

SolPEG Blendgutachten Solarpark Greding Herrnsberg

**Analyse der potentiellen Blendwirkung einer geplanten PV-Anlage
in der Nähe von Herrnsberg in Mittelfranken (Bayern)**

Version 1.1: Überarbeitung aufgrund leicht geänderter Modulfläche

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	Standort e für die Analyse	11
3.6	Hinweise zum Simulationsverfahren	12
4	Ergebnisse	15
4.1	Ergebnisse am Messpunkt P1, Verbindungsstraße südöstlich	16
4.2	Ergebnisse am Messpunkt P2, Verbindungsstraße südwestlich	17
4.3	Ergebnisse am Messpunkt P3, Gebäude Herrnsberg	18
4.4	Ergebnisse am Messpunkt P4, Gebäude Litterzhofen.....	19
5	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	21
6	Schlussbemerkung	21
7	Anhang	22 - 35

SolPEG Blendgutachten

Analyse der potentiellen Blendwirkung der geplanten PV-Anlage Greding Herrnsberg

1 Auftrag

1.1 Beauftragung

Die SolPEG GmbH verfügt über umfangreiche Erfahrung im Bereich Photovoltaik (PV) und bietet eine breite Palette von Dienstleistungen an. Mit über 800 erstellten Blendgutachten haben wir auch auf diesem Gebiet eine weitreichende Expertise. Vor diesem Hintergrund wurden wir beauftragt, die potentielle Blendwirkung der geplanten PV-Anlage „Greding Herrnsberg“ für die Verkehrsteilnehmer der angrenzenden Straßen sowie für Anwohner der umliegenden Gebäude zu analysieren und die Ergebnisse zu dokumentieren.

1.2 Hintergrund und Auftragsumfang

Lt. aktueller Gesetzgebung (§2 EEG) liegt die Nutzung Erneuerbarer Energien im überragenden öffentlichen Interesse und dient der öffentlichen Sicherheit. Der priorisierte Ausbau der erneuerbaren Energien als wesentlicher Teil des Klimaschutzgebotes soll im Rahmen einer Schutzgüterabwägung nur in Ausnahmefällen überwunden werden. 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. Licht-Leitlinie¹, 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 Licht-Leitlinie 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 „Herrnsberg“ eine Blendwirkung für schutzbedürftige Zonen im Sinne der Licht-Leitlinie ausgehen könnte. Dies gilt für Verkehrsteilnehmer auf der Verbindungsstraße sowie 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. Eine Analyse der potentiellen Blendwirkung vor Ort wird momentan nicht als notwendig angesehen da die Anlagendokumentation ausreichend ist, um einen Eindruck zu vermitteln.

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 widergegeben, eine weiterführende Beschreibung von theoretischen Hintergründen u.a. zu Berechnungsformeln kann im Rahmen dieses Dokumentes nicht erfolgen.

¹ Die Lichtleitlinie ist u.a. hier abrufbar: http://www.solpeg.de/LAI_Lichtleitlinie_2012.pdf

2 Systembeschreibung

2.1 Standort Übersicht

Die Fläche des Solarparks befindet sich in einem landwirtschaftlichen Gebiet östlich von Herrnsberg in Mittelfranken (Bayern), ca. 3,5 km nordöstlich von Greding. Südlich der Fläche verläuft die Verbindungsstraße zwischen Herrnsberg und Litterzhofen. Die folgenden Informationen und Bilder geben einen Überblick über den Standort.

Tabelle 1: Informationen über den Standort

Allgemeine Beschreibung des Standortes	Landwirtschaftliche Fläche östlich von Herrnsberg in Mittelfranken (Bayern). Die Fläche ist leicht abfallend nach Süden.
Koordinaten (Mitte)	49.075°N, 11.383°O 519 m ü.N.N.
Abstand zur Straße	ca. 10 m – 15 m
Entfernung zu umliegenden Gebäuden	ca. 450 m (kleinste Entfernung, relevante Blickrichtung)

Übersicht² über den Standort und die PV-Anlage (schematisch)



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

² Das verwendete Kartenmaterial u.a. von Google Earth (und Partnern) erfolgt im Rahmen der geltenden Lizenzvereinbarungen

Detailansicht der PV-Anlage und Umgebung

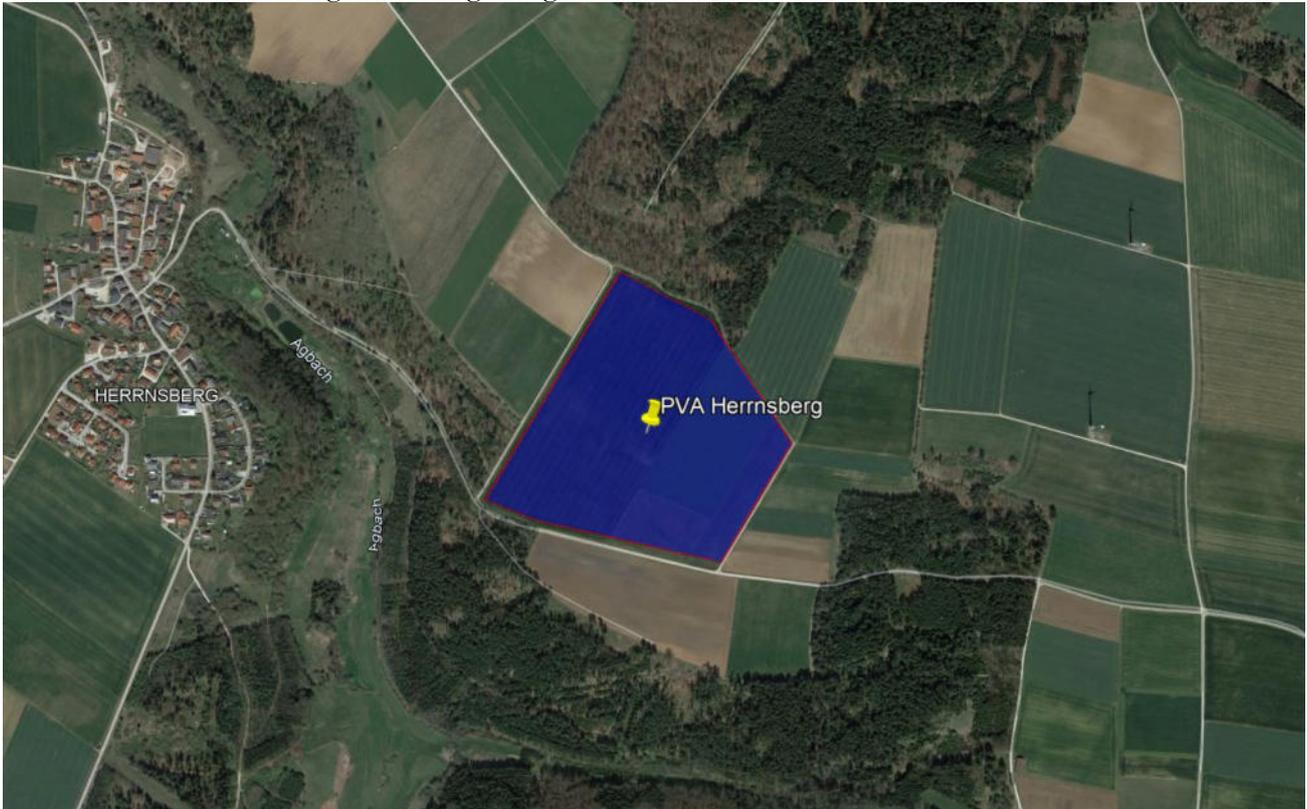


Bild 2.1.2: Detailansicht der PV-Fläche (Quelle: Google Earth/SolPEG, Nordausrichtung)

Detailansicht der PV-Anlage



Bild 2.1.3: Detailansicht der PV-Fläche (Quelle: Google Earth/SolPEG, Nordausrichtung)

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-Anlage und die relevante Umgebung. Aufgrund des Strahlenverlaufs gemäß Reflexionsgesetz könnten einzelne umliegende Gebäude theoretisch von potentiellen Reflexionen durch die PV-Anlage erreicht werden, aufgrund der örtlichen Gegebenheiten besteht allerdings überwiegend kein direkter Sichtkontakt weshalb eine Beeinträchtigung durch Reflexionen nicht wahrscheinlich ist. Die Standorte werden dennoch analysiert. Im weiteren Umfeld werden keine weiteren Gebäude untersucht da aufgrund von Entfernung und/oder Winkel zur Immissionsquelle keine Reflexionen zu erwarten sind. Privat-, Feld- und Wirtschaftswege werden nicht analysiert. Die Einzelergebnisse sind im Abschnitt 4 dargestellt und kommentiert.



Bild 2.2.1: Gebäude westlich und südwestlich der PV-Anlage (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 Braunschweig³ 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 mög-
lichst das gesamte einfallende Licht für die Stromproduktion genutzt werden soll. Die Materialforschung
hat mit speziell strukturierten Glasoberflächen (Texturen) und Antireflexionsschichten den Anteil des
reflektierten Lichtes auf 1-4 % reduzieren können. Folgende Skizze zeigt den Aufbau eines PV-Moduls:

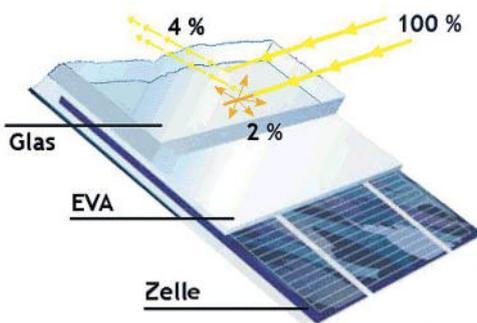


Bild 3.2.1: Anteil des reflektierten Sonnenlichtes bei einem PV-Modul (Quelle: SolPEG)

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/m²) auf einem PV-Modul (Quelle: SolPEG)

³ <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.

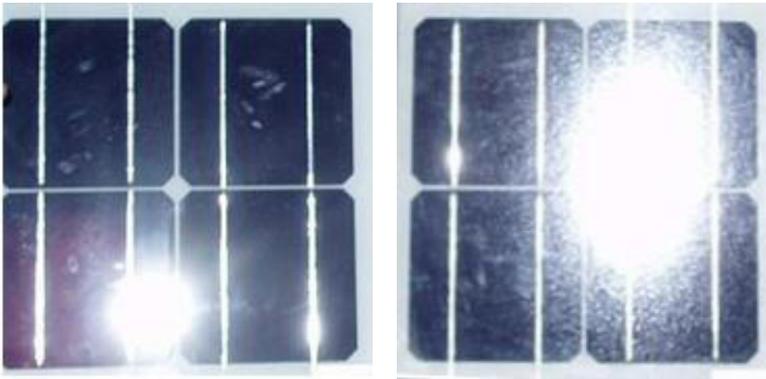


Bild 3.2.3: Diffuse Reflexion von unterschiedlichen Moduloberflächen (Quelle: Sandia National Laboratories, Ausschnitt)

Diese Eigenschaften können schematisch wie folgt dargestellt werden

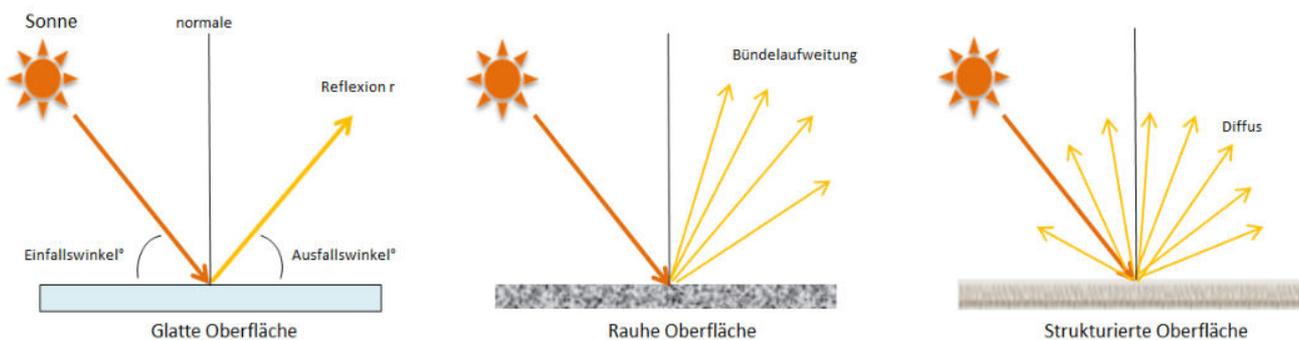


Bild 3.2.4: Reflexion von unterschiedlichen Oberflächen (Quelle: SolPEG)

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 FAA⁴ 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: γ_p , Azimut α_p) bekannt sind, kann der Winkel der Reflexion (θ_p) mit der folgenden Formel berechnet werden:

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

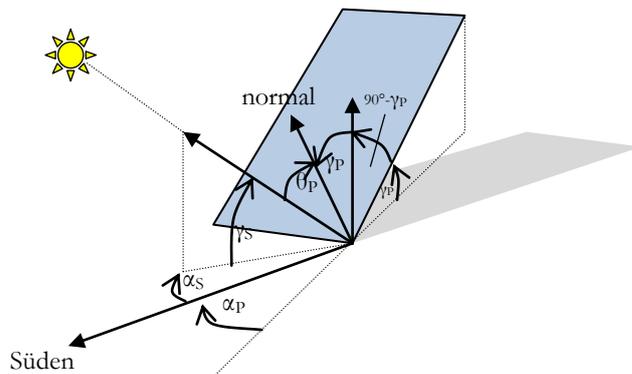


Bild 3.3.1: Schematische Darstellung der Reflexionen auf einer geneigten Fläche

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-Leitlinie⁵ wird eine Entfernung von 100 m genannt.

Die durchgeführten Berechnungen wurden u.a. mit Simulationen und Modellen des Sandia National Laboratories⁶, New Mexico überprüft.

⁴ US Federal Aviation Administration (FAA) guidelines for analyzing flight paths: <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2013-10-23/pdf/2013-24729.pdf>

⁵ Licht-Leitlinie Seite 22: Immissionsorte, die sich weiter als ca. 100 m von einer Photovoltaikanlage entfernt befinden erfahren erfahrungsgemäß nur kurzzeitige Blendwirkungen.

⁶ Webseite der Sandia National Laboratories: <http://www.sandia.gov>

3.5 Standorte für die Analyse

Bei der Analyse von potenziellen Blendwirkungen wird das Auftreffen von Reflexionen, die Dauer und die Intensität an einem festgelegten Messpunkt (Immissionsort) untersucht, es geht nicht um die Sichtbarkeit oder die Bewertung der optische Anmutung der PV-Anlage. Das Auftreffen von Reflexionen an einem Messpunkt wird zunächst rechnerisch ermittelt, unabhängig von der Ausrichtung der Straße bzw. der Fahrtrichtung (RiFa) und unabhängig davon ob Reflexionen überhaupt wahrnehmbar sein können. Bei der anschließenden Analyse und Bewertung einer potenziellen Blendwirkung durch diese Reflexionen werden allerdings zusätzliche Aspekte einbezogen, u.a. die relevante Blickrichtung, die Entfernung zur Immissionsquelle sowie die örtlichen Gegebenheiten.

Die Analyse 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 exemplarisch gewählt und die jeweils im Jahresverlauf auftretenden Reflexionen ermittelt. Die Messpunkte (Position und Höhe) werden anhand von Erfahrungswerten sowie den Ausführungen der Lichtleitlinie zu schutzwürdigen Zonen festgelegt. U.a. können Objekte im Süden von PV-Anlagen aufgrund des Strahlenverlaufs gemäß Reflexionsgesetz nicht von potenziellen Reflexionen erreicht werden und werden daher nur in besonderen Fällen untersucht.

