SolPEG
Solar Power Expert Group

Blendgutachten
Solarpark Saustrup

Analyse der potentiellen Blendwirkung der geplanten PV Anlage Saustrup in Schleswig-Holstein

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: 20201026.1606403J | 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
2.2 Umliegende Gebäude 6
3 Ermittlung der potentiellen Blendwirkung 7
3.1 Blendwirkung von PV Modulen 7
3.2 Berechnung der Reflexionen 9
3.3 Technische Parameter der PV Anlage 10
3.4 Standorte für die Analyse 11
4 Ergebnisse 12
4.1 Allgemeine Hinweise 12
4.2 Ergebnisse am Messpunkt P1 (Bahnübergang) 13
4.3 Ergebnisse am Messpunkt P2 (Gebäude) 14
4.4 Ergebnisse am Messpunkt P3 (Straße Flarup) 14
4.5 Ergebnisse am Messpunkt P4 (Bahnstrecke) 15
4.6 Ergebnisse am Messpunkt P5 (Bahnstrecke) 17
4.7 Ergebnisse am Messpunkt P6 (Bahnstrecke) 18
4.8 Ergebnisse am Messpunkt P7 (Bahnstrecke und Bahnübergang) 20
5 Zusammenfassung der Ergebnisse 22
5.1 Zusammenfassung 22
5.2 Beurteilung der Ergebnisse 22
6 Schlussbemerkung 22

© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606403J | 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 Blendwirkung der geplanten PV Anlage Saustrup

1 Auftrag

1.1 Beauftragung

Die SolPEG GmbH ist durch die Enerparc AG beauftragt, die potentielle Blendwirkung der PV Anlage „Saustrup“ für die Bahnstrecke Flensburg-Kiel, angrenzende Straßen sowie für Anwohner der umliegenden Gebäude zu analysieren und die Ergebnisse zu dokumentieren.

1.2 Hintergrund und Auftragsumfang

Lt. Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) bzw. gemäß der daraus resultierenden sog. Licht-Leitlinie[1] sind technische Anlagen, die das Sonnenlicht reflektieren, so auszuführen, dass es bei Anwohnern und Verkehrsteilnehmern nicht zu erheblichen Störungen kommt. Die Licht-Leitlinie wurde durch die Bund/Länder - Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) verfasst und dient als Basis für Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen.
Die vorliegende Untersuchung soll klären ob bzw. in wie weit von der PV Anlage „Saustrup“ eine Blendwirkung für schutzbedürftige Zonen im Sinne der Licht-Leitlinie ausgehen könnte. Dies gilt für die einspurige Bahnlinie Flensburg-Kiel, Verkehrsteilnehmer auf angrenzenden Straßen sowie Anwohner der umliegenden Gebäude.
Die zur Anwendung kommenden Berechnungs- und Beurteilungsgrundsätze resultieren im Wesentlichen aus den Empfehlungen in Anhang 2 der Licht-Leitlinie in der aktuellen Fassung vom 08.10.2012.
Die Berechnung der Blendwirkung erfolgt auf Basis von vorliegenden Planungsunterlagen der PV Anlage, eine Analyse der Blendwirkung vor Ort ist nicht Bestandteil des Auftrags.

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: 20201026.1606403 | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

2 Systembeschreibung

2.1 Standort Übersicht

Die Teilflächen des geplanten Solarparks befinden sich in einem landwirtschaftlichen Gebiet ca. 1,8 km östlich der Ortschaft Böel und ca. 2,5 km südwestlich der Ortschaft Saustrup in Schleswig-Holstein, ca. 18 km nordöstlich von Schleswig. Die Flächen befinden sich westlich und östlich der Bahnstrecke Flensburg-Kiel. Die folgenden Informationen und Bilder geben einen Überblick über den Standort.

Tabelle 1: Informationen über den Standort

Allgemeine Beschreibung des Standortes	Ackerfläche ca. 2,5 km südwestlich der Ortschaft Saustrup (Schleswig-Holstein), ca. 18 km nordöstlich von Schleswig. Die Flächen sind eben.
Geographische Koordinaten (PV Feld Nord)	54.662°N, 9.736°O 25 m ü.N.N.
Grenzlänge entlang der Bahntrasse	ca. 530 m (Nord), ca. 290 m (Mitte), ca. 460 m (Süd)
Abstand zur Bahntrasse	ca. 11 m - 18 m
Abstand zu angrenzenden Straßen	ca. 21 - 30 m (relevante Blickrichtung)
Entfernung zu umliegenden Gebäuden	ca. 55 m (kleinste Entfernung, relevante Blickrichtung)

Übersicht über den Standort und die PV Anlage (schematisch)

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

© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606403 | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

Detailansicht der PV Anlage (Ausschnitt Nord)

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

Detailansicht (Ausschnitt Süd)

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

© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606400J | 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

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 Anlage und umliegende Gebäude. Aufgrund des Strahlenverlaufs gemäß Reflexionsgesetz könnten die Gebäude von potentiellen Reflexionen durch die PV Anlage erreicht werden. Die Gebäude befinden sich teilweise hinter Bäumen und Büschen, sodass kein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle besteht. Weitere Gebäude in der Umgebung werden nur ansatzweise untersucht, da aufgrund des Einfallswinkels und/oder aufgrund der Entfernung nicht mit Beeinträchtigung durch potentielle Reflexionen zu rechnen ist. Im relevanten Umfeld der Teilfläche Süd befinden sich keine Gebäude.

Bild 2.2.1: Gebäude im Bereich der PV Anlage Teilfläche Nord (Quelle: Google Earth/SolPEG)

© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606400J | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

3 Ermittlung der potentiellen Blendwirkung

3.1 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 von aktuellen PV Modulen reflektierten Lichtes auf 1-4 % reduzieren können. Folgende Skizze zeigt den Aufbau eines PV Moduls:

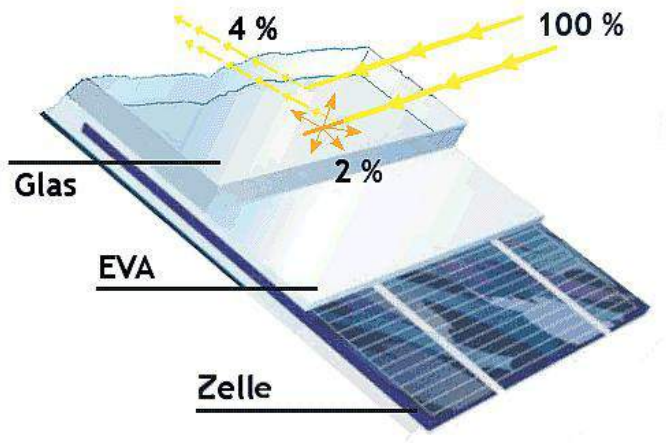


Bild 3.1.1: Anteil des reflektierten Sonnenlichtes bei einem PV Modul (Quelle: Internet/SolPEG)

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

© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606403J | 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, Ausschnitt)

Diese Eigenschaften können schematisch wie folgt dargestellt werden

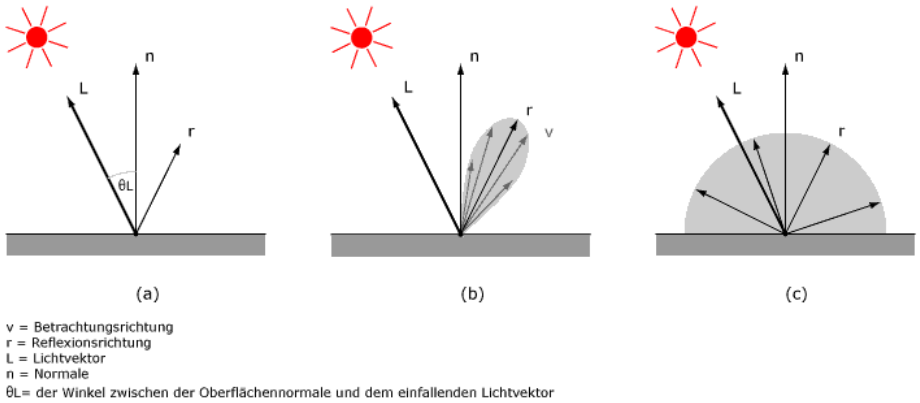


Bild 3.2.4: Diffuse Reflexion von unterschiedlichen Moduloberflächen (© Jürgen Hagler)

Lt. Planungsunterlagen sollen PV Module des Herstellers REC zum Einsatz kommen, die lt. vorliegender Stellungnahme des Herstellers über Anti-Reflexions-Eigenschaften verfügen. Die Simulationsparameter werden entsprechend eingestellt.
Es können aber auch Module eines anderen Herstellers mit ähnlichen Eigenschaften verwendet werden. Damit kommen die nach aktuellem Stand der Technik möglichen Maßnahmen zur Vermeidung von Reflexion und Blendwirkungen zur Anwendung.

Mechanical Parameters	Operating Parameters
Cell Orientation: 144 (6×24)	Operational Temperature: -40℃~+85℃
Junction Box: IP68, three diodes	Power Output Tolerance: 0~+5 W
Output Cable: 4mm², 300mm in length, length can be customized	Voc and Isc Tolerance: ±3%
	Maximum System Voltage: DC1500V (IEC/UL)
Glass: Dual glass 2.0mm coated tempered glass	Maximum Series Fuse Rating: 25A
	Nominal Operating Cell Temperature: 45±2℃

Bild 3.2.5: Auszug aus Moduldatenblatt, siehe auch Anhang

© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606403J | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

3.2 Berechnung der Reflexionen

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:

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

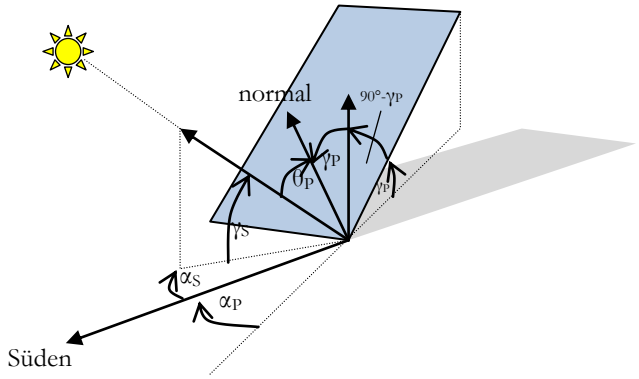


Bild 3.2.1: Schematische Darstellung der Reflexionen auf einer geneigten Fläche (Quelle: SolPEG)

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: 20201026.1606403 | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

3.3 Technische Parameter der PV Anlage

Die optischen Eigenschaften und die Installation der Module, insbesondere die Ausrichtung und Neigung der Module sind wesentliche Faktoren für die Berechnung der Reflexionen. Die folgenden Skizzen verdeutlichen die Konstruktion der Modulinstallation.

