

# Blendgutachten

## Blendwirkung der PV Anlage Groß Godems

**Analyse der potentiellen Blendwirkung der PV Anlage Groß Godems  
in Mecklenburg-Vorpommern**

**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	Technische Parameter der PV Anlage .....	8
3.4	Berechnung der Blendwirkung.....	9
3.5	Standorte für die Analyse .....	10
4	Ergebnisse .....	11
4.1	Allgemeine Hinweise .....	11
4.2	Ergebnisse am Messpunkt P1 (A24 West, Fahrt Richtung Osten) .....	12
4.3	Ergebnisse am Messpunkt P2 (Auffahrt Richtung Osten) .....	13
4.4	Ergebnisse am Messpunkt P3.....	15
4.5	Ergebnisse am Messpunkt P4.....	16
4.6	Ergebnisse am Messpunkt P5.....	17
5	Zusammenfassung der Ergebnisse .....	19
5.1	Zusammenfassung .....	19
5.2	Beurteilung der Ergebnisse .....	19
6	Schlussbemerkung .....	19

## **SolPEG Blendgutachten**

### Analyse der Blendwirkung der geplanten PV Anlage Groß Godems

## **1 Auftrag**

### **1.1 Beauftragung**

Die SolPEG GmbH ist durch die JS Energiepark Groß Godems GmbH & Co. KG beauftragt, die potentielle Blendwirkung der PV Anlage „Groß Godems“ für die Verkehrsteilnehmer auf der Bundesautobahn A24 und Anwohner der umliegenden Gebäude zu analysieren und die Ergebnisse zu dokumentieren.

### **1.2 Hintergrund und Auftragsumfang**

Lt. Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) bzw. gemäß der daraus resultierenden sog. Licht-Leitlinie<sup>1</sup> sind technische Anlagen, die das Sonnenlicht reflektieren, so auszuführen, dass es bei Anwohnern und Verkehrsteilnehmern nicht zu erheblichen Störungen kommt. Die Licht-Leitlinie wurde durch die Bund/Länder - Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) verfasst und dient als Basis für Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen.

Die vorliegende Untersuchung soll klären ob bzw. in wie weit von der PV Anlage „Groß Godems“ eine Blendwirkung für schutzbedürftige Zonen im Sinne der Licht-Leitlinie ausgehen könnte. Dies gilt für Verkehrsteilnehmer der Bundesautobahn A24 sowie Anwohner der umliegenden Gebäude.

Die zur Anwendung kommenden Berechnungs- und Beurteilungsgrundsätze resultieren im Wesentlichen aus den Empfehlungen in Anhang 2 der Licht-Leitlinie in der aktuellen Fassung vom 08.10.2012. Die Berechnung der Blendwirkung erfolgt auf Basis von vorliegenden Planungsunterlagen der PV Anlage, eine Analyse der Blendwirkung vor Ort ist nicht Bestandteil des Auftrags.

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

---

<sup>1</sup> Die Licht-Leitlinie ist u.a. hier abrufbar: [http://www.cost-lonne.eu/wp-content/uploads/2015/11/LAI\\_RL\\_Licht\\_09\\_2012.pdf](http://www.cost-lonne.eu/wp-content/uploads/2015/11/LAI_RL_Licht_09_2012.pdf)

## 2 Systembeschreibung

### 2.1 Standort Übersicht

Die Fläche des geplanten Solarparks befindet sich in einem landwirtschaftlichen Gebiet ca. 1,6 km südöstlich der Ortschaft Groß Godems in Mecklenburg-Vorpommern. Die Fläche befindet sich auf einer Länge ca. 640 m entlang der Autobahn A24. Lt. Planungsunterlagen sind Abstände zur A24 berücksichtigt. Die folgenden Informationen und Bilder geben einen Überblick über den Standort.

**Tabelle 1: Informationen über den Standort**

Allgemeine Beschreibung des Standortes	Ackerfläche ca. 1,6 km südöstlich der Ortschaft Groß Godems (Mecklenburg-Vorpommern), ca. 8,8 km südlich von Parchim. Die Fläche ist überwiegend eben.
Koordinaten (Mitte)	<a href="#">53.349°N, 11.809°O</a> 53 m ü.N.N.
Grenzlänge entlang der A24	ca. 640 m
Abstand zum Fahrbahnrand A24	ca. 36 m - 38 m
Entfernung zu umliegenden Gebäuden	Kein Gebäude in relevanter Blickrichtung

Übersicht über den Standort und die PV Anlage (schematisch)

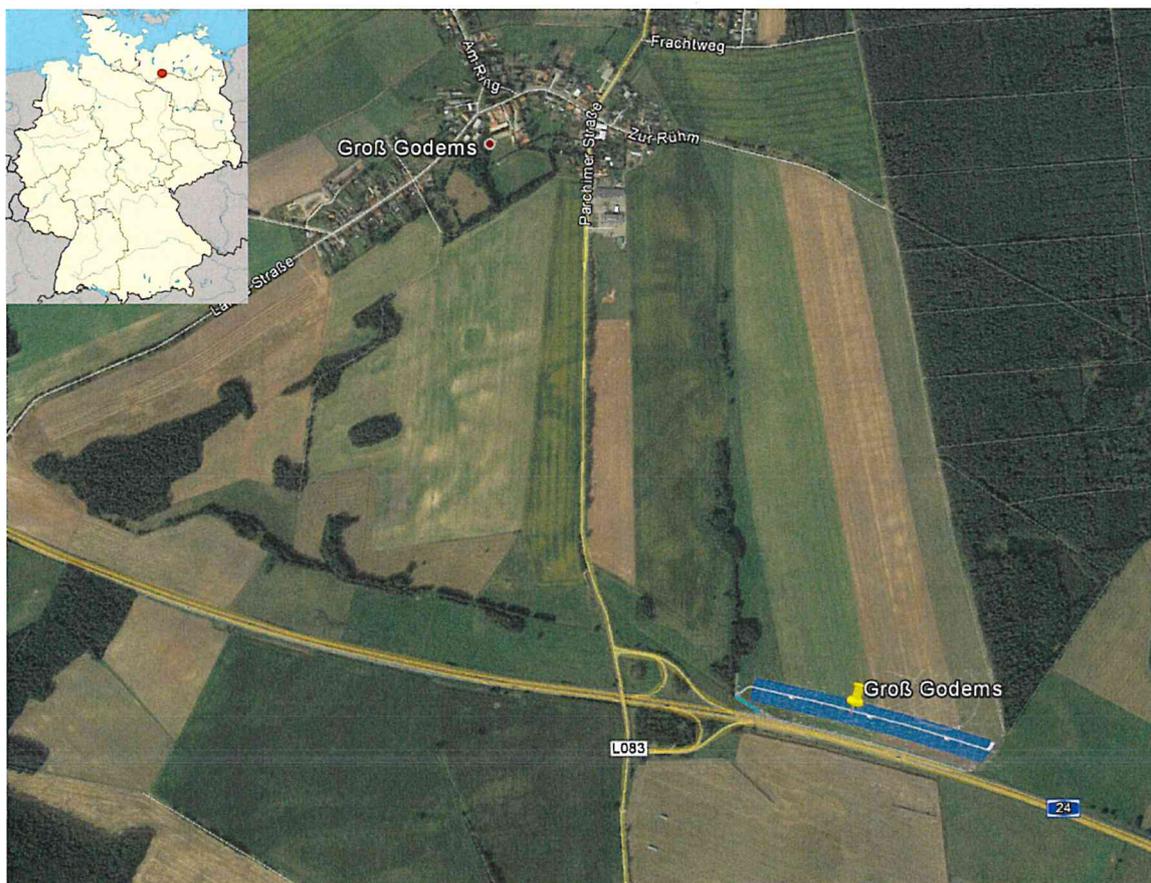


Bild S1: Luftbild mit Schema der PV Anlage (Quelle: Google Earth/SolPEG)

Detailansicht der PV Anlage (Ausschnitt West)

