

Blendgutachten Solarpark Präsen

**Analyse der potentiellen Blendwirkung der geplanten PV Anlage
Präsen in Brandenburg**

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.....	7
3	Ermittlung der potentiellen Blendwirkung.....	8
3.1	Rechtliche Hinweise	8
3.2	Blendwirkung von PV Modulen.....	8
3.3	Berechnung der Blendwirkung	10
3.4	Technische Parameter der PV Anlage	11
3.5	Standorte für die Analyse	12
3.6	Hinweise zum Simulationsverfahren	13
4	Ergebnisse	17
4.1	Ergebnisse am Messpunkt P1, Bahnstrecke südöstlich.....	18
4.2	Ergebnisse am Messpunkt P2, Bahnstrecke nordöstlich.....	20
4.3	Ergebnisse am Messpunkt P3, B101 östlich	22
4.4	Ergebnisse am Messpunkt P4, Straße „Am Tunnel“ südöstlich	24
4.5	Ergebnisse am Messpunkt P5, Straße „Am Tunnel“ südwestlich.....	26
4.6	Ergebnisse am Messpunkt P6, Gebäude östlich	29
5	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	30
6	Schlussbemerkung	30
7	Anhang	31 - 42

SolPEG Blendgutachten

Analyse der potentiellen Blendwirkung der geplanten PV Anlage Prösen

1 Auftrag

1.1 Beauftragung

Als unabhängiger Gutachter für Photovoltaik (PV) ist die SolPEG GmbH beauftragt, die potentielle Blendwirkung der PV Anlage „Prösen“ für die Bahnstrecke Berlin–Dresden, für Verkehrsteilnehmer sowie 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“ (2011) und im „Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG“ (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. Lichtleitlinie¹, 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 Prösen eine Blendwirkung für schutzbedürftige Zonen im Sinne der Lichtleitlinie ausgehen könnte. Dies gilt insbesondere für Bahnstrecke Berlin–Dresden sowie für Anwohner der umliegenden Gebäude.

Die zur Anwendung kommenden Berechnungs- und Beurteilungsgrundsätze resultieren im Wesentlichen aus den Empfehlungen in Anhang 2 der Lichtleitlinie 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 ist aufgrund der aktuellen Datenlage nicht erforderlich.

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

Einzelne Aspekte der Lichtleitlinie werden an entsprechender Stelle wiedergegeben, 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 im Süden der Gemeinde Röderland nahe der Ortschaft Präsen in Brandenburg. Östlich der Fläche verläuft auf ca. 850 m Länge die zweigleisige Bahnstrecke Berlin–Dresden sowie die B101. Die folgenden Informationen und Bilder geben einen Überblick über den Standort.

Tabelle 1: Informationen über den Standort

Allgemeine Beschreibung des Standortes	Ackerfläche im Norden der Gemeinde Präsen in Brandenburg. Die Fläche ist überwiegend eben.
Koordinaten	51.413°N, 13.492°O 95 m ü.N.N.
Grenzlänge entlang der Bahntrasse	ca. 850 m
Abstand zur Bahntrasse	ca. 15 m (kleinste Entfernung)
Abstand zu umliegenden Straßen	ca. 20-50 m
Entfernung zu umliegenden Gebäuden	ca. 50 m

Übersicht² über den Standort und die PV Anlage (schematisch)

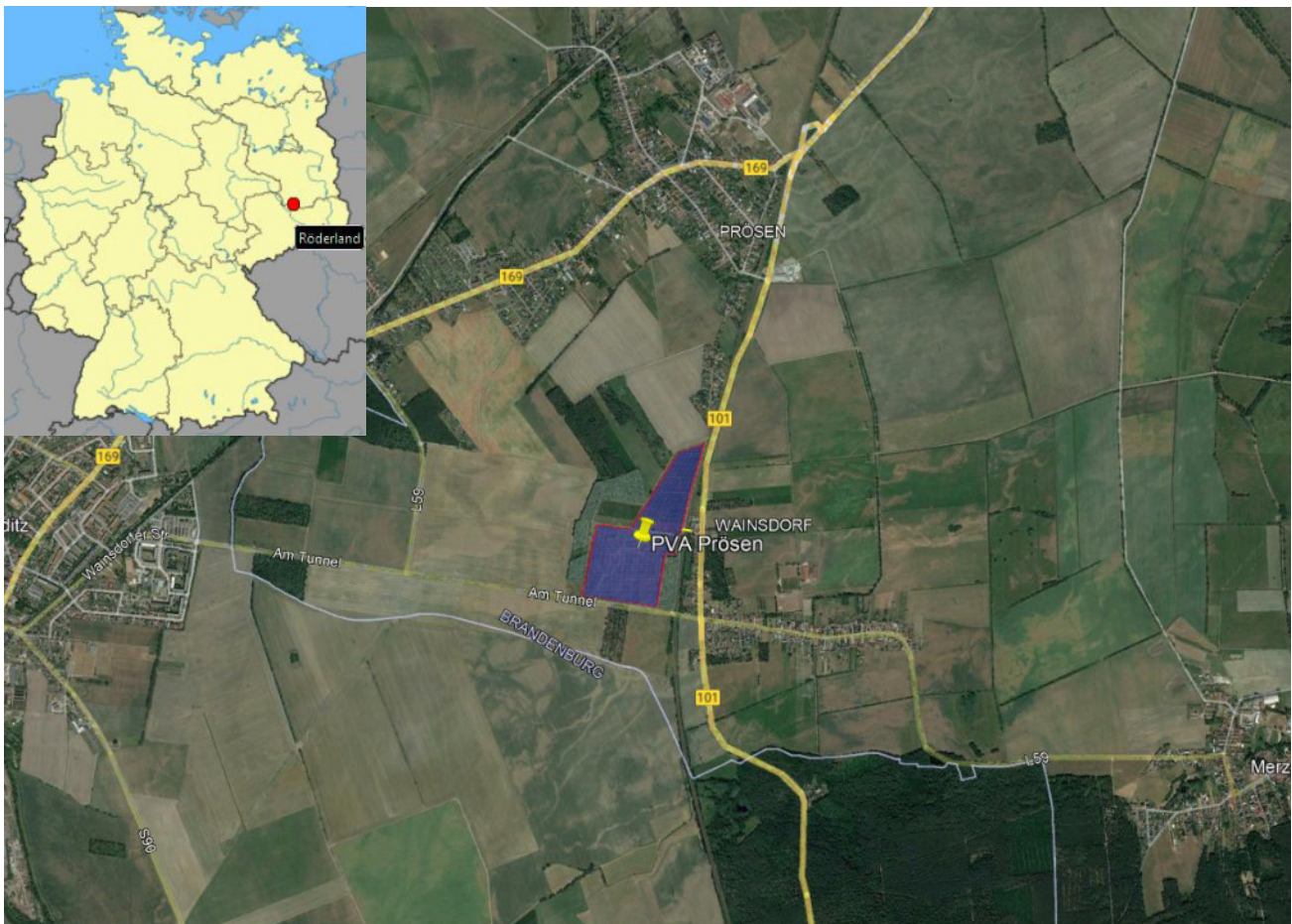


Bild 2.1.1: Luftbild mit Schema der PV Anlage (Quelle: Google Earth/SolPEG)

² Das verwendete Kartenmaterial u.a. von Google Earth (und ggf. Partnern) erfolgt im Rahmen der vereinbarten/geltenden Nutzungsbedingungen und dient lediglich zur Verdeutlichung von textlich dargestellten Inhalten. Eine kommerzielle Nutzung ist nicht beabsichtigt.

PV Anlage und Umgebung



Bild 2.1.2: PV Fläche und Umgebung (Quelle: Google Earth/SolPEG)

Detailansicht der PV Anlage



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

Fotos der PV Fläche. Blick von Süden nach Norden.



Bild 2.1.4: Foto der PV Fläche (Quelle: Google StreetView, August 2022, Ausschnitt)

Blick von Südosten nach Nordwesten.



Bild 2.1.5: Foto der PV Fläche (Quelle: Google StreetView, August 2022, Ausschnitt)

2.2 Umliegende Gebäude

Nicht alle wahrnehmbaren Reflexionen haben eine Blendwirkung zur Folge. In der Lichtleitlinie (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 umliegenden Gebäude. Aufgrund des Strahlenverlaufs gemäß Reflexionsgesetz können die Gebäude von potentiellen Reflexionen durch die PV Anlage erreicht werden. Aufgrund der Entfernung und Beschaffenheit des Geländes ist dies unwahrscheinlich. Dennoch werden die Standorte analysiert. Die Einzelergebnisse sind im Abschnitt 4 dargestellt und kommentiert.

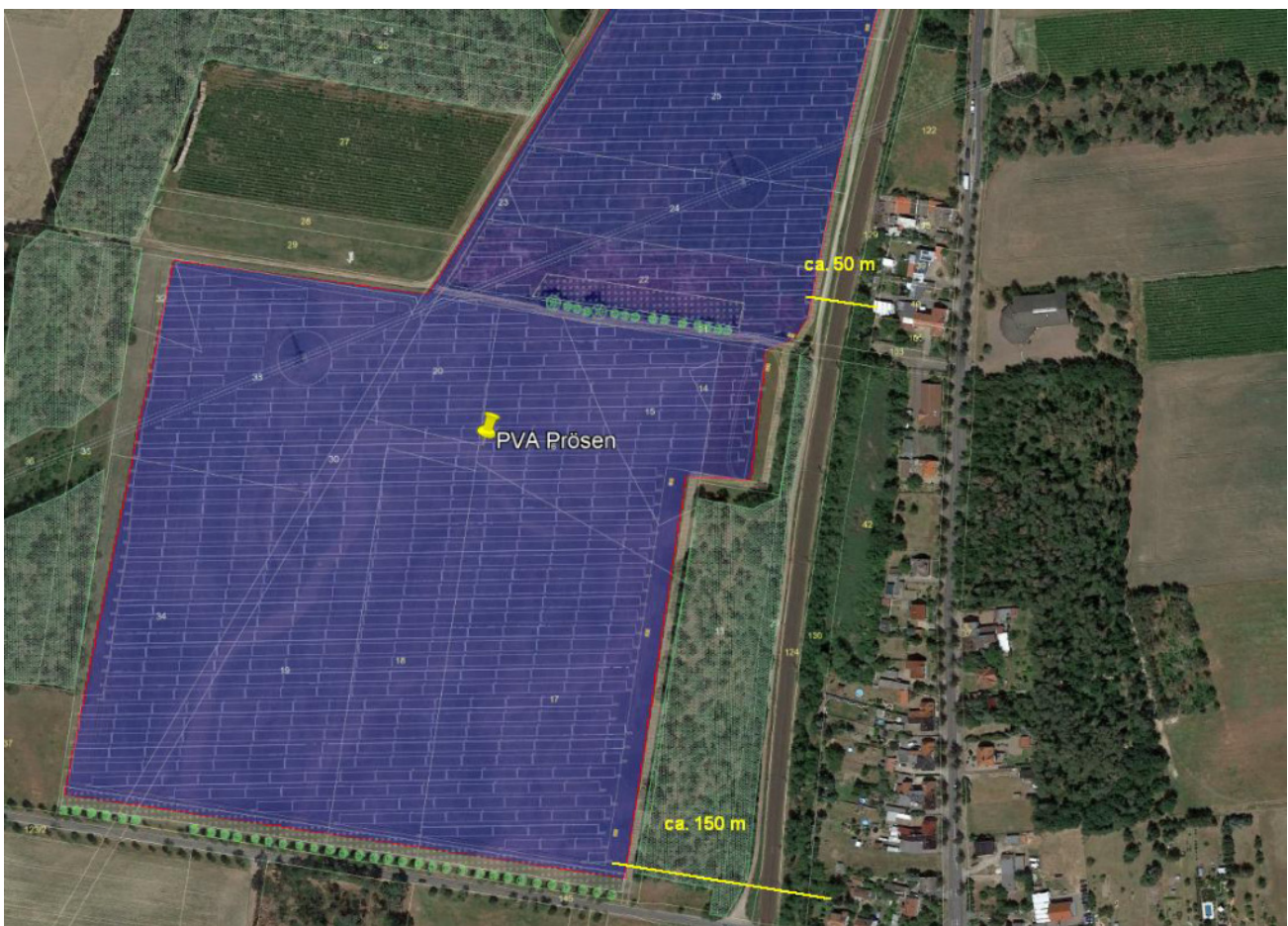


Bild 2.2.1: Östlich der PV Anlage gelegene Gebäude (Quelle: Google Earth / SolPEG)

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 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:

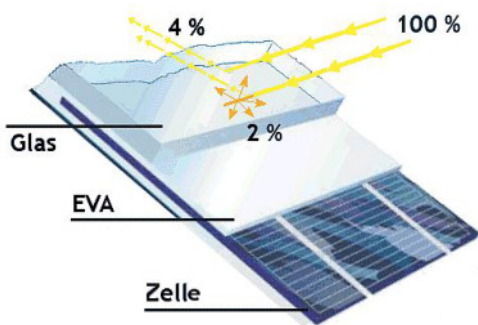


Bild 3.2.1: Anteil des reflektierten Sonnenlichtes bei einem PV Modul (Quelle: SolPEG)

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

³ <https://oberlandesgericht-braunschweig.Schleswig-Holstein.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.

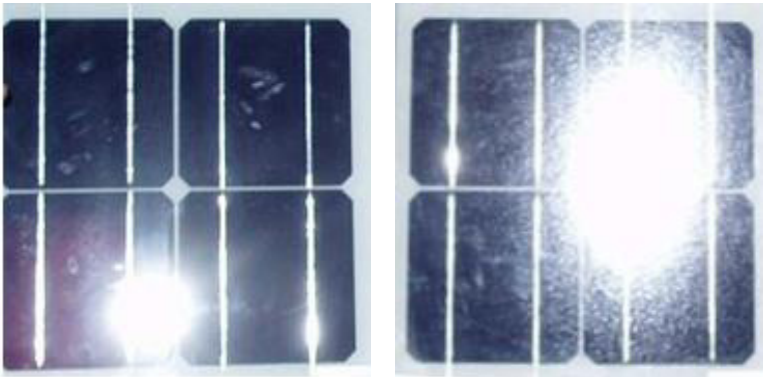


Bild 3.2.3: Diffuse Reflexion von unterschiedlichen Moduloberflächen (Quelle: Sandia National Laboratories, Ausschnitt)

Diese Eigenschaften können schematisch wie folgt dargestellt werden

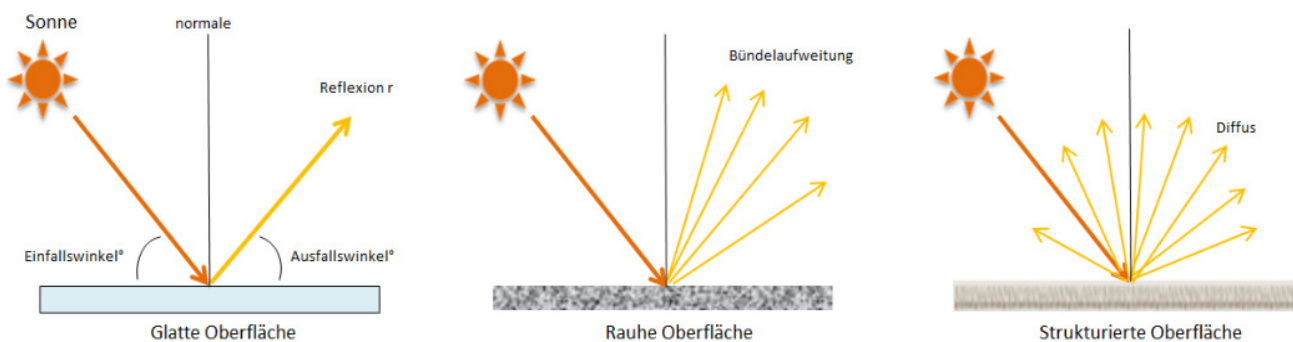


Bild 3.2.4: Reflexion von unterschiedlichen Oberflächen (Quelle: SolPEG)

Lt. Informationen des Auftraggebers sollen PV Module des Herstellers Risen 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 configuration	120 cells (6×10+6×10)
Module dimensions	2172×1303×35mm
Weight	32kg
Superstrate	High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	White Back-sheet
Frame	Anodized Aluminium Alloy type 6005-2T6, Silver Color
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, 3 Schottky bypass diodes

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 ist, kann der Winkel der Reflexion (θ_p) mit der folgenden Formel berechnet werden:

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

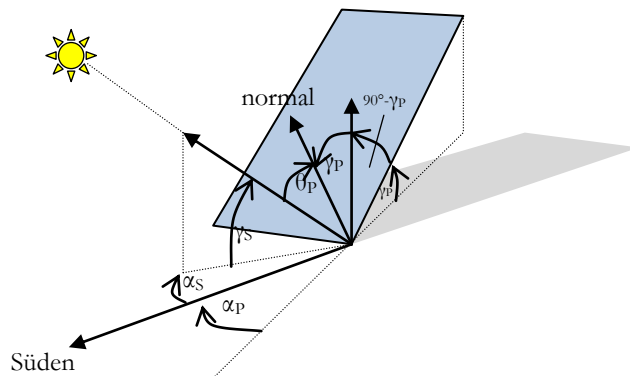


Bild 3.3.1: Schematische Darstellung der Reflexionen auf einer geneigten Fläche (Quelle: SolPEG)

Die unter **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** aufgeführten generellen Eigenschaften von PV Modulen (Glasoberfläche, Antireflexionsschicht) haben Einfluss auf den Reflexionsfaktor der Berechnung bzw. auf die 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>

3.4 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 in einem flachen Winkel auf die Moduloberfläche trifft.

