

SolPEG Blendgutachten Solarpark Winden

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

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

☎ +49 40 79 69 59 36

☎ +49 40 79 69 59 38

@ info@solpeg.com

🌐 www.solpeg.com

Inhalt

1	Auftrag	3
1.1	Beauftragung.....	3
1.2	Hintergrund und Auftragsumfang.....	3
2	Systembeschreibung.....	4
2.1	Standort Übersicht	4
2.2	Umliegende Gebäude.....	6
3	Ermittlung der potentiellen Blendwirkung.....	7
3.1	Rechtliche Hinweise	7
3.2	Blendwirkung von PV Modulen.....	7
3.3	Berechnung der Blendwirkung	9
3.4	Technische Parameter der PV Anlage	10
3.5	Standort e für die Analyse	11
3.6	Hinweise zum Simulationsverfahren	12
4	Ergebnisse	15
4.1	Ergebnisse am Messpunkt P1, EI26 südöstlich	16
4.2	Ergebnisse am Messpunkt P2, EI26 östlich	17
4.3	Ergebnisse am Messpunkt P3, Gebäude südlich / St2392 südlich.....	18
4.4	Ergebnisse am Messpunkt P4, Gebäude östlich (Stenzenhof)	19
5	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	21
6	Schlussbemerkung	21
7	Anhang (Auszug).....	22 - 38

SolPEG Blendgutachten

Analyse der potentiellen Blendwirkung der geplanten PV Anlage Winden

1 Auftrag

1.1 Beauftragung

Als unabhängiger Gutachter für Photovoltaik (PV) ist die SolPEG GmbH beauftragt, die potentielle Blendwirkung der geplanten PV Anlage „Winden“ für die Verkehrsteilnehmer der 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“ (seit 2014). Andererseits soll der Ausbau der erneuerbaren Energien auch die bestehenden Regelungen für den Immissionsschutz berücksichtigen. Dies gilt auch für Lichtimmissionen durch PV Anlagen.

Grundlage für die Berechnung und Beurteilung von Lichtimmissionen ist die sog. Licht-Leitlinie¹, die 1993 durch die Bund/Länder - Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) verfasst und 2012 um einen Abschnitt zu PV Anlagen erweitert wurde. Nach überwiegender Meinung von Experten enthält die Licht-Leitlinie nicht unerhebliche Defizite bzw. Unklarheiten und ist als Instrument für die sachgerechte Beurteilung von Reflexionen durch PV Anlagen nur bedingt anwendbar. Weitere Ausführungen hierzu finden sich im Abschnitt 4.

Die vorliegende Untersuchung soll klären ob bzw. in wie weit von der PV Anlage „Winden“ eine Blendwirkung für schutzbedürftige Zonen im Sinne der Licht-Leitlinie ausgehen könnte. Dies gilt für Verkehrsteilnehmer auf der EI26 sowie für Anwohner der umliegenden Gebäude.

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

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

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

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

2 Systembeschreibung

2.1 Standort Übersicht

Die Flächen des Solarparks befinden sich in einem landwirtschaftlichen Gebiet nördlich der Ortschaft Winden, ca. 10 km nordwestlich von Altmannstein in Oberbayern. Östlich der Fläche verläuft die EI26, südlich die St2392. Die folgenden Informationen und Bilder geben einen Überblick über den Standort.

Tabelle 1: Informationen über den Standort

Allgemeine Beschreibung des Standortes	Landwirtschaftliche Flächen nördlich der Ortschaft Winden, ca. 10 km nordwestlich von Altmannstein in Oberbayern. Die Flächen sind leicht hügelig und teilweise abfallend nach Norden.
Koordinaten (Mitte)	48.953°N, 11.536°O 508 m ü.N.N.
Abstand zur EI26	ca. 15 m
Entfernung zu umliegenden Gebäuden	ca. 320 m (südlich, nicht relevant)

Übersicht² über den Standort und die PV Anlage (schematisch)

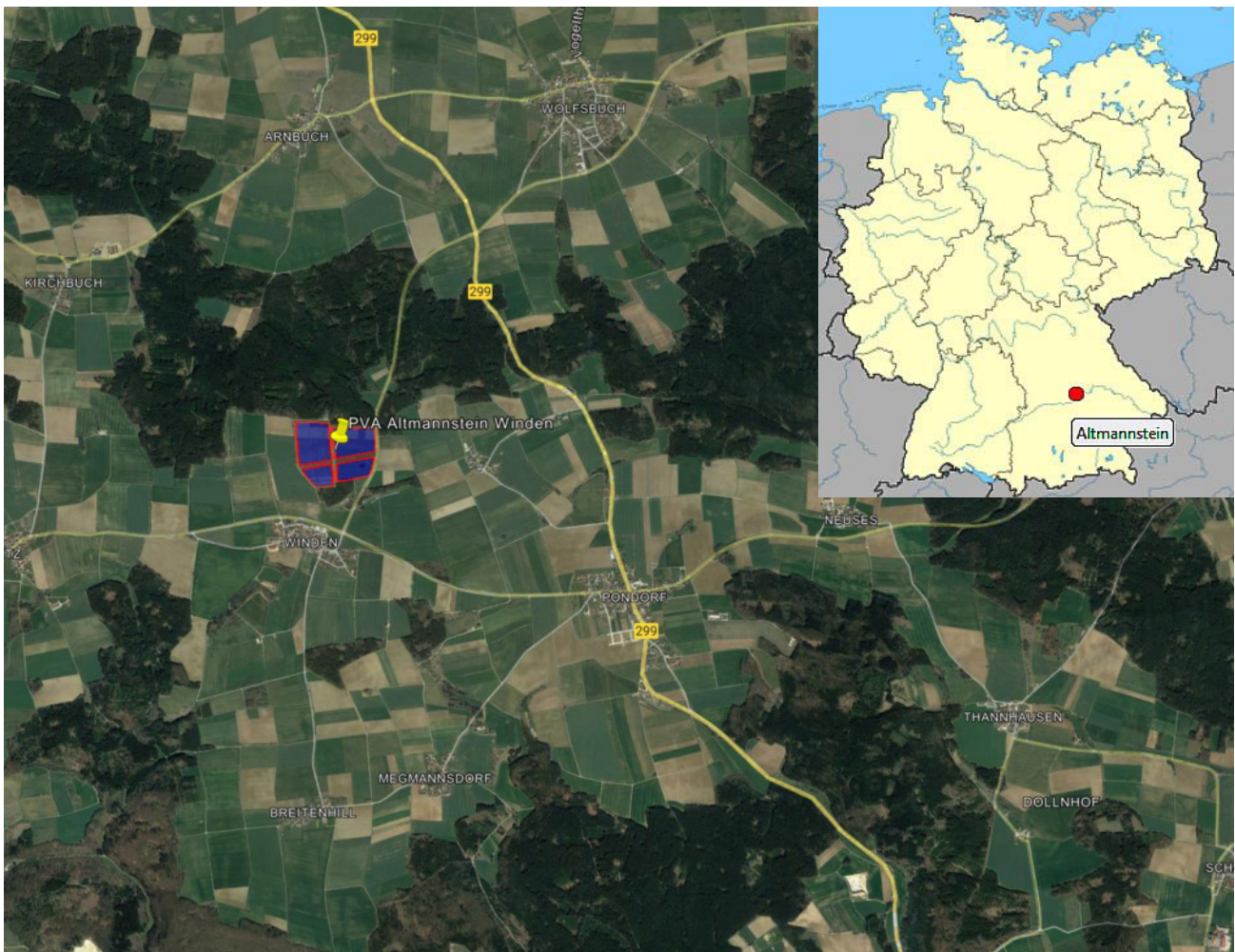


Bild 2.1.1: Luftbild mit Schema der PV Anlage (Quelle: Google Earth/SolPEG)

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

Detailansicht der PV Flächen und Umgebung

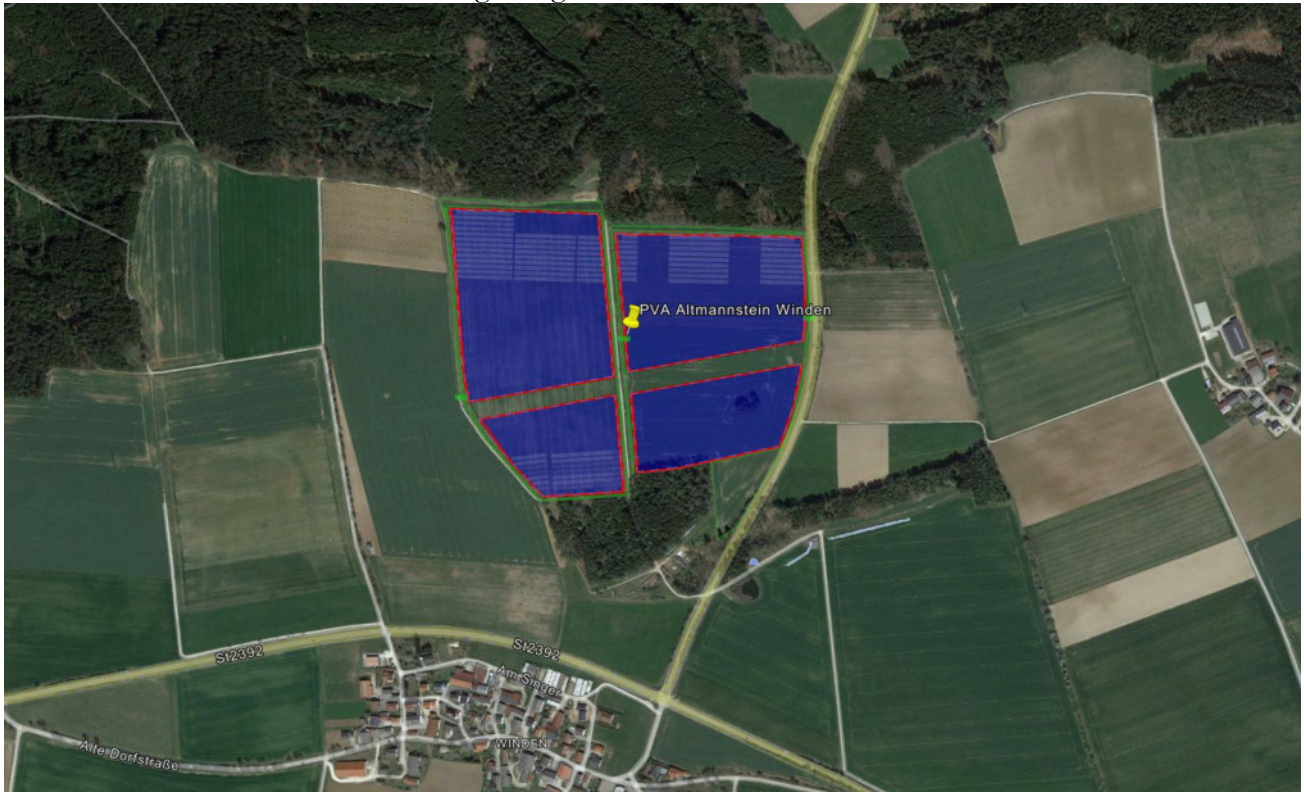


Bild 2.1.2: Detailansicht der PV Flächen (Quelle: Google Earth/SolPEG, Nordausrichtung)

Detailansicht der PV Anlage

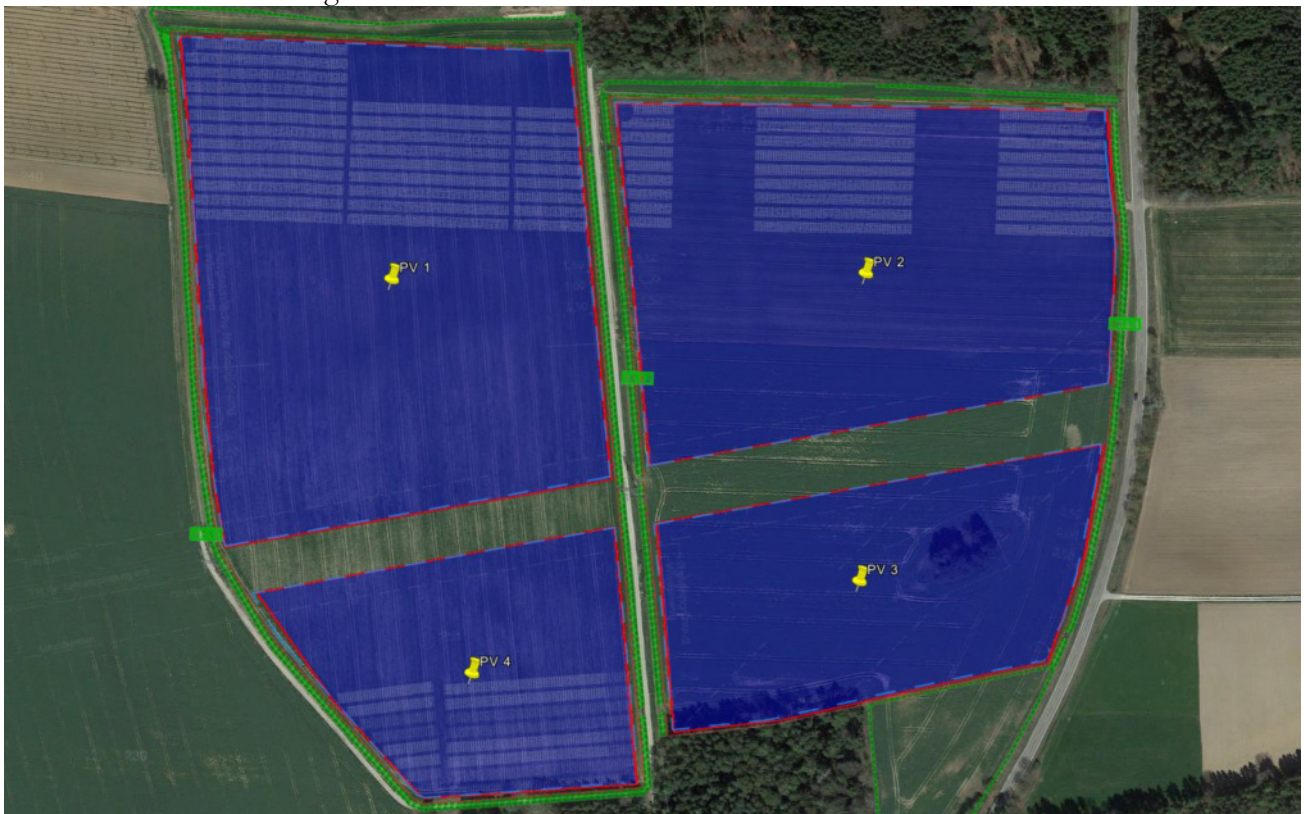


Bild 2.1.3: Detailansicht der PV Flächen (Quelle: Google Earth/SolPEG, Nordausrichtung)

2.2 Umliegende Gebäude

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

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

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

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

Die folgende Skizze zeigt die PV Flächen und Umgebung. Gemäß Reflexionsgesetz können die südlich gelegenen Gebäude nicht von potentiellen Reflexionen durch die PV Anlage erreicht werden. Die östlich gelegenen Gebäude (Stenzenhof) sind aufgrund der großen Entfernung nicht von Reflexionen betroffen, der Standort wird dennoch analysiert. 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 östlich der PV Anlage (Quelle: Google Earth/SolPEG)

3 Ermittlung der potentiellen Blendwirkung

3.1 Rechtliche Hinweise

Rechtliche Hinweise u.a. zur Licht-Leitlinie sind nicht Bestandteil dieses Dokumentes. Es sei lediglich darauf hingewiesen, dass nach aktueller Gesetzgebung der Ausbau der Erneuerbaren Energien im über-
ragenden öffentlichen Interesse liegt und der öffentlichen Sicherheit dient und somit höher wiegt als
Einzelinteressen. Darüber hinaus bestätigt ein aktuelles Urteil des OLG Braunschweig³ die grundsätzlich
fehlenden Bewertungsgrundlagen für Reflexion durch Sonnenlicht. Die Ausführungen der LAI Lichtleit-
linie können lediglich im Einzelfall als Orientierung herangezogen werden.

3.2 Blendwirkung von PV Modulen

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

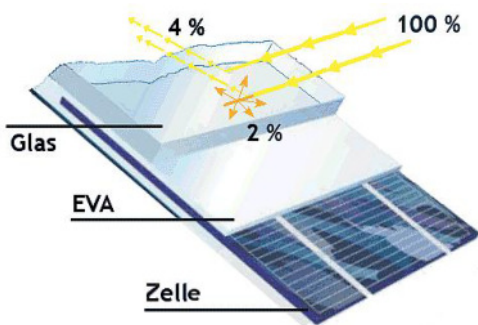


Bild 3.2.1: Anteil des reflektierten Sonnenlichtes bei einem PV Modul (Quelle: SolPEG)

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



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

³ <https://oberlandesgericht-braunschweig.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.

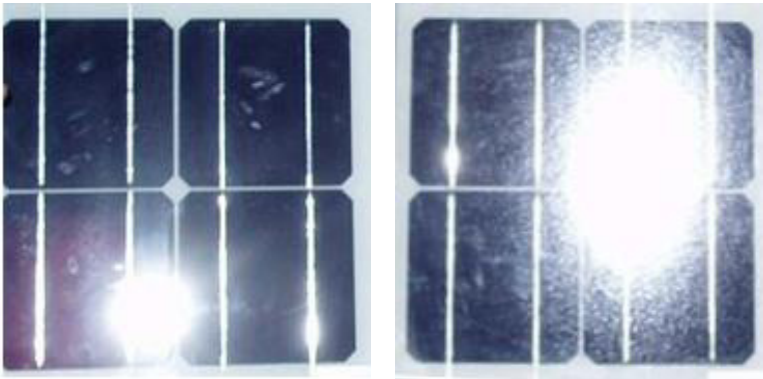


Bild 3.2.3: Diffuse Reflexion von unterschiedlichen Moduloberflächen (Quelle: Sandia National Laboratories)

Diese Eigenschaften können schematisch wie folgt dargestellt werden

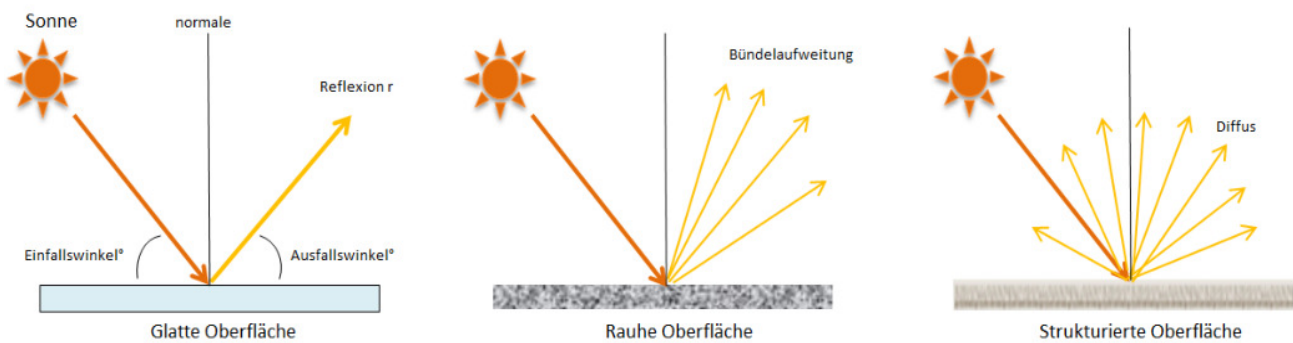


Bild 3.2.4: Reflexion von unterschiedlichen Oberflächen (Quelle: SolPEG)

Lt. Informationen des Auftraggebers sollen PV Module des Herstellers Trina Solar mit Anti-Reflexions-Eigenschaften zum Einsatz kommen. Die Simulationsparameter werden entsprechend eingestellt. Es können aber auch Module eines anderen Herstellers mit ähnlichen Eigenschaften verwendet werden. Damit kommen die nach aktuellem Stand der Technik möglichen Maßnahmen zur Vermeidung von Reflexion und Blendwirkungen zur Anwendung.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
Cell Orientation	144 cells (6 × 24)
Module Dimensions	2102 × 1040 × 35 mm (82.76 × 40.94 × 1.38 inches)
Weight	24.0 kg (52.9lb)
Glass	3.2 mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant Material	EVA
Backsheet	White
Frame	35 mm (1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy

Bild 3.2.5: Auszug aus dem Moduldatenblatt, siehe auch Anhang

3.3 Berechnung der Blendwirkung

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

Darüber hinaus kommen die in Anhang 2 der Licht-Leitlinie beschriebenen Empfehlungen (Seite 21ff) zur Anwendung, es werden jedoch aufgrund fehlender Angaben u.a. für Fahrzeuglenker zusätzliche Quellen herangezogen, u.a. die Richtlinien der FAA⁴ zur Beurteilung der Blendwirkung für den Flugverkehr.

