

SolPEG Blendgutachten Solarpark Mittergars

**Analyse der potentiellen Blendwirkung einer geplanten PV Anlage
in der Nähe von Mittergars in Oberbayern**

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

FON: +49 (0)40 79 69 59 36
FAX: +49 (0)40 79 69 59 38
info@solpeg.de
www.solpeg.de

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	Ergebnisübersicht.....	17
4.2	Ergebnisse am Messpunkt P1, Bahnstrecke westlich	17
4.3	Ergebnisse am Messpunkt P2, Bahnstrecke Mitte.....	18
4.4	Ergebnisse am Messpunkt P3, Bahnstrecke östlich.....	20
4.5	Ergebnisse am Messpunkt P4, Mittergarser Straße / Einmündung.....	22
4.6	Ergebnisse am Messpunkt P5, Gebäude Innwerksiedlung.....	24
5	Zusammenfassung der Ergebnisse	25
5.1	Zusammenfassung.....	25
5.2	Beurteilung der Ergebnisse	25
6	Schlussbemerkung.....	25
7	Anhang.....	26 - 39

SolPEG Blendgutachten

Analyse der Blendwirkung der geplanten PV Anlage "Mittergars"

1 Auftrag

1.1 Beauftragung

Als unabhängiger Gutachter ist die SolPEG GmbH durch die MaxSolar GmbH beauftragt, die potentielle Blendwirkung der geplanten PV Anlage „Mittergars“ 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. 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 „Mittergars“ eine Blendwirkung für schutzbedürftige Zonen im Sinne der Licht-Leitlinie ausgehen könnte. Dies gilt insbesondere für Verkehrsteilnehmer auf der Mittergarser Straße sowie die Bahnstrecke Rosenheim-Mühlendorf.

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 Licht-Leitlinie 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 ca. 1,2 km südwestlich der Ortschaft Mittergars in einem landwirtschaftlich geprägten Gebiet, ca. 9 km südöstlich von Waldkraiburg in Oberbayern. Südlich der Anlage verläuft auf einer Länge von ca. 420 m die Bahnstrecke Rosenheim–Mühldorf² sowie die Mittergarser Straße. Die folgenden Informationen und Bilder geben einen Überblick über den Standort.

Tabelle 1: Informationen über den Standort

Allgemeine Beschreibung des Standortes	Ackerfläche südwestlich der Ortschaft Mittergars in Oberbayern. Die Fläche ist überwiegend eben.
Koordinaten (Mitte)	48.147°N, 12.313°O, 164 m ü.N.N
Entfernung zur Bahnlinie	ca. 15 m
Grenzlänge entlang der Bahnlinie	ca. 420 m
Entfernung zu angrenzenden Straßen	ca. 25 m
Entfernung zu umliegenden Gebäuden	ca. 125 m (kleinste Entfernung)

Übersicht über den Standort und die PV Anlage (schematisch)

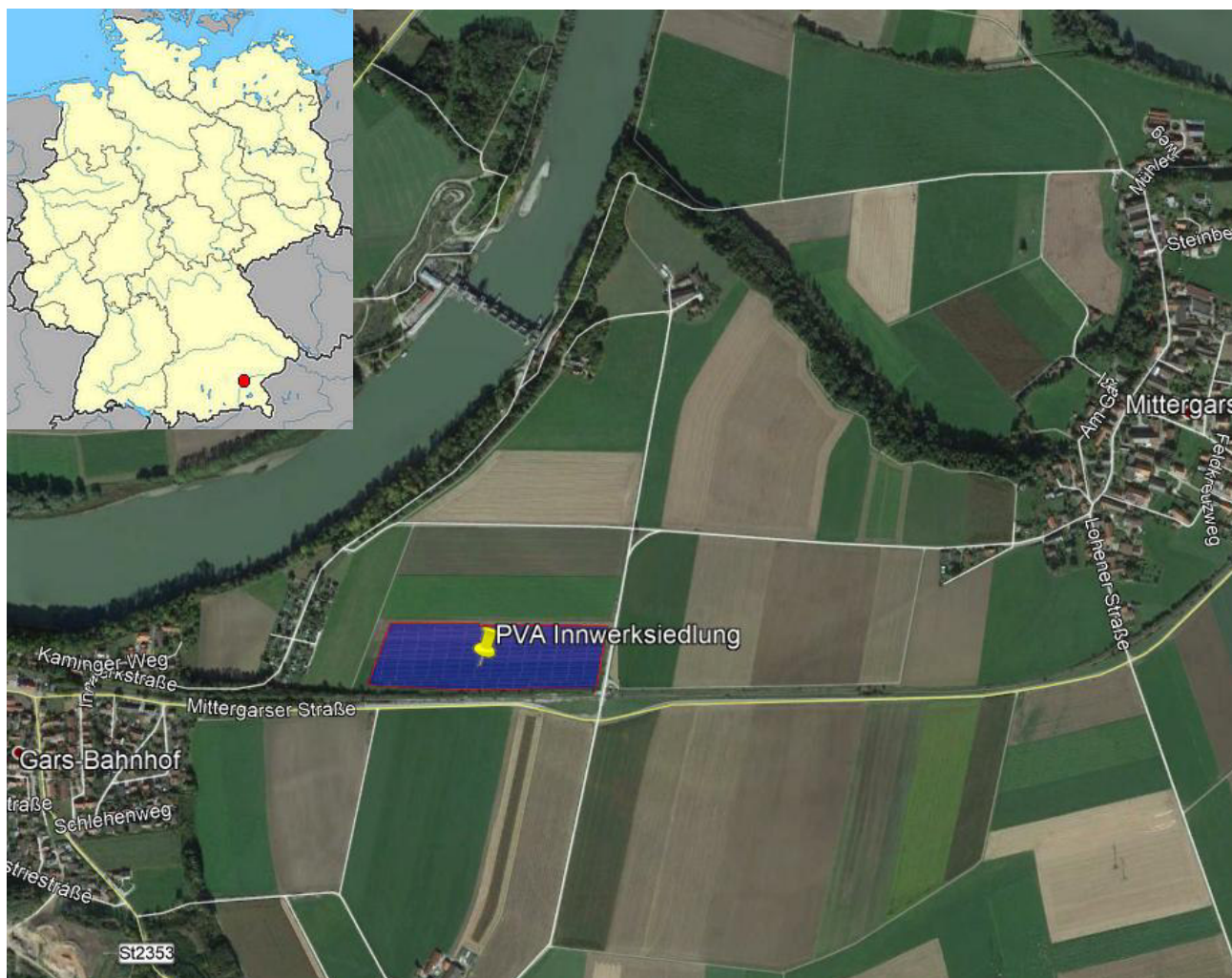


Bild 2.1.1: Luftbild der Anlage und Bahnlinie Rosenheim–Mühldorf (Quelle: Google Earth/SolPEG)

² DB Streckennummer 5700, DB Kursbuchstrecke 944

Das folgende Bild zeigt die Fläche der geplanten PV Anlage sowie Umgebung.



Bild 2.1.2: Detail der PVA mit Bahnlinie (Quelle: SolPEG)

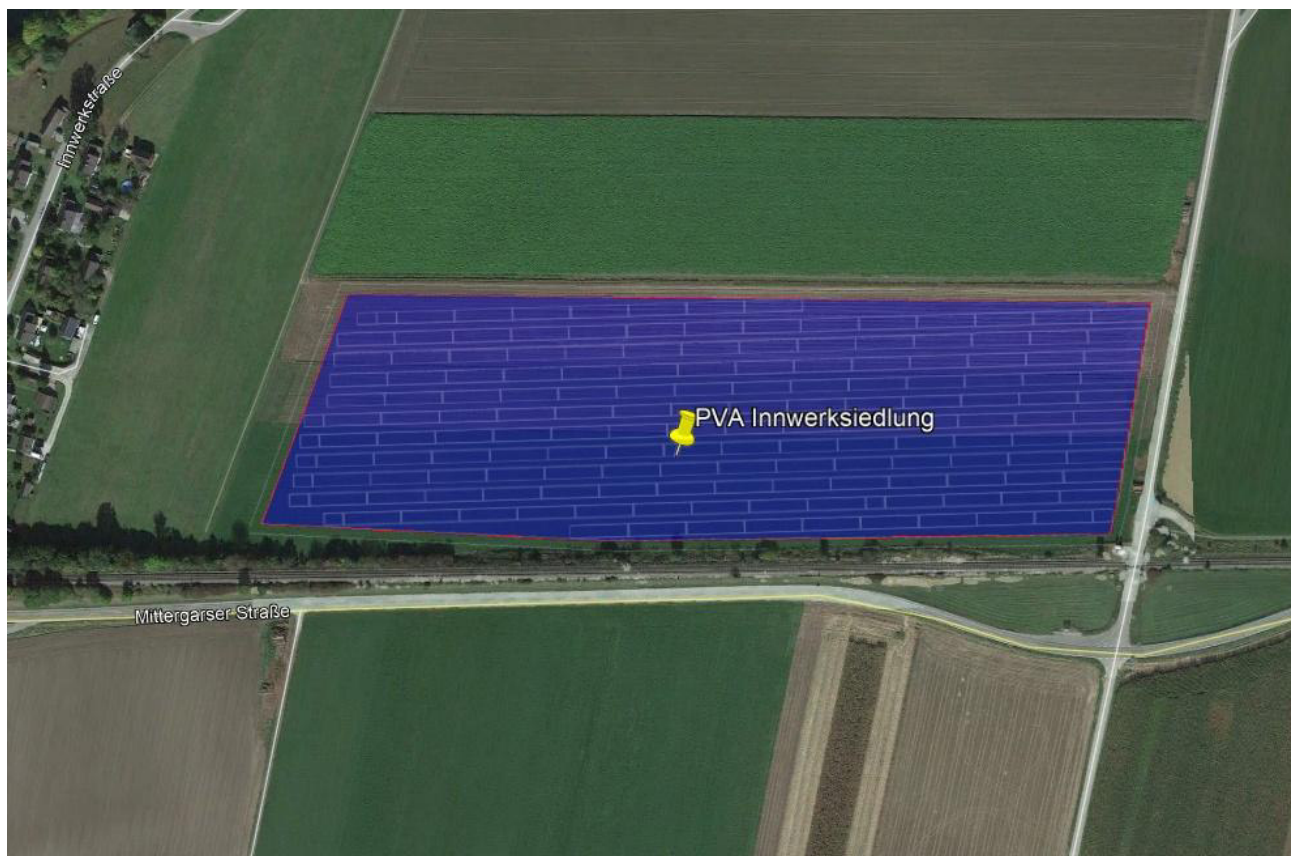


Bild 2.1.3: Detail der PVA mit Bahnlinie (Quelle: SolPEG)

Aktuelles Foto der Fläche. Blick von Osten Richtung Südwesten, Bahndamm und Innwerksiedlung.



Bild 2.1.3: Blick von Osten Richtung Südwesten (Quelle: Auftraggeber)

Blick von Westen Richtung Südosten, Bahndamm.



Bild 2.1.4: Blick von Westen Richtung Südosten (Quelle: Auftraggeber)

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.

Das folgende Bild zeigt Gebäude der Innwerksiedlung westlich der PV Anlage. Aufgrund des Strahlenverlaufs gemäß Reflexionsgesetz könnten die Gebäude von potentiellen Reflexionen durch die PV Anlage erreicht werden. Lt. Planungsunterlagen ist allerdings eine Bepflanzung mit Büschen und Bäume geplant sodass kein direkter Sichtkontakt zur PV Anlage vorhanden ist. Der Standort wird dennoch analysiert. Andere Gebäude in der weiteren Umgebung (u.a. der Ortschaft Mittergars) sind aufgrund der Lage und Entfernung nicht von Reflexionen durch die PV Anlage betroffen und werden daher nicht weiter analysiert.

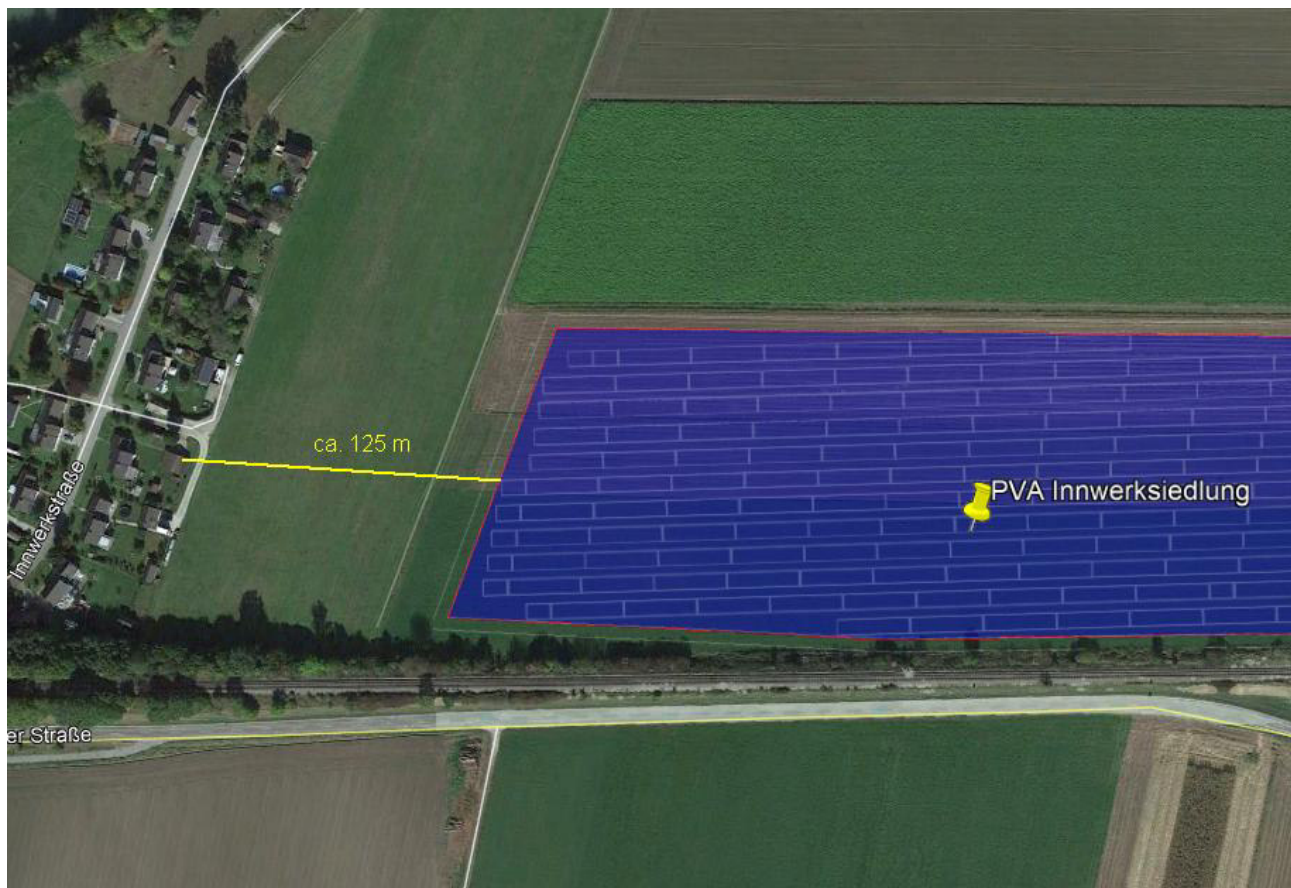


Bild 2.2.1: Gebäude im Westen der PV Anlage (Quelle: Google Earth / SolPEG)

3 Ermittlung der potentiellen Blendwirkung

3.1 Rechtliche Hinweise

Weitere Hinweise u.a. zur Licht-Leitlinie sind nicht Bestandteil dieses Dokumentes.

