SolPEG
Solar Power Expert Group

SolPEG Blendgutachten

Solarpark Seeleite (Lendershausen)

Analyse der potentiellen Blendwirkung einer geplanten PV Anlage in der Nähe von Lendershausen in Unterfranken (Bayern)

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

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

© Copyright Information | Document reference: 20201022.1426290J | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

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

Inhalt

1 Auftrag 3
1.1 Beauftragung 3
1.2 Hintergrund und Auftragsumfang 3
2 Systembeschreibung 4
2.1 Standort Übersicht 4
3 Ermittlung der potentiellen Blendwirkung 6
3.1 Rechtliche Hinweise 6
3.2 Blendwirkung von PV Modulen 6
3.3 Berechnung der Blendwirkung 8
3.4 Technische Parameter der PV Anlage 9
3.5 Standorte für die Analyse 10
3.6 Hinweise zum Simulationsverfahren 11
4 Ergebnisse 14
4.1 Ergebnisübersicht 14
4.2 Ergebnisse am Messpunkt P1, B 303 West / Einmündung HAS36 15
4.3 Ergebnisse am Messpunkt P2, B 303 Ost 17
4.4 Ergebnisse am Messpunkt P3, Straße HAS36 19
4.5 Ergebnisse am Messpunkt P4, Gebäude südöstlich 19
4.6 Ergebnisse am Messpunkt P5, Gebäude Lendershausen 20
5 Zusammenfassung der Ergebnisse 21
5.1 Zusammenfassung 21
5.2 Beurteilung der Ergebnisse 21
6 Schlussbemerkung 21

© Copyright Information | Document reference: 20201022.142629DJ | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

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

SolPEG Blendgutachten

Analyse der potentiellen Blendwirkung der geplanten PV Anlage Seeleite (Lendershausen)

1 Auftrag

1.1 Beauftragung

Die SolPEG GmbH ist durch die die SÜDWERK Projektgesellschaft mbH beauftragt, die potentielle Blendwirkung der geplanten PV Anlage „Seeleite“ (Lendershausen) 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“ (2017). Andererseits soll der Ausbau der erneuerbaren Energien auch die bestehenden Regelungen für den Immissionsschutz berücksichtigen. Dies gilt auch für Lichtimmissionen durch PV Anlagen.

Grundlage für die Berechnung und Beurteilung von Lichtimmissionen ist die sog. Licht-Leitlinie[1], die 1993 durch die Bund/Länder - Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) verfasst und 2012 um einen Abschnitt zu PV Anlagen erweitert wurde. Nach überwiegender Meinung von Experten enthält die 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 „Seeleite“ eine Blendwirkung für schutzbedürftige Zonen im Sinne der Licht-Leitlinie ausgehen könnte. Dies gilt für Verkehrsteilnehmer auf der B303, der HAS36 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 widergegeben, eine weiterführende Beschreibung von theoretischen Hintergründen u.a. zu Berechnungsformeln kann im Rahmen dieses Dokumentes nicht erfolgen.

[1] Die Licht-Leitlinie ist u.a. hier abrufbar: http://www.cost-lonne.eu/wp-content/uploads/2015/11/LAI_RL_Licht_09_2012.pdf

© Copyright Information | Document reference: 20201022.142629DJ | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written noctice prohibited

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

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

2 Systembeschreibung

2.1 Standort Übersicht

Die Fläche des Solarparks befindet sich in einem landwirtschaftlichen Gebiet ca. 1,2 km südwestlich der Ortschaft Lendershausen, ca. 10 km nördlich von Haßfurt in Unterfranken (Bayern). Südlich der Fläche verläuft die Bundesstraße 303. Die folgenden Informationen und Bilder geben einen Überblick über den Standort.

Tabelle 1: Informationen über den Standort

Allgemeine Beschreibung des Standortes	Landwirtschaftliche Fläche ca. 1,2 km w südwestlich der Ortschaft Lendershausen, ca. 10 km nördlich von Haßfurt in Unterfranken (Bayern). Die Fläche ist leicht abfallend nach Süden
Koordinaten (Mitte)	50.127°N, 10.496°O 270 m ü.N.N.
Abstand zur B303	ca. 140 m
Entfernung zu umliegenden Gebäuden	ca.700 m (kleinste Entfernung, relevante Blickrichtung)

Übersicht über den Standort und die PV Anlage (schematisch)

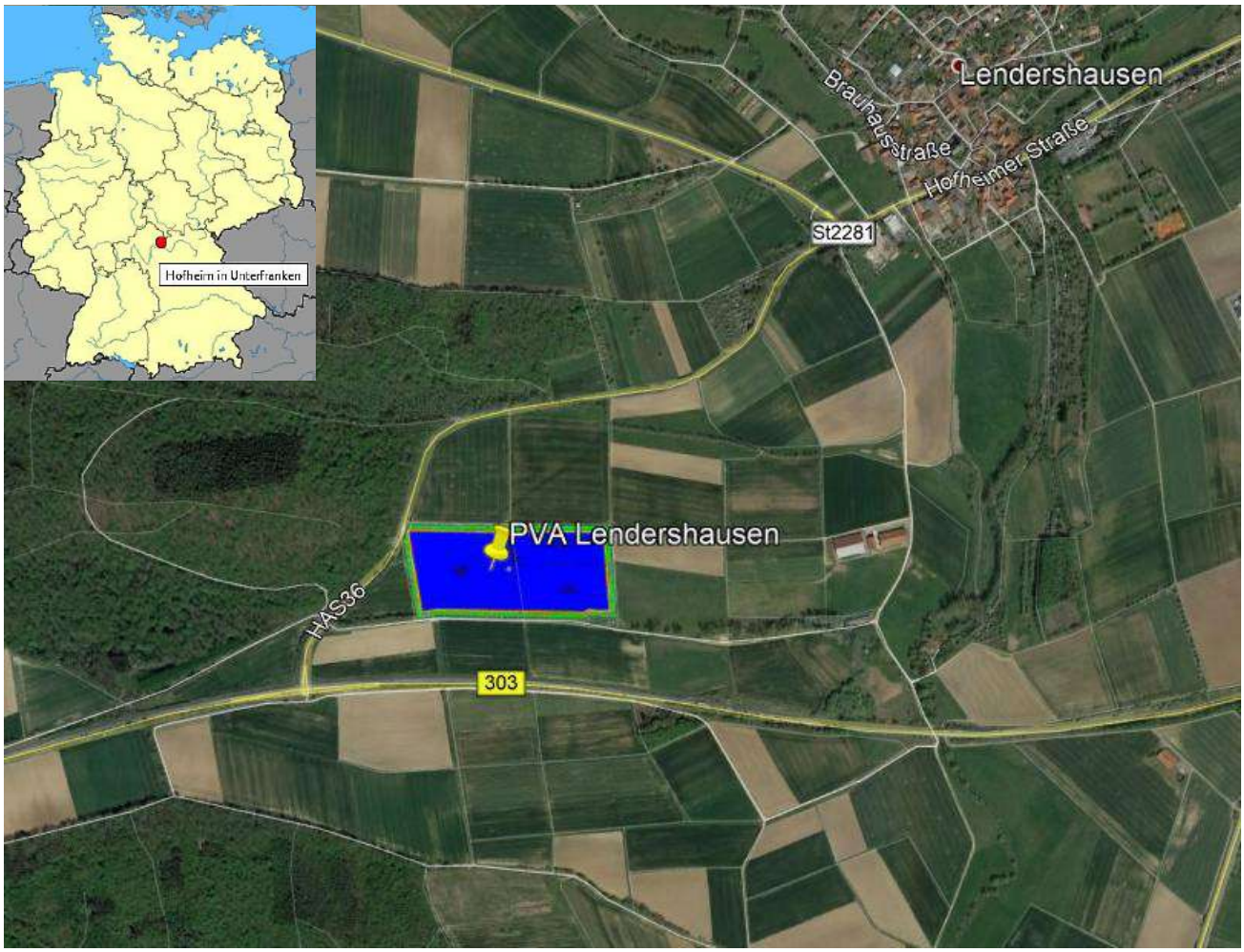


Bild 2.1.1: Luftbild mit Schema der PV Anlage (Quelle: Google Earth/SolPEG)

© Copyright Information | Document reference: 20201022.1426290J | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

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

Detailansicht der PV Anlage und Umgebung

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

Detailansicht der PV Anlage

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

© Copyright Information | Document reference: 20201022.1426290J | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

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

3 Ermittlung der potentiellen Blendwirkung

3.1 Rechtliche Hinweise

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

3.2 Blendwirkung von PV Modulen

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

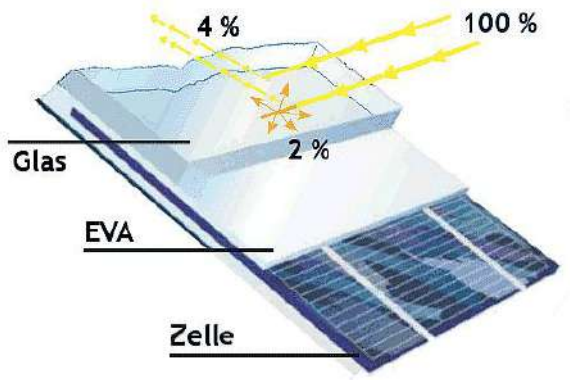


Bild 3.2.1: Anteil des reflektierten Sonnenlichtes bei einem PV Modul (Quelle: Internet/SolPEG)

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

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

© Copyright Information | Document reference: 20201022.1426290J | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

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

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

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

Diese Eigenschaften können schematisch wie folgt dargestellt werden

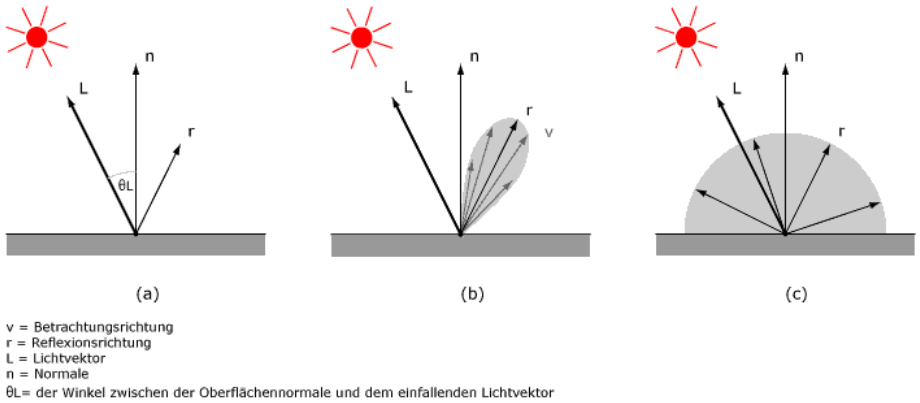


Bild 3.2.4: Diffuse Reflexion von unterschiedlichen Moduloberflächen (© Jürgen Hagler)

Lt. Informationen des Auftraggebers sollen PV Module des Herstellers Jinko 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 Characteristics	
Cell Type	Mono PERC 158.75×158.75mm
No.of cells	60 (6×10)
Dimensions	1665×1002×35mm (65.55×39.45×1.38 inch)
Weight	19.0 kg (41.9 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass

Bild 3.2.5: Auszug aus dem Moduldatenblatt, siehe auch Anhang

© Copyright Information | Document reference: 20201022.1426290J | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

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

3.3 Berechnung der Blendwirkung

Die Berechnung der Reflexionen von elektromagnetischen Wellen (auch sichtbares Licht) erfolgt nach anerkannten physikalischen Erkenntnissen und den entsprechend abgeleiteten Gesetzen (u.a. Reflexionsgesetz, Lambertsches Gesetz) sowie den entsprechenden Berechnungsformeln.
Darüber hinaus kommen die in Anhang 2 der Licht-Leitlinie beschriebenen Empfehlungen (Seite 21ff) zur Anwendung, es werden jedoch aufgrund fehlender Angaben u.a. für Fahrzeuglenker zusätzliche Quellen herangezogen, u.a. die Richtlinien der FAA[2] zur Beurteilung der Blendwirkung für den Flugverkehr.
Eine umfassende Darstellung der verwendeten Formeln und theoretischen Hintergründe der Berechnungen ist im Rahmen dieser Stellungnahme nicht möglich.

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

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

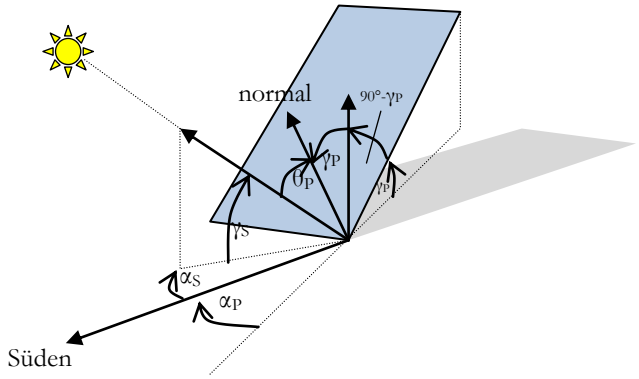


Bild 3.3.1: Schematische Darstellung der Reflexionen auf einer geneigten Fläche

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

Die Simulation von Reflexionen geht zu jedem Zeitpunkt von einem klaren Himmel und direkter Sonneneinstrahlung aus, daher wird im Ergebnis immer die höchst mögliche Blendwirkung angegeben. Dies entspricht nur selten den realen Umgebungsbedingungen und auch Informationen über möglichen Sichtschutz durch Bäume, Gebäude oder andere Objekte können nicht ausreichend verarbeitet werden. Auch Wettereinflüsse wie z.B. Frühnebel/Dunst oder lokale Besonderheiten der Wetterbedingungen können nicht berechnet werden. Die Entfernung zur Blendquelle fließt in die Berechnung ein, jedoch sind sich die Experten uneinig ab welcher Entfernung eine Blendwirkung durch PV Anlagen zu vernachlässigen ist. In der Licht-Leitlinie[3] wird eine Entfernung von 100 m genannt.

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

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

© Copyright Information | Document reference: 20201022.1426290J | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written noctice prohibited

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.