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

Der grundlegende Ansatz zur Berechnung der Reflexion ist wie folgt. Wenn die Position der Sonne und die Ausrichtung des PV Moduls (Neigung: γ_p , Azimut α_p) bekannt sind, kann der Winkel der Reflexion (θ_p) mit der folgenden Formel berechnet werden:

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

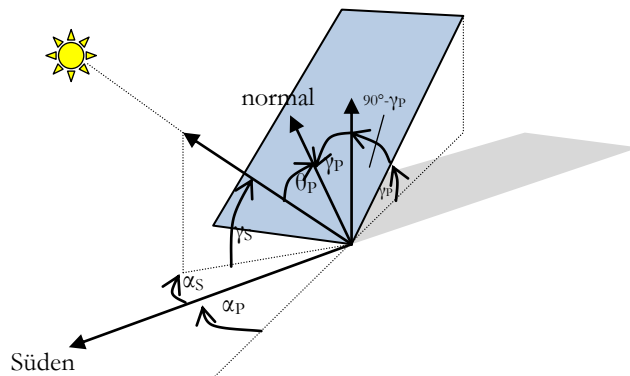


Bild 3.3.1: Schematische Darstellung der Reflexionen auf einer geneigten Fläche (Quelle: SolPEG)

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-Leitlinie⁵ wird eine Entfernung von 100 m genannt.

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

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

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

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

3.4 Technische Parameter der PV Anlage

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

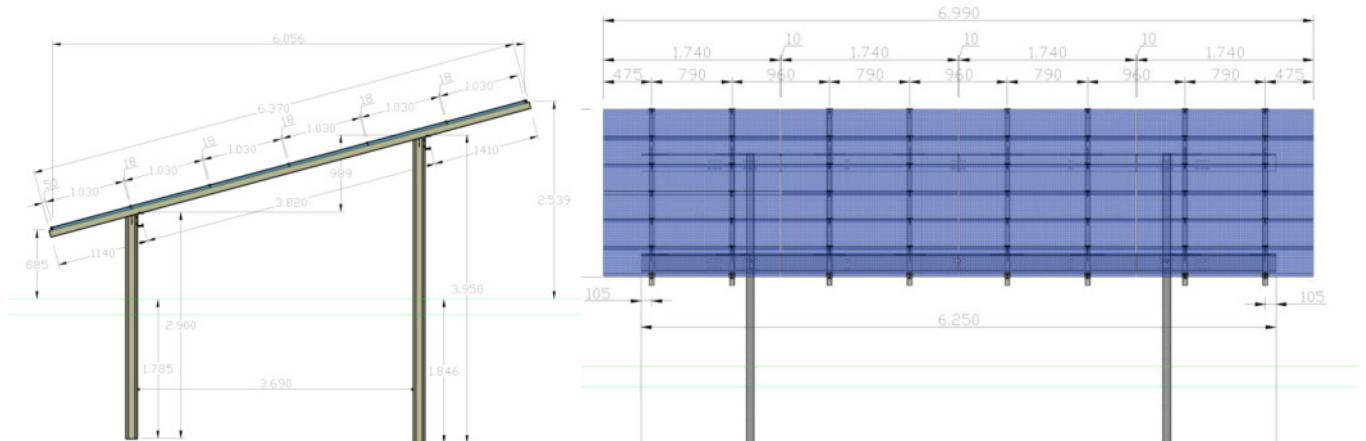


Bild 3.4.1: Skizze der Modulkonstruktion (Quelle: Auftraggeber, Ausschnitt)

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

Tabelle 1: Berechnungsparameter

PV Modul	Trina Solar (oder vergleichbar)
Moduloberfläche	Solarglas mit Anti-Reflexionsbehandlung (lt. Datenblatt)
Unterkonstruktion	Modultische, fest aufgeständert
Modulinstallation	6 Module quer übereinander (3P)
Ausrichtung (Azimut)	Süden (180°)
Modulneigung	20°
Höhe der sichtbaren Modulfläche	min. ca. 0,80 m, max. 3,05 m (leichte Abweichungen möglich)
Anzahl Messpunkte gesamt	4 Messpunkte (siehe Skizze 3.5.1)
Azimut Blickrichtung Fahrzeugführer ⁷	Fahrtrichtung +/- 20°
Höhe Messpunkte durchschnittlich	2,0 m über Boden

Hinweis:

Die Simulation wurde auch mit anderen Modulneigungen durchgeführt (u.a. 15°) und es zeigen sich an einzelnen Immissionsorten erwartungsgemäß leicht abweichende Ergebnisse. Insgesamt sind die Abweichungen allerdings vernachlässigbar. Die weiteren Ausführungen beziehen sich auf 20° Modulneigung.

⁷ Überwiegend wird angenommen, dass Reflexionen in einem Winkel von 20° und mehr zur Blickrichtung keine Beeinträchtigung darstellen. In einem Winkel zwischen 10° - 20° können Reflexionen eine moderate Blendwirkung erzeugen und unter 10° werden sie überwiegend als Beeinträchtigung empfunden.

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

3.5 Standorte für die Analyse

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

Für die Analyse einer potentiellen Blendwirkung der PV Anlage Winden wurden insgesamt 4 Messpunkte festgelegt. 2 Messpunkte auf der östlich verlaufenden EI26 sowie 2 Messpunkte im Bereich der südlich und östlich gelegenen Gebäude. Weitere Standorte an Gebäuden wurden nicht weiter untersucht, da aufgrund von Entfernung und/oder Winkel zur Immissionsquelle keine Beeinträchtigungen durch potentielle Reflexionen zu erwarten sind. Privat-, Feld- und Wirtschaftswege werden nicht analysiert. Die Einzelergebnisse sind im Abschnitt 4 dargestellt und kommentiert.

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

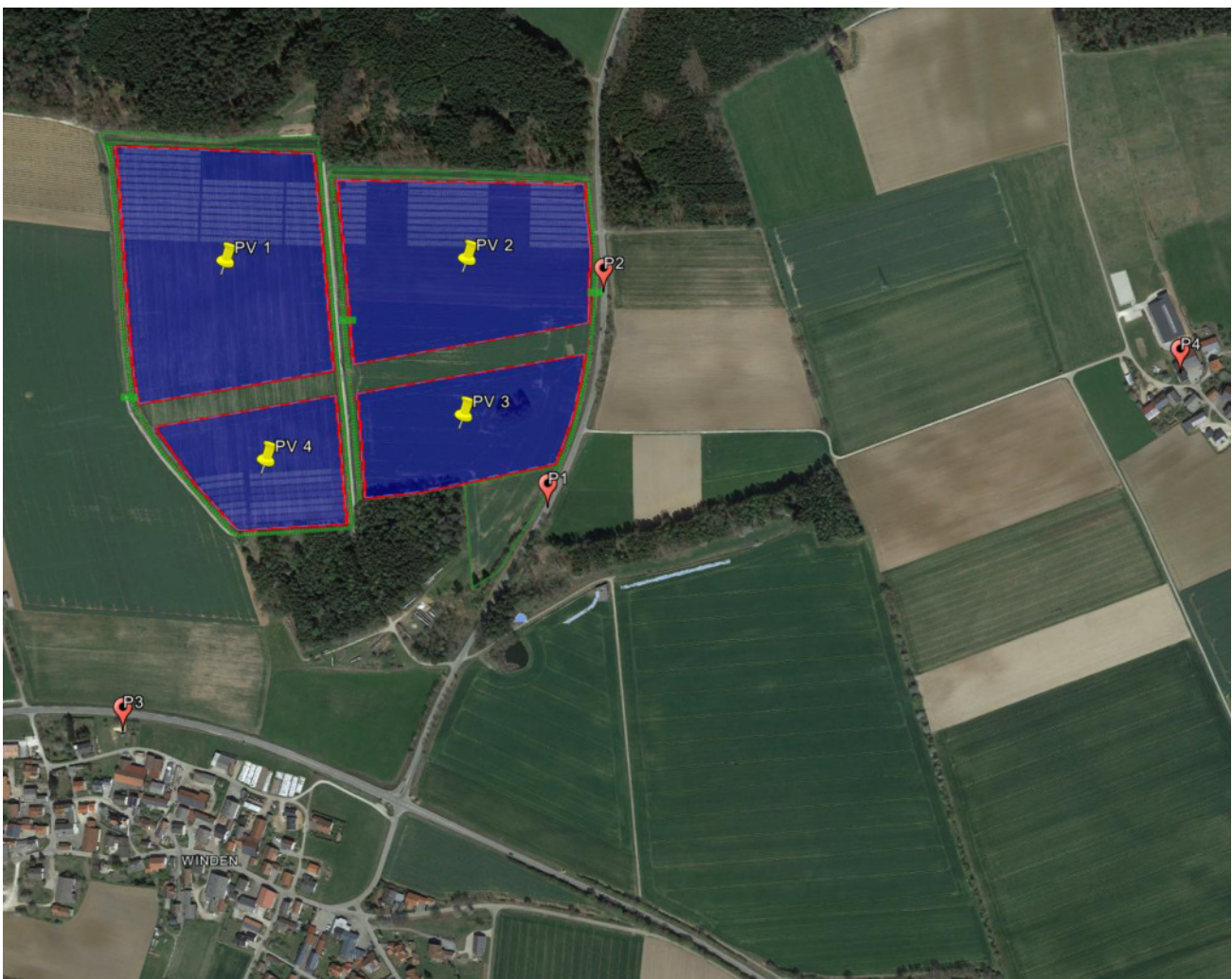


Bild 3.5.1: Übersicht über die PV Anlage und die gewählten Messpunkte (Quelle: Google Earth/SolPEG)

3.6 Hinweise zum Simulationsverfahren

Licht-Leitlinie

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

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

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

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

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

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

Christoph Schierz, TU Ilmenau, FG Lichttechnik, 2012:

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

Michaela Fischbach, Wolfgang Rosenthal, Solarpraxis AG:

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

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

Schutzwürdige Räume

In der Licht-Leitlinie sind einige "schutzwürdige Räume" - also ortsfeste Standorte - aufgeführt, für die zu bestimmten Tageszeiten störende oder belastigende Einflüsse durch Lichtimmissionen zu vermeiden sind. Es fehlt⁸ allerdings eine Definition oder Empfehlung zum Umgang mit Verkehrswegen und auch zu Schienen- und Kraftfahrzeugen als "beweglichen" Räumen. Eine Blendwirkung an beweglichen Standorten ist in Bezug zur Geschwindigkeit zu sehen, d.h. eine Reflexion kann an einem festen Standort über mehrere Minuten auftreten, ist jedoch bei der Vorbeifahrt mit 100 km/h ggf. nur für Sekundenbruchteile wahrnehmbar. Aber trotz einer physiologisch unkritischen Leuchtdichte kann die Blendwirkung durch frequente Reflexionen subjektiv als störend empfunden werden (psychologische Blendwirkung). Vor diesem Hintergrund kann die Empfehlung der Licht-Leitlinie in Bezug auf die maximale Dauer von Reflexionen in "schutzwürdigen Räumen" nicht ohne weiteres auf Fahrzeuge übertragen werden. Die reinen Zahlen der Simulationsergebnisse sind immer auch im Kontext zu verstehen.

Einfallswinkel der Reflexion

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

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

Entfernung zur Immissionsquelle

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

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.

⁸ Licht-Leitlinie "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. TMY⁹) vorhanden sind. Der Deutsche Wetterdienst DWD hat für Deutschland für das Jahr 2022 eine mittlere Wolkenbedeckung¹⁰ von ca. 62,5 % ermittelt. Der Durchschnittswert für den Zeitraum 1982-2009 liegt bei 62,5 % - 75 %.

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

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

Kategorien von Reflexionen

Fachleute sind überwiegend der Meinung, dass die sog. Absolutblendung, die eine Störung der Sehfähigkeit bewirkt, ab einer Leuchtdichte von ca. 100.000 cd/m² beginnt. Störungen sind z.B. Nachbilder in Form von hellen Punkten nachdem in die Sonne geschaut wurde. Auch in der LAI Licht-Leitlinie ist dieser Wert angegeben (S. 21, der Wert ist bezogen auf die Tagesadaptation des Auges).

Aber nicht alle Reflexionen führen zwangsläufig zu einer Blendwirkung, da es sich neben den messbaren Effekten auch in einem hohen Maß um eine subjektiv empfundene Erscheinung/Irritation handelt (Psychologische Blendwirkung). Das Forschungsinstitut Sandia National Laboratories (USA) hat verschiedene Untersuchungen auf diesem Gebiet analysiert und eine Skala entwickelt, die die Wahrscheinlichkeit für Störungen/Nachbilder durch Lichtimmissionen in Bezug zu ihrer Intensität kategorisiert. Diese Kategorisierung entspricht dem Bezug zwischen Leuchtdichte (W/cm²) und Ausdehnung (Raumwinkel, mrad). Die folgende Skizze zeigt die Bewertungsskala in der Übersicht und auch das hier verwendete Simulationsprogramm stellt die jeweiligen Messergebnisse in ähnlicher Weise dar.

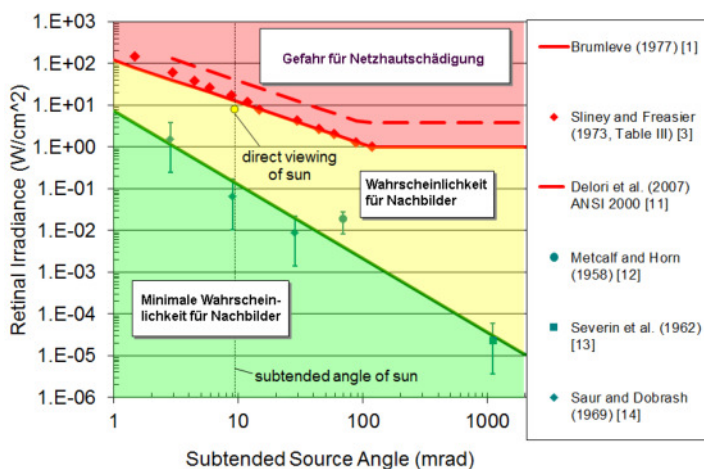


Bild 3.6.3: Kategorisierung von Reflexionen (Quelle: Sandia National Laboratories, siehe auch Diagramme im Anhang)

⁹ Handbuch: <https://www.nrel.gov/docs/fy08osti/43156.pdf>

¹⁰ DWD Service: https://www.dwd.de/DE/leistungen/rcccm/int/rcccm_int_cfc.html

Bild: https://www.dwd.de/DWD/klima/rcccm/int/rcc_eude_cen_cfc_mean_2022_17.png

4 Ergebnisse

Die Berechnung der potentiellen Blendwirkung der PV Anlage Winden wird für 5 exemplarisch gewählte Messpunkte durchgeführt. Das Ergebnis ist die Anzahl von Minuten pro Jahr, in denen eine Blendwirkung der Kategorien „Minimal“ und „Gering“ auftreten kann. Die Kategorien entsprechen den Wertebereichen der Berechnungsergebnisse in Bezug auf Leuchtdichte und -dauer. Die Wertebereiche sind im Diagramm 3.6.3 auch als farbige Flächen dargestellt:

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

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

Die folgende Tabelle zeigt die Ergebniswerte nach Bereinigung der Rohdaten und Anmerkungen zu weiteren Einschränkungen. Die Zahlen dienen der Übersicht aus formellen Gründen und sind nur im Kontext und mit den genannten Einschränkungen/Hinweisen zu verwenden. Individuelle Ausführungen erfolgen im weiteren Abschnitt gesondert für die jeweiligen Messpunkte.

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

Messpunkt	PV Feld 1	PV Feld 2	PV Feld 3	PV Feld 4
P1 Bundesstraße EI26 Südöstlich	692 ^{WE}	-	1984 ^W	220 ^{WEG}
P2 Bundesstraße EI26 Östlich	1093 ^{WE}	6748 ^W	-	-
P3 Gebäude südlich / St2392 südlich	-	-	-	-
P4 Gebäude östlich (Stenzenhof)	-	225 ^E	-	-

^W Aufgrund des Einfallswinkels zu vernachlässigen

^E Aufgrund der Entfernung zur Immissionsquelle zu vernachlässigen

^G Aufgrund der Geländestruktur oder Hindernissen/Sichtschutz zu vernachlässigen

Die unbereinigten Daten sind im Anhang aufgeführt.

4.1 Ergebnisse am Messpunkt P1, EI26 südöstlich

Am Messpunkt P1 auf der EI26 können bei der Fahrt Richtung Südwesten theoretisch Reflexionen durch das PV Feld 3 auftreten. Diese können zwischen dem 19. April und dem 24. August zwischen 18:09 - 18:36 Uhr für 5 bis max. 17 Minuten aus westlicher Richtung auftreten.

Entscheidend für die Beurteilung einer potentiellen Blendwirkung ist allerdings der Umstand, dass die Einfallswinkel mit $+68^\circ$ bis $+89^\circ$ rechts (westlich) zur Fahrtrichtung deutlich außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels liegen ($\pm 20^\circ$ zur Fahrtrichtung, ca. 100 m) und daher sind potentielle Reflexionen zu vernachlässigen.

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

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

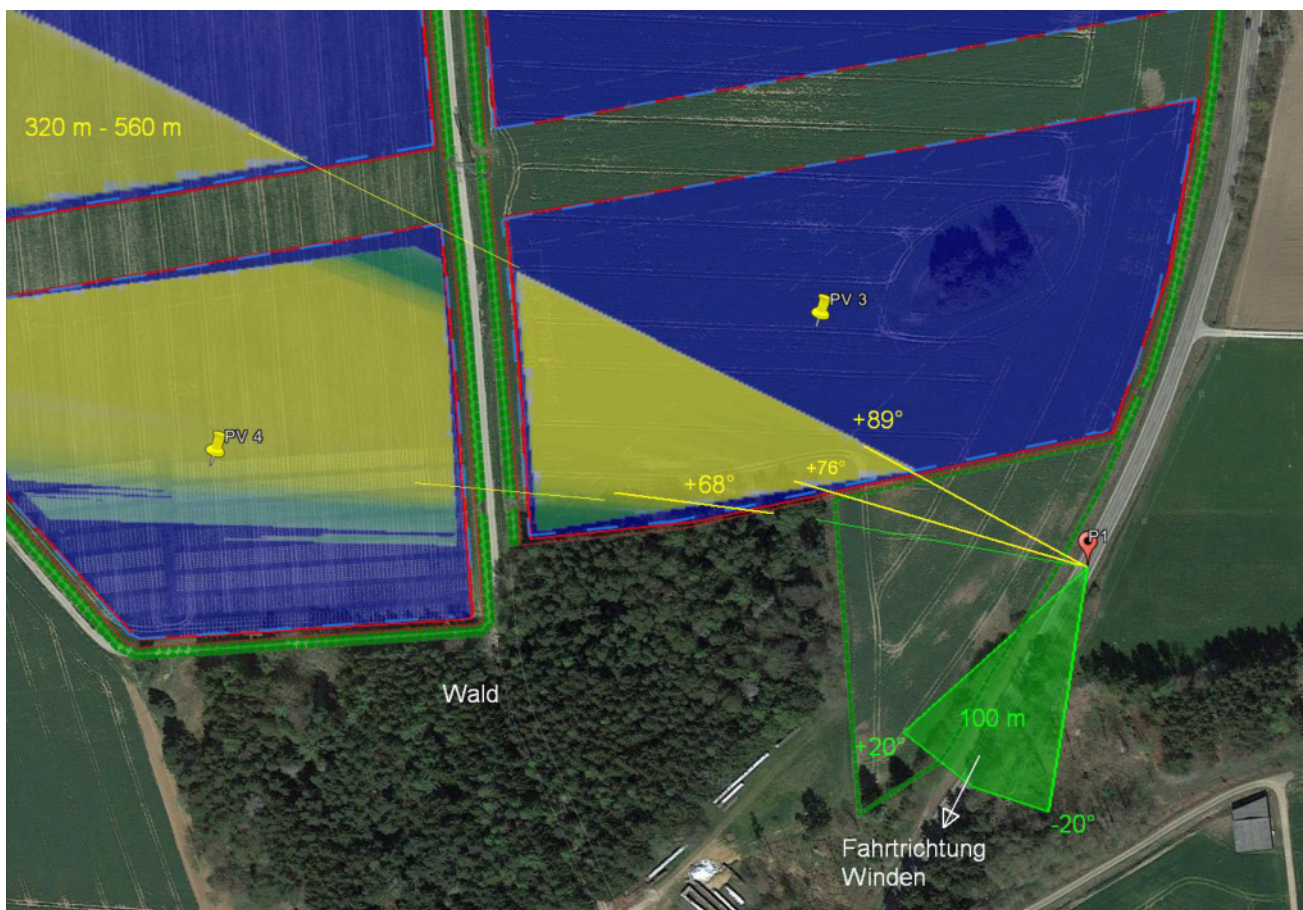


Bild 4.1.1: Situation am Messpunkt P1 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

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

Rein rechnerisch könnten im selben Einfallswinkel auch Reflexionen durch die weiter westlich gelegene PV Felder 1 und 4 auftreten, diese sind jedoch aufgrund der sehr großen Entfernung zu vernachlässigen.

