a (W) Hs. GM IP 15a (W) Hs. GM | Siedlung 20, Bahrendorf          | 0:00                                 | 0                      | 0:00                            | 0:00         |
| IP 16 (W) Fl. GM IP 16 (W) Fl. GM   | gepl. (W)-Fläche Stemmern        | 0:00                                 | 0                      | 0:00                            | 0:00         |
| IP 17 IP 17                         | Welslebener Str. 1A, Welsleben   | 0:00                                 | 0                      | 0:00                            | 0:00         |

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

| Nr.             | Name                 | Maximal | Erwartet |
|-----------------|----------------------|---------|----------|
|                 |                      | [h/a]   | [h/a]    |
| BA_01 BA_01     | V162/6.2/169m NH     | 0:00    | 0:00     |
| BA_02 BA_02     | V162/6.2/169m NH     | 0:00    | 0:00     |
| BA_03 BA_03     | V162/6.2/169m NH     | 0:00    | 0:00     |
| BI01 BI01       | E-82/3MW/138,5m NH   | 0:00    | 0:00     |
| BI02 BI02       | E-82/3MW/138,5m NH   | 0:00    | 0:00     |
| BI03 BI03       | E-82/3MW/138,5m NH   | 0:00    | 0:00     |
| BI04 BI04       | E-82/3MW/138,5m NH   | 0:00    | 0:00     |
| BI05 BI05       | E-82/3MW/138,5m NH   | 11:54   | 1:21     |
| BI06 BI06       | E-82/3MW/138,5m NH   | 0:00    | 0:00     |
| BI07 BI07       | E-82/3MW/138,5m NH   | 0:00    | 0:00     |
| BI08 BI08       | E-82/3MW/138,5m NH   | 0:00    | 0:00     |
| BI09 BI09       | E-82/3MW/138,5m NH   | 0:00    | 0:00     |
| BI10 BI10       | NM 72C/1,5MW/64m NH  | 0:00    | 0:00     |
| BI11 BI11       | NM 82/1,5MW/93,6 mNH | 0:00    | 0:00     |
| BI12 BI12       | NM 72C/1,5MW/64 mNH  | 0:00    | 0:00     |
| BI13 BI13       | NM82/1,5MW/93,6m NH  | 0:10    | 0:01     |
| BI14 BI14       | NM82/1,5MW/93,6m NH  | 1:26    | 0:14     |
| BI15 BI15       | NM72C/1,5MW/64m NH   | 0:17    | 0:02     |
| BI16 BI16       | NM82/1,5MW/93,6m NH  | 2:13    | 0:24     |
| BI17 BI17       | NM72C/1,5MW/64m NH   | 1:22    | 0:14     |
| BI18 BI18       | NM82/1,5MW/93,6m NH  | 7:11    | 1:14     |
| BI19 BI19       | E-40/5.40/65m NH     | 0:00    | 0:00     |
| BI20 BI20       | E-40/5.40/65m NH     | 0:00    | 0:00     |
| BI21 BI21       | NM72C/1,5MW/64m NH   | 0:00    | 0:00     |
| BI22 BI22       | NM82/1,5MW/93,6m NH  | 0:04    | 0:00     |
| BI23 BI23       | NM82/1,5MW/93,6m NH  | 0:00    | 0:00     |
| BI24 BI24       | NM72C/1,5MW/64m NH   | 0:00    | 0:00     |
| BI25 BI25       | NM82/1,5MW/93,6m NH  | 0:34    | 0:07     |
| BI26 BI26       | NM82/1,5MW/93,6m NH  | 1:11    | 0:14     |
| BI27 BI27       | NM82/1,5MW/93,6m NH  | 3:07    | 0:39     |
| BI28 BI28       | NM82/1,5MW/93,6m NH  | 4:35    | 0:54     |
| BI29 BI29       | E-40/5.40/65m NH     | 0:00    | 0:00     |
| BIE_R01 BIE_R01 | V162/6.2/169m NH     | 0:00    | 0:00     |
| BIE_R02 BIE_R02 | V162/6.2/169m NH     | 0:00    | 0:00     |
| BIE_R03 BIE_R03 | V162/6.2/169m NH     | 7:06    | 1:15     |
| BIE_R04 BIE_R04 | V162/6.2/169m NH     | 0:00    | 0:00     |
| BIE_R05 BIE_R05 | V162/6.2/169m NH     | 0:00    | 0:00     |
| BIE_R06 BIE_R06 | V162/6.2/169m NH     | 0:00    | 0:00     |
| BIE_R07 BIE_R07 | V162/6.2/169m NH     | 0:00    | 0:00     |
| BO31 BO31       | V80/2MW/94,6m NH     | 0:00    | 0:00     |

(Fortsetzung nächste Seite)...



Projekt:  
**Biere**

Lizenziertes Anwender:  
**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:  
19.09.2023 08:55/3.6.366

## SHADOW - Hauptergebnis

### Berechnung: Vorbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

| Nr.  | Name                      | Maximal<br>[h/a] | Erwartet<br>[h/a] |
|------|---------------------------|------------------|-------------------|
| BO32 | BO32 V90/3MW/104,8m NH    | 0:00             | 0:00              |
| BO33 | BO33 W5200/750kW/73,9 mNH | 9:20             | 2:03              |
| BO47 | BO47 W5200/750kW/73,9 mNH | 7:39             | 1:47              |
| BO54 | BO54 NM60/1MW/70m NH      | 0:00             | 0:00              |
| BO55 | BO55 NM60/1MW/70m NH      | 0:00             | 0:00              |
| BO56 | BO56 NM60/1MW/70m NH      | 0:00             | 0:00              |
| N01  | N01 E-82/2MW/138,4m NH    | 0:00             | 0:00              |
| N03  | N03 E-82/2MW/138,4 mNH    | 0:00             | 0:00              |
| N04  | N04 E-82/2MW/138,4 mNH    | 0:00             | 0:00              |
| N05  | N05 E-82/2MW/138,4 mNH    | 2:42             | 0:34              |
| N06  | N06 E-82/2MW/138,4 mNH    | 9:01             | 2:15              |
| N08  | N08 E-82/2MW/138,4 mNH    | 0:00             | 0:00              |
| N09  | N09 E-82/2MW/138,4 mNH    | 0:00             | 0:00              |
| N10  | N10 E-82/2MW/138,4 mNH    | 16:29            | 3:46              |
| N11  | N11 E-82/2MW/138,4 mNH    | 0:00             | 0:00              |
| N12  | N12 E-82/2MW/138,4m NH    | 0:00             | 0:00              |
| N13  | N13 E-82/2MW/138,4m NH    | 0:00             | 0:00              |
| N14  | N14 E-82/2MW/138,4m NH    | 0:00             | 0:00              |
| N15  | N15 E-82/2MW/138,4 mNH    | 0:00             | 0:00              |
| N16  | N16 E-82/2MW/138,4 mNH    | 0:00             | 0:00              |
| N17  | N17 E-82/2MW/138,4 mNH    | 0:00             | 0:00              |
| N18  | N18 V112/3,3 MW/143,7 mNH | 0:00             | 0:00              |
| N19  | N19 V112/3,3 MW/143,7 mNH | 0:00             | 0:00              |
| N20  | N20 V162/6.0MW/169m NH    | 40:07            | 7:45              |
| N21  | N21 V162/6.0MW/169m NH    | 31:20            | 7:40              |
| R01  | R01 E-82/2,3MW/138,38 mNH | 0:00             | 0:00              |
| R02  | R02 E-82/2,3MW/138,38 mNH | 0:00             | 0:00              |
| R03  | R03 E-82/2,3MW/138,38 mNH | 8:26             | 2:07              |
| R04  | R04 E-82/2,3MW/138,38 mNH | 0:00             | 0:00              |
| R05  | R05 E-82/2,3MW/138,38 mNH | 0:00             | 0:00              |
| R06  | R06 E-82/2,3MW/138,38 mNH | 0:00             | 0:00              |
| R07  | R07 E-82/2,3MW/138,38 mNH | 0:00             | 0:00              |
| R08  | R08 E-82/2,3MW/138,38 mNH | 0:00             | 0:00              |
| R09  | R09 E-82/2,3MW/138,38 mNH | 0:00             | 0:00              |
| R10  | R10 E-82/2,3MW/138,38 mNH | 0:00             | 0:00              |
| R11  | R11 E-82/2,3MW/138,38 mNH | 0:00             | 0:00              |
| R12  | R12 E-82/2,3MW/138,38 mNH | 0:00             | 0:00              |
| R13  | R13 E-82/2,3MW/138,38 mNH | 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.

## Zusatzbelastung

Projekt:  
**Biere**

Lizenzierter Anwender:  
**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:  
19.09.2023 08:59/3.6.366

### SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Zusatzbelastung

#### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

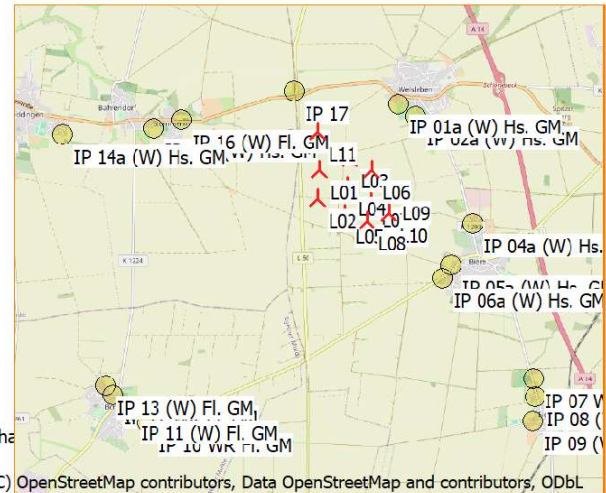
Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °  
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)  
Berechnungszeitsprung 1 Minuten

Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [BRAUNLAGE]  
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
1,79 3,15 3,19 4,96 6,71 5,78 6,50 6,30 4,33 3,02 1,97 1,39

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: 23\_08\_02a Höhen Linien Sachsen Anhalt  
Rasterauflösung: 1,0 m

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



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

Maßstab 1:125.000  
Neue WEA  
Schattenrezeptor

#### WEA

|     | Ost Nord Z |            |       | Beschreibung         | WEA-Typ           |        |                | Nennleistung | Rotor-durchmesser | Nabenhöhe | Schattendaten |     |
|-----|------------|------------|-------|----------------------|-------------------|--------|----------------|--------------|-------------------|-----------|---------------|-----|
|     | Aktuell    | Hersteller | Typ   |                      | Beschatt.-Bereich | U/min  |                |              |                   |           |               |     |
|     |            |            |       |                      |                   |        |                |              |                   |           |               |     |
|     |            |            | [m]   |                      |                   |        |                | [kW]         |                   |           |               |     |
| L01 | 679.324    | 5.763.031  | 100,5 | L01 V172-7.2/175m NH | Ja                | VESTAS | V172-7.2-7.200 | 7.200        | 172,0             | 175,0     | 1.783         | 0,0 |
| L02 | 679.305    | 5.762.519  | 105,0 | L02 V172-7.2/175m NH | Ja                | VESTAS | V172-7.2-7.200 | 7.200        | 172,0             | 175,0     | 1.783         | 0,0 |
| L03 | 679.879    | 5.763.264  | 105,9 | L03 V172-7.2/164m NH | Ja                | VESTAS | V172-7.2-7.200 | 7.200        | 172,0             | 164,0     | 1.784         | 0,0 |
| L04 | 679.854    | 5.762.758  | 107,9 | L04 V172-7.2/164m NH | Ja                | VESTAS | V172-7.2-7.200 | 7.200        | 172,0             | 164,0     | 1.784         | 0,0 |
| L05 | 679.821    | 5.762.253  | 109,2 | L05 V172-7.2/164m NH | Ja                | VESTAS | V172-7.2-7.200 | 7.200        | 172,0             | 164,0     | 1.784         | 0,0 |
| L06 | 680.281    | 5.763.065  | 112,8 | L06 V172-7.2/164m NH | Ja                | VESTAS | V172-7.2-7.200 | 7.200        | 172,0             | 164,0     | 1.784         | 0,0 |
| L07 | 680.278    | 5.762.559  | 114,1 | L07 V172-7.2/164m NH | Ja                | VESTAS | V172-7.2-7.200 | 7.200        | 172,0             | 164,0     | 1.784         | 0,0 |
| L08 | 680.243    | 5.762.136  | 113,9 | L08 V172-7.2/164m NH | Ja                | VESTAS | V172-7.2-7.200 | 7.200        | 172,0             | 164,0     | 1.784         | 0,0 |
| L09 | 680.673    | 5.762.705  | 119,9 | L09 V162-6.2/169m NH | Ja                | VESTAS | V162-6.2-6.200 | 6.200        | 162,0             | 169,0     | 2.037         | 0,0 |
| L10 | 680.632    | 5.762.297  | 119,4 | L10 V162-6.2/169m NH | Ja                | VESTAS | V162-6.2-6.200 | 6.200        | 162,0             | 169,0     | 2.037         | 0,0 |
| L11 | 679.258    | 5.763.745  | 99,4  | L11 V172-7.2/175m NH | Ja                | VESTAS | V172-7.2-7.200 | 7.200        | 172,0             | 175,0     | 1.783         | 0,0 |

#### Schattenrezeptor-Eingabe

| Nr.               | Name   | Ost     | Nord      | Z     | Breite | Höhe | Höhe ü.Gr. | Neigung des Fensters | Ausrichtungsmodus   | Augenhöhe (ZVI) ü.Gr. |
|-------------------|--|---------|-----------|-------|--------|------|------------|----------------------|---------------------|-----------------------|
|                   |  |         |           | [m]   | [m]    | [m]  | [m]        | [°]                  |                     | [m]                   |
| IP 01a (W) Hs. GM | IP 01a (W) Hs. GM Turnplatz 5a, Welsleben        | 680.723 | 5.764.300 | 92,0  | 0,1    | 0,1  | 2,0        | 0,0                  | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                   |
| IP 02a (W) Hs. GM | IP 02a (W) Hs. GM Plantagenweg 1, Welsleben      | 681.059 | 5.764.086 | 92,6  | 0,1    | 0,1  | 2,0        | 0,0                  | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                   |
| IP 04a (W) Hs. GM | IP 04a (W) Hs. GM Aternweg 17/19, Biere          | 682.170 | 5.762.165 | 94,8  | 0,1    | 0,1  | 2,0        | 0,0                  | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                   |
| IP 05a (W) Hs. GM | IP 05a (W) Hs. GM Ernst-Thälmann-Str. 20b        | 681.814 | 5.761.376 | 100,0 | 0,1    | 0,1  | 2,0        | 0,0                  | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                   |
| IP 06a (W) Hs. GM | IP 06a (W) Hs. GM Hamsterweg 14, Biere           | 681.660 | 5.761.125 | 103,2 | 0,1    | 0,1  | 2,0        | 0,0                  | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                   |
| IP 07 WA Fl. GM   | IP 07 WA Fl. GM B-Plan Bierer Straße, Eickendorf | 683.397 | 5.759.359 | 82,8  | 0,1    | 0,1  | 2,0        | 0,0                  | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                   |
| IP 08 (W) Fl. GM  | IP 08 (W) Fl. GM Eickendorf                      | 683.441 | 5.759.014 | 81,6  | 0,1    | 0,1  | 2,0        | 0,0                  | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                   |
| IP 09 (W) Fl. GM  | IP 09 (W) Fl. GM Eickendorf                      | 683.413 | 5.758.585 | 80,8  | 0,1    | 0,1  | 2,0        | 0,0                  | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                   |
| IP 10 WR Fl. GM   | IP 10 WR Fl. GM Borne, B-Plan Nr. 2              | 676.343 | 5.758.291 | 99,8  | 0,1    | 0,1  | 2,0        | 0,0                  | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                   |
| IP 11 (W) Fl. GM  | IP 11 (W) Fl. GM Borne, süd. Bierer Str.         | 676.017 | 5.758.486 | 93,3  | 0,1    | 0,1  | 2,0        | 0,0                  | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                   |
| IP 12 WR Fl. GM   | IP 12 WR Fl. GM Borne, B-Plan Nr. 2 Mittelbreite | 675.680 | 5.758.775 | 92,4  | 0,1    | 0,1  | 2,0        | 0,0                  | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                   |
| IP 13 (W) Fl. GM  | IP 13 (W) Fl. GM Borne Nordwest                  | 675.548 | 5.758.941 | 91,1  | 0,1    | 0,1  | 2,0        | 0,0                  | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                   |
| IP 14a (W) Hs. GM | IP 14a (W) Hs. GM Rapsblüte 9/9a, Altenweddingen | 674.590 | 5.763.509 | 86,1  | 0,1    | 0,1  | 2,0        | 0,0                  | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                   |
| IP 15a (W) Hs. GM | IP 15a (W) Hs. GM Siedlung 20, Bahrendorf        | 676.254 | 5.763.693 | 87,7  | 0,1    | 0,1  | 2,0        | 0,0                  | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                   |
| IP 16 (W) Fl. GM  | IP 16 (W) Fl. GM gepl. (W)-Fläche Stemmerm       | 676.766 | 5.763.866 | 90,0  | 0,1    | 0,1  | 2,0        | 0,0                  | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                   |
| IP 17             | IP 17 Welslebener Str. 1A, Welsleben             | 678.814 | 5.764.466 | 94,4  | 0,1    | 0,1  | 2,0        | 0,0                  | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                   |