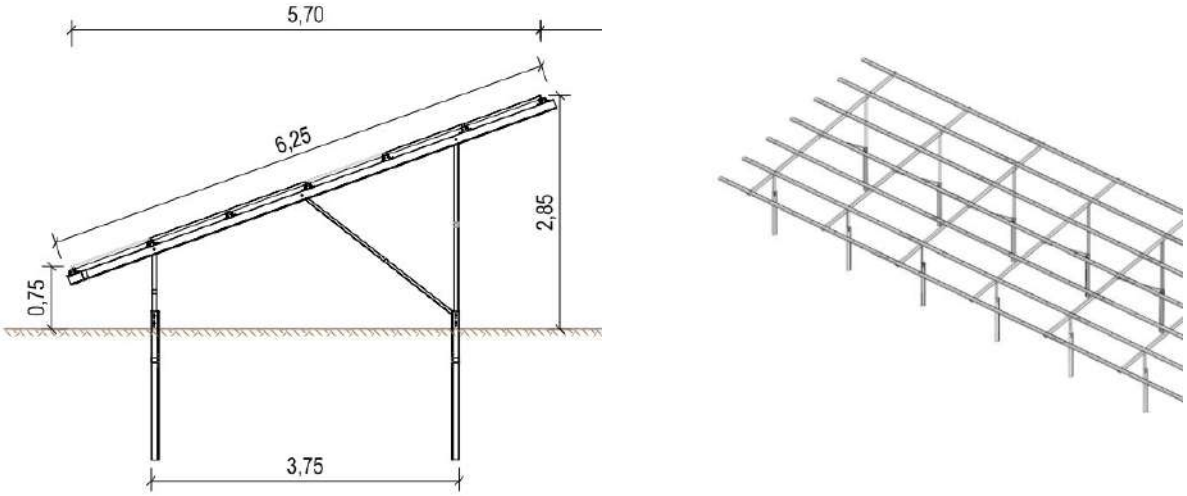


Bild 3.4.1: Skizze der Modulkonstruktion (Quelle: Auftraggeber, Ausschnitt)

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

Tabelle 2: Berechnungsparameter

PV Modul	Jinko Solar (oder vergleichbar)
Moduloberfläche	Solarglas mit Anti-Reflexionsbehandlung (lt. Datenblatt)
Unterkonstruktion	Modultische, fest aufgeständert
Modulinstallation	6 Module quer übereinander
Ausrichtung (Azimut)	Süden (180°)
Modulneigung	20°
Höhe der sichtbaren Modulfläche	min. 0,75 m, max. 2,85 m
Anzahl Messpunkte gesamt	4 Messpunkte (siehe Skizze 3.5.1)
Höhe Messpunkte	2 m über Boden
Azimut Blickrichtung Fahrzeugführer[5]	Fahrtrichtung +/- 20°

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

© Copyright Information | Document reference: 20201022.1426290J | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

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

3.5 Standorte für die Analyse

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

Für die Analyse einer potentiellen Blendwirkung der PV Anlage Seeleite wurden insgesamt 5 Messpunkte festgelegt. 3 Messpunkte auf angrenzenden Straßen (u.a. B303) sowie 1 Messpunkt im Bereich der südöstlich gelegenen Gebäude und zusätzlich 1 Messpunkt im Bereich der Ortschaft Lendershausen. 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.

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)

© Copyright Information | Document reference: 20201022.1426290J | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

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

3.6 Hinweise zum Simulationsverfahren

Licht-Leitlinie

Grundlage für die Berechnung und Beurteilung von Lichtimmissionen ist in Deutschland die sog. Licht-Leitlinie, die erstmals 1993 durch die Bund/Länder - Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) verfasst wurde. Die Licht-Leitlinie ist weder eine Norm noch ein Gesetz sondern lt. LAI Vorbemerkung "... **ein System zur Beurteilung der Wirkungen von Lichtimmissionen auf den Menschen**" welches ursprünglich für die Bemessung von Lichtimmissionen durch Flutlicht- oder Beleuchtungsanlagen von Sportstätten konzipiert wurde. Anlagen zur Beleuchtung des öffentlichen Straßenraumes, Blendwirkung durch PKW Scheinwerfer usw. werden nicht behandelt.
Im Jahr 2000 wurden Hinweise zu schädlichen Einwirkungen von Beleuchtungsanlagen auf Tiere - insbesondere auf Vögel und Insekten - und Vorschläge zu deren Minderung ergänzt. Ende 2012 wurde ein 4-seitiger Anhang zum Thema Reflexionen durch Photovoltaik (PV) Anlagen hinzugefügt.
Lichtimmissionen gehören nach dem BImSchG zu den schädlichen Umwelteinwirkungen, wenn sie nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, **erhebliche Nachteile** oder **erhebliche Belästigungen** für die Allgemeinheit oder für die Nachbarschaft **herbeizuführen**. Bedauerlicherweise hat der Gesetzgeber die immissionsschutzrechtliche **Erheblichkeit** für Lichtimmissionen bisher nicht definiert und eine Definition auch nicht in Aussicht gestellt.
Für Reflexionen durch PV Anlagen ist in der Licht-Leitlinie ein Immissionsrichtwert von maximal 30 Minuten pro Tag und maximal 30 Stunden pro Jahr angegeben. Diese Werte wurden nicht durch wissenschaftliche Untersuchungen mit entsprechenden Probanden in Bezug auf Reflexionen durch PV Anlagen ermittelt, sondern stammen aus einer Untersuchung zur Belästigung durch periodischen Schattenwurf und Lichtreflexe ("Disco-Effekt") von Windenergieanlagen (WEA).
Auch in diesem Bereich hat der Gesetzgeber bisher keine rechtsverbindlichen Richtwerte für die Belästigung durch Lichtblitze und bewegten, periodischen Schattenwurf durch Rotorblätter einer WEA erlassen oder in Aussicht gestellt. Die Übertragung der Ergebnisse aus Untersuchungen zum Schattenwurf von WEA Rotoren auf unbewegliche Installationen wie PV Anlagen ist unter Experten äußerst umstritten und vor diesem Hintergrund hat eine individuelle Bewertung von Reflexionen durch PV Anlagen Vorrang vor den rechnerisch ermittelten Werten.

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

Christoph Schierz, TU Ilmenau, FG Lichttechnik, 2012:
Welches die zulässige Dauer einer Blendwirkung sein soll, ist eigentlich keine wissenschaftliche Fragestellung, sondern eine der gesellschaftlichen Vereinbarung: Wie viele Prozent stark belästigter Personen in der exponierten Bevölkerung will man zulassen? Die Wissenschaft müsste aber eine Aussage darüber liefern können, welche Expositionsdauer zu welchem Anteil stark Belästigter führt. Wie bereits erwähnt, stehen Untersuchungen dazu noch aus. .. Es existieren noch keine rechtlichen oder normativen Methoden zur Bewertung von Lichtimmissionen durch von Solaranlagen gespiegeltes Sonnenlicht.

Michaela Fischbach, Wolfgang Rosenthal, Solarpraxis AG:
Während die Berechnungen möglicher Reflexionsrichtungen klar aus geometrischen Verhältnissen folgen, besteht hinsichtlich der Risikobewertung reflektierten Sonnenlichts noch erheblicher Klärungsbedarf...

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

© Copyright Information | Document reference: 20201022.1426290J | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written noctice prohibited

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

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

Schutzwürdige Räume

In der Licht-Leitlinie sind einige "schutzwürdige Räume" - also ortsfeste Standorte - aufgeführt, für die zu bestimmten Tageszeiten störende oder belästigende Einflüsse durch Lichtimmissionen zu vermeiden sind. Es fehlt[6] allerdings eine Definition oder Empfehlung zum Umgang mit Verkehrswegen und auch zu Schienen- und Kraftfahrzeugen als "beweglichen" Räumen. Eine Blendwirkung an beweglichen Standorten ist in Bezug zur Geschwindigkeit zu sehen, d.h. eine Reflexion kann an einem festen Standort über mehrere Minuten auftreten, ist jedoch bei der Vorbeifahrt mit 100 km/h ggf. nur für Sekundenbruchteile wahrnehmbar. Aber trotz einer physiologisch unkritischen Leutdichte kann die Blendwirkung durch frequente Reflexionen subjektiv als störend empfunden werden (psychologische Blendwirkung). Vor diesem Hintergrund kann die Empfehlung der Licht-Leitlinie in Bezug auf die maximale Dauer von Reflexionen in "schutzwürdigen Räumen" nicht ohne weiteres auf Fahrzeuge übertragen werden. Die reinen Zahlen der Simulationsergebnisse sind immer auch im Kontext zu verstehen.

Einfallswinkel der Reflexion

Die Fachliteratur enthält ebenfalls keine einheitlichen Aussagen zur Berechnung und Beurteilung der Blendwirkung von Fahrzeugführern durch reflektiertes Sonnenlicht und auch unter den Experten gibt es bislang keine einheitliche Meinung, ab welchem Winkel eine Reflexion bei Tageslicht als objektiv störend empfunden wird. Dies hängt u.a. mit den Abbildungseigenschaften des Auges zusammen wonach die Dichte der Helligkeitsrezeptoren (Zapfen) außerhalb des zentralen Schärfepunktes (Fovea Centralis) abnimmt.
Überwiegend wird angenommen, dass Reflexionen in einem Winkel ab 20° zur Blickrichtung keine Beeinträchtigung darstellen. In einem Winkel zwischen 10° - 20° können Reflexionen eine moderate Blendwirkung erzeugen und unter 10° werden sie überwiegend als Beeinträchtigung empfunden.
Vor diesem Hintergrund ist in dieser Untersuchung der für Reflexionen relevante Blickwinkel als Fahrtrichtung +/- 20° definiert.

Entfernung zur Immissionsquelle

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

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

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

© Copyright Information | Document reference: 20201022.1426290J | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

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 Licht-Leitlinie gibt es keine Hinweise wie mit meteorologischen Informationen zu verfahren ist obwohl zahlreiche Datenquellen und Klima-Modelle (z.B. TMY[7]) vorhanden sind. Der Deutsche Wetterdienst DWD hat für Deutschland für das Jahr 2019 eine mittlere Wolkenbedeckung[8] von ca. 60 % ermittelt. Der Durchschnittswert für den Zeitraum 1982-2009 liegt bei 62,5 % - 75 %.
Aber auch der Geländeverlauf und Informationen über möglichen Sichtschutz durch Hügel, Bäume oder andere Objekte können nicht ausreichend verarbeitet werden.
Es handelt sich dabei allerdings um Limitierungen der Software und nicht um Vorgaben für die Berechnung von Reflexionen. Eine realitätsnahe Simulation ist mit der aktuell verfügbaren Simulationssoftware nur begrenzt möglich.

Kategorien von Reflexionen

Fachleute sind überwiegend der Meinung, dass die sog. Absolutblendung, die eine Störung der Sehfähigkeit bewirkt, ab einer Leuchtdichte von ca. 100.000 cd/m^2 beginnt. Störungen sind z.B. Nachbilder in Form von hellen Punkten nachdem in die Sonne geschaut wurde. Auch in der LAI Licht-Leitlinie ist dieser Wert angegeben (S. 21, der Wert ist bezogen auf die Tagesadaption des Auges).
Aber nicht alle Reflexionen führen zwangsläufig zu einer Blendwirkung, da es sich neben den messbaren Effekten auch in einem hohen Maß um eine subjektiv empfundene Erscheinung/Irritation handelt (Psychologische Blendwirkung). Das Forschungsinstitut Sandia National Labortories (USA) hat verschiedene Untersuchungen auf diesem Gebiet analysiert und eine Skala entwickelt, die die Wahrscheinlichkeit für Störungen/Nachbilder durch Lichtimmissionen in Bezug zu ihrer Intensität kategorisiert. Diese Kategorisierung entspricht dem Bezug zwischen Leuchtdichte (W/cm^2) und Ausdehnung (Raumwinkel, mrad). Die folgende Skizze zeigt die Bewertungsskala in der Übersicht und auch das hier verwendete Simulationsprogramm stellt die jeweiligen Messergebnisse in ähnlicher Weise dar.

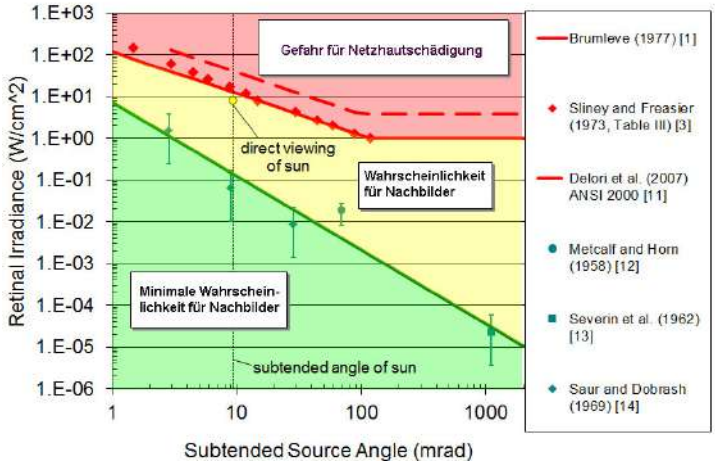


Bild 3.6.3: Kategorisierung von Reflexionen (Quelle: Sandia National Labortories, siehe auch Diagramme im Anhang)

[7] Handbuch: https://www.nrel.gov/docs/fy08osti/43156.pdf
[8] DWD Service: https://www.dwd.de/DE/leistungen/rcccm/int/rcccm_int_cfc.html
Bild: https://www.dwd.de/DWD/klima/rcccm/int/rcc_eude_eur_cfc_mean_2019_17.png

© Copyright Information | Document reference: 20201022.1426290J | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written noctice prohibited

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

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

4 Ergebnisse

4.1 Ergebnisübersicht

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

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

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

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

Messpunkt	**Minuten pro Jahr**
P1 Bundesstraße B303 West, Einmündung HAS36	1751[W]
P2 Bundesstraße B303 Ost	1591[W]
P3 Straße HAS36	405
P4 Gebäude südöstlich	n.n.
P5 Gebäude Lendershausen	0

[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.