4.2 Ergebnisse am Messpunkt P2, EI26 östlich

Am Messpunkt P2 auf der EI26 östlich der PV Anlage können bei der Fahrt Richtung Norden theoretisch Reflexionen durch das PV Feld 2 auftreten. Diese können zwischen dem 20. März und dem 22. September zwischen 17:10 - 18:35 Uhr für 5 bis max. 46 Minuten aus westlicher Richtung auftreten. Entscheidend für die Beurteilung einer potentiellen Blendwirkung ist allerdings auch hier der Aspekt, dass die Einfallswinkel mit -56° bis -83° links (westlich) zur Fahrtrichtung deutlich außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels liegen und daher sind potentielle Reflexionen zu vernachlässigen.

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

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

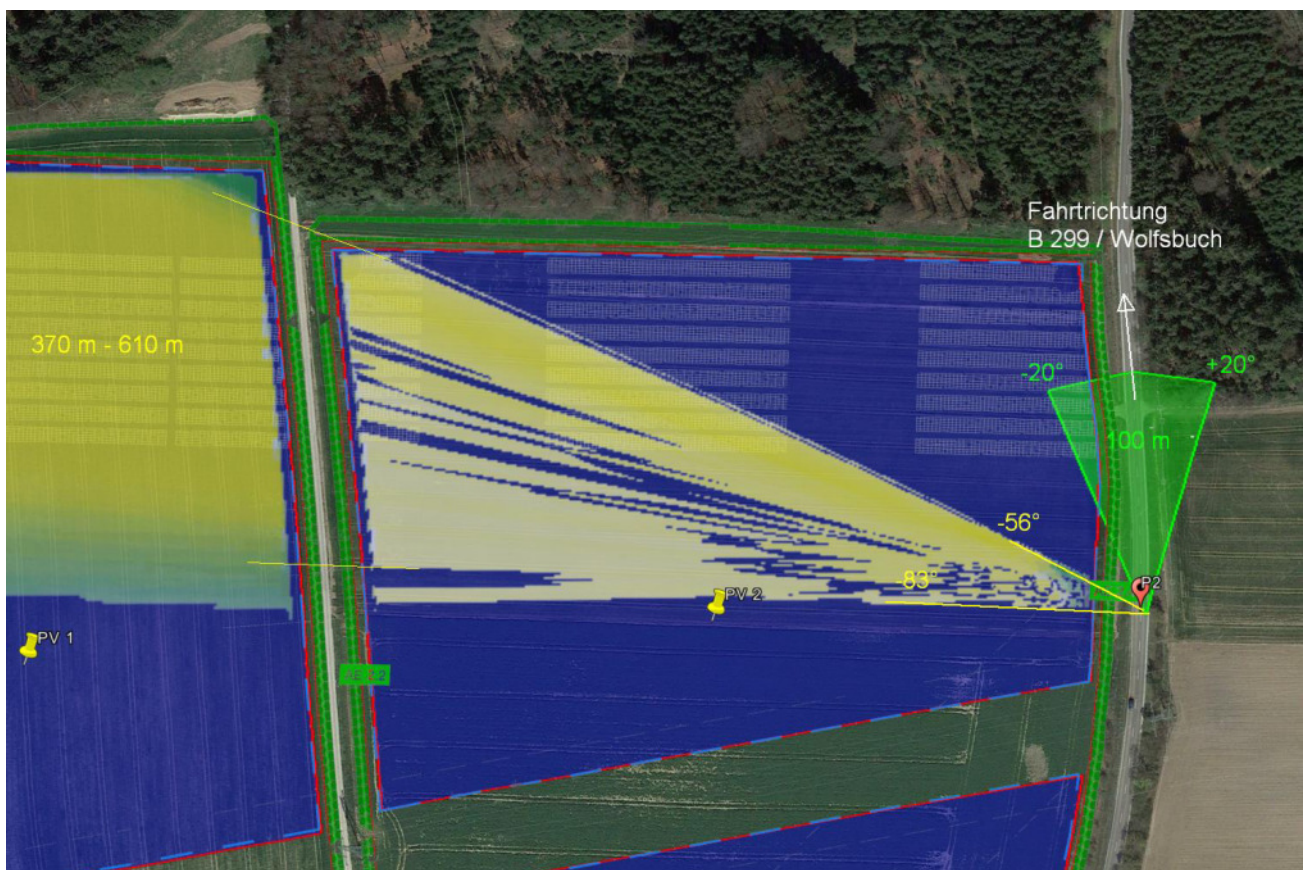


Bild 4.2.1: Situation am Messpunkt P2 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

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

Rein rechnerisch könnten im selben Einfallswinkel auch Reflexionen durch das weiter westlich gelegene PV Feld 1 auftreten, diese sind jedoch aufgrund der sehr großen Entfernung zu vernachlässigen. Darüber hinaus liegt das PV Feld 2 ca. 3 m unterhalb der Fahrbahn der EI26 und ist daher überwiegend nicht einsehbar.

Die folgende Skizze (Pseudo 3D) zeigt die Situation am Messpunkt P2, Blick Richtung Norden. Potentielle Reflexionen sind links im Bild, deutlich außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels ($\pm 20^\circ$ zur Fahrrichtung, ca. 100 m), als gelbe/grüne Flächen angedeutet.

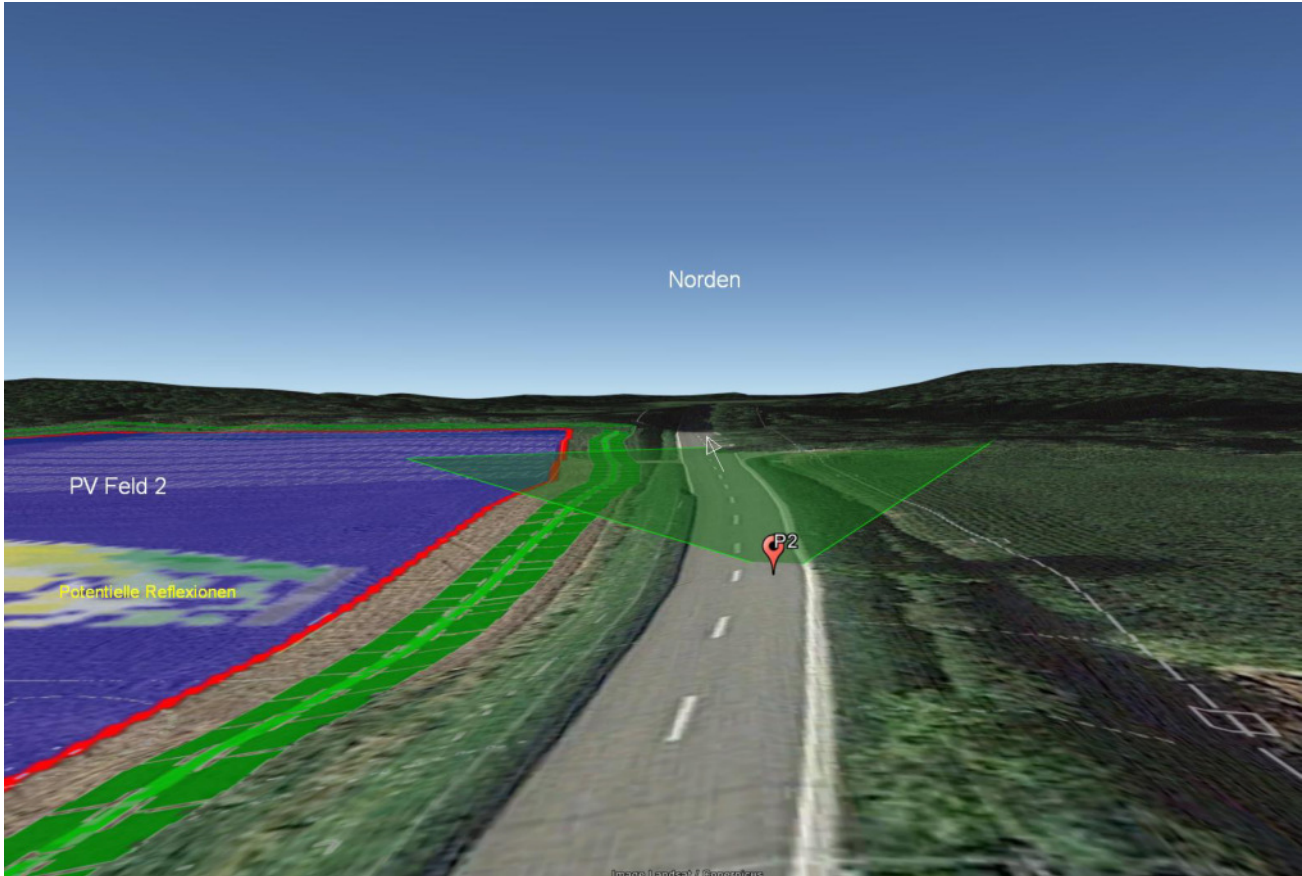


Bild 4.2.2: Situation am Messpunkt P2 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

4.3 Ergebnisse am Messpunkt P3, Gebäude südlich / St2392 südlich

Messpunkt P3 im Bereich der Gebäude der Ortschaft Winden, südlich der PV Anlage, wurde zu Kontrollzwecken untersucht da in diesem Bereich nicht mit Reflexionen durch die PV Anlage zu rechnen ist. Erwartungsgemäß zeigt die Simulation keine Ergebnisse und dementsprechend kann eine Beeinträchtigung von Anwohnern durch die PV Anlage mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden. Dies gilt gleichermaßen auch für Fahrzeugführer auf der St2392, die etwas nördlich von Messpunkt P3 verläuft.

4.4 Ergebnisse am Messpunkt P4, Gebäude östlich (Stenzenhof)

Auch der Messpunkt P4 im Bereich der Gebäude Stenzenhof, östlich der PV Anlage, wurde zu Kontrollzwecken untersucht da aufgrund der sehr großen Entfernung nicht mit relevanten Reflexionen durch die PV Anlage zu rechnen ist. Nach Bereinigung der Simulationsergebnisse sind nur an insgesamt 225 Minuten pro Jahr Reflexionen durch das PV Feld 2 nachweisbar. Die können im April und im August für jeweils max. 12 Minuten am Tag aus westlicher Richtung auftreten.

Die folgende Tabelle zeigt das Auftreten von Reflexionen in der Übersicht.

Tabelle 3: Mögliches Auftreten und Dauer von Reflexionen am Messpunkt P4

Zeitraum Beginn	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag (max.)	Minuten im Zeitraum	Erstes Auftreten	Letztes Auftreten
18. April	29. April	12	113	18:08	18:20
13. August	24. August	12	112	18:12	18:27

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

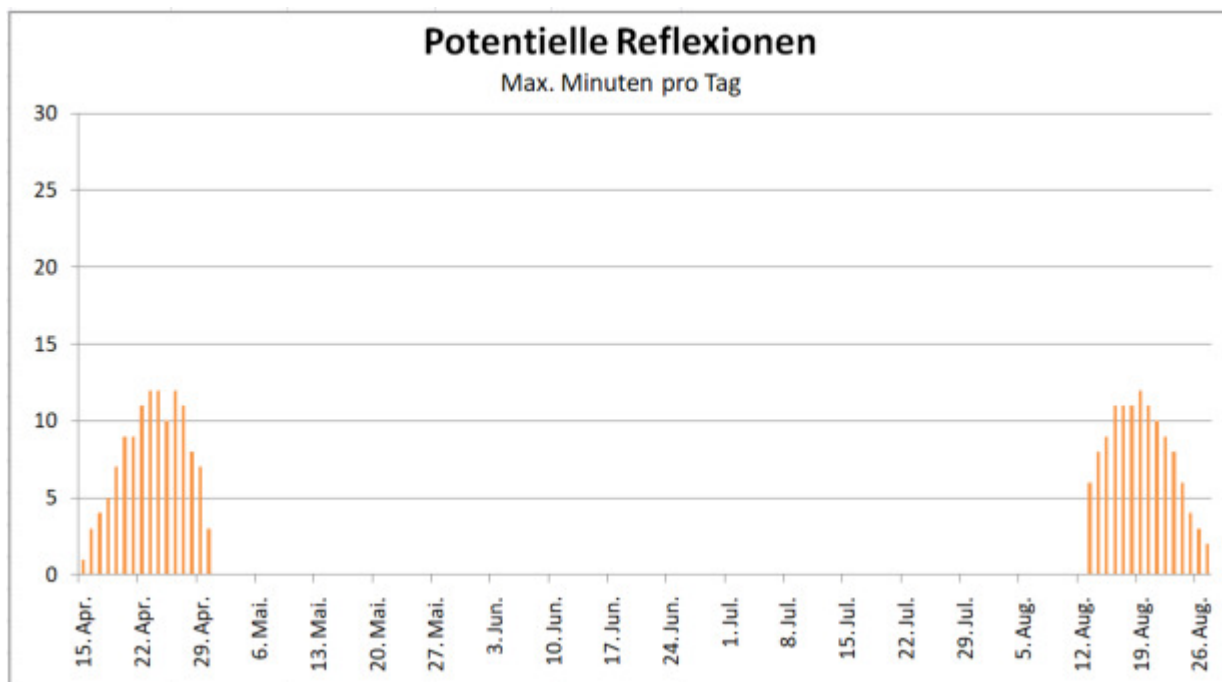


Bild 4.4.1: Reflexionen pro Tag im Jahresverlauf (Quelle: Simulationsergebnisse, aufbereitet)

Potentielle Reflexionen sind aufgrund der zeitlichen Dauer aber insbesondere auch aufgrund der sehr großen Entfernung zur Immissionsquelle von über 750 m zu vernachlässigen. Eine Beeinträchtigung von Anwohnern und Mitarbeitern durch die PV Anlage bzw. eine „erhebliche Belästigung“ im Sinne der LAI Lichtleitlinie kann mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden.

Rein rechnerisch könnten auch Reflexionen durch andere PV Felder auftreten, diese sind jedoch aufgrund der geringeren Leuchtdichte (Kategorie Grün) ebenfalls zu vernachlässigen. zunehmender Entfernung und der damit einhergehenden Bündelaufweitung der diffus reflektierten Lichtstrahlen, wird die Leuchtdichte der Moduloberflächen reduziert. Die PV Anlage wäre nur als helle Fläche wahrnehmbar.

Beispielhaft für die Simulationsergebnisse zeigen die folgenden Diagramme das Auftreten der Reflexionen im Tages- bzw. im Jahresverlauf am Messpunkt P4 in Bezug auf PV Feld 2. 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.

PV Feld 2 - OP Receptor (OP 4)

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

- 1,379 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 484 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.

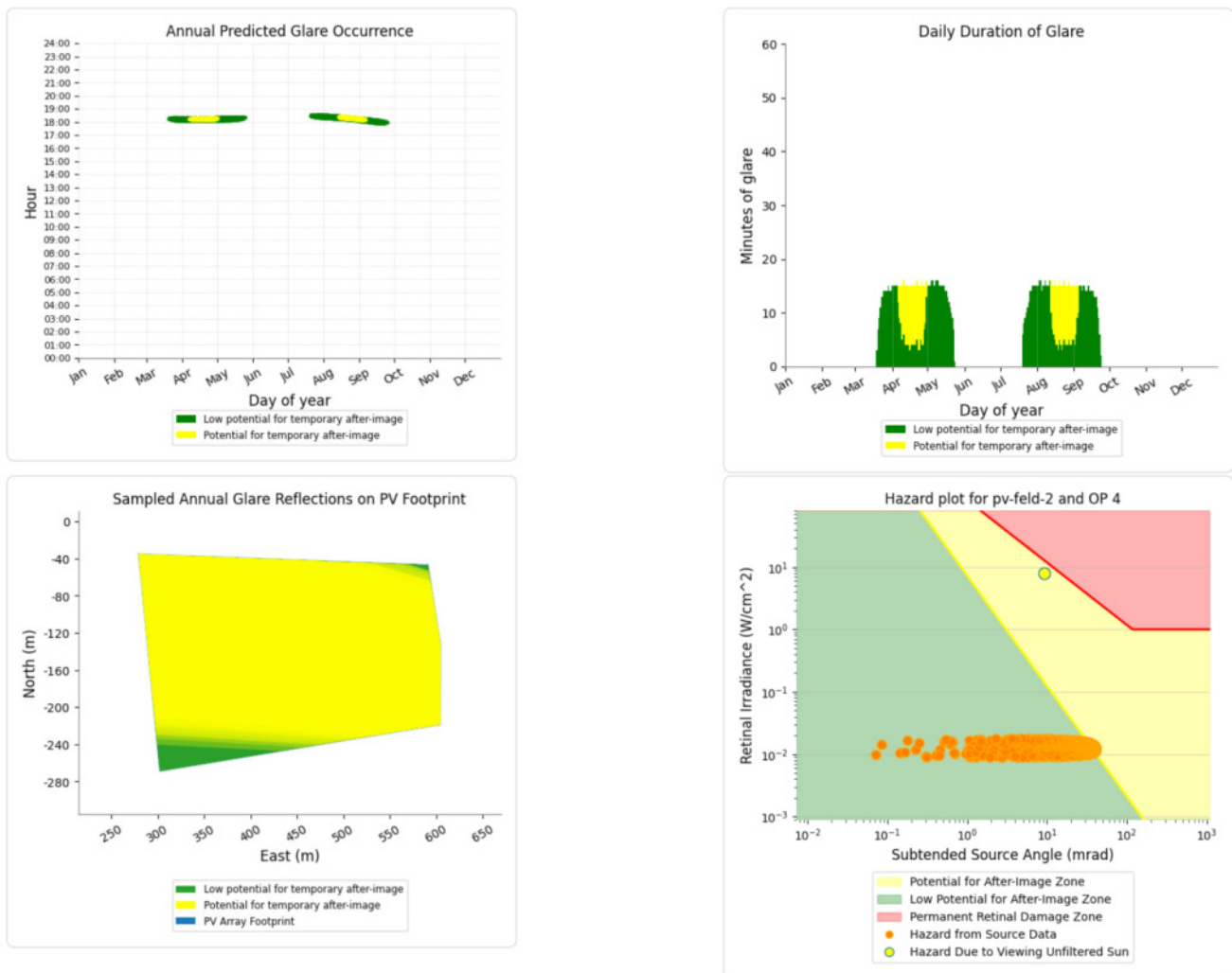


Bild 4.4.2: Ergebnisdetails für Messpunkt P4 / PV Feld 2 (Quelle: Simulationsergebnisse)

5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die potentielle Blendwirkung der hier betrachteten PV Anlage Winden kann als „geringfügig“ klassifiziert¹¹ 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.

Durch den Einsatz von hochwertigen PV Modulen hat der Auftraggeber die nach aktuellem Stand der Technik möglichen Maßnahmen zur Vermeidung von potentiellen Reflexionen ergriffen.

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

Die Analyse von 5 exemplarisch gewählten Messpunkten im Umfeld der PV Flächen zeigt für Verkehrsteilnehmer auf der EI26 nur eine geringfügige, theoretische Wahrscheinlichkeit für Reflexionen. Die Einfallswinkel liegen allerdings deutlich außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels und daher sind potentielle Reflexionen zu vernachlässigen.

Im Bereich der südlich der PV Anlage gelegenen Gebäude sind aufgrund des Strahlenverlaufes gemäß Reflexionsgesetz keine Reflexionen durch die PV Anlage nachweisbar. Eine Beeinträchtigung von Anwohnern durch Reflexionen im Sinne der LAI Lichtleitlinie kann ausgeschlossen werden. Dies gilt auch für Fahrzeugführer auf der südlich verlaufenden St2392. Im Bereich der Gebäude des Stenzenhofes, östlich der PV Anlage, sind u.a. aufgrund der sehr großen Entfernung zur Immissionsquelle keine relevanten Reflexionen nachweisbar. Im weiteren Umfeld sind keine relevanten Gebäude und schutzwürdige Zonen vorhanden.

