

Blendgutachten Solarpark Krempe

**Analyse der potentiellen Blendwirkung der geplanten PV Anlage
Krempe 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>

Inhalt

1	Auftrag	3
1.1	Beauftragung	3
1.2	Hintergrund und Auftragsumfang.....	3
2	Systembeschreibung	4
2.1	Standort Übersicht	4
2.2	Umliegende Gebäude	6
3	Ermittlung der potentiellen Blendwirkung.....	7
3.1	Rechtliche Hinweise.....	7
3.2	Blendwirkung von PV Modulen	7
3.3	Berechnung der Blendwirkung.....	9
3.4	Technische Parameter der PV Anlage	10
3.5	Standorte für die Analyse	11
3.6	Hinweise zum Simulationsverfahren.....	12
4	Ergebnisse.....	16
4.1	Ergebnisübersicht.....	16
4.2	Ergebnisse am Messpunkt P1, Bahnstrecke Süd	17
4.3	Ergebnisse am Messpunkt P2, Bahnstrecke Mitte.....	18
4.4	Ergebnisse am Messpunkt P3, Straße K10	19
4.5	Ergebnisse am Messpunkt P4, Einmündung auf die L119, Ost.....	20
4.6	Ergebnisse am Messpunkt P5, Einmündung auf die L119, West.....	21
4.7	Ergebnisse am Messpunkt P6, Gebäude Buntenhof.....	22
5	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	24
5.1	Zusammenfassung.....	24
5.2	Beurteilung der Ergebnisse	24
6	Schlussbemerkung	24

SolPEG Blendgutachten

Analyse der potentiellen Blendwirkung der geplanten PV Anlage Krempe

1 Auftrag

1.1 Beauftragung

Die SolPEG GmbH ist durch die Actensys GmbH beauftragt, die potentielle Blendwirkung der PV Anlage „Krempe“ (und „Borsfleth“) für die Bahnstrecke der Marschbahn, für Verkehrsteilnehmer sowie 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. Lichtleitlinie¹, die 1993 durch die Bund/Länder - Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) verfasst und 2012 um einen Abschnitt zu PV Anlagen erweitert wurde. Nach überwiegender Meinung von Experten enthält die Lichtleitlinie nicht unerhebliche Defizite bzw. Unklarheiten und ist als Instrument für die sachgerechte Beurteilung von Reflexionen durch PV Anlagen nur bedingt anwendbar. Weitere Ausführungen hierzu finden sich im Abschnitt 4.

Die vorliegende Untersuchung soll klären ob bzw. in wie weit von der PV Anlage „Krempe“ eine Blendwirkung für schutzbedürftige Zonen im Sinne der Lichtleitlinie ausgehen könnte. Dies gilt für die Bahnlinie der Marschbahn und Verkehrsteilnehmer von ggf. angrenzenden Straßen.

Die zur Anwendung kommenden Berechnungs- und Beurteilungsgrundsätze resultieren im Wesentlichen aus den Empfehlungen in Anhang 2 der Lichtleitlinie in der aktuellen Fassung vom 08.10.2012. Die Berechnung der Blendwirkung erfolgt auf Basis von vorliegenden Planungsunterlagen der PV Anlage. Eine Analyse der potentiellen Blendwirkung vor Ort ist aufgrund der aktuellen Datenlage nicht erforderlich.

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

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

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

2 Systembeschreibung

2.1 Standort Übersicht

Die Flächen des Solarparks befinden sich in einem landwirtschaftlichen Gebiet nördlich der Ortschaft Krempe und ca. 7 km nordöstlich von Glücksstadt in Schleswig-Holstein. Zwischen den Flächen verläuft auf ca. 830 m Länge die Bahnstrecke der Marschbahn² und die Straße K10. Die folgenden Informationen und Bilder geben einen Überblick über den Standort.

Tabelle 1: Informationen über den Standort

Allgemeine Beschreibung des Standortes	Landwirtschaftliche Flächen nördlich der Ortschaft Krempe, ca. 7 km nordöstlich von Glücksstadt in Schleswig-Holstein. Die Flächen sind überwiegend eben.
Koordinaten (Mitte)	53.846°N, 9.481°O 0 m ü.N.N.
Grenzlänge entlang der Bahntrasse	ca. 830 m
Abstand zur Bahntrasse	ca. 40 - 50 m (PV Fläche West)
Abstand zu umliegenden Straßen	ca. 30 - 50 m (relevante Blickrichtung)
Entfernung zu umliegenden Gebäuden	ca. 60 m (kleinste Entfernung, relevante Blickrichtung)

Übersicht über den Standort und die PV Anlage (schematisch)

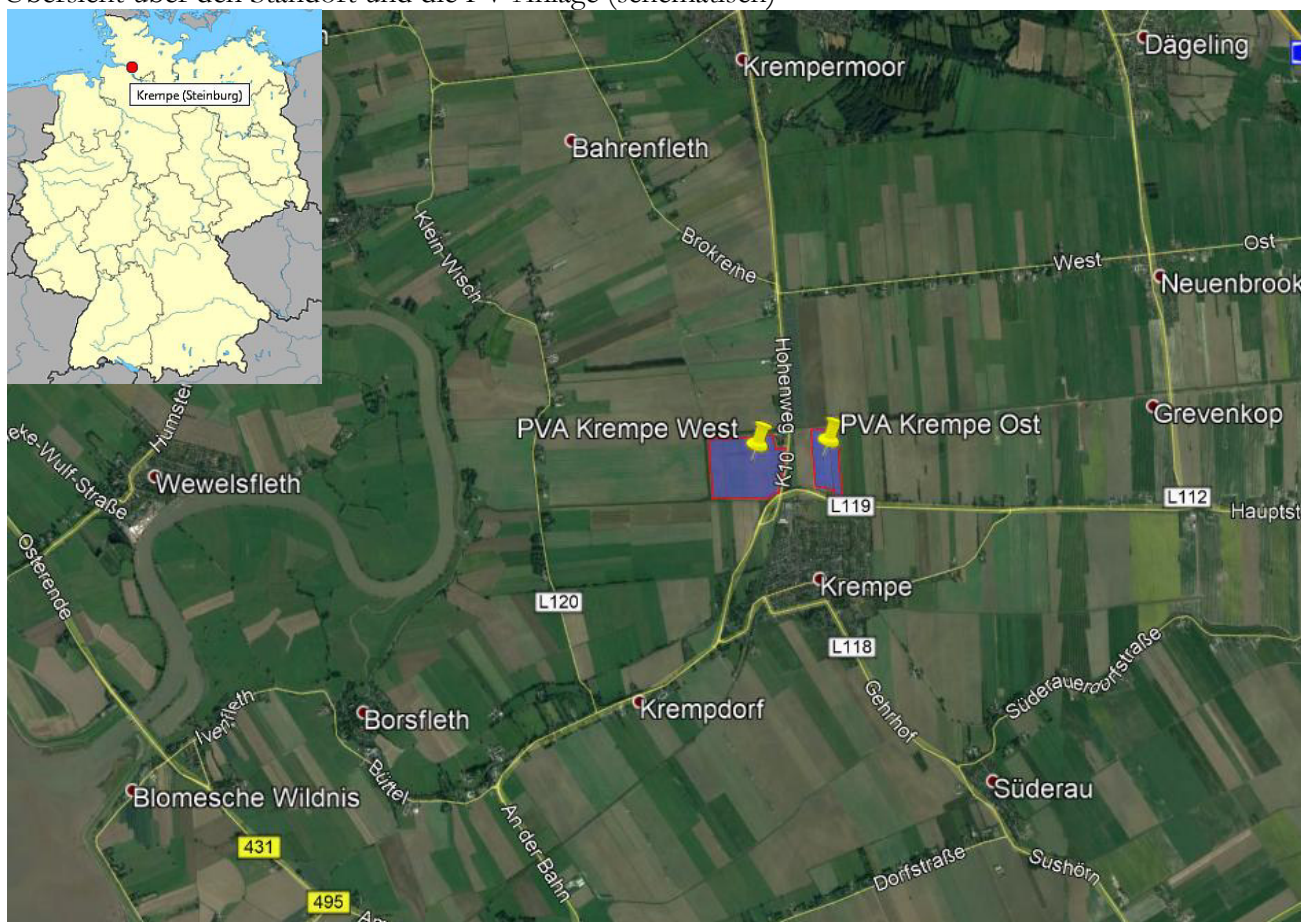


Bild 2.1.1: Luftbild mit Schema der PV Anlage (Quelle: Google Earth/SolPEG)

²DB Streckennummer 1210 (Elmshorn-Westerland)

Detailansicht der PV Flächen und Umgebung. Für die Simulation wurden die PV Flächen Borsfleth und Krempe West als eine Fläche betrachtet.



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



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

2.2 Umliegende Gebäude

Nicht alle wahrnehmbaren Reflexionen haben eine Blendwirkung zur Folge. In der Lichtleitlinie (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 Gebäude nordöstlich der PV Fläche West. Aufgrund des Strahlenverlaufs gemäß Reflexionsgesetz könnten Gebäude in diesem Bereich von potentiellen Reflexionen durch die PV Anlage theoretisch erreicht werden. Zwischen den Gebäuden und der PV Anlage befinden sich allerdings Büsche und Bäume, sodass überwiegend kein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle besteht. Die Standorte werden dennoch analysiert. Andere Gebäude in der Umgebung, z.B. einzelne landwirtschaftliche Gebäude sind aufgrund der Lage, des Einfallswinkels und der Entfernung nicht von Reflexionen durch die PV Anlage betroffen und werden nicht weiter analysiert. Details sind im Abschnitt 4 aufgeführt.



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

3 Ermittlung der potentiellen Blendwirkung

3.1 Rechtliche Hinweise

Rechtliche Hinweise u.a. zur Lichtleitlinie 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:

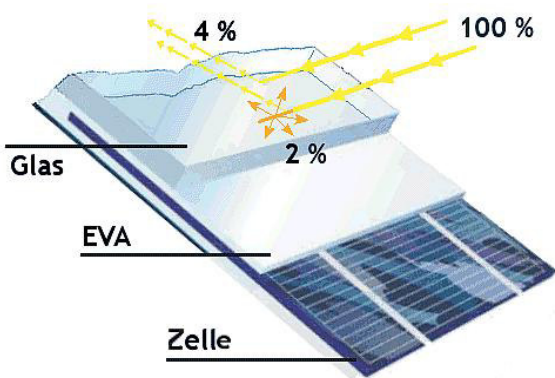


Bild 3.2.1: Anteil des reflektierten Sonnenlichtes bei einem PV Modul (Quelle: Internet/SolPEG)

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)

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 3.5.1 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

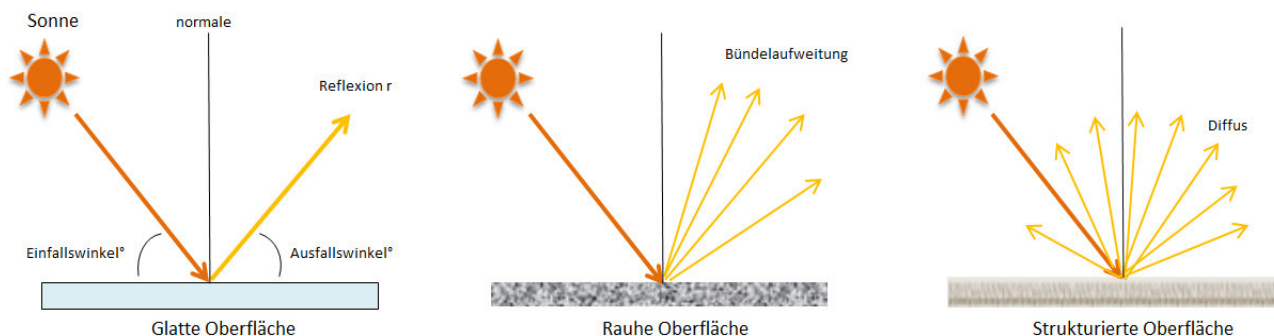


Bild 3.2.4: Reflexion von unterschiedlichen Oberflächen (Quelle: SolPEG)

Lt. Planungsunterlagen sollen PV Module des Herstellers LONGi zum Einsatz kommen, die lt. vorliegender Stellungnahme des Herstellers über Anti-Reflexions-Eigenschaften verfügen. Die Simulationsparameter werden entsprechend eingestellt.

Es können aber auch Module eines anderen Herstellers mit ähnlichen Eigenschaften verwendet werden. Damit kommen die nach aktuellem Stand der Technik möglichen Maßnahmen zur Vermeidung von Reflexion und Blendwirkungen zur Anwendung.

Mechanical Parameters	Operating Parameters
Cell Orientation: 144 (6x24)	Operational Temperature: -40°C ~ +85°C
Junction Box: IP68, three diodes	Power Output Tolerance: 0 ~ +5 W
Output Cable: 4mm ² , 300mm in length, length can be customized	Voc and Isc Tolerance: ±3%
Glass: Dual glass 2.0mm coated tempered glass	Maximum System Voltage: DC1500V (IEC/UL)
	Maximum Series Fuse Rating: 25A
	Nominal Operating Cell Temperature: 45±2°C

Bild 3.2.5: Auszug aus LONGi Moduldatenblatt, siehe auch Anhang

3.3 Berechnung der Blendwirkung

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

Darüber hinaus kommen die in Anhang 2 der Lichtleitlinie beschriebenen Empfehlungen (Seite 21ff) zur Anwendung, es werden jedoch aufgrund fehlender Angaben u.a. für Fahrzeuglenker zusätzliche Quellen herangezogen, u.a. die Richtlinien der FAA³ 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 ist, kann der Winkel der Reflexion (θ_p) mit der folgenden Formel berechnet werden:

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

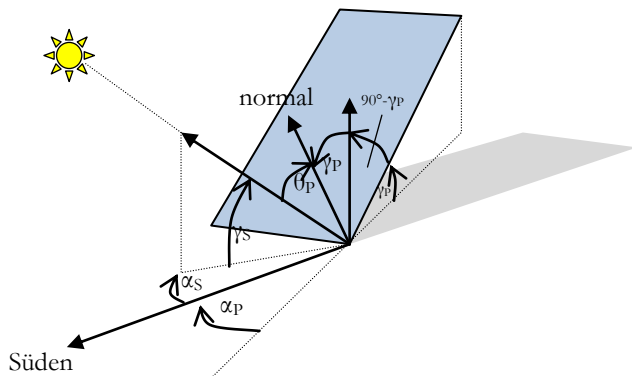


Bild 3.3.1: Schematische Darstellung der Reflexionen auf einer geneigten Fläche (Quelle: SolPEG)

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

Die Simulation von Reflexionen geht zu jedem Zeitpunkt von einem klaren Himmel und direkter Sonneneinstrahlung aus, daher wird im Ergebnis immer die höchst mögliche Blendwirkung angegeben. Dies entspricht nur selten den realen Umgebungsbedingungen und auch Informationen über möglichen Sichtschutz durch Bäume, Gebäude oder andere Objekte können nicht ausreichend verarbeitet werden. Auch Wettereinflüsse wie z.B. Frühnebel/Dunst oder lokale Besonderheiten der Wetterbedingungen können nicht berechnet werden. Die Entfernung zur Blendquelle fließt in die Berechnung ein, jedoch sind sich die Experten uneinig ab welcher Entfernung eine Blendwirkung durch PV Anlagen zu vernachlässigen ist. In der Licht-Leitlinie⁴ wird eine Entfernung von 100 m genannt.

Die durchgeführten Berechnungen wurden u.a. mit Simulationen und Modellen des Sandia National Laboratories⁵, New Mexico überprüft.

³ US Federal Aviation Administration (FAA) guidelines for analyzing flight paths: <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2013-10-23/pdf/2013-24729.pdf>

⁴ Lichtleitlinie Seite 22: Immissionsorte, die sich weiter als ca. 100 m von einer Photovoltaikanlage entfernt befinden erfahren erfahrungsgemäß nur kurzzeitige Blendwirkungen.

⁵ Webseite der Sandia National Laboratories: <http://www.sandia.gov>

3.4 Technische Parameter der PV Anlage

Die optischen Eigenschaften und die Installation der Module, insbesondere die Ausrichtung und Neigung der Module sind wesentliche Faktoren für die Berechnung der Reflexionen. Lt. Planungsunterlagen werden PV Module mit Anti-Reflex Schicht verwendet, sodass deutlich weniger Sonnenlicht reflektiert wird als bei einfachen 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.

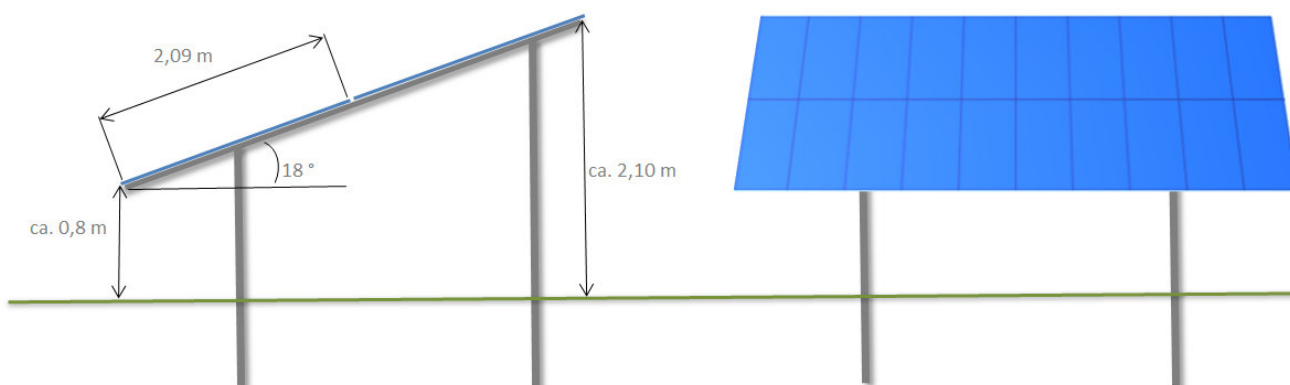


Bild 3.3.1: Skizze der Modulkonstruktion (Quelle: Planungsunterlagen/SolPEG)

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

Tabelle 2: Berechnungsparameter

PV Modul Hersteller / Typ	LONGi, Monokristallin
Moduloberfläche	Hochtransparentes Anti-Reflexions-Glas
Unterkonstruktion	Modultische mit fester Neigung
Modulinstallation	2 Module hochkant übereinander
Achsen-Ausrichtung (Azimut)	180° (Süden)
Modulneigung	18°
Höhe der Modulfläche über Boden	ca. 0,8 m bis ca. 2,10 m
Mittlere Höhe der Modulfläche für Simulation	1,5 m
Anzahl Messpunkte Straße	3 Messpunkte (siehe Skizze 3.5.)
Anzahl Messpunkte Bahnstrecke	2 Messpunkte
Anzahl Messpunkte Gebäude	1 Messpunkt
Höhe Messpunkte über Boden	2 m (gemittelte Höhe)

3.5 Standorte für die Analyse

Eine Analyse der potentiellen Blendwirkung kann aus technischen Gründen nicht für beliebig viele Messpunkte durchgeführt werden. Je nach Größe und Beschaffenheit der PV Anlage werden in der Regel 4 - 5 Messpunkte gewählt und die jeweils im Jahresverlauf auftretenden Reflexionen ermittelt. Die Position der Messpunkte wird anhand von Erfahrungswerten sowie den Ausführungen der Lichtleitlinie 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 Krempe wurden insgesamt 6 Messpunkte festgelegt. 2 Messpunkte im Verlauf der Bahnstrecke, 3 Messpunkte auf den Straßen K10 und L119, sowie 1 Messpunkt im Bereich der Gebäude nordöstlich.

Weitere Standorte an Gebäuden oder Straßen 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 6 gewählten Messpunkte P1-P6:



Bild 3.5.1: Übersicht über die PV Anlage und Messpunkte P1-P6 (Quelle: Google Earth/SolPEG)

3.6 Hinweise zum Simulationsverfahren

Licht-Leitlinie

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

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

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

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

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

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

Christoph Schierz, TU Ilmenau, FG Lichttechnik, 2012:

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

Michaela Fischbach, Wolfgang Rosenthal, Solarpraxis AG:

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

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

Schutzwürdige Räume

In der Lichtleitlinie sind einige "schutzwürdige Räume" - also ortsfeste Standorte - aufgeführt, für die zu bestimmten Tageszeiten störende oder belästigende Einflüsse durch Lichtimmissionen zu vermeiden sind. Es fehlt⁶ 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 Lichtleitlinie in Bezug auf die maximale Dauer von Reflexionen in "schutzwürdigen Räumen" nicht ohne weiteres auf Fahrzeuge übertragen werden. Die reinen Zahlen der Simulationsergebnisse sind immer auch im Kontext zu verstehen.

Einfallswinkel der Reflexion

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

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

Entfernung zur Immissionsquelle

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

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

⁶ Lichtleitlinie "2. Anwendungsbereich", Seite 2 ff., bzw. Anhang 2 ab Seite 22

Sonderfall Zugführer

Das Simulationsprogramm ermittelt alle Lichtstrahlen/Reflexionen die einen Immissionsort erreichen können (360°). Das Verfahren ist rechnerisch korrekt aber es kann die Realität von bestimmten Umgebungen nicht ausreichend abbilden.

Der Arbeitsplatz des Zugführers hat ein eingeschränktes Sichtfeld u.a. um während der Fahrt Störungen aus dem seitlichen Sichtbereich zu verhindern. Die folgenden Bilder zeigen den Frontbereich von gängigen Loks bzw. Triebwagentypen.



Bild 3.6.1: Fensterfront einiger Loktypen (Quelle: Wikipedia, CC0 1.0 Lizenz, Ausschnitt bearbeitet)

Konstruktionsbedingt verfügen auch aktuelle Lokomotiven bzw. Triebwagen nur über einen eingeschränkten Sichtbereich und daher können potentielle Reflexionen den Zugführer kaum erreichen. Die o.g. Aspekte unterstützen die gängige Einschätzung, dass der Sichtbereich für Zug- und Fahrzeugführer auf $\pm 20^\circ$ zur Fahrtrichtung als relevant festgelegt ist. Die in der Simulation berechneten Ergebnisse beziehen sich auf einen Ort im freien Raum (360° Rundumblick) und sind daher nur mit Einschränkungen verwendbar. Die folgenden Bilder zeigen beispielhaft den Führerstand gängiger Loktypen und den Sichtbereich der Zugführer.

