

# SolPEG Blendgutachten

## Solarpark Colbitz

**Analyse der potentiellen Blendwirkung einer geplanten PV Anlage  
in der Nähe von Colbitz in Sachsen-Anhalt**

**SolPEG GmbH**  
Solar Power Expert Group  
Normannenweg 17-21  
D-20537 Hamburg

☎ +49 40 79 69 59 36

📞 +49 40 79 69 59 38

@ info@solpeg.com

🌐 www.solpeg.com

## Inhalt

1	Auftrag .....	3
1.1	Beauftragung .....	3
1.2	Hintergrund und Auftragsumfang .....	3
2	Systembeschreibung .....	4
2.1	Standort Übersicht .....	4
2.2	Umliegende Gebäude .....	6
3	Ermittlung der potentiellen Blendwirkung .....	7
3.1	Rechtliche Hinweise .....	7
3.2	Blendwirkung von PV Modulen .....	7
3.3	Berechnung der Blendwirkung .....	9
3.4	Technische Parameter der PV Anlage .....	10
3.5	Standorte für die Analyse .....	11
3.6	Hinweise zum Simulationsverfahren .....	12
4	Ergebnisse .....	15
4.1	Ergebnisse am Messpunkt P1, A14 Süd .....	16
4.2	Ergebnisse am Messpunkt P2, A14 Mitte .....	17
4.3	Ergebnisse am Messpunkt P3, A14 Nord .....	19
4.4	Ergebnisse am Messpunkt P4, L38 Nord .....	20
4.5	Ergebnisse am Messpunkt P5, L38 Mitte .....	20
4.6	Ergebnisse am Messpunkt P6, L38 Süd .....	21
4.7	Ergebnisse am Messpunkt P7, Gebäude östlich .....	21
5	Zusammenfassung der Ergebnisse .....	22
6	Schlussbemerkung .....	22
7	Anhang .....	23 - 42

## SolPEG Blendgutachten

### Analyse der Blendwirkung der geplanten PV Anlage Colbitz

## 1 Auftrag

### 1.1 Beauftragung

Als unabhängiger Gutachter für Photovoltaik (PV) ist die SolPEG GmbH beauftragt, die potentielle Blendwirkung der PV Anlage „Colbitz“ für die Verkehrsteilnehmer auf der Bundesautobahn A14 und ggf. für Anwohner der umliegenden Gebäude zu analysieren und die Ergebnisse zu dokumentieren.

### 1.2 Hintergrund und Auftragsumfang

Die Umsetzung der Energiewende und die Bestrebungen für mehr Klimaschutz resultieren in Erfordernissen und Maßnahmen, die als gesellschaftlicher Konsens und somit als öffentliche Belange gesetzlich festgeschrieben sind. Z.B. im „Gesetz zur Stärkung der klimagerechten Entwicklung in den Städten und Gemeinden“ (bereits 2011) und im „Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG“ (seit 2017). Andererseits soll der Ausbau der erneuerbaren Energien auch die bestehenden Regelungen für den Immissionsschutz berücksichtigen. Dies gilt auch für Lichtimmissionen durch PV Anlagen.

Grundlage für die Berechnung und Beurteilung von Lichtimmissionen ist die sog. Lichtleitlinie<sup>1</sup>, die 1993 durch die Bund/Länder - Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) verfasst und 2012 um einen Abschnitt zu PV Anlagen erweitert wurde. Nach überwiegender Meinung von Experten enthält die Lichtleitlinie nicht unerhebliche Defizite bzw. Unklarheiten und ist als Instrument für die sachgerechte Beurteilung von Reflexionen durch PV Anlagen nur bedingt anwendbar. Weitere Ausführungen hierzu finden sich im Abschnitt 4.

Die vorliegende Untersuchung soll klären ob bzw. in wie weit von der PV Anlage „Colbitz“ eine Blendwirkung für schutzbedürftige Zonen im Sinne der Licht-Leitlinie ausgehen könnte. Dies gilt für Verkehrsteilnehmer auf der A14 sowie ggf. für Anwohner der umliegenden Gebäude.

Die zur Anwendung kommenden Berechnungs- und Beurteilungsgrundsätze resultieren im Wesentlichen aus den Empfehlungen in Anhang 2 der Licht-Leitlinie in der aktuellen Fassung vom 08.10.2012. Die Berechnung der Blendwirkung erfolgt auf Basis von vorliegenden Planungsunterlagen der PV Anlage. Zusätzlich zu den vorliegenden Planungsunterlagen wurden die örtlichen Gegebenheiten im Rahmen einer Ortsbegehung dokumentiert.

Da aktuell kein angemessenes Regelwerk verfügbar ist, sind die gutachterlichen Ausführungen zu den rechnerisch ermittelten Simulationsergebnissen zu beachten.

Einzelne Aspekte der Licht-Leitlinie werden an entsprechender Stelle wiedergegeben, eine weiterführende Beschreibung von theoretischen Hintergründen u.a. zu Berechnungsformeln kann im Rahmen dieses Dokumentes nicht erfolgen.

---

<sup>1</sup> Die Lichtleitlinie ist u.a. hier abrufbar: [http://www.solpeg.de/LAI\\_Lichtleitlinie\\_2012.pdf](http://www.solpeg.de/LAI_Lichtleitlinie_2012.pdf)

## 2 Systembeschreibung

### 2.1 Standort Übersicht

Die Teilflächen des Solarparks befinden sich in einem landwirtschaftlichen Gebiet ca. 1,6 km – 3,2 km nördlich der Ortschaft Colbitz in Sachsen-Anhalt, ca. 22 km nördlich von Magdeburg. Zwischen den Teilflächen verläuft auf einer Länge von ca. 220 m die Autobahn A14 bzw. die L38. Die folgenden Informationen und Bilder geben einen Überblick über den Standort.

**Tabelle 1: Informationen über den Standort**

Allgemeine Beschreibung des Standortes	Landwirtschaftliche Flächen ca. 1,6 km – 3,2 km nördlich von Colbitz in Sachsen-Anhalt. Die Flächen sind überwiegend eben.
Koordinaten (Feld Nord)	<a href="#">52.344°N, 11.607°O, 81 m ü.N.N.</a>
Grenzlänge entlang A14	ca. 220 m
Abstand zum Fahrbahnrand	ca. 40 m
Entfernung zu umliegenden Gebäuden	ca. 630 m (südlich, nicht relevant)

Übersicht über den Standort und die PV Anlage (schematisch)

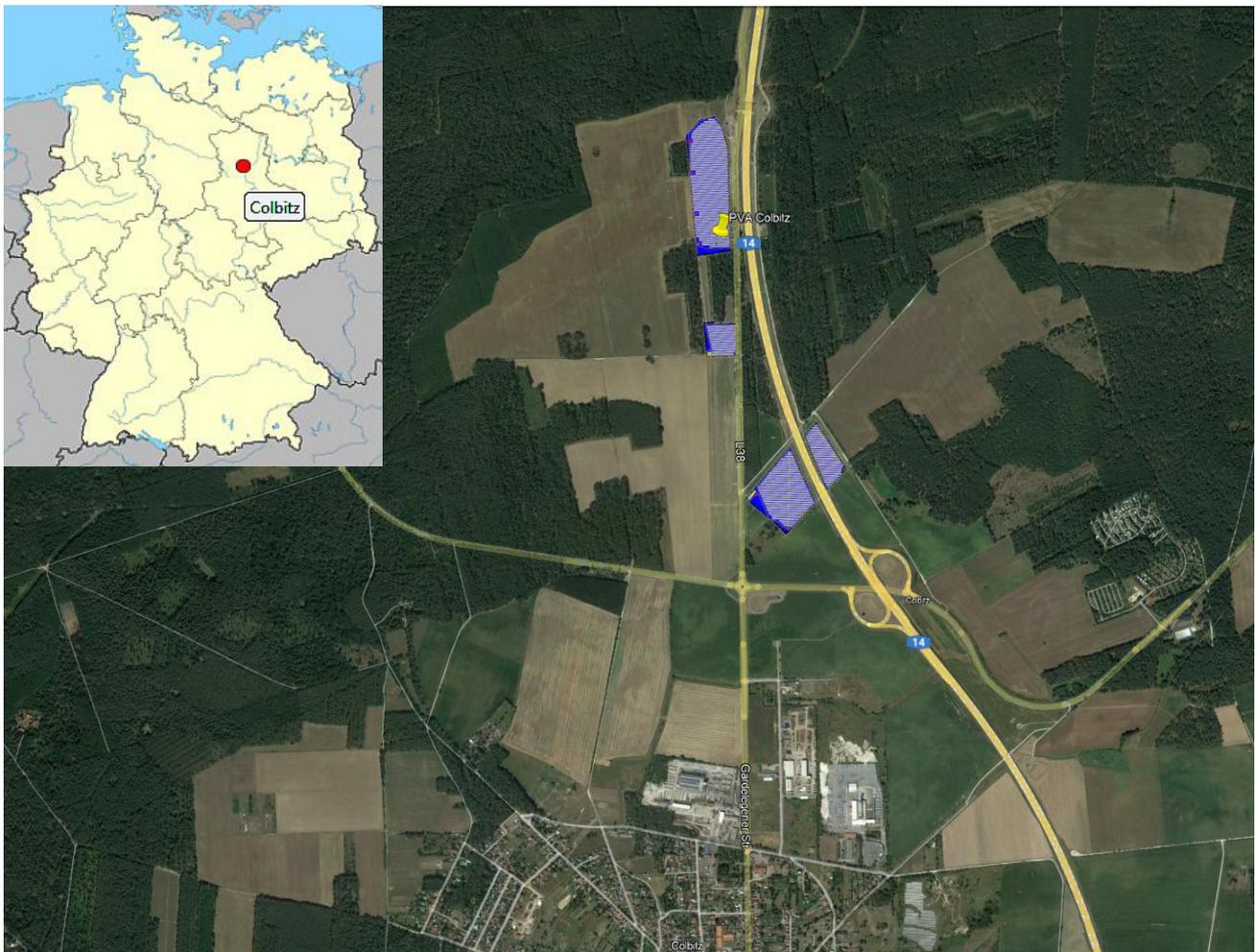


Bild 2.1.1: Luftbild mit Schema der PV Anlage (Quelle: Google Earth/SolPEG)

Detailansicht der PV Anlage und Umgebung. Teilflächen Nord.



Bild 2.1.2: Detailansicht der PV Flächen Nord (Quelle: Google Earth/SolPEG)

Teilflächen Süd.

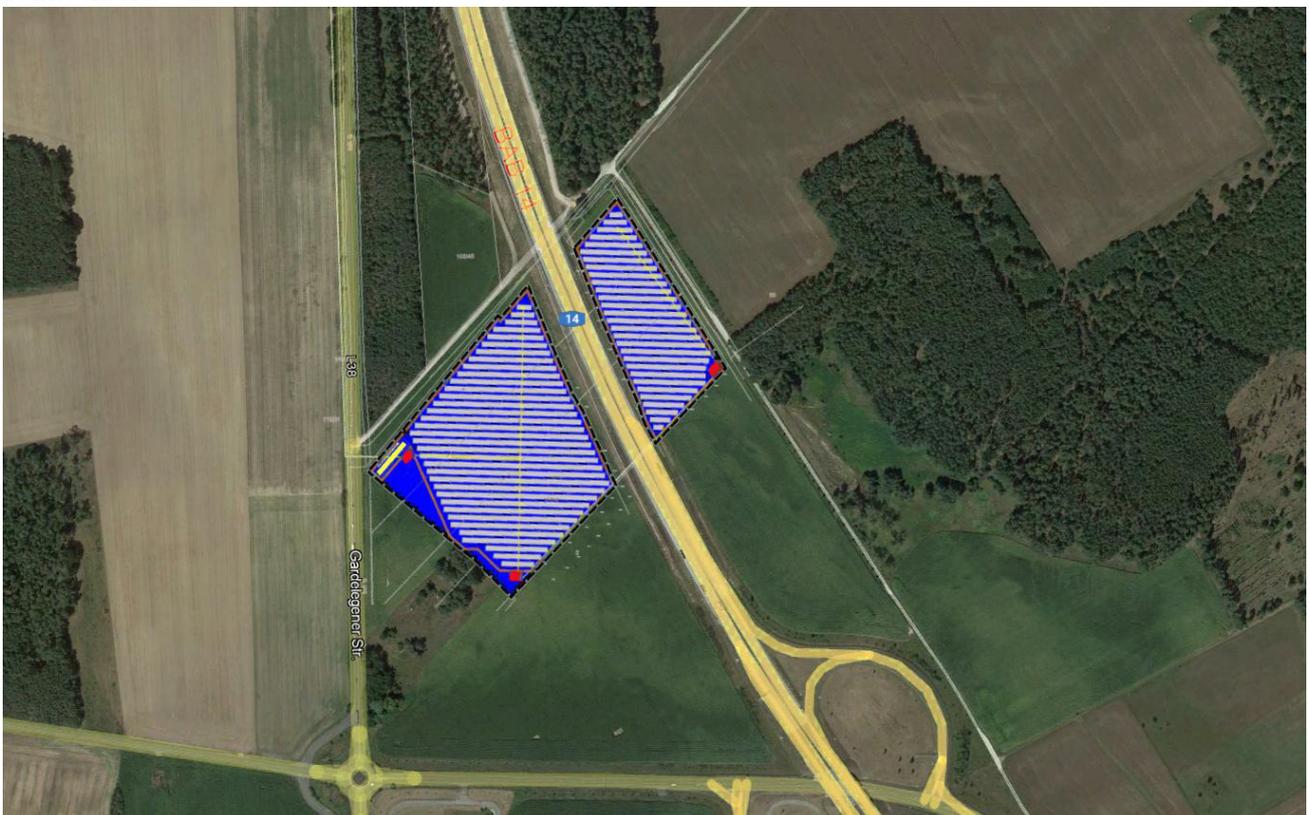


Bild 2.1.3: Detailansicht der PV Flächen Süd (Quelle: Google Earth/SolPEG)

## 2.2 Umliegende Gebäude

Nicht alle wahrnehmbaren Reflexionen haben eine Blendwirkung zur Folge. In der Licht-Leitlinie (Seite 23) wird zur Bestimmung einer Blendwirkung folgendes ausgeführt:

---

Ob es an einem Immissionsort im Jahresverlauf überhaupt zur Blendung kommt, hängt von der Lage des Immissionsorts relativ zur Photovoltaikanlage ab. Dadurch lassen sich viele Immissionsorte ohne genauere Prüfung schon im Vorfeld ausklammern: Immissionsorte

- die sich weiter als ca. 100 m von einer Photovoltaikanlage entfernt befinden erfahren erfahrungsgemäß nur kurzzeitige Blendwirkungen
- die vornehmlich nördlich von einer Photovoltaikanlage gelegen sind, sind meist ebenfalls unproblematisch.
- die vorwiegend südlich von einer Photovoltaikanlage gelegen sind, brauchen nur bei Photovoltaik-Fassaden (senkrecht angeordnete Photovoltaikmodule) berücksichtigt zu werden.

Hinsichtlich einer möglichen Blendung kritisch sind Immissionsorte, die vorwiegend westlich oder östlich einer Photovoltaikanlage liegen und nicht weiter als ca. 100 m von dieser entfernt.

---

Die folgende Skizze zeigt die PV Fläche Süd und die relevante Umgebung. Gemäß Reflexionsgesetz könnten die Gebäude im Süden nicht von potentiellen Reflexionen durch die PV Anlage erreicht werden. Aber auch aufgrund der sehr großen Entfernung wären Reflexionen zu vernachlässigen. Der Standort wird zu Kontrollzwecken dennoch analysiert. Andere Gebäude in der Umgebung der PV Anlage oder einzelne landwirtschaftliche Gebäude sind aufgrund der Lage, des Einfallswinkels und der Entfernung nicht von Reflexionen durch die PV Anlage betroffen und werden nicht weiter analysiert. Details sind im Abschnitt 4 aufgeführt.

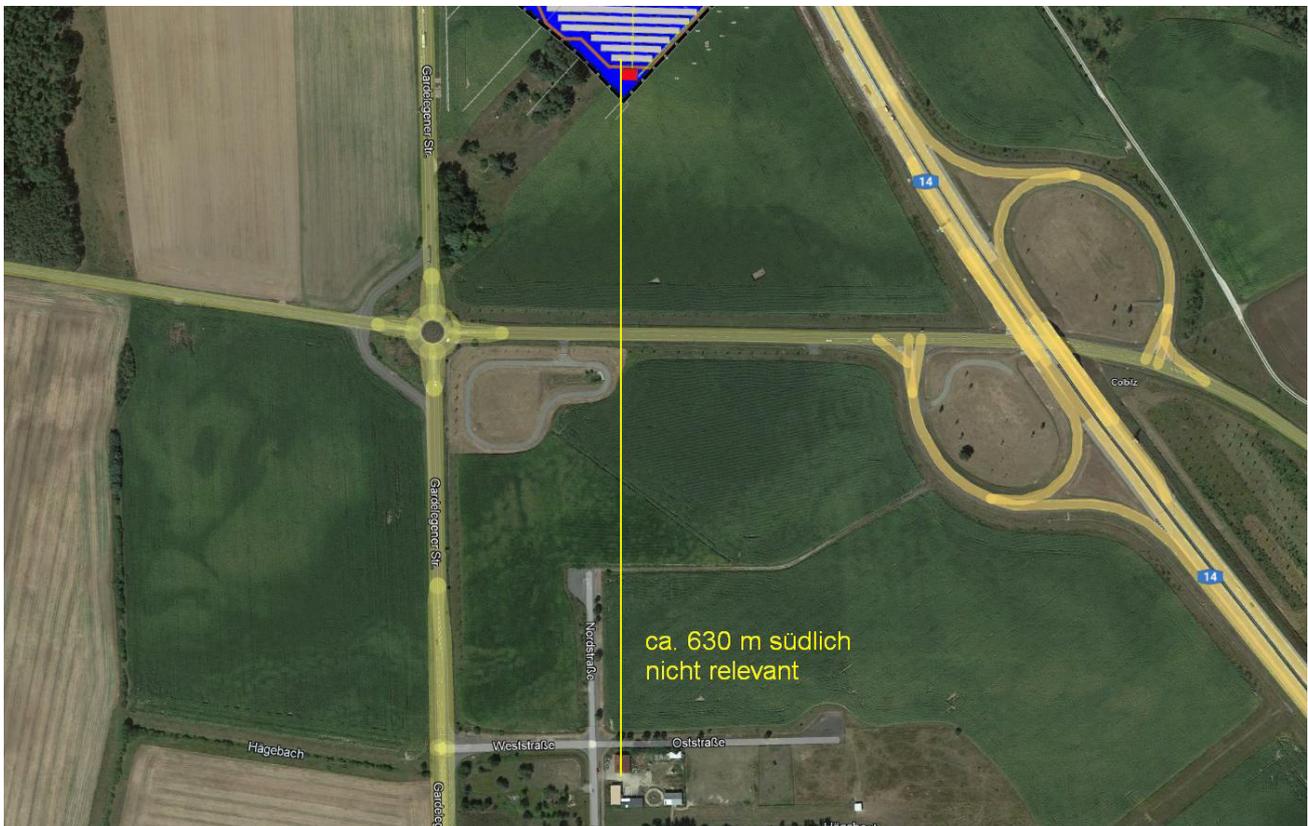


Bild 2.2.1: Teilfläche Süd der PV Anlage und Umgebung (Quelle: Google Earth/SolPEG)

### 3 Ermittlung der potentiellen Blendwirkung

#### 3.1 Rechtliche Hinweise

Rechtliche Hinweise u.a. zur Licht-Leitlinie sind nicht Bestandteil dieses Dokumentes. Es sei lediglich darauf hingewiesen, dass nach aktueller Gesetzgebung der Ausbau der Erneuerbaren Energien im über-  
ragenden öffentlichen Interesse liegt und der öffentlichen Sicherheit dient und somit höher wiegt als  
Einzelinteressen. Darüber hinaus bestätigt ein aktuelles Urteil des OLG Braunschweig<sup>2</sup> die grundsätzlich  
fehlenden Bewertungsgrundlagen für Reflexion durch Sonnenlicht. Die Ausführungen der LAI Lichtleit-  
linie können lediglich im Einzelfall als Orientierung herangezogen werden.

#### 3.2 Blendwirkung von PV Modulen

Vereinfacht ausgedrückt nutzen PV Module das Sonnenlicht zur Erzeugung von Strom. Hersteller von  
PV Modulen sind daher bestrebt, dass möglichst viel Licht vom PV Modul absorbiert wird, da möglichst  
das gesamte einfallende Licht für die Stromproduktion genutzt werden soll. Die Materialforschung hat  
mit speziell strukturierten Glasoberflächen (Texturen) und Antireflexionsschichten den Anteil des re-  
flektierten Lichtes auf 1-4 % reduzieren können. Folgende Skizze zeigt den Aufbau eines PV Moduls:

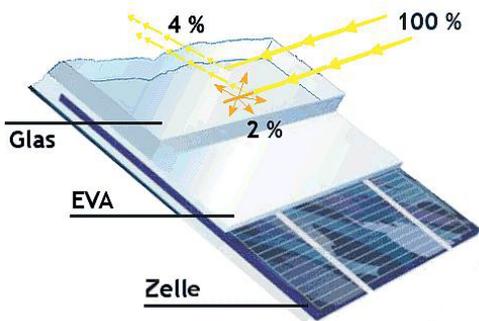


Bild 3.2.1: Anteil des reflektierten Sonnenlichtes bei einem PV Modul (Quelle: SolPEG)

PV Module zeigen im Hinblick auf Reflexion andere Eigenschaften als normale Glasoberflächen (z.B. PKW-Scheiben, Glasfassaden, Fenster, Gewächshäuser) oder z.B. Oberflächen von Gewässern. Direkt einfallendes Sonnenlicht wird von der Moduloberfläche diffus reflektiert:



Bild 3.2.2: Diffuse Reflexion von direkten Sonnenlicht (Einstrahlung ca. 980 W/m<sup>2</sup>) auf einem PV Modul (Quelle: SolPEG)

<sup>2</sup> <https://oberlandesgericht-braunschweig.niedersachsen.de/startseite/aktuelles/presseinformationen/wenn-sonnenlicht-stort-nachbarrechtsstreitigkeit-wegen-reflexionen-einer-photovoltaikanlage-214293.html>

Das folgende Bild verdeutlicht die Reflexion von verschiedenen Moduloberflächen im direkten Vergleich. Links ein einfaches Modul ohne spezielle Oberflächenbehandlung. Das rechte Bild entspricht aktuellen, hochwertigen PV Modulen wie auch im Bild 3.2.2 dargestellt. Durch die strukturierte Oberfläche wird weniger Sonnenlicht reflektiert bzw. diffus reflektiert mit einer stärkeren Streuung. Die Leuchtdichte der Modulfläche ist entsprechend vermindert.