Die folgende Skizze verdeutlicht die Konstruktion der Modulinstallation.

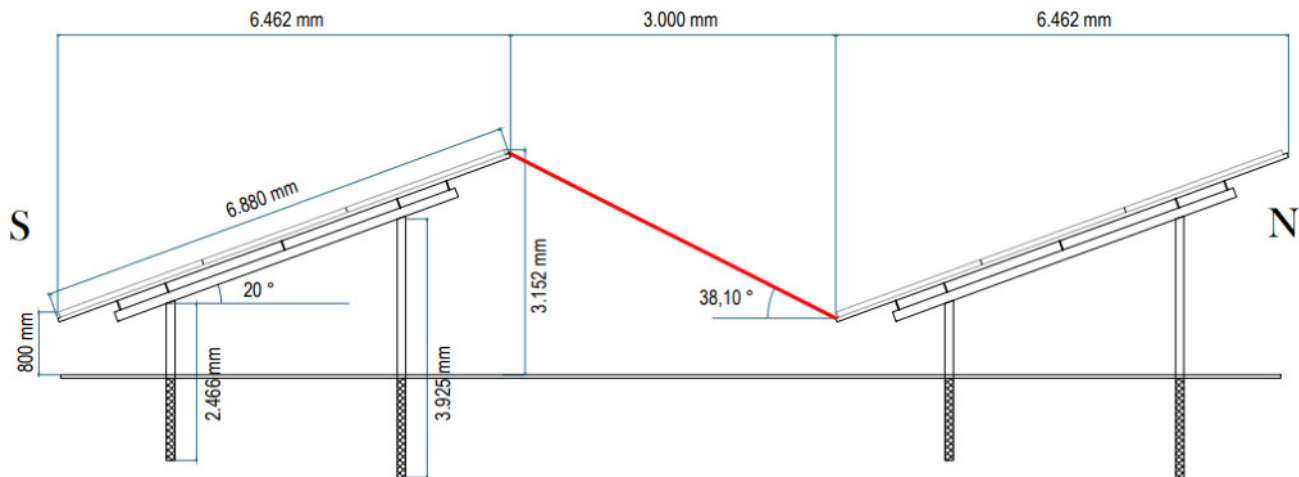


Bild 3.4.1: Skizze der Modulkonstruktion (Quelle: Planungsunterlagen)

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

Tabelle 2: Berechnungsparameter

PV Modul Hersteller	Risen (oder vergleichbar)
Moduloberfläche	Hochtransparentes Anti-Reflexions-Glas
Modulinstallation	Modultische, fest aufgeständert
Ausrichtung (Azimut)	180° (Süden)
Modulneigung	20°
Höhe der Modulfläche über Boden	ca. 0,8 m bis ca. 3,15 m
Mittlere Höhe der Modulfläche für Simulation	ca. 2 m
Anzahl Messpunkte	6 Messpunkte (siehe Skizze 3.5.1 auf Seite 12)
Sichtwinkel Zug- und Fahrzeugführer ⁷	Fahrtrichtung +/- 20°, ca. 100 m Sichtweite
Höhe Messpunkte Straße, Gebäude	2,0 m über Boden (Sitzhöhe PKW/LKW gemittelt ⁸)
Höhe Messpunkte Bahnstrecke	2,5 m

⁷ 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.

⁸ Eine Höhe von 2 m ist ein konservativer Ansatz, die mittlere Sitzhöhe der Mehrzahl der Verkehrsteilnehmer (PKW) beträgt nur ca. 1,30 m

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 nur in besonderen Fällen untersucht.

Für die Analyse einer potentiellen Blendwirkung der PV Anlage Prösen wurden insgesamt 6 Messpunkte festgelegt. Zwei Messpunkte auf der Bahnstrecke, 3 Messpunkte auf umliegenden Straßen (u.a. B101) sowie 1 Messpunkt im Bereich von umliegenden Gebäuden. Weitere Standorte an Gebäuden wurden nicht 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 gewählten Messpunkte:

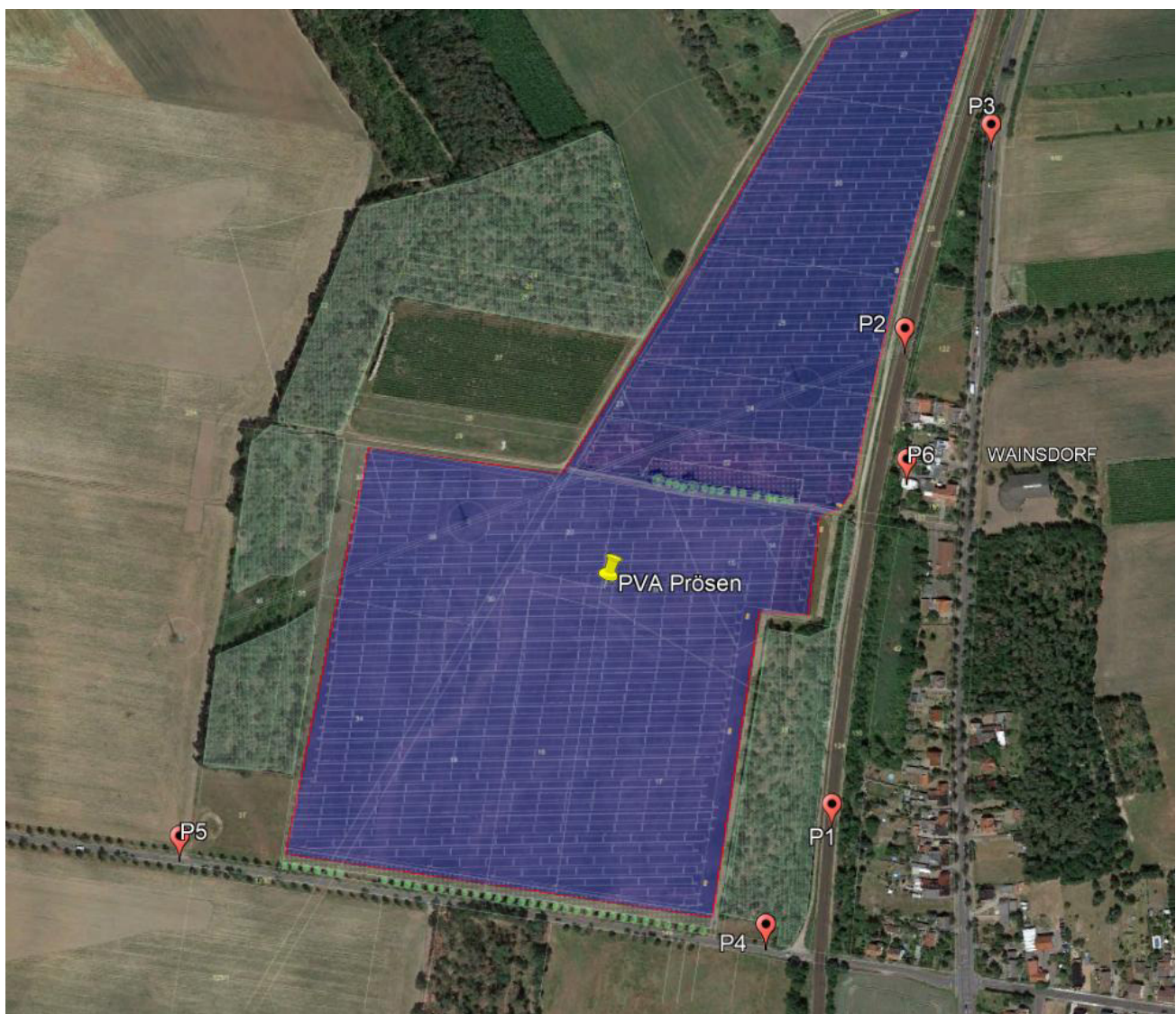


Bild 3.5.1: Übersicht über die PV Anlage und Messpunkte (Quelle: Google Earth/SolPEG)

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 Lichtleitlinie 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 Lichtleitlinie 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 Lichtleitlinie 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 Lichtleitlinie 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. Lichtleitlinie "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.

⁹ Lichtleitlinie "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. TMY¹⁰) vorhanden sind. Der Deutsche Wetterdienst DWD hat für Deutschland für das Jahr 2022 eine mittlere Wolkenbedeckung¹¹ von ca. 62,5 % 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/m² beginnt. Störungen sind z.B. Nachbilder in Form von hellen Punkten nachdem in die Sonne geschaut wurde. Auch in der LAI Lichtleitlinie 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.

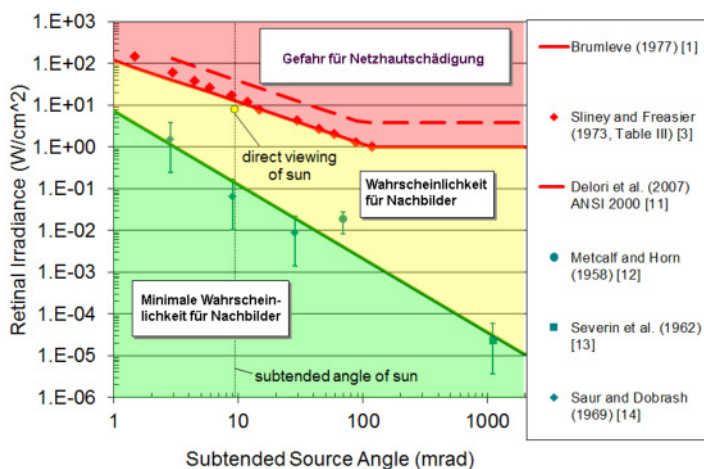


Bild 3.6.1: Kategorisierung von Reflexionen (Quelle: Sandia National Laboratories, siehe auch Diagramme im Anhang)

¹⁰ Handbuch: <https://www.nrel.gov/docs/fv08osti/43156.pdf>

¹¹ 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_2022_17.png

Sonderfall Zugführer

Das Simulationsprogramm ermittelt alle Lichtstrahlen/Reflexionen die einen Immissionsort erreichen können (360°). Das Verfahren ist rechnerisch korrekt aber es kann die Realität von bestimmten Umgebungen nicht ausreichend abbilden.

Der Arbeitsplatz des Zugführers hat ein eingeschränktes Sichtfeld u.a. um während der Fahrt Störungen aus dem seitlichen Sichtbereich zu verhindern. Die folgenden Bilder zeigen den Frontbereich von gängigen Loks bzw. Triebwagentypen.



Bild 3.6.2: Fensterfront gängiger Loktypen (Quelle: SolPEG)

Konstruktionsbedingt verfügen auch aktuelle Lokomotiven bzw. Triebwagen nur über einen eingeschränkten Sichtbereich und daher können potentielle Reflexionen den Zugführer kaum erreichen. Die o.g. Aspekte unterstützen die gängige Einschätzung, dass der Sichtbereich für Zug- und Fahrzeugführer auf +/-20° zur Fahrtrichtung als relevant festgelegt ist. Die in der Simulation berechneten Ergebnisse beziehen sich auf einen Ort im freien Raum (360° Rundumblick) und sind daher nur mit Einschränkungen verwendbar. Die folgenden Bilder zeigen beispielhaft den Führerstand gängiger Loktypen und den Sichtbereich der Zugführer.

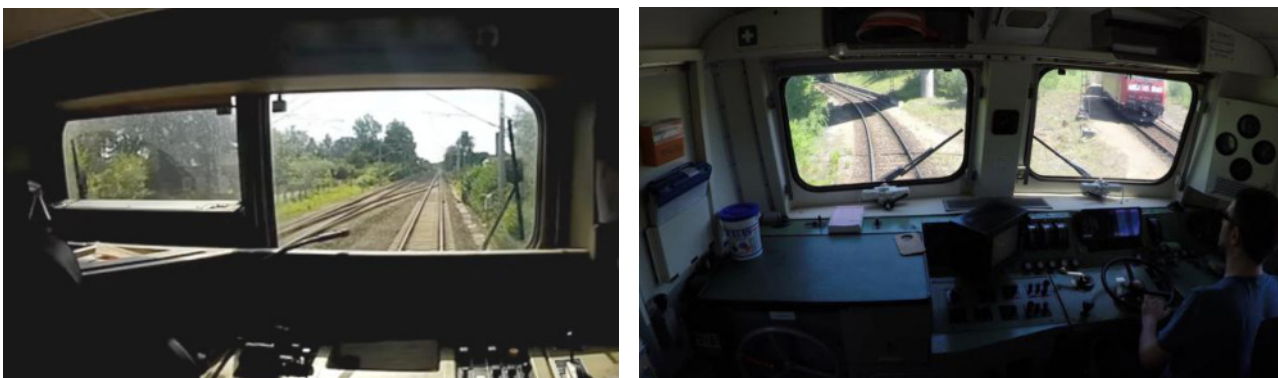


Bild 3.6.3: Blick aus dem Führerstand. Links Baureihe 143, rechts 155 (Quelle: Wikipedia, CC0 1.0 Lizenz, Ausschnitt)

Es ist im Rahmen dieser Untersuchung nicht möglich alle aktuellen bzw. auch älteren Baureihen der zum Einsatz kommenden Loktypen mit den jeweiligen Fenstergrößen, dem Sichtwinkel von Sitzplatz zu Fensteraußenkante sowie Sitzhöhe des Zugführers zu simulieren. Beispielsweise sollte die noch verwendete Baureihe 143 / 243 (RB) u.a. aufgrund der gestiegenen Sicherheitsanforderungen (Crash-Optimierung) bis 2021 gegen neuere Baureihen oder Triebwagen ersetzt werden. Aber auch hier ist die Fensterfront im Randbereich überwiegend nur unwesentlich verändert und daher sind die entsprechenden Aspekte der Simulation weiterhin anwendbar.

4 Ergebnisse

Die Berechnung der potentiellen Blendwirkung der PV Anlage Prösen wird für 6 exemplarisch gewählte Messpunkte (Immissionsorte) durchgeführt. Das Ergebnis ist die Anzahl von Minuten pro Jahr, in denen Reflexionen auftreten können und daraus resultierend ggf. eine Blendwirkung der Kategorien „Minimal“ und „Gering“.

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 LAI Lichtleitlinie 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 im „nächtlichen Zeitfenster“ von 22:00 – 06:00 Uhr auftreten würden, sind zu relativieren 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. 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
P1 Bahnstrecke südöstlich	3362 ^{WG}
P2 Bahnstrecke nordöstlich	3559 ^W
P3 B101 östlich	1935 ^{WG}
P4 Straße südöstlich	2161 ^{WG}
P5 Straße südwestlich	1077 ^W
P6 Gebäude östlich	3038 ^G

^W Aufgrund des Einfallswinkels zu vernachlässigen

^E Aufgrund der Entfernung zur Immissionsquelle zu vernachlässigen

^G Aufgrund der Geländestruktur oder Hindernissen/Sichtschutz zu vernachlässigen

4.1 Ergebnisse am Messpunkt P1, Bahnstrecke südöstlich

Im Bereich von Messpunkt P1 auf der Bahnstrecke können theoretisch Reflexionen durch die PV Anlage auftreten. Diese können zwischen dem 11. April - 01. September zwischen 17:50 - 18:32 Uhr für 5 bis max. 26 Minuten aus westlicher Richtung auftreten. Die Einfallswinkel liegen mit ca. -69° bis -94° links (westlich) zur Fahrtrichtung deutlich außerhalb des für Zugführer relevanten Blickwinkels (Fahrtrichtung $\pm 20^\circ$, ca. 100 m Sichtweite) und daher sind potentielle Reflexionen zu vernachlässigen. Eine Beeinträchtigung von Zugführern kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Die Sichtbarkeit von ggf. vorhandenen DB-Signalanlagen ist nicht beeinträchtigt.