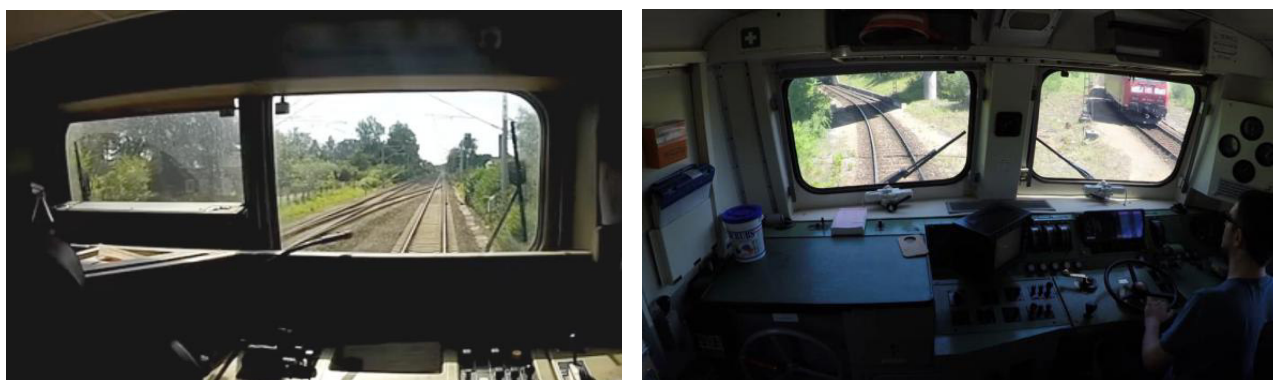


Bild 3.6.2: Blick aus dem Führerstand. Links Baureihe 143, rechts 155 (Quelle: Wikipedia, CC0 1.0 Lizenz, Ausschnitt)

Es ist im Rahmen dieser Untersuchung nicht möglich alle aktuellen bzw. auch älteren Baureihen der zum Einsatz kommenden Loktypen mit den jeweiligen Fenstergrößen, dem Sichtwinkel von Sitzplatz zu Fensteraußenkante sowie Sitzhöhe des Zugführers zu simulieren. Beispielsweise wird die momentan noch verwendete Baureihe 143 / 243 (RB) u.a. aufgrund der gestiegenen Sicherheitsanforderungen (Crash-Optimierung) bis 2021 gegen neuere Baureihen oder Triebwagen ersetzt. Aber auch hier ist die Fensterfront im Randbereich überwiegend nur unwesentlich verändert und daher sind die entsprechenden Aspekte der Simulation weiterhin anwendbar.

Sonstige Einflüsse

Aufgrund von technischen Limitierungen geht die Simulationssoftware zu jedem Zeitpunkt von sog. clear-sky Bedingungen aus, d.h. einem wolkenlosen Himmel und entsprechender Sonneneinstrahlung. Daher stellt das Simulationsergebnis immer die höchst mögliche Blendwirkung dar.

Dies entspricht nicht den realen Wetterbedingungen insbesondere in den Morgen- oder Abendstunden, in denen die Reflexionen auftreten können. Einflüsse wie z.B. Frühnebel, Dunst oder besondere, lokale Wetterbedingungen können nicht berechnet werden.

In der Lichtleitlinie gibt es keine Hinweise wie mit meteorologischen Informationen zu verfahren ist obwohl zahlreiche Datenquellen und Klima-Modelle (z.B. TMY⁷) vorhanden sind. Der Deutsche Wetterdienst DWD hat für Deutschland für das Jahr 2020 eine mittlere Wolkenbedeckung⁸ von ca. 78 % ermittelt. Der Durchschnittswert für den Zeitraum 1982-2009 liegt bei 62,5 % - 75 %.

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

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

Kategorien von Reflexionen

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

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

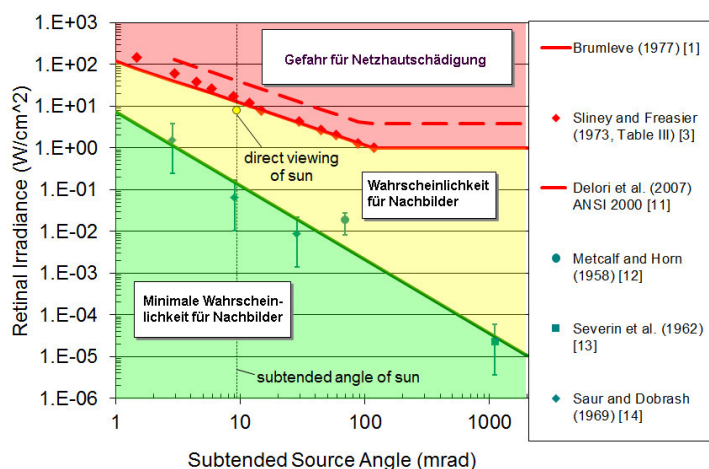


Bild 3.6.3: Kategorisierung von Reflexionen (Quelle: Sandia National Laboratories, siehe auch Diagramme im Anhang)

⁷ Handbuch: <https://www.nrel.gov/docs/fy08osti/43156.pdf>

⁸ DWD Service: https://www.dwd.de/DE/leistungen/rcccm/int/rcccm_int_cfc.html

Bild: https://www.dwd.de/DWD/klima/rcccm/int/rcc_eude_cen_cfc_mean_2020_17.png

4 Ergebnisse

4.1 Ergebnisübersicht

Die Berechnung der potentiellen Blendwirkung der PV Anlage Krempe wird für 6 exemplarisch gewählte Messpunkte (Immissionsorte) durchgeführt. Das Ergebnis ist die Anzahl von Minuten pro Jahr, in denen Reflexionen auftreten können und daraus resultierend ggf. eine Blendwirkung der Kategorien „Minimal“ und „Gering“.

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 LAI Lichtleitlinie zu schutzwürdigen Zonen zu vernachlässigen sind. U.a. sind Reflexionen mit einem Differenzwinkel zwischen Sonne und Immissionsquelle von weniger als 10° zu vernachlässigen, da in solchen Konstellationen die Sonne selbst die Ursache für eine mögliche Blendwirkung darstellt. Auch Reflexionen die im „nächtlichen Zeitfenster“ von 22:00 – 06:00 Uhr auftreten würden, sind zu relativieren bzw. zu vernachlässigen. Nach Bereinigung der Rohdaten sind die Ergebnisse üblicherweise um ca. 20 - 50% geringer und es sind nur noch Werte der Kategorie „Gelb“ vorhanden. D.h. es besteht eine geringe Wahrscheinlichkeit für temporäre Nachbilder.

Die folgende Tabelle 3 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. Diese werden im weiteren Verlauf von Abschnitt 4 für die jeweiligen Messpunkte gesondert beschrieben.

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

Messpunkt	PV Feld West	PV Feld Ost
P1 Bahnstrecke Süd	2146 ^W	1425 ^{WEG}
P2 Bahnstrecke Nord	1761 ^W	1457 ^{WE}
P3 Straße K10	2146 ^W	1475 ^{WE}
P4 Straße L119 Ost	1601 ^{EG}	1925 ^W
P5 Straße L119 West	-	173 ^{EG}
P6 Gebäude nordöstlich	806	399 ^{EG}

^W Aufgrund des Einfallswinkels zu vernachlässigen

^E Aufgrund der Entfernung zur Immissionsquelle zu vernachlässigen

^G Aufgrund der Geländestruktur oder Hindernissen/Sichtschutz zu vernachlässigen

4.2 Ergebnisse am Messpunkt P1, Bahnstrecke Süd

Am Messpunkt P1 auf der Bahnstrecke der Marschbahn können rein rechnerisch bei der Fahrt Richtung Norden zwischen dem 07. Mai und dem 05. August in der Zeit zwischen 18:39 – 19:28 Uhr Reflexionen durch das PV Feld West auftreten. Die Einfallswinkel von potentiellen Reflexionen liegen allerdings mit ca. -54° bis -95° links (westlich) zur Fahrtrichtung deutlich außerhalb des für Zugführer relevanten Blickwinkels (Fahrtrichtung $\pm 20^\circ$). Eine Beeinträchtigung von Zugführern kann daher mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Die Sichtbarkeit von ggf. vorhandenen DB-Signalanlagen ist nicht beeinträchtigt.

Zur Veranschaulichung werden dennoch in der folgenden Skizze die potentiellen Reflexionen am Messpunkt P1 dargestellt.

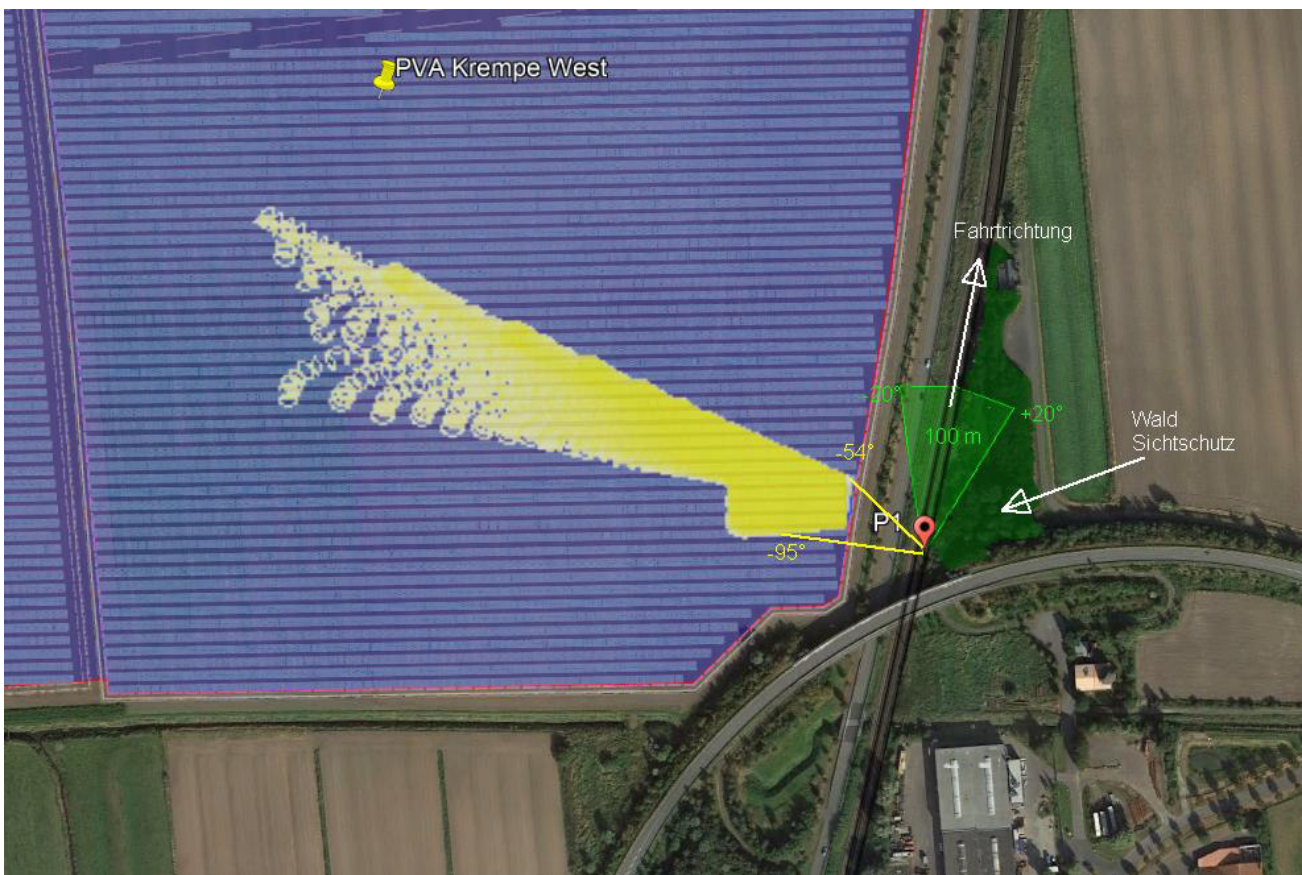


Bild 4.3.1: Simulation am Messpunkt P2 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Der grün markierte Bereich symbolisiert den für Zugführer relevanten Sichtwinkel ($\pm 20^\circ$ zur Fahrtrichtung, ca. 100 m). Im gelb/weiß markierten Bereich könnten rein rechnerisch Reflexionen auftreten. Nach Bereinigung der Rohdaten ist der Bereich entsprechend kleiner bzw. schmaler und die Einfallswinkel entsprechend größer. Eine Beeinträchtigung von Zugführern kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Die rechnerisch ermittelten Reflexionen durch das PV Feld Ost sind in der Realität nicht anwendbar, da in diesem Streckenabschnitt kein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle besteht. Weitere Analysen sind daher nicht erforderlich. Eine Beeinträchtigung von Zugführern ist nicht gegeben.

4.3 Ergebnisse am Messpunkt P2, Bahnstrecke Mitte

Am Messpunkt P2 auf der Bahnstrecke können rein rechnerisch bei der Fahrt Richtung Norden Reflexionen durch beide Teilflächen der PV Anlage auftreten, morgens östlich der Fahrtrichtung und abends aus westlicher Richtung. Die Einfallswinkel der Reflexionen liegen allerdings sowohl morgens und auch abends mit ca. -60° bis -90° links (westlich) bzw. $+57^\circ$ bis $+92^\circ$ rechts (östlich) zur Fahrtrichtung deutlich außerhalb des für Zugführer relevanten Blickwinkels (Fahrtrichtung $\pm 20^\circ$). Eine Beeinträchtigung von Zugführern kann daher mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Die Sichtbarkeit von ggf. vorhandenen DB-Signalanlagen ist nicht beeinträchtigt.

Zur Veranschaulichung werden dennoch in der folgenden Skizze die potentiellen Reflexionen am Messpunkt P2 dargestellt.

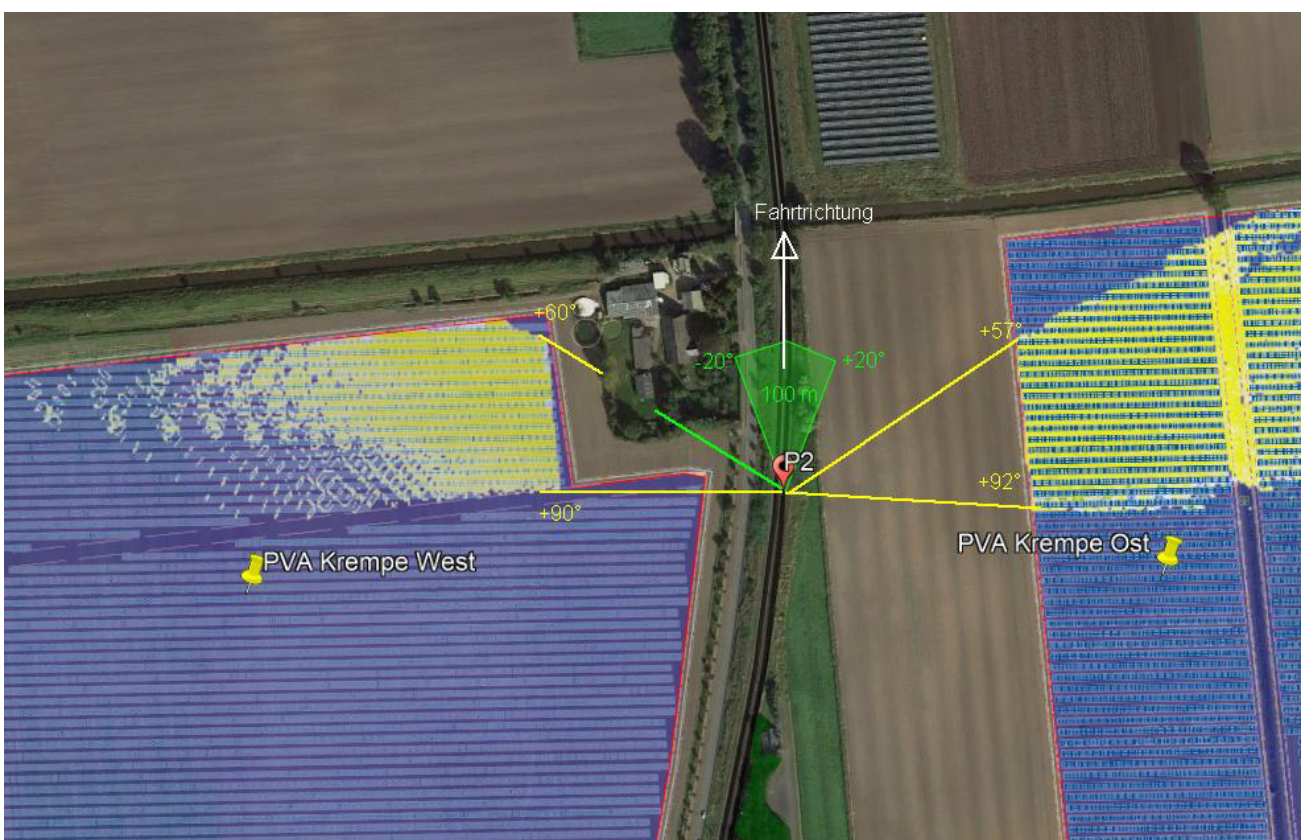


Bild 4.3.1: Simulation am Messpunkt P2 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Der grün markierte Bereich symbolisiert den für Zugführer relevanten Sichtwinkel ($\pm 20^\circ$ zur Fahrtrichtung, ca. 100 m). Im gelb/weiß markierten Bereich könnten rein rechnerisch Reflexionen auftreten. Diese liegen jedoch außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels und sind daher zu vernachlässigen.

4.4 Ergebnisse am Messpunkt P3, Straße K10

Am Messpunkt P3 auf der Straße K10 können ähnlich wie am Messpunkt P1 theoretisch zwischen dem 07. Mai und dem 05. August in der Zeit zwischen 18:39 – 19:28 Uhr potentiell Reflexionen durch das PV Feld West auftreten. Auch hier liegen die Einfallswinkel von Reflexionen sowohl bei der Fahrt Richtung Norden als auch Richtung Süden mit ca. -69° bis -102° deutlich außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Blickwinkels (Fahrtrichtung $\pm 20^\circ$). Eine Beeinträchtigung von Verkehrsteilnehmern kann daher mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Zur Veranschaulichung werden dennoch in der folgenden Skizze die potentiellen Reflexionen am Messpunkt P3 auf Basis der unbereinigten Rohdaten dargestellt. Nach Bereinigung der Rohdaten ist der Bereich entsprechend kleiner bzw. schmaler und die Einfallswinkel entsprechend größer.

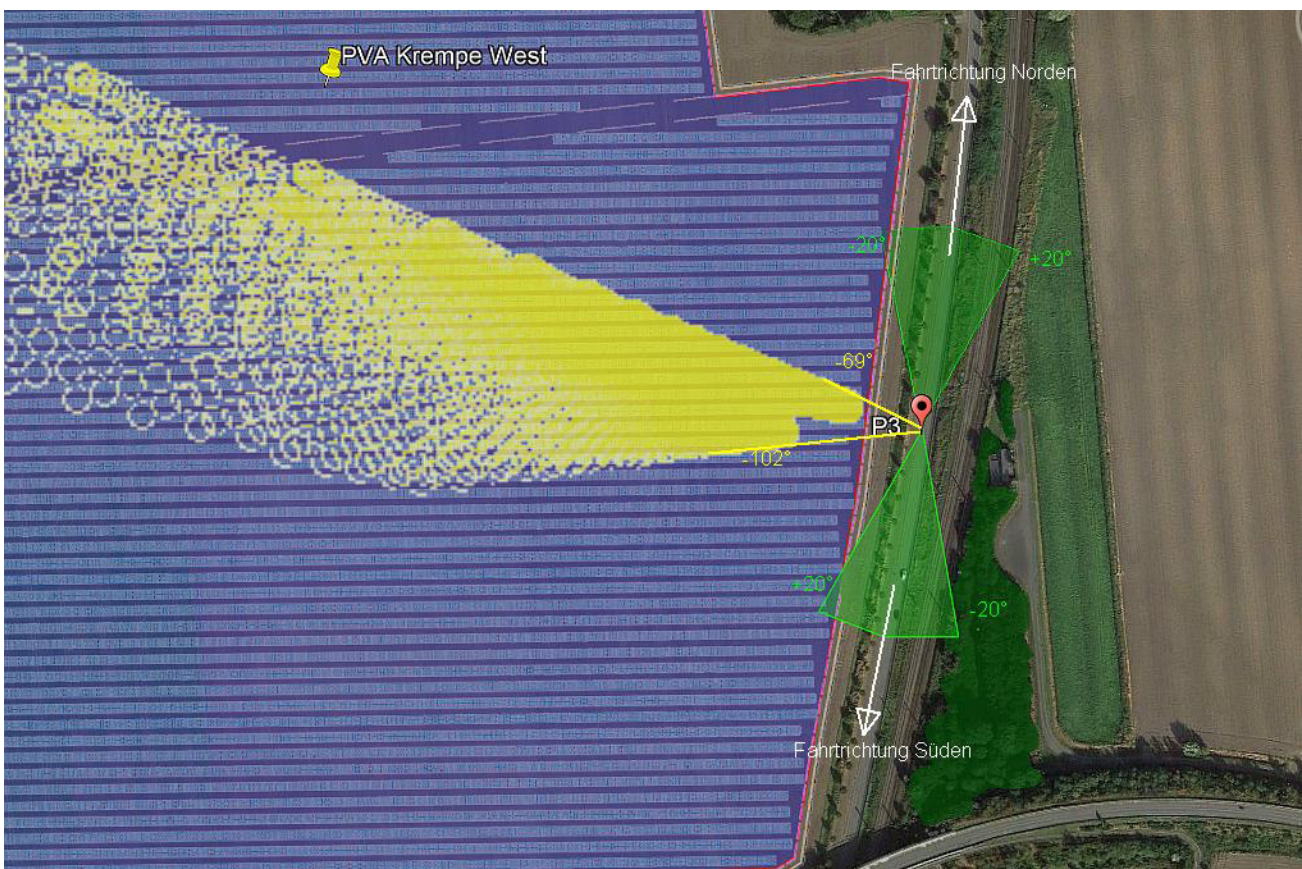


Bild 4.4.1: Simulation am Messpunkt P3 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Der grün markierte Bereich symbolisiert den für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkel ($\pm 20^\circ$ zur Fahrtrichtung, ca. 100 m). Im gelb/weiß markierten Bereich könnten rein rechnerisch Reflexionen auftreten. Diese liegen jedoch außerhalb des relevanten Sichtwinkels.

Potentielle Reflexionen wären nur wahrnehmbar, wenn der Fahrzeugführer den Blick von der Straße abwendet und direkt in Richtung der untergehenden Sonne blicken würde. Aber selbst beim Blick in die Immissionsquelle über ca. 10 – 15 Sekunden könnte sich eine Blendwirkung nur in Form von kurzzeitigen Nachbildern bemerkbar machen.

Da ein derartiges Fahrverhalten nicht den allgemeinen Vorschriften für eine sichere Fahrzeugführung entspricht, wird es daher als unwahrscheinlich bzw. als nicht relevant angenommen.

4.5 Ergebnisse am Messpunkt P4, Einmündung auf die L119, Ost

Messpunkt P4 im Bereich der Einmündung der Neuenbrooker Straße auf die L119 wurde zu Kontrollzwecken untersucht, da es sich hier um einen sicherheitsrelevanten Standort handelt, an dem erhöhte Aufmerksamkeit erforderlich ist. Beim Abbiegen auf die L119 Richtung Westen würde der Fahrzeugführer einen Kontrollblick Richtung Osten durchführen. In der Zeit zwischen dem 24. April und dem 19. August können theoretisch in den frühen Morgenstunden zwischen 06:00 – 06:31 Uhr Reflexionen aus östlicher Richtung auftreten.

