Anlage

G	**Bebauungsplan Nr. II/J 41 „Solarpark Deponie Schiefe Breede -Entwurf- (Stand August 2022)** • **Blendgutachten**

SolPEG
Solar Power Expert Group

SolPEG Blendgutachten

Solarpark Kamphörnerweg

Analyse der potentiellen Blendwirkung einer geplanten PV Anlage in der Nähe von Bielefeld-Jöllenbeck in Nordrhein-Westfalen

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

+49 40 79 69 59 36
+49 40 79 69 59 38
info@solpeg.com
www.solpeg.com

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
20537 Hamburg
Germany

+49 40 79 69 59 36
+49 40 79 69 59 38
info@solpeg.com
www.solpeg.com

Inhalt

1 Auftrag 3
1.1 Beauftragung 3
1.2 Hintergrund und Auftragsumfang 3
2 Systembeschreibung 4
2.1 Standort Übersicht 4
3 Ermittlung der potentiellen Blendwirkung 6
3.1 Rechtliche Hinweise 6
3.2 Blendwirkung von PV Modulen 6
3.3 Berechnung der Blendwirkung 8
3.4 Technische Parameter der PV Anlage 9
3.5 Standorte für die Analyse 10
3.6 Hinweise zum Simulationsverfahren 11
4 Ergebnisse 14
4.1 Ergebnisübersicht 14
4.2 Ergebnisse am Messpunkt P1, Eickumer Straße West / Kreuzung Rachheide 15
4.3 Ergebnisse am Messpunkt P2, Eickumer Straße Mitte 16
4.4 Ergebnisse am Messpunkt P3, Eickumer Straße West 17
4.5 Ergebnisse am Messpunkt P4, Gebäude nordöstlich 18
4.6 Ergebnisse am Messpunkt P5, Gebäude östlich 19
5 Zusammenfassung der Ergebnisse 21
5.1 Zusammenfassung 21
5.2 Beurteilung der Ergebnisse 21
6 Schlussbemerkung 21
7 Anhang 22-36

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
20537 Hamburg
Germany

+49 40 79 69 59 36
+49 40 79 69 59 38
info@solpeg.com
www.solpeg.com

SolPEG Blendgutachten

Analyse der potentiellen Blendwirkung der geplanten PV Anlage Kamphörnerweg

1 Auftrag

1.1 Beauftragung

Als unabhängiger Gutachter für Photovoltaik (PV) ist die SolPEG GmbH beauftragt, die potentielle Blendwirkung der geplanten PV Anlage „Kamphörnerweg“ für die Verkehrsteilnehmer auf angrenzenden Straßen 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[1], 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 „Kamphörnerweg“ eine Blendwirkung für schutzbedürftige Zonen im Sinne der Licht-Leitlinie ausgehen könnte. Dies gilt insbesondere für Verkehrsteilnehmer auf angrenzenden Straße sowie Anwohner der umliegenden Gebäude.

Die zur Anwendung kommenden Berechnungs- und Beurteilungsgrundsätze resultieren im Wesentlichen aus den Empfehlungen in Anhang 2 der Licht-Leitlinie in der aktuellen Fassung vom 08.10.2012. Die Berechnung der Blendwirkung erfolgt auf Basis von vorliegenden Planungsunterlagen der PV Anlage. Eine Analyse der potentiellen Blendwirkung vor Ort wird momentan nicht als notwendig angesehen da die Anlagendokumentation ausreichend ist, um einen Eindruck zu vermitteln.

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

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

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

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
20537 Hamburg
Germany

+49 40 79 69 59 36
+49 40 79 69 59 38
info@solpeg.com
www.solpeg.com

2 Systembeschreibung

2.1 Standort Übersicht

Die Fläche des Solarparks befindet sich in einem landwirtschaftlichen Gebiet ca. 2,5 km östlich der Ortschaft Jöllenbeck, ca. 8 km nördlich von Bielefeld in Nordrhein-Westfalen. Südlich der Fläche verläuft die Eickumer Straße. Die folgenden Informationen und Bilder geben einen Überblick über den Standort.

Tabelle 1: Informationen über den Standort

Allgemeine Beschreibung des Standortes	Landwirtschaftliche Fläche ca. 2,5 km östlich der Ortschaft Jöllenbeck, ca. 8 km nördlich von Bielefeld in Nordrhein-Westfalen. Die Fläche ist leicht abfallend nach Süden
Koordinaten (Mitte)	52.101°N, 8.560°O 125 m ü.N.N.
Abstand zur Straße	ca. 20 m
Entfernung zu umliegenden Gebäuden	ca.100 m (kleinste Entfernung, relevante Blickrichtung)

Übersicht über den Standort und die PV Anlage (schematisch)



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

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
20537 Hamburg
Germany

+49 40 79 69 59 36
+49 40 79 69 59 38
info@solpeg.com
www.solpeg.com

Detailansicht der PV Anlage und Umgebung

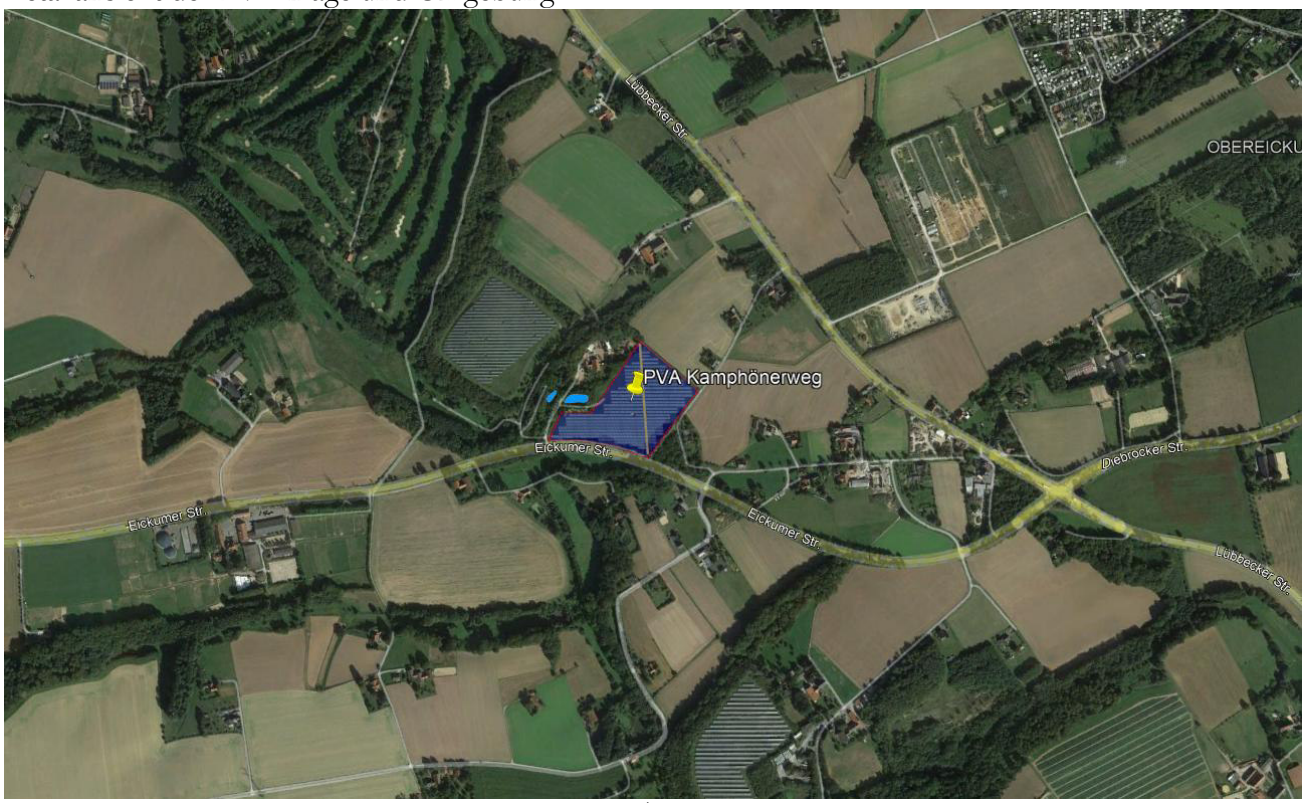


Bild 2.1.2: Detailansicht der PV Fläche (Quelle: Google Earth/SolPEG, Nordausrichtung)

Detailansicht der PV Anlage



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

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
20537 Hamburg
Germany

+49 40 79 69 59 36
+49 40 79 69 59 38
info@solpeg.com
www.solpeg.com

3 Ermittlung der potentiellen Blendwirkung

3.1 Rechtliche Hinweise

Rechtliche 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 eines PV Moduls:

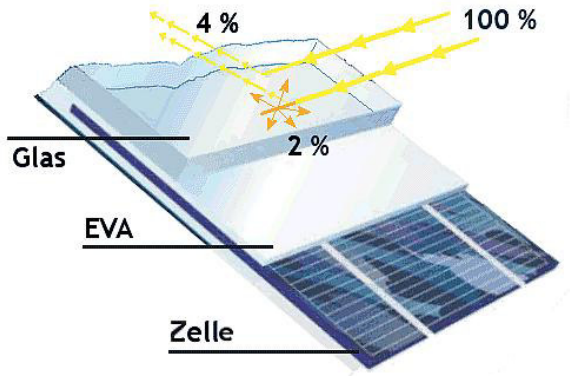


Bild 3.2.1: Anteil des reflektierten Sonnenlichtes bei einem PV Modul (Quelle: Internet/SolPEG)

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

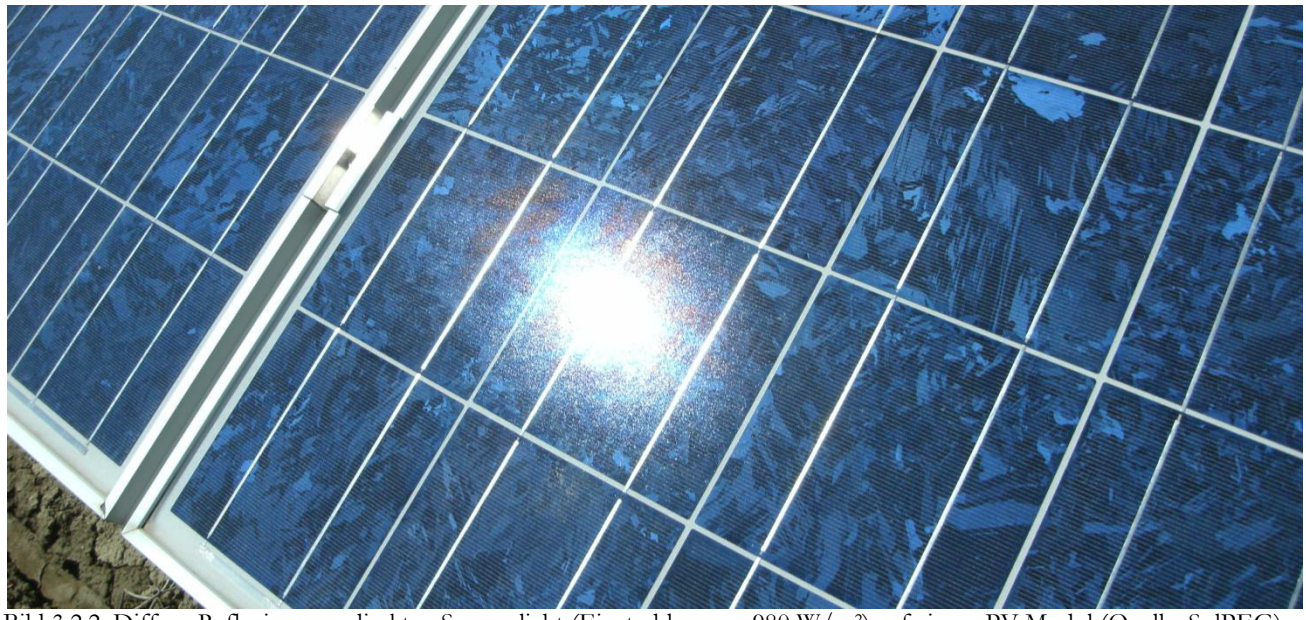


Bild 3.2.2: Diffuse Reflexion von direkten Sonnenlicht (Einstrahlung ca. 980 W/m²) auf einem PV Modul (Quelle: SolPEG)

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
20537 Hamburg
Germany

+49 40 79 69 59 36
+49 40 79 69 59 38
info@solpeg.com
www.solpeg.com

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)

Diese Eigenschaften können schematisch wie folgt dargestellt werden

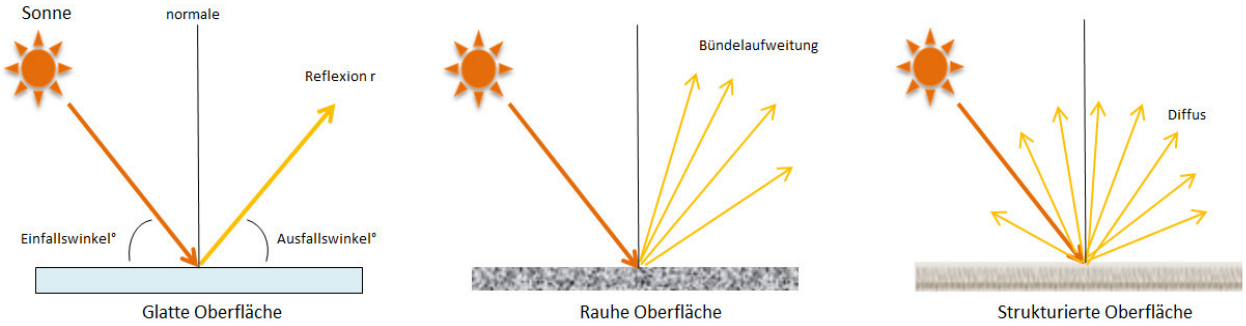


Bild 3.2.4: Reflexion von unterschiedlichen Oberflächen (Quelle: SolPEG)

Lt. Informationen des Auftraggebers sollen PV Module zum Einsatz kommen, die über Anti-Reflexions-Eigenschaften verfügen. Die Simulationsparameter werden entsprechend eingestellt. Beispielhaft sind im Anhang Module des Herstellers JA Solar aufgeführt, 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.

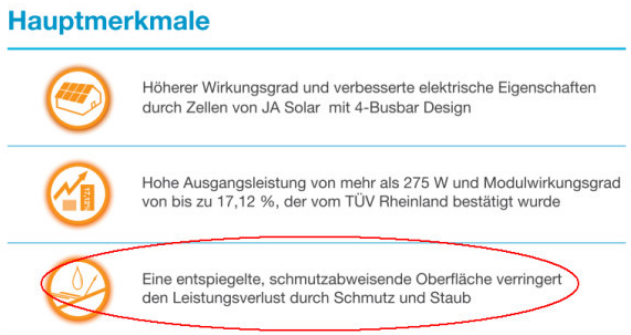


Bild 3.2.5: Auszug aus dem Moduldatenblatt, siehe auch Anhang

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
20537 Hamburg
Germany

+49 40 79 69 59 36
+49 40 79 69 59 38
info@solpeg.com
www.solpeg.com

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, Lambertsches 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[2] 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:

$$\cos(\theta_P) = -\cos(\gamma_S) \cdot \sin(\gamma_P) \cdot \cos(\alpha_S + 180° - \alpha_P) + \sin(\gamma_S) \cdot \cos(\gamma_P)$$

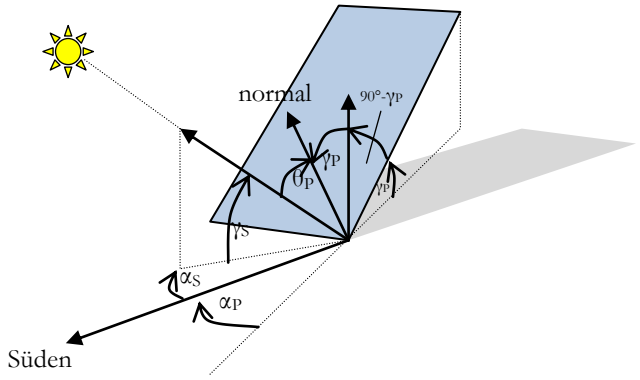


Bild 3.3.1: Schematische Darstellung der Reflexionen auf einer geneigten Fläche

Die unter 3.2 aufgeführten generellen Eigenschaften von PV Modulen (Glasoberfläche, Antireflexionsschicht) 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[3] wird eine Entfernung von 100 m genannt.