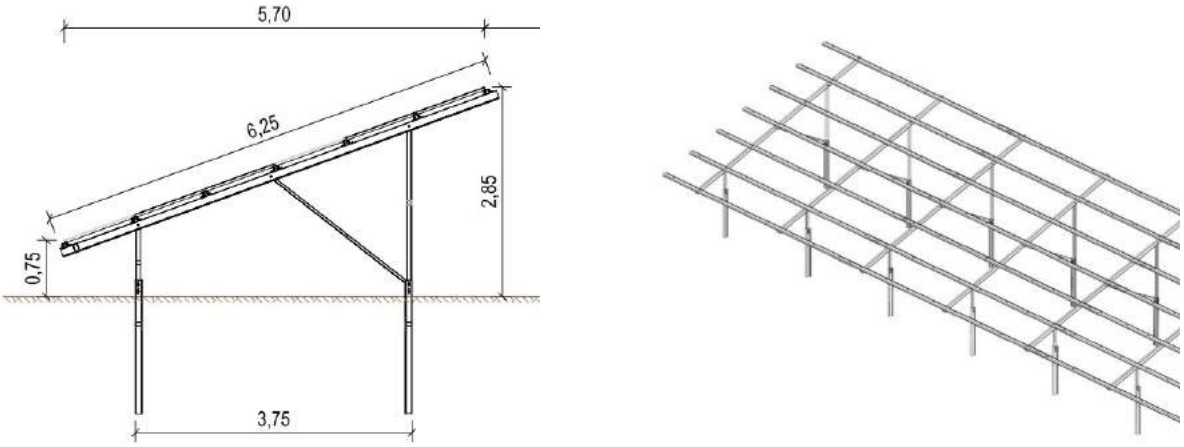


Bild 3.4.1: Skizzen der Modulkonstruktion (Quelle: Auftraggeber)

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

Tabelle 2: Berechnungsparameter

PV Modul	REC, Polykristallin
Moduloberfläche	Solarglas mit Anti-Reflexionsbehandlung (lt. Datenblatt)
Unterkonstruktion	Modultische, fest aufgeständert
Modulinstallation	6 Module quer übereinander
Ausrichtung (Azimut)	180° (Süden)
Modulneigung	20°
Höhe der sichtbaren Modulfläche	min. 0,75 m, max. 2,85 m
Mittlere Höhe der Modulfläche	2 m
Anzahl Messpunkte auf der Bahnstrecke	4 Messpunkte (siehe Skizze 3.5.1)
Anzahl Messpunkte Straße	1 Messpunkt (siehe Skizze 3.5.1)
Anzahl Messpunkte Gebäude	2 Messpunkte (siehe Skizze 3.5.1)
Höhe Messpunkte über Boden	2 m (Mittlere Sitzhöhe PKW/LKW Fahrer)

© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606403 | 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

3.4 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 in besonderen Fällen untersucht.

Für die Analyse einer potentiellen Blendwirkung der PV Anlage Saustrup wurden die Teilflächen der PV Anlage auf 6 Felder zusammengefasst insgesamt 7 Messpunkte festgelegt. 2 Messpunkte im Bereich der Gebäude östlich der PV Anlage Nord, 1 Messpunkt auf der Straße Flarup, 4 Messpunkte im Verlauf der Bahnstrecke, wovon ein Messpunkt im Bereich des Bahnüberganges eines privaten Wirtschaftsweges liegt. 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 7 gewählten Messpunkte P1-P7:

Bild 3.5.1: Übersicht über die PV Anlage und Messpunkte P1–P7 (Quelle: Google Earth/SolPEG)

© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606403 | 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 Ergebnisse

4.1 Allgemeine Hinweise

Schutzwürdige Räume

In der Licht-Leitlinie sind einige "schutzwürdige Räume" - also feste Standorte - aufgeführt, für die zu bestimmten Tageszeiten störende oder belästigende Einflüsse durch Lichtimmissionen zu vermeiden sind. Es fehlt[5] 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). Aufgrund von fehlenden Richtlinien für den Flug-, Schienen- und Fahrzeugverkehr kommt die eher allgemein gehaltene Empfehlung zur Anwendung, wonach bei Bauvorhaben eine Gefährdung von Verkehrsteilnehmern durch Lichtimmissionen zu vermeiden ist.
Da sich die hier berechneten Simulationsergebnisse auf feste Standorte beziehen, werden diese für Verkehrswege entsprechend relativiert betrachtet.

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 Adaptions- und 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 berechnet, die aufgrund des Strahlenverlaufs physikalisch möglich sind. In den Ergebniswerten sind daher auch Reflexionen enthalten, die teilweise weit von der Immissionsquelle entfernt sind. Solche Extremwerte werden entsprechend geringer gewichtet bzw. relativiert bewertet, insbesondere wenn die Immissionsquelle weiter als 100 m entfernt ist.

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

© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606400J | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

Sonstige Einflüsse

Die Simulation der Reflexionen geht zu jedem Zeitpunkt von clear-sky Bedingungen aus, d.h. klarem Himmel und entsprechender Sonneneinstrahlung. Daher stellt das Ergebnis immer die höchst mögliche Blendwirkung dar.
Dies entspricht nur selten 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. Aber auch der Geländeverlauf und Informationen über möglichen Sichtschutz durch Hügel, Bäume oder andere Objekte können nicht ausreichend verarbeitet werden. Vor diesem Hintergrund müssen die reinen Berechnungsergebnisse im entsprechenden Kontext gesehen und ggf. relativiert werden.

4.2 Ergebnisse am Messpunkt P1 (Bahnübergang)

Am Messpunkt P1 im Bereich des Bahnüberganges der PV Anlage (Nord) können zwischen dem 15. April - 26. August theoretisch abends zwischen 18:02 - 18:54 Uhr Reflexionen durch die PV Anlage auftreten. Lt. Planungsunterlagen ist in diesem Bereich ein Sichtschutzzaun geplant der einen direkten Sichtkontakt zur Immissionsquelle verhindert, sodaß das Risiko einer Blendungwirkung mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden kann.

Die folgende Skizze verdeutlicht die Situation am Messpunkt P1.

Bild 4.2.1: Ergebnisdetails für Messpunkt P1, OP = Observation Point (Quelle: Simulationsergebnisse)

Bei der Querung des Bahnüberganges in südwestlicher Richtung werden mögliche Reflexionen durch den Sichtschutzzaun verhindert.

© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606403 | 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 (Gebäude)

Am Messpunkt P2 im Bereich der südöstlich gelegenen Gebäude können zwischen dem 23. April - 17. August theoretisch abends zwischen 18:18 - 18:54 Uhr in einem bestimmten Winkel Reflexionen durch die PV Anlage auftreten.
Aufgrund der Entfernung zur Immissionsquelle von ca. 200 m – 400 m sind potentielle Reflexionen im Sinne der Licht-Leitlinie zu vernachlässigen. Eine Beeinträchtigung der Anwohner kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

4.4 Ergebnisse am Messpunkt P3 (Straße Flarup)

Am Messpunkt P3 im Bereich der Straße Flarup Ecke Flarupgaard östlich der PV Anlage (Nord) können bei der Fahrt Richtung Westen in bestimmten Jahreszeiten theoretisch abends zwischen 18:26 - 18:54 Uhr Reflexionen durch die PV Anlage auftreten.
Aufgrund des natürlichen Sichtschutzes von Büschen und Bäumen besteht jedoch kein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle. Eine Beeinträchtigung des Anliegerverkehrs kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Die folgende Skizze verdeutlicht die Situation am Messpunkt P3

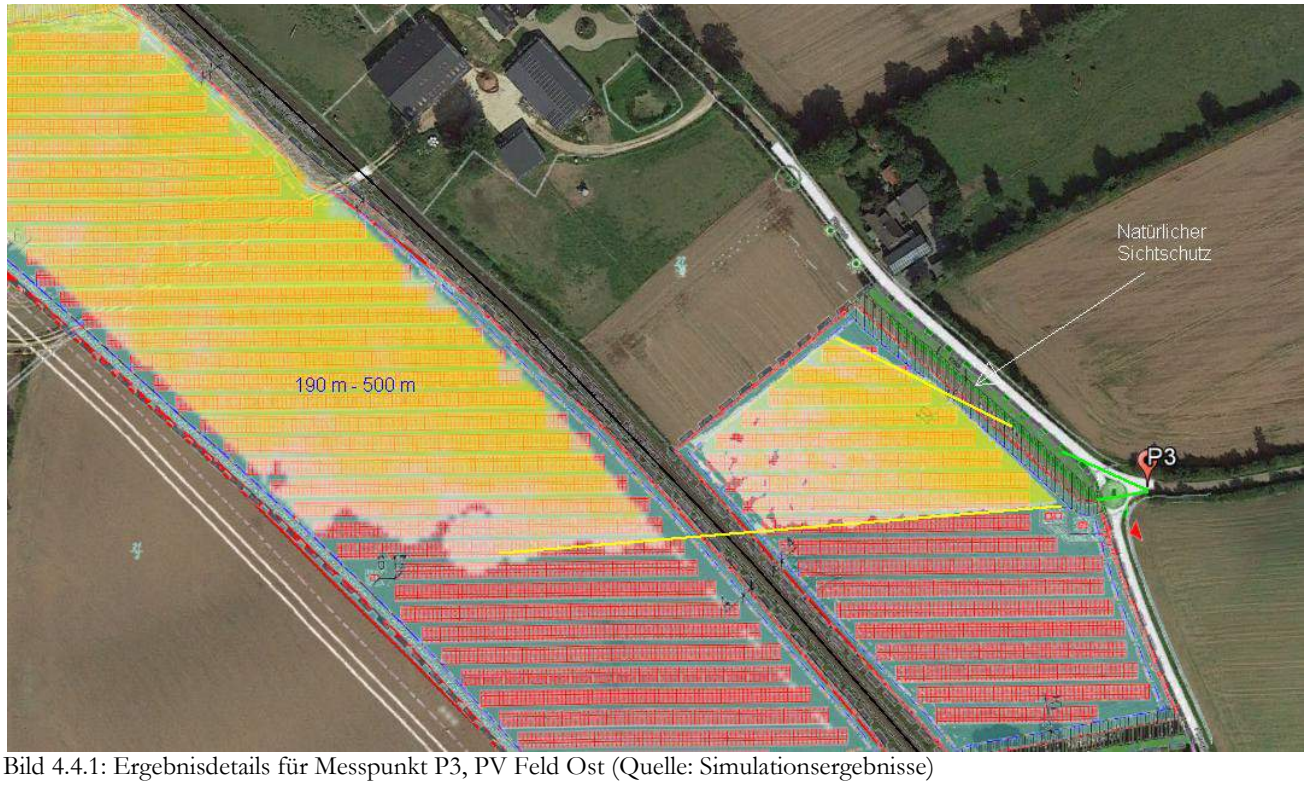


Bild 4.4.1: Ergebnisdetails für Messpunkt P3, PV Feld Ost (Quelle: Simulationsergebnisse)

Im gelb markierten Bereich können zwischen dem 17. Mai - 25. Juli theoretisch potentielle Reflexionen wahrgenommen werden. In der Realität werden diese jedoch durch einen natürlichen Sichtschutz aus Büschen und Bäumen (hellgrüner Bereich) verdeckt. Selbst ohne Blattgrün wirken Äste und Zweige als Sichtschutz.

© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606400J | 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

4.5 Ergebnisse am Messpunkt P4 (Bahnstrecke)

Am Messpunkt P4 auf der Bahnstrecke Flensburg-Kiel können in bestimmten Jahreszeiten bei der Fahrt Richtung Nordwesten (Flensburg) theoretisch abends Reflexionen durch die PV Anlage auftreten.
Die Rohdaten beinhalten alle rechnerisch ermittelten Reflexionen, auch solche die nach Empfehlungen der Licht-Leitlinie zu schutzwürdigen Zonen zu vernachlässigen sind. Darüber hinaus sind Werte mit einer Differenz zwischen Sonne und Immissionsquelle von weniger als 10° zu vernachlässigen, da in solchen Konstellationen die Sonne selbst die Ursache für eine mögliche Blendwirkung darstellt.
Nach Bereinigung der Rohdaten anhand der genannten Kriterien reduziert sich das Ergebnis um ca. 43% auf 1008 Minuten pro Jahr bzw. max. 15 Minuten pro Tag. Damit liegen die rein rechnerisch ermittelten Zahlen unter den Empfehlungen der Licht-Leitlinie für schutzwürdige, ortsfeste Räume. Die Zahlen beziehen sich auf den maximal möglichen Blickwinkel an einem ortsfesten Standort, der bei Zug- und Fahrzeugführern nicht anwendbar ist. Hier wird ein relevanter Sichtbereich von +/-20° zur Fahrtrichtung angenommen und dadurch reduzieren sich die berechneten Zahlen nochmals.
Eine sicherheitsrelevante Beeinträchtigung von Zugführern kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Die folgende Skizze verdeutlicht die Situation am Messpunkt P4 mit unbereinigten Rohdaten.

Bild 4.5.1: Simulation am Messpunkt P4 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Der grüne Bereich symbolisiert den relevanten Blickwinkel der Zugführer bei Fahrt Richtung Nordwesten (Flensburg). Im gelb markierten Bereich links zur Fahrtrichtung (ca. -8° bis -33°) könnten potentielle Reflexionen wahrgenommen werden. Diese liegen teilweise (ca. -8° bis -20°) in einem Blickwinkel in dem Reflexionen als störend empfunden werden können. Dieser Bereich ist orange hinterlegt. Da der Bahndamm teilweise mit Büschen bewachsen ist, wird ein Sichtkontakt zur Immissionsquelle entsprechend vermindert bzw. verhindert.

© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606403J | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

Die folgende Skizze (Pseudo-3D) zeigt virtuell die Situation am Messpunkt P4 am 15. Juli um 19:00 Uhr abends. Der Strahlenverlauf des reflektierten Sonnenlichtes ist durch gelbe Pfeile symbolisiert. Im gelb markierten Bereich können potentiell Reflexionen wahrgenommen werden. In dem kleinen, orange hinterlegten Abschnitt könnten Reflexionen als störend empfunden werden. Eine Beeinträchtigung der Zugführer ist jedoch mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden, da der Zug aufgrund der Geschwindigkeit diesen Abschnitt in wenigen Sekunden passiert hat.

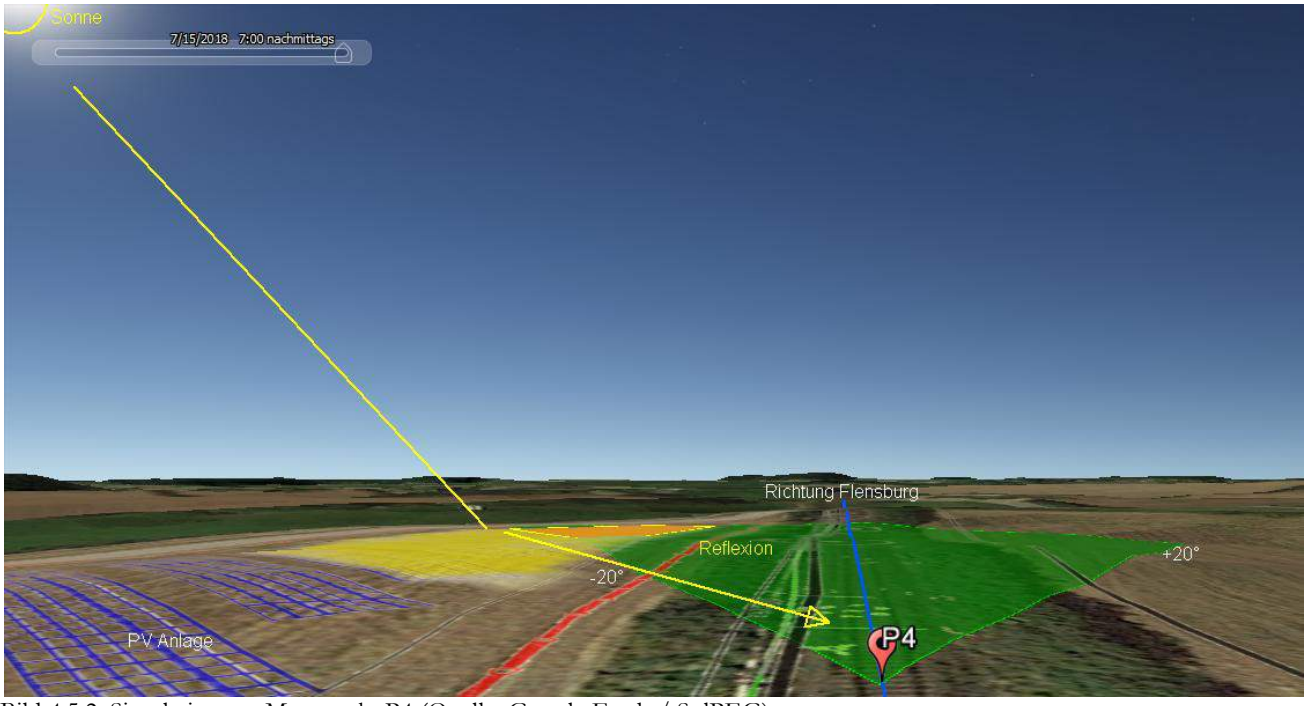


Bild 4.5.2: Simulation am Messpunkt P4 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Das folgende Bild zeigt die Situation in der Realität bei etwas anderem Sonnenstand.

Bild 4.5.3: Bild am Messpunkt P4 (Quelle: Ausschnitt aus Youtube Video von KIWIT4 ab Minute 08:36)

© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606400J | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

4.6 Ergebnisse am Messpunkt P5 (Bahnstrecke)

Am Messpunkt P5 auf der Bahnstrecke Flensburg-Kiel können in bestimmten Jahreszeiten theoretisch abends bzw. morgens Reflexionen durch die PV Anlage auftreten.
Bei der Fahrt Richtung Südosten (Kiel) können Beeinträchtigungen durch Reflexionen mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden, da diese morgens in einem Einfallswinkel von ca. -49° bis -75° links (östlich) zur Fahrtrichtung auftreten und daher außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Blickwinkels (Fahrtrichtung +/-20°) liegen.
Bei der Fahrt Richtung Nordosten (Flensburg) können Reflexionen in einem Winkel von -13° bis -38° links (westlich) zu Fahrtrichtung auftreten. Diese liegen teilweise (ca. -13° bis -20°) in einem Blickwinkel in dem Reflexionen als störend empfunden werden können. Dieser Bereich ist orange hinterlegt. Eine sicherheitsrelevante Beeinträchtigung der Zugführer kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden und auch die Sichtbarkeit von evt. vorhandenen Signalanlagen ist uneingeschränkt gegeben.

Zur Veranschaulichung wird in der folgenden Skizze die potentielle Blendwirkung für den Messpunkt P5 dargestellt.

Bild 4.6.1: Simulation am Messpunkt P5 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606403J | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

4.7 Ergebnisse am Messpunkt P6 (Bahnstrecke)

Am Messpunkt P6 auf der Bahnstrecke Flensburg-Kiel können in bestimmten Jahreszeiten bei der Fahrt Richtung Nordwesten (Flensburg) theoretisch abends Reflexionen durch die PV Anlage auftreten.
Der Streckenabschnitt verläuft in einem Winkel von ca. 320° in nordwestlicher Richtung und Reflexionen können in einem Einfallswinkel zwischen -21° und -56° links (westlich) zur Fahrtrichtung auftreten.

Die folgende Skizze verdeutlicht die Situation am Messpunkt P6 (basierend auf den unbereinigten Rohdaten)

Bild 4.7.1: Ergebnisdetails für Messpunkt P5, PV Feld 5 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Der grüne Bereich symbolisiert den relevanten Blickwinkel des Zugführers bei Fahrt Richtung Nordwesten (Flensburg). In dem gelb markierten Bereich links zur Fahrtrichtung (ca. -21° bis -56°) können im Verlauf des Jahres potentielle Reflexionen wahrgenommen werden.
Eine sicherheitsrelevante Beeinträchtigung der Zugführer kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden

© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606403 | 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 zeigt die Situation am Messpunkt P6 um die Mittagszeit aus Sicht des Zugführers bei Fahrt Richtung Nordwesten (Flensburg). Die skizzierte Sonne und die Reflexion können allerdings erst gegen Nachmittag/Abend auftreten und dienen nur der Veranschaulichung der Einfallswinkel.
Die Skizze soll die im Jahresverlauf vereinzelt vorkommende Situation verdeutlichen, bei der Reflexionen in den für Zugführer relevanten Blickwinkel (Fahrtrichtung(+/-20°) hineinreichen. Bei Tagesadaption des Auges hat die berechnete Leuchtdichte des diffus reflektierten Sonnenlichtes eine geringere Wirkung als bei Nachtadaption.
Eine sicherheitsrelevante Beeinträchtigung des Zugführers kann mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden da der Zug den Bereich der PV Anlage in wenigen Sekunden passiert hat.
Die Sichtbarkeit von evt. vorhandenen Signalanlagen ist uneingeschränkt gegeben. Sichtschutzmaßnahmen sind nicht erforderlich.

Bild 4.7.2: Bild am Messpunkt P6 (Quelle: Ausschnitt aus Youtube Video von KIWIT4 ab Minute 08:35)

© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606403J | 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

4.8 Ergebnisse am Messpunkt P7 (Bahnstrecke und Bahnübergang)

Am Messpunkt P7 auf der Bahnstrecke Flensburg-Kiel können in bestimmten Jahreszeiten bei der Fahrt Richtung Nordwesten (Flensburg) theoretisch abends zwischen 18:31 Uhr - 19:11 Uhr Reflexionen durch die PV Anlage auftreten.
Diese können in einem Einfallswinkel zwischen -13° und -47° links (westlich) zur Fahrtrichtung auftreten und liegen demnach überwiegend außerhalb des für Zugführer relevanten Blickwinkels (Fahrtrichtung +/-20°). Die folgende Skizze verdeutlicht, dass die Situation am Messpunkt P7

Bild 4.8.1: Skizze für Messpunkt P7 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Am Messpunkt P7 befindet sich ein ausschließlich landwirtschaftlich genutzter Bahnübergang (nicht öffentlicher Privatweg). Das folgende Bild zeigt den Bahnübergang aus Sicht des Zugführers bei Fahrt Richtung Nordwesten.

Bild 4.8.2: Bild am Messpunkt P7 (Quelle: Ausschnitt aus Youtube Video von KIWIT4 ab Minute 08:33)

© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606400J | 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

Am diesem Bahnübergang können bei der Schienenquerung von Ost nach West zwischen dem 04. Mai - 07. August theoretisch abends zwischen 18:30 - 18:11 Uhr in einem bestimmten Winkel Reflexionen durch die PV Anlage auftreten. Der prüfende Blick entlang der Bahnlinie nach Nordwesten und Südosten vor einer Streckenquerung wird allerdings nicht durch Reflexionen beeinträchtigt.

Es handelt sich hier um einen rein privaten Bahnübergang der nur von berechtigten Personen genutzt werden darf. Eine Querung durch unberechtigte Personen kann allerdings nicht ausgeschlossen werden und daher ist es angeraten in diesem Bereich einen Sichtschutz zu installieren, um den direkten Sichtkontakt mit den entsprechenden Modulreihen der PV Anlage zu verhindern.

Ein Sichtschutz könnte in Form einer Begrünungsmaßnahme (Büsche, Hecke o.ä.) mit ca.1,8 m - 2 m Höhe realisiert werden oder auch durch einen entsprechenden Sichtschutzzaun.

Die folgende Skizze zeigt beispielhaft die angeratene Sichtschutzmaßnahme.

Bild 4.8.3: Empfohlene Sichtschutzmaßnahme im Bereich Messpunkt P7 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606403J | 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 7 exemplarisch gewählten Messpunkten im Bereich der geplanten PV Anlage Saustrup zeigt in bestimmten Monaten in den frühen Morgenstunden bzw. abends bei klaren Wetterbedingungen eine theoretische aber geringfügige und zeitlich begrenzte Wahrscheinlichkeit für Reflexionen. Die Reflexionen treten überwiegend in einem Blickwinkel auf, der für Zug- bzw. Fahrzeugführer nicht relevant ist. Selbst wenn der Blick von der Schiene oder Straße abgewendet und über einen Zeitraum von ca. 10-15 Sekunden direkt in Richtung der Reflexion gerichtet wird, könnte sich eine Blendwirkung nur in Form von kurzzeitigen Nachbildern bemerkbar machen. Bei einer Geschwindigkeit von 100 km/h ändert sich der Standort des Zugführers in Bezug zu den PV Fläche um 28 m pro Sekunde, d.h. Schienenfahrzeuge haben die jeweiligen Teilbereiche der PV Anlage in wenigen Sekunden passiert.
Für die Gebäude im Bereich Flarup sind potentielle Reflexionen aufgrund der zeitlichen Dauer im Sinne der Licht-Leitlinie zu vernachlässigen.