Die folgende Skizze verdeutlicht allerdings, dass im Bereich der Einmündung ein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle durch einen natürlichen Sichtschutz aus Büschen und Bäumen überwiegend verhindert wird und daher müssen die rechnerisch ermittelten Zahlen reduziert bzw. relativiert werden.



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

Da vor dem Abbiegen das Fahrzeug vollständig zum Stehen zu bringen ist, sind potentielle Reflexionen in diesem Bereich – sofern überhaupt sichtbar – als unkritisch bzw. als nicht sicherheitsrelevant anzusehen.

Die folgende Skizze (Pseudo 3D) verdeutlicht den Strahlenverlauf am Messpunkt P4 am 01. Mai, morgens um 06:04 Uhr, Blick Richtung Osten. Reflexionen können den Messpunkt P4 aufgrund des Sichtschutzes nicht erreichen und überwiegend ist die tief stehende Sonne selbst die Ursache für mögliche Blendwirkungen.

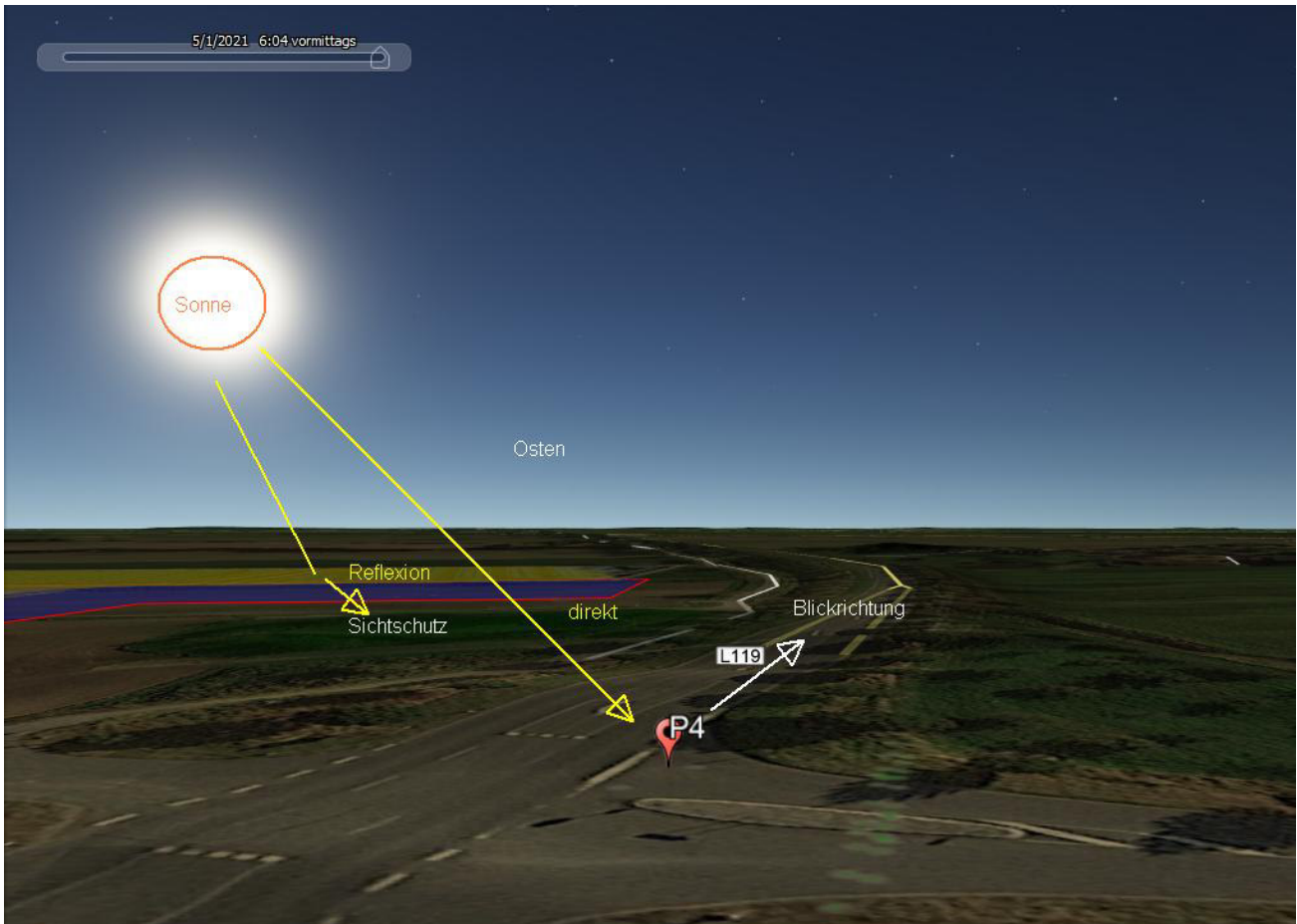


Bild 4.5.2: Simulation am Messpunkt P4 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

4.6 Ergebnisse am Messpunkt P5, Einmündung auf die L119, West

Messpunkt P5 im Bereich der Einmündung der K10 auf die L119 wurde ebenfalls zu Kontrollzwecken untersucht, da es sich auch hier um einen sicherheitsrelevanten Standort handelt. Der Messpunkt befindet sich südlich von PV Feld West und die Simulation des Strahlenverlaufes zeigt erwartungsgemäß keine Reflexionen durch die PV Anlage. Eine Beeinträchtigung von Verkehrsteilnehmern kann hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden.

4.7 Ergebnisse am Messpunkt P6, Gebäude Buntenhof

Am Messpunkt P6, im Bereich der Gebäude des Buntenhof nordöstlich von PV Feld West sind nach Bereinigung der Rohdaten rein rechnerisch nur an insgesamt 806 Minuten pro Jahr) für max. 16 Minuten pro Tag⁹ Reflexionen durch die PV Anlage möglich. Aufgrund der geringen zeitlichen Dauer sind potentielle Reflexionen im Sinne der LAI Lichtleitlinie zu vernachlässigen und weitere Analysen sind nicht zweckdienlich.

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
07. Mai	11. Juni	16	393	18:39	19:10
15. Juni	16. Juni	6	11	18:53	19:04
26. Juni	27. Juni	6	11	18:56	19:08
01. Juli	05. August	16	391	18:49	19:18

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

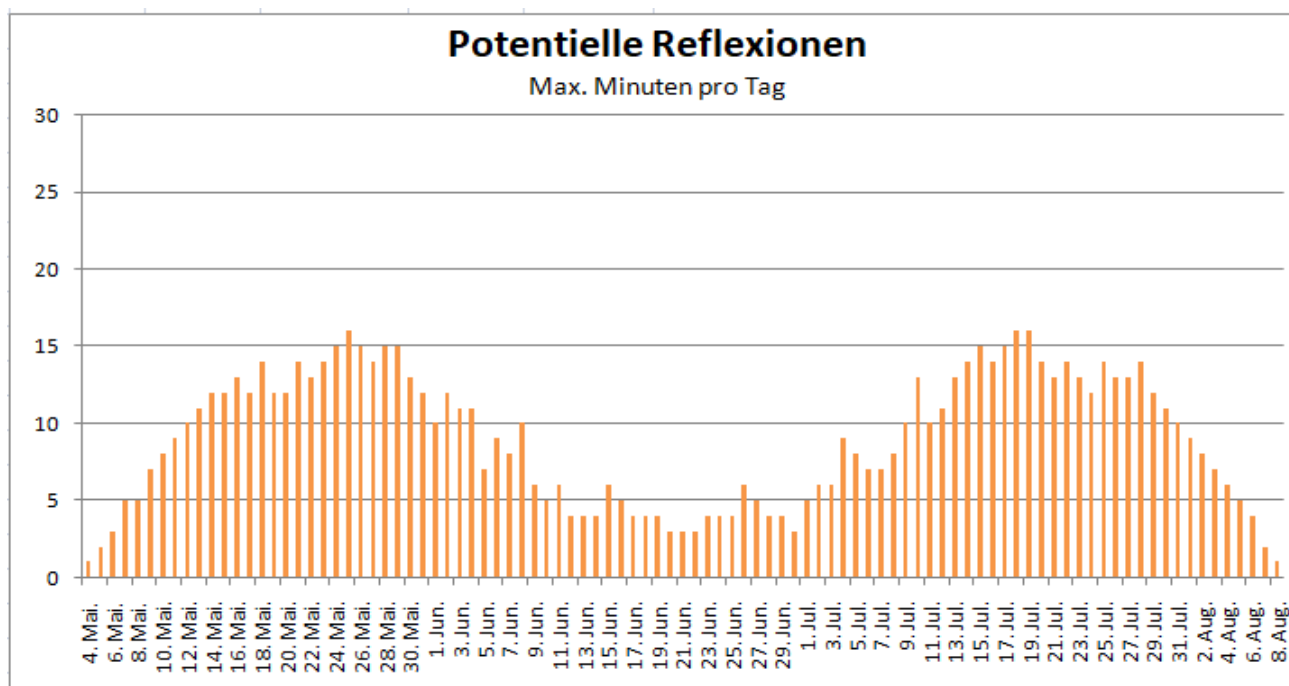


Bild 4.7.1: Reflexionen pro Tag im relevanten Zeitraum (Quelle: Simulationsergebnisse, aufbereitet)

Potentielle Reflexionen durch das PV Feld Ost sind ebenfalls aufgrund der geringen zeitlichen Dauer von insgesamt 399 Minuten pro Jahr zu vernachlässigen. Hinzu kommt der Umstand, dass das PV Feld Ost in einer Entfernung von ca. 230 m – 450 m liegt und Reflexionen relativiert werden müssen da mit zunehmender Entfernung die Leuchtdichte der Moduloberfläche aufgrund der Bündelaufweitung der diffus reflektierten Lichtstrahlen entsprechend abnimmt.

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

Beispielhaft für die Simulationsergebnisse zeigen die folgenden Diagramme das Auftreten der Reflexionen im Tages- bzw. im Jahresverlauf am Messpunkt P6. 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 1844 Minuten entspricht den unbereinigten Rohdaten.

PV Feld Ost - OP Receptor (OP 6)

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

- 40 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 1,844 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.

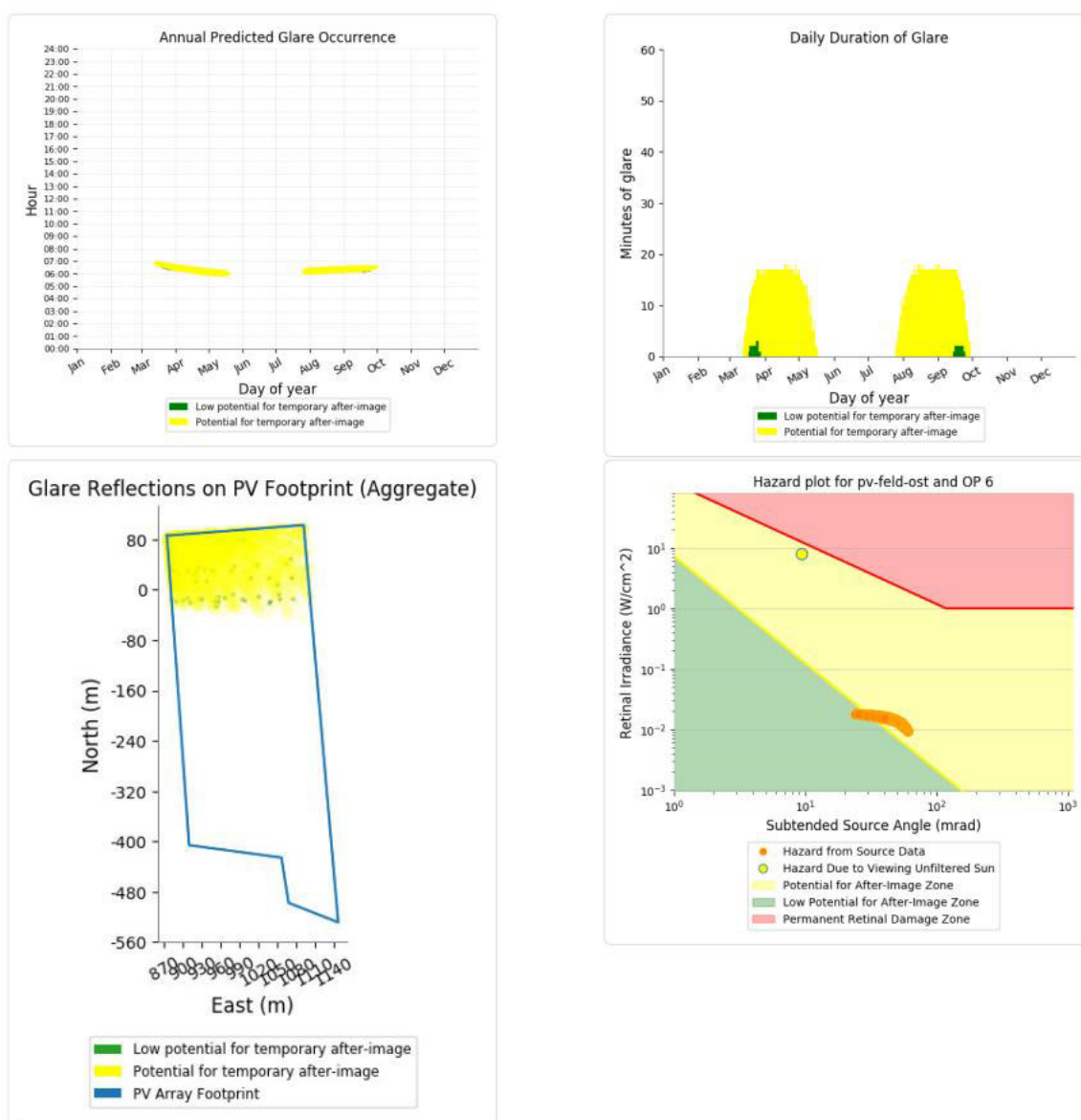


Bild 4.7.2: Ergebnisdetails für Messpunkt P6 (Quelle: Simulationsergebnisse)

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

5 Zusammenfassung der Ergebnisse

5.1 Zusammenfassung

Lt. Planungsunterlagen werden bei der geplanten PV Anlage Krempe PV Module des Herstellers LONGi mit Anti-Reflexionsschicht eingesetzt. Damit kommen die nach aktuellem Stand der Technik möglichen Maßnahmen zur Vermeidung von Reflexion und Blendwirkungen zur Anwendung. Die Analyse von 6 exemplarisch gewählten Messpunkten zeigt für die 2 Messpunkte im Verlauf der Bahnstrecke der Marschbahn lediglich eine theoretische Wahrscheinlichkeit für Reflexionen. Diese könnten nur außerhalb des für Zugführer relevanten Sichtwinkels auftreten und sind daher zu vernachlässigen. Die Sichtbarkeit von ggf. vorhandenen DB Signalanlagen ist nicht beeinträchtigt.

Auf der parallel zur Bahnstrecke verlaufenden Straße K10 könnten in ähnlicher Weise Reflexionen durch die PV Anlage auftreten. Allerdings liegen auch hier die Einfallswinkel deutlich außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels und sind daher zu vernachlässigen. Untersuchung der Einmündungen auf die L119 zeigen keine relevanten Ergebnisse.

Potentielle Reflexionen im Bereich der umliegenden Gebäude (u.a. Buntenhof) sind u.a. aufgrund der geringen zeitlichen Dauer zu vernachlässigen. Teilweise besteht kein direkter Sichtkontakt zur PV Anlage. Beeinträchtigungen von schutzwürdigen Zonen im Sinne der LAI Lichtleitlinie sind nicht gegeben. Andere Gebäude wurden aufgrund von Entfernung und/oder Einfallswinkel nicht weiter analysiert. Die verwendeten Skizzen zeigen die Messergebnisse auf Basis der unbereinigten Rohdaten, diese dienen lediglich der Veranschaulichung.

Es ist davon auszugehen, dass die theoretisch berechneten Reflexionen in der Praxis keine Blendwirkung entwickeln können. 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 Krempe kann als „geringfügig“ klassifiziert¹⁰ 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. 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 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 17.02.2021

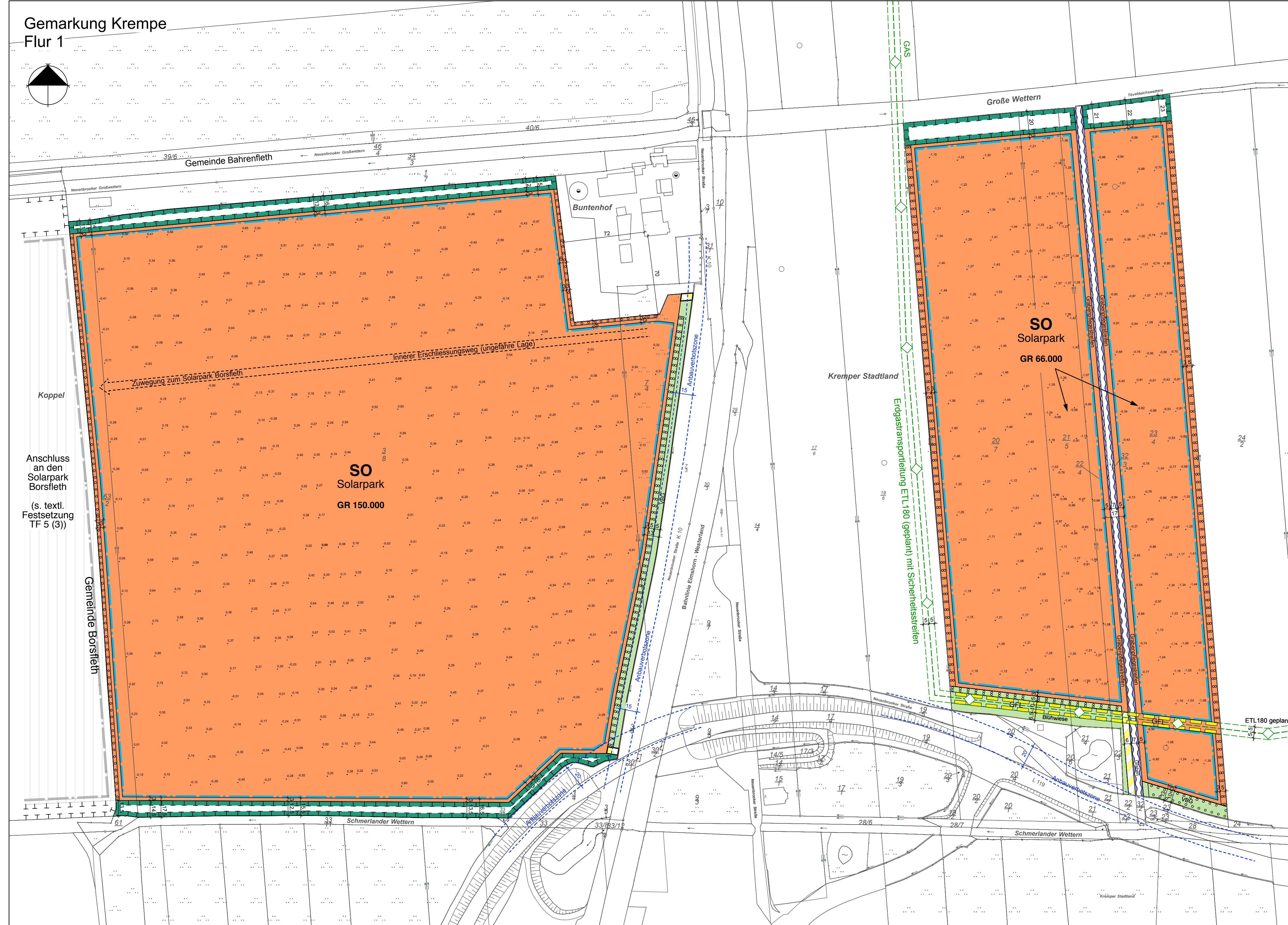

Dieko Jacobi / SolPEG GmbH

¹⁰ Die Klassifizierung entspricht den Wertebereichen der Simulationsergebnisse

SATZUNG DER STADT KREMPE ÜBER DEN VORHABENBEZOGENEN BEBAUUNGSPLAN NR. 13 „SOLARPARK KREMPE“ MIT 2 TEIL-GELTUNGSBEREICHEN

I. Planzeichnung (Teil A)

M 1 : 2.000



Verfahrensvermerke

- Aufgestellt aufgrund des Aufstellungsbeschlusses der Ratsversammlung vom 16.06.2020. Die ortsübliche Bekanntmachung des Aufstellungsbeschlusses erfolgte durch Aushang an den Bekanntmachungstafeln vom 16.10.2020 bis zum 16.11.2020.
- Die frühzeitige Beteiligung der Öffentlichkeit nach § 3 Abs. 1 Satz 1 BauGB wurde vom 16.10.2020 bis zum 16.11.2020 durchgeführt.
- Die Behörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange, die von der Planung berührt sein können, wurden gemäß § 4 Abs. 1 i.V.m. § 3 Abs. 1 BauGB am 05.10.2020 unterrichtet und zur Abgabe einer Stellungnahme bis zum 09.11.2020 aufgefordert.
- Die Ratsversammlung hat am den Entwurf des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes Nr. 13 „Solarpark Krempe“ und die Begründung beschlossen und zur Auslegung bestimmt.
- Der Entwurf des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes, bestehend aus der Planzeichnung (Teil A) und dem Text (Teil B), sowie die Begründung haben in der Zeit vom bis während folgender Zeiten, Mo bis Fr von 8:00 bis 12:00 Uhr sowie Do von 14:00 bis 16:00 Uhr und Di von 14:00 bis 18:00 Uhr, nach § 3 Abs. 2 BauGB öffentlich ausliegen. Die öffentliche Auslegung wurde mit dem Hinweis, dass Stellungnahmen während der Auslegungsfrist von allen Interessierten schriftlich oder zur Niederschrift abgegeben werden können, vom bis zum durch Aushang an den Bekanntmachungstafeln ortsüblich bekannt gemacht. Der Inhalt der Bekanntmachung der Auslegung der Planentwürfe und die nach § 3 Absatz 2 BauGB auszulegenden Unterlagen wurden unter www....de ins Internet eingestellt.
- Die Behörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange, die von der Planung berührt sein können, wurden gemäß § 4 Abs. 2 BauGB am zur Abgabe einer Stellungnahme aufgefordert.
Krempe, den Der Bürgermeister
- Es wird bescheinigt, dass alle im Liegenschaftskataster nachgewiesenen Flurstücksgrenzen und -bezeichnungen sowie Gebäude in den Planunterlagen enthalten und maßstabsgerecht dargestellt sind.
ltzeho, den Öffentlich bestellter Vermessungsingenieur
- Die Ratsversammlung hat die abgegebenen Stellungnahmen der Öffentlichkeit und der Behörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange am geprüft. Das Ergebnis wurde mitgeteilt.
- Die Ratsversammlung hat den vorhabenbezogenen Bebauungsplan Nr. 4 „Solarpark Krempe“, bestehend aus der Planzeichnung (Teil A) und dem Text (Teil B), am als Satzung beschlossen und die Begründung durch Beschluss gebilligt.
Krempe, den Der Bürgermeister
- Die Satzung des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes, bestehend aus der Planzeichnung (Teil A) und dem Text (Teil B), wird hiermit ausgefertigt und ist bekannt zu machen.
Krempe, den Der Bürgermeister
- Der Satzungsbeschluss über den vorhabenbezogenen Bebauungsplan Nr. 13 „Solarpark Krempe“ durch die Ratsversammlung sowie die Internetadresse der Gemeinde und Stelle, bei denen der Plan, die Begründung und die zusammenfassende Erklärung auf Dauer während der Öffnungszeiten für den Publikumsverkehr von allen Interessierten eingesehen werden kann und über den Inhalt Auskunft zu erhalten ist, sind vom bis zum durch Aushang an den Bekanntmachungstafeln ortsüblich bekannt gemacht worden. In der Bekanntmachung ist auf die Möglichkeit, eine Verletzung von Verfahrens- und Formvorschriften und von Mängeln der Abwägung einschließlich der sich ergebenden Rechtsfolgen (§ 215 Abs. 2 BauGB) sowie auf die Möglichkeit, Entschädigungsansprüche geltend zu machen und das Erlöschen dieser Ansprüche (§ 44 BauGB) hingewiesen worden. Auf die Rechtswirkungen des § 4 Abs. 3 GO wurde ebenfalls hingewiesen. Die Satzung ist mithin am in Kraft getreten.
Krempe, den