Projekt:  
**Biere**

Lizenzierter Anwender:  
**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:  
19.09.2023 08:59/3.6.366

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Zusatzbelastung

### Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

| Nr.               | Name   | astron. max. mögl. Beschattungsdauer |                    |                        | met. wahrsch. Beschattungsdauer |
|-------------------|--|--------------------------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|
|                   |  | Stunden/Jahr                         | Schatten-tage/Jahr | Max.Schatten-dauer/Tag | Stunden/Jahr                    |
|                   |  | [h/a]                                | [d/a]              | [h/d]                  | [h/a]                           |
| IP 01a (W) Hs. GM | IP 01a (W) Hs. GM Turnplatz 5a, Welsleben        | 46:32                                | 114                | 0:32                   | 6:03                            |
| IP 02a (W) Hs. GM | IP 02a (W) Hs. GM Plantagenweg 1, Welsleben      | 53:01                                | 123                | 0:33                   | 7:05                            |
| IP 04a (W) Hs. GM | IP 04a (W) Hs. GM Asternweg 17/19, Biere         | 26:52                                | 85                 | 0:25                   | 5:50                            |
| IP 05a (W) Hs. GM | IP 05a (W) Hs. GM Ernst-Thälmann-Str. 20b        | 25:27                                | 76                 | 0:24                   | 5:04                            |
| IP 06a (W) Hs. GM | IP 06a (W) Hs. GM Hamsterweg 14, Biere           | 0:00                                 | 0                  | 0:00                   | 0:00                            |
| IP 07 WA Fl. GM   | IP 07 WA Fl. GM B-Plan Bierer Straße, Eickendorf | 0:00                                 | 0                  | 0:00                   | 0:00                            |
| IP 08 (W) Fl. GM  | IP 08 (W) Fl. GM Eickendorf                      | 0:00                                 | 0                  | 0:00                   | 0:00                            |
| IP 09 (W) Fl. GM  | IP 09 (W) Fl. GM Eickendorf                      | 0:00                                 | 0                  | 0:00                   | 0:00                            |
| IP 10 WR Fl. GM   | IP 10 WR Fl. GM Borne, B-Plan Nr. 2              | 0:00                                 | 0                  | 0:00                   | 0:00                            |
| IP 11 (W) Fl. GM  | IP 11 (W) Fl. GM Borne, südl. Bierer Str.        | 0:00                                 | 0                  | 0:00                   | 0:00                            |
| IP 12 WR Fl. GM   | IP 12 WR Fl. GM Borne, B-Plan Nr. 2 Mittelbreite | 0:00                                 | 0                  | 0:00                   | 0:00                            |
| IP 13 (W) Fl. GM  | IP 13 (W) Fl. GM Borne Nordwest                  | 0:00                                 | 0                  | 0:00                   | 0:00                            |
| IP 14a (W) Hs. GM | IP 14a (W) Hs. GM Rapsblüte 9/9a, Altenweddingen | 0:00                                 | 0                  | 0:00                   | 0:00                            |
| IP 15a (W) Hs. GM | IP 15a (W) Hs. GM Siedlung 20, Bahrendorf        | 0:00                                 | 0                  | 0:00                   | 0:00                            |
| IP 16 (W) Fl. GM  | IP 16 (W) Fl. GM gepl. (W)-Fläche Stemmern       | 0:00                                 | 0                  | 0:00                   | 0:00                            |
| IP 17 IP 17       | IP 17 Welslebener Str. 1A, Welsleben             | 91:12                                | 92                 | 1:15                   | 8:48                            |

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

| Nr.     | Name             | Maximal | Erwartet |
|---------|------------------|---------|----------|
|         |                  | [h/a]   | [h/a]    |
| L01 L01 | V172-7.2/175m NH | 0:00    | 0:00     |
| L02 L02 | V172-7.2/175m NH | 0:00    | 0:00     |
| L03 L03 | V172-7.2/164m NH | 75:16   | 9:06     |
| L04 L04 | V172-7.2/164m NH | 0:00    | 0:00     |
| L05 L05 | V172-7.2/164m NH | 0:00    | 0:00     |
| L06 L06 | V172-7.2/164m NH | 37:57   | 4:29     |
| L07 L07 | V172-7.2/164m NH | 0:00    | 0:00     |
| L08 L08 | V172-7.2/164m NH | 25:27   | 5:04     |
| L09 L09 | V162-6.2/169m NH | 16:15   | 3:32     |
| L10 L10 | V162-6.2/169m NH | 10:37   | 2:17     |
| L11 L11 | V172-7.2/175m NH | 77:32   | 8:22     |

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.

Die Untersuchung der Zusatzbelastung zeigt, dass die neuen, hier beurteilten Anlagen an den Rezeptoren IP 01a, IP 02a und IP 17 periodischen Schlagschatten oberhalb der Richtwerte verursachen.

Dementsprechend kann festgehalten werden, dass die neuen schattenverursachenden Anlagen mit einem Schattenwurfabschaltmodul ausgestattet werden müssen, um das Einhalten der Richtwerte zu gewährleisten.

Entsprechende Steuerungen und Programmierung der Abschaltungen obliegen den jeweiligen Möglichkeiten der Anlagenkommunikation untereinander, sowie den jeweiligen technischen Möglichkeiten der Windkraftanlagenhersteller, sowie der Schattenwurfabschaltmodulhersteller. Dementsprechend kann eine Schattenwurfanalyse keine detaillierten Einzelabschaltzeiten bzw. Programmierzeiten vorgeben.

Diese Richtwerte sind „worst-case“ mit maximal 30 h / Jahr und maximal 30 min / Tag definiert worden.

## Gesamtbelastung

Projekt:  
**Biere**

Lizenzierter Anwender:  
**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:  
19.09.2023 10:08/3,6.366

### SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Gesamtbelastung

#### 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

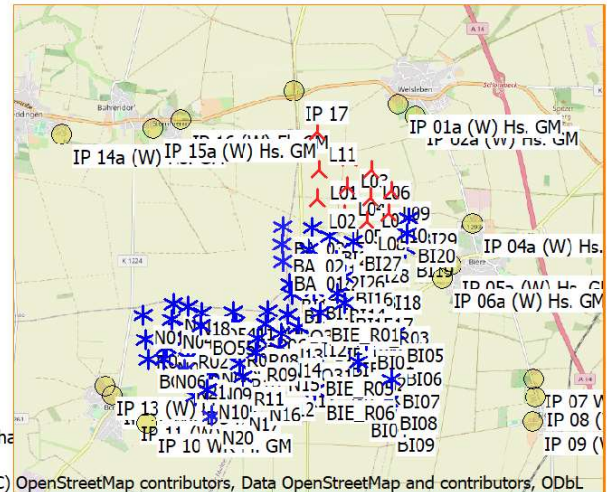
Sonnenscheinwahrscheinlichkeit S (Mittlere tägliche Sonnenstunden) [BRAUNLAGE]  
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez  
1,79 3,15 3,19 4,96 6,71 5,78 6,50 6,30 4,33 3,02 1,97 1,39

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: 23\_08\_02a Höhen Linien Sachsen Anhalt  
Rasterauflösung: 1,0 m

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



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL  
Maßstab 1:125.000  
▲ Neue WEA \* Existierende WEA ● Schattenrezeptor

#### WEA

|         | Ost     | Nord      | Z     | Beschreibung   | WEA-Typ |            |                      | Typ   | Nennleistung | Rotorhöhe | Nabenhöhe | Schattendaten     |       |
|---------|---------|-----------|-------|----------------|---------|------------|----------------------|-------|--------------|-----------|-----------|-------------------|-------|
|         |         |           |       |                | Aktuell | Hersteller | Typ                  |       |              |           |           | Beschatt.-Bereich | U/min |
|         |         |           | [m]   |                |         |            |                      | [kW]  | [m]          | [m]       | [m]       | [U/min]           |       |
| BA_01   | 678.720 | 5.761.352 | 110,0 | BA_01 V162/... | Ja      | VESTAS     | V162-6.2-6.200       | 6.200 | 162,0        | 169,0     | 2.037     | 0,0               |       |
| BA_02   | 678.690 | 5.761.660 | 107,6 | BA_02 V162/... | Ja      | VESTAS     | V162-6.2-6.200       | 6.200 | 162,0        | 169,0     | 2.037     | 0,0               |       |
| BA_03   | 678.685 | 5.761.989 | 104,5 | BA_03 V162/... | Ja      | VESTAS     | V162-6.2-6.200       | 6.200 | 162,0        | 169,0     | 2.037     | 0,0               |       |
| BI01    | 680.294 | 5.759.964 | 113,7 | BI01 E-82/3... | Ja      | ENERCON    | E-82-3.000           | 3.000 | 82,0         | 138,5     | 1.547     | 20,0              |       |
| BI02    | 680.170 | 5.759.552 | 111,4 | BI02 E-82/3... | Ja      | ENERCON    | E-82-3.000           | 3.000 | 82,0         | 138,5     | 1.547     | 20,0              |       |
| BI03    | 680.201 | 5.759.131 | 108,0 | BI03 E-82/3... | Ja      | ENERCON    | E-82-3.000           | 3.000 | 82,0         | 138,5     | 1.547     | 20,0              |       |
| BI04    | 680.212 | 5.758.713 | 103,3 | BI04 E-82/3... | Ja      | ENERCON    | E-82-3.000           | 3.000 | 82,0         | 138,5     | 1.547     | 20,0              |       |
| BI05    | 680.828 | 5.760.101 | 110,0 | BI05 E-82/3... | Ja      | ENERCON    | E-82-3.000           | 3.000 | 82,0         | 138,5     | 1.547     | 20,0              |       |
| BI06    | 680.828 | 5.759.674 | 109,9 | BI06 E-82/3... | Ja      | ENERCON    | E-82-3.000           | 3.000 | 82,0         | 138,5     | 1.547     | 20,0              |       |
| BI07    | 680.785 | 5.759.262 | 106,0 | BI07 E-82/3... | Ja      | ENERCON    | E-82-3.000           | 3.000 | 82,0         | 138,5     | 1.547     | 20,0              |       |
| BI08    | 680.762 | 5.758.862 | 103,4 | BI08 E-82/3... | Ja      | ENERCON    | E-82-3.000           | 3.000 | 82,0         | 138,5     | 1.547     | 20,0              |       |
| BI09    | 680.715 | 5.758.459 | 100,8 | BI09 E-82/3... | Ja      | ENERCON    | E-82-3.000           | 3.000 | 82,0         | 138,5     | 1.547     | 20,0              |       |
| BI10    | 678.861 | 5.760.937 | 110,0 | BI10 NM 72C... | Nein    | NEG MICON  | NM72C/1500-1.500/400 | 1.500 | 72,0         | 64,0      | 2.500     | 17,3              |       |
| BI11    | 678.912 | 5.760.751 | 110,0 | BI11 NM 82/... | Nein    | NEG MICON  | NM 82/1500-1.500/900 | 1.500 | 82,1         | 93,6      | 2.500     | 14,4              |       |
| BI12    | 679.050 | 5.760.139 | 110,8 | BI12 NM 72C... | Nein    | NEG MICON  | NM72C/1500-1.500/400 | 1.500 | 72,0         | 64,0      | 2.500     | 17,3              |       |
| BI13    | 679.302 | 5.760.818 | 113,3 | BI13 NM82/1... | Nein    | NEG MICON  | NM 82/1500-1.500/900 | 1.500 | 82,1         | 93,6      | 2.500     | 14,4              |       |
| BI14    | 679.739 | 5.760.807 | 120,0 | BI14 NM82/1... | Nein    | NEG MICON  | NM 82/1500-1.500/900 | 1.500 | 82,1         | 93,6      | 2.500     | 14,4              |       |
| BI15    | 679.882 | 5.760.615 | 120,0 | BI15 NM72C...  | Nein    | NEG MICON  | NM72C/1500-1.500/400 | 1.500 | 72,0         | 64,0      | 2.500     | 17,3              |       |
| BI16    | 679.868 | 5.761.106 | 120,0 | BI16 NM82/1... | Nein    | NEG MICON  | NM 82/1500-1.500/900 | 1.500 | 82,1         | 93,6      | 2.500     | 14,4              |       |
| BI17    | 680.245 | 5.760.642 | 117,7 | BI17 NM72C...  | Nein    | NEG MICON  | NM72C/1500-1.500/400 | 1.500 | 72,0         | 64,0      | 2.500     | 17,3              |       |
| BI18    | 680.385 | 5.761.045 | 120,0 | BI18 NM82/1... | Nein    | NEG MICON  | NM 82/1500-1.500/900 | 1.500 | 82,1         | 93,6      | 2.500     | 14,4              |       |
| BI19    | 680.950 | 5.761.656 | 120,0 | BI19 E-40/5... | Nein    | ENERCON    | E-40/5.40-500        | 500   | 40,3         | 65,0      | 897       | 38,0              |       |
| BI20    | 680.977 | 5.761.938 | 120,0 | BI20 E-40/5... | Nein    | ENERCON    | E-40/5.40-500        | 500   | 40,3         | 65,0      | 897       | 38,0              |       |
| BI21    | 679.186 | 5.761.580 | 110,0 | BI21 NM72C...  | Nein    | NEG MICON  | NM72C/1500-1.500/400 | 1.500 | 72,0         | 64,0      | 2.500     | 17,3              |       |
| BI22    | 679.236 | 5.761.371 | 111,2 | BI22 NM82/1... | Nein    | NEG MICON  | NM 82/1500-1.500/900 | 1.500 | 82,1         | 93,6      | 2.500     | 14,4              |       |
| BI23    | 679.241 | 5.761.981 | 107,9 | BI23 NM82/1... | Nein    | NEG MICON  | NM 82/1500-1.500/900 | 1.500 | 82,1         | 93,6      | 2.500     | 14,4              |       |
| BI24    | 679.566 | 5.761.605 | 110,0 | BI24 NM72C...  | Nein    | NEG MICON  | NM72C/1500-1.500/400 | 1.500 | 72,0         | 64,0      | 2.500     | 17,3              |       |
| BI25    | 679.559 | 5.761.847 | 110,0 | BI25 NM82/1... | Nein    | NEG MICON  | NM 82/1500-1.500/900 | 1.500 | 82,1         | 93,6      | 2.500     | 14,4              |       |
| BI26    | 679.699 | 5.761.400 | 112,9 | BI26 NM82/1... | Nein    | NEG MICON  | NM 82/1500-1.500/900 | 1.500 | 82,1         | 93,6      | 2.500     | 14,4              |       |
| BI27    | 679.998 | 5.761.762 | 111,8 | BI27 NM82/1... | Nein    | NEG MICON  | NM 82/1500-1.500/900 | 1.500 | 82,1         | 93,6      | 2.500     | 14,4              |       |
| BI28    | 680.138 | 5.761.533 | 114,5 | BI28 NM82/1... | Nein    | NEG MICON  | NM 82/1500-1.500/900 | 1.500 | 82,1         | 93,6      | 2.500     | 14,4              |       |
| BI29    | 680.993 | 5.762.220 | 115,5 | BI29 E-40/5... | Nein    | ENERCON    | E-40/5.40-500        | 500   | 40,3         | 65,0      | 897       | 38,0              |       |
| BIE_R01 | 679.429 | 5.760.430 | 115,1 | BIE_R01 V16... | Ja      | VESTAS     | V162-6.2-6.200       | 6.200 | 162,0        | 169,0     | 2.037     | 0,0               |       |
| BIE_R02 | 679.508 | 5.760.064 | 115,1 | BIE_R02 V16... | Ja      | VESTAS     | V162-6.2-6.200       | 6.200 | 162,0        | 169,0     | 2.037     | 0,0               |       |
| BIE_R03 | 679.972 | 5.760.384 | 117,5 | BIE_R03 V16... | Ja      | VESTAS     | V162-6.2-6.200       | 6.200 | 162,0        | 169,0     | 2.037     | 0,0               |       |
| BIE_R04 | 679.833 | 5.759.822 | 113,8 | BIE_R04 V16... | Ja      | VESTAS     | V162-6.2-6.200       | 6.200 | 162,0        | 169,0     | 2.037     | 0,0               |       |