Es ist davon auszugehen, dass die theoretisch berechneten Reflexionen in der Praxis keine relevante Blendwirkung entwickeln können. Im Bereich des unbeschrankten, privaten Bahnüberganges (nichtöffentlicher Wirtschaftsweg) im südlichen Teil der PV Anlage könnte eine Sichtschutzmaßnahme installiert werden, sofern der Bahnübergang von ortsfremden Personen genutzt werden sollte.
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 „Saustrup“ kann als „geringfügig“ klassifiziert[6] 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, natürlichem Sichtschutz, lokalen Wetterbedingungen (Frühnebel, etc.) ist mit hinreichender Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass potentielle Reflexion durch die PV Anlage keine Relevanz haben. Zug- und Fahrzeugführer (PKW/LKW) und auch Anwohner werden nicht beeinträchtigt.
Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse sind – außer den genannten - keine speziellen Sichtschutzmaßnahmen erforderlich bzw. angeraten.

6 Schlussbemerkung

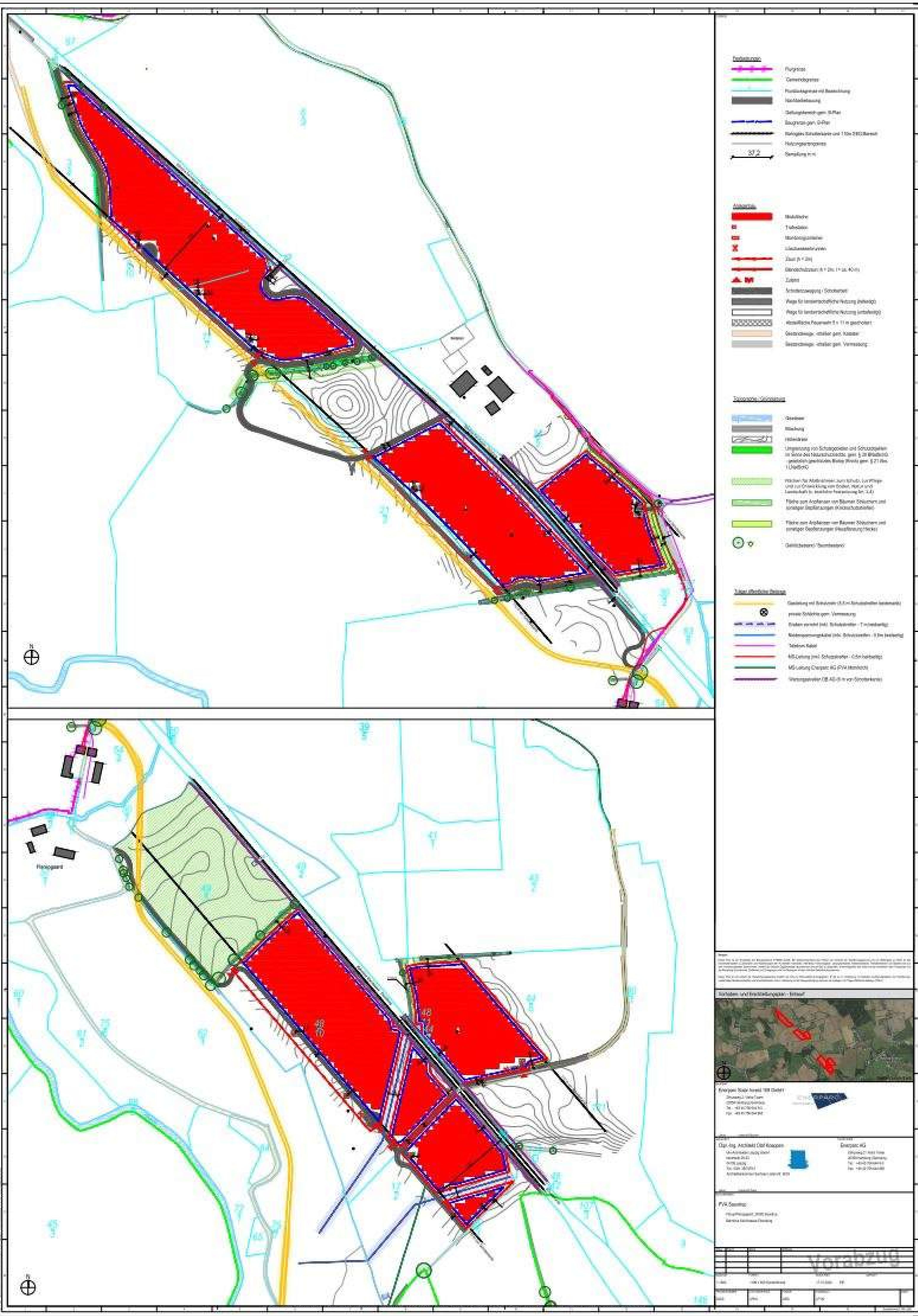
Die hier dargestellten Untersuchungen, Sachverhalte und Einschätzungen wurden nach bestem Wissen und Gewissen und anhand von vorgelegten Informationen, eigenen Untersuchungen und weiterführenden Recherchen angefertigt. Eine Haftung für etwaige Schäden, die aus diesen Ausführungen bzw. weiterer Maßnahmen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

Hamburg, den 22.10.2020

Dieko Jacobi / SolPEG GmbH

[6] Die Klassifizierung entspricht den Wertebereichen der Simulationsergebnisse

© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606400J | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written noctice prohibited



Flurgrenze
Gemeindegrenze
Flurstücksgrenze mit Bezeichnung
Nachbarbebauung
Geltungsbereich gem. B-Plan
Baugrenze gem. B-Plan
37,2
Bemaßung in m
Modulfläche
Trafostation
Zaun (h = 2m)
Zufahrt
Gewässer
Böschung
Höhenlinien
Gehölzbestand / Baumbestand
Telefon Kabel
Vorhaben- und Erschließungsplan - Entwurf
Dipl.-Ing. Architekt Olaf Koeppen
Enerparc AG
Vorabzug

SOLAR'S MOST TRUSTED

REC

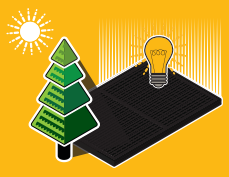
TwinPeak 2 BLK2 Serie

ERSTKLASSIGE HÖCHSTLEISTUNGSMODULE

Die Solarmodule der REC TwinPeak BLK Serie kombinieren eine innovative Zellentechnologie für ein komple schwarzes Moduldesign mit hoher Effi zienz und hohem Ertrag. So nutzen Kunden die für die Solaranlage verfügbare Fläche bestmöglich aus.

Durch die Kombination von branchenführender Qualität und der Verlässlichkeit einer starken und etablierten Marke sind die Solarmodule der REC TwinPeak BLK Serie die ideale Lösung für alle aesthetisch anspruchsvolle Anlagen auf privaten und gewerblichen Gebäuden weltweit.

MEHR LEISTUNG PRO M



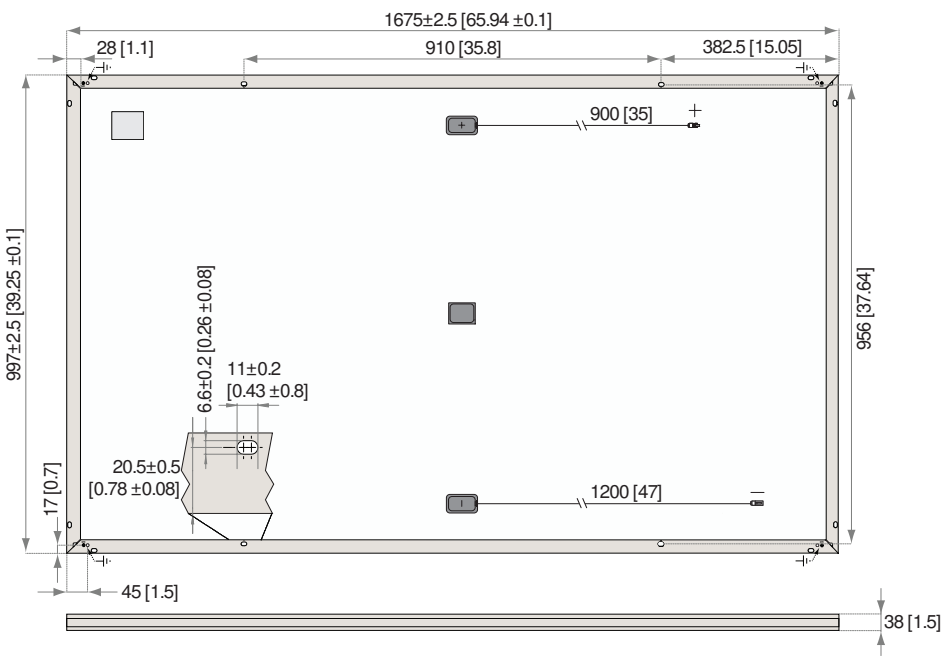
HÖHERE ERTRÄGE IM VERSCHATTUNGSFALL

PID FREI

KOMPLETT SCHWARZES MODULE FÜR EINE HERAUSRAGENDE ERSCHEINUNG

© Copyright Information / Document reference: 20201026.160540DJ | Dirko Jacobi / SolPEG GmbH / Copy, transfer, extract without written noctice prohibited

REC TWINPEAK 2 BLK2 SERIE



Abmessungen in mm [in]

17,1% EFFIZIENZ

10 JAHRE PRODUKTGARANTIE

25 JAHRE LINEARE LEISTUNGSGARANTIE

ALLGEMEINE INFORMATIONEN

Zelltyp:	multikristalline PERC Halbzellen Stränge mit Zellen in Serie
Glas:	, mm Solarglas mit antireflektiver Oberflächenbehandlung
Rückseitenfolie:	Hochbeständiges Polyester Polyolefin Konstruction (schwarz)
Rahmen:	Eloxiertes Aluminum (schwarz)
Anschlussdose:	teilig, Bypass Dioden, IP konform konform zu IEC
Kabel:	mm Solarkabel, , m +, m konform zu EN
Stecker:	Stäubli MC PV-KBT / PV KST (mm) konform zu IEC , IP beigeschlossenen Steckern
Herkun :	Hergestellt in Singapore

ELEKTRISCHE DATEN STC

Produktbezeichnung*: RECxxxTP BLK

Nennleistung - P_{MPP} (Wp)			
Leistungstoleranz - (W)	/ +	/ +	/ +
Nennspannung im MPP - U_{MPP} (U)	,	,	,
Nennstrom im MPP - I_{MPP} (A)	,	,	,
Leerlaufspannung - U_{OC} (U)	,	,	,
Kurzschlussstrom - I_{SC} (A)	,	,	,
Modulwirkungsgrad ( )	,	,	,

Werte unter Standardmessbedingungen (STC: Lu masse AM , , Einstrahlung W/m , Umgebungstemperatur °C), ermi elt über die gesamte Verteilung der Produktion mit einer Toleranz für U_{OC} & I_{SC} von ± innerhalb einer Wa klasse. Bei geringer Einstrahlung von W/m, wird mindestens der STC Moduleffi zienz erreicht.

*xxx bezieht sich auf die angegebene Leistung (P_{MPP}) @ STC, und wird durch den Buchstaben BLK für Module mit schwarzem Rahmen ergänzt.

ELEKTRISCHE DATEN NMOT

Produktbezeichnung*: RECxxxTP BLK

Nennleistung - P_{MPP} (Wp)			
Nennspannung im MPP - U_{MPP} (U)	,	,	,
Nennstrom im MPP - I_{MPP} (A)	,	,	,
Leerlaufspannung - U_{OC} (U)	,	,	,
Kurzschlussstrom - I_{SC} (A)	,	,	,

Nennbetriebstemperatur des Moduls (NMOT: Lu masse AM , , Einstrahlung W/m , Umgebungstemperatur °C, Windgeschw. m/s).

*xxx bezieht sich auf die angegebene Leistung (P_{MPP}) @ STC, und wird durch den Buchstaben BLK für Module mit schwarzem Rahmen ergänzt.

MAXIMUM RATINGS

Betriebstemperatur:	... + °C
Maximale Systemspannung:	V
Auslegungslast (+): Schnee	kg/m (Pa)*
Maximale Prüflast (+):	kg/m (Pa)
Auslegungslast (-): Wind	kg/m (Pa)*
Maximale Prüflast (-):	kg/m (Pa)
Max. Vorsicherungswert:	A
Max. Rückstrom:	A

*Sicherheitsbeiwert .