Für die Analyse einer potentiellen Blendwirkung der PV-Anlage Herrnsberg wurden insgesamt 4 Messpunkte festgelegt. 2 Messpunkte auf der angrenzenden Straße sowie 2 Messpunkte im Bereich von umliegenden Gebäuden. Weitere Standorte an Gebäuden wurden nicht weiter untersucht, da aufgrund von Entfernung und/oder Winkel zur Immissionsquelle keine Beeinträchtigungen durch potentielle Reflexionen zu erwarten sind.

Die folgende Übersicht zeigt die PV-Anlage und die untersuchten Messpunkte:



Bild 3.5.1: Übersicht über die PV-Anlage und die gewählten 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 belästigende Einflüsse durch Lichtimmissionen zu vermeiden sind. Es fehlt⁹ 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."

Die von der SolPEG seit 2015 in über 800 Blendgutachten überwiegend verwendete Simulationssoftware ForgeSolar¹⁰ basiert auf einer Entwicklung der US Sandia National Laboratories¹¹. Die Software wird mittlerweile von auch von anderen Gutachtern verwendet und könnte als Stand der Technik bezeichnet werden obwohl (uns) Limitationen bekannt sind. Eine versierte Bedienung der Software ist unerlässlich für korrekte Ergebnisse.

Bei der Simulation 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.

⁹ Licht-Leitlinie "2. Anwendungsbereich", Seite 2 ff., bzw. Anhang 2 ab Seite 22

¹⁰ <https://forgesolar.com> is based on the licensed software from Sandia National Laboratories.

¹¹ Solar Glare Hazard Analysis Tool ("SGHAT") der Sandia National Laboratories: <https://www.sandia.gov/glare-tools>

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. TMY¹²) vorhanden sind. Der Deutsche Wetterdienst DWD hat für Deutschland für das Jahr 2023 eine mittlere Wolkenbedeckung¹³ von ca. 68,8 % ermittelt. Der Durchschnittswert für den Zeitraum 1991-2020 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/m² 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 Tagesadaptation 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/cm²) 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.

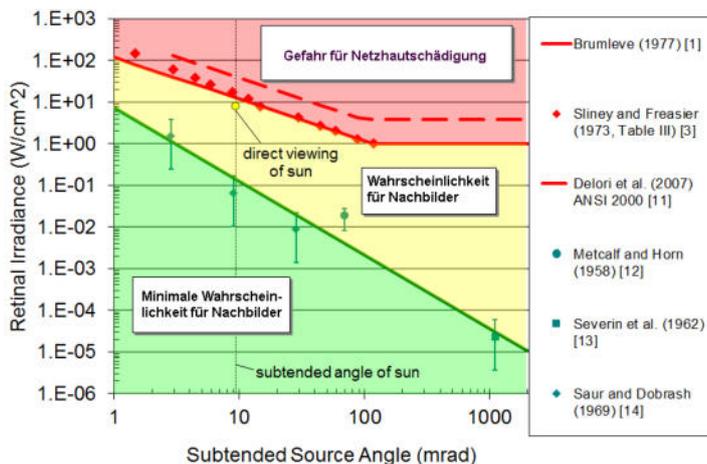


Bild 3.6.1: Kategorisierung von Reflexionen (Quelle: Sandia National Laboratories, siehe auch Diagramme im Anhang)

¹² Handbuch: <https://www.nrel.gov/docs/fv08osti/43156.pdf>

¹³ DWD Service: 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_2023_17.png

4 Ergebnisse

Die Berechnung der potentiellen Blendwirkung der PV-Anlage Herrnsberg wird für 4 exemplarisch gewählte Messpunkte 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 3.6.1 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 vor 6 Uhr morgens auftreten, sind 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 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/Hinweisen zu verwenden. Individuelle Ausführungen erfolgen im weiteren Abschnitt gesondert für die jeweiligen Messpunkte.

Tabelle 2: Potentielle Blendwirkung an den jeweiligen Messpunkten [Kategorie ■, Minuten pro Jahr]

Messpunkt	PV-Feld
P1 Verbindungsstraße südöstlich	1647 ^W
P2 Verbindungsstraße südwestlich	1517 ^W
P3 Gebäude Herrnsberg	1985 ^{EG}
P4 Gebäude Litterzhofen	1624 ^{EG}

^W Aufgrund des Einfallswinkels zu vernachlässigen

^E Aufgrund der Entfernung zur Immissionsquelle zu vernachlässigen

^G Aufgrund der Geländestruktur oder Hindernissen/Sichtschutz zu vernachlässigen

Die unbereinigten Daten sind im Anhang aufgeführt.

Hinweis:

Die Simulation wurde zusätzlich in einer Variante mit 15° Modulneigung durchgeführt und es zeigen sich an einzelnen Immissionsorten erwartungsgemäß leicht abweichende Minutenwerte. Insgesamt sind die Abweichungen allerdings vernachlässigbar und daher kann die geplante PV-Anlage mit 15° oder auch 20° Modulneigung realisiert werden. Die weiteren Ausführungen beziehen sich auf die Variante mit 20° Modulneigung wie in Tabelle 1 beschrieben.

4.1 Ergebnisse am Messpunkt P1, Verbindungsstraße südöstlich

Am Messpunkt P1 auf der Verbindungsstraße südöstlich der PV-Anlage können bei der Fahrt Richtung Westen theoretisch Reflexionen durch die PV-Anlage auftreten. Diese können zwischen dem 26. April und dem 15. August, abends zwischen 19:20 - 19:48 Uhr für 5 bis max. 17 Minuten aus westlicher Richtung auftreten. Die Einfallswinkel liegen teilweise im Randbereich des Sichtwinkels von Fahrzeugführern ($+14^\circ$ bis $+18^\circ$ rechts der Fahrtrichtung) aber überwiegend außerhalb. Eine Beeinträchtigung von Fahrzeugführern durch Reflexionen durch die PV-Anlage kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Zur Veranschaulichung verdeutlicht die folgende Skizze die Situation am Messpunkt P1 auf Basis der unbereinigten Rohdaten.

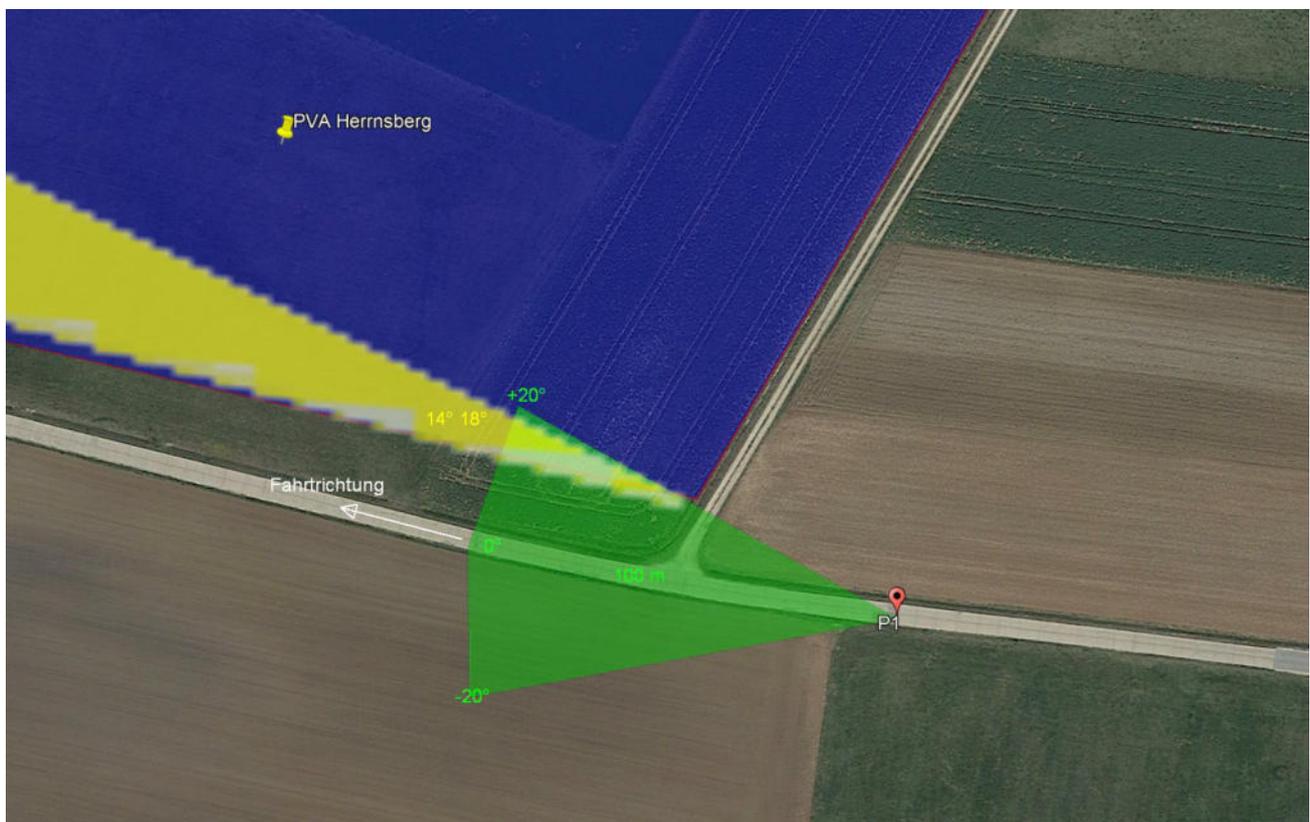


Bild 4.1.1: Situation am Messpunkt P1 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Der Grün markierte Bereich symbolisiert den für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkel. Im Gelb markierten Bereich könnten rein rechnerisch Reflexionen auftreten. Nach Bereinigung der Rohdaten ist der Bereich entsprechend kleiner bzw. schmaler.

4.2 Ergebnisse am Messpunkt P2, Verbindungsstraße südwestlich

Am Messpunkt P2 auf der Verbindungsstraße südwestlich der PV-Anlage können bei der Fahrt Richtung Osten theoretisch Reflexionen durch die PV-Anlage auftreten. Diese können zwischen dem 29. April und dem 11. August in den frühen Morgenstunden zwischen 06:40 - 07:09 Uhr für 5 bis max. 16 Minuten aus östlicher Richtung auftreten. Die Einfallswinkel liegen mit -22° bis -45° links (östlich) zur Fahrtrichtung außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels und daher sind potentielle Reflexionen zu vernachlässigen.

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

Zur Veranschaulichung verdeutlicht die folgende Skizze die Situation am Messpunkt P2 auf Basis der unbereinigten Rohdaten.

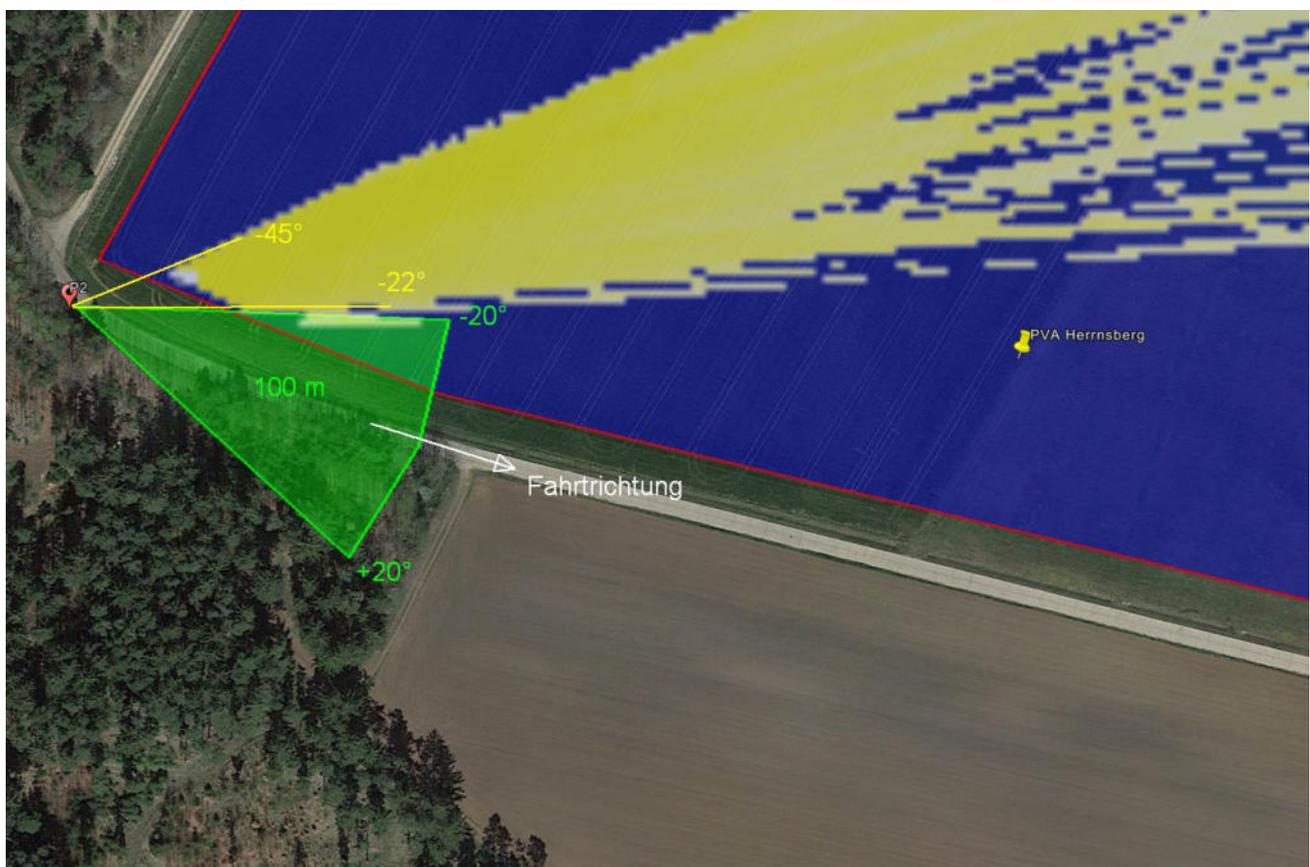


Bild 4.2.1: Situation am Messpunkt P2 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Der Grün markierte Bereich symbolisiert den für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkel. Im Gelb markierten Bereich könnten rein rechnerisch Reflexionen auftreten. Nach Bereinigung der Rohdaten ist der Bereich entsprechend kleiner bzw. schmaler.

4.3 Ergebnisse am Messpunkt P3, Gebäude Herrnsberg

Am Messpunkt P3 westlich der PV-Anlage im Bereich der Gebäude der Ortschaft Herrnsberg können theoretisch Reflexionen durch die PV-Anlage auftreten. Diese können zwischen dem 16. April und dem 25. August in den frühen Morgenstunden zwischen 06:57 - 07:25 Uhr für 5 bis max. 16 Minuten pro Tag¹⁴ aus östlicher Richtung auftreten.

Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse in der Übersicht.

Tabelle 3: Mögliches Auftreten und Dauer von Reflexionen am Messpunkt P3

Zeitraum Beginn	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag (max.)	Minuten im Zeitraum	Erstes Auftreten	Letztes Auftreten
16. April	25. August	16	1974	06:57	07:25

Das folgende Diagramm verdeutlicht die Verteilung der aufgeführten Minuten pro Tag im Jahresverlauf bzw. im relevanten Zeitraum.

