

# SolPEG Blendgutachten

## Solarpark Stolpe

**Analyse der potentiellen Blendwirkung einer geplanten PV Anlage  
in der Gemeinde Stolpe in Mecklenburg-Vorpommern**

**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](mailto:info@solpeg.com)

 [www.solpeg.com](http://www.solpeg.com)

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Auftrag .....</b>	<b>3</b>
1.1	Beauftragung.....	3
1.2	Hintergrund und Auftragsumfang.....	3
<b>2</b>	<b>Systembeschreibung.....</b>	<b>4</b>
2.1	Standort Übersicht .....	4
2.2	Umliegende Gebäude.....	7
<b>3</b>	<b>Ermittlung der potentiellen Blendwirkung.....</b>	<b>8</b>
3.1	Rechtliche Hinweise .....	8
3.2	Blendwirkung von PV Modulen.....	8
3.3	Technische Parameter der PV Anlage .....	10
3.4	Berechnung der Blendwirkung .....	11
3.5	Standorte für die Analyse .....	12
3.6	Hinweise zum Simulationsverfahren .....	13
<b>4</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>16</b>
4.1	Ergebnisse am Messpunkt P1, A24 südwestlich.....	17
4.2	Ergebnisse am Messpunkt P2, A24 südöstlich.....	17
4.3	Ergebnisse am Messpunkt P3, PCH58 nordöstlich .....	18
4.4	Ergebnisse am Messpunkt P4, PCH58 östlich .....	20
4.5	Ergebnisse am Messpunkt P5, PCH58 südöstlich .....	22
4.6	Ergebnisse am Messpunkt P6, Gebäude südlich (Stolpe) .....	22
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung der Ergebnisse.....</b>	<b>23</b>
<b>6</b>	<b>Schlussbemerkung .....</b>	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>Anhang (Auszug) .....</b>	<b>24 - 40</b>

# SolPEG Blendgutachten

## Analyse der Blendwirkung der geplanten PV Anlage Stolpe

### 1 Auftrag

#### 1.1 Beauftragung

Als unabhängiger Gutachter im Bereich Photovoltaik (PV) ist die SolPEG GmbH beauftragt, die potentielle Blendwirkung der PV Anlage „Stolpe“ für die Verkehrsteilnehmer auf der Bundesautobahn A24 sowie für Anwohner der umliegenden Gebäude zu analysieren und die Ergebnisse zu dokumentieren.

#### 1.2 Hintergrund und Auftragsumfang

Die Umsetzung der Energiewende und die Bestrebungen für mehr Klimaschutz resultieren in Erfordernissen und Maßnahmen, die als gesellschaftlicher Konsens und somit als öffentliche Belange gesetzlich festgeschrieben sind. Z.B. im „Gesetz zur Stärkung der klimagerechten Entwicklung in den Städten und Gemeinden“ (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. Lichtleitlinie<sup>1</sup>, die 1993 durch die Bund/Länder - Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) verfasst und 2012 um einen Abschnitt zu PV Anlagen erweitert wurde. Nach überwiegender Meinung von Experten enthält die Lichtleitlinie nicht unerhebliche Defizite bzw. Unklarheiten und ist als Instrument für die sachgerechte Beurteilung von Reflexionen durch PV Anlagen nur bedingt anwendbar. Weitere Ausführungen hierzu finden sich im Abschnitt 4.

Die vorliegende Untersuchung soll klären ob bzw. in wie weit von der PV Anlage eine Blendwirkung für schutzbedürftige Zonen im Sinne der Lichtleitlinie ausgehen könnte. Dies gilt insbesondere für Verkehrsteilnehmer auf der A24 und ggf. für Anwohner von umliegenden Gebäuden.

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. Darüber hinaus wurden Details des Standortes im Rahmen einer Ortsbegehung dokumentiert.

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

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

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

## 2 Systembeschreibung

### 2.1 Standort Übersicht

Die Flächen des geplanten Solarparks befinden sich in einem landwirtschaftlichen Gebiet nördlich der Ortschaft Stolpe in Mecklenburg-Vorpommern. Südlich der Fläche verläuft die Autobahn A24, östlich die PCH58. Die folgenden Informationen und Bilder geben einen Überblick über den Standort.

**Tabelle 1: Informationen über den Standort**

Allgemeine Beschreibung des Standortes	Landwirtschaftliche Fläche nördlich der Ortschaft Stolpe in Mecklenburg-Vorpommern. Die Fläche ist leicht hügelig.
Koordinaten (Mitte)	<a href="#">53.370°N, 11.751°O, 85 m ü. NN</a>
Entfernung zur A24	ca. 350 m (nicht relevant)
Abstand zur PCH58	ca. 45 m – 50 m
Entfernung zu umliegenden Gebäuden	ca. 180 - 250 m (relevante Blickrichtung)

Übersicht<sup>2</sup> über den Standort und die PV Anlage (schematisch)

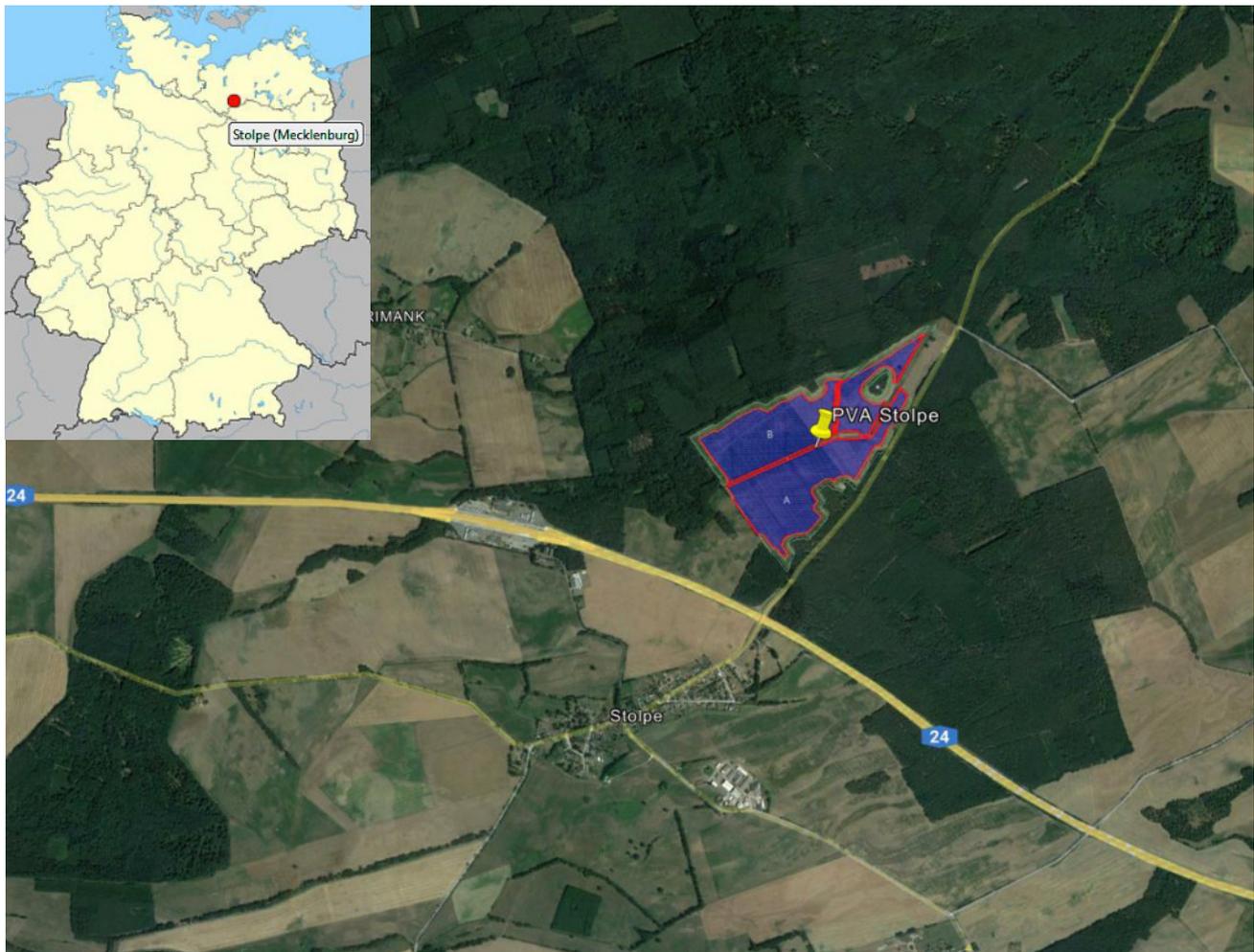


Bild 2.1.1: Luftbild mit Schema der PV Anlage (Quelle: Google Earth/SolPEG)

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

### Detailansicht der PV Flächen und Umgebung



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

### Detailansicht der PV Flächen



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

Aktuelle Fotos der PV Fläche (27.03.2023). Blick von Südosten Richtung Nordwesten.



Bild 2.1.4: Foto der PV Fläche (Quelle: SolPEG, Ortsbegehung 27.03.2023)

Blick von Süden Richtung Norden.



Bild 2.1.5: Foto der PV Fläche (Quelle: SolPEG, Ortsbegehung 27.03.2023)

## 2.2 Umliegende Gebäude

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

---

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

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

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

---

Die folgende Skizze zeigt einen Teil der PV Anlage sowie umliegende Gebäude. Aufgrund des Strahlenverlaufs gemäß Reflexionsgesetz können die Gebäude nicht von Reflexionen durch die PV Anlage erreicht werden und aufgrund der großen Entfernung sind potentielle Reflexionen ohnehin unwahrscheinlich. Zu Kontrollzwecken werden die Standorte dennoch untersucht. Andere Gebäude in der Umgebung sind aufgrund der Lage, des Einfallswinkels und der Entfernung nicht von Reflexionen durch die PV Anlage betroffen und werden nicht weiter analysiert. Details sind im Abschnitt 4 aufgeführt.

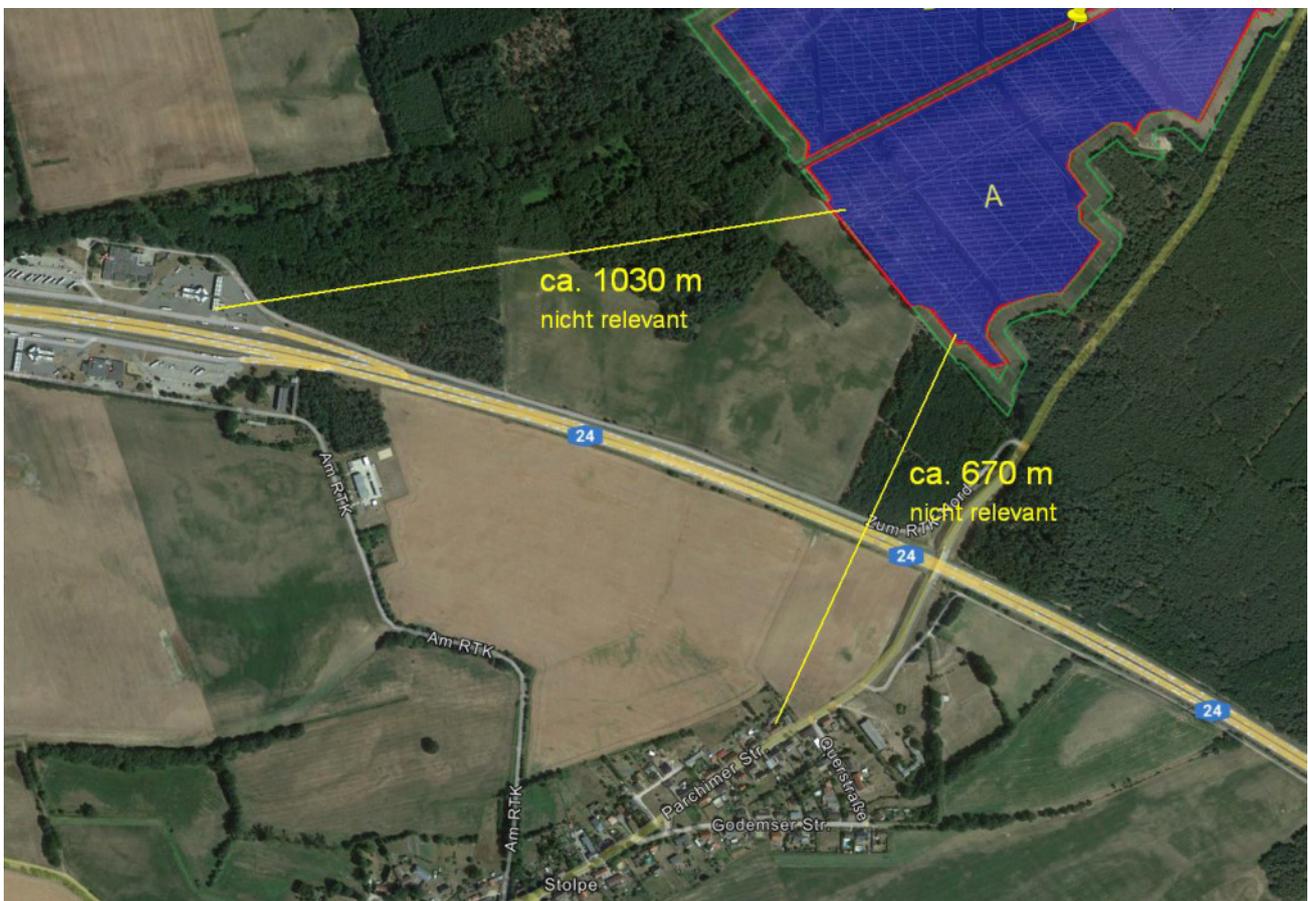


Bild 2.2.1: Gebäude südlich und südwestlich der PV Anlage (Quelle: Google Earth/SolPEG)

### 3 Ermittlung der potentiellen Blendwirkung

#### 3.1 Rechtliche Hinweise

Rechtliche Hinweise u.a. zur Licht-Leitlinie sind nicht Bestandteil dieses Dokumentes. Es sei lediglich darauf hingewiesen, dass nach aktueller Gesetzgebung der Ausbau der Erneuerbaren Energien im über-  
ragenden öffentlichen Interesse liegt und der öffentlichen Sicherheit dient und somit höher wiegt als  
Einzelinteressen. Darüber hinaus bestätigt ein aktuelles Urteil des OLG Braunschweig<sup>3</sup> die grundsätzlich  
fehlenden Bewertungsgrundlagen für Reflexion durch Sonnenlicht. Die Ausführungen der LAI Lichtleit-  
linie können lediglich im Einzelfall als Orientierung herangezogen werden.

#### 3.2 Blendwirkung von PV Modulen

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

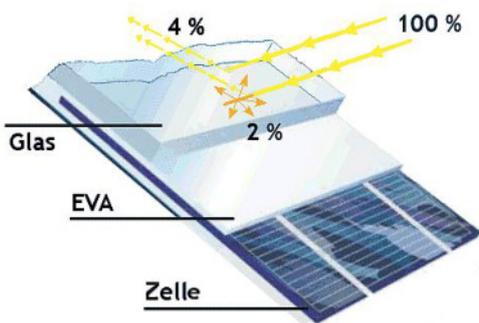


Bild 3.2.1: Anteil des reflektierten Sonnenlichtes bei einem PV Modul (Quelle: SolPEG)

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



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

<sup>3</sup> <https://oberlandesgericht-braunschweig.niedersachsen.de/startseite/aktuelles/presseinformationen/wenn-sonnenlicht-stort-nachbarrechtsstreitigkeit-wegen-reflexionen-einer-photovoltaikanlage-214293.html>

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

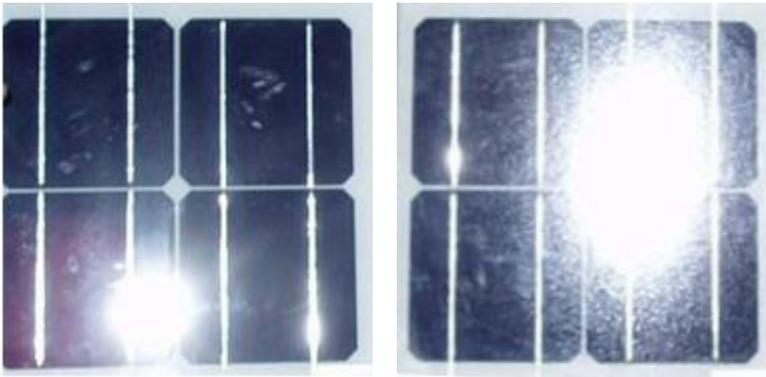


Bild 3.2.3: Diffuse Reflexion von unterschiedlichen Moduloberflächen (Quelle: Sandia National Laboratories, Ausschnitt)

Diese Eigenschaften können schematisch wie folgt dargestellt werden

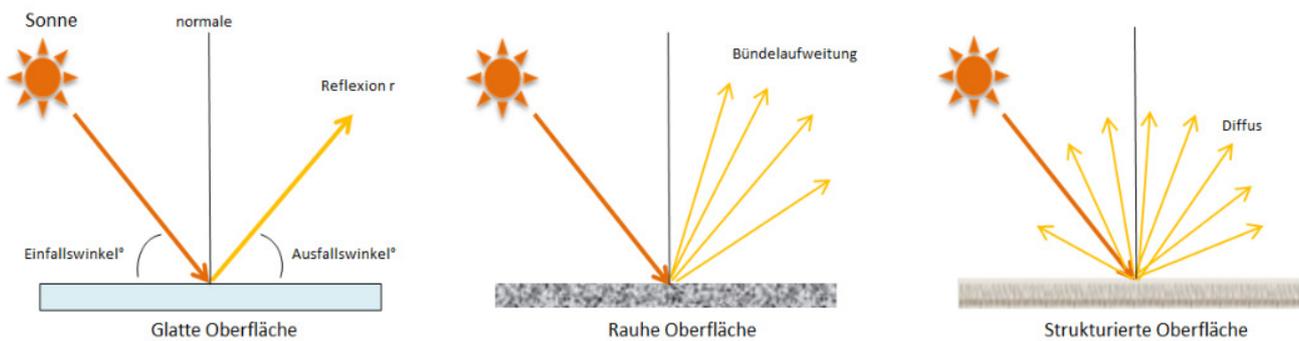


Bild 3.2.4: Reflexion von unterschiedlichen Oberflächen (Quelle: SolPEG)

Lt. Planungsunterlagen sollen PV Module des Herstellers LONGi zum Einsatz kommen, die lt. vorliegender Stellungnahme des Herstellers über Anti-Reflexions-Eigenschaften verfügen. 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 Parameters	Operating Parameters
Cell Orientation: 144 (6x24)	Operational Temperature: -40 C ~ +85 C
Junction Box: IP68, three diodes	Power Output Tolerance: 0 ~ +5 W
Output Cable: 4mm <sup>2</sup> , 300mm in length, length can be customized	Voc and Isc Tolerance: ±3%
Glass: Dual glass 2.0mm coated tempered glass	Maximum System Voltage: DC1500V (IEC/UL)
	Maximum Series Fuse Rating: 25A
	Nominal Operating Cell Temperature: 45±2 C

Bild 3.2.5: Auszug aus dem Moduldatenblatt, siehe auch Anhang

### 3.3 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 Neigung der Modultische beträgt  $18^\circ$ . Die folgende Skizze verdeutlicht die Konstruktion der Modulinstallation.