Darüber hinaus ist aufgrund eines ausgeprägten Waldstückes kein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle vorhanden. Die rechnerisch ermittelten Ergebnisse sind in der Realität nicht anwendbar.

Zur Veranschaulichung werden dennoch in der folgenden Skizze die potentiellen Reflexionen am Messpunkt P1 auf Basis der unbereinigten Rohdaten dargestellt.

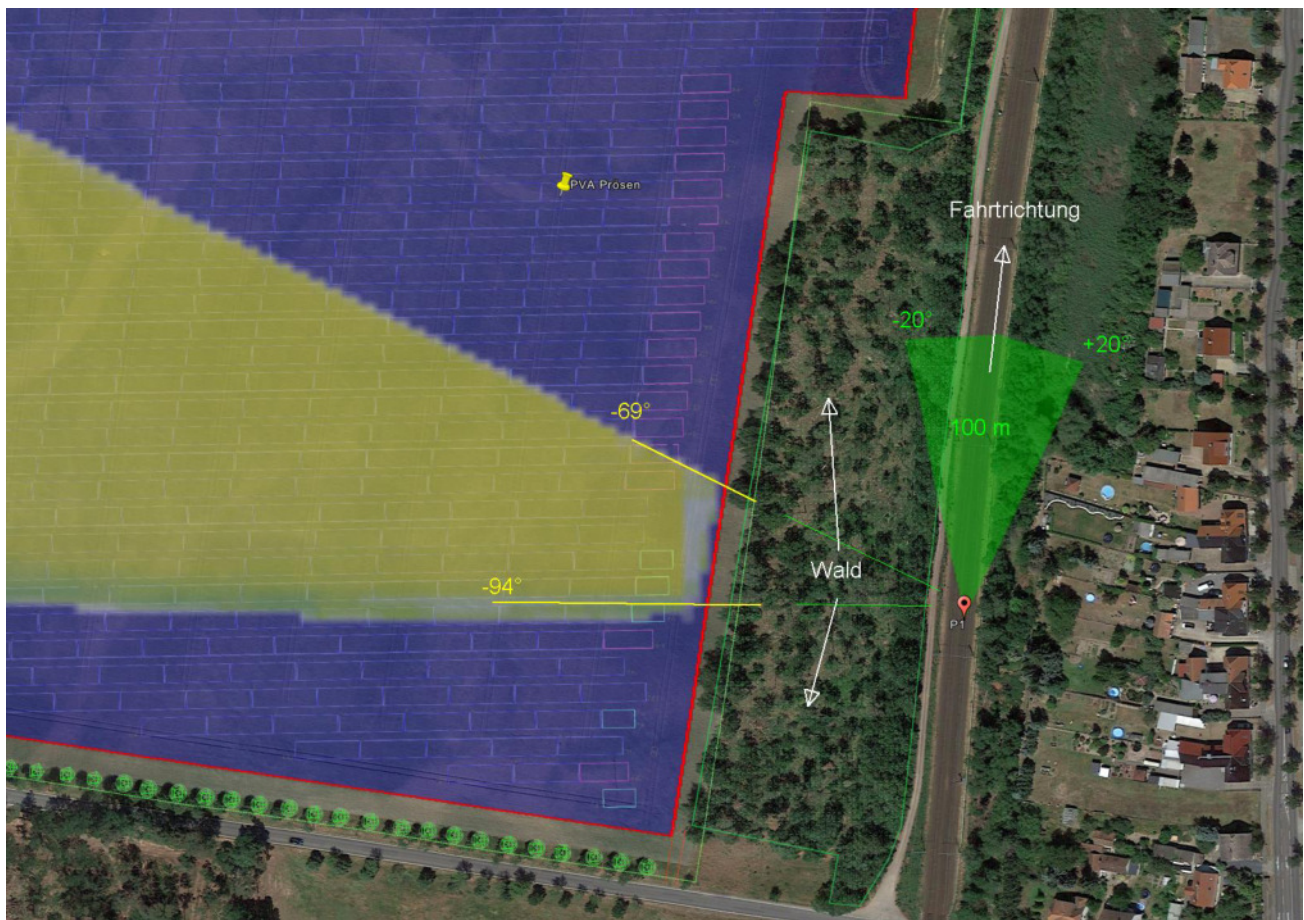


Bild 4.1.1 Simulation am Messpunkt P1 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Der grün markierte Bereich symbolisiert den für Zugführer relevanten Sichtwinkel. Im gelb/weiß markierten Bereich westlich der Bahnstrecke könnten rein rechnerisch Reflexionen auftreten. Diese liegen jedoch außerhalb des für Zugführer relevanten Sichtwinkels und sind daher zu vernachlässigen. Aufgrund des Waldstückes besteht allerdings ohnehin kein direkter Sichtkontakt zur PV Fläche.

Das folgende Foto zeigt den Bereich am Messpunkt P1 bei der Fahrt Richtung Norden aus Sicht des Zugführers. Der relevante Sichtwinkel ist leicht heller dargestellt.

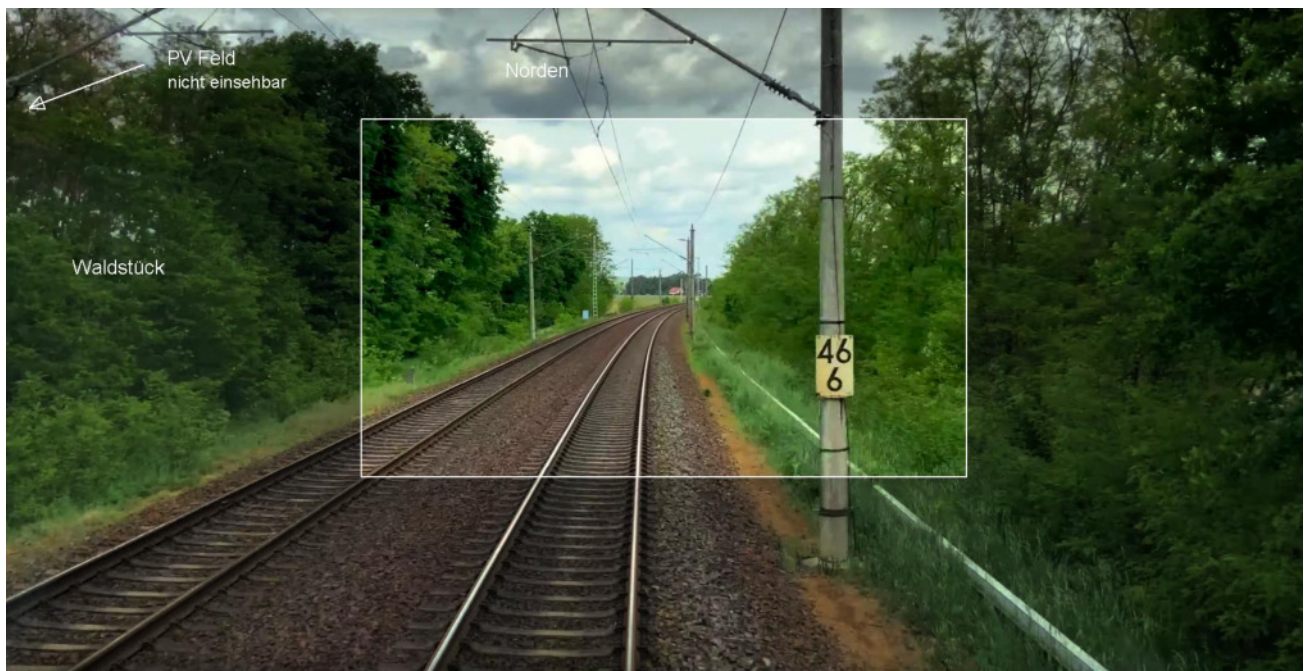


Bild 4.1.2: Foto am Messpunkt P1 (Quelle: Youtube [Video von Freestyler83Bln](#), Minute 35:18, bearbeitet)

Das Foto verdeutlicht, dass die PV Anlage nicht einsehbar links (westlich), außerhalb des relevanten Sichtwinkels und außerhalb des Bildes liegt.

4.2 Ergebnisse am Messpunkt P2, Bahnstrecke nordöstlich

Auch im Bereich von Messpunkt P2 auf der Bahnstrecke können theoretisch Reflexionen durch die PV Anlage auftreten. Diese können zwischen dem 10. April und dem 01. September zwischen 17:49 - 18:33 Uhr für 5 bis max. 27 Minuten aus westlicher Richtung auftreten. Aufgrund des Streckenverlaufes liegen die Einfallswinkel mit ca. -78° bis -103° links (westlich) zur Fahrtrichtung allerdings auch in diesem Abschnitt deutlich außerhalb des für Zugführer relevanten Blickwinkels und daher sind potentielle Reflexionen zu vernachlässigen.

Eine Beeinträchtigung von Zugführern kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Die Sichtbarkeit von ggf. vorhandenen DB-Signalanlagen ist nicht beeinträchtigt.

Zur Veranschaulichung zeigt die folgende Skizze die potentiellen Reflexionen am Messpunkt P2 auf Basis der unbereinigten Rohdaten.

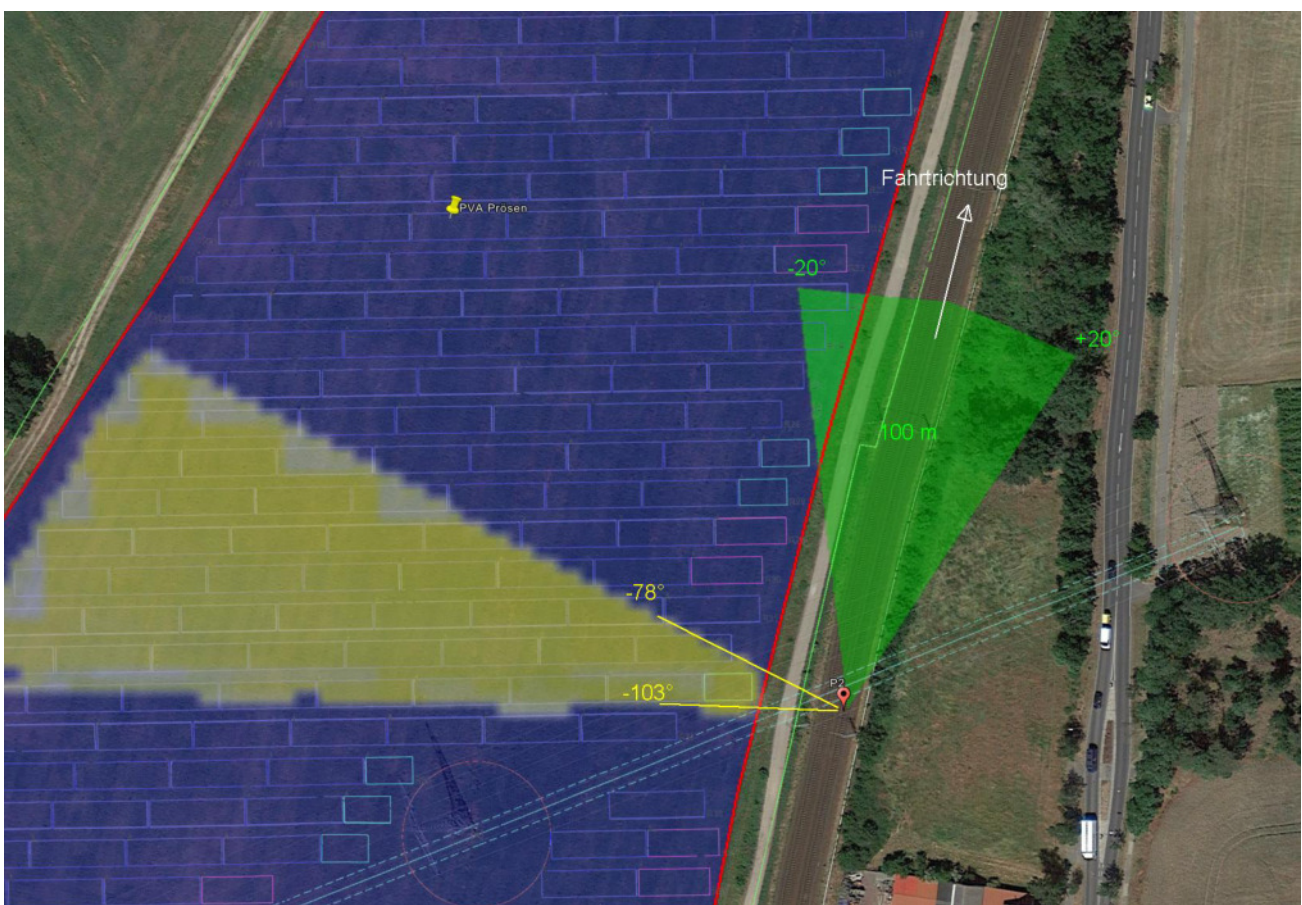


Bild 4.2.1 Simulation am Messpunkt P2 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Der grün markierte Bereich symbolisiert den für Zugführer relevanten Sichtwinkel (Fahrtrichtung +/- 20, ca. 100 m Sichtweite). Im gelb/weiß markierten Bereich westlich der Bahnstrecke könnten rein rechnerisch Reflexionen auftreten. Diese liegen jedoch außerhalb des für Zugführer relevanten Sichtwinkels und sind daher zu vernachlässigen.

Das folgende Foto zeigt den Bereich am Messpunkt P1 bei der Fahrt Richtung Norden aus Sicht des Zugführers. Der relevante Sichtwinkel ist leicht heller dargestellt.



Bild 4.2.2: Foto am Messpunkt P2 (Quelle: Youtube [Video von Freestyler83Bln](#), Minute 35:31, bearbeitet)

Das Foto verdeutlicht, dass die PV Anlage zwar teilweise links (westlich) sichtbar ist, potentielle Reflexionen sind allerdings weiter links, außerhalb des relevanten Sichtwinkels, außerhalb des Bildes.

4.3 Ergebnisse am Messpunkt P3, B101 östlich

Am Messpunkt P3 auf der östlich der Bahnstrecke verlaufenden Bundesstraße 101 können theoretisch Reflexionen durch die PV Anlage auftreten. Diese können zwischen dem 18. April - 25. August zwischen 18:02 - 18:33 Uhr für 5 bis max. 16 Minuten aus westlicher Richtung auftreten. Die Einfallswinkel liegen mit ca. -79° bis -101° links (westlich) zur Fahrtrichtung deutlich außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels und daher sind potentielle Reflexionen zu vernachlässigen.

Eine Beeinträchtigung von Fahrzeugführern durch Reflexionen durch die PV Anlage kann daher mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Die Sicherheit des fließenden Verkehrs ist gewährleistet.

Darüber hinaus ist in diesem Bereich aufgrund von Bewuchs entlang der Fahrbahn kein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle vorhanden. Die rechnerisch ermittelten Ergebnisse sind in der Realität nicht anwendbar.

Die folgende Skizze verdeutlicht dennoch die Situation am Messpunkt P3 auf Basis der unbereinigten Rohdaten.