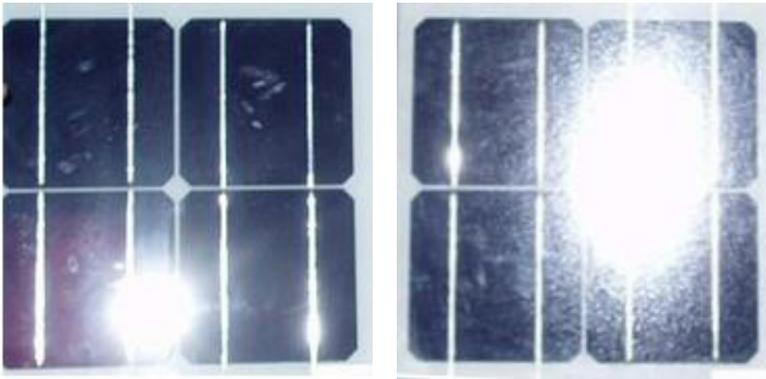


Bild 3.2.3: Diffuse Reflexion von unterschiedlichen Moduloberflächen (Quelle: Sandia National Laboratories, Ausschnitt)

Diese Eigenschaften können schematisch wie folgt dargestellt werden

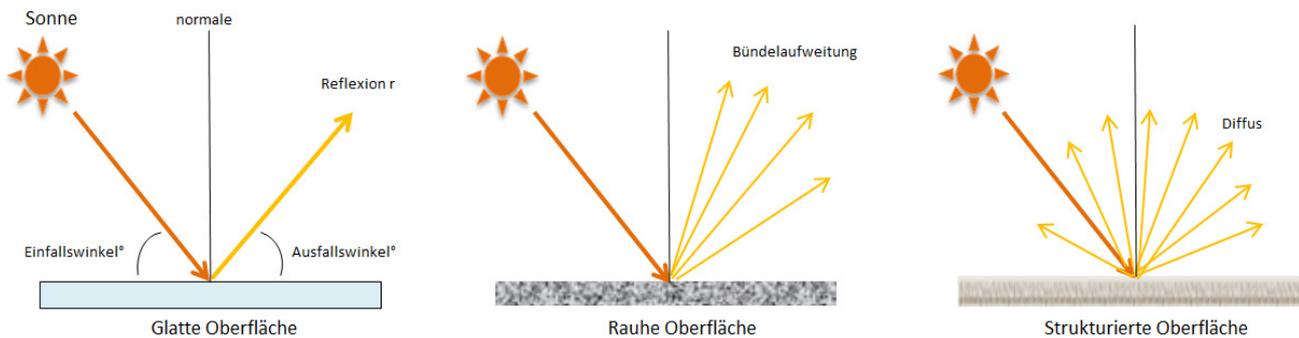


Bild 3.2.4: Reflexion von unterschiedlichen Oberflächen (Quelle: SolPEG)

Lt. Informationen des Auftraggebers sollen PV Module des Herstellers Trina Solar mit Anti-Reflexions-Eigenschaften zum Einsatz kommen. Die Simulationsparameter werden entsprechend eingestellt. Es können aber auch Module eines anderen Herstellers mit ähnlichen Eigenschaften verwendet werden. Damit kommen die nach aktuellem Stand der Technik möglichen Maßnahmen zur Vermeidung von Reflexion und Blendwirkungen zur Anwendung.

**MECHANICAL DATA**

Solar Cells	Monocrystalline
Cell Orientation	144 cells (6 × 24)
Module Dimensions	2102 × 1040 × 35 mm (82.76 × 40.94 × 1.38 inches)
Weight	24.0 kg (52.9lb)
Glass	3.2 mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant Material	EVA
Backsheet	White
Frame	35 mm (1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy

Bild 3.2.5: Auszug aus dem Moduldatenblatt, siehe auch Anhang

### 3.3 Berechnung der Blendwirkung

Die Berechnung der Reflexionen von elektromagnetischen Wellen (auch sichtbares Licht) erfolgt nach anerkannten physikalischen Erkenntnissen und den entsprechend abgeleiteten Gesetzen (u.a. Reflexionsgesetz, Lambert'sches Gesetz) sowie den entsprechenden Berechnungsformeln.

Darüber hinaus kommen die in Anhang 2 der Licht-Leitlinie beschriebenen Empfehlungen (Seite 21ff) zur Anwendung, es werden jedoch aufgrund fehlender Angaben u.a. für Fahrzeuglenker zusätzliche Quellen herangezogen, u.a. die Richtlinien der FAA<sup>3</sup> zur Beurteilung der Blendwirkung für den Flugverkehr.

Eine umfassende Darstellung der verwendeten Formeln und theoretischen Hintergründe der Berechnungen ist im Rahmen dieser Stellungnahme nicht möglich.

Der grundlegende Ansatz zur Berechnung der Reflexion ist wie folgt. Wenn die Position der Sonne und die Ausrichtung des PV Moduls (Neigung:  $\gamma_p$ , Azimut  $\alpha_p$ ) bekannt ist, kann der Winkel der Reflexion ( $\theta_p$ ) mit der folgenden Formel berechnet werden:

$$\cos(\theta_p) = -\cos(\gamma_s) \cdot \sin(\gamma_p) \cdot \cos(\alpha_s + 180^\circ - \alpha_p) + \sin(\gamma_s) \cdot \cos(\gamma_p)$$

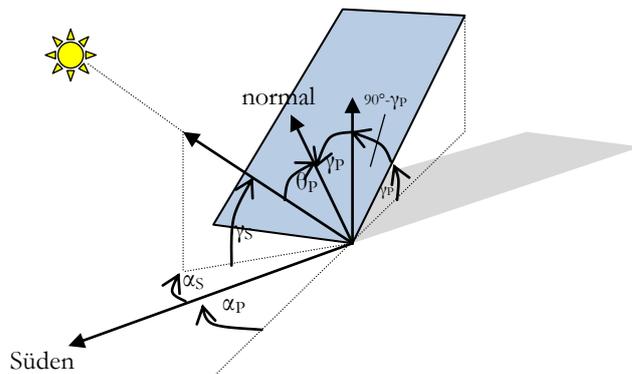


Bild 3.3.1: Schematische Darstellung der Reflexionen auf einer geneigten Fläche (Quelle: SolPEG)

Die unter 3.2 aufgeführten generellen Eigenschaften von PV Modulen (Glasoberfläche, Antireflexions-schicht) haben Einfluss auf den Reflexionsfaktor der Berechnung bzw. entsprechenden Berechnungsmodelle.

Die Simulation von Reflexionen geht zu jedem Zeitpunkt von einem klaren Himmel und direkter Sonneneinstrahlung aus, daher wird im Ergebnis immer die höchst mögliche Blendwirkung angegeben. Dies entspricht nur selten den realen Umgebungsbedingungen und auch Informationen über möglichen Sichtschutz durch Bäume, Gebäude oder andere Objekte können nicht ausreichend verarbeitet werden. Auch Wettereinflüsse wie z.B. Frühnebel/Dunst oder lokale Besonderheiten der Wetterbedingungen können nicht berechnet werden. Die Entfernung zur Blendquelle fließt in die Berechnung ein, jedoch sind sich die Experten uneinig ab welcher Entfernung eine Blendwirkung durch PV Anlagen zu vernachlässigen ist. In der Licht-Leitlinie<sup>4</sup> wird eine Entfernung von 100 m genannt.

Die durchgeführten Berechnungen wurden u.a. mit Simulationen und Modellen des Sandia National Laboratories<sup>5</sup>, New Mexico überprüft.

<sup>3</sup> US Federal Aviation Administration (FAA) guidelines for analyzing flight paths:  
<https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2013-10-23/pdf/2013-24729.pdf>

<sup>4</sup> Licht-Leitlinie Seite 22: Immissionsorte, die sich weiter als ca. 100 m von einer Photovoltaikanlage entfernt befinden erfahren erfahrungsgemäß nur kurzzeitige Blendwirkungen.

<sup>5</sup> Webseite der Sandia National Laboratories: <http://www.sandia.gov>

### 3.4 Technische Parameter der PV Anlage

Die optischen Eigenschaften und die Installation der Module, insbesondere die Ausrichtung und Neigung der Module sind wesentliche Faktoren für die Berechnung der Reflexionen. Lt. Planungsunterlagen werden PV Module mit Anti-Reflex Schicht verwendet, sodass deutlich weniger Sonnenlicht reflektiert wird als bei Standard Modulen. Dennoch sind Reflexionen nicht ausgeschlossen, insbesondere wenn das Sonnenlicht abends und morgens in einem flachen Winkel auf die Moduloberfläche trifft. Die folgende Skizze verdeutlicht die Konstruktion der Modulinstallation.

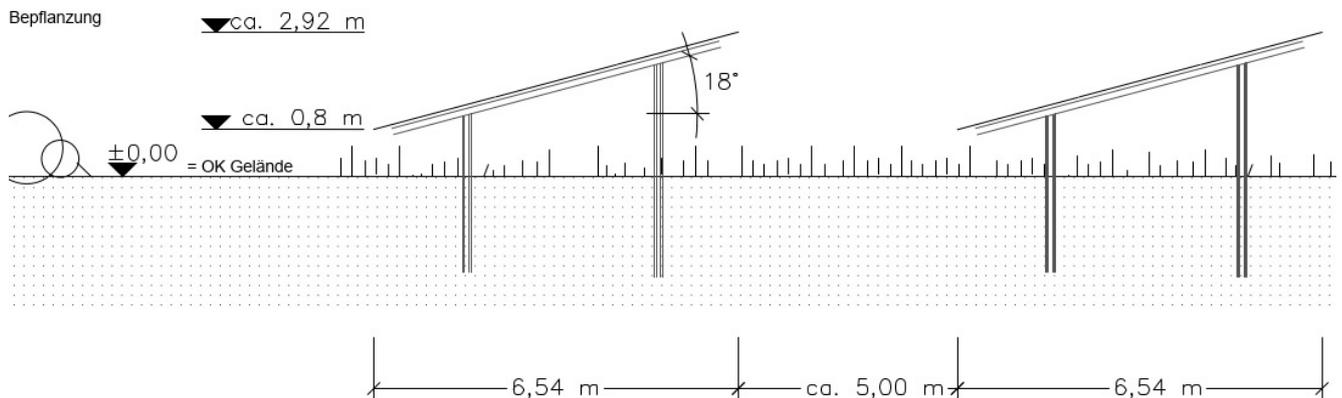


Bild 3.4.1: Skizzen der Modulkonstruktion (Quelle: Auftraggeber, Ausschnitt)

Die für die Simulation der Reflexion wesentlichen Parameter der PV Anlage sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

**Tabelle 2: Berechnungsparameter**

PV Modul Hersteller / Typ	Trina Solar (oder vergleichbar)
Moduloberfläche	Hochtransparentes Anti-Reflexions-Glas
Unterkonstruktion	Modultische mit fester Neigung
Modulinstallation	3 Module hochkant übereinander (3P)
Achsen-Ausrichtung (Azimut)	180° (Süden)
Modulneigung	18°
Höhe der Modulfläche über Boden	ca. 0,80 m bis ca. 2,90 m
Mittlere Höhe der Modulfläche für Simulation	1,9 m
Anzahl Messpunkte Straße	4 Messpunkte (siehe Skizze 3.5.1)
Anzahl Messpunkte Gebäude	1 Messpunkt
Höhe Messpunkte über Boden	2 m (gemittelte Höhe)
Azimut Blickrichtung Fahrzeugführer <sup>6</sup>	Fahrtrichtung +/- 20°

<sup>6</sup> Überwiegend wird angenommen, dass Reflexionen in einem Winkel von 20° und mehr zur Blickrichtung keine Beeinträchtigung darstellen. In einem Winkel zwischen 10° - 20° können Reflexionen eine moderate Blendwirkung erzeugen und unter 10° werden sie überwiegend als Beeinträchtigung empfunden.

Vor diesem Hintergrund wird der für Reflexionen relevante Blickwinkel als Fahrtrichtung +/- 20° definiert.

### 3.5 Standorte für die Analyse

Eine Analyse der potentiellen Blendwirkung kann aus technischen Gründen nicht für beliebig viele Messpunkte durchgeführt werden. Je nach Größe und Beschaffenheit der PV Anlage werden in der Regel 4 - 5 Messpunkte gewählt und die jeweils im Jahresverlauf auftretenden Reflexionen ermittelt. Die Position der Messpunkte wird anhand von Erfahrungswerten sowie den Ausführungen der Licht-Leitlinie zu schutzwürdigen Zonen festgelegt. U.a. können Objekte im Süden von PV Anlagen aufgrund des Strahlenverlaufs gemäß Reflexionsgesetz nicht von potentiellen Reflexionen erreicht werden und werden daher nicht untersucht.

Für die Analyse einer potentiellen Blendwirkung der PV Anlage Colbitz wurden insgesamt 7 Messpunkte festgelegt. 3 Messpunkte im Verlauf der A14 sowie 3 Messpunkte auf der L38 sowie 1 Messpunkt im Bereich der umliegenden Gebäude. Weitere Gebäude wurden nicht untersucht, da aufgrund von Entfernung und/oder Winkel zur Immissionsquelle keine Reflexionen zu erwarten sind.

Die folgende Übersicht zeigt die PV Anlage und die gewählten Messpunkte:



Bild 3.5.1: Übersicht über die PV Anlage und die Messpunkte (Quelle: Google Earth/SolPEG)

## 3.6 Hinweise zum Simulationsverfahren

### Licht-Leitlinie

Grundlage für die Berechnung und Beurteilung von Lichtimmissionen ist in Deutschland die sog. Licht-Leitlinie, die erstmals 1993 durch die Bund/Länder - Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) verfasst wurde. Die Licht-Leitlinie ist weder eine Norm noch ein Gesetz sondern lt. LAI Vorbemerkung "**... ein System zur Beurteilung der Wirkungen von Lichtimmissionen auf den Menschen**" welches ursprünglich für die Bemessung von Lichtimmissionen durch Flutlicht- oder Beleuchtungsanlagen von Sportstätten konzipiert wurde. Anlagen zur Beleuchtung des öffentlichen Straßenraumes, Blendwirkung durch PKW Scheinwerfer usw. werden nicht behandelt.

Im Jahr 2000 wurden Hinweise zu schädlichen Einwirkungen von Beleuchtungsanlagen auf Tiere - insbesondere auf Vögel und Insekten - und Vorschläge zu deren Minderung ergänzt. Ende 2012 wurde ein 4-seitiger Anhang zum Thema Reflexionen durch Photovoltaik (PV) Anlagen hinzugefügt.

Lichtimmissionen gehören nach dem BImSchG zu den schädlichen Umwelteinwirkungen, wenn sie nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, **erhebliche Nachteile** oder **erhebliche Belästigungen** für die Allgemeinheit oder für die Nachbarschaft **herbeizuführen**. Bedauerlicherweise hat der Gesetzgeber die immissionsschutzrechtliche **Erheblichkeit** für Lichtimmissionen bisher nicht definiert und eine Definition auch nicht in Aussicht gestellt.

Für Reflexionen durch PV Anlagen ist in der Licht-Leitlinie ein Immissionsrichtwert von maximal 30 Minuten pro Tag und maximal 30 Stunden pro Jahr angegeben. Diese Werte wurden nicht durch wissenschaftliche Untersuchungen mit entsprechenden Probanden in Bezug auf Reflexionen durch PV Anlagen ermittelt, sondern stammen aus einer Untersuchung zur Belästigung durch periodischen Schattenwurf und Lichtreflexe ("Disco-Effekt") von Windenergieanlagen (WEA).

Auch in diesem Bereich hat der Gesetzgeber bisher keine rechtsverbindlichen Richtwerte für die Belästigung durch Lichtblitze und bewegten, periodischen Schattenwurf durch Rotorblätter einer WEA erlassen oder in Aussicht gestellt. Die Übertragung der Ergebnisse aus Untersuchungen zum Schattenwurf von WEA Rotoren auf unbewegliche Installationen wie PV Anlagen ist unter Experten äußerst umstritten und vor diesem Hintergrund hat eine individuelle Bewertung von Reflexionen durch PV Anlagen Vorrang vor den rechnerisch ermittelten Werten.

Allgemeiner Konsens ist die Notwendigkeit von weiterführenden Forschung und Konkretisierung der vorhandenen Regelungen. U.a.

Christoph Schierz, TU Ilmenau, FG Lichttechnik, 2012:

Welches die zulässige Dauer einer Blendwirkung sein soll, ist eigentlich keine wissenschaftliche Fragestellung, sondern eine der gesellschaftlichen Vereinbarung: Wie viele Prozent stark belastigter Personen in der exponierten Bevölkerung will man zulassen? Die Wissenschaft müsste aber eine Aussage darüber liefern können, welche Expositionsdauer zu welchem Anteil stark Belastigter führt. Wie bereits erwähnt, stehen Untersuchungen dazu noch aus. .. Es existieren noch keine rechtlichen oder normativen Methoden zur Bewertung von Lichtimmissionen durch von Solaranlagen gespiegeltes Sonnenlicht.

Michaela Fischbach, Wolfgang Rosenthal, Solarpraxis AG:

Während die Berechnungen möglicher Reflexionsrichtungen klar aus geometrischen Verhältnissen folgen, besteht hinsichtlich der Risikobewertung reflektierten Sonnenlichts noch erheblicher Klärungsbedarf...

Im Zusammenhang mit der Übernahme zeitlicher Grenzwerte der Schattenwurfrichtlinie besteht noch Forschungsbedarf hinsichtlich der belastigenden Wirkung statischer Sonnenlichtreflexionen. Da in der Licht-Richtlinie klar unterschieden wird zwischen konstantem und Wechsellicht und es sich beim periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen um das generell stärker belastigende Wechsellicht handelt, liegt die Vermutung nahe, dass zeitliche Grenzwerte für konstante Sonnenlichtreflexionen deutlich über denen der Schattenwurfrichtlinie anzusetzen wären.

## Schutzwürdige Räume

In der Licht-Leitlinie sind einige "schutzwürdige Räume" - also ortsfeste Standorte - aufgeführt, für die zu bestimmten Tageszeiten störende oder belastigende Einflüsse durch Lichtimmissionen zu vermeiden sind. Es fehlt<sup>7</sup> allerdings eine Definition oder Empfehlung zum Umgang mit Verkehrswegen und auch zu Schienen- und Kraftfahrzeugen als "beweglichen" Räumen. Eine Blendwirkung an beweglichen Standorten ist in Bezug zur Geschwindigkeit zu sehen, d.h. eine Reflexion kann an einem festen Standort über mehrere Minuten auftreten, ist jedoch bei der Vorbeifahrt mit 100 km/h ggf. nur für Sekundenbruchteile wahrnehmbar. Aber trotz einer physiologisch unkritischen Leuchtdichte kann die Blendwirkung durch frequente Reflexionen subjektiv als störend empfunden werden (psychologische Blendwirkung). Vor diesem Hintergrund kann die Empfehlung der Licht-Leitlinie in Bezug auf die maximale Dauer von Reflexionen in "schutzwürdigen Räumen" nicht ohne weiteres auf Fahrzeuge übertragen werden. Die reinen Zahlen der Simulationsergebnisse sind immer auch im Kontext zu verstehen.

## Einfallswinkel der Reflexion

Die Fachliteratur enthält ebenfalls keine einheitlichen Aussagen zur Berechnung und Beurteilung der Blendwirkung von Fahrzeugführern durch reflektiertes Sonnenlicht und auch unter den Experten gibt es bislang keine einheitliche Meinung, ab welchem Winkel eine Reflexion bei Tageslicht als objektiv störend empfunden wird. Dies hängt u.a. mit den Abbildungseigenschaften des Auges zusammen wonach die Dichte der Helligkeitsrezeptoren (Zapfen) außerhalb des zentralen Schärfepunktes (Fovea Centralis) abnimmt.

Überwiegend wird angenommen, dass Reflexionen in einem Winkel ab 20° zur Blickrichtung keine Beeinträchtigung darstellen. In einem Winkel zwischen 10° - 20° können Reflexionen eine moderate Blendwirkung erzeugen und unter 10° werden sie überwiegend als Beeinträchtigung empfunden. Vor diesem Hintergrund ist in dieser Untersuchung der für Reflexionen relevante Blickwinkel als Fahrtrichtung +/- 20° definiert.

## Entfernung zur Immissionsquelle

Lt. Licht-Leitlinie "erfahren Immissionsorte, die sich weiter als ca. 100 m von einer Photovoltaikanlage entfernt befinden, erfahrungsgemäß nur kurzzeitige Blendwirkungen. Lediglich bei ausgedehnten Photovoltaikparks **könnten** auch weiter entfernte Immissionsorte noch relevant sein."

In der hier zur Anwendung kommenden Simulationssoftware werden alle Reflexionen berücksichtigt, die aufgrund des Strahlenverlaufs gemäß Reflexionsgesetz physikalisch auftreten können. Daher sind die reinen Ergebniswerte als konservativ/extrem anzusehen und werden ggf. relativiert bewertet. Insbesondere werden mögliche Reflexionen geringer gewichtet wenn die Immissionsquelle mehr als 100 m entfernt ist.

<sup>7</sup> Licht-Leitlinie "2. Anwendungsbereich", Seite 2 ff., bzw. Anhang 2 ab Seite 22

## Sonstige Einflüsse

Aufgrund von technischen Limitierungen geht die Simulationssoftware zu jedem Zeitpunkt von sog. clear-sky Bedingungen aus, d.h. einem wolkenlosen Himmel und entsprechender Sonneneinstrahlung. Daher stellt das Simulationsergebnis immer die höchst mögliche Blendwirkung dar.

Dies entspricht nicht den realen Wetterbedingungen insbesondere in den Morgen- oder Abendstunden, in denen die Reflexionen auftreten können. Einflüsse wie z.B. Frühnebel, Dunst oder besondere, lokale Wetterbedingungen können nicht berechnet werden.

In der Lichtleitlinie gibt es keine Hinweise wie mit meteorologischen Informationen zu verfahren ist obwohl zahlreiche Datenquellen und Klima-Modelle (z.B. TMY<sup>8</sup>) vorhanden sind. Der Deutsche Wetterdienst DWD hat für Deutschland für das Jahr 2020 eine mittlere Wolkenbedeckung<sup>9</sup> von ca. 78 % ermittelt. Der Durchschnittswert für den Zeitraum 1982-2009 liegt bei 62,5 % - 75 %.