© Copyright Information | Document reference: 20201022.142629DJ | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

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

4.2 Ergebnisse am Messpunkt P1, B 303 West / Einmündung HAS36

Am Messpunkt P1 auf der B 303 können bei der Fahrt Richtung Osten rein rechnerisch Reflexionen durch die PV Anlage auftreten. Nach Bereinigung der Rohdaten sind Reflexionen theoretisch in der Zeit zwischen dem 23. April und den 17. August an insgesamt 1751 Minuten pro Jahr an maximal 18 Minuten pro Tag[9] möglich, in der Zeit zwischen 06:01 – 06:32 Uhr. Die Reflexionen liegen überwiegend außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels (+/- 20° zur Fahrrichtung, ca. 100 m) und in großer Entfernung von ca. 290 m – 570 m.
Eine Beeinträchtigung von Fahrzeugführern durch Reflexionen durch die PV Anlage kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

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

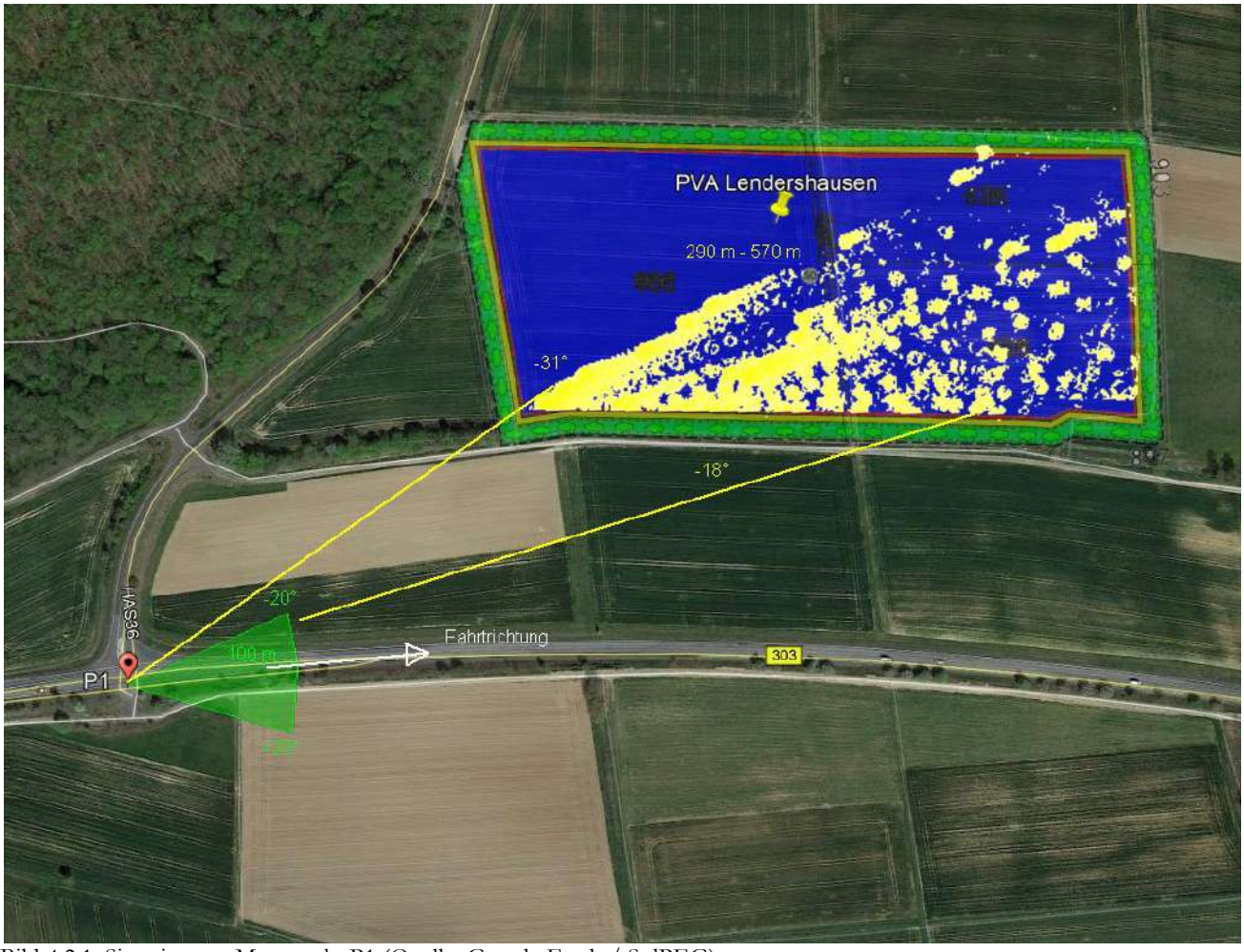


Bild 4.2.1: Situation am Messpunkt P1 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

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

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

© Copyright Information | Document reference: 20201022.1426290J | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

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

Die folgende Skizze (Pseudo 3D) zeigt die Simulation des Sonnenstandes am Messpunkt P1 am 15. Juli morgens um 06:10 Uhr. Der Strahlengang ist durch gelbe Pfeile symbolisiert und verdeutlicht, dass die tief stehende Sonne selbst die Ursache für potentielle Blendwirkungen darstellt – sofern der Fahrzeugführer den Blick von der Straße abwendet und in Richtung der aufgehenden Sonne blickt.

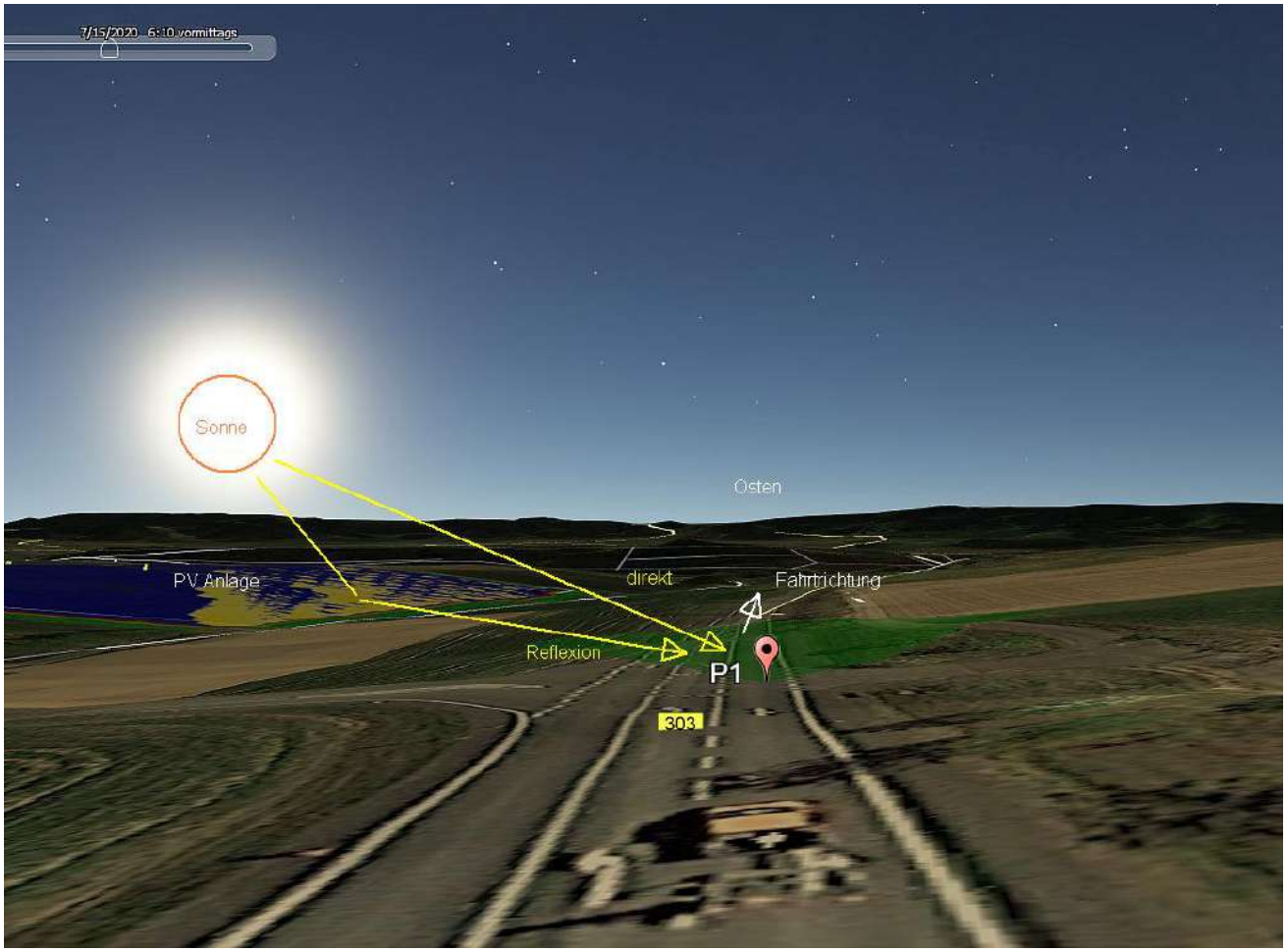


Bild 4.2.2: Simulation am Messpunkt P1, Blick Richtung Osten (Quelle: Google Earth / SolPEG)

© Copyright Information | Document reference: 20201022.1426290J | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

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

4.3 Ergebnisse am Messpunkt P2, B 303 Ost

Am Messpunkt P2 auf der Bundesstraße 303 südöstlich der PV Anlage können theoretisch bei der Fahrt Richtung Westen (Humprechtshausen / Schweinfurt) Reflexionen durch die PV Anlage auftreten. Nach Bereinigung der Rohdaten sind rein rechnerisch an insgesamt 1591 Minuten pro Jahr und max. 20 Minuten pro Tag Reflexionen möglich. Diese können nur in bestimmten Jahreszeiten in den Abendstunden zwischen 18:18 bis18:48 Uhr aus westlicher Richtung auftreten.

Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse in der Übersicht.

Tabelle 4: Mögliches Auftreten und Dauer von Reflexionen am Messpunkt P1

Zeitraum Beginn	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag (max.)	Minuten im Zeitraum	Erstes Auftreten	Letztes Auftreten
03. Mai	07. August	20	1591	18:18	18:48

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

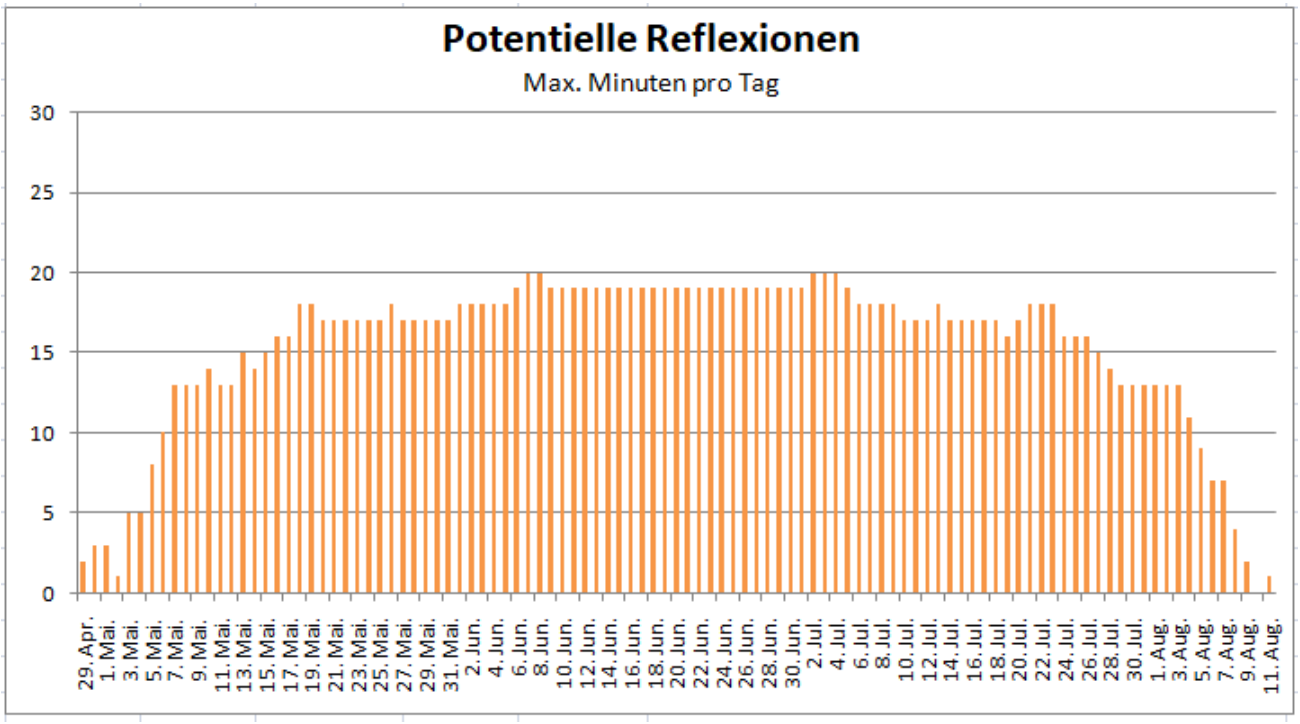


Bild 4.2.1: Reflexionen pro Tag im Jahresverlauf (Quelle: Simulationsergebnisse, aufbereitet)

© Copyright Information | Document reference: 20201022.1426290J | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

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

Zur Veranschaulichung verdeutlicht die folgende Skizze die Situation am Messpunkt P2 in Bezug auf die unbereinigten Rohdaten.

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

Der grün markierte Bereich symbolisiert die für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkel (+/- 20° zur Fahrrichtung, ca. 100 m). Im gelb/weiß markierten Bereich könnten rein rechnerisch Reflexionen auftreten. Bei der Fahrt Richtung Westen liegen potentielle Reflexionen in einem Einfallswinkel von ca. 17° bis 23° rechts (nördlich) zur Fahrtrichtung und somit überwiegend außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels (Fahrtrichtung +/- 20°).

Für die Bewertung einer potentiellen Blendwirkung ist allerdings die große Entfernung zur Immissionsquelle von 390 m – 680 m entscheidend da aufgrund der Bündelaufweitung von diffus reflektierten Lichtstrahlen bei dieser Entfernung eine Beeinträchtigung von Fahrzeugführern mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann.

Bei der weiteren Fahrt Richtung Westen wird die Entfernung zur Immissionsquelle verringert aber der Einfallswinkel von potentiellen Reflexionen entsprechend vergrößert.

© Copyright Information | Document reference: 20201022.1426290J | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

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

4.4 Ergebnisse am Messpunkt P3, Straße HAS36

Am Messpunkt P3 auf der HAS36 westlich der PV Anlage können bei der Fahrt Richtung Norden (Lendershausen) theoretisch Reflexionen durch die PV Anlage auftreten. Diese liegen jedoch mit +31° bis +50° deutlich außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels (Fahrtrichtung +/- 20°) und sind daher zu vernachlässigen. Darüber hinaus besteht in diesem Abschnitt kein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle da ein ausgeprägter natürlicher Sichtschutz aus Büschen und Bäumen vorhanden ist, der selbst in Jahreszeiten ohne Blattwerk ausreichend ist. Eine Beeinträchtigung von Fahrzeugführern durch Reflexionen durch die PV Anlage kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann.