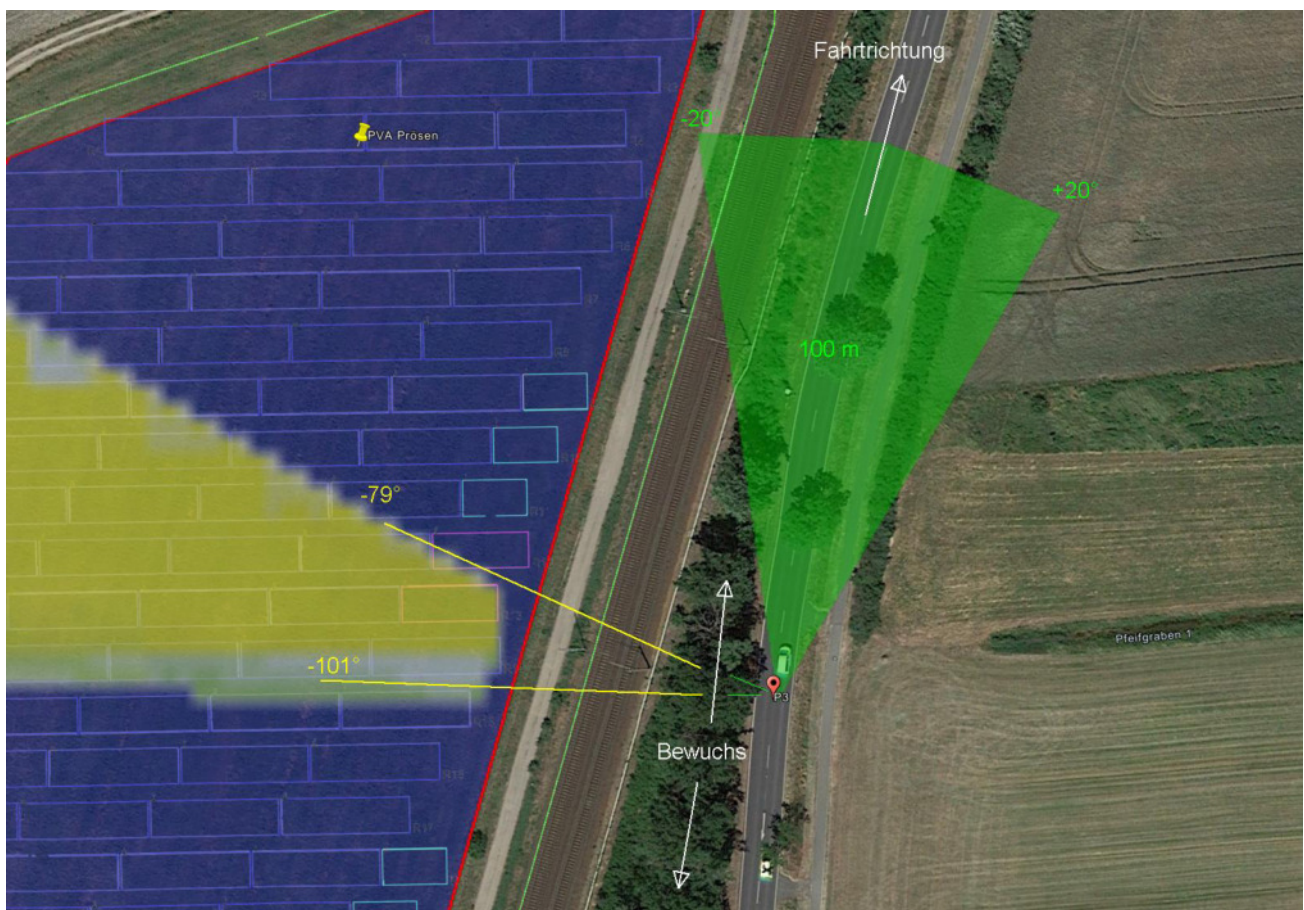


Bild 4.3.1: Ergebnisdetails für Messpunkt P3 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Der grün markierte Bereich symbolisiert den für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkel (Fahrtrichtung $\pm 20^\circ$, ca. 100 m Sichtweite). Im gelb/weiß markierten Bereich westlich der Bahnstrecke könnten rein rechnerisch Reflexionen auftreten. Diese liegen jedoch außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels und sind daher zu vernachlässigen. Aufgrund von Bewuchs besteht allerdings ohnehin kein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle.

Zum Vergleich zeigt das folgende Foto den Bereich am Messpunkt P3 bei der Fahrt Richtung Süden.



Bild 4.3.2: Foto am Messpunkt P3 (Quelle: Google StreetView/Daniel Scheibe, Ausschnitt)

Die Einfallswinkel von potentiellen Reflexionen sind bei der Fahrt Richtung Süden nochmals größer und daher ist eine mögliche Beeinträchtigung von Fahrzeugführern durch die PV Anlage nochmals geringer - sofern diese überhaupt sichtbar sein sollte.

Im weiteren Verlauf der B101 Richtung Süden vergrößert sich der Abstand zur PV Anlage und darüber hinaus ist die Sichtachse durch Wohnbebauung unterbrochen.

4.4 Ergebnisse am Messpunkt P4, Straße „Am Tunnel“ südöstlich

Am Messpunkt P4 auf der südlich verlaufenden Straße „Am Tunnel“ können bei der Fahrt Richtung Westen theoretisch Reflexionen durch die PV Anlage auftreten. Diese können zwischen dem 21. April - 22. August zwischen 18:03 - 18:32 Uhr für 5 bis max. 21 Minuten aus westlicher Richtung auftreten. Die Einfallswinkel liegen mit $+18^\circ$ bis $+35^\circ$ rechts (westlich) zur Fahrtrichtung überwiegend außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels und daher sind potentielle Reflexionen zu vernachlässigen. Eine Beeinträchtigung von Fahrzeugführern durch Reflexionen durch die PV Anlage kann daher mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Die folgende Skizze verdeutlicht dennoch die Situation am Messpunkt P4 auf Basis der unbereinigten Rohdaten.

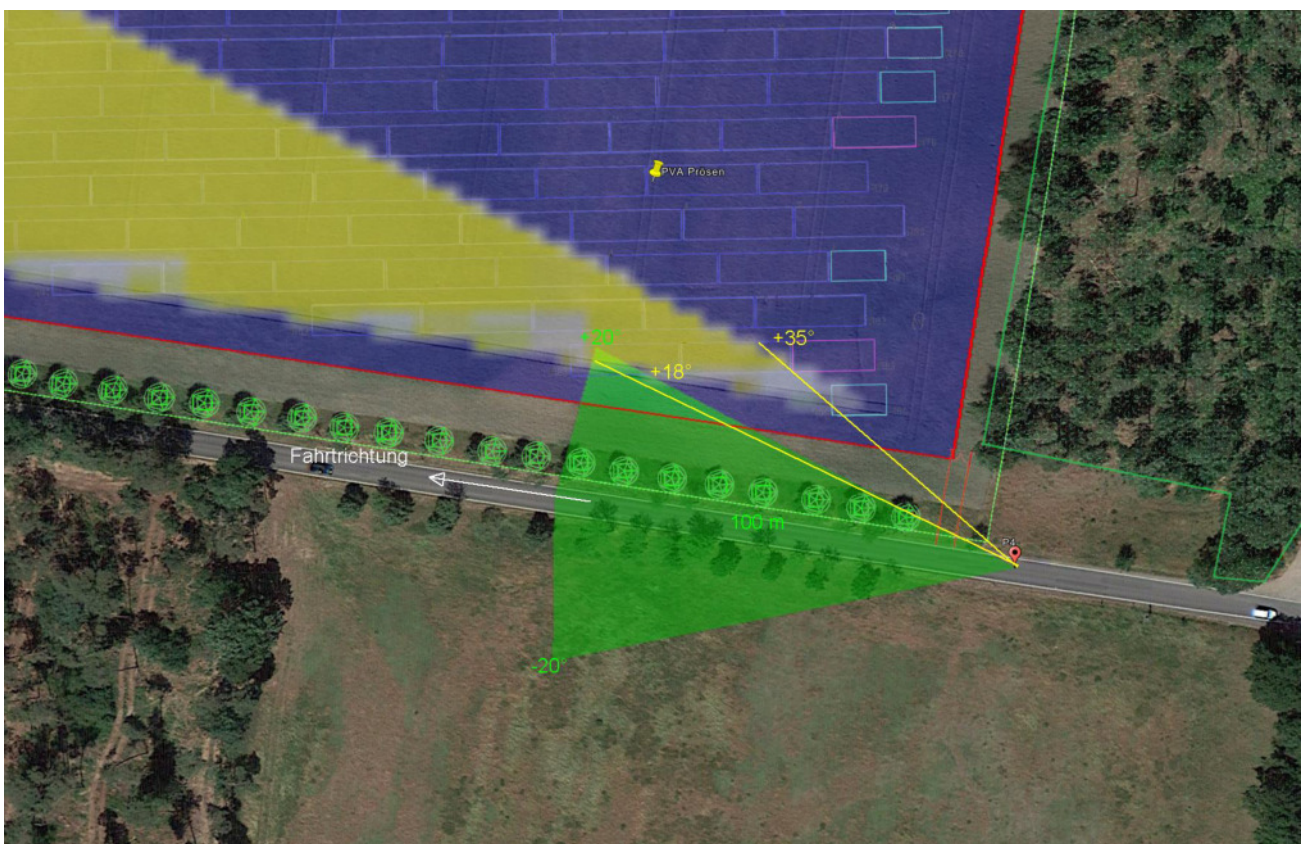


Bild 4.4.1: Situation am Messpunkt P4 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Der grün markierte Bereich symbolisiert den für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkel (Fahrtrichtung ± 20 , ca. 100 m Sichtweite). Im gelb/weiß markierten Bereich könnten rein rechnerisch Reflexionen auftreten. Diese liegen jedoch überwiegend außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels und in großer Entfernung und sind daher zu vernachlässigen.

Das folgende Foto zeigt den Bereich am Messpunkt P4 bei der Fahrt Richtung Westen.



Bild 4.4.2: Foto am Messpunkt P4 (Quelle: Google StreetView, August 2022, Ausschnitt)

Das Foto verdeutlicht, dass die geplante PV Anlage zwar teilweise rechts (westlich) sichtbar ist, potentielle Reflexionen sind allerdings weiter rechts, außerhalb des relevanten Sichtwinkels.

4.5 Ergebnisse am Messpunkt P5, Straße „Am Tunnel“ südwestlich

Ähnlich wie am Messpunkt P4 können am Messpunkt P5 auf der Straße „Am Tunnel“ südwestlich der PV Anlage theoretisch Reflexionen durch die PV Anlage auftreten. Diese können bei der Fahrt Richtung Osten zwischen dem 27. April - 16. August in den frühen Morgenstunden zwischen 05:40 - 06:01 Uhr für 5 bis max. 14 Minuten aus östlicher Richtung auftreten. Die Einfallswinkel liegen mit -18° bis -36° links (östlich) zur Fahrtrichtung überwiegend außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels und daher sind potentielle Reflexionen zu vernachlässigen.

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

Die folgende Skizze verdeutlicht dennoch die Situation am Messpunkt P5 auf Basis der unbereinigten Rohdaten.



Bild 4.5.1: Situation am Messpunkt P5 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Der grün markierte Bereich symbolisiert den für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkel. Im gelb/weiß markierten Bereich könnten rein rechnerisch Reflexionen auftreten. Diese liegen jedoch überwiegend außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels und in großer Entfernung und sind daher zu vernachlässigen.

Das folgende Foto zeigt den Bereich am Messpunkt P5 bei der Fahrt Richtung Osten.



Bild 4.5.2: Foto am Messpunkt P5 (Quelle: Google StreetView, August 2022, Ausschnitt)

Das Foto verdeutlicht, dass die geplante PV Anlage zwar teilweise links (östlich) sichtbar ist, potentielle Reflexionen sind allerdings weiter links, außerhalb des relevanten Sichtwinkels.

Beispielhaft für die Simulationsergebnisse zeigen die folgenden Diagramme das Auftreten der Reflexionen im Tages- bzw. im Jahresverlauf am Messpunkt P5. Es handelt sich dabei um die unbereinigten Rohdaten. Die Farben symbolisieren die Kategorie der potentiellen Blendwirkung in Bezug zur Leuchtdichte der Reflexionen. Wie bereits in Abschnitt 3.33.3 ausgeführt sind jeweils die theoretischen Maximalwerte dargestellt, die nicht ohne Einschränkungen verwendet werden können. Weitere Details auch zu den anderen Messpunkten finden sich im Anhang.

PV Feld: OP 5

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

- 651 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 1,918 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.

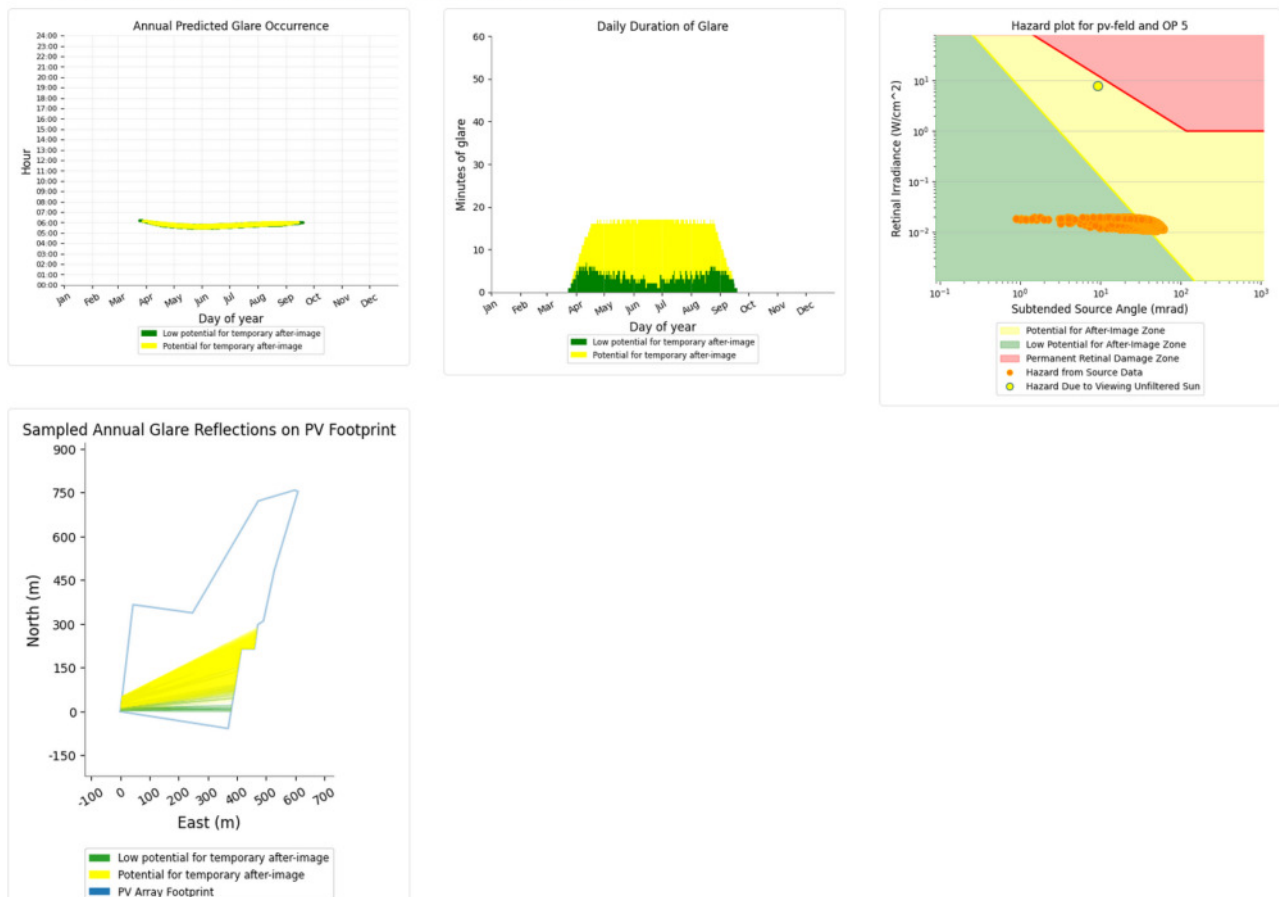


Bild 4.5.3: Ergebnisdetails für Messpunkt P5 (Quelle: Simulationsergebnisse)

4.6 Ergebnisse am Messpunkt P6, Gebäude östlich

Am Messpunkt P6 im Bereich der östlich gelegenen Gebäude an der Berliner Straße können theoretisch Reflexionen durch die PV Anlage auftreten. Diese können rein rechnerisch zwischen dem 12. April - 30. August zwischen 17:54 - 18:32 Uhr für 5 bis max. 24 Minuten aus westlicher Richtung auftreten. Die rechnerisch ermittelte Gesamtsumme pro Jahr liegt über den Empfehlungen der LAI Lichtleitlinie, die Gesamtsumme pro Tag liegt darunter.