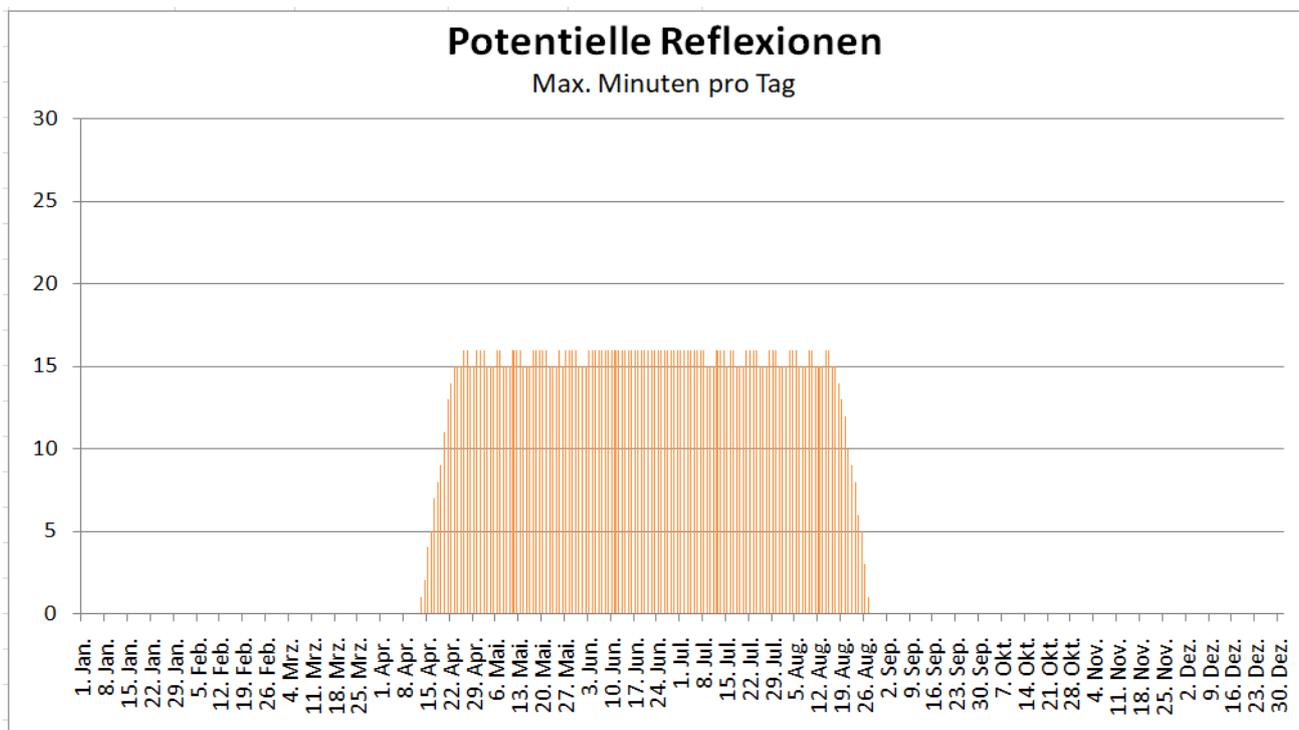


Bild 4.3.1: Reflexionen pro Tag im Jahresverlauf (Quelle: Simulationsergebnisse, aufbereitet)

Aufgrund der kurzen zeitlichen Dauer sind potentielle Reflexionen zu vernachlässigen. Aber insbesondere aufgrund der großen Entfernung von über 450 m zur Immissionsquelle sind potentielle Reflexionen zu relativieren, da sich mit zunehmender Entfernung und der damit einhergehenden Bündelaufweitung der diffus reflektierten Lichtstrahlen, die Leuchtdichte der Moduloberflächen reduziert. Die PV-Anlage wäre - sofern aufgrund des Geländeverlaufes überhaupt sichtbar – nur als helle Fläche wahrnehmbar.

Eine Beeinträchtigung von Anwohnern durch die PV-Anlage bzw. eine „erhebliche Belästigung“ im Sinne der LAI Lichtleitlinie kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

¹⁴ Generell wird das Auftreten von Reflexionen an weniger als 5 Minuten pro Tag nicht berücksichtigt (Messunsicherheit)

4.4 Ergebnisse am Messpunkt P4, Gebäude Litterzhofen

Am Messpunkt P4 im Bereich der Gebäude der östlich gelegenen Ortschaft Litterzhofen können rein rechnerisch an insgesamt 1610 Minuten pro Jahr Reflexionen durch die PV-Anlage auftreten. Diese können zwischen dem 25. April und dem 17. August zwischen 19:19 - 19:48 Uhr für 5 bis max. 16 Minuten aus westlicher Richtung auftreten.

Aufgrund der zeitlichen Dauer aber insbesondere aufgrund der sehr großen Entfernung zur Immissionsquelle von ca. 1480 m – 1800 m zur Immissionsquelle sind potentielle Reflexionen zu vernachlässigen. Eine Beeinträchtigung von Anwohnern durch die PV-Anlage bzw. eine „erhebliche Belästigung“ im Sinne der LAI Lichtleitlinie kann mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden.

Darüber hinaus zeigt die Analyse der Geländestruktur, dass die Fläche der PV-Anlage im Bereich von Messpunkt P4 aufgrund einer Anhöhe in ca. 500 m Entfernung, nicht einsehbar ist. Die rechnerisch ermittelten Ergebnisse sind daher in der Realität nicht anwendbar.

Die folgende Skizze verdeutlicht den Geländeverlauf zwischen Messpunkt P4 und der PV-Anlage.

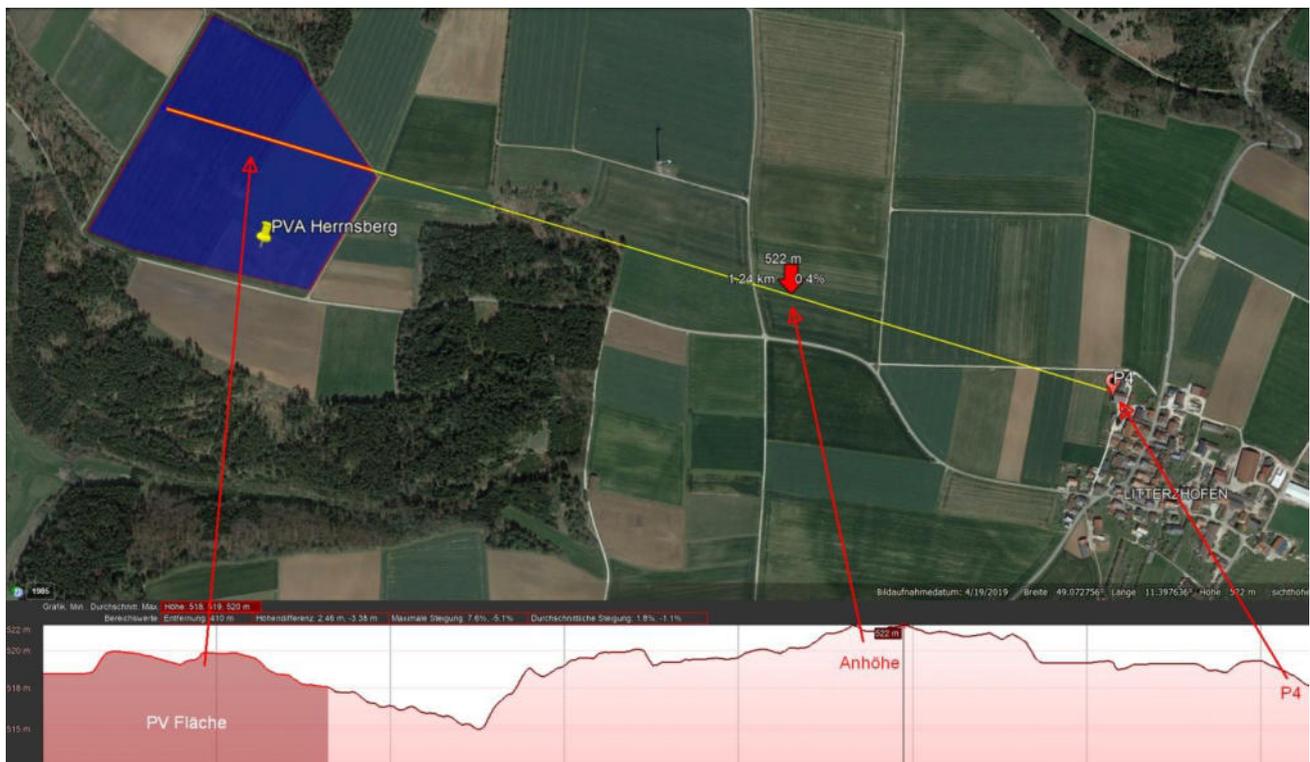


Bild 4.4.1: Geländeverlauf zwischen der PV-Anlage und Messpunkt P4 in Litterzhofen (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Beispielhaft für die Simulationsergebnisse zeigen die folgenden Diagramme das Auftreten der Reflexionen im Tages- bzw. im Jahresverlauf am Messpunkt P4. Die jeweiligen Farben symbolisieren die Kategorie der potentiellen Blendwirkung in Bezug zur Leuchtdichte der Reflexionen. Wie bereits in Abschnitt 3.2 und 3.6 ausgeführt sind jeweils die theoretischen Maximalwerte dargestellt, die nicht ohne Einschränkungen verwendet werden können. Der Wert von 1624 Minuten entspricht den unbereinigten Rohdaten.

PV Feld: OP 4

PV array is expected to produce the following glare for this receptor:

- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 1,624 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.

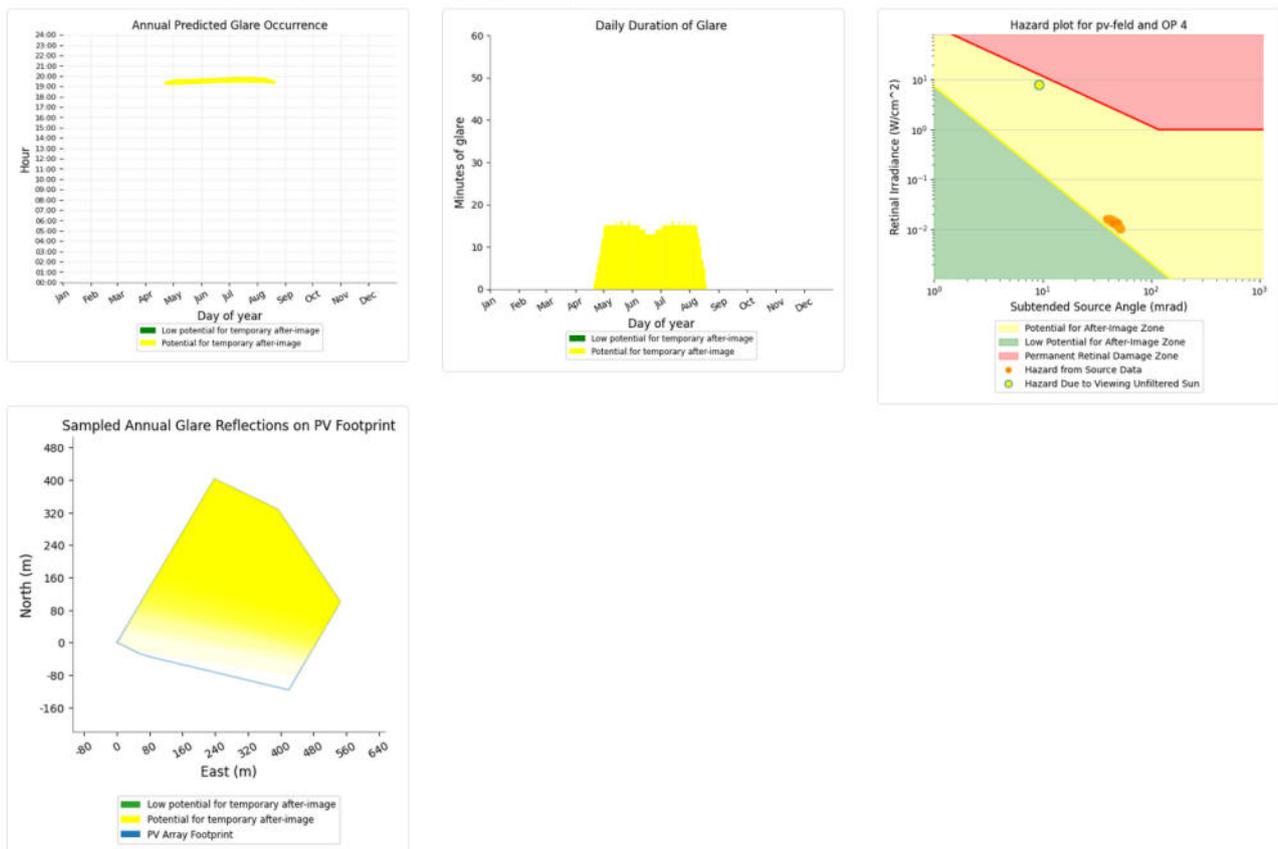


Bild 4.4.2: Ergebnisdetails für Messpunkt P4 (Quelle: Simulationsergebnisse)

5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die potentielle Blendwirkung der hier betrachteten PV-Anlage Herrnsberg kann als „geringfügig“ klassifiziert¹⁵ 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.

Der Auftraggeber hat bei der geplanten PV-Anlage Herrnsberg mit dem Einsatz von PV-Modulen mit Anti-Reflexionsschicht die nach aktuellem Stand der Technik möglichen Maßnahmen zur Reduzierung von potentiellen Reflexionen vorgesehen.

Für die hier betrachtete PV-Anlage wurden verschiedene Simulationen durchgeführt, u.a. mit unterschiedlichen Modulneigungen und Ausrichtung der Anlage. Erwartungsgemäß zeigen sich an einzelnen Immissionsorten leicht abweichende Ergebnisse, die Ausführungen zu den jeweiligen Messpunkten sind dennoch gültig. Die PV-Anlage kann demnach mit einer Modulneigung von 15° - 20° errichtet werden.

Die Analyse von 4 exemplarisch gewählten Messpunkten im Umfeld der PV-Flächen zeigt für Verkehrsteilnehmer auf der Verbindungsstraße nur eine geringfügige, theoretische Wahrscheinlichkeit für Reflexionen. Die Einfallswinkel liegen allerdings überwiegend außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels und daher sind potentielle Reflexionen zu vernachlässigen.

Im Bereich der westlich der PV-Anlage gelegenen Gebäude der Ortschaft Herrnsberg und auch im östlich gelegenen Litterzhofen können theoretisch/rechnerisch Reflexionen durch die PV-Anlage auftreten. Aufgrund der kurzen zeitlichen Dauer aber insbesondere aufgrund der sehr großen Entfernung zur Immissionsquelle kann eine Beeinträchtigung von Anwohnern durch Reflexionen bzw. eine „erhebliche Belästigung“ im Sinne der LAI Lichtleitlinie mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden.

Im weiteren Umfeld sind keine relevanten Gebäude und schutzwürdige Zonen vorhanden.