Aber auch der Geländeverlauf und Informationen über möglichen Sichtschutz durch Hügel, Bäume oder andere Objekte können nicht ausreichend verarbeitet werden.

Es handelt sich dabei allerdings um Limitierungen der Software und nicht um Vorgaben für die Berechnung von Reflexionen. Eine realitätsnahe Simulation ist mit der aktuell verfügbaren Simulationssoftware nur begrenzt möglich.

## Kategorien von Reflexionen

Fachleute sind überwiegend der Meinung, dass die sog. Absolutblendung, die eine Störung der Sehfähigkeit bewirkt, ab einer Leuchtdichte von ca. 100.000 cd/m<sup>2</sup> beginnt. Störungen sind z.B. Nachbilder in Form von hellen Punkten nachdem in die Sonne geschaut wurde. Auch in der LAI Licht-Leitlinie ist dieser Wert angegeben (S. 21, der Wert ist bezogen auf die Tagesadaption des Auges).

Aber nicht alle Reflexionen führen zwangsläufig zu einer Blendwirkung, da es sich neben den messbaren Effekten auch in einem hohen Maß um eine subjektiv empfundene Erscheinung/Irritation handelt (Psychologische Blendwirkung). Das Forschungsinstitut Sandia National Laboratories (USA) hat verschiedene Untersuchungen auf diesem Gebiet analysiert und eine Skala entwickelt, die die Wahrscheinlichkeit für Störungen/Nachbilder durch Lichtimmissionen in Bezug zu ihrer Intensität kategorisiert. Diese Kategorisierung entspricht dem Bezug zwischen Leuchtdichte (W/cm<sup>2</sup>) und Ausdehnung (Raumwinkel, mrad). Die folgende Skizze zeigt die Bewertungsskala in der Übersicht und auch das hier verwendete Simulationsprogramm stellt die jeweiligen Messergebnisse in ähnlicher Weise dar.

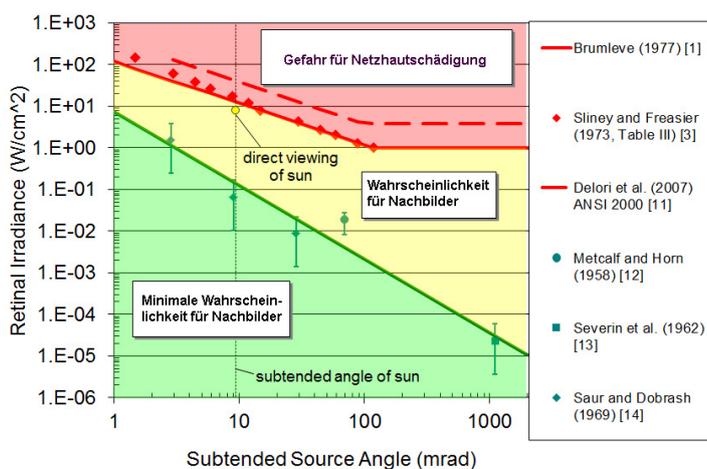


Bild 3.6.3: Kategorisierung von Reflexionen (Quelle: Sandia National Laboratories, siehe auch Diagramme im Anhang)

<sup>8</sup> Handbuch: <https://www.nrel.gov/docs/fy08osti/43156.pdf>

<sup>9</sup> DWD Service: [https://www.dwd.de/DE/leistungen/rcccm/int/rcccm\\_int\\_cfc.html](https://www.dwd.de/DE/leistungen/rcccm/int/rcccm_int_cfc.html)

Bild: [https://www.dwd.de/DWD/klima/rcccm/int/rcc\\_eude\\_cen\\_cfc\\_mean\\_2020\\_17.png](https://www.dwd.de/DWD/klima/rcccm/int/rcc_eude_cen_cfc_mean_2020_17.png)

## 4 Ergebnisse

Die Berechnung der potentiellen Blendwirkung der PV Anlage Colbitz wird für 7 exemplarisch gewählte Messpunkte (Immissionsorte) durchgeführt. Das Ergebnis ist die Anzahl von Minuten pro Jahr, in denen eine Blendwirkung der Kategorien „Minimal“ und „Gering“ auftreten kann.

Die Kategorien entsprechen den Wertebereichen der Berechnungsergebnisse in Bezug auf Leuchtdichte und -dauer. Die Wertebereiche sind im Diagramm 3.6.3 auch als farbige Flächen dargestellt:

- Minimale Wahrscheinlichkeit für temporäre Nachbilder
- Geringe Wahrscheinlichkeit für temporäre Nachbilder

Die unbereinigten Ergebnisse (Rohdaten) beinhalten alle rechnerisch ermittelten Reflexionen, auch solche, die lt. Ausführungen der Licht-Leitlinie zu schutzwürdigen Zonen zu vernachlässigen sind. U.a. sind Reflexionen mit einem Differenzwinkel zwischen Sonne und Immissionsquelle von weniger als 10° zu vernachlässigen, da in solchen Konstellationen die Sonne selbst die Ursache für eine mögliche Blendwirkung darstellt. Auch Reflexionen, die zwischen 22 Uhr abends und 06 Uhr morgens auftreten (sofern möglich), sind relativiert zu bewerten bzw. zu vernachlässigen. Nach Bereinigung der Rohdaten sind die Ergebnisse üblicherweise um ca. 20 - 50% geringer und es sind nur noch Werte der Kategorie „Gelb“ vorhanden. D.h. es besteht eine geringe Wahrscheinlichkeit für temporäre Nachbilder.

Die folgende Tabelle 3 zeigt die Ergebniswerte nach Bereinigung der Rohdaten und Anmerkungen zu weiteren Einschränkungen. Die Zahlen dienen der Übersicht aus formellen Gründen und sind nur im Kontext und mit den genannten Einschränkungen zu verwenden. In Bezug auf das PV Feld Süd sind nach Bereinigung der Rohdaten keine Reflexionen mehr nachweisbar. Lediglich durch das PV Feld Nord sind potentielle Reflexionen möglich. Diese werden im weiteren Verlauf von Abschnitt 4 für die jeweiligen Messpunkte gesondert beschrieben.

**Tabelle 3: Potentielle Blendwirkung an den jeweiligen Messpunkten** [Kategorie ■, Minuten pro Jahr]

Messpunkt	PV Feld 1	PV Feld 2	PV Feld 3	PV Feld 4
P1 A14 Süd	-	-	622 <sup>W</sup>	3024 <sup>W</sup>
P2 A14 Mitte	-	2137 <sup>W</sup>	-	-
P3 A14 Nord	2224 <sup>W</sup>	-	-	-
P4 L38 Nord	3753 <sup>W</sup>	-	-	-
P5 L38 Mitte	-	3736 <sup>W</sup>	-	-
P6 L38 Süd	-	-	-	712 <sup>W</sup>
P7 Gebäude südlich	-	-	-	-

<sup>W</sup> Aufgrund des Einfallswinkels zu vernachlässigen

<sup>E</sup> Aufgrund der Entfernung zur Immissionsquelle zu vernachlässigen

<sup>G</sup> Aufgrund der Geländestruktur oder Hindernissen/Sichtschutz zu vernachlässigen

Die unbereinigten Daten sind im Anhang aufgeführt.

#### 4.1 Ergebnisse am Messpunkt P1, A14 Süd

Am Messpunkt P1 auf der A14 können theoretisch Reflexionen durch das PV Feld 3 und 4 auftreten. Bei der Fahrt Richtung Süden können rein rechnerisch zwischen 15. - 30. April und zwischen 08. Juli – 27. August in den frühen Morgenstunden zwischen 05:50 – 06:04 Uhr für 5 bis max. 14 Minuten pro Tag Reflexionen aus östlicher Richtung (PV Feld 3) auftreten. Bei der Fahrt Richtung Norden können zwischen 13. April - 29. August, abends zwischen 18:23 – 19:05 Uhr für 5 bis max. 26 Minuten pro Tag Reflexionen aus westlicher Richtung (PV Feld 4) auftreten. Für beide Fahrtrichtungen liegen die jeweiligen Einfallswinkel allerdings deutlich außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels und daher sind potentielle Reflexionen zu vernachlässigen. Eine Beeinträchtigung von Fahrzeugführern durch die PV Anlage bzw. für den fließenden Verkehr kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Die folgende Skizze zeigt die Situation am Messpunkt P1 auf Basis der unbereinigten Rohdaten.



Bild 4.1.1: Simulation am Messpunkt P1 (Quelle: Google Earth/SolPEG)

Die grün markierten Bereiche symbolisieren die für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkel (Fahrtrichtung +/-20°, ca. 100m). In den gelb/grün markierten Bereichen können theoretisch Reflexionen durch die PV Teilflächen 3 und 4 auftreten. Nach Bereinigung der Rohdaten ist die Fläche entsprechend kleiner bzw. schmaler.

## 4.2 Ergebnisse am Messpunkt P2, A14 Mitte

Am Messpunkt P2 auf der A14 können bei der Fahrt Richtung Norden theoretisch Reflexionen durch die PV Anlage auftreten. Diese können rein rechnerisch zwischen 13. April - 30. August, abends zwischen 18:22 – 18:57 Uhr für 5 bis max. 17 Minuten pro Tag Reflexionen aus westlicher Richtung (PV Feld 2) auftreten.

Die Einfallswinkel liegen mit  $-47^\circ$  bis  $-66^\circ$  links (westlich) zur Fahrtrichtung allerdings deutlich außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels und daher sind potentielle Reflexionen zu vernachlässigen. Darüber hinaus ist entlang der Fahrbahn ein Bewuchs aus Büschen und Bäumen vorhanden, sodass kein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle besteht. Die rechnerisch ermittelten Zahlen sind in der Realität nicht anwendbar.

Eine Beeinträchtigung von Fahrzeugführern durch die PV Anlage bzw. für den fließenden Verkehr kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Die folgende Skizze zeigt die Situation am Messpunkt P2 und verdeutlicht, dass potentielle Reflexionen aufgrund des Einfallswinkels nicht relevant sind – sofern diese aufgrund der örtlichen Gegebenheiten überhaupt wahrnehmbar sind.

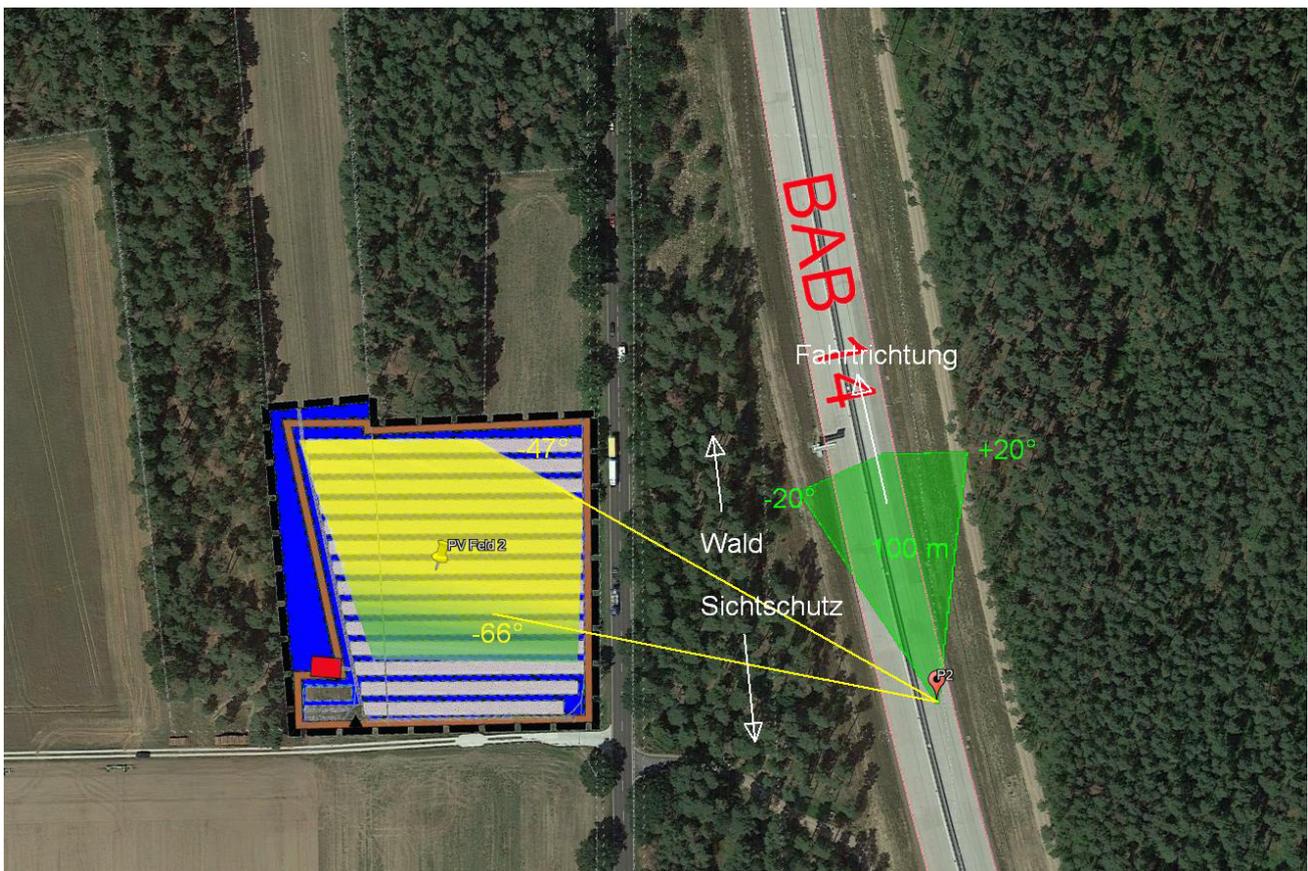


Bild 4.2.1: Simulation am Messpunkt P2 (Quelle: Google Earth/SolPEG)

Der grün markierte Bereich symbolisiert den für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkel (Fahrtrichtung  $\pm 20^\circ$ , ca. 100m). Im gelb/grün markierten Bereich links (westlich) der Fahrbahn können theoretisch abends Reflexionen durch das PV Feld 2 auftreten. Nach Bereinigung der Rohdaten ist die Fläche entsprechend kleiner bzw. schmaler.

Beispielhaft für die Simulationsergebnisse zeigen die folgenden Diagramme das Auftreten der Reflexionen im Tages- bzw. im Jahresverlauf am Messpunkt P2 (OP 2). Die Farben (Gelb/ Grün) symbolisieren die Kategorie der potentiellen Blendwirkung in Bezug zur Leuchtdichte der Reflexionen. Wie bereits in Abschnitt 3.6 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ausgeführt sind jeweils die theoretischen Maximalwerte dargestellt, die nicht ohne Einschränkungen verwendet werden können. Die im Diagramm gezeigten 2251 Minuten entsprechen den unbereinigten Rohdaten.

### PV Feld 2 - OP Receptor (OP 2)

PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 669 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 2,251 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.

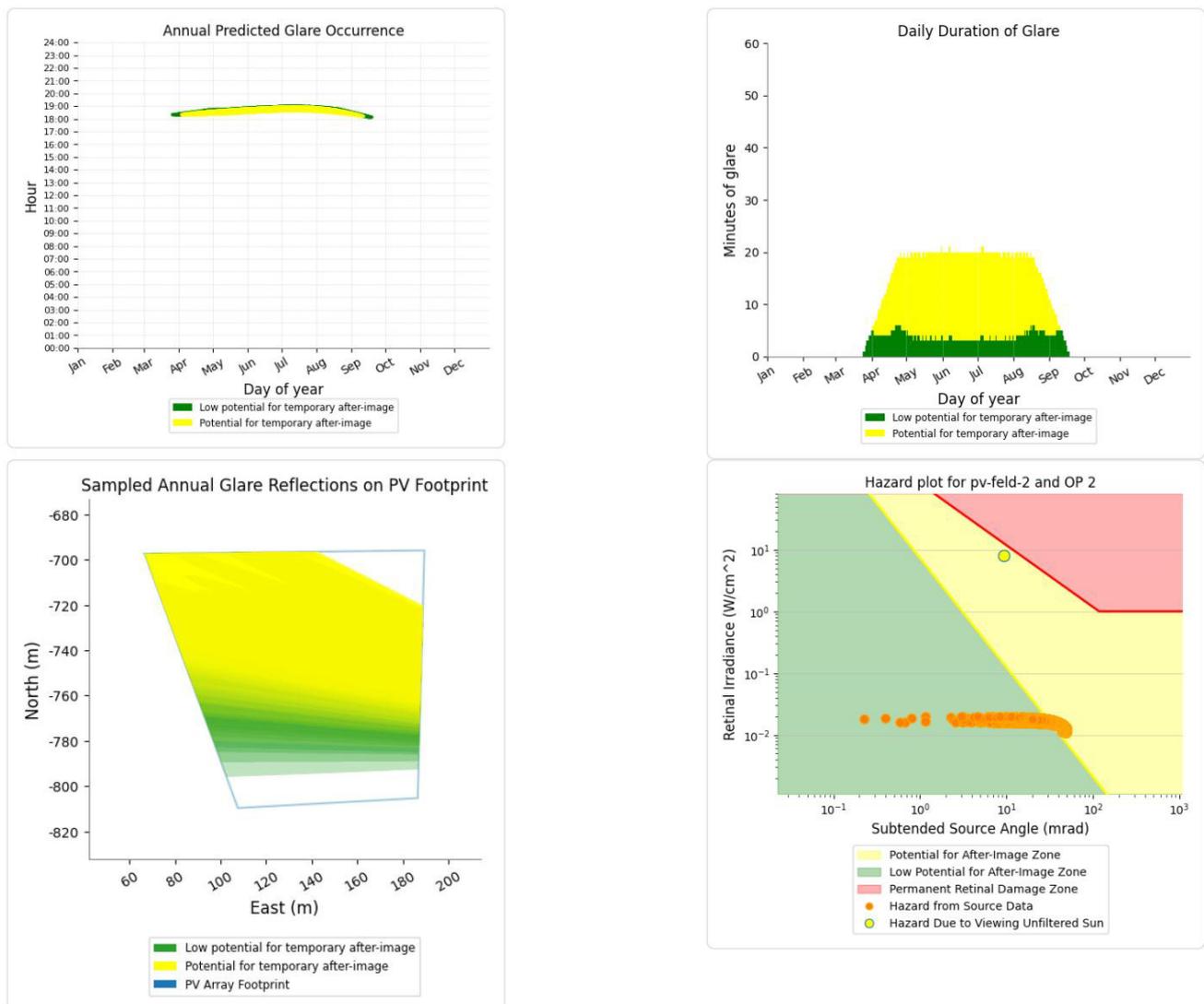


Bild 4.2.2: Ergebnisdetails für Messpunkt P2 (Quelle: Simulationsergebnisse)

Weitere Details auch zu den anderen Messpunkten finden sich im Anhang.

### 4.3 Ergebnisse am Messpunkt P3, A14 Nord

Ähnlich wie am Messpunkt P2 können auch am Messpunkt P3 auf der A14 theoretisch Reflexionen durch die PV Anlage auftreten. Diese können rein rechnerisch zwischen 14. April - 29. August, abends zwischen 18:23 – 18:57 Uhr für 5 bis max. 18 Minuten pro Tag Reflexionen aus westlicher Richtung (PV Feld 1) auftreten. Die Einfallswinkel liegen auch hier mit  $-59^\circ$  bis  $-78^\circ$  links (westlich) zur Fahrtrichtung deutlich außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels und daher sind potentielle Reflexionen zu vernachlässigen.

Eine Beeinträchtigung von Fahrzeugführern durch die PV Anlage kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Die folgende Skizze zeigt die Situation am Messpunkt P3 und verdeutlicht, dass potentielle Reflexionen insbesondere aufgrund des Einfallswinkels nicht relevant sind.

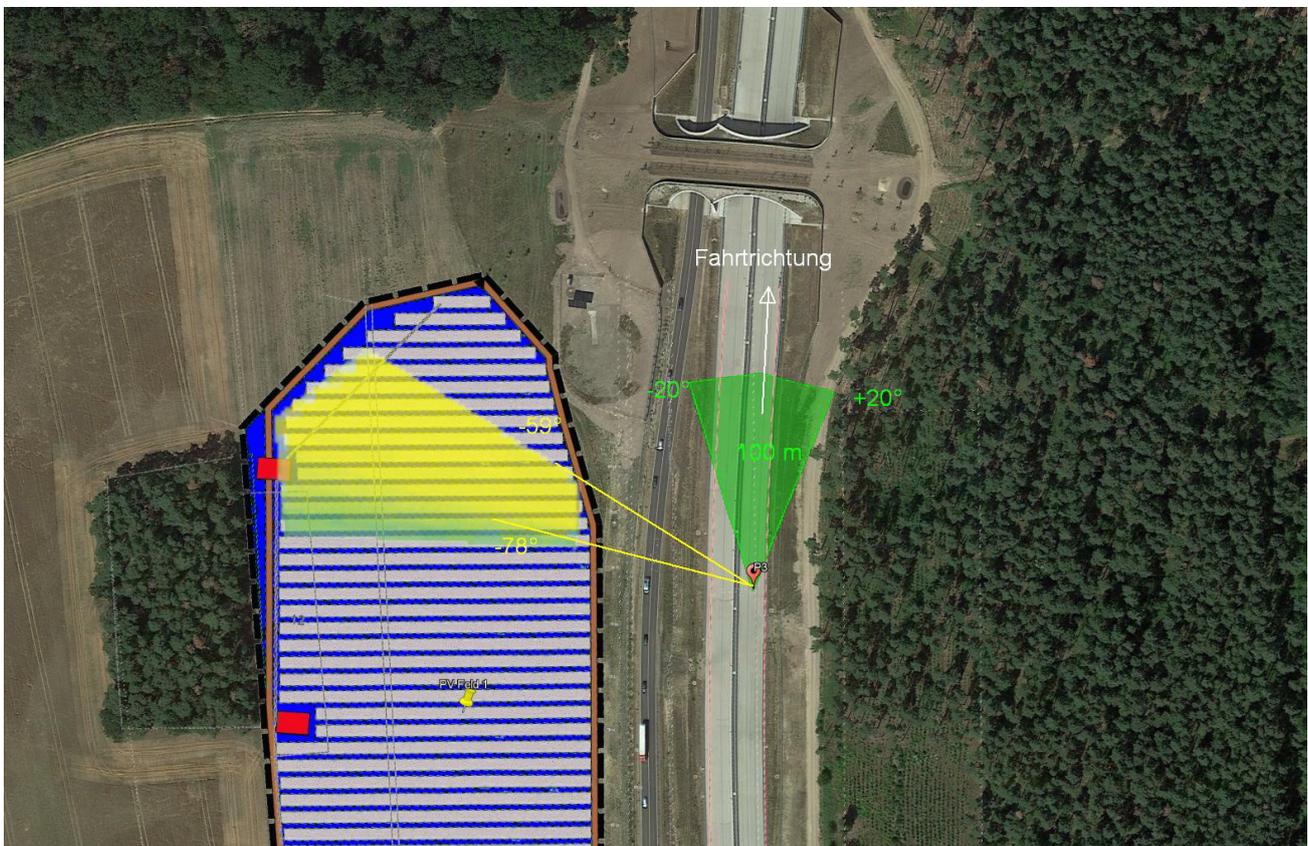


Bild 4.3.1: Simulation am Messpunkt P3 (Quelle: Google Earth/SolPEG)

Der grün markierte Bereich symbolisiert den für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkel (Fahrtrichtung  $\pm 20^\circ$ , ca. 100m). Im gelb/grün markierten Bereich links (westlich) der Fahrbahn können theoretisch abends Reflexionen auftreten. Nach Bereinigung der Rohdaten ist die Fläche entsprechend kleiner bzw. schmaler.