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

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

4.5 Ergebnisse am Messpunkt P4, Gebäude südöstlich

Am Messpunkt P4 im Bereich der Gebäude südöstlich der PV Anlage können rein rechnerisch an insgesamt 412 Minuten pro Jahr Reflexionen durch die PV Anlage auftreten. Nach Bereinigung der Rohdaten sind allerdings keine Reflexionen mehr nachweisbar. Aufgrund der kurzen zeitlichen Dauer aber auch aufgrund der großen Entfernung von ca. 700 m zur Immissionsquelle sind potentielle Reflexionen zu vernachlässigen.
Eine Beeinträchtigung für Anwohner ist im Sinn der LAI Lichtleitlinie kann mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden.

© Copyright Information | Document reference: 20201022.1426290J | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

Beispielhaft für die Simulationsergebnisse zeigen die folgenden Diagramme das Auftreten der Reflexionen im Tages- bzw. im Jahresverlauf am Messpunkt P4. Die jeweiligen Farben symbolisieren die Kategorie der potentiellen Blendwirkung in Bezug zur Leuchtdichte der Reflexionen. Wie bereits in Abschnitt 3.2 und 3.6 ausgeführt sind jeweils die theoretischen Maximalwerte dargestellt, die nicht ohne Einschränkungen verwendet werden können. Der Wert von 412 Minuten entspricht den unbereinigten Rohdaten.

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

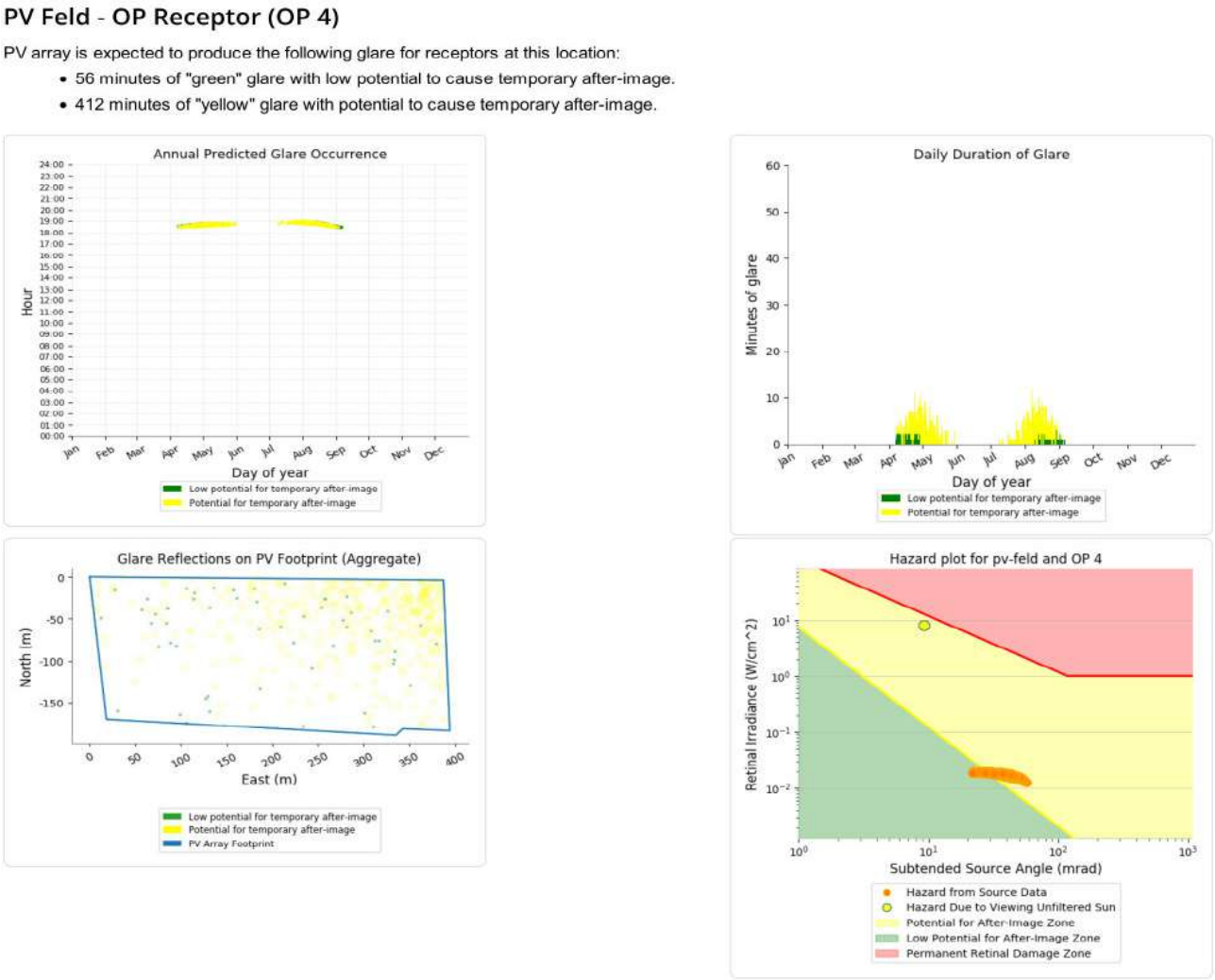


Bild 4.5.1: Ergebnisdetails für Messpunkt P4 (Quelle: Simulationsergebnisse)

4.6 Ergebnisse am Messpunkt P5, Gebäude Lendershausen

Messpunkt P5 im Bereich der Gebäude der Ortschaft Lendershausen nordöstlich der PV Anlage kann aufgrund des Strahlenverlaufs gemäß Reflexionsgesetz nicht von potentiellen Reflexionen erreicht werden. Eine Beeinträchtigung von Anwohnern im Sinne der Lichtleitlinie ist nicht gegeben.

© Copyright Information | Document reference: 20201022.1426290J | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

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

5 Zusammenfassung der Ergebnisse

5.1 Zusammenfassung

Die Analyse von 5 exemplarisch gewählten Messpunkten im Bereich der geplanten PV Anlage Seeleite zeigt für Verkehrsteilnehmer auf der B303 und auch auf der HAS36 nur eine geringfügige Wahrscheinlichkeit für Reflexionen. Entscheidend ist allerdings der Aspekt, dass die Einfallswinkel der Reflexionen außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels liegen und potentielle Reflexionen daher zu vernachlässigen sind. Eine Beeinträchtigung für Verkehrsteilnehmer durch die PV Anlage kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.
Die ermittelten Reflexionen für die südöstlich der PV Anlage gelegenen Gebäude sind aufgrund der kurzen zeitlichen Dauer von insgesamt 412 Minuten pro Jahr nicht relevant und darüber hinaus wären diese aufgrund der großen Entfernung von ca. 700 m zur Immissionsquelle zu vernachlässigen. Gebäude im Bereich der Ortschaft Lendershausen können aufgrund des Strahlenverlaufs nicht von Reflexionen durch die PV Anlage erreicht werden. Eine Beeinträchtigung für Anwohner bzw. schutzwürdige Räume im Sinne der LAI Lichtleitlinie ist nicht vorhanden.
Details zu den Ergebnissen an den jeweiligen Messpunkten finden sich in Abschnitt 4.

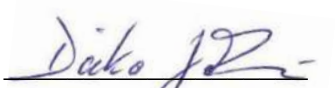
5.2 Beurteilung der Ergebnisse

Die potentielle Blendwirkung der hier betrachteten PV Anlage „Seeleite“ kann als „geringfügig“ klassifiziert[10] werden. Im Vergleich zur Blendwirkung durch direktes Sonnenlicht oder durch Spiegelungen von Windschutzscheiben, Wasserflächen, Gewächshäusern o.ä. ist diese „vernachlässigbar“.
Unter Berücksichtigung von weiteren Einflussfaktoren wie z.B. Geländestruktur, lokalen Wetterbedingungen (Frühnebel, etc.) kann die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Reflexion durch die PV Anlage als gering eingestuft werden. Anhand der ausgewerteten Ergebnisse kann eine Beeinträchtigung von Fahrzeugführern (PKW/LKW) und auch Anwohnern durch Reflexionen durch die PV Anlage mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.
Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse sind keine speziellen Sichtschutzmaßnahmen erforderlich bzw. angeraten.

6 Schlussbemerkung

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

Hamburg, den 15.10.2020



Dieko Jacobi / SolPEG GmbH

[10] Die Klassifizierung entspricht den Wertebereichen der Simulationsergebnisse

© Copyright Information | Document reference: 20201022.142629DJ | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written noctice prohibited

A Planzeichnung

B Festsetzungen durch Planzeichen

1. Art der baulichen Nutzung
§9 Abs.1 Nr.1 BauGB, §11 BauNVO

Sonstige Sondergebiete
Zweckbestimmung "Photovoltaik-Freiflächenanlage"

2. Baulinien, Baugrenzen
§23 BauNVO

Baugrenze

3. Grünflächen
§9 Abs.1 Nr.15 und Abs.6 BauGB

Grünweg

4. Maßnahmen und Flächen zum Schutz und Pflege von Natur und Landschaft
§9 Abs.1 Nr.20, 25 und Abs.6 BauGB

Extensiv Grünland

Pflanzgebot Sträucher

§9 Abs.1 Nr.20 und Abs.6 BauGB

Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur u. Landschaft

5. Sonstige Planzeichen

Grundstücksgrenzen und Flurstücksnummern

§9 Abs.7 BauGB

Grenze des räumlichen Geltungsbereichs des Bebauungsplans

Art.23 Abs.1 Nr.2 BayStrWG

15m Bauverbotszone Kreisstraße

§9 Abs.1 Nr. 1 FStrG

20m Bauverbotszone Bundesstraße

Stadt Hofheim i. UFr

Vorhabenbezogener Bebauungsplan

"Photovoltaikanlage Seeleite"

M 1:25.000 Lage des Vorhabengebietes

C Textliche Festsetzungen

C.1 Präambel

Die Stadt Hofheim i. UFr. erschließt den ausgearbeiteten vorhabenbezogenen Vorhabens- und Erschließungsplan „Photovoltaikanlage Seeleite" mit der Begründung in der Fassung vom ... zur Satzung. Dieser vorhabenbezogene Bebauungsplan besteht aus der Planzeichnung und den nachstehenden Festsetzungen. Sie mit den abgestimmten Vorhaben- und Erschließungsplan identisch sind. Damit sind beide Pläne dieser Urkunde verwirkt.

C.2 Art der baulichen Nutzung

Die Art der baulichen Nutzung des Gebietes wird entsprechend §11 BauNVO als sonstiges Sondergebiet mit der Zweckbestimmung „Freiflächen-Photovoltaikanlage" als Anlage zur Erzeugung erneuerbarer Energien festgesetzt. Zulässig sind Photovoltaikanlagen und betriebsbedingte Gebäude.

C.3 Maß der baulichen Nutzung

C.3.1 Modulfläche

Die maximal zulässige Fläche für Solarmodule (MF) beträgt 53.400 m². Es dürfen nur Solarmodule auf Siliziumbasis ohne gefährliche Inhaltsstoffe verwendet werden. Module, die nach Ablauf ihrer ursprünglichen Zweckbestimmung entsprechend dem Kreislaufwirtschaftsgesetz als gefährlicher Abfall eingestuft werden müssen, sind nicht zulässig.

C.3.2 Höhe baulicher Anlagen

Die Höhe von Gebäuden darf maximal 5,00 Meter betragen, gemessen von der natürlichen Geländeoberfläche bis zum höchsten Punkt des Daches (OGK 5,50m).

Die Höhe freistehender Solarmodule darf maximal 3,50 Meter betragen, gemessen von der natürlichen Geländeoberfläche bis zum höchsten Punkt der Solaroberkante (OK 3,50m).

Abgesehen zulässig im Baugebiet sind Kameramasten mit einer Höhe von maximal 6,0 m ab natürlicher Geländeoberfläche.

C.3.3 Oberflächengestaltung der Solarmodule

Die Solarmodule sind in ihrer Oberfläche und Ausrichtung so zu gestalten, dass Blendwirkungen in benachbarter Wohnbebauung und für den Straßen- und Schienenverkehr ausgeschlossen sind.

C.4 Einfriedungen

Wird eine Grundstückseinfriedung vorgenommen, so ist sie als Maschendraht- oder Maschengeflechtzaun auszuführen; die Zäune sind ohne zusätzlichen Sockel auszuführen. Die Einfriedung ist so zu gestalten, dass sie für kleine Säugetiere passierbar ist. Die Höhe der Einfriedung darf 2,50 Meter nicht überschreiten, die Zaununterkante muss in Mitte ca. 15 cm über dem Gelände liegen. Ausgleichsflächen dürfen nicht eingefriedet werden.

C.5 Ausgleichs- u. Ersatzmaßnahmen

Die notwendigen Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen werden auf den im Plan mit nebenstehendem Planzeichen gekennzeichneten Flächen durchgeführt. Die festgesetzten Ausgleichsflächen werden den im Bereich des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes festgesetzten Baufläche zugeordnet.

Entwicklungsziel für diese Ausgleichsflächen ist eine arten- und strukturreiche Magerwiese; die Entwicklungsdauer wird mit 25 Jahren angesetzt. Die vorgesehenen Flächen für den naturschutzfachlichen Ausgleich liegen unmittelbar am Planungsgebiet. Für diese Flächen ist folgende Nutzung vorzusehen:

Es erfolgt eine Ansaat mit einer autochthonen Wiesenmischung im Randbereich der Anlage. Weiterhin ist eine Bepflanzung von einheimischen Sträuchern in Form einer einreihigen Hecke. Arten wie Liguster, Schlehe, Weißdorn, Roter Hartriegel, Hecken-Rose, Hunds-Rose und Kreuzdorn sind zu pflanzen.

Dünger- oder Pflanzenschutzmittel dürfen nicht angewandt werden.

Die Begrünung im Randbereich wird mit einem Mahdturnus nicht vor Mitte Juni mit Abfuhr des Schnittgutes mähdose zu pflegen. Die Bedarf ist ein zweiter Mähdurchgang Anfang September durchzuführen. Pro Mähdurchgang ist ca. 20 % des Grünanteils von der Mahd auszusparen.

Bei allen Festsetzungen sind die gesetzlichen Grenzabstände einzuhalten.

Die Ausgleichsflächen sind spätestens ein Jahr nach Inbetriebnahme der Anlage fertig zu stellen und sodann zu erhalten, wie der Eingriff wirkt.

C.6 Grünordnung

Die Grünanlagenbereiche innerhalb der Anlage werden durch Schafbeweidung entwickelt und durch Mahd oder Beweidung extensiv gepflegt. Werden die Module vor dem Mähbereich durch Aufwuchs beschattet, so können die direkt betroffenen Bereiche vor den Modulreihen gemäht werden. Um Ausmagerungseffekte zu erzielen, ist in den ersten fünf Jahren eine Mahd vor Mitte Juni zu unterlassen.