TEMPERATUREIGENSCHAFTEN*

Nennbetriebstemperatur des Moduls:	, °C (± °C)
Temperaturkoeffi zient P_{MPP}:	, / °C
Temperaturkoeffi zient U_{OC}:	, / °C
Temperaturkoeffi zient I_{SC}:	, / °C

*Die angegebenen Temperaturkoeffi zienten sind lineare Werte .

ZERTIFIZIERUNGEN

IEC , IEC & UL ; MCS , IEC (PID)
IEC (Ammoniakbeständigkeit), IEC Blowing Sand)
IEC (Salznebel Grad 6 , UNI / (Class A), ISO (Class E)
ISO : , ISO : , OHSAS :

take way for an easy way Recyclingpartnerscha Konform zur WEEE-Richtlinie:
WEEE-Reg.Nr. DE

GARANTIE

Jahre Produktgarantie
Jahre lineare Leistungsgarantie
(maximale Leistungsdegression von , p.a.)
Siehe Garantiebedingungen für weitere Details

MECHANISCHE DATEN

Maße:	x x mm
Fläche:	, m
Gewicht:	, kg

Technische Änderungen vorbehalten. Rev- C. Ref: NE-

Aus einer Norwegischen Gründung im Jahr heraus hat sich REC zu einer führenden, vertikal integrierten Solarenergiefirma entwickelt. Mit der eigenen Herstellung von Silizium, Wafern, Zellen und Modulen versorgt REC die Welt verlässlich mit sauberer Energie. Dank unserer bekannten Produktqualität erfreuen wir uns einer der niedrigsten Reklamationsraten in der Industrie. REC gehört zu Bluestar Elkem mit Hauptsitz in Norwegen und operativen Geschä ssitz in Singapur. Mit mehr als . Mitarbeitern weltweit produzieren wir jährlich Qualitätsmodule mit , GW.

REC

www.recgroup.com

© Copyright Information | Document reference: 20201026.160640DJ | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

ForgeSolar Cookie Policy

This site uses cookies to enable tool usage and functionality, to collect anonymous information regarding site usage, and to recognize your repeat visits and preferences. To learn more about our policies, view the ForgeSolar Privacy Policy. By clicking "I Accept" on this banner, or by using this site, you consent to the use of cookies unless you have disabled them.

I Accept

GlareGauge Glare Analysis Results

Site Configuration: Saustrup

Räumlich verteilte PV Flächen

Created **Oct. 11, 2018 11:32 a.m.**
Updated **June 25, 2019 8:54 a.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: 21797.1215

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 1	20.0	180.0	0	19,189	-
PV Feld 2	20.0	180.0	2,200	24,014	-
PV Feld 3	20.0	180.0	0	29,407	-
PV Feld 4	20.0	180.0	5	1,237	-

Component Data

PV Array(s)

© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606403 | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written noctice prohibited

Name: PV Feld 1
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	54.659061	9.741599	22.18	2.00	24.18
2	54.660510	9.739458	22.93	2.00	24.93
3	54.661881	9.736937	25.45	2.00	27.45
4	54.665294	9.730467	26.70	2.00	28.70
5	54.663637	9.731433	24.12	2.00	26.12
6	54.661540	9.735424	24.96	2.00	26.96
7	54.660224	9.737817	22.64	2.00	24.64
8	54.658896	9.739823	21.25	2.00	23.25

Name: PV Feld 2
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	54.660529	9.739834	23.14	2.00	25.14
2	54.661013	9.740842	25.68	2.00	27.68
3	54.659840	9.742795	24.27	2.00	26.27
4	54.659189	9.743149	22.75	2.00	24.75
5	54.659083	9.741969	22.53	2.00	24.53

Name: PV Feld 3
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	54.657008	9.744511	22.50	2.00	24.50
2	54.654637	9.747960	23.71	0.00	23.71
3	54.652309	9.751270	21.63	2.00	23.63
4	54.651738	9.750058	21.67	2.00	23.67
5	54.656443	9.743223	23.76	2.00	25.76

© Copyright Information | Document reference: 20201026.160640D3 | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written noctice prohibited

Name: PV Feld 4
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	54.654860	9.749178	25.54	2.00	27.54
2	54.654891	9.750197	25.61	2.00	27.61
3	54.653700	9.751742	25.85	2.00	27.85
4	54.653501	9.750025	24.54	2.00	26.54
5	54.654140	9.749167	23.62	2.00	25.62

Discrete Observation Receptors

Number	Latitude	Longitude	Ground elevation	Height above ground	Total Elevation
	deg	deg	m	m	m
OP 1	54.663447	9.737311	28.53	2.00	30.53
OP 2	54.661446	9.739028	25.43	2.00	27.43
OP 3	54.660062	9.742933	24.66	2.00	26.66
OP 4	54.664589	9.732032	25.76	2.00	27.76
OP 5	54.659547	9.741115	25.70	2.00	27.70
OP 6	54.654874	9.747852	24.00	2.00	26.00
OP 7	54.653387	9.749996	24.00	2.00	26.00

© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606403 | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

PV Array Results

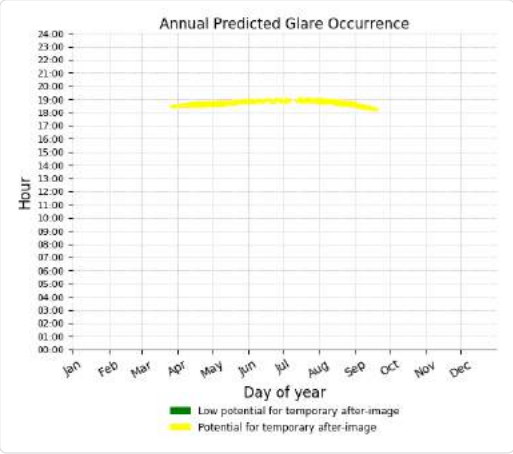
PV Feld 1 potential temporary after-image

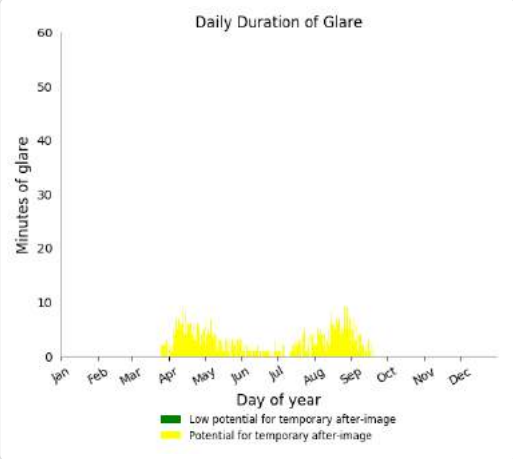
Component	Green glare (min)	Yellow glare (min)
OP: OP 1	0	512
OP: OP 2	0	1777
OP: OP 3	0	1299
OP: OP 4	0	4367
OP: OP 5	0	11234
OP: OP 6	0	0
OP: OP 7	0	0

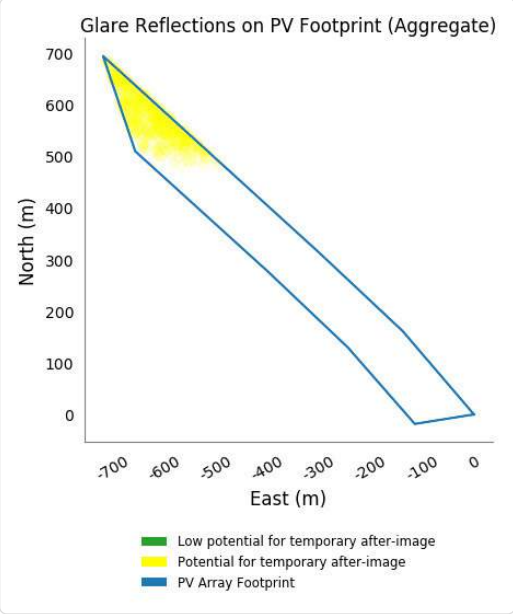
PV Feld 1 - OP Receptor (OP 1)

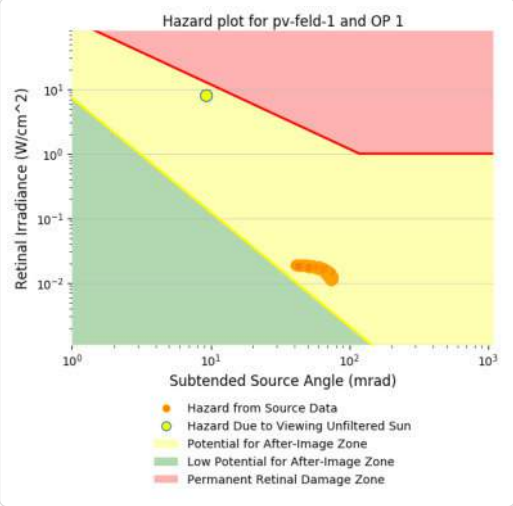
PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

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







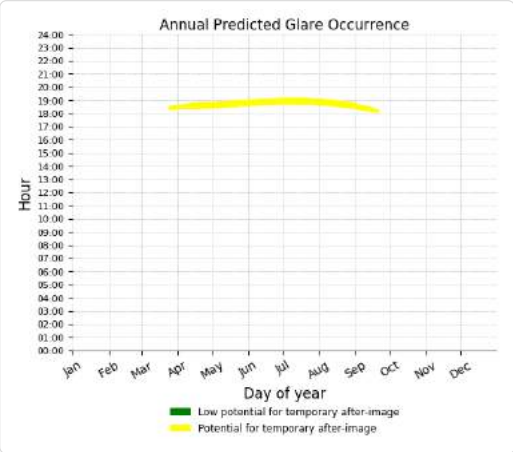


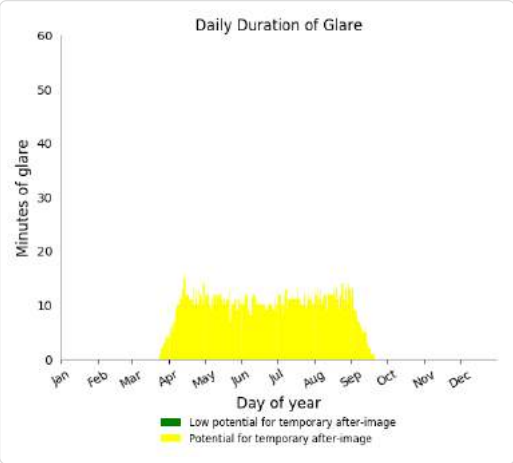
© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606403 | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

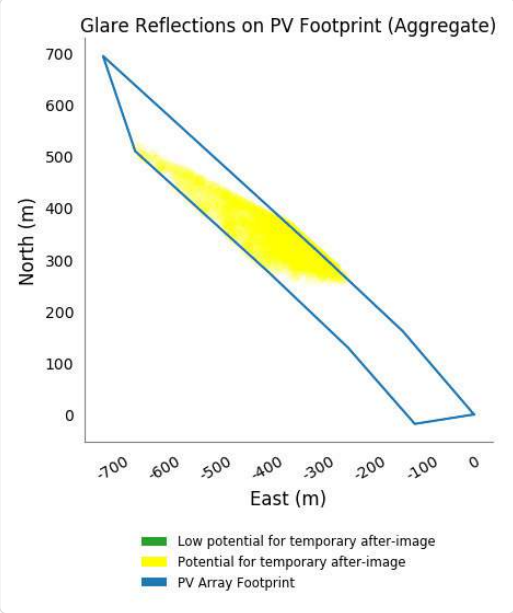
PV Feld 1 - OP Receptor (OP 2)

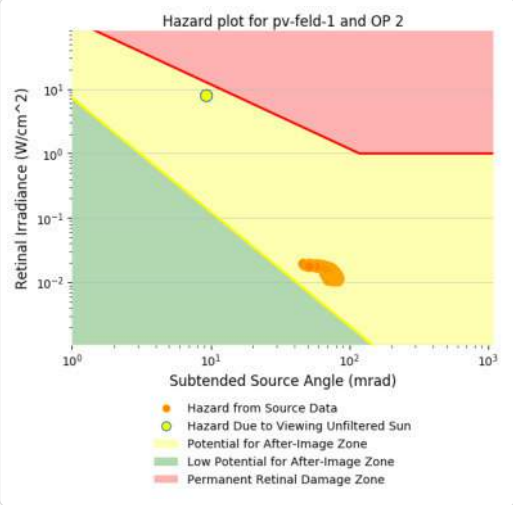
PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 1,777 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.