#### 4.4 Ergebnisse am Messpunkt P4, L38 Nord

Messpunkt P4 auf der L38 wurde zu Kontrollzwecken untersucht da Fahrbahn der L38 in etwa parallel zur A14 verläuft. Erwartungsgemäß zeigen die Simulationsergebnisse am Messpunkt P4 ähnliche Werte wie am Messpunkt P3. Auch hier liegen die Einfallswinkel deutlich außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels und daher sind potentielle Reflexionen zu vernachlässigen. Eine Beeinträchtigung von Fahrzeugführern durch die PV Anlage kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Die folgende Skizze zeigt die Situation im Bereich von Messpunkt P4.



Bild 4.4.1: Simulation am Messpunkt P4 (Quelle: Google Earth/SolPEG)

#### 4.5 Ergebnisse am Messpunkt P5, L38 Mitte

Auch am Messpunkt P5 auf der L38 zeigen die Simulationsergebnisse ähnliche Werte wie am Messpunkt P4. Aufgrund des nahezu ähnlichen Streckenverlaufes in Nord-Süd Richtung sind auch die Zeiten an denen potentielle Reflexionen auftreten können ähnlich. Diese können rein rechnerisch zwischen 13. April - 30. August, abends zwischen 18:22 – 19:15 Uhr aus westlicher Richtung auftreten. Aufgrund der Einfallswinkel sind potentielle Reflexionen allerdings zu vernachlässigen. Eine Beeinträchtigung von Fahrzeugführern durch die PV Anlage (PV Feld 2) kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Die folgende Skizze (Pseudo 3D) zeigt die Situation am Messpunkt P5 auf der L38 bei der Fahrt Richtung Norden. Links im Bild - außerhalb des relevanten Sichtwinkels - können potentielle Reflexionen auftreten.

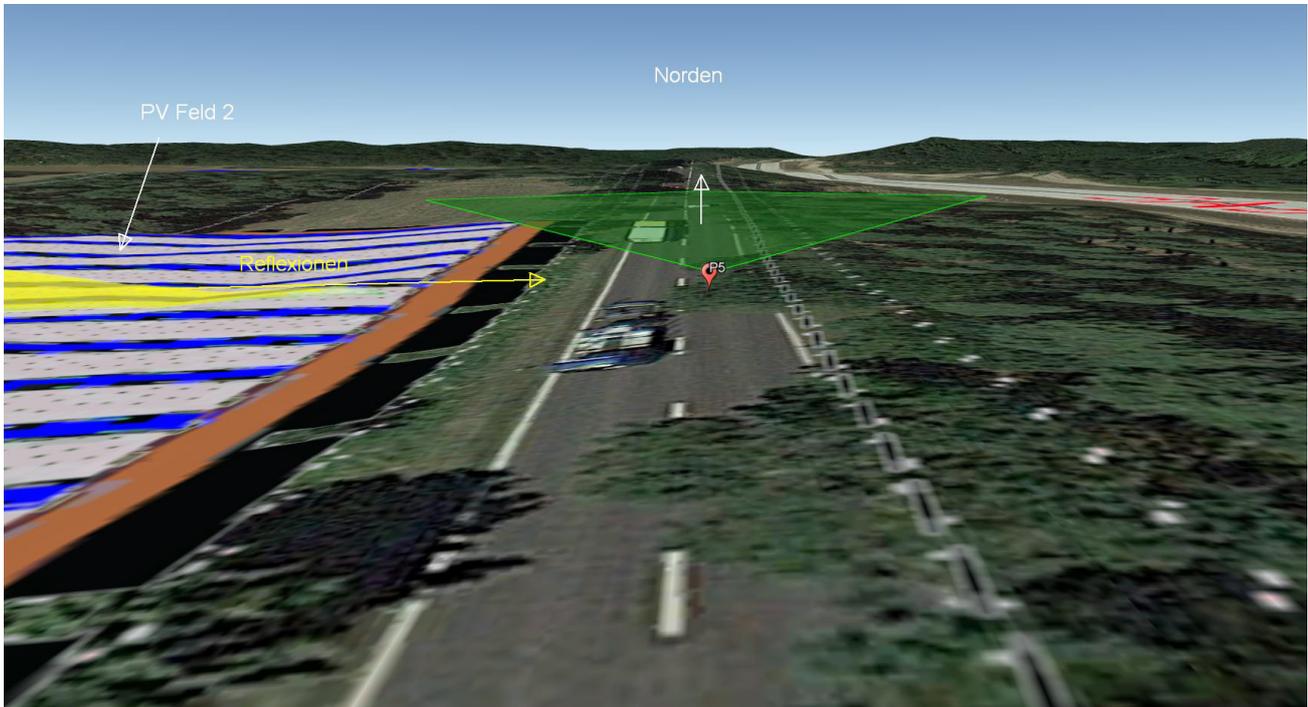


Bild 4.5.1: Simulation am Messpunkt P5, Blick Richtung Norden (Quelle: Google Earth / SolPEG)

#### 4.6 Ergebnisse am Messpunkt P6, L38 Süd

Am Messpunkt P6 auf der L38 können an insgesamt nur 712 Minuten pro Jahr Reflexionen durch das PV Feld 4 auftreten. Aufgrund der geringen zeitlichen Dauer sind potentielle Reflexionen zu vernachlässigen. Aber auch hier liegen die Einfallswinkel deutlich außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels und daher sind potentielle Reflexionen zu vernachlässigen.

Eine Beeinträchtigung von Fahrzeugführern durch die PV Anlage kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Auch der weiter südlich gelegene Kreisverkehr wurde analysiert, hier sind keine Reflexionen durch die PV Anlage nachweisbar.

#### 4.7 Ergebnisse am Messpunkt P7, Gebäude östlich

Messpunkt P7 im Bereich der ca. 630 m südlich gelegenen Gebäude an der Oststraße, wurde zu Kontrollzwecken untersucht da aufgrund des Strahlenverlaufes gemäß Reflexionsgesetz nicht mit Reflexionen durch die PV Anlage zu rechnen ist. Erwartungsgemäß zeigt die Simulation keine Ergebnisse für den Messpunkt P7 und dementsprechend können Beeinträchtigungen von Anwohnern durch die PV Anlage ausgeschlossen werden.

## 5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die potentielle Blendwirkung der hier betrachteten PV Anlage Colbitz kann als „geringfügig“ klassifiziert<sup>10</sup> werden. Im Vergleich zur Blendwirkung durch direktes Sonnenlicht oder durch Spiegelungen von Windschutzscheiben, Wasserflächen, Gewächshäusern o.ä. ist diese „vernachlässigbar“. Unter Berücksichtigung von weiteren Einflussfaktoren wie z.B. Geländestruktur, lokalen Wetterbedingungen (Frühnebel, etc.) kann die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Reflexion durch die PV Anlage als gering eingestuft werden.

Durch den Einsatz von hochwertigen PV Modulen hat der Auftraggeber die nach aktuellem Stand der Technik möglichen Maßnahmen zur Vermeidung von potentiellen Reflexionen ergriffen.

Die Analyse von 7 exemplarisch gewählten Messpunkten zeigt für Fahrzeugführer auf der A14 nur eine geringfügige, theoretische Wahrscheinlichkeit für Reflexionen. Die Einfallswinkel liegen außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels und daher sind potentielle Reflexionen zu vernachlässigen. Teilweise ist entlang der Fahrbahn eine Bewuchs aus Büschen und Bäumen vorhanden, sodass kein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle vorhanden ist. Anhand der ausgewerteten Ergebnisse kann eine Beeinträchtigung von Fahrzeugführern durch die PV Anlage mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Dies gilt gleichermaßen auch für die parallel zur A14 verlaufenden L38. Auch hier sind potentielle Reflexionen aufgrund der Einfallswinkel zu vernachlässigen. Im Bereich des Kreisverkehrs L38 / K11774 sind keine Reflexionen durch die PV Anlage nachweisbar.

Die südlich der PV Anlage gelegenen Gebäude der Ortschaft Colbitz können aufgrund des Strahlenverlaufes gemäß Reflexionsgesetz nicht von Reflexionen durch die PV Anlage erreicht werden. Eine Beeinträchtigung von Anwohnern bzw. eine „erhebliche Belästigung“ im Sinne der LAI Lichtleitlinie kann daher ausgeschlossen werden.

Es ist davon auszugehen, dass die theoretisch berechneten Reflexionen in der Praxis keine Blendwirkung entwickeln werden. Details zu den Ergebnissen an den jeweiligen Messpunkten finden sich in Abschnitt 4.

Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse sind keine speziellen Sichtschutzmaßnahmen erforderlich bzw. angeraten und es bestehen keine Einwände gegen das Bauvorhaben.

## 6 Schlussbemerkung

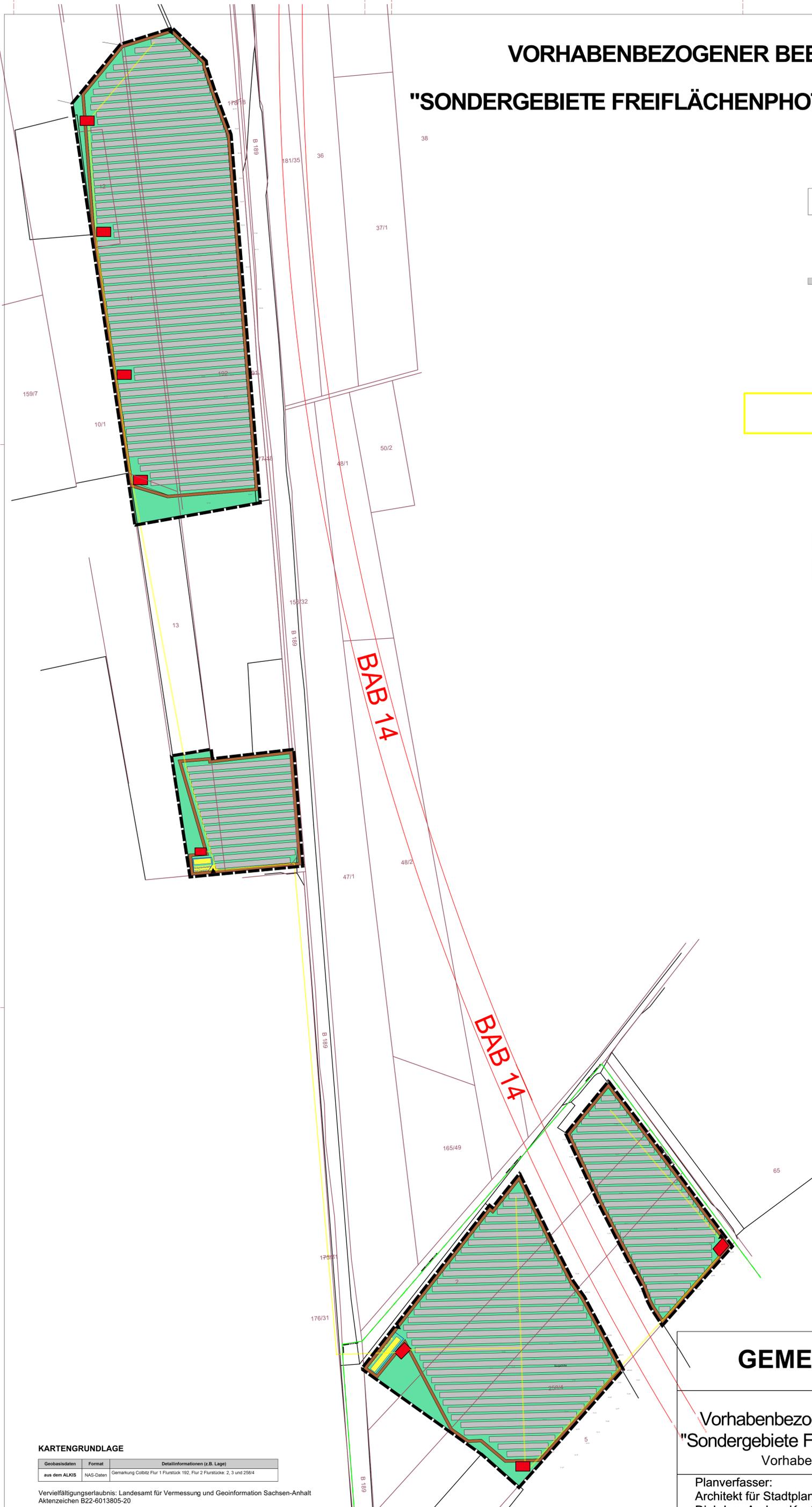
Die hier dargestellten Untersuchungen, Sachverhalte und Einschätzungen wurden nach bestem Wissen und Gewissen und anhand von vorgelegten Informationen, eigenen Untersuchungen und weiterführenden Recherchen angefertigt. Eine Haftung für etwaige Schäden, die aus diesen Ausführungen bzw. weiteren Maßnahmen erfolgen, kann nicht übernommen werden.

Hamburg, den 05.10.2022

  
Dieko Jacobi / SolPEG GmbH

<sup>10</sup> Die Klassifizierung entspricht den Wertebereichen der Simulationsergebnisse

# VORHABENBEZOGENER BEBAUUNGSPLAN NR. X "SONDERGEBIETE FREIFLÄCHENPHOTOVOLTAIK COLBITZ"



## ZEICHENERKLÄRUNG

-  Grenze des räumlichen Geltungsbereichs des Vorhaben- und Erschließungsplans/ des vorhabenbezogenen Bebauungsplans (§ 9 Abs. 7 BauGB)
-  geplante Aufstellung der PV-Module
-  Einfahrt
-  Trafostation
-  Vegetationsflächen
-  Wartungswege
-  Zaunanlage

## Solartankstelle

### Planzeichen der Kartengrundlage (auszugsweise und beispielhaft)

-  nichtöffentliches Gebäude
-  Wirtschaftsgebäude
-  Böschung
-  Mauer
-  Zaun
-  Baum
-  Grundwassermessstelle
-  Brunnen
-  Lüftungsschacht
-  Höhenpunkt mit Höhentext
-  Gemarkungsgrenze
-  Flurgrenze
-  Flurstücksgrenze
-  Flurstücksnummer

## KARTENGRUNDLAGE

Geobasisdaten	Format	Detailinformationen (z.B. Lage)
aus dem ALKIS	NAS-Daten	Gemarkung Colbitz Flur 1 Flurstück 192, Flur 2 Flurstücke 2, 3 und 258/4

Vervielfältigungserlaubnis: Landesamt für Vermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt  
AktENZEICHEN B22-6013805-20

## GEMEINDE COLBITZ

Vorhabenbezogener Bebauungsplan Nr. X  
"Sondergebiete Freiflächenphotovoltaik Colbitz"  
Vorhaben- und Erschließungsplan

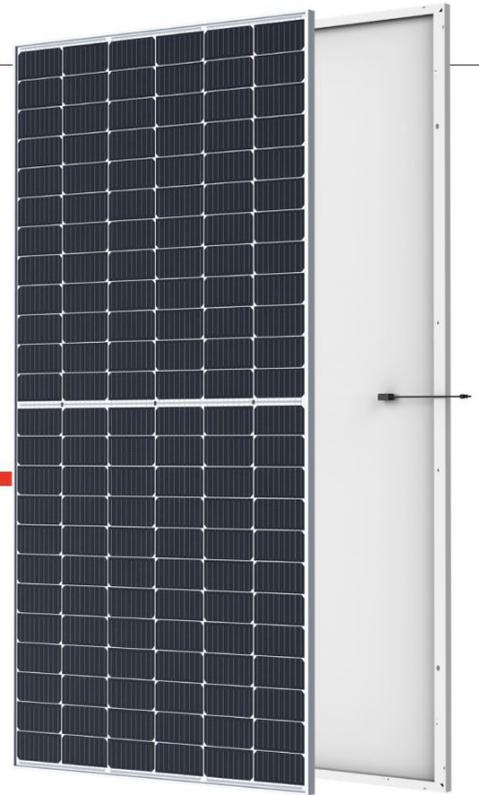
Planverfasser:  
Architekt für Stadtplanung  
Dipl.-Ing. Andrea Kautz

Maßstab:  
1 : 2 000

Vorentwurf  
April 2022

# THE TALLMAX<sup>M</sup>

## FRAMED 144 LAYOUT MODULE



**144 LAYOUT**  
MONOCRYSTALLINE MODULE

**440-465W**  
POWER OUTPUT RANGE

**21.3%**  
MAXIMUM EFFICIENCY

**0~+5W**  
POSITIVE POWER TOLERANCE

Founded in 1997, Trina Solar is the world's leading total solution provider for solar energy. With local presence around the globe, Trina Solar is able to provide exceptional service to each customer in each market and deliver our innovative, reliable products with the backing of Trina as a strong, bankable brand. Trina Solar now distributes its PV products to over 100 countries all over the world. We are committed to building strategic, mutually beneficial collaborations with installers, developers, distributors and other partners in driving smart energy together.

### Comprehensive Products and System Certificates

IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716  
 ISO 9001: Quality Management System  
 ISO 14001: Environmental Management System  
 ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification  
 ISO45001: Occupational Health and Safety Management System



**PRODUCTS**

TSM-DE17M(II)

**POWER RANGE**

440-465W



### High power

- Up to 465W front power and 21.3% module efficiency with half-cut and MBB (Multi Busbar) technology bringing more BOS savings
- Lower resistance of half-cut and good reflection effect of MBB ensure high power



### High reliability

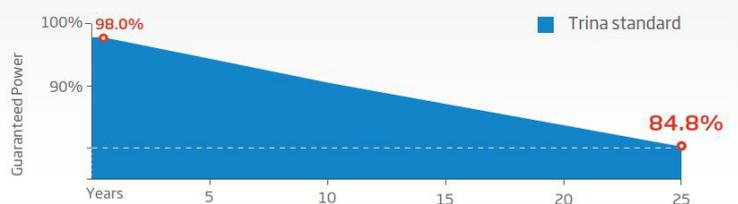
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to salt, acid and ammonia
- Mechanical performance: Up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load



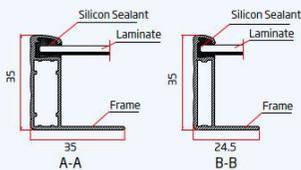
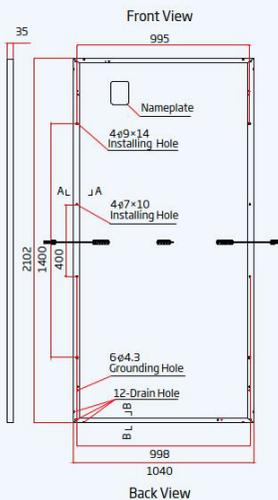
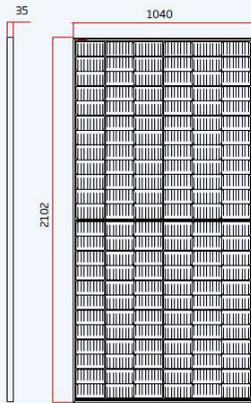
### High energy generation

- Excellent IAM and low light performance validated by 3rd party with cell process and module material optimization
- Better anti-shading performance and lower operating temperature

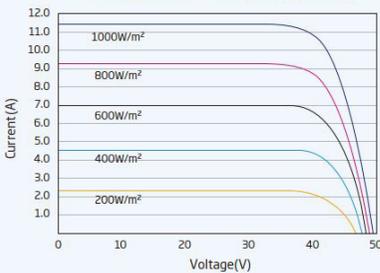
### PERFORMANCE WARRANTY



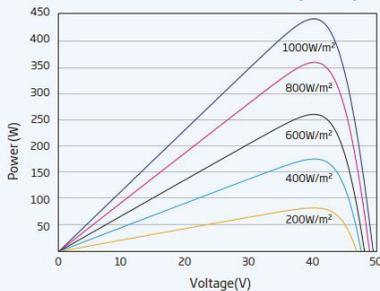
### DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)



### I-V CURVES OF PV MODULE(445W)



### P-V CURVES OF PV MODULE(445W)



### ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts- $P_{MAX}$ (Wp)*	440	445	450	455	460	465
Power Tolerance- $P_{MAX}$ (W)	0 ~ +5					
Maximum Power Voltage- $V_{MPP}$ (V)	40.7	40.8	41.0	41.2	41.3	41.8
Maximum Power Current- $I_{MPP}$ (A)	10.82	10.90	10.98	11.06	11.13	11.14
Open Circuit Voltage- $V_{OC}$ (V)	49.2	49.4	49.6	49.8	50.0	50.0
Short Circuit Current- $I_{SC}$ (A)	11.39	11.46	11.53	11.61	11.68	11.69
Module Efficiency $\eta_m$ (%)	20.1	20.4	20.6	20.8	21.0	21.3

STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5.  
\*Measuring tolerance: ±3%.

### ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power- $P_{MAX}$ (Wp)	332	336	340	344	347	351
Maximum Power Voltage- $V_{MPP}$ (V)	38.4	38.5	38.7	38.9	39.1	39.4
Maximum Power Current- $I_{MPP}$ (A)	8.66	8.71	8.77	8.84	8.89	8.90
Open Circuit Voltage- $V_{OC}$ (V)	46.3	46.5	46.6	46.8	47.0	47.0
Short Circuit Current- $I_{SC}$ (A)	9.18	9.24	9.29	9.36	9.41	9.42

NOCT: Irradiance at 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

### MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
Cell Orientation	144 cells (6 × 24)
Module Dimensions	2102 × 1040 × 35 mm (82.76 × 40.94 × 1.38 inches)
Weight	24.0 kg ( 52.9lb)
Glass	3.2 mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant Material	EVA/POE
Backsheet	White
Frame	35 mm ( 1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm <sup>2</sup> (0.006 inches <sup>2</sup> ), Portrait: N 280mm/P 280mm(11.02/11.02inches) Landscape: N 1400 mm /P 1400 mm (55.12/55.12 inches)
Connector	MC4 EVO2 / TS4*

\*Please refer to regional datasheet for specified connector.

### TEMPERATURE RATINGS

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of $P_{MAX}$	-0.34%/C
Temperature Coefficient of $V_{OC}$	-0.25%/C
Temperature Coefficient of $I_{SC}$	0.04%/C

(Do not connect Fuse in Combiner Box with two or more strings in parallel connection)

### MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40 ~ +85 °C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC)
Max Series Fuse Rating	20A

### WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty
25 year Power Warranty
2% first year degradation
0.55% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

### PACKAGING CONFIGURATION

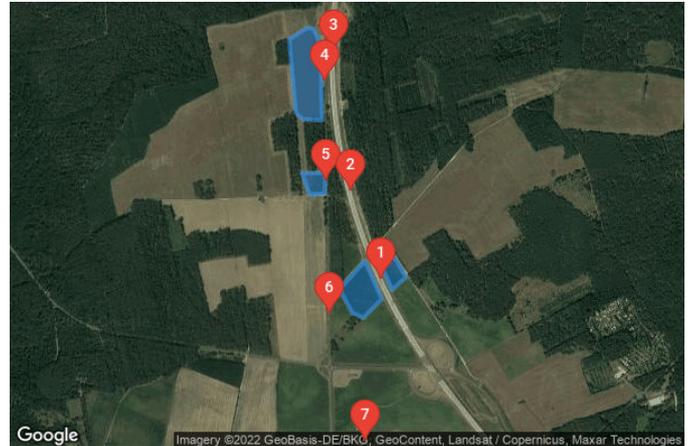
Modules per box: 31 pieces
Modules per 40' container: 682 pieces

# Colbitz

## Colbitz

**Created** Oct. 5, 2022  
**Updated** Oct. 5, 2022  
**Time-step** 1 minute  
**Timezone offset** UTC+1  
**Site ID** 77080.13644

**Project type** Advanced  
**Project status:** active  
**Category** 5 MW to 10 MW



### Misc. Analysis Settings

**DNI:** varies (1,000.0 W/m<sup>2</sup> peak)  
 Ocular transmission coefficient: 0.5  
 Pupil diameter: 0.002 m  
 Eye focal length: 0.017 m  
 Sun subtended angle: 9.3 mrad

Analysis Methodology: **Version 2**  
 Enhanced subtended angle calculation: **On**

### Summary of Results Glare with potential for temporary after-image predicted

PV Name	Tilt	Orientation	"Green" Glare	"Yellow" Glare	Energy Produced
	deg	deg	min	min	kWh
PV Feld 1	20.0	180.0	839	6,344	-
PV Feld 2	20.0	180.0	959	6,243	-
PV Feld 3	20.0	180.0	1,656	2,161	-
PV Feld 4	20.0	180.0	1,314	5,387	-

## Component Data

---

## PV Array(s)

Total PV footprint area: 132,291 m<sup>2</sup>

Name: PV Feld 1

Footprint area: 67,497 m<sup>2</sup>

Axis tracking: Fixed (no rotation)

Tilt: 20.0 deg

Orientation: 180.0 deg

Rated power: -

Panel material: Smooth glass with AR coating

Vary reflectivity with sun position? Yes

Correlate slope error with surface type? Yes

Slope error: 8.43 mrad



Vertex	Latitude deg	Longitude deg	Ground elevation m	Height above ground m	Total elevation m
1	52.347433	11.605419	81.72	1.90	83.62
2	52.347997	11.606835	79.31	1.90	81.21
3	52.347944	11.607286	79.25	1.90	81.15
4	52.347142	11.607865	80.40	1.90	82.30
5	52.343645	11.607951	83.24	1.90	85.14
6	52.343697	11.606427	83.49	1.90	85.39
7	52.344025	11.605934	82.32	1.90	84.22

Name: PV Feld 2

Footprint area: 11,245 m<sup>2</sup>

Axis tracking: Fixed (no rotation)

Tilt: 20.0 deg

Orientation: 180.0 deg

Rated power: -

Panel material: Smooth glass with AR coating

Vary reflectivity with sun position? Yes

Correlate slope error with surface type? Yes

Slope error: 8.43 mrad



Vertex	Latitude deg	Longitude deg	Ground elevation m	Height above ground m	Total elevation m
1	52.341166	11.606397	79.37	1.90	81.27
2	52.341179	11.608200	81.03	1.90	82.93
3	52.340196	11.608157	78.22	1.90	80.12
4	52.340157	11.606998	77.79	1.90	79.69

Name: PV Feld 3

Footprint area: 17,956 m<sup>2</sup>

Axis tracking: Fixed (no rotation)

Tilt: 20.0 deg

Orientation: 180.0 deg

Rated power: -

Panel material: Smooth glass with AR coating

Vary reflectivity with sun position? Yes

Correlate slope error with surface type? Yes

Slope error: 8.43 mrad



Vertex	Latitude deg	Longitude deg	Ground elevation m	Height above ground m	Total elevation m
1	52.337479	11.611974	73.46	1.90	75.36
2	52.337951	11.612725	76.03	1.90	77.93
3	52.336286	11.614356	73.18	1.90	75.08
4	52.335683	11.613283	73.62	1.90	75.52

**Name:** PV Feld 4  
**Footprint area:** 35,594 m<sup>2</sup>  
**Axis tracking:** Fixed (no rotation)  
**Tilt:** 20.0 deg  
**Orientation:** 180.0 deg  
**Rated power:** -  
**Panel material:** Smooth glass with AR coating  
**Vary reflectivity with sun position?** Yes  
**Correlate slope error with surface type?** Yes  
**Slope error:** 8.43 mrad



Vertex	Latitude	Longitude	Ground elevation	Height above ground	Total elevation
	deg	deg	m	m	m
1	52.335709	11.609271	73.82	1.90	75.72
2	52.337046	11.611202	74.74	1.90	76.64
3	52.335263	11.612500	74.90	1.90	76.80
4	52.334362	11.611084	73.65	1.90	75.55
5	52.334535	11.610548	74.50	1.90	76.40
6	52.334581	11.610269	74.01	1.90	75.91

## Discrete Observation Receptors

Number	Latitude	Longitude	Ground elevation	Height above ground	Total Elevation
	deg	deg	m	m	m
OP 1	52.336180	11.612453	73.21	0.00	73.21
OP 2	52.340345	11.610114	77.80	0.00	77.80
OP 3	52.346876	11.608872	81.77	0.00	81.77
OP 4	52.345479	11.608138	81.28	0.00	81.28
OP 5	52.340769	11.608284	79.79	0.00	79.79
OP 6	52.334565	11.608507	71.51	0.00	71.51
OP 7	52.328586	11.611302	62.35	0.00	62.35

## Summary of PV Glare Analysis

PV configuration and total predicted glare

PV Name	Tilt	Orientation	"Green" Glare	"Yellow" Glare	Energy Produced	Data File
	deg	deg	min	min	kWh	
PV Feld 1	20.0	180.0	839	6,344	-	
PV Feld 2	20.0	180.0	959	6,243	-	
PV Feld 3	20.0	180.0	1,656	2,161	-	
PV Feld 4	20.0	180.0	1,314	5,387	-	

### Distinct glare per month

Excludes overlapping glare from PV array for multiple receptors at matching time(s)

PV	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
pv-feld-1 (green)	0	0	4	31	57	74	69	36	17	0	0	0
pv-feld-1 (yellow)	0	0	0	347	875	1085	1005	579	48	0	0	0
pv-feld-2 (green)	0	0	7	26	57	72	66	41	21	0	0	0
pv-feld-2 (yellow)	0	0	11	391	867	1058	987	590	88	0	0	0
pv-feld-3 (green)	0	0	0	67	387	532	535	108	27	0	0	0
pv-feld-3 (yellow)	0	0	0	232	490	516	515	389	19	0	0	0
pv-feld-4 (green)	0	0	15	139	293	291	312	188	76	0	0	0
pv-feld-4 (yellow)	0	0	0	596	1217	1270	1279	943	82	0	0	0

## PV & Receptor Analysis Results

Results for each PV array and receptor

### PV Feld 1 potential temporary after-image

Component	Green glare (min)	Yellow glare (min)
OP: OP 1	0	0
OP: OP 2	0	0
OP: OP 3	524	2414
OP: OP 4	315	3930
OP: OP 5	0	0
OP: OP 6	0	0
OP: OP 7	0	0

### PV Feld 1 - OP Receptor (OP 1)

No glare found

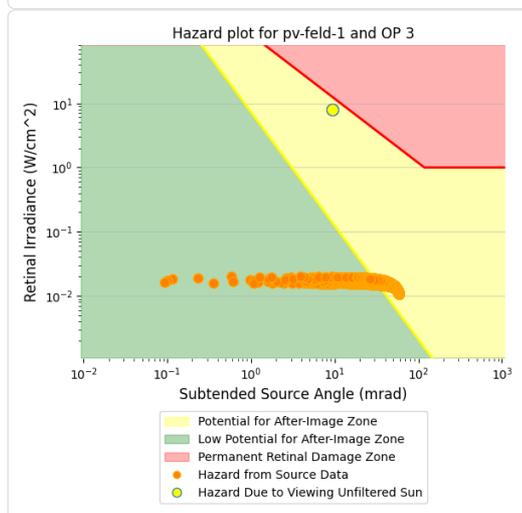
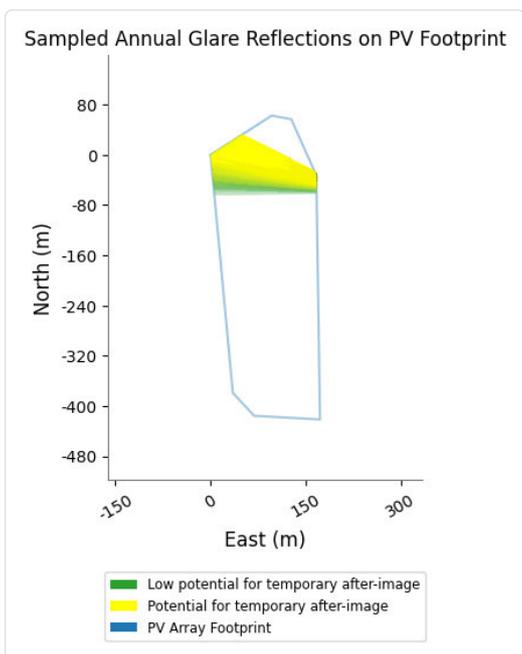
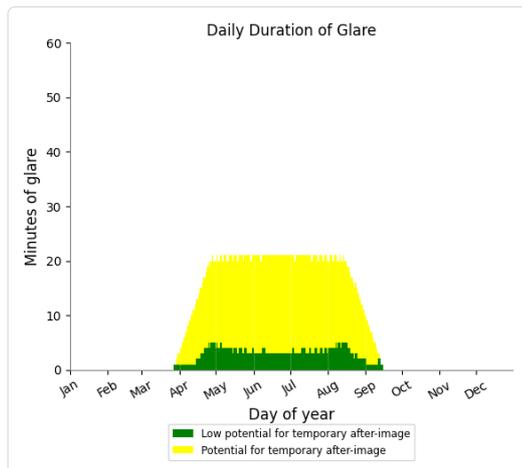
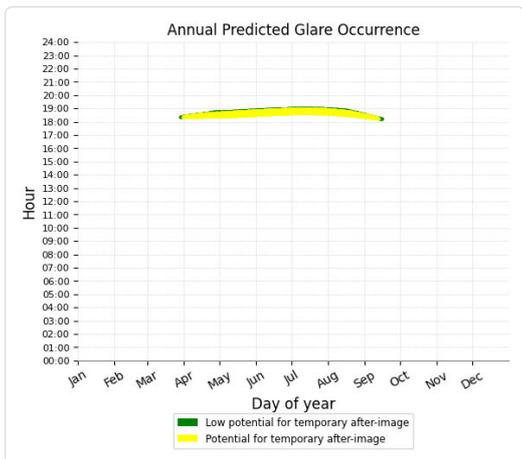
### PV Feld 1 - OP Receptor (OP 2)

No glare found

### PV Feld 1 - OP Receptor (OP 3)

PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

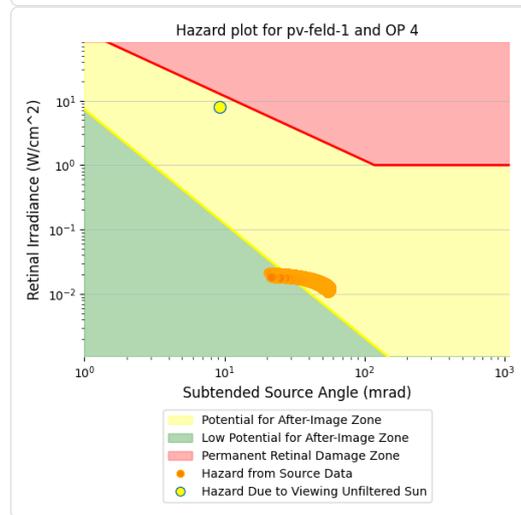
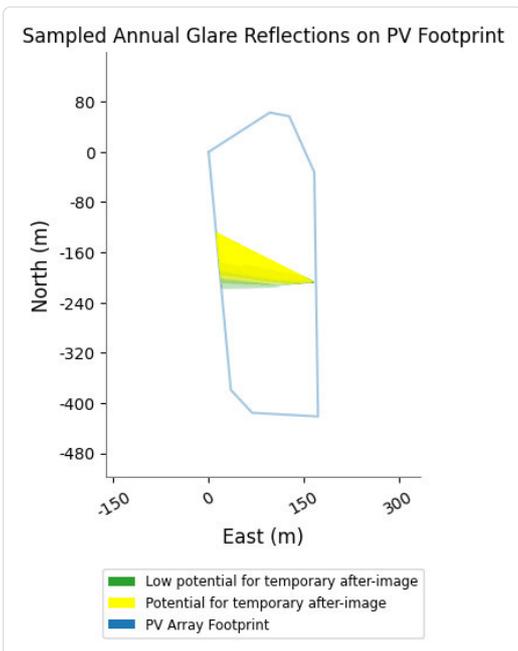
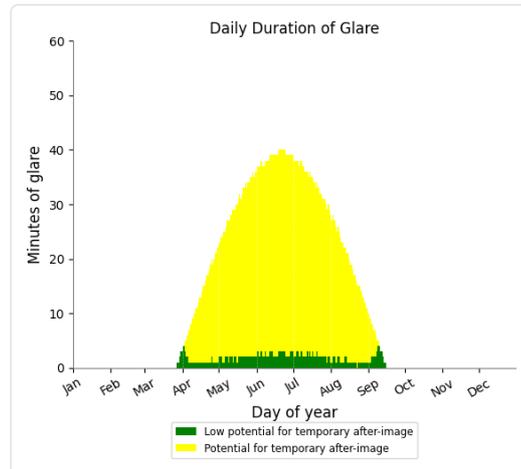
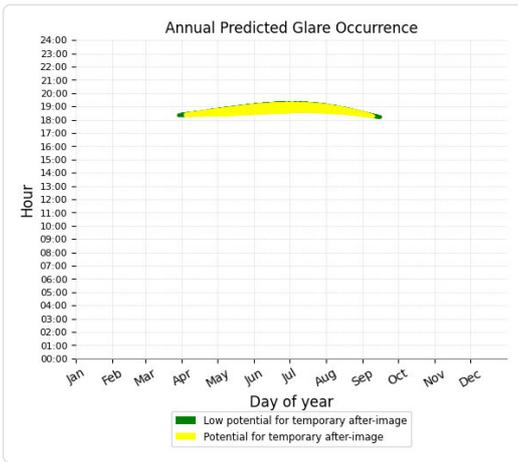
- 524 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 2,414 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



### PV Feld 1 - OP Receptor (OP 4)

PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 315 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 3,930 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



### PV Feld 1 - OP Receptor (OP 5)

No glare found

### PV Feld 1 - OP Receptor (OP 6)

No glare found

### PV Feld 1 - OP Receptor (OP 7)

No glare found

### PV Feld 2 potential temporary after-image

Component	Green glare (min)	Yellow glare (min)
OP: OP 1	0	0
OP: OP 2	669	2251
OP: OP 3	0	0
OP: OP 4	0	0
OP: OP 5	290	3992
OP: OP 6	0	0
OP: OP 7	0	0

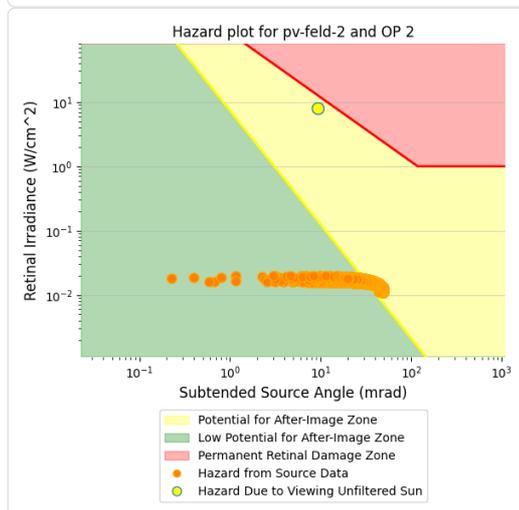
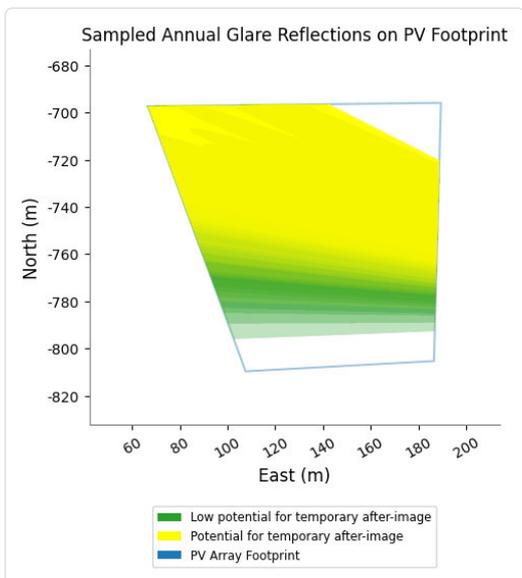
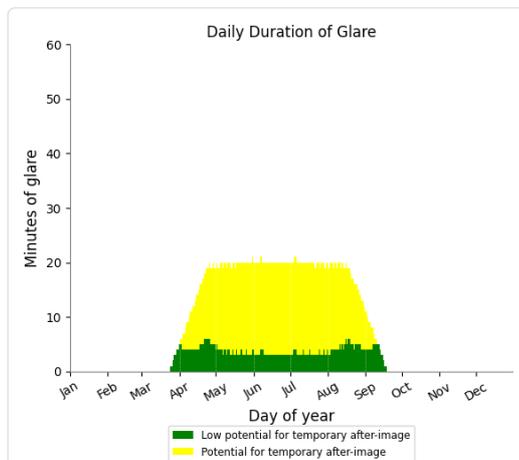
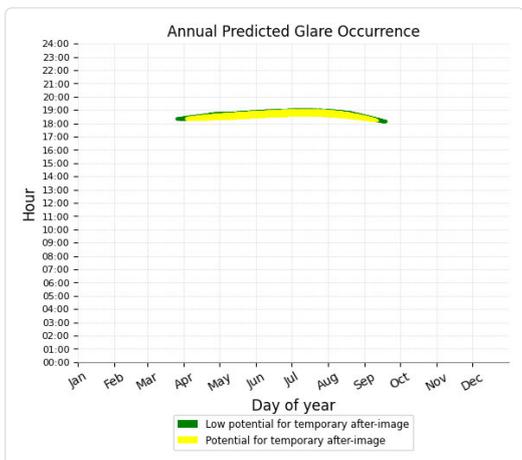
### PV Feld 2 - OP Receptor (OP 1)

No glare found

### PV Feld 2 - OP Receptor (OP 2)

PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 669 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 2,251 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



### PV Feld 2 - OP Receptor (OP 3)

No glare found

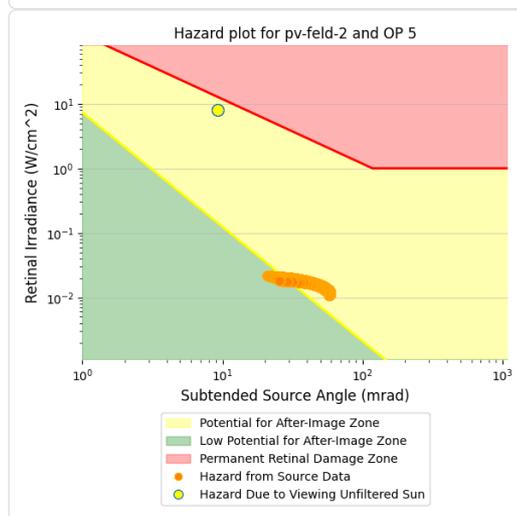
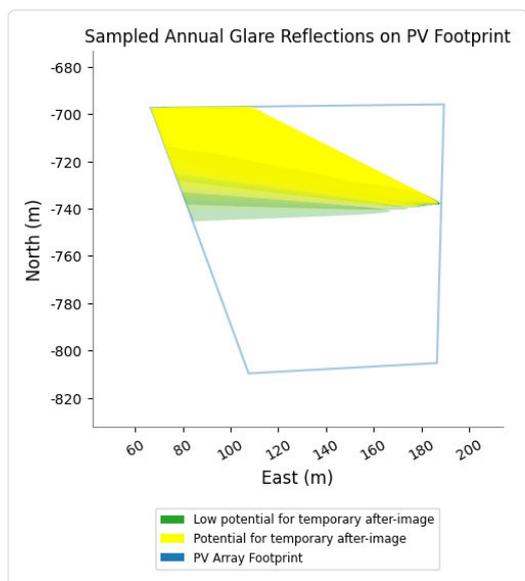
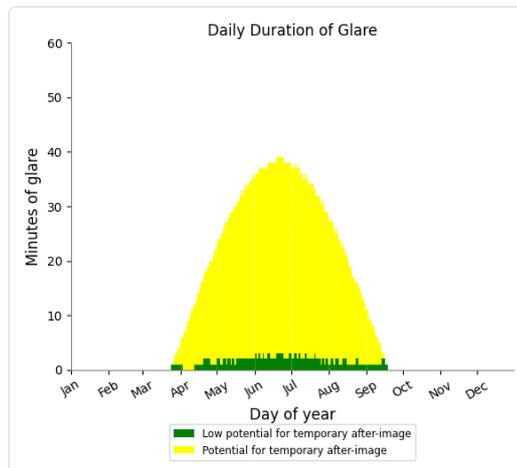
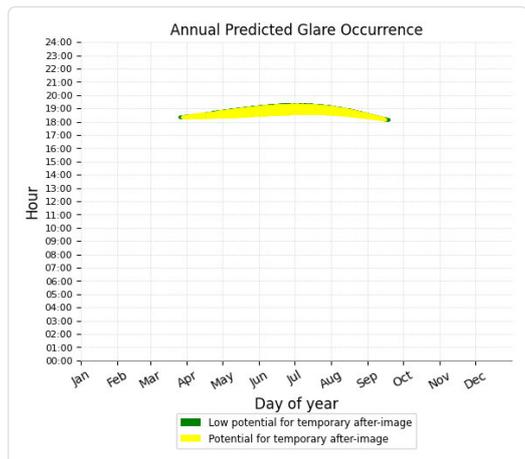
### PV Feld 2 - OP Receptor (OP 4)