II. Textliche Festsetzungen (Teil B)

Für die Ausführung dieses Bebauungsplans gelten nachstehende textliche Festsetzungen:

- Sonstiges Sondergebiet „SO Solarpark“** § 9 (1) 1 BauGB u. § 11 (2) BauNVO
Das als SO Solarpark festgesetzte Sonstige Sondergebiet dient der Errichtung einer großflächigen Photovoltaikanlage. Zulässig sind bauliche Anlagen zur Erzeugung von Elektrizität aus Sonnenenergie. Zulässig sind sämtliche erforderlichen technischen Anlagen und Nebenanlagen. Insbesondere sind das die Solar-Modultische, Transformatorgebäude und eine innere Umzäunung, ggf. auch Unterstände für Schafe.
- Begrenzte Nutzungsdauer** § 9 (2) Nr. 1 BauGB
Die Nutzung als Sonstiges Sondergebiet „SO Solarpark“ ist auf einen Zeitraum von 30 Jahren ab der ersten Teil-Inbetriebnahme begrenzt. Nach Ablauf dieses Zeitraumes erlischt die Zulässigkeit dieser Nutzung und stattdessen wird die ursprüngliche Nutzungsart „Flächen für die Landwirtschaft“ gem. § 9 (1) 18 a BauGB erneut wirksam und der Bebauungsplan gilt danach als aufgehoben.
- Vorhabenbezogene Festsetzungen** § 12 (3a) i.V.m. § 9 (2) BauGB
Für den Bereich dieses vorhabenbezogenen Bebauungsplanes sind im Rahmen der festgesetzten Nutzungen nur solche Vorhaben zulässig, zu deren Durchführung sich der Vorhabenträger im Durchführungsvertrag verpflichtet. Änderungen des Durchführungsvertrages sind zulässig.
- Höhe baulicher Anlagen** § 18 BauNVO
(1) Die bauliche Höhe von Solar-Modultischen ist auf max. 2,5 m und für Nebenanlagen, z.B. für Schafunterstände und Transformatorgebäude, auf max. 3,0 m begrenzt.
(2) Für die Umzäunung ist eine Höhe von max. 2,1 m zulässig. Zwischen Zaununterkante und der Bodenoberfläche muss ein Abstand von mindestens 15 cm eingehalten werden.
(3) Als Bezugsfläche für die zulässige Bauhöhe der Solar-Modultische und sämtlicher Nebenanlagen sowie der Zäune gilt die Geländeoberfläche am jeweiligen Standort.
- Maß der baulichen Nutzung** § 16, 19, 23 BauNVO
(1) Die Errichtung von Gebäuden, Solar-Modultischen oder anderen Nebenanlagen, unter Ausnahme der Zäune, ist ausschließlich innerhalb der durch Baugrenzen definierten überbaubaren Grundstücksfläche zulässig.
(2) Die für die Teil-Geltungsbereiche festgesetzten Grundflächen von GR 150.000 und GR 66.000 stellen die maximal zulässige Überdeckung durch Solar-Modultische sowie Nebenanlagen wie z.B. Schafunterstände und Trafostationen dar. Das Maß der zulässigen Bodenversiegelung beträgt jedoch nur 2 % der zulässigen Überdeckung (s. textl. Festsetzung 6.4).
(3) Der westliche Teil-Geltungsbereich des Solarparks Krempe soll im Westen unmittelbar an den geplanten Solarpark Borsfleth grenzen. In diesem Fall ist auch eine durchgehende bauliche Nutzung und die Überbauung der westlichen Baugrenze zulässig. Ebenso entfällt die festgesetzte Fläche zum anpflanzen von Sträuchern an der Westgrenze des Sondergebietes SO Solarpark.
- Grünordnung** § 9 (1) 15, 20, 25 und § 9 (1a) BauGB
6.1 Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft
(1) Die Flächen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft an der Großen Wethern sind als Blühwiese anzusehen und als artenreiches extensives Grünland dauerhaft zu unterhalten.
(2) Die als Blühwiesen festgesetzten Grünflächen über der Trasse der Erdgastransportleitung ETL180 sind nach Instandhaltungsmaßnahmen an der Leitung jeweils wiederherzustellen.
(3) Die Freiflächen, auch zwischen und unter den Solar-Modultischen, sind als extensives Grünland, und zwar als Mähwiese oder Schafweide, mit Grassaaten anzusehen und dauerhaft zu unterhalten. Der Einsatz von Saugmähern ist dabei unzulässig.
(4) Als Mäh- oder Blühwiesen sind die Flächen ein- bis zweimal jährlich zu mähen, mit dem ersten Schnitt nach dem 20. Juni. Das Mahdgut ist zu entfernen. Pflegeumbrüche, Nachsaat, Walzen, Schleppen und der Einsatz von Pflanzenschutz- und Düngemitteln, einschließlich Klärschlamm und Gärsubstraten aus Biogasanlagen, sind nicht zulässig.
- Anpflanzung von Sträuchern** § 9 (1) 25 a BauGB
(1) Die Flächen zum Anpflanzen von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen sind mit standortgerechten, heimischen Laubgehölzen entsprechend der nachfolgenden Pflanzliste für Sträucher zu bepflanzen, dauerhaft zu erhalten und zu pflegen. Bei Verlust ist Ersatz an gleicher Stelle zu pflanzen. Die Bepflanzung ist 2-reihig bis 3-reihig mit einem Pflanzabstand von 1 m vorzunehmen. Sofern einzelne Gehölze nicht anwachsen sind diese „gleichartig“ zu ersetzen.
- Liste der standorttypischen Sträucher:**
 - Echte Brombeere
 - Faulbaum
 - Gemeiner Weißdorn
 - Gewöhnlicher Schneeball
 - Hasel
 - Hundsrose
 - Purpur-Weide
 - Ohreweide
 - Salweide
 - Korb-Weide
 - Asch-Weide
 - Pflaflenhüchel
 - Roter Hartriegel
 - Schlehe
 - Schwarzer Holunder
 - Rubus fruticosus
 - Rhamnus frangula
 - Crataegus monogyna
 - Viburnum opulus
 - Corylus avellana
 - Rosa canina
 - Salix purpurea
 - Salix aurita
 - Salix caprea
 - Salix viminalis
 - Salix cinerea
 - Euonymus europaeus
 - Rorus sanguinea
 - Prunus spinosa
 - Sambucus nigra
- Maximale Bodenversiegelung** § 9 (1) 20 BauGB
Der Anteil der zulässigen vollständigen Bodenversiegelung im Sonstigen Sondergebiet (SO) durch Nebenanlagen und Verkehrsflächen beträgt maximal 2 % von der jeweils festgesetzten Grundfläche, und zwar 3.000 m² für den westlichen Teil-Geltungsbereich und 1.320 m² für den östlichen Teil-Geltungsbereich.

III. Hinweise

- Trafostationen mit wassergefährdenden Stoffen**
Bei der Bauantragstellung ist zu berücksichtigen, dass Trafostationen mit Ölaufangwannen nicht ins Erdreich eingebaut werden sollten. Andernfalls unterliegen sie der wiederkehrenden Prüfpflicht nach der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe (VAVS).
- Artenschutz und Bauzeitenregelung**
Sowohl innerhalb der Geltungsbereiche dieses Bebauungsplanes als auch in den angrenzenden Feldern können Wiesenvögel unterschiedlicher Arten brüten, wie z.B. Feldlerchen. Gemäß § 44 (1) BNatSchG ist es u. a. verboten, wild lebende Tiere der streng geschützten Arten und der europäischen Vogelarten während der Fortpflanzungs-, Aufzucht- und Mauserzeiten, erheblich zu stören (Zugriffsverbote). Um eine Störung der Vögel zu vermeiden, sind Baufeldfreimachungen und Bautätigkeiten innerhalb der Vogelbrutzeit in der Zeit vom 1. März bis einschließlich 31. Juli nur zulässig, wenn mit geeigneten Methoden nachgewiesen wird, dass sich zum Zeitpunkt des Baubeginns keine artenschutzrechtlich relevanten Arten im Baufeld aufhalten.
- Archäologische Bodenfunde** (§ 15 DSchG) § 15 DSchG
Wer Kulturdenkmale entdeckt oder findet, hat dies unverzüglich unmittelbar oder über die Gemeinde der oberen Denkmal-schutzbehörde mitzuteilen. Die Verpflichtung besteht ferner für die Eigentümerin oder den Eigentümer und die Besitzerin oder den Besitzer des Grundstücks oder des Gewässers, auf oder in dem der Fundort liegt, und für die Leiterin oder den Leiter der Arbeiten, die zur Entdeckung oder zu dem Fund geführt haben. Die Mitteilung einer oder eines der Verpflichteten befreit die übrigen. Die nach Satz 2 Verpflichteten haben das Kulturdenkmal und die Fundstätte in unverändertem Zustand zu erhalten, soweit es ohne erhebliche Nachteile oder Aufwendungen von Kosten geschehen kann. Diese Verpflichtung erlischt spätestens nach Ablauf von vier Wochen seit der Mitteilung. Archäologische Kulturdenkmale sind nicht nur Funde, sondern auch dingliche Zeugnisse wie Veränderungen und Verfärbungen in der natürlichen Bodenbeschaffenheit.

Planzeichenerklärung

Es gilt die Bauzeichnerverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017 (BGBl. I S. 3786) sowie die Planzeichnerverordnung vom 18. Dezember 1990 (BGBl. 1991 I S. 58), die zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 4. Mai 2017 (BGBl. I S. 1057) geändert worden ist.

Art der baulichen Nutzung (§ 9 (1) 1 BauGB und §§ 1 bis 11 BauNVO)

SO Solarpark
Sonstige Sondergebiete (§ 11 BauNVO) hier mit der Zweckbestimmung „Solarpark“

Maß der baulichen Nutzung (§ 9 (1) 1 BauGB und §§ 16, 17, 19, 20, 21 BauNVO)

GR 150.000
Grundflächen (GR) der baulichen Anlagen als Höchstmaß (z.B. 150.000 m²)

Bauweise, Baulinien, Baugrenzen (§ 9 (1) 2 BauGB und §§ 22, 23 BauNVO)

Baugrenze

Verkehrsflächen (§ 9 (1) 4 und 11 BauGB)

Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung (hier: private Verkehrsflächen / Zufahrt)
Straßenbegrenzungslinie

Grünflächen (§ 9 (1) 15 BauGB)

Blühwiese
z.B. Blühwiese

VBG
z.B. Verkehrsbegleitgrün

Flächen für die Regelung des Wasserabflusses (§ 9 (1) 16 BauGB)

Graben zwischen der Großen Wethern und der Schmerlander Wethern

Planungen, Nutzungsregelungen und Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft (§ 9 (1) 20, 25 BauGB)

Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft (s. textliche Festsetzung Nr. 6.1 Abs. 1)

anpflanzen Sträucher

desgleichen auf schmalen Flächen

Sonstige Planzeichen

Geh-, Fahr- und Leitungsrechte
Grenze des räumlichen Geltungsbereiches (§ 9 (7) BauGB)

Kennzeichnungen ohne Normcharakter

11/1 Vorhandene Flurstücksgrenzen und Flurstücksnummern

1,5 Meßpunkte mit Höhenangaben in Metern über Normalnull (z.B. 1,5 m ü. NN)

Unverbindliche Vorbemerkungen

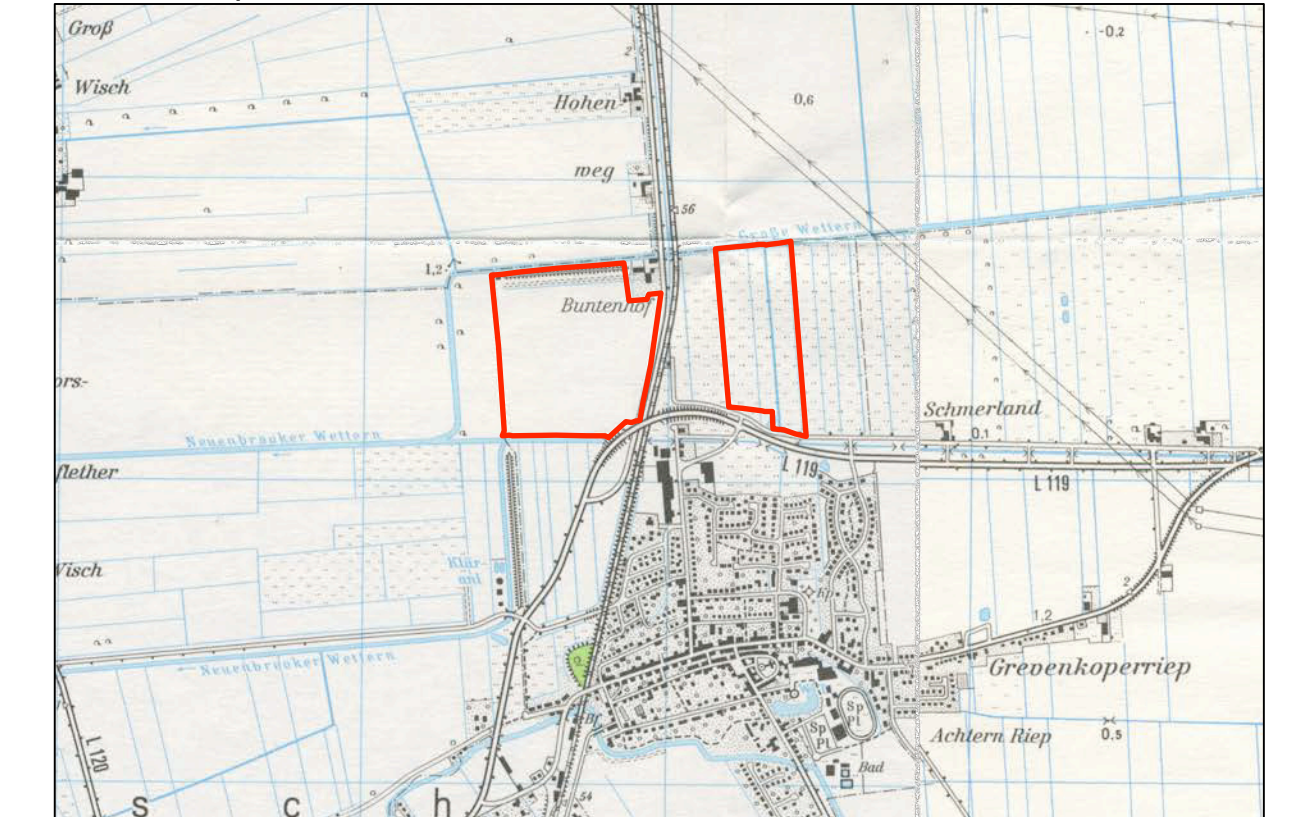
In Aussicht genommene Trasse einer geplanten Erdgastransportleitung ETL 180 von Brunsbüttel nach Hettlingen

Planverfasser:

Planungsbüro Dierk Brockmüller
Sitzplaner Architekt Hamburg
www.brockmplan.de

Hamburg, den (Dipl.-Ing. Dierk Brockmüller)

Übersichtsplan M 1 : 50.000



Kartengrundlage TK25 © 2020 GeoBasis-DE/LVermGeoSH (www.LVermGeoSH.schleswig-holstein.de)

Stadt Krempe
Amt Krempermarsch
Kreis Steinburg

Vorhabenbezogener
Bebauungsplan Nr. 13
"Solarpark Krempe"
mit 2 Teil-Geltungsbereichen

Entwurf

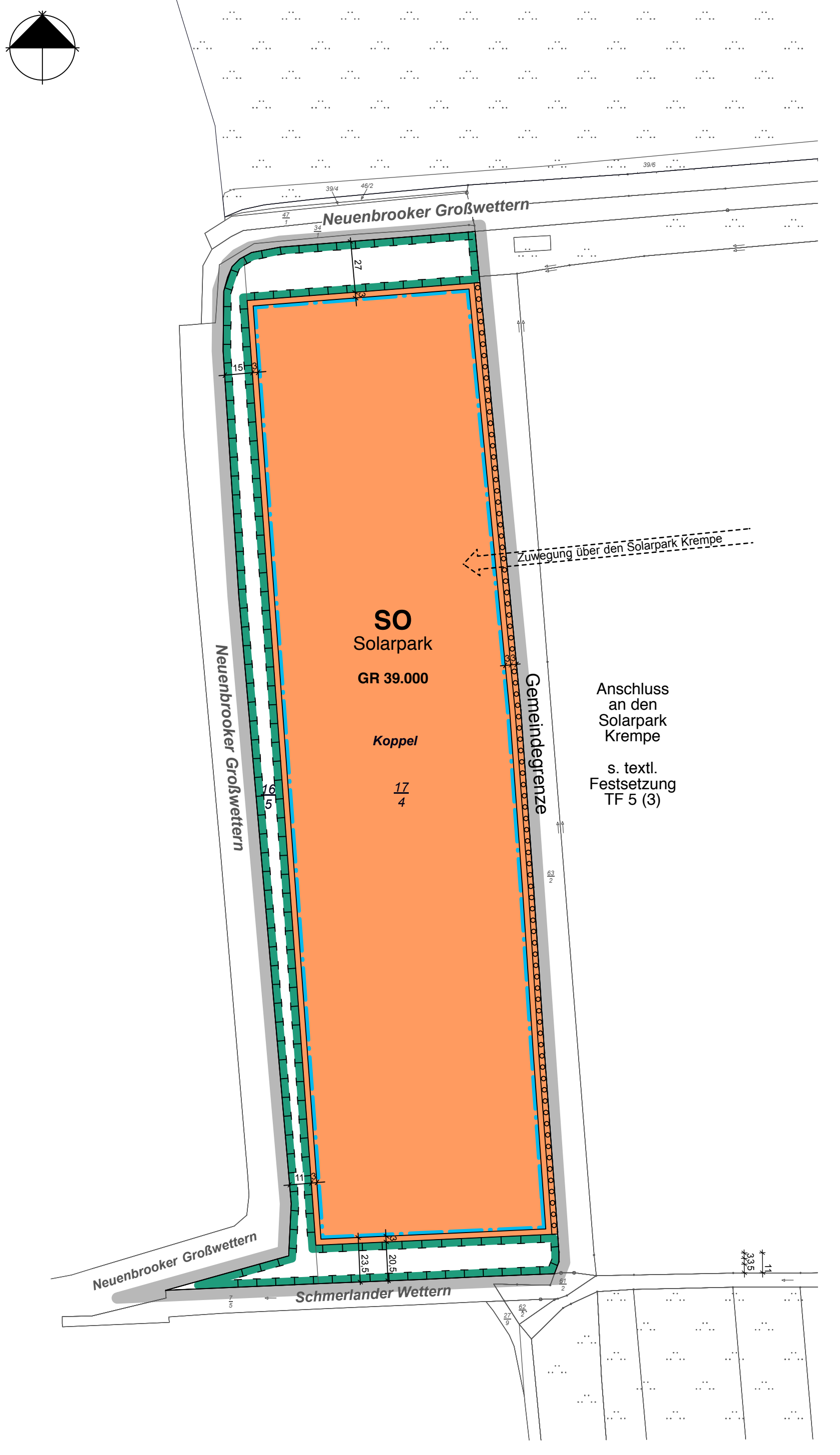
28.12.2020

SATZUNG DER GEMEINDE BORSFLETH ÜBER DEN VORHABENBEZOGENEN BEBAUUNGSPLAN NR. 6 „SOLARPARK BORSFLETH“

I. Planzeichnung (Teil A)

M 1 : 2.000

Gemarkung Borsfleth Flur 2



Planzeichenerklärung

Es gilt die Baunutzungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Dezember 1990 (BGBl. 1991 I S. 58), die zuletzt durch ... worden ist.

Art der baulichen Nutzung (§ 9 (1) 1 BauGB und §§ 1 bis 11 BauNVO)

SO Solarpark Sonstige Sondergebiete (§ 11 BauNVO) hier mit der Zweckbestimmung „Solarpark“

Maß der baulichen Nutzung (§ 9(1) 1 BauGB und §§ 16, 17, 19, 20, 21 BauNVO)

GR 39.000 Grundflächen (GR) der baulichen Anlagen als Höchstmaß (z.B. 39.000 m²)

Bauweise, Baulinien, Baugrenzen (§ 9 (1) 2 BauGB und §§ 22, 23 BauNVO)

Baugrenze

Planungen, Nutzungsregelungen und Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft (§ 9 (1) 20, 25 BauGB)

Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft (s. textliche Festsetzung Nr. 6.1 Abs. 1)

anpflanzen Sträucher

desgleichen auf schmalen Flächen

Sonstige Planzeichen

Grenze des räumlichen Geltungsbereiches (§ 9 (7) BauGB)

Kennzeichnungen ohne Normcharakter

Vorhandene Flurstücksgrenzen und Flurstücksnummern

Maßpunkte mit Höhenangaben in Metern über Normalnull (z.B. 1,5 m ü. NN)

Verfahrensvermerke

- Aufgestellt aufgrund des Aufstellungsbeschlusses der **Gemeindevertretung** vom **20.10.2020**. Die ortsübliche Bekanntmachung des Aufstellungsbeschlusses erfolgte durch Aushang an den Bekanntmachungstafeln vom bis zum
- Die frühzeitige Beteiligung der Öffentlichkeit nach § 3 Abs. 1 Satz 1 BauGB wurde am durchgeführt.
- Die Behörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange, die von der Planung berührt sein können, wurden gemäß § 4 Abs. 1 i.V.m. § 3 Abs. 1 BauGB am unterrichtet und zur Abgabe einer Stellungnahme bis zum aufgefordert.
- Die **Gemeindevertretung** hat am den Entwurf des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes Nr. 6 „Solarpark Borsfleth“ und die Begründung beschlossen und zur Auslegung bestimmt.
- Der Entwurf des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes, bestehend aus der Planzeichnung (Teil A) und dem Text (Teil B), sowie die Begründung haben in der Zeit vom bis während folgender Zeiten, **Mo bis Fr von 8:00 bis 12:00 Uhr sowie Do von 14:00 bis 16:00 Uhr und Di von 14:00 bis 18:00 Uhr**, nach § 3 Abs. 2 BauGB öffentlich ausgelegt. Die öffentliche Auslegung wurde mit dem Hinweis, dass Stellungnahmen während der Auslegungsfrist von allen Interessierten schriftlich oder zur Niederschrift abgegeben werden können, vom bis zum durch Aushang an den Bekanntmachungstafeln ortsüblich bekannt gemacht. **Der Inhalt der Bekanntmachung der Auslegung der Planentwürfe und die nach § 3 Absatz 2 BauGB auszulegenden Unterlagen wurden unter „www.....de“ ins Internet eingestellt.**
- Die Behörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange, die von der Planung berührt sein können, wurden gemäß § 4 Abs. 2 BauGB am zur Abgabe einer Stellungnahme aufgefordert.