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 reflektierten Lichtes auf 1-4 % reduzieren können. Folgende Skizze zeigt den Aufbau:

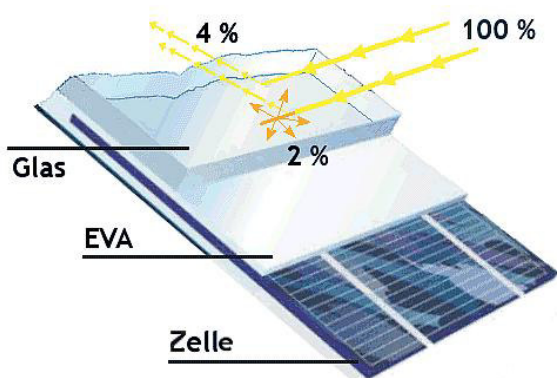


Bild 3.2.1: Anteil des reflektierten Sonnenlichtes bei einem PV Modul (Quelle: SolPEG)

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:

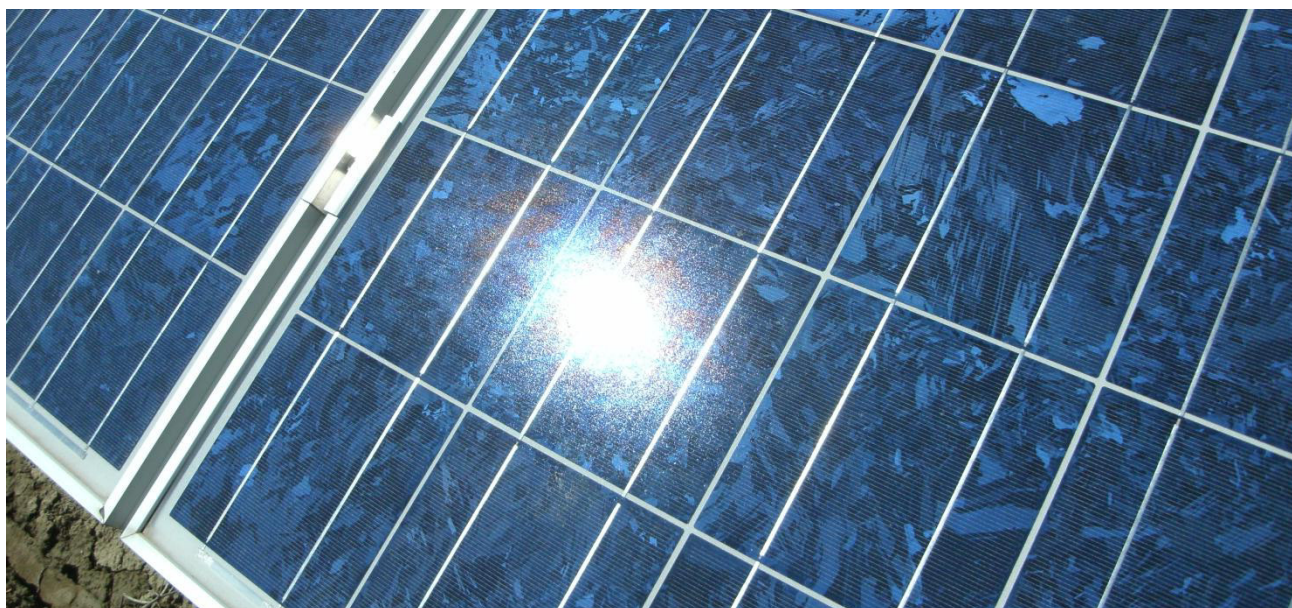


Bild 3.2.2: Diffuse Reflexion von direktem Sonnenlicht (Einstrahlung ca. 980 W/m²) auf einem PV Modul (Quelle: SolPEG)

Das folgende Bild verdeutlicht die Reflexion von verschiedenen Moduloberflächen im direkten Vergleich. Das mittlere Modul entspricht den aktuell marktüblichen PV Modulen wie auch im Bild 3.2.2 dargestellt. Durch die strukturierte Oberfläche wird das Sonnenlicht diffus mit einer stärkeren Streuung reflektiert und die Leuchtdichte ist entsprechend vermindert. Das Modul rechts im Bild zeigt aufgrund der speziellen Oberfläche praktisch keine direkte, sondern durch die starke Bündelaufweitung der Lichtstrahlen, ausschließlich diffuse Reflexion.



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

Diese Eigenschaften können schematisch wie folgt dargestellt werden

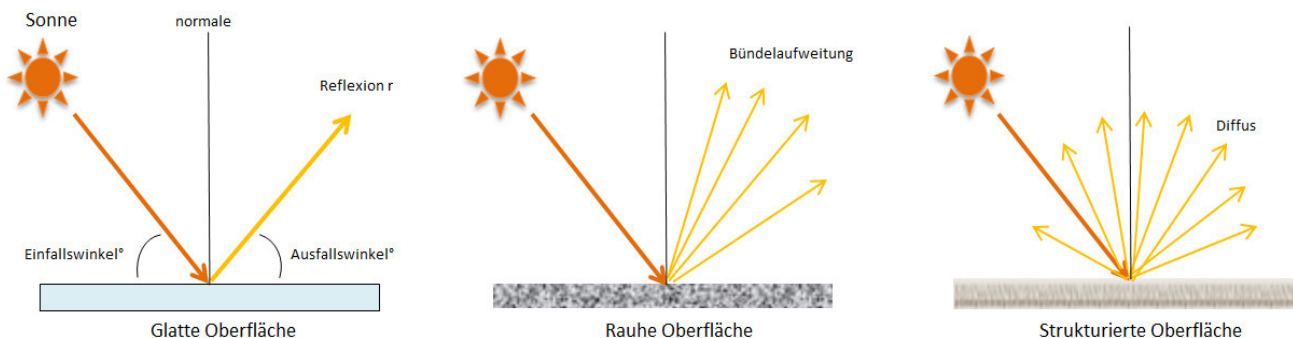


Bild 3.2.4: Reflexion von unterschiedlichen Oberflächen (Quelle: SolPEG)

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 21 ff) zur Anwendung, es werden jedoch aufgrund fehlender Angaben u.a. für Fahrzeuglenker zusätzliche Quellen herangezogen, u.a. die Richtlinien der FAA³ 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:

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

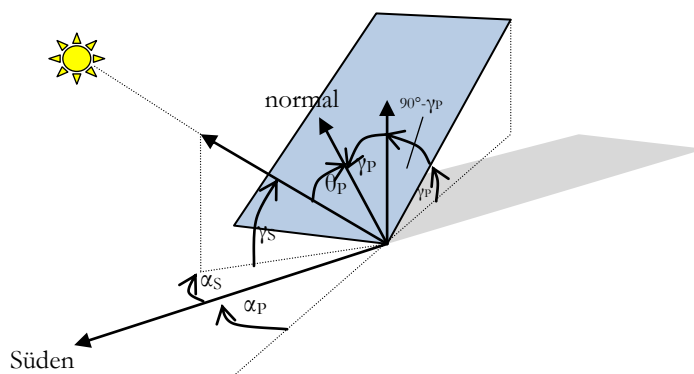


Bild 3.3.1: Schematische Darstellung der Reflexionen auf einer geneigten Fläche (Quelle: SolPEG)

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

Die Simulation von Reflexionen geht zu jedem Zeitpunkt von einem klaren Himmel und direkter Sonneneinstrahlung aus, daher wird im Ergebnis immer die höchst mögliche Blendwirkung angegeben. Dies entspricht nur selten den realen Umgebungsbedingungen und auch Informationen über möglichen Sichtschutz durch Bäume, Gebäude oder andere Objekte können nicht ausreichend verarbeitet werden. Auch Wettereinflüsse wie z.B. Frühnebel/Dunst oder lokale Besonderheiten der Wetterbedingungen können nicht berechnet werden. Die Entfernung zur Immissionsquelle 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-Leitlinie⁴ wird eine Entfernung von 100 m genannt.

Die durchgeführten Berechnungen wurden u.a. mit Simulationen und Modellen des Sandia National Laboratories⁵, New Mexico überprüft.

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

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

⁵ 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 einfachen Modulen. Dennoch sind Reflexionen nicht ausgeschlossen, insbesondere wenn das Sonnenlicht abends und morgens in einem flachen Winkel auf die Moduloberfläche trifft. Die folgende Skizze verdeutlicht die Konstruktion der Modulinstallation.

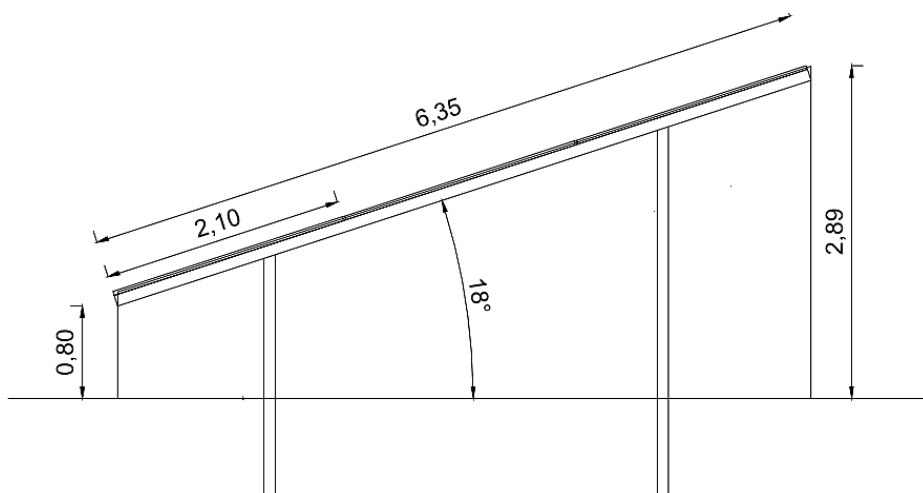


Bild 3.4.1: Skizzen der Modulkonstruktion (Quelle: Systemplanung)

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

Tabelle 2: Berechnungsparameter

PV Modul	Trina Solar (oder vergleichbar)
Moduloberfläche	Solarglas mit Anti-Reflexionsbehandlung (lt. Datenblatt)
Unterkonstruktion	Modultische, fest aufgeständert
Modulinstallation	3 Module hochkant übereinander
Ausrichtung (Azimut)	Süden (180°)
Modulneigung	18°
Höhe der sichtbaren Modulfläche	min. 0,80 m, max. 2,90 m
Anzahl Messpunkte gesamt	5 Messpunkte (siehe Skizze 3.5.1)
Azimut Bahnlinie	89° Richtung Ost
Höhe Messpunkte	2 m über Boden
Höhe Messpunkte Zugführer	2,5 m über Boden inkl. Bahndamm
Azimut Blickrichtung Zugführer ⁶	Fahrtrichtung +/- 20°

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

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

3.5 Standorte für die Analyse

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

Für die Analyse der potentiellen Blendwirkung wurden exemplarisch insgesamt 5 Messpunkte festgelegt und die jeweils im Jahresverlauf auftretenden Reflexionen ermittelt. 3 Messpunkte entlang der Bahnlinie gewählt, 1 Messpunkt im Verlauf der Mittergarser Straße/ Einmündung sowie 1 Messpunkt im Bereich der Gebäude der Innwerksiedlung. Privat-, Feld- und Wirtschaftswege werden nicht analysiert. Die Einzelergebnisse sind im Abschnitt 4 dargestellt und kommentiert.

Die folgende Übersicht zeigt die gewählten Messpunkte (P1 – P5):

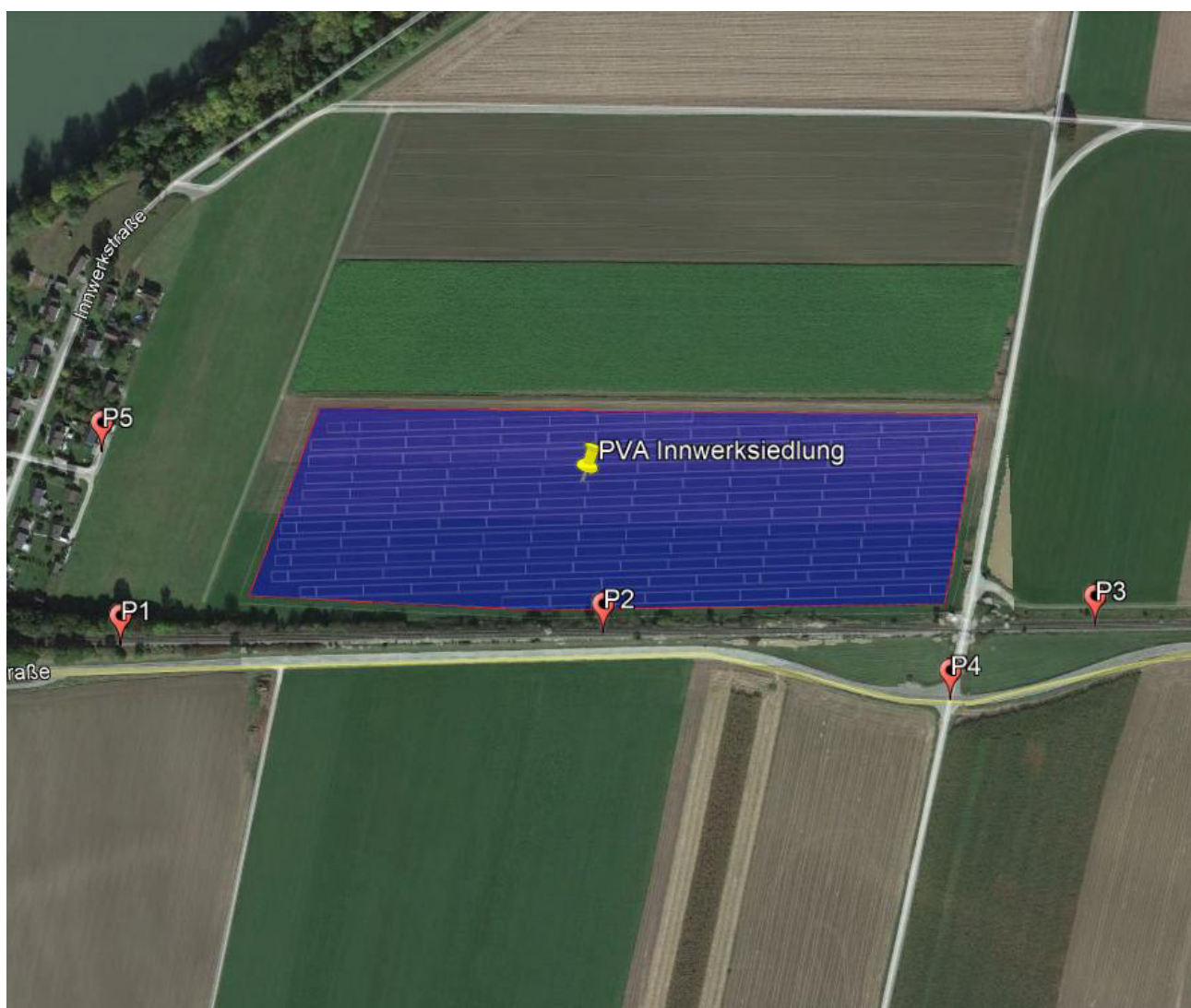


Bild 3.5.1: Exemplarisch gewählte Messpunkte (P1 - P5) für die Analyse der Reflexionen (Quelle: Google Earth/SolPEG)

3.6 Hinweise zum Simulationsverfahren

Licht-Leitlinie

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

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

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

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

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

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

Christoph Schierz, TU Ilmenau, FG Lichttechnik, 2012:

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

Michaela Fischbach, Wolfgang Rosenthal, Solarpraxis AG:

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

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

Schutzwürdige Räume

In der Licht-Leitlinie sind einige "schutzwürdige Räume" - also ortsfeste Standorte - aufgeführt, für die zu bestimmten Tageszeiten störende oder belastigende Einflüsse durch Lichtimmissionen zu vermeiden sind. Es fehlt 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 Leutdichte kann die Blendwirkung durch frequente Reflexionen subjektiv als störend empfunden werden (psychologische Blendwirkung). Vor diesem Hintergrund kann die Empfehlung der Licht-Leitlinie in Bezug auf die maximale Dauer von Reflexionen in "schutzwürdigen Räumen" nicht ohne weiteres auf Fahrzeuge übertragen werden. Die reinen Zahlen der Simulationsergebnisse sind immer auch im Kontext zu verstehen.

Einfallswinkel der Reflexion

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

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

Entfernung zur Immissionsquelle

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

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

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 3.6.1: Fensterfront gängiger Loktypen (Quelle: Wikipedia, CC0 1.0 Lizenz, Ausschnitt bearbeitet)

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 $\pm 20^\circ$ 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.

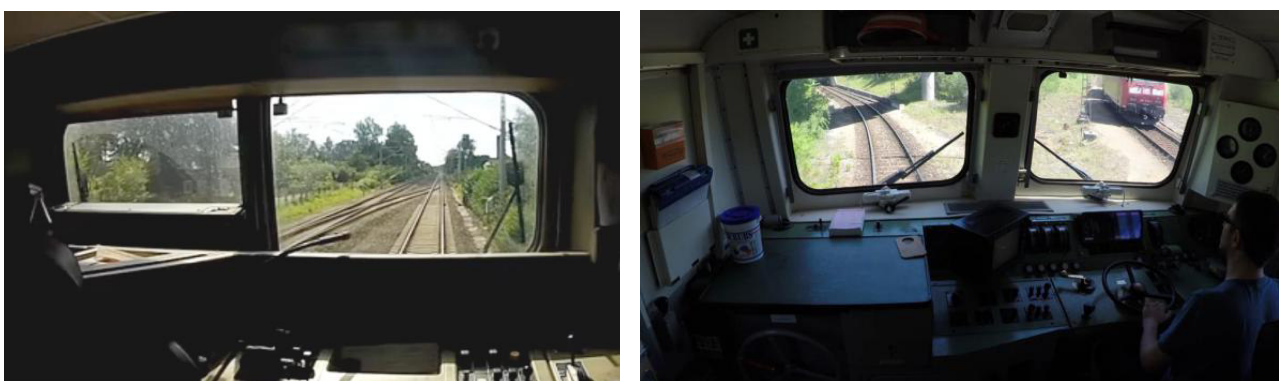


Bild 3.6.2: Blick aus dem Führerstand. Links Baureihe 143, rechts 155 (Quelle: Wikipedia, CC0 1.0 Lizenz, Ausschnitt)

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 wird die momentan noch verwendete Baureihe 143 / 243 (RB) u.a. aufgrund der gestiegenen Sicherheitsanforderungen (Crash-Optimierung) bis 2021 gegen neuere Baureihen oder Triebwagen ersetzt. Aber auch hier ist die Fensterfront im Randbereich überwiegend nur unwesentlich verändert und daher sind die entsprechenden Aspekte der Simulation weiterhin anwendbar.