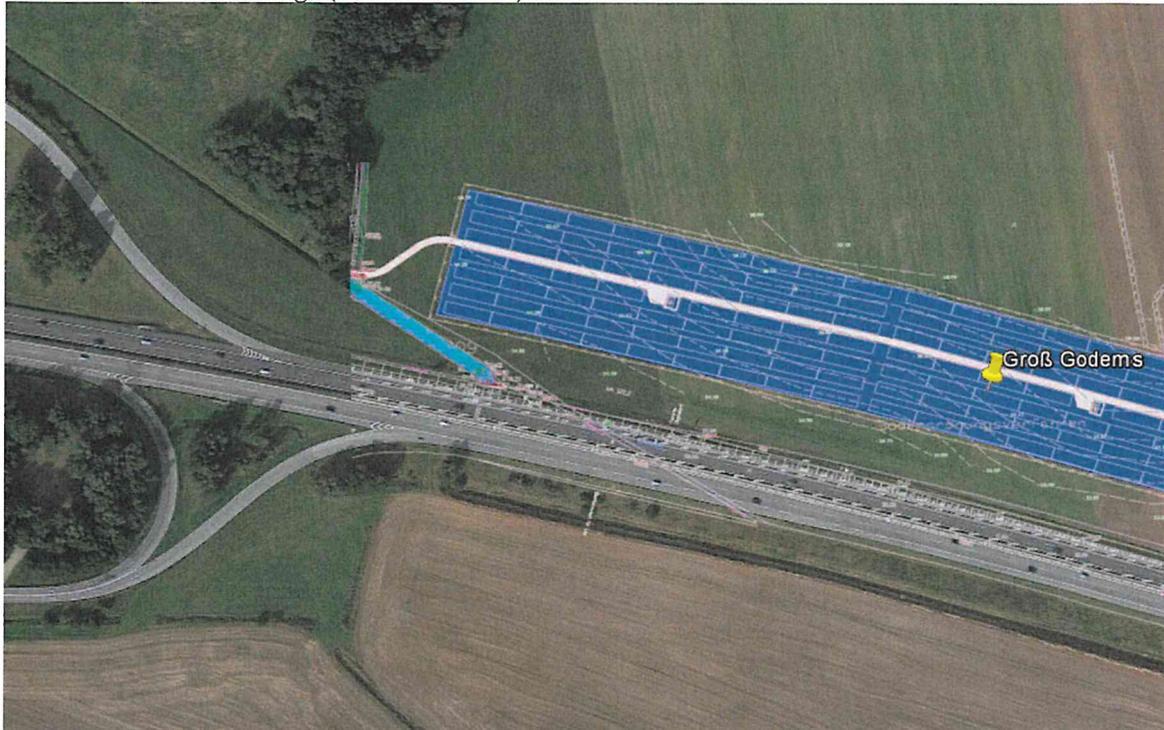


Bild S2: Detailansicht der PV Flächen (Quelle: Google Earth/SolPEG)

Detailansicht (Ausschnitt Ost)



Bild S3: Detailansicht der PV Flächen (Quelle: Google Earth/SolPEG)

## 2.2 Umliegende Gebäude

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

---

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

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

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

---

Die folgende Skizze zeigt die PV Anlage sowie Gebäude des südlich gelegenen Dorfes Karrenzin. Aufgrund des Strahlenverlaufs gemäß Reflexionsgesetz können Gebäude von potentiellen Reflexionen durch die PV Anlage nicht erreicht werden. Aber auch aufgrund der Entfernung von über 950 m wären Beeinträchtigungen durch potentielle Reflexionen nicht wahrscheinlich. Vor diesem Hintergrund wird dieser Standort nicht weiter analysiert.

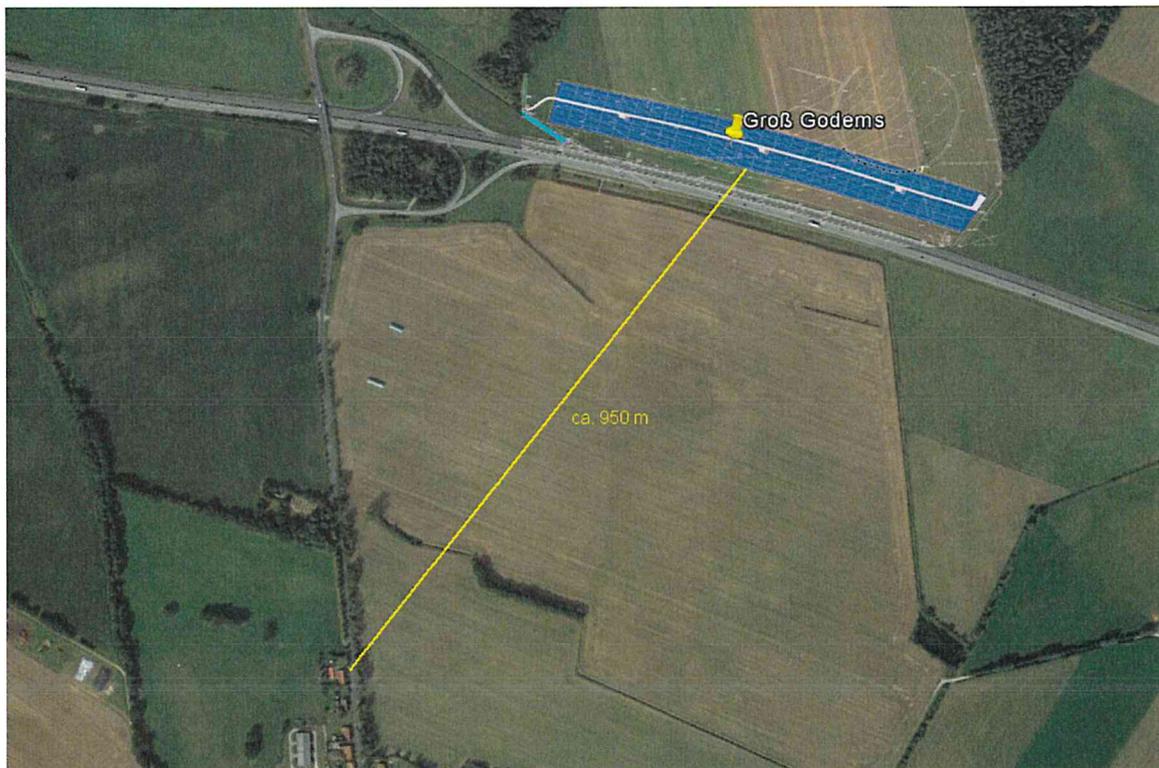


Bild S4: Gebäude der Dorfes Karrenzin im Südwesten der PV Anlage (Quelle: Google Earth/SolPEG)

### 3 Ermittlung der potentiellen Blendwirkung

#### 3.1 Rechtliche Hinweise

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

#### 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 2-5 % reduzieren können. Folgende Skizze zeigt den Aufbau eines PV Moduls:

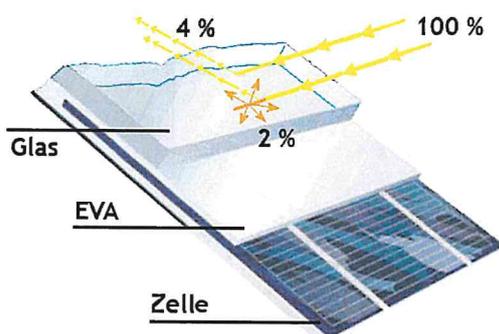


Bild S5: Anteil des reflektierten Sonnenlichtes bei einem PV Modul (Quelle: Internet/SolPEG)

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:

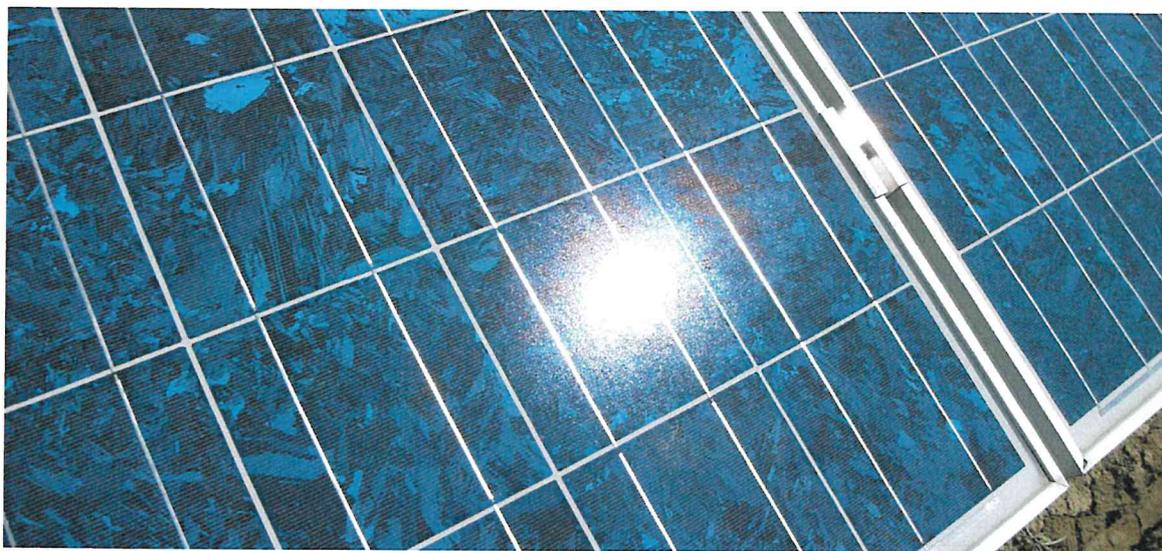


Bild S6: Diffuse Reflexion von direktem Sonnenlicht (Einstrahlung ca. 980 W/m<sup>2</sup>) auf einem PV Modul (Quelle: SolPEG)

### 3.5 Standorte für die Analyse

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

Für die Analyse einer potentiellen Blendwirkung der PV Anlage Groß Godems wurden insgesamt 5 Messpunkte im Verlauf der A24 festgelegt. Messpunkte im Bereich von Gebäuden des Dorfes Karrenzin wurden nicht weiter untersucht, da aufgrund von Entfernung und/oder Winkel zur Immissionsquelle keine Reflexionen zu erwarten sind.

Die folgende Übersicht zeigt die PV Anlage und die 5 festgelegten Messpunkte P1-P5:

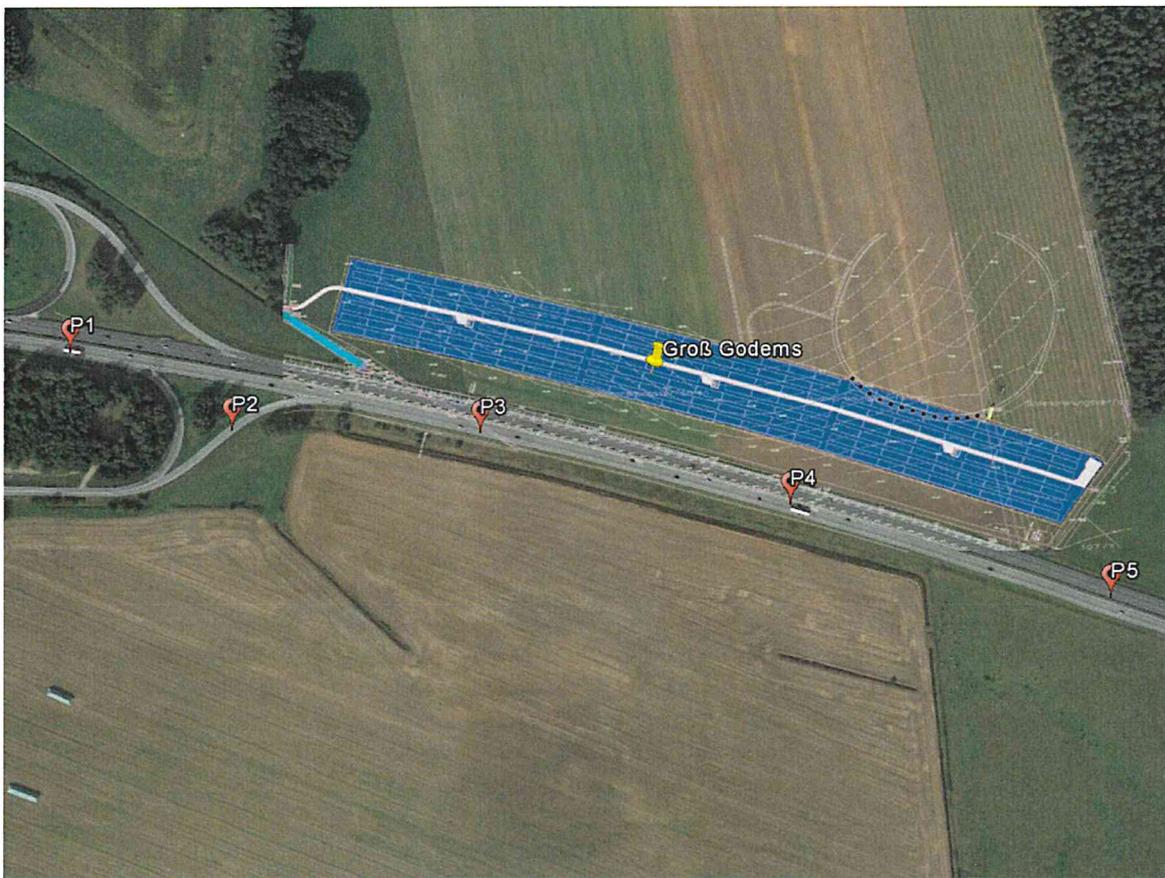


Bild S9: Übersicht über die PV Anlage und Messpunkte P1-P5 (Quelle: Google Earth/SolPEG)

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Allgemeine Hinweise

#### Schutzwürdige Räume

In der Licht-Leitlinie sind einige "schutzwürdige Räume" - also feste Standorte - aufgeführt, für die zu bestimmten Tageszeiten störende oder belästigende Einflüsse durch Lichtimmissionen zu vermeiden sind. Es fehlt<sup>6</sup> allerdings eine Definition oder Empfehlung zum Umgang mit Verkehrswegen und auch zu Schienen- und Kraftfahrzeugen als "beweglichen" Räumen.

Eine Blendwirkung an beweglichen Standorten ist in Bezug zur Geschwindigkeit zu sehen, d.h. eine Reflexion kann an einem festen Standort über mehrere Minuten auftreten, ist jedoch bei der Vorbeifahrt mit 100 km/h ggf. nur für Sekundenbruchteile wahrnehmbar. Aber trotz einer physiologisch unkritischen Leutdichte kann die Blendwirkung durch frequente Reflexionen subjektiv als störend empfunden werden (psychologische Blendwirkung). Aufgrund von fehlenden Richtlinien für den Flug-, Schienen- und Fahrzeugverkehr kommt die eher allgemein gehaltene Empfehlung zur Anwendung, wonach bei Bauvorhaben eine Gefährdung von Verkehrsteilnehmern durch Lichtimmissionen zu vermeiden ist. Da sich die hier berechneten Simulationsergebnisse auf feste Standorte beziehen, werden diese für Verkehrswege entsprechend relativiert betrachtet.

#### Einfallswinkel der Reflexion

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

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

#### Entfernung zur Immissionsquelle

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

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

---

<sup>6</sup> Licht-Leitlinie "2. Anwendungsbereich", Seite 2 ff., bzw. Anhang 2 ab Seite 22

## Sonstige Einflüsse

Wie bereits ausgeführt (Abschnitt 3.4) geht die Simulation der Reflexionen zu jedem Zeitpunkt von clear-sky Bedingungen aus, d.h. klarem Himmel und entsprechender Sonneneinstrahlung. Daher stellt das Ergebnis immer die höchst mögliche Blendwirkung dar.