Borsfleth, den Der Bürgermeister
- Es wird bescheinigt, dass alle im Liegenschaftskataster nachgewiesenen Flurstücksgrenzen und -bezeichnungen sowie Gebäude in den Planunterlagen enthalten und maßstabsgerecht dargestellt sind.

ltzhoe, den Öffentlich bestellter Vermessungsingenieur
- Die **Gemeindevertretung** hat die abgegebenen Stellungnahmen der Öffentlichkeit und der Behörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange am geprüft. Das Ergebnis wurde mitgeteilt.

Borsfleth, den Der Bürgermeister
- Die **Gemeindevertretung** hat den vorhabenbezogenen Bebauungsplan Nr. 6 „Solarpark Borsfleth“, bestehend aus der Planzeichnung (Teil A) und dem Text (Teil B), am als Satzung beschlossen und die Begründung durch Beschluss gebilligt.

Borsfleth, den Der Bürgermeister
- Die Satzung des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes, bestehend aus der Planzeichnung (Teil A) und dem Text (Teil B), wird hiermit ausgefertigt und ist bekannt zu machen.

Borsfleth, den Der Bürgermeister
- Der Satzungsbeschluss über den vorhabenbezogenen Bebauungsplan Nr. 6 „Solarpark Borsfleth“ durch die **Gemeindevertretung** sowie die Internetadresse der Gemeinde und Stelle, bei denen der Plan, die Begründung und die zusammenfassende Erklärung auf Dauer während der Öffnungszeiten für den Publikumsverkehr von allen Interessierten eingesehen werden kann und über den Inhalt Auskunft zu erhalten ist, sind vom bis zum durch Aushang an den Bekanntmachungstafeln ortsüblich bekannt gemacht worden. In der Bekanntmachung ist auf die Möglichkeit, eine Verletzung von Verfahrens- und Formvorschriften und von Mängeln der Abwägung einschließlich der sich ergebenden Rechtsfolgen (§ 215 Abs. 2 BauGB) sowie auf die Möglichkeit, Entschädigungsansprüche geltend zu machen und das Erlöschen dieser Ansprüche (§ 44 BauGB) hingewiesen worden. Auf die Rechtswirkungen des § 4 Abs. 3 GO wurde ebenfalls hingewiesen. Die Satzung ist mithin am in Kraft getreten.

Borsfleth, den

II. Textliche Festsetzungen (Teil B)

Für die Ausführung dieses Bebauungsplans gelten nachstehende textliche Festsetzungen:

- Sonstiges Sondergebiet „SO Solarpark“** § 9 (1) 1 BauGB u. § 11 (2) BauNVO

Das als SO Solarpark festgesetzte Sonstige Sondergebiet dient der Errichtung einer großflächigen Photovoltaikanlage. Zulässig sind bauliche Anlagen zur Erzeugung von Elektrizität aus Sonnenenergie. Zulässig sind sämtliche erforderlichen technischen Anlagen und Nebenanlagen. Insbesondere sind das die Solar-modultische, Transformatorenegebäude und eine innere Umzäunung, ggf. auch Unterstände für Schafe.
- Begrenzte Nutzungsdauer** § 9 (2) Nr. 1 BauGB

Die Nutzung als Sonstiges Sondergebiet „SO Solarpark“ ist auf einen Zeitraum von 30 Jahren ab der ersten Teil-Inbetriebnahme begrenzt. Nach Ablauf dieses Zeitraumes erlischt die Zulässigkeit dieser Nutzung und stattdessen wird die ursprüngliche Nutzungsart „Flächen für die Landwirtschaft“ gem. § 9 (1) 18 a BauGB erneut wirksam und der Bebauungsplan gilt danach als aufgehoben.
- Vorhabenbezogene Festsetzungen** § 12 (3a) i.V.m. § 9 (2) BauGB

Für den Bereich dieses vorhabenbezogenen Bebauungsplanes sind im Rahmen der festgesetzten Nutzungen nur solche Vorhaben zulässig, zu deren Durchführung sich der Vorhabenträger im Durchführungsvertrag verpflichtet. Änderungen des Durchführungsvertrages sind zulässig.
- Höhe baulicher Anlagen** § 18 BauNVO

(1) Die bauliche Höhe von Solarmodultischen ist auf max. 2,5 m und für Nebenanlagen, z.B. für Schafunterstände und Transformatorenegebäude, auf max. 3,0 m begrenzt.

(2) Für die Umzäunung ist eine Höhe von max. 2,1 m zulässig. Zwischen Zaununterkante und der Bodenoberfläche muss ein Abstand von mindestens 15 cm eingehalten werden.

(3) Als Bezugsebene für die zulässige Bauhöhe der Solar-modultische und sämtlicher Nebenanlagen sowie der Zäune gilt die Geländeoberfläche am jeweiligen Standort.
- Maß der baulichen Nutzung** § 16, 19, 23 BauNVO

(1) Die Errichtung von Gebäuden, Solarmodultischen oder anderen Nebenanlagen, unter Ausnahme der Zäune, ist ausschließlich innerhalb der durch Baugrenzen definierten überbaubaren Grundstücksfläche zulässig.

(2) Die festgesetzte Grundfläche von GR 39.000 stellt die maximal zulässige Überdeckung durch Solar-Modultische sowie Nebenanlagen wie z.B. Schafunterstände und Trafostationen dar. Das Maß der zulässigen Bodenversiegelung beträgt jedoch nur 2 % der zulässigen Überdeckung (s. textl. Festsetzung 6.4).

(3) Der Solarpark Borsfleth soll im Osten unmittelbar an den geplanten Solarpark Kreppe grenzen. In diesem Fall ist auch eine durchgehende bauliche Nutzung und die Überbauung der östlichen Baugrenze zulässig. Ebenso entfällt die festgesetzte Fläche zum anpflanzen von Sträuchern an der Ostgrenze des Sondergebietes SO Solarpark.
- Grünordnung** § 9 (1) 15, 20, 25 und § 9 (1a) BauGB
 - Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft**

(1) Die Flächen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft an der Großen Wettern und an der Schmerländer Wettern sind als Blühwiese anzuhäufen und als artenreiches extensives Grünland dauerhaft zu unterhalten.

(2) Die Freiflächen, auch zwischen und unter den Solarmodultischen, sind als extensives Grünland, und zwar als Mähwiese oder Schatsweide, mit Grassaaten anzuhäufen und dauerhaft zu unterhalten. Der Einsatz von Saugmähern ist dabei unzulässig.

(3) Als Mäh- oder Blühwiesen sind die Flächen regelmäßig zu mähen, mit dem ersten Schnitt nach dem 20. Juni. Das Mahdgut ist zu entfernen. Pflegeumbrüche, Nachsaat, Walzen, Schleppen und der Einsatz von Pflanzenschutz- und Düngemitteln, einschließlich Klärschlamm und Gärsubstraten aus Biogasanlagen, sind nicht zulässig.
 - Anpflanzung von Sträuchern** § 9 (1) 25 a BauGB

(1) Die Flächen zum Anpflanzen von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen sind mit standortgerechten, heimischen Laubgehölzen entsprechend der nachfolgenden Pflanzliste für Sträucher zu bepflanzen, dauerhaft zu erhalten und zu pflegen. Bei Verlust ist Ersatz an gleicher Stelle zu pflanzen. Die Bepflanzung ist 2-reihig bis 3-reihig mit einem Pflanzabstand von 1 m vorzunehmen. Sofern einzelne Gehölze nicht anwachsen, sind diese „gleichartig“ zu ersetzen.
 - Liste der standorttypischen Sträucher:**

- Echte Brombeere	Rubus fruticosus
- Faulbaum	Rhamnus frangula
- Gemeiner Weißdorn	Crataegus monogyna
- Gewöhnlicher Schneeball	Viburnum opulus
- Hasel	Corylus avellana
- Hundsrose	Rosa canina
- Purpur-Weide	Salix purpurea
- Ohrweide	Salix aurita
- Salweide	Salix caprea
- Korb-Weide	Salix viminalis
- Asch-Weide	Salix cinerea
- Pfaffenhütchen	Euonymus europaeus
- Roter Hartriegel	Cornus sanguinea
- Schlehe	Prunus spinosa
- Schwarzer Holunder	Sambucus nigra
 - Maximale Bodenversiegelung** (§ 9 (1) 20 BauGB)

Der Anteil der zulässigen vollständigen Bodenversiegelung im Sonstigen Sondergebiet (SO) durch Nebenanlagen und Verkehrsflächen beträgt maximal 2 % von der mit GR 39.000 festgesetzten Grundfläche, also maximal 780 m².

III. Hinweise

- Trafostationen mit wassergefährdenden Stoffen**

Bei der Bauantragstellung ist zu berücksichtigen, dass Trafostationen mit Ölaufangwannen nicht ins Erdreich eingebaut werden sollten. Andernfalls unterliegen sie der wiederkehrenden Prüfpflicht nach der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe (VAWS).
- Artenschutz und Baueitenregelung**

Sowohl innerhalb der Geltungsbereiche dieses Bebauungsplanes als auch in den angrenzenden Feldern können Wiesenvögel unterschiedlicher Arten brüten, wie z.B. Feldlerchen. Gemäß § 44 (1) BNatSchG ist es u. a. verboten, wild lebende Tiere der streng geschützten Arten und der europäischen Vogelarten während der Fortpflanzungs-, Aufzucht- und Mauserzeiten, erheblich zu stören (Zugriffsverbote). Um eine Störung der Vögel zu vermeiden, sind Bauverfahren und Bautätigkeiten innerhalb der Vogelbrutzeit in der Zeit vom 1. März bis einschließlich 31. Juli nur zulässig, wenn mit geeigneten Methoden nachgewiesen wird, dass sich zum Zeitpunkt des Baubeginns keine artenschutzrechtlich relevanten Arten im Baufeld aufhalten.
- Archäologische Bodenfunde** (§ 15 DSchG)

Wer Kulturdenkmale entdeckt oder findet, hat dies unverzüglich unmittelbar über die Gemeinde der oberen Denkmal-schutzbehörde mitzuteilen. Die Verpflichtung besteht ferner für die Eigentümerin oder den Eigentümer und die Besitzerin oder den Besitzer des Grundstücks oder des Gewässers, auf oder in dem der Fundort liegt, und für die Leiterin oder den Leiter der Arbeiten, die zur Entdeckung oder zu dem Fund geführt haben. Die Mitteilung einer oder eines der Verpflichteten befreit die übrigen. Die nach Satz 2 Verpflichteten haben das Kulturdenkmal und die Fundstätte in unverändertem Zustand zu erhalten, soweit es ohne erhebliche Nachteile oder Aufwendungen von Kosten geschehen kann. Diese Verpflichtung erlischt spätestens nach Ablauf von vier Wochen seit der Mitteilung. Archäologische Kulturdenkmale sind nicht nur Funde, sondern auch dingliche Zeugnisse wie Veränderungen und Verfärbungen in der natürlichen Bodenbeschaffenheit.

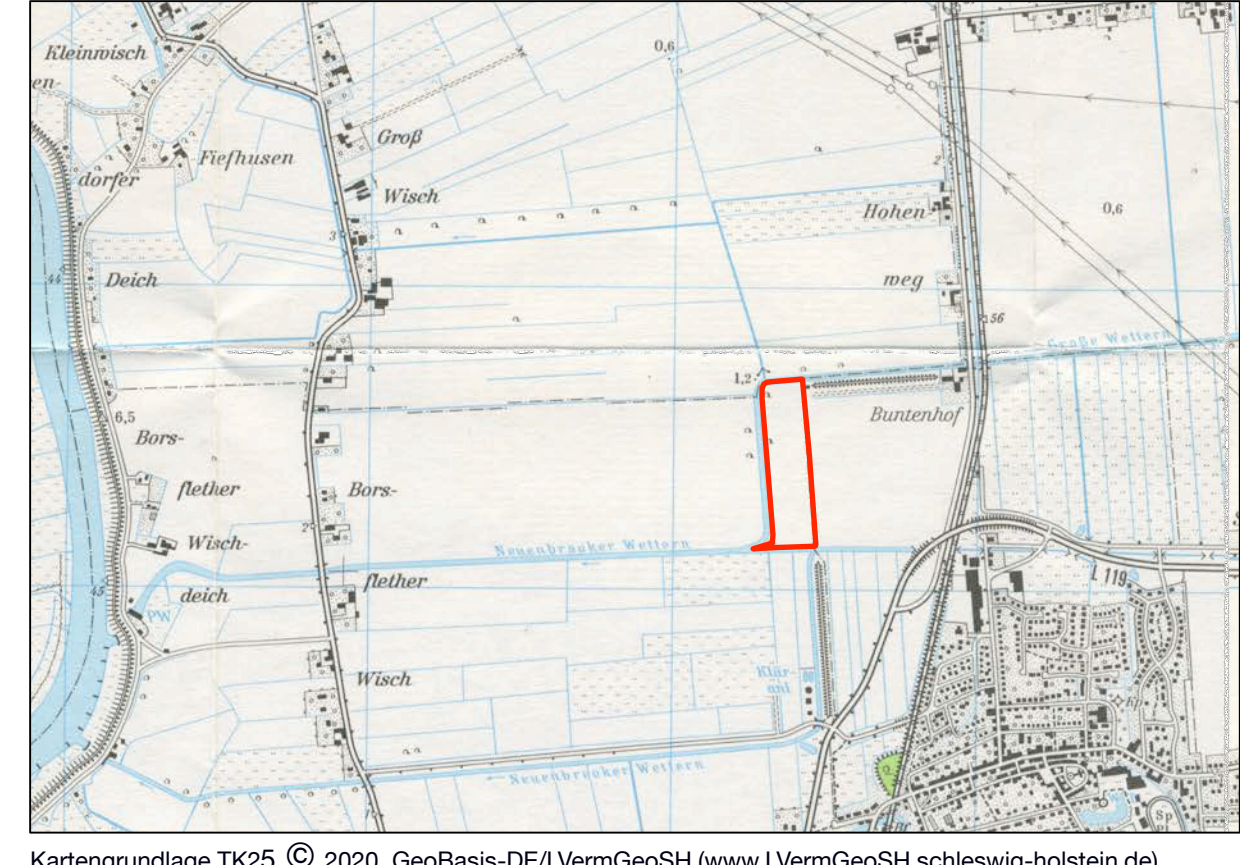
Planverfasser:

Planungsbüro Diark Brockmüller
Städteplaner, Architekt Hamburg
www.brockplan.de

Hamburg, den (Dipl.-Ing. Diark Brockmüller)

Übersichtsplan

M 1 : 50.000

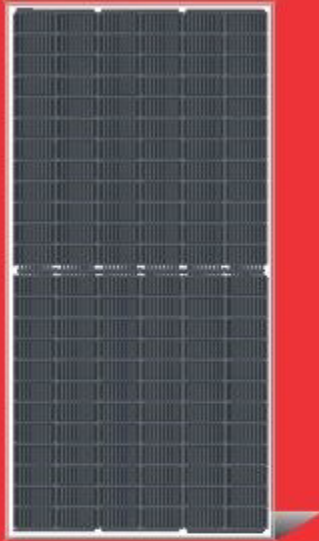


Gemeinde Borsfleth
Amt Horst - Herzhorn
Kreis Steinburg

Vorhabenbezogener
Bebauungsplan Nr. 6
"Solarpark Borsfleth"

Vorentwurf

15.12.2020



LR4-72HBD 425~455M



**High Efficiency
Low LID Bifacial PERC with
Half-cut Technology**

*Both 6BB & 9BB are available

10-year Warranty for Materials and Processing;
30-year Warranty for Extra Linear Power Output



Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC61730, UL61730
ISO 9001:2008: ISO Quality Management System
ISO 14001: 2004: ISO Environment Management System
T562941: Guideline for module design qualification and type approval
OHSAS 18001: 2007 Occupational Health and Safety



* Specifications subject to technical changes and tests. LONGi Solar reserves the right of interpretation.

Front side performance equivalent to conventional low LID mono PERC:

- High module conversion efficiency (up to 20.9%)
- Better energy yield with excellent low irradiance performance and temperature coefficient
- First year power degradation <2%

Bifacial technology enables additional energy harvesting from rear side (up to 25%)

Glass/glass lamination ensures 30 year product lifetime, with annual power degradation < 0.45%, 1500V compatible to reduce BOS cost

Solid PID resistance ensured by solar cell process optimization and careful module BOM selection

Reduced resistive loss with lower operating current

Higher energy yield with lower operating temperature

Reduced hot spot risk with optimized electrical design and lower operating current

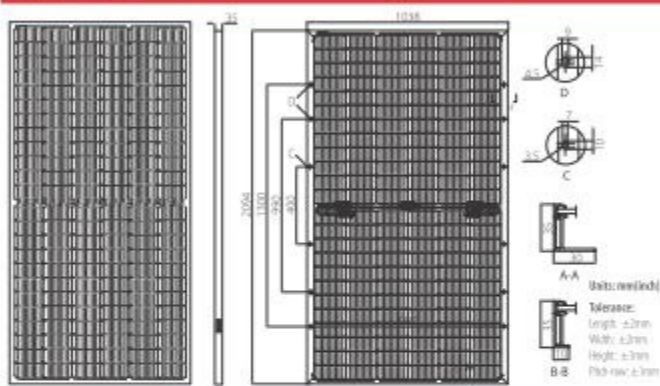
LONGi

Room B01, Tower 3, Lujiazui Financial Plaza, No.826 Century Avenue, Pudong Shanghai, 200120, China
Tel: +86-21-80162606 · E-mail: module@longi-silicon.com · Facebook: www.facebook.com/LONGi Solar

Note: Due to continuous technical innovation, R&D and improvement, technical data above mentioned may be of modification accordingly. LONGi have the sole right to make such modification at anytime without further notice; Demanding party shall request for the latest datasheet for such as contract need, and make it a consisting and binding part of lawful documentation duly signed by both parties.

LR4-72HBD 425~455M

Design (mm)



Mechanical Parameters

Cell Orientation: 144 (6x24)
 Junction Box: IP68, three diodes
 Output Cable: 4mm², 300mm in length,
 length can be customized
 Glass: Dual glass
 2.0mm coated tempered glass
 Frame: Anodized aluminum alloy frame
 Weight: 27.5kg
 Dimension: 2094x1038x35mm
 Packaging: 30pcs per pallet
 150pcs per 20'GP
 660pcs per 40'HC

Operating Parameters

Operational Temperature: -40°C ~ +85°C
 Power Output Tolerance: 0 ~ +5 W
 Voc and Isc Tolerance: ±3%
 Maximum System Voltage: DC1500V (IEC/UL)
 Maximum Series Fuse Rating: 25A
 Nominal Operating Cell Temperature: 45±2°C
 Safety Class: Class II
 Fire Rating: UL type 3
 Bifaciality: Glazing>70%

Electrical Characteristics

Test uncertainty for Pmax: ±3%

Model Number	LR4-72HBD-425M		LR4-72HBD-430M		LR4-72HBD-435M		LR4-72HBD-440M		LR4-72HBD-445M		LR4-72HBD-450M		LR4-72HBD-455M	
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax/W)	425	316.0	430	319.7	435	323.5	440	327.2	445	330.9	450	334.6	455	338.3
Open Circuit Voltage (Voc/V)	48.7	45.4	48.9	45.6	49.1	45.7	49.2	45.8	49.4	46.0	49.6	46.2	49.8	46.4
Short Circuit Current (Isc/A)	11.22	9.08	11.30	9.14	11.36	9.20	11.45	9.27	11.52	9.32	11.58	9.38	11.65	9.43
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	40.4	37.5	40.6	37.7	40.8	37.9	41.0	38.1	41.2	38.3	41.4	38.4	41.6	38.6
Current at Maximum Power (Imp/A)	10.52	8.42	10.60	8.49	10.66	8.54	10.73	8.60	10.80	8.65	10.87	8.70	10.93	8.76
Module Efficiency(%)	19.6		19.8		20.0		20.2		20.5		20.7		20.9	

STC (Standard Testing Conditions): Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Spectra at AM1.5

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature): Irradiance 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Spectra at AM1.5, Wind at 1m/s

Electrical characteristics with different rear side power gain (reference to 445W front)

Pmax /W	Voc/V	Isc /A	Vmp/V	Imp /A	Pmax gain
467	49.4	12.09	41.2	11.34	5%
490	49.4	12.67	41.2	11.88	10%
512	49.5	13.24	41.3	12.42	15%
534	49.5	13.82	41.3	12.96	20%
556	49.5	14.40	41.3	13.50	25%

Temperature Ratings (STC)

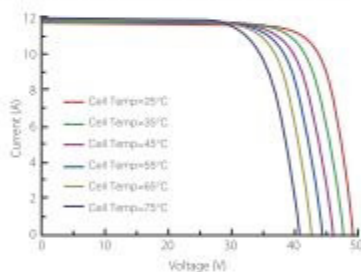
Temperature Coefficient of Isc	+0.050%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.284%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.350%/°C

Mechanical Loading

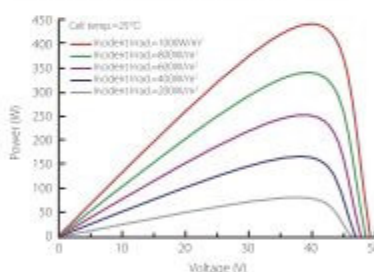
Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

I-V Curve

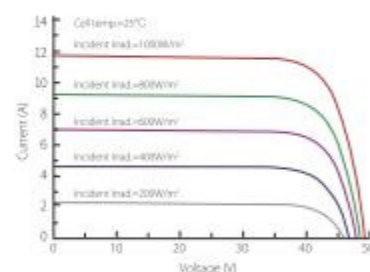
Current-Voltage Curve (LR4-72HBD-440M)



Power-Voltage Curve (LR4-72HBD-440M)



Current-Voltage Curve (LR4-72HBD-440M)



LONGI

Room B01, Tower 3, Lujiazui Financial Plaza, No.826 Century Avenue, Pudong Shanghai, 200120, China
 Tel: +86-21-80162606 E-mail: module@longi-silicon.com Facebook: www.facebook.com/LONGI Solar

Note: Due to continuous technical innovation, R&D and improvement, technical data above mentioned may be of modification accordingly. LONGI have the sole right to make such modification at anytime without further notice; Demanding party shall request for the latest datasheet for such as contract need, and make it a consisting and binding part of lawful documentation duly signed by both parties.