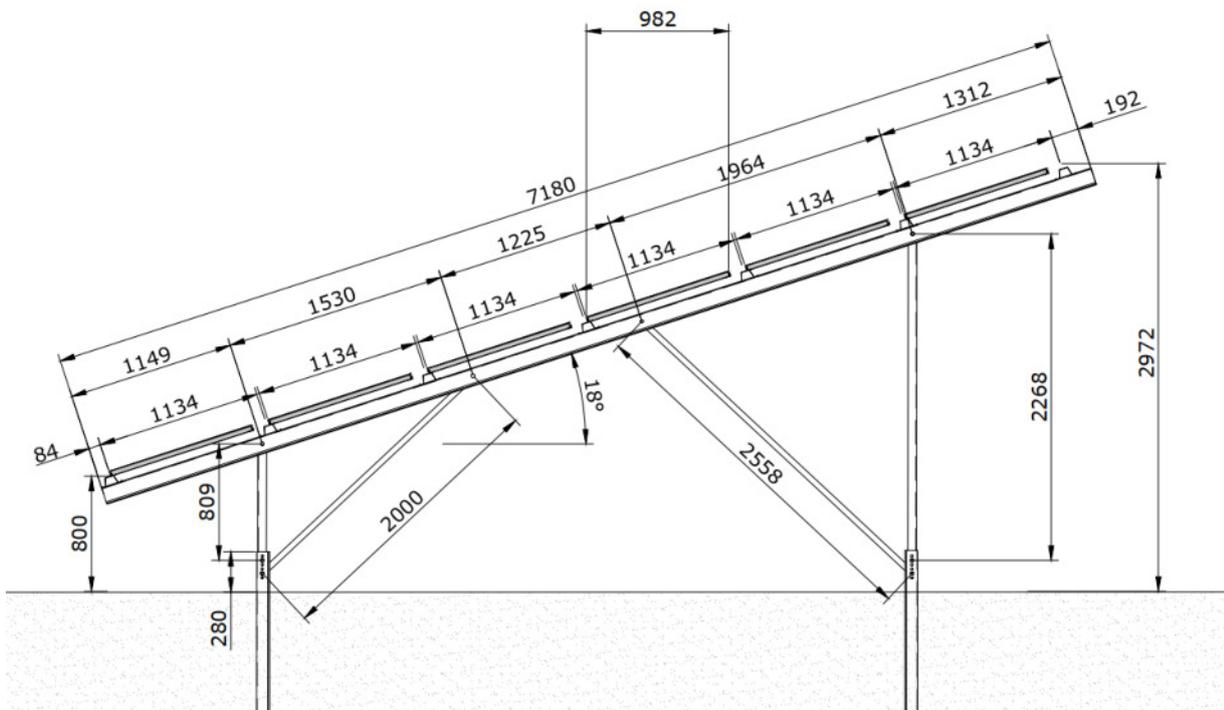


Bild 3.3.1: Skizzen der Modulkonstruktion (Quelle: Systemplanung)

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

**Tabelle 2: Berechnungsparameter**

PV Modul	LONGi Solar (oder vergleichbar)
Moduloberfläche	Solarglas mit Anti-Reflexionsbehandlung (lt. Datenblatt)
Unterkonstruktion	Modultische, fest aufgeständert
Modulinstallation	6 Module quer übereinander
Ausrichtung (Azimut)	$180^\circ$ (= Süden)
Modulneigung	$18^\circ$
Höhe der sichtbaren Modulfläche	min. ca. 0,80 m, max. 2,98 m (leichte Abweichungen möglich)
Mittlere Höhe der Modulfläche	2 m
Messpunkte auf der A24	2 Messpunkte (siehe Skizze 3.5.1)
Messpunkte auf der PCH58	2 Messpunkte
Messpunkte Gebäude	2 Messpunkte
Höhe Messpunkte über Boden	2 m (mittlere Sitzhöhe PKW/LKW Fahrer)

### 3.4 Berechnung der Blendwirkung

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

Darüber hinaus kommen die in Anhang 2 der Licht-Leitlinie beschriebenen Empfehlungen (Seite 21ff) zur Anwendung, es werden jedoch aufgrund fehlender Angaben u.a. für Fahrzeuglenker zusätzliche Quellen herangezogen, u.a. die Richtlinien der FAA<sup>4</sup> zur Beurteilung der Blendwirkung für den Flugverkehr.

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

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

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

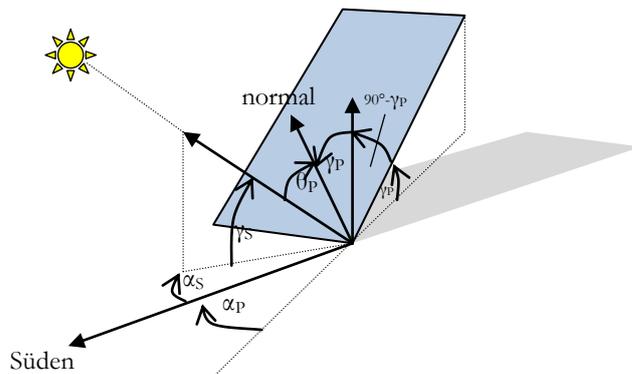


Bild 3.4.1: Schematische Darstellung der Reflexionen auf einer geneigten Fläche (Quelle: SolPEG)

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

Die Simulation von Reflexionen geht zu jedem Zeitpunkt von einem klaren Himmel und direkter Sonneneinstrahlung aus, daher wird im Ergebnis immer die höchst mögliche Blendwirkung angegeben. Dies entspricht nur selten den realen Umgebungsbedingungen und auch Informationen über möglichen Sichtschutz durch Bäume, Gebäude oder andere Objekte können nicht ausreichend verarbeitet werden. Auch Wettereinflüsse wie z.B. Frühnebel/Dunst oder lokale Besonderheiten der Wetterbedingungen können nicht berechnet werden. Die Entfernung zur Blendquelle fließt in die Berechnung ein, jedoch sind sich die Experten uneinig ab welcher Entfernung eine Blendwirkung durch PV Anlagen zu vernachlässigen ist. In der Licht-Leitlinie<sup>5</sup> wird eine Entfernung von 100 m genannt.

Die durchgeführten Berechnungen wurden u.a. mit Simulationen und Modellen des Sandia National Laboratories<sup>6</sup>, New Mexico überprüft.

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

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

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

### 3.5 Standorte für die Analyse

Eine Analyse der potentiellen Blendwirkung kann aus technischen Gründen nicht für beliebig viele Messpunkte (Immissionsorte) durchgeführt werden. Je nach Größe und Beschaffenheit der PV Anlage werden exemplarisch 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 von potentiellen Reflexionen nicht erreicht werden.

Für die Analyse einer potentiellen Blendwirkung der PV Anlage Stolpe wurden insgesamt 6 exemplarische Messpunkte festgelegt und die im Jahresverlauf auftretenden Reflexionen ermittelt. 2 Messpunkte im Verlauf der A24, 3 Messpunkt auf der PCH58 sowie 1 Messpunkte im Bereich der Ortschaft Stolpe.

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

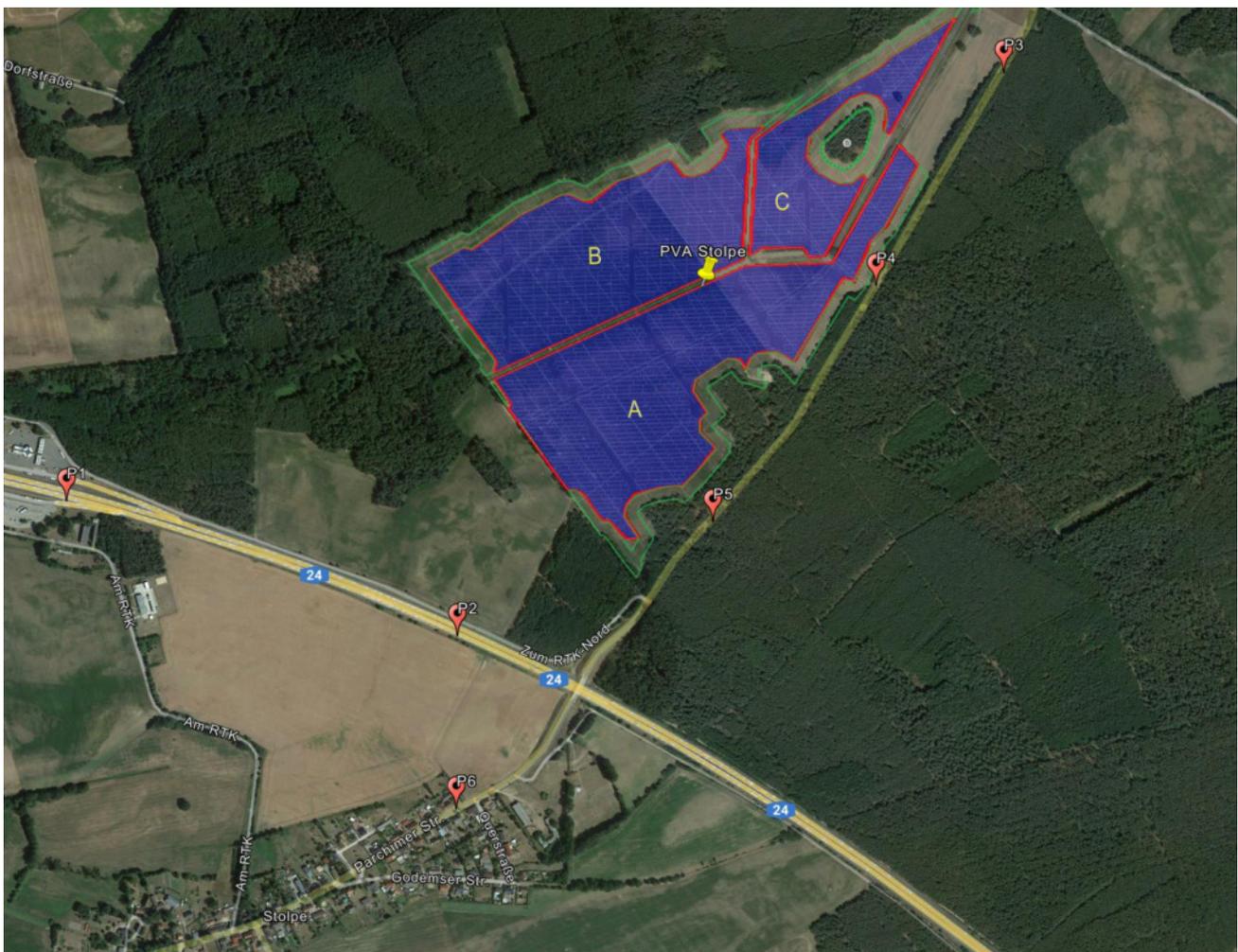


Bild 3.5.1: Übersicht PV Anlage und Messpunkte (Quelle: Google Earth/SolPEG)

## 3.6 Hinweise zum Simulationsverfahren

### Lichtleitlinie

Grundlage für die Berechnung und Beurteilung von Lichtimmissionen ist in Deutschland die sog. Lichtleitlinie, 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 Lichtleitlinie 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 fehlt<sup>7</sup> allerdings eine Definition oder Empfehlung zum Umgang mit Verkehrswegen und auch zu Schienen- und Kraftfahrzeugen als "beweglichen" Räumen. Eine Blendwirkung an beweglichen Standorten ist in Bezug zur Geschwindigkeit zu sehen, d.h. eine Reflexion kann an einem festen Standort über mehrere Minuten auftreten, ist jedoch bei der Vorbeifahrt mit 100 km/h ggf. nur für Sekundenbruchteile wahrnehmbar. Aber trotz einer physiologisch unkritischen Leuchtdichte kann die Blendwirkung durch frequente Reflexionen subjektiv als störend empfunden werden (psychologische Blendwirkung). Vor diesem Hintergrund kann die Empfehlung der 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.

<sup>7</sup> 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. TMY<sup>8</sup>) vorhanden sind. Der Deutsche Wetterdienst DWD hat für Deutschland für das Jahr 2022 eine mittlere Wolkenbedeckung<sup>9</sup> von ca. 62,5 % ermittelt. Der Durchschnittswert für den langjährigen Zeitraum 1991-2020 liegt bei 62,5 % - 75 %.

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

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

## Kategorien von Reflexionen

Fachleute sind überwiegend der Meinung, dass die sog. Absolutblendung, die eine Störung der Sehfähigkeit bewirkt, ab einer Leuchtdichte von ca. 100.000 cd/m<sup>2</sup> beginnt. Störungen sind z.B. Nachbilder in Form von hellen Punkten nachdem in die Sonne geschaut wurde. Auch in der LAI 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/cm<sup>2</sup>) und Ausdehnung (Raumwinkel, mrad). Die folgende Skizze zeigt die Bewertungsskala in der Übersicht und auch das hier verwendete Simulationsprogramm stellt die jeweiligen Messergebnisse in ähnlicher Weise dar.

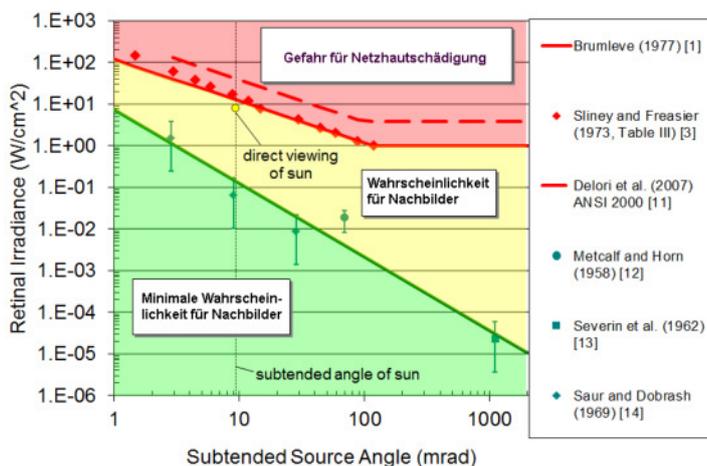


Bild 3.6.1: Kategorisierung von Reflexionen (Quelle: Sandia National Laboratories, siehe auch Diagramme im Anhang)

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

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

Bild: [https://www.dwd.de/DWD/klima/rcccm/int/rcc\\_eude\\_cen\\_cfc\\_mean\\_2022\\_17.png](https://www.dwd.de/DWD/klima/rcccm/int/rcc_eude_cen_cfc_mean_2022_17.png)

## 4 Ergebnisse

Die Berechnung der potentiellen Blendwirkung der PV Anlage Stolpe wird für 6 exemplarisch gewählte Messpunkte durchgeführt. Das Ergebnis ist die Anzahl von Minuten pro Jahr, in denen eine Blendwirkung der Kategorien „Minimal“ und „Gering“ auftreten kann.

Die Kategorien entsprechen den Wertebereichen der Berechnungsergebnisse in Bezug auf Leuchtdichte und -dauer. Die Wertebereiche sind im Diagramm 3.6.1 auch als farbige Flächen dargestellt:

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

Die unbereinigten Ergebnisse (Rohdaten) beinhalten alle rechnerisch ermittelten Reflexionen, auch solche, die lt. Ausführungen der 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 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.

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

Messpunkt	PV Feld A	PV Feld B	PV Feld C
P1 A24 südwestlich	-	21 <sup>DES</sup>	-
P2 A24 südlich	-	-	-
P3 PCH58 nordöstlich	-	-	2598 <sup>WS</sup>
P4 PCH58 östlich	3963 <sup>WS</sup>	2526 <sup>WS</sup>	1062 <sup>WS</sup>
P5PCH58 südöstlich	2565 <sup>WS</sup>	-	-
P6 Gebäude südlich (Stolpe)	-	-	-

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

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

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

<sup>D</sup> Aufgrund der geringen zeitlichen Dauer zu vernachlässigen

Die unbereinigten Daten sind im Anhang aufgeführt.