(Fortsetzung nächste Seite)...



Projekt:  
**Biere**

Lizenzierter Anwender:  
**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:  
19.09.2023 10:08/3.6.366

## SHADOW - Hauptergebnis

### Berechnung: Gesamtbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

| Nr.        | Name   | Ost     | Nord      | Z     | Breite | Höhe | Höhe<br>ü.Gr. | Neigung<br>des<br>Fensters | Ausrichtungsmodus   | Augenhöhe<br>(ZVI)<br>ü.Gr.<br>[m] |
|------------|--|---------|-----------|-------|--------|------|---------------|----------------------------|---------------------|------------------------------------|
| IP 05a (W) | Hs. GM IP 05a (W) Hs. GM Ernst-Thälmann-Str. 20b               | 681.814 | 5.761.376 | 100,0 | [m]    | [m]  | [m]           | [°]                        | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                                |
| IP 06a (W) | Hs. GM IP 06a (W) Hs. GM Hamsterweg 14, Biere                  | 681.660 | 5.761.125 | 103,2 | 0,1    | 0,1  | 2,0           | 0,0                        | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                                |
| IP 07 (W)  | WA Fl. GM IP 07 (W) WA Fl. GM B-Plan Bierer Straße, Eickendorf | 683.397 | 5.759.359 | 82,8  | 0,1    | 0,1  | 2,0           | 0,0                        | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                                |
| IP 08 (W)  | Fl. GM IP 08 (W) Fl. GM Eickendorf                             | 683.441 | 5.759.014 | 81,6  | 0,1    | 0,1  | 2,0           | 0,0                        | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                                |
| IP 09 (W)  | Fl. GM IP 09 (W) Fl. GM Eickendorf                             | 683.413 | 5.758.585 | 80,8  | 0,1    | 0,1  | 2,0           | 0,0                        | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                                |
| IP 10 (W)  | WR Fl. GM IP 10 (W) WR Fl. GM Borne, B-Plan Nr. 2              | 676.343 | 5.758.291 | 99,8  | 0,1    | 0,1  | 2,0           | 0,0                        | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                                |
| IP 11 (W)  | Fl. GM IP 11 (W) Fl. GM Borne, süd. Bierer Str.                | 676.017 | 5.758.486 | 93,3  | 0,1    | 0,1  | 2,0           | 0,0                        | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                                |
| IP 12 (W)  | WR Fl. GM IP 12 (W) WR Fl. GM Borne, B-Plan Nr. 2 Mittelbreite | 675.680 | 5.758.775 | 92,4  | 0,1    | 0,1  | 2,0           | 0,0                        | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                                |
| IP 13 (W)  | Fl. GM IP 13 (W) Fl. GM Borne Nordwest                         | 675.548 | 5.758.941 | 91,1  | 0,1    | 0,1  | 2,0           | 0,0                        | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                                |
| IP 14a (W) | Hs. GM IP 14a (W) Hs. GM Rapsblüte 9/9a, Altenweddingen        | 674.590 | 5.763.509 | 86,1  | 0,1    | 0,1  | 2,0           | 0,0                        | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                                |
| IP 15a (W) | Hs. GM IP 15a (W) Hs. GM Siedlung 20, Bahrendorf               | 676.254 | 5.763.693 | 87,7  | 0,1    | 0,1  | 2,0           | 0,0                        | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                                |
| IP 16 (W)  | Fl. GM IP 16 (W) Fl. GM gepl. (W)-Fläche Stemmern              | 676.766 | 5.763.866 | 90,0  | 0,1    | 0,1  | 2,0           | 0,0                        | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                                |
| IP 17 (W)  | IP 17 Welslebener Str. 1A, Welsleben                           | 678.814 | 5.764.466 | 94,4  | 0,1    | 0,1  | 2,0           | 0,0                        | "Gewächshaus-Modus" | 2,0                                |

### Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

| Nr.        | Name   | astron. max. mögl. Beschattungsdauer |                        | met. wahrsch. Beschattungsdauer/Tag |              |
|------------|--|--------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------|
|            |  | Stunden/Jahr                         | Schatten-<br>tage/Jahr | Stunden/Jahr                        | Stunden/Jahr |
|            |  | [h/a]                                | [d/a]                  | [h/d]                               | [h/a]        |
| IP 01a (W) | Hs. GM IP 01a (W) Hs. GM Turnplatz 5a, Welsleben               | 46:32                                | 114                    | 0:32                                | 6:03         |
| IP 02a (W) | Hs. GM IP 02a (W) Hs. GM Plantagenweg 1, Welsleben             | 53:01                                | 123                    | 0:33                                | 7:05         |
| IP 04a (W) | Hs. GM IP 04a (W) Hs. GM Asternweg 17/19, Biere                | 28:52                                | 112                    | 0:25                                | 6:11         |
| IP 05a (W) | Hs. GM IP 05a (W) Hs. GM Ernst-Thälmann-Str. 20b               | 33:17                                | 153                    | 0:24                                | 6:32         |
| IP 06a (W) | Hs. GM IP 06a (W) Hs. GM Hamsterweg 14, Biere                  | 31:04                                | 172                    | 0:25                                | 4:58         |
| IP 07 (W)  | WA Fl. GM IP 07 (W) WA Fl. GM B-Plan Bierer Straße, Eickendorf | 0:00                                 | 0                      | 0:00                                | 0:00         |
| IP 08 (W)  | Fl. GM IP 08 (W) Fl. GM Eickendorf                             | 0:00                                 | 0                      | 0:00                                | 0:00         |
| IP 09 (W)  | Fl. GM IP 09 (W) Fl. GM Eickendorf                             | 0:00                                 | 0                      | 0:00                                | 0:00         |
| IP 10 (W)  | WR Fl. GM IP 10 (W) WR Fl. GM Borne, B-Plan Nr. 2              | 35:00                                | 110                    | 0:32                                | 7:57         |
| IP 11 (W)  | Fl. GM IP 11 (W) Fl. GM Borne, süd. Bierer Str.                | 15:11                                | 64                     | 0:25                                | 3:02         |
| IP 12 (W)  | WR Fl. GM IP 12 (W) WR Fl. GM Borne, B-Plan Nr. 2 Mittelbreite | 30:56                                | 96                     | 0:34                                | 7:08         |
| IP 13 (W)  | Fl. GM IP 13 (W) Fl. GM Borne Nordwest                         | 39:42                                | 156                    | 0:27                                | 8:49         |
| IP 14a (W) | Hs. GM IP 14a (W) Hs. GM Rapsblüte 9/9a, Altenweddingen        | 0:00                                 | 0                      | 0:00                                | 0:00         |
| IP 15a (W) | Hs. GM IP 15a (W) Hs. GM Siedlung 20, Bahrendorf               | 0:00                                 | 0                      | 0:00                                | 0:00         |
| IP 16 (W)  | Fl. GM IP 16 (W) Fl. GM gepl. (W)-Fläche Stemmern              | 0:00                                 | 0                      | 0:00                                | 0:00         |
| IP 17 (W)  | IP 17 Welslebener Str. 1A, Welsleben                           | 91:12                                | 92                     | 1:15                                | 8:48         |

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

| Nr.   | Name                      | Maximal<br>[h/a] | Erwartet<br>[h/a] |
|-------|---------------------------|------------------|-------------------|
| BA_01 | BA_01 V162/6.2/169m NH    | 0:00             | 0:00              |
| BA_02 | BA_02 V162/6.2/169m NH    | 0:00             | 0:00              |
| BA_03 | BA_03 V162/6.2/169m NH    | 0:00             | 0:00              |
| BI01  | BI01 E-82/3MW/138,5m NH   | 0:00             | 0:00              |
| BI02  | BI02 E-82/3MW/138,5m NH   | 0:00             | 0:00              |
| BI03  | BI03 E-82/3MW/138,5m NH   | 0:00             | 0:00              |
| BI04  | BI04 E-82/3MW/138,5m NH   | 0:00             | 0:00              |
| BI05  | BI05 E-82/3MW/138,5m NH   | 11:54            | 1:21              |
| BI06  | BI06 E-82/3MW/138,5m NH   | 0:00             | 0:00              |
| BI07  | BI07 E-82/3MW/138,5m NH   | 0:00             | 0:00              |
| BI08  | BI08 E-82/3MW/138,5m NH   | 0:00             | 0:00              |
| BI09  | BI09 E-82/3MW/138,5m NH   | 0:00             | 0:00              |
| BI10  | BI10 NM 72C/1,5MW/64m NH  | 0:00             | 0:00              |
| BI11  | BI11 NM 82/1,5MW/93,6 mNH | 0:00             | 0:00              |
| BI12  | BI12 NM 72C/1,5MW/64 mNH  | 0:00             | 0:00              |
| BI13  | BI13 NM82/1,5MW/93,6m NH  | 0:10             | 0:01              |
| BI14  | BI14 NM82/1,5MW/93,6m NH  | 1:26             | 0:14              |
| BI15  | BI15 NM72C/1,5MW/64m NH   | 0:17             | 0:02              |
| BI16  | BI16 NM82/1,5MW/93,6m NH  | 2:13             | 0:24              |
| BI17  | BI17 NM72C/1,5MW/64m NH   | 1:22             | 0:14              |
| BI18  | BI18 NM82/1,5MW/93,6m NH  | 7:11             | 1:14              |
| BI19  | BI19 E-40/5.40/65m NH     | 0:00             | 0:00              |

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:  
**Biere**

Lizenzierter Anwender:  
**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:  
19.09.2023 10:08/3.6.366

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Gesamtbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

| Nr.     | Name                      | Maximal<br>[h/a] | Erwartet<br>[h/a] |
|---------|---------------------------|------------------|-------------------|
| BI20    | BI20 E-40/5.40/65m NH     | 0:00             | 0:00              |
| BI21    | BI21 NM72C/1,5MW/64m NH   | 0:00             | 0:00              |
| BI22    | BI22 NM82/1,5MW/93,6m NH  | 0:04             | 0:00              |
| BI23    | BI23 NM82/1,5MW/93,6m NH  | 0:00             | 0:00              |
| BI24    | BI24 NM72C/1,5MW/64m NH   | 0:00             | 0:00              |
| BI25    | BI25 NM82/1,5MW/93,6m NH  | 0:34             | 0:07              |
| BI26    | BI26 NM82/1,5MW/93,6m NH  | 1:11             | 0:14              |
| BI27    | BI27 NM82/1,5MW/93,6m NH  | 3:07             | 0:39              |
| BI28    | BI28 NM82/1,5MW/93,6m NH  | 4:35             | 0:54              |
| BI29    | BI29 E-40/5.40/65m NH     | 0:00             | 0:00              |
| BIE_R01 | BIE_R01 V162/6.2/169m NH  | 0:00             | 0:00              |
| BIE_R02 | BIE_R02 V162/6.2/169m NH  | 0:00             | 0:00              |
| BIE_R03 | BIE_R03 V162/6.2/169m NH  | 7:06             | 1:15              |
| BIE_R04 | BIE_R04 V162/6.2/169m NH  | 0:00             | 0:00              |
| BIE_R05 | BIE_R05 V162/6.2/169m NH  | 0:00             | 0:00              |
| BIE_R06 | BIE_R06 V162/6.2/169m NH  | 0:00             | 0:00              |
| BIE_R07 | BIE_R07 V162/6.2/169m NH  | 0:00             | 0:00              |
| BO31    | BO31 V80/2MW/94,6m NH     | 0:00             | 0:00              |
| BO32    | BO32 V90/3MW/104,8m NH    | 0:00             | 0:00              |
| BO33    | BO33 W5200/750kW/73,9 mNH | 9:20             | 2:03              |
| BO47    | BO47 W5200/750kW/73,9 mNH | 7:39             | 1:47              |
| BO54    | BO54 NM60/1MW/70m NH      | 0:00             | 0:00              |
| BO55    | BO55 NM60/1MW/70m NH      | 0:00             | 0:00              |
| BO56    | BO56 NM60/1MW/70m NH      | 0:00             | 0:00              |
| L01     | L01 V172-7.2/175m NH      | 0:00             | 0:00              |
| L02     | L02 V172-7.2/175m NH      | 0:00             | 0:00              |
| L03     | L03 V172-7.2/164m NH      | 75:16            | 9:06              |
| L04     | L04 V172-7.2/164m NH      | 0:00             | 0:00              |
| L05     | L05 V172-7.2/164m NH      | 0:00             | 0:00              |
| L06     | L06 V172-7.2/164m NH      | 37:57            | 4:29              |
| L07     | L07 V172-7.2/164m NH      | 0:00             | 0:00              |
| L08     | L08 V172-7.2/164m NH      | 25:27            | 5:04              |
| L09     | L09 V162-6.2/169m NH      | 16:15            | 3:32              |
| L10     | L10 V162-6.2/169m NH      | 10:37            | 2:17              |
| L11     | L11 V172-7.2/175m NH      | 77:32            | 8:22              |
| N01     | N01 E-82/2MW/138,4m NH    | 0:00             | 0:00              |
| N03     | N03 E-82/2MW/138,4 mNH    | 0:00             | 0:00              |
| N04     | N04 E-82/2MW/138,4 mNH    | 0:00             | 0:00              |
| N05     | N05 E-82/2MW/138,4 mNH    | 2:42             | 0:34              |
| N06     | N06 E-82/2MW/138,4 mNH    | 9:01             | 2:15              |
| N08     | N08 E-82/2MW/138,4 mNH    | 0:00             | 0:00              |
| N09     | N09 E-82/2MW/138,4 mNH    | 0:00             | 0:00              |
| N10     | N10 E-82/2MW/138,4 mNH    | 16:29            | 3:46              |
| N11     | N11 E-82/2MW/138,4 mNH    | 0:00             | 0:00              |
| N12     | N12 E-82/2MW/138,4m NH    | 0:00             | 0:00              |
| N13     | N13 E-82/2MW/138,4m NH    | 0:00             | 0:00              |
| N14     | N14 E-82/2MW/138,4m NH    | 0:00             | 0:00              |
| N15     | N15 E-82/2MW/138,4 mNH    | 0:00             | 0:00              |
| N16     | N16 E-82/2MW/138,4 mNH    | 0:00             | 0:00              |
| N17     | N17 E-82/2MW/138,4 mNH    | 0:00             | 0:00              |
| N18     | N18 V112/3,3 MW/143,7 mNH | 0:00             | 0:00              |
| N19     | N19 V112/3,3 MW/143,7 mNH | 0:00             | 0:00              |
| N20     | N20 V162/6.0MW/169m NH    | 40:07            | 7:45              |
| N21     | N21 V162/6.0MW/169m NH    | 31:20            | 7:40              |
| R01     | R01 E-82/2,3MW/138,38 mNH | 0:00             | 0:00              |
| R02     | R02 E-82/2,3MW/138,38 mNH | 0:00             | 0:00              |
| R03     | R03 E-82/2,3MW/138,38 mNH | 8:26             | 2:07              |
| R04     | R04 E-82/2,3MW/138,38 mNH | 0:00             | 0:00              |
| R05     | R05 E-82/2,3MW/138,38 mNH | 0:00             | 0:00              |
| R06     | R06 E-82/2,3MW/138,38 mNH | 0:00             | 0:00              |
| R07     | R07 E-82/2,3MW/138,38 mNH | 0:00             | 0:00              |
| R08     | R08 E-82/2,3MW/138,38 mNH | 0:00             | 0:00              |
| R09     | R09 E-82/2,3MW/138,38 mNH | 0:00             | 0:00              |
| R10     | R10 E-82/2,3MW/138,38 mNH | 0:00             | 0:00              |