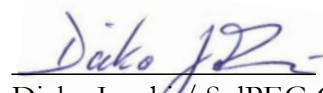
Es ist davon auszugehen, dass die theoretisch berechneten Reflexionen in der Praxis keine Blendwirkung entwickeln werden. Details zu den Ergebnissen an den jeweiligen Messpunkten finden sich in Abschnitt 4.

Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse sind keine speziellen Sichtschutzmaßnahmen erforderlich bzw. angeraten und es bestehen keine Einwände gegen das Bauvorhaben.

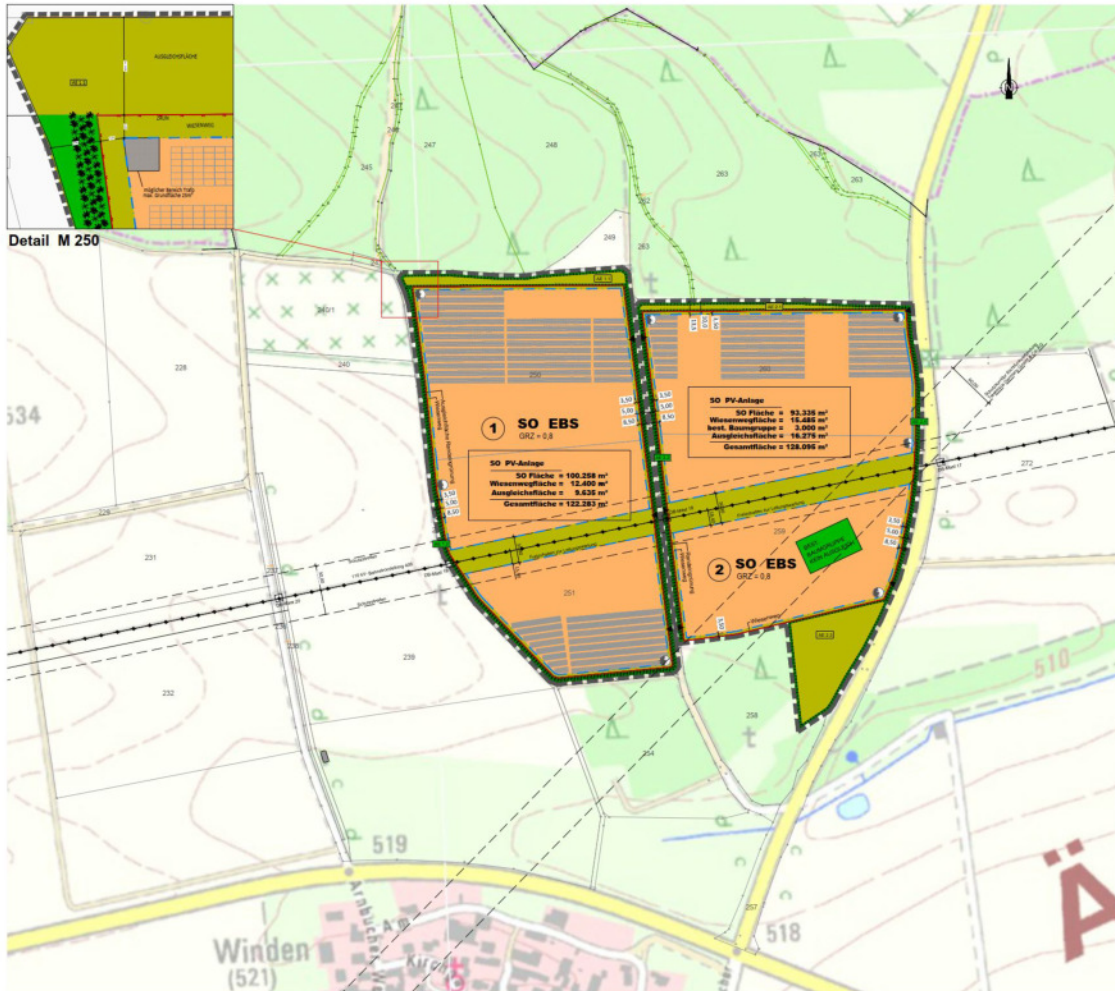
6 Schlussbemerkung

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

Hamburg, den 29.03.2023


Dieko Jacobi / SolPEG GmbH

¹¹ Die Klassifizierung entspricht den Wertebereichen der Simulationsergebnisse



Detail M 250

Teilflächen 1 und 2 nördlich des Ortsteils "Winden"

A) FESTSETZUNGEN DURCH PLANZEICHEN

1. Geltungsbereich

- Orts- und Flächennutzungspläne
- Bestand der baulichen Nutzung
- Bestand der öffentlichen Grünflächen

- SO EBS: Sondergebiet nach § 11 BauNVO mit Zweckbestimmung Energieerzeugung auf Basis solarer Strahlungsenergie
- Wasserverkehr: Wasserverkehr auf der Seitenabfuhr

3. Maß der baulichen Nutzung (Bau-Nr. 1 bis BauNr. 118 BauNVO)

- Bauformfaktor (BfF): max. 0,8
- Flächenverhältnis (Fv): max. 0,8

4. Bauweise, Bauformen, Baukörper (Bau-Nr. 1 bis BauNr. 118 BauNVO)

- Bauweise: Bauweise gemäß Anl. 1 BauNVO
- Baukörper: Baukörper gemäß Anl. 1 BauNVO

5. Öffentliche Grünflächen

- Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft
- Flächen für die Realisierung von Grünflächen

6. Sonstige Planzeichen

- Wasserverkehr: Wasserverkehr auf der Seitenabfuhr
- Wasserverkehr: Wasserverkehr auf der Seitenabfuhr

7. Kennzeichnung und nachträgliche Übernahmen

- bestehende Gebäude
- bestehende Flurstücksgrenzen
- Flurstücksgrenzen

B) FESTSETZUNGEN DURCH TEXT

- 1. Art und Maß der baulichen Nutzung
- 11. Das Sondergebiet "Energieerzeugung auf der Basis solarer Strahlungsenergie" (SO EBS) wird gemäß § 11 Abs. 2 BauNVO der Erzeugung und dem Betrieb von großflächigen Photovoltaikanlagen, Zellen- und Modultischen im Solarbereich sowie die für den Betrieb erforderlichen Nebenanlagen, Zubehöranlagen, Umspannanlagen, Verteilernetzstrukturen, Verkabelung, Wartungsfahrwege, Zonenanlagen und Zufahrten

- 12. Die zulässige Höhe der baulichen Anlagen für Photovoltaik-Anlagenanlagen sowie Nebenanlagen ist auf 20 m zu begrenzen, die der baulichen Anlagen Höhe, die über die Höhe der baulichen Anlagen hinausragt, ist auf 10 m zu begrenzen.
- 13. Die Höhe der Einbauten ist auf maximal 2,00 m zu begrenzen. Die Einbauten der Freiflächen-Photovoltaikanlagen sind so zu gestalten, dass sie sich optisch in die Landschaft einfügen und die Landschaft nicht übermäßig beeinträchtigen.

- 14. Die Höhe der Einbauten ist auf maximal 2,00 m zu begrenzen. Die Einbauten der Freiflächen-Photovoltaikanlagen sind so zu gestalten, dass sie sich optisch in die Landschaft einfügen und die Landschaft nicht übermäßig beeinträchtigen.

- 15. Flächen und Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft, Ausweisung von

Es sind keine weiteren oder weiteren Festsetzungen durch die Maßnahme beizufügen.

Die Ausweisung von Flächen für die Realisierung von Grünflächen ist im Sinne des § 11 Abs. 2 BauNVO der Erzeugung und dem Betrieb von großflächigen Photovoltaikanlagen, Zellen- und Modultischen im Solarbereich sowie die für den Betrieb erforderlichen Nebenanlagen, Zubehöranlagen, Umspannanlagen, Verteilernetzstrukturen, Verkabelung, Wartungsfahrwege, Zonenanlagen und Zufahrten

Die zulässige Höhe der baulichen Anlagen für Photovoltaik-Anlagenanlagen sowie Nebenanlagen ist auf 20 m zu begrenzen, die der baulichen Anlagen Höhe, die über die Höhe der baulichen Anlagen hinausragt, ist auf 10 m zu begrenzen.

Die Höhe der Einbauten ist auf maximal 2,00 m zu begrenzen. Die Einbauten der Freiflächen-Photovoltaikanlagen sind so zu gestalten, dass sie sich optisch in die Landschaft einfügen und die Landschaft nicht übermäßig beeinträchtigen.

Flächen und Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft, Ausweisung von

Es sind keine weiteren oder weiteren Festsetzungen durch die Maßnahme beizufügen.

Die Ausweisung von Flächen für die Realisierung von Grünflächen ist im Sinne des § 11 Abs. 2 BauNVO der Erzeugung und dem Betrieb von großflächigen Photovoltaikanlagen, Zellen- und Modultischen im Solarbereich sowie die für den Betrieb erforderlichen Nebenanlagen, Zubehöranlagen, Umspannanlagen, Verteilernetzstrukturen, Verkabelung, Wartungsfahrwege, Zonenanlagen und Zufahrten

1. Geltungsbereich

- Bestand der baulichen Nutzung
- Bestand der öffentlichen Grünflächen

- SO EBS: Sondergebiet nach § 11 BauNVO mit Zweckbestimmung Energieerzeugung auf Basis solarer Strahlungsenergie
- Wasserverkehr: Wasserverkehr auf der Seitenabfuhr

3. Maß der baulichen Nutzung (Bau-Nr. 1 bis BauNr. 118 BauNVO)

- Bauformfaktor (BfF): max. 0,8
- Flächenverhältnis (Fv): max. 0,8

4. Bauweise, Bauformen, Baukörper (Bau-Nr. 1 bis BauNr. 118 BauNVO)

- Bauweise: Bauweise gemäß Anl. 1 BauNVO
- Baukörper: Baukörper gemäß Anl. 1 BauNVO

5. Öffentliche Grünflächen

- Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft
- Flächen für die Realisierung von Grünflächen

6. Sonstige Planzeichen

- Wasserverkehr: Wasserverkehr auf der Seitenabfuhr
- Wasserverkehr: Wasserverkehr auf der Seitenabfuhr

7. Kennzeichnung und nachträgliche Übernahmen

- bestehende Gebäude
- bestehende Flurstücksgrenzen
- Flurstücksgrenzen

B) FESTSETZUNGEN DURCH TEXT

- 1. Art und Maß der baulichen Nutzung
- 11. Das Sondergebiet "Energieerzeugung auf der Basis solarer Strahlungsenergie" (SO EBS) wird gemäß § 11 Abs. 2 BauNVO der Erzeugung und dem Betrieb von großflächigen Photovoltaikanlagen, Zellen- und Modultischen im Solarbereich sowie die für den Betrieb erforderlichen Nebenanlagen, Zubehöranlagen, Umspannanlagen, Verteilernetzstrukturen, Verkabelung, Wartungsfahrwege, Zonenanlagen und Zufahrten

- 12. Die zulässige Höhe der baulichen Anlagen für Photovoltaik-Anlagenanlagen sowie Nebenanlagen ist auf 20 m zu begrenzen, die der baulichen Anlagen Höhe, die über die Höhe der baulichen Anlagen hinausragt, ist auf 10 m zu begrenzen.
- 13. Die Höhe der Einbauten ist auf maximal 2,00 m zu begrenzen. Die Einbauten der Freiflächen-Photovoltaikanlagen sind so zu gestalten, dass sie sich optisch in die Landschaft einfügen und die Landschaft nicht übermäßig beeinträchtigen.

- 14. Die Höhe der Einbauten ist auf maximal 2,00 m zu begrenzen. Die Einbauten der Freiflächen-Photovoltaikanlagen sind so zu gestalten, dass sie sich optisch in die Landschaft einfügen und die Landschaft nicht übermäßig beeinträchtigen.

- 15. Flächen und Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft, Ausweisung von

Es sind keine weiteren oder weiteren Festsetzungen durch die Maßnahme beizufügen.

Die Ausweisung von Flächen für die Realisierung von Grünflächen ist im Sinne des § 11 Abs. 2 BauNVO der Erzeugung und dem Betrieb von großflächigen Photovoltaikanlagen, Zellen- und Modultischen im Solarbereich sowie die für den Betrieb erforderlichen Nebenanlagen, Zubehöranlagen, Umspannanlagen, Verteilernetzstrukturen, Verkabelung, Wartungsfahrwege, Zonenanlagen und Zufahrten

Die zulässige Höhe der baulichen Anlagen für Photovoltaik-Anlagenanlagen sowie Nebenanlagen ist auf 20 m zu begrenzen, die der baulichen Anlagen Höhe, die über die Höhe der baulichen Anlagen hinausragt, ist auf 10 m zu begrenzen.

Die Höhe der Einbauten ist auf maximal 2,00 m zu begrenzen. Die Einbauten der Freiflächen-Photovoltaikanlagen sind so zu gestalten, dass sie sich optisch in die Landschaft einfügen und die Landschaft nicht übermäßig beeinträchtigen.

Flächen und Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft, Ausweisung von

Es sind keine weiteren oder weiteren Festsetzungen durch die Maßnahme beizufügen.

Die Ausweisung von Flächen für die Realisierung von Grünflächen ist im Sinne des § 11 Abs. 2 BauNVO der Erzeugung und dem Betrieb von großflächigen Photovoltaikanlagen, Zellen- und Modultischen im Solarbereich sowie die für den Betrieb erforderlichen Nebenanlagen, Zubehöranlagen, Umspannanlagen, Verteilernetzstrukturen, Verkabelung, Wartungsfahrwege, Zonenanlagen und Zufahrten

RECHTSGRUNDLAGEN

- 1. Bauplanungsrecht (BauNVO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 11. November 2017 (BGBl. I S. 3034) zuletzt geändert durch Art. 2 des Gesetzes vom 08. August 2020 (BGBl. I S. 1725)
- 2. Baurechtsverordnung (BaurechtsVO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2007 (BGBl. II S. 888) zuletzt geändert durch Art. 1 des Gesetzes vom 03. Dezember 2020 (BGBl. I S. 955)
- 3. Verordnung über die Ausweisung der Bauweise und Gestaltung der Planwerke (Planwerkeverordnung) (PlanV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2007 (BGBl. II S. 888) zuletzt geändert durch Art. 1 des Gesetzes vom 03. Dezember 2020 (BGBl. I S. 955)
- 4. Verordnung über die Ausweisung der Bauweise und Gestaltung der Planwerke (Planwerkeverordnung) (PlanV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2007 (BGBl. II S. 888) zuletzt geändert durch Art. 1 des Gesetzes vom 03. Dezember 2020 (BGBl. I S. 955)
- 5. Gemeindeordnung (GO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Juli 2009 (BGBl. I S. 2842) zuletzt geändert durch Art. 2 des Gesetzes vom 18. Juli 2020 (BGBl. I S. 1533)
- 6. Gesetz über die Realisierung von Grünflächen (Grünflächen-Gesetz) (Grünflächen-Gesetz) (Grünflächen-Gesetz) in der Fassung der Bekanntmachung vom 13. Dezember 2017 (BGBl. I S. 2842)
- 7. Gesetz über die Realisierung von Grünflächen (Grünflächen-Gesetz) (Grünflächen-Gesetz) (Grünflächen-Gesetz) in der Fassung der Bekanntmachung vom 13. Dezember 2017 (BGBl. I S. 2842)
- 8. Gesetz über die Realisierung von Grünflächen (Grünflächen-Gesetz) (Grünflächen-Gesetz) (Grünflächen-Gesetz) in der Fassung der Bekanntmachung vom 13. Dezember 2017 (BGBl. I S. 2842)
- 9. Gesetz über die Realisierung von Grünflächen (Grünflächen-Gesetz) (Grünflächen-Gesetz) (Grünflächen-Gesetz) in der Fassung der Bekanntmachung vom 13. Dezember 2017 (BGBl. I S. 2842)
- 10. Gesetz über die Realisierung von Grünflächen (Grünflächen-Gesetz) (Grünflächen-Gesetz) (Grünflächen-Gesetz) in der Fassung der Bekanntmachung vom 13. Dezember 2017 (BGBl. I S. 2842)

PRÄMIE

Der Markt Altmannstein erlischt gemäß der §§ 1 bis 4, 6 bis 10, 12 bis 14 und 15 Abs. 1 des Bauplanungsrechts (BauNVO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 11. November 2017 (BGBl. I S. 3034) durch die Bekanntmachung vom 14. August 2007 (BGBl. II S. 888) zuletzt geändert durch Art. 1 des Gesetzes vom 03. Dezember 2020 (BGBl. I S. 955).

VERFAHRENSVERMERKE UND AUFSÜHRUNG

- 1. Aufstellungsbeschluss
- 2. Festsetzung der Bauweise und Gestaltung der Planwerke
- 3. Festsetzung der Bauweise und Gestaltung der Planwerke
- 4. Festsetzung der Bauweise und Gestaltung der Planwerke
- 5. Festsetzung der Bauweise und Gestaltung der Planwerke
- 6. Festsetzung der Bauweise und Gestaltung der Planwerke
- 7. Festsetzung der Bauweise und Gestaltung der Planwerke
- 8. Festsetzung der Bauweise und Gestaltung der Planwerke
- 9. Festsetzung der Bauweise und Gestaltung der Planwerke
- 10. Festsetzung der Bauweise und Gestaltung der Planwerke

Übersichtskarte



Kartengrundlage: Digitale Flurstücke 1:2.000

Planfertiger: TR



BIFACIAL DUAL GLASS MONOCRYSTALLINE MODULE

PRODUCT: TSM-DEG21C.20

POWER RANGE: 640-665W

665W

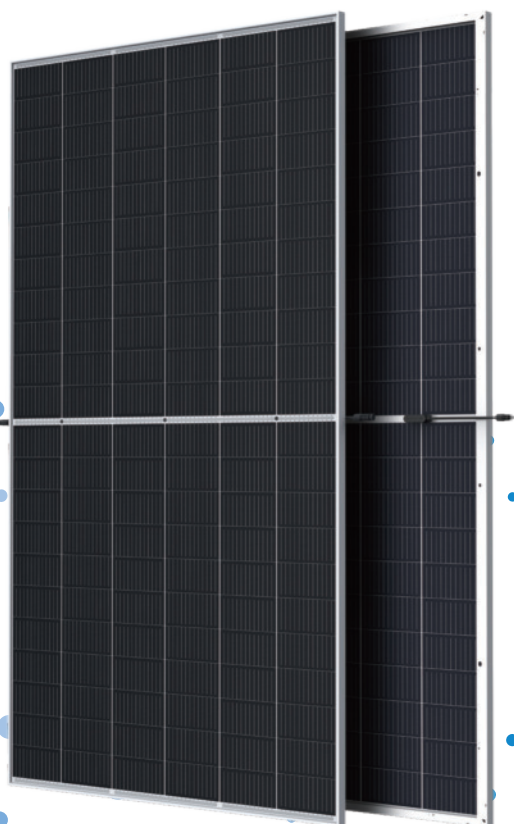
MAXIMUM POWER OUTPUT

0~+5W

POSITIVE POWER TOLERANCE

21.4%

MAXIMUM EFFICIENCY



High customer value

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



High power up to 665W

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



High reliability

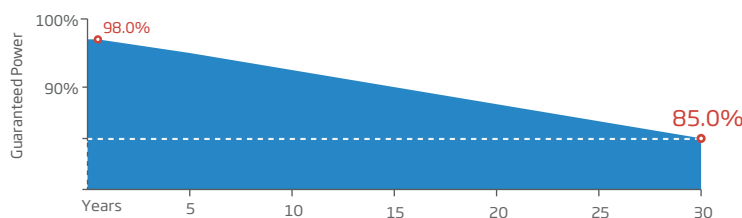
- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to harsh environments such as salt, ammonia, sand, high temperature and high humidity areas
- Mechanical performance up to 5400 Pa positive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