#### 4.1 Ergebnisse am Messpunkt P1, A24 südwestlich

Am Messpunkt P1 auf der A24 südwestlich der PV Anlage können bei der Fahrt Richtung Osten theoretisch an insgesamt nur 21 Minuten pro Jahr Reflexionen durch das PV Feld B auftreten. Diese können rein rechnerisch zwischen dem 23. Juli und dem 31. Juli in den frühen Morgenstunden zwischen 05:41 - 05:50 Uhr für max. 5 Minuten aus östlicher Richtung auftreten. Aufgrund der sehr kurzen zeitlichen Dauer und insbesondere aufgrund der sehr großen Entfernung zur Immissionsquelle von über 1000 m sind potentielle Reflexionen zu vernachlässigen.

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

Darüber hinaus zeigt die Analyse des Geländeverlaufes, dass zwischen der A24 und der PV Anlage kein direkter Sichtkontakt vorhanden ist. Die ohnehin geringen Ergebnisse sind in der Realität nicht anwendbar.

Die folgende Skizze zeigt den Geländeverlauf und den Höhenunterschied zwischen der A24 und der PV Anlage.

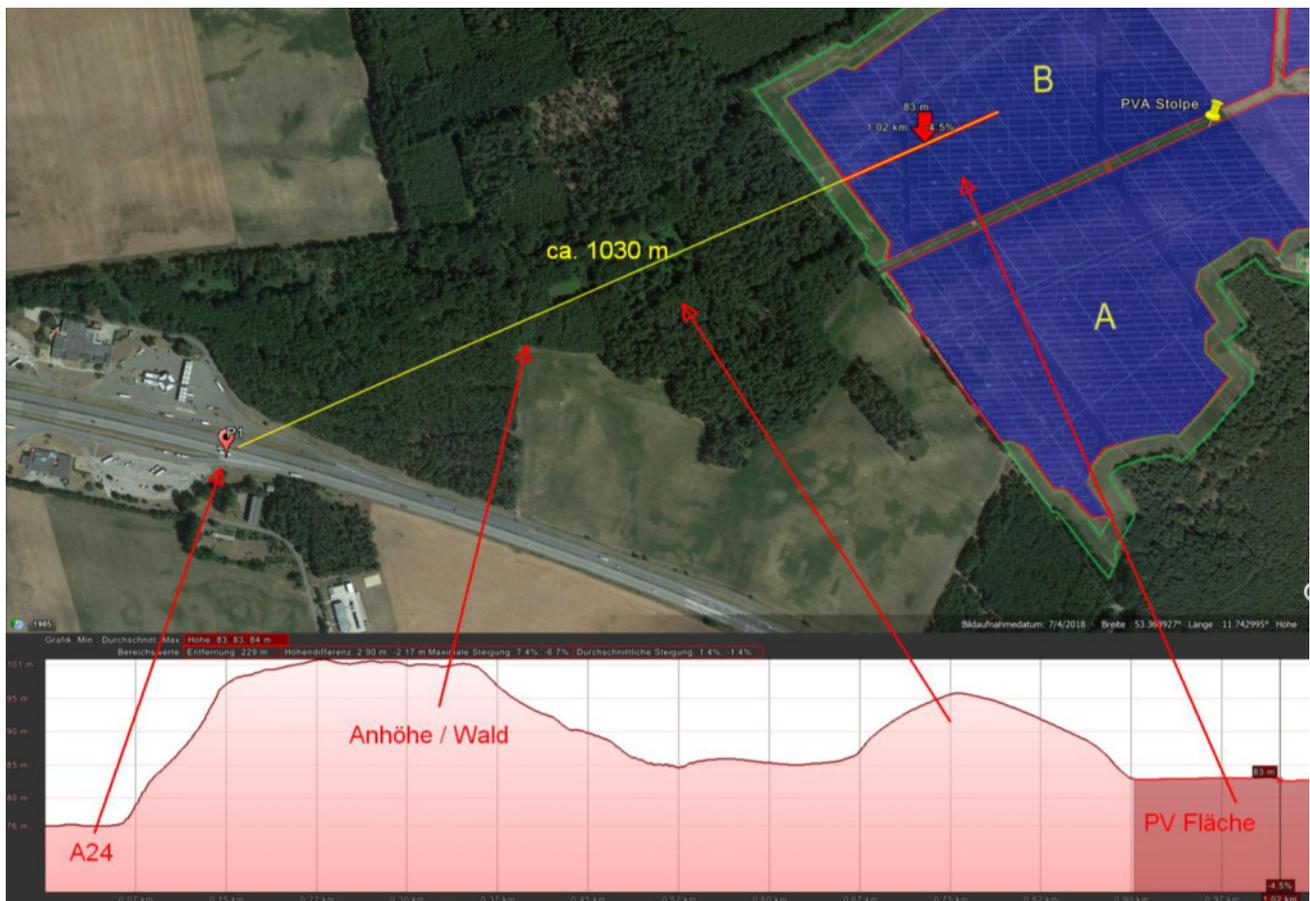


Bild 4.1.1: Geländeverlauf zwischen Messpunkt P1 auf der A24 und der PV Anlage (Quelle: Google Earth/SolPEG)

#### 4.2 Ergebnisse am Messpunkt P2, A24 südöstlich

Am Messpunkt P2 auf der A24 sind keine Reflexionen durch die PV Anlage nachweisbar. Eine Beeinträchtigung von Fahrzeugführern durch die PV Anlage kann daher ausgeschlossen werden.

### 4.3 Ergebnisse am Messpunkt P3, PCH58 nordöstlich

Am Messpunkt P3 auf der PCH58 nordöstlich der PV Anlage können bei der Fahrt Richtung Süden theoretisch Reflexionen durch das PV Feld C auftreten. Diese können zwischen dem 08. April und dem 04. September, abends zwischen 18:04 - 18:47 Uhr für 5 bis max. 19 Minuten aus westlicher Richtung auftreten. Die Einfallswinkel liegen mit ca.  $+55^\circ$  bis  $+76^\circ$  rechts (westlich) der Fahrtrichtung allerdings deutlich außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels (Fahrtrichtung  $\pm 20^\circ$ , 100 m Sichtweite) und daher sind potentielle Reflexionen zu vernachlässigen.

Eine Beeinträchtigung von Fahrzeugführern im Verlauf der PCH58 kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Die Sicherheit des fließenden Verkehrs ist gewährleistet.

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

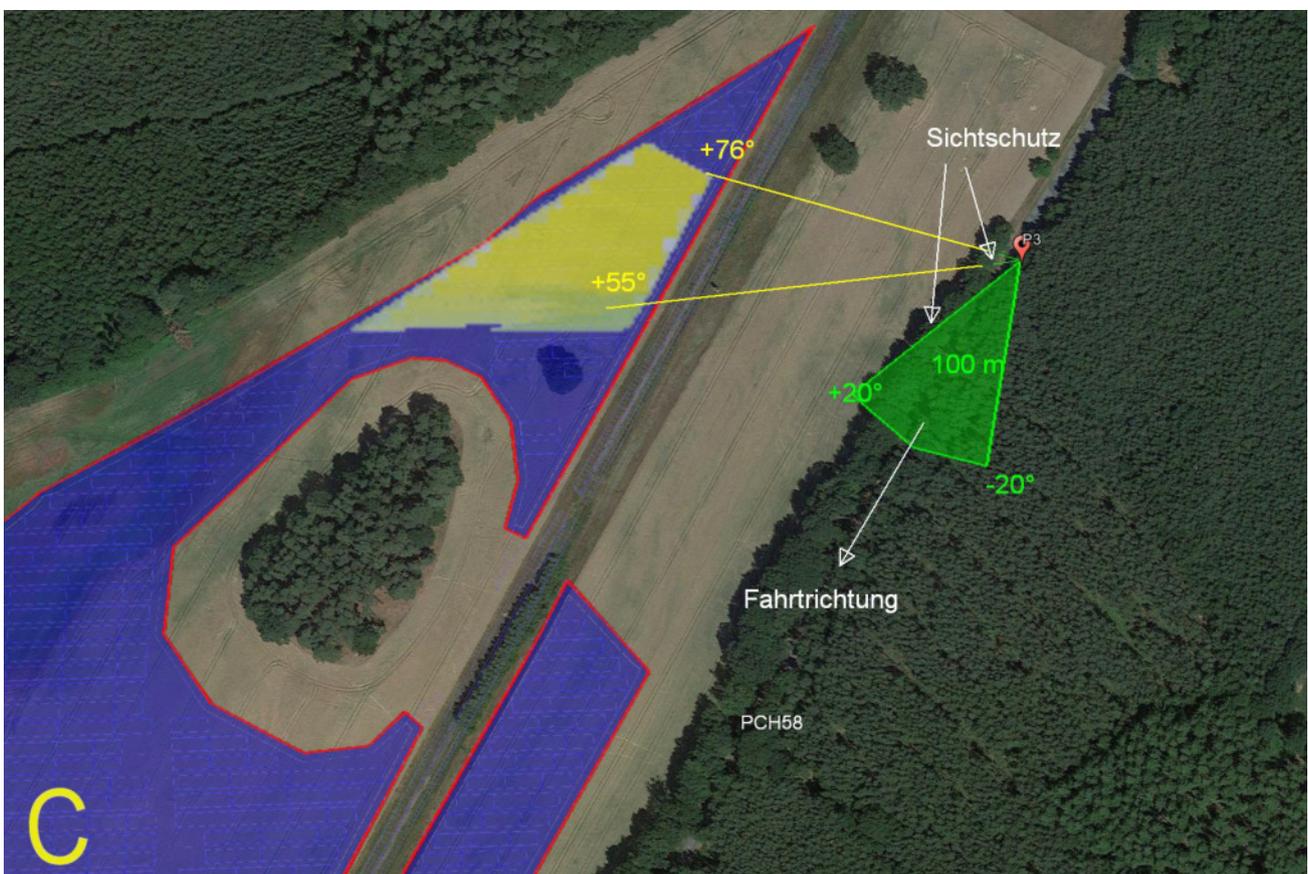


Bild 4.3.1: Simulation am Messpunkt P3, Fahrt Richtung Süden (Quelle: Google Earth/SolPEG)

Der grüne Bereich symbolisiert den für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkel. Im gelb/grün markierten Bereich westlich der Straße, außerhalb des relevanten Sichtwinkels, können theoretisch Reflexionen durch die PV Anlage auftreten.

Darüber hinaus ist entlang der Straße ein ausgeprägter Bewuchs aus Büschen und Bäumen vorhanden, sodass überwiegend kein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle besteht. Die rechnerisch ermittelten Ergebnisse sind daher in der Realität nicht oder nur bedingt anwendbar.

Das folgende Foto zeigt die Situation im Bereich von Messpunkt P3 aus Sicht des Fahrzeugführers bei der Fahrt Richtung Süden. Der relevante Sichtwinkel ist leicht heller dargestellt. Das PV Feld C liegt rechts im Bild und ist aufgrund von Bewuchs durch Büsche und Bäume selbst ohne Blätter überwiegend nicht einsehbar.



Bild 4.3.2: Foto am Messpunkt P3, Blick Richtung Süden (Quelle: SolPEG)

Der teilweise alte Baumbestand ist zwar rechtlich gesehen kein dauerhafter Sichtschutz aber dennoch können solche örtlichen Gegebenheiten nicht ignoriert werden. 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).

#### 4.4 Ergebnisse am Messpunkt P4, PCH58 östlich

Auch im weiteren Verlauf der PCH58, am Messpunkt P4 östlich der PV Anlage, können bei der Fahrt Richtung Süden theoretisch Reflexionen durch die PV Anlage auftreten. Diese können zwischen dem 08. April und dem 04. September, abends zwischen 18:04 - 18:50 Uhr für 5 bis max. 19 Minuten aus westlicher Richtung auftreten. Die Einfallswinkel liegen mit ca.  $+59^\circ$  bis  $+79^\circ$  rechts (westlich) der Fahrtrichtung allerdings auch in diesem Abschnitt deutlich außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels und daher sind potentielle Reflexionen zu vernachlässigen.

Eine Beeinträchtigung von Fahrzeugführern im Verlauf der PCH58 kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Die Sicherheit des fließenden Verkehrs ist gewährleistet.

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

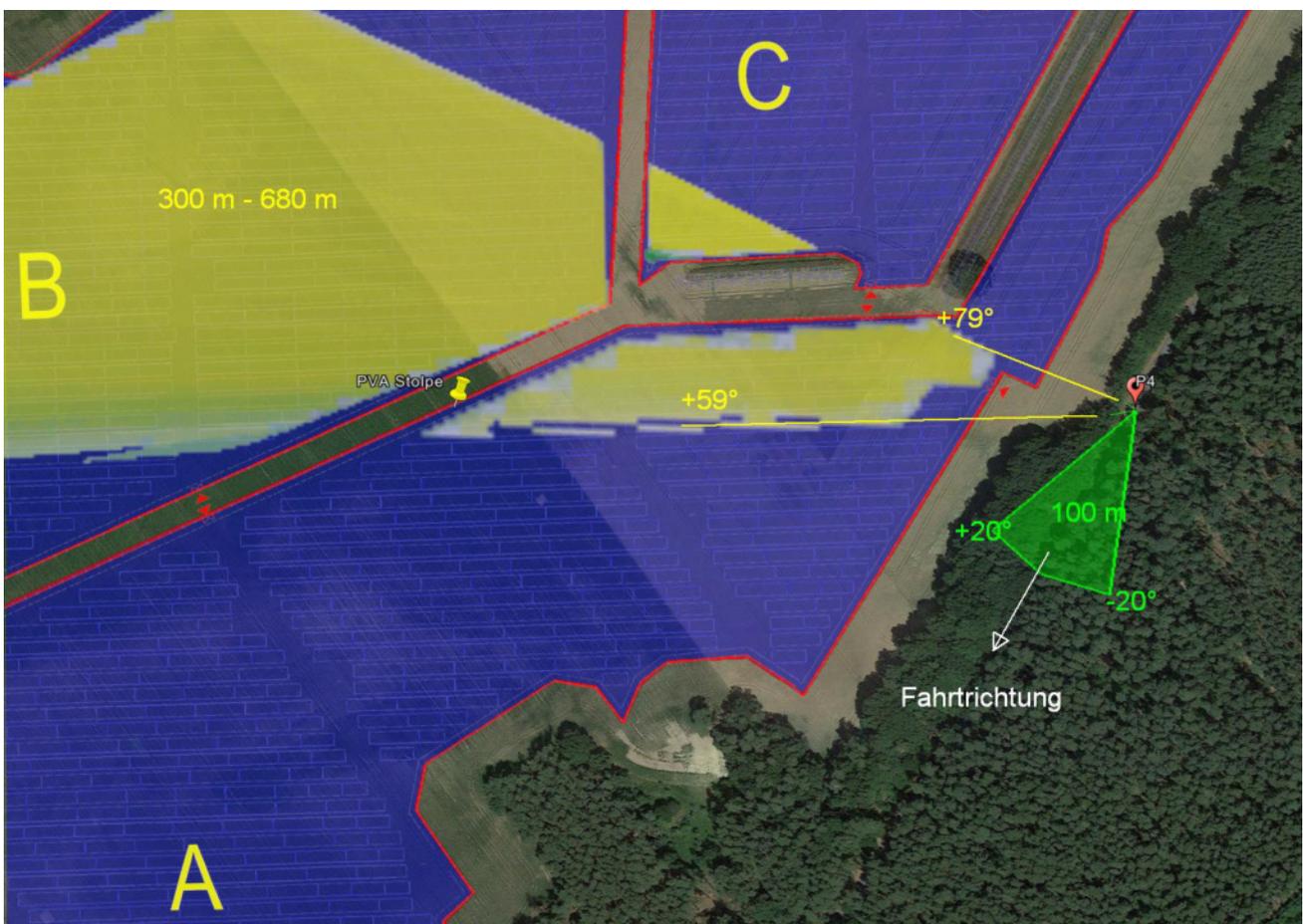


Bild 4.3.1: Simulation am Messpunkt P3, Fahrt Richtung Süden (Quelle: Google Earth/SolPEG)

Der grüne Bereich symbolisiert den für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkel (Fahrtrichtung  $\pm 20^\circ$ , 100 m Sichtweite). Im gelb/grün markierten Bereich westlich der Straße, außerhalb des relevanten Sichtwinkels und teilweise in großer Entfernung, können theoretisch Reflexionen durch die PV Anlage auftreten.

Auch in diesem Abschnitt ist entlang der Straße ein ausgeprägter Bewuchs aus Büschen und Bäumen vorhanden, sodass kein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle besteht. Die rechnerisch ermittelten Ergebnisse sind daher in der Realität nicht oder nur bedingt anwendbar. Das folgende Foto zeigt die Situation im Bereich von Messpunkt P4 aus Sicht des Fahrzeugführers bei der Fahrt Richtung Süden. Der relevante Sichtwinkel ist leicht heller dargestellt. Das PV Feld C liegt rechts im Bild und ist aufgrund von Bewuchs durch Büsche und Bäume selbst ohne Blätter überwiegend nicht einsehbar.



Bild 4.4.2: Foto am Messpunkt P4, Blick Richtung Süden (Quelle: SolPEG, 27.03.2023)

Auch zu einer anderen Jahreszeit ist die Situation ähnlich.