Entscheidend für die Beurteilung einer potentiellen Blendwirkung ist allerdings der Aspekt, dass die Gebäude von Büschen und Bäumen umgeben sind, sodass überwiegend kein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle vorhanden ist. Es handelt sich hier zwar um alten Baumbestand aber rechtlich gesehen ist es kein dauerhafter Sichtschutz. Dennoch können solche örtlichen Gegebenheiten nicht ignoriert werden und daher sind die rechnerisch ermittelten Ergebnisse in der Realität nicht oder nur bedingt anwendbar.

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

Die folgende Skizze verdeutlicht die Situation am Messpunkt P6 auf Basis der unbereinigten Rohdaten.

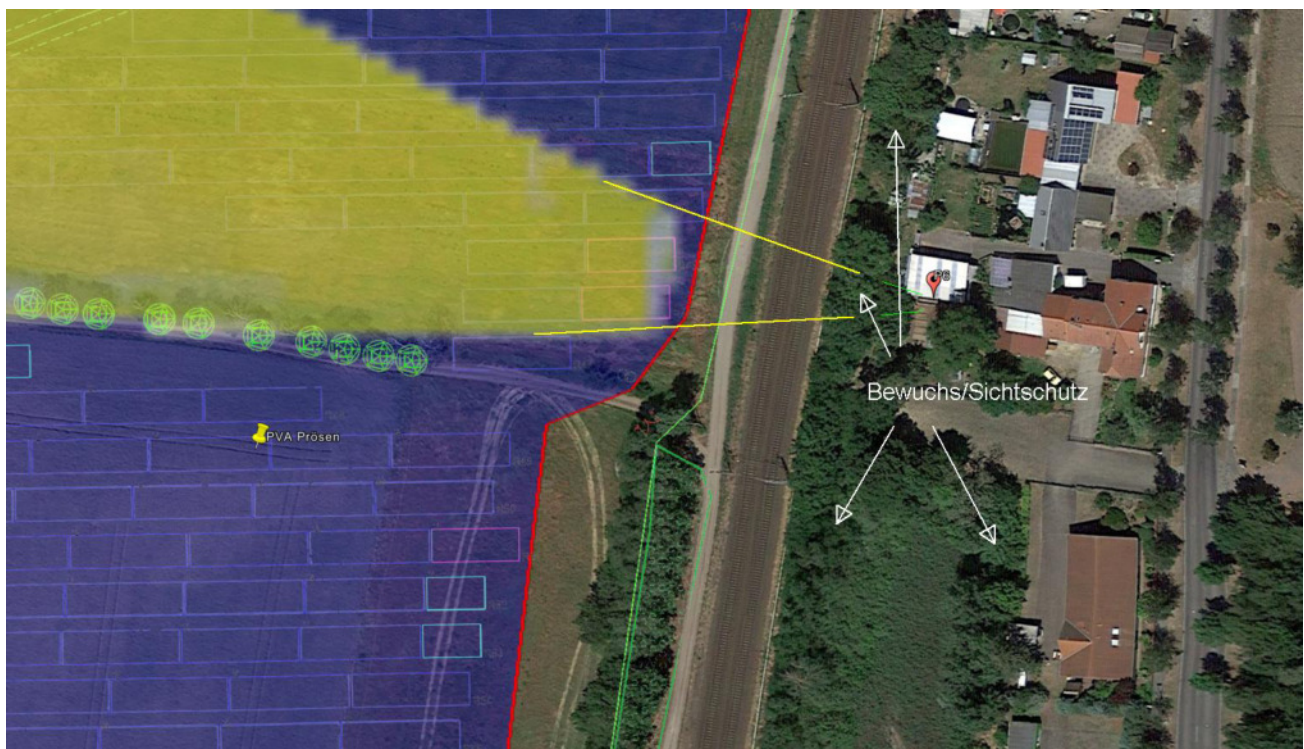


Bild 4.6.1: Situation am Messpunkt P6 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

In den relevanten Jahreszeiten ist ausreichend Blattwerk vorhanden aber auch unbelaubte Äste und Zweige sind als Sichtschutz anzusehen.

Allgemein wird angenommen, dass ein Sichtschutz durch unbelaubte Baumstämme, Äste und Zweige in der Zeit zwischen Oktober bis Mai bereits mit ca. 20-30% anzusetzen ist. Ein Sichtschutz bzw. eine Reduzierung der Lichtdurchlässigkeit durch ausgeprägtes Blattwerk in der Zeit zwischen Anfang Juni bis Ende August wird mit mindestens 50-70% angenommen. Wald wird als nahezu lichtundurchlässig angesehen (horizontaler Blick).

5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die potentielle Blendwirkung der hier betrachteten PV Anlage Prösen kann als „vernachlässigbar“ klassifiziert¹² werden. Im Vergleich zur Blendwirkung durch direktes Sonnenlicht oder durch Spiegelungen auf Windschutzscheiben, Wasserflächen, Gewächshäusern o.ä. und 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 nicht signifikant eingestuft werden.

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

Die Analyse von 6 exemplarisch gewählten Messpunkten zeigt für die Bahnstrecke Dresden-Berlin eine geringfügige, theoretische Wahrscheinlichkeit für Reflexionen. Die Einfallswinkel liegen allerdings deutlich außerhalb des für Zugführer relevanten Sichtwinkels und daher sind potentielle Reflexionen zu vernachlässigen. Anhand der ausgewerteten Ergebnisse kann eine Beeinträchtigung von Zugführern durch die PV Anlage mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Für Fahrzeugführer auf der parallel zur Bahnstrecke verlaufenden Bundesstraße 101 und auch auf der südlich verlaufenden Straße „Am Tunnel“ können Blendwirkungen durch die PV Anlage ausgeschlossen werden da die Einfallswinkel von potentiellen Reflexionen auch hier überwiegend bzw. deutlich außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels liegen. Darüber hinaus besteht im Verlauf der B101 überwiegend kein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle.

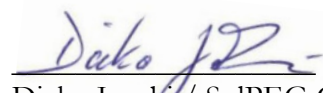
Die östlich gelegenen Gebäude können rein rechnerisch von Reflexionen durch die PV Anlage erreicht werden aber aufgrund der örtlichen Gegebenheiten besteht überwiegend kein Sichtkontakt zur Immissionsquelle. Eine Beeinträchtigung von Anwohnern durch die PV Anlage bzw. „erhebliche Belästigung“ durch Reflexionen durch die PV Anlage im Sinne der LAI Lichtleitlinie kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Weitere Gebäude wurden nicht untersucht, da aufgrund von Entfernung und/oder Winkel zur Immissionsquelle keine Reflexionen zu erwarten sind.

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 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 14.08.2023


Dieko Jacobi / SolPEG GmbH

¹² Die Klassifizierung entspricht den Wertebereichen der Simulationsergebnisse



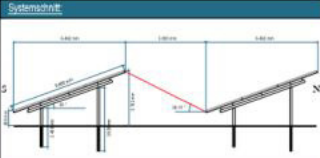
PVA Prösen

Errichtung einer PV-Freiflächenanlage Kraftwerkslayout

Bundesland: Brandenburg Vorplanung
 Gemeinde / Stadt: Räderland Planformat: DIN A0
 Gemarkung: Wärsdorf Maßstab: 1:1500
 Flur: 1.2 Datum: 28.02.2023

0 50 100 150 200

Swisspower Renewables GmbH
 Swisspower Renewables GmbH Charitéstraße 3036, 10117 Berlin
 Tel: 030 3199898-0 E-Mail: espwering@swisspower.com



Technische Daten:

	Gesamt
Modultyp:	polykristallines Modul, 72/144 Zellen
Nennleistung:	550 Wp
Abmessungen:	2.280x1.135x35mm
Ausrichtung:	0° (S)
Nigungswinkel:	20°
Verdichtungswinkel:	38,10
Anzahl Modulsche kurz:	24
- Anzahl Module:	720
Anzahl Modulsche mittel:	33
- Anzahl Module:	1.485
Anzahl Modulsche lang:	781
- Anzahl Module:	46.860
Anzahl Module Gesamt:	49.065
DC-Leistung [kWp]:	26.996

- Legende:**
- Modulsche kurz 3 x 10 (30 Module/72-Zeller)
(2-fach, Hochformat, 20° Neigung, L:11,50m, B:6,42m)
 - Modulsche mittel 3 x 15 (45 Module/72-Zeller)
(2-fach, Hochformat, 20° Neigung, L:17,25m, B:6,42m)
 - Modulsche lang 3 x 20 (60 Module/72-Zeller)
(2-fach, Hochformat, 20° Neigung, L:23,00m, B:6,42m)
 - Transformatorstation
 - Geltungsbereich
 - PV-Fläche
 - Flurstücksgrenzen mit Flurstücknummern
 - Ausschussfläche
 - Umzäunung
 - Tor
 - Interne Zuwegung
 - Externe Zuwegung
 - Bühnwiese
 - Vorhandene Wege
 - Bundesstraße
 - Freileitungsmast (Bestand)
 - 110 kV-Leitung (inkl. 2 x 2 m Busstrukturzone pro Seite)
 - Bäume (Bestand)
 - Wäld (Bestand)





**HIGH PERFORMANCE
MONOCRYSTALLINE PERC MODULE**



RSM120-8-580M-605M

120 CELL Mono PERC Module	580-605Wp Power Output Range
1500VDC Maximum System Voltage	21.4% Maximum Efficiency

KEY SALIENT FEATURES

- Global, Tier 1 bankable brand, with independently certified state-of-the-art automated manufacturing
- Industry leading lowest thermal co-efficient of power
- Industry leading 12 years product warranty
- Excellent low irradiance performance
- Excellent PID resistance
- Positive power tolerance of 0~+3%
- Dual stage 100% EL Inspection warranting defect-free product
- Module Imp binning radically reduces string mismatch losses
- Excellent wind load 2400Pa & snow load 5400Pa under certain installation method
- Comprehensive product and system certification
 - ♦ IEC61215:2016; IEC61730-1/-2:2016;
 - ♦ ISO 9001:2015 Quality Management System
 - ♦ ISO 14001:2015 Environmental Management System
 - ♦ ISO 45001:2018 Occupational Health and Safety Management System



* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Risen Energy sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

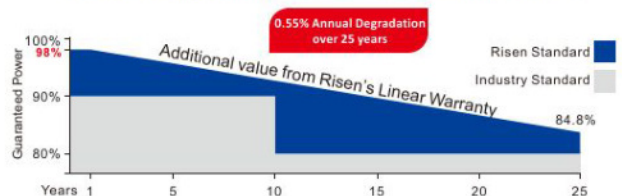
RISEN ENERGY CO., LTD.

Risen Energy is a leading, global tier 1 manufacturer of high-performance solar photovoltaic products and provider of total business solutions for residential, commercial and utility-scale power generation. The company, founded in 1986, and publicly listed in 2010, compels value generation for its chosen global customers. Techno-commercial innovation, underpinned by consummate quality and support, encircle Risen Energy's total Solar PV business solutions which are among the most powerful and cost-effective in the industry. With local market presence and strong financial bankability status, we are committed, and able, to building strategic, mutually beneficial collaborations with our partners, as together we capitalise on the rising value of green energy.

Tashan Industry Zone, Meilin, Ninghai 315609, Ningbo | PRC
Tel: +86-574-59953239 Fax: +86-574-59953599
E-mail: marketing@risenenergy.com Website: www.risenenergy.com

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

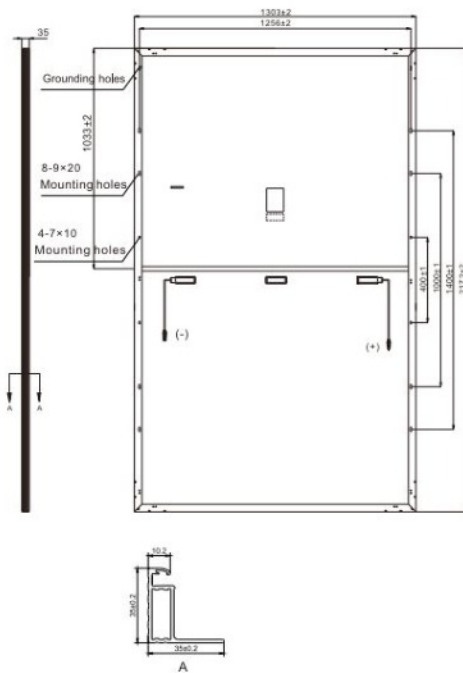
12 year Product Warranty / 25 year Linear Power Warranty



* Please check the valid version of Limited Product Warranty which is officially released by Risen Energy Co., Ltd



Dimensions of PV Module Unit: mm



ELECTRICAL DATA (STC)

Model Number	RSM120-8-580M	RSM120-8-585M	RSM120-8-590M	RSM120-8-595M	RSM120-8-600M	RSM120-8-605M
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	580	585	590	595	600	605
Open Circuit Voltage-Voc(V)	40.80	41.00	41.20	41.40	41.60	41.80
Short Circuit Current-Isc(A)	18.11	18.16	18.21	18.26	18.32	18.37
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	33.94	34.12	34.32	34.50	34.70	34.88
Maximum Power Current-Imp(A)	17.10	17.15	17.20	17.25	17.30	17.35
Module Efficiency (%) *	20.5	20.7	20.8	21.0	21.2	21.4

STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.

* Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

ELECTRICAL DATA (NMOT)

Model Number	RSM120-8-580M	RSM120-8-585M	RSM120-8-590M	RSM120-8-595M	RSM120-8-600M	RSM120-8-605M
Maximum Power-Pmax (Wp)	439.5	443.1	447.0	450.7	454.6	458.3
Open Circuit Voltage-Voc (V)	37.94	38.13	38.32	38.50	38.69	38.87
Short Circuit Current-Isc (A)	14.85	14.89	14.93	14.97	15.02	15.06
Maximum Power Voltage-Vmpp (V)	31.50	31.66	31.85	32.02	32.20	32.37
Maximum Power Current-Imp (A)	13.95	13.99	14.04	14.08	14.12	14.16

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

MECHANICAL DATA

Solar cells	Monocrystalline
Cell configuration	120 cells (6×10×6×10)
Module dimensions	2172×1303×35mm
Weight	32kg
Superstrate	High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	White Back-sheet
Frame	Anodized Aluminium Alloy type 6005-2T6, Silver Color
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, 3 Schottky bypass diodes
Cables	4.0mm ² (12AWG), Positive(+)350mm, Negative(-)230mm (Connector Included)
Connector	Risen Twinsel PV-SY02, IP68

TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS

Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	44°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.04%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.34%/°C
Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500VDC
Max Series Fuse Rating	30A
Limiting Reverse Current	30A

PACKAGING CONFIGURATION

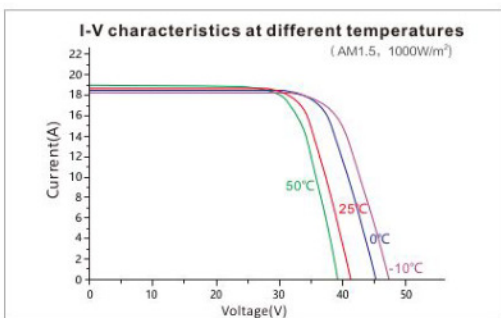
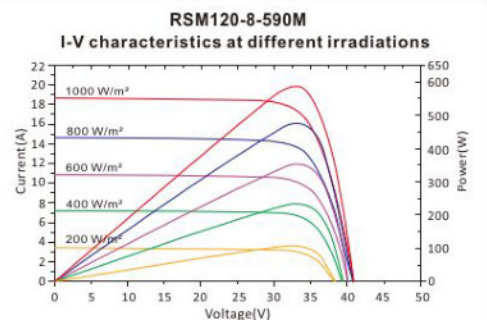
	40ft(HQ)
Number of modules per container	558
Number of modules per pallet	31
Number of pallets per container	18
Packaging box dimensions (LxWxH) in mm	1320×1120×2310
Box gross weight[kg]	1017

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.

©2022 Risen Energy. All rights reserved. Contents included in this datasheet are subject to change without notice.

No special undertaking or warranty for the suitability of special purpose or being installed in extraordinary surroundings is granted unless as otherwise specifically committed by manufacturer in contract document.