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. TMY8) vorhanden sind. Der Deutsche Wetterdienst DWD hat für Deutschland für das Jahr 2020 eine mittlere Wolkenbedeckung⁹ von ca. 78 % ermittelt. Der Durchschnittswert für den Zeitraum 1982-2009 liegt bei 62,5 % - 75 %.

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

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

Kategorien von Reflexionen

Fachleute sind überwiegend der Meinung, dass die sog. Absolutblendung, die eine Störung der Sehfähigkeit bewirkt, ab einer Leuchtdichte von ca. 100.000 cd/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.

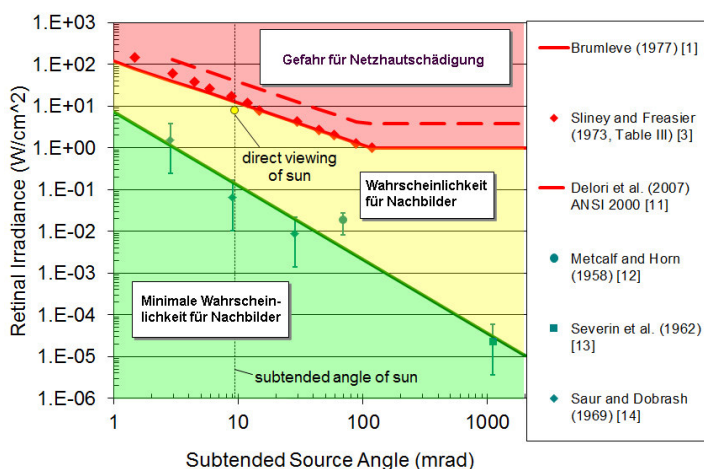


Bild 3.6.3: Kategorisierung von Reflexionen (Quelle: Sandia National Laboratories, siehe auch Diagramme im Anhang)

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

⁹ 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_2020_17.png

4 Ergebnisse

4.1 Ergebnisübersicht

Die Berechnung der potentiellen Blendwirkung der PV Anlage Mittergars wird für 5 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 3.6.3 auch als farbige Flächen dargestellt:

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

Die unbereinigten Ergebnisse (Rohdaten) beinhalten alle rechnerisch ermittelten Reflexionen, auch solche, die lt. Ausführungen der Licht-Leitlinie zu schutzwürdigen Zonen zu vernachlässigen sind. U.a. sind Reflexionen mit einem Differenzwinkel zwischen Sonne und Immissionsquelle von weniger als 10° zu vernachlässigen, da in solchen Konstellationen die Sonne selbst die Ursache für eine mögliche Blendwirkung darstellt. Auch Reflexionen, die 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 zu verwenden. Individuelle Ausführungen erfolgen im weiteren Abschnitt gesondert für die jeweiligen Messpunkte.

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

Messpunkt	PV Feld
P1 Bahnstrecke, westlich	-
P2 Bahnstrecke, Mitte	2977 ^W
P3 Bahnstrecke, östlich / Bahnübergang	1388 ^W
P4 Mittergarser Straße / Einmündung	1095 ^S
P5 Gebäude westlich (Innwerksiedlung)	-

^W Aufgrund des Einfallswinkels zu vernachlässigen

^E Aufgrund der Entfernung zur Immissionsquelle zu vernachlässigen

^S Aufgrund von Sichtschutz durch Geländestruktur, natürliche oder künstliche Objekte zu vernachlässigen

Die unbereinigten Daten sind im Anhang aufgeführt.

4.2 Ergebnisse am Messpunkt P1, Bahnstrecke westlich

Am Messpunkt P1 auf der Bahnstrecke westlich der PV Anlage sind nach Bereinigung der Rohdaten keine relevanten Reflexionen durch die PV Anlage mehr nachweisbar. Dies liegt im Wesentlichen daran, dass Reflexionen nur in den frühen Morgenstunden aus östlicher Richtung auftreten können und in solchen Konstellationen ist die tief stehende Sonne überwiegend selbst die Ursache für mögliche Blendwirkungen. Eine Beeinträchtigung von Zugführern kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Die Sichtbarkeit von ggf. vorhandenen DB-Signalanlagen ist nicht beeinträchtigt.

4.3 Ergebnisse am Messpunkt P2, Bahnstrecke Mitte

Am Messpunkt P2 auf der Bahnstrecke können theoretisch bei der Fahrt Richtung Westen und Richtung Osten zwischen dem 24. April - 17. August Reflexionen durch die PV Anlage auftreten. Bei der Fahrt Richtung Osten können diese in der Zeit zwischen 06:00 Uhr - 06:19 Uhr und bei der Fahrt Richtung Westen in der Zeit zwischen 18:16 Uhr - 18:34 Uhr für max. 17 Minuten pro Tag auftreten. Die Einfallswinkel von potentiellen Reflexionen betragen bei der Fahrt Richtung Osten ca. -13° bis -28° und bei der Fahrt Richtung Westen ca. $+15^\circ$ bis $+30^\circ$ zur jeweiligen Fahrtrichtung und somit überwiegend außerhalb des für Zugführer relevanten Blickwinkels (Fahrtrichtung $\pm 20^\circ$, ca. 100 m).

Die folgende Skizze zeigt die Situation am Messpunkt P2.

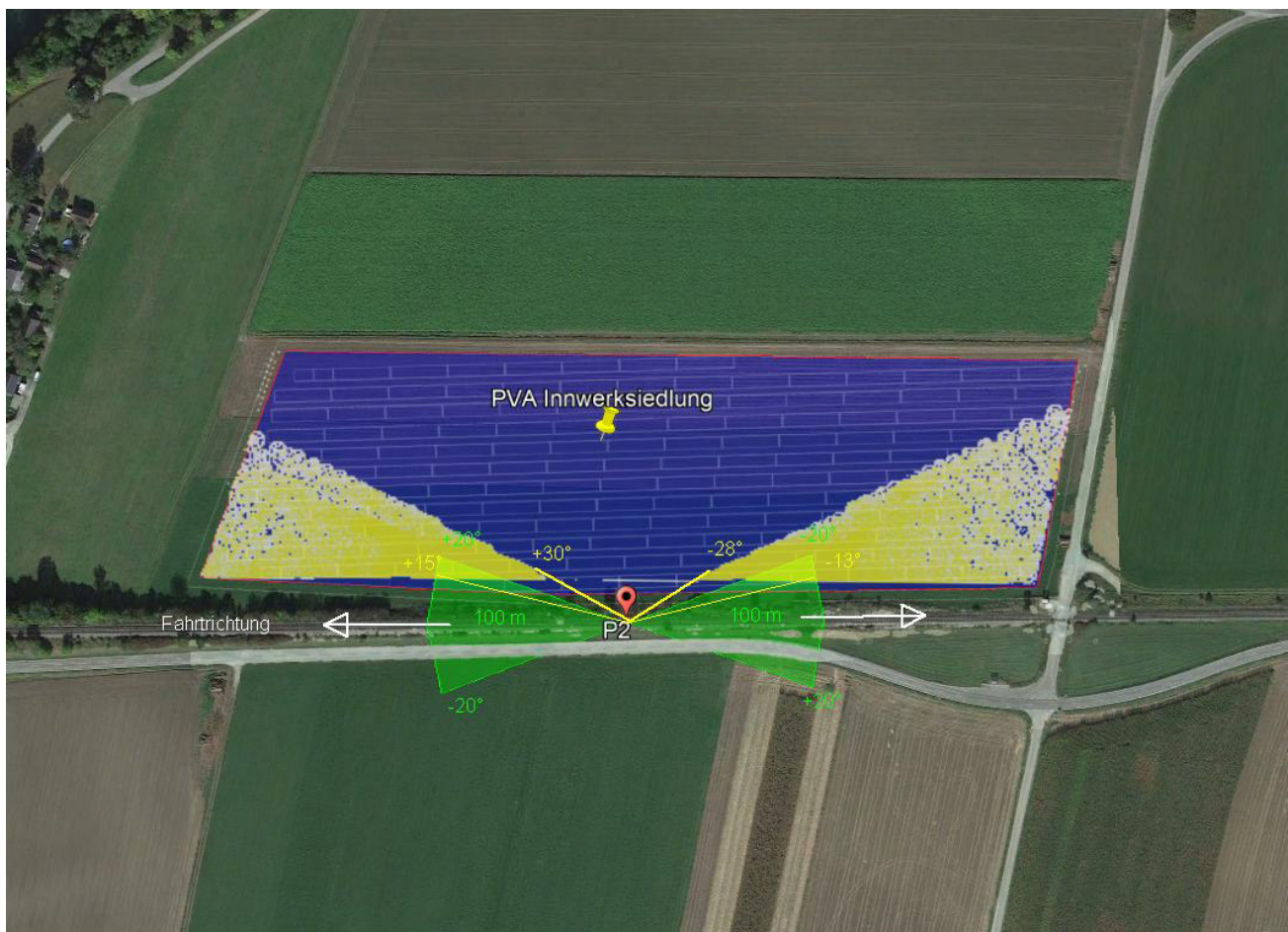


Bild 4.3.1: Potentielle Reflexionen am Messpunkt P2 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Der grün markierte Bereich zeigt den relevanten Sichtwinkel bei der Fahrt Richtung Südwesten (Fahrtrichtung $\pm 20^\circ$, ca. 100 m). Potentielle Reflexionen können theoretisch in den gelb/weiß markierten Flächen¹⁰ auftreten. Aufgrund des Einfallswinkels und der teilweise großen Entfernung wären diese jedoch zu vernachlässigen.

Eine Beeinträchtigung von Zugführern kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Die Sichtbarkeit von DB Signalanlagen (u.a. Bahnübergang südöstlich der PV Anlage) ist nicht beeinträchtigt.

¹⁰ Fläche der nicht bereinigten Simulationsergebnisse

Die folgende Skizze (Pseudo 3D) zeigt beispielhaft die Situation am 01. Mai um 06:30 Uhr, Blick Richtung Osten. Der Strahlenverlauf der Lichtstrahlen ist durch gelbe Pfeile symbolisiert und verdeutlicht, dass die tief stehende Sonne selbst die Ursache für potentielle Blendwirkungen darstellt.

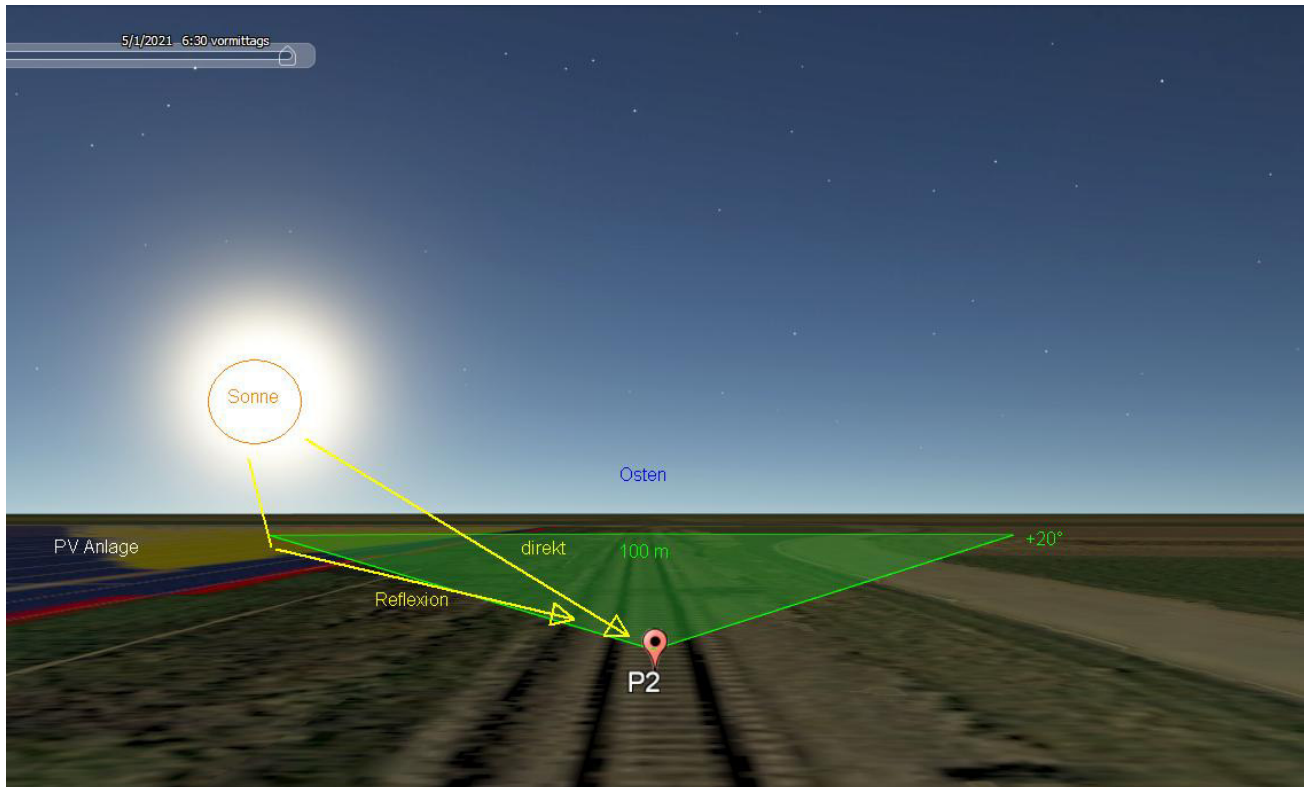


Bild 4.3.2: Situation am Messpunkt P2, Blick Richtung Osten (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Bei der Fahrt Richtung Westen zeigt sich ein ähnliches Bild. Hier beispielhaft am 01. Mai um 18:30 Uhr.

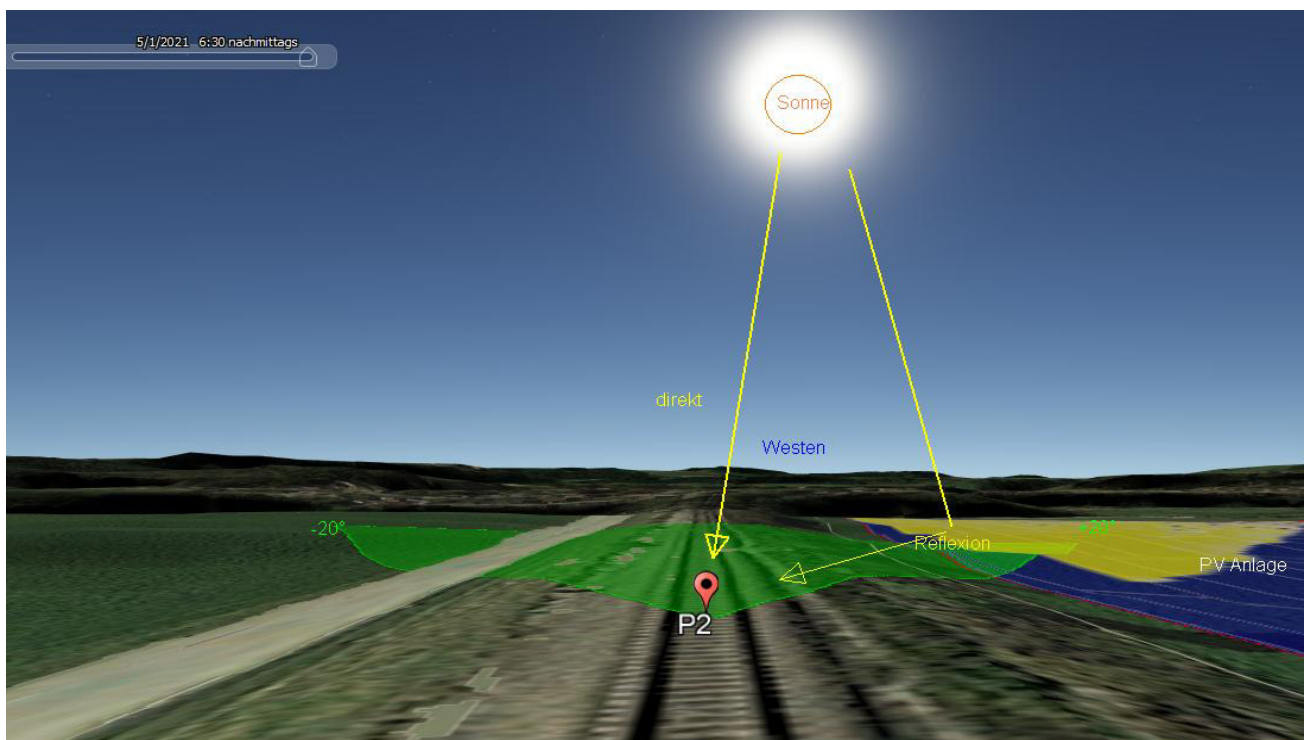


Bild 4.3.3: Situation am Messpunkt P2, Blick Richtung Westen (Quelle: Google Earth / SolPEG)

4.4 Ergebnisse am Messpunkt P3, Bahnstrecke östlich

Am Messpunkt P3 auf der Bahnstrecke östlich der PV Anlage können bei Fahrt Richtung Westen theoretisch Reflexionen durch die PV Anlage auftreten. Nach Bereinigung der Rohdaten sind rein rechnerisch an insgesamt 1388 Minuten pro Jahr und max. 15 Minuten pro Tag¹¹ Reflexionen möglich. Diese können nur in bestimmten Jahreszeiten in den Abendstunden zwischen 18:06 Uhr und 18:36 Uhr aus westlicher Richtung auftreten.

Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse in der Übersicht.

Mögliches Auftreten und Dauer von Reflexionen am Messpunkt P3

Zeitraum Beginn	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag (max.)	Minuten im Zeitraum	Erstes Auftreten	Letztes Auftreten
28. April	14. August	15	1388	18:06	18:36

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

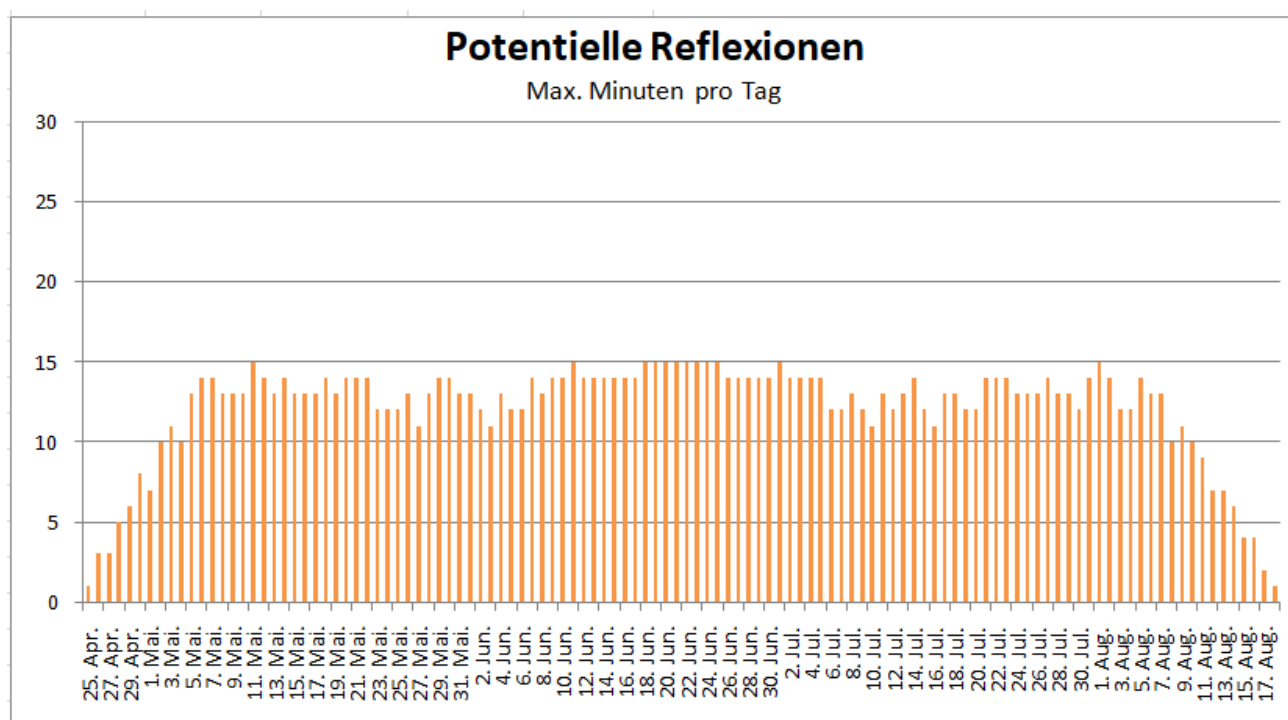


Bild 4.4.1: Reflexionen pro Tag im Jahresverlauf (Quelle: Simulationsergebnisse, aufbereitet)

¹¹ Generell wird das Auftreten von Reflexionen an weniger als 5 Minuten pro Tag nicht berücksichtigt (Messunsicherheit)

Die folgende Skizze verdeutlicht, dass - wie auch am Messpunkt P2 bei der Fahrt Richtung Westen - die Einfallswinkel von potentiellen Reflexionen mit ca. $+14^\circ$ bis $+30^\circ$ rechts zur Fahrtrichtung überwiegend außerhalb des für Zugführer relevanten Blickwinkels (Fahrtrichtung $\pm 20^\circ$, ca. 100 m) liegen.

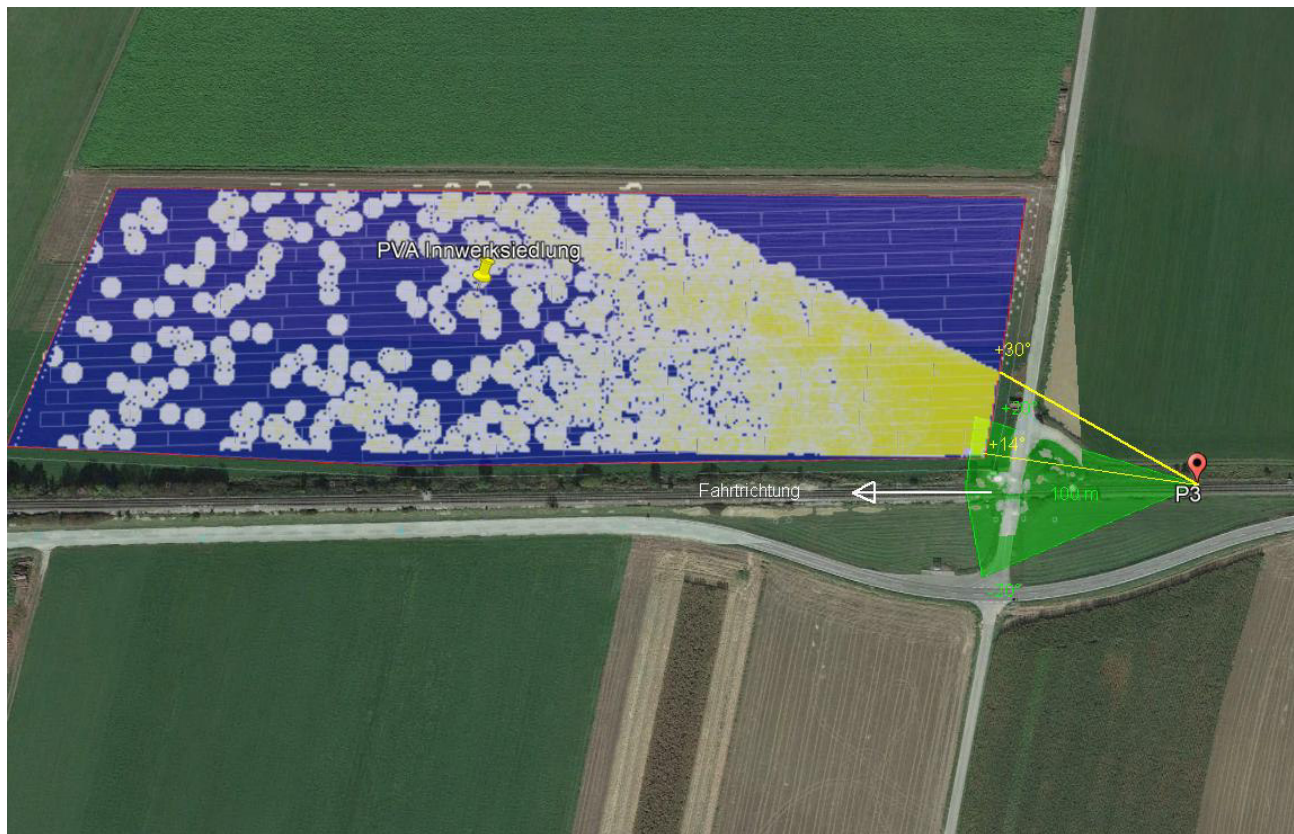


Bild 4.4.2: Potentielle Reflexionen am Messpunkt P3 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Der Streckenverlauf mit Azimut 269° (West) kann u. U. dazu führen, dass in seltenen Situationen potentielle Reflexionen im Bereich des Bahnüberganges für Zugführer zu Beeinträchtigungen oder Irritationen führen können. Vor diesem Hintergrund wird in diesem Bereich eine Sicht- und damit Blendschutzmaßnahme empfohlen, die einen Sichtkontakt auf die Ostseite der Modulreihen 1 - 4 verhindert. Die folgende Skizze zeigt in etwa den Verlauf der Sichtschutzmaßnahme mit einer Höhe von ca. 2 m.

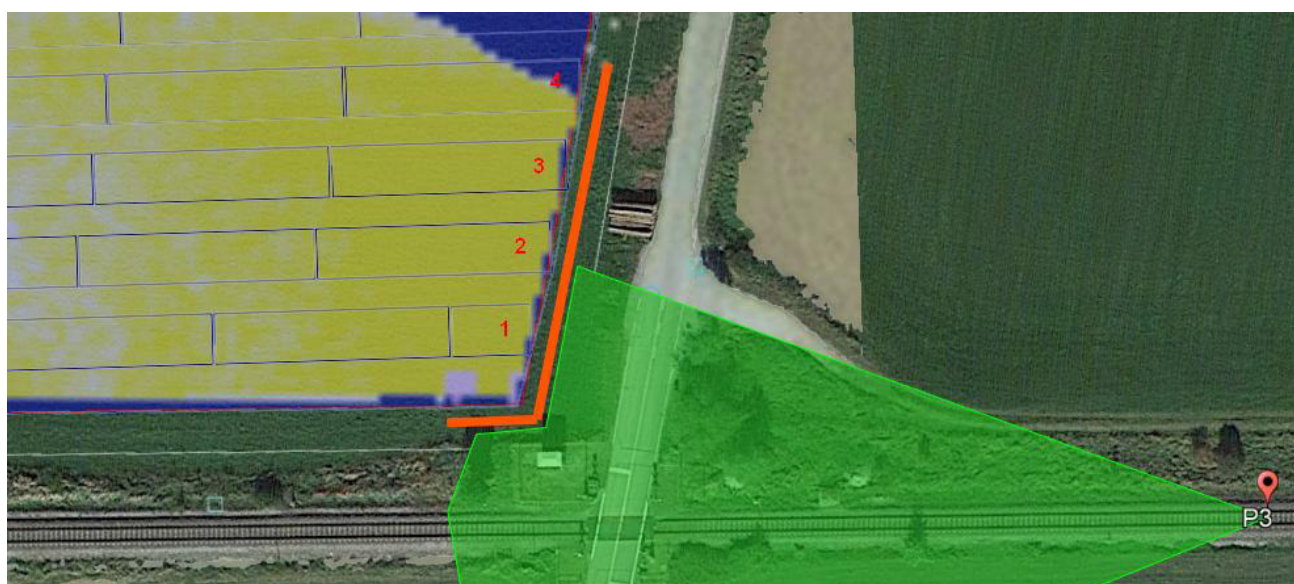


Bild 4.4.3: Sichtschutzmaßnahme (orange) im Bereich der Modulreihen 1 - 4 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Generell können Sicht- und damit auch Blendschutzmaßnahmen in natürlichen oder künstlichen Varianten realisiert werden. Für künstliche Varianten wird üblicherweise ein blickdichtes Kunststoffgewebe verwendet, meist aus PE (Polyethylen) oder HDPE (High-Density Polyethylen). Konstruktionsbedingt ist eine gewisse zusätzliche Windlast zu beachten, denn mit steigender Materialdichte bzw. höherem Schattierwert ist mit einer erhöhten Windreduktion von ca. 80-90% zu rechnen und daher ist ein entsprechendes Fundament für die Haltekonstruktion bzw. die Statik zu beachten.

Für eine naturnahe Variante einer Sichtschutzmaßnahme können einheimische Gehölze mit einer Höhe von ca. 1,60 m - 2,20 m gewählt werden. Die folgenden Bilder zeigen beispielhaft eine mehrreihige Bepflanzung, das rechte Bild zeigt die Höhe nach ca. 1 Jahr.



Bild 4.4.4: Sichtschutzmaßnahme mit einheimischen Gehölzmischungen (Quelle: SolPEG, bearbeitet)

4.5 Ergebnisse am Messpunkt P4, Mittergarser Straße / Einmündung

Am Messpunkt P4 südöstlich der PV Anlage im Bereich der Einmündung auf die Mittergarser Straße können theoretisch Reflexionen durch die PV Anlage auftreten. Nach Bereinigung der Rohdaten wären rein rechnerisch an insgesamt 1095 Minuten pro Jahr und max. 17 Minuten pro Tag Reflexionen durch die PV Anlage möglich aber aufgrund des Geländeverlaufes mit dem Bahndamm zwischen der Straße und der PV Anlage besteht kein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle. Die theoretisch berechneten Ergebnisse sind in der Realität nicht anwendbar und daher kann eine Beeinträchtigung von Verkehrsteilnehmern im Bereich von Messpunkt P4 mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden. Dies gilt auch für den weiteren Verlauf der Mittergarser Straße in Richtung Westen. Das folgende Bild zeigt den Blick von der Fläche der PV Anlage Richtung Mittergarser Straße, die aufgrund des Bahndammes nicht sichtbar ist.



Bild 4.5.1: Blick Richtung Südosten (Quelle: Auftraggeber, Ausschnitt)

Beispielhaft für die Simulationsergebnisse zeigen die folgenden Diagramme das Auftreten der Reflexionen im Tages- bzw. im Jahresverlauf am Messpunkt P4. Die jeweiligen Farben (in diesem Fall nur Gelb) symbolisieren die Kategorie der potentiellen Blendwirkung in Bezug zur Leuchtdichte der Reflexionen. Wie bereits in Abschnitt 3.6 ausgeführt sind die theoretischen Maximalwerte für einen ortsfesten Standort berechnet, die nicht ohne Einschränkungen verwendet werden können. Weitere Details auch zu den anderen Messpunkten finden sich im Anhang. Die minutengenauen Rohdaten der Berechnungsergebnisse sind nicht Bestandteil dieses Dokumentes.

PV Feld - OP Receptor (OP 4)

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

- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 1,861 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.