Die durchgeführten Berechnungen wurden u.a. mit Simulationen und Modellen des Sandia National Laboratories[4], New Mexico überprüft.

[2] US Federal Aviation Administration (FAA) guidelines for analyzing flight paths:
https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2013-10-23/pdf/2013-24729.pdf
[3] Licht-Leitlinie Seite 22: Immissionsorte, die sich weiter als ca. 100 m von einer Photovoltaikanlage entfernt befinden erfahren erfahrungsgemäß nur kurzzeitige Blendwirkungen.
[4] Webseite der Sandia National Laboratories: http://www.sandia.gov

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
20537 Hamburg
Germany

+49 40 79 69 59 36
+49 40 79 69 59 38
info@solpeg.com
www.solpeg.com

3.4 Technische Parameter der PV Anlage

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

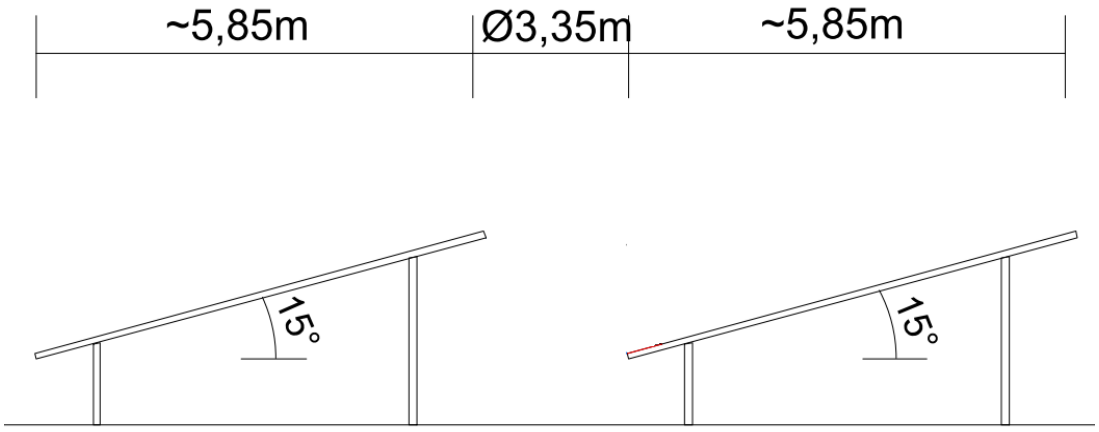


Bild 3.4.1: Skizze der Modulkonstruktion (Quelle: Planungsunterlagen, Ausschnitt)

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

Tabelle 2: Berechnungsparameter

PV Modul	JA Solar (oder vergleichbar)
Moduloberfläche	Solarglas mit Anti-Reflexionsbehandlung (lt. Datenblatt)
Unterkonstruktion	Modultische, fest aufgeständert
Modulinstallation	4 Module quer übereinander
Ausrichtung (Azimut)	Süden (180°)
Modulneigung	15°
Höhe der sichtbaren Modulfläche	min. 0,5 m, max. 1,10 m
Anzahl Messpunkte gesamt	5 Messpunkte (siehe Skizze 3.5.1)
Höhe Messpunkte	2 m über Boden
Azimut Blickrichtung Fahrzeugführer[5]	Fahrtrichtung +/- 20°

[5] 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.

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
20537 Hamburg
Germany

+49 40 79 69 59 36
+49 40 79 69 59 38
info@solpeg.com
www.solpeg.com

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 Erfahrungswertem 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 auf Anfrage untersucht.

Für die Analyse einer potentiellen Blendwirkung der PV Anlage Kamphörnerweg wurden insgesamt 5 Messpunkte festgelegt. 3 Messpunkte auf der südlich verlaufenden Eickumer Straße sowie 2 Messpunkte im Bereich der östlich gelegenen Gebäude. Andere Gebäude in der Umgebung der PV Anlage oder einzelne landwirtschaftliche Gebäude sind aufgrund der Lage, des Einfallswinkels und der Entfernung nicht von Reflexionen durch die PV Anlage betroffen und werden nicht weiter analysiert. Details sind im Abschnitt 4 aufgeführt.

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



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

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
20537 Hamburg
Germany

+49 40 79 69 59 36
+49 40 79 69 59 38
info@solpeg.com
www.solpeg.com

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 belästigter Personen in der exponierten Bevölkerung will man zulassen? Die Wissenschaft müsste aber eine Aussage darüber liefern können, welche Expositionsdauer zu welchem Anteil stark Belästigter 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 belästigenden 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 belästigende Wechsellicht handelt, liegt die Vermutung nahe, dass zeitliche Grenzwerte für konstante Sonnenlichtreflexionen deutlich über denen der Schattenwurfrichtlinie anzusetzen wären.

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
20537 Hamburg
Germany

+49 40 79 69 59 36
+49 40 79 69 59 38
info@solpeg.com
www.solpeg.com

Schutzwürdige Räume

In der Licht-Leitlinie sind einige "schutzwürdige Räume" - also ortsfeste Standorte - aufgeführt, für die zu bestimmten Tageszeiten störende oder belästigende Einflüsse durch Lichtimmissionen zu vermeiden sind. Es fehlt[6] 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.

[6] Licht-Leitlinie "2. Anwendungsbereich", Seite 2 ff., bzw. Anhang 2 ab Seite 22

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
20537 Hamburg
Germany

+49 40 79 69 59 36
+49 40 79 69 59 38
info@solpeg.com
www.solpeg.com

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[7]) vorhanden sind. Der Deutsche Wetterdienst DWD hat für Deutschland für das Jahr 2020 eine mittlere Wolkenbedeckung[8] von ca. 78 % ermittelt. Der Durchschnittswert für den Zeitraum 1982-2009 liegt bei 62,5 % - 75 %.
Aber auch der Geländeverlauf und Informationen über möglichen Sichtschutz durch Hügel, Bäume oder andere Objekte können nicht ausreichend verarbeitet werden.
Es handelt sich dabei allerdings um Limitierungen der Software und nicht um Vorgaben für die Berechnung von Reflexionen. Eine realitätsnahe Simulation ist mit der aktuell verfügbaren Simulationssoftware nur begrenzt möglich.

Kategorien von Reflexionen

Fachleute sind überwiegend der Meinung, dass die sog. Absolutblendung, die eine Störung der Sehfähigkeit bewirkt, ab einer Leuchtdichte von ca. 100.000 cd/m^2 beginnt. Störungen sind z.B. Nachbilder in Form von hellen Punkten nachdem in die Sonne geschaut wurde. Auch in der LAI Licht-Leitlinie ist dieser Wert angegeben (S. 21, der Wert ist bezogen auf die Tagesadaption des Auges).
Aber nicht alle Reflexionen führen zwangsläufig zu einer Blendwirkung, da es sich neben den messbaren Effekten auch in einem hohen Maß um eine subjektiv empfundene Erscheinung/Irritation handelt (Psychologische Blendwirkung). Das Forschungsinstitut Sandia National Labortories (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^2) 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.

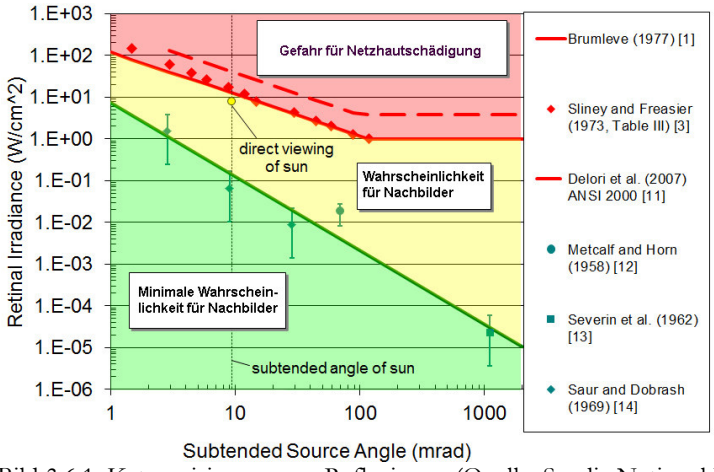


Bild 3.6.1: Kategorisierung von Reflexionen (Quelle: Sandia National Labortories, siehe auch Diagramme im Anhang)

[7] Handbuch: https://www.nrel.gov/docs/fy08osti/43156.pdf
[8] 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

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
20537 Hamburg
Germany

+49 40 79 69 59 36
+49 40 79 69 59 38
info@solpeg.com
www.solpeg.com

4 Ergebnisse

4.1 Ergebnisübersicht

Die Berechnung der potentiellen Blendwirkung der PV Anlage Kamphörnerweg 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 3.6.1 auch als farbige Flächen dargestellt:

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

Die unbereinigten Ergebnisse (Rohdaten) beinhalten alle rechnerisch ermittelten Reflexionen, auch solche, die lt. Ausführungen der Licht-Leitlinie zu schutzwürdigen Zonen zu vernachlässigen sind. U.a. sind Reflexionen mit einem Differenzwinkel zwischen Sonne und Immissionsquelle von weniger als 10° zu vernachlässigen, da in solchen Konstellationen die Sonne selbst die Ursache für eine mögliche Blendwirkung darstellt. Auch Reflexionen, die vor 6 Uhr morgens auftreten, sind zu vernachlässigen. Nach Bereinigung der Rohdaten sind die Ergebnisse üblicherweise um ca. 20 - 50% geringer und es sind nur noch Werte der Kategorie „Gelb“ vorhanden. D.h. es besteht eine geringe Wahrscheinlichkeit für temporäre Nachbilder.

Die folgende Tabelle zeigt die Ergebniswerte nach Bereinigung der Rohdaten und Anmerkungen zu weiteren Einschränkungen. Die Zahlen dienen der Übersicht aus formellen Gründen und sind nur im Kontext und mit den genannten Einschränkungen 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	**Minuten pro Jahr**
P1 Eickumer Straße Ost / Einmündung	584[E]
P2 Eickumer Straße Süd	1137[W]
P3 Eickumer Straße West	120[W]
P4 Gebäude nordöstlich	-
P5 Gebäude östlich	1301[G]

[W] Aufgrund des Einfallswinkels zu vernachlässigen
[E] Aufgrund der Entfernung zur Immissionsquelle zu vernachlässigen
[G] Aufgrund der Geländestruktur oder Hindernissen/Sichtschutz zu vernachlässigen

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
20537 Hamburg
Germany

+49 40 79 69 59 36
+49 40 79 69 59 38
info@solpeg.com
www.solpeg.com

4.2 Ergebnisse am Messpunkt P1, Eickumer Straße West / Kreuzung Rachheide

Am Messpunkt P1 auf der Eickumer Straße im Bereich der Kreuzung Rachheide können rein rechnerisch Reflexionen durch die PV Anlage auftreten. Diese sind theoretisch in der Zeit zwischen dem 20. Mai - 22. Juli an insgesamt 584 Minuten pro Jahr an maximal 13 Minuten pro Tag möglich, in der Zeit zwischen 18:51 – 19:19 Uhr.
Aufgrund der großen Entfernung zur Immissionsquelle und aufgrund des natürlichen Sichtschutzes durch den umgebenden Wald, kann eine Beeinträchtigung von Fahrzeugführern durch Reflexionen durch die PV Anlage mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Zur Veranschaulichung verdeutlicht die folgende Skizze dennoch die Situation am Messpunkt P1 in Bezug auf die unbereinigten Rohdaten.

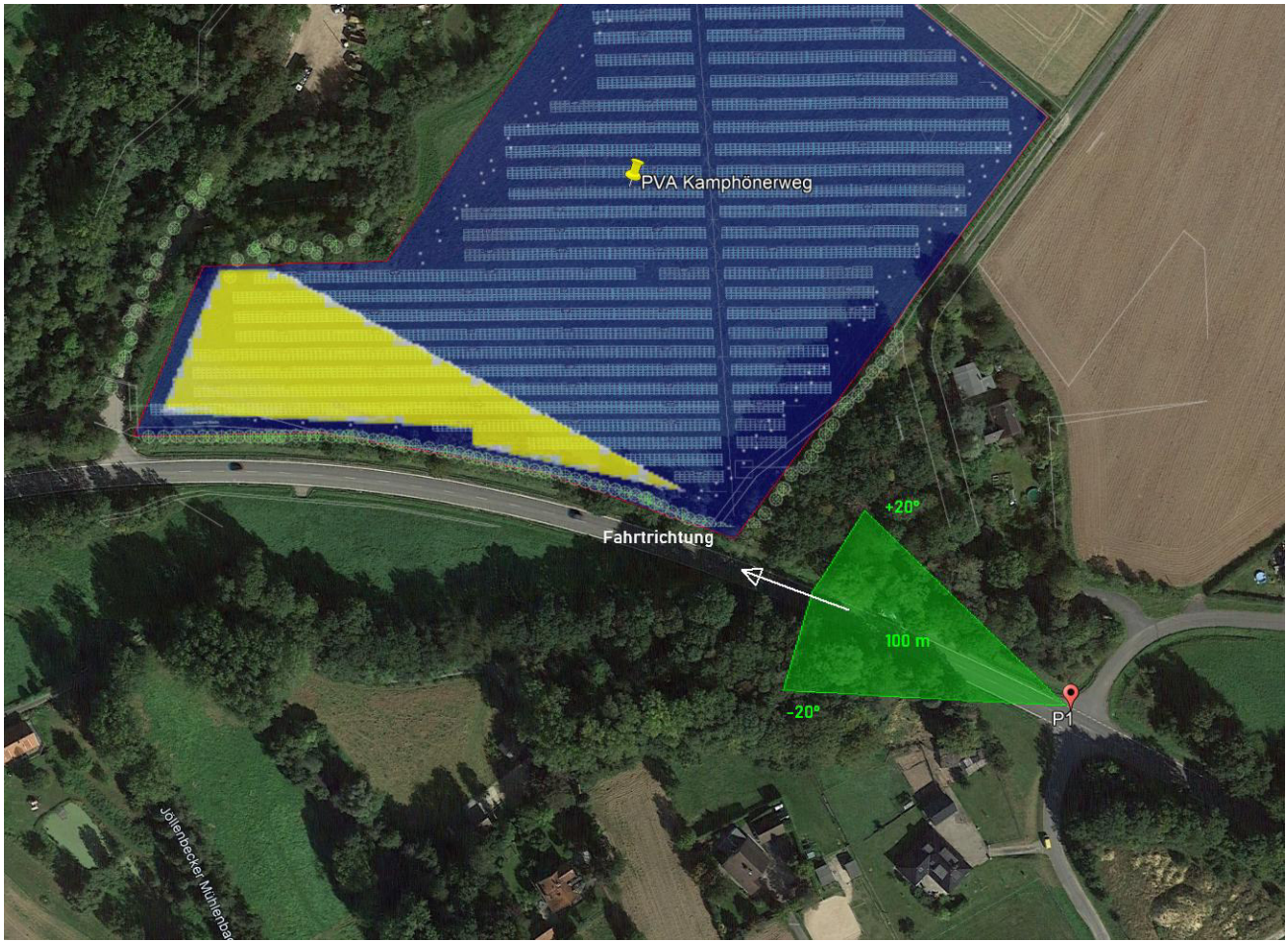


Bild 4.2.1: Situation am Messpunkt P2 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Der grün markierte Bereich symbolisiert die für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkel (+/- 20° zur Fahrrichtung, ca. 100 m). Im gelb/weiß markierten Bereich könnten rein rechnerisch Reflexionen auftreten. Nach Bereinigung der Rohdaten ist der Bereich entsprechend kleiner bzw. schmaler.
Im Bereich von Messpunkt P1 ist ein ausgeprägter natürlicher Sichtschutz aus Büschen und Bäumen (Waldstück) vorhanden ist und daher ist selbst in Jahreszeiten ohne Blattwerk kein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle vorhanden.