D Hinweise als Text

D.1 Feuerwehrplan

Vor Baubeginn ist ein Feuerwehrplan mit Lageplan/Karte, zwischen Wechselrichter und Übergabepunkt an das Versorgernetz zu erstellen. Die von der Kreisbrandinspektion freigegebene Fassung ist farblich als Farbdruck sowie als PDF auf einem Datenträger an die Kreisbrandinspektion zu übergeben.

D.2 Ansprechpartner Feuerwehr

Am Zufahrtstor ist deutlich erkennbar eine dauerhaft erreichbare Kontaktmöglichkeit des Betreibers anzubringen.

D.3 Feuerwehrschlüsseldepot

An der Hauptzufahrt ist ein Feuerwehrschlüsseldepot anzubringen, um eine gewaltlose Zugängigkeit zu gewährleisten.

D.4 Bodendenkmäler

Das Bayerische Landesamt für Denkmalpflege weist darauf hin, dass eventuell zutage tretende Bodendenkmäler der Meldepflicht an das BLfD oder die Untere Denkmalschutzbehörde gemäß Art. 8 Abs. 1 bis 2 BayDSchG unterliegen.

E Verfahrensvermerke

E.1 Der Stadtrat hat in der Sitzung vom ... gemäß § 2 Abs. 1 BauGB die Aufstellung des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes beschlossen. Der Aufstellungsbeschluss wurde am ... ortsüblich bekannt gemacht.

E.2 Die frühzeitige Öffentlichkeitsbeteiligung gemäß § 3 Abs. 1 BauGB mit öffentlicher Darlegung und Anhörung für den Vorentwurf des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes in der Fassung vom ... hat in der Zeit vom ... bis ... stattgefunden.

E.3 Die frühzeitige Beteiligung der Behörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange gemäß § 4 Abs. 1 BauGB für den Vorentwurf des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes in der Fassung vom ... hat in der Zeit vom ... bis ... stattgefunden.

E.4 Zu dem Entwurf des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes in der Fassung vom ... wurden die Behörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange gemäß § 4 Abs. 2 BauGB in der Zeit vom ... bis ... beteiligt.

E.5 Der Entwurf des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes in der Fassung vom ... wurde mit der Begründung gemäß § 3 Abs. 2 BauGB in der Zeit vom ... bis ... öffentlich ausgelegt.

E.6 Die Stadt Hofheim i. UFr. hat mit Beschluss des Stadtrats vom ... den vorhabenbezogenen Bebauungsplan gem. § 10 Abs. 1 BauGB in der Fassung vom ... als Satzung beschlossen.

..... den .....
Stadt Hofheim i. UFr.

(Siegel)

.....
Wolfgang Borst, Erster Bürgermeister

E.7 Das Landratsamt Haßberge hat den Bebauungsplan mit Bescheid vom ... Az. ... gemäß § 10 Abs. 2 BauGB genehmigt.

(Siegel Genehmigungsvermerk)

E.8 Ausgefertigt

..... den .....
Stadt Hofheim i. UFr.

(Siegel)

.....
Wolfgang Borst, Erster Bürgermeister

E.9 Die Erteilung der Genehmigung des Bebauungsplans wurde am ... gemäß § 10 Abs. 3 Halbsatz 1 BauGB / Der Satzungsbeschluss wurde am ... gemäß § 10 Abs. 3 Halbsatz 2 BauGB ortsüblich bekannt gemacht. Der Bebauungsplan mit der Begründung wird seit diesem Tag zu den üblichen Dienststunden in der Gemeinde zu jedermanns Einsicht bereitgehalten und über dessen Inhalt auf Vorangen Auskunft gegeben. Der Bebauungsplan ist damit in Kraft getreten. Auf die Rechtsfolgen des § 44 Abs. 3 Satz 1 und 2 sowie Abs. 4 BauGB und die §§ 214 und 215 BauGB wird hingewiesen.

..... den .....
Stadt Hofheim i. UFr.

(Siegel)

.....
Wolfgang Borst, Erster Bürgermeister

Gefertigt:
Burgkunstadt, den ..... SÜDWERK Projektgesellschaft mbH

Geändert:
Burgkunstadt, den ..... SÜDWERK Projektgesellschaft mbH

Geändert:
Burgkunstadt, den ..... SÜDWERK Projektgesellschaft mbH

Projektnummer	
Planungsstand	15. Juni 2020 Vorentwurf
Maßstab	1:1.000
Bearbeitet	Büttner, Jürgen

SÜDWERK
SÜDWERK Projektgesellschaft mbH
Steinshof 1
96224 Burgkunstadt
T. +49 (0)9572 88680-31

© Copyright Information | Document reference: 20201023 1447 0001 | Dirko Jacobi | SolPES GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

www.jinkosolar.com

Solar
JinKO
Building **Your Trust** in Solar

Cheetah 60M-V
315-335 Watt

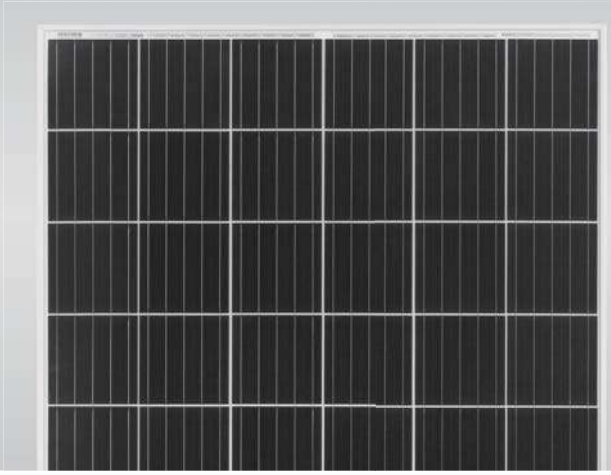
MONO PERC MODULE

Positive power tolerance of 0~+3%

ISO9001:2008, ISO14001:2004, OHSAS18001 certified factory

IEC61215, IEC61730, UL1703 certified product

Cheetah PERC



KEY FEATURES

5 Busbar Solar Cell

5 busbar solar cell adopts new technology to improve the efficiency of modules , offers a better aesthetic appearance, making it perfect for rooftop installation.

High Voltage

UL and IEC 1500V certified; lowers BOS costs and yields better LCOE

High Efficiency

Higher module conversion efficiency (up to 20.08%) benefit from Passivated Emmiter Rear Contact (PERC) technology.

PID Resistance

Excellent Anti-PID performance guarantee limited power degradation for mass production.

Low-light Performance

Advanced glass and cell surface textured design ensure excellent performance in low-light environment.

Severe Weather Resilience

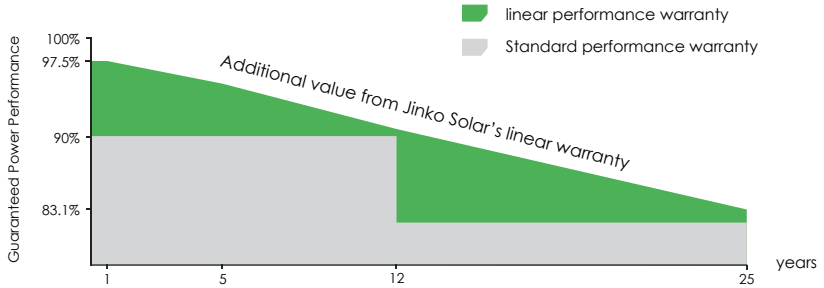
Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).

Durability Against Extreme Environmental Conditions

High salt mist and ammonia resistance certified by TUV NORD.

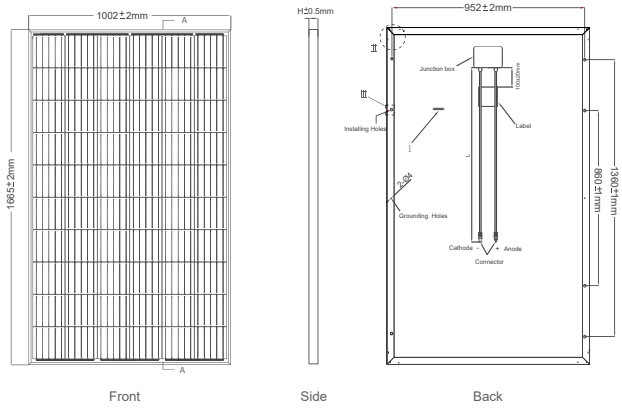
LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

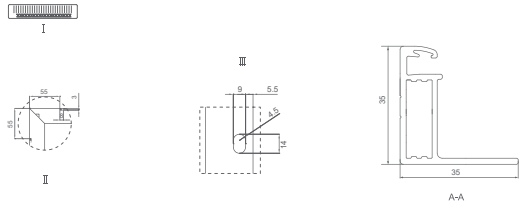
12 Year Product Warranty • 25 Year Linear Power Warranty



© Copyright Information | Document reference: 20201015.182809DJ | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written noctice prohibited

Engineering Drawings



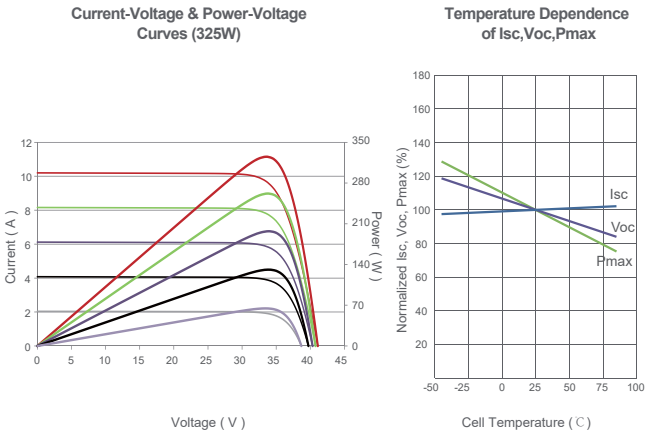


Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

31pcs/pallet , 62pcs/stack, 868pcs/40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	Mono PERC 158.75×158.75mm
No.of cells	60 (6×10)
Dimensions	1665×1002×35mm (65.55×39.45×1.38 inch)
Weight	19.0 kg (41.9 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	TÜV 1×4.0mm², Length 900mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM315M-60-V		JKM320M-60-V		JKM325M-60-V		JKM330M-60-V		JKM335M-60-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	315Wp	235Wp	320Wp	239Wp	325Wp	242Wp	330Wp	246Wp	335Wp	250Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	33.2V	31.2V	33.4V	31.4V	33.6V	31.6V	33.8V	31.8V	34.0V	32.0V
Maximum Power Current (Imp)	9.49A	7.56A	9.59A	7.62A	9.68A	7.66A	9.77A	7.74A	9.87A	7.82A
Open-circuit Voltage (Voc)	40.7V	37.6V	40.9V	37.8V	41.1V	38.0V	41.3V	38.2V	41.5V	38.4V
Short-circuit Current (Isc)	10.04A	8.33A	10.15A	8.44A	10.20A	8.54A	10.31A	8.65A	10.36A	8.74A
Module Efficiency STC (%)	18.88%		19.18%		19.48%		19.78%		20.08%	
Operating Temperature (℃)	-40℃~+85℃									
Maximum System Voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum Series Fuse Rating	20A									
Power Tolerance	0~+3%									
Temperature Coefficients of Pmax	-0.37%/℃									
Temperature Coefficients of Voc	-0.28%/℃									
Temperature Coefficients of Isc	0.048%/℃									
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2℃									

STC: Irradiance 1000W/m² Cell Temperature 25°C AM=1.5

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

* Power measurement tolerance: ± 3%

The company reserves the final right for explanation on any of the information presented hereby. JKM315-335M-60-V-A2-EN

© Copyright Information | Document reference: 20201015.142809DJ | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written noctice prohibited

ForgeSolar

Site Configuration: Lendershausen

.

Created **Oct. 15, 2020 1:33 p.m.**
Updated **Oct. 15, 2020 1:39 p.m.**
DNI **varies** and peaks at **1,000.0 W/m^2**
Analyze every **1** minute(s)
0.5 ocular transmission coefficient
0.002 m pupil diameter
0.017 m eye focal length
9.3 mrad sun subtended angle
Timezone **UTC1**
Site Configuration ID: 44499.1215

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

PV Name	Tilt	Orientation	"Green" Glare	"Yellow" Glare	Energy Produced
	deg	deg	min	min	kWh
PV Feld	20.0	180.0	56	6,396	-

Component Data

PV Array(s)

Name: PV Feld
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
Approx. area: 66,657 sq-m

Vertex	Latitude	Longitude	Ground elevation	Height above ground	Total elevation
	deg	deg	m	m	m
1	50.127240	10.493018	281.14	2.00	283.14
2	50.127205	10.498436	273.83	2.00	275.83
3	50.125589	10.498532	260.10	2.00	262.10
4	50.125610	10.497813	260.55	2.00	262.55
5	50.125541	10.497706	260.61	2.00	262.61
6	50.125713	10.493275	267.67	2.00	269.67

Discrete Observation Receptors

Number	Latitude	Longitude	Ground elevation	Height above ground	Total Elevation
	deg	deg	m	m	m
OP 1	50.124509	10.490133	281.63	2.00	283.63
OP 2	50.123959	10.502267	266.14	2.00	268.14
OP 3	50.126909	10.492675	280.28	2.00	282.28
OP 4	50.125114	10.507116	250.37	2.00	252.37
OP 5	50.132333	10.504412	255.51	2.00	257.51

© Copyright Information | Document reference: 20201022.132828DJ | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written noctice prohibited

PV Array Results

Summary of PV Glare Analysis PV configuration and predicted glare

PV Name	Tilt	Orientation	"Green" Glare	"Yellow" Glare	Energy Produced	Data File
	deg	deg	min	min	kWh	
PV Feld	20.0	180.0	56	6,396	-	