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 16.10.2024

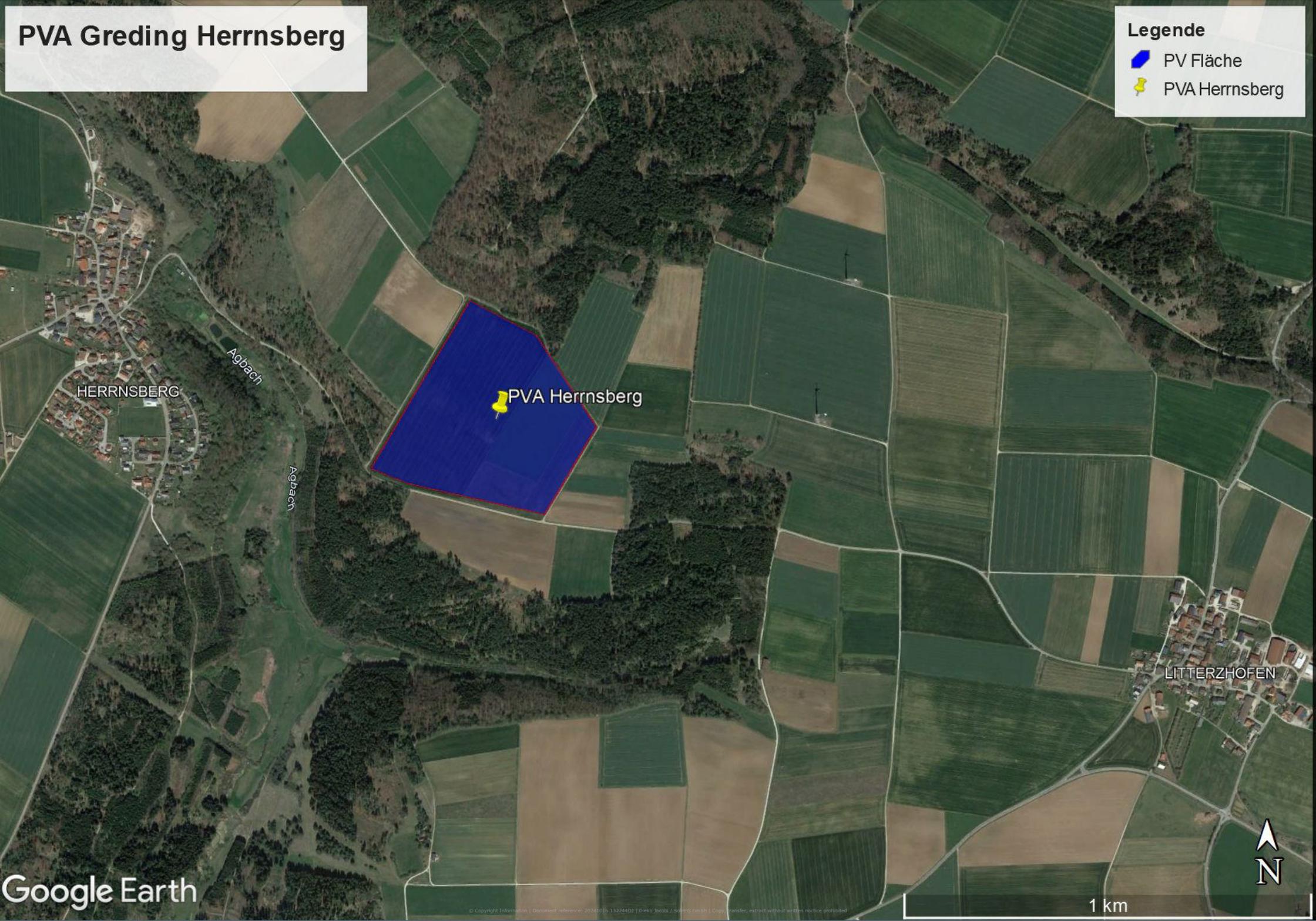

Dieko Jacobi / SolPEG GmbH

¹⁵ Die Klassifizierung entspricht den Wertebereichen der Simulationsergebnisse

PVA Greiding Herrnsberg

Legende

-  PV Fläche
-  PVA Herrnsberg



HERRNSBERG

Agbach

Agbach

PVA Herrnsberg

LITTERZHOFEN





BIFACIAL DUAL GLASS MONOCRYSTALLINE MODULE

PRODUCT: TSM-DEG21C.20

POWER RANGE: 640-665W

665W

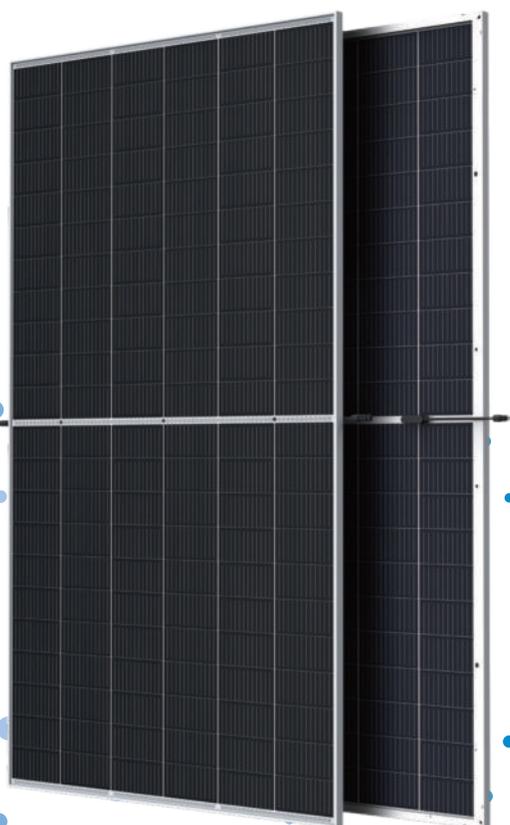
MAXIMUM POWER OUTPUT

0~+5W

POSITIVE POWER TOLERANCE

21.4%

MAXIMUM EFFICIENCY



High customer value

- Lower LCOE (Levelized Cost Of Energy), reduced BOS (Balance of System) cost, shorter payback time
- Lowest guaranteed first year and annual degradation;
- Designed for compatibility with existing mainstream system components



High power up to 665W

- Up to 21.4% module efficiency with high density interconnect technology
- Multi-busbar technology for better light trapping effect, lower series resistance and improved current collection



High reliability

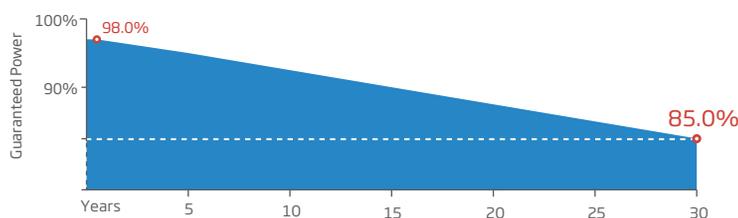
- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to harsh environments such as salt, ammonia, sand, high temperature and high humidity areas
- Mechanical performance up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load



High energy yield

- Excellent IAM (Incident Angle Modifier) and low irradiation performance, validated by 3rd party certifications
- The unique design provides optimized energy production under inter-row shading conditions
- Lower temperature coefficient (-0.34%) and operating temperature
- Up to 25% additional power gain from back side depending on albedo

Trina Solar's Vertex Bifacial Dual Glass Performance Warranty



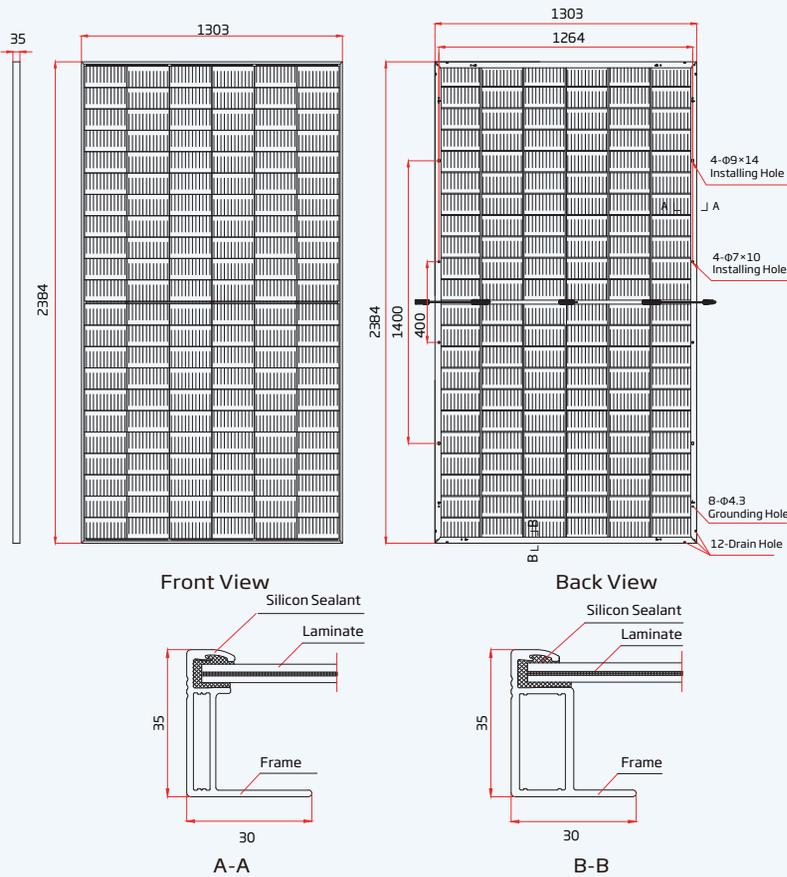
Comprehensive Products and System Certificates



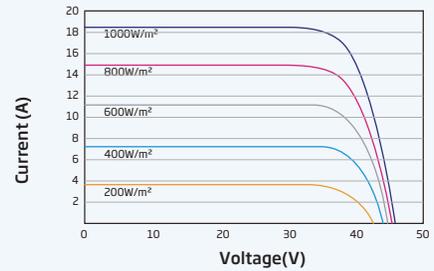
IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716/UL61730
 ISO 9001: Quality Management System
 ISO 14001: Environmental Management System
 ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification
 ISO45001: Occupational Health and Safety Management System



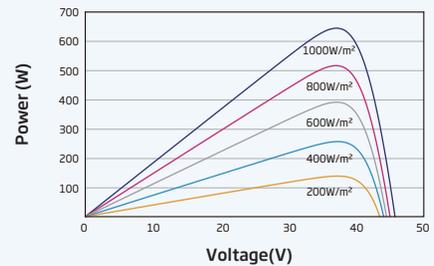
DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)



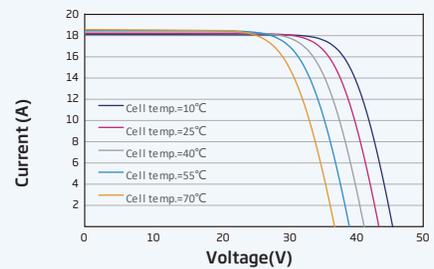
I-V CURVES OF PV MODULE(645 W)



P-V CURVES OF PV MODULE(645W)



I-V CURVES OF PV MODULE(645 W)



ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts - P _{MAX} (Wp)*	640	645	650	655	660	665
Power Tolerance - P _{MAX} (W)	0 ~ +5					
Maximum Power Voltage - V _{MPP} (V)	37.3	37.5	37.7	37.9	38.1	38.3
Maximum Power Current - I _{MPP} (A)	17.19	17.23	17.27	17.31	17.35	17.39
Open Circuit Voltage - V _{OC} (V)	45.1	45.3	45.5	45.7	45.9	46.1
Short Circuit Current - I _{SC} (A)	18.26	18.31	18.35	18.40	18.45	18.50
Module Efficiency η_m (%)	20.6	20.8	20.9	21.1	21.2	21.4

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5. *Measuring tolerance: \pm 3%.

Electrical characteristics with different power bin (reference to 10% Irradiance ratio)

Total Equivalent power - P _{MAX} (Wp)	685	690	696	701	706	712
Maximum Power Voltage - V _{MPP} (V)	37.3	37.5	37.7	37.9	38.1	38.3
Maximum Power Current - I _{MPP} (A)	18.39	18.44	18.48	18.52	18.56	18.60
Open Circuit Voltage - V _{OC} (V)	45.1	45.3	45.5	45.7	45.9	46.1
Short Circuit Current - I _{SC} (A)	19.54	19.59	19.63	19.69	19.74	19.79
Irradiance ratio (rear/front)	10%					

Power Bifaciality: 70 \pm 5%.

ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power - P _{MAX} (Wp)	484	488	492	495	499	504
Maximum Power Voltage - V _{MPP} (V)	34.7	34.9	35.1	35.2	35.4	35.6
Maximum Power Current - I _{MPP} (A)	13.94	13.98	14.01	14.05	14.10	14.16
Open Circuit Voltage - V _{OC} (V)	42.5	42.7	42.9	43.0	43.2	43.4
Short Circuit Current - I _{SC} (A)	14.71	14.75	14.79	14.83	14.87	14.91

NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	132 cells
Module Dimensions	2384 \times 1303 \times 35 mm (93.86 \times 51.30 \times 1.38 inches)
Weight	38.7 kg (85.3 lb)
Front Glass	2.0 mm (0.08 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	POE/EVA
Back Glass	2.0 mm (0.08 inches), Heat Strengthened Glass (White Grid Glass)
Frame	35mm(1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm ² (0.006 inches ²), Portrait: 280/280 mm(11.02/11.02 inches) Length can be customized
Connector	MC4 EVO2 / TS4*

*Please refer to regional datasheet for specified connector.

TEMPERATURE RATINGS

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (\pm 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

MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40 \sim +85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC) 1500V DC (UL)
Max Series Fuse Rating	35A

WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty
30 year Power Warranty
2% first year degradation
0.45% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGURATION

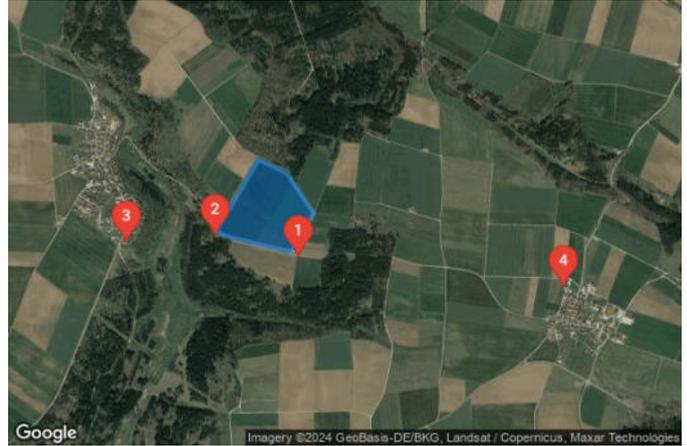
Modules per box: 31 pieces
Modules per 40' container: 558 pieces

Herrnsberg

Herrnsberg V2

Created Oct 16, 2024
Updated Oct 16, 2024
Time-step 1 minute
Timezone offset UTC+2
Minimum sun altitude 8.0 deg
Site ID 131383.12864

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



Misc. Analysis Settings

DNI: varies (1,000.0 W/m² peak)
 Ocular transmission coefficient: **0.5**
 Pupil diameter: **0.002 m**
 Eye focal length: **0.017 m**
 Sun subtended angle: **9.3 mrad**

PV Analysis Methodology: **Version 2**
 Enhanced subtended angle calculation: **Off**

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	20.0	180.0	0	6,773	-

Component Data

PV Array(s)

Total PV footprint area: 164,781 m²

Name: PV Field
Footprint area: 164,781 m²
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	49.073876	11.379375	509.75	1.90	511.65
2	49.077495	11.382637	521.88	1.90	523.78
3	49.076817	11.384761	521.16	1.90	523.06
4	49.076817	11.384761	521.16	1.90	523.06
5	49.074775	11.386842	517.21	1.90	519.11
6	49.072827	11.385126	514.97	1.90	516.87
7	49.073558	11.380494	513.33	1.90	515.23
8	49.073630	11.380140	512.15	1.90	514.05

Discrete Observation Receptors

Number	Latitude deg	Longitude deg	Ground elevation m	Height above ground m	Total Elevation m
OP 1	49.072589	11.385730	514.85	2.00	516.85
OP 2	49.073650	11.379320	509.59	2.00	511.59
OP 3	49.073276	11.372609	511.54	2.00	513.54
OP 4	49.071044	11.405938	518.69	2.00	520.69

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	20.0	180.0	0	6,773	-	

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 (green)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
pv-feld (yellow)	0	0	0	280	1390	1454	1440	687	0	0	0	0

PV & Receptor Analysis Results

Results for each PV array and receptor

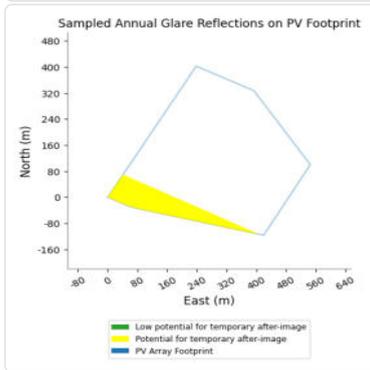
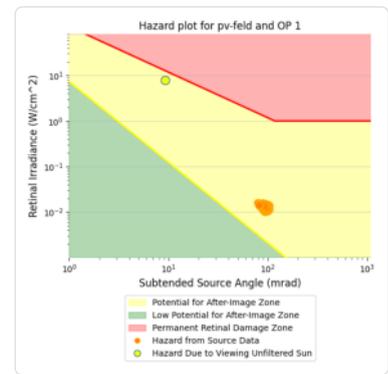
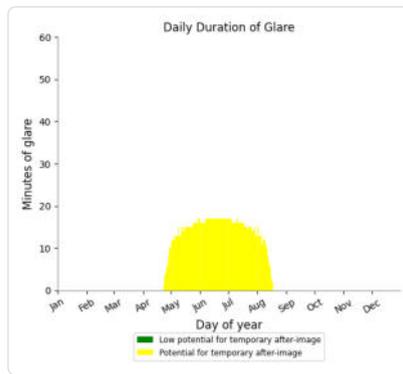
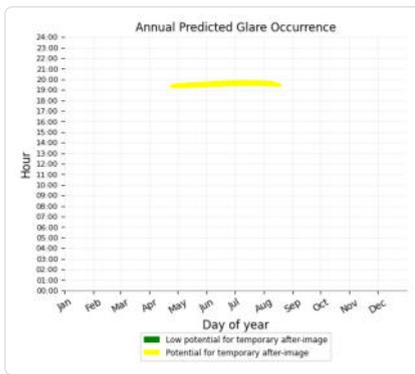
PV Feld potential temporary after-image