Dies entspricht nur selten realen Wetterbedingungen insbesondere in den Morgen- oder Abendstunden in denen die Reflexionen auftreten können. Einflüsse wie z.B. Frühnebel, Dunst oder besondere, lokale Wetterbedingungen können nicht berechnet werden. Aber auch der Geländeverlauf und Informationen über möglichen Sichtschutz durch Hügel, Bäume oder andere Objekte können nicht ausreichend verarbeitet werden.

## 4.2 Ergebnisse am Messpunkt P1 (A24 West, Fahrt Richtung Osten)

Am Messpunkt P1 bei der Fahrt auf die A24 Richtung Osten können rein rechnerisch in bestimmten Jahreszeiten morgens zwischen 06:00 - 07:20 Uhr in einem bestimmten Winkel kurzzeitig Reflexionen durch die PV Anlage auftreten.

Die folgende Skizze verdeutlicht, dass potentielle Reflexion allerdings in größerer Entfernung von ca. 230 m - 800 m auftreten und somit keine Beeinträchtigung für Fahrzeugführer darstellen.

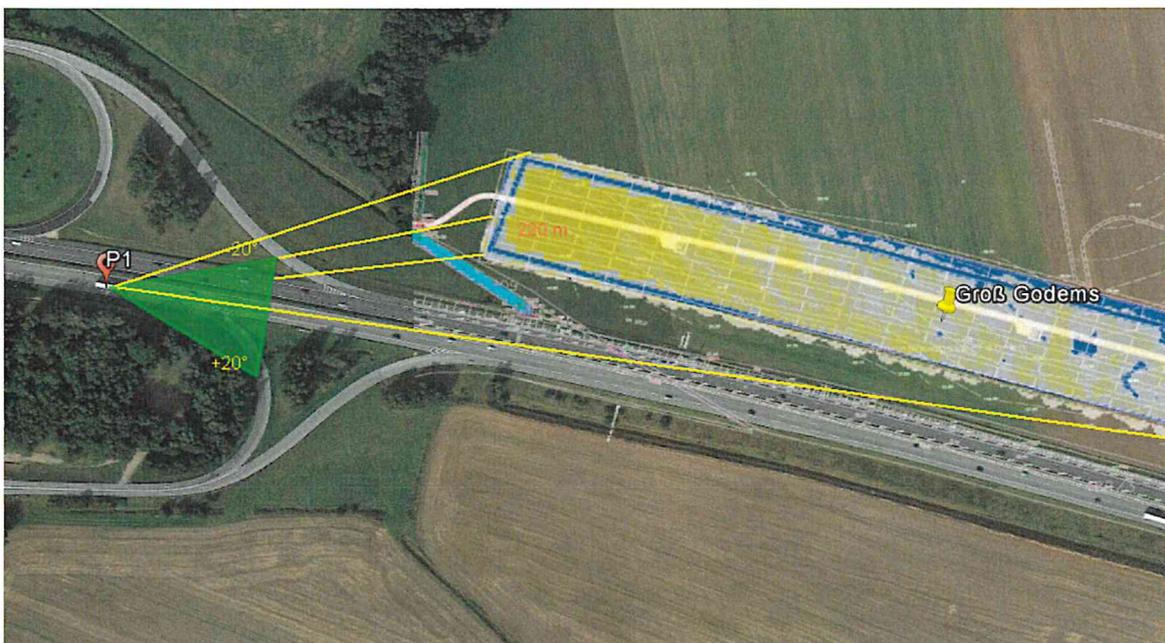


Bild S10: Simulation am Messpunkt P2 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Der hellgrüne Bereich im Bild S10 symbolisiert den relevanten Sichtbereich bei Fahrt Richtung Osten (Fahrtrichtung +/-20°). Im gelben Bereich können potentiell Reflexionen durch die PV Anlage Nord auftreten. Aufgrund der Entfernung von 230 m bis 800 m stellen potentielle Reflexionen keine Beeinträchtigung für den Fahrzeugführer dar. Bei der weiteren Fahrt Richtung Osten verringert sich die Entfernung zur Immissionsquelle aber gleichzeitig vergrößert sich der Einfallswinkel der Reflexionen. Daher ist auch im weiteren Verlauf der A24 eine Beeinträchtigung für den Fahrzeugführer durch Reflexionen kaum wahrscheinlich. Siehe hierzu auch Ergebnisse am Messpunkt P3.

### 4.3 Ergebnisse am Messpunkt P2 (Auffahrt Richtung Osten)

Am Messpunkt P2 auf der Auffahrt zur A24 Richtung Osten (Suckow) können beim Blick Richtung Nordosten rein rechnerisch in bestimmten Jahreszeiten morgens zwischen 06:00 - 07:20 Uhr potentielle Reflexionen durch die PV Anlage auftreten. Aufgrund einer Entfernung von 200 m - 430 m wäre allerdings eine Beeinträchtigung der Fahrzeugführer kaum wahrscheinlich. Im weiteren Verlauf der Auffahrt und im weiteren Verlauf auf der A24 vergrößert sich der Einfallswinkel zur Immissionsquelle, sodass die Wahrscheinlichkeit einer Blendwirkung weiter abnimmt. Siehe auch Ergebnisse am Messpunkt P3.

Die folgenden Skizze verdeutlicht die Situation für den Messpunkt P2.

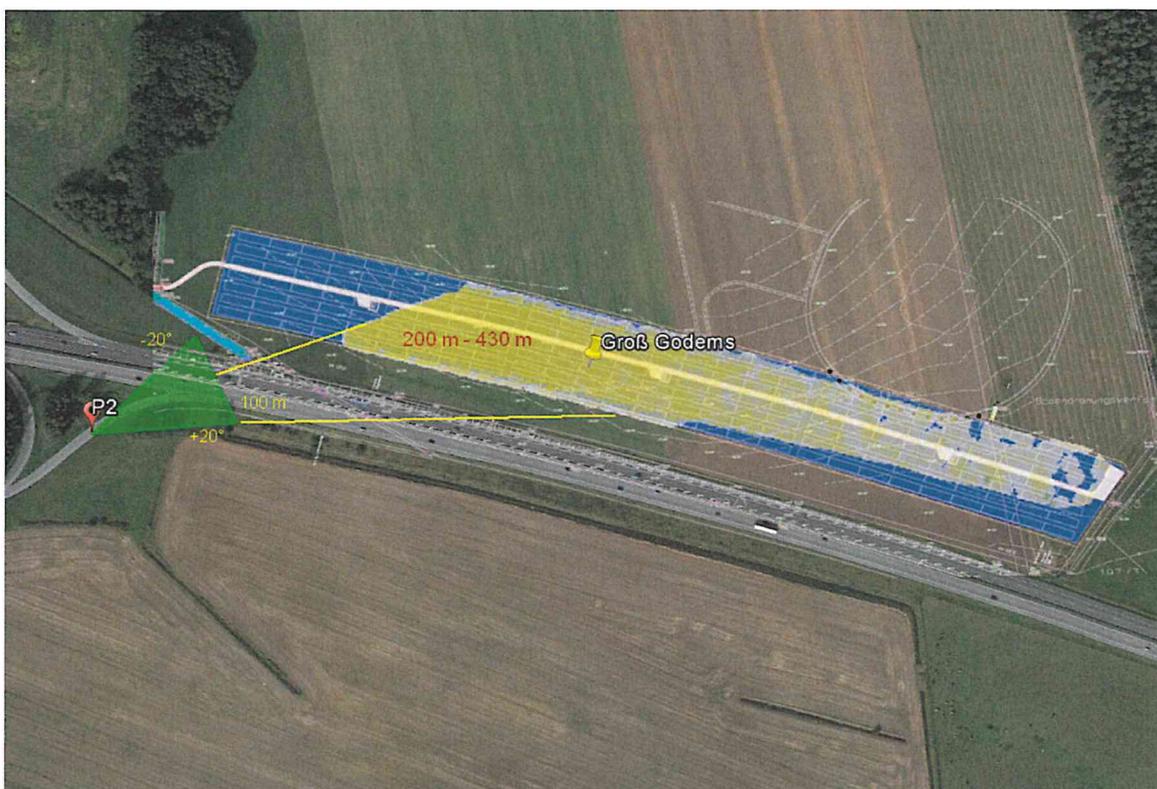


Bild S11: Simulation am Messpunkt P2 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Der grüne Bereich im Bild S11 symbolisiert den relevanten Blickwinkel bei Fahrt Richtung Osten. Aufgrund von Einfallswinkel bzw. aufgrund der Entfernung von ca. 200 m - 430 m sind diese jedoch zu vernachlässigen.