THE POWER OF RISING VALUE



Our Partners:

Proesen

Proesen

Created Aug 14, 2023
Updated Aug 14, 2023
Time-step 1 minute
Timezone offset UTC+1
Minimum sun altitude 0.0 deg
Site ID 97574.17066

Project type Advanced
Project status: active
Category 1 MW to 5 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: 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	20.0	180.0	6,496	20,703	-

Component Data

PV Array(s)

Total PV footprint area: 220,436 m²

Name: PV Feld
Footprint area: 220,436 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	Longitude	Ground elevation	Height above ground	Total elevation
	deg	deg	m	m	m
1	51.410901	13.488025	96.17	2.00	98.17
2	51.414194	13.488648	97.37	2.00	99.37
3	51.413939	13.491587	94.94	2.00	96.94
4	51.417385	13.494827	93.24	2.00	95.24
5	51.417720	13.496630	93.78	2.00	95.78
6	51.417680	13.496791	93.97	2.00	95.97
7	51.415244	13.495621	93.11	2.00	95.11
8	51.413692	13.495085	95.17	2.00	97.17
9	51.413578	13.494806	94.22	2.00	96.22
10	51.412829	13.494634	94.29	2.00	96.29
11	51.412835	13.493991	94.74	2.00	96.74
12	51.410379	13.493347	95.59	2.00	97.59

Discrete Observation Receptors

Number	Latitude	Longitude	Ground elevation	Height above ground	Total Elevation
	deg	deg	m	m	m
OP 1	51.411128	13.494826	98.69	2.50	101.19
OP 2	51.414848	13.495747	94.49	2.50	96.99
OP 3	51.416427	13.496846	94.38	2.00	96.38
OP 4	51.410236	13.493553	94.86	2.00	96.86
OP 5	51.410888	13.486588	95.55	2.00	97.55
OP 6	51.413830	13.495769	95.74	2.00	97.74

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	6,496	20,703	-	

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	222	332	329	358	341	332	298	41	0	0
pv-feld (yellow)	0	0	244	931	1122	1152	1148	1072	523	0	0	0

PV & Receptor Analysis Results

Results for each PV array and receptor

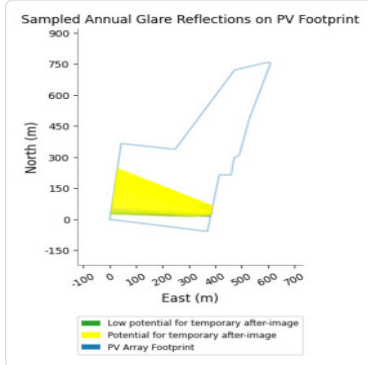
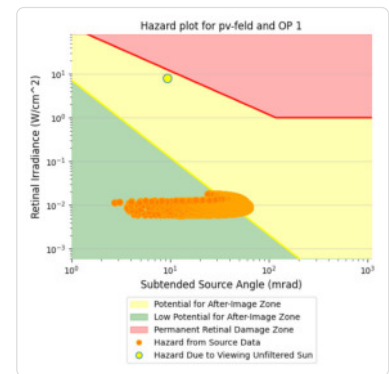
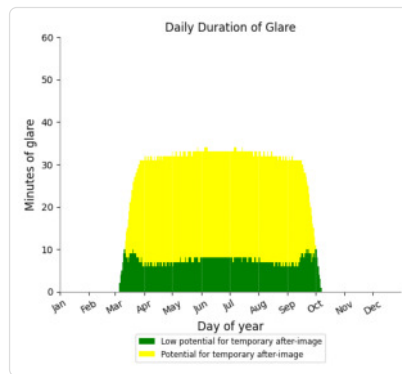
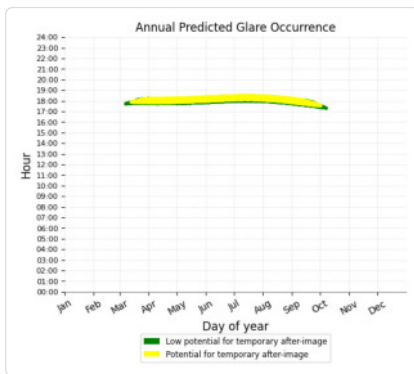
PV Feld potential temporary after-image

Component	Green glare (min)	Yellow glare (min)
OP: OP 1	1584	4779
OP: OP 2	1519	5011
OP: OP 3	680	2570
OP: OP 4	707	2190
OP: OP 5	651	1918
OP: OP 6	1355	4235

PV Feld: OP 1

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

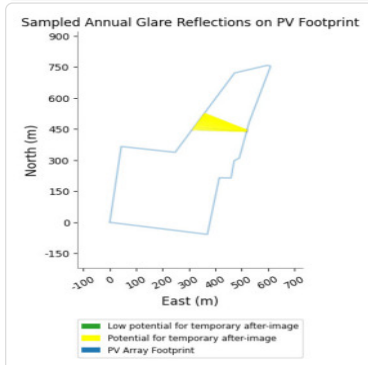
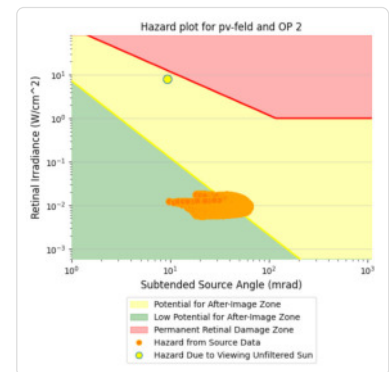
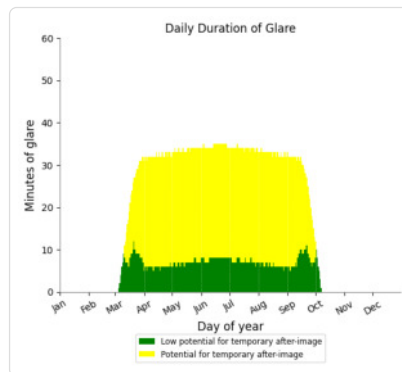
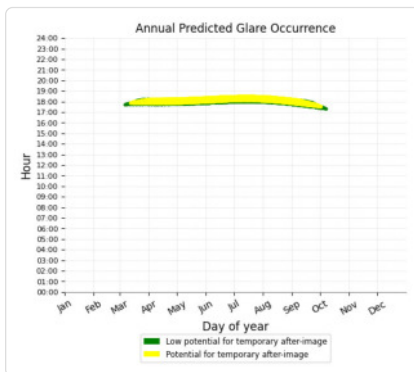
- 1,584 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 4,779 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



PV Feld: OP 2

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

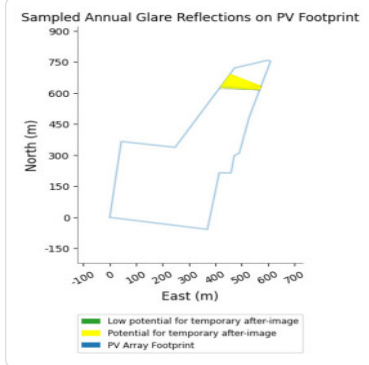
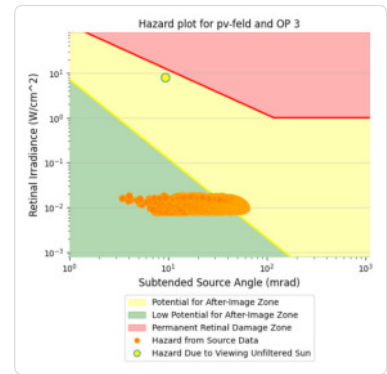
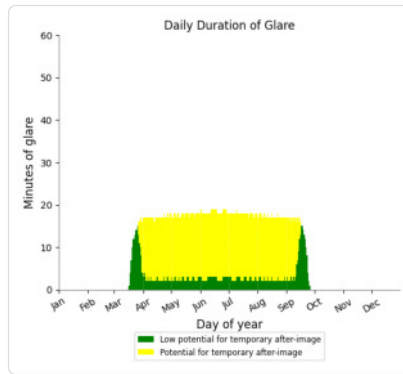
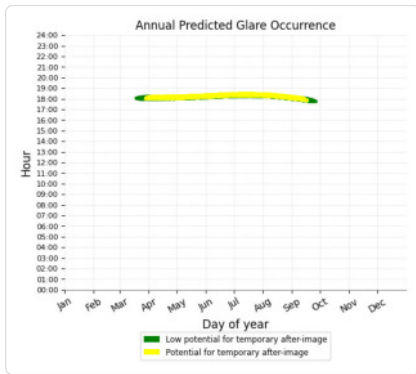
- 1,519 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 5,011 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



PV Feld: OP 3

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

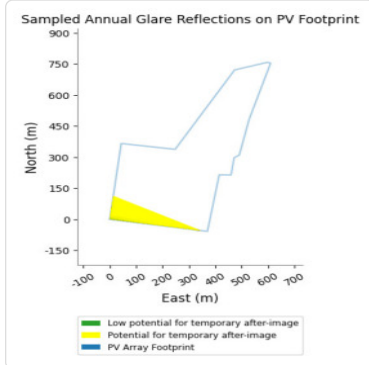
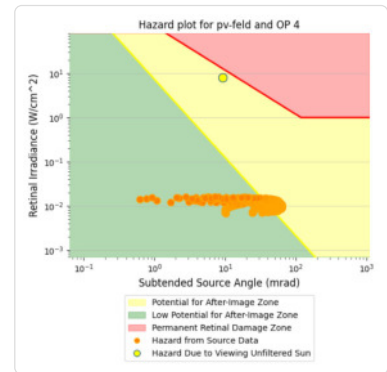
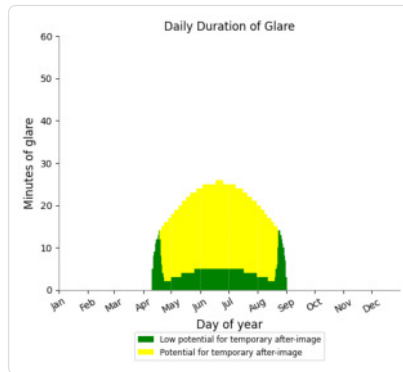
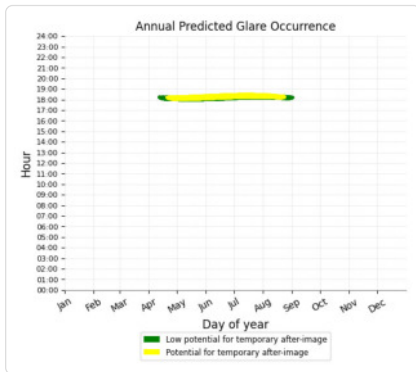
- 680 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 2,570 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



PV Feld: OP 4

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

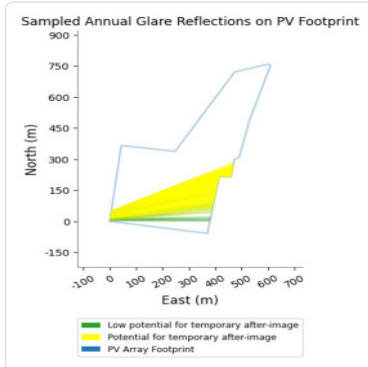
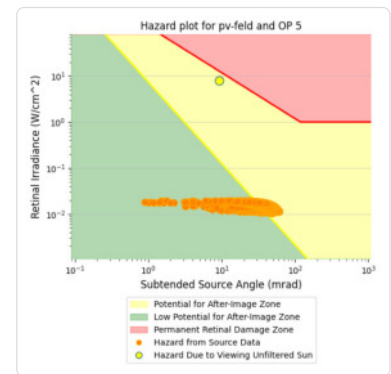
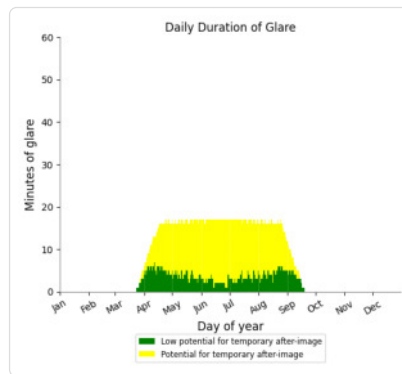
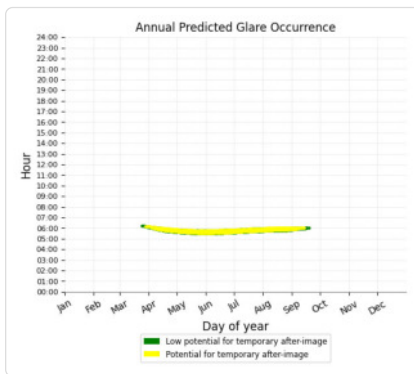
- 707 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 2,190 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



PV Feld: OP 5

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

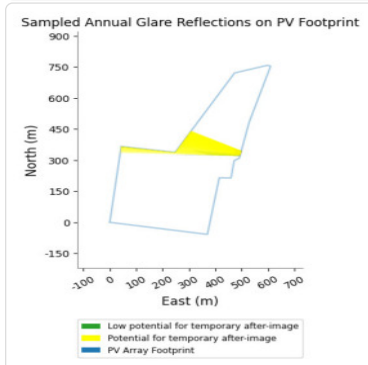
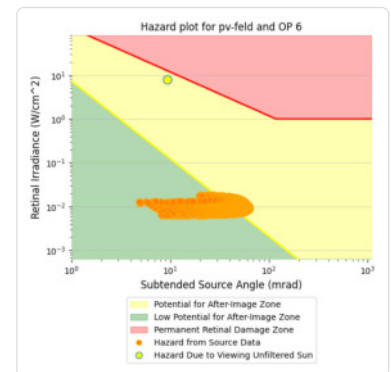
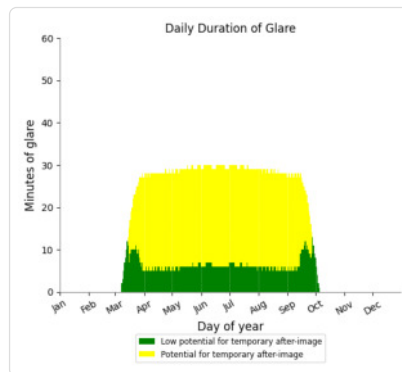
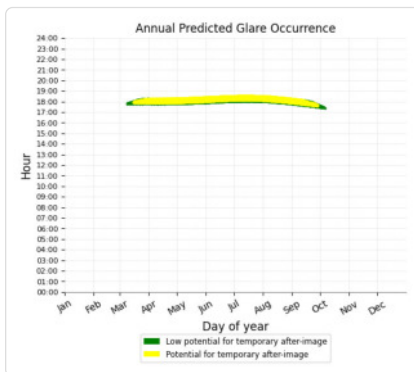
- 651 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 1,918 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



PV Feld: OP 6

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

- 1,355 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 4,235 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.