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
20537 Hamburg
Germany

+49 40 79 69 59 36
+49 40 79 69 59 38
info@solpeg.com
www.solpeg.com

4.3 Ergebnisse am Messpunkt P2, Eickumer Straße Mitte

Am Messpunkt P2 auf der Eickumer Straße können rein rechnerisch sowohl bei der Fahrt Richtung Westen als auch bei der Fahrt Richtung Osten Reflexionen durch die PV Anlage auftreten. Diese können theoretisch in der Zeit zwischen dem 14. Mai - 31. Juli an insgesamt 1137 Minuten pro Jahr an maximal 18 Minuten pro Tag möglich. Die Einfallswinkel von potentiellen Reflexionen liegen allerdings überwiegend außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels (Fahrtrichtung +/- 20°) und sind daher zu vernachlässigen. Bei der Fahrt Richtung Osten z.B. zwischen -30° bis -38°links /östlich) zur Fahrtrichtung. Darüber hinaus ist lt. Planungsunterlagen an der südlichen Geländegrenze eine Begrünung vorgesehen, die überwiegend einen direkten Sichtkontakt zur PV Anlage verhindert. Eine Beeinträchtigung von Fahrzeugführern durch Reflexionen durch die PV Anlage kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.
Zur Veranschaulichung verdeutlicht die folgende Skizze dennoch die Situation am Messpunkt P2 in Bezug auf die unbereinigten Rohdaten.

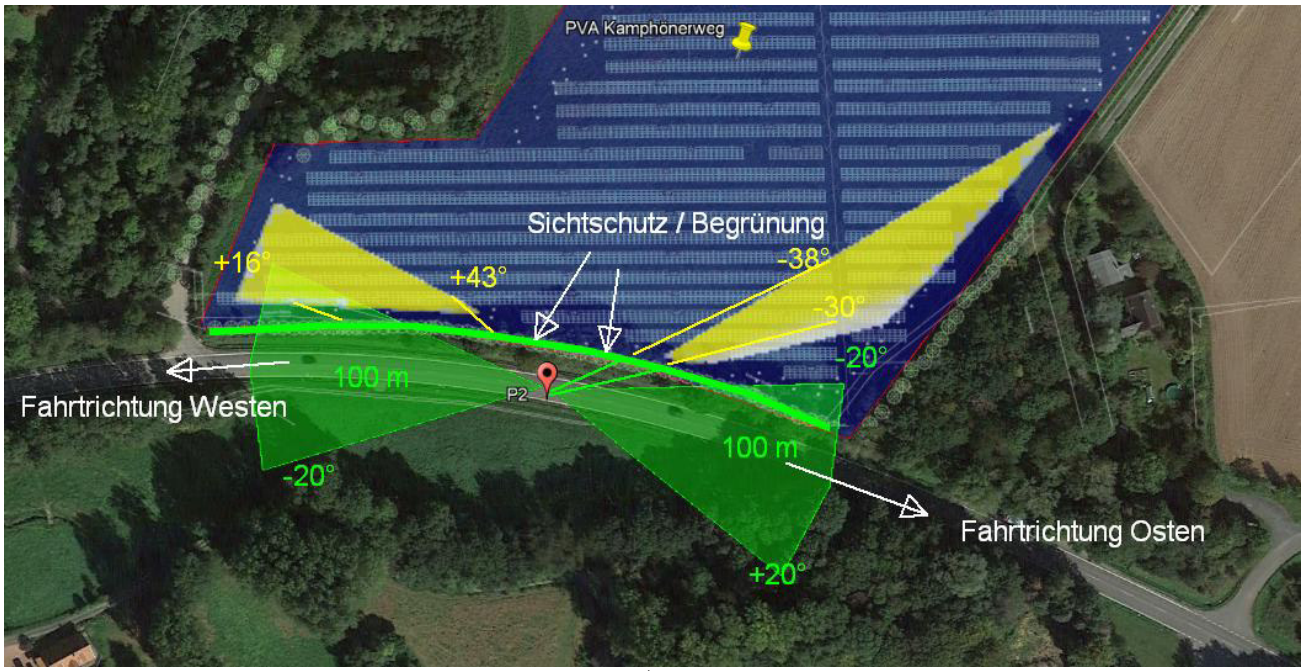


Bild 4.3.1: Situation am Messpunkt P2 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Die folgenden Bilder zeigen eine Variante einer Begrünung.





Bild 4.3.2: Begrünung mit einheimischen Gehölzmischungen (Quelle:SolPEG, bearbeitet)

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
20537 Hamburg
Germany

+49 40 79 69 59 36
+49 40 79 69 59 38
info@solpeg.com
www.solpeg.com

4.4 Ergebnisse am Messpunkt P3, Eickumer Straße West

Am Messpunkt P3 auf der Eickumer Straße westlich der PV Anlage können theoretisch an insgesamt nur 120 Minuten pro Jahr Reflexionen durch die PV Anlage auftreten. Diese können bei der Fahrt Richtung Osten in den frühen Morgenstunden zwischen 06:00 - 06:12 für max. 10 Minuten pro Tag aus östlicher Richtung auftreten. Aufgrund der sehr geringen zeitlichen Dauer sind potentielle Reflexionen zu vernachlässigen und auch in diesem Abschnitt aufgrund der geplanten Begrünung überwiegend kein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle vorhanden.
Eine Beeinträchtigung von Fahrzeugführern durch Reflexionen durch die PV Anlage kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Zur Veranschaulichung verdeutlicht die folgende Skizze die Situation am Messpunkt P3 in Bezug auf die unbereinigten Rohdaten.

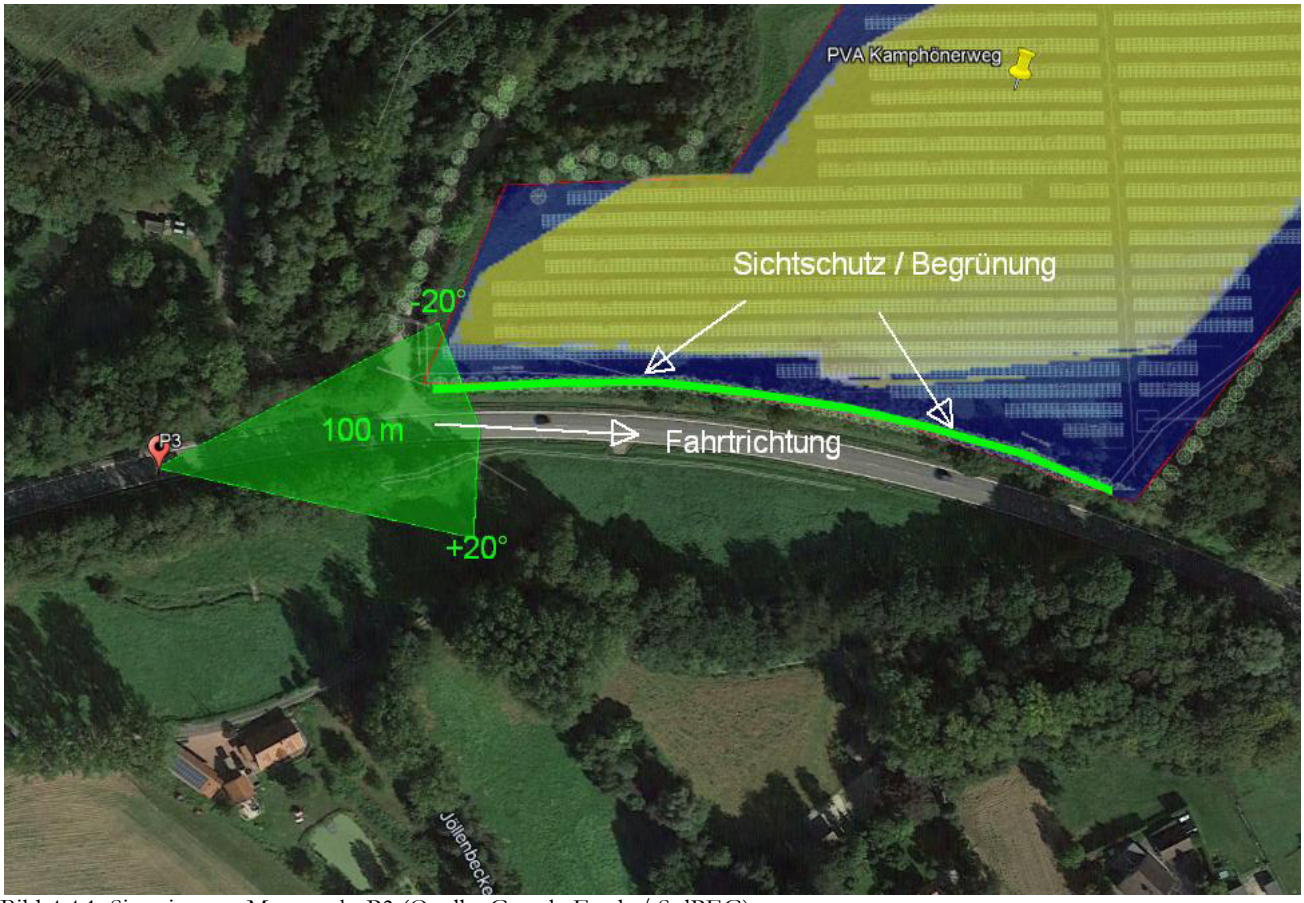


Bild 4.4.1: Situation am Messpunkt P3 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Der grün markierte Bereich symbolisiert die für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkel (+/- 20° zur Fahrrichtung, ca. 100 m). Im gelb/weiß markierten Bereich könnten rein rechnerisch Reflexionen auftreten. Nach Bereinigung der Rohdaten ist der Bereich entsprechend kleiner bzw. schmaler.
Bei der weiteren Fahrt Richtung Osten würde die PV Anlage zunehmend aus dem relevanten Blickwinkel verschwinden, wie auch am Messpunkt P2 beschrieben.

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
20537 Hamburg
Germany

+49 40 79 69 59 36
+49 40 79 69 59 38
info@solpeg.com
www.solpeg.com

4.5 Ergebnisse am Messpunkt P4, Gebäude nordöstlich

Am Messpunkt P4 im Bereich der Gebäude nordöstlich der PV Anlage sind nach Bereinigung der Rohdaten keine Reflexionen durch die PV Anlage mehr nachweisbar. Das ist überwiegend damit begründet, dass potentielle Reflexionen nur in den Abendstunden auftreten können und in solchen Konstellationen ist die tief stehende Sonne überwiegend selbst die Ursache für mögliche Blendwirkungen. Auch Sonnenstände mit weniger als 10° über dem Horizont sind zu vernachlässigen, da die Sonne meist durch Bäume o.ä. verdeckt wird.

Beispielhaft für die Simulationsergebnisse zeigen die folgenden Diagramme das Auftreten der Reflexionen im Tages- bzw. im Jahresverlauf am Messpunkt P3. Die jeweiligen Farben symbolisieren die Kategorie der potentiellen Blendwirkung in Bezug zur Leuchtdichte der Reflexionen. Wie bereits in Abschnitt 3.2 und 3.6 ausgeführt sind jeweils die theoretischen Maximalwerte dargestellt, die nicht ohne Einschränkungen verwendet werden können. Der Wert von 1100 Minuten entspricht den unbereinigten Rohdaten und liegt bereist unter den Richtwerten der LAI Lichtleitlinie.

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

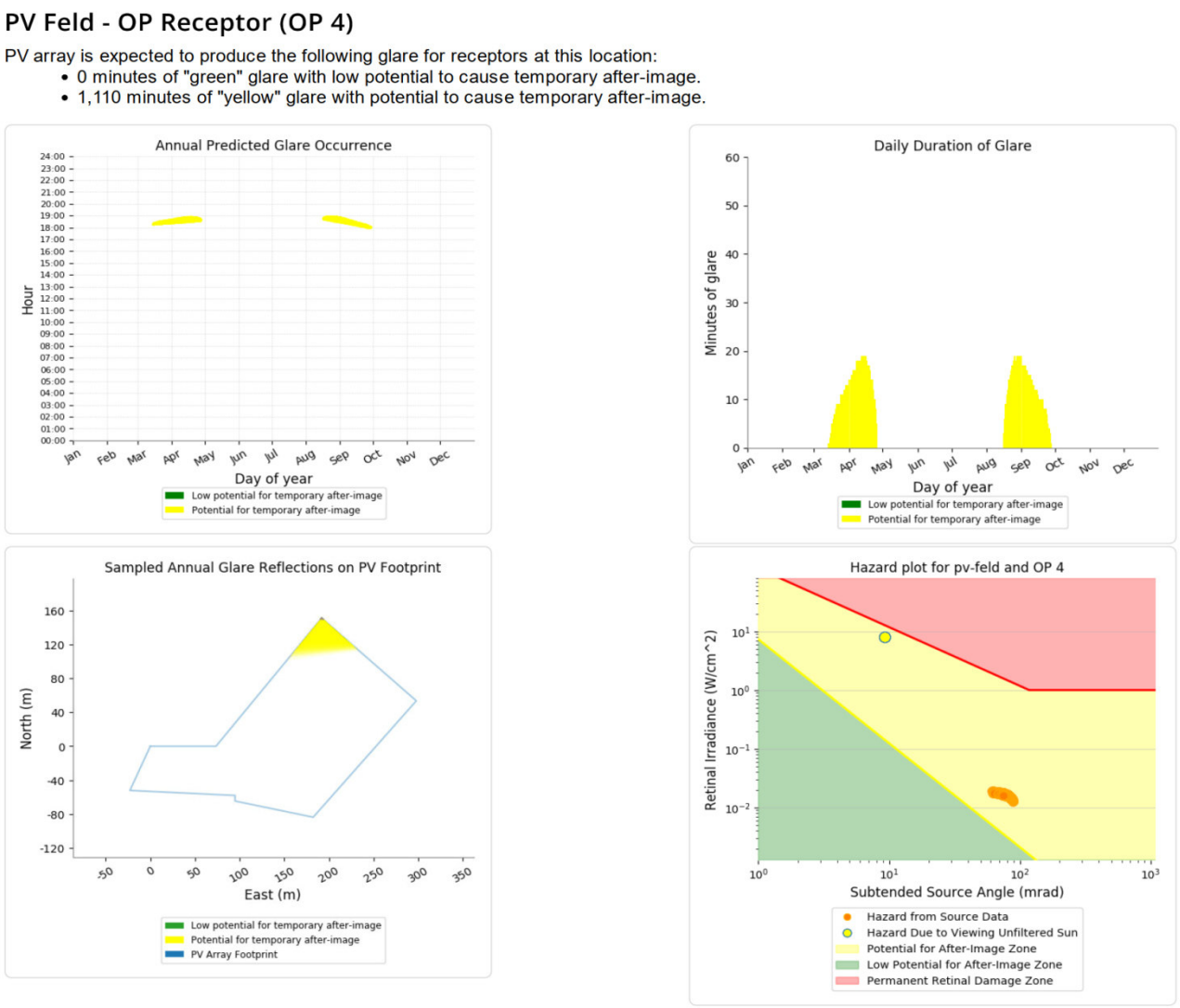


Bild 4.5.1: Ergebnisdetails für Messpunkt P4 (Quelle: Simulationsergebnisse)

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
20537 Hamburg
Germany

+49 40 79 69 59 36
+49 40 79 69 59 38
info@solpeg.com
www.solpeg.com

4.6 Ergebnisse am Messpunkt P5, Gebäude östlich

Am Messpunkt P5 im Bereich der Gebäude östlich der PV Anlage können theoretisch Reflexionen auftreten. Diese können theoretisch zwischen dem 12. Mai und dem 02. August an insgesamt 1301 Minuten pro Jahr in den Abendstunden aus westlicher Richtung auftreten.

Die folgende Tabelle zeigt die relevanten Ergebnisse in der Übersicht.

Tabelle 4: Mögliches Auftreten und Dauer von Reflexionen am Messpunkt P4

Zeitraum Beginn	**Zeitraum Ende**	**Minuten pro Tag** (max.)	**Minuten im Zeitraum**	**Erstes Auftreten**	**Letztes Auftreten**
12. Mai	02. August	20	1301	18:45	19:23

Das folgende Diagramm verdeutlicht die Verteilung der Minuten pro Tag[9] im Jahresverlauf bzw. im relevanten Zeitraum.