Die abnehmende Leuchtdichte durch die Bündelaufweitung der diffus reflektierten Lichtstrahlen ist durch hellgelbe bzw. weiße Bereiche symbolisiert.

Relevante Reflexionen durch die geplante PV Anlage können aufgrund der Modulneigung nur bei niedrigen Sonnenständen auftreten. Nach überwiegender Meinung können Reflexionen vernachlässigt werden, die in einem Bereich von ca.  $10^\circ$  zur Sonne auftreten, da das Sonnenlicht eine deutliche höhere Leuchtdichte aufweist und somit die eigentliche Quelle für Blendwirkungen ist. Dieser Umstand ist auch am Messpunkt P2 gegeben.

Die folgende Skizze (Pseudo-3D) zeigt virtuell die Situation am Messpunkt P2 am 01. September um 07:00 Uhr morgens bei klaren Wetterverhältnissen. Der Strahlenverlauf des direkten und des reflektierten Sonnenlichtes ist durch gelbe Pfeile symbolisiert. Potentielle Reflexionen könnten in einer Entfernung von ca. 200 m - 430 m auftreten (schwach gelb markierter Bereich) und eine Blendwirkung für Fahrzeugführer wäre daher kaum wahrscheinlich.

Eine Blendwirkung durch direktes Sonnenlicht wäre wahrscheinlicher und zählt zu den üblichen und für Fahrzeugführer bekannten und beherrschbaren Verkehrssituationen.

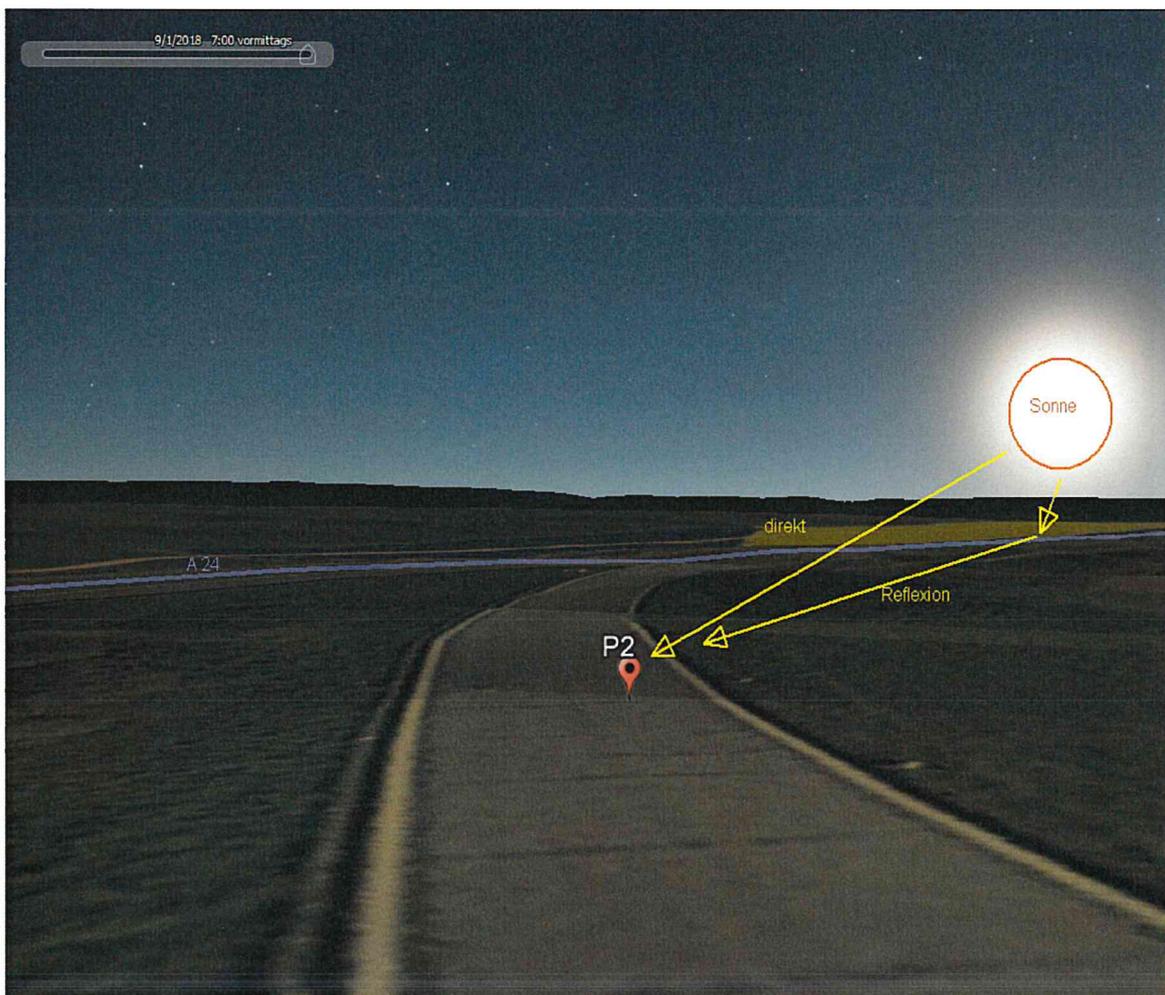


Bild S12: Simulation am Messpunkt P2 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

#### 4.4 Ergebnisse am Messpunkt P3

Am Messpunkt P3 im Verlauf A24 können bei der Fahrt in östlicher Richtung (Suckow) rein rechnerisch theoretisch morgens in bestimmten Jahreszeiten Reflexionen durch die PV Anlage auftreten. Die folgende Skizze zeigt, dass Reflexionen in einem Winkel und in einer Entfernung auftreten können, die für Fahrzeugführer nicht relevant ist. Dementsprechend sind Beeinträchtigungen durch die PV Anlage nicht wahrscheinlich.



Bild S13: Ausschnitt für Messpunkt P3 (Quelle: Google Earth/SolPEG)

Der grüne Bereich im Bild S13 symbolisiert den relevanten Blickwinkel bei Fahrt Richtung Osten. Im gelben Bereich könnten potentielle Reflexionen wahrgenommen werden. Aufgrund von Einfallswinkel bzw. aufgrund der Entfernung sind potentielle Reflexionen zu vernachlässigen. Rein rechnerisch könnten Reflexionen in einer Entfernung von ca. 520 m auftreten. Diese sind jedoch aufgrund der abnehmenden Leuchtdichte durch die Bündelaufweitung der Lichtstrahlen als vernachlässigbar einzustufen. Diese abgeschwächten Reflexionen sind durch hellgelbe bzw. weiße Bereiche symbolisiert.

#### 4.5 Ergebnisse am Messpunkt P4

Am Messpunkt P4 auf der A24 kann es bei der Fahrt Richtung Westen bzw. Osten in bestimmten Jahreszeiten zu Reflexionen durch die PV Anlage kommen. Die Reflexionen können nördlich der Fahrbahn auftreten und sind außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Blickwinkels (Fahrtrichtung  $\pm 20^\circ$ ). Aufgrund der Entfernung von 150 m - 320 m zur Immissionsquelle sind Beeinträchtigungen der Fahrzeugführer nicht wahrscheinlich.

Selbst wenn der Fahrzeugführer den Blick von der Fahrbahn abwendet und für 10-15 Sekunden direkt in die Reflexionen blicken würde, könnte sich eine Blendwirkung nur in Form von kurzzeitigen Nachbildern bemerkbar machen. Bei einer Geschwindigkeit von 100 km/h (ca. 28 m pro Sekunde) hätte ein Fahrzeug den betreffenden Bereich allerdings in wenigen Sekunden passiert.