No glare found

### PV Feld 2 - OP Receptor (OP 5)

PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 290 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 3,992 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



### PV Feld 2 - OP Receptor (OP 6)

No glare found

### PV Feld 2 - OP Receptor (OP 7)

No glare found

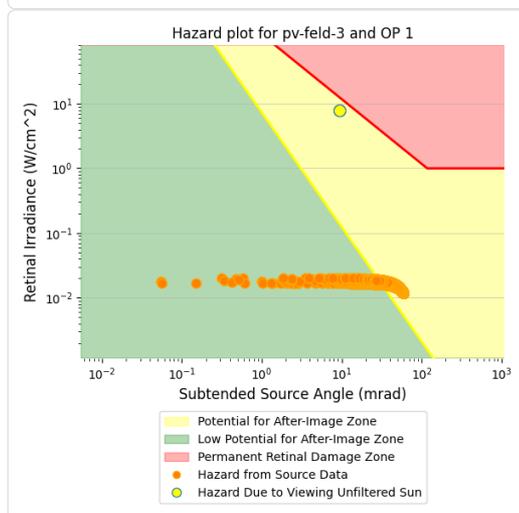
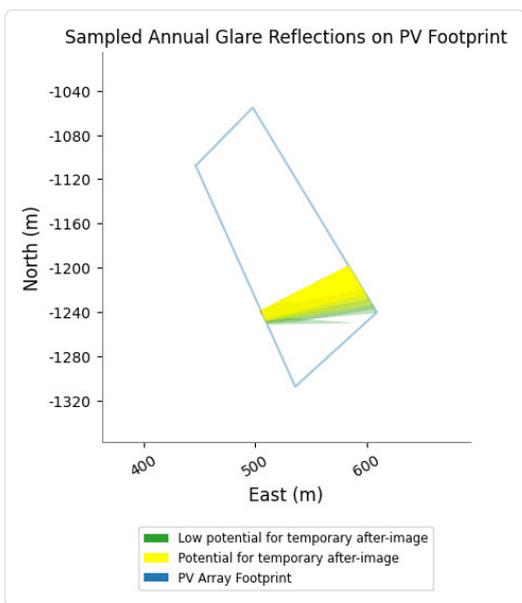
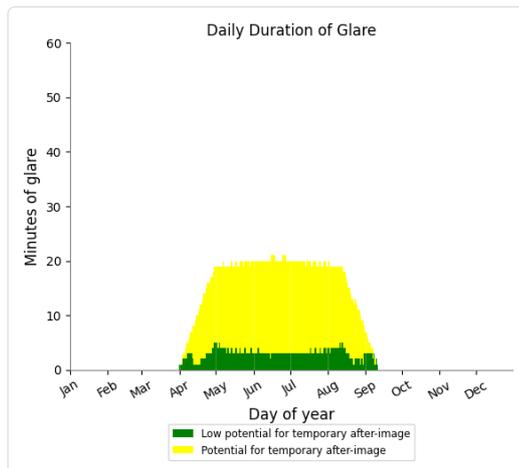
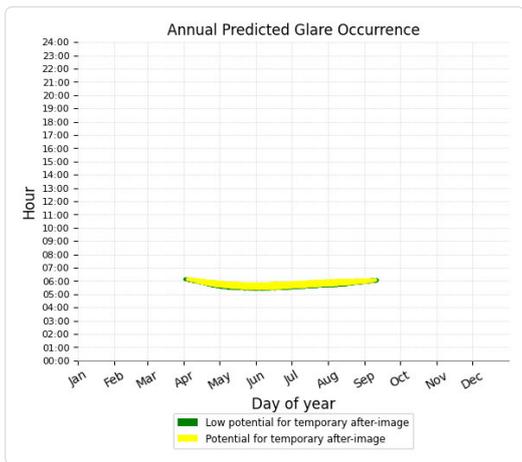
### PV Feld 3 potential temporary after-image

Component	Green glare (min)	Yellow glare (min)
OP: OP 1	487	2161
OP: OP 2	0	0
OP: OP 3	0	0
OP: OP 4	0	0
OP: OP 5	0	0
OP: OP 6	1169	0
OP: OP 7	0	0

### PV Feld 3 - OP Receptor (OP 1)

PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 487 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 2,161 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



### PV Feld 3 - OP Receptor (OP 2)

No glare found

### PV Feld 3 - OP Receptor (OP 3)

No glare found

### PV Feld 3 - OP Receptor (OP 4)

No glare found

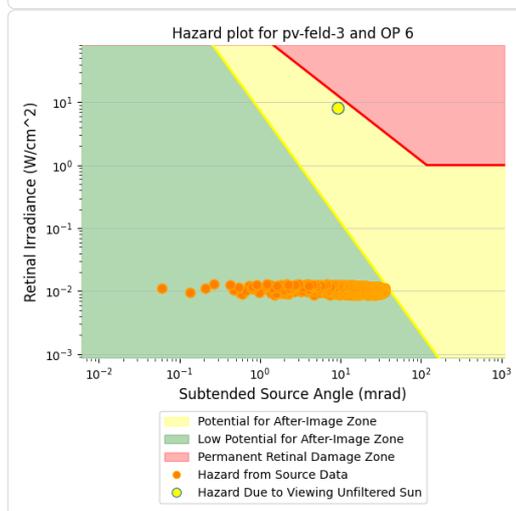
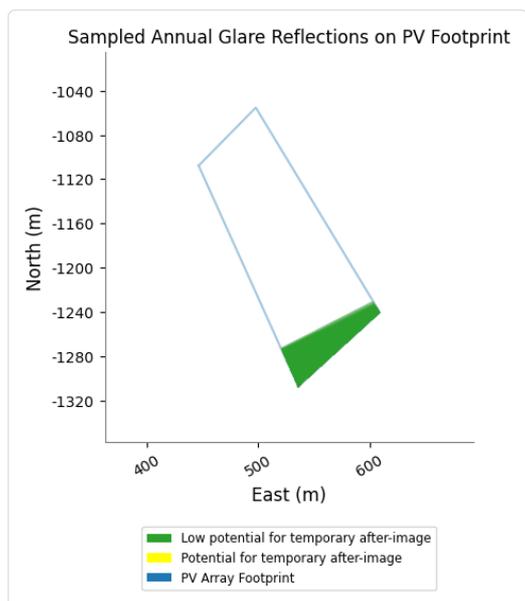
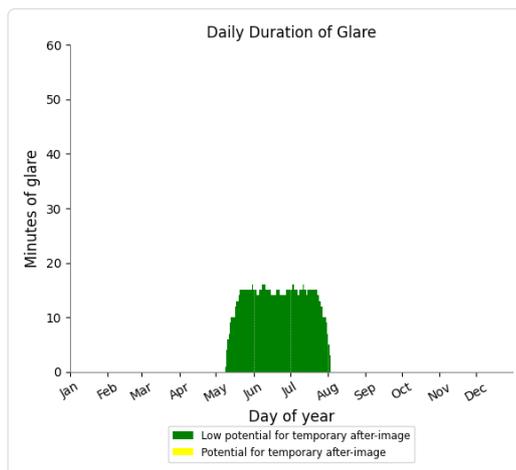
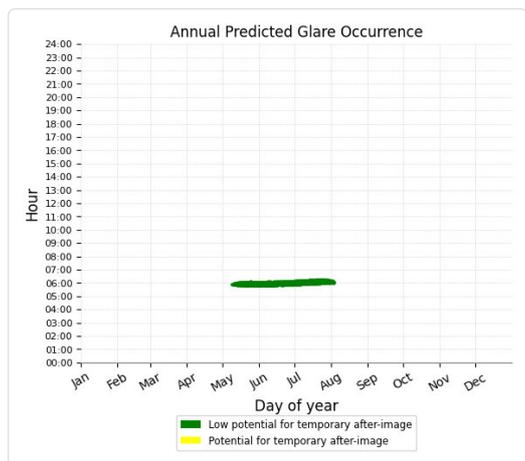
### PV Feld 3 - OP Receptor (OP 5)

No glare found

### PV Feld 3 - OP Receptor (OP 6)

PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 1,169 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 0 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



### PV Feld 3 - OP Receptor (OP 7)

No glare found

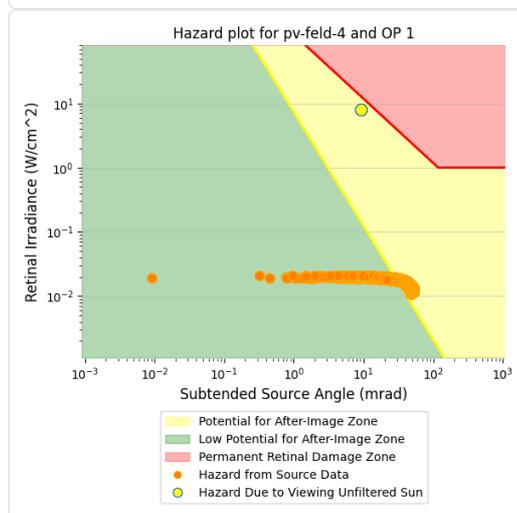
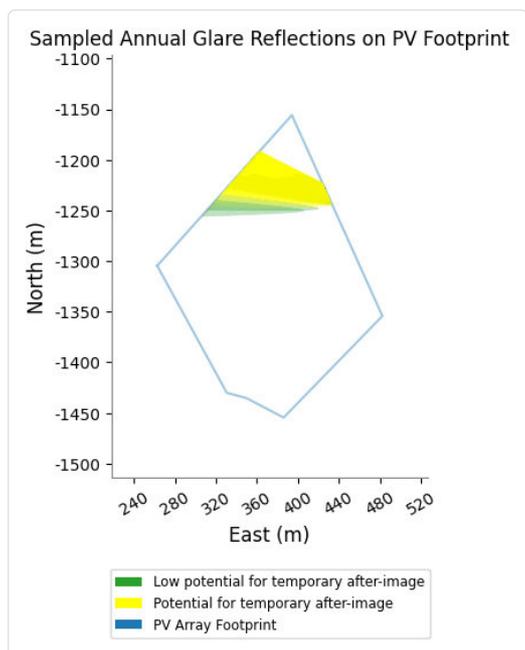
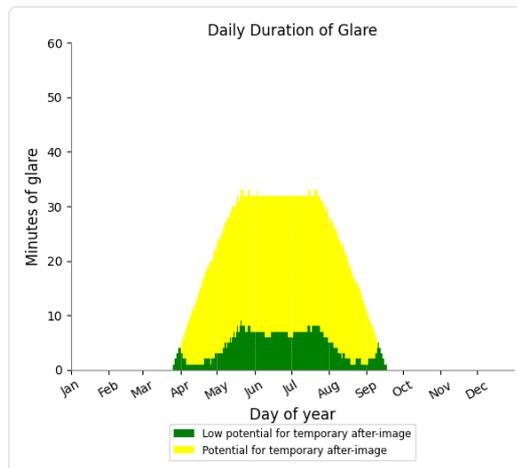
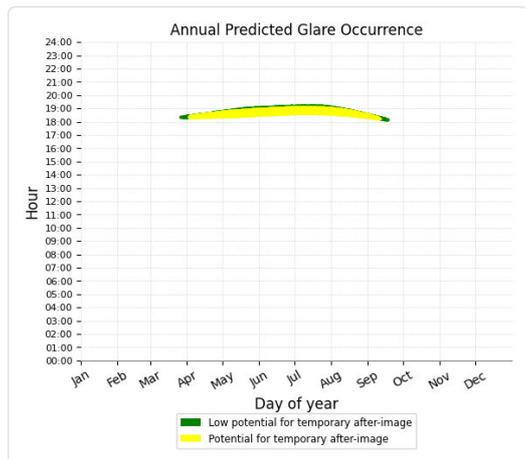
### PV Feld 4 potential temporary after-image

Component	Green glare (min)	Yellow glare (min)
OP: OP 1	788	3219
OP: OP 2	0	0
OP: OP 3	0	0
OP: OP 4	0	0
OP: OP 5	0	0
OP: OP 6	526	2168
OP: OP 7	0	0

### PV Feld 4 - OP Receptor (OP 1)

PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 788 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 3,219 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



### PV Feld 4 - OP Receptor (OP 2)

No glare found

### PV Feld 4 - OP Receptor (OP 3)

No glare found

### PV Feld 4 - OP Receptor (OP 4)

No glare found

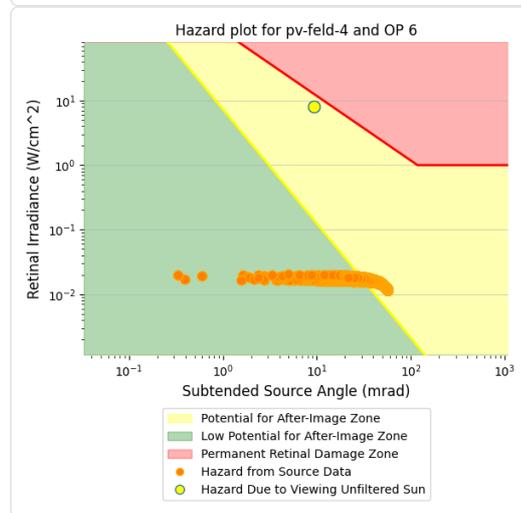
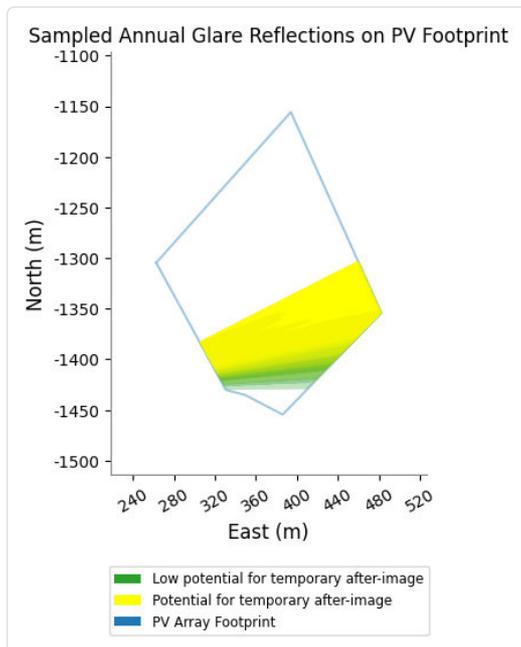
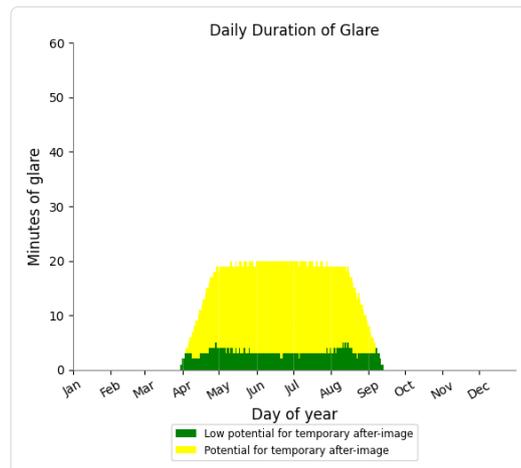
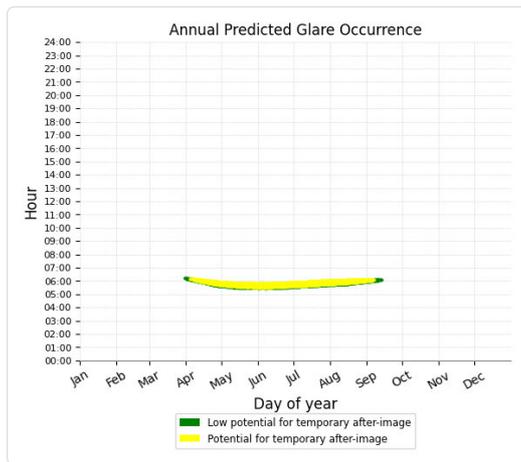
### PV Feld 4 - OP Receptor (OP 5)

No glare found

## PV Feld 4 - OP Receptor (OP 6)

PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 526 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 2,168 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



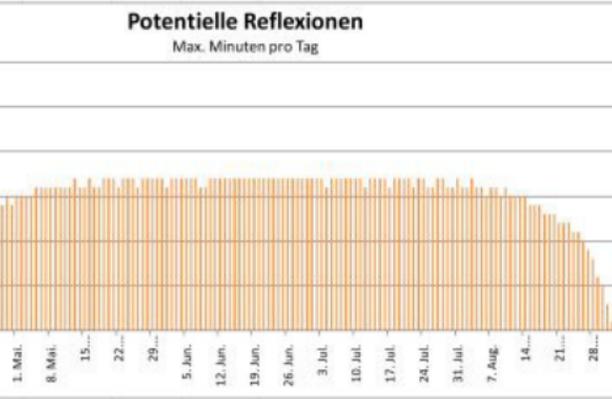
## PV Feld 4 - OP Receptor (OP 7)

No glare found

## Assumptions

- Times associated with glare are denoted in Standard time. For Daylight Savings, add one hour.
- Glare analyses do not automatically account for physical obstructions between reflectors and receptors. This includes buildings, tree cover and geographic obstructions.
- Detailed system geometry is not rigorously simulated.
- The glare hazard determination relies on several approximations including observer eye characteristics, angle of view, and typical blink response time. Actual values and results may vary.
- The system output calculation is a DNI-based approximation that assumes clear, sunny skies year-round. It should not be used in place of more rigorous modeling methods.
- Several V1 calculations utilize the PV array centroid, rather than the actual glare spot location, due to algorithm limitations. This may affect results for large PV footprints. Additional analyses of array sub-sections can provide additional information on expected glare.
- The subtended source angle (glare spot size) is constrained by the PV array footprint size. Partitioning large arrays into smaller sections will reduce the maximum potential subtended angle, potentially impacting results if actual glare spots are larger than the sub-array size. Additional analyses of the combined area of adjacent sub-arrays can provide more information on potential glare hazards. (See previous point on related limitations.)
- Hazard zone boundaries shown in the Glare Hazard plot are an approximation and visual aid. Actual ocular impact outcomes encompass a continuous, not discrete, spectrum.
- Glare locations displayed on receptor plots are approximate. Actual glare-spot locations may differ.
- Refer to the **Help page** for detailed assumptions and limitations not listed here.