Component	Green glare (min)	Yellow glare (min)
OP: OP 1	0	1647
OP: OP 2	0	1517
OP: OP 3	0	1985
OP: OP 4	0	1624

PV Feld: OP 1

PV array is expected to produce the following glare for this receptor:

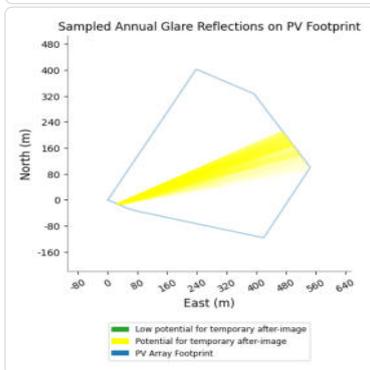
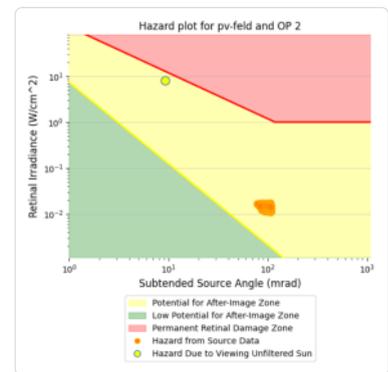
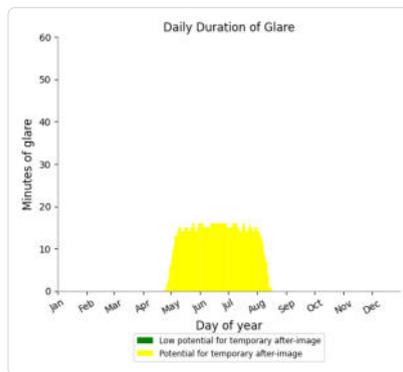
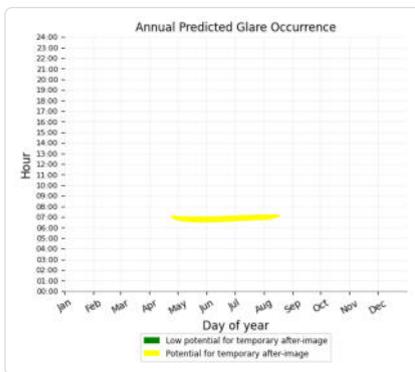
- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 1,647 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



PV Feld: OP 2

PV array is expected to produce the following glare for this receptor:

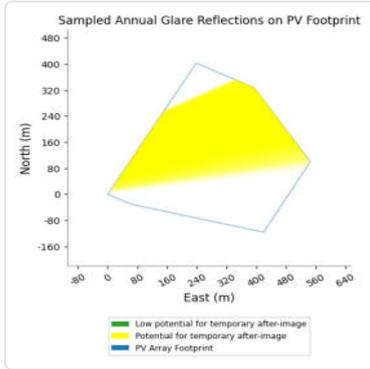
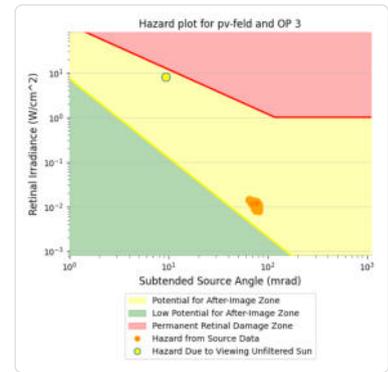
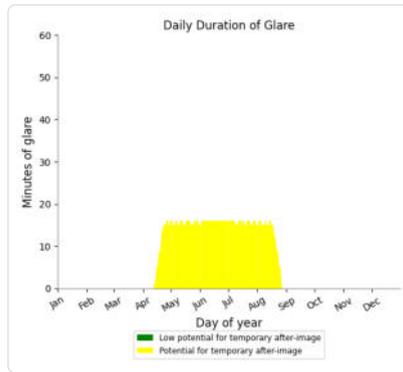
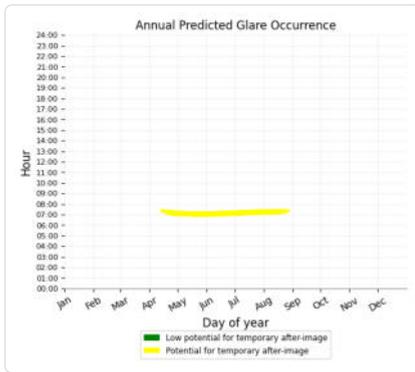
- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 1,517 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



PV Feld: OP 3

PV array is expected to produce the following glare for this receptor:

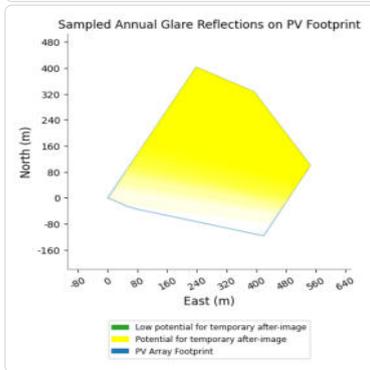
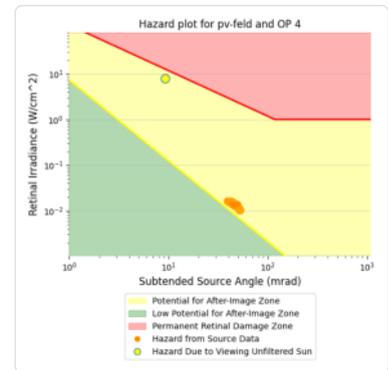
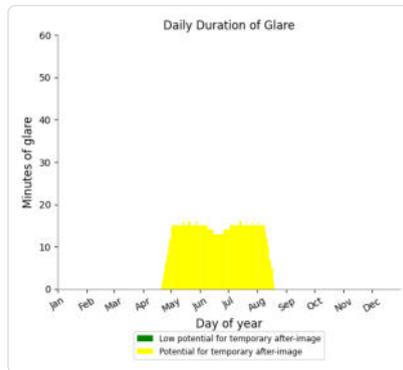
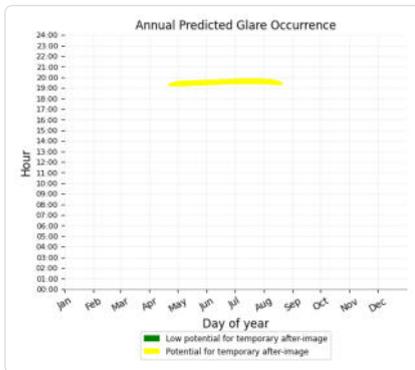
- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 1,985 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



PV Feld: OP 4

PV array is expected to produce the following glare for this receptor:

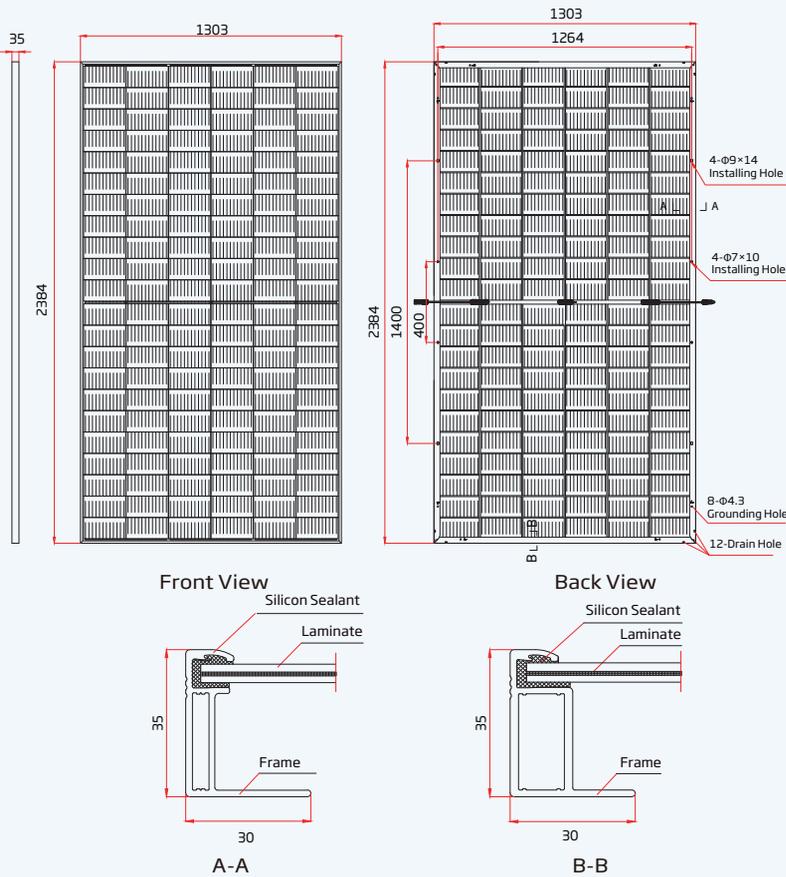
- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 1,624 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



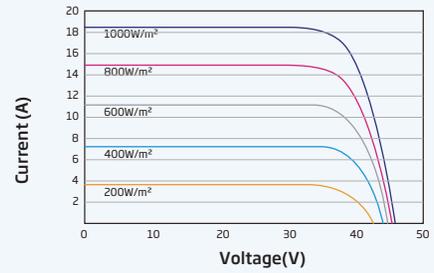
Assumptions

- 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.

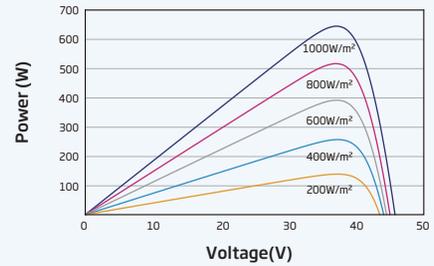
DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)



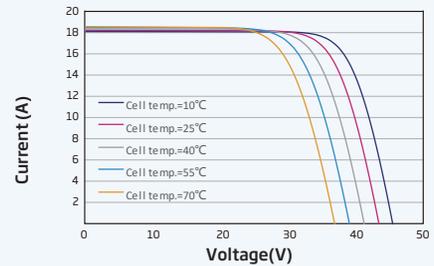
I-V CURVES OF PV MODULE(645 W)



P-V CURVES OF PV MODULE(645W)



I-V CURVES OF PV MODULE(645 W)



ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts - P _{MAX} (Wp)*	640	645	650	655	660	665
Power Tolerance - P _{MAX} (W)	0 ~ +5					
Maximum Power Voltage - V _{MPP} (V)	37.3	37.5	37.7	37.9	38.1	38.3
Maximum Power Current - I _{MPP} (A)	17.19	17.23	17.27	17.31	17.35	17.39
Open Circuit Voltage - V _{OC} (V)	45.1	45.3	45.5	45.7	45.9	46.1
Short Circuit Current - I _{SC} (A)	18.26	18.31	18.35	18.40	18.45	18.50
Module Efficiency η_m (%)	20.6	20.8	20.9	21.1	21.2	21.4

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5. *Measuring tolerance: \pm 3%.

Electrical characteristics with different power bin (reference to 10% Irradiance ratio)

Total Equivalent power - P _{MAX} (Wp)	685	690	696	701	706	712
Maximum Power Voltage - V _{MPP} (V)	37.3	37.5	37.7	37.9	38.1	38.3
Maximum Power Current - I _{MPP} (A)	18.39	18.44	18.48	18.52	18.56	18.60
Open Circuit Voltage - V _{OC} (V)	45.1	45.3	45.5	45.7	45.9	46.1
Short Circuit Current - I _{SC} (A)	19.54	19.59	19.63	19.69	19.74	19.79
Irradiance ratio (rear/front)	10%					

Power Bifaciality: 70 \pm 5%.

ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power - P _{MAX} (Wp)	484	488	492	495	499	504
Maximum Power Voltage - V _{MPP} (V)	34.7	34.9	35.1	35.2	35.4	35.6
Maximum Power Current - I _{MPP} (A)	13.94	13.98	14.01	14.05	14.10	14.16
Open Circuit Voltage - V _{OC} (V)	42.5	42.7	42.9	43.0	43.2	43.4
Short Circuit Current - I _{SC} (A)	14.71	14.75	14.79	14.83	14.87	14.91

NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	132 cells
Module Dimensions	2384 \times 1303 \times 35 mm (93.86 \times 51.30 \times 1.38 inches)
Weight	38.7 kg (85.3 lb)
Front Glass	2.0 mm (0.08 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	POE/EVA
Back Glass	2.0 mm (0.08 inches), Heat Strengthened Glass (White Grid Glass)
Frame	35mm(1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm ² (0.006 inches ²), Portrait: 280/280 mm(11.02/11.02 inches) Length can be customized
Connector	MC4 EVO2 / TS4*

*Please refer to regional datasheet for specified connector.