Click the name of the PV array to scroll to its results

PV & Receptor Analysis Results detailed results for each PV array and receptor

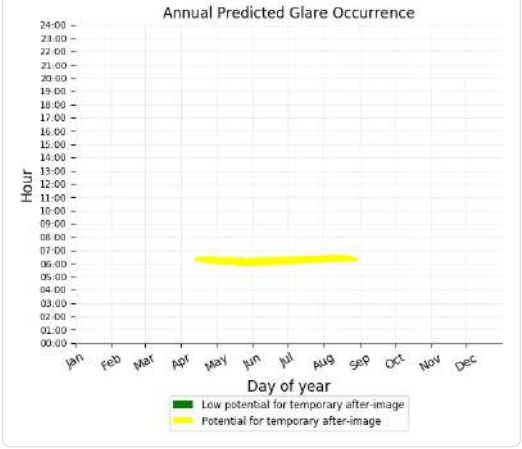
PV Feld potential temporary after-image

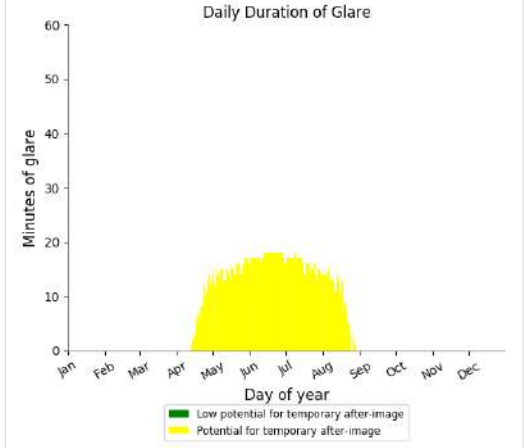
Component	Green glare (min)	Yellow glare (min)
OP: OP 1	0	1886
OP: OP 2	0	1672
OP: OP 3	0	2426
OP: OP 4	56	412
OP: OP 5	0	0

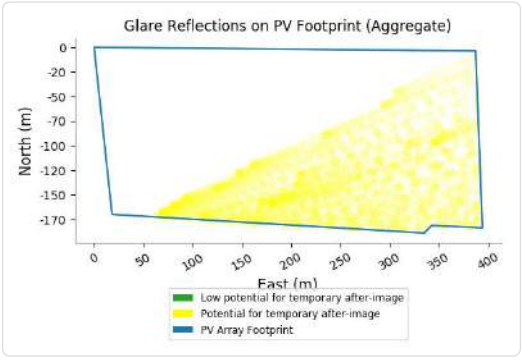
PV Feld - OP Receptor (OP 1)

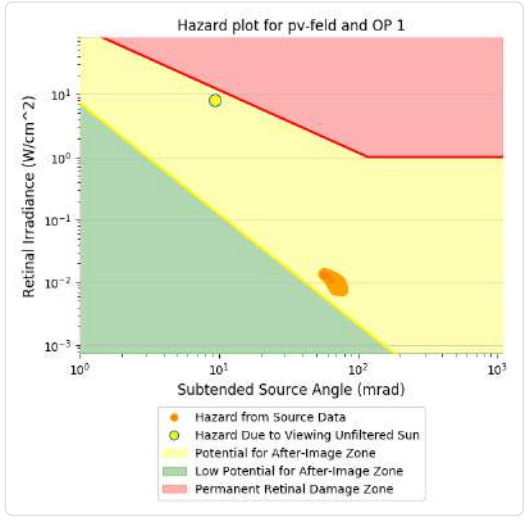
PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 1,886 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.







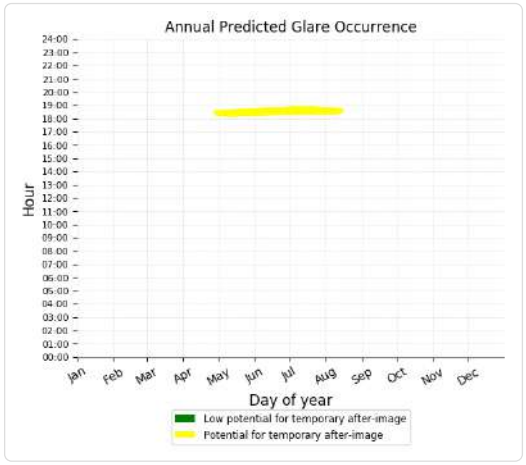


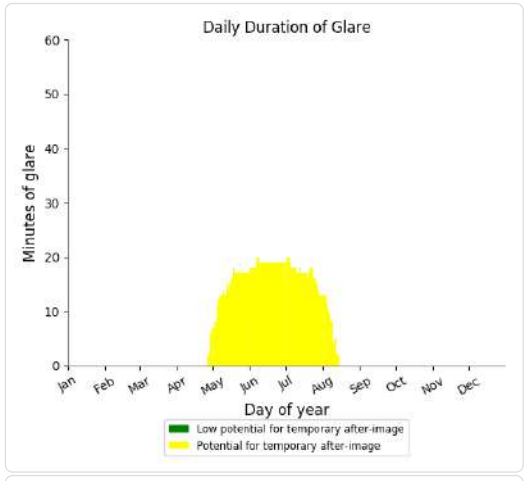
© Copyright Information | Document reference: 20201015.232809D1 | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written noctice prohibited

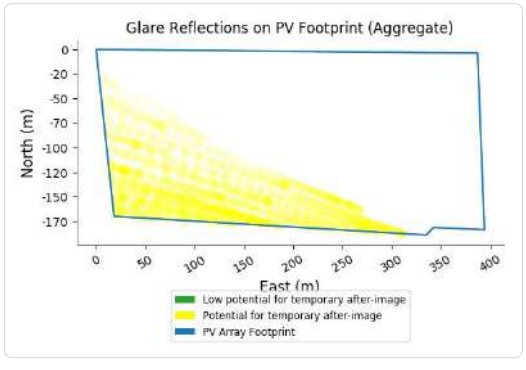
PV Feld - OP Receptor (OP 2)

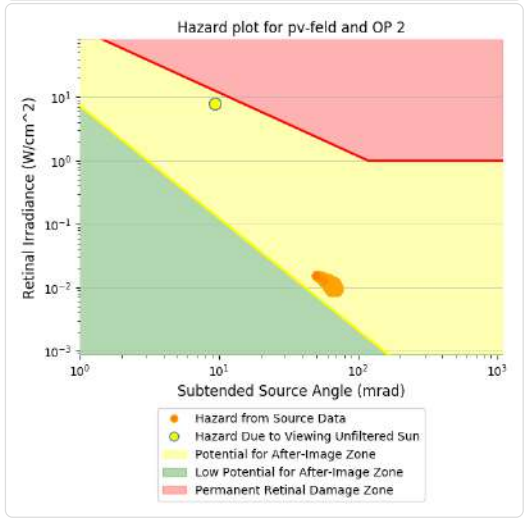
PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 1,672 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.





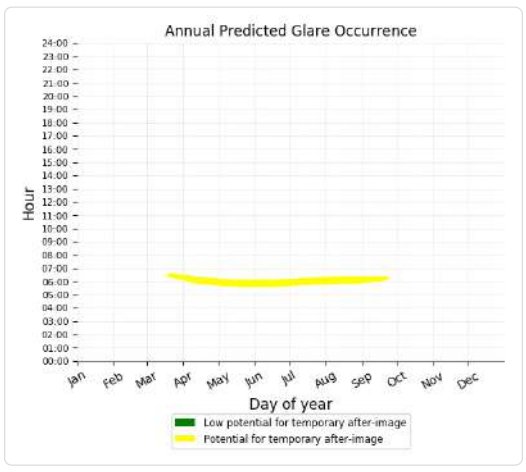


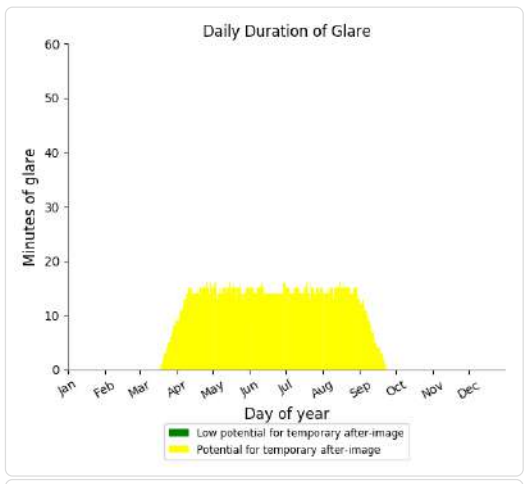


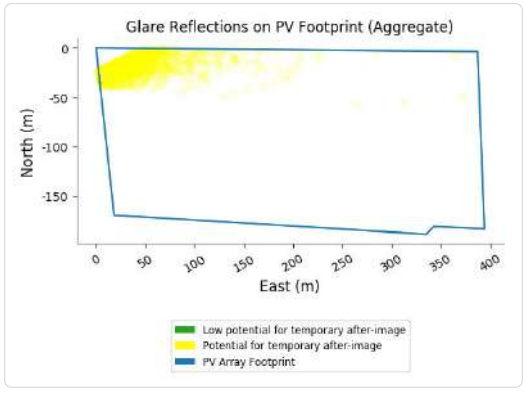
PV Feld - OP Receptor (OP 3)

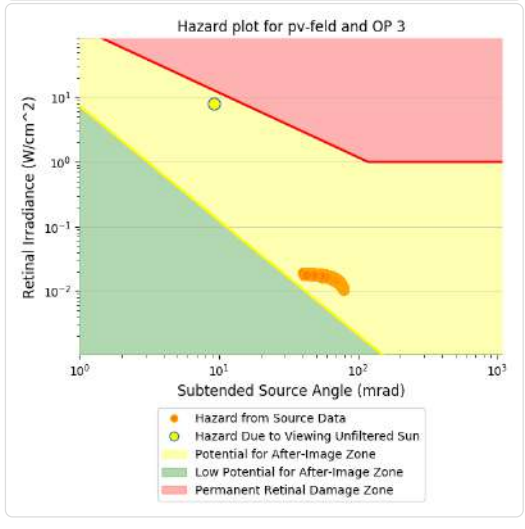
PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 2,426 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.







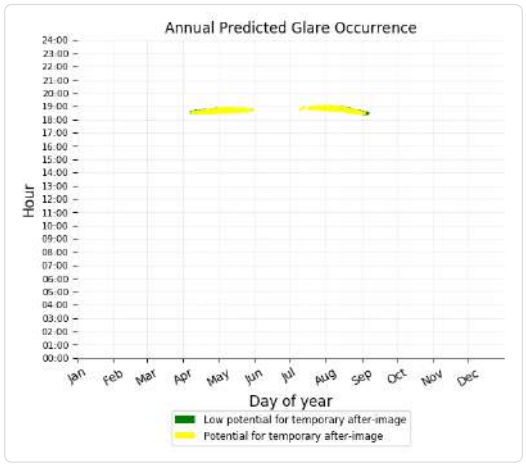


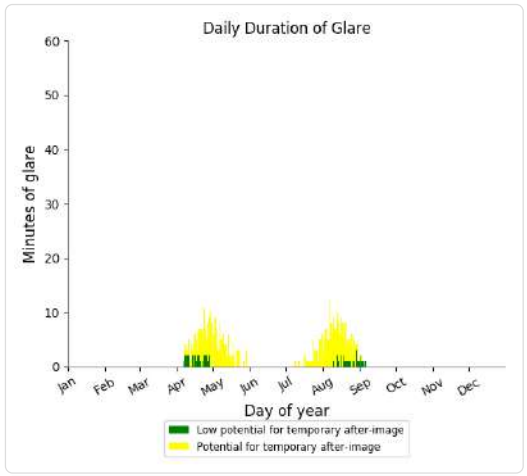
© Copyright Information | Document reference: 20201013.232828DJ | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written noctice prohibited

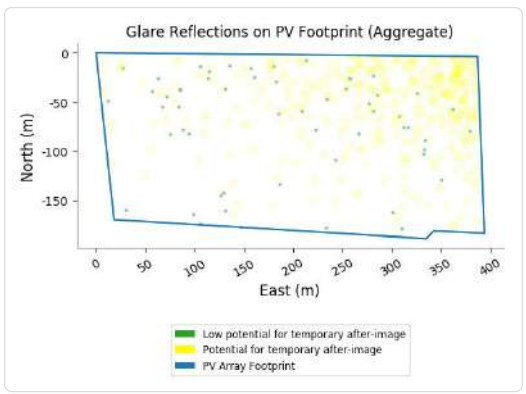
PV Feld - OP Receptor (OP 4)

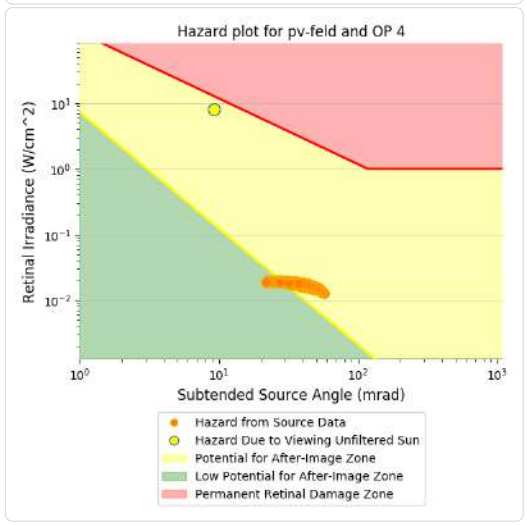
PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

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









PV Feld - OP Receptor (OP 5)

No glare found

© Copyright Information | Document reference: 20201023.1328?9DJ | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written noctice prohibited

Assumptions

- Times associated with glare are denoted in Standard time. For Daylight Savings, add one hour.
- Glare analyses do not account for physical obstructions between reflectors and receptors. This includes buildings, tree cover and geographic obstructions.
- Detailed system geometry is not rigorously simulated.
- The glare hazard determination relies on several approximations including observer eye characteristics, angle of view, and typical blink response time. Actual values and results may vary.
- The system output calculation is a DNI-based approximation that assumes clear, sunny skies year-round. It should not be used in place of more rigorous modeling methods.
- Several calculations utilize the PV array centroid, rather than the actual glare spot location, due to algorithm limitations. This may affect results for large PV footprints. Additional analyses of array sub-sections can provide additional information on expected glare.
- The subtended source angle (glare spot size) is constrained by the PV array footprint size. Partitioning large arrays into smaller sections will reduce the maximum potentia subtended angle, potentially impacting results if actual glare spots are larger than the sub-array size. Additional analyses of the combined area of adjacent sub-arrays can provide more information on potential glare hazards. (See previous point on related limitations.)
- Hazard zone boundaries shown in the Glare Hazard plot are an approximation and visual aid. Actual ocular impact outcomes encompass a continuous, not discrete, spectrum.
- Glare locations displayed on receptor plots are approximate. Actual glare-spot locations may differ.
- Glare vector plots are simplified representations of analysis data. Actual glare emanations and results may differ.
- Glare analysis methods used: OP V1, FP V1, Route V1
- Refer to the **Help page** for assumptions and limitations not listed here.