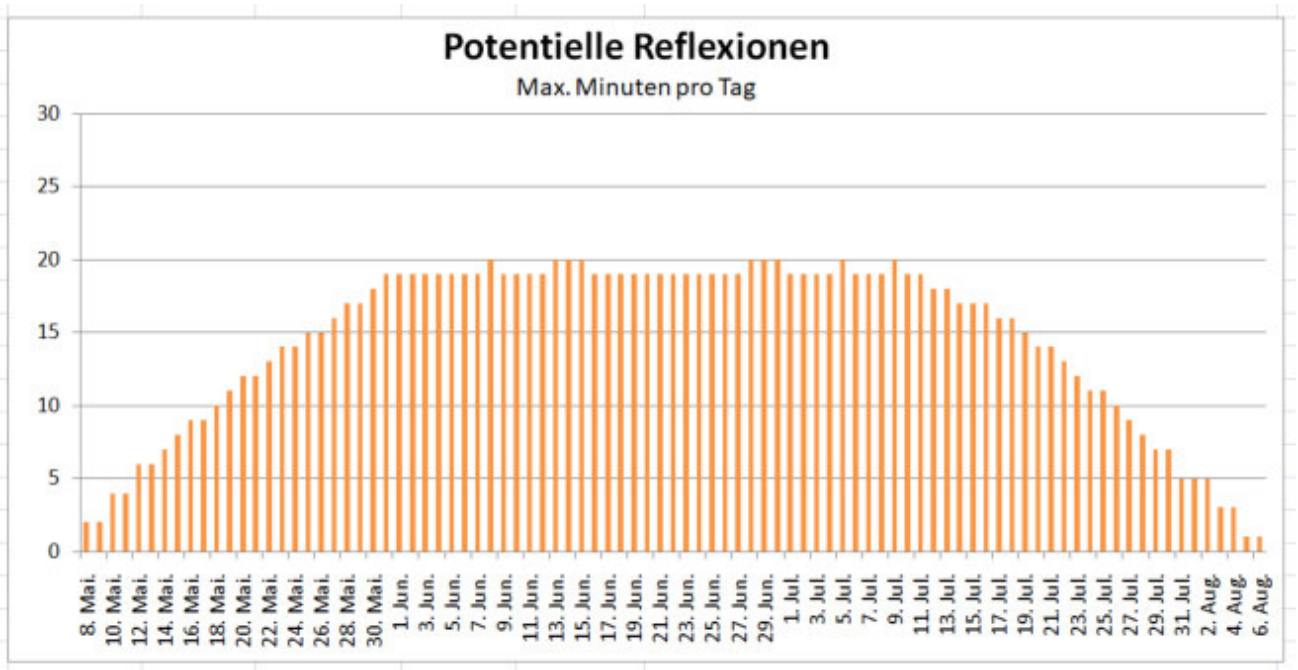


Bild 4.6.1: Reflexionen pro Tag im relevanten Zeitraum (Quelle: Simulationsergebnisse, aufbereitet)

Aufgrund der geringen zeitlichen Dauer aber auch aufgrund der großen Entfernung zur Immissionsquelle von ca. 200 m – 430 m sind potentielle Reflexionen im Bereich von Messpunkt P5 zu vernachlässigen. Darüber hinaus wären Reflexionen nur an der westlichen Seite des Wirtschaftsgebäudes wahrnehmbar – sofern es hier Fenster in Richtung der PV Anlage geben sollte.

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

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
20537 Hamburg
Germany

+49 40 79 69 59 36
+49 40 79 69 59 38
info@solpeg.com
www.solpeg.com

Die folgende Skizze verdeutlicht die Situation am Messpunkt P5.

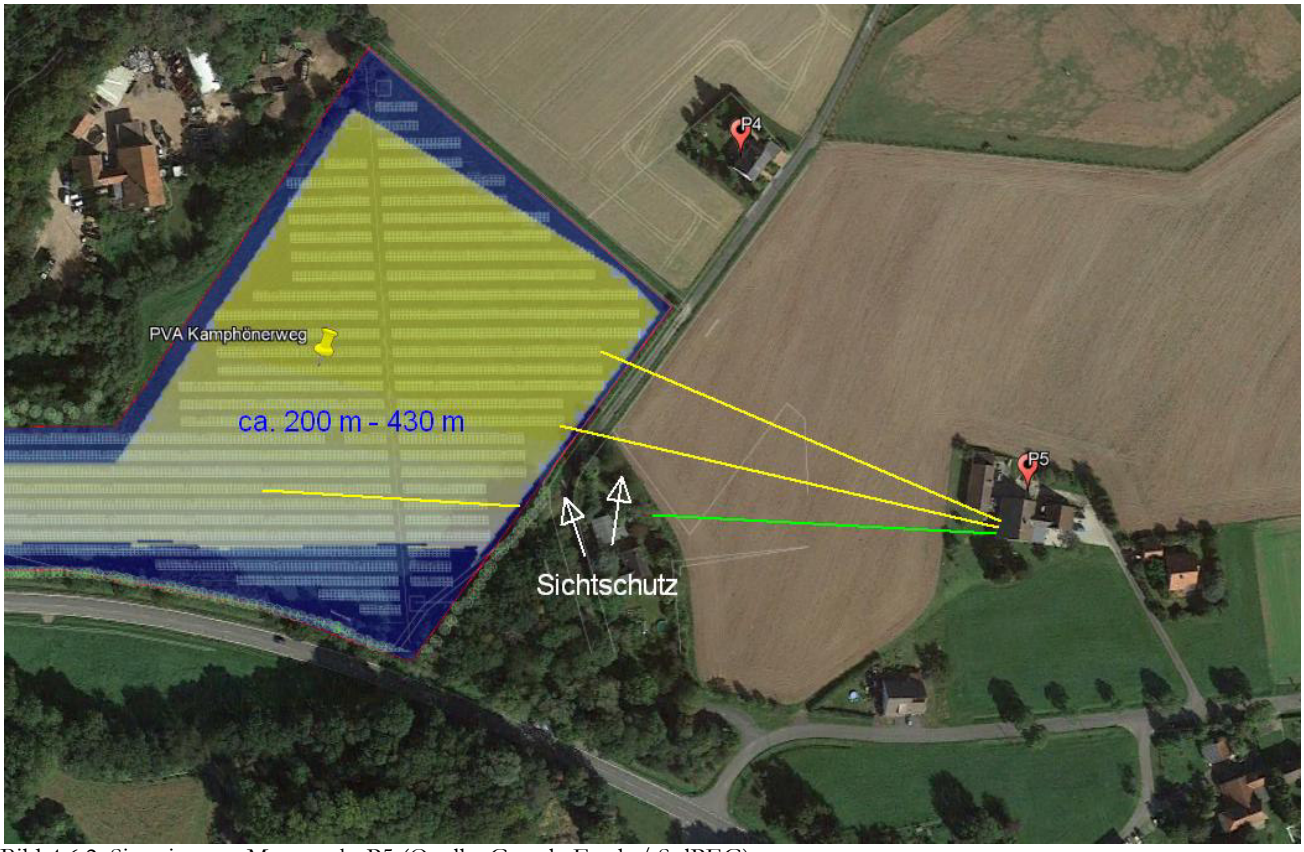


Bild 4.6.2: Situation am Messpunkt P5 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Ein Teil der berechneten Reflexion kann aufgrund des vorhandenen Sichtschutzes (u.a. Wald) den Messpunkt P5 nicht erreichen. Die ermittelten Ergebnisse müssen entsprechend reduziert bzw. relativiert werden.
Eine „erhebliche Beeinträchtigung“ von Anwohnern bzw. von schutzwürdigen Räumen im Sinne der Lichtleitline kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
20537 Hamburg
Germany

+49 40 79 69 59 36
+49 40 79 69 59 38
info@solpeg.com
www.solpeg.com

5 Zusammenfassung der Ergebnisse

5.1 Zusammenfassung

Die Analyse von 5 exemplarisch gewählten Messpunkten im Bereich der geplanten PV Anlage Kamphörnerweg zeigt für Verkehrsteilnehmer auf der Eickumer Straße nur eine geringfügige Wahrscheinlichkeit für Reflexionen. Entscheidend ist allerdings der Aspekt, dass die Einfallswinkel der Reflexionen außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels liegen und Reflexionen daher zu vernachlässigen sind. Im Bereich der Einmündung der Kreuzung Eickumer Straße / Rachheide ist kein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle vorhanden. Eine Beeinträchtigung für Verkehrsteilnehmer durch die PV Anlage kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.
Für die nordöstlich und östlich der PV Anlage gelegenen Gebäude sind potentielle Reflexionen aufgrund der großen Entfernung zur Immissionsquelle und aufgrund eines natürlichen Sichtschutzes durch Büsche und Bäume zu vernachlässigen bzw. zu relativieren. Eine Beeinträchtigung für Anwohner bzw. schutzwürdige Räume im Sinne der Lichtleitlinie ist nicht vorhanden.
Details zu den Ergebnissen an den jeweiligen Messpunkten finden sich in Abschnitt 4.

5.2 Beurteilung der Ergebnisse

Die potentielle Blendwirkung der hier betrachteten PV Anlage „Kamphörnerweg“ kann als „geringfügig“ klassifiziert[10] 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. Anhand der ausgewerteten Ergebnisse kann eine Beeinträchtigung von Fahrzeugführern (PKW/LKW) und auch Anwohnern durch Reflexionen durch die PV Anlage mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.
Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse sind keine speziellen 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 02.11.2021



Dieko Jacobi / SolPEG GmbH

[10] Die Klassifizierung entspricht den Wertebereichen der Simulationsergebnisse



www.jinkosolar.com

Solar
JinKO
Building **Your Trust** in Solar

Tiger Pro 72HC

530-550 Watt

MONO-FACIAL MODULE

P-Type

Positive power tolerance of 0~+3%

IEC61215(2016), IEC61730(2016)

ISO9001:2015: Quality Management System

ISO14001:2015: Environment Management System

ISO45001:2018
Occupational health and safety management systems



Key Features

Multi Busbar Technology

Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.

Durability Against Extreme Environmental Conditions

High salt mist and ammonia resistance.

Reduced Hot Spot Loss

Optimized electrical design and lower operating current for reduced hot spot loss and better temperature coefficient.

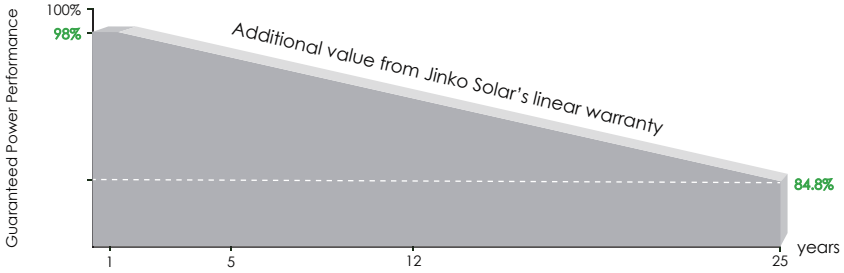
Enhanced Mechanical Load

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).

Longer Life-time Power Yield

0.55% annual power degradation and 25 year linear power warranty.

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

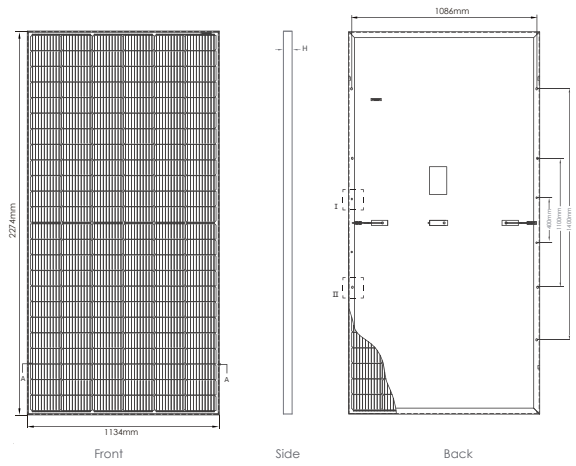


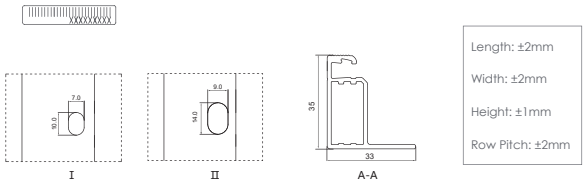
12 Year Product Warranty

25 Year Linear Power Warranty

0.55% Annual Degradation Over 25 years

Engineering Drawings





Length: ±2mm
Width: ±2mm
Height: ±1mm
Row Pitch: ±2mm

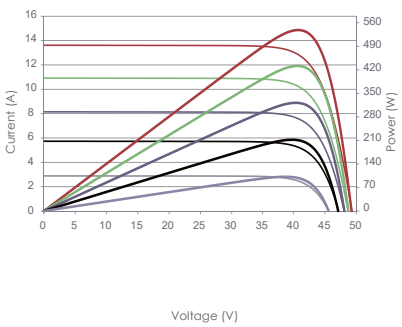
Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

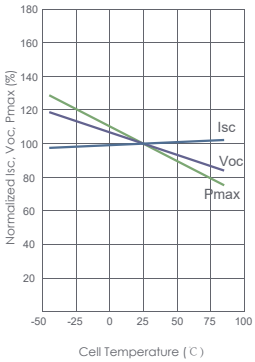
31pcs/pallets, 62pcs/stack, 620pcs/ 40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence

Current-Voltage & Power-Voltage Curves (540W)



Temperature Dependence of Isc,Voc,Pmax



Mechanical Characteristics

Cell Type	P type Mono-crystalline
No. of cells	144 (6×24)
Dimensions	2274×1134×35mm (89.53×44.65×1.38 inch)
Weight	28.9 kg (63.7 lbs)
Front Glass	3.2mm,Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm² (+): 400mm , (-): 200mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM530M-72HL4 JKM530M-72HL4-V		JKM535M-72HL4 JKM535M-72HL4-V		JKM540M-72HL4 JKM540M-72HL4-V		JKM545M-72HL4 JKM545M-72HL4-V		JKM550M-72HL4 JKM550M-72HL4-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	530Wp	394Wp	535Wp	398Wp	540Wp	402Wp	545Wp	405Wp	550Wp	409Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	40.56V	37.84V	40.63V	37.91V	40.70V	38.08V	40.80V	38.25V	40.90V	38.42V
Maximum Power Current (Imp)	13.07A	10.42A	13.17A	10.50A	13.27A	10.55A	13.36A	10.60A	13.45A	10.65A
Open-circuit Voltage (Voc)	49.26V	46.50V	49.34V	46.57V	49.42V	46.65V	49.52V	46.74V	49.62V	46.84V
Short-circuit Current (Isc)	13.71A	11.07A	13.79A	11.14A	13.85A	11.19A	13.94A	11.26A	14.03A	11.33A
Module Efficiency STC (%)	20.55%		20.75%		20.94%		21.13%		21.33%	
Operating Temperature(℃)	-40℃~+85℃									
Maximum system voltage	1000/1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	25A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.35%/℃									
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/℃									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/℃									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2℃									

*STC: Irradiance 1000W/m² Cell Temperature 25℃ AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m² Ambient Temperature 20℃ AM=1.5 Wind Speed 1m/s

©2020 Jinko Solar Co., Ltd. All rights reserved.
Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

ForgeSolar

Solarpark

Kamphoernerweg

Created Nov. 2, 2021
Updated Nov. 2, 2021
Time-step 1 minute
Timezone offset UTC1
Site ID 60566.10413

Project type Advanced
Project status: active
Category 1 MW to 5 MW



Misc. Analysis Settings

DNI: **varies (1,000.0 W/m^2 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 2**
- 2-Mile Flight Path: **Version 2**
- Route: **Version 2**

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	15.0	180.0	0	11,994	-

Component Data

PV Array(s)

Total PV footprint area: 33,779 m^2

Name: PV Feld
Axis tracking: Fixed (no rotation)
Tilt: 15.0 deg
Orientation: 180.0 deg
Footprint area: 33,779 m^2
Rated power: -
Panel material: Smooth glass with AR coating
Vary reflectivity with sun position? Yes
Correlate slope error with surface type? Yes
Slope error: 8.43 mrad



Vertex	Latitude	Longitude	Ground elevation	Height above ground	Total elevation
	deg	deg	m	m	m
1	52.101085	8.559512	114.51	0.90	115.41
2	52.100617	8.559180	111.39	0.90	112.29
3	52.100564	8.560896	117.84	0.90	118.74
4	52.100505	8.560896	116.83	0.90	117.73
5	52.100333	8.562173	121.29	0.90	122.19
6	52.101566	8.563857	128.61	0.90	129.51
7	52.102442	8.562313	126.20	0.90	127.10
8	52.101085	8.560585	120.75	0.90	121.65

Discrete Observation Receptors

Number	Latitude	Longitude	Ground elevation	Height above ground	Total Elevation
	deg	deg	m	m	m
OP 1	52.099694	8.564018	121.29	2.00	123.29
OP 2	52.100353	8.561111	114.52	2.00	116.52
OP 3	52.100399	8.558128	108.42	2.00	110.42
OP 4	52.102205	8.564319	131.83	2.00	133.83
OP 5	52.100907	8.565971	131.24	2.00	133.24