(Fortsetzung nächste Seite)...



Projekt:  
**Biere**

Lizenziertes Anwender:  
**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:  
19.09.2023 10:08/3.6.366

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Gesamtbelastung

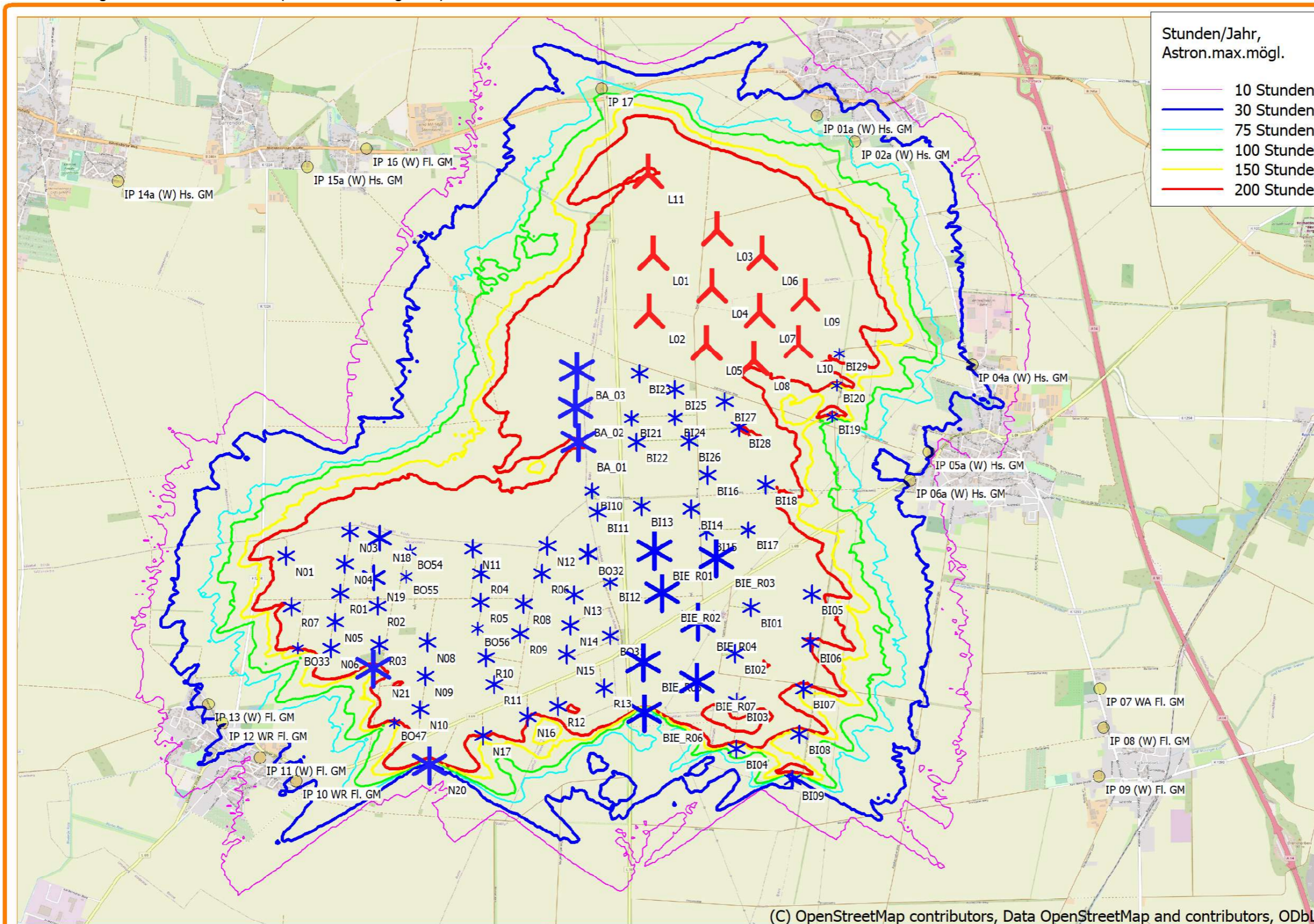
...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

| Nr. | Name                      | Maximal<br>[h/a] | Erwartet<br>[h/a] |
|-----|---------------------------|------------------|-------------------|
| R11 | R11 E-82/2,3MW/138,38 mNH | 0:00             | 0:00              |
| R12 | R12 E-82/2,3MW/138,38 mNH | 0:00             | 0:00              |
| R13 | R13 E-82/2,3MW/138,38 mNH | 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.

Karte Gesamtbelastung ISO Schattenwurflinien (nicht maßstabsgetreu)



Projekt:  
**Biere**

**SHADOW - Karte**  
Berechnung:  
Gesamtbelastung

Lizenzierter Anwender:  
**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:  
19.09.2023 10:23/3.6.366

0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:35.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 679.416 Nord: 5.760.925  
 \* Existierende WEA      \* Schattenrezeptor  
 Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: 23\_08\_02a Höhen Linien Sachsen Anhalt 5m Grid 40x40km alle RK.wpo (2)  
 Zeitschritt: 4 Minuten, Schrittweite: 14 Tag(e), Kartenaufösung: 30 m, Sichtbarkeit Auflösung: 15 m, Augenhöhe: 1,5 m

▲ Neue WEA

## **Abschlussbetrachtung**

Die hier angewandte Methode ist die „worst-case“ Berechnung (astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer), das heißt eine Berechnung die davon ausgeht, dass die Sonne immer scheint, die Rotorfläche senkrecht zur Sonneneinstrahlung stehen und die Anlage immer in Betrieb ist.

Die andere Methode, die hier nicht angewandt wurde, ist die Berechnung der realen Schattenwurfzeiten (meteorologisch wahrscheinlich Beschattungsdauer). Für diese Art der Berechnung werden die Sonnenscheinwahrscheinlichkeiten und die Betriebsstunden je Windrichtungssektor benötigt.

Die Werte für die Sonnenscheinwahrscheinlichkeit wurde vom Softwarehersteller herausgegeben. Sie enthalten für ganz Deutschland Statistiken der gemessenen Sonnenscheindauer und können mit der maximal möglichen Sonnenscheindauer die Sonnenscheinwahrscheinlichkeit ermitteln.

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.

In der Umgebung des Standortes für die geplanten VESTAS-Windkraftanlagen befinden sich einige Wohngebäude, für die die Häufigkeit möglicher Störeffekte durch rotierende Schlagschatten der Anlage zu untersuchen ist.

Bei den Wohngebäuden handelt es sich um die auf der Gesamtübersichtskarte und der Detailkarte eingezeichneten Punkte. Es handelt sich im Einzelnen um die nicht fortlaufend nummerierten Punkte IP 01a bis IP 17, die im Kapitel Projektinhalte mit UTM ETRS Koordinaten der Zone 32 genauer beschrieben sind.

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

In der im Anhang befindlichen kalendarischen Übersicht sind die errechneten Einwirkzeiten rotierender Schatten auf eine von allen Seiten beaufschlagte Terrasse (Gewächshausmodus) dargestellt. Die Größe der Fläche wurde aus Gründen der Vergleichbarkeit mit einem Quadratdezimeter angenommen.

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

Die hier angewandte Richtlinie wurde 2019 aktualisiert und mit Stand vom 23. Januar 2020 vom Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) 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 (2002) für alle Bundesländer bindend.

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 WKA 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 mögliche Beschattungsdauer beziehen, die Abschaltautomatik aber die reale Schattendauer benötigt, wurde hierfür die meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer von 8,0 h pro Kalenderjahr festgelegt.

Die Untersuchung der Zusatzbelastung zeigt, dass die neuen, hier beurteilten Anlagen an den Rezeptoren IP 01a, IP 02a und IP 17 periodischen Schlagschatten oberhalb der Richtwerte verursachen.

Dementsprechend kann festgehalten werden, dass die neuen schattenverursachenden Anlagen mit einem Schattenwurfabschaltmodul ausgestattet werden müssen, um das Einhalten der Richtwerte zu gewährleisten.

Entsprechende Steuerungen und Programmierung der Abschaltungen obliegen den jeweiligen Möglichkeiten der Anlagenkommunikation untereinander, sowie den jeweiligen technischen Möglichkeiten der Windkraftanlagenhersteller, sowie der Schattenwurfabschaltmodulhersteller. Dementsprechend kann eine Schattenwurfanalyse keine detaillierten Einzelabschaltzeiten bzw. Programmierzeiten vorgeben.

Diese Richtwerte sind „worst-case“ mit maximal 30 h / Jahr und maximal 30 min / Tag definiert worden.

## **Ergänzungen**

Für andere Koordinaten bzw. Anlagenkonfigurationen müssen andere Sonnenstandsdaten verwendet werden, die durch die Lage des Ortes vorgegeben sind. Für diese Änderungen sind neue Berechnungen mit den modifizierten Werten erforderlich.

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den untersuchten Standort, der in dem Kapitel Projekteinhalte genau beschrieben ist und gelten nur für den in Betracht gezogenen Anlagentyp, mit entsprechendem Rotordurchmesser, Blattgeometrien und Turmhöhe.

Da zum jetzigen Zeitpunkt nur die Feld- und Laborpilotstudie aus 1999 / 2000 der Christian-Albrechts-Universität Kiel über die Auswirkungen des zyklischen Schattenwurfs von Windkraftanlagen auf den Menschen vorliegen, gelten die hier getroffenen Aussagen vorerst bis zur Veröffentlichung entsprechender Normen.

Diese Analyse wurde mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt und mehrfach kontrolliert.

## **Inhaltsverzeichnis des Anhangs**

Anhang 1: Deckblatt LAI (WKA-Schattenwurfhinweise) Aktualisierung 2019

Anhang 2: Grafischer Kalender

Anhang 3: Detaillierter Schattenwurfkalender

Anhang 1: Deckblatt LAI (WKA-Schattenwurfhinweise) Aktualisierung 2019

**Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen  
Immissionen von Windkraftanlagen  
Aktualisierung 2019  
(WKA-Schattenwurfhinweise)**



Stand 23.01.2020

## Anhang 2: Grafischer Kalender

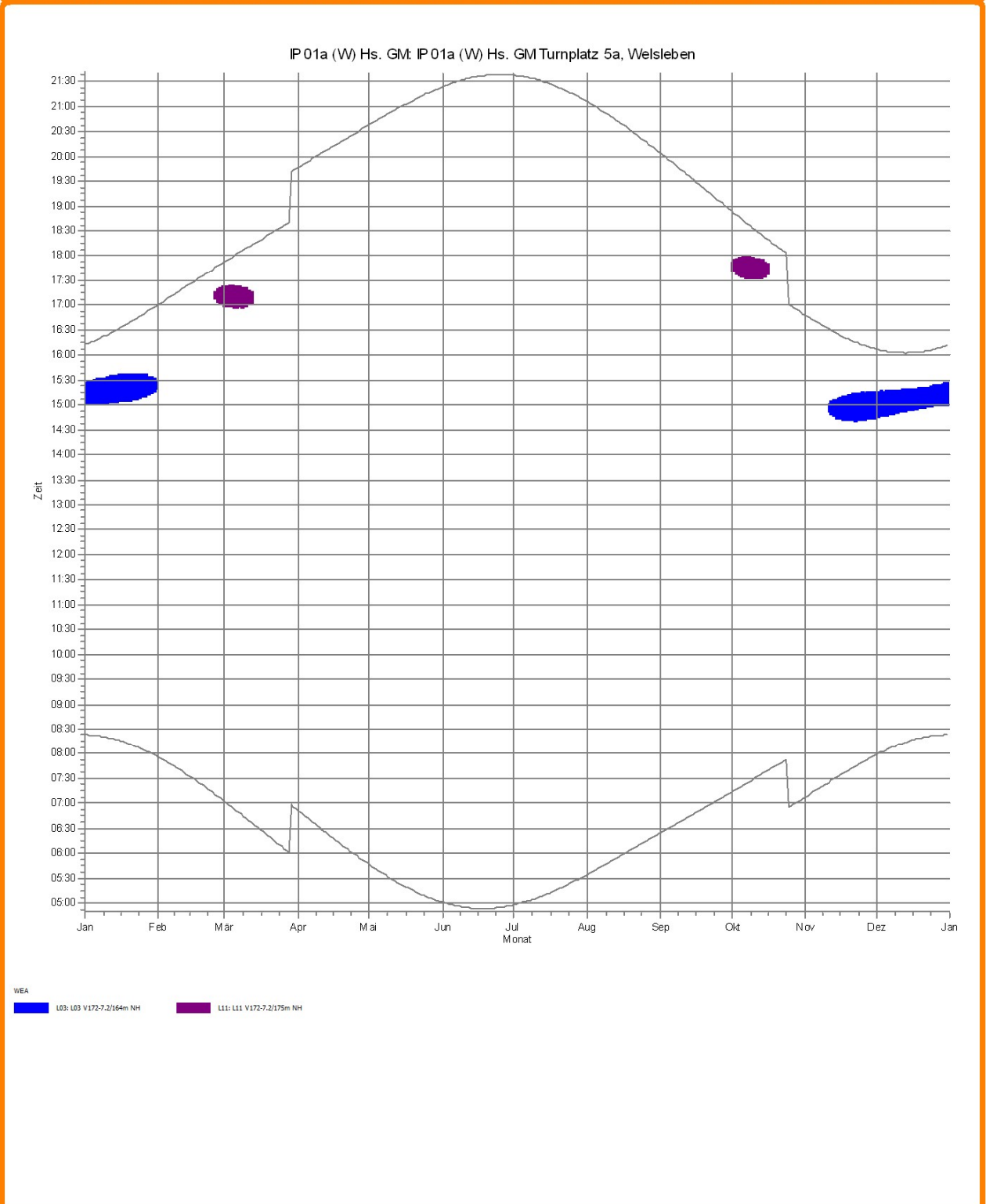
Projekt:  
**Biere**

Lizenzierter Anwender:  
**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:  
19.09.2023 10:23/3.6.366