Zur Veranschaulichung wird dennoch in der folgenden Skizze die potentielle Blendwirkung für den Messpunkt P4 dargestellt.

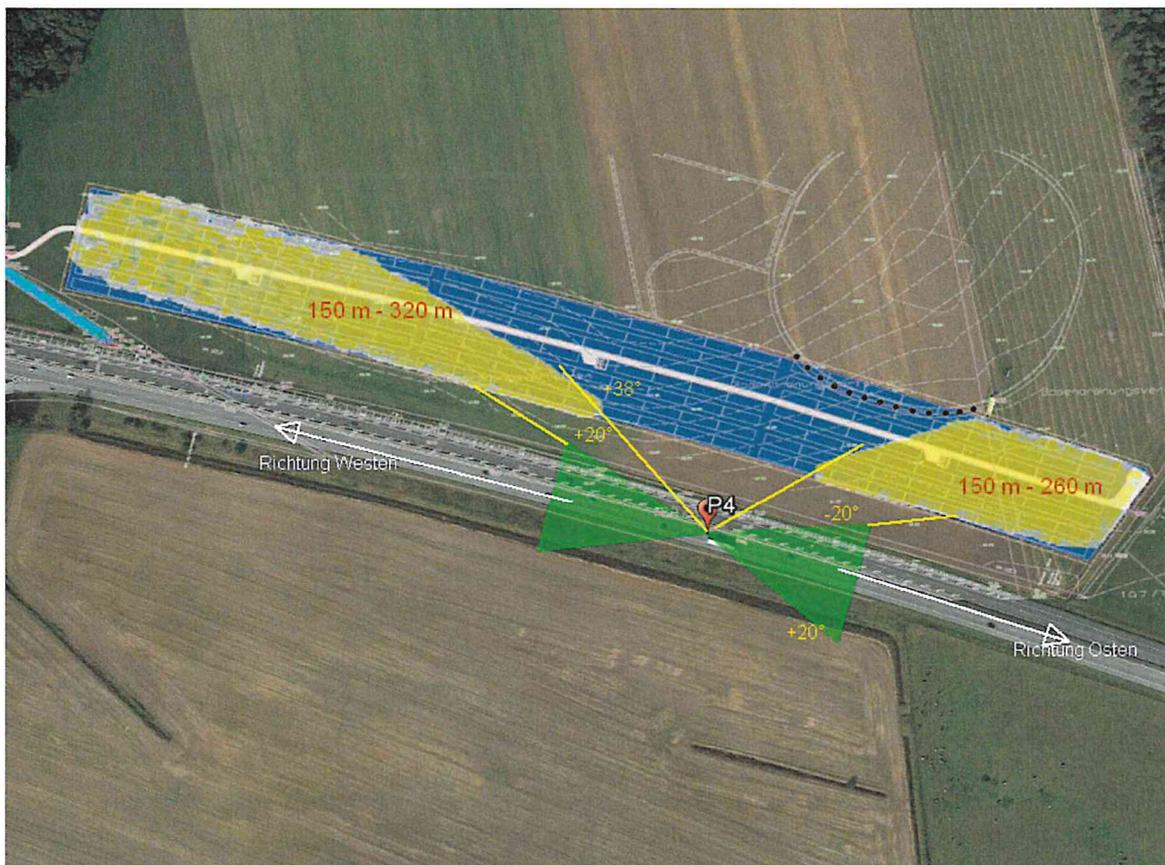


Bild S14: Simulation am Messpunkt P4 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Der grüne Bereich im Bild S14 symbolisiert bei Fahrt Richtung Westen bzw. Osten den relevanten Blickwinkel. Im gelben Bereich könnten potentielle Reflexionen wahrgenommen werden. Aufgrund des Einfallswinkels und aufgrund der Entfernung vom mehr als 150 m ist Beeinträchtigung für Fahrzeugführer nicht wahrscheinlich. Die Skizze für Messpunkt P5 verdeutlicht diese Darstellung.

#### 4.6 Ergebnisse am Messpunkt P5

Am Messpunkt P5 auf der A24 kann es bei der Fahrt Richtung Westen in bestimmten Jahreszeiten abends zu Reflexionen durch die PV Anlage kommen. Die Reflexionen können nördlich der Fahrbahn auftreten und sind außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Blickwinkels (Fahrtrichtung  $\pm 20^\circ$ ) und sind aufgrund der Entfernung von 140 m - 450 m zur Immissionsquelle zu vernachlässigen. Beeinträchtigungen der Fahrzeugführer sind nicht wahrscheinlich.

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

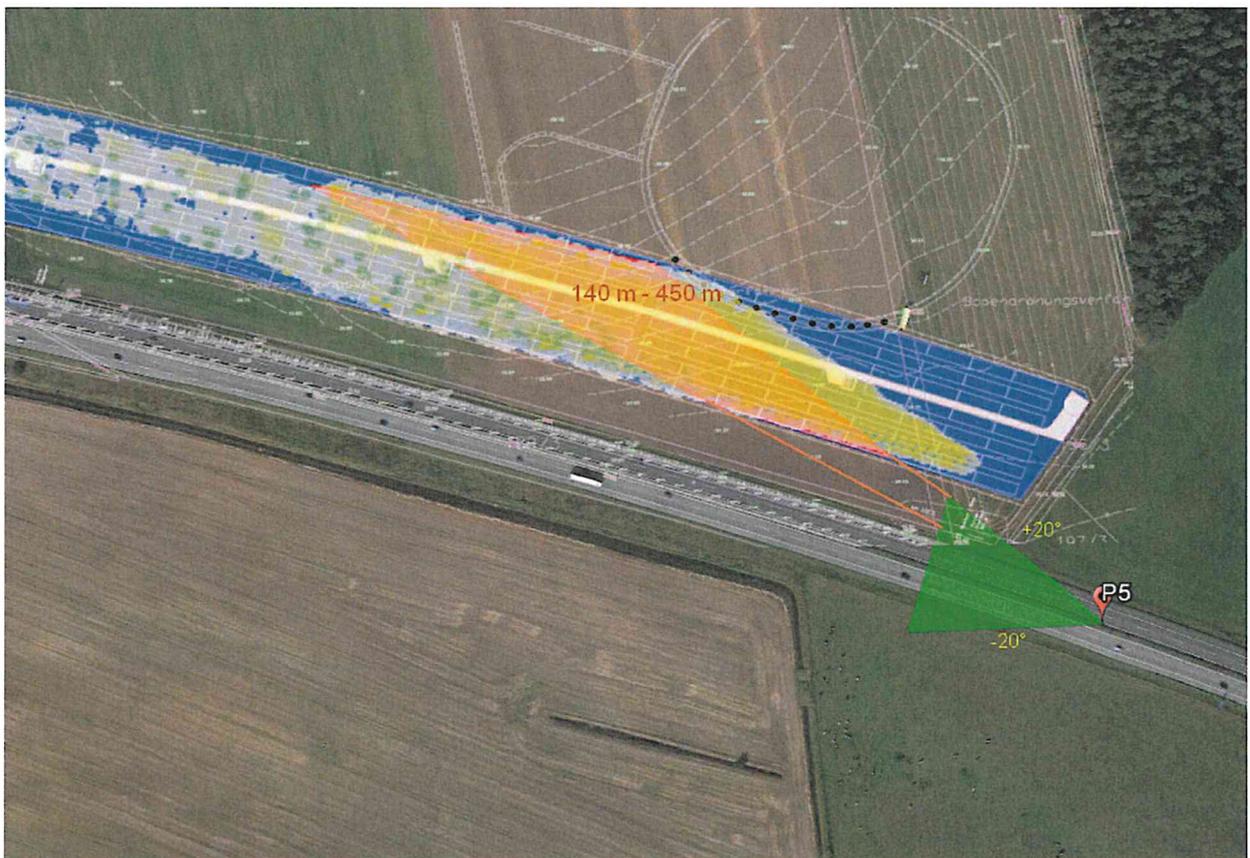


Bild S15: Simulation am Messpunkt P5 (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Der grüne Bereich im Bild S15 symbolisiert bei Fahrt Richtung Westen den relevanten Blickwinkel. Im gelben Bereich könnten potentielle Reflexionen wahrgenommen werden. Der orange markierte Bereich symbolisiert die Region, die teilweise innerhalb des relevanten Blickwinkels der Fahrzeugführer liegt aber potentielle Reflexionen in diesem Bereich aufgrund der Entfernung zu vernachlässigen sind. Beeinträchtigung für Fahrzeugführer sind nicht wahrscheinlich.