	Cornel Irradiance	DNI [W/m²]	Ocular Hazard #	Reflectivity	Retinal Irradiance	Subtended Glare Angle	Sun Altitude	Sun Azimuth	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Seite	Tag	Anzahl Minuten	Anfang	Ende	Zeitraum Start	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	Messpunkt OP 2
2022-04-02 18:21:00	0,010053	580,6997	2	0,507584	0,016718	0,031777	3	273,3	-0,997	0,057	0,053	0,997	-0,078	0,004	10	Apr.	1	18:22	18:22	13.04.2022	30.08.2022	17	2137	18:22	18:57	
2022-04-03 18:22:00	0,010135	583,949	2	0,507534	0,01681	0,032025	3,2	273,7	-0,996	0,065	0,056	0,996	-0,086	0,001	11	Apr.	2	18:22	18:23							
2022-04-03 18:23:00	0,010192	581,8385	2	0,518889	0,017124	0,030808	3	273,9	-0,996	0,068	0,053	0,996	-0,087	-0,003	12	Apr.	4	18:22	18:25							Potentielle Reflexionen am Messpunkt OP 2: 2137 Minuten pro Jahr (Summe gesamt) 1422 Minuten im Juni-September mit Sichtschutz durch Blattwerk 715 Minuten im Oktober-Mai ohne Sichtschutz durch Blattwerk 17 Minuten pro Tag (Max)  Parameter für Daten Bereinigung (Datensatz mit 2252 Einträgen /-669): 1.: Zeitraum ab 05:50 Uhr bis Sonnenuntergang 2.: Sonnenstand über Horizont ist min. 5° (Standard: min. 10°) 3.: Dauer der Reflexion ist min. 5 Minuten pro Tag (Standard: min. 5 Minuten)
2022-04-04 18:22:00	0,010103	587,262	2	0,496415	0,016535	0,033281	3,5	274	-0,996	0,069	0,061	0,996	-0,092	0,002	13	Apr.	5	18:23	18:27							
2022-04-04 18:23:00	0,010179	585,1685	2	0,507515	0,016844	0,032241	3,4	274,2	-0,996	0,073	0,059	0,996	-0,093	-0,002	14	Apr.	7	18:23	18:29							
2022-04-04 18:24:00	0,010283	583,0712	2	0,518861	0,017159	0,030967	3,2	274,4	-0,996	0,076	0,056	0,996	-0,094	-0,006	15	Apr.	9	18:22	18:30							
2022-04-05 18:22:00	0,010186	590,5362	2	0,496436	0,016628	0,033521	3,7	274,4	-0,995	0,077	0,064	0,995	-0,1	0	16	Apr.	10	18:23	18:32							
2022-04-05 18:23:00	0,010256	588,4597	2	0,507529	0,016939	0,032421	3,5	274,6	-0,995	0,08	0,061	0,995	-0,101	-0,005	17	Apr.	11	18:23	18:33							
2022-04-05 18:24:00	0,010302	586,3793	2	0,518867	0,017257	0,031096	3,4	274,8	-0,995	0,084	0,059	0,995	-0,102	-0,009	18	Apr.	11	18:23	18:33							
2022-04-06 18:22:00	0,010143	593,7733	2	0,485648	0,016356	0,034671	4	274,7	-0,994	0,081	0,069	0,994	-0,107	0,001	19	Apr.	11	18:23	18:33							
2022-04-06 18:23:00	0,010229	591,7135	2	0,496493	0,016663	0,033723	3,8	274,8	-0,994	0,084	0,067	0,994	-0,107	-0,003	20	Apr.	12	18:23	18:34							
2022-04-06 18:24:00	0,010293	589,6498	2	0,507578	0,016975	0,032565	3,7	275	-0,994	0,088	0,064	0,994	-0,108	-0,007	21	Apr.	12	18:24	18:35							
2022-04-06 18:25:00	0,010335	587,5822	2	0,518908	0,017293	0,031193	3,5	275,2	-0,994	0,091	0,061	0,994	-0,109	-0,012	22	Apr.	12	18:24	18:35							
2022-04-07 18:22:00	0,010089	596,9745	2	0,475145	0,016088	0,035711	4,3	274,9	-0,994	0,085	0,075	0,994	-0,113	0,003	23	Apr.	13	18:23	18:35							
2022-04-07 18:23:00	0,010189	594,9312	2	0,48575	0,016391	0,034895	4,1	275,1	-0,993	0,088	0,072	0,993	-0,114	-0,002	24	Apr.	13	18:24	18:36							
2022-04-07 18:24:00	0,010269	592,884	2	0,496588	0,016699	0,033884	4	275,3	-0,993	0,092	0,069	0,993	-0,115	-0,006	25	Apr.	13	18:24	18:36							
2022-04-07 18:25:00	0,010328	590,833	2	0,507665	0,017012	0,032677	3,8	275,5	-0,993	0,095	0,067	0,993	-0,116	-0,01	26	Apr.	14	18:24	18:37							
2022-04-07 18:26:00	0,010365	588,7782	2	0,518986	0,017331	0,03126	3,7	275,7	-0,993	0,099	0,064	0,993	-0,117	-0,014	27	Apr.	14	18:25	18:38							
2022-04-08 18:22:00	0,010173	600,1411	2	0,475292	0,016178	0,035957	4,4	275,3	-0,993	0,093	0,077	0,993	-0,121	0	28	Apr.	14	18:25	18:38							
2022-04-08 18:23:00	0,010267	598,1141	2	0,48589	0,016483	0,035074	4,3	275,5	-0,993	0,096	0,075	0,993	-0,122	-0,004	29	Apr.	15	18:24	18:38							
2022-04-08 18:24:00	0,010341	596,0833	2	0,497622	0,016794	0,03401	4,1	275,7	-0,992	0,099	0,072	0,992	-0,122	-0,009	30	Apr.	14	18:25	18:38							
2022-04-08 18:25:00	0,010395	594,0487	2	0,507791	0,017109	0,032756	4	275,9	-0,992	0,103	0,069	0,992	-0,123	-0,013	1	Mai.	15	18:25	18:39							
2022-04-08 18:26:00	0,010427	592,0102	2	0,519104	0,01743	0,031283	3,8	276,1	-0,992	0,106	0,067	0,992	-0,124	-0,017	2	Mai.	15	18:25	18:39							
2022-04-09 18:22:00	0,010112	603,2743	2	0,465116	0,015915	0,036921	4,7	275,6	-0,992	0,097	0,083	0,992	-0,127	0,001	3	Mai.	15	18:26	18:40							
2022-04-09 18:23:00	0,010218	601,2635	2	0,47548	0,016215	0,036158	4,6	275,8	-0,992	0,1	0,08	0,992	-0,128	-0,003	4	Mai.	15	18:26	18:40							
2022-04-09 18:24:00	0,010306	599,2489	2	0,486072	0,016521	0,035217	4,4	276	-0,992	0,103	0,077	0,992	-0,129	-0,007	5	Mai.	16	18:26	18:41							
2022-04-09 18:25:00	0,010375	597,2305	2	0,496897	0,016832	0,034103	4,3	276,2	-0,991	0,107	0,075	0,991	-0,13	-0,011	6	Mai.	16	18:26	18:41							
2022-04-09 18:26:00	0,010424	595,2083	2	0,507959	0,017148	0,032796	4,1	276,3	-0,991	0,11	0,072	0,991	-0,131	-0,016	7	Mai.	16	18:26	18:41							
2022-04-10 18:22:00	0,010448	593,1823	2	0,519264	0,01747	0,031262	4	276,5	-0,991	0,114	0,069	0,991	-0,132	-0,02	8	Mai.	16	18:26	18:41							
2022-04-10 18:23:00	0,010044	606,3755	2	0,455216	0,015656	0,037799	5	275,8	-0,991	0,101	0,088	0,991	-0,134	0,003	9	Mai.	16	18:26	18:41							
2022-04-10 18:23:00	0,010161	604,3807	2	0,465352	0,015952	0,037143	4,9	276	-0,991	0,104	0,085	0,991	-0,135	-0,002	10	Mai.	16	18:27	18:42							
2022-04-10 18:24:00	0,01026	600,3801	2	0,475711	0,016253	0,036315	4,7	276,2	-0,991	0,107	0,083	0,991	-0,135	-0,006	11	Mai.	16	18:27	18:42							
2022-04-10 18:25:00	0,010342	600,3797	2	0,486297	0,01656	0,035325	4,6	276,4	-0,991	0,111	0,08	0,991	-0,136	-0,01	12	Mai.	16	18:27	18:42							
2022-04-10 18:26:00	0,010406	598,3735	2	0,497116	0,016871	0,034161	4,4	276,6	-0,99	0,114	0,077	0,99	-0,137	-0,014	13	Mai.	17	18:27	18:43							
2022-04-10 18:27:00	0,010447	596,3635	2	0,508171	0,017189	0,032788	4,3	276,8	-0,99	0,118	0,075	0,99	-0,138	-0,018	14	Mai.	16	18:28	18:43							
2022-04-10 18:28:00	0,010467	594,3498	2	0,519469	0,017512	0,031209	4,1	277	-0,99	0,121	0,072	0,99	-0,139	-0,023	15	Mai.	16	18:28	18:43							
2022-04-11 18:22:00	0,010128	609,4458	2	0,455501	0,015745	0,038044	5,2	276,2	-0,99	0,108	0,091	0,99	-0,141	0	16	Mai.	17	18:28	18:44							
2022-04-11 18:23:00	0,010238	607,4668	2	0,465633	0,016043	0,037319	5	276,4	-0,99	0,111	0,088	0,99	-0,142	-0,004	17	Mai.	16	18:29	18:44							
2022-04-11 18:24:00	0,010333	605,484	2	0,475987	0,016346	0,036439	4,9	276,6	-0,99	0,115	0,085	0,99	-0,143	-0,009	18	Mai.	16	18:29	18:44							
2022-04-11 18:25:00	0,01041	603,4974	2	0,486568	0,016655	0,035399	4,7	276,8	-0,99	0,118	0,083	0,99	-0,144	-0,013	19	Mai.	17	18:29	18:45							
2022-04-11 18:26:00	0,010467	601,5071	2	0,49738	0,016969	0,034169	4,6	277	-0,989	0,122	0,08	0,989	-0,145	-0,017	20	Mai.	17	18:29	18:45							
2022-04-11 18:27:00	0,010503	599,513	2	0,508429	0,017288	0,032741	4,4	277,2	-0,989	0,125	0,077	0,989	-0,146	-0,021	21	Mai.	17	18:29	18:45							
2022-04-11 18:28:00	0,01052	597,5152	2	0,519719	0,017613	0,031134	4,3	277,4	-0,989	0,129	0,075	0,989	-0,147	-0,025	22	Mai.	16	18:30	18:45							
2022-04-12 18:22:00	0,010055	612,4862	2	0,445921	0,015491	0,038868	5,5	276,5	-0,989	0,112	0,096	0,989	-0,147	0,001	23	Mai.	17	18:30	18:46							
2022-04-12 18:23:00	0,010175	610,5228	2	0,455832	0,015784	0,038241	5,3	276,7	-0,989	0,115	0,093	0,989	-0,148	-0,003	24	Mai.	17	18:31	18:47							
2022-04-12 18:24:00	0,01028	608,5557	2	0,46596	0,016083	0,037461	5,2	276,9	-0,989	0,119	0,09	0,989	-0,149	-0,007	25	Mai.	17	18:31	18:47							
2022-04-12 18:25:00	0,010368	606,5848	2	0,47631	0,016387	0,036528	5	277,1	-0,989	0,122	0,088	0,989	-0,15	-0,011	26	Mai.	16	18:32	18:47							
2022-04-12 18:26:00	0,010439	604,6102	2	0,486885	0,016696	0,035426	4,9	277,2	-0,988	0,126	0,085	0,988	-0,151	-0,016	27	Mai.	17	18:32	18:48							
2022-04-12 18:27:00	0,010489	602,6319	2	0,497692	0,017011	0,034132	4,7	277,4	-0,988	0,129	0,083	0,988	-0,152	-0,02	28	Mai.	17	18:32	18:48							

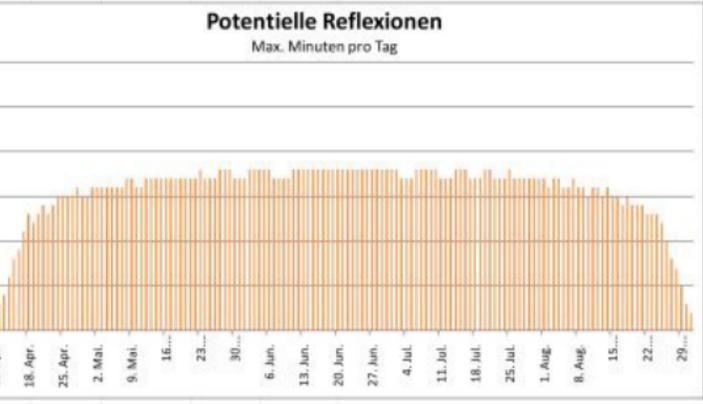


	Cornel irradiance [W/m²]	DNI [W/m²]	Ocular Hazard #	Reflectivity	Retinal Irradiance	Subtended Glare Angle	Sun Altitude	Sun Azimuth	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Seite	Tag	Anzahl Minuten	Anfang	Ende	Zeitraum Start	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	Messpunkt OP 1	
2022-04-03 06:10:00	0,010958	578,4009	2	0,554504	0,018191	0,031943	2,6	85,5	0,996	0,079	0,045	-0,996	-0,089	-0,016	13. Apr.	1	06:03	06:03	15.04.2022	30.04.2022	10	120	05:50	06:02			
2022-04-04 06:08:00	0,010806	578,8662	2	0,554445	0,018204	0,030555	2,7	85	0,995	0,086	0,048	-0,995	-0,097	-0,019	14. Apr.	3	06:01	06:03	08.07.2022	27.08.2022	14	502	05:50	06:04			
2022-04-05 06:08:00	0,01105	583,5045	2	0,542321	0,017948	0,033989	3,1	84,8	0,994	0,091	0,053	-0,994	-0,104	-0,017	15. Apr.	5	05:58	06:02									
2022-04-06 06:07:00	0,010892	586,0004	2	0,542345	0,018026	0,032235	3,2	84,4	0,994	0,098	0,056	-0,994	-0,111	-0,02	16. Apr.	6	05:56	06:01									
2022-04-06 06:08:00	0,010457	588,0709	2	0,530509	0,017695	0,030123	3,4	84,6	0,994	0,095	0,059	-0,994	-0,11	-0,016	17. Apr.	8	05:54	06:01									
2022-04-07 06:06:00	0,010802	588,4588	2	0,542407	0,018104	0,031041	3,4	83,9	0,993	0,106	0,059	-0,993	-0,119	-0,023	18. Apr.	10	05:52	06:01									
2022-04-07 06:07:00	0,011118	590,5142	2	0,530581	0,017771	0,035486	3,5	84,1	0,993	0,102	0,061	-0,993	-0,118	-0,019	19. Apr.	10	05:50	05:59									
2022-04-07 06:08:00	0,010584	592,5658	2	0,519009	0,017444	0,032629	3,7	84,3	0,993	0,099	0,064	-0,993	-0,117	-0,014	20. Apr.	10	05:50	05:59									
2022-04-08 06:05:00	0,010981	590,8798	2	0,530692	0,017785	0,034255	3,7	83,7	0,992	0,11	0,064	-0,992	-0,125	-0,021	21. Apr.	10	05:50	05:59									
2022-04-08 06:06:00	0,010413	592,9203	2	0,519129	0,017458	0,031006	3,8	83,9	0,992	0,106	0,067	-0,992	-0,124	-0,017	22. Apr.	9	05:50	05:58									
2022-04-09 06:04:00	0,010773	593,2632	2	0,530845	0,017862	0,032059	3,8	83,3	0,991	0,117	0,067	-0,991	-0,133	-0,024	23. Apr.	8	05:50	05:57									
2022-04-09 06:05:00	0,0111	595,289	2	0,519291	0,017533	0,03658	4	83,5	0,991	0,114	0,069	-0,991	-0,132	-0,02	24. Apr.	8	05:50	05:57									
2022-04-09 06:06:00	0,010591	597,3111	2	0,507984	0,01721	0,033957	4,1	83,6	0,991	0,11	0,072	-0,991	-0,131	-0,016	25. Apr.	7	05:50	05:56									
2022-04-10 06:01:00	0,011206	591,5752	2	0,554898	0,018619	0,031864	3,7	82,4	0,989	0,131	0,064	-0,989	-0,142	-0,035	26. Apr.	7	05:50	05:56									
2022-04-10 06:04:00	0,010975	597,6204	2	0,519497	0,017609	0,03514	4,1	83	0,99	0,121	0,072	-0,99	-0,139	-0,023	27. Apr.	7	05:50	05:56									
2022-04-10 06:05:00	0,010394	599,628	2	0,508198	0,017284	0,031784	4,3	83,2	0,99	0,118	0,075	-0,99	-0,138	-0,018	28. Apr.	5	05:50	05:54									
2022-04-10 06:06:00	0,010717	601,6318	2	0,497141	0,016964	0,036386	4,4	83,4	0,99	0,114	0,077	-0,99	-0,137	-0,014	29. Apr.	5	05:50	05:54									
2022-04-11 05:59:00	0,011197	591,904	2	0,555125	0,018636	0,0317	3,8	82	0,988	0,139	0,067	-0,988	-0,149	-0,038	30. Apr.	5	05:50	05:54									
2022-04-11 06:02:00	0,010703	597,9174	2	0,519749	0,017626	0,032702	4,3	82,6	0,989	0,129	0,075	-0,989	-0,147	-0,025	1. Mai.	4	05:50	05:53									
2022-04-11 06:03:00	0,011044	599,9144	2	0,508457	0,017301	0,037346	4,4	82,8	0,989	0,125	0,077	-0,989	-0,146	-0,021	2. Mai.	4	05:50	05:53									
2022-04-11 06:04:00	0,010551	601,9077	2	0,497407	0,016981	0,034849	4,6	83	0,989	0,122	0,08	-0,989	-0,145	-0,017	3. Mai.	4	05:50	05:53									
2022-04-12 05:58:00	0,011211	594,2173	2	0,555401	0,018719	0,031402	4	81,6	0,987	0,146	0,069	-0,987	-0,157	-0,041	4. Mai.	3	05:50	05:52									
2022-04-12 05:59:00	0,011337	596,2113	2	0,543363	0,018374	0,034193	4,1	81,8	0,987	0,143	0,072	-0,987	-0,156	-0,037	5. Mai.	3	05:50	05:52									
2022-04-12 06:01:00	0,010527	600,1882	2	0,52005	0,017703	0,030719	4,4	82,2	0,988	0,136	0,077	-0,988	-0,154	-0,028	6. Mai.	2	05:50	05:51									
2022-04-12 06:02:00	0,010893	602,1711	2	0,508765	0,017376	0,035674	4,6	82,4	0,988	0,133	0,08	-0,988	-0,153	-0,024	7. Mai.	2	05:50	05:51									
2022-04-12 06:03:00	0,011207	604,1503	2	0,497721	0,017055	0,039984	4,7	82,6	0,988	0,129	0,083	-0,988	-0,152	-0,02	8. Mai.	1	05:50	05:50									
2022-04-12 06:04:00	0,010702	606,1258	2	0,486913	0,016739	0,037484	4,9	82,8	0,988	0,126	0,085	-0,988	-0,151	-0,016	9. Mai.	1	05:50	05:50									
2022-04-13 05:57:00	0,011243	596,4926	2	0,55573	0,018801	0,031248	4,1	81,1	0,986	0,154	0,072	-0,986	-0,164	-0,044	10. Mai.	1	05:50	05:50									
2022-04-13 05:58:00	0,011364	598,4725	2	0,5437	0,018455	0,034005	4,3	81,3	0,986	0,15	0,075	-0,986	-0,163	-0,039	25. Jun.	1	05:50	05:50									
2022-04-13 05:59:00	0,011437	600,4488	2	0,531925	0,018115	0,036326	4,4	81,5	0,986	0,147	0,077	-0,986	-0,162	-0,035	26. Jun.	1	05:50	05:50									
2022-04-13 06:00:00	0,010652	602,4215	2	0,520401	0,017781	0,031419	4,6	81,7	0,986	0,143	0,08	-0,986	-0,161	-0,031	27. Jun.	2	05:50	05:51									
2022-04-13 06:01:00	0,010644	604,3904	2	0,509123	0,017453	0,033112	4,7	81,9	0,987	0,14	0,082	-0,987	-0,16	-0,027	28. Jun.	2	05:50	05:51									
2022-04-13 06:02:00	0,011061	606,3557	2	0,498085	0,01713	0,038391	4,9	82,1	0,987	0,136	0,085	-0,987	-0,159	-0,023	29. Jun.	2	05:50	05:51									
2022-04-13 06:03:00	0,010506	608,3173	2	0,487282	0,016813	0,03538	5	82,3	0,987	0,133	0,088	-0,987	-0,158	-0,018	30. Jun.	2	05:50	05:51									
2022-04-14 05:56:00	0,011252	598,7298	2	0,556114	0,018885	0,030903	4,3	80,7	0,984	0,161	0,074	-0,984	-0,171	-0,046	1. Jul.	3	05:50	05:52									
2022-04-14 05:57:00	0,01113	600,6959	2	0,544091	0,018537	0,033065	4,4	80,9	0,985	0,157	0,077	-0,985	-0,17	-0,042	2. Jul.	3	05:50	05:52									
2022-04-14 05:58:00	0,011464	602,6584	2	0,532324	0,018196	0,036141	4,6	81,1	0,985	0,154	0,08	-0,985	-0,169	-0,038	3. Jul.	3	05:50	05:52									
2022-04-14 05:59:00	0,011507	604,6173	2	0,520806	0,01786	0,038192	4,7	81,3	0,985	0,151	0,082	-0,985	-0,168	-0,034	4. Jul.	3	05:50	05:52									
2022-04-14 06:00:00	0,010483	606,5725	2	0,509534	0,01753	0,031258	4,9	81,5	0,985	0,147	0,085	-0,985	-0,167	-0,03	5. Jul.	3	05:50	05:52									
2022-04-14 06:01:00	0,010814	608,5241	2	0,498501	0,017205	0,035915	5	81,7	0,986	0,144	0,088	-0,986	-0,166	-0,025	6. Jul.	3	05:50	05:52									
2022-04-14 06:02:00	0,011157	610,472	2	0,487703	0,016887	0,040477	5,2	81,9	0,986	0,14	0,09	-0,986	-0,166	-0,021	7. Jul.	4	05:50	05:53									
2022-04-14 06:03:00	0,010676	612,4161	2	0,477134	0,016573	0,038172	5,3	82,1	0,986	0,137	0,093	-0,986	-0,165	-0,017	8. Jul.	5	05:50	05:54									
2022-04-15 05:54:00	0,011222	598,973	2	0,556554	0,018908	0,030538	4,4	80,3	0,983	0,168	0,077	-0,983	-0,178	-0,049	9. Jul.	5	05:50	05:54									
2022-04-15 05:55:00	0,011361	600,9291	2	0,544539	0,01856	0,033455	4,6	80,5	0,983	0,165	0,08	-0,983	-0,177	-0,045	10. Jul.	5	05:50	05:54									
2022-04-15 05:56:00	0,011425	602,8816	2	0,532779	0,018218	0,035713	4,7	80,7	0,983	0,161	0,082	-0,983	-0,176	-0,041	11. Jul.	5	05:50	05:54									
2022-04-15 05:57:00	0,011498	604,8305	2	0,521267	0,017882	0,038008	4,9	80,9	0,984	0,158	0,085	-0,984	-0,175	-0,036	12. Jul.	5	05:50	05:54									
2022-04-15 05:58:00	0,010593	606,7757	2	0,51	0,017552	0,032126	5	81,1	0,984	0,154	0,087	-0,984	-0,175	-0,032	13. Jul.	6	05:50	05:55									
2022-04-15 05:59:00	0,010561	608,7174	2	0,498971	0,017227	0,033591	5,2	81,3	0,984	0,151	0,09	-0,984	-0,174	-0,028	14. Jul.	6	05:50	05:55									
2022-04-15 06:00:00	0,010944	610,6554	2	0,488177	0,016908	0,038609	5,3	81,5	0,985	0,148	0,093	-0,985	-0,173	-0,024	15. Jul.	7	05:50	05:56									