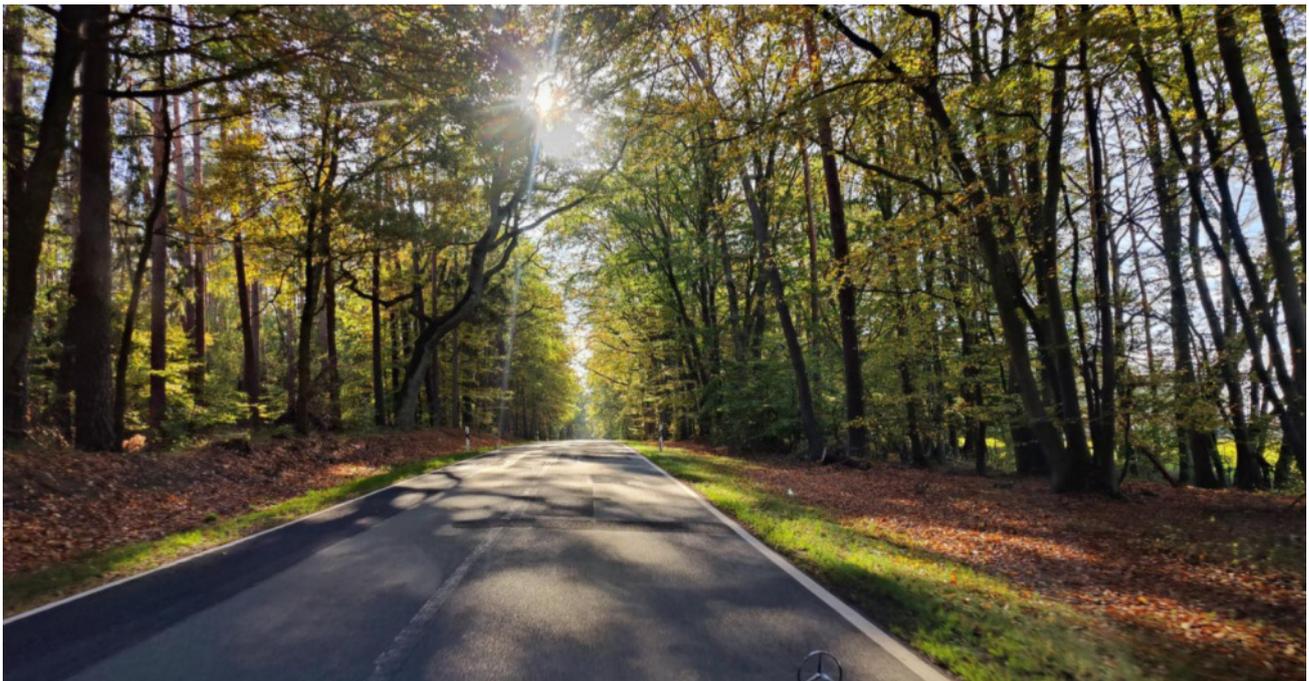


Bild 4.4.3: Foto am Messpunkt P4, Blick Richtung Süden (Quelle: SolPEG, 26.10.2022)

#### 4.5 Ergebnisse am Messpunkt P5, PCH58 südöstlich

Auch am Messpunkt P5 südöstlich der PV Anlage, können bei der Fahrt Richtung Süden theoretisch Reflexionen pro Jahr durch die PV Anlage auftreten. Auch hier liegen die Einfallswinkel deutlich außerhalb des relevanten Sichtwinkels und daher kann eine Beeinträchtigung von Fahrzeugführern mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

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

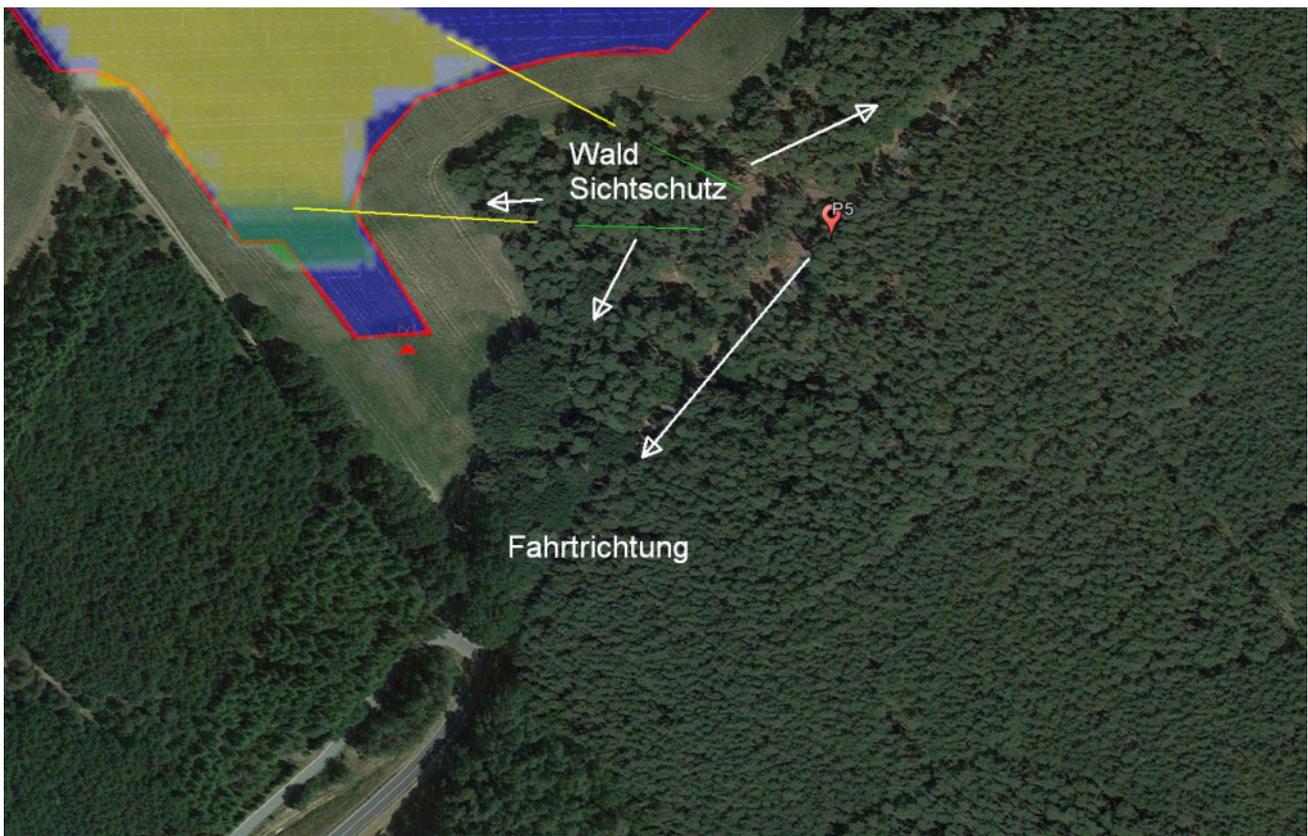


Bild 4.3.1: Simulation am Messpunkt P3, Fahrt Richtung Süden (Quelle: Google Earth/SolPEG)

Darüber hinaus ist in diesem Abschnitt der Bewuchs entlang der Straße nahezu blickdicht, sodass kein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle besteht. Die rechnerisch ermittelten Ergebnisse sind daher in der Realität nicht anwendbar.

#### 4.6 Ergebnisse am Messpunkt P6, Gebäude südlich (Stolpe)

Messpunkt P6 im Bereich der Gebäude der südlich der PV Anlage gelegenen Ortschaft Stolpe, wurde zu Kontrollzwecken analysiert, da aufgrund des Strahlenganges gemäß Reflexionsgesetz nicht mit Reflexionen durch die PV Anlage zu rechnen ist. Erwartungsgemäß zeigt die Simulation keine Ergebnisse. Eine Beeinträchtigung von Anwohnern durch die PV Anlage bzw. eine „erhebliche Belästigung“ im Sinne der LAI Lichtleitlinie kann daher ausgeschlossen werden.

Dies gilt insbesondere auch aufgrund der sehr großen Entfernung von über 700 m zur Immissionsquelle.

## 5 Zusammenfassung der Ergebnisse

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

Der Auftraggeber hat bei der geplanten PV Anlage Stolpe mit dem Einsatz von hochwertigen PV Modulen die nach aktuellem Stand der Technik möglichen Maßnahmen zur Reduzierung von potentiellen Reflexionen vorgesehen

Die Analyse von 6 exemplarisch gewählten Messpunkten zeigt nur eine geringfügige, theoretische Wahrscheinlichkeit für Reflexionen. Die Sicherheit des fließenden Verkehrs auf der A24 wird durch die PV Anlage nicht beeinträchtigt, da aufgrund des Geländeverlaufes kein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle vorhanden ist.

Im Verlauf der PCH58 sind potentielle Reflexionen zu vernachlässigen, da die Einfallswinkel deutlich außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels liegen. Hinzu kommt der Aspekt, dass entlang der PCH58 ein ausgeprägter Bewuchs aus Büschen und Bäumen (Wald) vorhanden ist, sodass kein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle besteht. Die rechnerisch ermittelten Ergebnisse sind in der Realität nicht oder nur bedingt anwendbar. Eine Beeinträchtigung von Fahrzeugführern im Verlauf der PCH58 kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

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

Es ist davon auszugehen, dass die theoretisch berechneten Reflexionen in der Praxis keine Blendwirkung entwickeln werden und somit bestätigen diese Ausführungen die Gutachterliche Stellungnahme vom 08.11.2022. Details zu den Ergebnissen an den jeweiligen Messpunkten finden sich in Abschnitt 4. Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse sind keine speziellen Sichtschutzmaßnahmen erforderlich bzw. angeraten und es bestehen keine Einwände gegen das Bauvorhaben.

## 6 Schlussbemerkung

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

Hamburg, den 23.05.2023

  
Dieko Jacobi / SolPEG GmbH

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



# Hi-MO 5

(G2)

## LR5-72HIBD

# 530~550M

- Based on M10-182mm wafer, best choice for ultra-large power plants
- Advanced module technology delivers superior module efficiency
  - M10 Gallium-doped Wafer
  - Integrated Segmented Ribbons
  - 9-busbar Half-cut Cell
- Globally validated bifacial energy yield
- High module quality ensures long-term reliability

12

12-year Warranty for Materials and Processing

30

30-year Warranty for Extra Linear Power Output

### Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730

ISO9001:2015: ISO Quality Management System

ISO14001: 2015: ISO Environment Management System

ISO45001: 2018: Occupational Health and Safety

TS62941: Guideline for module design qualification and type approval

# LONGI



**21.3%**  
MAX MODULE  
EFFICIENCY

**0~3%**  
POWER  
TOLERANCE

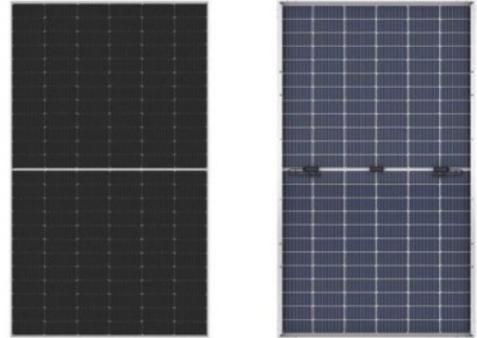
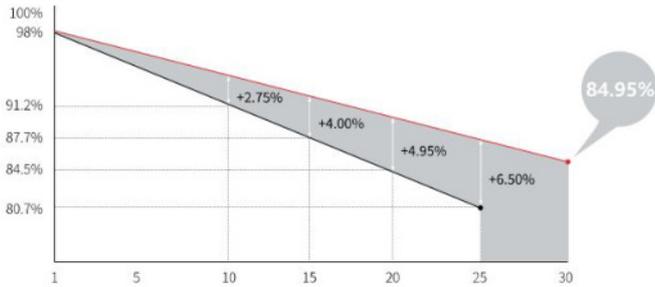
**<2%**  
FIRST YEAR  
POWER DEGRADATION

**0.45%**  
YEAR 2-30  
POWER DEGRADATION

**HALF-CELL**  
Lower operating temperature

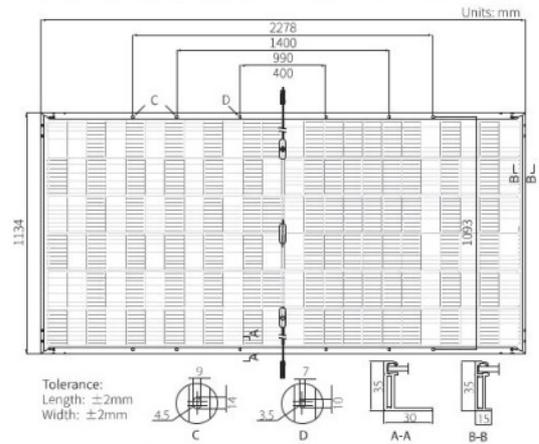
## Additional Value

### 30-Year Power Warranty



## Mechanical Parameters

Cell Orientation	144 (6×24)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm <sup>2</sup> , +400, -200mm length can be customized
Connector	LONGi LR5 or MC4 EVO2
Glass	Dual glass, 2.0+2.0mm heat strengthened glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	32.6kg
Dimension	2278×1134×35mm
Packaging	31pcs per pallet / 155pcs per 20' GP / 620pcs per 40' HC



## Electrical Characteristics

STC : AM1.5 1000W/m<sup>2</sup> 25°C      NOCT : AM1.5 800W/m<sup>2</sup> 20°C 1m/s      Test uncertainty for Pmax: ±3%

Module Type	LR5-72HIBD-530M		LR5-72HIBD-535M		LR5-72HIBD-540M		LR5-72HIBD-545M		LR5-72HIBD-550M	
	STC	NOCT								
Maximum Power (Pmax/W)	530	396.2	535	399.9	540	403.6	545	407.4	550	411.1
Open Circuit Voltage (Voc/V)	49.20	46.26	49.35	46.40	49.50	46.54	49.65	46.68	49.80	46.82
Short Circuit Current (Isc/A)	13.71	11.07	13.78	11.12	13.85	11.17	13.92	11.23	13.99	11.29
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	41.35	38.58	41.50	38.72	41.65	38.86	41.80	39.00	41.95	39.14
Current at Maximum Power (Imp/A)	12.82	10.27	12.90	10.33	12.97	10.39	13.04	10.45	13.12	10.51
Module Efficiency(%)	20.5		20.7		20.9		21.1		21.3	

## Electrical characteristics with different rear side power gain (reference to 540W front)

Pmax/W	Voc/V	Isc/A	Vmp/V	Imp/A	Pmax gain
567	49.50	14.54	41.65	13.61	5%
594	49.50	15.23	41.65	14.26	10%
621	49.60	15.92	41.75	14.91	15%
648	49.60	16.62	41.75	15.56	20%
675	49.60	17.31	41.75	16.21	25%

## Operating Parameters

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0 ~ 3%
Voc and Isc Tolerance	± 3%
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC/UL)
Maximum Series Fuse Rating	30A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Bifaciality	70±5%
Fire Rating	UL type 29 IEC Class C

## Mechanical Loading

Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

## Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of Isc	+0.050%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.265%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.340%/°C

# FORGESOLAR GLARE ANALYSIS

Project: **Stolpe**  
 Site configuration: **Stolpe**

Created 24 May, 2023  
 Updated 24 May, 2023  
 Time-step 1 minute  
 Timezone offset UTC1  
 Minimum sun altitude 0.0 deg  
 DNI peaks at 1,000.0 W/m<sup>2</sup>  
 Category 5 MW to 10 MW  
 Site ID 91436.12488

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 V2



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

PV Array	Tilt °	Orient °	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare		Energy kWh
			min	hr	min	hr	
PV Feld A	18.0	180.0	6,097	101.6	8,114	135.2	-
PV Feld B	18.0	180.0	1,653	27.6	3,596	59.9	-
PV Feld C	18.0	180.0	2,983	49.7	4,384	73.1	-

Total glare received by each receptor; may include duplicate times of glare from multiple reflective surfaces.