Beispielhaft für die Simulationsergebnisse zeigen die folgenden Diagramme das Auftreten der Reflexionen im Tages- bzw. im Jahresverlauf am Messpunkt P5 in Bezug auf PV Feld Nord und Süd. Die jeweiligen Farben symbolisieren die Kategorie der potentiellen Blendwirkung in Bezug zur Leuchtdichte der Reflexionen. Wie bereits in Abschnitt 4.2 ausgeführt sind jeweils die theoretischen Maximalwerte dargestellt, die nicht ohne Einschränkungen verwendet werden können. Die Skizze (links unten) zeigt auch, dass Reflexionen auf der gesamten Fläche der PV Anlage ermittelt wurden und sich über eine Entfernung von ca. 700 m erstrecken. Dieses Simulationsergebnis ist nicht auf die Realität übertragbar und muss daher relativiert werden.

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

### PV Feld - OP Receptor (OP 5)

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

- 157 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 1,834 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.

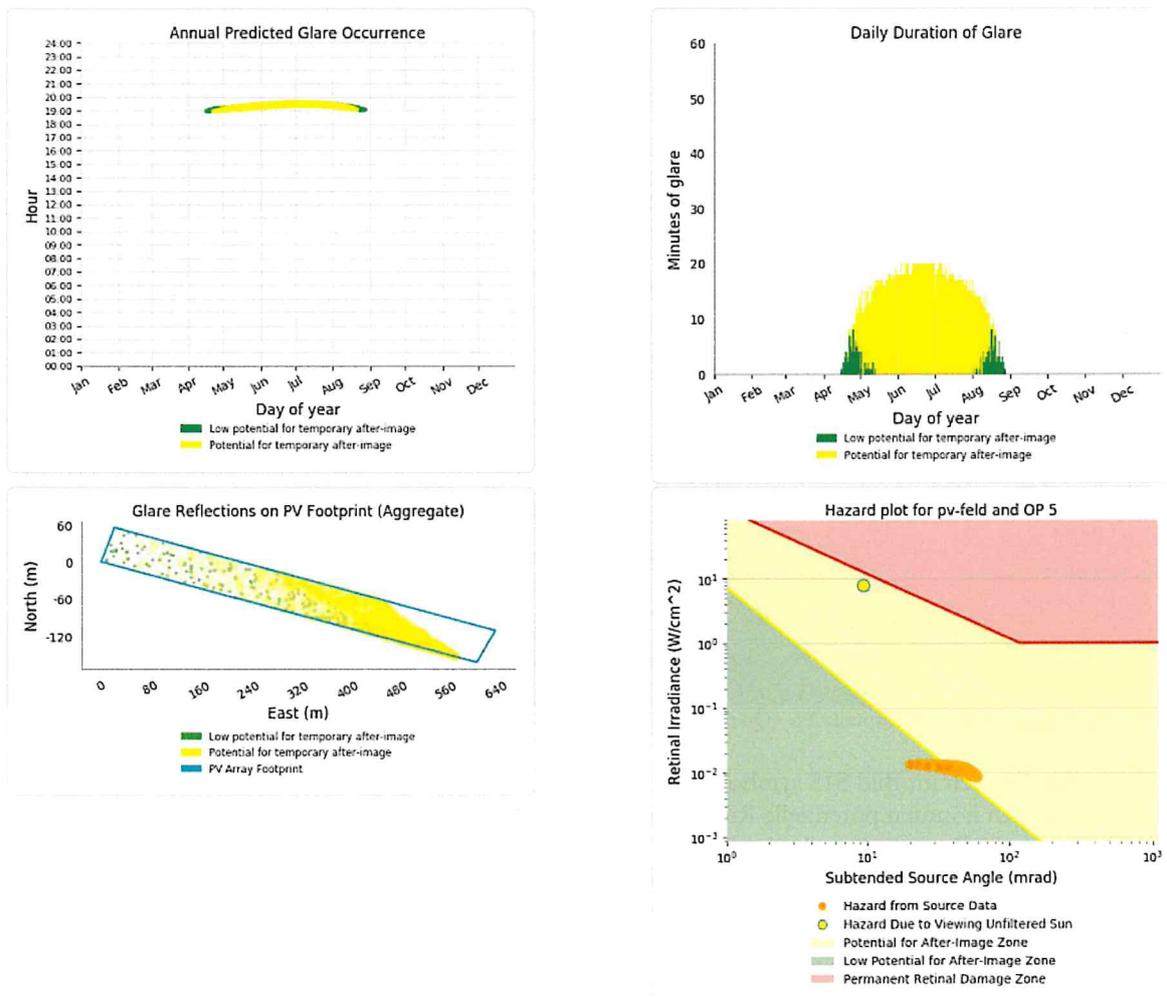


Bild S16: Ergebnisdetails für Messpunkt P5 (Quelle: Simulationsergebnisse)

## 5 Zusammenfassung der Ergebnisse

### 5.1 Zusammenfassung

Die Analyse von 5 exemplarisch gewählten Messpunkten im Bereich der geplanten PV Anlage Groß Godems ergibt eine theoretische aber geringfügige und zeitlich begrenzte Wahrscheinlichkeit für Reflexionen. Je nach Fahrtrichtung können diese in jeweils kurzen Zeitfenstern in den frühen Morgenstunden bzw. abends bei klaren Wetterbedingungen wahrgenommen werden. Aber nicht jede Reflexion führt auch zu einer Blendwirkung. Eine Blendwirkung könnte sich bei direktem Blick in die Reflexion über einen Zeitraum von ca. 10-15 Sekunden in Form von kurzzeitigen Nachbildern bemerkbar machen. Selbst bei einer geringen Geschwindigkeit von 100 km/h haben Fahrzeuge auf der A24 die PV Anlage in wenigen Sekunden passiert. D.h. der Standort des Fahrzeugführers in Bezug zu den PV Fläche ändert sich um 28 m pro Sekunde. Darüber hinaus treten potentielle Reflexionen außerhalb des Einfallswinkel auf, der für Fahrzeugführer relevant ist und auch aufgrund der Entfernung von mehr als 150 m sind diese auch lt. Licht-Leitlinie relativiert zu bewerten.

Es ist davon auszugehen, dass die theoretisch berechneten Reflexionen in der Praxis keine relevante Blendwirkung entwickeln werden. Details finden sich im Abschnitt 4.