High energy yield

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

Trina Solar's Vertex Bifacial Dual Glass Performance Warranty



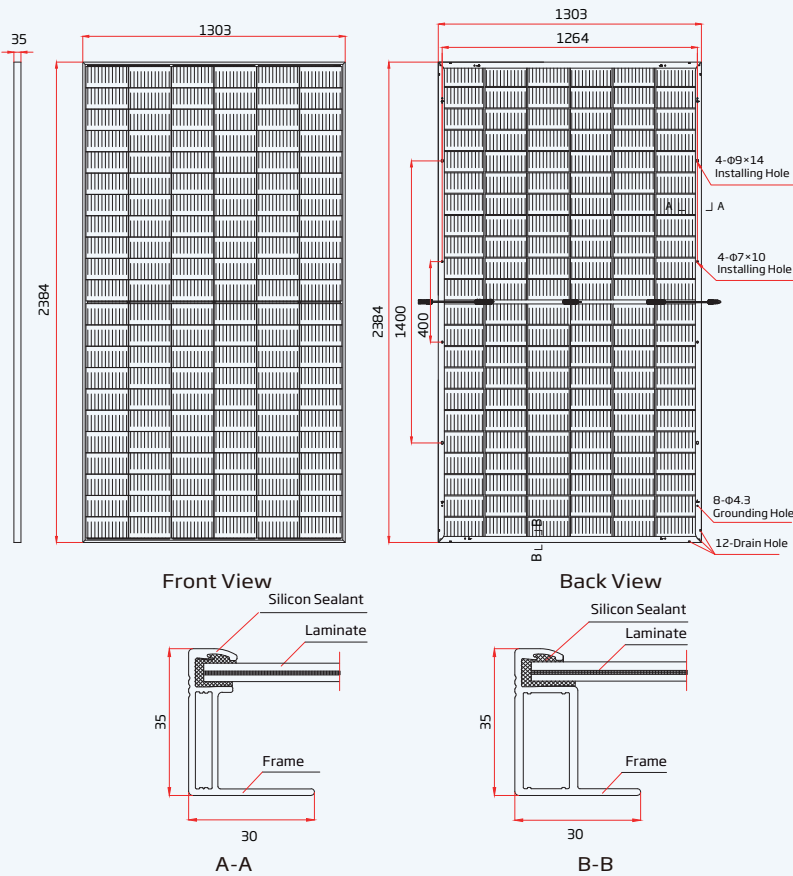
Comprehensive Products and System Certificates



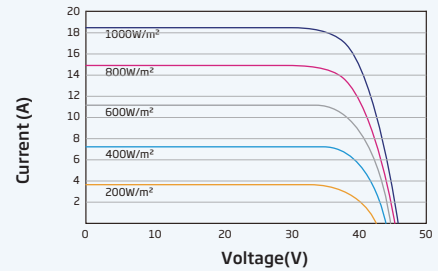
IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716/UL61730
 ISO 9001: Quality Management System
 ISO 14001: Environmental Management System
 ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification
 ISO45001: Occupational Health and Safety Management System



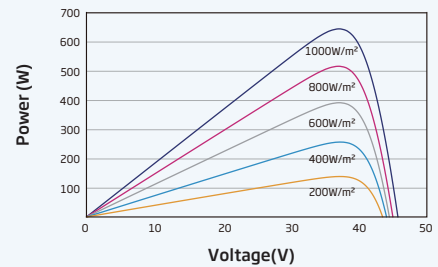
DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)



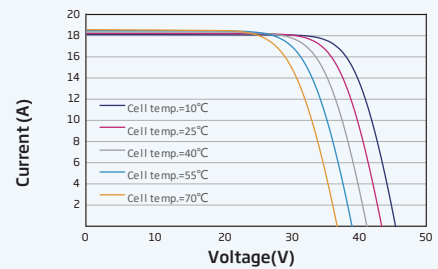
I-V CURVES OF PV MODULE(645 W)



P-V CURVES OF PV MODULE(645W)



I-V CURVES OF PV MODULE(645 W)



ELECTRICAL DATA (STC)

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

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

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

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

Power Bifaciality: 70 \pm 5%.

ELECTRICAL DATA (NOCT)

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

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

MECHANICAL DATA

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

*Please refer to regional datasheet for specified connector.

TEMPERATURE RATINGS

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (\pm 2°C)
Temperature Coefficient of P _{MAX}	-0.34%/°C
Temperature Coefficient of V _{OC}	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of I _{SC}	0.04%/°C

MAXIMUM RATINGS

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

WARRANTY

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

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGURATION

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

Altmannstein Winden

Altmannstein Winden

Created March 29, 2023
Updated March 29, 2023
Time-step 1 minute
Timezone offset UTC+1
Site ID 87255.15419

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



Misc. Analysis Settings

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

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

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

PV Name	Tilt	Orientation	"Green" Glare	"Yellow" Glare	Energy Produced
	deg	deg	min	min	kWh
PV Feld 1	20.0	180.0	4,933	2,403	-
PV Feld 2	20.0	180.0	19,885	11,059	-
PV Feld 3	20.0	180.0	1,510	2,323	-
PV Feld 4	20.0	180.0	1,779	487	-

PV Array(s)

Total PV footprint area: 201,308 m²

Name: PV Feld 1
Footprint area: 73,466 m²
Axis tracking: Fixed (no rotation)
Tilt: 20.0 deg
Orientation: 180.0 deg
Rated power: -
Panel material: Smooth glass with AR coating
Vary reflectivity with sun position? Yes
Correlate slope error with surface type? Yes
Slope error: 8.43 mrad

Vertex	Latitude	Longitude	Ground elevation	Height above ground	Total elevation
	deg	deg	m	m	m
1	48.955100	11.532413	515.39	2.00	517.39
2	48.955086	11.535814	504.37	2.00	506.37
3	48.952599	11.536179	513.04	2.00	515.04
4	48.952227	11.532915	521.91	2.00	523.91



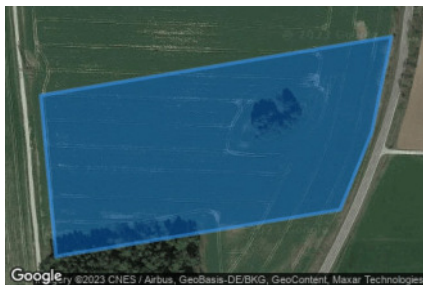
Name: PV Feld 2
Footprint area: 62,969 m²
Axis tracking: Fixed (no rotation)
Tilt: 20.0 deg
Orientation: 180.0 deg
Rated power: -
Panel material: Smooth glass with AR coating
Vary reflectivity with sun position? Yes
Correlate slope error with surface type? Yes
Slope error: 8.43 mrad

Vertex	Latitude	Longitude	Ground elevation	Height above ground	Total elevation
	deg	deg	m	m	m
1	48.954783	11.536233	505.15	2.00	507.15
2	48.954677	11.540481	514.19	2.00	516.19
3	48.953902	11.540669	510.17	2.00	512.17
4	48.953134	11.540664	506.20	2.00	508.20
5	48.952683	11.536544	510.80	2.00	512.80



Name: PV Feld 3
Footprint area: 37,215 m²
Axis tracking: Fixed (no rotation)
Tilt: 20.0 deg
Orientation: 180.0 deg
Rated power: -
Panel material: Smooth glass with AR coating
Vary reflectivity with sun position? Yes
Correlate slope error with surface type? Yes
Slope error: 8.43 mrad

Vertex	Latitude	Longitude	Ground elevation	Height above ground	Total elevation
	deg	deg	m	m	m
1	48.952325	11.536606	511.06	2.00	513.06
2	48.952768	11.540632	505.80	2.00	507.80
3	48.952049	11.540406	507.81	2.00	509.81
4	48.951464	11.540042	510.54	2.00	512.54
5	48.951112	11.536780	516.27	2.00	518.27



Name: PV Feld 4
Footprint area: 27,658 m²
Axis tracking: Fixed (no rotation)
Tilt: 20.0 deg
Orientation: 180.0 deg
Rated power: -
Panel material: Smooth glass with AR coating
Vary reflectivity with sun position? Yes
Correlate slope error with surface type? Yes
Slope error: 8.43 mrad

Vertex	Latitude	Longitude	Ground elevation	Height above ground	Total elevation
	deg	deg	m	m	m
1	48.951946	11.533140	521.29	2.00	523.29
2	48.952305	11.536261	512.04	2.00	514.04
3	48.950894	11.536421	518.13	2.00	520.13
4	48.950806	11.534559	521.22	2.00	523.22
5	48.951674	11.533414	521.29	2.00	523.29



Discrete Observation Receptors

Number	Latitude	Longitude	Ground elevation	Height above ground	Total Elevation
	deg	deg	m	m	m
OP 1	48.951048	11.539908	512.10	2.00	514.10
OP 2	48.953478	11.540841	508.77	2.00	510.77
OP 3	48.948585	11.532577	519.46	2.00	521.46
OP 4	48.952478	11.550932	513.15	2.00	515.15

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 1	20.0	180.0	4,933	2,403	-	
PV Feld 2	20.0	180.0	19,885	11,059	-	
PV Feld 3	20.0	180.0	1,510	2,323	-	
PV Feld 4	20.0	180.0	1,779	487	-	

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-1 (green)	0	0	158	186	179	269	246	133	250	0	0	0
pv-feld-1 (yellow)	0	0	0	0	256	1	222	35	0	0	0	0
pv-feld-2 (green)	700	1288	1653	1871	2144	2159	2195	2022	1708	1495	938	340
pv-feld-2 (yellow)	0	311	1257	1225	989	1202	1124	1134	1251	725	2	0
pv-feld-3 (green)	0	0	227	184	97	115	103	83	366	0	0	0
pv-feld-3 (yellow)	0	0	0	317	495	506	511	457	37	0	0	0
pv-feld-4 (green)	0	0	135	232	250	326	312	193	236	0	0	0
pv-feld-4 (yellow)	0	0	0	134	110	0	41	181	21	0	0	0

PV & Receptor Analysis Results

Results for each PV array and receptor

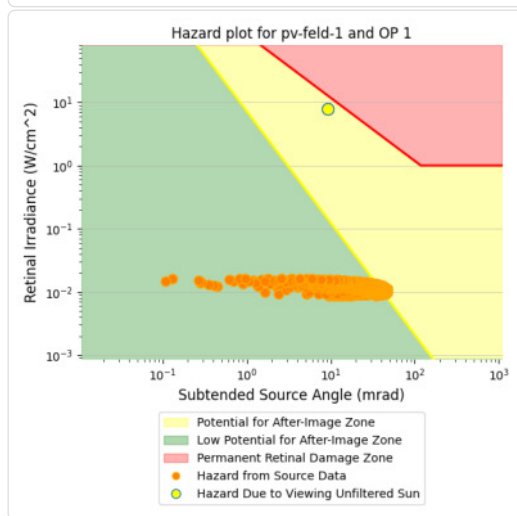
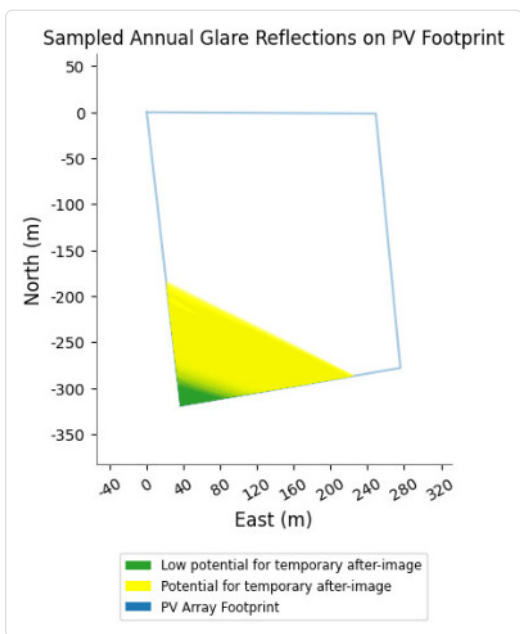
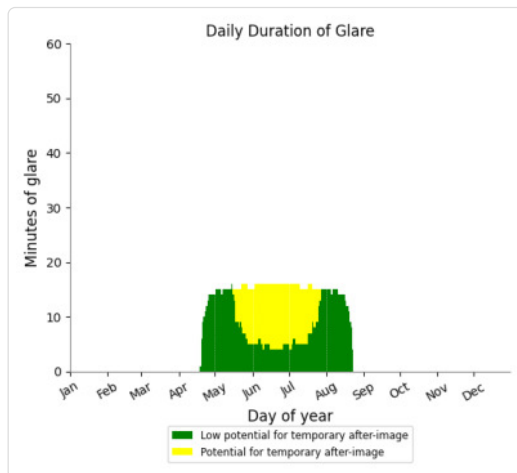
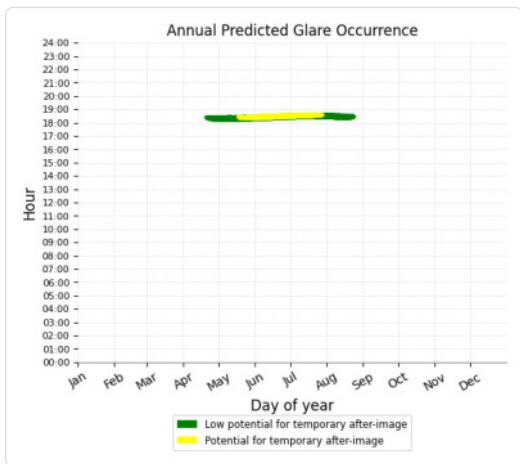
PV Feld 1 potential temporary after-image

Component	Green glare (min)	Yellow glare (min)
OP: OP 1	1158	700
OP: OP 2	1859	1703
OP: OP 3	0	0
OP: OP 4	1916	0

PV Feld 1 - OP Receptor (OP 1)

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

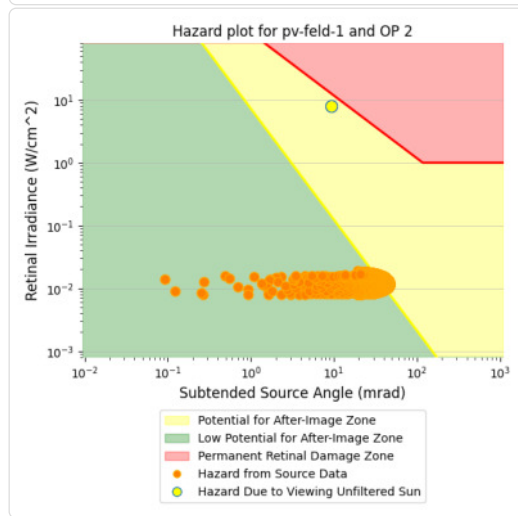
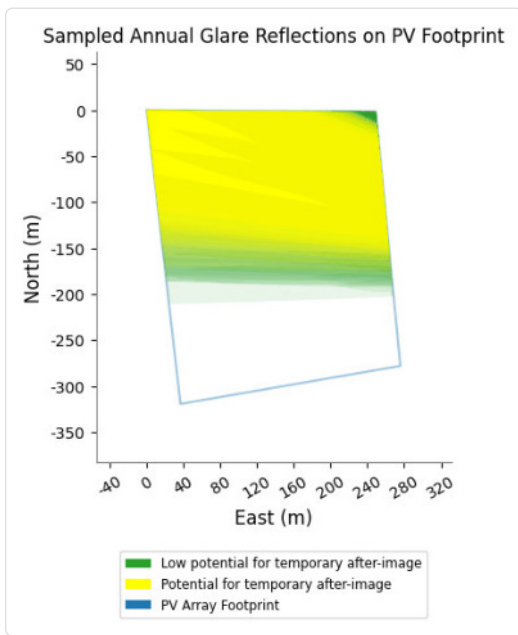
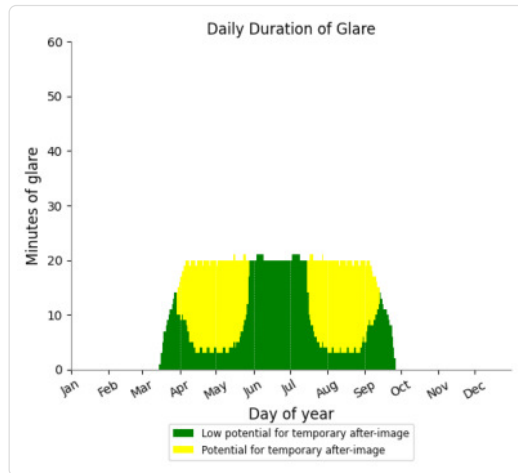
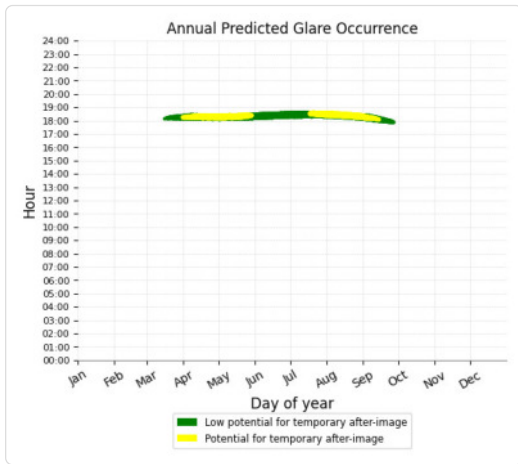
- 1,158 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 700 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



PV Feld 1 - OP Receptor (OP 2)

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

- 1,859 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 1,703 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



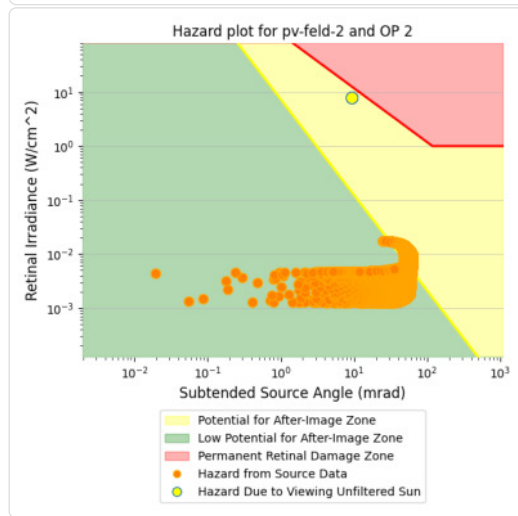
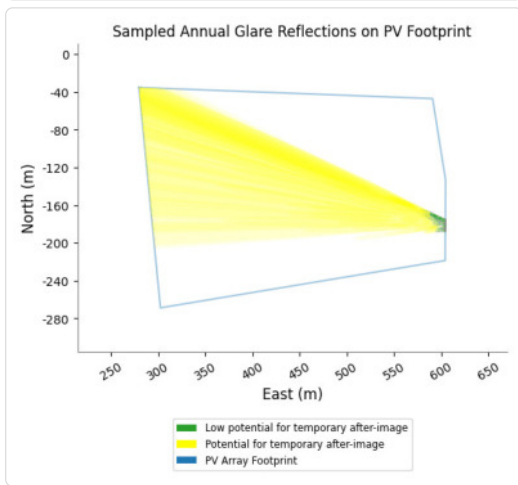
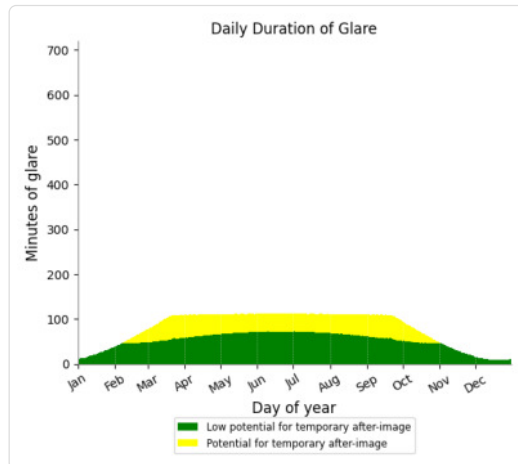
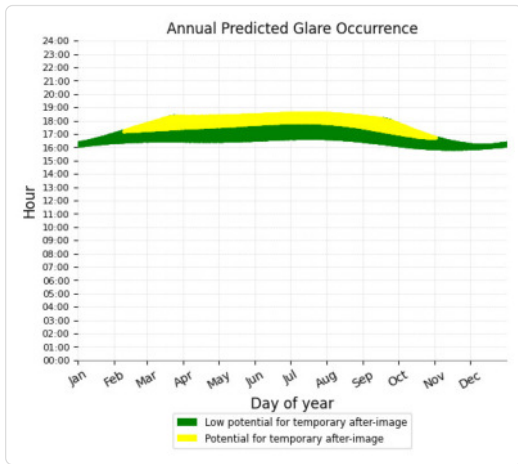
PV Feld 1 - OP Receptor (OP 3)

No glare found

PV Feld 2 - OP Receptor (OP 2)

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

- 18,506 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 10,575 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