© Copyright Information | Document reference: 20201023.1328?8DJ | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written noctice prohibited

DNI (W/m^2)	Ocular Hazard #	Reflectivity	Retinal Irradiance	Subtended Glare	Sun Azimuth	Sun Altitude	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun	Reflected Sun	Reflected Sun
631,6061	2	0,361527	0,012951	0,057334	84,6	7,2	0,988	0,094	0,126	-0,988	-0,153	0,036
629,7682	2	0,379361	0,01355	0,057971	83,7	7,1	0,987	0,108	0,123	-0,987	-0,162	0,025
631,6842	2	0,370922	0,013289	0,057719	83,9	7,2	0,987	0,105	0,126	-0,987	-0,161	0,029
637,4464	2	0,355766	0,012863	0,059362	83,9	7,7	0,985	0,106	0,133	-0,985	-0,167	0,034
641,2249	2	0,340114	0,01237	0,059163	84,3	8	0,985	0,099	0,139	-0,985	-0,165	0,043
639,3529	2	0,349053	0,012658	0,058432	83,6	7,9	0,984	0,11	0,138	-0,984	-0,173	0,035
650,5636	2	0,304989	0,011254	0,061345	84,8	8,9	0,984	0,09	0,155	-0,984	-0,168	0,061
652,4185	2	0,298199	0,011035	0,061984	85	9	0,984	0,087	0,157	-0,984	-0,167	0,065
637,4828	2	0,366379	0,013247	0,059573	82,8	7,7	0,983	0,124	0,135	-0,983	-0,181	0,024
641,2244	2	0,350303	0,01274	0,059183	83,2	8	0,983	0,117	0,14	-0,983	-0,18	0,032
643,0896	2	0,342527	0,012494	0,061479	83,4	8,2	0,983	0,114	0,143	-0,983	-0,179	0,036
648,6621	2	0,320206	0,011781	0,060463	84	8,7	0,983	0,104	0,151	-0,983	-0,177	0,049
652,358	2	0,306128	0,011327	0,060982	84,4	9	0,983	0,097	0,157	-0,983	-0,175	0,058
654,2001	2	0,29932	0,011106	0,061501	84,5	9,2	0,983	0,094	0,159	-0,983	-0,174	0,062
643,0611	2	0,351603	0,012824	0,059012	82,8	8,2	0,982	0,124	0,142	-0,982	-0,186	0,029
644,9135	2	0,343808	0,012576	0,060079	83	8,3	0,982	0,121	0,145	-0,982	-0,186	0,033
652,2851	2	0,314294	0,011628	0,062444	83,7	9	0,982	0,108	0,156	-0,982	-0,183	0,05
655,9481	2	0,300487	0,011179	0,063896	84,1	9,3	0,982	0,101	0,161	-0,982	-0,181	0,059
657,7737	2	0,29381	0,010961	0,061826	84,3	9,4	0,982	0,098	0,164	-0,982	-0,18	0,063
641,4044	2	0,360945	0,013131	0,057752	82,2	8,1	0,981	0,135	0,141	-0,981	-0,194	0,022
645,1032	2	0,345141	0,012628	0,061303	82,6	8,4	0,981	0,128	0,147	-0,981	-0,192	0,03
646,9469	2	0,337496	0,012384	0,059276	82,7	8,6	0,981	0,125	0,149	-0,981	-0,192	0,034
650,6231	2	0,322703	0,011908	0,06168	83,1	8,9	0,981	0,118	0,155	-0,981	-0,19	0,043
654,2841	2	0,308548	0,01145	0,06085	83,5	9,2	0,981	0,112	0,16	-0,981	-0,189	0,051
659,7469	2	0,288455	0,010794	0,062852	84,1	9,7	0,98	0,102	0,169	-0,98	-0,186	0,064
661,5602	2	0,282049	0,010583	0,063444	84,3	9,9	0,98	0,099	0,171	-0,98	-0,186	0,068
639,5107	2	0,37056	0,013441	0,060227	81,6	8,1	0,979	0,145	0,14	-0,979	-0,201	0,014
643,1994	2	0,354363	0,012928	0,060887	82	8,4	0,98	0,139	0,146	-0,98	-0,2	0,023
646,8732	2	0,338862	0,012433	0,063264	82,3	8,7	0,98	0,132	0,151	-0,98	-0,198	0,031
648,7045	2	0,331363	0,012192	0,062215	82,5	8,9	0,98	0,129	0,154	-0,98	-0,198	0,035
652,3558	2	0,316852	0,011724	0,063785	82,9	9,2	0,98	0,122	0,16	-0,98	-0,196	0,044
659,6132	2	0,28968	0,010838	0,062421	83,6	9,8	0,979	0,109	0,17	-0,979	-0,193	0,061
661,418	2	0,283254	0,010626	0,064082	83,8	10	0,979	0,106	0,173	-0,979	-0,192	0,065
665,0162	2	0,270819	0,010215	0,064327	84,2	10,3	0,979	0,099	0,179	-0,979	-0,191	0,073
650,4278	2	0,332762	0,012276	0,060368	82,1	9	0,978	0,136	0,156	-0,978	-0,204	0,032
657,6665	2	0,304281	0,01135	0,06181	82,9	9,6	0,978	0,123	0,167	-0,978	-0,201	0,049
661,2633	2	0,290953	0,010912	0,064293	83,2	9,9	0,978	0,116	0,172	-0,978	-0,2	0,058
663,056	2	0,284507	0,0107	0,065235	83,4	10,1	0,978	0,113	0,175	-0,978	-0,199	0,062
664,845	2	0,278201	0,010491	0,065651	83,6	10,2	0,978	0,11	0,178	-0,978	-0,198	0,066
668,4114	2	0,265998	0,010084	0,065956	84	10,6	0,978	0,103	0,183	-0,978	-0,197	0,074
648,4995	2	0,349467	0,012854	0,059001	81,3	8,8	0,977	0,149	0,152	-0,977	-0,212	0,021
652,117	2	0,334216	0,012362	0,059895	81,7	9,1	0,977	0,143	0,158	-0,977	-0,211	0,029
653,9201	2	0,326837	0,012122	0,059858	81,9	9,2	0,977	0,14	0,16	-0,977	-0,21	0,033
661,0957	2	0,298889	0,011207	0,064117	82,6	9,9	0,977	0,126	0,171	-0,977	-0,207	0,05

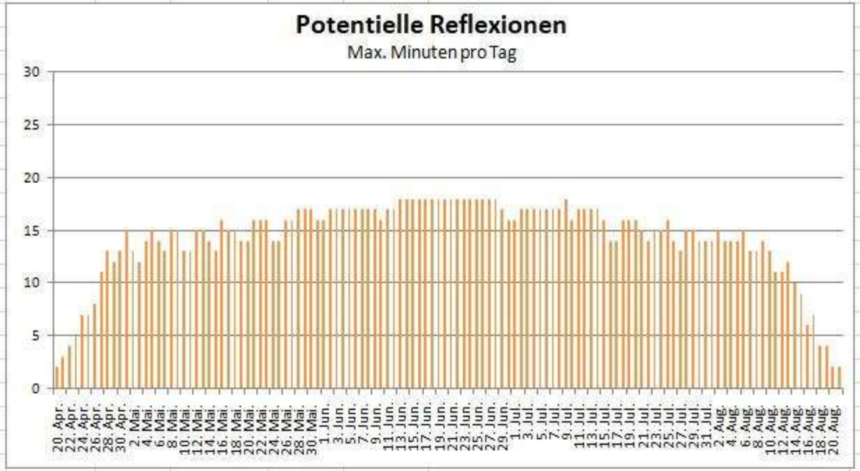
Tag	Anzahl Minuten	Anfang	Ende
20. Apr.	2	06:24	06:26
21. Apr.	3	06:23	06:26
22. Apr.	4	06:23	06:26
23. Apr.	5	06:20	06:25
24. Apr.	7	06:17	06:25
25. Apr.	7	06:17	06:25
26. Apr.	8	06:14	06:24
27. Apr.	11	06:12	06:24
28. Apr.	13	06:10	06:24
29. Apr.	12	06:10	06:24
30. Apr.	13	06:08	06:24
1. Mai.	15	06:07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

Zeitraum Start	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	Messpunkt 1
23.04.2020	17.08.2020	18	1751	06:01	06:32	

Potentielle Reflexionen am Messpunkt 1:

1751	Minuten pro Jahr (Summe gesamt)
1217	Minuten pro Jahr mit Sichtschutz durch Blattwerk (Juni-September)
534	Minuten pro Jahr ohne Sichtschutz durch Blattwerk (Oktober-Mai)
18	Minuten pro Tag (Max)

Parameter für Daten Bereinigung (Datensatz mit 1887 Einträgen /-191):
1.: Zeitraum zwischen 06:00 - 22:00 Uhr (bzw. Sonnenuntergang)
2.: Sonnenstand über Horizont ist min. 10° (Standard: min. 10°)
3.: Dauer der Reflexion ist min. 5 Minuten pro Tag (Standard: min. 5 Minuten)



© Copyright Information | Document reference: 20201023 222628DJ | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written noctice prohibited

DNI (W/m^2)	Ocular Hazard #	Reflectivity	Retinal Irradiance	Subtended Glare	Sun Azimuth	Sun Altitude	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun	Reflected Sun	Reflected Sun
646,0484	2	0,382429	0,014013	0,053705	281,3	8,8	-0,969	0,193	0,152	0,969	-0,246	-0,007
642,4829	2	0,399699	0,014565	0,052694	281,7	8,5	-0,969	0,2	0,147	0,969	-0,248	-0,016
641,9757	2	0,401725	0,014627	0,053104	282,1	8,5	-0,967	0,207	0,149	0,967	-0,254	-0,019
638,4026	2	0,419814	0,015201	0,050864	282,4	8,2	-0,966	0,213	0,143	0,966	-0,255	-0,027
660,592	2	0,323905	0,012136	0,057751	280,6	10,2	-0,967	0,181	0,177	0,967	-0,252	0,02
658,8524	2	0,331145	0,012375	0,057192	280,8	10	-0,967	0,184	0,174	0,967	-0,253	0,015
657,1093	2	0,338543	0,012617	0,057486	281	9,9	-0,967	0,187	0,172	0,967	-0,254	0,011
655,3626	2	0,346102	0,012865	0,05645	281,2	9,7	-0,967	0,191	0,169	0,967	-0,255	0,007
648,341	2	0,378022	0,013901	0,054621	281,9	9,1	-0,966	0,204	0,158	0,966	-0,258	-0,01
646,5769	2	0,38644	0,014172	0,05327	282,1	8,9	-0,966	0,207	0,155	0,966	-0,258	-0,014
665,0077	2	0,311704	0,011757	0,058663	280,6	10,6	-0,966	0,181	0,184	0,966	-0,257	0,025
663,2851	2	0,318667	0,011988	0,058444	280,8	10,4	-0,966	0,184	0,181	0,966	-0,258	0,02
658,0963	2	0,340479	0,012709	0,057835	281,4	10	-0,966	0,194	0,173	0,966	-0,26	0,008
651,129	2	0,371841	0,013732	0,055253	282,1	9,3	-0,965	0,207	0,162	0,965	-0,263	-0,009
649,3785	2	0,380111	0,014	0,055792	282,3	9,2	-0,965	0,21	0,16	0,965	-0,264	-0,013
647,6245	2	0,388561	0,014273	0,053465	282,5	9	-0,964	0,213	0,157	0,964	-0,264	-0,017
644,1063	2	0,406013	0,014833	0,051774	282,8	8,7	-0,964	0,22	0,151	0,964	-0,266	-0,025
669,6539	2	0,300049	0,011396	0,059436	280,6	11	-0,965	0,181	0,191	0,965	-0,261	0,03
667,9448	2	0,306746	0,011621	0,058991	280,8	10,8	-0,965	0,184	0,188	0,965	-0,262	0,026
666,2322	2	0,31359	0,01185	0,059004	281	10,7	-0,965	0,188	0,185	0,965	-0,263	0,021
654,146	2	0,365849	0,013574	0,054747	282,3	9,6	-0,963	0,21	0,166	0,963	-0,268	-0,008
650,6616	2	0,382279	0,014108	0,054195	282,7	9,3	-0,963	0,217	0,161	0,963	-0,269	-0,016
648,9142	2	0,390762	0,014382	0,054127	282,9	9,1	-0,963	0,22	0,158	0,963	-0,27	-0,02
647,1633	2	0,399427	0,014661	0,053776	283,1	8,9	-0,962	0,223	0,156	0,962	-0,271	-0,024
668,8958	2	0,308671	0,011711	0,059973	281,2	10,9	-0,963	0,191	0,189	0,963	-0,268	0,022
656,9032	2	0,360044	0,013415	0,05646	282,5	9,8	-0,962	0,213	0,17	0,962	-0,273	-0,007
655,1762	2	0,368032	0,013676	0,055632	282,7	9,6	-0,962	0,217	0,168	0,962	-0,274	-0,011
653,4457	2	0,376193	0,013943	0,054949	282,9	9,5	-0,961	0,22	0,165	0,961	-0,274	-0,015
651,7118	2	0,384529	0,014214	0,056226	283,1	9,3	-0,961	0,223	0,162	0,961	-0,275	-0,019
649,9744	2	0,393046	0,01449	0,055578	283,3	9,2	-0,961	0,226	0,16	0,961	-0,276	-0,023
648,2337	2	0,401746	0,014771	0,053172	283,4	9	-0,961	0,23	0,157	0,961	-0,277	-0,027
673,2292	2	0,297289	0,011352	0,060386	281,2	11,3	-0,962	0,191	0,196	0,962	-0,272	0,027
669,8535	2	0,310667	0,011803	0,05986	281,6	11	-0,962	0,197	0,19	0,962	-0,273	0,019
668,1604	2	0,317574	0,012035	0,058961	281,8	10,8	-0,962	0,2	0,188	0,962	-0,274	0,015
666,4639	2	0,324631	0,012271	0,058488	282	10,7	-0,961	0,204	0,185	0,961	-0,275	0,011
659,6433	2	0,35442	0,01326	0,058011	282,7	10	-0,961	0,217	0,174	0,961	-0,278	-0,006
657,9295	2	0,362273	0,013519	0,055347	282,9	9,9	-0,96	0,22	0,172	0,96	-0,279	-0,01
656,2124	2	0,370296	0,013782	0,057223	283,1	9,7	-0,96	0,223	0,169	0,96	-0,279	-0,014
651,0405	2	0,395416	0,014601	0,055047	283,6	9,3	-0,959	0,233	0,161	0,959	-0,282	-0,026
672,7782	2	0,299291	0,011421	0,059262	281,6	11,4	-0,96	0,197	0,197	0,96	-0,278	0,024
671,095	2	0,305941	0,011645	0,05889	281,8	11,2	-0,96	0,2	0,194	0,96	-0,278	0,02
669,4083	2	0,312736	0,011874	0,060663	282	11	-0,96	0,204	0,191	0,96	-0,279	0,016
667,7182	2	0,319677	0,012107	0,060063	282,2	10,9	-0,96	0,207	0,189	0,96	-0,28	0,012
659,216	2	0,356696	0,013337	0,057255	283,1	10,1	-0,959	0,223	0,175	0,959	-0,284	-0,009