TEMPERATURE RATINGS

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (\pm 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

MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40 \sim +85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC) 1500V DC (UL)
Max Series Fuse Rating	35A

WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty
30 year Power Warranty
2% first year degradation
0.45% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

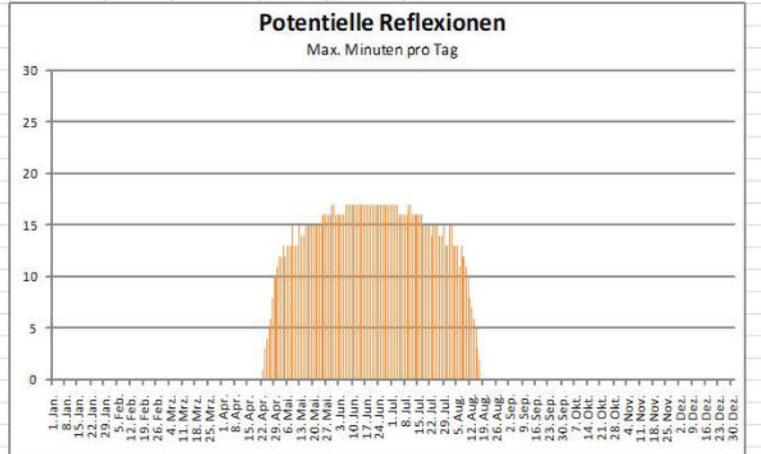
PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box: 31 pieces
Modules per 40' container: 558 pieces

	Corneal Irradiance	DNI (W/m²)	Ocular Hazard #	Reflectivity	Refinal Irradiance	Subtended Glare	Sr Altitude	Sun Azimuth	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Tag	Anzahl Minuten	Anfang	Ende	Zeitraum Start	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	Messpunkt OP 1_0
2024-04-23 19:21:00	0,015618	637,7961	2	0,384087	0,013894	0,08258	8,2	279,8	-0,975	0,169	0,143	0,975	-0,221	0,001	23. Apr.	1	19:21	19:21	26. April	15. August	17	1634	19:20	19:48	
2024-04-24 19:21:00	0,015432	640,6563	2	0,377567	0,013719	0,082627	8,5	280	-0,974	0,173	0,147	0,974	-0,227	0,002	24. Apr.	3	19:21	19:23							
2024-04-24 19:22:00	0,015985	638,8297	2	0,386122	0,01399	0,083702	8,3	280,2	-0,974	0,176	0,144	0,974	-0,227	-0,002	25. Apr.	4	19:21	19:25							
2024-04-24 19:23:00	0,015806	637,0025	2	0,394877	0,014267	0,081574	8,1	280,4	-0,974	0,179	0,142	0,974	-0,228	-0,007	26. Apr.	5	19:21	19:26							
2024-04-25 19:21:00	0,015392	643,4943	2	0,371216	0,013549	0,083314	8,7	280,3	-0,973	0,176	0,151	0,973	-0,232	0,003	27. Apr.	6	19:20	19:26							
2024-04-25 19:22:00	0,015594	641,683	2	0,379627	0,013817	0,082862	8,5	280,5	-0,972	0,179	0,149	0,972	-0,233	-0,001	28. Apr.	8	19:21	19:28							
2024-04-25 19:23:00	0,015784	639,868	2	0,388225	0,01409	0,082348	8,4	280,6	-0,972	0,183	0,146	0,972	-0,234	-0,006	29. Apr.	10	19:21	19:30							
2024-04-25 19:25:00	0,016136	636,2274	2	0,405997	0,014651	0,081164	8,1	281	-0,972	0,189	0,14	0,972	-0,235	-0,014	30. Apr.	10	19:21	19:31							
2024-04-26 19:21:00	0,015285	644,7501	2	0,365059	0,01335	0,083849	9	280,5	-0,971	0,18	0,156	0,971	-0,238	0,004	1. Mai.	11	19:21	19:32							
2024-04-26 19:22:00	0,015491	642,9455	2	0,373321	0,013614	0,083424	8,8	280,7	-0,971	0,183	0,153	0,971	-0,239	-0,001	2. Mai.	12	19:21	19:33							
2024-04-26 19:23:00	0,015688	641,1373	2	0,381766	0,013883	0,082947	8,6	280,9	-0,971	0,186	0,15	0,971	-0,239	-0,005	3. Mai.	12	19:21	19:33							
2024-04-26 19:25:00	0,016773	637,5103	2	0,399221	0,014435	0,084854	8,3	281,2	-0,971	0,193	0,145	0,971	-0,241	-0,013	4. Mai.	13	19:20	19:33							
2024-04-26 19:26:00	0,016233	635,6914	2	0,408239	0,014719	0,081254	8,2	281,4	-0,97	0,196	0,142	0,97	-0,241	-0,017	5. Mai.	12	19:21	19:33							
2024-04-27 19:20:00	0,015235	649,356	2	0,359081	0,013225	0,084266	9,2	280,7	-0,97	0,183	0,16	0,97	-0,243	0,005	6. Mai.	13	19:20	19:33							
2024-04-27 19:21:00	0,015445	647,569	2	0,367199	0,013487	0,083862	9	280,9	-0,97	0,187	0,157	0,97	-0,244	0	7. Mai.	13	19:20	19:33							
2024-04-27 19:22:00	0,015647	645,7785	2	0,375495	0,013753	0,083412	8,9	281,1	-0,97	0,19	0,154	0,97	-0,245	-0,004	8. Mai.	13	19:20	19:33							
2024-04-27 19:24:00	0,016106	642,1868	2	0,392643	0,014301	0,082708	8,6	281,4	-0,969	0,196	0,149	0,969	-0,246	-0,012	9. Mai.	15	19:20	19:34							
2024-04-27 19:25:00	0,016877	640,3856	2	0,401501	0,014583	0,084582	8,4	281,6	-0,969	0,199	0,146	0,969	-0,247	-0,016	10. Mai.	13	19:21	19:34							
2024-04-27 19:26:00	0,016398	638,5809	2	0,410555	0,01487	0,081252	8,2	281,8	-0,969	0,203	0,143	0,969	-0,247	-0,02	11. Mai.	13	19:21	19:34							
2024-04-28 19:21:00	0,016162	650,3691	2	0,361257	0,013326	0,087738	9,3	281,1	-0,968	0,19	0,161	0,968	-0,249	0,001	12. Mai.	15	19:21	19:35							
2024-04-28 19:22:00	0,015566	648,5925	2	0,369409	0,013589	0,083876	9,1	281,3	-0,968	0,193	0,159	0,968	-0,25	-0,003	13. Mai.	15	19:21	19:35							
2024-04-28 19:23:00	0,017987	646,8124	2	0,377742	0,013858	0,092179	9	281,5	-0,968	0,197	0,156	0,968	-0,251	-0,007	14. Mai.	14	19:22	19:35							
2024-04-28 19:24:00	0,015959	645,0287	2	0,386258	0,014131	0,082904	8,8	281,7	-0,968	0,2	0,153	0,968	-0,251	-0,011	15. Mai.	14	19:22	19:35							
2024-04-28 19:25:00	0,017061	643,2415	2	0,394962	0,01441	0,086128	8,6	281,8	-0,968	0,203	0,15	0,968	-0,252	-0,015	16. Mai.	15	19:22	19:36							
2024-04-28 19:26:00	0,01633	641,4508	2	0,403857	0,014693	0,081794	8,5	282	-0,967	0,206	0,147	0,967	-0,253	-0,02	17. Mai.	15	19:22	19:36							
2024-04-28 19:27:00	0,017124	639,6567	2	0,412947	0,014982	0,08373	8,3	282,2	-0,967	0,209	0,145	0,967	-0,253	-0,024	18. Mai.	15	19:22	19:36							
2024-04-28 19:28:00	0,01667	637,859	2	0,422238	0,015276	0,080516	8,2	282,4	-0,967	0,213	0,142	0,967	-0,254	-0,028	19. Mai.	15	19:22	19:36							
2024-04-29 19:21:00	0,016382	651,633	2	0,355492	0,013139	0,089569	9,5	281,3	-0,967	0,194	0,165	0,967	-0,255	0,002	20. Mai.	15	19:23	19:37							
2024-04-29 19:22:00	0,015452	649,8631	2	0,363504	0,013398	0,084341	9,4	281,5	-0,967	0,197	0,163	0,967	-0,255	-0,002	21. Mai.	15	19:23	19:37							
2024-04-29 19:23:00	0,017505	648,0896	2	0,371694	0,013663	0,09134	9,2	281,7	-0,967	0,2	0,16	0,967	-0,256	-0,006	22. Mai.	15	19:23	19:37							
2024-04-29 19:24:00	0,015852	646,3127	2	0,380063	0,013932	0,083416	9	281,9	-0,966	0,203	0,157	0,966	-0,257	-0,01	23. Mai.	15	19:23	19:37							
2024-04-29 19:25:00	0,01643	644,5322	2	0,388617	0,014207	0,084535	8,9	282,1	-0,966	0,206	0,154	0,966	-0,257	-0,014	24. Mai.	15	19:24	19:38							
2024-04-29 19:26:00	0,016229	642,7482	2	0,397358	0,014486	0,082348	8,7	282,2	-0,966	0,21	0,152	0,966	-0,258	-0,019	25. Mai.	16	19:24	19:39							
2024-04-29 19:27:00	0,016523	640,9607	2	0,406291	0,01477	0,082277	8,6	282,4	-0,966	0,213	0,149	0,966	-0,259	-0,023	26. Mai.	16	19:24	19:39							
2024-04-29 19:28:00	0,016576	639,1698	2	0,41542	0,01506	0,081117	8,4	282,6	-0,965	0,216	0,146	0,965	-0,259	-0,027	27. Mai.	16	19:24	19:39							
2024-04-29 19:29:00	0,018655	637,3754	2	0,424749	0,015355	0,087854	8,2	282,8	-0,965	0,219	0,143	0,965	-0,26	-0,031	28. Mai.	16	19:24	19:39							
2024-04-29 19:30:00	0,016875	635,5775	2	0,434282	0,015655	0,079647	8,1	283	-0,965	0,222	0,141	0,965	-0,261	-0,035	29. Mai.	16	19:24	19:39							
2024-04-30 19:21:00	0,015665	654,4147	2	0,349899	0,012987	0,087371	9,8	281,5	-0,966	0,197	0,169	0,966	-0,26	0,003	30. Mai.	17	19:24	19:40							
2024-04-30 19:22:00	0,015394	652,6586	2	0,357776	0,013244	0,084877	9,6	281,7	-0,965	0,2	0,167	0,965	-0,261	-0,001	31. Mai.	17	19:24	19:40							
2024-04-30 19:23:00	0,016873	650,8989	2	0,365827	0,013506	0,0897	9,4	281,9	-0,965	0,203	0,164	0,965	-0,261	-0,005	1. Jun.	16	19:26	19:41							
2024-04-30 19:25:00	0,016198	647,3691	2	0,382462	0,014043	0,084353	9,1	282,3	-0,965	0,21	0,158	0,965	-0,263	-0,014	2. Jun.	16	19:26	19:41							
2024-04-30 19:26:00	0,01617	645,599	2	0,391054	0,014319	0,082896	9	282,5	-0,965	0,213	0,156	0,965	-0,263	-0,018	3. Jun.	16	19:26	19:41							
2024-04-30 19:27:00	0,016351	643,8254	2	0,399834	0,014601	0,082323	8,8	282,6	-0,964	0,216	0,153	0,964	-0,264	-0,022	4. Jun.	16	19:26	19:41							
2024-04-30 19:28:00	0,016523	642,0483	2	0,408806	0,014887	0,081698	8,6	282,8	-0,964	0,219	0,15	0,964	-0,265	-0,026	5. Jun.	16	19:26	19:41							
2024-04-30 19:29:00	0,017836	640,2678	2	0,417975	0,015179	0,085614	8,5	283	-0,964	0,223	0,147	0,964	-0,265	-0,03	6. Jun.	16	19:26	19:41							
2024-04-30 19:30:00	0,016896	638,4838	2	0,427344	0,015476	0,080548	8,3	283,2	-0,963	0,226	0,145	0,963	-0,266	-0,034	7. Jun.	17	19:27	19:43							
2024-04-30 19:31:00	0,018516	636,6964	2	0,436918	0,015778	0,085528	8,2	283,4	-0,963	0,229	0,142	0,963	-0,267	-0,038	8. Jun.	17	19:27	19:43							
2024-05-01 19:21:00	0,015118	657,1786	2	0,344476	0,01284	0,085751	10	281,7	-0,964	0,2	0,173	0,964	-0,265	0,004	9. Jun.	17	19:27	19:43							
2024-05-01 19:22:00	0,015294	655,4361	2	0,352222	0,013094	0,08521	9,8	281,9	-0,964	0,204	0,171	0,964	-0,266	0	10. Jun.	17	19:27	19:43							

Potentielle Reflexionen am Messpunkt OP 1_0:
1634 Minuten pro Jahr (Summe gesamt)
1148 Minuten im Juni-September mit Sichtschutz durch Blattwerk
486 Minuten im Oktober-Mai ohne Sichtschutz durch Blattwerk
17 Minuten pro Tag (Max)

Parameter für Daten Bereinigung (Datensatz mit 1648 Einträgen):
1.: Zeitraum ab 05:40 Uhr bis Sonnenuntergang
2.: Sonnenstand über Horizont ist min. 8° (Standard: min. 10°)
3.: Dauer der Reflexion ist min. 5 Minuten pro Tag (Standard: min. 5 Minuten)