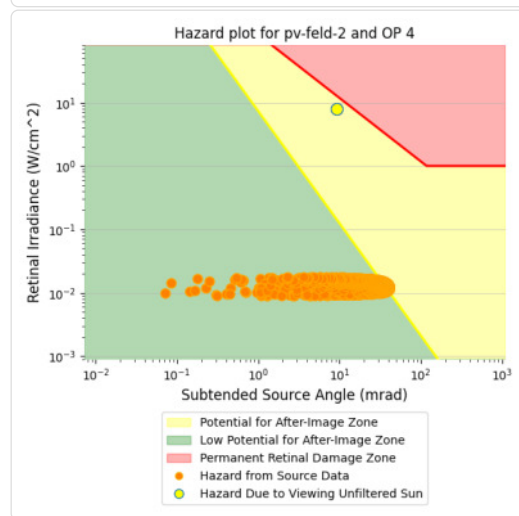
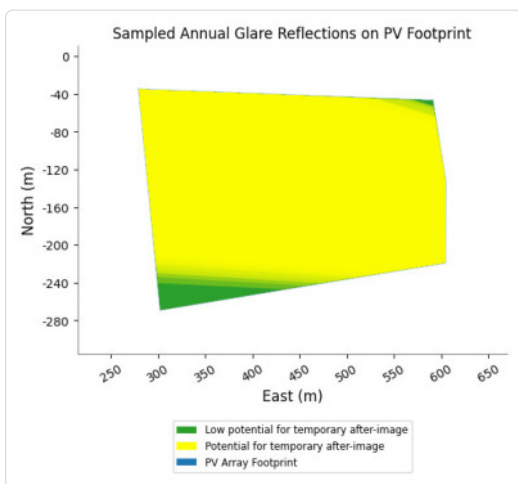
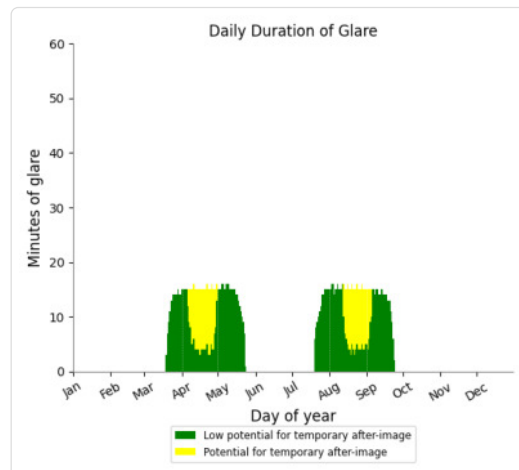
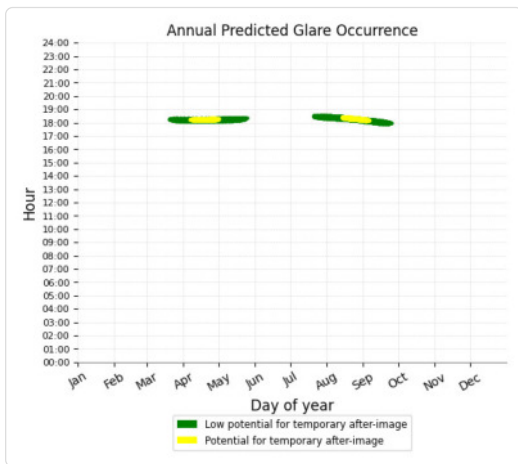
PV Feld 2 - OP Receptor (OP 3)

No glare found

PV Feld 2 - OP Receptor (OP 4)

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

- 1,379 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 484 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



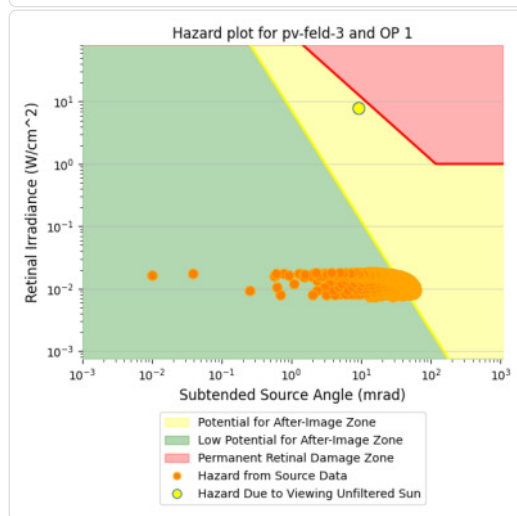
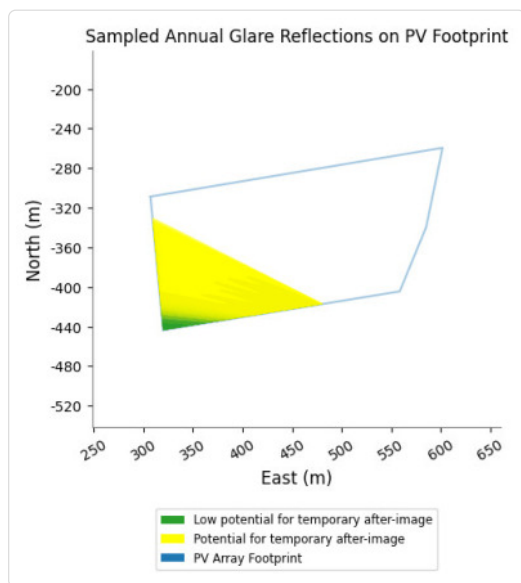
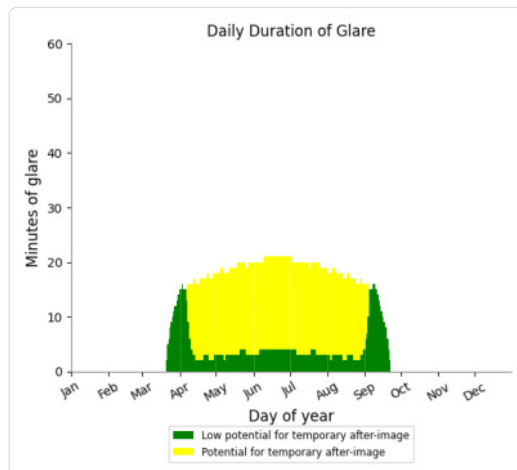
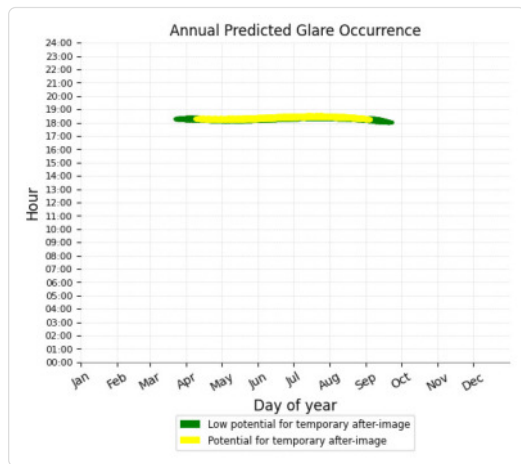
PV Feld 3 potential temporary after-image

Component	Green glare (min)	Yellow glare (min)
OP: OP 1	905	2323
OP: OP 2	0	0
OP: OP 3	0	0
OP: OP 4	605	0

PV Feld 3 - OP Receptor (OP 1)

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

- 905 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 2,323 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



PV Feld 3 - OP Receptor (OP 2)

No glare found

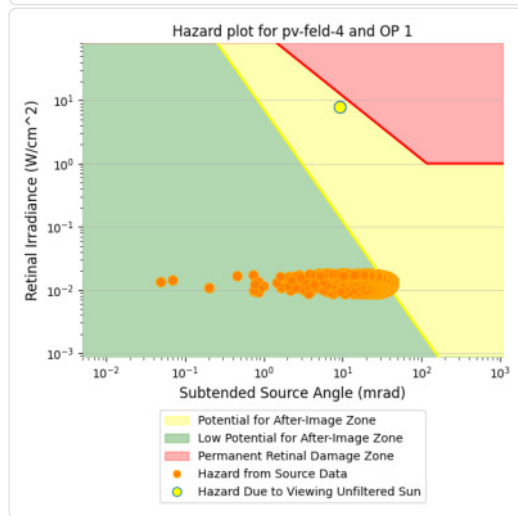
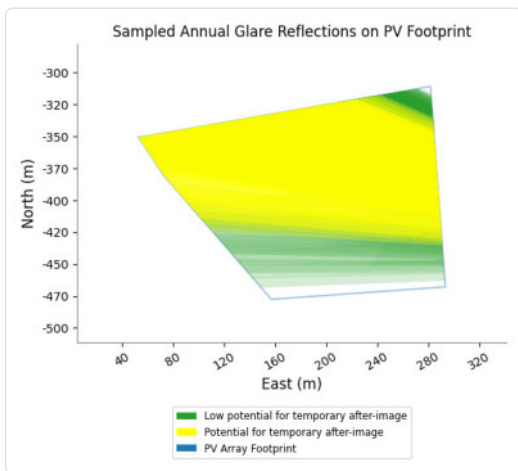
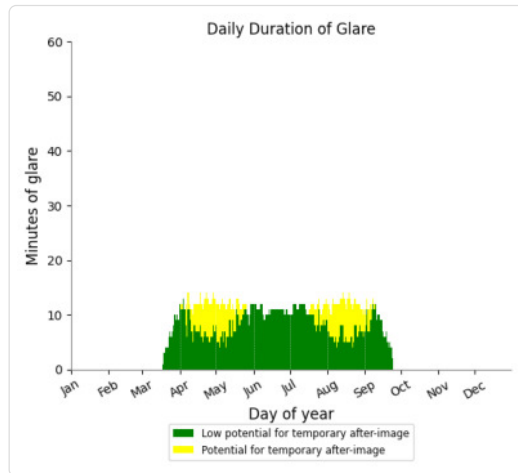
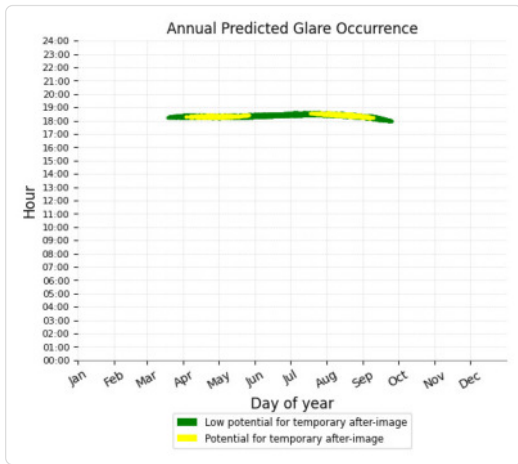
PV Feld 3 - OP Receptor (OP 3)

No glare found

PV Feld 4 - OP Receptor (OP 1)

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

- 1,589 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 487 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



PV Feld 4 - OP Receptor (OP 2)

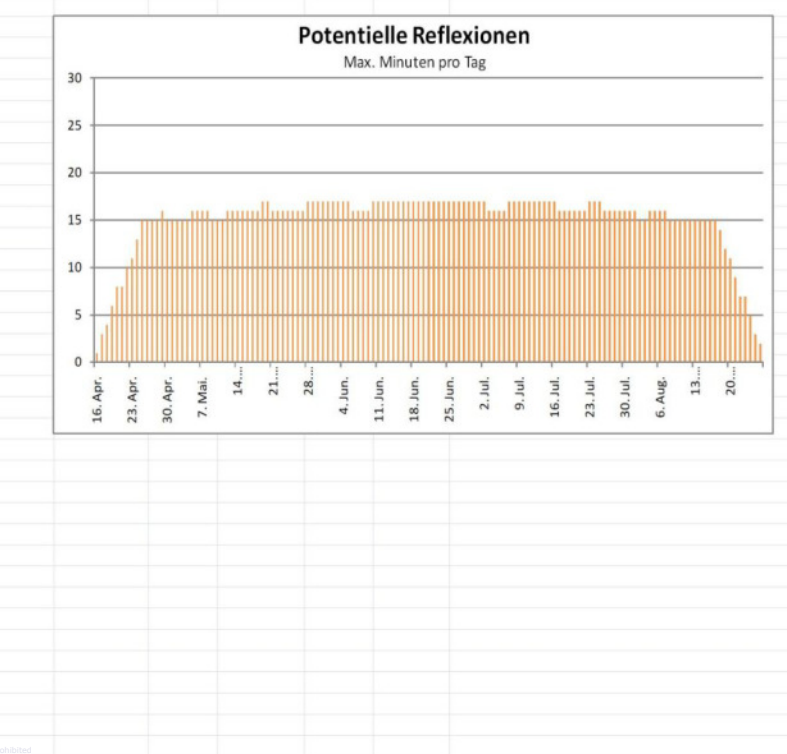
No glare found

PV Feld 4 - OP Receptor (OP 3)

No glare found

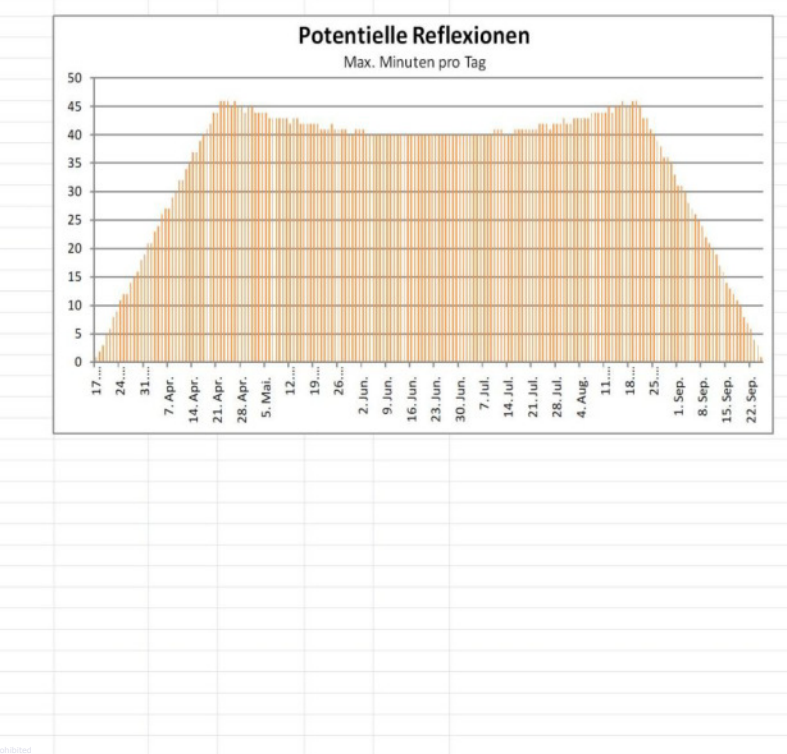
	Corneal Irradiance	DNI (W/m²)	Ocular Hazard #	Reflectivity	Retinal Irradiance	Subtended Glare Angle	Sun Altitude	Sun Azimuth	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Se	Anzahl Minuten	Tag	
2023-03-21 18:17:00	0,007622	546,6711	1	0,553801	0,017171	0,000768	0,5	268,8	-1	-0,021	0,009	1	0,01	0,02	16. Apr.	1	18:10	18:10
2023-03-21 18:18:00	0,007802	544,33	1	0,566679	0,017495	0,001289	0,4	269	-1	-0,018	0,006	1	0,01	0,016	17. Apr.	3	18:10	18:12
2023-03-22 18:15:00	0,007193	555,1915	1	0,51816	0,016317	9,93E-06	1,1	268,7	-1	-0,023	0,02	1	0,005	0,03	18. Apr.	4	18:10	18:13
2023-03-22 18:16:00	0,007427	552,879	1	0,53021	0,016626	0,001465	1	268,9	-1	-0,02	0,017	1	0,004	0,026	19. Apr.	6	18:10	18:15
2023-03-22 18:17:00	0,007633	550,5622	1	0,54254	0,016942	0,002404	0,8	269,1	-1	-0,016	0,014	1	0,003	0,022	20. Apr.	8	18:09	18:16
2023-03-22 18:18:00	0,00781	548,2412	1	0,555158	0,017263	0,002863	0,7	269,2	-1	-0,013	0,011	1	0,003	0,017	21. Apr.	8	18:10	18:17
2023-03-22 18:19:00	0,007971	545,916	1	0,568069	0,017589	0,003043	0,5	269,4	-1	-0,01	0,009	1	0,002	0,013	22. Apr.	10	18:10	18:19
2023-03-23 18:15:00	0,007187	556,7346	1	0,507625	0,016029	0,00188	1,5	268,9	-1	-0,018	0,025	1	-0,002	0,031	23. Apr.	11	18:10	18:20
2023-03-23 18:16:00	0,00742	554,4314	1	0,519431	0,016334	0,003309	1,3	269,1	-1	-0,015	0,023	1	-0,003	0,027	24. Apr.	13	18:10	18:22
2023-03-23 18:17:00	0,007625	552,124	1	0,531511	0,016645	0,004218	1,1	269,2	-1	-0,012	0,02	1	-0,004	0,023	25. Apr.	15	18:09	18:23
2023-03-23 18:18:00	0,0078	549,8123	1	0,543873	0,01696	0,004645	1	269,5	-1	-0,009	0,017	1	-0,004	0,018	26. Apr.	15	18:09	18:23
2023-03-23 18:19:00	0,007957	547,4963	1	0,556522	0,017282	0,004766	0,8	269,7	-1	-0,005	0,014	1	-0,005	0,014	27. Apr.	15	18:09	18:23
2023-03-23 18:20:00	0,008097	545,1762	1	0,569465	0,017609	0,004622	0,6	269,9	-1	-0,002	0,011	1	-0,006	0,01	28. Apr.	15	18:09	18:23
2023-03-24 18:13:00	0,006961	565,051	1	0,486007	0,015576	0,001517	1,9	269	-0,999	-0,017	0,034	0,999	-0,008	0,037	29. Apr.	16	18:09	18:24
2023-03-24 18:14:00	0,007248	562,776	1	0,497311	0,015874	0,003866	1,8	269,2	-0,999	-0,014	0,031	0,999	-0,009	0,032	30. Apr.	15	18:09	18:23
2023-03-24 18:15:00	0,007484	560,4967	1	0,508877	0,016177	0,005273	1,6	269,4	-1	-0,01	0,028	1	-0,01	0,028	1. Mai.	15	18:09	18:23
2023-03-24 18:16:00	0,007689	558,2132	1	0,520712	0,016486	0,006158	1,4	269,6	-1	-0,007	0,025	1	-0,011	0,024	2. Mai.	15	18:09	18:23
2023-03-24 18:17:00	0,007866	555,9254	1	0,532823	0,0168	0,006574	1,3	269,8	-1	-0,004	0,022	1	-0,011	0,019	3. Mai.	15	18:09	18:23
2023-03-24 18:18:00	0,008022	553,6334	1	0,545215	0,01712	0,006648	1,1	270	-1	-0,001	0,019	1	-0,012	0,015	4. Mai.	15	18:09	18:23
2023-03-24 18:19:00	0,008163	551,3372	1	0,557895	0,017446	0,006503	0,9	270,2	-1	0,003	0,016	1	-0,013	0,011	5. Mai.	16	18:09	18:24
2023-03-24 18:20:00	0,008278	549,0368	1	0,570869	0,017777	0,005983	0,8	270,3	-1	0,006	0,013	1	-0,013	0,007	6. Mai.	16	18:09	18:24
2023-03-25 18:13:00	0,006987	568,7176	1	0,476142	0,015359	0,003465	2,2	269,3	-0,999	-0,012	0,039	0,999	-0,015	0,038	7. Mai.	16	18:09	18:24
2023-03-25 18:14:00	0,007286	566,4619	1	0,487216	0,015654	0,005932	2,1	269,5	-0,999	-0,009	0,036	0,999	-0,016	0,033	8. Mai.	16	18:09	18:24
2023-03-25 18:15:00	0,007522	564,202	1	0,498547	0,015954	0,007322	1,9	269,7	-0,999	-0,006	0,033	0,999	-0,017	0,029	9. Mai.	15	18:10	18:24
2023-03-25 18:16:00	0,007729	561,9379	1	0,510142	0,016259	0,008184	1,7	269,9	-1	-0,003	0,03	1	-0,017	0,025	10. Mai.	15	18:10	18:24
2023-03-25 18:17:00	0,007907	559,6696	1	0,522006	0,01657	0,0086	1,6	270	-1	0,001	0,027	1	-0,018	0,021	11. Mai.	15	18:09	18:23
2023-03-25 18:18:00	0,008062	557,397	1	0,534146	0,016887	0,008643	1,4	270,2	-1	0,004	0,025	1	-0,019	0,016	12. Mai.	16	18:09	18:24
2023-03-25 18:19:00	0,008204	555,1203	1	0,546568	0,017209	0,008492	1,2	270,4	-1	0,007	0,022	1	-0,02	0,012	13. Mai.	16	18:09	18:24
2023-03-25 18:20:00	0,008322	552,8394	1	0,559278	0,017537	0,008002	1,1	270,6	-1	0,011	0,019	1	-0,02	0,008	14. Mai.	16	18:09	18:24
2023-03-25 18:21:00	0,008416	550,5543	1	0,572283	0,01787	0,007188	0,9	270,8	-1	0,014	0,016	1	-0,021	0,003	15. Mai.	16	18:09	18:24
2023-03-26 18:13:00	0,007018	572,3299	1	0,466489	0,015143	0,005475	2,5	269,6	-0,999	-0,008	0,044	0,999	-0,022	0,039	16. Mai.	16	18:09	18:24
2023-03-26 18:14:00	0,007325	570,0934	1	0,477338	0,015435	0,008021	2,4	269,7	-0,999	-0,005	0,041	0,999	-0,023	0,035	17. Mai.	16	18:09	18:24
2023-03-26 18:15:00	0,007566	567,8526	1	0,488439	0,015731	0,009425	2,2	269,9	-0,999	-0,001	0,038	0,999	-0,024	0,03	18. Mai.	16	18:09	18:24
2023-03-26 18:16:00	0,007773	565,6076	1	0,499798	0,016034	0,010264	2	270,1	-0,999	0,002	0,036	0,999	-0,024	0,026	19. Mai.	17	18:10	18:26
2023-03-26 18:17:00	0,007953	563,3585	1	0,511421	0,016341	0,010676	1,9	270,3	-0,999	0,005	0,033	0,999	-0,025	0,022	20. Mai.	17	18:10	18:26
2023-03-26 18:18:00	0,008108	561,1051	1	0,523314	0,016654	0,010711	1,7	270,5	-1	0,009	0,03	1	-0,026	0,017	21. Mai.	16	18:11	18:26
2023-03-26 18:19:00	0,008251	558,8476	1	0,535482	0,016973	0,010552	1,5	270,7	-1	0,012	0,027	1	-0,026	0,013	22. Mai.	16	18:11	18:26
2023-03-26 18:20:00	0,008372	556,5859	1	0,547934	0,017297	0,010095	1,4	270,9	-1	0,015	0,024	1	-0,027	0,009	23. Mai.	16	18:11	18:26
2023-03-26 18:21:00	0,008471	554,3201	1	0,560674	0,017628	0,009344	1,2	271,1	-1	0,018	0,021	1	-0,028	0,004	24. Mai.	16	18:11	18:26
2023-03-26 18:22:00	0,008544	552,0502	1	0,573709	0,017964	0,008251	1,1	271,2	-1	0,022	0,018	1	-0,028	0	25. Mai.	16	18:11	18:26
2023-03-27 18:12:00	0,007079	578,1032	1	0,457048	0,014986	0,007523	2,8	269,8	-0,999	-0,003	0,049	0,999	-0,029	0,04	26. Mai.	16	18:11	18:26
2023-03-27 18:13:00	0,007394	575,8898	1	0,467677	0,015276	0,010108	2,7	270	-0,999	0	0,047	0,999	-0,03	0,036	27. Mai.	16	18:11	18:26
2023-03-27 18:14:00	0,007641	573,6722	1	0,478552	0,015571	0,011542	2,5	270,2	-0,999	0,003	0,044	0,999	-0,031	0,031	28. Mai.	17	18:11	18:27
2023-03-27 18:15:00	0,007851	571,4503	1	0,48968	0,015871	0,012374	2,3	270,4	-0,999	0,007	0,041	0,999	-0,031	0,027	29. Mai.	17	18:11	18:27
2023-03-27 18:16:00	0,008033	569,2243	1	0,501066	0,016177	0,012779	2,2	270,6	-0,999	0,01	0,038	0,999	-0,032	0,023	30. Mai.	17	18:11	18:27
2023-03-27 18:17:00	0,008191	566,9941	1	0,512717	0,016488	0,012825	2	270,8	-0,999	0,013	0,035	0,999	-0,033	0,018	31. Mai.	17	18:12	18:28
2023-03-27 18:18:00	0,008335	564,7597	1	0,524637	0,016805	0,012659	1,8	270,9	-0,999	0,017	0,032	0,999	-0,033	0,014	1. Jun.	17	18:12	18:28
2023-03-27 18:19:00	0,00846	562,5211	1	0,536834	0,017128	0,012232	1,7	271,1	-0,999	0,02	0,029	0,999	-0,034	0,01	2. Jun.	17	18:12	18:28
2023-03-27 18:20:00	0,008565	560,2785	1	0,549314	0,017456	0,011532	1,5	271,3	-0,999	0,023	0,027	0,999	-0,035	0,005	3. Jun.	17	18:12	18:28