Receptor	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare	
	min	hr	min	hr
OP 1	3,347	55.8	447	7.5
OP 2	296	4.9	0	0.0
OP 3	805	13.4	3,318	55.3
OP 4	5,117	85.3	9,402	156.7
OP 5	1,168	19.5	2,927	48.8
OP 6	0	0.0	0	0.0

# Component Data

## PV Arrays

**Name:** PV Feld A

**Axis tracking:** Fixed (no rotation)

**Tilt:** 18.0°

**Orientation:** 180.0°

**Rated power:** -

**Panel material:** Smooth glass with AR coating

**Reflectivity:** Vary with sun

**Slope error:** correlate with material



Vertex	Latitude (°)	Longitude (°)	Ground elevation (m)	Height above ground (m)	Total elevation (m)
1	53.368957	11.746122	81.86	2.00	83.86
2	53.371069	11.754255	85.77	2.00	87.77
3	53.371197	11.756851	86.45	2.00	88.45
4	53.373681	11.758997	88.03	2.00	90.03
5	53.373386	11.759619	89.09	2.00	91.09
6	53.370916	11.757366	87.52	2.00	89.52
7	53.370916	11.756937	86.48	2.00	88.48
8	53.369482	11.755478	89.48	2.00	91.48
9	53.369674	11.755070	88.80	2.00	90.80
10	53.369495	11.753525	87.76	2.00	89.76
11	53.369008	11.752602	86.56	2.00	88.56
12	53.367587	11.752989	82.92	2.00	84.92
13	53.367062	11.752238	82.59	2.00	84.59
14	53.367113	11.751572	83.27	2.00	85.27
15	53.366831	11.750414	84.01	2.00	86.01
16	53.366422	11.750328	84.39	2.00	86.39
17	53.366063	11.750757	84.51	2.00	86.51
18	53.365986	11.750328	84.44	2.00	86.44
19	53.366473	11.749212	84.24	2.00	86.24

**Name:** PV Feld B

**Axis tracking:** Fixed (no rotation)

**Tilt:** 18.0°

**Orientation:** 180.0°

**Rated power:** -

**Panel material:** Smooth glass with AR coating

**Reflectivity:** Vary with sun

**Slope error:** correlate with material



Vertex	Latitude (°)	Longitude (°)	Ground elevation (m)	Height above ground (m)	Total elevation (m)
1	53.369200	11.746208	81.77	2.00	83.77
2	53.369456	11.746144	81.43	2.00	83.43
3	53.371236	11.743955	84.21	2.00	86.21
4	53.371645	11.745049	85.61	2.00	87.61
5	53.371594	11.745436	85.84	2.00	87.84
6	53.371684	11.745672	86.68	2.00	88.68
7	53.372554	11.748397	87.88	2.00	89.88
8	53.372465	11.748998	86.84	2.00	88.84
9	53.373233	11.751487	88.38	2.00	90.38
10	53.372874	11.751894	86.29	2.00	88.29
11	53.372862	11.752431	86.33	2.00	88.33
12	53.373105	11.753074	87.10	2.00	89.10
13	53.373450	11.753482	87.67	2.00	89.67
14	53.373783	11.753160	88.26	2.00	90.26
15	53.373924	11.754555	86.94	2.00	88.94
16	53.373578	11.754040	88.07	2.00	90.07
17	53.371197	11.754083	85.77	2.00	87.77

**Name:** PV Feld C

**Axis tracking:** Fixed (no rotation)

**Tilt:** 18.0°

**Orientation:** 180.0°

**Rated power:** -

**Panel material:** Smooth glass without AR coating

**Reflectivity:** Vary with sun

**Slope error:** correlate with material



Vertex	Latitude (°)	Longitude (°)	Ground elevation (m)	Height above ground (m)	Total elevation (m)
1	53.371530	11.754319	85.83	2.00	87.83
2	53.371607	11.756100	85.78	2.00	87.78
3	53.371440	11.756229	85.27	2.00	87.27
4	53.371453	11.756572	86.15	2.00	88.15
5	53.372836	11.757881	87.39	2.00	89.39
6	53.372926	11.757623	88.22	2.00	90.22
7	53.372836	11.757151	88.42	2.00	90.42
8	53.372823	11.756636	89.44	2.00	91.44
9	53.373182	11.756100	87.77	2.00	89.77
10	53.373617	11.756100	86.56	2.00	88.56
11	53.374385	11.757495	87.35	2.00	89.35
12	53.374500	11.757924	87.08	2.00	89.08
13	53.374377	11.758305	87.69	2.00	89.69
14	53.374126	11.758514	87.54	2.00	89.54
15	53.373751	11.758375	88.27	2.00	90.27
16	53.373668	11.758611	88.04	2.00	90.04
17	53.375614	11.760349	86.37	2.00	88.37
18	53.375742	11.760220	86.57	2.00	88.57
19	53.373566	11.754383	87.60	2.00	89.60

## Discrete Observation Point Receptors

Name	ID	Latitude (°)	Longitude (°)	Elevation (m)	Height (m)
OP 1	1	53.366947	11.732690	75.82	2.00
OP 2	2	53.364488	11.744577	79.42	2.00
OP 3	3	53.374827	11.762022	92.26	2.00
OP 4	4	53.370839	11.758246	92.57	2.00
OP 5	5	53.366473	11.753117	86.15	2.00
OP 6	6	53.361164	11.744946	74.08	2.00

# Glare Analysis Results

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

PV Array	Tilt	Orient	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare		Energy
	°	°	min	hr	min	hr	kWh
PV Feld A	18.0	180.0	6,097	101.6	8,114	135.2	-
PV Feld B	18.0	180.0	1,653	27.6	3,596	59.9	-
PV Feld C	18.0	180.0	2,983	49.7	4,384	73.1	-

Total glare received by each receptor; may include duplicate times of glare from multiple reflective surfaces.

Receptor	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare	
	min	hr	min	hr
OP 1	3,347	55.8	447	7.5
OP 2	296	4.9	0	0.0
OP 3	805	13.4	3,318	55.3
OP 4	5,117	85.3	9,402	156.7
OP 5	1,168	19.5	2,927	48.8
OP 6	0	0.0	0	0.0

## PV: PV Feld A potential temporary after-image

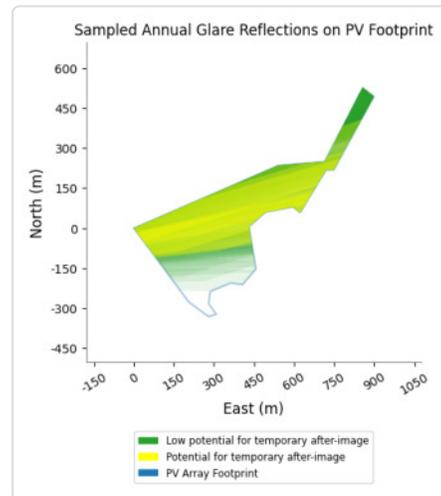
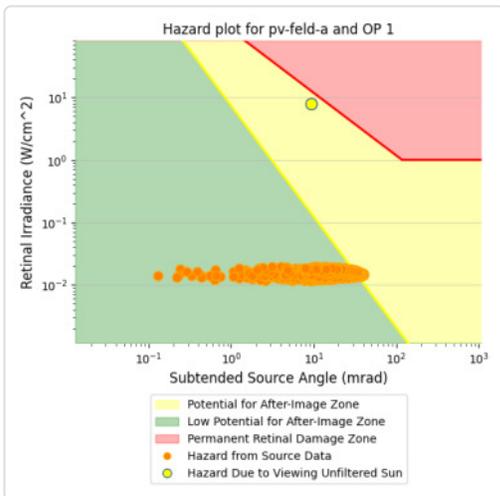
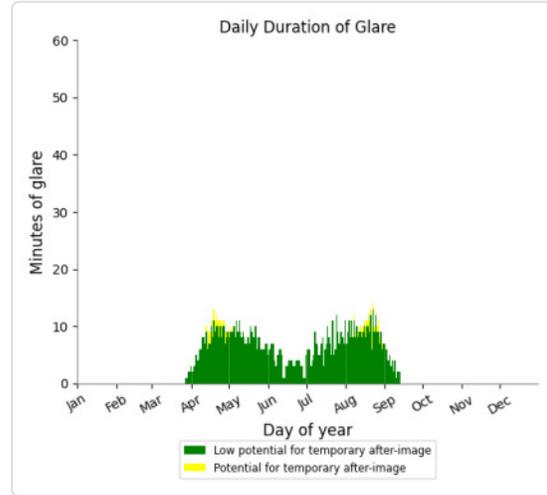
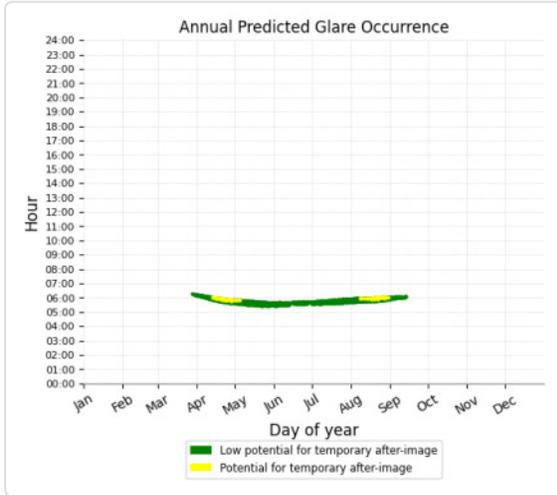
Receptor results ordered by category of glare

Receptor	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare	
	min	hr	min	hr
OP 1	1,137	18.9	55	0.9
OP 4	3,496	58.3	5,132	85.5
OP 5	1,168	19.5	2,927	48.8
OP 2	296	4.9	0	0.0
OP 3	0	0.0	0	0.0
OP 6	0	0.0	0	0.0

# PV Feld A and OP 1

Yellow glare: 55 min.

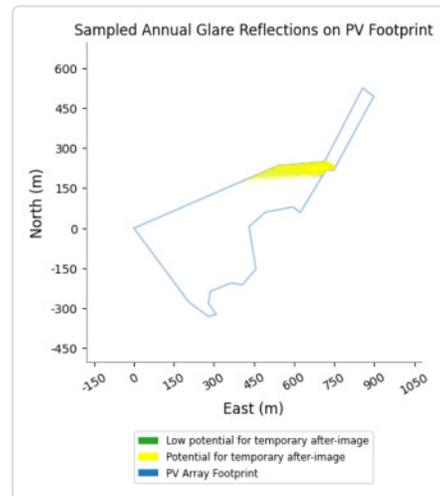
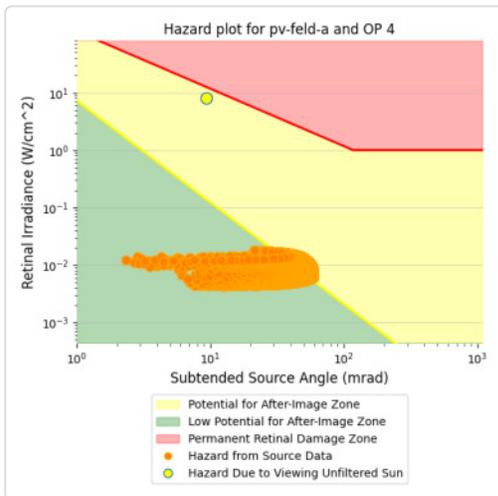
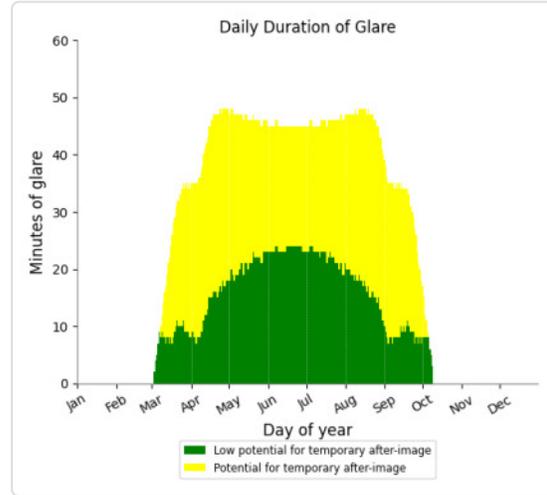
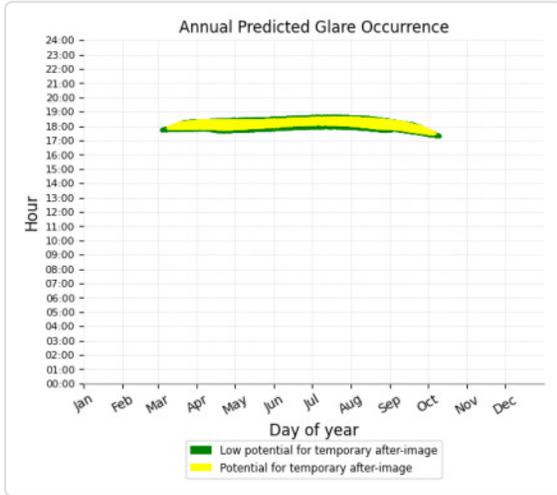
Green glare: 1,137 min.



# PV Feld A and OP 4

Yellow glare: 5,132 min.

Green glare: 3,496 min.



## PV: PV Feld B potential temporary after-image

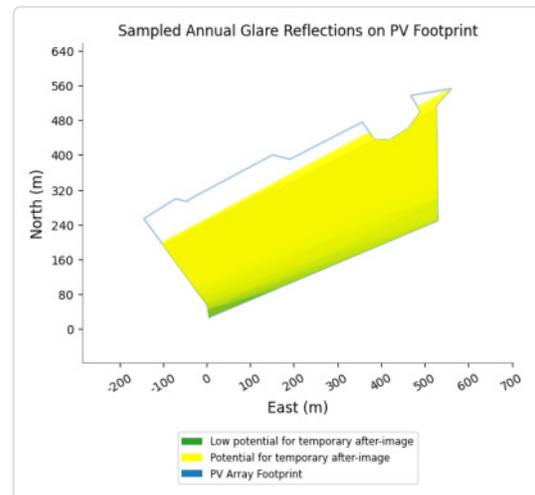
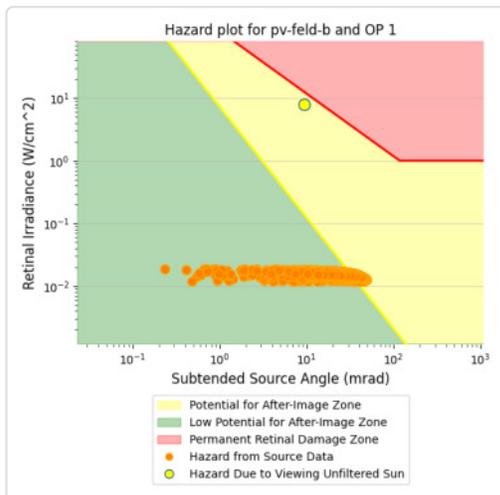
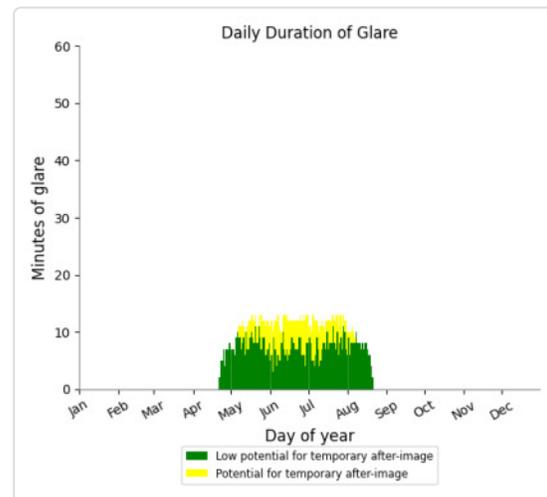
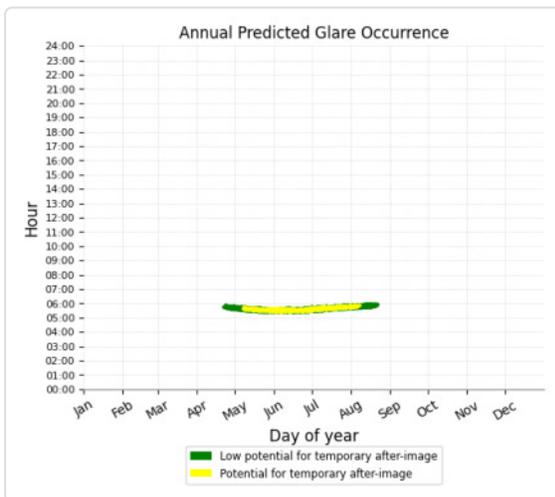
Receptor results ordered by category of glare

Receptor	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare	
	min	hr	min	hr
OP 1	890	14.8	392	6.5
OP 4	763	12.7	3,204	53.4
OP 2	0	0.0	0	0.0
OP 3	0	0.0	0	0.0
OP 5	0	0.0	0	0.0
OP 6	0	0.0	0	0.0

### PV Feld B and OP 1

Yellow glare: 392 min.

Green glare: 890 min.



## PV: PV Feld C potential temporary after-image

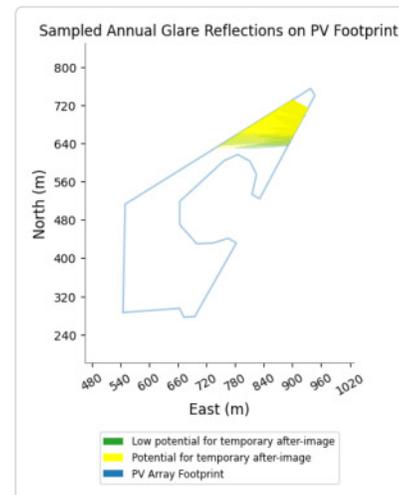
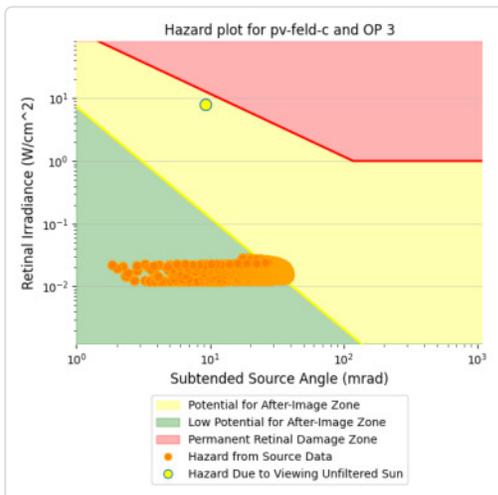
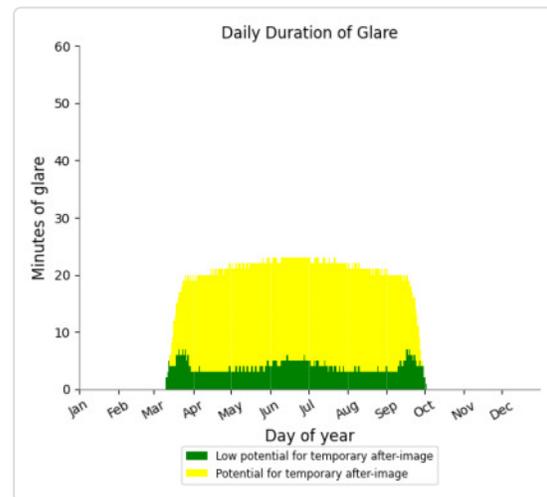
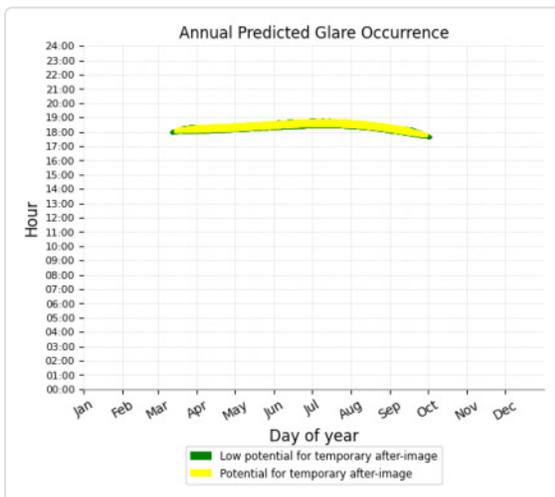
Receptor results ordered by category of glare

Receptor	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare	
	min	hr	min	hr
OP 3	805	13.4	3,318	55.3
OP 4	858	14.3	1,066	17.8
OP 1	1,320	22.0	0	0.0
OP 2	0	0.0	0	0.0
OP 5	0	0.0	0	0.0
OP 6	0	0.0	0	0.0

### PV Feld C and OP 3

Yellow glare: 3,318 min.