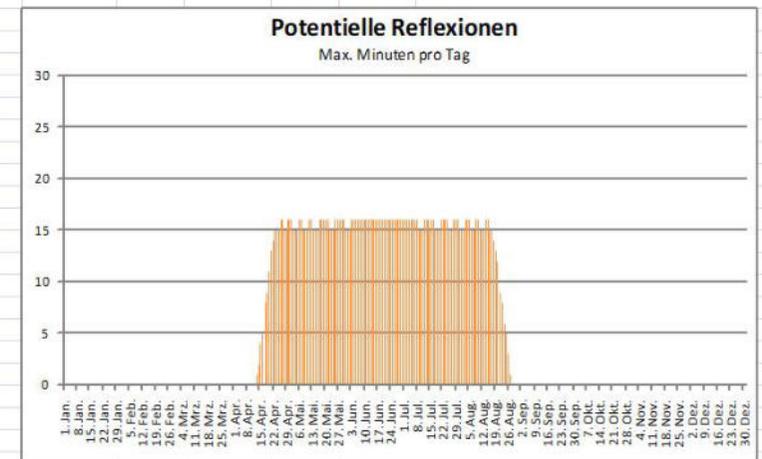
	Corneal Irradiance	DNI (W/m²)	Ocular Hazard #	Reflectivity	Reflexion Irradiance	Subtended Glare	Sr Altitude	Sun Azimuth	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Tag	Anzahl Minuten	Anfang	Ende	Zeitraum Start	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	Messpunkt OP 2_1	
2024-04-25 07:02:00	0,023673	640,7611	2	0,397014	0,014429	0,106414	8,2	79,2	0,972	0,186	0,143	-0,972	-0,234	-0,01	25. Apr.	1	07:02	07:02	29. April	11. August	16	1501	06:40	07:09		
2024-04-27 06:57:00	0,024813	637,0953	2	0,419808	0,01517	0,10624	8,1	78	0,968	0,206	0,141	-0,968	-0,248	-0,025	27. Apr.	2	06:57	06:58								
2024-04-27 06:58:00	0,021519	638,9029	2	0,410555	0,014877	0,098965	8,2	78,2	0,969	0,203	0,143	-0,969	-0,247	-0,02	28. Apr.	3	06:56	06:58								
2024-04-28 06:56:00	0,021817	638,7467	2	0,422238	0,015297	0,098105	8,2	77,6	0,967	0,213	0,142	-0,967	-0,254	-0,028	29. Apr.	5	06:54	06:58								
2024-04-28 06:57:00	0,024448	640,5427	2	0,412947	0,015003	0,106025	8,3	77,8	0,967	0,209	0,145	-0,967	-0,253	-0,024	30. Apr.	6	06:53	07:00								
2024-04-28 06:58:00	0,019238	642,3351	2	0,403857	0,014713	0,092625	8,5	78	0,967	0,206	0,147	-0,967	-0,253	-0,02	1. Mai.	7	06:51	06:57								
2024-04-29 06:54:00	0,025341	636,9988	2	0,434282	0,01569	0,105508	8,1	77	0,965	0,222	0,141	-0,965	-0,261	-0,035	2. Mai.	8	06:50	06:57								
2024-04-29 06:55:00	0,023747	638,7939	2	0,424749	0,015389	0,102848	8,2	77,2	0,965	0,219	0,143	-0,965	-0,26	-0,031	3. Mai.	10	06:48	06:57								
2024-04-29 06:56:00	0,018052	640,5856	2	0,41542	0,015093	0,086805	8,4	77,4	0,965	0,216	0,146	-0,965	-0,259	-0,027	4. Mai.	11	06:47	06:57								
2024-04-29 06:57:00	0,023951	642,3738	2	0,406291	0,014803	0,105613	8,6	77,6	0,966	0,213	0,149	-0,966	-0,259	-0,023	5. Mai.	13	06:44	06:56								
2024-04-29 06:58:00	0,016327	644,1585	2	0,397358	0,014518	0,082615	8,7	77,8	0,966	0,21	0,152	-0,966	-0,258	-0,019	6. Mai.	13	06:44	06:56								
2024-04-30 06:53:00	0,018614	638,6061	2	0,436918	0,015825	0,085681	8,2	76,6	0,963	0,229	0,142	-0,963	-0,267	-0,038	7. Mai.	13	06:44	06:56								
2024-04-30 06:54:00	0,024877	640,3898	2	0,427344	0,015522	0,105005	8,3	76,8	0,963	0,226	0,145	-0,963	-0,266	-0,034	8. Mai.	14	06:43	06:56								
2024-04-30 06:55:00	0,021187	642,1701	2	0,417975	0,015224	0,096593	8,5	77	0,964	0,223	0,147	-0,964	-0,265	-0,03	9. Mai.	15	06:43	06:57								
2024-04-30 06:56:00	0,023399	643,9469	2	0,408806	0,014931	0,103757	8,6	77,2	0,964	0,219	0,15	-0,964	-0,265	-0,026	10. Mai.	15	06:43	06:57								
2024-04-30 06:57:00	0,023421	645,7203	2	0,399834	0,014644	0,104946	8,8	77,4	0,964	0,216	0,153	-0,964	-0,264	-0,022	11. Mai.	15	06:43	06:57								
2024-04-30 07:00:00	0,022957	651,0195	2	0,374054	0,013812	0,107155	9,3	77,9	0,965	0,207	0,161	-0,965	-0,262	-0,009	12. Mai.	14	06:43	06:56								
2024-05-01 06:51:00	0,018753	638,403	2	0,449466	0,016275	0,084284	8,1	76,1	0,963	0,239	0,14	-0,961	-0,273	-0,046	13. Mai.	14	06:42	06:56								
2024-05-01 06:52:00	0,018362	640,1789	2	0,439641	0,015963	0,084165	8,2	76,2	0,961	0,235	0,143	-0,961	-0,272	-0,042	14. Mai.	14	06:42	06:56								
2024-05-01 06:53:00	0,023749	641,9514	2	0,430026	0,015657	0,101829	8,4	76,4	0,962	0,232	0,146	-0,962	-0,272	-0,038	15. Mai.	15	06:42	06:56								
2024-05-01 06:54:00	0,024293	643,7205	2	0,420615	0,015357	0,104305	8,5	76,6	0,962	0,229	0,149	-0,962	-0,271	-0,033	16. Mai.	15	06:42	06:56								
2024-05-01 06:55:00	0,023711	645,4861	2	0,411406	0,015062	0,104023	8,7	76,8	0,962	0,226	0,151	-0,962	-0,27	-0,029	17. Mai.	15	06:42	06:56								
2024-05-01 06:56:00	0,022484	647,2483	2	0,402392	0,014772	0,102036	8,9	77	0,963	0,223	0,154	-0,963	-0,27	-0,025	18. Mai.	15	06:41	06:55								
2024-05-01 06:57:00	0,022702	649,007	2	0,393572	0,014488	0,103751	9	77,2	0,963	0,22	0,157	-0,963	-0,269	-0,021	19. Mai.	15	06:41	06:55								
2024-05-02 06:50:00	0,018655	638,4001	2	0,452325	0,016378	0,083492	8,1	75,7	0,959	0,245	0,142	-0,959	-0,279	-0,049	20. Mai.	14	06:41	06:55								
2024-05-02 06:51:00	0,025772	640,1719	2	0,442456	0,016005	0,105119	8,3	75,9	0,96	0,242	0,144	-0,96	-0,278	-0,045	21. Mai.	14	06:41	06:55								
2024-05-02 06:52:00	0,020713	641,9403	2	0,432797	0,015758	0,09299	8,5	76	0,96	0,239	0,147	-0,96	-0,277	-0,041	22. Mai.	15	06:41	06:55								
2024-05-02 06:53:00	0,02156	643,7053	2	0,423344	0,015456	0,096735	8,6	76,2	0,96	0,236	0,15	-0,96	-0,277	-0,037	23. Mai.	15	06:41	06:55								
2024-05-02 06:54:00	0,02338	645,4669	2	0,414092	0,01516	0,102815	8,8	76,4	0,961	0,232	0,153	-0,961	-0,276	-0,032	24. Mai.	16	06:41	06:56								
2024-05-02 06:55:00	0,022219	647,2251	2	0,405036	0,014869	0,100937	8,9	76,6	0,961	0,229	0,155	-0,961	-0,275	-0,028	25. Mai.	16	06:41	06:56								
2024-05-02 06:56:00	0,020571	648,9798	2	0,396174	0,014583	0,097743	9,1	76,8	0,961	0,226	0,158	-0,961	-0,275	-0,024	26. Mai.	15	06:41	06:55								
2024-05-02 06:57:00	0,02142	650,7311	2	0,3875	0,014302	0,101071	9,3	77	0,961	0,223	0,161	-0,961	-0,274	-0,02	27. Mai.	14	06:41	06:55								
2024-05-03 06:48:00	0,023908	638,1653	2	0,465408	0,016846	0,097804	8,1	75,1	0,957	0,255	0,14	-0,957	-0,285	-0,056	28. Mai.	14	06:41	06:55								
2024-05-03 06:49:00	0,022856	639,9294	2	0,45528	0,016525	0,096209	8,2	75,3	0,957	0,251	0,143	-0,957	-0,284	-0,052	29. Mai.	15	06:41	06:55								
2024-05-03 06:50:00	0,02467	641,6902	2	0,445366	0,016209	0,10203	8,4	75,5	0,958	0,248	0,146	-0,958	-0,284	-0,048	30. Mai.	15	06:41	06:55								
2024-05-03 06:51:00	0,025199	643,4476	2	0,435662	0,0159	0,104415	8,5	75,7	0,958	0,245	0,148	-0,958	-0,283	-0,044	31. Mai.	16	06:40	06:55								
2024-05-03 06:52:00	0,021924	645,2016	2	0,426164	0,015595	0,097216	8,7	75,8	0,958	0,242	0,151	-0,958	-0,282	-0,04	1. Jun.	16	06:41	06:56								
2024-05-03 06:53:00	0,018041	646,9523	2	0,416867	0,015297	0,085864	8,8	76	0,959	0,239	0,154	-0,959	-0,282	-0,036	2. Jun.	16	06:41	06:56								
2024-05-03 06:54:00	0,021678	648,6995	2	0,407768	0,015003	0,098903	9	76,2	0,959	0,236	0,156	-0,959	-0,281	-0,032	3. Jun.	16	06:41	06:56								
2024-05-03 06:55:00	0,017962	650,4433	2	0,398863	0,014715	0,088168	9,2	76,4	0,959	0,232	0,159	-0,959	-0,28	-0,027	4. Jun.	16	06:41	06:56								
2024-05-03 06:56:00	0,017516	652,1837	2	0,390146	0,014432	0,087788	9,3	76,6	0,956	0,229	0,162	-0,956	-0,28	-0,023	5. Jun.	15	06:41	06:55								
2024-05-03 06:57:00	0,017687	653,9206	2	0,381616	0,014154	0,089713	9,5	76,7	0,96	0,226	0,165	-0,96	-0,279	-0,019	6. Jun.	15	06:41	06:55								
2024-05-04 06:47:00	0,017827	638,1286	2	0,46851	0,016957	0,077874	8,1	74,7	0,955	0,261	0,141	-0,955	-0,291	-0,06	7. Jun.	15	06:42	06:56								
2024-05-04 06:48:00	0,018952	639,8888	2	0,458334	0,016634	0,083507	8,3	74,9	0,955	0,258	0,144	-0,955	-0,29	-0,055	8. Jun.	15	06:42	06:56								
2024-05-04 06:49:00	0,022881	641,6456	2	0,448373	0,016318	0,097079	8,4	75,1	0,956	0,255	0,147	-0,956	-0,289	-0,051	9. Jun.	15	06:42	06:56								
2024-05-04 06:50:00	0,022316	643,3991	2	0,438623	0,016006	0,096703	8,6	75,3	0,956	0,251	0,149	-0,956	-0,289	-0,047	10. Jun.	15	06:42	06:56								
2024-05-04 06:51:00	0,02436	645,1492	2	0,429078	0,015701	0,103169	8,7	75,5	0,957	0,248	0,152	-0,957	-0,288	-0,043	11. Jun.	15	06:42	06:56								
2024-05-04 06:52:00	0,018231	646,8959	2	0,419736	0,0154	0,086116	8,9	75,6	0,957	0,245	0,155	-0,957	-0,287	-0,039	12. Jun.	16	06:42	06:57								
2024-05-04 06:53:00	0,024678	648,6393	2	0,410592	0,015106	0,106169	9,1	75,8	0,957	0,242	0,158	-0,957	-0,287	-0,035	13. Jun.	16	06:42	06:57								

Potentielle Reflexionen am Messpunkt OP 2_1:
 1501 Minuten pro Jahr (Summe gesamt)
 1060 Minuten im Juni-September mit Sichtschutz durch Blattwerk
 441 Minuten im Oktober-Mai ohne Sichtschutz durch Blattwerk
 16 Minuten pro Tag (Max)

Parameter für Daten Bereinigung (Datensatz mit 1518 Einträgen):
 1.: Zeitraum ab 0

	Cornel Irradiance	DNI (W/m²)	Ocular Hazard #	Reflectivity	Refinal Irradiance	Subtended Glare	Sr Altitude	Sun Azimuth	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Anzahl Tag	Anzahl Minuten	Anfang	Ende
2024-04-13 07:23:00	0,012661	640,5473	2	0,320101	0,011629	0,080351	8,1	85,5	0,987	0,077	0,141	-0,987	-0,15	0,059	13.	1	07:23	07:23
2024-04-14 07:21:00	0,011266	640,5808	2	0,328834	0,011947	0,069881	8,1	84,9	0,986	0,088	0,141	-0,986	-0,157	0,051	14.	2	07:21	07:22
2024-04-14 07:22:00	0,012215	642,4796	2	0,321432	0,011713	0,077295	8,2	85,1	0,986	0,084	0,143	-0,986	-0,157	0,056	15.	4	07:19	07:22
2024-04-15 07:19:00	0,011313	638,9409	2	0,337829	0,012243	0,068339	8	84,3	0,985	0,098	0,14	-0,985	-0,165	0,044	16.	5	07:18	07:21
2024-04-15 07:20:00	0,011206	640,8383	2	0,330234	0,012003	0,069125	8,2	84,5	0,985	0,095	0,142	-0,985	-0,164	0,048	17.	7	07:15	07:21
2024-04-15 07:21:00	0,011313	642,7319	2	0,322808	0,011768	0,071331	8,4	84,7	0,985	0,092	0,145	-0,985	-0,164	0,052	18.	8	07:13	07:20
2024-04-15 07:22:00	0,012244	644,6215	2	0,315546	0,011537	0,078546	8,5	84,9	0,985	0,089	0,148	-0,985	-0,163	0,057	19.	9	07:12	07:20
2024-04-16 07:18:00	0,011368	640,8464	2	0,3393	0,012333	0,068155	8,1	83,9	0,984	0,106	0,142	-0,984	-0,172	0,041	20.	11	07:10	07:20
2024-04-16 07:19:00	0,011233	642,7306	2	0,33168	0,012091	0,068752	8,3	84,1	0,984	0,102	0,144	-0,984	-0,171	0,045	21.	13	07:08	07:20
2024-04-16 07:20:00	0,011134	644,6109	2	0,324229	0,011854	0,069581	8,5	84,2	0,984	0,099	0,147	-0,984	-0,171	0,049	22.	14	07:06	07:20
2024-04-16 07:21:00	0,011521	646,4874	2	0,316944	0,011622	0,073612	8,6	84,4	0,984	0,096	0,15	-0,984	-0,17	0,053	23.	15	07:04	07:18
2024-04-16 07:22:00	0,01227	648,36	2	0,30982	0,011393	0,079588	8,8	84,6	0,984	0,093	0,153	-0,984	-0,169	0,057	24.	15	07:04	07:18
2024-04-17 07:15:00	0,011538	638,9628	2	0,348637	0,012635	0,067432	8,1	83,3	0,983	0,116	0,141	-0,983	-0,179	0,033	25.	15	07:04	07:18
2024-04-17 07:16:00	0,011394	640,8417	2	0,340819	0,012388	0,067985	8,2	83,4	0,983	0,113	0,143	-0,983	-0,179	0,037	26.	15	07:03	07:18
2024-04-17 07:17:00	0,011253	642,7167	2	0,333174	0,012145	0,068545	8,4	83,6	0,983	0,11	0,146	-0,983	-0,178	0,041	27.	15	07:02	07:17
2024-04-17 07:18:00	0,011123	644,5879	2	0,325699	0,011907	0,069165	8,6	83,8	0,983	0,107	0,149	-0,983	-0,177	0,046	28.	15	07:02	07:16
2024-04-17 07:19:00	0,011035	646,4552	2	0,318388	0,011674	0,07006	8,7	84	0,983	0,103	0,152	-0,983	-0,177	0,05	29.	15	07:02	07:16
2024-04-17 07:20:00	0,011639	648,3187	2	0,311239	0,011445	0,075477	8,9	84,2	0,983	0,1	0,155	-0,983	-0,176	0,054	30.	15	07:01	07:16
2024-04-17 07:21:00	0,01223	650,1783	2	0,304249	0,01122	0,080437	9,1	84,4	0,983	0,097	0,158	-0,983	-0,175	0,058	1.	16	07:01	07:16
2024-04-18 07:13:00	0,011745	638,9542	2	0,358254	0,012983	0,066712	8	82,6	0,982	0,127	0,14	-0,982	-0,187	0,026	2.	16	07:01	07:16
2024-04-18 07:14:00	0,011603	640,824	2	0,350234	0,01273	0,06729	8,2	82,8	0,982	0,124	0,142	-0,982	-0,186	0,03	3.	16	07:01	07:15
2024-04-18 07:15:00	0,011458	642,6899	2	0,342389	0,012481	0,06784	8,4	83	0,982	0,12	0,145	-0,982	-0,186	0,034	4.	16	07:01	07:15
2024-04-18 07:16:00	0,011313	644,5521	2	0,334718	0,012237	0,068383	8,5	83,2	0,982	0,117	0,148	-0,982	-0,185	0,038	5.	16	07:00	07:14
2024-04-18 07:17:00	0,011173	646,4104	2	0,327217	0,011997	0,068935	8,7	83,4	0,982	0,114	0,151	-0,982	-0,184	0,042	6.	16	06:59	07:14
2024-04-18 07:18:00	0,01105	648,2649	2	0,319881	0,011762	0,069602	8,8	83,6	0,982	0,111	0,154	-0,982	-0,184	0,047	7.	16	06:59	07:14
2024-04-18 07:19:00	0,010974	650,1156	2	0,312707	0,011531	0,070578	9	83,8	0,982	0,107	0,157	-0,982	-0,183	0,051	8.	16	06:59	07:13
2024-04-18 07:20:00	0,011744	651,9624	2	0,305692	0,011304	0,077021	9,2	83,9	0,982	0,104	0,159	-0,982	-0,182	0,055	9.	16	06:59	07:13
2024-04-19 07:12:00	0,011784	639,1605	2	0,359931	0,013048	0,065881	8,1	82,2	0,981	0,134	0,141	-0,981	-0,194	0,022	10.	16	06:59	07:13
2024-04-19 07:13:00	0,011639	641,0253	2	0,351882	0,012794	0,067144	8,3	82,4	0,981	0,131	0,144	-0,981	-0,193	0,026	11.	16	06:58	07:13
2024-04-19 07:14:00	0,011495	642,8863	2	0,344011	0,012544	0,067706	8,5	82,6	0,981	0,128	0,147	-0,981	-0,192	0,031	12.	16	06:58	07:13
2024-04-19 07:15:00	0,01135	644,7436	2	0,336314	0,012299	0,068241	8,6	82,8	0,981	0,124	0,15	-0,981	-0,192	0,035	13.	16	06:58	07:13
2024-04-19 07:16:00	0,011206	646,597	2	0,328786	0,012058	0,068779	8,8	83	0,981	0,121	0,153	-0,981	-0,191	0,039	14.	16	06:58	07:12
2024-04-19 07:17:00	0,011067	648,4466	2	0,321424	0,011822	0,06933	8,9	83,1	0,981	0,118	0,156	-0,981	-0,19	0,043	15.	16	06:58	07:12
2024-04-19 07:18:00	0,010951	650,2924	2	0,314224	0,01159	0,070033	9,1	83,3	0,981	0,115	0,158	-0,981	-0,19	0,048	16.	16	06:58	07:12
2024-04-19 07:19:00	0,010908	652,1344	2	0,307183	0,011362	0,071229	9,3	83,5	0,981	0,111	0,161	-0,981	-0,189	0,052	17.	16	06:57	07:12
2024-04-19 07:20:00	0,010783	653,9726	2	0,300298	0,011139	0,078317	9,4	83,7	0,981	0,108	0,164	-0,981	-0,188	0,056	18.	16	06:57	07:12
2024-04-20 07:10:00	0,012166	639,1236	2	0,369919	0,01341	0,066933	8,1	81,6	0,979	0,144	0,14	-0,979	-0,201	0,015	19.	16	06:57	07:12
2024-04-20 07:11:00	0,01198	640,9795	2	0,361662	0,013148	0,067266	8,2	81,8	0,98	0,141	0,143	-0,98	-0,2	0,019	20.	16	06:57	07:12
2024-04-20 07:12:00	0,011709	642,8316	2	0,353586	0,012892	0,067018	8,4	82	0,98	0,138	0,146	-0,98	-0,2	0,023	21.	16	06:57	07:12
2024-04-20 07:13:00	0,011563	644,68	2	0,345687	0,01264	0,067568	8,6	82,2	0,98	0,135	0,149	-0,98	-0,199	0,027	22.	16	06:57	07:11
2024-04-20 07:14:00	0,011418	646,5246	2	0,337962	0,012393	0,068113	8,7	82,4	0,98	0,131	0,152	-0,98	-0,198	0,032	23.	16	06:57	07:11
2024-04-20 07:15:00	0,011272	648,3654	2	0,330407	0,01215	0,068664	8,9	82,5	0,98	0,128	0,154	-0,98	-0,198	0,036	24.	16	06:58	07:12
2024-04-20 07:16:00	0,011128	650,2025	2	0,323018	0,011912	0,06917	9	82,7	0,98	0,125	0,157	-0,98	-0,197	0,04	25.	16	06:57	07:12
2024-04-20 07:17:00	0,01099	652,0358	2	0,315792	0,011679	0,069721	9,2	82,9	0,98	0,122	0,16	-0,98	-0,196	0,044	26.	16	06:57	07:12
2024-04-20 07:18:00	0,01088	653,8653	2	0,308725	0,011449	0,070461	9,4	83,1	0,979	0,119	0,163	-0,979	-0,196	0,049	27.	16	06:57	07:12
2024-04-20 07:19:00	0,010981	655,6909	2	0,301813	0,011224	0,072634	9,5	83,3	0,979	0,115	0,166	-0,979	-0,195	0,053	28.	16	06:57	07:12
2024-04-20 07:20:00	0,011821	657,5127	2	0,295055	0,011003	0,07941	9,7	83,5	0,979	0,112	0,168	-0,979	-0,194	0,057	29.	16	06:57	07:12
2024-04-21 07:08:00	0,01221	639,0727	2	0,380209	0,013781	0,065098	8	81	0,978	0,155	0,139	-0,978	-0,208	0,007	30.	16	06:57	07:12
2024-04-21 07:09:00	0,012561	640,9198	2	0,371737	0,013513	0,068793	8,2	81,2	0,978	0,152	0,142	-0,978	-0,207	0,012	31.	16	06:57	07:11