Minuten	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	Messpunkt OP 1
17	1984	18:09	18:36	
Potentielle Reflexionen am Messpunkt OP 1: 1984 Minuten pro Jahr (Summe gesamt) 1342 Minuten im Juni-September mit Sichtschutz durch Blattwerk 642 Minuten im Oktober-Mai ohne Sichtschutz durch Blattwerk 17 Minuten pro Tag (Max)				
Parameter für Daten Bereinigung (Datensatz mit 3229 Einträgen /-905): 1.: Zeitraum ab 05:50 Uhr bis Sonnenuntergang 2.: Sonnenstand über Horizont ist min. 8° (Standard: min. 10°) 3.: Dauer der Reflexion ist min. 5 Minuten pro Tag (Standard: min. 5 Minuten)				



	Corneal Irradiance	DNI (W/m²)	Ocular Hazard #	Reflectivity	Retinal Irradiance	Subtended Glare Angle	Sun Altitude	Sun Azimuth	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Se	Anzahl Minuten	Tag
2023-01-01 16:09:00	0,00216	577,019	1	0,143602	0,0047	0,004567	1,5	231,3	-0,781	-0,625	0,025	0,781	0,462	0,421	17	Mrz.	1
2023-01-01 16:10:00	0,002332	573,6531	1	0,146282	0,00476	0,011363	1,3	231,5	-0,783	-0,622	0,023	0,783	0,462	0,418	18	Mrz.	2
2023-01-01 16:11:00	0,002473	570,2775	1	0,149018	0,00482	0,016139	1,2	231,7	-0,785	-0,619	0,021	0,785	0,461	0,414	19	Mrz.	3
2023-01-01 16:12:00	0,002598	566,8922	1	0,15181	0,004881	0,019896	1,1	231,9	-0,787	-0,617	0,019	0,787	0,46	0,411	20	Mrz.	5
2023-01-01 16:13:00	0,002715	563,4973	1	0,15466	0,004943	0,023031	0,9	232,1	-0,789	-0,614	0,016	0,789	0,46	0,407	21	Mrz.	6
2023-01-01 16:14:00	0,002827	560,0929	1	0,157569	0,005006	0,025741	0,8	232,3	-0,791	-0,612	0,014	0,791	0,459	0,404	22	Mrz.	8
2023-01-01 16:15:00	0,002934	556,679	1	0,160539	0,005069	0,028127	0,7	232,5	-0,793	-0,609	0,012	0,793	0,459	0,401	23	Mrz.	9
2023-01-01 16:16:00	0,003037	553,2557	1	0,163571	0,005133	0,030231	0,6	232,7	-0,795	-0,606	0,01	0,795	0,458	0,397	24	Mrz.	11
2023-01-01 16:17:00	0,003136	549,8229	1	0,166665	0,005197	0,032101	0,4	232,9	-0,797	-0,604	0,007	0,797	0,458	0,394	25	Mrz.	12
2023-01-01 16:18:00	0,003233	546,3809	1	0,169824	0,005263	0,033778	0,3	233	-0,799	-0,601	0,005	0,799	0,457	0,39	26	Mrz.	12
2023-01-01 16:19:00	0,003327	542,9297	1	0,173048	0,005329	0,035288	0,2	233,2	-0,801	-0,599	0,003	0,801	0,457	0,387	27	Mrz.	14
2023-01-01 16:20:00	0,003418	539,4692	0	0,17634	0,005396	0,036648	0	233,4	-0,803	-0,596	0	0,803	0,456	0,383	28	Mrz.	15
2023-01-02 16:10:00	0,002128	575,1597	1	0,142814	0,004659	0,0039	1,5	231,4	-0,781	-0,624	0,027	0,781	0,461	0,421	29	Mrz.	16
2023-01-02 16:11:00	0,002303	571,7884	1	0,145482	0,004718	0,010976	1,4	231,6	-0,783	-0,621	0,024	0,783	0,46	0,418	30	Mrz.	18
2023-01-02 16:12:00	0,002444	568,4074	1	0,148205	0,004778	0,015855	1,3	231,8	-0,785	-0,619	0,022	0,785	0,46	0,415	31	Mrz.	19
2023-01-02 16:13:00	0,00257	565,0168	1	0,150984	0,004839	0,019674	1,1	232	-0,787	-0,616	0,02	0,787	0,459	0,411	1. Apr.	21	
2023-01-02 16:14:00	0,002687	561,6166	1	0,153821	0,0049	0,022847	1	232,1	-0,789	-0,614	0,018	0,789	0,459	0,408	2. Apr.	21	
2023-01-02 16:15:00	0,002798	558,207	1	0,156717	0,004962	0,025587	0,9	232,3	-0,791	-0,611	0,015	0,791	0,458	0,405	3. Apr.	23	
2023-01-02 16:16:00	0,002904	554,7878	1	0,159673	0,005024	0,027997	0,8	232,5	-0,794	-0,608	0,013	0,794	0,458	0,401	4. Apr.	24	
2023-01-02 16:17:00	0,003006	551,3593	1	0,162691	0,005088	0,030122	0,6	232,7	-0,796	-0,606	0,011	0,796	0,457	0,398	5. Apr.	26	
2023-01-02 16:18:00	0,003105	547,9215	1	0,165771	0,005152	0,032009	0,5	232,9	-0,798	-0,603	0,009	0,798	0,457	0,394	6. Apr.	27	
2023-01-02 16:19:00	0,003202	544,4743	1	0,168915	0,005216	0,033701	0,4	233,1	-0,8	-0,601	0,006	0,8	0,456	0,391	7. Apr.	27	
2023-01-02 16:20:00	0,003295	541,018	1	0,172125	0,005282	0,035224	0,2	233,3	-0,802	-0,598	0,004	0,802	0,455	0,387	8. Apr.	29	
2023-01-02 16:21:00	0,003386	537,5524	1	0,175402	0,005348	0,036595	0,1	233,5	-0,804	-0,595	0,002	0,804	0,455	0,384	9. Apr.	30	
2023-01-03 16:10:00	0,002118	579,8471	1	0,141966	0,004669	0,003128	1,6	231,4	-0,782	-0,623	0,028	0,782	0,459	0,422	10. Apr.	32	
2023-01-03 16:11:00	0,002299	576,5032	1	0,14462	0,004729	0,010545	1,5	231,6	-0,784	-0,621	0,026	0,784	0,459	0,419	11. Apr.	32	
2023-01-03 16:12:00	0,002443	573,1496	1	0,147329	0,004789	0,015541	1,3	231,8	-0,786	-0,618	0,023	0,786	0,458	0,415	12. Apr.	34	
2023-01-03 16:13:00	0,00257	569,7864	1	0,150095	0,004851	0,019428	1,2	232	-0,788	-0,615	0,021	0,788	0,458	0,412	13. Apr.	35	
2023-01-03 16:14:00	0,002688	566,4136	1	0,152918	0,004913	0,022646	1,1	232,2	-0,79	-0,613	0,019	0,79	0,457	0,408	14. Apr.	37	
2023-01-03 16:15:00	0,0028	563,0313	1	0,155799	0,004975	0,025418	1	232,4	-0,792	-0,61	0,017	0,792	0,457	0,405	15. Apr.	37	
2023-01-03 16:16:00	0,002908	559,6396	1	0,15874	0,005039	0,027854	0,8	232,6	-0,794	-0,608	0,014	0,794	0,456	0,402	16. Apr.	39	
2023-01-03 16:17:00	0,003012	556,2384	1	0,161743	0,005103	0,030002	0,7	232,8	-0,796	-0,605	0,012	0,796	0,456	0,398	17. Apr.	40	
2023-01-03 16:18:00	0,003112	552,8279	1	0,164808	0,005168	0,031908	0,6	233	-0,798	-0,602	0,01	0,798	0,456	0,395	18. Apr.	41	
2023-01-03 16:19:00	0,003209	549,4081	1	0,167937	0,005233	0,033617	0,4	233,1	-0,8	-0,6	0,008	0,8	0,455	0,391	19. Apr.	42	
2023-01-03 16:20:00	0,003304	545,9791	1	0,171131	0,005299	0,035154	0,3	233,3	-0,802	-0,597	0,005	0,802	0,454	0,388	20. Apr.	44	
2023-01-03 16:21:00	0,003396	542,5409	1	0,174391	0,005366	0,036537	0,2	233,5	-0,804	-0,595	0,003	0,804	0,454	0,384	21. Apr.	44	
2023-01-03 16:22:00	0,003486	539,0937	1	0,17772	0,005434	0,037786	0	233,7	-0,806	-0,592	0,001	0,806	0,453	0,381	22. Apr.	46	
2023-01-04 16:11:00	0,002079	577,97	1	0,141058	0,004624	0,002188	1,7	231,5	-0,782	-0,622	0,029	0,782	0,458	0,423	23. Apr.	46	
2023-01-04 16:12:00	0,002266	574,6206	1	0,143698	0,004683	0,010067	1,5	231,7	-0,784	-0,62	0,027	0,784	0,458	0,419	24. Apr.	46	
2023-01-04 16:13:00	0,002411	571,2616	1	0,146393	0,004743	0,015195	1,4	231,9	-0,786	-0,617	0,025	0,786	0,457	0,416	25. Apr.	45	
2023-01-04 16:14:00	0,002539	567,893	1	0,149143	0,004804	0,019159	1,3	232,1	-0,788	-0,615	0,023	0,788	0,456	0,412	26. Apr.	46	
2023-01-04 16:15:00	0,002656	564,5149	1	0,151951	0,004865	0,022425	1,2	232,2	-0,79	-0,612	0,02	0,79	0,456	0,409	27. Apr.	45	
2023-01-04 16:16:00	0,002768	561,1273	1	0,154816	0,004927	0,025233	1	232,4	-0,793	-0,61	0,018	0,793	0,455	0,406	28. Apr.	45	
2023-01-04 16:17:00	0,002875	557,7303	1	0,157742	0,00499	0,027698	0,9	232,6	-0,795	-0,607	0,016	0,795	0,455	0,402	29. Apr.	44	
2023-01-04 16:18:00	0,002978	554,3239	1	0,160728	0,005053	0,029871	0,8	232,8	-0,797	-0,604	0,013	0,797	0,454	0,399	30. Apr.	45	
2023-01-04 16:19:00	0,003078	550,9081	1	0,163777	0,005117	0,031799	0,6	233	-0,799	-0,602	0,011	0,799	0,454	0,395	1. Mai.	45	
2023-01-04 16:20:00	0,003175	547,4832	1	0,166889	0,005182	0,033526	0,5	233,2	-0,801	-0,599	0,009	0,801	0,453	0,392	2. Mai.	44	
2023-01-04 16:21:00	0,003269	544,049	1	0,170066	0,005248	0,035077	0,4	233,4	-0,803	-0,596	0,007	0,803	0,453	0,388	3. Mai.	44	
2023-01-04 16:22:00	0,00336	540,6057	1	0,17331	0,005314	0,036474	0,2	233,6	-0,805	-0,594	0,004	0,805	0,452	0,385	4. Mai.	44	

Minuten pro Tag	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	Messpunkt OP 2
46	6748	17:10	18:35	
Potentielle Reflexionen am Messpunkt OP 2: 6748 Minuten pro Jahr (Summe gesamt) 4201 Minuten im Juni-September mit Sichtschutz durch Blattwerk 2547 Minuten im Oktober-Mai ohne Sichtschutz durch Blattwerk 46 Minuten pro Tag (Max)				
Parameter für Daten Bereinigung (Datensatz mit 29082 Einträgen /-18506): 1.: Zeitraum ab 05:50 Uhr bis Sonnenuntergang 2.: Sonnenstand über Horizont ist min. 8° (Standard: min. 10°) 3.: Dauer der Reflexion ist min. 5 Minuten pro Tag (Standard: min. 5 Minuten)				