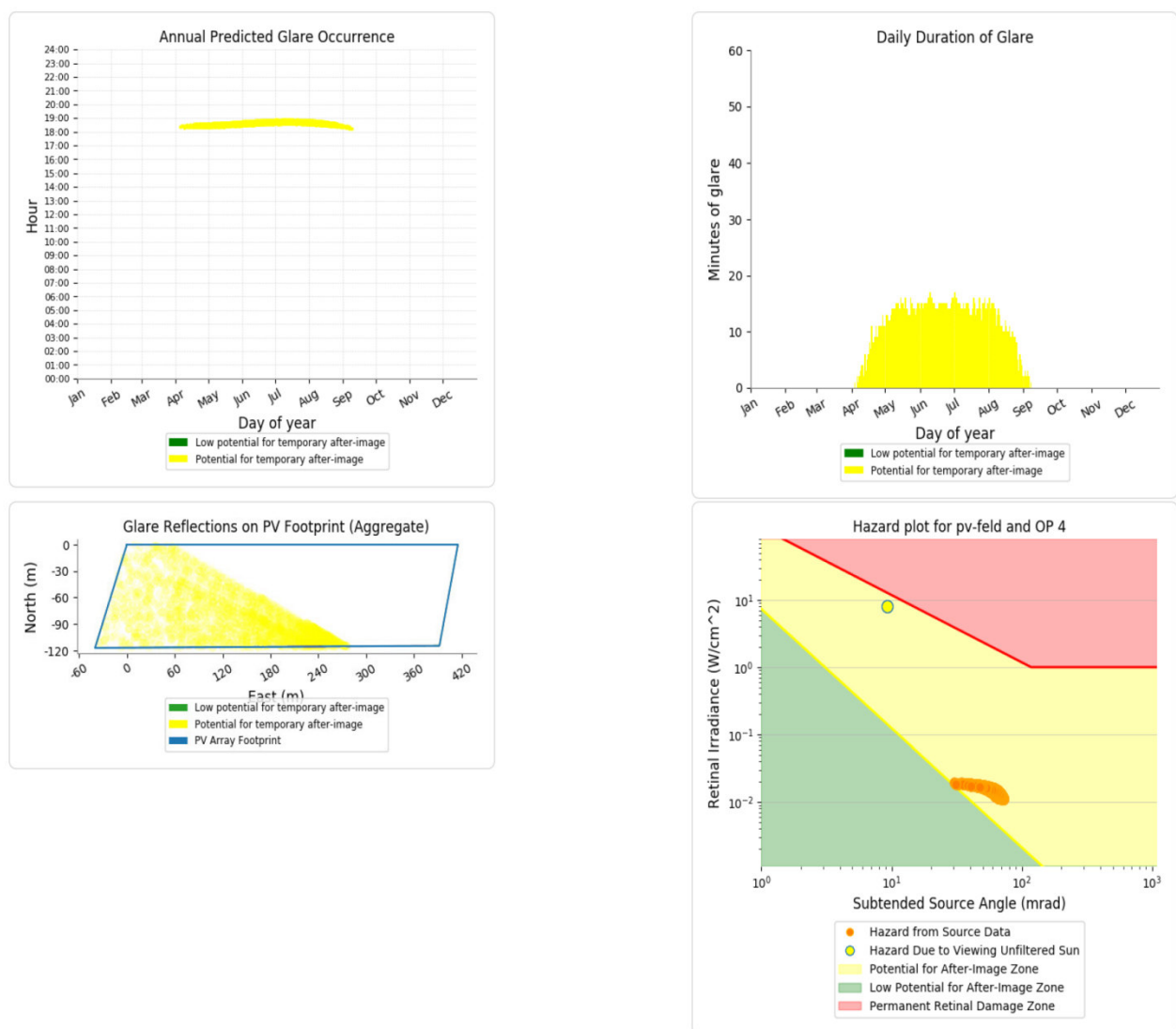


Bild 4.5.2: Ergebnisdetails für Messpunkt P4 / OP = Observation Point (Quelle: Simulationsergebnisse)

Weitere Ergebnisse sind im Anhang aufgeführt

4.6 Ergebnisse am Messpunkt P5, Gebäude Innwerksiedlung

Am Messpunkt P5 westlich der PV Anlage im Bereich der Gebäude der Innwerksiedlung sind nur an insgesamt 319 Minuten pro Jahr Reflexionen durch die PV Anlage möglich. Aufgrund der geringen zeitlichen Dauer wären diese im Sinne der LAI Lichtleitlinie zu vernachlässigen. Nach Bereinigung der Rohdaten sind keine Reflexionen durch die PV Anlage mehr nachweisbar. Eine Beeinträchtigung der Anwohner im Sinne der LAI Lichtleitlinie kann mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden.

Darüber hinaus verdeutlicht das folgende Foto, dass auf der PV Anlage zugewandten Seite fast ausnahmslos keine Fenster vorhanden sind. Die kleinste Entfernung zur PV Anlage beträgt ca. 125 m.



Bild 4.6.1: Blick von der Fläche der PV Anlage in Richtung Innwerksiedlung (Quelle: Auftraggeber, Ausschnitt)

Lt. Planungsunterlagen ist an der westlichen Geländegrenze eine Bepflanzung vorgesehen, sodass ein zusätzlicher Sichtschutz vorhanden ist. Da es in diesem Bereich jedoch zu keinen relevanten Reflexionen durch die PV Anlage kommen kann, ist diese Maßnahme nicht unbedingt erforderlich.

5 Zusammenfassung der Ergebnisse

5.1 Zusammenfassung

Die Berechnung der Reflexionen für 5 exemplarisch gewählte Messpunkte der geplanten PV Anlage „Mittergars“ ergibt eine theoretische aber geringfügige und zeitlich begrenzte Blendwirkung durch Reflexionen.

Zugführer auf der Bahnstrecke Rosenheim–Mühldorf werden nicht durch potentielle Reflexionen durch die PV Anlage beeinträchtigt da diese in einem Einfallswinkel auftreten, der überwiegend außerhalb des für Zugführer relevanten Sichtwinkels liegt. Die Sichtbarkeit von evt. vorhandenen DB Signalanlagen ist nicht beeinträchtigt.

Für den Zugverkehr aus östlicher Richtung kann es im Bereich des Bahnüberganges in seltenen Fällen möglicherweise zu Beeinträchtigungen kommen und daher wird in diesem Bereich ein Sicht- bzw. Blendschutzmaßnahme empfohlen. Details dazu finden sich im Abschnitt 4.4

Für Verkehrsteilnehmer der parallel zur Bahnstrecke verlaufenden Mittergarser Straße kann es nicht zu Beeinträchtigungen kommen, da aufgrund des Bahndammes kein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle vorhanden ist.

Für Anwohner im Bereich der Innwerksiedlung sind keine Reflexionen durch die PV Anlage nachweisbar. Eine Beeinträchtigung für Anwohner bzw. für schutzwürdige Räume im Sinne der LAI Lichtleitlinie ist nicht gegeben.

Details zu den Ergebnissen an den jeweiligen Messpunkten finden sich in Abschnitt 4 und im Anhang.

5.2 Beurteilung der Ergebnisse

Die potentielle Blendwirkung der hier betrachteten PV Anlage „Mittergars“ kann aufgrund der Dauer und Leuchtdichte als „geringfügig“ klassifiziert werden. Im Vergleich zur Blendwirkung durch direktes Sonnenlicht oder durch Spiegelungen von Wasserflächen, Gewächshäusern o.ä. ist diese „vernachlässigbar“.

Unter Berücksichtigung von weiteren Einflussfaktoren wie z.B. lokalen Wetterbedingungen (Frühnebel, etc.) kann die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten derartiger Reflexion als äußerst gering eingestuft werden. Eine Beeinträchtigung von Zugführern, Verkehrsteilnehmern und Anwohnern durch Reflexionen der geplanten PV Anlage kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse sind - neben den bereits genannten - keine Sichtschutzmaßnahmen erforderlich bzw. angeraten.

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. weiterer Maßnahmen erfolgen, kann nicht übernommen werden.

Hamburg, den 21.04.2021


Dieko Jacobi / SolPEG GmbH



Grundinformationen	
Überplante PV-Fläche:	ca. 6 ha
Koordinaten:	48.14765, 12.31098
Flurstück:	865
Flur:	
Gemarkung:	Mittergars
Gemeinde:	Gars a. Inn

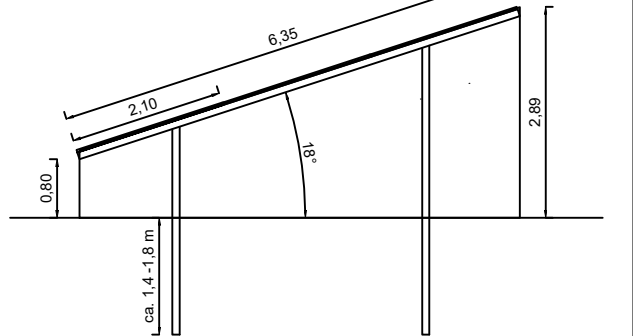
Technische Daten	
Modultyp:	TrinaSolar
Modultypabmessung:	2,102 x 1,040 x 35 mm
Modulleistung:	450 W
Modulanzahl:	12.825 Stk.
Gesamtleistung:	5.771,25 kWp

Anlagendaten	
Zauninnenbereich:	5,35 ha
Zaunlänge:	1.102 m
Ø Reihenabstand:	3,72 m
Modulneigung:	18°
Modulausrichtung:	180°

Bemerkungen
Anlagenbereiber:

Legende	
	Flurstück
	Baufeldgrenze
	Geltungsbereich
	Zaun
	Sperrfläche
	200 m Abstand Verkehrsweg
	Trafostation
	PV-Tisch
	Ausgleichsfläche

Inikativer Systemschnitt- Plateaubereich
(nicht maßstäblich)



Planinhalt	

MaxSolar GmbH	Schmidhamer Strasse 22 83278 Traunstein info@maxsolar.de - Tel +49 861 209 709 0
Plan Nr.	
AuftragsNr.	
Maßstab	1:1500
Größe	DIN A3, 297 x 420 mm
Erstellung	01/21
Projektbearbeiter	TScha

THE

DUOMAX twin

BIFACIAL DUAL GLASS 144 LAYOUT MODULE

144 LAYOUT
MONOCRYSTALLINE MODULE**430-450W**
POWER OUTPUT RANGE**20.4%**
MAXIMUM EFFICIENCY**0~+5W**
POSITIVE POWER TOLERANCE

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

Comprehensive Products and System Certificates

IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716

ISO 9001: Quality Management System

ISO 14001: Environmental Management System

ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification

ISO45001: Occupational Health and Safety Management System



PV CYCLE

Trinasolar

PRODUCTS

TSM-DEG17MC.20(II)

POWER RANGE

430-450W

**High power**

- Up to 450W front power and 20.4% module efficiency with half-cut and MBB (Multi Busbar) technology bringing more BOS savings
- Lower resistance of half-cut and good reflection effect of MBB ensure high power

**High reliability**

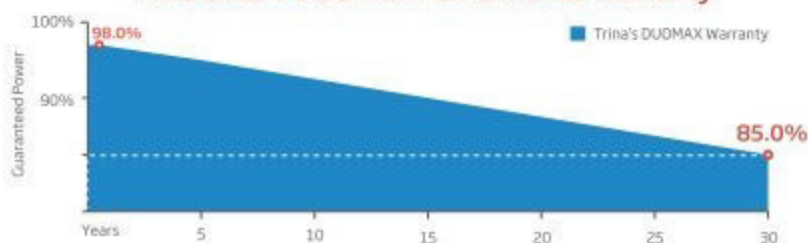
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to salt, acid and ammonia
- Proven to be reliable in high temperature and humidity areas
- Minimizes micro-crack and snail trails
- Mechanical performance: Up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load

**High energy generation**

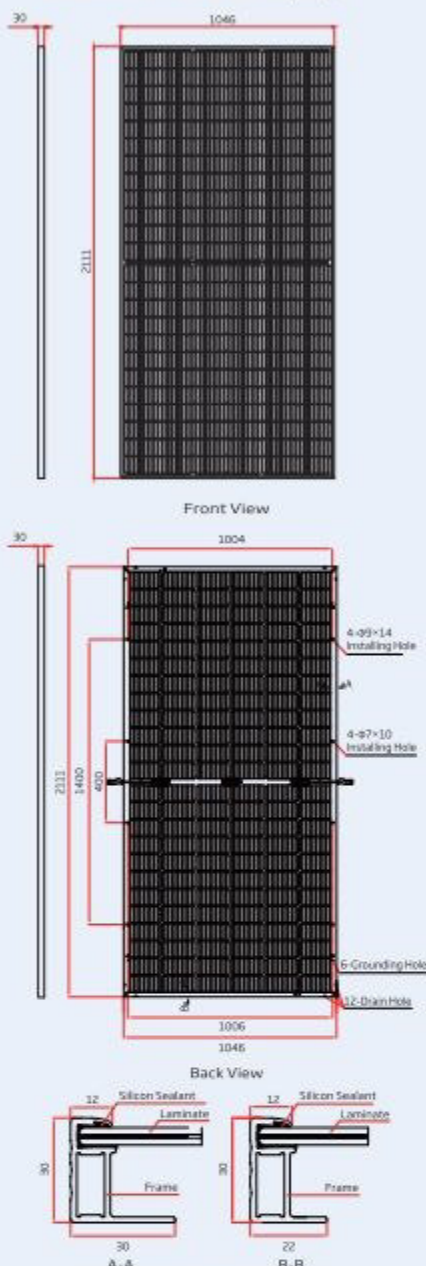
- Up to 25% additional power gain from back side depending on the albedo ;
- Excellent IAM and low light performance validated by 3rd party with cell process and module material optimization
- Better anti-shading performance and lower operating temperature

**Easy to install**

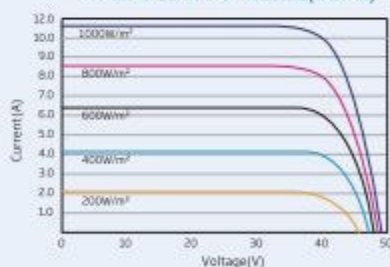
- Frame design makes module compatible with all racking and installation methods
- Easy to handle and install as normal framed module during transportation

Trina Solar's DUOMAX Performance Warranty

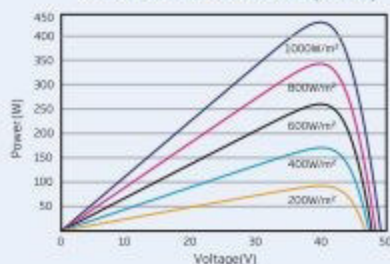
DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)



I-V CURVES OF PV MODULE(440 W)



P-V CURVES OF PV MODULE(440W)



ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts- P_{MAX} (Wp)*	430	435	440	445	450
Power Tolerance- P_{MAX} (W)	0 ~ +5				
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	40.5	40.8	41.1	41.4	41.7
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	10.62	10.67	10.71	10.75	10.80
Open Circuit Voltage- V_{OC} (V)	48.7	48.9	49.1	49.3	49.5
Short Circuit Current- I_{SC} (A)	11.20	11.24	11.28	11.32	11.36
Module Efficiency η (%)	19.5	19.7	19.9	20.2	20.4

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

Electrical characteristics with different rear side power gain (reference to 435 Wp front)

Maximum Power- P_{MAX} (Wp)	457	479	500	522	544
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	40.8	40.8	40.8	40.8	40.8
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	11.20	11.74	12.27	12.80	13.34
Open Circuit Voltage- V_{OC} (V)	49.0	49.1	49.2	49.3	49.4
Short Circuit Current- I_{SC} (A)	11.80	12.36	12.93	13.49	14.05
Pmax gain	5%	10%	15%	20%	25%

Power Bifaciality: 70 $\pm$ 5%

ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power- P_{MAX} (Wp)	324	328	331	335	339
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	37.9	38.1	38.4	38.6	39.2
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	8.55	8.60	8.64	8.67	8.65
Open Circuit Voltage- V_{OC} (V)	45.8	46.0	46.2	46.4	46.5
Short Circuit Current- I_{SC} (A)	9.02	9.06	9.09	9.12	9.16

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

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
Cell Orientation	144 cells (6 × 24)
Module Dimensions	2111 × 1046 × 30 mm (83.11 × 41.18 × 1.18 inches)
Weight	28.6 kg (63.1 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	30mm(1.18 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm² (0.006 inches²), Portrait: 280/280 mm(11.02/11.02 inches) Landscape: 1900/1900 mm(74.80/74.80 inches)
Connector	MC4 EV02 / TS4*

*Please refer to regional datasheet for specified connector.