20200220-Draft

Site Configuration: Krempe



Created **Feb. 17, 2021 1:41 p.m.**
 Updated **Feb. 17, 2021 2:38 p.m.**
 DNI **varies** and peaks at **1,000.0 W/m²**
 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: 49873.1215

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 Ost	18.0	180.0	186	16,461	-
PV Feld West	18.0	180.0	0	18,013	-

Component Data

PV Array(s)

Name: PV Feld Ost

Axis tracking: Fixed (no rotation)

Tilt: 18.0 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: 121,264 sq-m

Vertex	Latitude	Longitude	Ground elevation	Height above ground	Total elevation
	deg	deg	m	m	m
1	53.848252	9.489089	-1.20	1.50	0.30
2	53.848404	9.492394	-1.03	1.50	0.47
3	53.842732	9.493231	-0.29	1.50	1.21
4	53.843011	9.492029	-0.46	1.50	1.04
5	53.843656	9.491858	-0.80	1.50	0.70
6	53.843834	9.489626	-1.12	1.50	0.38



Name: PV Feld West
Axis tracking: Fixed (no rotation)
Tilt: 18.0 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: 305,742 sq-m






Vertex	Latitude	Longitude	Ground elevation	Height above ground	Total elevation
	deg	deg	m	m	m
1	53.847480	9.475807	0.63	1.50	2.13
2	53.847821	9.483961	-0.96	1.50	0.54
3	53.846720	9.484047	0.50	1.50	2.00
4	53.846783	9.485828	0.67	1.50	2.17
5	53.843467	9.484884	-0.09	1.50	1.41
6	53.843353	9.484133	0.23	1.50	1.73
7	53.842909	9.483425	0.21	1.50	1.71
8	53.843011	9.476301	-0.07	1.50	1.43

Discrete Observation Receptors

Number	Latitude	Longitude	Ground elevation	Height above ground	Total Elevation
	deg	deg	m	m	m
OP 1	53.843758	9.485635	2.08	2.00	4.08
OP 2	53.846707	9.486600	1.09	2.00	3.09
OP 3	53.845201	9.485806	2.11	2.00	4.11
OP 4	53.843251	9.490077	1.93	2.00	3.93
OP 5	53.841150	9.482395	1.89	2.00	3.89
OP 6	53.847530	9.485141	2.31	2.00	4.31

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 Ost	18.0	180.0	186	16,461	-	
PV Feld West	18.0	180.0	0	18,013	-	

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 Ost potential temporary after-image

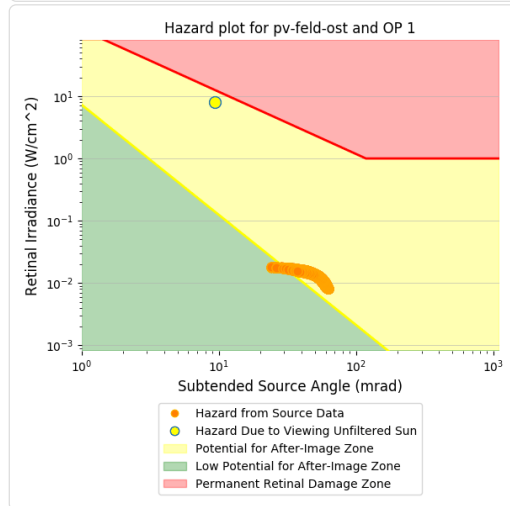
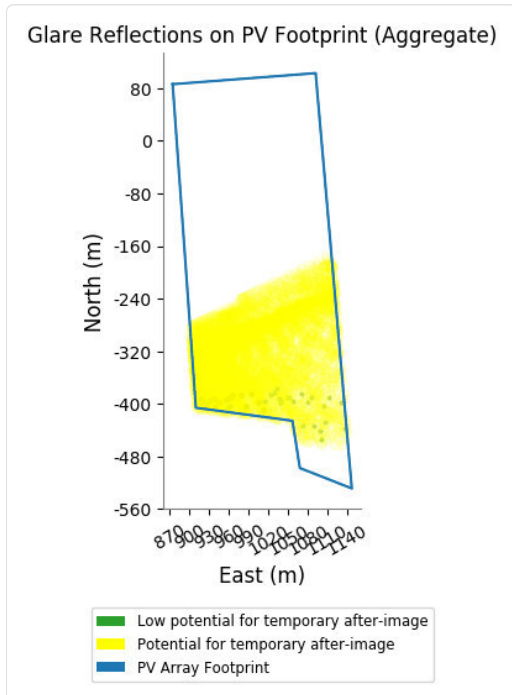
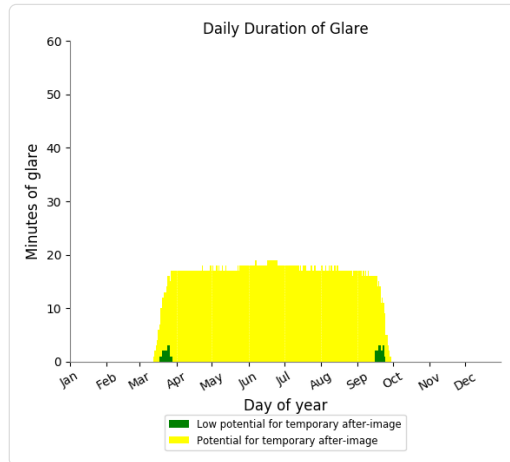
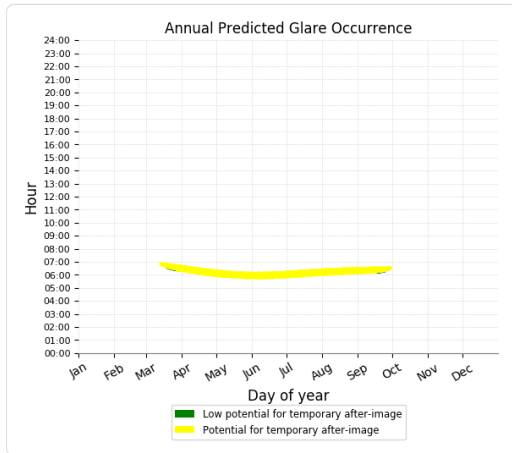


Component	Green glare (min)	Yellow glare (min)
OP: OP 1	40	3233
OP: OP 2	34	3322
OP: OP 3	40	3369
OP: OP 4	32	4104
OP: OP 5	0	589
OP: OP 6	40	1844

PV Feld Ost - OP Receptor (OP 1)

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

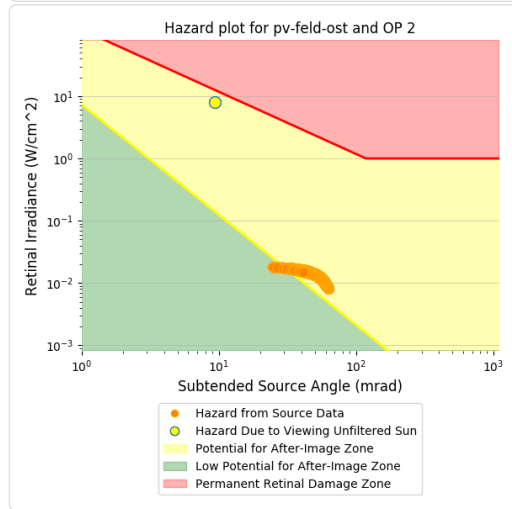
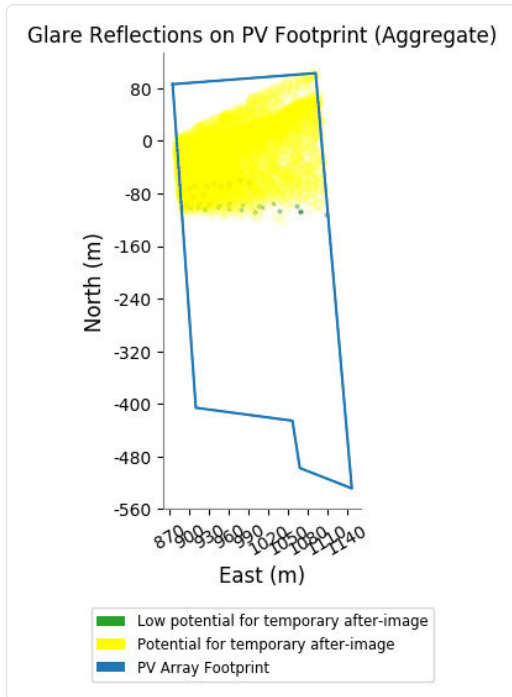
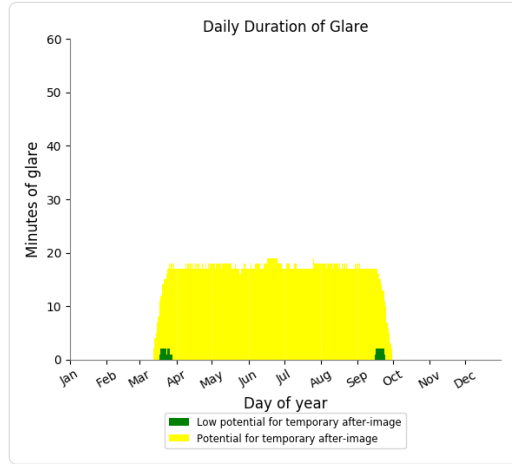
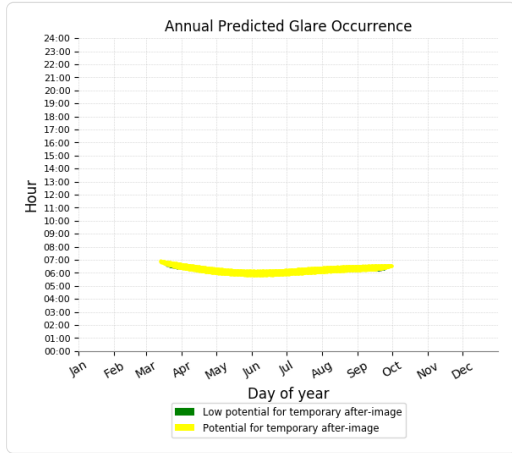
- 40 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 3,233 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



PV Feld Ost - OP Receptor (OP 2)

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

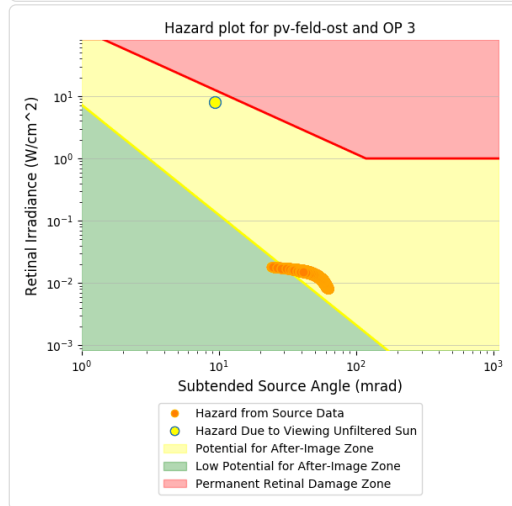
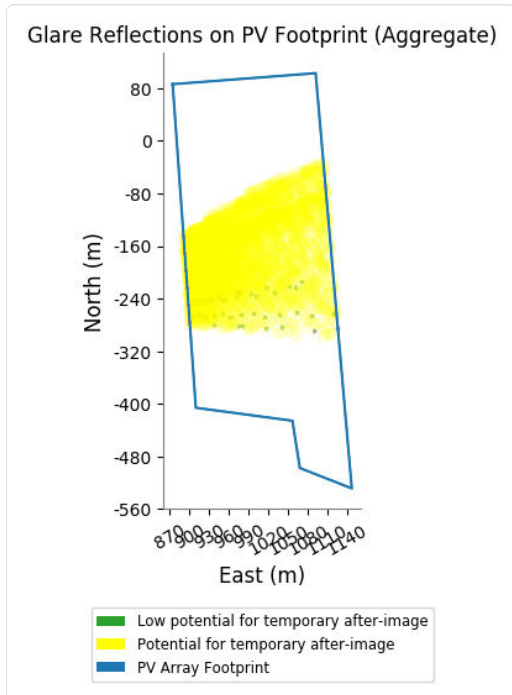
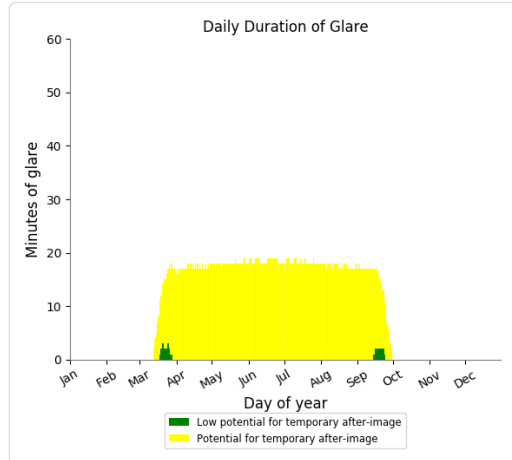
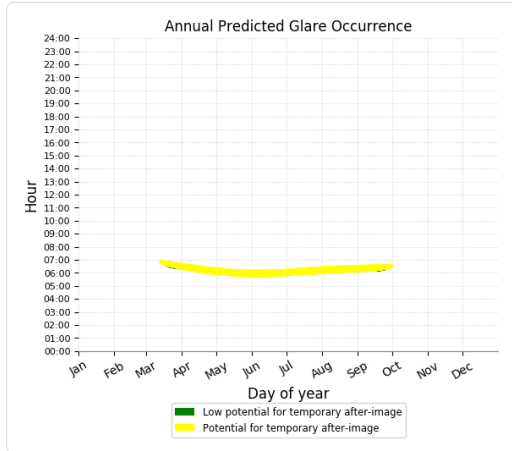
- 34 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 3,322 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



PV Feld Ost - OP Receptor (OP 3)

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

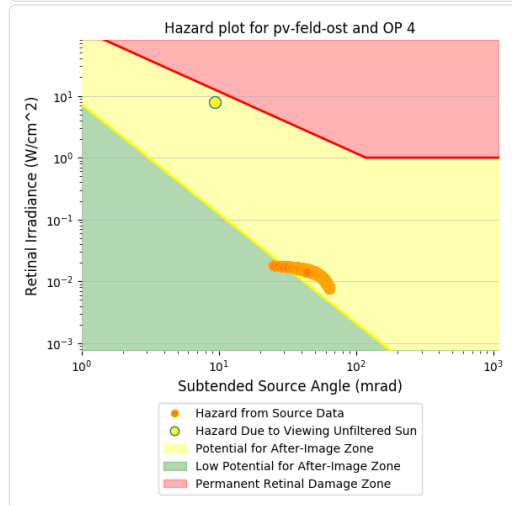
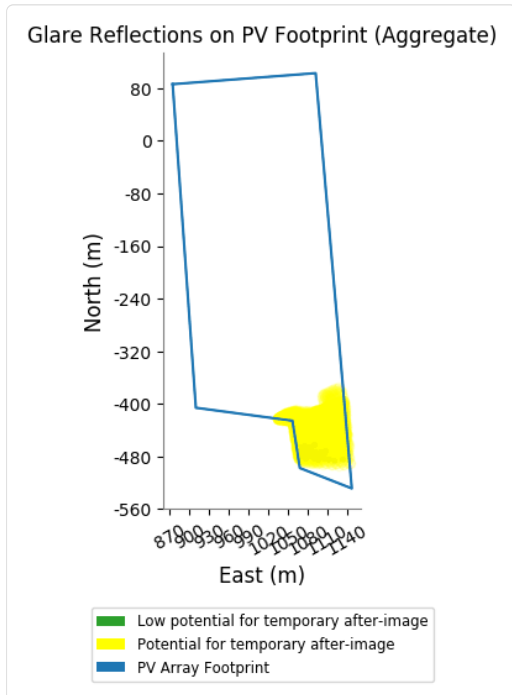
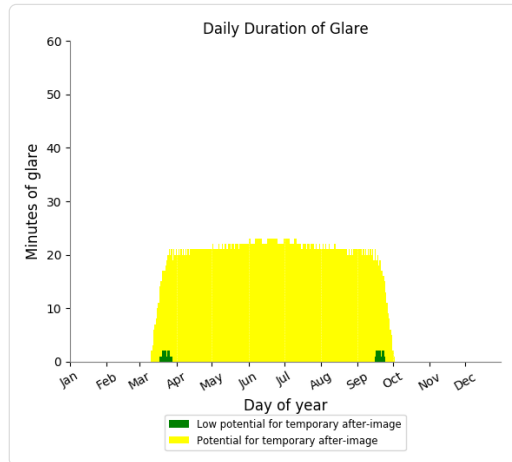
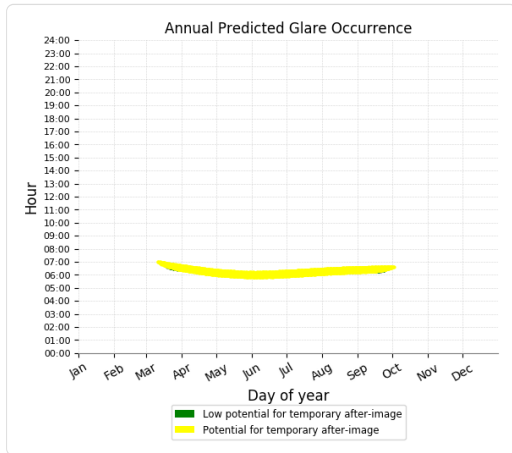
- 40 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 3,369 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



PV Feld Ost - OP Receptor (OP 4)

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

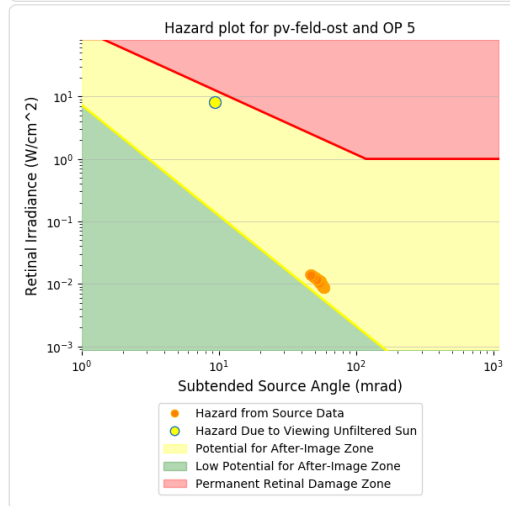
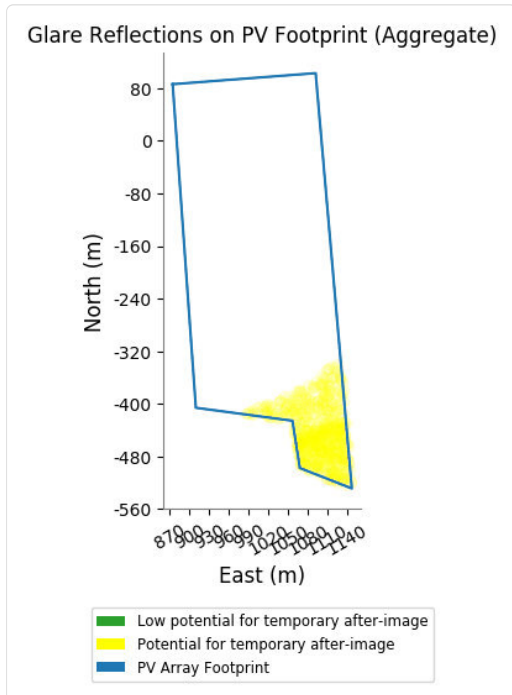
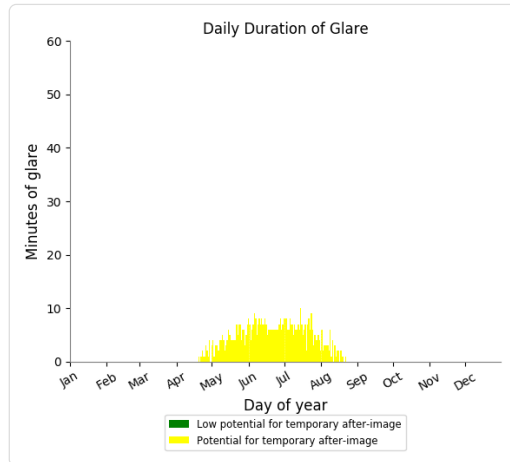
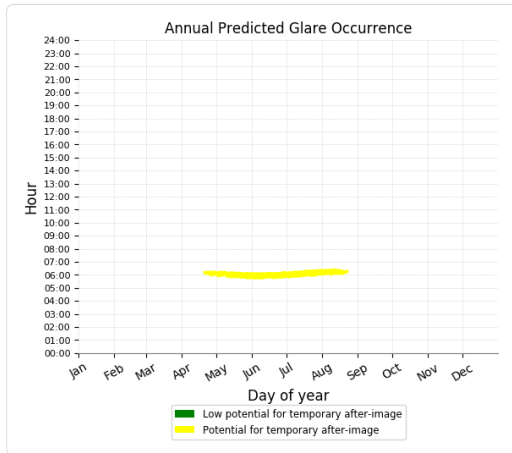
- 32 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 4,104 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



PV Feld Ost - OP Receptor (OP 5)