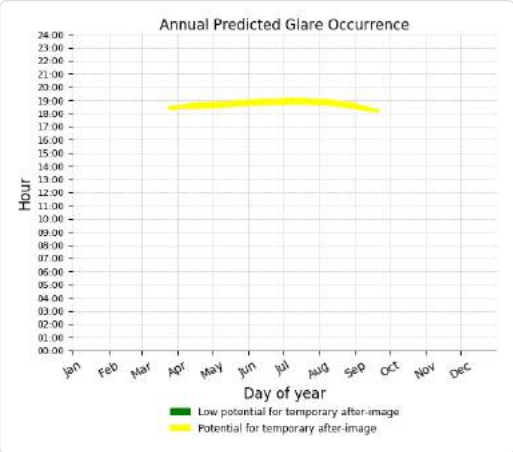


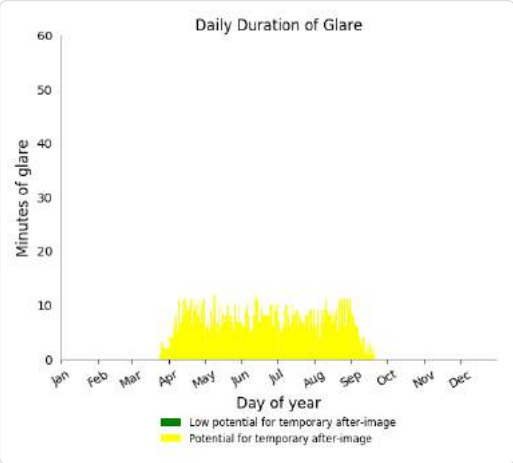
© Copyright Information | Document reference: 20201026.16064003 | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

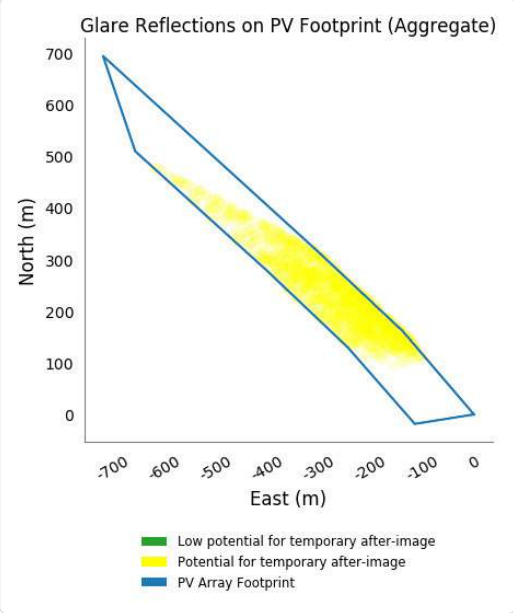
PV Feld 1 - OP Receptor (OP 3)

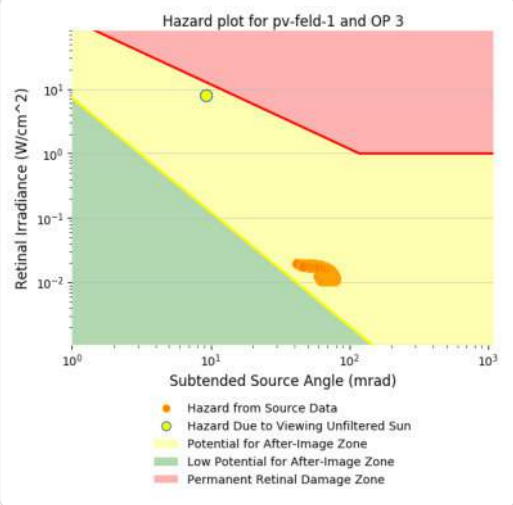
PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 1,299 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.







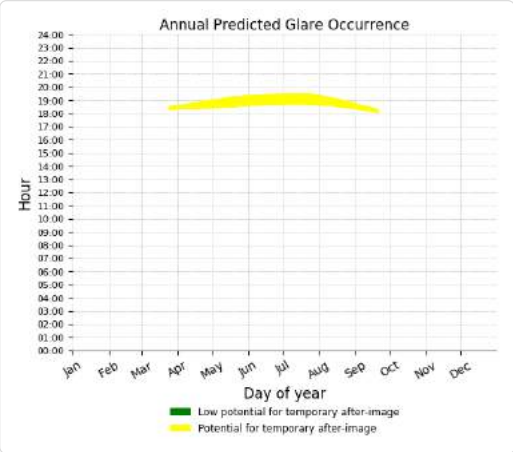


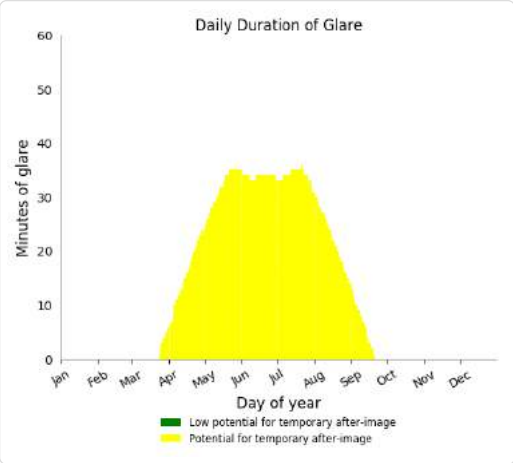
© Copyright Information | Document reference: 20201026.16064003 | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

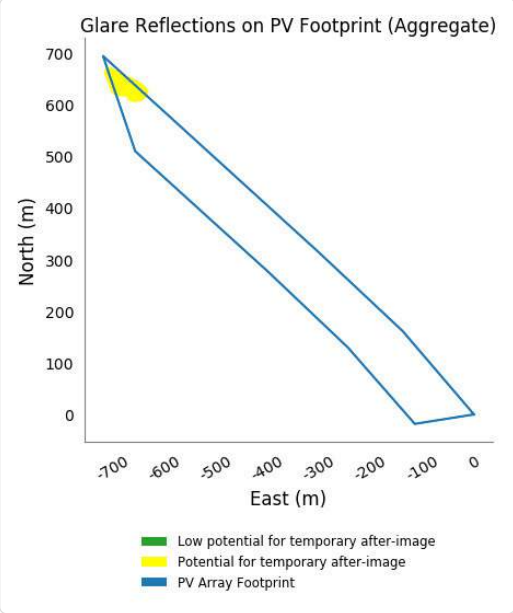
PV Feld 1 - OP Receptor (OP 4)

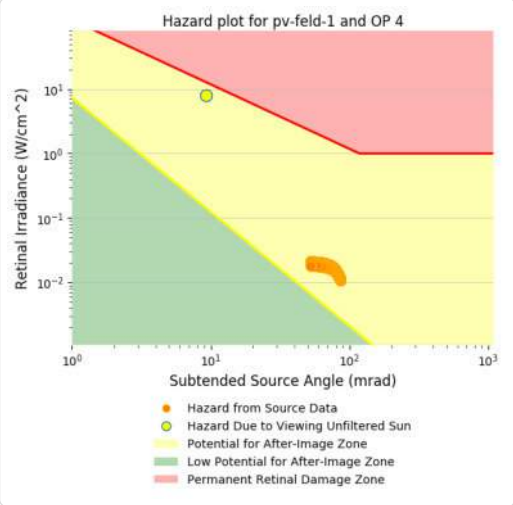
PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 4,367 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.







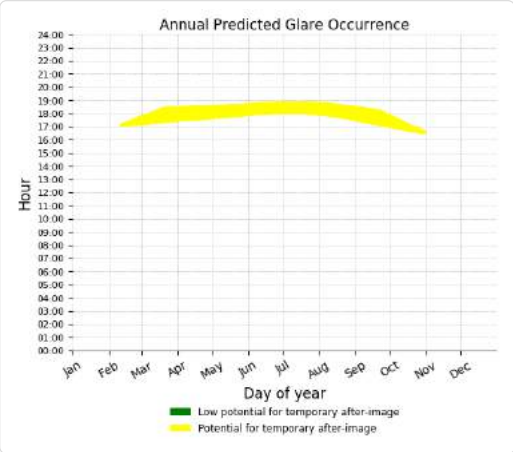


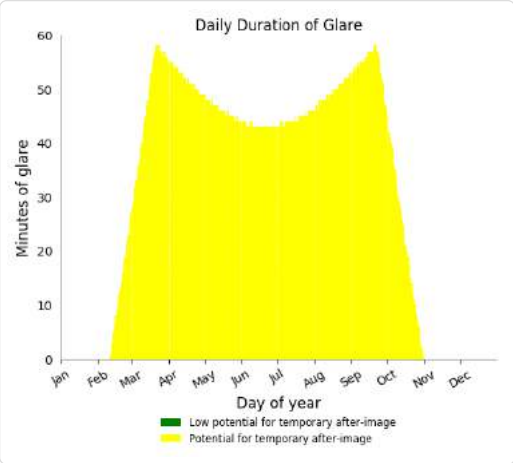
© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606403 | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

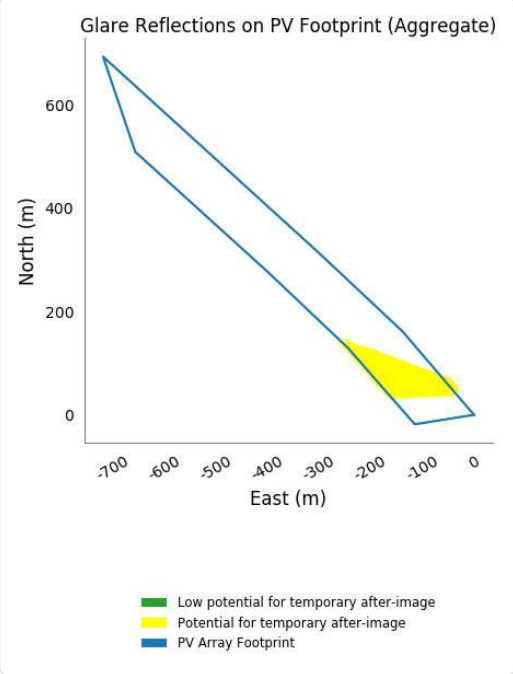
PV Feld 1 - OP Receptor (OP 5)

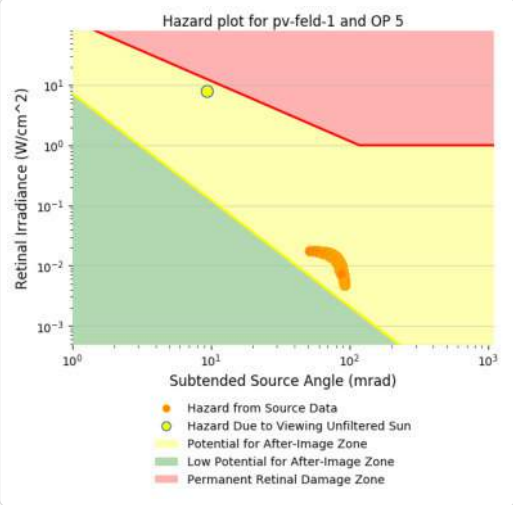
PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 11,234 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.