TEMPERATURE RATINGS

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

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

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)

MAXIMUM RATINGS

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

PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box: 36 pieces
Modules per 40' container: 792 pieces

PV Projekt

Mittergars

Site description:

Created April 21, 2021
Updated April 21, 2021
Time-step 1 minute
Timezone offset UTC+1
Site ID 52784.1215

Project type V1
Project status: active



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

Analysis Methodologies:

- Observation point: **Version 1**
- 2-Mile Flight Path: **Version 1**
- Route: **Version 1**

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	18.0	180.0	1	11,758	-

Component Data

PV Array(s)

Total PV footprint area: 49,015 m²

Name: PV Feld
Axis tracking: Fixed (no rotation)
Tilt: 18.0 deg
Orientation: 180.0 deg
Footprint area: 49,015 m²
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	48.148062	12.310206	433.83	2.00	435.83
2	48.147010	12.309670	433.62	2.00	435.62
3	48.147031	12.315474	435.15	2.00	437.15
4	48.148062	12.315785	434.30	0.00	434.30



Discrete Observation Receptors

Number	Latitude	Longitude	Ground elevation	Height above ground	Total Elevation
	deg	deg	m	m	m
OP 1	48.146842	12.308790	433.04	2.50	435.54
OP 2	48.146828	12.312610	435.40	2.50	437.90
OP 3	48.146921	12.316740	434.96	2.50	437.46
OP 4	48.146491	12.315474	434.46	2.00	436.46
OP 5	48.147859	12.308490	432.45	2.00	434.45

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	18.0	180.0	1	11,758	-	

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	57	1186	2006	2053	2050	1672	299	0	0	0

PV & Receptor Analysis Results

Results for each PV array and receptor

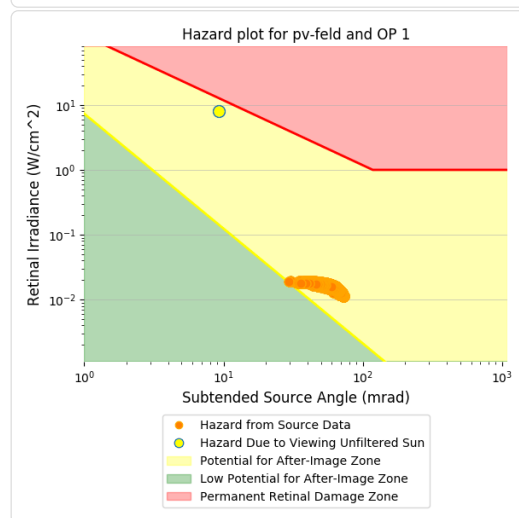
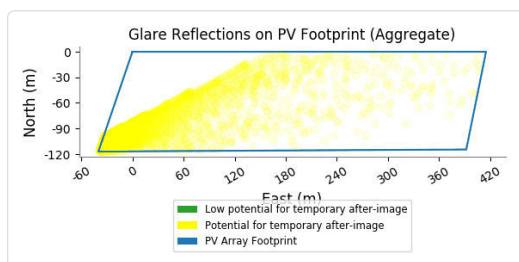
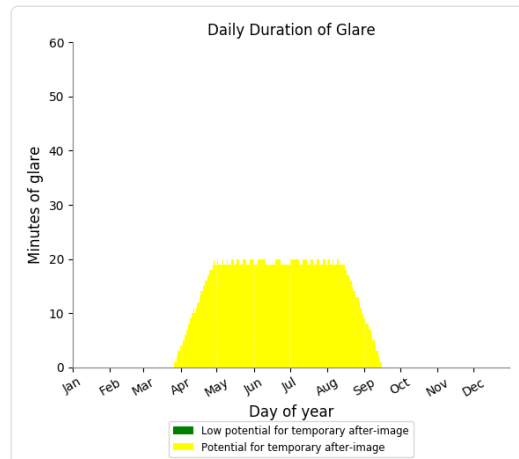
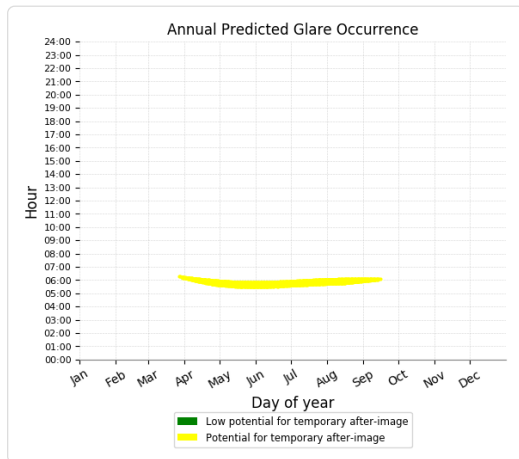
PV Feld potential temporary after-image

Component	Green glare (min)	Yellow glare (min)
OP: OP 1	0	2754
OP: OP 2	0	4639
OP: OP 3	0	2185
OP: OP 4	0	1861
OP: OP 5	1	319

PV Feld - OP Receptor (OP 1)

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

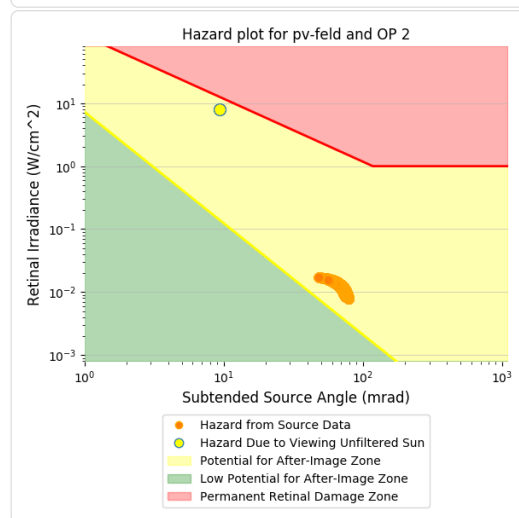
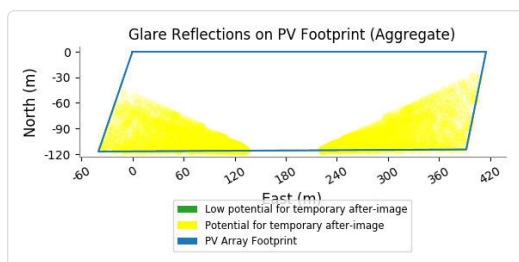
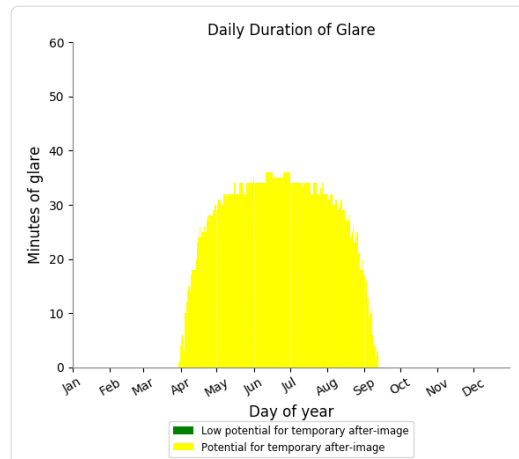
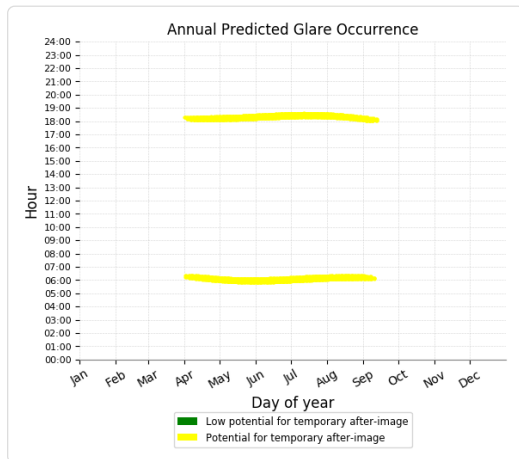
- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 2,754 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



PV Feld - OP Receptor (OP 2)

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

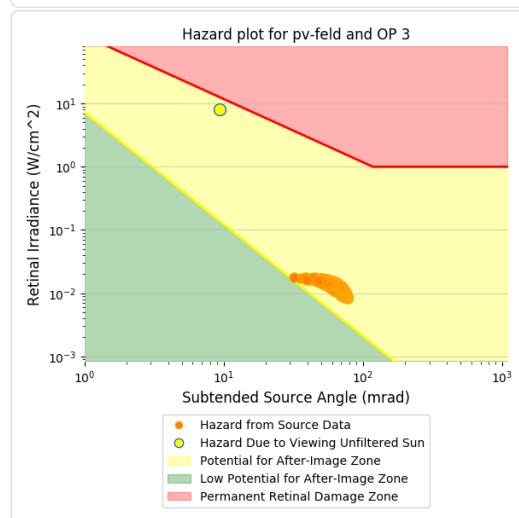
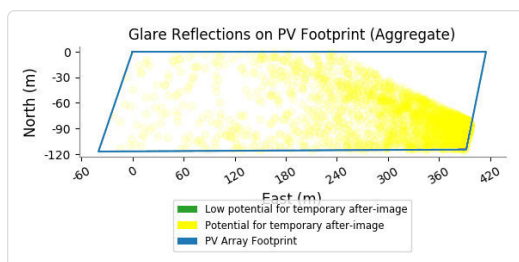
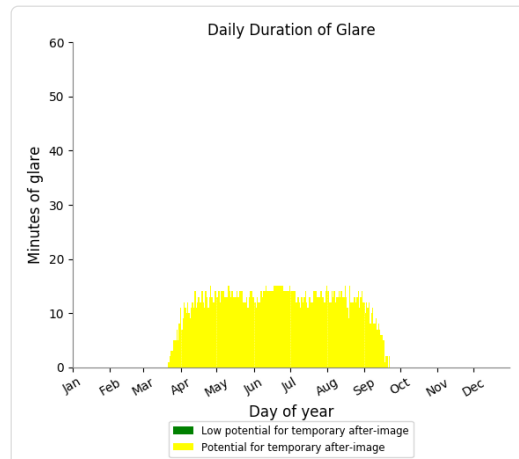
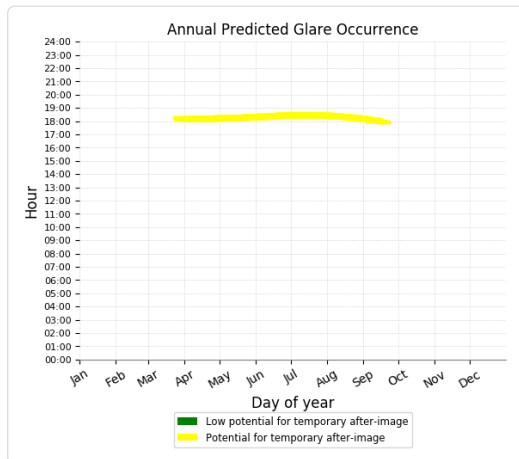
- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 4,639 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



PV Feld - OP Receptor (OP 3)

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

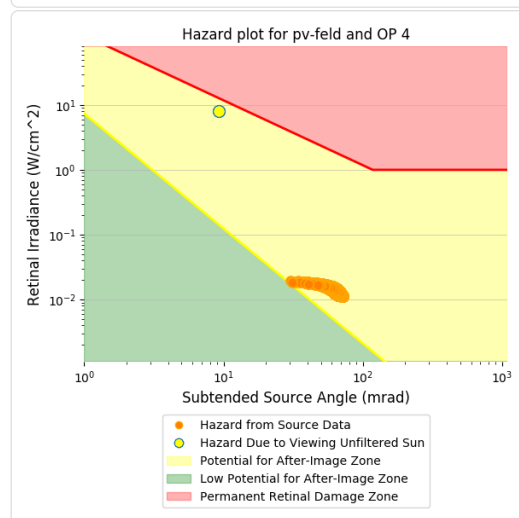
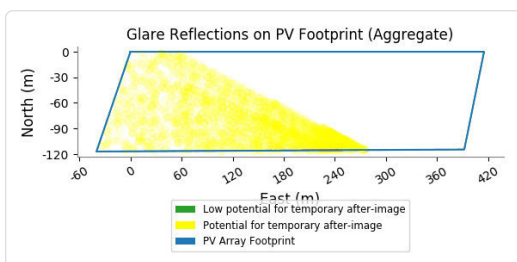
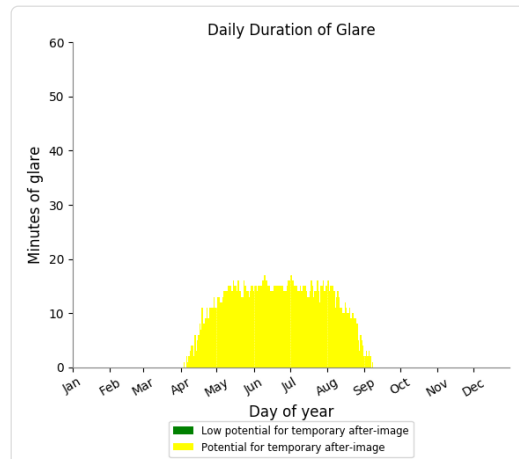
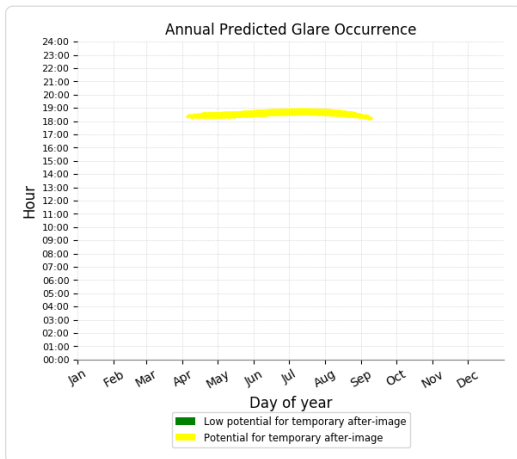
- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 2,185 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



PV Feld - OP Receptor (OP 4)

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

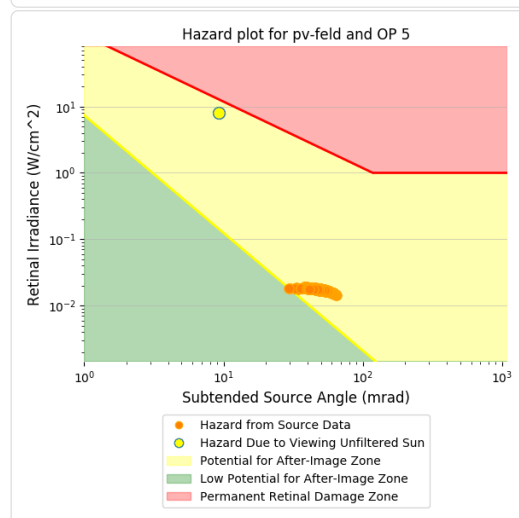
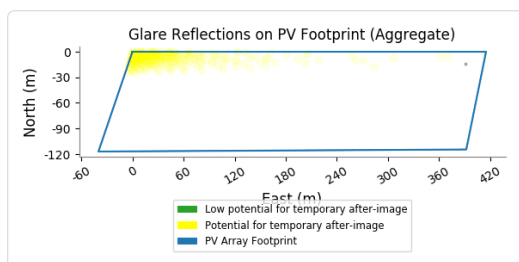
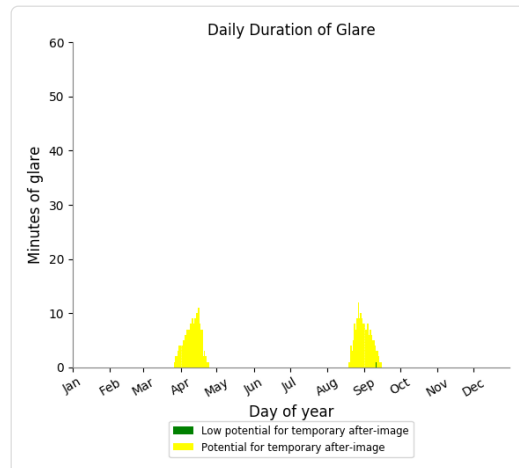
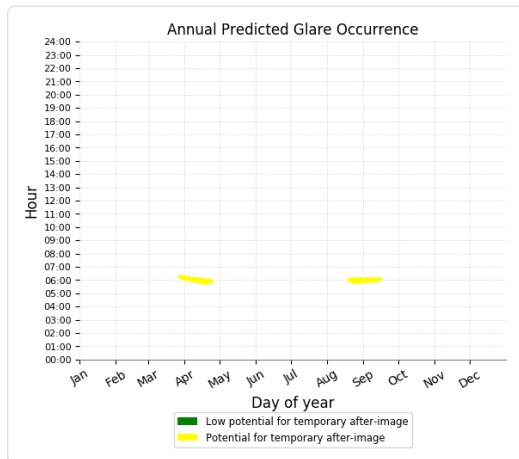
- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 1,861 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



PV Feld - OP Receptor (OP 5)

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

- 1 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 319 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 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.
- Glare vector plots are simplified representations of analysis data. Actual glare emanations and results may differ.
- Refer to the **Help page** for detailed assumptions and limitations not listed here.