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	15.0	180.0	0	11,994	-	

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	203	1016	1574	1740	1700	1279	484	0	0	0

PV & Receptor Analysis Results

Results for each PV array and receptor

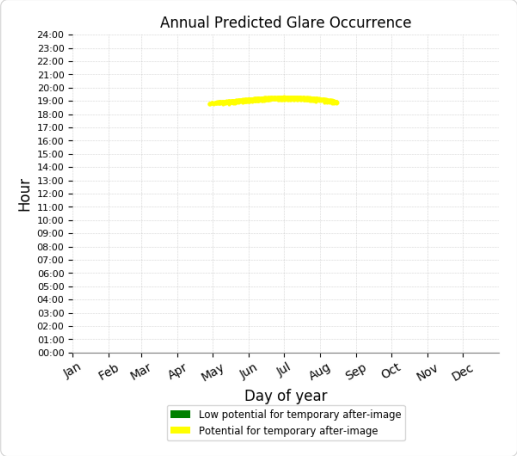
PV Feld potential temporary after-image

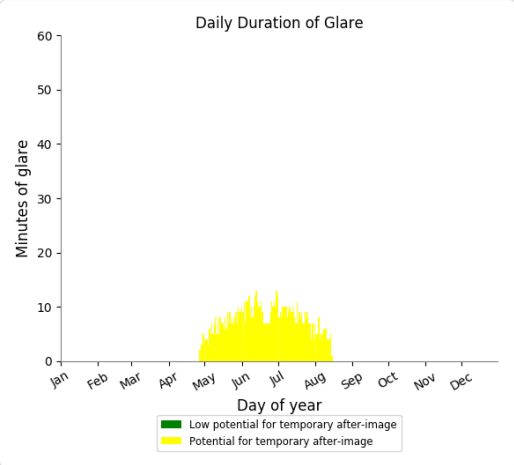
Component	Green glare (min)	Yellow glare (min)
OP: OP 1	0	849
OP: OP 2	0	3219
OP: OP 3	0	3547
OP: OP 4	0	1110
OP: OP 5	0	3269

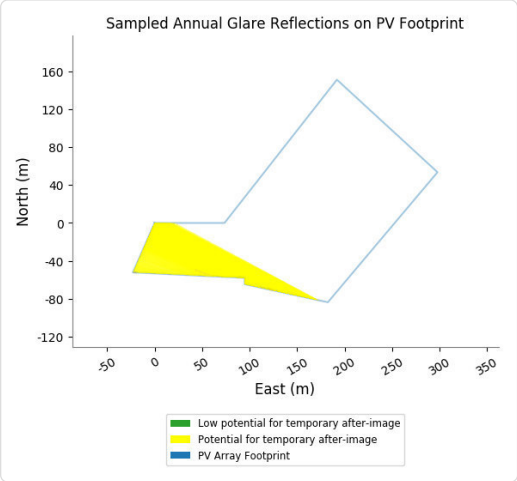
PV Feld - OP Receptor (OP 1)

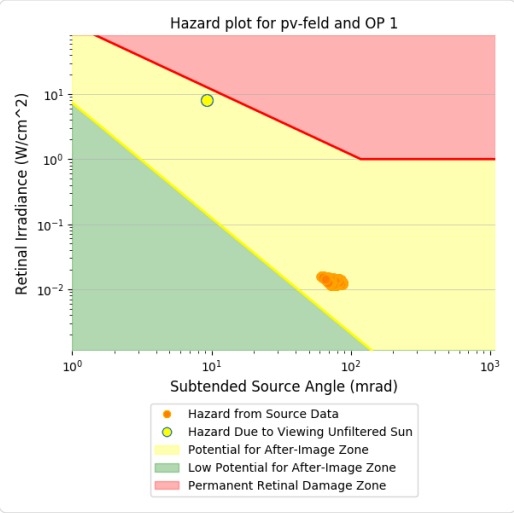
PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

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





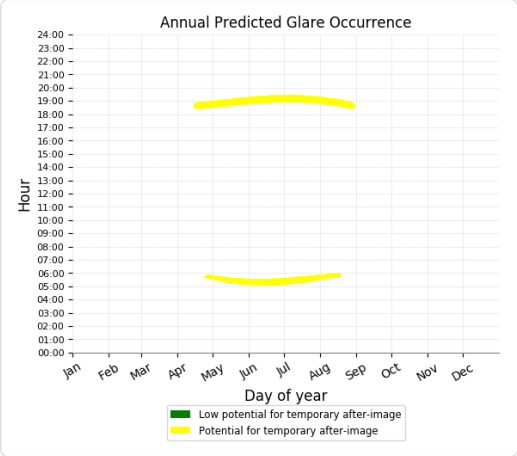


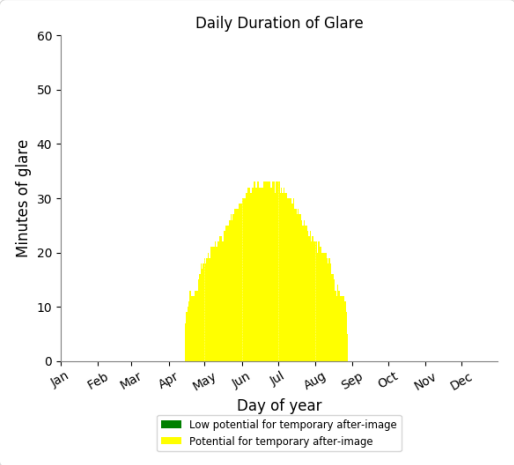


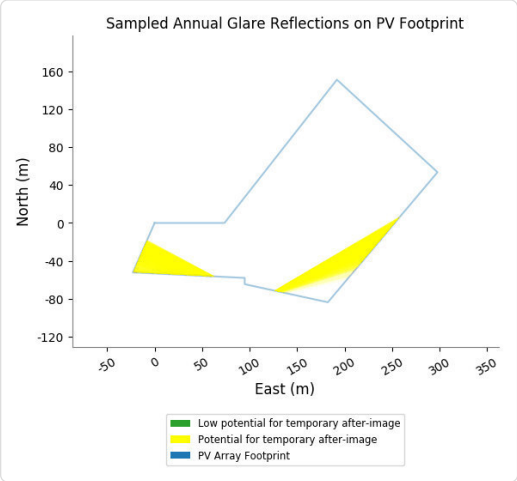
PV Feld - OP Receptor (OP 2)

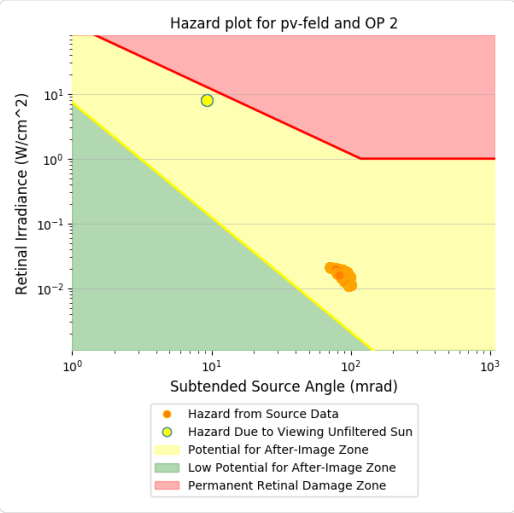
PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

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





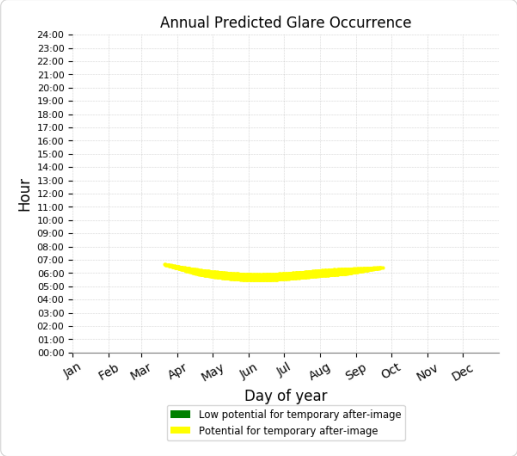


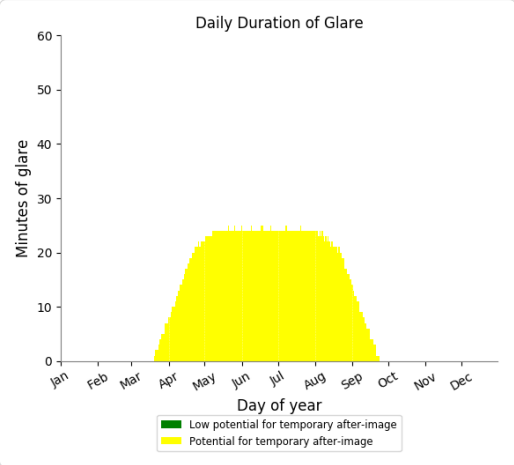


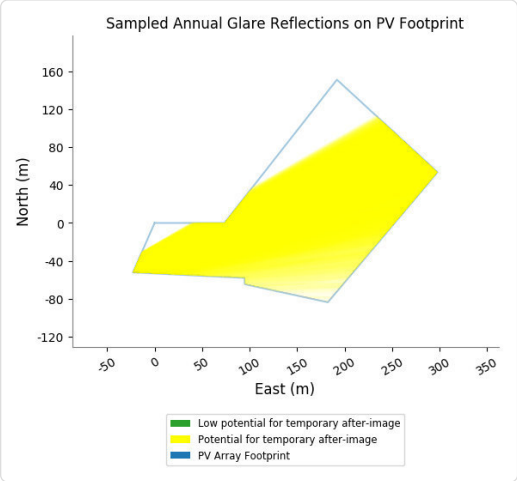
PV Feld - OP Receptor (OP 3)

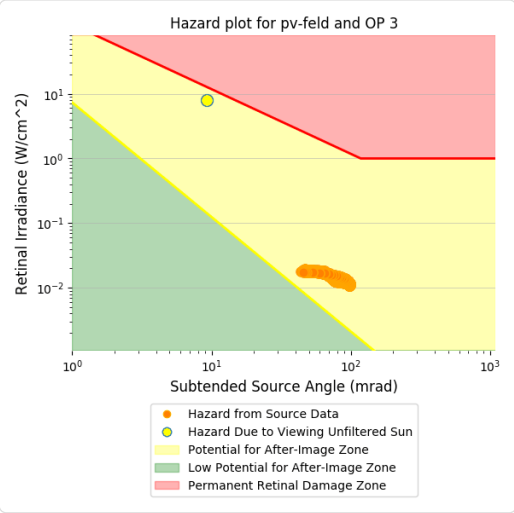
PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 3,547 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.





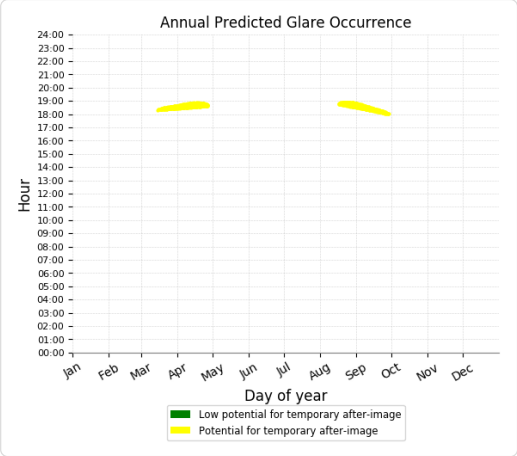


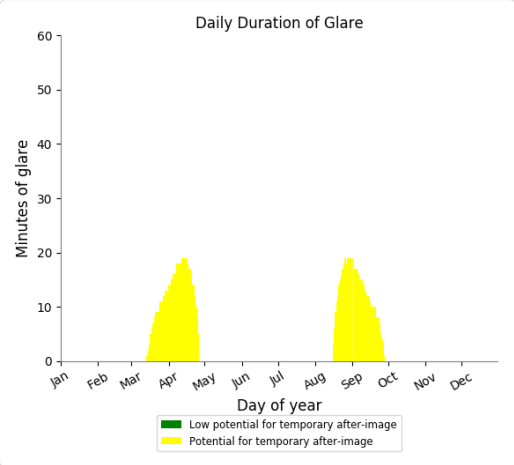


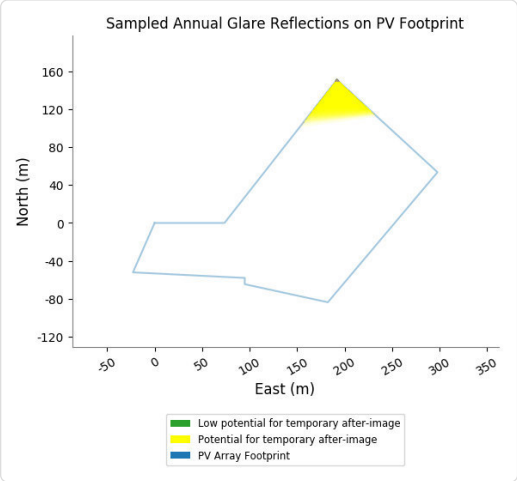
PV Feld - OP Receptor (OP 4)

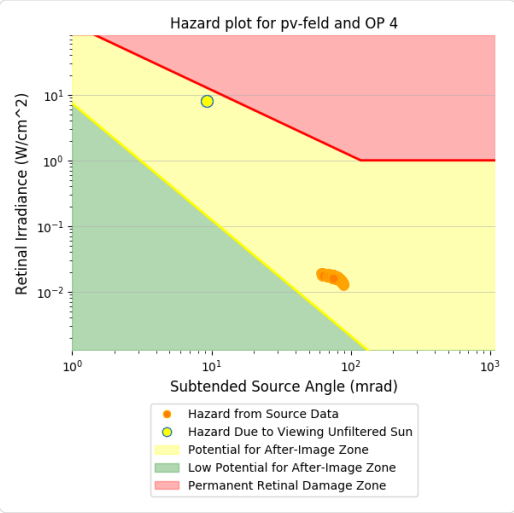
PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 1,110 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.