	Corneal Irradiance	DNI (W/m²)	Ocular Hazard #	Reflectivity	Retinal Irradiance	Subtended Glare Angle	Sun Altitude	Sun Azimuth	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Se	Anzahl Minuten	Tag	
2023-03-19 18:14:00	0,007216	545,8218	1	0,526353	0,016295	0,000517	0,6	267,5	-0,999	-0,043	0,01	0,999	0,027	0,035	15. Apr.	1	18:09	18:09
2023-03-19 18:15:00	0,007388	543,4526	1	0,538586	0,016601	0,001061	0,4	267,7	-0,999	-0,04	0,007	0,999	0,026	0,031	16. Apr.	3	18:08	18:10
2023-03-19 18:16:00	0,007547	541,0792	1	0,551104	0,016913	0,001355	0,2	267,9	-0,999	-0,037	0,004	0,999	0,026	0,027	17. Apr.	4	18:09	18:12
2023-03-20 18:12:00	0,006868	554,4631	1	0,492486	0,015488	0,00066	1,2	267,4	-0,999	-0,045	0,021	0,999	0,021	0,045	18. Apr.	5	18:09	18:13
2023-03-20 18:13:00	0,007061	552,1233	1	0,503933	0,015781	0,001656	1	267,6	-0,999	-0,042	0,018	0,999	0,021	0,041	19. Apr.	7	18:09	18:15
2023-03-20 18:14:00	0,007248	549,7791	1	0,515647	0,016079	0,002468	0,9	267,8	-0,999	-0,039	0,015	0,999	0,02	0,037	20. Apr.	9	18:08	18:16
2023-03-20 18:15:00	0,007418	547,4305	1	0,527634	0,016383	0,002959	0,7	268	-0,999	-0,036	0,012	0,999	0,019	0,032	21. Apr.	9	18:09	18:17
2023-03-20 18:16:00	0,007571	545,0777	1	0,5399	0,016691	0,003145	0,5	268,2	-0,999	-0,032	0,009	0,999	0,019	0,028	22. Apr.	11	18:09	18:19
2023-03-20 18:17:00	0,007718	542,7205	1	0,552452	0,017006	0,003211	0,4	268,3	-1	-0,029	0,007	1	0,018	0,024	23. Apr.	12	18:09	18:20
2023-03-20 18:18:00	0,007856	540,3591	1	0,565297	0,017325	0,003104	0,2	268,5	-1	-0,026	0,004	1	0,017	0,019	24. Apr.	12	18:09	18:20
2023-03-21 18:10:00	0,00672	562,9417	1	0,471502	0,015055	0,001389	1,7	267,5	-0,999	-0,044	0,029	0,999	0,015	0,051	25. Apr.	10	18:09	18:18
2023-03-21 18:11:00	0,006938	560,6308	1	0,482462	0,015341	0,002826	1,5	267,7	-0,999	-0,041	0,026	0,999	0,014	0,046	26. Apr.	12	18:09	18:20
2023-03-21 18:12:00	0,007133	558,3156	1	0,493678	0,015633	0,003791	1,3	267,8	-0,999	-0,038	0,023	0,999	0,014	0,042	27. Apr.	11	18:10	18:20
2023-03-21 18:13:00	0,007319	555,996	1	0,505156	0,01593	0,004541	1,2	268	-0,999	-0,034	0,02	0,999	0,013	0,038	28. Apr.	8	18:11	18:18
2023-03-21 18:14:00	0,007488	553,6721	1	0,516901	0,016232	0,004968	1	268,2	-0,999	-0,031	0,018	0,999	0,012	0,033	29. Apr.	7	18:13	18:19
2023-03-21 18:15:00	0,00764	551,3439	1	0,528919	0,01654	0,005107	0,8	268,4	-1	-0,028	0,015	1	0,012	0,029	30. Apr.	3	18:15	18:17
2023-03-21 18:16:00	0,007782	549,0114	1	0,541218	0,016853	0,005084	0,7	268,6	-1	-0,024	0,012	1	0,011	0,025	13. Aug.	6	18:22	18:27
2023-03-21 18:17:00	0,007903	546,6746	1	0,553803	0,017171	0,004722	0,5	268,8	-1	-0,021	0,009	1	0,01	0,02	14. Aug.	8	18:19	18:26
2023-03-21 18:18:00	0,008035	544,3335	1	0,566681	0,017495	0,004489	0,4	269	-1	-0,018	0,006	1	0,01	0,016	15. Aug.	9	18:18	18:27
2023-03-22 18:09:00	0,006525	568,9792	1	0,45141	0,014568	0,001774	2,1	267,5	-0,998	-0,043	0,037	0,998	0,009	0,056	16. Aug.	11	18:17	18:27
2023-03-22 18:10:00	0,006769	566,6927	1	0,461904	0,014846	0,003706	2	267,7	-0,999	-0,039	0,034	0,999	0,008	0,052	17. Aug.	11	18:16	18:26
2023-03-22 18:11:00	0,006984	564,4018	1	0,472644	0,01513	0,005037	1,8	267,9	-0,999	-0,036	0,032	0,999	0,007	0,047	18. Aug.	11	18:16	18:26
2023-03-22 18:12:00	0,007181	562,1065	1	0,483633	0,015419	0,006	1,6	268,1	-0,999	-0,033	0,029	0,999	0,007	0,043	19. Aug.	12	18:14	18:25
2023-03-22 18:13:00	0,007364	559,807	1	0,494879	0,015713	0,006673	1,5	268,3	-0,999	-0,03	0,026	0,999	0,006	0,039	20. Aug.	11	18:14	18:24
2023-03-22 18:14:00	0,007532	557,5031	1	0,506386	0,016012	0,007073	1,3	268,5	-0,999	-0,026	0,023	0,999	0,005	0,034	21. Aug.	10	18:14	18:23
2023-03-22 18:15:00	0,007684	555,1949	1	0,518162	0,016317	0,00719	1,1	268,7	-1	-0,023	0,02	1	0,005	0,03	22. Aug.	9	18:13	18:21
2023-03-22 18:16:00	0,007823	552,8824	1	0,530211	0,016627	0,007098	1	268,9	-1	-0,02	0,017	1	0,004	0,026	23. Aug.	8	18:12	18:19
2023-03-22 18:17:00	0,007568	550,5657	1	0,542542	0,016942	0,001471	0,8	269,1	-1	-0,016	0,014	1	0,003	0,022	24. Aug.	6	18:12	18:17
2023-03-22 18:18:00	0,008071	548,2447	1	0,555159	0,017263	0,00642	0,7	269,2	-1	-0,013	0,011	1	0,002	0,017	25. Aug.	4	18:12	18:15
2023-03-22 18:19:00	0,008173	545,9195	1	0,568007	0,017589	0,005755	0,5	269,4	-1	-0,01	0,009	1	0,003	0,013	26. Aug.	3	18:12	18:14
2023-03-23 18:08:00	0,006256	572,7399	1	0,432176	0,014039	0,001206	2,6	267,6	-0,998	-0,041	0,045	0,998	0,003	0,061	27. Aug.	2	18:10	18:11
2023-03-23 18:09:00	0,006545	570,467	1	0,442224	0,014309	0,004064	2,4	267,8	-0,998	-0,038	0,043	0,998	0,002	0,057				
2023-03-23 18:10:00	0,006789	568,1897	1	0,452507	0,014583	0,005959	2,3	268	-0,999	-0,035	0,04	0,999	0,001	0,053		9		
2023-03-23 18:11:00	0,007006	565,908	1	0,463029	0,014862	0,007291	2,1	268,2	-0,999	-0,032	0,037	0,999	0,001	0,048				
2023-03-23 18:12:00	0,007204	563,622	1	0,473796	0,015146	0,008255	1,9	268,4	-0,999	-0,028	0,034	0,999	0	0,044				
2023-03-23 18:13:00	0,007384	561,3317	1	0,484814	0,015435	0,008857	1,8	268,6	-0,999	-0,025	0,031	0,999	-0,001	0,04				
2023-03-23 18:14:00	0,007552	559,037	1	0,496089	0,01573	0,009237	1,6	268,8	-0,999	-0,022	0,028	0,999	-0,002	0,036				
2023-03-23 18:15:00	0,007704	556,7381	1	0,507626	0,016029	0,00935	1,5	268,9	-1	-0,018	0,025	1	-0,002	0,031				
2023-03-23 18:16:00	0,00784	554,4349	1	0,519432	0,016334	0,009207	1,3	269,1	-1	-0,015	0,023	1	-0,003	0,027				
2023-03-23 18:17:00	0,007969	552,1274	1	0,531512	0,016645	0,008953	1,1	269,3	-1	-0,012	0,02	1	-0,004	0,023				
2023-03-23 18:18:00	0,008084	549,8157	1	0,543873	0,01696	0,008477	1	269,5	-1	-0,009	0,017	1	-0,004	0,018				
2023-03-23 18:19:00	0,008185	547,4998	1	0,556522	0,017282	0,007803	0,8	269,7	-1	-0,005	0,014	1	-0,005	0,014				
2023-03-23 18:20:00	0,008268	545,1797	1	0,569465	0,017609	0,006873	0,6	269,9	-1	-0,002	0,011	1	-0,006	0,01				
2023-03-24 18:07:00	0,006315	578,6139	1	0,423388	0,013895	0,003355	2,9	267,9	-0,998	-0,037	0,051	0,998	-0,004	0,062				
2023-03-24 18:08:00	0,006616	576,3648	1	0,433234	0,014163	0,006324	2,7	268,1	-0,998	-0,034	0,048	0,998	-0,005	0,058				
2023-03-24 18:09:00	0,006864	574,1114	1	0,443309	0,014435	0,008213	2,6	268,3	-0,999	-0,03	0,045	0,999	-0,006	0,054				
2023-03-24 18:10:00	0,007085	571,8537	1	0,453618	0,014713	0,009566	2,4	268,5	-0,999	-0,027	0,042	0,999	-0,006	0,05				
2023-03-24 18:11:00	0,007287	569,5916	1	0,464167	0,014995	0,010522	2,3	268,6	-0,999	-0,024	0,039	0,999	-0,007	0,045				
2023-03-24 18:12:00	0,007466	567,3251	1	0,474962	0,015283	0,011071	2,1	268,8	-0,999	-0,02	0,036	0,999	-0,008	0,041				

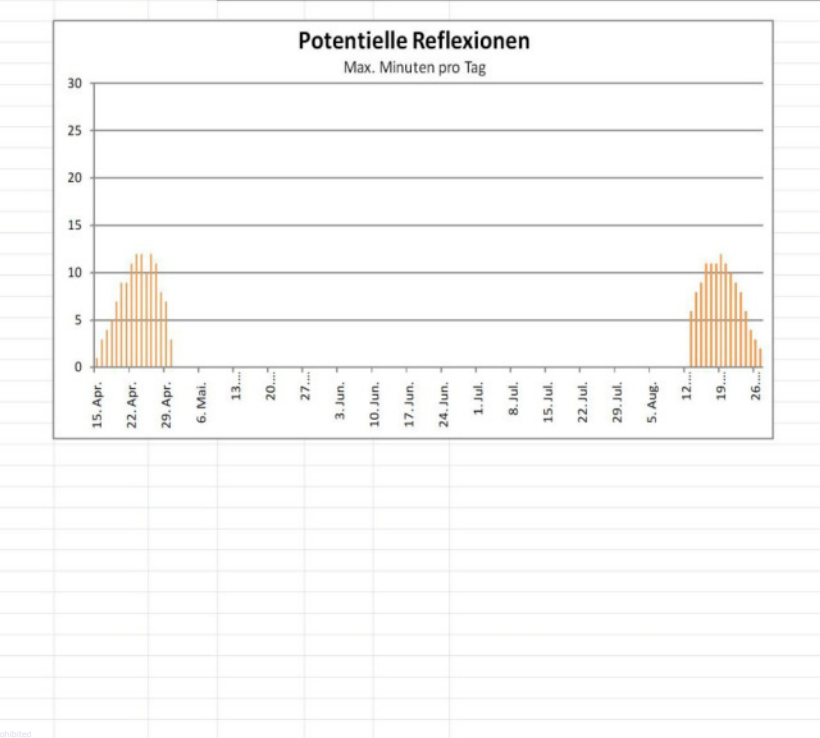
Minuten	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	Messpunkt OP 4
18. April	29. April	12	113	18:08
13. August	24. August	12	112	18:12
				18:20
				18:27

Potentielle Reflexionen am Messpunkt OP 4:

- 225 Minuten pro Jahr (Summe gesamt)
- 112 Minuten im Juni-September mit Sichtschutz durch Blattwerk
- 113 Minuten im Oktober-Mai ohne Sichtschutz durch Blattwerk
- 12 Minuten pro Tag (Max)

Parameter für Daten Bereinigung (Datensatz mit 1864 Einträgen /-1379):

- Zeitraum ab 05:50 Uhr bis Sonnenuntergang
- Sonnenstand über Horizont ist min. 8° (Standard: min. 10°)
- 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	Se	Anzahl Minuten	Tag
2023-03-15 18:11:00	0,007057	539,1178	1	0,521242	0,015938	0,000492	0	265,7	-0,997	-0,075	0	0,997	0,057	0,048	17	17. Apr.	2
2023-03-16 18:12:00	0,007569	538,4305	1	0,522521	0,015957	0,007954	0,1	266,2	-0,998	-0,067	0,003	0,998	0,05	0,045	18	18. Apr.	2
2023-03-17 18:11:00	0,007395	544,9489	1	0,511911	0,015822	0,006376	0,4	266,4	-0,998	-0,063	0,008	0,998	0,043	0,046	19	19. Apr.	4
2023-03-17 18:12:00	0,008061	542,5511	1	0,523798	0,016119	0,013518	0,3	266,6	-0,998	-0,059	0,005	0,998	0,042	0,042	20	20. Apr.	6
2023-03-17 18:13:00	0,008558	540,1488	1	0,535963	0,01642	0,017756	0,1	266,8	-0,998	-0,056	0,002	0,998	0,042	0,038	21	21. Apr.	7
2023-03-18 18:11:00	0,007172	548,9779	1	0,501505	0,015615	0,004499	0,8	266,7	-0,998	-0,058	0,013	0,998	0,036	0,047	22	22. Apr.	9
2023-03-18 18:12:00	0,007906	546,6011	1	0,513154	0,015909	0,01286	0,6	266,9	-0,998	-0,055	0,01	0,998	0,035	0,043	23	23. Apr.	10
2023-03-18 18:13:00	0,008453	544,22	1	0,525075	0,016208	0,017825	0,4	267,1	-0,999	-0,051	0,007	0,999	0,035	0,039	24	24. Apr.	11
2023-03-18 18:14:00	0,00888	541,8344	1	0,537275	0,016511	0,020916	0,3	267,2	-0,999	-0,048	0,005	0,999	0,034	0,034	25	25. Apr.	13
2023-03-18 18:15:00	0,009089	539,4445	1	0,549758	0,016821	0,021394	0,1	267,4	-0,999	-0,045	0,002	0,999	0,033	0,03	26	26. Apr.	14
2023-03-19 18:11:00	0,006936	552,9389	1	0,491301	0,015408	0,002318	1,1	266,9	-0,998	-0,053	0,018	0,998	0,029	0,048	27	27. Apr.	16
2023-03-19 18:12:00	0,007731	550,583	1	0,502717	0,015699	0,011916	0,9	267,1	-0,999	-0,05	0,016	0,999	0,028	0,044	28	28. Apr.	17
2023-03-19 18:13:00	0,008328	548,2226	1	0,514399	0,015995	0,017652	0,7	267,3	-0,999	-0,047	0,013	0,999	0,028	0,04	29	29. Apr.	17
2023-03-19 18:14:00	0,008808	545,8579	1	0,526353	0,016296	0,021415	0,6	267,5	-0,999	-0,043	0,01	0,999	0,027	0,035	30	30. Apr.	16
2023-03-19 18:15:00	0,009086	543,4889	1	0,538586	0,016602	0,022661	0,4	267,7	-0,999	-0,04	0,007	0,999	0,026	0,031	1. Mai.	16	
2023-03-19 18:16:00	0,009219	541,1155	1	0,551105	0,016914	0,022248	0,2	267,9	-0,999	-0,037	0,004	0,999	0,026	0,027	2. Mai.	16	
2023-03-19 18:17:00	0,009266	538,7377	1	0,563915	0,017231	0,02091	0,1	268,1	-0,999	-0,034	0,001	0,999	0,025	0,023	3. Mai.	17	
2023-03-20 18:12:00	0,007536	554,4988	1	0,492487	0,015489	0,010651	1,2	267,4	-0,999	-0,045	0,021	0,999	0,021	0,045	4. Mai.	17	
2023-03-20 18:13:00	0,008185	552,1591	1	0,503934	0,015782	0,017257	1	267,6	-0,999	-0,042	0,018	0,999	0,021	0,041	5. Mai.	17	
2023-03-20 18:14:00	0,008708	549,8149	1	0,515647	0,01608	0,021607	0,9	267,8	-0,999	-0,039	0,015	0,999	0,02	0,037	6. Mai.	17	
2023-03-20 18:15:00	0,009059	547,4665	1	0,527634	0,016384	0,023678	0,7	268	-0,999	-0,036	0,012	0,999	0,019	0,032	7. Mai.	16	
2023-03-20 18:16:00	0,009232	545,1137	1	0,5399	0,016693	0,0237	0,5	268,2	-0,999	-0,032	0,009	0,999	0,019	0,028	8. Mai.	16	
2023-03-20 18:17:00	0,009323	542,7566	1	0,552452	0,017007	0,022824	0,4	268,3	-1	-0,029	0,007	1	0,018	0,024	9. Mai.	17	
2023-03-20 18:18:00	0,009344	540,3952	1	0,565297	0,017326	0,021192	0,2	268,5	-1	-0,026	0,004	1	0,017	0,019	10. Mai.	17	
2023-03-21 18:11:00	0,007349	560,6662	1	0,482463	0,015342	0,009003	1,5	267,7	-0,999	-0,041	0,026	0,999	0,014	0,046	11. Mai.	17	
2023-03-21 18:12:00	0,008061	558,351	1	0,493679	0,015634	0,016656	1,3	267,8	-0,999	-0,038	0,023	0,999	0,014	0,042	12. Mai.	16	
2023-03-21 18:13:00	0,008625	556,0315	1	0,505156	0,015931	0,021583	1,2	268	-0,999	-0,034	0,02	0,999	0,013	0,038	13. Mai.	16	
2023-03-21 18:14:00	0,009048	553,7077	1	0,516901	0,016233	0,024455	1	268,2	-0,999	-0,031	0,018	0,999	0,012	0,033	14. Mai.	16	
2023-03-21 18:15:00	0,009262	551,3795	1	0,52892	0,016541	0,024909	0,8	268,4	-1	-0,028	0,015	1	0,012	0,029	15. Mai.	16	
2023-03-21 18:16:00	0,009389	549,047	1	0,541218	0,016854	0,024414	0,7	268,6	-1	-0,024	0,012	1	0,011	0,025	16. Mai.	16	
2023-03-21 18:17:00	0,009452	546,7103	1	0,553803	0,017173	0,023228	0,5	268,8	-1	-0,021	0,009	1	0,01	0,02	17. Mai.	16	
2023-03-21 18:18:00	0,00945	544,3693	1	0,566681	0,017497	0,021341	0,4	269	-1	-0,018	0,006	1	0,01	0,016	18. Mai.	15	
2023-03-22 18:11:00	0,007111	564,4368	1	0,472644	0,015131	0,006977	1,8	267,9	-0,999	-0,036	0,032	0,999	0,007	0,047	19. Mai.	15	
2023-03-22 18:12:00	0,007887	562,1416	1	0,483633	0,01542	0,015837	1,6	268,1	-0,999	-0,033	0,029	0,999	0,007	0,043	20. Mai.	15	
2023-03-22 18:13:00	0,00849	559,8421	1	0,494879	0,015714	0,021377	1,5	268,3	-0,999	-0,03	0,026	0,999	0,006	0,039	21. Mai.	14	
2023-03-22 18:14:00	0,008972	557,5383	1	0,506386	0,016013	0,024977	1,3	268,5	-0,999	-0,026	0,023	0,999	0,005	0,034	22. Mai.	13	
2023-03-22 18:15:00	0,009231	555,2302	1	0,518162	0,016318	0,025918	1,1	268,7	-1	-0,023	0,02	1	0,005	0,03	23. Mai.	13	
2023-03-22 18:16:00	0,009392	552,9178	1	0,530212	0,016628	0,025762	1	268,9	-1	-0,02	0,017	1	0,004	0,026	24. Mai.	13	
2023-03-22 18:17:00	0,009488	550,6011	1	0,542542	0,016943	0,024925	0,8	269,1	-1	-0,016	0,014	1	0,003	0,022	25. Mai.	12	
2023-03-22 18:18:00	0,009528	548,2802	1	0,555159	0,017264	0,023489	0,7	269,2	-1	-0,013	0,011	1	0,003	0,017	26. Mai.	10	
2023-03-22 18:19:00	0,009506	545,955	1	0,56807	0,017591	0,0214	0,5	269,4	-1	-0,01	0,009	1	0,002	0,013	27. Mai.	8	
2023-03-23 18:11:00	0,006835	565,9429	1	0,463029	0,014863	0,004638	2,1	268,2	-0,999	-0,032	0,037	0,999	0,001	0,048	28. Mai.	3	
2023-03-23 18:12:00	0,007668	563,657	1	0,473797	0,015147	0,014783	1,9	268,4	-0,999	-0,028	0,034	0,999	0	0,044	16. Jul.	6	
2023-03-23 18:13:00	0,008307	561,3667	1	0,484815	0,015436	0,020987	1,8	268,6	-0,999	-0,025	0,031	0,999	-0,001	0,04	17. Jul.	10	
2023-03-23 18:14:00	0,008837	559,0721	1	0,496089	0,015731	0,025226	1,6	268,8	-0,999	-0,022	0,028	0,999	-0,002	0,036	18. Jul.	12	
2023-03-23 18:15:00	0,009147	556,7732	1	0,507626	0,01603	0,026757	1,5	268,9	-1	-0,018	0,025	1	-0,002	0,031	19. Jul.	13	
2023-03-23 18:16:00	0,009337	554,4701	1	0,519432	0,016335	0,026914	1,3	269,1	-1	-0,015	0,023	1	-0,003	0,027	20. Jul.	13	
2023-03-23 18:17:00	0,009461	552,1627	1	0,531512	0,016646	0,026371	1,1	269,3	-1	-0,012	0,02	1	-0,004	0,023	21. Jul.	13	
2023-03-23 18:18:00	0,009533	549,8511	1	0,543873	0,016962	0,025282	1	269,5	-1	-0,009	0,017	1	-0,004	0,018	22. Jul.	14	

Minuten	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	Messpunkt OP 2
17. Apr.	2	18:11	18:12	
18. Apr.	2	18:12	18:13	
19. Apr.	4	18:12	18:15	
20. Apr.	6	18:11	18:16	
21. Apr.	7	18:11	18:17	
22. Apr.	9	18:11	18:19	
23. Apr.	10	18:11	18:20	
24. Apr.	11	18:12	18:22	
25. Apr.	13	18:11	18:23	
26. Apr.	14	18:11	18:24	
27. Apr.	16	18:11	18:26	
28. Apr.	17	18:11	18:27	
29. Apr.	17	18:11	18:27	
30. Apr.	16	18:11	18:26	
1. Mai.	16	18:11	18:26	
2. Mai.	16	18:11	18:26	
3. Mai.	17	18:11	18:27	
4. Mai.	17	18:11	18:27	
5. Mai.	17	18:11	18:27	
6. Mai.	17	18:11	18:27	
7. Mai.	16	18:12	18:27	
8. Mai.	16	18:12	18:27	
9. Mai.	17	18:12	18:28	
10. Mai.	17	18:12	18:28	
11. Mai.	17	18:11	18:27	
12. Mai.	16	18:12	18:27	
13. Mai.	16	18:12	18:27	
14. Mai.	16	18:12	18:27	
15. Mai.	16	18:12	18:27	
16. Mai.	16	18:13	18:28	
17. Mai.	16	18:13	18:28	
18. Mai.	15	18:14	18:28	
19. Mai.	15	18:15	18:29	
20. Mai.	15	18:15	18:29	
21. Mai.	14	18:16	18:29	
22. Mai.	13	18:17	18:29	
23. Mai.	13	18:17	18:29	
24. Mai.	13	18:18	18:30	
25. Mai.	12	18:19	18:30	
26. Mai.	10	18:20	18:29	
27. Mai.	8	18:21	18:28	
28. Mai.	3	18:24	18:26	
16. Jul.	6	18:31	18:36	
17. Jul.	10	18:29	18:38	
18. Jul.	12	18:28	18:39	
19. Jul.	13	18:28	18:40	
20. Jul.	13	18:28	18:40	
21. Jul.	13	18:27	18:39	
22. Jul.	14	18:26	18:39	