	Corneal Irradiance	DNI (W/m²)	Ocular Hazard #	Reflectivity y	Retinal Irradiance	Subtended Glare	Sun Azimuth	Sun Altitude	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	u	Anzahl	Tag	Minuten	Anfang	Ende	Zeitraum Start	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	Messpunkt OP 2
2021-03-31 18:18:00	0,012464	570,0671	2	0,526196	0,017014	0,04956	272,8	2,4	-0,998	0,049	0,041	0,998	-0,064	0,005	24. Apr.	2	06:13	18:05	26.04.2021	17.08.2021	34	2977	06:00	18:36			
2021-04-01 06:13:00	0,012517	573,0426	2	0,527074	0,017131	0,04933	86,8	2,5	0,997	0,056	0,043	-0,997	-0,071	0,002	25. Apr.	4	06:12	18:06									
2021-04-01 06:19:00	0,012377	586,0123	2	0,460019	0,01529	0,057901	87,9	3,5	0,997	0,037	0,061	-0,997	-0,066	0,028	26. Apr.	6	06:10	18:08									
2021-04-01 18:16:00	0,012507	575,8203	2	0,492413	0,016082	0,054603	272,7	3	-0,998	0,047	0,052	0,998	-0,068	0,015	27. Apr.	8	06:09	18:09									
2021-04-01 18:19:00	0,012502	569,2962	2	0,527074	0,017019	0,049795	273,2	2,5	-0,997	0,056	0,043	0,997	-0,071	0,002	28. Apr.	12	06:07	18:11									
2021-04-02 06:12:00	0,012504	575,7158	2	0,516149	0,016854	0,050639	86,5	2,8	0,997	0,061	0,049	-0,997	-0,078	0,003	29. Apr.	14	06:06	18:12									
2021-04-02 06:18:00	0,012389	588,5874	2	0,450507	0,01504	0,059316	87,6	3,8	0,997	0,042	0,066	-0,997	-0,072	0,029	30. Apr.	17	06:03	18:13									
2021-04-02 06:20:00	0,012166	592,8454	2	0,430527	0,014476	0,060926	88	4,1	0,997	0,035	0,072	-0,997	-0,071	0,037	1. Mai.	18	06:02	18:14									
2021-04-02 18:11:00	0,012313	598,9652	2	0,440404	0,014737	0,060462	272,2	4	-0,997	0,038	0,069	0,997	-0,072	0,033	2. Mai.	22	06:00	18:16									
2021-04-02 18:12:00	0,012286	587,8327	2	0,450507	0,01502	0,058748	272,4	3,8	-0,997	0,042	0,066	0,997	-0,072	0,029	3. Mai.	23	06:00	18:17									
2021-04-02 18:18:00	0,012551	574,9525	2	0,516149	0,016832	0,051065	273,5	2,8	-0,997	0,061	0,049	0,997	-0,078	0,003	4. Mai.	24	06:00	18:18									
2021-04-03 06:13:00	0,01277	582,6256	2	0,494167	0,01633	0,05506	86,4	3,2	0,996	0,062	0,057	-0,996	-0,084	0,009	5. Mai.	24	06:00	18:20									
2021-04-03 06:16:00	0,012527	589,007	2	0,461691	0,015424	0,05817	87	3,7	0,996	0,053	0,065	-0,996	-0,081	0,022	6. Mai.	25	06:00	18:21									
2021-04-03 18:09:00	0,011948	597,4938	2	0,41221	0,013969	0,062328	272,1	4,6	-0,996	0,037	0,08	0,996	-0,076	0,043	7. Mai.	26	06:00	18:22									
2021-04-03 18:10:00	0,012114	595,3871	2	0,421665	0,014239	0,0619	272,3	4,4	-0,996	0,04	0,077	0,996	-0,077	0,039	8. Mai.	26	06:00	18:22									
2021-04-03 18:18:00	0,012759	578,387	2	0,505488	0,016583	0,053709	273,8	3,1	-0,996	0,066	0,054	0,996	-0,085	0,005	9. Mai.	25	06:00	18:21									
2021-04-04 06:20:00	0,012196	602,0002	2	0,413023	0,014102	0,063199	87,5	4,7	0,996	0,044	0,082	-0,996	-0,084	0,04	10. Mai.	24	06:00	18:21									
2021-04-04 18:13:00	0,012329	592,3481	2	0,442081	0,014853	0,059939	273,1	4,2	-0,996	0,054	0,073	0,996	-0,087	0,028	11. Mai.	24	06:00	18:22									
2021-04-04 18:16:00	0,01259	586,0192	2	0,473168	0,015727	0,05699	273,7	3,7	-0,996	0,064	0,065	0,996	-0,09	0,015	12. Mai.	24	06:00	18:22									
2021-04-05 06:10:00	0,012904	585,6159	2	0,496042	0,016476	0,055185	85,5	3,5	0,995	0,078	0,061	-0,995	-0,099	0,004	13. Mai.	24	06:00	18:22									
2021-04-05 06:11:00	0,012871	587,7194	2	0,484945	0,016165	0,056547	85,7	3,7	0,995	0,075	0,064	-0,995	-0,098	0,008	14. Mai.	24	06:00	18:22									
2021-04-05 06:13:00	0,012677	591,9144	2	0,463485	0,01556	0,058424	86,1	4	0,995	0,068	0,07	-0,995	-0,096	0,016	15. Mai.	24	06:00	18:22									
2021-04-05 06:16:00	0,012504	598,1768	2	0,433048	0,014692	0,061931	86,6	4,5	0,995	0,059	0,078	-0,995	-0,094	0,029	16. Mai.	25	06:00	18:23									
2021-04-05 06:20:00	0,011194	606,4703	2	0,39553	0,013605	0,064352	87,4	5,2	0,995	0,046	0,09	-0,995	-0,09	0,046	17. Mai.	23	06:00	18:23									
2021-04-05 18:06:00	0,01168	610,1205	2	0,378	0,013081	0,065702	272,3	5,5	-0,995	0,039	0,096	0,995	-0,088	0,054	18. Mai.	23	06:00	18:23									
2021-04-05 18:11:00	0,012315	599,7796	2	0,42335	0,014402	0,062307	273,2	4,7	-0,995	0,055	0,081	0,995	-0,093	0,033	19. Mai.	23	06:00	18:23									
2021-04-05 18:12:00	0,012397	597,6993	2	0,433048	0,014681	0,061312	273,4	4,5	-0,995	0,059	0,078	0,995	-0,094	0,029	20. Mai.	24	06:00	18:24									
2021-04-05 18:13:00	0,012386	595,6149	2	0,442967	0,014964	0,059707	273,6	4,3	-0,995	0,062	0,076	0,995	-0,094	0,025	21. Mai.	25	06:00	18:25									
2021-04-05 18:18:00	0,012796	585,1328	2	0,496042	0,016462	0,054559	274,5	3,5	-0,995	0,078	0,061	0,995	-0,099	0,004	22. Mai.	25	06:00	18:25									
2021-04-06 06:10:00	0,012933	588,2433	2	0,485919	0,016212	0,056704	85,3	3,8	0,994	0,083	0,066	-0,994	-0,106	0,005	23. Mai.	24	06:00	18:25									
2021-04-06 06:13:00	0,01269	594,5106	2	0,454044	0,01531	0,059818	85,8	4,3	0,995	0,073	0,075	-0,995	-0,103	0,018	24. Mai.	23	06:00	18:25									
2021-04-06 06:16:00	0,012267	600,742	2	0,424242	0,014455	0,061703	86,4	4,8	0,995	0,063	0,083	-0,995	-0,1	0,03	25. Mai.	23	06:00	18:25									
2021-04-06 06:20:00	0,011856	608,9939	2	0,387503	0,013385	0,06508	87,1	5,5	0,994	0,05	0,095	-0,994	-0,097	0,047	26. Mai.	24	06:00	18:26									
2021-04-06 06:22:00	0,011511	613,0955	2	0,370336	0,012878	0,065785	87,5	5,8	0,994	0,044	0,101	-0,994	-0,095	0,056	27. Mai.	24	06:00	18:26									
2021-04-06 18:06:00	0,011465	611,3659	2	0,370336	0,012842	0,065693	272,5	5,8	-0,994	0,044	0,101	0,994	-0,095	0,056	28. Mai.	24	06:00	18:26									
2021-04-06 18:07:00	0,011653	609,3138	2	0,378823	0,013092	0,065456	272,7	5,6	-0,994	0,047	0,098	0,994	-0,096	0,052	29. Mai.	24	06:00	18:26									
2021-04-06 18:08:00	0,011926	607,2575	2	0,387503	0,013347	0,065761	272,9	5,5	-0,994	0,05	0,095	0,994	-0,097	0,047	30. Mai.	24	06:00	18:26									
2021-04-06 18:09:00	0,01186	605,1972	2	0,396381	0,013606	0,063822	273,1	5,3	-0,994	0,053	0,092	0,994	-0,097	0,043	31. Mai.	25	06:00	18:27									
2021-04-06 18:12:00	0,012158	598,9918	2	0,424242	0,014413	0,061228	273,6	4,8	-0,995	0,063	0,083	0,995	-0,1	0,03	1. Jun.	25	06:00	18:28									
2021-04-06 18:13:00	0,012552	596,9153	2	0,433954	0,014692	0,062236	273,8	4,6	-0,995	0,066	0,081	0,995	-0,101	0,026	2. Jun.	24	06:00	18:28									
2021-04-06 18:18:00	0,012902	586,473	2	0,485919	0,016163	0,056757	274,7	3,8	-0,994	0,083	0,066	0,994	-0,106	0,005	3. Jun.	24	06:00	18:28									
2021-04-07 06:09:00	0,012889	590,7169	2	0,48693	0,016314	0,055909	84,8	3,9	0,994	0,09	0,068	-0,994	-0,113	0,002	4. Jun.	24	06:00	18:28									
2021-04-07 06:10:00	0,012948	592,7945	2	0,476052	0,016006	0,057844	85	4,1	0,994	0,087	0,071	-0,994	-0,112	0,006	5. Jun.	24	06:00	18:28									
2021-04-07 06:14:00	0,012439	601,0654	2	0,434895	0,014826	0,060794	85,7	4,7	0,994	0,074	0,083	-0,994	-0,109	0,023	6. Jun.	25	06:00	18:29									
2021-04-07 06:16:00	0,012408	605,177	2	0,415658	0,014267	0,063645	86,1	5,1	0,994	0,068	0,089	-0,994	-0,107	0,032	7. Jun.	25	06:00	18:29									
2021-04-07 06:17:00	0,012184	607,2268	2	0,406359	0,013995	0,063727	86,3	5,2	0,994	0,064	0,091	-0,994	-0,106	0,036	8. Jun.	25	06:00	18:29									
2021-04-07 06:18:00	0,012027	609,2725	2	0,397266	0,013728	0,06422	86,5	5,4	0,994	0,061	0,094	-0,994	-0,105	0,04	9. Jun.	25	06:00	18:29									
2021-04-07 06:22:00	0,011464	617,4149	2	0,362868	0,012707	0,066499	87,2	6,1	0,993	0,048	0,106	-0,993	-0,101	0,057	10. Jun.	25	06:00	18:29									
2021-04-07 18:08:00	0,011734	610,39	2	0,379681	0,013145	0,065682	273,2	5,7	-0,993	0,055	0,1	0,993	-0,103	0,049	11. Jun.	26	06										

	Corneal Irradiance	DNI (W/m²)	Ocular Hazard #	Reflectivity y	Retinal Irradiance	Subtended Glare	Sun Azimuth	Sun Altitude	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	u	Anzahl	Tag	Minuten	Anfang	Ende
2021-03-22 18:13:00	0,011583	552,6605		0,531071	0,016647	0,045087	268,9	1	-1	-0,019	0,017	1	0,006	0,026		25. Apr.	1	18:06	18:06	
2021-03-23 18:09:00	0,011348	563,4026	2	0,474712	0,01517	0,051343	268,4	2	-0,999	-0,028	0,034	0,999	0,002	0,044		26. Apr.	3	18:06	18:08	
2021-03-23 18:16:00	0,010832	547,2775	2	0,556545	0,017275	0,035693	269,7	0,8	-1	-0,005	0,014	1	-0,004	0,014		27. Apr.	3	18:07	18:09	
2021-03-24 18:08:00	0,011342	569,3744	2	0,464707	0,015007	0,052204	268,7	2,3	-0,999	-0,023	0,04	0,999	-0,005	0,046		28. Apr.	5	18:07	18:11	
2021-03-24 18:10:00	0,011674	564,8364	2	0,48631	0,01558	0,051479	269	1,9	-0,999	-0,017	0,034	0,999	-0,006	0,037		29. Apr.	6	18:07	18:12	
2021-03-24 18:11:00	0,012015	562,561	2	0,497486	0,015873	0,052332	269,2	1,8	-0,999	-0,013	0,031	0,999	-0,007	0,033		30. Apr.	8	18:06	18:13	
2021-03-25 18:07:00	0,010961	575,2473	2	0,444703	0,014509	0,052168	268,8	2,7	-0,999	-0,022	0,048	0,999	-0,011	0,051		1. Mai.	7	18:07	18:13	
2021-03-25 18:08:00	0,011494	573,0041	2	0,454923	0,014785	0,054575	268,9	2,6	-0,999	-0,018	0,045	0,999	-0,011	0,047		2. Mai.	10	18:07	18:16	
2021-03-25 18:13:00	0,01202	561,7239	2	0,509653	0,016238	0,050448	269,9	1,7	-1	-0,002	0,03	1	-0,016	0,026		3. Mai.	11	18:07	18:17	
2021-03-26 18:09:00	0,011586	574,3516	2	0,455592	0,014841	0,054916	269,4	2,7	-0,999	-0,01	0,047	0,999	-0,019	0,044		4. Mai.	10	18:07	18:17	
2021-03-26 18:10:00	0,011906	572,1189	2	0,466062	0,015123	0,055617	269,6	2,5	-0,999	-0,007	0,044	0,999	-0,02	0,04		5. Mai.	13	18:08	18:20	
2021-03-26 18:11:00	0,012212	569,882	2	0,476772	0,015411	0,056158	269,8	2,4	-0,999	-0,004	0,041	0,999	-0,021	0,036		6. Mai.	14	18:08	18:21	
2021-03-26 18:16:00	0,011991	558,6343	2	0,534125	0,016924	0,046675	270,7	1,5	-1	0,012	0,027	1	-0,026	0,014		7. Mai.	14	18:08	18:22	
2021-03-26 18:18:00	0,011399	554,106	2	0,55895	0,017567	0,038843	271,1	1,2	-1	0,019	0,021	1	-0,028	0,006		8. Mai.	13	18:08	18:22	
2021-03-27 18:07:00	0,01143	582,3093	2	0,43601	0,0144	0,056292	269,5	3,2	-0,998	-0,009	0,055	0,998	-0,025	0,05		9. Mai.	13	18:08	18:21	
2021-03-27 18:08:00	0,011153	580,104	2	0,446029	0,014675	0,052672	269,7	3	-0,999	-0,006	0,052	0,999	-0,026	0,046		10. Mai.	13	18:08	18:21	
2021-03-27 18:10:00	0,0121	575,6806	2	0,466763	0,015241	0,056313	270	2,7	-0,999	0,001	0,047	0,999	-0,028	0,037		11. Mai.	15	18:08	18:22	
2021-03-27 18:11:00	0,011889	573,4626	2	0,477488	0,015531	0,053286	270,2	2,5	-0,999	0,004	0,044	0,999	-0,029	0,033		12. Mai.	14	18:08	18:22	
2021-03-27 18:17:00	0,012218	560,0665	2	0,547206	0,017383	0,045979	271,3	1,5	-0,999	0,023	0,026	0,999	-0,034	0,007		13. Mai.	13	18:08	18:22	
2021-03-28 18:06:00	0,010531	585,8852	2	0,417288	0,013867	0,052616	269,6	3,6	-0,998	-0,008	0,063	0,998	-0,031	0,056		14. Mai.	14	18:09	18:22	
2021-03-28 18:07:00	0,011171	583,6928	2	0,426877	0,014132	0,055951	269,8	3,5	-0,998	-0,004	0,06	0,998	-0,032	0,051		15. Mai.	13	18:09	18:22	
2021-03-28 18:08:00	0,011378	581,4961	2	0,436685	0,014402	0,055903	269,9	3,3	-0,998	-0,001	0,058	0,998	-0,033	0,047		16. Mai.	13	18:09	18:23	
2021-03-28 18:10:00	0,012243	577,0901	2	0,456983	0,014958	0,058799	270,3	3	-0,999	0,005	0,052	0,999	-0,035	0,039		17. Mai.	13	18:09	18:23	
2021-03-28 18:13:00	0,012286	570,4495	2	0,489208	0,015828	0,054443	270,9	2,5	-0,999	0,015	0,043	0,999	-0,038	0,026		18. Mai.	14	18:09	18:23	
2021-03-29 18:07:00	0,011389	587,1267	2	0,417956	0,013918	0,058779	270	3,8	-0,998	0	0,066	0,998	-0,039	0,053		19. Mai.	13	18:10	18:23	
2021-03-29 18:08:00	0,010939	584,9485	2	0,427559	0,014185	0,053899	270,2	3,6	-0,998	0,004	0,063	0,998	-0,04	0,049		20. Mai.	14	18:10	18:24	
2021-03-29 18:09:00	0,011679	582,7661	2	0,437382	0,014457	0,057737	270,4	3,4	-0,998	0,007	0,06	0,998	-0,041	0,044		21. Mai.	14	18:11	18:25	
2021-03-29 18:10:00	0,011484	580,5795	2	0,44743	0,014734	0,054787	270,6	3,3	-0,998	0,01	0,057	0,998	-0,042	0,04		22. Mai.	14	18:11	18:25	
2021-03-29 18:11:00	0,012252	578,3887	2	0,457708	0,015015	0,058548	270,8	3,1	-0,998	0,013	0,054	0,998	-0,043	0,036		23. Mai.	12	18:11	18:25	
2021-03-29 18:12:00	0,010887	576,1937	2	0,468221	0,015302	0,047032	271	2,9	-0,999	0,017	0,051	0,999	-0,043	0,032		24. Mai.	12	18:11	18:24	
2021-03-29 18:16:00	0,012502	567,3722	2	0,512738	0,0165	0,052421	271,7	2,3	-0,999	0,03	0,04	0,999	-0,047	0,015		25. Mai.	12	18:12	18:24	
2021-03-30 18:07:00	0,012111	590,5138	2	0,418647	0,014022	0,063104	270,5	3,9	-0,998	0,008	0,068	0,998	-0,047	0,05		26. Mai.	13	18:12	18:26	
2021-03-30 18:08:00	0,010774	585,3539	2	0,428263	0,014291	0,051998	270,7	3,7	-0,998	0,012	0,065	0,998	-0,048	0,046		27. Mai.	11	18:12	18:26	
2021-03-30 18:09:00	0,012325	586,1897	2	0,4381	0,014566	0,061475	270,8	3,6	-0,998	0,015	0,062	0,998	-0,048	0,042		28. Mai.	13	18:12	18:26	
2021-03-30 18:11:00	0,011502	581,8489	2	0,458454	0,01513	0,052701	271,2	3,2	-0,998	0,021	0,056	0,998	-0,05	0,033		29. Mai.	14	18:12	18:26	
2021-03-30 18:17:00	0,012186	568,727	2	0,525343	0,016946	0,047959	272,3	2,2	-0,998	0,041	0,039	0,998	-0,056	0,008		30. Mai.	14	18:12	18:26	
2021-03-31 18:06:00	0,011622	595,9936	2	0,400743	0,013547	0,062572	270,6	4,4	-0,997	0,01	0,076	0,997	-0,053	0,056		31. Mai.	13	18:13	18:26	
2021-03-31 18:07:00	0,011307	593,8559	2	0,409947	0,013808	0,058835	270,7	4,2	-0,997	0,013	0,073	0,997	-0,053	0,052		1. Jun.	13	18:14	18:28	
2021-03-31 18:08:00	0,011214	591,7139	2	0,419362	0,014074	0,056605	270,9	4	-0,997	0,016	0,07	0,997	-0,054	0,047		2. Jun.	12	18:14	18:28	
2021-03-31 18:10:00	0,012131	587,4176	2	0,438842	0,014621	0,059897	271,3	3,7	-0,998	0,023	0,064	0,998	-0,056	0,039		3. Jun.	11	18:14	18:28	
2021-03-31 18:11:00	0,012428	585,2631	2	0,448918	0,014902	0,060311	271,5	3,5	-0,998	0,026	0,062	0,998	-0,057	0,035		4. Jun.	13	18:14	18:28	
2021-03-31 18:13:00	0,012474	580,9419	2	0,469766	0,015479	0,057533	271,9	3,2	-0,998	0,032	0,056	0,998	-0,059	0,026		5. Jun.	12	18:14	18:28	
2021-03-31 18:16:00	0,012199	574,4292	2	0,502857	0,016383	0,050944	272,4	2,7	-0,998	0,042	0,047	0,998	-0,062	0,013		6. Jun.	12	18:15	18:29	
2021-04-01 18:17:00	0,012683	572,2502	2	0,514395	0,016696	0,052641	272,6	2,5	-0,998	0,045	0,044	0,998	-0,063	0,009		7. Jun.	14	18:15	18:29	
2021-04-01 18:06:00	0,011428	597,3016	2	0,392445	0,013295	0,06272	270,8	4,7	-0,997	0,014	0,081	0,997	-0,059	0,057		8. Jun.	13	18:15	18:29	
2021-04-01 18:07:00	0,010913	595,1721	2	0,401456	0,013552	0,057472	271	4,5	-0,997	0,018	0,078	0,997	-0,06	0,053		9. Jun.	14	18:15	18:29	
2021-04-01 18:08:00	0,01122	593,0384	2	0,410674	0,013813	0,058178	271,2	4,3	-0,997	0,021	0,075	0,997	-0,061	0,049		10. Jun.	14	18:15	18:29	
2021-04-01 18:09:00	0,011694	590,9006	2	0,420102	0,01408	0,05998	271,4	4,2	-0,997	0,024	0,073	0,997	-0,062	0,045		11. Jun.	15	18:15	18:30	
2021-04-01 18:10:00	0,010633	588,7586	2	0,429746	0,014351	0,050529	271,6	4	-0,997	0,027	0,07	0,997	-0,063	0,04		12. Jun.	14	18:17	18:31	