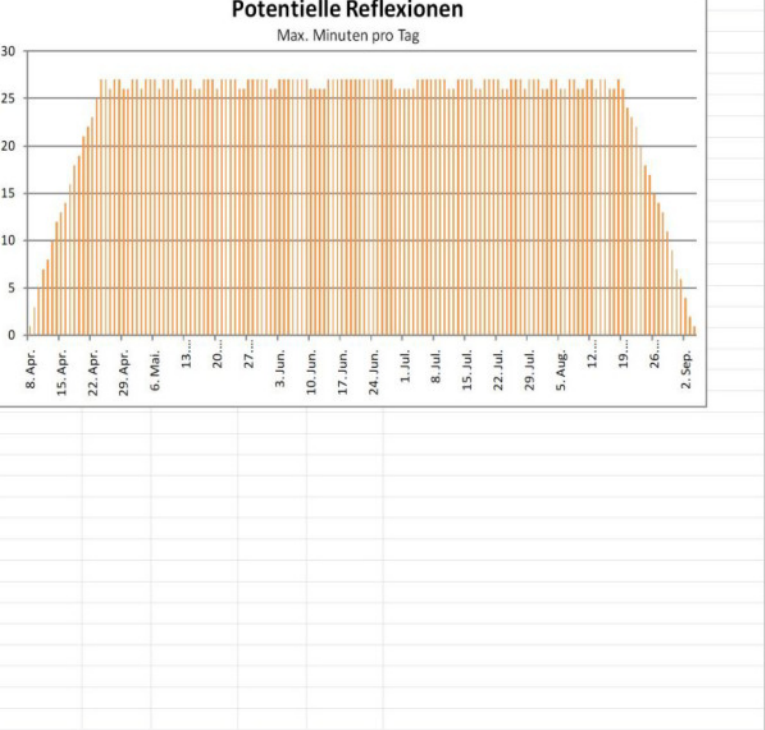


	Corneal Irradiance	DNI (W/m²)	Ocular Hazard #	Reflectivity	Retinal Irradiance	Subtended Glare Angle	Sun Altitude	Sun Azimuth	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	S	l	Anzahl Minuten	Tag	Minuten pro Tag	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	Messpunkt OP 2
2023-03-05 17:44:00	0,005966	538,1995	1	0,405139	0,012367	0,009746	0,1	259	-0,981	-0,192	0,002	0,981	0,145	0,125			8. Apr.	1	17:51	17:51			
2023-03-06 17:44:00	0,006289	542,8032	1	0,405278	0,012477	0,014328	0,3	259,4	-0,983	-0,184	0,005	0,983	0,138	0,122			9. Apr.	3	17:50	17:52			
2023-03-06 17:45:00	0,006703	540,2323	1	0,414333	0,012696	0,019073	0,1	259,6	-0,984	-0,181	0,002	0,984	0,137	0,118			10. Apr.	5	17:50	17:54			
2023-03-07 17:44:00	0,006111	547,3133	1	0,396534	0,012309	0,012764	0,6	259,6	-0,984	-0,18	0,01	0,984	0,131	0,123			11. Apr.	7	17:50	17:56			
2023-03-07 17:45:00	0,006547	544,767	1	0,405402	0,012526	0,018047	0,4	259,8	-0,984	-0,177	0,007	0,984	0,13	0,119			12. Apr.	8	17:51	17:58			
2023-03-07 17:46:00	0,006933	542,2155	1	0,414472	0,012746	0,022051	0,3	260	-0,985	-0,173	0,005	0,985	0,13	0,115			13. Apr.	10	17:50	17:59			
2023-03-07 17:47:00	0,007285	539,6591	1	0,423748	0,01297	0,025208	0,1	260,2	-0,985	-0,17	0,002	0,985	0,129	0,111			14. Apr.	12	17:50	18:01			
2023-03-08 17:44:00	0,005921	551,7328	1	0,387945	0,01214	0,010895	0,9	259,9	-0,984	-0,176	0,016	0,984	0,125	0,125			15. Apr.	13	17:51	18:03			
2023-03-08 17:45:00	0,006383	549,2106	1	0,396629	0,012355	0,016855	0,7	260,1	-0,985	-0,172	0,013	0,985	0,124	0,121			16. Apr.	14	17:51	18:04			
2023-03-08 17:46:00	0,006785	546,6834	1	0,405511	0,012574	0,021255	0,6	260,3	-0,986	-0,169	0,01	0,986	0,123	0,116			17. Apr.	16	17:50	18:05			
2023-03-08 17:47:00	0,007149	544,1512	1	0,414595	0,012796	0,024694	0,4	260,5	-0,986	-0,166	0,007	0,986	0,122	0,112			18. Apr.	18	17:50	18:07			
2023-03-08 17:48:00	0,007484	541,614	1	0,423886	0,013022	0,027453	0,3	260,7	-0,987	-0,162	0,005	0,987	0,121	0,108			19. Apr.	19	17:51	18:09			
2023-03-08 17:49:00	0,007748	539,0719	1	0,433389	0,013251	0,029104	0,1	260,9	-0,987	-0,159	0,002	0,987	0,12	0,104			20. Apr.	21	17:51	18:11			
2023-03-09 17:45:00	0,00621	553,5661	1	0,388016	0,012183	0,015489	1	260,3	-0,986	-0,168	0,018	0,986	0,117	0,122			21. Apr.	22	17:50	18:11			
2023-03-09 17:46:00	0,006629	551,0627	1	0,396713	0,012399	0,020328	0,9	260,5	-0,986	-0,165	0,016	0,986	0,116	0,118			22. Apr.	23	17:51	18:13			
2023-03-09 17:47:00	0,007006	548,5543	1	0,405608	0,01262	0,024075	0,7	260,7	-0,987	-0,162	0,013	0,987	0,115	0,114			23. Apr.	25	17:51	18:15			
2023-03-09 17:48:00	0,007353	546,041	1	0,414706	0,012844	0,027069	0,6	260,9	-0,987	-0,158	0,01	0,987	0,115	0,109			24. Apr.	27	17:51	18:17			
2023-03-09 17:49:00	0,007675	543,5227	1	0,424011	0,013071	0,029506	0,4	261,1	-0,988	-0,155	0,007	0,988	0,114	0,105			25. Apr.	27	17:51	18:17			
2023-03-09 17:50:00	0,007932	540,9996	1	0,433528	0,013303	0,030976	0,3	261,3	-0,988	-0,151	0,005	0,988	0,113	0,101			26. Apr.	26	17:51	18:16			
2023-03-09 17:51:00	0,008173	538,4715	1	0,443262	0,013538	0,032154	0,1	261,5	-0,989	-0,148	0,002	0,989	0,112	0,097			27. Apr.	27	17:51	18:17			
2023-03-10 17:45:00	0,006028	557,8361	1	0,379563	0,012009	0,013896	1,4	260,6	-0,986	-0,164	0,024	0,986	0,11	0,124			28. Apr.	27	17:51	18:17			
2023-03-10 17:46:00	0,006466	555,3562	1	0,388078	0,012224	0,019257	1,2	260,8	-0,987	-0,161	0,021	0,987	0,11	0,119			29. Apr.	26	17:52	18:17			
2023-03-10 17:47:00	0,006857	552,8713	1	0,396787	0,012442	0,023348	1	260,9	-0,987	-0,157	0,018	0,987	0,109	0,115			30. Apr.	26	17:52	18:17			
2023-03-10 17:48:00	0,007215	550,3815	1	0,405695	0,012664	0,026594	0,9	261,1	-0,988	-0,154	0,016	0,988	0,108	0,111			1. Mai.	27	17:52	18:18			
2023-03-10 17:49:00	0,007547	547,8867	1	0,414805	0,01289	0,029232	0,7	261,3	-0,989	-0,151	0,013	0,989	0,107	0,107			2. Mai.	27	17:51	18:17			
2023-03-10 17:50:00	0,007857	545,3871	1	0,424123	0,01312	0,03139	0,6	261,5	-0,989	-0,147	0,01	0,989	0,106	0,102			3. Mai.	26	17:52	18:17			
2023-03-10 17:51:00	0,008108	542,8827	1	0,433654	0,013353	0,032698	0,4	261,7	-0,99	-0,144	0,008	0,99	0,105	0,098			4. Mai.	27	17:52	18:18			
2023-03-10 17:52:00	0,008341	540,3733	1	0,443402	0,01359	0,033708	0,3	261,9	-0,99	-0,14	0,005	0,99	0,105	0,094			5. Mai.	27	17:52	18:18			
2023-03-10 17:53:00	0,008456	537,8592	1	0,453372	0,013831	0,033341	0,1	262,1	-0,991	-0,137	0,002	0,991	0,104	0,09			6. Mai.	27	17:52	18:18			
2023-03-10 17:54:00	0,005859	564,4753	1	0,37127	0,011887	0,012015	1,7	260,8	-0,987	-0,16	0,029	0,987	0,104	0,125			7. Mai.	26	17:53	18:18			
2023-03-11 17:45:00	0,006324	562,0234	1	0,379607	0,012101	0,018027	1,5	261	-0,987	-0,156	0,026	0,987	0,103	0,121			8. Mai.	27	17:53	18:19			
2023-03-11 17:46:00	0,006731	559,5666	1	0,388133	0,012318	0,022503	1,4	261,2	-0,988	-0,153	0,024	0,988	0,102	0,117			9. Mai.	27	17:53	18:19			
2023-03-11 17:47:00	0,007102	557,1048	1	0,396853	0,01254	0,026023	1,2	261,4	-0,989	-0,15	0,021	0,989	0,101	0,112			10. Mai.	27	17:53	18:19			
2023-03-11 17:48:00	0,007445	554,6382	1	0,405773	0,012765	0,028873	1	261,6	-0,989	-0,146	0,018	0,989	0,1	0,108			11. Mai.	26	17:54	18:19			
2023-03-11 17:49:00	0,007767	552,1666	1	0,414895	0,012994	0,031213	0,9	261,8	-0,99	-0,143	0,016	0,99	0,099	0,104			12. Mai.	27	17:54	18:20			
2023-03-11 17:50:00	0,008068	549,6902	1	0,424226	0,013226	0,033129	0,7	262	-0,99	-0,14	0,013	0,99	0,099	0,1			13. Mai.	27	17:54	18:20			
2023-03-11 17:51:00	0,008315	547,209	1	0,433769	0,013463	0,034286	0,6	262,2	-0,991	-0,136	0,01	0,991	0,098	0,095			14. Mai.	27	17:54	18:20			
2023-03-11 17:52:00	0,008541	544,7229	2	0,443529	0,013703	0,035143	0,4	262,4	-0,991	-0,133	0,008	0,991	0,097	0,091			15. Mai.	26	17:55	18:20			
2023-03-11 17:53:00	0,008651	542,232	2	0,453513	0,013948	0,034691	0,3	262,6	-0,992	-0,129	0,005	0,992	0,096	0,087			16. Mai.	26	17:55	18:20			
2023-03-11 17:54:00	0,008845	539,7364	2	0,463723	0,014196	0,035108	0,1	262,8	-0,992	-0,126	0,002	0,992	0,095	0,083			17. Mai.	27	17:55	18:21			
2023-03-12 17:45:00	0,006145	566,1307	1	0,371299	0,011922	0,016622	1,8	261,2	-0,988	-0,152	0,032	0,988	0,096	0,122			18. Mai.	27	17:55	18:21			
2023-03-12 17:46:00	0,006568	563,6966	1	0,379645	0,012138	0,021533	1,7	261,4	-0,988	-0,149	0,029	0,988	0,095	0,118			19. Mai.	27	17:55	18:21			
2023-03-12 17:47:00	0,006951	561,2576	1	0,388182	0,012357	0,025355	1,5	261,6	-0,989	-0,145	0,026	0,989	0,094	0,114			20. Mai.	26	17:56	18:21			
2023-03-12 17:48:00	0,007304	558,8138	1	0,396913	0,01258	0,02843	1,4	261,8	-0,99	-0,142	0,024	0,99	0,094	0,11			21. Mai.	27	17:56	18:22			
2023-03-12 17:49:00	0,007635	556,3651	1	0,405843	0,012807	0,030956	1,2	262	-0,99	-0,139	0,021	0,99	0,093	0,105			22. Mai.	27	17:56	18:22			
2023-03-12 17:50:00	0,007945	553,9115	1	0,414977	0,013037	0,033036	1,1	262,2	-0,991	-0,135	0,018	0,991	0,092	0,101			23. Mai.	27	17:56	18:22			
2023-03-12 17:51:00	0,008236	551,4531	1	0,424319	0,013272	0,034734	0,9	262,4	-0,991	-0,132	0,016	0,991	0,091	0,097			24. Mai.	27	17:56	18:22			
2023-03-12 17:52:00	0,008477	548,9899	2	0,433874	0,01351	0,035755	0,7	262,6	-0,992	-0,129	0,013	0,992	0,09	0,093			25. Mai.	26	17:57	18:22			
2023-03-12 17:53:00	0,008695	546,522	2	0,443647	0,013752	0,036468	0,6	262,8	-0,992	-0,125	0,01	0,992	0,089	0,088			26. Mai.	26	17:57	18:22			

Zeitraum Start	Zeitraum Ende	pro Tag	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	Messpunkt OP 2
10. April	01. September	27	3559	17:49	18:33	

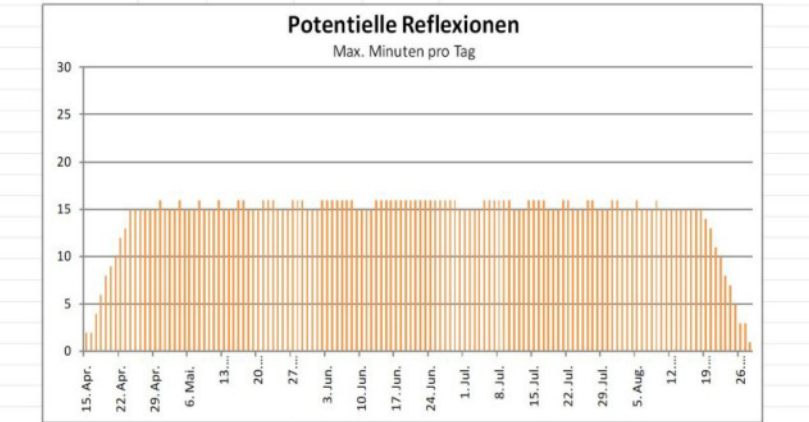
Potentielle Reflexionen am Messpunkt OP 2:
3559 Minuten pro Jahr (Summe gesamt)
2331 Minuten im Juni-September mit Sichtschutz durch Blattwerk
1228 Minuten im Oktober-Mai ohne Sichtschutz durch Blattwerk
27 Minuten pro Tag (Max)

Parameter für Daten Bereinigung (Datensatz mit 6531 Einträgen /-1519):
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)