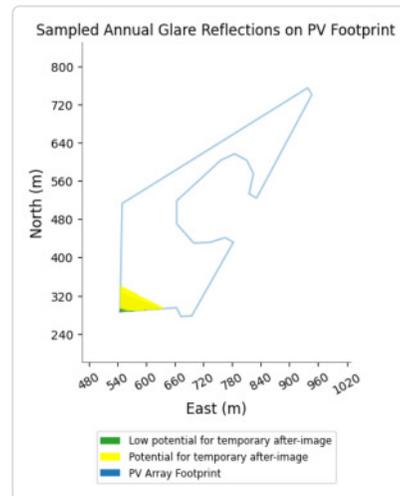
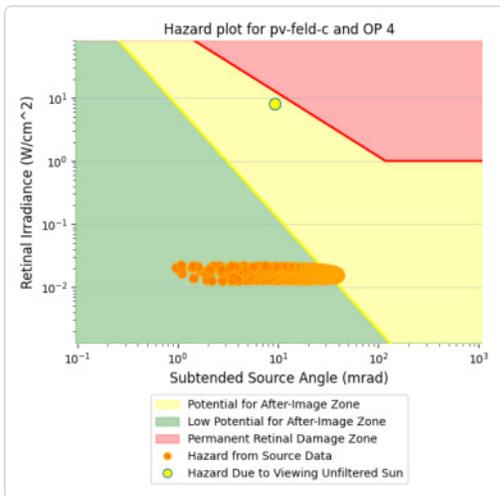
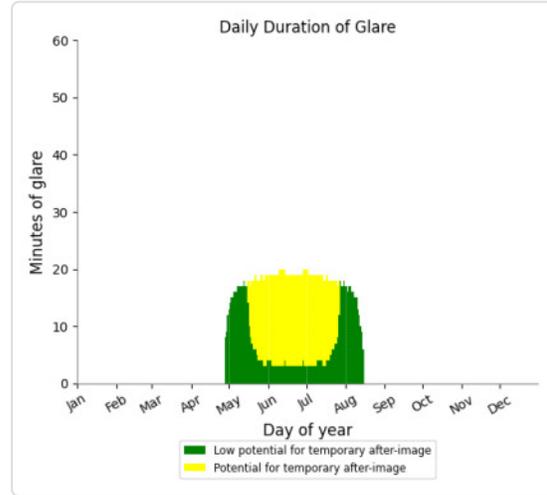
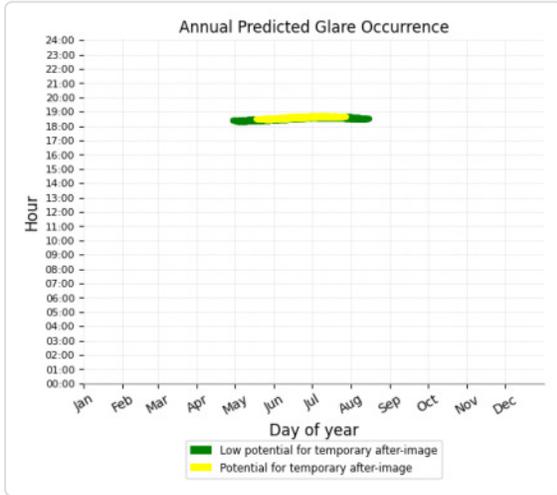
Green glare: 805 min.



# PV Feld C and OP 4

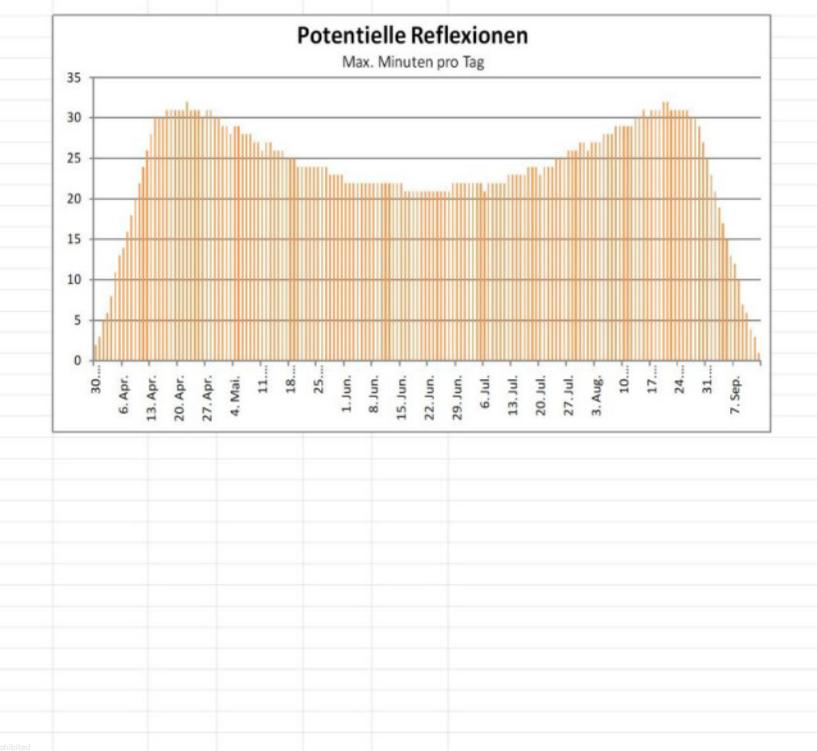
Yellow glare: 1,066 min.

Green glare: 858 min.



	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		
2023-03-03 17:44:00	0,005832	541,7807	1	0,395728	0,012116	0,009131	0,1	257,1	-0,975	-0,223	0,003	0,975	0,179	0,133			30. Mrz.	2	17:55	17:56
2023-03-03 17:45:00	0,006292	539,1431	1	0,404104	0,012357	0,015372	0	257,3	-0,976	-0,22	0	0,976	0,178	0,129			31. Mrz.	3	17:55	17:57
2023-03-04 17:44:00	0,005557	546,4819	1	0,386359	0,011975	0,005618	0,5	257,3	-0,976	-0,219	0,008	0,976	0,173	0,135			1. Apr.	5	17:55	17:59
2023-03-04 17:45:00	0,006069	543,8704	1	0,394546	0,012171	0,013222	0,3	257,5	-0,976	-0,216	0,005	0,976	0,172	0,131			2. Apr.	6	17:56	18:01
2023-03-04 17:46:00	0,00649	541,2535	1	0,40291	0,012369	0,018433	0,2	257,7	-0,977	-0,213	0,003	0,977	0,17	0,127			3. Apr.	8	17:55	18:02
2023-03-04 17:47:00	0,006862	538,6314	1	0,411457	0,01257	0,022409	0	257,9	-0,978	-0,209	0	0,978	0,169	0,123			4. Apr.	11	17:55	18:05
2023-03-05 17:45:00	0,005829	548,4986	1	0,385167	0,011982	0,010634	0,6	257,8	-0,978	-0,212	0,011	0,977	0,165	0,133			5. Apr.	13	17:55	18:07
2023-03-05 17:46:00	0,00628	545,9072	1	0,393343	0,012179	0,016668	0,5	258	-0,978	-0,209	0,008	0,978	0,164	0,129			6. Apr.	14	17:55	18:08
2023-03-05 17:47:00	0,006672	543,3107	1	0,401696	0,012378	0,021143	0,3	258,2	-0,979	-0,205	0,006	0,979	0,163	0,125			7. Apr.	16	17:55	18:10
2023-03-05 17:48:00	0,007027	540,7089	1	0,410231	0,012581	0,024674	0,2	258,4	-0,979	-0,202	0,003	0,979	0,161	0,121			8. Apr.	18	17:55	18:12
2023-03-05 17:49:00	0,007355	538,1019	1	0,418951	0,012786	0,027534	0	258,6	-0,98	-0,198	0,001	0,98	0,16	0,117			9. Apr.	20	17:54	18:13
2023-03-06 17:44:00	0,005591	555,5917	1	0,37597	0,011848	0,007403	0,9	258	-0,978	-0,208	0,016	0,978	0,159	0,136			10. Apr.	22	17:54	18:15
2023-03-06 17:45:00	0,006085	553,0308	1	0,383959	0,012044	0,014581	0,8	258,2	-0,979	-0,205	0,014	0,979	0,158	0,132			11. Apr.	24	17:54	18:17
2023-03-06 17:46:00	0,006502	550,4646	1	0,392121	0,012243	0,019661	0,6	258,4	-0,979	-0,201	0,011	0,979	0,156	0,127			12. Apr.	26	17:54	18:19
2023-03-06 17:47:00	0,006875	547,8932	1	0,400462	0,012445	0,023591	0,5	258,6	-0,98	-0,198	0,009	0,98	0,155	0,123			13. Apr.	28	17:53	18:20
2023-03-06 17:48:00	0,007218	545,3166	1	0,408984	0,01265	0,026756	0,4	258,8	-0,981	-0,194	0,006	0,981	0,154	0,119			14. Apr.	30	17:53	18:22
2023-03-06 17:49:00	0,007536	542,7349	1	0,417691	0,012858	0,029342	0,2	259	-0,982	-0,191	0,004	0,982	0,152	0,115			15. Apr.	30	17:53	18:22
2023-03-06 17:50:00	0,007833	540,148	1	0,426588	0,013069	0,031467	0,1	259,2	-0,982	-0,188	0,001	0,982	0,151	0,111			16. Apr.	30	17:52	18:21
2023-03-07 17:44:00	0,005268	560,0062	1	0,366954	0,011655	0,002747	1,3	258,2	-0,979	-0,204	0,022	0,979	0,152	0,138			17. Apr.	31	17:52	18:22
2023-03-07 17:45:00	0,005845	557,47	1	0,37476	0,011849	0,012078	1,1	258,4	-0,979	-0,201	0,019	0,979	0,151	0,134			18. Apr.	31	17:52	18:22
2023-03-07 17:46:00	0,006289	554,9285	1	0,382735	0,012046	0,017925	1	258,6	-0,98	-0,197	0,017	0,98	0,15	0,13			19. Apr.	31	17:52	18:22
2023-03-07 17:47:00	0,00668	552,3819	1	0,390885	0,012246	0,022326	0,8	258,8	-0,981	-0,194	0,014	0,981	0,149	0,126			20. Apr.	31	17:52	18:22
2023-03-07 17:48:00	0,007037	549,8301	1	0,399211	0,01245	0,025828	0,7	259	-0,982	-0,191	0,012	0,982	0,147	0,121			21. Apr.	31	17:51	18:21
2023-03-07 17:49:00	0,007367	547,2732	1	0,407719	0,012656	0,028682	0,5	259,2	-0,982	-0,187	0,009	0,982	0,146	0,117			22. Apr.	32	17:51	18:22
2023-03-07 17:50:00	0,007675	544,7112	1	0,416413	0,012865	0,031031	0,4	259,4	-0,983	-0,184	0,007	0,983	0,145	0,113			23. Apr.	31	17:52	18:22
2023-03-07 17:51:00	0,007963	542,144	1	0,425296	0,013078	0,03296	0,2	259,6	-0,984	-0,18	0,004	0,984	0,143	0,109			24. Apr.	31	17:52	18:22
2023-03-07 17:52:00	0,008232	539,5718	1	0,434372	0,013293	0,034533	0,1	259,8	-0,984	-0,177	0,001	0,984	0,142	0,105			25. Apr.	31	17:51	18:21
2023-03-08 17:45:00	0,005584	561,8191	1	0,365746	0,011655	0,009033	1,4	258,6	-0,98	-0,197	0,025	0,98	0,145	0,136			26. Apr.	30	17:52	18:21
2023-03-08 17:46:00	0,006064	559,302	1	0,373538	0,01185	0,015894	1,3	258,8	-0,981	-0,193	0,022	0,981	0,143	0,132			27. Apr.	31	17:52	18:22
2023-03-08 17:47:00	0,006475	556,7798	1	0,3815	0,012048	0,020857	1,1	259	-0,982	-0,19	0,022	0,982	0,142	0,128			28. Apr.	31	17:52	18:22
2023-03-08 17:48:00	0,006846	554,2524	1	0,389635	0,012249	0,02474	1	259,2	-0,982	-0,187	0,017	0,982	0,141	0,124			29. Apr.	30	17:53	18:22
2023-03-08 17:49:00	0,007189	551,7199	1	0,397947	0,012453	0,027885	0,8	259,4	-0,983	-0,183	0,015	0,983	0,14	0,119			30. Apr.	30	17:53	18:22
2023-03-08 17:50:00	0,007509	549,1823	1	0,40644	0,01266	0,030473	0,7	259,6	-0,984	-0,18	0,012	0,984	0,138	0,115			1. Mai	29	17:53	18:21
2023-03-08 17:51:00	0,007808	546,6397	1	0,415118	0,01287	0,03261	0,5	259,8	-0,984	-0,176	0,01	0,984	0,137	0,111			2. Mai	29	17:53	18:21
2023-03-08 17:52:00	0,008088	544,0919	1	0,423986	0,013084	0,034365	0,4	260	-0,985	-0,173	0,007	0,985	0,136	0,107			3. Mai	28	17:54	18:21
2023-03-08 17:53:00	0,008349	541,5392	2	0,433047	0,013301	0,035794	0,3	260,3	-0,986	-0,169	0,004	0,986	0,134	0,103			4. Mai	29	17:54	18:22
2023-03-08 17:54:00	0,008592	538,9815	2	0,442305	0,013521	0,03692	0,1	260,5	-0,986	-0,166	0,002	0,986	0,133	0,099			5. Mai	29	17:54	18:22
2023-03-09 17:45:00	0,005285	566,0808	1	0,356918	0,01146	0,004953	1,7	258,9	-0,981	-0,193	0,03	0,981	0,138	0,138			6. Mai	28	17:55	18:22
2023-03-09 17:46:00	0,005826	563,5878	1	0,36453	0,011652	0,013485	1,6	259,1	-0,981	-0,189	0,028	0,981	0,137	0,134			7. Mai	28	17:55	18:22
2023-03-09 17:47:00	0,006261	561,0896	1	0,372307	0,011848	0,01915	1,4	259,3	-0,982	-0,186	0,025	0,982	0,136	0,13			8. Mai	28	17:55	18:22
2023-03-09 17:48:00	0,006648	558,5863	1	0,380253	0,012047	0,023477	1,3	259,5	-0,983	-0,183	0,023	0,983	0,134	0,126			9. Mai	27	17:56	18:22
2023-03-09 17:49:00	0,007003	556,0778	1	0,388373	0,012249	0,026947	1,2	259,7	-0,984	-0,179	0,02	0,984	0,133	0,122			10. Mai	27	17:56	18:22
2023-03-09 17:50:00	0,007334	553,5643	1	0,39667	0,012454	0,029791	1	259,9	-0,984	-0,176	0,018	0,984	0,132	0,118			11. Mai	26	17:57	18:22
2023-03-09 17:51:00	0,007644	551,0458	1	0,405148	0,012663	0,032144	0,9	260,1	-0,985	-0,172	0,015	0,985	0,131	0,113			12. Mai	27	17:57	18:23
2023-03-09 17:52:00	0,007934	548,5222	1	0,41381	0,012874	0,034088	0,7	260,3	-0,986	-0,169	0,012	0,986	0,129	0,109			13. Mai	27	17:57	18:23
2023-03-09 17:53:00	0,008207	545,9936	1	0,422662	0,013089	0,035689	0,6	260,5	-0,986	-0,165	0,01	0,986	0,128	0,105			14. Mai	26	17:58	18:23
2023-03-09 17:54:00	0,008461	543,46	2	0,431706	0,013307	0,036983	0,4	260,7	-0,987	-0,162	0,007	0,987	0,127	0,101			15. Mai	26	17:58	18:23
2023-03-09 17:55:00	0,008696	540,9215	2	0,440947	0,013528	0,037986	0,3	260,9	-0,987	-0,158	0,005	0,987	0,125	0,097			16. Mai	26	17:58	18:23
2023-03-09 17:56:00	0,008911	538,378	2	0,450391	0,013753	0,038709	0,1	261,1	-0,988	-0,155	0,002	0,988	0,124	0,093			17. Mai	25	17:59	18:23