PV Feld 1 - OP Receptor (OP 6)

No glare found

PV Feld 1 - OP Receptor (OP 7)

No glare found

© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606403 | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

PV Feld 2 potential temporary after-image

Component	Green glare (min)	Yellow glare (min)
OP: OP 1	0	0
OP: OP 2	0	0
OP: OP 3	0	3187
OP: OP 4	0	0
OP: OP 5	2200	20827
OP: OP 6	0	0
OP: OP 7	0	0

PV Feld 2 - OP Receptor (OP 1)

No glare found

PV Feld 2 - OP Receptor (OP 2)

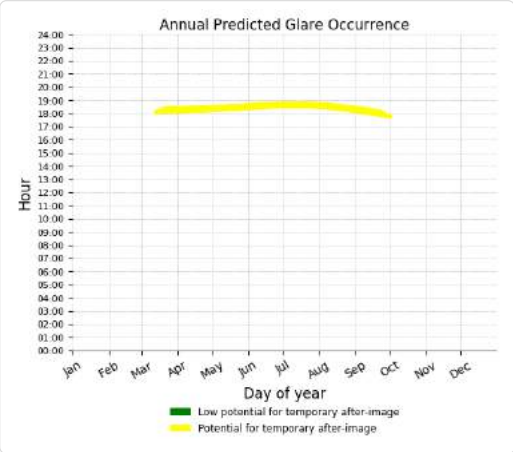
No glare found

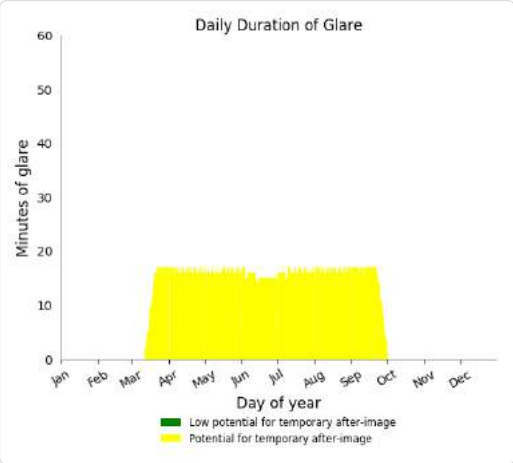
© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606400J | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written noctice prohibited

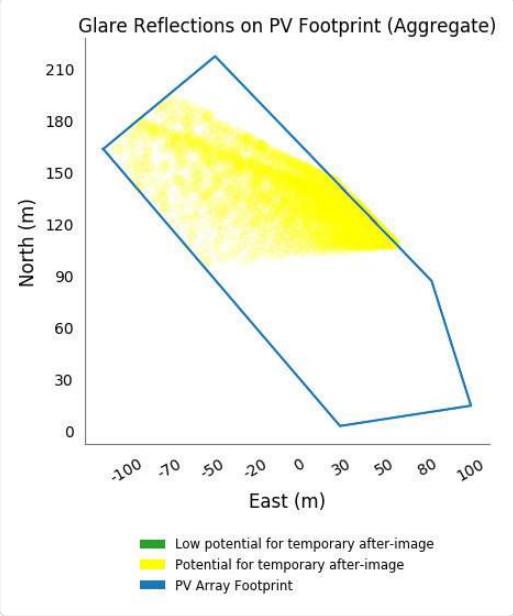
PV Feld 2 - OP Receptor (OP 3)

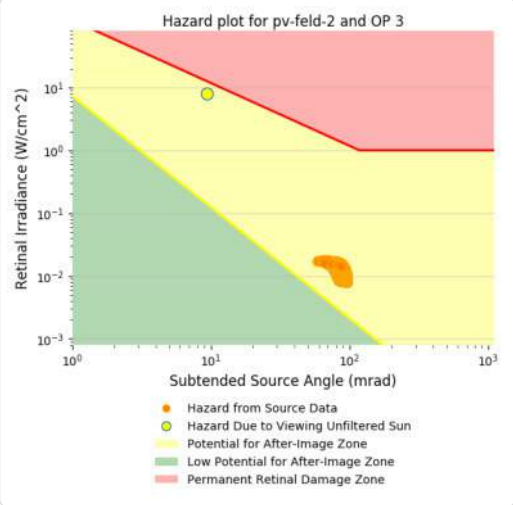
PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 3,187 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.









PV Feld 2 - OP Receptor (OP 4)

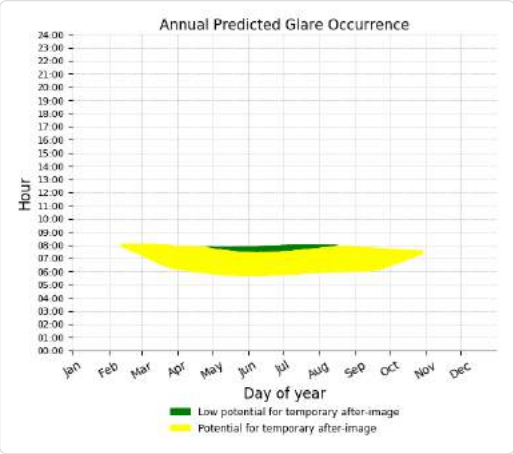
No glare found

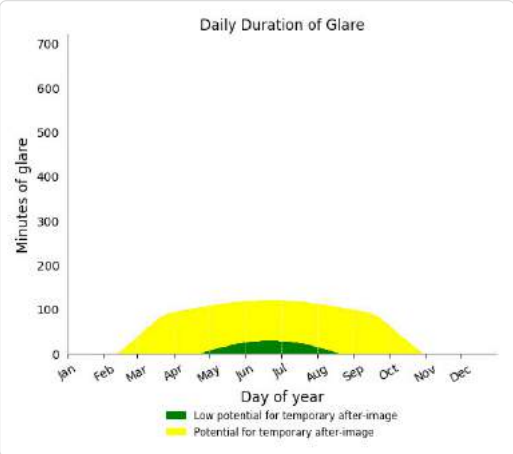
© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606403 | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

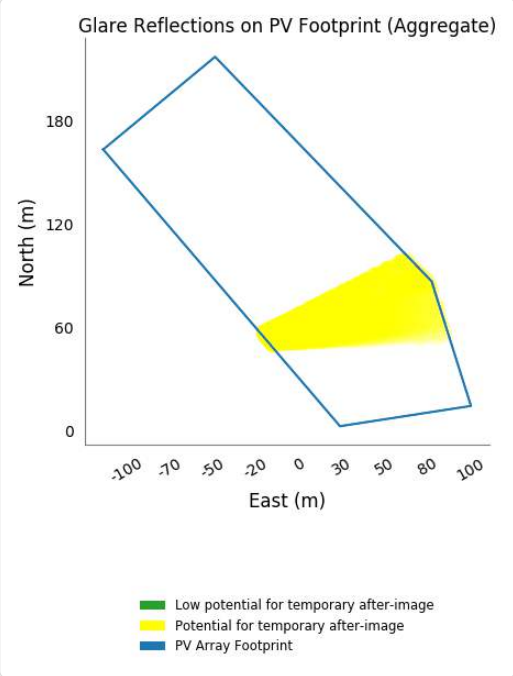
PV Feld 2 - OP Receptor (OP 5)

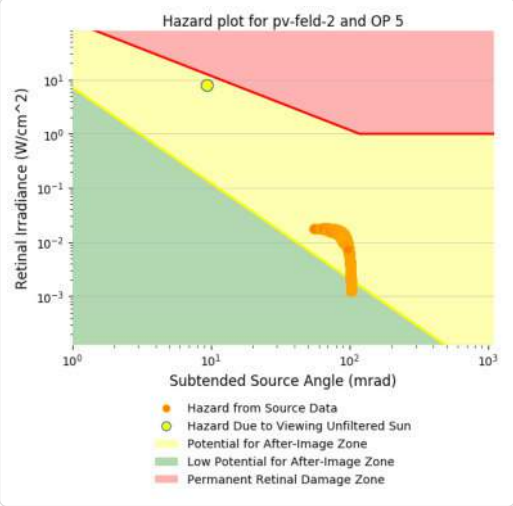
PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 2,200 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 20,827 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.









PV Feld 2 - OP Receptor (OP 6)

No glare found

PV Feld 2 - OP Receptor (OP 7)

No glare found

© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606403J | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

PV Feld 3 potential temporary after-image

Component	Green glare (min)	Yellow glare (min)
OP: OP 1	0	0
OP: OP 2	0	0
OP: OP 3	0	0
OP: OP 4	0	0
OP: OP 5	0	0
OP: OP 6	0	13146
OP: OP 7	0	16261

PV Feld 3 - OP Receptor (OP 1)

No glare found

PV Feld 3 - OP Receptor (OP 2)

No glare found

PV Feld 3 - OP Receptor (OP 3)

No glare found

PV Feld 3 - OP Receptor (OP 4)

No glare found

PV Feld 3 - OP Receptor (OP 5)

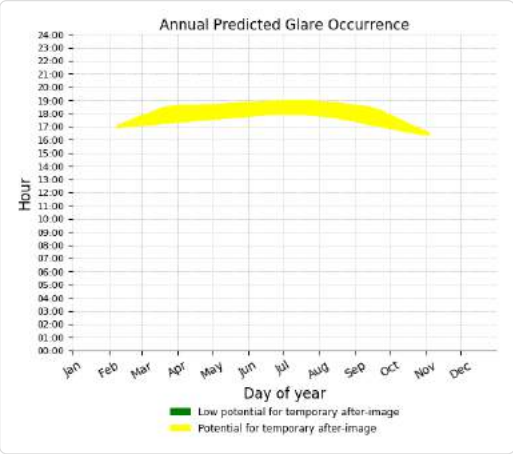
No glare found

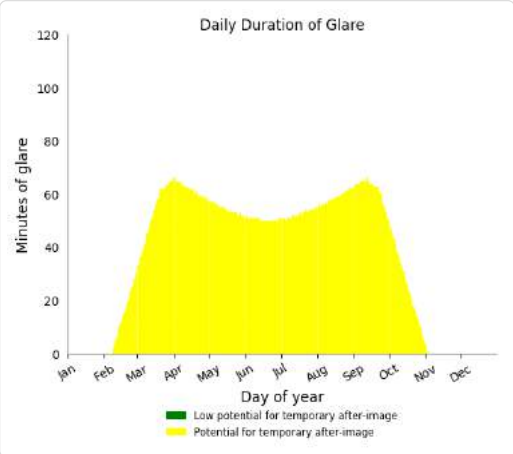
© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606403 | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written noctice prohibited

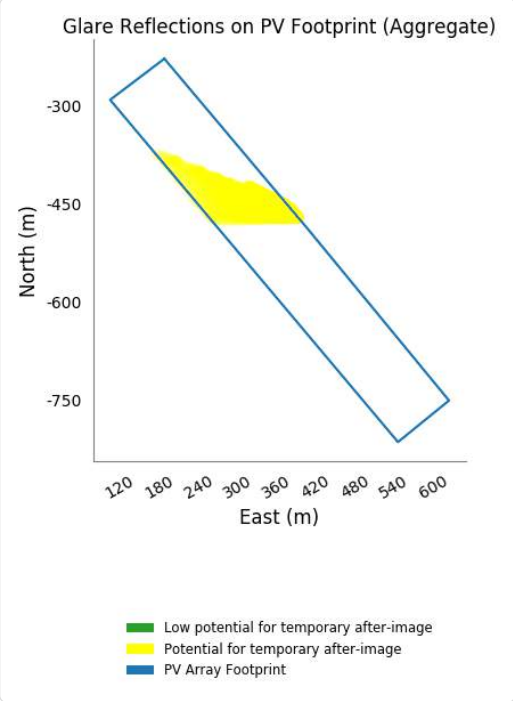
PV Feld 3 - OP Receptor (OP 6)

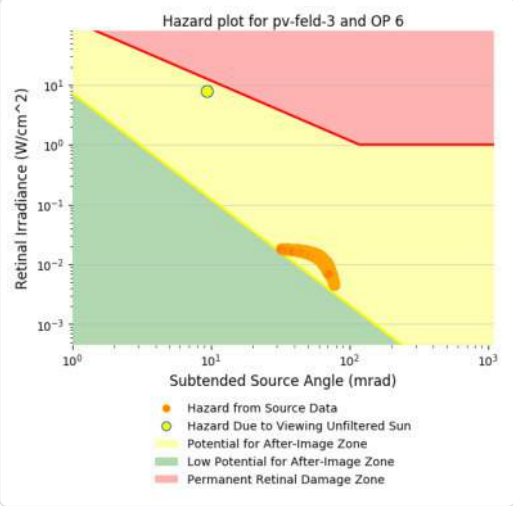
PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 13,146 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.