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

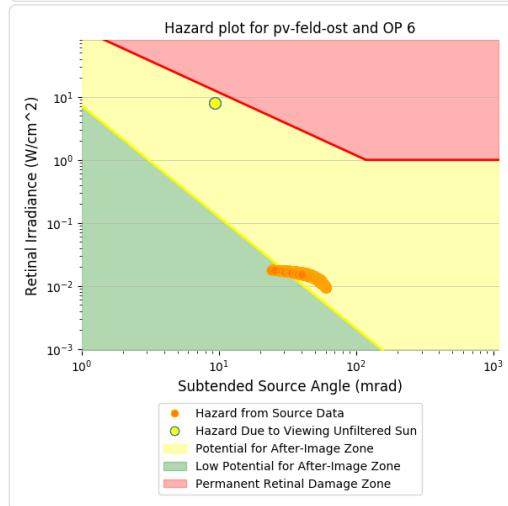
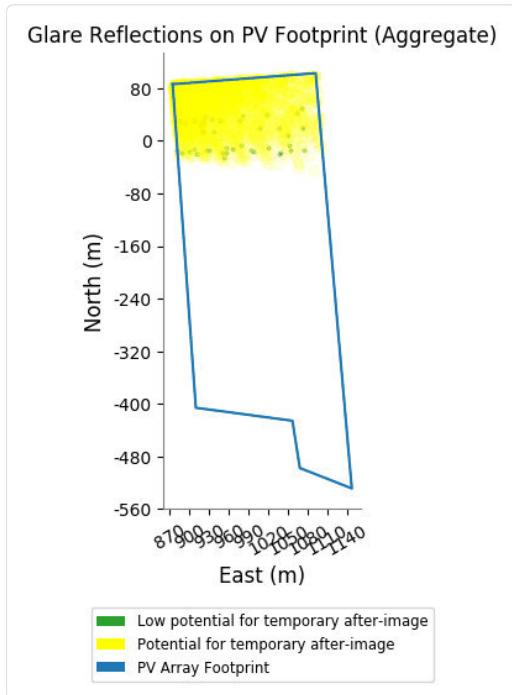
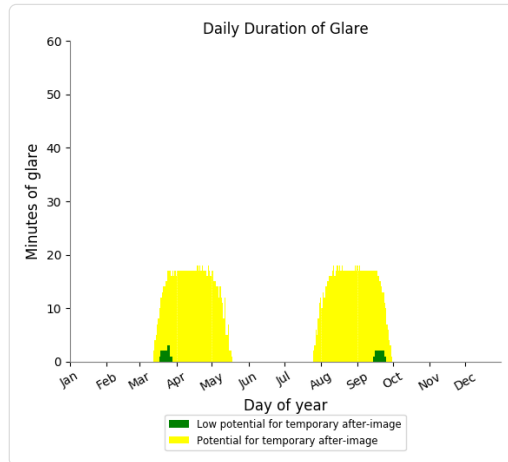
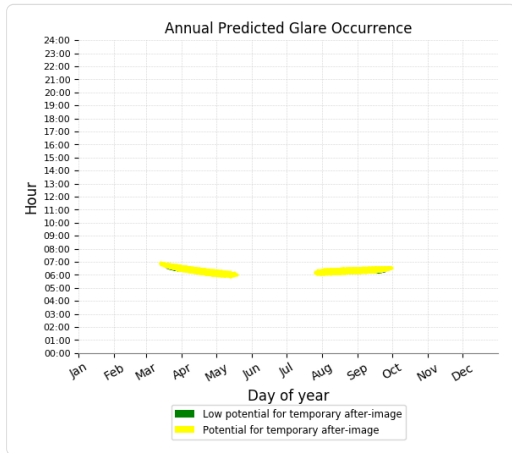
- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 589 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



PV Feld Ost - OP Receptor (OP 6)

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

- 40 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 1,844 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



PV Feld West potential temporary after-image

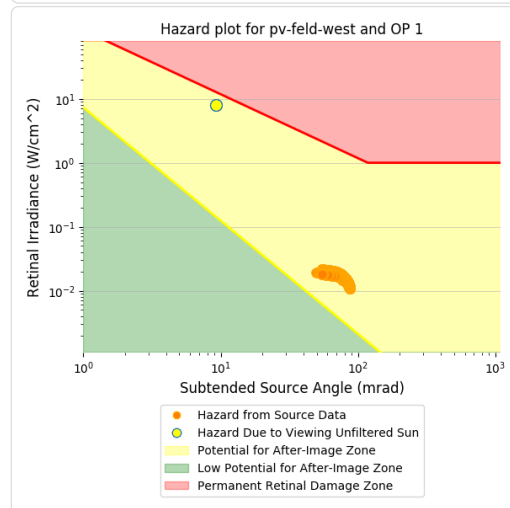
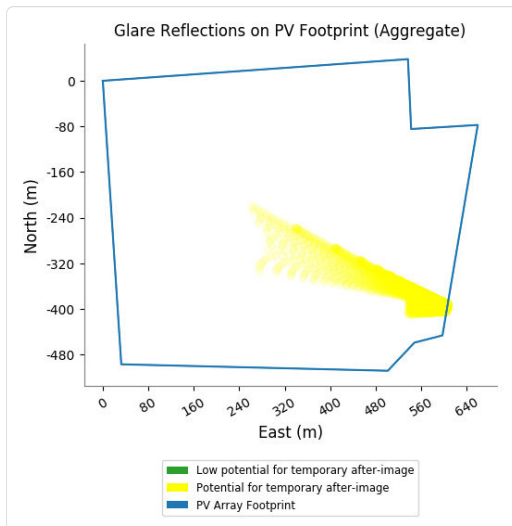
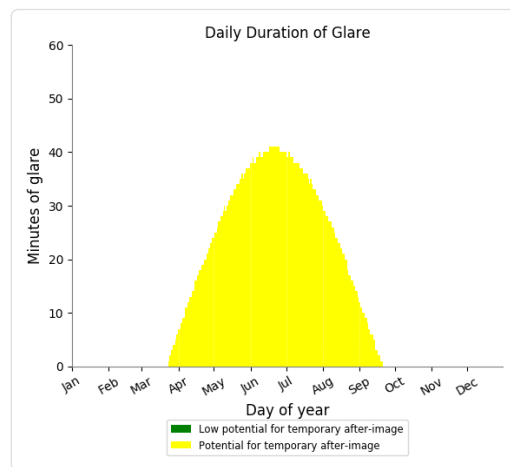
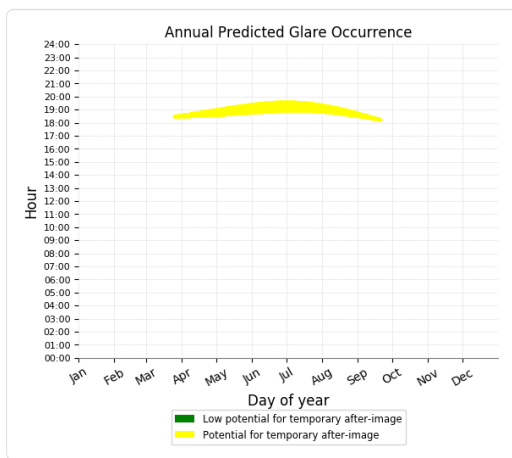


Component	Green glare (min)	Yellow glare (min)
OP: OP 1	0	4583
OP: OP 2	0	3340
OP: OP 3	0	4583
OP: OP 4	0	3002
OP: OP 5	0	8
OP: OP 6	0	2497

PV Feld West - OP Receptor (OP 1)

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

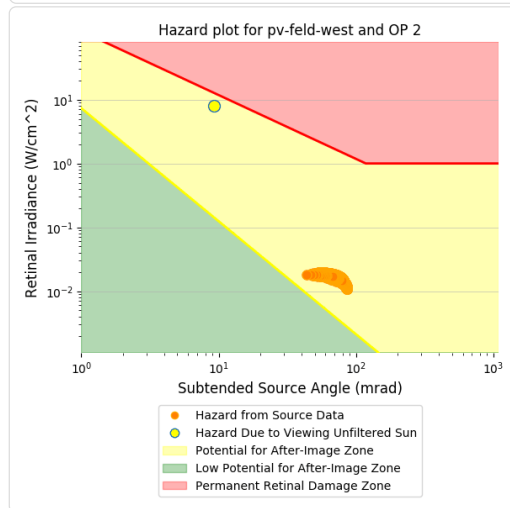
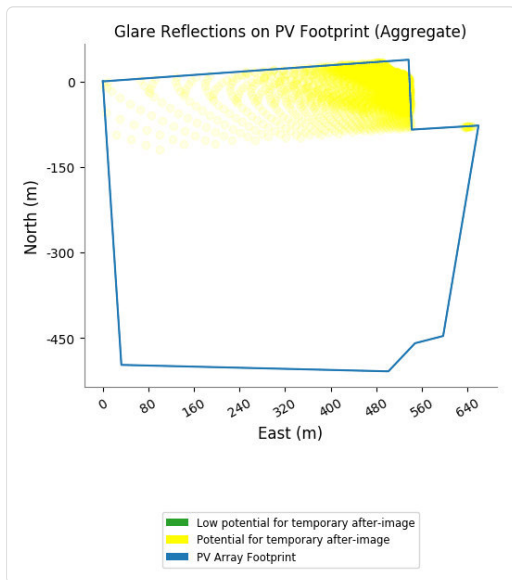
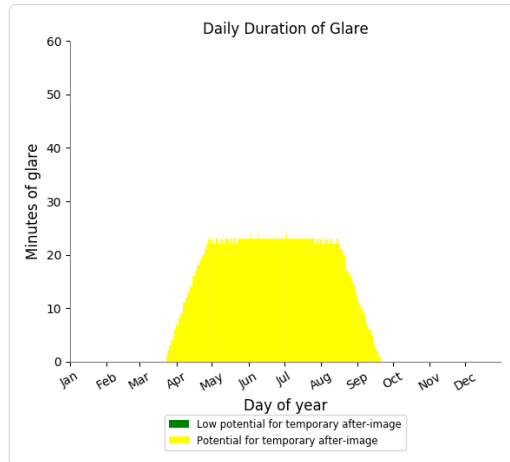
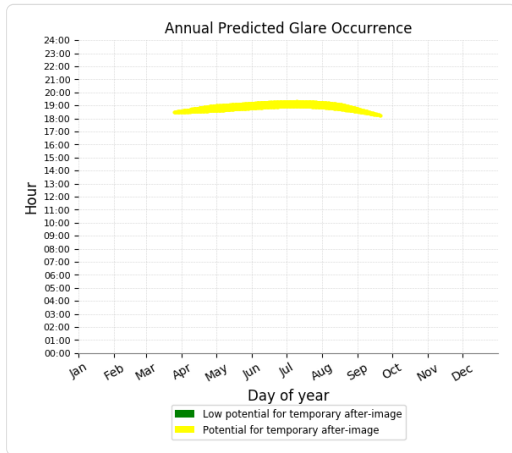
- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 4,583 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



PV Feld West - OP Receptor (OP 2)

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

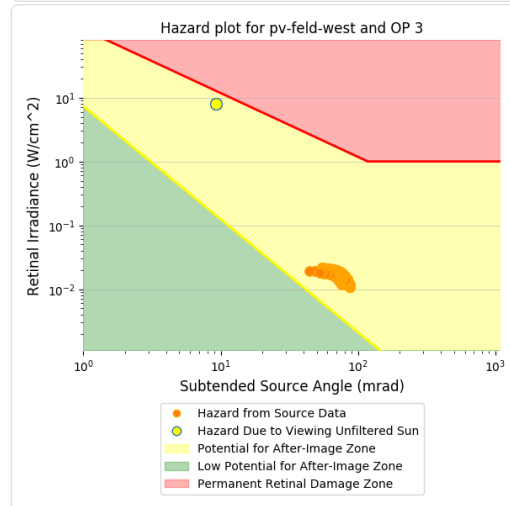
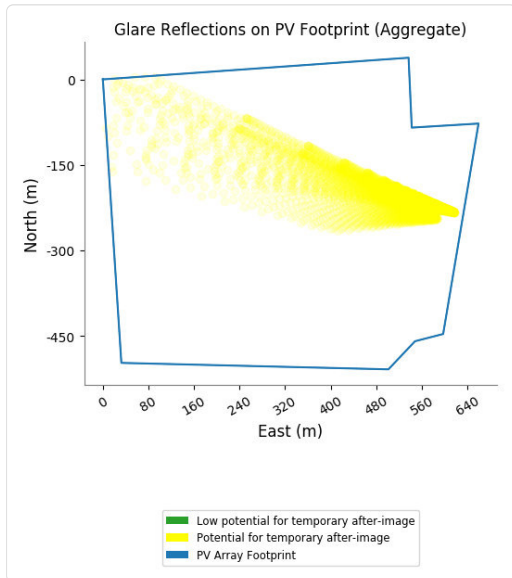
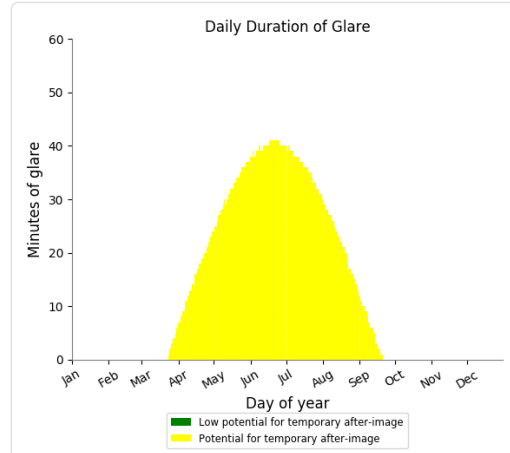
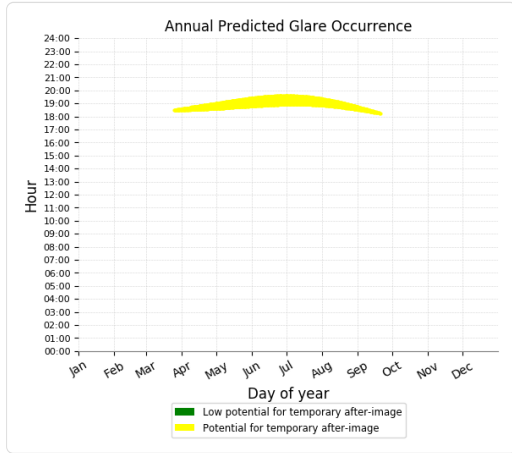
- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 3,340 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



PV Feld West - OP Receptor (OP 3)

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

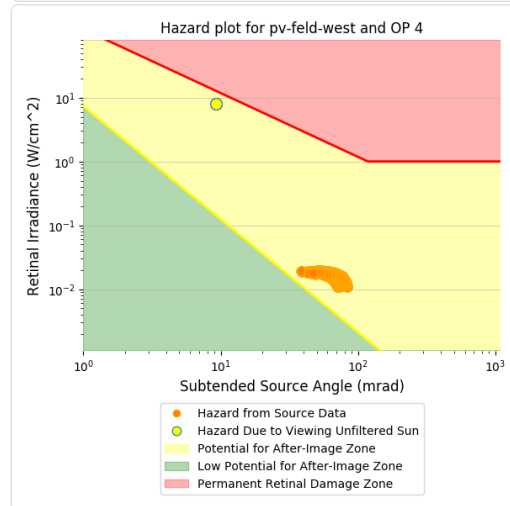
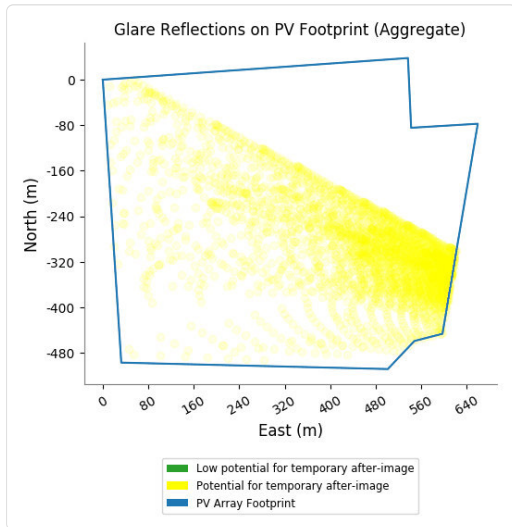
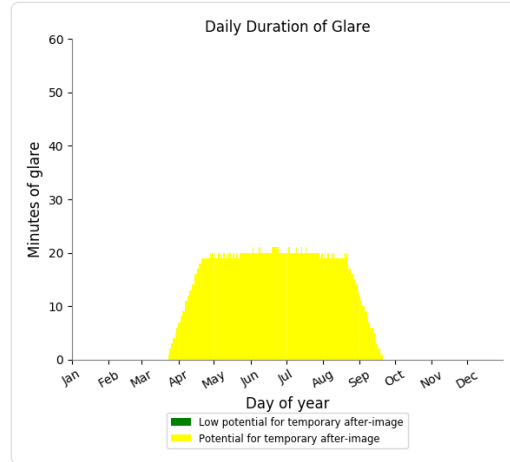
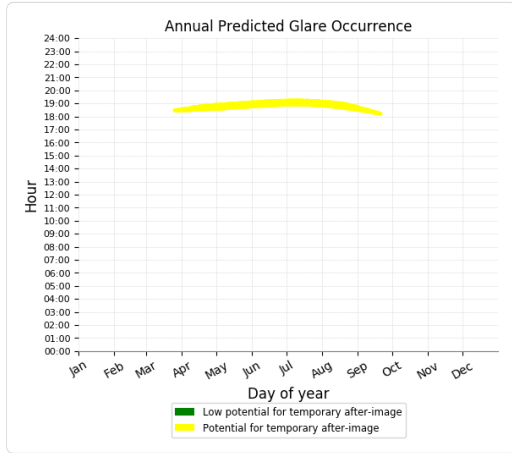
- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 4,583 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



PV Feld West - OP Receptor (OP 4)

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

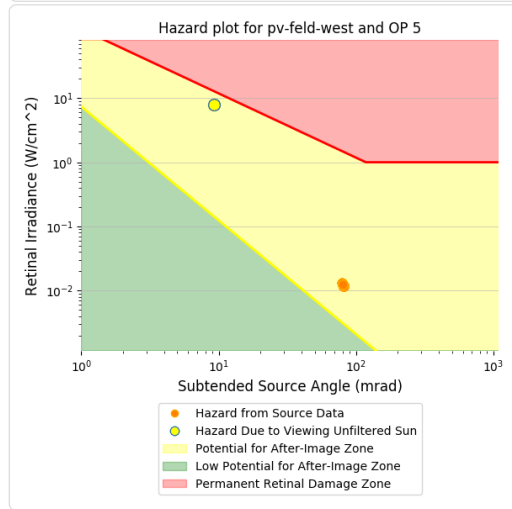
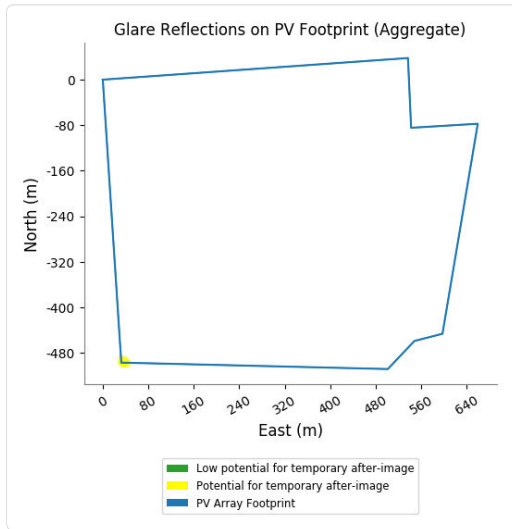
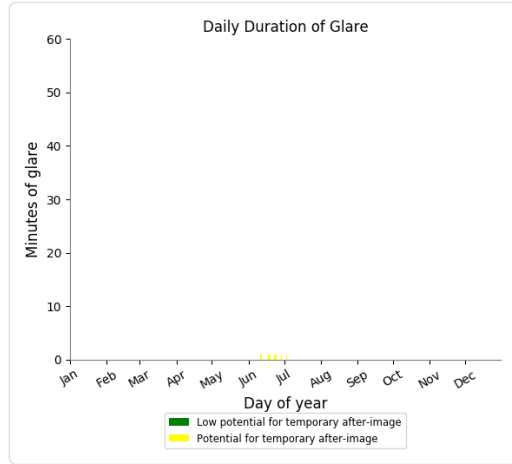
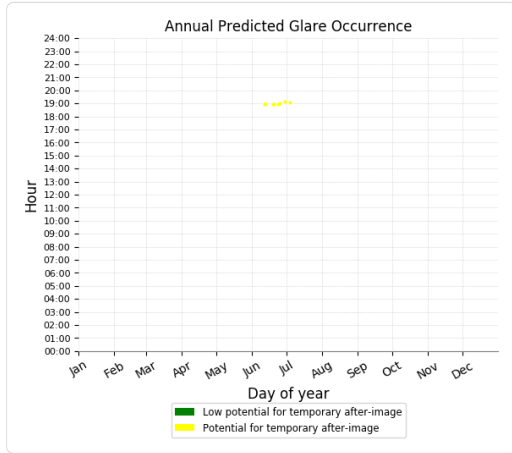
- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 3,002 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



PV Feld West - OP Receptor (OP 5)

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

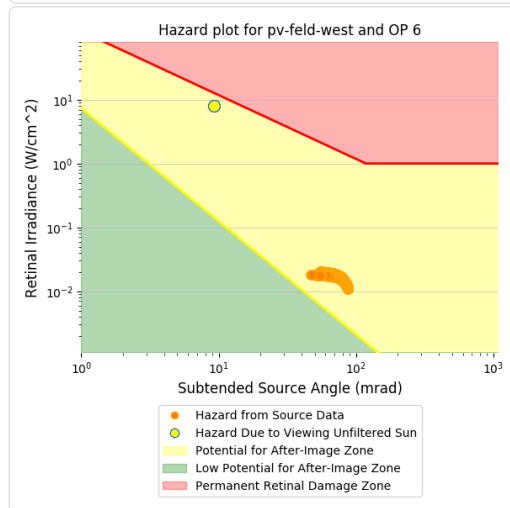
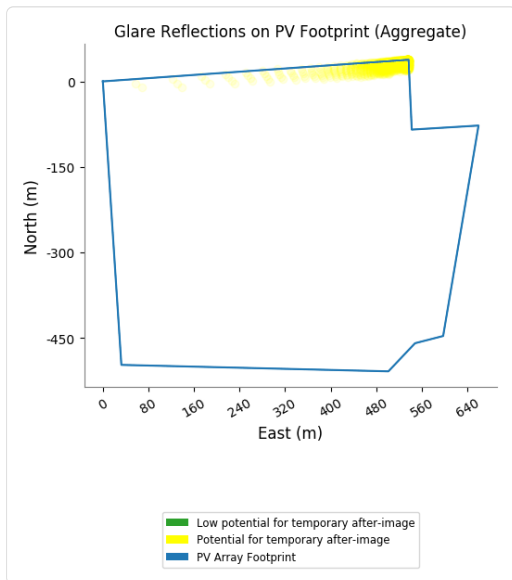
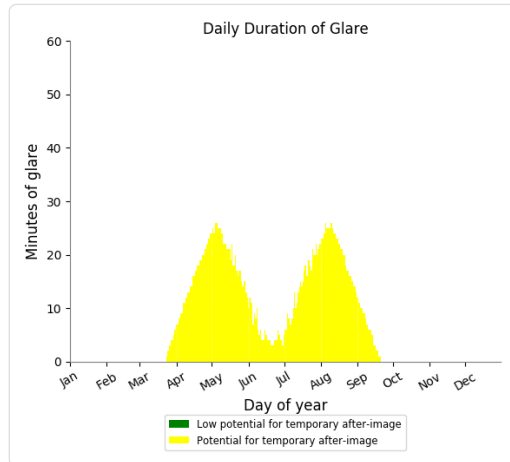
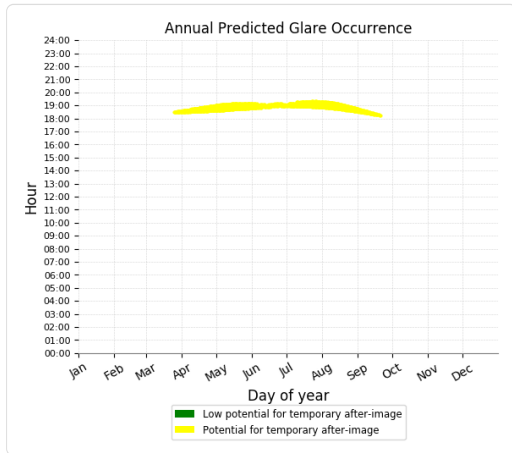
- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 8 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