Minuten	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	Messpunkt OP 4
32	3963	17:48	18:34	
<b>Potentielle Reflexionen am Messpunkt OP 4:</b> 3963 Minuten pro Jahr (Summe gesamt) 2431 Minuten im Juni-September mit Sichtschutz durch Blattwerk 1532 Minuten im Oktober-Mai ohne Sichtschutz durch Blattwerk 32 Minuten pro Tag (Max)				
Parameter für Daten Bereinigung (Datensatz mit 8629 Einträgen /-3496): 1.: Zeitraum ab 05:40 Uhr bis Sonnenuntergang 2.: Sonnenstand über Horizont ist min. 6° (Standard: min. 10°) 3.: Dauer der Reflexion ist min. 5 Minuten pro Tag (Standard: min. 5 Minuten)				



	Corneal Irradiance	DNI (W/m²)	Ocular Hazard #	Reflectivity	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
2023-04-22 05:46:00	0,007906	617,6035	1	0,510104	0,017869	0,000412	5,7	77,7	0,972	0,212	0,1	-0,972	-0,23	-0,044		
2023-04-22 05:47:00	0,007824	619,448	1	0,499582	0,017552	0,001233	5,9	77,9	0,973	0,209	0,102	-0,973	-0,229	-0,04		
2023-04-23 05:44:00	0,008108	617,6399	1	0,520575	0,018236	0,000947	5,7	77,1	0,97	0,222	0,1	-0,97	-0,238	-0,05		
2023-04-23 05:45:00	0,008025	619,4758	1	0,509862	0,017914	0,001777	5,9	77,3	0,97	0,219	0,102	-0,97	-0,2377	-0,046		
2023-04-23 05:46:00	0,007997	621,3082	1	0,499363	0,017597	0,003351	6	77,5	0,971	0,216	0,105	-0,971	-0,236	-0,042		
2023-04-23 05:48:00	0,007819	624,963	1	0,478992	0,016979	0,004791	6,3	77,9	0,972	0,209	0,11	-0,972	-0,233	-0,034		
2023-04-23 05:53:00	0,007724	634,0399	1	0,431532	0,015519	0,005942	7	78,9	0,974	0,192	0,122	-0,974	-0,227	-0,014		
2023-04-24 05:42:00	0,008221	617,6611	1	0,5313	0,018613	0,000232	5,7	76,5	0,968	0,233	0,099	-0,968	-0,246	-0,056		
2023-04-24 05:43:00	0,008228	619,4883	1	0,520394	0,018285	0,002269	5,8	76,7	0,968	0,229	0,102	-0,968	-0,245	-0,052		
2023-04-24 05:44:00	0,008206	621,3122	1	0,509704	0,017962	0,003923	6	76,9	0,969	0,226	0,104	-0,969	-0,244	-0,048		
2023-04-24 05:45:00	0,008163	623,1328	1	0,499228	0,017644	0,005282	6,1	77,1	0,969	0,222	0,107	-0,969	-0,243	-0,044		
2023-04-24 05:46:00	0,008097	624,95	1	0,48896	0,017332	0,00633	6,3	77,3	0,97	0,219	0,109	-0,97	-0,241	-0,04		
2023-04-25 05:40:00	0,008252	617,6667	1	0,531184	0,018609	0,00067	5,8	76,1	0,966	0,239	0,101	-0,966	-0,253	-0,059		
2023-04-25 05:41:00	0,008318	619,4855	1	0,520301	0,018281	0,003486	6	76,3	0,966	0,236	0,104	-0,966	-0,252	-0,054		
2023-04-25 05:42:00	0,008327	621,301	1	0,509633	0,017959	0,005517	6,1	76,5	0,967	0,232	0,107	-0,967	-0,251	-0,05		
2023-04-25 05:43:00	0,008118	623,1131	1	0,499178	0,017642	0,004701	6,3	76,7	0,967	0,229	0,109	-0,967	-0,249	-0,046		
2023-04-25 05:44:00	0,00815	624,922	1	0,48893	0,01733	0,007039	6,4	76,9	0,968	0,226	0,112	-0,968	-0,248	-0,042		
2023-04-25 05:46:00	0,0081	628,5295	1	0,469043	0,016721	0,010194	6,7	77,3	0,969	0,219	0,117	-0,969	-0,246	-0,034		
2023-04-25 05:51:00	0,007538	637,4894	1	0,422697	0,015284	0,012078	7,4	78,3	0,971	0,202	0,129	-0,971	-0,239	-0,014		
2023-04-26 05:40:00	0,008415	621,2743	1	0,520299	0,018334	0,004431	6,1	75,9	0,964	0,242	0,106	-0,964	-0,259	-0,057		
2023-04-26 05:42:00	0,008447	624,8787	1	0,499216	0,017693	0,008648	6,4	76,3	0,965	0,236	0,111	-0,965	-0,256	-0,049		
2023-04-26 05:43:00	0,00842	626,676	1	0,488987	0,017381	0,010191	6,5	76,5	0,966	0,232	0,114	-0,966	-0,255	-0,045		
2023-04-26 05:44:00	0,008366	628,4699	1	0,478961	0,017073	0,011395	6,7	76,7	0,966	0,229	0,116	-0,966	-0,254	-0,041		
2023-04-27 05:39:00	0,008443	623,0278	1	0,520391	0,018389	0,004461	6,2	75,7	0,962	0,249	0,108	-0,962	-0,265	-0,059		
2023-04-27 05:40:00	0,008566	624,8202	1	0,509763	0,018065	0,007925	6,4	75,7	0,963	0,246	0,111	-0,963	-0,264	-0,055		
2023-04-27 05:41:00	0,008591	626,6093	1	0,499345	0,017747	0,010114	6,5	75,9	0,964	0,242	0,113	-0,964	-0,263	-0,051		
2023-04-27 05:42:00	0,008215	628,3951	1	0,489133	0,017433	0,007258	6,6	76,1	0,964	0,239	0,116	-0,964	-0,261	-0,047		
2023-04-27 05:43:00	0,008014	630,1776	1	0,479123	0,017125	0,006514	6,8	76,3	0,965	0,236	0,118	-0,965	-0,26	-0,043		
2023-04-27 05:45:00	0,008417	633,7327	1	0,459694	0,016523	0,01542	7,1	76,7	0,966	0,229	0,123	-0,966	-0,258	-0,035		
2023-04-27 05:50:00	0,007877	642,5618	1	0,414401	0,015103	0,017827	7,8	77,7	0,968	0,212	0,136	-0,968	-0,251	-0,015		
2023-04-28 05:38:00	0,008194	624,7463	1	0,52058	0,018446	0,000848	6,3	75,1	0,96	0,256	0,11	-0,96	-0,272	-0,061		
2023-04-28 05:39:00	0,008661	626,5274	1	0,509969	0,018122	0,008758	6,5	75,3	0,961	0,252	0,113	-0,961	-0,27	-0,057		
2023-04-28 05:40:00	0,008716	628,3052	1	0,499567	0,017803	0,011306	6,6	75,6	0,962	0,249	0,115	-0,962	-0,269	-0,053		
2023-04-28 05:41:00	0,008731	630,0797	1	0,48937	0,017489	0,013339	6,8	75,7	0,962	0,245	0,118	-0,962	-0,268	-0,049		
2023-04-28 05:42:00	0,008716	631,85	1	0,479375	0,01718	0,015008	6,9	75,9	0,963	0,242	0,12	-0,963	-0,267	-0,045		
2023-04-28 05:43:00	0,008577	633,6189	1	0,469576	0,016875	0,015184	7,1	76,1	0,963	0,239	0,123	-0,963	-0,265	-0,041		
2023-04-28 05:45:00	0,008527	637,1449	1	0,450558	0,016282	0,018245	7,3	76,5	0,964	0,232	0,128	-0,964	-0,263	-0,033		
2023-04-29 05:38:00	0,008645	628,1999	1	0,510272	0,018181	0,008215	6,6	74,9	0,959	0,259	0,115	-0,959	-0,277	-0,059		
2023-04-29 05:39:00	0,008644	629,9666	1	0,499885	0,017861	0,01009	6,7	75,1	0,96	0,255	0,117	-0,96	-0,275	-0,055		
2023-04-29 05:40:00	0,008811	631,73	1	0,489702	0,017546	0,013945	6,9	75,3	0,96	0,252	0,12	-0,96	-0,274	-0,051		
2023-04-29 05:41:00	0,008374	633,4902	1	0,479719	0,017237	0,010497	7	75,5	0,961	0,249	0,122	-0,961	-0,273	-0,047		
2023-04-29 05:42:00	0,007701	635,2471	1	0,469933	0,016932	0,00344	7,2	75,7	0,961	0,245	0,125	-0,961	-0,272	-0,043		
2023-04-29 05:44:00	0,0083	638,751	1	0,450937	0,016337	0,015149	7,5	76,1	0,962	0,238	0,13	-0,962	-0,269	-0,035		
2023-04-29 05:49:00	0,008214	647,4529	1	0,406637	0,014933	0,023165	8,2	77,1	0,965	0,222	0,142	-0,965	-0,263	-0,015		
2023-04-30 05:37:00	0,008165	628,2704	1	0,510676	0,018198	0,001959	6,7	74,8	0,957	0,265	0,117	-0,957	-0,283	-0,061		
2023-04-30 05:38:00	0,008902	630,033	1	0,500302	0,017878	0,013062	6,8	74,7	0,958	0,262	0,119	-0,958	-0,282	-0,057		
2023-04-30 05:39:00	0,008977	631,7923	1	0,490131	0,017563	0,015765	7	74,9	0,958	0,258	0,122	-0,958	-0,281	-0,053		
2023-04-30 05:40:00	0,009005	633,5484	1	0,480159	0,017254	0,0179	7,1	75,1	0,959	0,255	0,124	-0,959	-0,279	-0,049		
2023-04-30 05:41:00	0,009	635,3012	1	0,470384	0,016949	0,019639	7,3	75,3	0,959	0,252	0,127	-0,959	-0,278	-0,045		

Tag	Anzahl Minuten	Anfang	Ende	Zeitraum Start	Zeitraum Ende	pro Tag	Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	Messpunkt OP 1
7. Mai	1	05:40	05:40	23. Juli	23. Juli	6	6	05:40	05:49	
8. Mai	1	05:44	05:44	25. Juli	26. Juli	5	10	05:41	05:50	
10. Mai	1	05:43	05:43	31. Juli	31. Juli	5	5	05:43	05:52	
12. Mai	1	05:42	05:42							
14. Mai	1	05:41	05:41							
15. Mai	1	05:41	05:41							
17. Mai	1	05:40	05:40							
5. Jun.	1	05:40	05:40							
29. Jun.	1	05:40	05:40							
30. Jun.	1	05:40	05:40							
1. Jul.	1	05:40	05:40							
2. Jul.	1	05:40	05:40							
3. Jul.	1	05:40	05:40							
4. Jul.	1	05:41	05:41							
5. Jul.	3	05:40	05:42							
6. Jul.	3	05:40	05:42							
7. Jul.	2	05:41	05:42							
8. Jul.	2	05:42	05:46							
9. Jul.	1	05:42	05:42							
10. Jul.	4	05:40	05:44							
11. Jul.	3	05:41	05:44							
12. Jul.	2	05:41	05:44							
13. Jul.	2	05:41	05:44							
14. Jul.	1	05:45	05:45							
15. Jul.	3	05:40	05:45							
16. Jul.	1	05:42	05:42							
17. Jul.	4	05:40	05:47							
18. Jul.	3	05:40	05:47							
19. Jul.	4	05:40	05:44							
20. Jul.	4	05:41	05:48							
21. Jul.	2	05:41	05:48							
22. Jul.	4	05:41	05:45							
23. Jul.	6	05:40	05:49							
24. Jul.	3	05:41	05:49							
25. Jul.	5	05:42	05:46							
26. Jul.	5	05:41	05:50							
27. Jul.	4	05:42	05:50							
28. Jul.	3	05:44	05:47							
29. Jul.	2	05:44	05:51							
30. Jul.	2	05:44	05:47							
31. Jul.	5	05:43	05:52							
1. Aug.	4	05:44	05:48							
2. Aug.	1	05:44	05:44							
3. Aug.	4	05:46	05:53							

	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
2023-03-11 17:59:00	0,006585	542,0748	1	0,468198	0,022732	0,003232	0,2	262,4	-0,991	-0,133	0,003	0,991	0,106	0,081			5. Apr.	1
2023-03-11 18:00:00	0,007402	539,5714	1	0,477948	0,023099	0,011733	0	262,6	-0,992	-0,13	0	0,992	0,105	0,076			6. Apr.	2
2023-03-12 18:00:00	0,007014	543,8985	1	0,466785	0,022274	0,008565	0,3	262,8	-0,992	-0,125	0,006	0,992	0,098	0,079			7. Apr.	4
2023-03-12 18:01:00	0,007719	541,4135	1	0,476515	0,023108	0,0151	0,2	263	-0,993	-0,122	0,003	0,993	0,108	0,074			8. Apr.	6
2023-03-12 18:02:00	0,008288	538,9237	1	0,486452	0,023481	0,019469	0	263,2	-0,993	-0,119	0,001	0,993	0,095	0,07			9. Apr.	7
2023-03-13 18:00:00	0,00655	548,1448	1	0,455853	0,022381	0,004113	0,7	263	-0,993	-0,121	0,012	0,993	0,091	0,081			10. Apr.	9
2023-03-13 18:01:00	0,007373	545,6825	1	0,465362	0,022745	0,012673	0,5	263,2	-0,993	-0,118	0,009	0,993	0,09	0,077			11. Apr.	10
2023-03-13 18:02:00	0,008007	543,2154	1	0,475072	0,023115	0,017995	0,4	263,4	-0,993	-0,114	0,006	0,993	0,089	0,072			12. Apr.	12
2023-03-13 18:03:00	0,008537	540,7437	1	0,484987	0,02349	0,021742	0,2	263,6	-0,994	-0,111	0,004	0,994	0,087	0,068			13. Apr.	13
2023-03-13 18:04:00	0,008987	538,2673	1	0,495112	0,02387	0,024429	0,1	263,8	-0,994	-0,107	0,001	0,994	0,086	0,064			14. Apr.	15
2023-03-14 18:00:00	0,007008	552,3126	1	0,454445	0,022481	0,009445	0,8	263,5	-0,993	-0,114	0,015	0,993	0,083	0,079			15. Apr.	17
2023-03-14 18:01:00	0,007726	549,8728	1	0,463933	0,022849	0,016072	0,7	263,7	-0,994	-0,11	0,012	0,994	0,082	0,075			16. Apr.	17
2023-03-14 18:02:00	0,008312	547,4282	1	0,473621	0,023223	0,020558	0,5	263,9	-0,994	-0,107	0,009	0,994	0,081	0,07			17. Apr.	18
2023-03-14 18:03:00	0,008812	544,9789	1	0,483515	0,023602	0,023798	0,4	264,1	-0,995	-0,103	0,007	0,995	0,08	0,066			18. Apr.	17
2023-03-14 18:04:00	0,009226	542,5249	2	0,493617	0,023986	0,026041	0,2	264,3	-0,995	-0,1	0,004	0,995	0,078	0,062			19. Apr.	18
2023-03-14 18:05:00	0,009468	540,0664	2	0,503933	0,024377	0,026771	0,1	264,5	-0,995	-0,096	0,002	0,995	0,077	0,058			20. Apr.	17
2023-03-15 18:00:00	0,006538	556,4047	1	0,443762	0,022115	0,004981	1,2	263,7	-0,994	-0,11	0,02	0,994	0,077	0,081			21. Apr.	18
2023-03-15 18:01:00	0,007369	553,9869	1	0,453033	0,022479	0,013585	1	263,9	-0,994	-0,106	0,018	0,994	0,076	0,077			22. Apr.	18
2023-03-15 18:02:00	0,008016	551,5644	1	0,462499	0,022849	0,018998	0,9	264,1	-0,995	-0,103	0,015	0,995	0,074	0,073			23. Apr.	18
2023-03-15 18:03:00	0,008564	549,1373	1	0,472165	0,023224	0,022854	0,7	264,3	-0,995	-0,099	0,012	0,995	0,073	0,068			24. Apr.	18
2023-03-15 18:04:00	0,009033	546,7055	2	0,482036	0,023604	0,025661	0,6	264,5	-0,995	-0,096	0,01	0,995	0,072	0,064			25. Apr.	17
2023-03-15 18:05:00	0,009366	544,2692	2	0,492115	0,02399	0,027154	0,4	264,7	-0,996	-0,092	0,007	0,996	0,07	0,06			26. Apr.	18
2023-03-15 18:06:00	0,009558	541,8282	2	0,502408	0,024382	0,027456	0,3	264,9	-0,996	-0,089	0,005	0,996	0,069	0,056			27. Apr.	18
2023-03-15 18:07:00	0,009658	539,3826	2	0,512917	0,02478	0,027197	0,1	265,1	-0,996	-0,085	0,002	0,996	0,068	0,052			28. Apr.	18
2023-03-16 18:01:00	0,006965	558,0274	1	0,442371	0,02211	0,010314	1,3	264,1	-0,995	-0,102	0,023	0,995	0,069	0,079			29. Apr.	18
2023-03-16 18:02:00	0,007689	555,6268	1	0,451619	0,022476	0,017008	1,2	264,3	-0,995	-0,099	0,021	0,995	0,068	0,075			30. Apr.	18
2023-03-16 18:03:00	0,008287	553,2215	1	0,461063	0,022846	0,021586	1	264,5	-0,995	-0,095	0,018	0,995	0,066	0,071			1. Mai.	18
2023-03-16 18:04:00	0,0088	550,8116	1	0,470706	0,023222	0,024927	0,9	264,7	-0,996	-0,092	0,016	0,996	0,065	0,066			2. Mai.	19
2023-03-16 18:05:00	0,009223	548,397	2	0,480554	0,023604	0,027215	0,7	264,9	-0,996	-0,088	0,013	0,996	0,064	0,062			3. Mai.	18
2023-03-16 18:06:00	0,009472	545,9779	2	0,490609	0,023992	0,02798	0,6	265,1	-0,996	-0,085	0,01	0,996	0,062	0,058			4. Mai.	18
2023-03-16 18:07:00	0,009632	543,5543	2	0,500877	0,024385	0,028019	0,4	265,3	-0,997	-0,081	0,008	0,997	0,061	0,054			5. Mai.	18
2023-03-16 18:08:00	0,009737	541,1261	2	0,511361	0,024785	0,027618	0,3	265,5	-0,997	-0,078	0,005	0,997	0,06	0,05			6. Mai.	18
2023-03-16 18:09:00	0,009799	538,6934	2	0,522067	0,02519	0,026884	0,1	265,7	-0,997	-0,074	0,003	0,997	0,058	0,046			7. Mai.	19
2023-03-17 18:01:00	0,006521	564,303	1	0,431946	0,021832	0,005854	1,7	264,4	-0,995	-0,098	0,029	0,995	0,062	0,081			8. Mai.	18
2023-03-17 18:02:00	0,007357	561,9351	1	0,440981	0,022195	0,014475	1,5	264,6	-0,995	-0,094	0,026	0,995	0,061	0,077			9. Mai.	18
2023-03-17 18:03:00	0,008014	559,5627	1	0,450207	0,022564	0,019957	1,4	264,8	-0,996	-0,091	0,024	0,996	0,06	0,073			10. Mai.	19
2023-03-17 18:04:00	0,008575	557,1856	1	0,459628	0,022938	0,023898	1,2	265	-0,996	-0,087	0,021	0,996	0,058	0,068			11. Mai.	18
2023-03-17 18:05:00	0,00906	554,804	2	0,469247	0,023318	0,026798	1,1	265,2	-0,996	-0,084	0,019	0,996	0,057	0,064			12. Mai.	18
2023-03-17 18:06:00	0,009394	552,4178	2	0,47907	0,023704	0,028267	0,9	265,4	-0,997	-0,08	0,016	0,997	0,056	0,06			13. Mai.	19
2023-03-17 18:07:00	0,009597	550,0271	2	0,489101	0,024096	0,028636	0,8	265,6	-0,997	-0,077	0,013	0,997	0,054	0,056			14. Mai.	18
2023-03-17 18:08:00	0,009736	547,6319	2	0,499343	0,024493	0,028488	0,6	265,8	-0,997	-0,073	0,011	0,997	0,053	0,052			15. Mai.	18
2023-03-17 18:09:00	0,009829	545,2322	2	0,509802	0,024896	0,027984	0,5	266	-0,998	-0,07	0,008	0,998	0,052	0,048			16. Mai.	19
2023-03-17 18:10:00	0,009883	542,828	2	0,520481	0,025306	0,027183	0,3	266,2	-0,998	-0,066	0,006	0,998	0,05	0,044			17. Mai.	18
2023-03-17 18:11:00	0,009902	540,4193	2	0,531386	0,025721	0,026107	0,2	266,4	-0,998	-0,063	0,003	0,998	0,049	0,039			18. Mai.	18
2023-03-17 18:12:00	0,009881	538,0662	2	0,542521	0,026143	0,024727	0	266,6	-0,998	-0,059	0	0,998	0,048	0,035			19. Mai.	19
2023-03-18 18:01:00	0,006975	568,1718	1	0,430583	0,021912	0,011177	1,8	264,8	-0,995	-0,09	0,032	0,995	0,054	0,079			20. Mai.	18
2023-03-18 18:02:00	0,007709	565,825	1	0,439595	0,022279	0,017914	1,7	265	-0,996	-0,087	0,029	0,996	0,053	0,075			21. Mai.	18
2023-03-18 18:03:00	0,008321	563,4737	1	0,448798	0,022651	0,022561	1,5	265,2	-0,996	-0,083	0,027	0,996	0,052	0,071			22. Mai.	19
2023-03-18 18:04:00	0,00885	561,1177	2	0,458195	0,023028	0,02598	1,4	265,4	-0,997	-0,08	0,024	0,997	0,05	0,066			23. Mai.	19