Date	Corneal 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	S	ε	Anzahl Minuten	Tag
2023-03-17 18:05:00	0,00775	538,1636	1	0,531222	0,016215	0,008765	0,1	266,6	-0,998	-0,059	0,002	0,998	0,044	0,04	15. Apr.	2	18:02	18:03
2023-03-18 18:01:00	0,006965	551,8035	1	0,485852	0,015206	0,004197	0,9	266,3	-0,998	-0,065	0,016	0,998	0,04	0,054	16. Apr.	2	18:03	18:04
2023-03-18 18:04:00	0,00757	544,6554	1	0,519613	0,016052	0,007338	0,5	266,8	-0,998	-0,055	0,008	0,998	0,037	0,041	17. Apr.	4	18:02	18:05
2023-03-18 18:05:00	0,007811	542,2639	1	0,531383	0,016343	0,008761	0,3	267	-0,999	-0,052	0,005	0,999	0,036	0,037	18. Apr.	6	18:02	18:07
2023-03-18 18:06:00	0,008328	539,8679	1	0,543421	0,01664	0,013598	0,1	267,2	-0,999	-0,048	0,002	0,999	0,035	0,033	19. Apr.	8	18:02	18:09
2023-03-19 18:01:00	0,007004	555,7508	1	0,475216	0,014979	0,006431	1,2	266,5	-0,998	-0,061	0,022	0,998	0,033	0,056	20. Apr.	9	18:03	18:11
2023-03-19 18:02:00	0,007375	553,3935	1	0,48598	0,015254	0,009987	1,1	266,7	-0,998	-0,057	0,019	0,998	0,032	0,051	21. Apr.	10	18:02	18:11
2023-03-19 18:04:00	0,007391	548,6656	1	0,508248	0,015816	0,006365	0,8	267,1	-0,999	-0,051	0,013	0,999	0,03	0,043	22. Apr.	12	18:02	18:13
2023-03-19 18:05:00	0,008013	546,295	1	0,519764	0,016105	0,012988	0,6	267,3	-0,999	-0,047	0,011	0,999	0,029	0,039	23. Apr.	13	18:03	18:15
2023-03-19 18:06:00	0,008162	543,92	1	0,531541	0,016398	0,013024	0,5	267,5	-0,999	-0,044	0,008	0,999	0,028	0,034	24. Apr.	15	18:03	18:17
2023-03-19 18:07:00	0,008459	541,5407	1	0,543587	0,016696	0,014864	0,3	267,7	-0,999	-0,04	0,005	0,999	0,028	0,03	25. Apr.	15	18:03	18:17
2023-03-19 18:08:00	0,008345	539,157	1	0,555907	0,017	0,011583	0,1	267,9	-0,999	-0,037	0,003	0,999	0,027	0,026	26. Apr.	15	18:02	18:16
2023-03-20 18:01:00	0,007017	559,6326	1	0,464807	0,014754	0,008241	1,6	266,8	-0,998	-0,057	0,027	0,998	0,026	0,057	27. Apr.	15	18:03	18:17
2023-03-20 18:02:00	0,007439	557,2959	1	0,475338	0,015025	0,012477	1,4	267	-0,998	-0,053	0,024	0,998	0,025	0,053	28. Apr.	15	18:03	18:17
2023-03-20 18:03:00	0,007785	554,9547	1	0,486109	0,015301	0,015292	1,2	267,2	-0,999	-0,05	0,022	0,999	0,024	0,049	29. Apr.	15	18:03	18:17
2023-03-20 18:04:00	0,007112	552,6092	1	0,497125	0,015581	0,003951	1,1	267,3	-0,999	-0,046	0,019	0,999	0,023	0,044	30. Apr.	16	18:03	18:18
2023-03-20 18:05:00	0,007825	550,2593	1	0,508391	0,015867	0,012064	0,9	267,5	-0,999	-0,043	0,016	0,999	0,022	0,04	1. Mai.	15	18:04	18:18
2023-03-20 18:06:00	0,008375	547,905	1	0,519914	0,016157	0,017207	0,8	267,7	-0,999	-0,039	0,013	0,999	0,022	0,036	2. Mai.	15	18:03	18:17
2023-03-20 18:07:00	0,008489	545,5464	1	0,531698	0,016452	0,016736	0,6	267,9	-0,999	-0,036	0,011	0,999	0,021	0,031	3. Mai.	15	18:03	18:17
2023-03-20 18:08:00	0,008681	543,1835	1	0,543751	0,016752	0,017175	0,5	268,1	-0,999	-0,033	0,008	0,999	0,02	0,027	4. Mai.	16	18:03	18:18
2023-03-20 18:09:00	0,00858	540,8162	1	0,556077	0,017057	0,014122	0,3	268,3	-1	-0,029	0,005	1	0,019	0,023	5. Mai.	15	18:04	18:18
2023-03-20 18:10:00	0,008837	538,4446	1	0,568684	0,017367	0,015306	0,1	268,5	-1	-0,026	0,003	1	0,018	0,019	6. Mai.	15	18:04	18:18
2023-03-21 17:59:00	0,006546	568,0703	1	0,444551	0,014323	0,003969	2	266,8	-0,998	-0,056	0,035	0,998	0,02	0,063	7. Mai.	15	18:04	18:18
2023-03-21 18:00:00	0,006731	565,7628	1	0,454625	0,014588	0,004985	1,9	267	-0,998	-0,052	0,033	0,998	0,019	0,058	8. Mai.	16	18:04	18:19
2023-03-21 18:01:00	0,00755	563,4508	1	0,464928	0,014858	0,015163	1,7	267,2	-0,998	-0,049	0,03	0,998	0,018	0,054	9. Mai.	15	18:05	18:19
2023-03-21 18:02:00	0,007892	561,1345	1	0,475465	0,015132	0,017822	1,6	267,4	-0,999	-0,045	0,027	0,999	0,017	0,05	10. Mai.	15	18:05	18:19
2023-03-21 18:03:00	0,008209	558,8137	1	0,486242	0,015411	0,019954	1,4	267,6	-0,999	-0,042	0,024	0,999	0,016	0,046	11. Mai.	15	18:05	18:19
2023-03-21 18:04:00	0,007612	556,4886	1	0,497264	0,015695	0,010313	1,2	267,8	-0,999	-0,038	0,022	0,999	0,016	0,041	12. Mai.	16	18:05	18:20
2023-03-21 18:05:00	0,008198	554,1591	1	0,508536	0,015984	0,016119	1,1	268	-0,999	-0,035	0,019	0,999	0,015	0,037	13. Mai.	15	18:06	18:20
2023-03-21 18:06:00	0,008691	551,8252	1	0,520065	0,016277	0,0202	0,9	268,2	-0,999	-0,032	0,016	0,999	0,014	0,033	14. Mai.	15	18:06	18:20
2023-03-21 18:07:00	0,008756	549,4871	1	0,531856	0,016576	0,019121	0,8	268,4	-1	-0,028	0,014	1	0,013	0,029	15. Mai.	15	18:06	18:20
2023-03-21 18:08:00	0,009045	547,1446	1	0,543914	0,016879	0,020552	0,6	268,6	-1	-0,025	0,011	1	0,012	0,024	16. Mai.	16	18:06	18:21
2023-03-21 18:09:00	0,008824	544,7978	1	0,556247	0,017188	0,016216	0,5	268,8	-1	-0,021	0,008	1	0,011	0,02	17. Mai.	16	18:06	18:21
2023-03-21 18:10:00	0,008685	542,4467	1	0,56886	0,017502	0,01271	0,3	269	-1	-0,018	0,005	1	0,01	0,016	18. Mai.	15	18:07	18:21
2023-03-22 18:00:00	0,007177	571,7008	1	0,444668	0,014419	0,013025	2,2	267,3	-0,998	-0,048	0,038	0,998	0,012	0,06	19. Mai.	15	18:07	18:21
2023-03-22 18:01:00	0,007301	569,4196	1	0,454747	0,014687	0,012893	2	267,5	-0,998	-0,044	0,031	0,998	0,011	0,056	20. Mai.	15	18:07	18:21
2023-03-22 18:02:00	0,008058	567,1339	1	0,465055	0,014959	0,021075	1,9	267,7	-0,999	-0,041	0,033	0,999	0,01	0,051	21. Mai.	16	18:07	18:22
2023-03-22 18:03:00	0,008307	564,8439	1	0,475598	0,015237	0,022274	1,7	267,8	-0,999	-0,038	0,03	0,999	0,009	0,047	22. Mai.	16	18:07	18:22
2023-03-22 18:04:00	0,008564	562,5495	1	0,48638	0,015519	0,023482	1,6	268	-0,999	-0,034	0,027	0,999	0,009	0,043	23. Mai.	16	18:07	18:22
2023-03-22 18:05:00	0,008098	560,2507	1	0,497408	0,015806	0,016009	1,4	268,2	-0,999	-0,031	0,024	0,999	0,008	0,038	24. Mai.	15	18:08	18:22
2023-03-22 18:06:00	0,008573	557,9477	1	0,508686	0,016098	0,01994	1,2	268,4	-0,999	-0,027	0,022	0,999	0,007	0,034	25. Mai.	15	18:08	18:22
2023-03-22 18:07:00	0,008976	555,6403	1	0,52022	0,016395	0,022699	1,1	268,6	-1	-0,024	0,019	1	0,006	0,03	26. Mai.	15	18:08	18:22
2023-03-22 18:08:00	0,009101	553,3287	1	0,532016	0,016697	0,022263	0,9	268,8	-1	-0,02	0,016	1	0,005	0,026	27. Mai.	16	18:08	18:23
2023-03-22 18:09:00	0,008767	551,0128	1	0,54408	0,017004	0,016651	0,8	269	-1	-0,017	0,014	1	0,004	0,021	28. Mai.	16	18:08	18:23
2023-03-22 18:10:00	0,008605	548,6926	1	0,556418	0,017316	0,012853	0,6	269,2	-1	-0,014	0,011	1	0,003	0,017	29. Mai.	16	18:09	18:24
2023-03-22 18:11:00	0,008855	546,3682	1	0,569036	0,017634	0,01394	0,5	269,4	-1	-0,01	0,008	1	0,003	0,013	30. Mai.	15	18:10	18:24
2023-03-23 18:00:00	0,007032	575,3497	1	0,434933	0,014193	0,012539	2,5	267,5	-0,998	-0,043	0,044	0,998	0,005	0,061	31. Mai.	15	18:10	18:24
2023-03-23 18:01:00	0,00773	573,0881	1	0,444794	0,014458	0,020334	2,3	267,7	-0,998	-0,04	0,041	0,998	0,004	0,057	1. Jun.	15	18:10	18:24
2023-03-23 18:02:00	0,00782	570,8221	1	0,454878	0,014727	0,019637	2,2	267,9	-0,999	-0,037	0,038	0,999	0,003	0,053	2. Jun.	16	18:10	18:25

Minuten		Minuten im		Messpunkt OP 3	
Zeitraum Start	Zeitraum Ende	pro Tag	Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit
18. April	25. August	16	1935	18:02	18:33



Excel

	Corneal Irradiance	DNI (W/m ²)	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	5	q	Anzahl	Tag	Minuten	Minuten im	Minuten pro Tag	Minuten	Minuten im	Minuten pro Tag	Minuten	Minuten im	Minuten pro Tag	Minuten	Minuten im	Minuten pro Tag						
2023-03-24 06:14:00	0,007969	551,867	1	0,569398	0,017823	0,001569	0,8	89,7	1	0,005	0,014	-1	-0,013	0,007			23. Apr.	2	05:55	05:56	Zeitraum Start	Zeitraum Ende	pro Tag	11	209	05:40	05:54	27. April	22. Mai	11	209	05:40	05:54			
2023-03-25 06:13:00	0,007975	554,7993	1	0,569589	0,017923	0,001036	0,9	89,2	1	0,013	0,017	-1	-0,021	0,004			24. Apr.	3	05:54	05:56				14	868	05:40	06:01	24. Mai	16. August	14	868	05:40	06:01			
2023-03-26 06:13:00	0,007914	559,9497	1	0,557158	0,017695	0,001597	1,3	89	1	0,018	0,022	-1	-0,028	0,006			25. Apr.	3	05:52	05:55																
2023-03-27 06:11:00	0,008242	560,5575	1	0,570001	0,018122	0,003426	1,3	88,4	0,999	0,029	0,022	-0,999	-0,036	-0,002			26. Apr.	4	05:49	05:54																
2023-03-27 06:13:00	0,007855	565,0255	1	0,545015	0,017466	0,002204	1,6	88,7	0,999	0,022	0,027	-0,999	-0,034	0,007			27. Apr.	6	05:47	05:54																
2023-03-28 06:09:00	0,010201	561,1598	1	0,570227	0,018149	0,025282	1,4	87,9	0,999	0,037	0,025	-0,999	-0,044	-0,004			28. Apr.	7	05:46	05:53																
2023-03-28 06:10:00	0,010614	563,3828	2	0,557593	0,017817	0,030884	1,6	88,1	0,999	0,033	0,028	-0,999	-0,043	0			29. Apr.	8	05:44	05:53																
2023-03-28 06:11:00	0,007793	565,6017	1	0,545238	0,017491	0,001183	1,7	88,3	0,999	0,03	0,03	-0,999	-0,042	0,004			30. Apr.	10	05:42	05:53																
2023-03-29 06:08:00	0,009971	563,9661	1	0,570468	0,018248	0,022508	1,6	87,5	0,999	0,044	0,028	-0,999	-0,052	-0,007			1. Mai	11	05:41	05:53																
2023-03-29 06:09:00	0,01032	566,1721	1	0,557834	0,017913	0,027679	1,7	87,0	0,999	0,041	0,03	-0,999	-0,051	-0,003			2. Mai	11	05:40	05:51																
2023-03-29 06:10:00	0,010736	568,374	2	0,545478	0,017585	0,033206	1,9	87,9	0,999	0,037	0,033	-0,999	-0,05	0,001			3. Mai	10	05:40	05:51																
2023-03-29 06:11:00	0,009931	570,5719	1	0,533394	0,017262	0,027553	2	88	0,999	0,034	0,036	-0,999	-0,049	0,005			4. Mai	10	05:40	05:51																
2023-03-30 06:07:00	0,009621	566,7357	1	0,570728	0,018346	0,018389	1,7	86,7	0,998	0,052	0,03	-0,998	-0,059	-0,01			5. Mai	9	05:40	05:50																
2023-03-30 06:08:00	0,009931	568,9249	1	0,558093	0,018009	0,023414	1,9	87,2	0,998	0,049	0,033	-0,998	-0,058	-0,006			6. Mai	8	05:40	05:50																
2023-03-30 06:09:00	0,010598	571,1101	2	0,545737	0,017678	0,031488	2	87,4	0,998	0,045	0,036	-0,998	-0,058	-0,002			7. Mai	10	05:40	05:50																
2023-03-30 06:10:00	0,010971	573,2913	2	0,533652	0,017352	0,036466	2,2	87,6	0,998	0,042	0,038	-0,998	-0,057	0,003			8. Mai	9	05:40	05:50																
2023-03-30 06:11:00	0,01008	575,4684	1	0,521834	0,017032	0,030261	2,4	87,8	0,998	0,038	0,041	-0,998	-0,056	0,007			9. Mai	9	05:40	05:49																
2023-03-31 06:05:00	0,009116	567,292	1	0,571008	0,018373	0,012697	1,9	86,6	0,998	0,06	0,033	-0,998	-0,067	-0,013			10. Mai	9	05:40	05:49																
2023-03-31 06:06:00	0,009646	569,4686	1	0,558374	0,018035	0,020371	2	86,8	0,998	0,056	0,036	-0,998	-0,066	-0,009			11. Mai	7	05:40	05:49																
2023-03-31 06:07:00	0,010177	571,6412	1	0,546017	0,017703	0,027474	2,2	87,1	0,998	0,053	0,038	-0,998	-0,065	-0,005			12. Mai	9	05:40	05:49																
2023-03-31 06:08:00	0,010569	573,8099	2	0,533932	0,017377	0,032856	2,4	87,2	0,998	0,05	0,041	-0,998	-0,064	0			13. Mai	8	05:40	05:48																
2023-03-31 06:09:00	0,010939	575,9745	2	0,522113	0,017056	0,037774	2,5	87,4	0,998	0,046	0,044	-0,998	-0,064	0,004			14. Mai	7	05:40	05:48																
2023-04-01 06:04:00	0,009368	570,0043	1	0,571311	0,01847	0,014969	2	86,1	0,997	0,068	0,036	-0,997	-0,075	-0,016			15. Mai	7	05:40	05:48																
2023-04-01 06:05:00	0,009321	572,1645	1	0,558677	0,018143	0,016367	2,2	86,9	0,997	0,064	0,038	-0,997	-0,074	-0,012			16. Mai	6	05:40	05:48																
2023-04-01 06:06:00	0,009818	574,3208	1	0,546321	0,017796	0,023452	2,4	86,5	0,997	0,061	0,041	-0,997	-0,073	-0,007			17. Mai	6	05:40	05:48																
2023-04-01 06:07:00	0,010132	576,4731	1	0,534236	0,017468	0,028336	2,5	86,7	0,997	0,057	0,044	-0,997	-0,072	-0,003			18. Mai	7	05:40	05:47																
2023-04-01 06:08:00	0,010543	578,6214	2	0,522416	0,017145	0,033879	2,7	86,9	0,997	0,054	0,047	-0,997	-0,071	0,001			19. Mai	7	05:40	05:47																
2023-04-01 06:09:00	0,011114	580,7657	2	0,510856	0,016828	0,040443	2,8	87,1	0,998	0,05	0,049	-0,998	-0,07	0,005			20. Mai	7	05:40	05:47																
2023-04-02 06:03:00	0,010679	572,6793	1	0,571639	0,018568	0,027521	2,2	85,7	0,996	0,075	0,038	-0,996	-0,082	-0,019			21. Mai	6	05:40	05:47																
2023-04-02 06:04:00	0,009537	574,8234	1	0,559006	0,018225	0,018166	2,4	85,9	0,997	0,072	0,041	-0,997	-0,081	-0,015			22. Mai	5	05:40	05:47																
2023-04-02 06:05:00	0,009481	576,9635	1	0,54665	0,017889	0,019452	2,5	86,1	0,997	0,068	0,044	-0,997	-0,081	-0,01			23. Mai	4	05:40	05:43																
2023-04-02 06:06:00	0,009941	579,0996	1	0,534565	0,017558	0,026	2,7	86,3	0,997	0,065	0,047	-0,997	-0,08	-0,006			24. Mai	6	05:40	05:46																
2023-04-02 06:07:00	0,010201	581,2318	1	0,522745	0,017233	0,030286	2,8	86,5	0,997	0,062	0,049	-0,997	-0,079	-0,002			25. Mai	6	05:40	05:46																
2023-04-02 06:08:00	0,010703	583,36	2	0,511184	0,016914	0,036544	3	86,7	0,997	0,058	0,052	-0,997	-0,078	0,002			26. Mai	6	05:40	05:46																
2023-04-02 06:09:00	0,010353	585,4843	2	0,499877	0,0166	0,0352	3,1	86,9	0,997	0,055	0,055	-0,997	-0,077	0,007			27. Mai	6	05:40	05:46																
2023-04-03 06:01:00	0,01053	573,1849	1	0,571995	0,018596	0,026011	2,4	85,2	0,996	0,083	0,041	-0,996	-0,09	-0,022			28. Mai	6	05:40	05:46																
2023-04-03 06:02:00	0,010863	575,3169	2	0,559363	0,018253	0,030795	2,5	85,4	0,996	0,079	0,044	-0,996	-0,089	-0,018			29. Mai	5	05:40	05:45																
2023-04-03 06:03:00	0,008959	577,4449	1	0,547007	0,017915	0,013516	2,7	85,6	0,996	0,076	0,047	-0,996	-0,088	-0,013			30. Mai	5																		