PV Feld West - 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.
- 2,497 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



Assumptions

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

	Corneal Irradiance	DNI (W/m²)	Ocular Hazard #	Reflectivity y	Retinal Irradiance	Subtended Glare	Sun Azimuth	Sun Altitude	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	u	Tag	Anzahl			Zeitraum Start	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	Messpunkt 1	
																Tag	Minuten	Anfang	Ende	07.05.2021	05.08.2021	34	2146	18:39	19:28		
2021-03-24 18:29:00	0,014356	549,5712	2	0,566934	0,017672	0,058192	270,3	0,8	-1	0,005	0,014	1	-0,012	0,008	4. Mai	1	18:38	18:38									
2021-03-25 18:29:00	0,014532	553,3589	2	0,56494	0,017731	0,058909	270,7	1	-1	0,012	0,017	1	-0,02	0,006	5. Mai	2	18:38	18:39									
2021-03-25 18:30:00	0,013983	551,081	2	0,577098	0,018038	0,054337	270,9	0,8	-1	0,016	0,014	1	-0,021	0,002	6. Mai	3	18:39	18:41									
2021-03-26 18:29:00	0,014979	557,0909	2	0,551105	0,017413	0,062777	271	1,3	-1	0,017	0,023	1	-0,027	0,009	7. Mai	5	18:39	18:43									
2021-03-26 18:30:00	0,01464	554,8322	2	0,562964	0,017716	0,059577	271,2	1,2	-1	0,02	0,02	1	-0,028	0,004	8. Mai	5	18:40	18:44									
2021-03-26 18:31:00	0,014128	552,5694	2	0,575078	0,018023	0,05526	271,4	1	-1	0,024	0,018	1	-0,029	0	9. Mai	7	18:40	18:46									
2021-03-27 18:30:00	0,015122	560,7145	2	0,549194	0,017466	0,06329	271,4	1,5	-0,999	0,024	0,026	0,999	-0,035	0,007	10. Mai	8	18:40	18:47									
2021-03-27 18:31:00	0,014802	558,4807	2	0,561009	0,017771	0,060212	271,6	1,3	-0,999	0,028	0,023	0,999	-0,036	0,002	11. Mai	9	18:41	18:49									
2021-03-27 18:32:00	0,014317	556,2427	2	0,573077	0,01808	0,056098	271,8	1,2	-0,999	0,031	0,021	0,999	-0,037	-0,002	12. Mai	10	18:41	18:50									
2021-03-28 18:29:00	0,015457	566,543	2	0,535782	0,017216	0,066126	271,6	1,8	-0,999	0,028	0,031	0,999	-0,041	0,009	13. Mai	11	18:42	18:52									
2021-03-28 18:30:00	0,01526	564,3318	2	0,547306	0,017518	0,063772	271,8	1,7	-0,999	0,032	0,029	0,999	-0,043	0,005	14. Mai	12	18:42	18:53									
2021-03-28 18:31:00	0,014957	562,1165	2	0,559077	0,017825	0,060807	272	1,5	-0,999	0,035	0,026	0,999	-0,044	0	15. Mai	13	18:42	18:54									
2021-03-28 18:32:00	0,014503	559,8971	2	0,5711	0,018136	0,056901	272,2	1,4	-0,999	0,039	0,024	0,999	-0,045	-0,004	16. Mai	14	18:43	18:56									
2021-03-29 18:30:00	0,015521	567,8992	2	0,533963	0,017199	0,066522	272,1	2	-0,999	0,036	0,035	0,999	-0,049	0,007	17. Mai	15	18:43	18:57									
2021-03-29 18:31:00	0,015335	565,7023	2	0,545444	0,017501	0,064235	272,3	1,8	-0,999	0,04	0,032	0,999	-0,051	0,003	18. Mai	17	18:43	18:59									
2021-03-29 18:32:00	0,01505	563,5013	2	0,557171	0,017808	0,061375	272,5	1,7	-0,999	0,043	0,029	0,999	-0,052	-0,002	19. Mai	17	18:44	19:00									
2021-03-29 18:33:00	0,014622	561,2964	2	0,569148	0,018119	0,057647	272,7	1,5	-0,999	0,047	0,027	0,999	-0,053	-0,006	20. Mai	18	18:44	19:01									
2021-03-30 18:30:00	0,015683	571,4187	2	0,520974	0,016885	0,068734	272,3	2,3	-0,998	0,04	0,04	0,998	-0,056	0,009	21. Mai	19	18:44	19:02									
2021-03-30 18:31:00	0,015581	569,2399	2	0,532173	0,017182	0,066897	272,5	2,2	-0,998	0,044	0,038	0,998	-0,057	0,005	22. Mai	19	18:45	19:03									
2021-03-30 18:32:00	0,015406	567,0571	2	0,543611	0,017484	0,064672	272,7	2	-0,998	0,047	0,035	0,998	-0,059	0,001	23. Mai	21	18:45	19:05									
2021-03-30 18:33:00	0,015137	564,8703	2	0,555293	0,017791	0,061909	272,9	1,9	-0,998	0,051	0,032	0,998	-0,06	-0,004	24. Mai	22	18:45	19:06									
2021-03-30 18:34:00	0,014733	562,6795	2	0,567224	0,018102	0,058342	273,1	1,7	-0,998	0,054	0,03	0,998	-0,061	-0,008	25. Mai	23	18:45	19:07									
2021-03-31 18:30:00	0,015791	574,8919	2	0,519258	0,016931	0,069046	272,7	2,5	-0,998	0,048	0,043	0,998	-0,064	0,007	26. Mai	23	18:46	19:08									
2021-03-31 18:31:00	0,015697	572,731	2	0,530414	0,01723	0,067252	272,9	2,3	-0,998	0,051	0,041	0,998	-0,065	0,003	27. Mai	24	18:46	19:09									
2021-03-31 18:32:00	0,015532	570,5661	2	0,541809	0,017534	0,065085	273,1	2,2	-0,998	0,055	0,038	0,998	-0,067	-0,001	28. Mai	25	18:46	19:10									
2021-03-31 18:33:00	0,015277	568,3972	2	0,553446	0,017842	0,062413	273,3	2	-0,998	0,058	0,036	0,998	-0,068	-0,006	29. Mai	26	18:47	19:12									
2021-03-31 18:34:00	0,014895	566,2244	2	0,565332	0,018156	0,058991	273,5	1,9	-0,998	0,062	0,033	0,998	-0,069	-0,01	30. Mai	26	18:48	19:13									
2021-03-31 18:35:00	0,014324	564,0476	2	0,57747	0,018474	0,054352	273,7	1,7	-0,997	0,065	0,03	0,997	-0,071	-0,014	31. Mai	27	18:48	19:14									
2021-04-01 18:30:00	0,015929	580,3563	2	0,506692	0,016679	0,070839	273	2,8	-0,997	0,052	0,049	0,997	-0,071	0,009	1. Jun.	28	18:48	19:15									
2021-04-01 18:31:00	0,015894	578,2225	2	0,517574	0,016974	0,069346	273,2	2,7	-0,997	0,055	0,046	0,997	-0,072	0,005	2. Jun.	28	18:48	19:15									
2021-04-01 18:32:00	0,015806	576,0847	2	0,528689	0,017275	0,067589	273,4	2,5	-0,997	0,059	0,044	0,997	-0,073	0,001	3. Jun.	29	18:48	19:16									
2021-04-01 18:33:00	0,015652	573,9429	2	0,54004	0,01758	0,065477	273,6	2,4	-0,997	0,062	0,041	0,997	-0,075	-0,003	4. Jun.	29	18:49	19:17									
2021-04-01 18:34:00	0,015412	571,7973	2	0,551633	0,01789	0,062897	273,8	2,2	-0,997	0,066	0,039	0,997	-0,076	-0,008	5. Jun.	30	18:50	19:19									
2021-04-01 18:35:00	0,015051	569,6477	2	0,563472	0,018205	0,05961	274	2,1	-0,997	0,069	0,036	0,997	-0,077	-0,012	6. Jun.	30	18:50	19:19									
2021-04-01 18:36:00	0,014513	567,4942	2	0,575563	0,018526	0,055209	274,2	1,9	-0,997	0,073	0,033	0,997	-0,079	-0,016	7. Jun.	31	18:50	19:20									
2021-04-02 18:31:00	0,015969	581,5999	2	0,505085	0,016661	0,071102	273,4	3	-0,997	0,059	0,052	0,997	-0,079	0,007	8. Jun.	31	18:50	19:20									
2021-04-02 18:32:00	0,015938	579,4795	2	0,515927	0,016957	0,069632	273,6	2,8	-0,997	0,063	0,049	0,997	-0,08	0,003	9. Jun.	32	18:50	19:21									
2021-04-02 18:33:00	0,015857	577,3552	2	0,526999	0,017257	0,067909	273,8	2,7	-0,997	0,066	0,047	0,997	-0,081	-0,001	10. Jun.	32	18:52	19:23									
2021-04-02 18:34:00	0,015712	575,227	2	0,538307	0,017563	0,06585	274	2,5	-0,997	0,07	0,044	0,997	-0,083	-0,005	11. Jun.	32	18:52	19:23									
2021-04-02 18:35:00	0,015485	573,0948	2	0,549855	0,017873	0,063346	274,2	2,4	-0,996	0,073	0,042	0,996	-0,084	-0,01	12. Jun.	32	18:52	19:23									
2021-04-02 18:36:00	0,015146	570,9588	2	0,561649	0,018188	0,060191	274,4	2,2	-0,996	0,077	0,039	0,996	-0,085	-0,014	13. Jun.	33	18:52	19:24									
2021-04-03 18:37:00	0,01464	568,8189	2	0,573693	0,018509	0,056002	274,6	2,1	-0,996	0,081	0,036	0,996	-0,087	-0,018	14. Jun.	33	18:52	19:24									
2021-04-03 18:30:00	0,016048	587,0354	2	0,492939	0,016413	0,072594	273,6	3,3	-0,996	0,064	0,057	0,996	-0,085	0,009	15. Jun.	33	18:53	19:25									
2021-04-03 18:31:00	0,016063	584,9362	2	0,503516	0,016705	0,071347	273,8	3,1	-0,996	0,067	0,055	0,996	-0,086	0,005	16. Jun.	34	18:53	19:26									
2021-04-03 18:32:00	0,016037	582,8329	2	0,514317	0,017002	0,069903	274	3	-0,996	0,071	0,052	0,996	-0,088	0,001	17. Jun.	34	18:53	19:26									
2021-04-03 18:33:00	0,015963	580,7258	2	0,525348	0,017304	0,068214	274,3	2,9	-0,996	0,074	0,05	0,996	-0,089	-0,003	18. Jun.	34	18:53	19:26									
2021-04-03 18:34:00	0,015828	578,6148	2	0,536613	0,017611	0,06621	274,5	2,7	-0,996	0,078	0,047	0,996	-0,09	-0,007	19. Jun.	34	18:53	19:26									
2021-04-03 18:35:00	0,015614	576,4999	2	0,548116	0,017922	0,06378	274,7	2,6	-0,996	0,081	0,045	0,996	-0,092	-0,012	20. Jun.	34	18:54	19:27									
2021-04-03 18:36:00	0,015292	574,3812																									

	Corneal Irradiance	DNI (W/m²)	Ocular Hazard #	Reflectivity y	Retinal Irradiance	Subtended Glare	Sun Azimuth	Sun Altitude	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	u	Tag	Anzahl			Zeitraum Start	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	Messpunkt 6	
																Tag	Minuten	Anfang	Ende	Start	Ende	pro Tag	Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit		
2021-03-24 18:29:00	0,014324	549,5712	2	0,566934	0,017672	0,058009	270,3	0,8	-1	0,005	0,014	1	-0,012	0,008	4. Mai	1	18:38	18:38	07.05.2021	11.06.2021	16	393	18:39	19:10			
2021-03-25 18:29:00	0,014506	553,3589	2	0,56494	0,017731	0,058762	270,7	1	-1	0,012	0,017	1	-0,02	0,006	5. Mai	2	18:38	18:39	15.06.2021	16.06.2021	6	11	18:53	19:04			
2021-03-25 18:30:00	0,012812	551,081	2	0,577098	0,018038	0,046889	270,9	0,8	-1	0,016	0,014	1	-0,021	0,002	6. Mai	3	18:39	18:41	26.06.2021	27.06.2021	6	11	18:56	19:08			
2021-03-26 18:29:00	0,014944	557,0909	2	0,551105	0,017413	0,062595	271	1,3	-1	0,017	0,023	1	-0,027	0,009	7. Mai	5	18:39	18:43	01.07.2021	05.08.2021	16	391	18:49	19:18			
2021-03-26 18:30:00	0,014619	554,8322	2	0,562964	0,017716	0,059459	271,2	1,2	-1	0,02	0,02	1	-0,028	0,004	8. Mai	5	18:40	18:44									
2021-03-26 18:31:00	0,013277	552,5694	2	0,575078	0,018023	0,050034	271,4	1	-1	0,024	0,018	1	-0,029	0	9. Mai	7	18:40	18:46									
2021-03-27 18:30:00	0,015094	560,7145	2	0,549194	0,017466	0,063144	271,4	1,5	-0,999	0,024	0,026	0,999	-0,035	0,007	10. Mai	8	18:40	18:47									
2021-03-27 18:31:00	0,013477	558,4807	2	0,561009	0,017771	0,0525	271,6	1,3	-0,999	0,028	0,023	0,999	-0,036	0,002	11. Mai	9	18:41	18:49									
2021-03-27 18:32:00	0,013678	556,2427	2	0,573077	0,01808	0,052289	271,8	1,2	-0,999	0,031	0,021	0,999	-0,037	-0,002	12. Mai	10	18:41	18:50									
2021-03-28 18:29:00	0,015421	566,543	2	0,535782	0,017216	0,065945	271,6	1,8	-0,999	0,028	0,031	0,999	-0,041	0,009	13. Mai	11	18:42	18:52									
2021-03-28 18:30:00	0,015237	564,3318	2	0,547306	0,017518	0,063655	271,8	1,7	-0,999	0,032	0,029	0,999	-0,043	0,005	14. Mai	12	18:42	18:53									
2021-03-28 18:31:00	0,014005	562,1165	2	0,559077	0,017825	0,055454	272	1,5	-0,999	0,035	0,026	0,999	-0,044	0	15. Mai	12	18:42	18:54									
2021-03-28 18:32:00	0,014009	559,8971	2	0,5711	0,018136	0,054037	272,2	1,4	-0,999	0,039	0,024	0,999	-0,045	-0,004	16. Mai	13	18:43	18:55									
2021-03-29 18:30:00	0,015492	567,8992	2	0,533963	0,017199	0,066377	272,1	2	-0,999	0,036	0,035	0,999	-0,049	0,007	17. Mai	12	18:43	18:55									
2021-03-29 18:31:00	0,013905	565,7023	2	0,545444	0,017501	0,056374	272,3	1,8	-0,999	0,04	0,032	0,999	-0,051	0,003	18. Mai	14	18:43	18:56									
2021-03-29 18:32:00	0,014345	563,5013	2	0,557171	0,017808	0,057505	272,5	1,7	-0,999	0,043	0,029	0,999	-0,052	-0,002	19. Mai	12	18:44	18:56									
2021-03-29 18:33:00	0,014234	561,2964	2	0,569148	0,018119	0,055436	272,7	1,5	-0,999	0,047	0,027	0,999	-0,053	-0,006	20. Mai	12	18:44	18:56									
2021-03-30 18:30:00	0,015646	571,4187	2	0,520974	0,016885	0,068555	272,3	2,3	-0,998	0,04	0,04	0,998	-0,056	0,009	21. Mai	14	18:44	18:57									
2021-03-30 18:31:00	0,015557	569,2399	2	0,532173	0,017182	0,066781	272,5	2,2	-0,998	0,044	0,038	0,998	-0,057	0,005	22. Mai	13	18:45	19:03									
2021-03-30 18:32:00	0,014392	567,0571	2	0,543611	0,017484	0,059259	272,7	2	-0,998	0,047	0,035	0,998	-0,059	0,001	23. Mai	14	18:45	19:05									
2021-03-30 18:33:00	0,014601	564,8703	2	0,555293	0,017791	0,059017	272,9	1,9	-0,998	0,051	0,032	0,998	-0,06	-0,004	24. Mai	15	18:45	19:06									
2021-03-30 18:34:00	0,014422	562,6795	2	0,567224	0,018102	0,056599	273,1	1,7	-0,998	0,054	0,03	0,998	-0,061	-0,008	25. Mai	16	18:45	19:07									
2021-03-31 18:30:00	0,015761	574,8919	2	0,519258	0,016931	0,068903	272,7	2,5	-0,998	0,048	0,043	0,998	-0,064	0,007	26. Mai	15	18:46	19:07									
2021-03-31 18:31:00	0,015678	572,731	2	0,530414	0,01723	0,067159	272,9	2,3	-0,998	0,051	0,041	0,998	-0,065	0,003	27. Mai	14	18:46	19:08									
2021-03-31 18:32:00	0,014785	570,5661	2	0,541809	0,017534	0,061195	273,1	2,2	-0,998	0,055	0,038	0,998	-0,067	-0,001	28. Mai	15	18:46	19:09									
2021-03-31 18:33:00	0,014858	568,3972	2	0,553446	0,017842	0,060191	273,3	2	-0,998	0,058	0,036	0,998	-0,068	-0,006	29. Mai	15	18:47	19:09									
2021-03-31 18:34:00	0,014641	566,2244	2	0,565332	0,018156	0,057592	273,5	1,9	-0,998	0,062	0,033	0,998	-0,069	-0,01	30. Mai	13	18:48	19:09									
2021-03-31 18:35:00	0,014165	564,0476	2	0,57747	0,018474	0,053415	273,7	1,7	-0,997	0,065	0,03	0,997	-0,071	-0,014	31. Mai	12	18:48	19:08									
2021-04-01 18:30:00	0,015892	580,3253	2	0,506692	0,016679	0,070662	273	2,8	-0,997	0,052	0,049	0,997	-0,071	0,009	1. Jun.	10	18:48	19:08									
2021-04-01 18:31:00	0,01587	578,2225	2	0,517574	0,016974	0,069232	273,2	2,7	-0,997	0,055	0,046	0,997	-0,072	0,005	2. Jun.	12	18:48	19:10									
2021-04-01 18:32:00	0,014741	576,0847	2	0,528689	0,017275	0,062146	273,4	2,5	-0,997	0,059	0,044	0,997	-0,073	0,001	3. Jun.	11	18:48	19:08									
2021-04-01 18:33:00	0,015085	573,9429	2	0,54004	0,01758	0,062582	273,6	2,4	-0,997	0,062	0,041	0,997	-0,075	-0,003	4. Jun.	11	18:49	19:08									
2021-04-01 18:34:00	0,015077	571,7973	2	0,551633	0,01789	0,061152	273,8	2,2	-0,997	0,066	0,039	0,997	-0,076	-0,008	5. Jun.	7	18:50	19:01									
2021-04-01 18:35:00	0,01484	569,6477	2	0,563472	0,018205	0,05847	274	2,1	-0,997	0,069	0,036	0,997	-0,077	-0,012	6. Jun.	9	18:50	19:01									
2021-04-01 18:36:00	0,014377	567,4942	2	0,575563	0,018526	0,054424	274,2	1,9	-0,997	0,073	0,033	0,997	-0,079	-0,016	7. Jun.	8	18:50	19:03									
2021-04-02 18:31:00	0,015939	581,5999	2	0,505085	0,016661	0,07096	273,4	3	-0,997	0,059	0,052	0,997	-0,079	0,007	8. Jun.	10	18:50	19:03									
2021-04-02 18:32:00	0,015918	579,4795	2	0,515927	0,016957	0,06954	273,6	2,8	-0,997	0,063	0,049	0,997	-0,08	0,003	9. Jun.	6	18:54	19:03									
2021-04-02 18:33:00	0,01508	577,3552	2	0,526999	0,017257	0,064017	273,8	2,7	-0,997	0,066	0,047	0,997	-0,081	-0,001	10. Jun.	5	18:55	19:03									
2021-04-02 18:34:00	0,015272	575,227	2	0,538307	0,017563	0,063634	274	2,5	-0,997	0,07	0,044	0,997	-0,083	-0,005	11. Jun.	6	18:52	19:03									
2021-04-02 18:35:00	0,015214	573,0948	2	0,549855	0,017873	0,06195	274,2	2,4	-0,996	0,073	0,042	0,996	-0,084	-0,01	12. Jun.	4	18:52	18:56									
2021-04-02 18:36:00	0,01497	570,9588	2	0,561649	0,018188	0,059249	274,4	2,2	-0,996	0,077	0,039	0,996	-0,085	-0,014	13. Jun.	4	18:54	18:59									
2021-04-02 18:37:00	0,014522	568,8189	2	0,573693	0,018509	0,055338	274,6	2,1	-0,996	0,081	0,036	0,996	-0,087	-0,018	14. Jun.	4	18:54	18:59									
2021-04-03 18:30:00	0,016011	587,0354	2	0,492939	0,016413	0,072418	273,6	3,3	-0,996	0,064	0,057	0,996	-0,085	0,009	15. Jun.	6	18:53	19:04									
2021-04-03 18:31:00	0,016039	584,9362	2	0,503516	0,016705	0,071233	273,8	3,1	-0,996	0,067	0,055	0,996	-0,086	0,005	16. Jun.	5	18:54	19:04									
2021-04-03 18:32:00	0,016022	582,8329	2	0,514317	0,017002	0,069829	274	3	-0,996	0,071	0,052	0,996	-0,088	0,001	17. Jun.	4	18:57	19:06									
2021-04-03 18:33:00	0,015376	580,7258	2	0,525348	0,017304	0,065328	274,3	2,9	-0,996	0,074	0,05	0,996	-0,089	-0,003	18. Jun.	4	18:57	19:06									
2021-04-03 18:34:00	0,015479	578,6148	2	0,536613	0,017611	0,064474	274,5	2,7	-0,996	0,078	0,047	0,996	-0,09	-0,007	19. Jun.	4	18:57	19:06									
2021-04-03 18:35:00	0,015391	576,4999	2	0,548116	0,017922	0,062644	274,7	2,6	-0,996	0,081	0,045	0,996	-0,092	-0,012	20. Jun.	3	18:58	19:07									