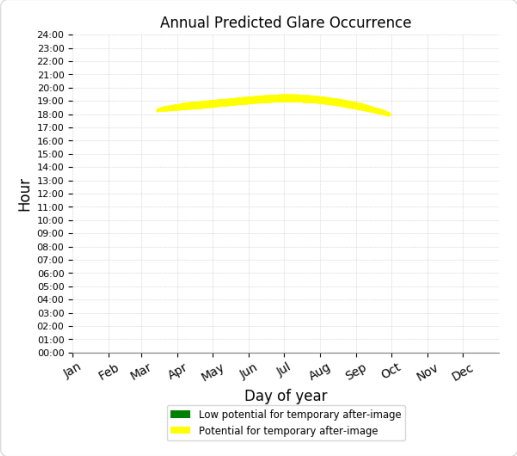


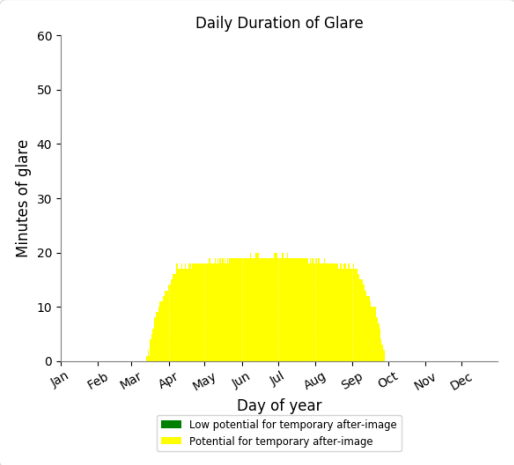


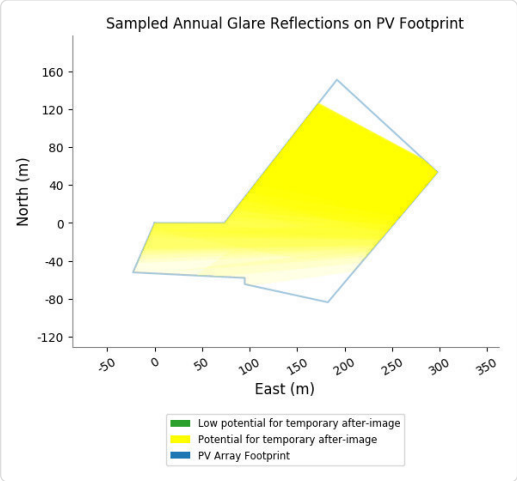
PV Feld - OP Receptor (OP 5)

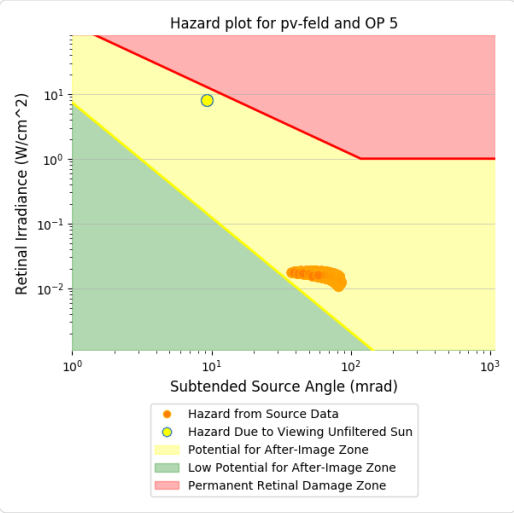
PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 3,269 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/m^2)	Ocular Hazard #	Reflectivity	Retinal Irradiance	Subtended Glare	Sun Azimuth	Sun Altitude	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	S u
2021-04-27 18:46:00	0,012797	632,7108	2	0,404609	0,01452	0,064686	282,7	7,4	-0,967	0,218	0,129	0,967	-0,253	0,002	
2021-04-27 18:47:00	0,012902	630,9165	2	0,412912	0,014776	0,063958	282,9	7,2	-0,967	0,221	0,126	0,967	-0,255	-0,002	
2021-04-28 18:46:00	0,012736	635,5698	2	0,396286	0,014285	0,065585	282,9	7,6	-0,966	0,221	0,133	0,966	-0,258	0,004	
2021-04-28 18:47:00	0,012849	633,7892	2	0,404409	0,014537	0,064911	283,1	7,5	-0,966	0,225	0,13	0,966	-0,26	0,001	
2021-04-28 18:49:00	0,01305	630,218	2	0,42114	0,015054	0,06339	283,5	7,2	-0,965	0,231	0,125	0,965	-0,263	-0,007	
2021-04-29 18:47:00	0,012789	636,6431	2	0,396189	0,014306	0,065792	283,3	7,7	-0,964	0,228	0,135	0,964	-0,265	0,003	
2021-04-29 18:51:00	0,013183	629,5415	2	0,429583	0,015339	0,06271	284,1	7,2	-0,962	0,241	0,125	0,962	-0,271	-0,013	
2021-04-29 18:52:00	0,013246	627,7578	2	0,438347	0,015607	0,061709	284,3	7	-0,962	0,245	0,122	0,962	-0,273	-0,017	
2021-04-30 18:47:00	0,012876	639,4785	2	0,396177	0,014369	0,06598	283,7	7,9	-0,962	0,235	0,137	0,962	-0,271	0,001	
2021-04-30 18:48:00	0,013046	637,7216	2	0,404267	0,014622	0,065641	283,9	7,7	-0,962	0,238	0,134	0,962	-0,273	-0,003	
2021-04-30 18:49:00	0,013118	635,9613	2	0,412516	0,01488	0,064711	284,1	7,6	-0,962	0,241	0,131	0,962	-0,275	-0,007	
2021-04-30 18:50:00	0,013188	634,1977	2	0,420927	0,015141	0,063766	284,3	7,4	-0,961	0,244	0,129	0,961	-0,276	-0,011	
2021-04-30 18:52:00	0,013328	630,6607	2	0,438249	0,015676	0,061854	284,7	7,1	-0,96	0,251	0,124	0,96	-0,279	-0,018	
2021-05-01 18:46:00	0,012654	642,5171	2	0,380566	0,013869	0,06737	283,7	8,2	-0,962	0,234	0,143	0,962	-0,275	0,007	
2021-05-01 18:47:00	0,012818	640,7699	2	0,388333	0,014113	0,067014	283,9	8,1	-0,961	0,238	0,141	0,961	-0,276	0,003	
2021-05-01 18:48:00	0,012899	639,0195	2	0,396253	0,014362	0,066158	284,1	7,9	-0,961	0,241	0,138	0,961	-0,278	-0,001	
2021-05-01 18:50:00	0,013169	635,5085	2	0,412563	0,014871	0,065058	284,5	7,7	-0,96	0,248	0,133	0,96	-0,281	-0,008	
2021-05-02 18:49:00	0,012951	640,11	2	0,396419	0,014392	0,066301	284,5	8	-0,959	0,247	0,14	0,959	-0,284	-0,002	
2021-05-02 18:52:00	0,01327	634,8688	2	0,421084	0,015163	0,06414	285	7,6	-0,957	0,257	0,132	0,957	-0,289	-0,014	
2021-05-02 18:53:00	0,01333	633,1152	2	0,429629	0,015428	0,06313	285,2	7,4	-0,957	0,261	0,13	0,957	-0,29	-0,018	
2021-05-02 18:54:00	0,013358	631,3583	2	0,438341	0,015697	0,061926	285,4	7,3	-0,956	0,264	0,127	0,956	-0,292	-0,022	
2021-05-03 18:47:00	0,012632	646,3879	2	0,373434	0,013691	0,068225	284,3	8,6	-0,958	0,244	0,149	0,958	-0,286	0,007	
2021-05-03 18:49:00	0,012886	642,9366	2	0,388778	0,014177	0,067075	284,7	8,3	-0,957	0,25	0,144	0,957	-0,289	0	
2021-05-03 18:51:00	0,013507	639,4722	2	0,404728	0,014679	0,068016	285	8	-0,956	0,257	0,139	0,956	-0,292	-0,008	
2021-05-03 18:54:00	0,013375	634,2511	2	0,429839	0,015463	0,063214	285,6	7,5	-0,955	0,267	0,131	0,955	-0,297	-0,02	
2021-05-04 18:49:00	0,012848	645,7458	2	0,3814	0,013969	0,067984	284,8	8,5	-0,956	0,253	0,148	0,956	-0,293	0,002	
2021-05-04 18:53:00	0,013268	638,8564	2	0,413269	0,014975	0,065099	285,6	7,9	-0,954	0,267	0,138	0,954	-0,3	-0,014	
2021-05-04 18:55:00	0,013355	635,3923	2	0,430149	0,015502	0,062899	286	7,6	-0,953	0,273	0,133	0,953	-0,303	-0,022	
2021-05-05 18:48:00	0,012609	650,2391	2	0,366837	0,013529	0,068994	284,8	8,9	-0,955	0,253	0,155	0,955	-0,296	0,008	
2021-05-05 18:50:00	0,012872	646,8334	2	0,38186	0,014009	0,067906	285,2	8,6	-0,954	0,26	0,15	0,954	-0,3	0	
2021-05-05 18:52:00	0,013196	643,4147	2	0,397475	0,014505	0,067148	285,6	8,3	-0,953	0,266	0,145	0,953	-0,303	-0,008	
2021-05-05 18:53:00	0,013221	641,7005	2	0,40551	0,014759	0,065951	285,8	8,2	-0,953	0,269	0,142	0,953	-0,304	-0,012	
2021-05-05 18:55:00	0,013705	638,2625	2	0,422051	0,015279	0,066058	286,2	7,9	-0,951	0,276	0,137	0,951	-0,307	-0,019	
2021-05-05 18:56:00	0,013462	636,5387	2	0,430562	0,015545	0,063312	286,4	7,7	-0,951	0,279	0,134	0,951	-0,309	-0,023	
2021-05-06 18:50:00	0,012804	648,1545	2	0,374836	0,01378	0,068764	285,4	8,8	-0,953	0,262	0,154	0,953	-0,304	0,002	
2021-05-06 18:51:00	0,013002	646,4531	2	0,382416	0,014022	0,068608	285,6	8,7	-0,952	0,266	0,151	0,952	-0,306	-0,002	
2021-05-06 18:53:00	0,013318	643,0407	2	0,398021	0,014517	0,06779	286	8,4	-0,951	0,272	0,146	0,951	-0,309	-0,01	
2021-05-06 18:54:00	0,013275	641,3296	2	0,40605	0,01477	0,066208	286,2	8,2	-0,951	0,276	0,143	0,951	-0,31	-0,014	
2021-05-06 18:56:00	0,013418	637,8979	2	0,422578	0,015289	0,064359	286,5	7,9	-0,949	0,282	0,138	0,949	-0,313	-0,021	
2021-05-07 18:49:00	0,01256	652,6285	2	0,360766	0,013354	0,069687	285,4	9,2	-0,952	0,262	0,16	0,952	-0,307	0,008	
2021-05-07 18:51:00	0,012829	649,2546	2	0,375492	0,013827	0,06865	285,8	8,9	-0,951	0,269	0,155	0,951	-0,31	0	
2021-05-07 18:52:00	0,012965	647,5629	2	0,38307	0,01407	0,068129	286	8,8	-0,95	0,272	0,152	0,95	-0,312	-0,004	
2021-05-07 18:54:00	0,013003	644,1698	2	0,398668	0,014566	0,065686	286,3	8,5	-0,949	0,278	0,147	0,949	-0,315	-0,012	
2021-05-07 18:55:00	0,013298	642,4684	2	0,406694	0,01482	0,066083	286,5	8,3	-0,949	0,282	0,145	0,949	-0,316	-0,015	
2021-05-07 18:56:00	0,01339	640,7639	2	0,414874	0,015078	0,065281	286,7	8,2	-0,948	0,285	0,142	0,948	-0,318	-0,019	
2021-05-07 18:57:00	0,013478	639,0563	2	0,423212	0,01534	0,064445	286,9	8	-0,947	0,288	0,14	0,947	-0,319	-0,023	
2021-05-08 18:51:00	0,012808	652,0393	2	0,368812	0,01364	0,069561	285,9	9,1	-0,949	0,271	0,159	0,949	-0,314	0,002	
2021-05-08 18:52:00	0,012932	650,3603	2	0,376246	0,013879	0,068975	286,1	9	-0,949	0,275	0,156	0,949	-0,316	-0,002	
2021-05-08 18:54:00	0,013265	646,9928	2	0,391546	0,014368	0,06827	286,5	8,7	-0,948	0,281	0,151	0,948	-0,319	-0,01	

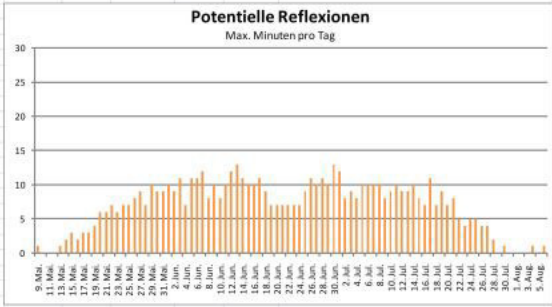
Tag	Anzahl Minuten	Anfang	Ende
9. Mai.	1	18:43	18:43
13. Mai.	1	18:51	18:51
14. Mai.	2	18:46	18:52
15. Mai.	3	18:51	18:54
16. Mai.	2	18:53	18:54
17. Mai.	3	18:53	18:56
18. Mai.	3	18:50	18:55
19. Mai.	4	18:48	18:58
20. Mai.	6	18:51	19:00
21. Mai.	6	18:56	19:02
22. Mai.	7	18:53	19:03
23. Mai.	6	18:56	19:04
24. Mai.	7	18:57	19:05
25. Mai.	7	19:00	19:06
26. Mai.	8	18:54	19:07
27. Mai.	9	18:55	19:07
28. Mai.	7	18:55	19:07
29. Mai.	10	18:56	19:08
30. Mai.	9	18:58	19:08
31. Mai.	9	18:57	19:10
1. Jun.	10	18:58	19:10
2. Jun.	9	19:00	19:10
3. Jun.	11	18:58	19:10
4. Jun.	7	18:59	19:11
5. Jun.	11	18:59	19:11
6. Jun.	11	19:01	19:12
7. Jun.	12	19:00	19:13
8. Jun.	8	19:01	19:13
9. Jun.	10	19:01	19:13
10. Jun.	8	19:04	19:13
11. Jun.	10	19:01	19:13
12. Jun.	12	19:02	19:14
13. Jun.	13	19:02	19:15
14. Jun.	11	19:03	19:15
15. Jun.	10	19:03	19:15
16. Jun.	10	19:03	19:15
17. Jun.	11	19:04	19:16
18. Jun.	9	19:05	19:16
19. Jun.	7	19:08	19:16
20. Jun.	7	19:08	19:16
21. Jun.	7	19:09	19:17
22. Jun.	7	19:09	19:17
23. Jun.	7	19:09	19:17
24. Jun.	7	19:09	19:17
25. Jun.	9	19:06	19:17
26. Jun.	11	19:06	19:18
27. Jun.	10	19:06	19:18
28. Jun.	11	19:06	19:18
29. Jun.	10	19:06	19:18

Zeitraum Start	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	**Messpunkt OP 1**
20.05.2021	22.07.2021	13	574	18:51	19:19	
24.07.2021	25.07.2021	5	10	18:59	19:10	

Potentielle Reflexionen am Messpunkt OP 1:

584 Minuten pro Jahr (Summe gesamt)
493 Minuten pro Jahr mit Sichtschutz durch Blattwerk (Juni-September)
91 Minuten pro Jahr ohne Sichtschutz durch Blattwerk (Oktober-Mai)
13 Minuten pro Tag (Max)

Parameter für Daten Bereinigung (Datensatz mit 850 Einträgen):
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)