Potentielle Reflexionen am Messpunkt OP 3:
1388 Minuten pro Jahr (Summe gesamt)
973 Minuten pro Jahr mit Sichtschutz durch Blattwerk (Juni-September)
415 Minuten pro Jahr ohne Sichtschutz durch Blattwerk (Oktober-Mai)
15 Minuten pro Tag (Max)

Parameter für Daten Bereinigung (Datensatz mit 2186 Einträgen /-221):
1.: Zeitraum zwischen 06:00 - 22:00 Uhr (bzw. Sonnenuntergang)
2.: Sonnenstand über Horizont ist min. 10° (Standard: min. 10°)
3.: Dauer der Reflexion ist min. 5 Minuten pro Tag (Standard: min. 5 Minuten)

Potentielle Reflexionen

Max. Minuten pro Tag

	Corneal Irradiance	DNI (W/m²)	Ocular Hazard #	Reflectivity y	Retinal Irradiance	Subtended Glare	Sun Azimuth	Sun Altitude	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	u	Tag	Anzahl	Minuten	Anfang	Ende	Zeitraum Start	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	Messpunkt OP 4
2021-04-04 18:21:00	0,011482	575,3913	2	0,52987	0,017292	0,04092	274,6	2,9	-0,996	0,08	0,05	0,996	-0,094	-0,006		8. Mai	2	18:23	18:24	12.05.2021	02.08.2021		17	1095	18:23	18:51	
2021-04-06 18:24:00	0,011442	573,8125	2	0,556466	0,018111	0,03639	275,9	2,8	-0,994	0,102	0,049	0,994	-0,111	-0,02		9. Mai	3	18:22	18:24								
2021-04-06 18:25:00	0,011228	571,6888	2	0,569171	0,018455	0,032878	276	2,6	-0,993	0,105	0,046	0,993	-0,112	-0,025		10. Mai	4	18:22	18:25								
2021-04-07 18:26:00	0,011164	572,9995	2	0,570273	0,018534	0,031944	276,5	2,8	-0,992	0,113	0,048	0,992	-0,12	-0,027		11. Mai	4	18:23	18:26								
2021-04-08 18:19:00	0,012109	590,9735	2	0,487978	0,016356	0,050456	275,6	4	-0,993	0,098	0,07	0,993	-0,121	-0,001		12. Mai	5	18:23	18:27								
2021-04-08 18:22:00	0,012128	584,7507	2	0,522149	0,017318	0,045654	276,2	3,5	-0,992	0,108	0,062	0,992	-0,123	-0,013		13. Mai	7	18:23	18:29								
2021-04-09 18:21:00	0,011173	590,1093	2	0,500217	0,016742	0,045694	276,3	4	-0,992	0,109	0,07	0,992	-0,129	-0,008		14. Mai	8	18:23	18:30								
2021-04-09 18:22:00	0,011908	588,0479	2	0,51162	0,017064	0,045341	276,4	3,8	-0,991	0,112	0,067	0,991	-0,13	-0,012		15. Mai	9	18:23	18:31								
2021-04-09 18:24:00	0,011903	583,9136	2	0,5352	0,017725	0,04194	276,8	3,5	-0,991	0,119	0,061	0,991	-0,132	-0,02		16. Mai	9	18:24	18:32								
2021-04-10 18:25:00	0,011811	583,2	2	0,536386	0,017743	0,04115	277,3	3,6	-0,999	0,126	0,063	0,99	-0,139	-0,023		17. Mai	10	18:24	18:33								
2021-04-10 18:26:00	0,011798	581,1311	2	0,548589	0,018082	0,039339	277,4	3,4	-0,99	0,129	0,06	0,99	-0,14	-0,027		18. Mai	9	18:24	18:33								
2021-04-10 18:27:00	0,011782	579,0584	2	0,561065	0,018427	0,037493	277,6	3,3	-0,99	0,133	0,057	0,99	-0,141	-0,032		19. Mai	12	18:24	18:35								
2021-04-10 18:28:00	0,011337	576,982	2	0,573822	0,018779	0,032152	277,8	3,1	-0,989	0,136	0,054	0,989	-0,142	-0,036		20. Mai	11	18:25	18:36								
2021-04-11 18:20:00	0,011829	596,7078	2	0,469741	0,015898	0,050887	276,6	4,7	-0,99	0,114	0,082	0,99	-0,141	-0,001		21. Mai	12	18:26	18:38								
2021-04-11 18:23:00	0,012331	590,596	2	0,50255	0,016834	0,049544	277,1	4,2	-0,99	0,124	0,074	0,99	-0,144	-0,013		22. Mai	12	18:26	18:39								
2021-04-11 18:25:00	0,012246	586,5025	2	0,525668	0,017487	0,045655	277,5	3,9	-0,989	0,13	0,068	0,989	-0,146	-0,022		23. Mai	12	18:26	18:40								
2021-04-11 18:26:00	0,012089	584,4501	2	0,537617	0,017821	0,042838	277,7	3,7	-0,989	0,134	0,065	0,989	-0,146	-0,026		24. Mai	16	18:26	18:41								
2021-04-12 18:22:00	0,01246	595,8579	2	0,49259	0,016648	0,051384	277,4	4,5	-0,989	0,128	0,079	0,989	-0,15	-0,012		25. Mai	15	18:26	18:41								
2021-04-12 18:24:00	0,012217	591,8045	2	0,51523	0,017294	0,046411	277,8	4,2	-0,988	0,135	0,073	0,988	-0,152	-0,02		26. Mai	14	18:27	18:41								
2021-04-13 18:21:00	0,012193	601,0524	2	0,472168	0,016096	0,052399	277,5	5	-0,988	0,129	0,086	0,988	-0,156	-0,006		27. Mai	14	18:27	18:42								
2021-04-13 18:22:00	0,011994	599,0475	2	0,482893	0,016407	0,049376	277,7	4,8	-0,988	0,133	0,084	0,988	-0,156	-0,01		28. Mai	13	18:27	18:42								
2021-04-13 18:26:00	0,012302	590,9903	2	0,528245	0,017707	0,044955	278,4	4,1	-0,987	0,146	0,072	0,987	-0,16	-0,027		29. Mai	14	18:27	18:42								
2021-04-13 18:27:00	0,012024	588,9667	2	0,540223	0,018046	0,041235	278,6	4	-0,986	0,149	0,069	0,986	-0,161	-0,031		30. Mai	15	18:27	18:42								
2021-04-13 18:28:00	0,012136	586,9394	2	0,552468	0,018392	0,040359	278,8	3,8	-0,986	0,152	0,066	0,986	-0,162	-0,036		31. Mai	15	18:28	18:43								
2021-04-13 18:29:00	0,011578	584,9084	2	0,564986	0,018743	0,034306	278,9	3,6	-0,986	0,155	0,063	0,986	-0,163	-0,04		1. Jun.	14	18:29	18:43								
2021-04-14 18:23:00	0,011911	598,359	2	0,484196	0,016433	0,048647	278,1	4,9	-0,986	0,14	0,085	0,986	-0,164	-0,013		2. Jun.	15	18:29	18:44								
2021-04-14 18:25:00	0,012152	594,3454	2	0,506403	0,017071	0,047083	278,5	4,6	-0,986	0,147	0,08	0,986	-0,165	-0,022		3. Jun.	15	18:29	18:44								
2021-04-14 18:26:00	0,01228	592,333	2	0,517878	0,017399	0,046334	278,6	4,4	-0,986	0,15	0,077	0,986	-0,166	-0,026		4. Jun.	14	18:29	18:44								
2021-04-15 18:22:00	0,012585	603,5131	2	0,474794	0,016252	0,054244	278,3	5,2	-0,985	0,144	0,09	0,985	-0,17	-0,012		5. Jun.	15	18:29	18:44								
2021-04-15 18:24:00	0,012459	599,5388	2	0,496548	0,016885	0,050174	278,7	4,8	-0,985	0,151	0,085	0,985	-0,172	-0,02		6. Jun.	15	18:30	18:45								
2021-04-15 18:25:00	0,0125	597,546	2	0,50779	0,017121	0,048822	278,9	4,7	-0,985	0,154	0,082	0,985	-0,173	-0,024		7. Jun.	15	18:30	18:45								
2021-04-15 18:27:00	0,011905	593,5494	2	0,531029	0,017877	0,041189	279,3	4,4	-0,984	0,16	0,076	0,984	-0,174	-0,033		8. Jun.	16	18:30	18:45								
2021-04-15 18:29:00	0,012274	598,5381	2	0,555313	0,018568	0,040523	279,6	4	-0,983	0,167	0,07	0,983	-0,176	-0,041		9. Jun.	16	18:30	18:45								
2021-04-16 18:20:00	0,012262	610,5658	2	0,445251	0,015419	0,056447	279,2	5,8	-0,985	0,142	0,101	0,985	-0,174	-0,002		10. Jun.	17	18:30	18:46								
2021-04-16 18:22:00	0,012223	606,6377	2	0,465647	0,016022	0,052995	278,6	5,5	-0,984	0,149	0,095	0,984	-0,176	-0,01		11. Jun.	16	18:31	18:46								
2021-04-16 18:23:00	0,012454	604,6681	2	0,476187	0,016331	0,052965	278,8	5,3	-0,984	0,152	0,092	0,984	-0,177	-0,015		12. Jun.	16	18:32	18:47								
2021-04-16 18:25:00	0,011976	600,7177	2	0,497975	0,016967	0,046346	279,1	5	-0,984	0,158	0,086	0,984	-0,179	-0,023		13. Jun.	15	18:32	18:47								
2021-04-16 18:26:00	0,012647	598,737	2	0,509233	0,017293	0,049413	279,3	4,8	-0,983	0,161	0,084	0,983	-0,18	-0,027		14. Jun.	15	18:32	18:47								
2021-04-16 18:27:00	0,012069	596,7527	2	0,520741	0,017625	0,043671	279,5	4,6	-0,983	0,165	0,081	0,983	-0,181	-0,031		15. Jun.	14	18:32	18:47								
2021-04-17 18:21:00	0,012453	611,6853	2	0,446646	0,015496	0,057307	278,6	5,9	-0,983	0,15	0,103	0,983	-0,181	-0,005		16. Jun.	14	18:32	18:47								
2021-04-17 18:22:00	0,012278	609,7349	2	0,456749	0,015796	0,054557	278,8	5,7	-0,983	0,153	0,1	0,983	-0,182	-0,009		17. Jun.	14	18:33	18:48								
2021-04-17 18:24:00	0,01265	605,823	2	0,477635	0,016412	0,053857	279,2	5,4	-0,983	0,159	0,094	0,983	-0,184	-0,017		18. Jun.	15	18:33	18:48								
2021-04-17 18:25:00	0,012783	603,8616	2	0,488427	0,016729	0,053132	279,4	5,2	-0,983	0,162	0,091	0,983	-0,185	-0,022		19. Jun.	15	18:33	18:48								
2021-04-17 18:26:00	0,01245	601,8965	2	0,499458	0,017051	0,049272	279,6	5,1	-0,982	0,166	0,088	0,982	-0,186	-0,026		20. Jun.	15	18:33	18:48								
2021-04-17 18:28:00	0,012327	597,9553	2	0,522259	0,017712	0,045105	279,9	4,7	-0,982	0,172	0,083	0,982	-0,188	-0,034		21. Jun.	15	18:34	18:49								
2021-04-17 18:31:00	0,012059	592,0164	2	0,558389	0,01875	0,038029	280,5	4,2	-0,981	0,181	0,074	0,981	-0,19	-0,047		22. Jun.	15	18:34	18:49								
2021-04-17 18:32:00	0,011791	590,0296	2	0,570968	0,019108	0,034205	280,7	4,1	-0,98	0,185	0,071	0,98	-0,191	-0,051		23. Jun.	15	18:34	18:49								
2021-04-18 18:21:00	0,012006	612,978	2	0,438194	0,015235	0,0557	278,9	6,2	-0,982	0,154	0,107	0,982	-0,187	-0,004		24. Jun.	15	18:34	18:49								
2021-04-18 18:24:00	0,012368	607,1376	2	0,468566	0,016135	0,053394	279,4	5,7	-0,982	0,163	0,099	0,982	-0,19	-0,016		25. Jun.	15	18:34	18:49								

Potentielle Reflexionen am Messpunkt OP 4:
1095 Minuten pro Jahr (Summe gesamt)
863 Minuten pro Jahr mit Sichtschutz durch Blattwerk (Juni-September)
232 Minuten pro Jahr ohne Sichtschutz durch Blattwerk (Oktober-Mai)
17 Minuten pro Tag (Max)

Parameter für Daten Bereinigung (Datensatz mit 1862 Einträgen /-180):
1.: Zeitraum zwischen 06:00 - 22:00 Uhr (bzw. Sonnenuntergang)
2.: Sonnenstand über Horizont ist min. 10° (Standard: min. 10°)
3.: Dauer der Reflexion ist min. 5 Minuten pro Tag (Standard: min.