### SHADOW - Grafischer Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** IP 01a (W) Hs. GM - IP 01a (W) Hs. GM Turnplatz 5a, Welsleben



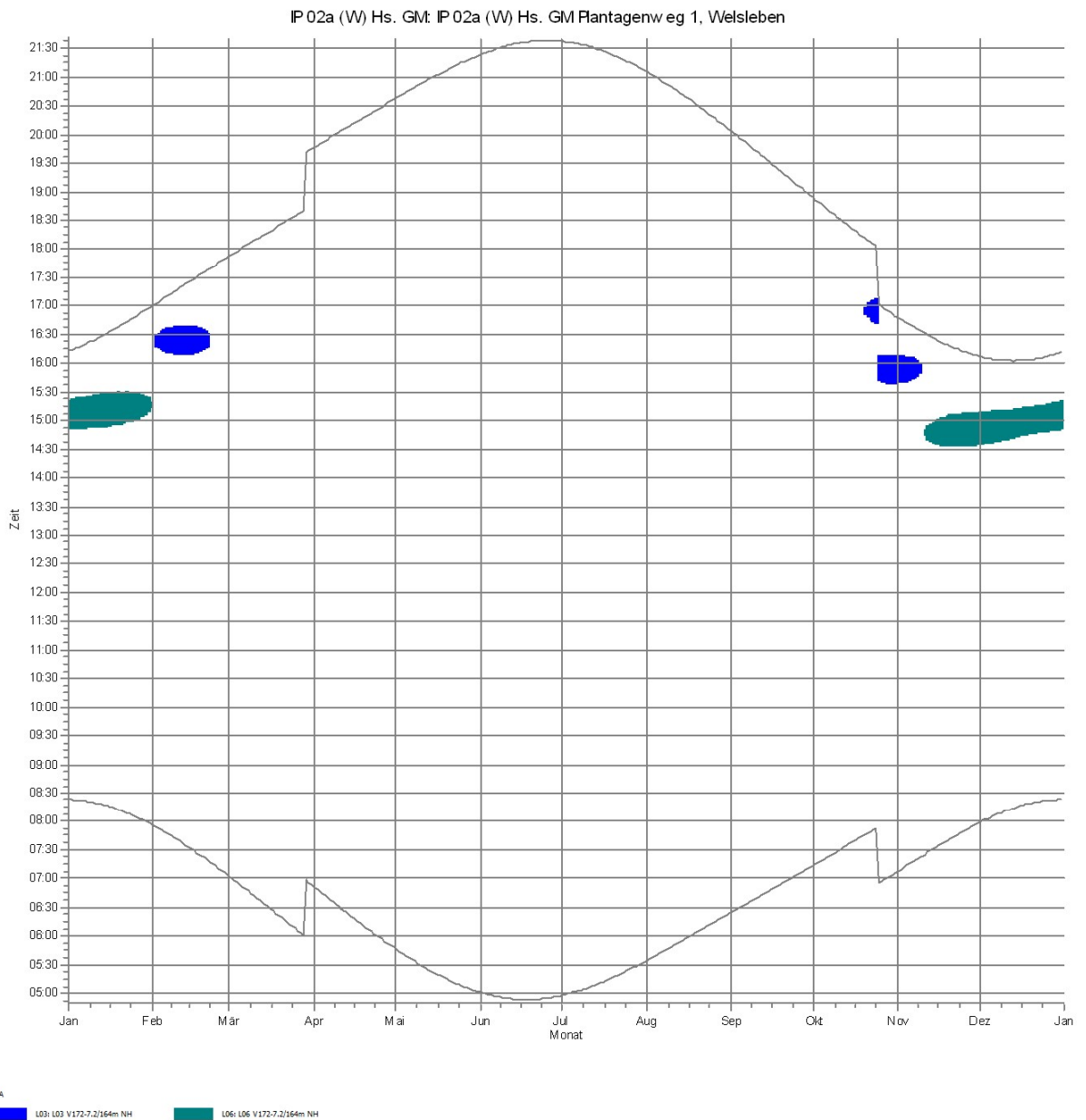


Projekt:  
**Biere**

Lizenziertes Anwender:  
**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129  
  
Berechnet:  
19.09.2023 10:23/3.6.366

### SHADOW - Grafischer Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** IP 02a (W) Hs. GM - IP 02a (W) Hs. GM Plantagenweg 1, Welsleben



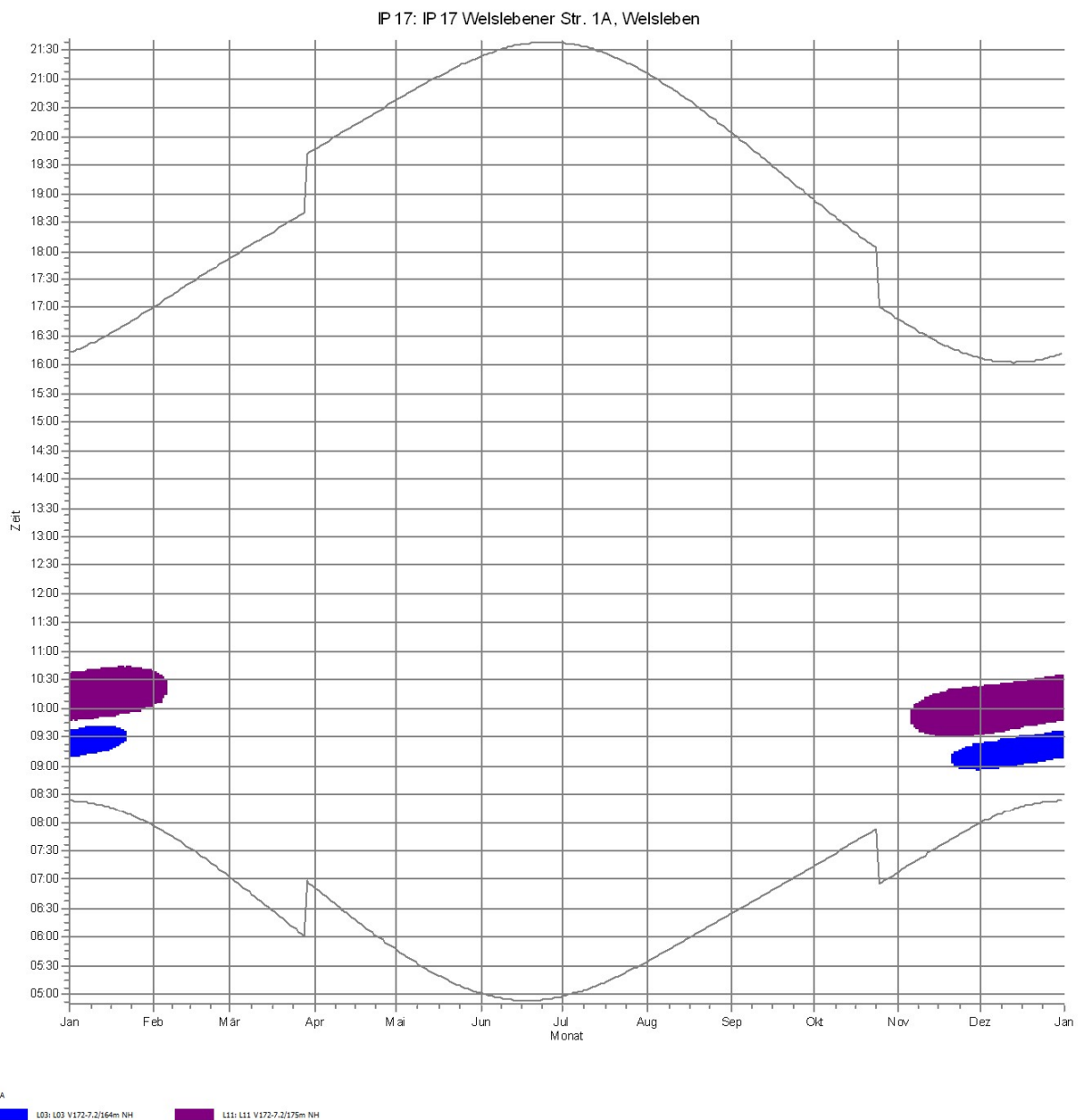
Projekt:  
**Biere**

Lizenziertes Anwender:  
**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:  
19.09.2023 10:23/3.6.366

## SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



## Anhang 4: Detaillierter Schattenwurfkalender

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Projekt:<br><b>Biere</b> | Lizenziertes Anwender:<br><b>reko GmbH &amp; Co. KG</b><br>Sander Bruch Str. 10<br>DE-33106 Paderborn<br>+49 (0) 5254/9528129 |
|                          | Berechnet:<br>19.09.2023 10:23/3.6.366  |

### SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** IP 01a (W) Hs. GM - IP 01a (W) Hs. GM Turnplatz 5a, Welsleben

#### Annahmen für Schattenwurfberechnung

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:

Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang

Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung

Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

|                           | Januar | Februar        | März  | April          | Mai            | Juni  |       |       |
|---------------------------|--------|----------------|-------|----------------|----------------|-------|-------|-------|
| 1                         | 08:22  | 15:01 (L03)    | 07:55 | 07:02          | 16:59 (L11)    | 06:51 | 05:46 | 05:01 |
|                           | 16:12  | 25 15:26 (L03) | 17:00 | 17:52          | 22 17:21 (L11) | 19:46 | 20:37 | 21:23 |
| 2                         | 08:22  | 15:01 (L03)    | 07:54 | 07:00          | 16:59 (L11)    | 06:49 | 05:44 | 05:00 |
|                           | 16:13  | 26 15:27 (L03) | 17:02 | 17:54          | 23 17:22 (L11) | 19:48 | 20:39 | 21:24 |
| 3                         | 08:22  | 15:01 (L03)    | 07:52 | 06:57          | 16:58 (L11)    | 06:46 | 05:42 | 04:59 |
|                           | 16:15  | 26 15:27 (L03) | 17:04 | 17:56          | 25 17:23 (L11) | 19:50 | 20:41 | 21:26 |
| 4                         | 08:22  | 15:01 (L03)    | 07:51 | 06:55          | 16:58 (L11)    | 06:44 | 05:40 | 04:58 |
|                           | 16:16  | 27 15:28 (L03) | 17:06 | 17:58          | 25 17:23 (L11) | 19:51 | 20:42 | 21:27 |
| 5                         | 08:22  | 15:01 (L03)    | 07:49 | 06:53          | 16:57 (L11)    | 06:42 | 05:39 | 04:58 |
|                           | 16:17  | 28 15:29 (L03) | 17:08 | 17:59          | 25 17:22 (L11) | 19:53 | 20:44 | 21:28 |
| 6                         | 08:21  | 15:02 (L03)    | 07:47 | 06:51          | 16:57 (L11)    | 06:40 | 05:37 | 04:57 |
|                           | 16:18  | 28 15:30 (L03) | 17:10 | 18:01          | 25 17:22 (L11) | 19:55 | 20:46 | 21:29 |
| 7                         | 08:21  | 15:01 (L03)    | 07:46 | 06:49          | 16:58 (L11)    | 06:37 | 05:35 | 04:56 |
|                           | 16:19  | 29 15:30 (L03) | 17:11 | 18:03          | 24 17:22 (L11) | 19:57 | 20:47 | 21:29 |
| 8                         | 08:20  | 15:02 (L03)    | 07:44 | 06:46          | 16:57 (L11)    | 06:35 | 05:33 | 04:56 |
|                           | 16:21  | 29 15:31 (L03) | 17:13 | 18:05          | 23 17:20 (L11) | 19:58 | 20:49 | 21:30 |
| 9                         | 08:20  | 15:02 (L03)    | 07:42 | 06:44          | 16:58 (L11)    | 06:33 | 05:31 | 04:55 |
|                           | 16:22  | 29 15:31 (L03) | 17:15 | 18:06          | 22 17:20 (L11) | 20:00 | 20:51 | 21:31 |
| 10                        | 08:19  | 15:02 (L03)    | 07:40 | 06:42          | 16:59 (L11)    | 06:31 | 05:30 | 04:55 |
|                           | 16:23  | 30 15:32 (L03) | 17:17 | 18:08          | 20 17:19 (L11) | 20:02 | 20:52 | 21:32 |
| 11                        | 08:19  | 15:03 (L03)    | 07:38 | 06:40          | 17:01 (L11)    | 06:28 | 05:28 | 04:55 |
|                           | 16:25  | 30 15:33 (L03) | 17:19 | 18:10          | 16 17:17 (L11) | 20:03 | 20:54 | 21:33 |
| 12                        | 08:18  | 15:03 (L03)    | 07:37 | 06:37          | 17:02 (L11)    | 06:26 | 05:26 | 04:54 |
|                           | 16:26  | 31 15:34 (L03) | 17:21 | 18:12          | 12 17:14 (L11) | 20:05 | 20:55 | 21:33 |
| 13                        | 08:18  | 15:03 (L03)    | 07:35 | 06:35          |                | 06:24 | 05:25 | 04:54 |
|                           | 16:28  | 31 15:34 (L03) | 17:23 | 18:13          |                | 20:07 | 20:57 | 21:34 |
| 14                        | 08:17  | 15:03 (L03)    | 07:33 | 06:33          |                | 06:22 | 05:23 | 04:54 |
|                           | 16:29  | 31 15:34 (L03) | 17:25 | 18:15          |                | 20:09 | 20:59 | 21:35 |
| 15                        | 08:16  | 15:04 (L03)    | 07:31 | 06:30          |                | 06:19 | 05:22 | 04:53 |
|                           | 16:31  | 31 15:35 (L03) | 17:26 | 18:17          |                | 20:10 | 21:00 | 21:35 |
| 16                        | 08:15  | 15:04 (L03)    | 07:29 | 06:28          |                | 06:17 | 05:20 | 04:53 |
|                           | 16:33  | 31 15:35 (L03) | 17:28 | 18:19          |                | 20:12 | 21:02 | 21:36 |
| 17                        | 08:14  | 15:04 (L03)    | 07:27 | 06:26          |                | 06:15 | 05:19 | 04:53 |
|                           | 16:34  | 32 15:36 (L03) | 17:30 | 18:20          |                | 20:14 | 21:03 | 21:36 |
| 18                        | 08:13  | 15:05 (L03)    | 07:25 | 06:24          |                | 06:13 | 05:17 | 04:53 |
|                           | 16:36  | 31 15:36 (L03) | 17:32 | 18:22          |                | 20:15 | 21:05 | 21:37 |
| 19                        | 08:12  | 15:05 (L03)    | 07:23 | 06:21          |                | 06:11 | 05:16 | 04:53 |
|                           | 16:37  | 31 15:36 (L03) | 17:34 | 18:24          |                | 20:17 | 21:06 | 21:37 |
| 20                        | 08:11  | 15:05 (L03)    | 07:21 | 06:19          |                | 06:09 | 05:14 | 04:53 |
|                           | 16:39  | 31 15:36 (L03) | 17:36 | 18:26          |                | 20:19 | 21:08 | 21:37 |
| 21                        | 08:10  | 15:06 (L03)    | 07:19 | 06:17          |                | 06:06 | 05:13 | 04:54 |
|                           | 16:41  | 30 15:36 (L03) | 17:38 | 18:27          |                | 20:20 | 21:09 | 21:38 |
| 22                        | 08:09  | 15:07 (L03)    | 07:17 | 06:14          |                | 06:04 | 05:12 | 04:54 |
|                           | 16:42  | 29 15:36 (L03) | 17:39 | 18:29          |                | 20:22 | 21:11 | 21:38 |
| 23                        | 08:08  | 15:07 (L03)    | 07:15 | 06:12          |                | 06:02 | 05:10 | 04:54 |
|                           | 16:44  | 29 15:36 (L03) | 17:41 | 18:31          |                | 20:24 | 21:12 | 21:38 |
| 24                        | 08:07  | 15:08 (L03)    | 07:13 | 06:10          |                | 06:00 | 05:09 | 04:54 |
|                           | 16:46  | 28 15:36 (L03) | 17:43 | 18:33          |                | 20:26 | 21:13 | 21:38 |
| 25                        | 08:05  | 15:09 (L03)    | 07:10 | 06:07          | 17:08 (L11)    | 06:07 | 05:08 | 04:55 |
|                           | 16:48  | 27 15:36 (L03) | 17:45 | 6 17:14 (L11)  | 18:34          | 20:27 | 21:15 | 21:38 |
| 26                        | 08:04  | 15:10 (L03)    | 07:08 | 17:04 (L11)    | 06:05          | 05:56 | 05:07 | 04:55 |
|                           | 16:49  | 25 15:35 (L03) | 17:47 | 14 17:18 (L11) | 18:36          | 20:29 | 21:16 | 21:38 |
| 27                        | 08:03  | 15:12 (L03)    | 07:06 | 17:02 (L11)    | 06:03          | 05:54 | 05:06 | 04:55 |
|                           | 16:51  | 23 15:35 (L03) | 17:49 | 18 17:20 (L11) | 18:38          | 20:31 | 21:17 | 21:38 |
| 28                        | 08:01  | 15:13 (L03)    | 07:04 | 17:01 (L11)    | 06:00          | 05:52 | 05:05 | 04:56 |
|                           | 16:53  | 20 15:33 (L03) | 17:50 | 20 17:21 (L11) | 18:39          | 20:32 | 21:19 | 21:38 |
| 29                        | 08:00  | 15:15 (L03)    |       |                | 06:58          | 05:50 | 05:03 | 04:56 |
|                           | 16:55  | 18 15:33 (L03) |       |                | 19:41          | 20:34 | 21:20 | 21:38 |
| 30                        | 07:58  | 15:16 (L03)    |       |                | 06:56          | 05:48 | 05:03 | 04:57 |
|                           | 16:57  | 15 15:31 (L03) |       |                | 19:43          | 20:36 | 21:21 | 21:38 |
| 31                        | 07:57  | 15:19 (L03)    |       |                | 06:53          |       | 05:02 |       |
|                           | 16:59  | 9 15:28 (L03)  |       |                | 19:45          |       | 21:22 |       |
| Sonnenscheinstunden       | 259    |                |       | 367            |                | 416   | 485   | 499   |
| astr.max.mögl.Beschattung | 840    | 277            | 58    | 262            |                |       |       |       |