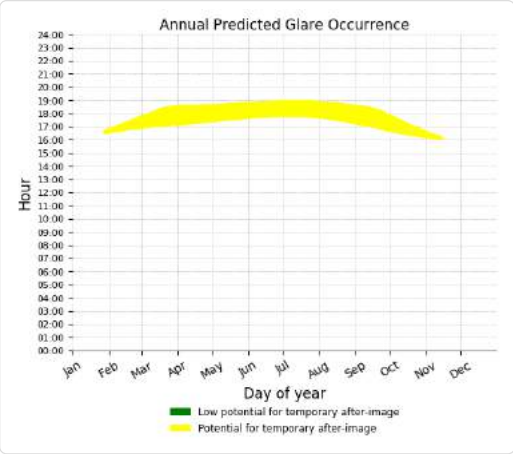


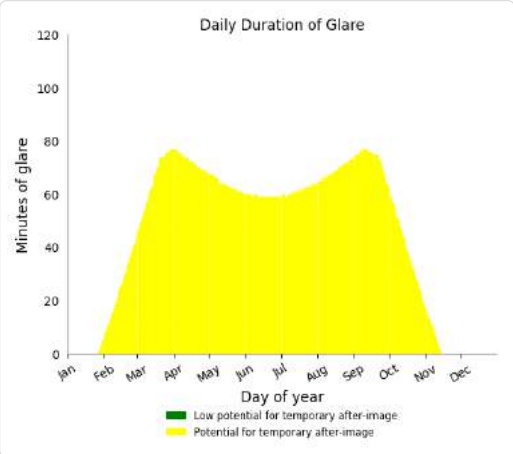
© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606403 | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

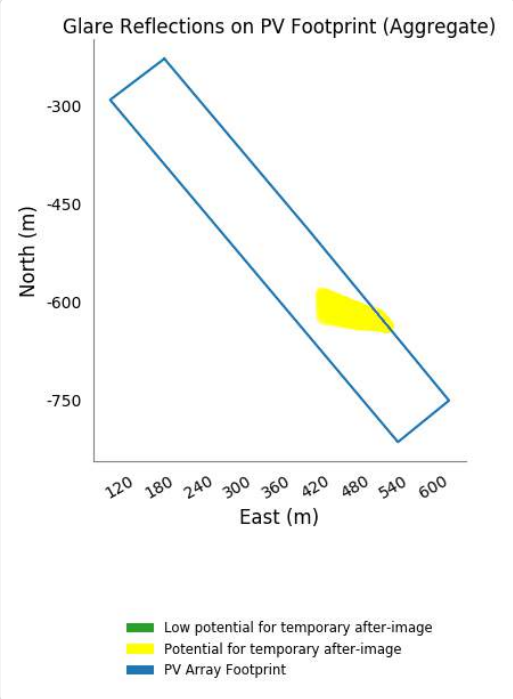
PV Feld 3 - OP Receptor (OP 7)

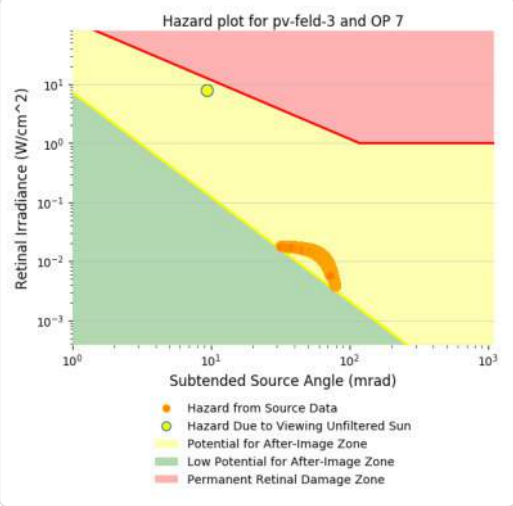
PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 16,261 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.









© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606403 | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited

PV Feld 4 potential temporary after-image

Component	Green glare (min)	Yellow glare (min)
OP: OP 1	0	0
OP: OP 2	0	0
OP: OP 3	0	0
OP: OP 4	0	0
OP: OP 5	0	0
OP: OP 6	1	0
OP: OP 7	4	1237

PV Feld 4 - OP Receptor (OP 1)

No glare found

PV Feld 4 - OP Receptor (OP 2)

No glare found

PV Feld 4 - OP Receptor (OP 3)

No glare found

PV Feld 4 - OP Receptor (OP 4)

No glare found

PV Feld 4 - OP Receptor (OP 5)

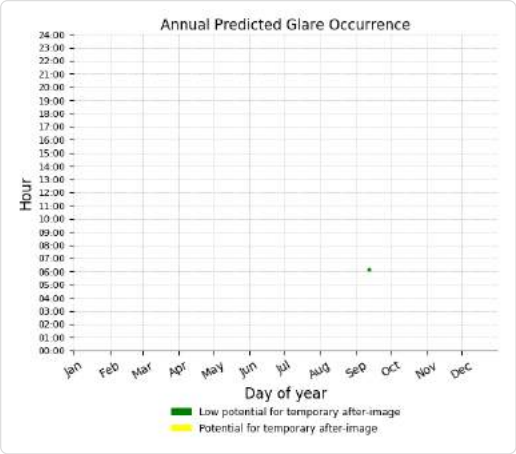
No glare found

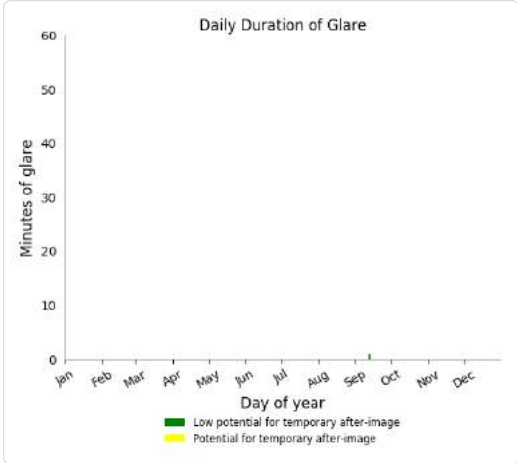
© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606400J | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written noctice prohibited

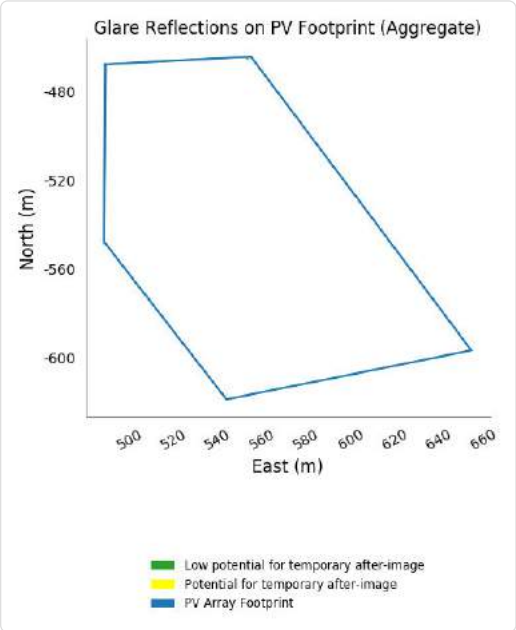
PV Feld 4 - OP Receptor (OP 6)

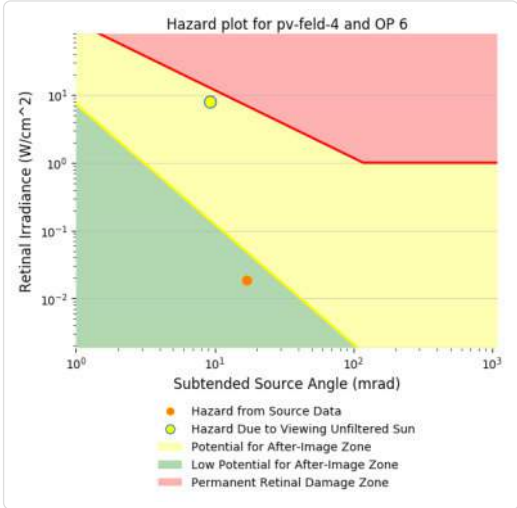
PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

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







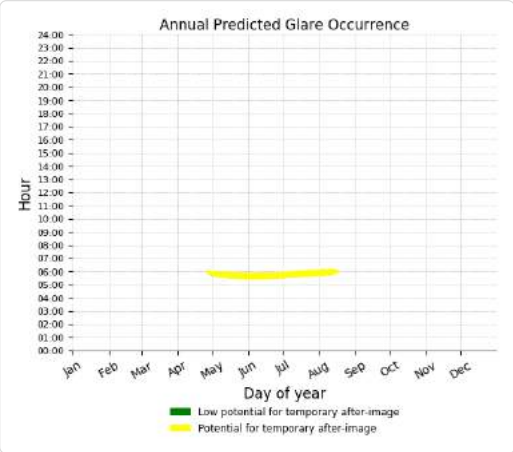


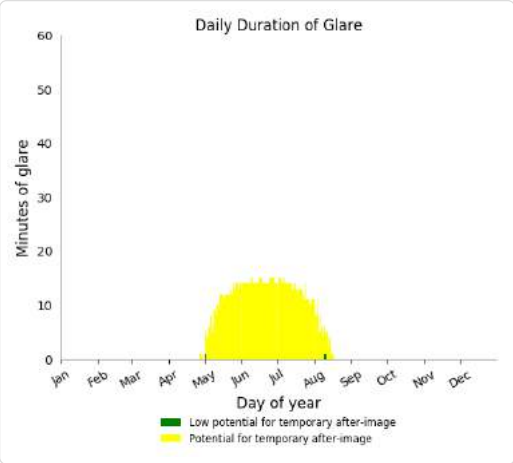
© Copyright Information | Document reference: 20201026.16064003 | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written noctice prohibited

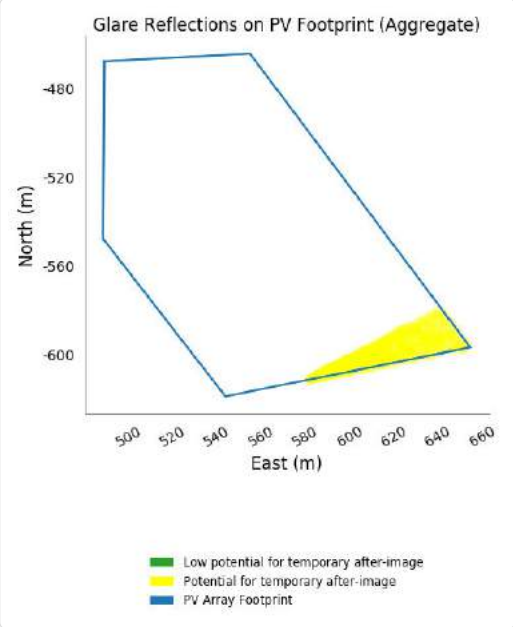
PV Feld 4 - OP Receptor (OP 7)

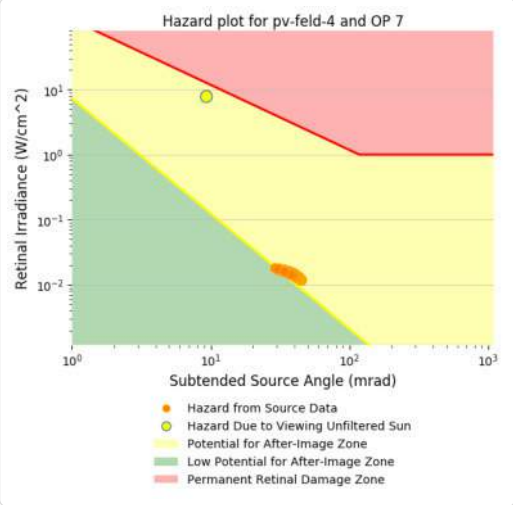
PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 4 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 1,237 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.









© Copyright Information | Document reference: 20201026.1606403 | Dieko Jacobi / SolPEG GmbH | Copy, transfer, extract without written notice prohibited