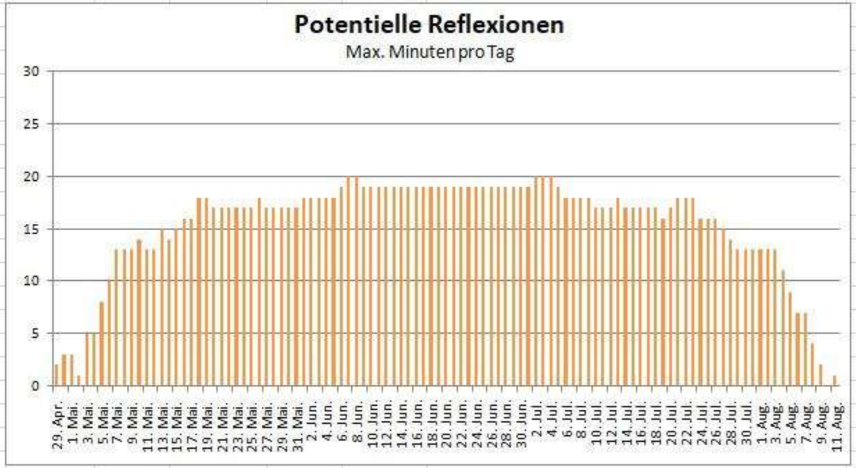
Tag	Anzahl Minuten	Anfang	Ende
29. Apr.	2	18:22	18:23
30. Apr.	3	18:21	18:25
1. Mai.	3	18:19	18:21
2. Mai.	1	18:21	18:21
3. Mai.	5	18:20	18:28
4. Mai.	5	18:21	18:29
5. Mai.	8	18:19	18:31
6. Mai.	10	18:20	18:32
7. Mai.	13	18:18	18:34
8. Mai.	13	18:18	18:34
9. Mai.	13	18:18	18:35
10. Mai.	14	18:18	18:35
11. Mai.	13	18:19	18:35
12. Mai.	13	18:19	18:35
13. Mai.	15	18:19	18:36
14. Mai.	14	18:19	18:36
15. Mai.	15	18:19	18:36
16. Mai.	16	18:19	18:36
17. Mai.	16	18:19	18:36
18. Mai.	18	18:20	18:37
19. Mai.	18	18:20	18:37
20. Mai.	17	18:20	18:37
21. Mai.	17	18:20	18:37
22. Mai.	17	18:20	18:37
23. Mai.	17	18:20	18:38
24. Mai.	17	18:20	18:38
25. Mai.	17	18:20	18:38
26. Mai.	18	18:20	18:38
27. Mai.	17	18:21	18:38
28. Mai.	17	18:22	18:39
29. Mai.	17	18:22	18:40
30. Mai.	17	18:22	18:40
31. Mai.	17	18:22	18:40
1. Jun.	18	18:22	18:40
2. Jun.	18	18:22	18:40
3. Jun.	18	18:22	18:40
4. Jun.	18	18:23	18:41
5. Jun.	18	18:23	18:41
6. Jun.	19	18:23	18:42
7. Jun.	20	18:23	18:42
8. Jun.	20	18:23	18:42
9. Jun.	19	18:25	18:43
10. Jun.	19	18:25	18:43
11. Jun.	19	18:25	18:43

Zeitraum Start	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	Messpunkt 2
03.05.2020	07.08.2020	20	1591	18:18	18:48	

Potentielle Reflexionen am Messpunkt 2:

1591	Minuten pro Jahr (Summe gesamt)
1167	Minuten pro Jahr mit Sichtschutz durch Blattwerk (Juni-September)
424	Minuten pro Jahr ohne Sichtschutz durch Blattwerk (Oktober-Mai)
20	Minuten pro Tag (Max)

Parameter für Daten Bereinigung (Datensatz mit 1673 Einträgen /-49):
1.: Zeitraum zwischen 06:00 - 22:00 Uhr (bzw. Sonnenuntergang)
2.: Sonnenstand über Horizont ist min. 10° (Standard: min. 10°)
3.: Dauer der Reflexion ist min. 5 Minuten pro Tag (Standard: min. 5 Minuten)



© Copyright Information | Document reference: 20201022.222028DJ | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written noctice prohibited

DNI (W/m^2)	Ocular Hazard #	Reflectivity	Retinal Irradiance	Subtended Glare	Sun Azimuth	Sun Altitude	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun	Reflected Sun	Reflected Sun
544,5574	2	0,5669	0,017509	0,040954	91,5	0,2	1	-0,026	0,003	-1	0,018	0,019
545,2511	2	0,567706	0,017557	0,046035	91	0,3	1	-0,018	0,006	-1	0,01	0,016
547,5905	2	0,554949	0,017236	0,049744	91,2	0,5	1	-0,021	0,009	-1	0,011	0,02
548,269	2	0,568514	0,017679	0,046011	90,6	0,5	1	-0,01	0,008	-1	0,002	0,013
550,5899	2	0,555737	0,017355	0,049024	90,8	0,6	1	-0,013	0,011	-1	0,003	0,017
548,9695	2	0,569325	0,017727	0,04567	90,1	0,6	1	-0,002	0,011	-1	-0,005	0,01
551,2828	2	0,55653	0,017401	0,049615	90,3	0,8	1	-0,006	0,014	-1	-0,005	0,014
553,5918	2	0,544023	0,017082	0,0455	90,5	1	1	-0,009	0,017	-1	-0,004	0,018
551,9446	2	0,55733	0,017447	0,049508	89,9	0,9	1	0,002	0,016	-1	-0,012	0,011
554,2397	2	0,544805	0,017126	0,052349	90,1	1,1	1	-0,001	0,019	-1	-0,012	0,015
556,5305	2	0,532561	0,01681	0,055193	90,2	1,3	1	-0,004	0,022	-1	-0,011	0,02
552,603	2	0,570968	0,017896	0,044237	89,2	0,9	1	0,014	0,016	-1	-0,021	0,004
554,8843	2	0,558138	0,017566	0,049264	89,4	1,1	1	0,01	0,019	-1	-0,02	0,008
557,1615	2	0,545596	0,017241	0,052439	89,6	1,2	1	0,007	0,022	-1	-0,019	0,012
559,4344	2	0,533335	0,016923	0,054038	89,8	1,4	1	0,003	0,025	-1	-0,018	0,017
555,5248	2	0,571803	0,018017	0,044773	88,8	1,1	1	0,021	0,019	-1	-0,028	0,001
557,7884	2	0,558956	0,017684	0,045211	89	1,2	1	0,018	0,022	-1	-0,028	0,005
560,0479	2	0,546398	0,017356	0,05222	89,2	1,4	1	0,015	0,024	-1	-0,027	0,009
562,3032	2	0,534121	0,017035	0,054802	89,3	1,6	1	0,011	0,027	-1	-0,026	0,014
564,5543	2	0,522119	0,016719	0,047645	89,5	1,7	1	0,008	0,03	-1	-0,025	0,018
558,4106	2	0,57265	0,018137	0,043142	88,3	1,2	0,999	0,029	0,021	-0,999	-0,036	-0,002
560,6567	2	0,559788	0,017801	0,048617	88,5	1,4	0,999	0,026	0,024	-0,999	-0,035	0,002
565,1365	2	0,53492	0,017146	0,054766	88,9	1,7	0,999	0,019	0,03	-0,999	-0,034	0,011
567,3702	2	0,522903	0,016827	0,05667	89,1	1,9	0,999	0,016	0,033	-0,999	-0,033	0,015
569,5997	2	0,511155	0,016514	0,05869	89,3	2	0,999	0,013	0,035	-0,999	-0,032	0,019
559,0273	2	0,573512	0,018184	0,043995	87,9	1,4	0,999	0,037	0,024	-0,999	-0,044	-0,005
561,2601	2	0,560634	0,017847	0,048554	88,1	1,5	0,999	0,034	0,027	-0,999	-0,043	-0,001
563,4889	2	0,548044	0,017516	0,051481	88,3	1,7	0,999	0,03	0,03	-0,999	-0,042	0,003
565,7136	2	0,535736	0,01719	0,054598	88,4	1,9	0,999	0,027	0,032	-0,999	-0,042	0,007
567,9342	2	0,523703	0,01687	0,056819	88,6	2	0,999	0,024	0,035	-0,999	-0,041	0,012
570,1507	2	0,51194	0,016555	0,057652	88,8	2,2	0,999	0,02	0,038	-0,999	-0,04	0,016
561,8573	2	0,574389	0,018304	0,043828	87,4	1,5	0,999	0,045	0,027	-0,999	-0,051	-0,008
564,0731	2	0,561496	0,017964	0,047191	87,6	1,7	0,999	0,042	0,029	-0,999	-0,051	-0,004
566,2848	2	0,548892	0,01763	0,051658	87,8	1,8	0,999	0,038	0,032	-0,999	-0,05	0
568,4924	2	0,536569	0,017301	0,053353	88	2	0,999	0,035	0,035	-0,999	-0,049	0,004
570,696	2	0,524521	0,016978	0,05667	88,2	2,2	0,999	0,032	0,038	-0,999	-0,048	0,009
572,8955	2	0,512743	0,016661	0,058547	88,4	2,3	0,999	0,028	0,041	-0,999	-0,048	0,013
575,0908	2	0,501229	0,016349	0,060258	88,6	2,5	0,999	0,025	0,043	-0,999	-0,047	0,017
564,6504	2	0,575285	0,018424	0,043493	87	1,7	0,998	0,053	0,029	-0,998	-0,059	-0,012
566,8493	2	0,562378	0,018081	0,047853	87,2	1,8	0,998	0,049	0,032	-0,998	-0,058	-0,007
569,0442	2	0,549759	0,017744	0,05123	87,4	2	0,998	0,046	0,035	-0,998	-0,058	-0,003
571,2349	2	0,537421	0,017412	0,054163	87,6	2,1	0,998	0,043	0,038	-0,998	-0,057	0,001
573,4217	2	0,525359	0,017086	0,051872	87,7	2,3	0,998	0,039	0,04	-0,998	-0,056	0,006
575,6043	2	0,513567	0,016767	0,058546	87,9	2,5	0,998	0,036	0,043	-0,998	-0,055	0,01

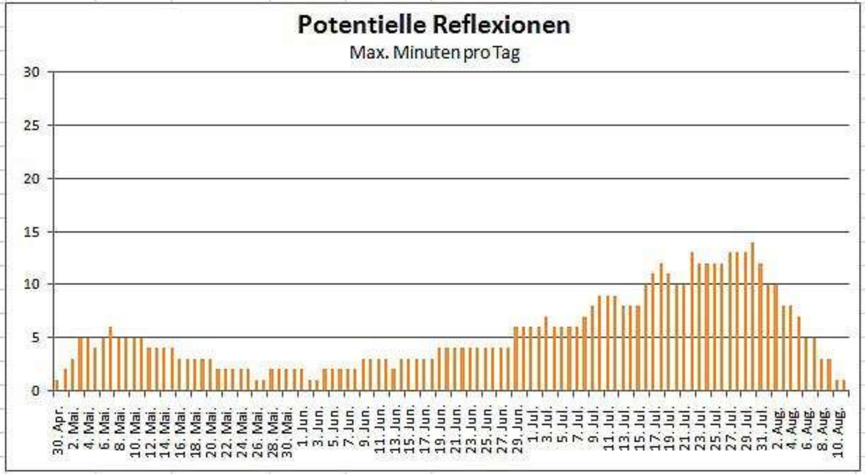
Tag	Anzahl Minuten	Anfang	Ende
30. Apr.	1	06:07	06:07
1. Mai.	2	06:05	06:06
2. Mai.	3	06:04	06:06
3. Mai.	5	06:02	06:06
4. Mai.	5	06:01	06:05
5. Mai.	4	06:01	06:05
6. Mai.	5	06:00	06:05
7. Mai.	6	06:00	06:05
8. Mai.	5	06:00	06:04
9. Mai.	5	06:00	06:04
######	5	06:00	06:04
######	5	06:00	06:04
######	4	06:00	06:03
######	4	06:00	06:03
######	4	06:00	06:03
######	4	06:00	06:03
######	3	06:00	06:02
######	3	06:00	06:02
######	3	06:00	06:02
######	3	06:00	06:02
######	3	06:00	06:02
######	2	06:00	06:01
######	2	06:00	06:01
######	2	06:00	06:01
######	2	06:00	06:01
######	2	06:00	06:01
######	1	06:00	06:00
######	1	06:00	06:00
######	2	06:00	06:01
######	2	06:00	06:01
######	2	06:00	06:01
######	2	06:00	06:01
1. Jun.	2	06:00	06:01
2. Jun.	1	06:00	06:00
3. Jun.	1	06:00	06:00
4. Jun.	2	06:00	06:01
5. Jun.	2	06:00	06:01
6. Jun.	2	06:00	06:01
7. Jun.	2	06:00	06:01
8. Jun.	2	06:00	06:01
9. Jun.	3	06:00	06:02
10. Jun.	3	06:00	06:02
11. Jun.	3	06:00	06:02
12. Jun.	3	06:00	06:02

Zeitraum Start	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	Messpunkt 3
03.05.2020	04.05.2020	5	10	06:01	06:06	
06.05.2020	11.05.2020	6	31	06:00	06:05	
29.06.2020	07.08.2020	14	364	06:00	06:15	

Potentielle Reflexionen am Messpunkt 3:

405 Minuten pro Jahr (Summe gesamt)
364 Minuten pro Jahr mit Sichtschutz durch Blattwerk (Juni-September)
41 Minuten pro Jahr ohne Sichtschutz durch Blattwerk (Oktober-Mai)
14 Minuten pro Tag (Max)

Parameter für Daten Bereinigung (Datensatz mit 2427 Einträgen /-100):
1.: Zeitraum zwischen 06:00 - 22:00 Uhr (bzw. Sonnenuntergang)
2.: Sonnenstand über Horizont ist min. 10° (Standard: min. 10°)
3.: Dauer der Reflexion ist min. 5 Minuten pro Tag (Standard: min. 5 Minuten)



© Copyright Information | Document reference: [illegible] | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written noctice prohibited