	Corneal Irradiance	DNI (W/m^2)	Ocular Hazard #	Reflectivity	Retinal Irradiance	Subtended Glare	Sun Azimuth	Sun Altitude	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	S u
2021-04-15 18:36:00	0,017151	617,9612	2	0,412985	0,014475	0,086175	277,8	5,9	-0,986	0,134	0,103	0,986	-0,168	0,022	
2021-04-15 18:38:00	0,017493	614,1093	2	0,430432	0,014992	0,085136	278,2	5,6	-0,985	0,141	0,097	0,985	-0,171	0,014	
2021-04-15 18:39:00	0,017645	612,1778	2	0,439424	0,015257	0,084531	278,4	5,4	-0,985	0,145	0,095	0,985	-0,173	0,01	
2021-04-15 18:40:00	0,017782	610,2427	2	0,4486	0,015527	0,083864	278,5	5,3	-0,985	0,148	0,092	0,985	-0,174	0,006	
2021-04-15 18:41:00	0,0179	608,3039	2	0,457963	0,015801	0,083117	278,7	5,1	-0,984	0,151	0,089	0,984	-0,176	0,002	
2021-04-15 18:42:00	0,017995	606,3615	2	0,467517	0,016079	0,082277	278,9	5	-0,984	0,155	0,087	0,984	-0,177	-0,002	
2021-04-15 18:43:00	0,018062	604,4155	2	0,477266	0,016361	0,081324	279,1	4,8	-0,984	0,158	0,084	0,984	-0,179	-0,006	
2021-04-16 18:33:00	0,01643	626,6251	2	0,379189	0,013477	0,088083	277,4	6,6	-0,985	0,128	0,116	0,985	-0,169	0,036	
2021-04-16 18:36:00	0,01703	620,92	2	0,403475	0,014209	0,086946	278	6,2	-0,985	0,138	0,108	0,985	-0,174	0,024	
2021-04-16 18:38:00	0,017396	617,0981	2	0,420505	0,014718	0,086009	278,4	5,9	-0,984	0,145	0,102	0,984	-0,177	0,016	
2021-04-16 18:39:00	0,017564	615,1818	2	0,429282	0,014978	0,085474	278,6	5,7	-0,984	0,148	0,1	0,984	-0,178	0,012	
2021-04-16 18:40:00	0,017718	613,2617	2	0,438238	0,015243	0,084876	278,8	5,6	-0,984	0,152	0,097	0,984	-0,18	0,008	
2021-04-16 18:41:00	0,017857	611,3381	2	0,447377	0,015512	0,084218	279	5,4	-0,983	0,155	0,094	0,983	-0,182	0,004	
2021-04-16 18:42:00	0,017978	609,4108	2	0,456702	0,015786	0,083482	279,2	5,3	-0,983	0,159	0,092	0,983	-0,183	0	
2021-04-16 18:43:00	0,018077	607,4799	2	0,466216	0,016064	0,082657	279,4	5,1	-0,983	0,162	0,089	0,983	-0,185	-0,004	
2021-04-16 18:45:00	0,018176	603,6073	2	0,48583	0,016633	0,080614	279,8	4,8	-0,982	0,169	0,084	0,982	-0,188	-0,012	
2021-04-17 18:34:00	0,016651	627,6309	2	0,378292	0,013466	0,08902	277,8	6,8	-0,984	0,135	0,118	0,984	-0,176	0,034	
2021-04-17 18:37:00	0,017094	621,9594	2	0,402489	0,014198	0,087248	278,4	6,3	-0,983	0,146	0,11	0,983	-0,181	0,023	
2021-04-17 18:39:00	0,01746	618,1601	2	0,419455	0,014706	0,086311	278,8	6	-0,983	0,152	0,105	0,983	-0,184	0,015	
2021-04-17 18:40:00	0,017631	616,255	2	0,428198	0,014967	0,085784	279	5,9	-0,983	0,156	0,102	0,983	-0,186	0,011	
2021-04-17 18:41:00	0,017787	614,3463	2	0,437119	0,015231	0,085193	279,2	5,7	-0,982	0,159	0,099	0,982	-0,187	0,007	
2021-04-17 18:42:00	0,017929	612,434	2	0,446222	0,0155	0,084544	279,4	5,6	-0,982	0,162	0,097	0,982	-0,189	0,003	
2021-04-17 18:43:00	0,018052	610,5181	2	0,455509	0,015773	0,08382	279,6	5,4	-0,982	0,166	0,094	0,982	-0,191	-0,001	
2021-04-17 18:44:00	0,018154	608,5986	2	0,464986	0,016051	0,083007	279,8	5,3	-0,981	0,169	0,092	0,981	-0,192	-0,005	
2021-04-17 18:46:00	0,018262	604,749	2	0,484519	0,016619	0,081	280,2	5	-0,981	0,176	0,086	0,981	-0,196	-0,013	
2021-04-17 18:47:00	0,01825	602,8189	2	0,494583	0,01691	0,079737	280,4	4,8	-0,98	0,179	0,084	0,98	-0,197	-0,017	
2021-04-18 18:34:00	0,016334	630,5108	2	0,36974	0,013222	0,088957	278,1	7,1	-0,983	0,139	0,123	0,983	-0,182	0,037	
2021-04-18 18:37:00	0,016956	624,8834	2	0,393368	0,013942	0,087923	278,6	6,6	-0,982	0,149	0,115	0,982	-0,187	0,025	
2021-04-18 18:40:00	0,017522	619,2234	2	0,418471	0,014697	0,086591	279,2	6,1	-0,981	0,159	0,107	0,981	-0,192	0,013	
2021-04-18 18:41:00	0,017694	617,3295	2	0,427182	0,014957	0,086068	279,4	6	-0,981	0,163	0,104	0,981	-0,193	0,009	
2021-04-18 18:42:00	0,017853	615,4321	2	0,436069	0,015221	0,085488	279,6	5,8	-0,981	0,166	0,102	0,981	-0,195	0,005	
2021-04-18 18:43:00	0,017996	613,531	2	0,445136	0,01549	0,084845	279,8	5,7	-0,981	0,17	0,099	0,981	-0,196	0,001	
2021-04-18 18:44:00	0,018123	611,6264	2	0,454388	0,015763	0,084131	280	5,5	-0,98	0,173	0,097	0,98	-0,198	-0,003	
2021-04-18 18:45:00	0,018227	609,7183	2	0,463827	0,01604	0,08333	280,2	5,4	-0,98	0,176	0,094	0,98	-0,2	-0,007	
2021-04-18 18:46:00	0,0183	607,8066	2	0,473457	0,016322	0,082401	280,4	5,2	-0,979	0,18	0,091	0,979	-0,201	-0,011	
2021-04-18 18:47:00	0,018343	605,8914	2	0,483282	0,016608	0,081358	280,6	5,1	-0,979	0,183	0,089	0,979	-0,203	-0,015	
2021-04-18 18:48:00	0,018325	603,9726	2	0,493305	0,016899	0,080071	280,8	4,9	-0,979	0,186	0,086	0,979	-0,204	-0,019	
2021-04-19 18:34:00	0,016478	633,3675	2	0,368994	0,013256	0,089371	278,5	7,2	-0,981	0,146	0,125	0,981	-0,189	0,035	
2021-04-19 18:36:00	0,016858	629,6487	2	0,384534	0,013733	0,088542	278,9	6,9	-0,981	0,153	0,12	0,981	-0,192	0,027	
2021-04-19 18:37:00	0,017065	627,7839	2	0,392542	0,013977	0,088181	279,1	6,7	-0,981	0,156	0,117	0,981	-0,194	0,023	
2021-04-19 18:39:00	0,017451	624,0434	2	0,40905	0,014478	0,087324	279,4	6,4	-0,98	0,163	0,112	0,98	-0,197	0,015	
2021-04-19 18:40:00	0,017635	622,1678	2	0,417556	0,014735	0,086851	279,6	6,3	-0,98	0,167	0,109	0,98	-0,199	0,011	
2021-04-19 18:41:00	0,017809	620,2886	2	0,426235	0,014996	0,086331	279,8	6,1	-0,98	0,17	0,107	0,98	-0,201	0,007	
2021-04-19 18:42:00	0,01797	618,4058	2	0,435089	0,015261	0,085758	280	6	-0,979	0,173	0,104	0,979	-0,202	0,004	
2021-04-19 18:43:00	0,018116	616,5195	2	0,444123	0,01553	0,085121	280,2	5,8	-0,979	0,177	0,101	0,979	-0,204	0	
2021-04-19 18:44:00	0,018246	614,6296	2	0,453339	0,015804	0,084417	280,4	5,7	-0,979	0,18	0,099	0,979	-0,205	-0,004	
2021-04-19 18:45:00	0,018367	612,7362	2	0,462742	0,016082	0,083676	280,6	5,5	-0,978	0,183	0,096	0,978	-0,207	-0,008	
2021-04-19 18:46:00	0,018429	610,8392	2	0,472334	0,016364	0,082708	280,8	5,4	-0,978	0,187	0,094	0,978	-0,209	-0,012	
2021-04-19 18:47:00	0,018478	608,9388	2	0,48212	0,016651	0,081686	281	5,2	-0,978	0,19	0,091	0,978	-0,21	-0,016	

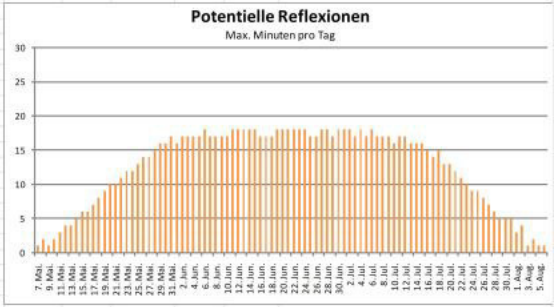
Tag	Anzahl Minuten	Anfang	Ende
7. Mai.	1	18:43	18:43
8. Mai.	2	18:44	18:45
9. Mai.	1	18:44	18:44
10. Mai.	2	18:44	18:47
11. Mai.	3	18:45	18:48
12. Mai.	4	18:45	18:50
13. Mai.	4	18:46	18:51
14. Mai.	5	18:46	18:52
15. Mai.	6	18:47	18:54
16. Mai.	6	18:47	18:55
17. Mai.	7	18:48	18:56
18. Mai.	8	18:48	18:57
19. Mai.	9	18:49	18:59
20. Mai.	10	18:49	19:00
21. Mai.	10	18:51	19:02
22. Mai.	11	18:51	19:03
23. Mai.	12	18:51	19:04
24. Mai.	12	18:52	19:05
25. Mai.	13	18:52	19:06
26. Mai.	14	18:53	19:07
27. Mai.	14	18:53	19:08
28. Mai.	15	18:53	19:09
29. Mai.	16	18:54	19:10
30. Mai.	16	18:54	19:11
31. Mai.	17	18:55	19:12
1. Jun.	16	18:56	19:12
2. Jun.	17	18:56	19:13
3. Jun.	17	18:56	19:13
4. Jun.	17	18:56	19:13
5. Jun.	17	18:57	19:14
6. Jun.	18	18:58	19:15
7. Jun.	17	18:58	19:15
8. Jun.	17	18:58	19:15
9. Jun.	17	18:59	19:16
10. Jun.	17	18:59	19:16
11. Jun.	18	18:59	19:16
12. Jun.	18	19:00	19:17
13. Jun.	18	19:00	19:17
14. Jun.	18	19:00	19:18
15. Jun.	18	19:00	19:18
16. Jun.	17	19:01	19:18
17. Jun.	17	19:02	19:19
18. Jun.	17	19:02	19:19
19. Jun.	18	19:02	19:19
20. Jun.	18	19:02	19:19
21. Jun.	18	19:03	19:20
22. Jun.	18	19:03	19:20
23. Jun.	18	19:03	19:20
24. Jun.	18	19:03	19:20

Zeitraum Start	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	**Messpunkt OP 2**
14.05.2021	31.07.2021	18	1137	18:46	19:21	

Potentielle Reflexionen am Messpunkt OP 2:

1137 Minuten pro Jahr (Summe gesamt)
936 Minuten pro Jahr mit Sichtschutz durch Blattwerk (Juni-September)
201 Minuten pro Jahr ohne Sichtschutz durch Blattwerk (Oktober-Mai)
18 Minuten pro Tag (Max)

Parameter für Daten Bereinigung (Datensatz mit 3220 Einträgen):
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)



	Corneal Irradiance	DNI (W/m^2)	Ocular Hazard #	Reflectivity	Retinal Irradiance	Subtended Glare	Sun Azimuth	Sun Altitude	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	S u
2021-03-20 06:39:00	0,012148	540,4661	2	0,576875	0,017684	0,043961	91,5	0,1	1	-0,026	0,002	-1	0,021	0,015	
2021-03-21 06:38:00	0,012362	543,5402	2	0,574206	0,017702	0,045407	91	0,3	1	-0,018	0,005	-1	0,013	0,014	
2021-03-21 06:39:00	0,012704	545,8893	2	0,5623	0,01741	0,04922	91,2	0,4	1	-0,022	0,008	-1	0,015	0,018	
2021-03-22 06:37:00	0,012616	548,8867	2	0,571548	0,017793	0,046738	90,6	0,5	1	-0,01	0,008	-1	0,005	0,012	
2021-03-22 06:38:00	0,01295	551,2065	2	0,559696	0,017498	0,050426	90,8	0,6	1	-0,014	0,011	-1	0,007	0,016	
2021-03-23 06:36:00	0,012802	551,8655	2	0,568905	0,017807	0,04794	90,1	0,6	1	-0,003	0,011	-1	-0,003	0,011	
2021-03-23 06:37:00	0,013121	554,167	2	0,557107	0,017511	0,051485	90,3	0,8	1	-0,006	0,014	-1	-0,002	0,015	
2021-03-24 06:34:00	0,012928	552,5219	2	0,566279	0,017746	0,049076	89,7	0,8	1	0,005	0,014	-1	-0,011	0,009	
2021-03-24 06:35:00	0,013232	554,8097	2	0,554536	0,01745	0,052486	89,9	0,9	1	0,002	0,016	-1	-0,01	0,013	
2021-03-24 06:36:00	0,013661	557,0932	2	0,543036	0,017158	0,056544	90,1	1,1	1	-0,002	0,019	-1	-0,008	0,017	
2021-03-25 06:32:00	0,012679	553,1751	2	0,57561	0,01806	0,045869	89,1	0,8	1	0,016	0,014	-1	-0,021	0,004	
2021-03-25 06:33:00	0,0131	555,4491	2	0,563674	0,017758	0,050152	89,3	1	1	0,013	0,017	-1	-0,02	0,008	
2021-03-25 06:34:00	0,013392	557,719	2	0,551986	0,017461	0,053442	89,5	1,1	1	0,01	0,019	-1	-0,018	0,012	
2021-03-25 06:35:00	0,013655	559,9848	2	0,54054	0,017168	0,056457	89,7	1,3	1	0,006	0,022	-1	-0,016	0,016	
2021-03-26 06:31:00	0,012868	556,0846	2	0,572971	0,018072	0,047106	88,6	1	1	0,024	0,017	-1	-0,029	0,003	
2021-03-26 06:32:00	0,013263	558,341	2	0,561093	0,017769	0,051151	88,8	1,1	1	0,021	0,02	-1	-0,028	0,007	
2021-03-26 06:33:00	0,01354	560,5933	2	0,54946	0,017471	0,054316	89	1,3	1	0,017	0,022	-1	-0,026	0,011	
2021-03-26 06:34:00	0,01376	562,8415	2	0,538068	0,017177	0,057044	89,2	1,4	1	0,014	0,025	-1	-0,024	0,015	
2021-03-26 06:35:00	0,014488	565,0855	2	0,526911	0,016888	0,062569	89,4	1,6	1	0,01	0,028	-1	-0,023	0,019	
2021-03-27 06:29:00	0,012988	556,7152	2	0,570359	0,01801	0,048206	88,2	1,1	0,999	0,032	0,02	-0,999	-0,038	0,001	
2021-03-27 06:30:00	0,013357	558,9583	2	0,558537	0,017707	0,052045	88,4	1,3	0,999	0,028	0,022	-0,999	-0,036	0,005	
2021-03-27 06:31:00	0,013623	561,1973	2	0,54696	0,01741	0,05511	88,6	1,4	0,999	0,025	0,025	-0,999	-0,034	0,009	
2021-03-27 06:32:00	0,01382	563,4322	2	0,535622	0,017117	0,057692	88,8	1,6	0,999	0,022	0,028	-0,999	-0,033	0,013	
2021-03-27 06:33:00	0,014427	565,663	2	0,524518	0,016828	0,062511	89	1,7	0,999	0,018	0,03	-0,999	-0,031	0,017	
2021-03-28 06:28:00	0,013144	559,57	2	0,567775	0,01802	0,049189	87,7	1,3	0,999	0,04	0,023	-0,999	-0,046	0	
2021-03-28 06:29:00	0,013491	561,7959	2	0,556011	0,017717	0,052838	87,9	1,4	0,999	0,036	0,025	-0,999	-0,044	0,004	
2021-03-28 06:30:00	0,013742	564,0177	2	0,544489	0,017418	0,055793	88,1	1,6	0,999	0,033	0,028	-0,999	-0,042	0,008	
2021-03-28 06:31:00	0,013934	566,2355	2	0,533206	0,017124	0,058323	88,3	1,8	0,999	0,029	0,031	-0,999	-0,041	0,012	
2021-03-28 06:32:00	0,014365	568,4491	2	0,522155	0,016835	0,062137	88,5	1,9	0,999	0,026	0,033	-0,999	-0,039	0,016	
2021-03-29 06:26:00	0,012823	560,1755	2	0,577175	0,018338	0,045524	87,1	1,3	0,998	0,051	0,023	-0,998	-0,055	-0,006	
2021-03-29 06:27:00	0,013287	562,3884	2	0,565222	0,018029	0,050069	87,3	1,5	0,999	0,047	0,025	-0,999	-0,054	-0,002	
2021-03-29 06:28:00	0,013612	564,5973	2	0,553516	0,017725	0,053552	87,5	1,6	0,999	0,044	0,028	-0,999	-0,052	0,002	
2021-03-29 06:29:00	0,013848	566,8021	2	0,54205	0,017426	0,05639	87,7	1,8	0,999	0,041	0,031	-0,999	-0,05	0,006	
2021-03-29 06:30:00	0,014031	569,0029	2	0,530821	0,017131	0,058852	87,9	1,9	0,999	0,037	0,033	-0,999	-0,049	0,01	
2021-03-29 06:31:00	0,014264	571,1996	2	0,519823	0,016841	0,061549	88,1	2,1	0,999	0,034	0,036	-0,999	-0,047	0,014	
2021-03-29 06:32:00	0,015131	573,3923	2	0,509051	0,016555	0,067501	88,3	2,2	0,999	0,03	0,039	-0,999	-0,046	0,019	
2021-03-30 06:24:00	0,012946	560,7739	2	0,574597	0,018276	0,046655	86,6	1,5	0,998	0,059	0,026	-0,998	-0,064	-0,007	
2021-03-30 06:25:00	0,01337	562,974	2	0,562704	0,017968	0,050893	86,8	1,6	0,998	0,055	0,028	-0,998	-0,062	-0,003	
2021-03-30 06:26:00	0,013671	565,17	2	0,551055	0,017664	0,054196	87	1,8	0,998	0,052	0,031	-0,998	-0,06	0,001	
2021-03-30 06:27:00	0,013888	567,3621	2	0,539645	0,017366	0,056912	87,2	1,9	0,998	0,048	0,034	-0,998	-0,059	0,005	
2021-03-30 06:28:00	0,014058	569,5502	2	0,52847	0,017072	0,059292	87,4	2,1	0,998	0,045	0,036	-0,998	-0,057	0,009	
2021-03-30 06:29:00	0,014228	571,7342	2	0,517525	0,016782	0,061626	87,6	2,2	0,998	0,041	0,039	-0,998	-0,055	0,013	
2021-03-30 06:30:00	0,015025	573,9142	2	0,506805	0,016497	0,067231	87,8	2,4	0,998	0,038	0,042	-0,998	-0,054	0,017	
2021-03-31 06:23:00	0,013113	563,5519	2	0,572057	0,018285	0,047722	86,2	1,6	0,997	0,066	0,028	-0,997	-0,072	-0,009	
2021-03-31 06:24:00	0,013504	565,7353	2	0,560222	0,017976	0,051694	86,4	1,8	0,998	0,063	0,031	-0,998	-0,07	-0,004	
2021-03-31 06:25:00	0,013781	567,9148	2	0,54863	0,017672	0,054826	86,6	1,9	0,998	0,059	0,034	-0,998	-0,068	0	
2021-03-31 06:26:00	0,013976	570,0903	2	0,537276	0,017373	0,057397	86,8	2,1	0,998	0,056	0,036	-0,998	-0,067	0,004	
2021-03-31 06:27:00	0,014128	572,2618	2	0,526156	0,017078	0,059663	87	2,2	0,998	0,053	0,039	-0,998	-0,065	0,008	
2021-03-31 06:28:00	0,014268	574,4293	2	0,515263	0,016788	0,061825	87,2	2,4	0,998	0,049	0,042	-0,998	-0,063	0,012	