	Cornel Irradiance	DNI [W/m²]	Ocular Hazard #	Reflectivity	Retinal Irradiance	Subtended Glare Angle	Sun Altitude	Sun Azimuth	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Seite	Tag	Anzahl Minuten	Anfang	Ende	Zeitraum Start	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	Messpunkt OP 3
2022-03-30 18:23:00	0,010631	565,9913	2	0,554977	0,017816	0,031048	1,9	272,8	-0,998	0,048	0,034	0,998	-0,059	-0,005	11. Apr.	1	18:23	18:23	14.04.2022	29.08.2022	18	2224	18:23	18:57		
2022-03-31 18:23:00	0,010773	569,5183	2	0,542652	0,017529	0,033458	2,3	273	-0,998	0,052	0,039	0,998	-0,065	-0,004	12. Apr.	3	18:23	18:25								
2022-03-31 18:24:00	0,010673	567,3418	2	0,554807	0,017853	0,031222	2,1	273,2	-0,998	0,056	0,037	0,998	-0,066	-0,008	13. Apr.	4	18:24	18:27								
2022-04-01 18:23:00	0,010814	572,9999	2	0,542517	0,017632	0,033641	2,4	273,4	-0,997	0,06	0,042	0,997	-0,073	-0,006	14. Apr.	6	18:24	18:29								
2022-04-01 18:24:00	0,010752	570,8412	2	0,554662	0,017958	0,031362	2,3	273,6	-0,997	0,063	0,04	0,997	-0,074	-0,011	15. Apr.	8	18:23	18:30								
2022-04-02 18:23:00	0,010874	576,4378	2	0,530536	0,017346	0,03568	2,7	273,7	-0,997	0,064	0,048	0,997	-0,08	-0,005	16. Apr.	9	18:24	18:32								
2022-04-02 18:24:00	0,010854	574,2967	2	0,542408	0,017668	0,033788	2,6	273,9	-0,997	0,068	0,045	0,997	-0,081	-0,009	17. Apr.	11	18:24	18:34								
2022-04-02 18:25:00	0,010786	572,1517	2	0,554543	0,017996	0,031466	2,4	274,1	-0,997	0,071	0,042	0,997	-0,082	-0,013	18. Apr.	13	18:24	18:36								
2022-04-03 18:23:00	0,010942	581,8468	2	0,518861	0,017123	0,037438	3	273,9	-0,996	0,068	0,053	0,996	-0,087	-0,003	19. Apr.	12	18:24	18:35								
2022-04-03 18:24:00	0,010954	579,7324	2	0,530466	0,017442	0,035837	2,9	274,1	-0,996	0,072	0,05	0,996	-0,087	-0,008	20. Apr.	13	18:24	18:36								
2022-04-03 18:25:00	0,010924	577,614	2	0,542328	0,017767	0,033865	2,7	274,3	-0,996	0,075	0,048	0,996	-0,088	-0,012	21. Apr.	14	18:24	18:37								
2022-04-03 18:26:00	0,010854	575,4918	2	0,554453	0,018098	0,031525	2,6	274,5	-0,996	0,079	0,045	0,996	-0,089	-0,016	22. Apr.	13	18:25	18:37								
2022-04-04 18:24:00	0,010984	583,0794	2	0,51883	0,017158	0,037606	3,2	274,4	-0,996	0,076	0,056	0,996	-0,094	-0,006	23. Apr.	14	18:24	18:37								
2022-04-04 18:25:00	0,010991	580,9782	2	0,530426	0,017479	0,035956	3,1	274,6	-0,995	0,079	0,053	0,995	-0,095	-0,01	24. Apr.	15	18:24	18:38								
2022-04-04 18:26:00	0,010959	578,8731	2	0,542278	0,017804	0,033968	2,9	274,8	-0,995	0,083	0,051	0,995	-0,096	-0,015	25. Apr.	15	18:24	18:38								
2022-04-04 18:27:00	0,010878	576,7642	2	0,554393	0,018136	0,031541	2,7	275	-0,995	0,086	0,048	0,995	-0,097	-0,019	26. Apr.	15	18:25	18:39								
2022-04-05 18:23:00	0,011029	588,4679	2	0,507497	0,016939	0,039157	3,5	274,6	-0,995	0,08	0,061	0,995	-0,101	-0,005	27. Apr.	15	18:25	18:39								
2022-04-05 18:24:00	0,011062	586,3875	2	0,518833	0,017256	0,037736	3,4	274,8	-0,995	0,084	0,059	0,995	-0,102	-0,009	28. Apr.	16	18:25	18:40								
2022-04-05 18:25:00	0,011003	584,3032	2	0,53042	0,017578	0,035529	3,2	275	-0,995	0,087	0,056	0,995	-0,103	-0,013	29. Apr.	15	18:25	18:39								
2022-04-05 18:26:00	0,011024	582,215	2	0,542262	0,017907	0,033992	3,1	275,2	-0,994	0,091	0,053	0,994	-0,104	-0,017	30. Apr.	15	18:25	18:39								
2022-04-05 18:27:00	0,010939	580,1231	2	0,554367	0,018241	0,031519	2,9	275,4	-0,994	0,094	0,051	0,994	-0,105	-0,022	1. Mai.	16	18:25	18:40								
2022-04-06 18:23:00	0,011015	591,7215	2	0,49646	0,016662	0,040533	3,8	274,8	-0,994	0,084	0,067	0,994	-0,107	-0,003	2. Mai.	16	18:25	18:40								
2022-04-06 18:24:00	0,01107	589,6579	2	0,507543	0,016974	0,039299	3,7	275	-0,994	0,088	0,064	0,994	-0,108	-0,007	3. Mai.	16	18:26	18:41								
2022-04-06 18:25:00	0,011079	587,5903	2	0,518871	0,017292	0,037676	3,5	275,2	-0,994	0,091	0,061	0,994	-0,109	-0,012	4. Mai.	16	18:26	18:41								
2022-04-06 18:26:00	0,011091	585,519	2	0,530449	0,017616	0,036071	3,4	275,4	-0,994	0,095	0,059	0,994	-0,11	-0,016	5. Mai.	16	18:26	18:41								
2022-04-06 18:27:00	0,011046	583,4437	2	0,542282	0,017945	0,033973	3,2	275,6	-0,994	0,098	0,056	0,994	-0,111	-0,02	6. Mai.	16	18:27	18:42								
2022-04-06 18:28:00	0,010956	581,3647	2	0,554376	0,01828	0,031464	3,1	275,8	-0,993	0,102	0,053	0,993	-0,112	-0,024	7. Mai.	16	18:26	18:41								
2022-04-07 18:24:00	0,011058	592,892	2	0,496552	0,016698	0,040689	4	275,3	-0,993	0,092	0,069	0,993	-0,115	-0,006	8. Mai.	17	18:26	18:42								
2022-04-07 18:25:00	0,011106	590,841	2	0,507627	0,017011	0,039394	3,8	275,5	-0,993	0,095	0,067	0,993	-0,116	-0,01	9. Mai.	17	18:26	18:42								
2022-04-07 18:26:00	0,011104	588,7862	2	0,518947	0,01733	0,037158	3,7	275,7	-0,993	0,099	0,064	0,993	-0,117	-0,014	10. Mai.	16	18:27	18:42								
2022-04-07 18:27:00	0,011114	586,7276	2	0,530516	0,017655	0,036062	3,5	275,9	-0,993	0,102	0,061	0,993	-0,118	-0,019	11. Mai.	16	18:27	18:42								
2022-04-07 18:28:00	0,011064	584,6652	2	0,542339	0,017985	0,03392	3,4	276,1	-0,993	0,106	0,059	0,993	-0,119	-0,023	12. Mai.	17	18:27	18:43								
2022-04-07 18:29:00	0,010968	582,599	2	0,554423	0,01832	0,03136	3,2	276,3	-0,992	0,109	0,056	0,992	-0,12	-0,027	13. Mai.	17	18:27	18:43								
2022-04-08 18:23:00	0,011068	598,122	2	0,485853	0,016482	0,041935	4,3	275,5	-0,993	0,096	0,075	0,993	-0,122	-0,004	14. Mai.	17	18:27	18:43								
2022-04-08 18:24:00	0,011135	596,0912	2	0,496683	0,016792	0,040802	4,1	275,7	-0,992	0,099	0,072	0,992	-0,122	-0,009	15. Mai.	17	18:28	18:44								
2022-04-08 18:25:00	0,011099	594,0566	2	0,507751	0,017108	0,038825	4	275,9	-0,992	0,103	0,069	0,992	-0,123	-0,013	16. Mai.	17	18:28	18:44								
2022-04-08 18:26:00	0,011191	592,0182	2	0,519062	0,017429	0,037876	3,8	276,1	-0,992	0,106	0,067	0,992	-0,124	-0,017	17. Mai.	17	18:28	18:44								
2022-04-08 18:27:00	0,011172	589,976	2	0,530622	0,017756	0,036013	3,7	276,3	-0,992	0,11	0,064	0,992	-0,125	-0,021	18. Mai.	17	18:28	18:44								
2022-04-08 18:28:00	0,011117	587,93	2	0,542436	0,018088	0,033832	3,5	276,5	-0,992	0,113	0,062	0,992	-0,126	-0,026	19. Mai.	17	18:29	18:45								
2022-04-08 18:29:00	0,010954	585,8803	2	0,55451	0,018426	0,030687	3,4	276,7	-0,991	0,117	0,059	0,991	-0,127	-0,03	20. Mai.	17	18:29	18:45								
2022-04-09 18:23:00	0,010757	601,2714	2	0,475442	0,016214	0,040849	4,6	275,8	-0,992	0,1	0,08	0,992	-0,128	-0,003	21. Mai.	17	18:29	18:45								
2022-04-09 18:24:00	0,011109	599,2568	2	0,486033	0,01652	0,042062	4,4	276	-0,992	0,103	0,077	0,992	-0,129	-0,007	22. Mai.	17	18:29	18:45								
2022-04-09 18:25:00	0,011144	597,2384	2	0,496856	0,016831	0,040674	4,3	276,2	-0,991	0,107	0,075	0,991	-0,13	-0,011	23. Mai.	18	18:29	18:46								
2022-04-09 18:26:00	0,011204	595,2162	2	0,507916	0,017147	0,039475	4,1	276,3	-0,991	0,11	0,072	0,991	-0,131	-0,016	24. Mai.	17	18:31	18:47								
2022-04-09 18:27:00	0,011211	593,1902	2	0,51922	0,017469	0,037837	4	276,5	-0,991	0,114	0,069	0,991	-0,132	-0,02	25. Mai.	17	18:31	18:47								
2022-04-09 18:28:00	0,011187	591,1604	2	0,530771	0,017797	0,035931	3,8	276,7	-0,991	0,117	0,067	0,991	-0,133	-0,024	26. Mai.	17	18:31	18:47								
2022-04-09 18:29:00	0,011105	589,127	2	0,542576	0,01813	0,033515	3,7	276,9	-0,991	0,121	0,064	0,991	-0,134	-0,028	27. Mai.	18	18:31	18:48								
2022-04-09 18:30:00	0,011019	587,0897	2	0,554639	0,018469	0,031032	3,5	277,1	-0,99	0,124	0,062	0,99	-0,135	-0,033	28. Mai.	18	18:31	18:48								
2022-04-10 18:24:00	0,011069	602,3899	2	0,475671	0,016252	0,043201	4,7	276,2	-0,991	0,107	0,083	0,991	-0,135	-0,006	29. Mai.	18	18:31	18:48								

**Potentielle Reflexionen am Messpunkt OP 3:**  
 2224 Minuten pro Jahr (Summe gesamt)  
 1483 Minuten im Juni-September mit Sichtschutz durch Blattwerk  
 741 Minuten im Oktober-Mai ohne Sichtschutz durch Blattwerk  
 18 Minuten pro Tag (Max)

Parameter für Daten Bereinigung (Datensatz mit 2415 Einträgen /-524):  
 1.: Zeitraum ab 05:50 Uhr bis Sonnenuntergang  
 2.: Sonnenstand über Horizont ist min. 5° (Standard: min. 10°)  
 3.: Dauer der Reflexion ist min. 5 Minuten pro Tag (Standard: min. 5 Minuten)



	Corneal Irradiance		Ocular Hazard #	Reflectivity	Retinal Irradiance	Subtended Glare Angle	Sun Altitude	Sun Azimuth	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Seite	Anzahl		Zeitraum Start	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	Messpunkt OP 1	
	[W/m²]	[W/m²]															Tag	Minuten								Beginn
2022-04-02 18:22:00	0,010198	578,542	2	0,51897	0,017029	0,031389	2,9	273,5	-0,997	0,061	0,05	0,997	-0,079	-0,001		11. Apr.	2	18:22	18:23	13.04.2022	29.08.2022	26	3024	18:23	19:05	
2022-04-02 18:23:00	0,010333	576,4048	2	0,530586	0,017346	0,030888	2,7	273,7	-0,997	0,064	0,048	0,997	-0,08	-0,005		12. Apr.	3	18:23	18:25							
2022-04-03 18:22:00	0,010163	583,9248	2	0,507557	0,01681	0,032292	3,2	273,7	-0,996	0,065	0,056	0,996	-0,086	0,001		13. Apr.	5	18:23	18:27							
2022-04-03 18:23:00	0,010332	581,8142	2	0,518913	0,017124	0,032098	3	273,9	-0,996	0,068	0,053	0,996	-0,087	-0,003		14. Apr.	7	18:23	18:29							
2022-04-03 18:24:00	0,010455	579,6998	2	0,530521	0,017443	0,031472	2,9	274,1	-0,996	0,072	0,05	0,996	-0,087	-0,008		15. Apr.	8	18:23	18:30							
2022-04-03 18:25:00	0,010531	577,5814	2	0,542386	0,017768	0,030402	2,7	274,3	-0,996	0,075	0,048	0,996	-0,088	-0,012		16. Apr.	8	18:23	18:32							
2022-04-04 18:22:00	0,010305	587,2379	2	0,507541	0,016905	0,033069	3,4	274,2	-0,996	0,073	0,059	0,996	-0,093	-0,002		17. Apr.	12	18:23	18:34							
2022-04-04 18:23:00	0,010461	585,1445	2	0,518888	0,017221	0,032735	3,2	274,4	-0,996	0,076	0,056	0,996	-0,094	-0,006		18. Apr.	13	18:24	18:36							
2022-04-04 18:24:00	0,010574	583,0471	2	0,530487	0,017543	0,032002	3,1	274,6	-0,995	0,079	0,053	0,995	-0,095	-0,01		19. Apr.	15	18:23	18:37							
2022-04-04 18:25:00	0,01064	580,9458	2	0,542342	0,01787	0,030839	2,9	274,8	-0,995	0,083	0,051	0,995	-0,096	-0,015		20. Apr.	16	18:23	18:38							
2022-04-05 18:22:00	0,01022	590,5124	2	0,496463	0,016628	0,033837	3,7	274,4	-0,995	0,077	0,064	0,995	-0,1	0		21. Apr.	15	18:24	18:38							
2022-04-05 18:23:00	0,010404	588,4358	2	0,507557	0,01694	0,033766	3,5	274,6	-0,995	0,08	0,061	0,995	-0,101	-0,005		22. Apr.	16	18:24	18:39							
2022-04-05 18:24:00	0,010548	586,3554	2	0,518896	0,017257	0,033313	3,4	274,8	-0,995	0,084	0,059	0,995	-0,102	-0,009		23. Apr.	17	18:23	18:39							
2022-04-05 18:25:00	0,01065	584,271	2	0,530486	0,01758	0,032482	3,2	275	-0,995	0,087	0,056	0,995	-0,103	-0,013		24. Apr.	17	18:24	18:40							
2022-04-05 18:26:00	0,010707	582,1828	2	0,542331	0,017908	0,031232	3,1	275,2	-0,994	0,091	0,053	0,994	-0,104	-0,017		25. Apr.	18	18:24	18:41							
2022-04-06 18:22:00	0,010117	593,7496	2	0,485676	0,016356	0,034432	4	274,7	-0,994	0,081	0,069	0,994	-0,107	0,001		26. Apr.	19	18:24	18:42							
2022-04-06 18:23:00	0,010326	591,6898	2	0,496523	0,016663	0,0346	3,8	274,8	-0,994	0,084	0,067	0,994	-0,107	-0,003		27. Apr.	18	18:25	18:42							
2022-04-06 18:24:00	0,010496	589,626	2	0,507609	0,016976	0,034939	3,7	275	-0,994	0,088	0,064	0,994	-0,108	-0,007		28. Apr.	19	18:24	18:42							
2022-04-06 18:25:00	0,010629	587,5584	2	0,518939	0,017294	0,033836	3,5	275,2	-0,994	0,091	0,061	0,994	-0,109	-0,012		29. Apr.	20	18:24	18:43							
2022-04-06 18:26:00	0,010722	585,487	2	0,53052	0,017617	0,032912	3,4	275,4	-0,994	0,095	0,059	0,994	-0,11	-0,016		30. Apr.	19	18:25	18:43							
2022-04-06 18:27:00	0,01077	583,4117	2	0,542356	0,017947	0,031583	3,2	275,6	-0,994	0,098	0,056	0,994	-0,111	-0,02		1. Mai.	20	18:25	18:44							
2022-04-06 18:28:00	0,010764	581,3327	2	0,554453	0,018281	0,029778	3,1	275,8	-0,993	0,102	0,053	0,993	-0,112	-0,024		2. Mai.	21	18:25	18:45							
2022-04-07 18:23:00	0,01023	594,9077	2	0,48578	0,016391	0,035264	4,1	275,1	-0,993	0,088	0,072	0,993	-0,114	-0,002		3. Mai.	21	18:25	18:45							
2022-04-07 18:24:00	0,010425	592,8609	2	0,496619	0,016699	0,035283	4	275,3	-0,993	0,092	0,069	0,993	-0,115	-0,006		4. Mai.	21	18:26	18:46							
2022-04-07 18:25:00	0,010583	590,8094	2	0,507698	0,017013	0,03496	3,8	275,5	-0,993	0,095	0,067	0,993	-0,116	-0,01		5. Mai.	22	18:26	18:47							
2022-04-07 18:26:00	0,010706	588,7545	2	0,51902	0,017332	0,034306	3,7	275,7	-0,993	0,099	0,064	0,993	-0,117	-0,014		6. Mai.	22	18:25	18:46							
2022-04-07 18:27:00	0,01079	586,6959	2	0,530592	0,017656	0,033297	3,5	275,9	-0,993	0,102	0,061	0,993	-0,118	-0,019		7. Mai.	22	18:26	18:47							
2022-04-07 18:28:00	0,010829	584,6334	2	0,542419	0,017986	0,031894	3,4	276,1	-0,993	0,106	0,059	0,993	-0,119	-0,023		8. Mai.	22	18:26	18:47							
2022-04-07 18:29:00	0,010816	582,5678	2	0,554506	0,018322	0,030026	3,2	276,3	-0,992	0,109	0,056	0,992	-0,12	-0,027		9. Mai.	23	18:26	18:48							
2022-04-08 18:22:00	0,010154	600,1171	2	0,475323	0,016179	0,035776	4,4	275,3	-0,993	0,093	0,077	0,993	-0,121	0		10. Mai.	23	18:26	18:48							
2022-04-08 18:23:00	0,010371	598,0908	2	0,485923	0,016484	0,036008	4,3	275,5	-0,993	0,096	0,075	0,993	-0,122	-0,004		11. Mai.	23	18:27	18:49							
2022-04-08 18:24:00	0,010553	596,0599	2	0,496755	0,016794	0,035896	4,1	275,7	-0,992	0,099	0,072	0,992	-0,122	-0,009		12. Mai.	23	18:27	18:49							
2022-04-08 18:25:00	0,010702	594,0253	2	0,507826	0,01711	0,035471	4	275,9	-0,992	0,103	0,069	0,992	-0,123	-0,013		13. Mai.	24	18:27	18:50							
2022-04-08 18:26:00	0,010816	591,9868	2	0,519141	0,017431	0,034726	3,8	276,1	-0,992	0,106	0,067	0,992	-0,124	-0,017		14. Mai.	24	18:27	18:50							
2022-04-08 18:27:00	0,010891	589,9445	2	0,530704	0,017758	0,033638	3,7	276,3	-0,992	0,11	0,064	0,992	-0,125	-0,021		15. Mai.	23	18:28	18:50							
2022-04-08 18:28:00	0,010923	587,8985	2	0,542521	0,01809	0,032168	3,5	276,5	-0,992	0,113	0,061	0,992	-0,126	-0,026		16. Mai.	24	18:28	18:51							
2022-04-08 18:29:00	0,010903	585,8486	2	0,554598	0,018428	0,030239	3,4	276,7	-0,991	0,117	0,059	0,991	-0,127	-0,03		17. Mai.	24	18:28	18:51							
2022-04-09 18:22:00	0,010029	603,2513	2	0,465148	0,015915	0,036152	4,7	275,6	-0,992	0,097	0,083	0,992	-0,127	0,001		18. Mai.	24	18:28	18:51							
2022-04-09 18:23:00	0,010266	601,2404	2	0,475513	0,016216	0,036586	4,6	275,8	-0,992	0,1	0,08	0,992	-0,128	-0,003		19. Mai.	24	18:29	18:52							
2022-04-09 18:24:00	0,010469	599,2257	2	0,486107	0,016521	0,036672	4,4	276	-0,992	0,103	0,077	0,992	-0,129	-0,007		20. Mai.	24	18:29	18:52							
2022-04-09 18:25:00	0,010641	597,2073	2	0,496933	0,016832	0,036448	4,3	276,2	-0,991	0,107	0,075	0,991	-0,13	-0,011		21. Mai.	24	18:29	18:52							
2022-04-09 18:26:00	0,010778	595,185	2	0,507997	0,017149	0,035929	4,1	276,4	-0,991	0,11	0,072	0,991	-0,131	-0,016		22. Mai.	25	18:29	18:53							
2022-04-09 18:27:00	0,010885	593,1589	2	0,519303	0,017471	0,0351	4	276,5	-0,991	0,114	0,069	0,991	-0,132	-0,02		23. Mai.	24	18:30	18:53							
2022-04-09 18:28:00	0,010952	591,1291	2	0,530858	0,017798	0,033938	3,8	276,7	-0,991	0,117	0,067	0,991	-0,133	-0,024		24. Mai.	24	18:31	18:54							
2022-04-09 18:29:00	0,010976	589,0956	2	0,542666	0,018132	0,032405	3,7	276,9	-0,991	0,121	0,064	0,991	-0,134	-0,028		25. Mai.	25	18:31	18:55							
2022-04-09 18:30:00	0,010949	587,0583	2	0,554733	0,018471	0,030415	3,5	277,1	-0,99	0,124	0,062	0,99	-0,135	-0,033		26. Mai.	25	18:31	18:55							
2022-04-10 18:23:00	0,010149	604,3577	2	0,465386	0,015953	0,037035	4,9	276	-0,991	0,104	0,085	0,991	-0,135	-0,002		27. Mai.	25	18:31	18:55							
2022-04-10 18:24:00	0,010372	602,3591	2	0,475746	0,016254	0,037311	4,7	276,2	-0,991	0,108	0,083	0,991	-0,135	-0,006		28. Mai.	24	18:32	18:55							
2022-04-10 18:25:00	0,010563	600,3566	2	0,486334	0,01656	0,037271	4,6	276,4	-0,991	0,111	0,08	0,991	-0,136	-0,01		29. Mai.	25	18:32	18:56			</				