Minuten	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	Messpunkt OP 3
Tag	19	25:98	18:04	18:47
08. April	04. September			

Potentielle Reflexionen am Messpunkt OP 3:

2598 Minuten pro Jahr (Summe gesamt)

1674 Minuten im Juni-September mit Sichtschutz durch Blattwerk

924 Minuten im Oktober-Mai ohne Sichtschutz durch Blattwerk

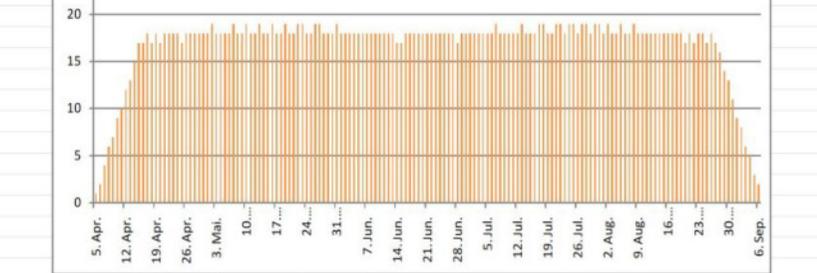
19 Minuten pro Tag (Max)

Parameter für Daten Bereinigung (Datensatz mit 4124 Einträgen /-805):

1.: Zeitraum ab 05:40 Uhr bis Sonnenuntergang

2.: Sonnenstand über Horizont ist min. 6° (Standard: min. 10°)

3.: Dauer der Reflexion ist min. 5 Minuten pro Tag (Standard: min. 5 Minuten)



Tag	Anzahl Minuten	Tag	Anzahl Minuten
5. Apr.	1	16. Mai.	18
12. Apr.	2	17. Mai.	18
19. Apr.	4	18. Mai.	18
26. Apr.	6	19. Mai.	18
3. Mai.	7	20. Mai.	18
10. Mai.	9	21. Mai.	18
17. Mai.	10	22. Mai.	19
24. Mai.	11	23. Mai.	19
31. Mai.	12	24. Mai.	19
7. Jun.	13	25. Mai.	19
14. Jun.	14	26. Mai.	19
21. Jun.	15	27. Mai.	19
28. Jun.	16	28. Mai.	19
5. Jul.	17	29. Mai.	19
12. Jul.	18	30. Mai.	19
19. Jul.	18	31. Mai.	19
26. Jul.	18	1. Jun.	18
2. Aug.	18	2. Jun.	18
9. Aug.	18	3. Jun.	18
16. Aug.	18	4. Jun.	18
23. Aug.	18	5. Jun.	18
30. Aug.	18	6. Jun.	18
6. Sep.	18	7. Jun.	18

	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
2023-03-12 18:02:00	0,007375	539,0045	1	0,485825	0,014852	0,01278	0	263,2	-0,993	-0,119	0,001	0,993	0,095	0,07			6. Apr.	1
2023-03-13 18:02:00	0,006873	543,2955	1	0,474108	0,014609	0,007074	0,4	263,4	-0,993	-0,114	0,006	0,993	0,089	0,072			7. Apr.	3
2023-03-13 18:03:00	0,007794	540,8239	1	0,484317	0,014856	0,018424	0,2	263,6	-0,994	-0,111	0,004	0,994	0,087	0,068			8. Apr.	4
2023-03-13 18:04:00	0,008472	538,3477	1	0,49475	0,015107	0,025066	0,1	263,8	-0,994	-0,107	0,001	0,994	0,086	0,064			9. Apr.	6
2023-03-14 18:02:00	0,007409	547,5075	1	0,472615	0,014676	0,014491	0,5	263,9	-0,994	-0,107	0,009	0,994	0,081	0,07			10. Apr.	7
2023-03-14 18:03:00	0,008198	545,0584	1	0,482802	0,014926	0,023017	0,4	264,1	-0,995	-0,103	0,007	0,995	0,08	0,066			11. Apr.	9
2023-03-14 18:04:00	0,008721	542,6046	1	0,49321	0,015179	0,027426	0,2	264,3	-0,995	-0,1	0,004	0,995	0,078	0,062			12. Apr.	11
2023-03-14 18:05:00	0,008999	540,1462	1	0,503845	0,015436	0,028829	0,1	264,5	-0,995	-0,096	0,002	0,995	0,077	0,058			13. Apr.	12
2023-03-15 18:02:00	0,00692	551,6431	1	0,461173	0,014429	0,009132	0,9	264,1	-0,995	-0,103	0,015	0,995	0,074	0,073			14. Apr.	14
2023-03-15 18:03:00	0,00782	549,2161	1	0,471118	0,014676	0,019996	0,7	264,3	-0,995	-0,099	0,012	0,995	0,073	0,068			15. Apr.	15
2023-03-15 18:04:00	0,008517	546,7845	1	0,48128	0,014926	0,026759	0,6	264,5	-0,995	-0,096	0,01	0,995	0,072	0,064			16. Apr.	17
2023-03-15 18:05:00	0,008893	544,3483	1	0,491663	0,01518	0,029298	0,4	264,7	-0,996	-0,092	0,007	0,996	0,07	0,06			17. Apr.	17
2023-03-15 18:06:00	0,009132	541,9074	1	0,502273	0,015438	0,030219	0,3	264,9	-0,996	-0,089	0,005	0,996	0,069	0,056			18. Apr.	18
2023-03-15 18:07:00	0,009294	539,462	1	0,513113	0,0157	0,030291	0,1	265,1	-0,996	-0,085	0,002	0,996	0,068	0,052			19. Apr.	17
2023-03-16 18:03:00	0,0074	553,2996	1	0,459698	0,014426	0,016128	1	264,5	-0,995	-0,095	0,018	0,995	0,066	0,071			20. Apr.	18
2023-03-16 18:04:00	0,008182	550,8898	1	0,469618	0,014673	0,024506	0,9	264,7	-0,996	-0,092	0,016	0,996	0,065	0,066			21. Apr.	18
2023-03-16 18:05:00	0,00874	548,4755	1	0,479754	0,014924	0,029253	0,7	264,9	-0,996	-0,088	0,013	0,996	0,064	0,062			22. Apr.	18
2023-03-16 18:06:00	0,009045	546,0565	1	0,490112	0,015179	0,030911	0,6	265,1	-0,996	-0,085	0,01	0,996	0,062	0,058			23. Apr.	17
2023-03-16 18:07:00	0,009252	543,633	1	0,500695	0,015438	0,031457	0,4	265,3	-0,997	-0,081	0,008	0,997	0,061	0,054			24. Apr.	18
2023-03-16 18:08:00	0,0094	541,2049	1	0,511509	0,015701	0,031355	0,3	265,5	-0,997	-0,078	0,005	0,997	0,06	0,05			25. Apr.	17
2023-03-16 18:09:00	0,009503	538,7723	1	0,522558	0,015968	0,030788	0,1	265,7	-0,997	-0,074	0,003	0,997	0,058	0,046			26. Apr.	17
2023-03-17 18:03:00	0,006954	559,6397	1	0,448538	0,014237	0,011051	1,4	264,8	-0,996	-0,091	0,024	0,996	0,06	0,073			27. Apr.	18
2023-03-17 18:04:00	0,007834	557,2628	1	0,458222	0,014483	0,021495	1,2	265	-0,996	-0,087	0,021	0,996	0,058	0,068			28. Apr.	17
2023-03-17 18:05:00	0,008536	554,8813	1	0,468117	0,014733	0,028237	1,1	265,2	-0,996	-0,084	0,019	0,996	0,057	0,064			29. Apr.	18
2023-03-17 18:06:00	0,008953	552,4953	1	0,478228	0,014986	0,031165	0,9	265,4	-0,997	-0,08	0,016	0,997	0,056	0,06			30. Apr.	17
2023-03-17 18:07:00	0,009218	550,1048	1	0,488559	0,015243	0,03231	0,8	265,6	-0,997	-0,077	0,013	0,997	0,054	0,056			1. Mai.	18
2023-03-17 18:08:00	0,009404	547,7097	2	0,499115	0,015505	0,032584	0,6	265,8	-0,997	-0,073	0,011	0,997	0,053	0,052			2. Mai.	17
2023-03-17 18:09:00	0,00954	545,3101	2	0,509901	0,015771	0,032341	0,5	266	-0,998	-0,07	0,008	0,998	0,052	0,048			3. Mai.	18
2023-03-17 18:10:00	0,009636	542,9061	1	0,520922	0,016041	0,03168	0,3	266,2	-0,998	-0,066	0,006	0,998	0,05	0,044			4. Mai.	18
2023-03-17 18:11:00	0,009693	540,4975	1	0,532183	0,016315	0,030639	0,2	266,4	-0,998	-0,063	0,003	0,998	0,049	0,039			5. Mai.	18
2023-03-17 18:12:00	0,009712	538,0846	1	0,543689	0,016593	0,029208	0	266,6	-0,998	-0,059	0	0,998	0,048	0,035			6. Mai.	18
2023-03-18 18:02:00	0,006369	565,9012	1	0,437638	0,014047	0,003107	1,7	265	-0,996	-0,087	0,029	0,996	0,053	0,075			7. Mai.	17
2023-03-18 18:03:00	0,007445	563,555	1	0,447091	0,014291	0,017711	1,5	265,2	-0,996	-0,083	0,027	0,996	0,052	0,071			8. Mai.	18
2023-03-18 18:04:00	0,008225	561,1942	1	0,45675	0,014538	0,025917	1,4	265,4	-0,997	-0,08	0,024	0,997	0,05	0,066			9. Mai.	17
2023-03-18 18:05:00	0,008812	558,8339	1	0,466619	0,01479	0,030901	1,2	265,6	-0,997	-0,076	0,022	0,997	0,049	0,062			10. Mai.	18
2023-03-18 18:06:00	0,009145	556,469	1	0,476703	0,015046	0,032792	1,1	265,8	-0,997	-0,073	0,019	0,997	0,048	0,058			11. Mai.	18
2023-03-18 18:07:00	0,009378	554,0996	2	0,487007	0,015305	0,033548	0,9	266	-0,997	-0,069	0,016	0,997	0,046	0,054			12. Mai.	17
2023-03-18 18:08:00	0,009548	551,7257	2	0,497535	0,015569	0,033624	0,8	266,2	-0,998	-0,066	0,014	0,998	0,045	0,05			13. Mai.	18
2023-03-18 18:09:00	0,009674	549,3473	2	0,508292	0,015837	0,033258	0,6	266,4	-0,998	-0,062	0,011	0,998	0,044	0,046			14. Mai.	18
2023-03-18 18:10:00	0,009763	546,9645	2	0,519284	0,01611	0,032517	0,5	266,6	-0,998	-0,059	0,009	0,998	0,042	0,042			15. Mai.	18
2023-03-18 18:11:00	0,009816	544,5772	1	0,530515	0,016386	0,031421	0,3	266,8	-0,998	-0,055	0,006	0,998	0,041	0,037			16. Mai.	18
2023-03-18 18:12:00	0,009832	542,1855	1	0,54199	0,016667	0,029958	0,2	267	-0,999	-0,052	0,003	0,999	0,04	0,033			17. Mai.	18
2023-03-18 18:13:00	0,009807	539,7894	1	0,553714	0,016952	0,028086	0	267,2	-0,999	-0,048	0,001	0,999	0,039	0,029			18. Mai.	18
2023-03-19 18:03:00	0,006977	567,3938	1	0,436222	0,014038	0,012875	1,9	265,5	-0,996	-0,079	0,032	0,996	0,045	0,073			19. Mai.	18
2023-03-19 18:04:00	0,007839	565,0589	1	0,445665	0,014283	0,02294	1,7	265,7	-0,997	-0,076	0,03	0,997	0,044	0,069			20. Mai.	18
2023-03-19 18:05:00	0,008538	562,7193	1	0,455283	0,014531	0,02958	1,6	265,9	-0,997	-0,072	0,027	0,997	0,042	0,064			21. Mai.	18
2023-03-19 18:06:00	0,008992	560,3753	1	0,465125	0,014783	0,032861	1,4	266,1	-0,997	-0,069	0,025	0,997	0,041	0,06			22. Mai.	18
2023-03-19 18:07:00	0,00928	558,0268	2	0,475182	0,01504	0,034203	1,3	266,3	-0,998	-0,065	0,022	0,998	0,04	0,056			23. Mai.	18
2023-03-19 18:08:00	0,009487	555,6738	2	0,485458	0,0153	0,034657	1,1	266,5	-0,998	-0,062	0,019	0,998	0,038	0,052			24. Mai.	17

Minuten pro Tag	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	Messpunkt OP 4
19	2526	18:06	18:50	
				Potentielle Reflexionen am Messpunkt OP 4:
				2526 Minuten pro Jahr (Summe gesamt)
				1638 Minuten im Juni-September mit Sichtschutz durch Blattwerk
				888 Minuten im Oktober-Mai ohne Sichtschutz durch Blattwerk
				19 Minuten pro Tag (Max)