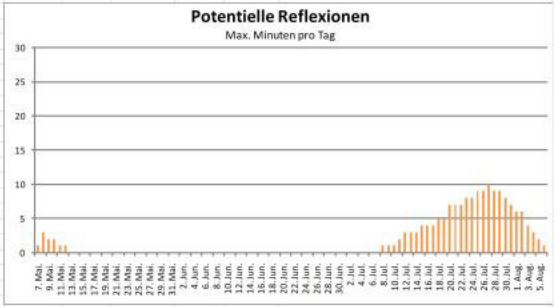
Tag	Anzahl Minuten	Anfang	Ende
7. Mai.	1	06:03	06:03
8. Mai.	3	06:01	06:03
9. Mai.	2	06:00	06:01
10. Mai.	2	06:00	06:01
11. Mai.	1	06:00	06:00
12. Mai.	1	06:00	06:00
8. Jul.	1	06:00	06:00
9. Jul.	1	06:00	06:00
10. Jul.	1	06:00	06:00
11. Jul.	2	06:00	06:01
12. Jul.	3	06:00	06:02
13. Jul.	3	06:00	06:02
14. Jul.	3	06:00	06:02
15. Jul.	4	06:00	06:03
16. Jul.	4	06:00	06:03
17. Jul.	4	06:00	06:03
18. Jul.	5	06:00	06:04
19. Jul.	5	06:00	06:04
20. Jul.	7	06:00	06:06
21. Jul.	7	06:00	06:06
22. Jul.	7	06:00	06:06
23. Jul.	8	06:00	06:07
24. Jul.	8	06:00	06:07
25. Jul.	9	06:00	06:08
26. Jul.	9	06:00	06:08
27. Jul.	10	06:00	06:09
28. Jul.	9	06:01	06:09
29. Jul.	9	06:02	06:10
30. Jul.	8	06:03	06:10
31. Jul.	7	06:05	06:11
1. Aug.	6	06:06	06:11
2. Aug.	6	06:07	06:12
3. Aug.	4	06:09	06:12
4. Aug.	3	06:10	06:12
5. Aug.	2	06:12	06:13
6. Aug.	1	06:12	06:12

Zeitraum Start	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	**Messpunkt OP 3**
18.07.2021	02.08.2021	10	120	06:00	06:12	

Potentielle Reflexionen am Messpunkt OP 3:

120 Minuten pro Jahr (Summe gesamt)
120 Minuten pro Jahr mit Sichtschutz durch Blattwerk (Juni-September)
0 Minuten pro Jahr ohne Sichtschutz durch Blattwerk (Oktober-Mai)
10 Minuten pro Tag (Max)

Parameter für Daten Bereinigung (Datensatz mit 3548 Einträgen):
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)



	Corneal Irradiance	DNI (W/m^2)	Ocular Hazard #	Reflectivity	Retinal Irradiance	Subtended Glare	Sun Azimuth	Sun Altitude	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	S u
2021-03-14 18:19:00	0,012441	539,5252	2	0,523124	0,016008	0,054548	264,7	0,1	-0,996	-0,093	0,001	0,996	0,08	0,047	
2021-03-15 18:20:00	0,012737	541,2858	2	0,520723	0,015987	0,056604	265,1	0,2	-0,996	-0,085	0,004	0,996	0,072	0,046	
2021-03-15 18:21:00	0,0137	538,8463	2	0,531715	0,01625	0,061179	265,3	0,1	-0,997	-0,082	0,001	0,997	0,07	0,042	
2021-03-16 18:21:00	0,013088	543,0108	2	0,518321	0,015964	0,058935	265,6	0,4	-0,997	-0,077	0,007	0,997	0,064	0,045	
2021-03-17 18:20:00	0,012227	549,4987	2	0,505243	0,015747	0,054474	265,8	0,7	-0,997	-0,073	0,012	0,997	0,057	0,047	
2021-03-17 18:21:00	0,013496	547,1025	2	0,515919	0,016009	0,061175	266	0,6	-0,998	-0,07	0,01	0,998	0,056	0,043	
2021-03-17 18:23:00	0,012351	542,2966	2	0,537958	0,016547	0,051155	266,4	0,3	-0,998	-0,063	0,004	0,998	0,052	0,035	
2021-03-17 18:24:00	0,01181	539,887	2	0,549331	0,016821	0,045877	266,6	0,1	-0,998	-0,059	0,002	0,998	0,051	0,031	
2021-03-18 18:21:00	0,012564	551,1239	2	0,50289	0,01572	0,056863	266,2	0,9	-0,998	-0,065	0,015	0,998	0,049	0,046	
2021-03-18 18:22:00	0,01381	548,7444	2	0,513522	0,015983	0,063133	266,4	0,7	-0,998	-0,062	0,013	0,998	0,047	0,042	
2021-03-18 18:24:00	0,012394	543,972	2	0,535469	0,016521	0,051585	266,8	0,4	-0,998	-0,055	0,007	0,998	0,044	0,034	
2021-03-18 18:25:00	0,011857	541,5792	2	0,546795	0,016796	0,046351	267	0,3	-0,999	-0,052	0,005	0,999	0,042	0,03	
2021-03-18 18:26:00	0,01166	539,182	2	0,558361	0,017075	0,043427	267,2	0,1	-0,999	-0,048	0,002	0,999	0,041	0,026	
2021-03-19 18:22:00	0,012941	552,7186	2	0,500544	0,015692	0,059412	266,7	1	-0,998	-0,058	0,018	0,998	0,041	0,045	
2021-03-19 18:23:00	0,014095	550,3556	2	0,511131	0,015955	0,064869	266,9	0,9	-0,998	-0,054	0,015	0,998	0,039	0,041	
2021-03-19 18:25:00	0,012031	545,6163	2	0,532985	0,016494	0,049189	267,3	0,6	-0,999	-0,047	0,01	0,999	0,036	0,032	
2021-03-19 18:26:00	0,011904	543,2401	2	0,544263	0,01677	0,046838	267,5	0,4	-0,999	-0,044	0,007	0,999	0,034	0,028	
2021-03-19 18:27:00	0,011725	540,8595	2	0,55578	0,017049	0,044052	267,7	0,3	-0,999	-0,041	0,005	0,999	0,033	0,024	
2021-03-19 18:28:00	0,011472	538,4746	2	0,567542	0,017333	0,040628	267,9	0,1	-0,999	-0,037	0,002	0,999	0,031	0,02	
2021-03-20 18:22:00	0,013391	556,6269	2	0,498208	0,015729	0,061963	267,1	1,2	-0,999	-0,05	0,021	0,999	0,033	0,043	
2021-03-20 18:23:00	0,014437	554,2845	2	0,508749	0,015994	0,066541	267,3	1,1	-0,999	-0,047	0,018	0,999	0,031	0,039	
2021-03-20 18:24:00	0,012381	551,9377	2	0,519515	0,016263	0,052822	267,5	0,9	-0,999	-0,043	0,016	0,999	0,029	0,035	
2021-03-20 18:25:00	0,012122	549,5866	2	0,53051	0,016537	0,04961	267,7	0,7	-0,999	-0,04	0,013	0,999	0,028	0,031	
2021-03-20 18:26:00	0,012008	547,231	2	0,541738	0,016814	0,047358	267,9	0,6	-0,999	-0,036	0,01	0,999	0,026	0,027	
2021-03-20 18:27:00	0,011857	544,8712	2	0,553205	0,017096	0,044798	268,1	0,4	-0,999	-0,033	0,008	0,999	0,025	0,023	
2021-03-20 18:28:00	0,011614	542,507	2	0,564916	0,017382	0,041485	268,3	0,3	-1	-0,029	0,005	1	0,023	0,019	
2021-03-20 18:29:00	0,011281	540,1385	2	0,576875	0,017673	0,037344	268,5	0,1	-1	-0,026	0,002	1	0,021	0,015	
2021-03-21 18:22:00	0,012276	560,4713	2	0,485608	0,015437	0,056448	267,4	1,5	-0,999	-0,046	0,027	0,999	0,026	0,046	
2021-03-21 18:23:00	0,013741	558,1493	2	0,495885	0,015698	0,064148	267,6	1,4	-0,999	-0,042	0,024	0,999	0,025	0,042	
2021-03-21 18:25:00	0,012441	553,4922	2	0,517099	0,016233	0,053376	268	1,1	-0,999	-0,035	0,019	0,999	0,021	0,034	
2021-03-21 18:26:00	0,012168	551,1571	2	0,528045	0,016507	0,050088	268,2	0,9	-0,999	-0,032	0,016	0,999	0,02	0,03	
2021-03-21 18:27:00	0,012226	548,8177	2	0,539224	0,016785	0,049068	268,4	0,8	-1	-0,028	0,013	1	0,018	0,026	
2021-03-21 18:28:00	0,011994	546,4739	2	0,550641	0,017067	0,04596	268,6	0,6	-1	-0,025	0,011	1	0,016	0,022	
2021-03-21 18:29:00	0,011712	544,1259	2	0,5623	0,017354	0,042387	268,8	0,4	-1	-0,022	0,008	1	0,015	0,018	
2021-03-21 18:30:00	0,011406	541,7736	2	0,574206	0,017644	0,038495	269	0,3	-1	-0,018	0,005	1	0,013	0,014	
2021-03-22 18:23:00	0,012649	564,1882	2	0,483345	0,015467	0,058733	267,8	1,7	-0,999	-0,038	0,029	0,999	0,018	0,044	
2021-03-22 18:24:00	0,014107	561,8926	2	0,493577	0,01573	0,066044	268	1,5	-0,999	-0,034	0,027	0,999	0,016	0,04	
2021-03-22 18:25:00	0,01249	559,5926	2	0,504026	0,015997	0,05493	268,2	1,4	-0,999	-0,031	0,024	0,999	0,015	0,036	
2021-03-22 18:26:00	0,012467	557,2883	2	0,514697	0,016269	0,053374	268,4	1,2	-0,999	-0,028	0,021	0,999	0,013	0,032	
2021-03-22 18:27:00	0,012276	554,9798	2	0,525595	0,016544	0,050646	268,6	1,1	-1	-0,024	0,019	1	0,011	0,028	
2021-03-22 18:28:00	0,012633	552,6669	2	0,536724	0,016824	0,05166	268,8	0,9	-1	-0,021	0,016	1	0,01	0,024	
2021-03-22 18:29:00	0,012172	550,3497	2	0,548089	0,017109	0,04703	269	0,8	-1	-0,017	0,013	1	0,008	0,02	
2021-03-22 18:30:00	0,011857	548,0284	2	0,559696	0,017397	0,043255	269,2	0,6	-1	-0,014	0,011	1	0,007	0,016	
2021-03-22 18:31:00	0,011573	545,7028	2	0,571548	0,01769	0,039582	269,4	0,5	-1	-0,01	0,008	1	0,005	0,012	
2021-03-23 18:24:00	0,013109	565,6259	2	0,4811	0,015434	0,06177	268,3	1,9	-0,999	-0,03	0,032	0,999	0,01	0,043	
2021-03-23 18:25:00	0,014386	563,3457	2	0,491286	0,015698	0,06771	268,5	1,7	-0,999	-0,027	0,03	0,999	0,008	0,039	
2021-03-23 18:26:00	0,012567	561,0611	2	0,501689	0,015965	0,055608	268,7	1,5	-0,999	-0,023	0,027	0,999	0,007	0,035	
2021-03-23 18:27:00	0,012383	558,7723	2	0,512312	0,016236	0,05297	268,9	1,4	-1	-0,02	0,024	1	0,005	0,031	
2021-03-23 18:28:00	0,01238	556,4793	2	0,523161	0,016512	0,05153	269,1	1,2	-1	-0,016	0,022	1	0,003	0,027	

Tag	Anzahl Minuten	Anfang	Ende
8. Mai.	2	18:44	18:45
9. Mai.	2	18:44	18:45
10. Mai.	4	18:44	18:47
11. Mai.	4	18:45	18:48
12. Mai.	6	18:45	18:50
13. Mai.	6	18:46	18:51
14. Mai.	7	18:46	18:52
15. Mai.	8	18:47	18:54
16. Mai.	9	18:47	18:55
17. Mai.	9	18:48	18:56
18. Mai.	10	18:48	18:57
19. Mai.	11	18:49	18:59
20. Mai.	12	18:49	19:00
21. Mai.	12	18:51	19:02
22. Mai.	13	18:51	19:03
23. Mai.	14	18:51	19:04
24. Mai.	14	18:52	19:05
25. Mai.	15	18:52	19:06
26. Mai.	15	18:53	19:07
27. Mai.	16	18:53	19:08
28. Mai.	17	18:53	19:09
29. Mai.	17	18:54	19:10
30. Mai.	18	18:54	19:11
31. Mai.	19	18:55	19:13
1. Jun.	19	18:56	19:14
2. Jun.	19	18:56	19:14
3. Jun.	19	18:56	19:14
4. Jun.	19	18:57	19:15
5. Jun.	19	18:57	19:15
6. Jun.	19	18:58	19:16
7. Jun.	19	18:58	19:16
8. Jun.	20	18:58	19:17
9. Jun.	19	18:59	19:17
10. Jun.	19	18:59	19:17
11. Jun.	19	18:59	19:17
12. Jun.	19	19:00	19:18
13. Jun.	20	19:00	19:19
14. Jun.	20	19:00	19:19
15. Jun.	20	19:00	19:19
16. Jun.	19	19:01	19:19
17. Jun.	19	19:02	19:20
18. Jun.	19	19:02	19:20
19. Jun.	19	19:02	19:20
20. Jun.	19	19:02	19:20
21. Jun.	19	19:03	19:21
22. Jun.	19	19:03	19:21
23. Jun.	19	19:03	19:21
24. Jun.	19	19:03	19:21
25. Jun.	19	19:03	19:21

Zeitraum Start	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	**Messpunkt OP 5**
12.05.2021	02.08.2021	20	1301	18:45	19:23	

Potentielle Reflexionen am Messpunkt OP 5:

1301 Minuten pro Jahr (Summe gesamt)
1053 Minuten pro Jahr mit Sichtschutz durch Blattwerk (Juni-September)
248 Minuten pro Jahr ohne Sichtschutz durch Blattwerk (Oktober-Mai)
20 Minuten pro Tag (Max)

Parameter für Daten Bereinigung (Datensatz mit 3270 Einträgen):
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)