**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) Schattende | (WEA mit letztem Schatten) |
|--------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------|

Projekt:  
**Biere**

Lizenzierter Anwender:  
**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:  
19.09.2023 10:23/3.6.366

## SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** IP 01a (W) Hs. GM - IP 01a (W) Hs. GM Turnplatz 5a, Welsleben

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:

Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang

Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung

Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

|    | July                      | August         | September      | Oktober        | November             | Dezember                                     |     |
|----|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|--|-----|
| 1  | 04:58<br>21:37            | 05:34<br>21:05 | 06:24<br>20:03 | 07:13<br>18:54 | 17:43 (L11)<br>16:47 | 07:58<br>14:45 (L03)                         |     |
| 2  | 04:58<br>21:37            | 05:36<br>21:04 | 06:26<br>20:01 | 07:15<br>18:51 | 17:40 (L11)<br>16:45 | 08:00<br>14:45 (L03)                         |     |
| 3  | 04:59<br>21:37            | 05:37<br>21:02 | 06:27<br>19:59 | 07:17<br>18:49 | 17:38 (L11)<br>16:44 | 08:01<br>14:46 (L03)                         |     |
| 4  | 05:00<br>21:36            | 05:39<br>21:00 | 06:29<br>19:56 | 07:18<br>18:47 | 17:36 (L11)<br>16:42 | 08:03<br>14:46 (L03)                         |     |
| 5  | 05:01<br>21:36            | 05:40<br>20:59 | 06:31<br>19:54 | 07:20<br>18:44 | 17:34 (L11)<br>16:40 | 08:04<br>14:47 (L03)                         |     |
| 6  | 05:01<br>21:35            | 05:42<br>20:57 | 06:32<br>19:52 | 07:22<br>18:42 | 17:34 (L11)<br>16:38 | 08:05<br>14:48 (L03)                         |     |
| 7  | 05:02<br>21:35            | 05:44<br>20:55 | 06:34<br>19:50 | 07:23<br>18:40 | 17:33 (L11)<br>16:37 | 08:06<br>14:48 (L03)                         |     |
| 8  | 05:03<br>21:34            | 05:45<br>20:53 | 06:36<br>19:47 | 07:25<br>18:38 | 17:33 (L11)<br>16:35 | 08:08<br>14:48 (L03)                         |     |
| 9  | 05:04<br>21:33            | 05:47<br>20:51 | 06:37<br>19:45 | 07:27<br>18:35 | 17:32 (L11)<br>16:33 | 08:09<br>14:50 (L03)                         |     |
| 10 | 05:05<br>21:33            | 05:48<br>20:49 | 06:39<br>19:43 | 07:28<br>18:33 | 17:32 (L11)<br>16:32 | 08:10<br>14:50 (L03)                         |     |
| 11 | 05:06<br>21:32            | 05:50<br>20:48 | 06:40<br>19:40 | 07:30<br>18:31 | 17:32 (L11)<br>16:30 | 14:51 (L03)<br>08:11<br>14:51 (L03)          |     |
| 12 | 05:07<br>21:31            | 05:52<br>20:46 | 06:42<br>19:38 | 07:32<br>18:29 | 17:33 (L11)<br>16:29 | 08:12<br>14:48 (L03)<br>08:12<br>14:52 (L03) |     |
| 13 | 05:08<br>21:30            | 05:53<br>20:44 | 06:44<br>19:36 | 07:34<br>18:26 | 17:33 (L11)<br>16:27 | 15:03 (L03)<br>16:02<br>15:17 (L03)          |     |
| 14 | 05:10<br>21:29            | 05:55<br>20:42 | 06:45<br>19:33 | 07:35<br>18:24 | 17:34 (L11)<br>16:26 | 14:47 (L03)<br>08:13<br>14:52 (L03)          |     |
| 15 | 05:11<br>21:28            | 05:56<br>20:40 | 06:47<br>19:31 | 07:37<br>18:22 | 17:35 (L11)<br>16:24 | 14:44 (L03)<br>08:15<br>14:54 (L03)          |     |
| 16 | 05:12<br>21:27            | 05:58<br>20:38 | 06:49<br>19:29 | 07:39<br>18:20 | 17:38 (L11)<br>16:23 | 15:07 (L03)<br>16:02<br>15:17 (L03)          |     |
| 17 | 05:13<br>21:26            | 06:00<br>20:36 | 06:50<br>19:26 | 07:41<br>18:18 | 17:49 (L11)<br>16:23 | 14:43 (L03)<br>08:16<br>14:54 (L03)          |     |
| 18 | 05:14<br>21:25            | 06:01<br>20:34 | 06:52<br>19:24 | 07:42<br>18:16 | 16:21<br>16:20       | 15:08 (L03)<br>16:03<br>15:18 (L03)          |     |
| 19 | 05:16<br>21:24            | 06:03<br>20:32 | 06:53<br>19:22 | 07:44<br>18:13 | 16:19<br>16:19       | 14:42 (L03)<br>08:18<br>14:56 (L03)          |     |
| 20 | 05:17<br>21:23            | 06:05<br>20:29 | 06:55<br>19:19 | 07:46<br>18:11 | 16:17<br>16:17       | 15:11 (L03)<br>16:04<br>15:19 (L03)          |     |
| 21 | 05:18<br>21:21            | 06:06<br>20:27 | 06:57<br>19:17 | 07:48<br>18:09 | 16:16<br>16:16       | 14:42 (L03)<br>08:19<br>14:57 (L03)          |     |
| 22 | 05:20<br>21:20            | 06:08<br>20:25 | 06:58<br>19:15 | 07:49<br>18:07 | 16:15<br>16:15       | 15:12 (L03)<br>16:04<br>15:20 (L03)          |     |
| 23 | 05:21<br>21:19            | 06:09<br>20:23 | 07:00<br>19:12 | 07:51<br>18:05 | 16:14<br>16:14       | 14:42 (L03)<br>08:20<br>14:58 (L03)          |     |
| 24 | 05:22<br>21:18            | 06:11<br>20:21 | 07:02<br>19:10 | 07:53<br>18:03 | 16:14<br>16:13       | 15:12 (L03)<br>16:04<br>15:21 (L03)          |     |
| 25 | 05:24<br>21:16            | 06:13<br>20:19 | 07:03<br>19:08 | 06:55<br>17:01 | 16:13<br>16:12       | 15:13 (L03)<br>16:06<br>15:22 (L03)          |     |
| 26 | 05:25<br>21:15            | 06:14<br>20:17 | 07:05<br>19:05 | 06:56<br>16:59 | 16:12<br>16:11       | 15:14 (L03)<br>16:06<br>15:23 (L03)          |     |
| 27 | 05:27<br>21:13            | 06:16<br>20:14 | 07:07<br>19:03 | 06:58<br>16:57 | 16:11<br>16:10       | 15:13 (L03)<br>16:07<br>15:22 (L03)          |     |
| 28 | 05:28<br>21:12            | 06:18<br>20:12 | 07:08<br>19:01 | 07:00<br>16:55 | 16:10<br>16:09       | 14:43 (L03)<br>08:22<br>14:59 (L03)          |     |
| 29 | 05:30<br>21:10            | 06:19<br>20:10 | 07:10<br>18:58 | 07:02<br>16:53 | 16:09<br>16:08       | 15:14 (L03)<br>16:08<br>15:23 (L03)          |     |
| 30 | 05:31<br>21:09            | 06:21<br>20:08 | 07:12<br>18:56 | 07:04<br>16:51 | 16:08<br>16:08       | 14:44 (L03)<br>08:22<br>15:00 (L03)          |     |
| 31 | 05:33<br>21:07            | 06:22<br>20:05 | 07:05<br>16:49 | 07:05<br>16:49 | 16:08<br>16:08       | 15:15 (L03)<br>16:10<br>15:25 (L03)          |     |
|    | Sonnenscheinstunden       | 502            | 454            | 381            | 331                  | 266  | 533 |
|    | astr.max.mögl.Beschattung |                |                |                | 322                  |  | 777 |

**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:  
**Biere**

Lizenziertes Anwender:  
**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:  
19.09.2023 10:23/3.6.366

## SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** IP 02a (W) Hs. GM - IP 02a (W) Hs. GM Plantagenweg 1, Welsleben

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:

Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang

Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung

Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

|                           | Januar | Februar                | März | April               | Mai   | Juni          |
|---------------------------|--------|------------------------|------|---------------------|-------|---------------|
| 1                         | 08:22  | 14:51 (L06)   07:55    |      | 07:02               | 06:51 | 05:01         |
|                           | 16:12  | 29 15:20 (L06)   17:00 |      | 17:52               | 19:46 | 20:37   21:23 |
| 2                         | 08:22  | 14:52 (L06)   07:54    |      | 07:00               | 06:49 | 05:44         |
|                           | 16:13  | 29 15:21 (L06)   17:02 | 10   | 16:18 (L03)   17:54 | 19:48 | 20:39   21:24 |
| 3                         | 08:22  | 14:51 (L06)   07:52    |      | 06:57               | 06:46 | 05:42         |
|                           | 16:15  | 30 15:21 (L06)   17:04 | 14   | 16:30 (L03)   17:56 | 19:50 | 20:41   21:26 |
| 4                         | 08:22  | 14:52 (L06)   07:51    |      | 06:55               | 06:44 | 05:40         |
|                           | 16:16  | 30 15:22 (L06)   17:06 | 18   | 16:32 (L03)   17:58 | 19:51 | 20:42   21:27 |
| 5                         | 08:22  | 14:52 (L06)   07:49    |      | 06:53               | 06:42 | 05:39         |
|                           | 16:17  | 30 15:22 (L06)   17:08 | 21   | 16:34 (L03)   17:59 | 19:53 | 20:44   21:28 |
| 6                         | 08:21  | 14:52 (L06)   07:47    |      | 06:51               | 06:40 | 05:37         |
|                           | 16:18  | 31 15:23 (L06)   17:10 | 23   | 16:35 (L03)   18:01 | 19:55 | 20:46   21:29 |
| 7                         | 08:21  | 14:52 (L06)   07:46    |      | 06:49               | 06:37 | 05:35         |
|                           | 16:19  | 31 15:23 (L06)   17:11 | 25   | 16:36 (L03)   18:03 | 19:57 | 20:47   21:29 |
| 8                         | 08:20  | 14:53 (L06)   07:44    |      | 06:46               | 06:35 | 05:33         |
|                           | 16:21  | 31 15:24 (L06)   17:13 | 25   | 16:36 (L03)   18:05 | 19:58 | 20:49   21:30 |
| 9                         | 08:20  | 14:53 (L06)   07:42    |      | 06:44               | 06:33 | 05:31         |
|                           | 16:22  | 31 15:24 (L06)   17:15 | 27   | 16:37 (L03)   18:06 | 20:00 | 20:51   21:31 |
| 10                        | 08:19  | 14:53 (L06)   07:40    |      | 06:42               | 06:31 | 05:30         |
|                           | 16:23  | 32 15:25 (L06)   17:17 | 27   | 16:37 (L03)   18:08 | 20:02 | 20:52   21:32 |
| 11                        | 08:19  | 14:54 (L06)   07:38    |      | 06:40               | 06:28 | 05:28         |
|                           | 16:25  | 32 15:26 (L06)   17:19 | 27   | 16:37 (L03)   18:10 | 20:03 | 20:54   21:33 |
| 12                        | 08:18  | 14:54 (L06)   07:37    |      | 06:37               | 06:26 | 05:26         |
|                           | 16:26  | 32 15:26 (L06)   17:21 | 28   | 16:38 (L03)   18:12 | 20:05 | 20:55   21:33 |
| 13                        | 08:17  | 14:54 (L06)   07:35    |      | 06:35               | 06:24 | 05:25         |
|                           | 16:28  | 33 15:27 (L06)   17:23 | 28   | 16:38 (L03)   18:13 | 20:07 | 20:57   21:34 |
| 14                        | 08:17  | 14:54 (L06)   07:33    |      | 06:33               | 06:22 | 05:23         |
|                           | 16:29  | 33 15:27 (L06)   17:25 | 27   | 16:37 (L03)   18:15 | 20:08 | 20:59   21:35 |
| 15                        | 08:16  | 14:55 (L06)   07:31    |      | 06:30               | 06:19 | 05:22         |
|                           | 16:31  | 32 15:27 (L06)   17:26 | 27   | 16:37 (L03)   18:17 | 20:10 | 21:00   21:35 |
| 16                        | 08:15  | 14:55 (L06)   07:29    |      | 06:28               | 06:17 | 05:20         |
|                           | 16:32  | 33 15:28 (L06)   17:28 | 26   | 16:37 (L03)   18:19 | 20:12 | 21:02   21:36 |
| 17                        | 08:14  | 14:56 (L06)   07:27    |      | 06:26               | 06:15 | 05:19         |
|                           | 16:34  | 32 15:28 (L06)   17:30 | 24   | 16:36 (L03)   18:20 | 20:14 | 21:03   21:36 |
| 18                        | 08:13  | 14:56 (L06)   07:25    |      | 06:23               | 06:13 | 05:17         |
|                           | 16:36  | 32 15:28 (L06)   17:32 | 22   | 16:35 (L03)   18:22 | 20:15 | 21:05   21:37 |
| 19                        | 08:12  | 14:57 (L06)   07:23    |      | 06:21               | 06:11 | 05:16         |
|                           | 16:37  | 32 15:29 (L06)   17:34 | 20   | 16:34 (L03)   18:24 | 20:17 | 21:06   21:37 |
| 20                        | 08:11  | 14:57 (L06)   07:21    |      | 06:19               | 06:09 | 05:14         |
|                           | 16:39  | 31 15:28 (L06)   17:36 | 16   | 16:32 (L03)   18:26 | 20:19 | 21:08   21:37 |
| 21                        | 08:10  | 14:58 (L06)   07:19    |      | 06:17               | 06:06 | 05:13         |
|                           | 16:41  | 30 15:28 (L06)   17:38 | 12   | 16:30 (L03)   18:27 | 20:20 | 21:09   21:38 |
| 22                        | 08:09  | 14:59 (L06)   07:17    |      | 06:14               | 06:04 | 05:12         |
|                           | 16:42  | 30 15:29 (L06)   17:39 |      | 18:29               | 20:22 | 21:10   21:38 |
| 23                        | 08:08  | 14:59 (L06)   07:15    |      | 06:12               | 06:02 | 05:10         |
|                           | 16:44  | 29 15:28 (L06)   17:41 |      | 18:31               | 20:24 | 21:12   21:38 |
| 24                        | 08:07  | 15:00 (L06)   07:13    |      | 06:10               | 06:00 | 05:09         |
|                           | 16:46  | 28 15:28 (L06)   17:43 |      | 18:33               | 20:26 | 21:13   21:38 |
| 25                        | 08:05  | 15:01 (L06)   07:10    |      | 06:07               | 05:58 | 05:08         |
|                           | 16:48  | 27 15:28 (L06)   17:45 |      | 18:34               | 20:27 | 21:15   21:38 |
| 26                        | 08:04  | 15:02 (L06)   07:08    |      | 06:05               | 05:56 | 05:07         |
|                           | 16:49  | 25 15:27 (L06)   17:47 |      | 18:36               | 20:29 | 21:16   21:38 |
| 27                        | 08:03  | 15:04 (L06)   07:06    |      | 06:03               | 05:54 | 05:06         |
|                           | 16:51  | 22 15:26 (L06)   17:48 |      | 18:38               | 20:31 | 21:17   21:38 |
| 28                        | 08:01  | 15:05 (L06)   07:04    |      | 06:00               | 05:52 | 05:04         |
|                           | 16:53  | 20 15:25 (L06)   17:50 |      | 18:39               | 20:32 | 21:19   21:38 |
| 29                        | 08:00  | 15:07 (L06)            |      | 06:58               | 05:50 | 05:03         |
|                           | 16:55  | 17 15:24 (L06)         |      | 19:41               | 20:34 | 21:20   21:38 |
| 30                        | 07:58  | 15:09 (L06)            |      | 06:56               | 05:48 | 05:02         |
|                           | 16:57  | 13 15:22 (L06)         |      | 19:43               | 20:36 | 21:21   21:38 |
| 31                        | 07:57  | 15:14 (L06)            |      | 06:53               |       | 05:02         |
|                           | 16:58  | 3 15:17 (L06)          |      | 19:45               |       | 21:22         |
| Sonnenscheinstunden       | 259    | 277                    |      | 367                 | 416   | 485           |
| astr.max.mögl.Beschattung | 870    | 447                    |      |                     |       |               |

**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) | Minuten mit Schatten | Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende (WEA mit letztem Schatten) |

Projekt:  
**Biere**

Lizenzierter Anwender:  
**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:  
19.09.2023 10:23/3.6.366

## SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** IP 02a (W) Hs. GM - IP 02a (W) Hs. GM Plantagenweg 1, Welsleben

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:

- Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
- Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlungsrichtung
- Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

|                           | July           | August         | September      | Oktober        |     | November                   |             | Dezember       |                            |
|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|----------------------------|-------------|----------------|----------------------------|
| 1                         | 04:58<br>21:37 | 05:34<br>21:05 | 06:24<br>20:03 | 07:13<br>18:54 |     | 07:07<br>16:47             | 15:40 (L03) | 07:58<br>16:07 | 14:36 (L06)<br>15:08 (L06) |
| 2                         | 04:58<br>21:37 | 05:36<br>21:04 | 06:26<br>20:01 | 07:15<br>18:51 |     | 07:09<br>16:45             | 15:40 (L03) | 08:00<br>16:06 | 14:36 (L06)<br>15:08 (L06) |
| 3                         | 04:59<br>21:37 | 05:37<br>21:02 | 06:27<br>19:59 | 07:17<br>18:49 |     | 07:11<br>16:44             | 15:41 (L03) | 08:01<br>16:05 | 14:37 (L06)<br>15:08 (L06) |
| 4                         | 05:00<br>21:36 | 05:39<br>21:00 | 06:29<br>19:56 | 07:18<br>18:47 |     | 07:13<br>16:42             | 15:41 (L03) | 08:03<br>16:05 | 14:37 (L06)<br>15:08 (L06) |
| 5                         | 05:01<br>21:36 | 05:40<br>20:59 | 06:31<br>19:54 | 07:20<br>18:44 |     | 07:14<br>16:40             | 15:42 (L03) | 08:04<br>16:04 | 14:37 (L06)<br>15:08 (L06) |
| 6                         | 05:01<br>21:35 | 05:42<br>20:57 | 06:32<br>19:52 | 07:22<br>18:42 |     | 07:16<br>16:38             | 15:43 (L03) | 08:05<br>16:04 | 14:38 (L06)<br>15:09 (L06) |
| 7                         | 05:02<br>21:35 | 05:44<br>20:55 | 06:34<br>19:50 | 07:23<br>18:40 |     | 07:18<br>16:37             | 15:45 (L03) | 08:06<br>16:04 | 14:39 (L06)<br>15:09 (L06) |
| 8                         | 05:03<br>21:34 | 05:45<br>20:53 | 06:36<br>19:47 | 07:25<br>18:38 |     | 07:20<br>16:35             | 15:47 (L03) | 08:08<br>16:03 | 14:39 (L06)<br>15:09 (L06) |
| 9                         | 05:04<br>21:33 | 05:47<br>20:51 | 06:37<br>19:45 | 07:27<br>18:35 |     | 07:22<br>16:33             | 15:50 (L03) | 08:09<br>16:03 | 14:40 (L06)<br>15:10 (L06) |
| 10                        | 05:05<br>21:33 | 05:48<br>20:49 | 06:39<br>19:43 | 07:28<br>18:33 |     | 07:23<br>16:32             | 15:58 (L03) | 08:10<br>16:03 | 14:41 (L06)<br>15:10 (L06) |
| 11                        | 05:06<br>21:32 | 05:50<br>20:48 | 06:40<br>19:40 | 07:30<br>18:31 |     | 07:25<br>16:30             | 14:45 (L06) | 08:11<br>16:03 | 14:41 (L06)<br>15:10 (L06) |
| 12                        | 05:07<br>21:31 | 05:52<br>20:46 | 06:42<br>19:38 | 07:32<br>18:29 |     | 07:27<br>16:29             | 14:41 (L06) | 08:12<br>16:02 | 14:42 (L06)<br>15:10 (L06) |
| 13                        | 05:08<br>21:30 | 05:53<br>20:44 | 06:44<br>19:36 | 07:34<br>18:26 |     | 07:29<br>16:27             | 14:38 (L06) | 08:13<br>16:02 | 14:42 (L06)<br>15:10 (L06) |
| 14                        | 05:10<br>21:29 | 05:55<br>20:42 | 06:45<br>19:33 | 07:35<br>18:24 |     | 07:30<br>16:26             | 14:37 (L06) | 08:14<br>16:02 | 14:43 (L06)<br>15:11 (L06) |
| 15                        | 05:11<br>21:28 | 05:56<br>20:40 | 06:47<br>19:31 | 07:37<br>18:22 |     | 07:32<br>16:24             | 14:36 (L06) | 08:15<br>16:02 | 14:44 (L06)<br>15:11 (L06) |
| 16                        | 05:12<br>21:27 | 05:58<br>20:38 | 06:49<br>19:29 | 07:39<br>18:20 |     | 07:34<br>16:23             | 14:35 (L06) | 08:16<br>16:03 | 14:45 (L06)<br>15:11 (L06) |
| 17                        | 05:13<br>21:26 | 06:00<br>20:36 | 06:50<br>19:26 | 07:41<br>18:18 |     | 07:36<br>16:21             | 14:34 (L06) | 08:17<br>16:03 | 14:45 (L06)<br>15:12 (L06) |
| 18                        | 05:14<br>21:25 | 06:01<br>20:34 | 06:52<br>19:24 | 07:42<br>18:15 |     | 07:37<br>16:20             | 14:34 (L06) | 08:17<br>16:03 | 14:45 (L06)<br>15:12 (L06) |
| 19                        | 05:16<br>21:24 | 06:03<br>20:31 | 06:53<br>19:22 | 07:44<br>18:13 |     | 07:39<br>16:19             | 14:34 (L06) | 08:18<br>16:03 | 14:46 (L06)<br>15:12 (L06) |
| 20                        | 05:17<br>21:23 | 06:05<br>20:29 | 06:55<br>19:19 | 07:46<br>18:11 | 5   | 16:52 (L03)<br>16:17       | 14:34 (L06) | 08:19<br>16:04 | 14:47 (L06)<br>15:13 (L06) |
| 21                        | 05:18<br>21:21 | 06:06<br>20:27 | 06:57<br>19:17 | 07:48<br>18:09 | 13  | 16:48 (L03)<br>17:01 (L03) | 14:34 (L06) | 08:19<br>16:04 | 14:47 (L06)<br>15:13 (L06) |
| 22                        | 05:20<br>21:20 | 06:08<br>20:25 | 06:58<br>19:15 | 07:49<br>18:07 | 18  | 16:45 (L03)<br>17:03 (L03) | 14:33 (L06) | 08:20<br>16:04 | 14:48 (L06)<br>15:14 (L06) |
| 23                        | 05:21<br>21:19 | 06:09<br>20:23 | 07:00<br>19:12 | 07:51<br>18:05 | 21  | 16:44 (L03)<br>17:05 (L03) | 14:33 (L06) | 08:20<br>16:05 | 14:48 (L06)<br>15:14 (L06) |
| 24                        | 05:22<br>21:18 | 06:11<br>20:21 | 07:02<br>19:10 | 07:53<br>18:03 | 23  | 16:43 (L03)<br>17:06 (L03) | 14:33 (L06) | 08:21<br>16:06 | 14:48 (L06)<br>15:14 (L06) |
| 25                        | 05:24<br>21:16 | 06:13<br>20:19 | 07:03<br>19:08 | 06:55<br>17:01 | 25  | 15:42 (L03)<br>16:07 (L03) | 14:34 (L06) | 08:21<br>16:06 | 14:49 (L06)<br>15:15 (L06) |
| 26                        | 05:25<br>21:15 | 06:14<br>20:17 | 07:05<br>19:05 | 06:56<br>16:59 | 26  | 15:40 (L03)<br>16:06 (L03) | 14:33 (L06) | 08:22<br>16:07 | 14:49 (L06)<br>15:16 (L06) |
| 27                        | 05:27<br>21:13 | 06:16<br>20:14 | 07:07<br>19:03 | 06:58<br>16:57 | 27  | 15:40 (L03)<br>16:07 (L03) | 14:34 (L06) | 08:22<br>16:08 | 14:50 (L06)<br>15:16 (L06) |
| 28                        | 05:28<br>21:12 | 06:18<br>20:12 | 07:08<br>19:01 | 07:00<br>16:55 | 28  | 15:39 (L03)<br>16:07 (L03) | 14:34 (L06) | 08:22<br>16:08 | 14:50 (L06)<br>15:17 (L06) |
| 29                        | 05:30<br>21:10 | 06:19<br>20:10 | 07:10<br>18:58 | 07:02<br>16:53 | 28  | 15:39 (L03)<br>16:07 (L03) | 14:34 (L06) | 08:22<br>16:09 | 14:50 (L06)<br>15:17 (L06) |
| 30                        | 05:31<br>21:09 | 06:21<br>20:08 | 07:12<br>18:56 | 07:04<br>16:51 | 28  | 15:39 (L03)<br>16:07 (L03) | 14:35 (L06) | 08:22<br>16:10 | 14:50 (L06)<br>15:18 (L06) |
| 31                        | 05:33<br>21:07 | 06:22<br>20:05 |                | 07:05<br>16:49 | 28  | 15:39 (L03)<br>16:07 (L03) |             | 08:22<br>16:11 | 14:51 (L06)<br>15:19 (L06) |
| Sonnenscheinstunden       |                | 502            | 454            | 381            | 331 | 266                        |             | 243            |                            |
| astr.max.mögl.Beschattung |                |                |                |                | 270 | 722                        |             | 872            |                            |

**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) | Minuten mit Schatten | Zeitpunkt (SS:MM) Schattende (WEA mit letztem Schatten) |

Projekt:  
**Biere**

Lizenzierter Anwender:  
**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:  
19.09.2023 10:23/3.6.366

## SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** IP 17 - IP 17 Welslebener Str. 1A, Welsleben

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:

Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang

Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung

Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

|    | Januar                    | Februar                                    | März                                       | April          | Mai            | Juni           |     |
|----|---------------------------|--|--|----------------|----------------|----------------|-----|
| 1  | 08:22<br>16:13            | 09:10 (L03)   07:56<br>10:35 (L11)   17:00 | 10:05 (L11)   07:02<br>10:37 (L11)   17:52 | 06:51<br>19:46 | 05:46<br>20:37 | 05:01<br>21:23 |     |
| 2  | 08:22<br>16:14            | 09:10 (L03)   07:54<br>10:36 (L11)   17:02 | 10:07 (L11)   07:00<br>10:35 (L11)   17:54 | 06:49<br>19:48 | 05:44<br>20:39 | 05:00<br>21:25 |     |
| 3  | 08:22<br>16:15            | 09:10 (L03)   07:52<br>10:35 (L11)   17:04 | 10:08 (L11)   06:58<br>10:33 (L11)   17:56 | 06:47<br>19:50 | 05:42<br>20:41 | 04:59<br>21:26 |     |
| 4  | 08:22<br>16:16            | 09:11 (L03)   07:51<br>10:36 (L11)   17:06 | 10:12 (L11)   06:55<br>10:32 (L11)   17:58 | 06:44<br>19:52 | 05:41<br>20:43 | 04:58<br>21:27 |     |
| 5  | 08:22<br>16:17            | 09:12 (L03)   07:49<br>10:37 (L11)   17:08 | 10:15 (L11)   06:53<br>10:28 (L11)   17:59 | 06:42<br>19:53 | 05:39<br>20:44 | 04:58<br>21:28 |     |
| 6  | 08:21<br>16:18            | 09:12 (L03)   07:47<br>10:37 (L11)   17:10 | 10:28 (L11)   06:51<br>18:01               | 06:40<br>19:55 | 05:37<br>20:46 | 04:57<br>21:29 |     |
| 7  | 08:21<br>16:20            | 09:13 (L03)   07:46<br>10:38 (L11)   17:12 | 10:28 (L11)   06:49<br>18:03               | 06:37<br>19:57 | 05:35<br>20:47 | 04:56<br>21:30 |     |
| 8  | 08:21<br>16:21            | 09:13 (L03)   07:44<br>10:39 (L11)   17:13 | 10:28 (L11)   06:46<br>18:05               | 06:35<br>19:58 | 05:33<br>20:49 | 04:56<br>21:30 |     |
| 9  | 08:20<br>16:22            | 09:13 (L03)   07:42<br>10:39 (L11)   17:15 | 10:28 (L11)   06:44<br>18:07               | 06:33<br>20:00 | 05:32<br>20:51 | 04:55<br>21:31 |     |
| 10 | 08:20<br>16:24            | 09:14 (L03)   07:40<br>10:40 (L11)   17:17 | 10:28 (L11)   06:42<br>18:08               | 06:31<br>20:02 | 05:30<br>20:52 | 04:55<br>21:32 |     |
| 11 | 08:19<br>16:25            | 09:15 (L03)   07:39<br>10:40 (L11)   17:19 | 10:28 (L11)   06:40<br>18:10               | 06:28<br>20:04 | 05:28<br>20:54 | 04:55<br>21:33 |     |
| 12 | 08:18<br>16:26            | 09:15 (L03)   07:37<br>10:40 (L11)   17:21 | 10:28 (L11)   06:37<br>18:12               | 06:26<br>20:05 | 05:26<br>20:56 | 04:54<br>21:34 |     |
| 13 | 08:18<br>16:28            | 09:16 (L03)   07:35<br>10:41 (L11)   17:23 | 10:28 (L11)   06:35<br>18:14               | 06:24<br>20:07 | 05:25<br>20:57 | 04:54<br>21:34 |     |
| 14 | 08:17<br>16:29            | 09:17 (L03)   07:33<br>10:41 (L11)   17:25 | 10:28 (L11)   06:33<br>18:15               | 06:22<br>20:09 | 05:23<br>20:59 | 04:54<br>21:35 |     |
| 15 | 08:16<br>16:31            | 09:17 (L03)   07:31<br>10:41 (L11)   17:27 | 10:28 (L11)   06:31<br>18:17               | 06:20<br>20:10 | 05:22<br>21:00 | 04:54<br>21:35 |     |
| 16 | 08:15<br>16:33            | 09:18 (L03)   07:29<br>10:42 (L11)   17:28 | 10:28 (L11)   06:28<br>18:19               | 06:17<br>20:12 | 05:20<br>21:02 | 04:53<br>21:36 |     |
| 17 | 08:14<br>16:34            | 09:20 (L03)   07:27<br>10:42 (L11)   17:30 | 10:28 (L11)   06:26<br>18:21               | 06:15<br>20:14 | 05:19<br>21:03 | 04:53<br>21:36 |     |
| 18 | 08:13<br>16:36            | 09:21 (L03)   07:25<br>10:42 (L11)   17:32 | 10:28 (L11)   06:24<br>18:22               | 06:13<br>20:15 | 05:17<br>21:05 | 04:53<br>21:37 |     |
| 19 | 08:12<br>16:37            | 09:23 (L03)   07:23<br>10:43 (L11)   17:34 | 10:28 (L11)   06:21<br>18:24               | 06:11<br>20:17 | 05:16<br>21:06 | 04:53<br>21:37 |     |
| 20 | 08:11<br>16:39            | 09:25 (L03)   07:21<br>10:43 (L11)   17:36 | 10:28 (L11)   06:19<br>18:26               | 06:09<br>20:19 | 05:14<br>21:08 | 04:53<br>21:38 |     |
| 21 | 08:10<br>16:41            | 09:27 (L03)   07:19<br>10:42 (L11)   17:38 | 10:28 (L11)   06:17<br>18:28               | 06:07<br>20:21 | 05:13<br>21:09 | 04:54<br>21:38 |     |
| 22 | 08:09<br>16:43            | 09:56 (L11)   07:17<br>10:43 (L11)   17:39 | 10:28 (L11)   06:14<br>18:29               | 06:04<br>20:22 | 05:12<br>21:11 | 04:54<br>21:38 |     |
| 23 | 08:08<br>16:44            | 09:57 (L11)   07:15<br>10:43 (L11)   17:41 | 10:28 (L11)   06:12<br>18:31               | 06:02<br>20:24 | 05:10<br>21:12 | 04:54<br>21:38 |     |
| 24 | 08:07<br>16:46            | 09:57 (L11)   07:13<br>10:42 (L11)   17:43 | 10:28 (L11)   06:10<br>18:33               | 06:00<br>20:26 | 05:09<br>21:13 | 04:54<br>21:38 |     |
| 25 | 08:05<br>16:48            | 09:58 (L11)   07:11<br>10:42 (L11)   17:45 | 10:28 (L11)   06:07<br>18:34               | 05:58<br>20:27 | 05:08<br>21:15 | 04:55<br>21:38 |     |
| 26 | 08:04<br>16:50            | 09:58 (L11)   07:08<br>10:41 (L11)   17:47 | 10:28 (L11)   06:05<br>18:36               | 05:56<br>20:29 | 05:07<br>21:16 | 04:55<br>21:38 |     |
| 27 | 08:03<br>16:51            | 10:00 (L11)   07:06<br>10:41 (L11)   17:49 | 10:28 (L11)   06:03<br>18:38               | 05:54<br>20:31 | 05:06<br>21:17 | 04:55<br>21:38 |     |
| 28 | 08:01<br>16:53            | 10:00 (L11)   07:04<br>10:40 (L11)   17:50 | 10:28 (L11)   06:00<br>18:40               | 05:52<br>20:32 | 05:05<br>21:19 | 04:56<br>21:38 |     |
| 29 | 08:00<br>16:55            | 10:02 (L11)   07:02<br>10:40 (L11)   17:51 | 10:28 (L11)   06:58<br>19:41               | 05:50<br>20:34 | 05:04<br>21:20 | 04:57<br>21:38 |     |
| 30 | 07:59<br>16:57            | 10:02 (L11)   07:00<br>10:39 (L11)   17:52 | 10:28 (L11)   06:56<br>19:43               | 05:48<br>20:36 | 05:03<br>21:21 | 04:57<br>21:38 |     |
| 31 | 07:57<br>16:59            | 10:03 (L11)   06:58<br>10:38 (L11)   17:53 | 10:28 (L11)   06:54<br>19:45               | 05:46<br>20:38 | 05:02<br>21:22 | 04:57<br>21:38 |     |
|    | Sonnenscheinstunden       | 259  | 277  | 367            | 416            | 485            | 499 |
|    | astr.max.mögl.Beschattung | 1897                                       | 118  |                |                |                |     |

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

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

Projekt:  
**Biere**

Lizenzierter Anwender:  
**reko GmbH & Co. KG**  
Sander Bruch Str. 10  
DE-33106 Paderborn  
+49 (0) 5254/9528129

Berechnet:  
19.09.2023 10:23/3.6.366

## SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** IP 17 - IP 17 Welslebener Str. 1A, Welsleben

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:

- Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
- Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung
- Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

|                           | Juli  | August | September | Oktober | November | Dezember    |
|---------------------------|-------|--------|-----------|---------|----------|-------------|
| 1                         | 04:58 | 05:34  | 06:24     | 07:13   | 07:07    | 07:58       |
|                           | 21:37 | 21:06  | 20:03     | 18:54   | 16:47    | 16:07       |
| 2                         | 04:58 | 05:36  | 06:26     | 07:15   | 07:09    | 08:00       |
|                           | 21:37 | 21:04  | 20:01     | 18:51   | 16:46    | 16:06       |
| 3                         | 04:59 | 05:37  | 06:28     | 07:17   | 07:11    | 08:01       |
|                           | 21:37 | 21:02  | 19:59     | 18:49   | 16:44    | 16:06       |
| 4                         | 05:00 | 05:39  | 06:29     | 07:18   | 07:13    | 08:03       |
|                           | 21:36 | 21:00  | 19:57     | 18:47   | 16:42    | 16:05       |
| 5                         | 05:01 | 05:41  | 06:31     | 07:20   | 07:15    | 08:04       |
|                           | 21:36 | 20:59  | 19:54     | 18:45   | 16:40    | 16:05       |
| 6                         | 05:02 | 05:42  | 06:32     | 07:22   | 07:16    | 09:44 (L11) |
|                           | 21:35 | 20:57  | 19:52     | 18:42   | 16:38    | 08:05       |
| 7                         | 05:02 | 05:44  | 06:34     | 07:23   | 07:18    | 09:58 (L11) |
|                           | 21:35 | 20:55  | 19:50     | 18:40   | 16:37    | 16:04       |
| 8                         | 05:03 | 05:45  | 06:36     | 07:25   | 07:20    | 09:41 (L11) |
|                           | 21:34 | 20:53  | 19:47     | 18:38   | 16:35    | 16:04       |
| 9                         | 05:04 | 05:47  | 06:37     | 07:27   | 07:22    | 09:39 (L11) |
|                           | 21:33 | 20:51  | 19:45     | 18:35   | 16:33    | 16:03       |
| 10                        | 05:05 | 05:48  | 06:39     | 07:29   | 07:24    | 10:06 (L11) |
|                           | 21:33 | 20:50  | 19:43     | 18:33   | 16:32    | 16:03       |
| 11                        | 05:06 | 05:50  | 06:41     | 07:30   | 07:25    | 10:08 (L11) |
|                           | 21:32 | 20:48  | 19:40     | 18:31   | 16:30    | 16:03       |
| 12                        | 05:07 | 05:52  | 06:42     | 07:32   | 07:27    | 09:35 (L11) |
|                           | 21:31 | 20:46  | 19:38     | 18:29   | 16:29    | 16:03       |
| 13                        | 05:09 | 05:53  | 06:44     | 07:34   | 07:29    | 10:11 (L11) |
|                           | 21:30 | 20:44  | 19:36     | 18:26   | 16:27    | 16:03       |
| 14                        | 05:10 | 05:55  | 06:45     | 07:35   | 07:31    | 09:33 (L11) |
|                           | 21:29 | 20:42  | 19:33     | 18:24   | 16:26    | 16:02       |
| 15                        | 05:11 | 05:57  | 06:47     | 07:37   | 07:32    | 10:13 (L11) |
|                           | 21:28 | 20:40  | 19:31     | 18:22   | 16:24    | 16:03       |
| 16                        | 05:12 | 05:58  | 06:49     | 07:39   | 07:34    | 09:31 (L11) |
|                           | 21:27 | 20:38  | 19:29     | 18:20   | 16:23    | 16:03       |
| 17                        | 05:13 | 06:00  | 06:50     | 07:41   | 07:36    | 10:14 (L11) |
|                           | 21:26 | 20:36  | 19:26     | 18:18   | 16:21    | 16:03       |
| 18                        | 05:15 | 06:01  | 06:52     | 07:42   | 07:38    | 09:31 (L11) |
|                           | 21:25 | 20:34  | 19:24     | 18:16   | 16:20    | 16:03       |
| 19                        | 05:16 | 06:03  | 06:54     | 07:44   | 07:39    | 10:16 (L11) |
|                           | 21:24 | 20:32  | 19:22     | 18:13   | 16:19    | 16:03       |
| 20                        | 05:17 | 06:05  | 06:55     | 07:46   | 07:41    | 09:31 (L11) |
|                           | 21:23 | 20:30  | 19:19     | 18:11   | 16:18    | 16:03       |
| 21                        | 05:18 | 06:06  | 06:57     | 07:48   | 07:43    | 10:15 (L11) |
|                           | 21:22 | 20:27  | 19:17     | 18:09   | 16:16    | 16:04       |
| 22                        | 05:20 | 06:08  | 06:58     | 07:49   | 07:44    | 09:03 (L03) |
|                           | 21:20 | 20:25  | 19:15     | 18:07   | 16:15    | 16:04       |
| 23                        | 05:21 | 06:10  | 07:00     | 07:51   | 07:46    | 10:19 (L11) |
|                           | 21:19 | 20:23  | 19:12     | 18:05   | 16:14    | 16:05       |
| 24                        | 05:23 | 06:11  | 07:02     | 07:53   | 07:48    | 08:58 (L03) |
|                           | 21:18 | 20:21  | 19:10     | 18:03   | 16:13    | 16:06       |
| 25                        | 05:24 | 06:13  | 07:03     | 06:55   | 07:49    | 10:19 (L11) |
|                           | 21:16 | 20:19  | 19:08     | 17:01   | 16:12    | 16:06       |
| 26                        | 05:25 | 06:14  | 07:05     | 06:57   | 07:51    | 08:58 (L03) |
|                           | 21:15 | 20:17  | 19:05     | 16:59   | 16:11    | 16:07       |
| 27                        | 05:27 | 06:16  | 07:07     | 06:58   | 07:52    | 10:21 (L11) |
|                           | 21:13 | 20:14  | 19:03     | 16:57   | 16:10    | 16:07       |
| 28                        | 05:28 | 06:18  | 07:08     | 07:00   | 07:54    | 08:57 (L03) |
|                           | 21:12 | 20:12  | 19:01     | 16:55   | 16:09    | 16:08       |
| 29                        | 05:30 | 06:19  | 07:10     | 07:02   | 07:56    | 10:21 (L11) |
|                           | 21:10 | 20:10  | 18:58     | 16:53   | 16:08    | 16:09       |
| 30                        | 05:31 | 06:21  | 07:12     | 07:04   | 07:57    | 08:57 (L03) |
|                           | 21:09 | 20:08  | 18:56     | 16:51   | 16:08    | 16:10       |
| 31                        | 05:33 | 06:23  | 07:13     | 07:06   | 07:59    | 10:21 (L11) |
|                           | 21:07 | 20:06  | 18:54     | 16:49   | 16:11    | 16:11       |
| Sonnenscheinstunden       | 502   | 454    | 381       | 331     | 266      | 243         |
| astr.max.mögl.Beschattung |       |        |           |         | 1204     | 2253        |

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

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