Zeitraum Start	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	Messpunkt OP 3_2
16. April	25. August	16	1974	06:57	07:25	
<p>Potentielle Reflexionen am Messpunkt OP 3_2:</p> <p>1974 Minuten pro Jahr (Summe gesamt)</p> <p>1302 Minuten im Juni-September mit Sichtschutz durch Blattwerk</p> <p>672 Minuten im Oktober-Mai ohne Sichtschutz durch Blattwerk</p> <p>16 Minuten pro Tag (Max)</p> <p>Parameter für Daten Bereinigung (Datensatz mit 1986 Einträgen):</p> <p>1.: Zeitraum ab 05:40 Uhr bis Sonnenuntergang</p> <p>2.: Sonnenstand über Horizont ist min. 8° (Standard: min. 10°)</p> <p>3.: Dauer der Reflexion ist min. 5 Minuten pro Tag (Standard: min. 5 Minuten)</p>						



	Corneal Irradiance	DNI (W/m²)	Ocular Hazard #	Reflectivity γ	Reflexion Irradiance	Subtended Glare	Sr Altitude	Sun Azimuth	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Tag	Anzahl Minuten	Anfang	Ende	Zeitraum Start	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	Messpunkt OP 4_3	
2024-04-21 19:20:00	0,009468	635,5226	2	0,380209	0,013705	0,044458	8	279	-0,978	0,155	0,139	0,978	-0,208	0,007	21. Apr.	1	19:20	19:20	25. April	17. August	16	1610	19:19	19:48	Potentielle Reflexionen am Messpunkt OP 4_3: 1610 Minuten pro Jahr (Summe gesamt) 1088 Minuten im Juni-September mit Sichtschutz durch Blattwerk 522 Minuten im Oktober-Mai ohne Sichtschutz durch Blattwerk 16 Minuten pro Tag (Max) Parameter für Daten Bereinigung (Datensatz mit 1625 Einträgen): 1.: Zeitraum ab 05:40 Uhr bis Sonnenuntergang 2.: Sonnenstand über Horizont ist min. 8° (Standard: min. 10°) 3.: Dauer der Reflexion ist min. 5 Minuten pro Tag (Standard: min. 5 Minuten)	
2024-04-22 19:19:00	0,009429	640,2293	2	0,373614	0,013567	0,044982	8,3	279,2	-0,977	0,159	0,144	0,977	-0,214	0,008	22. Apr.	2	19:19	19:20								
2024-04-22 19:20:00	0,00959	638,3897	2	0,382116	0,013836	0,044746	8,1	279,4	-0,977	0,162	0,141	0,977	-0,215	0,004	23. Apr.	4	19:19	19:22								
2024-04-23 19:19:00	0,009339	641,4652	2	0,367207	0,01336	0,045497	8,5	279,5	-0,976	0,162	0,148	0,976	-0,22	0,009	24. Apr.	4	19:20	19:23								
2024-04-23 19:20:00	0,009464	639,6325	2	0,375554	0,013625	0,044934	8,4	279,6	-0,975	0,166	0,146	0,975	-0,22	0,005	25. Apr.	6	19:20	19:25								
2024-04-23 19:21:00	0,010062	637,7951	2	0,384087	0,013894	0,048565	8,2	279,8	-0,975	0,169	0,143	0,975	-0,221	0,001	26. Apr.	7	19:20	19:26								
2024-04-23 19:22:00	0,009696	635,9561	2	0,39281	0,014169	0,043622	8	280	-0,975	0,172	0,14	0,975	-0,222	-0,003	27. Apr.	8	19:19	19:27								
2024-04-24 19:20:00	0,009395	642,4773	2	0,369179	0,013453	0,045411	8,6	279,9	-0,974	0,169	0,15	0,974	-0,226	0,006	28. Apr.	10	19:19	19:28								
2024-04-24 19:21:00	0,009867	640,6553	2	0,377557	0,013719	0,047974	8,5	280	-0,974	0,173	0,147	0,974	-0,227	0,002	29. Apr.	11	19:20	19:30								
2024-04-24 19:22:00	0,009635	638,8297	2	0,386122	0,01399	0,044179	8,3	280,2	-0,974	0,176	0,144	0,974	-0,227	-0,002	30. Apr.	12	19:20	19:31								
2024-04-24 19:23:00	0,009752	637,0005	2	0,394877	0,014267	0,043517	8,1	280,4	-0,974	0,179	0,142	0,974	-0,228	-0,007	1. Mai.	14	19:20	19:33								
2024-04-25 19:20:00	0,009331	645,3021	2	0,362987	0,013285	0,045903	8,9	280,1	-0,973	0,173	0,154	0,973	-0,232	0,007	2. Mai.	15	19:20	19:34								
2024-04-25 19:21:00	0,009553	643,4943	2	0,371216	0,013549	0,047155	8,7	280,3	-0,973	0,176	0,151	0,973	-0,232	0,003	3. Mai.	15	19:20	19:34								
2024-04-25 19:22:00	0,009573	641,683	2	0,379627	0,013817	0,044712	8,5	280,5	-0,972	0,179	0,149	0,972	-0,233	-0,001	4. Mai.	15	19:21	19:35								
2024-04-25 19:23:00	0,009691	639,868	2	0,388225	0,01409	0,044073	8,4	280,6	-0,972	0,183	0,146	0,972	-0,234	-0,006	5. Mai.	15	19:20	19:34								
2024-04-25 19:24:00	0,009809	638,0495	2	0,397014	0,014368	0,043409	8,2	280,8	-0,972	0,186	0,143	0,972	-0,234	-0,01	6. Mai.	15	19:20	19:34								
2024-04-25 19:25:00	0,009924	636,2274	2	0,405997	0,014651	0,042711	8,1	281	-0,972	0,189	0,14	0,972	-0,235	-0,014	7. Mai.	15	19:20	19:34								
2024-04-26 19:20:00	0,009243	646,5511	2	0,356976	0,013091	0,046374	9,1	280,3	-0,971	0,177	0,158	0,971	-0,237	0,008	8. Mai.	15	19:20	19:34								
2024-04-26 19:21:00	0,009462	644,7501	2	0,365059	0,01335	0,046704	9	280,5	-0,971	0,18	0,156	0,971	-0,238	0,004	9. Mai.	15	19:21	19:35								
2024-04-26 19:22:00	0,009493	642,9455	2	0,373321	0,013614	0,045274	8,8	280,7	-0,971	0,183	0,153	0,971	-0,239	-0,001	10. Mai.	15	19:21	19:35								
2024-04-26 19:23:00	0,009606	641,1373	2	0,381766	0,013883	0,044601	8,6	280,9	-0,971	0,186	0,15	0,971	-0,239	-0,005	11. Mai.	15	19:21	19:35								
2024-04-26 19:24:00	0,009725	639,3256	2	0,390398	0,014156	0,043957	8,5	281	-0,971	0,189	0,147	0,971	-0,24	-0,009	12. Mai.	15	19:21	19:35								
2024-04-26 19:25:00	0,009841	637,5103	2	0,399221	0,014435	0,043286	8,3	281,2	-0,971	0,193	0,145	0,971	-0,241	-0,013	13. Mai.	15	19:21	19:35								
2024-04-26 19:26:00	0,009956	635,6914	2	0,408239	0,014719	0,042582	8,2	281,4	-0,97	0,196	0,142	0,97	-0,241	-0,017	14. Mai.	16	19:21	19:36								
2024-04-27 19:19:00	0,009204	651,1394	2	0,35114	0,012968	0,046821	9,4	280,5	-0,97	0,18	0,163	0,97	-0,243	0,009	15. Mai.	15	19:22	19:36								
2024-04-27 19:20:00	0,009388	649,356	2	0,359081	0,013225	0,046833	9,2	280,7	-0,97	0,183	0,16	0,97	-0,243	0,005	16. Mai.	15	19:22	19:36								
2024-04-27 19:22:00	0,009571	645,7785	2	0,375495	0,013753	0,045101	8,9	281,1	-0,97	0,19	0,154	0,97	-0,245	-0,004	17. Mai.	15	19:22	19:36								
2024-04-27 19:23:00	0,009691	643,9844	2	0,383975	0,014025	0,044477	8,7	281,3	-0,969	0,193	0,152	0,969	-0,245	-0,008	18. Mai.	15	19:22	19:36								
2024-04-27 19:24:00	0,00981	642,1868	2	0,392643	0,014301	0,043831	8,6	281,4	-0,969	0,196	0,149	0,969	-0,246	-0,012	19. Mai.	15	19:22	19:36								
2024-04-27 19:25:00	0,009927	640,3856	2	0,401501	0,014583	0,043151	8,4	281,6	-0,969	0,199	0,146	0,969	-0,247	-0,016	20. Mai.	16	19:22	19:37								
2024-04-27 19:26:00	0,010042	638,5809	2	0,410555	0,01487	0,042441	8,2	281,8	-0,969	0,203	0,143	0,969	-0,247	-0,02	21. Mai.	16	19:22	19:37								
2024-04-27 19:27:00	0,010154	636,7727	2	0,419808	0,015162	0,041694	8,1	282	-0,968	0,206	0,141	0,968	-0,248	-0,025	22. Mai.	15	19:23	19:37								
2024-04-28 19:19:00	0,009138	653,9116	2	0,345476	0,012813	0,047246	9,6	280,7	-0,969	0,184	0,167	0,969	-0,248	0,01	23. Mai.	15	19:23	19:37								
2024-04-28 19:20:00	0,009297	652,1421	2	0,35328	0,013067	0,047035	9,4	280,9	-0,969	0,187	0,164	0,969	-0,249	0,005	24. Mai.	15	19:24	19:38								
2024-04-28 19:21:00	0,009431	650,3691	2	0,361257	0,013326	0,046286	9,3	281,1	-0,968	0,19	0,161	0,968	-0,249	0,001	25. Mai.	15	19:24	19:38								
2024-04-28 19:22:00	0,009508	648,5925	2	0,369409	0,013589	0,045576	9,1	281,3	-0,968	0,193	0,159	0,968	-0,25	-0,003	26. Mai.	15	19:24	19:38								
2024-04-28 19:23:00	0,00963	646,8124	2	0,377742	0,013858	0,044971	9	281,5	-0,968	0,197	0,156	0,968	-0,251	-0,007	27. Mai.	15	19:24	19:38								
2024-04-28 19:24:00	0,00975	645,0287	2	0,386258	0,014131	0,044345	8,8	281,7	-0,968	0,2	0,153	0,968	-0,251	-0,011	28. Mai.	16	19:24	19:39								
2024-04-28 19:25:00	0,009869	643,2415	2	0,394962	0,01441	0,043689	8,6	281,8	-0,968	0,203	0,15	0,968	-0,252	-0,015	29. Mai.	15	19:25	19:39								
2024-04-28 19:26:00	0,009986	641,4508	2	0,403857	0,014693	0,043004	8,5	282	-0,967	0,206	0,147	0,967	-0,253	-0,02	30. Mai.	15	19:25	19:39								
2024-04-28 19:27:00	0,0101	639,6567	2	0,412947	0,014982	0,042286	8,3	282,2	-0,967	0,209	0,145	0,967	-0,253	-0,024	31. Mai.	15	19:25	19:39								
2024-04-28 19:28:00	0,010212	637,859	2	0,422238	0,015276	0,041533	8,2	282,4	-0,967	0,213	0,142	0,967	-0,254	-0,028	1. Jun.	15	19:26	19:40								
2024-04-29 19:20:00	0,009191	653,3994	2	0,347651	0,012884	0,047265	9,7	281,1	-0,967	0,191	0,168	0,967	-0,254	0,006	2. Jun.	15	19:26	19:40								
2024-04-29 19:21:00	0,00931	651,633	2	0,355492	0,013139	0,048522	9,5	281,3	-0,967	0,194	0,165	0,967	-0,255	0,002	3. Jun.	15	19:26	19:40								
2024-04-29 19:22:00	0,009423	649,8631	2	0,363504	0,013398	0,046026	9,4	281,5	-0,967	0,197	0,163	0,967	-0,255	-0,002	4. Jun.	15	19:26	19:40								
2024-04-29 19:23:00	0,009545	648,0896	2	0,371694	0,013663	0,045439	9,2	281,7	-0,967	0,2	0,16	0,967	-0,256	-0,006	5. Jun.	15	19:26	19:40								
2024-04-29 19:24:00	0,009666	646,3127	2	0,380003	0,013932	0,044832	9	281,9	-0,966	0,203	0,157	0,966	-0,257	-0,01	6. Jun.	15	19:26	19:40								
2024-04-29 19:25:00	0,009786	644,5322	2	0,388617	0,014207	0,044198	8,9	282,1	-0,966	0,206	0,154	0,966	-0,257	-0,014	7. Jun.	15	19:27	19:41								
2024-04-29 19:26:00	0,009904	642,7482	2	0,397358	0,014486	0,043537	8,7	282,2	-0,966	0,21	0,152	0,966	-0,258	-0,019	8. Jun.	15	19:27	19:41								