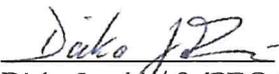
### 5.2 Beurteilung der Ergebnisse

Die potentielle Blendwirkung der hier betrachteten PV Anlage „Groß Godems“ kann als „geringfügig“ klassifiziert<sup>7</sup> werden. Im Vergleich zur Blendwirkung durch direktes Sonnenlicht oder durch Spiegelungen von Windschutzscheiben, Wasserflächen, Gewächshäusern o.ä. ist diese „vernachlässigbar“. Unter Berücksichtigung von weiteren Einflussfaktoren wie z.B. Geländestruktur, lokalen Wetterbedingungen (Frühnebel, etc.) kann die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Reflexion der PV Anlage als gering eingestuft werden. Fahrzeugführer (PKW/LKW) 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 18.09.2018

  
Dieko Jacob / SolPEG GmbH

---

<sup>7</sup> Die Klassifizierung entspricht den Wertebereichen der Simulationsergebnisse









## GlareGauge Glare Analysis Results

### Site Configuration: Gross Godems

Flaeche 3 (Nord)



Created **Sept. 7, 2018 noon**  
 Updated **Sept. 7, 2018 12:50 p.m.**  
 DNI varies and peaks at **1,000.0 W/m<sup>2</sup>**  
 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: **20877.1215**

### 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	15.0	198.0	258	17,665	-

### Component Data

#### PV Array(s)

**Name:** PV Feld  
**Axis tracking:** Fixed (no rotation)  
**Tilt:** 15.0 deg  
**Orientation:** 198.0 deg  
**Rated power:** -  
**Panel material:** Light textured glass with AR coating  
**Vary reflectivity with sun position?** Yes  
**Correlate slope error with surface type?** Yes  
**Slope error:** 9.16 mrad

Vertex	Latitude	Longitude	Ground elevation	Height above ground	Total elevation
	deg	deg	m	m	m
1	53.349099	11.805317	55.27	1.50	56.77
2	53.349598	11.805639	55.74	1.50	57.24
3	53.348100	11.814909	55.05	1.50	56.55
4	53.347639	11.814458	54.10	1.50	55.60



**Discrete Observation Receptors**

<b>Number</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Ground elevation</b>	<b>Height above ground</b>	<b>Total Elevation</b>
	<b>deg</b>	<b>deg</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>
OP 1	53.348999	11.802066	59.21	2.00	61.21
OP 2	53.348486	11.804384	57.40	2.00	59.40
OP 3	53.348358	11.807295	56.39	2.00	58.39
OP 4	53.347814	11.811293	56.32	2.00	58.32
OP 5	53.347152	11.815298	54.74	2.00	56.74

## PV Array Results

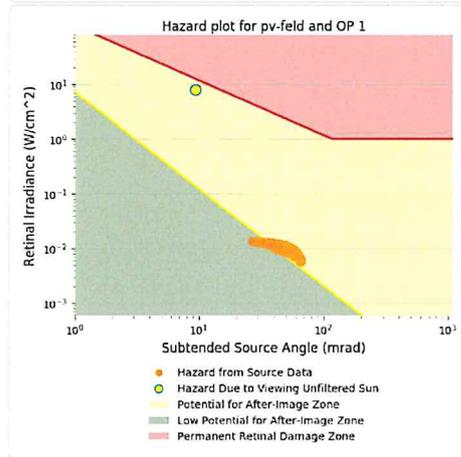
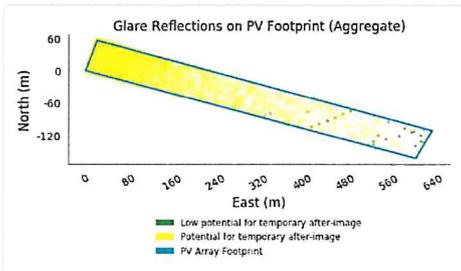
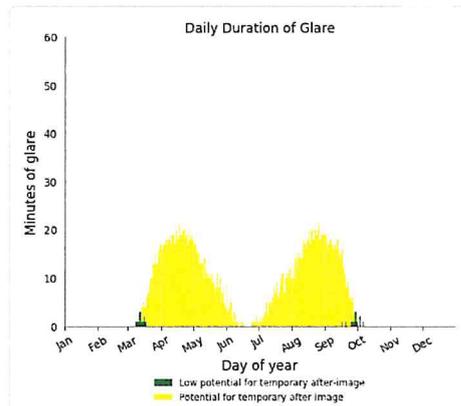
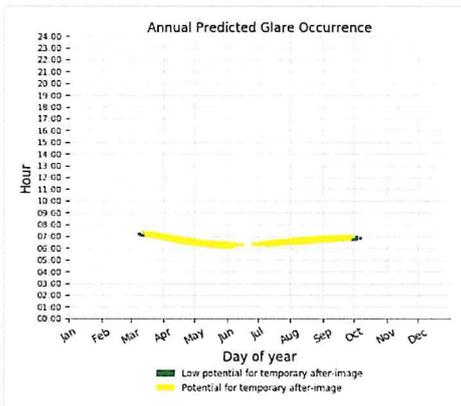
### PV Feld potential temporary after-image

Component	Green glare (min)	Yellow glare (min)
OP: OP 1	27	2179
OP: OP 2	4	3506
OP: OP 3	2	3830
OP: OP 4	68	6316
OP: OP 5	157	1834

### PV Feld - OP Receptor (OP 1)

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

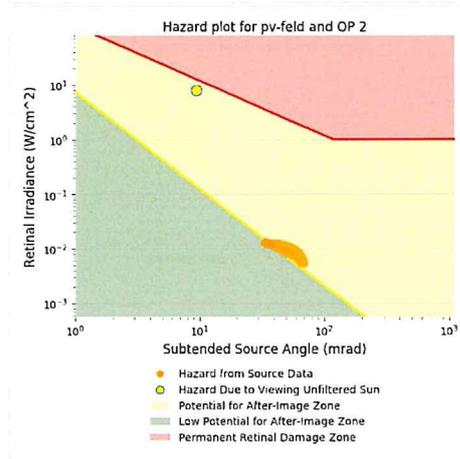
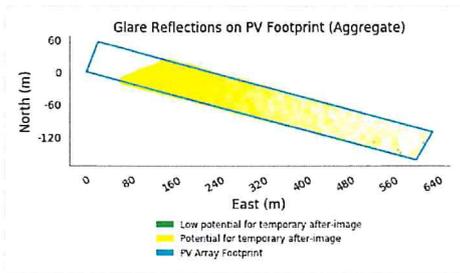
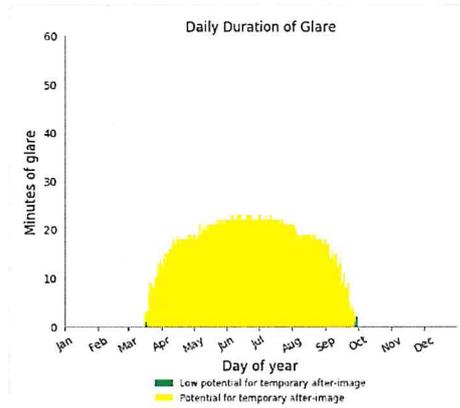
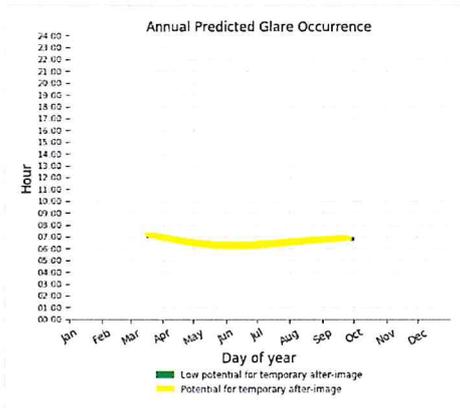
- 27 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 2,179 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



### PV Feld - OP Receptor (OP 2)

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

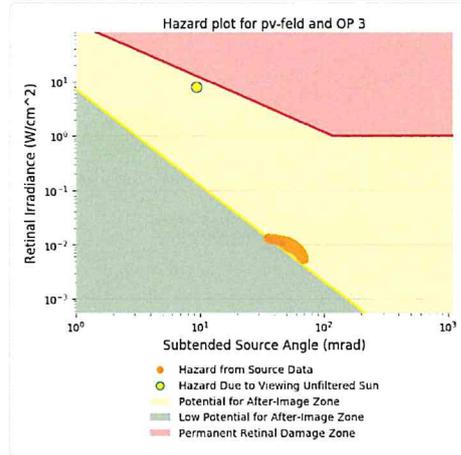
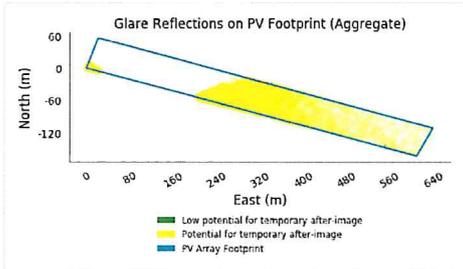
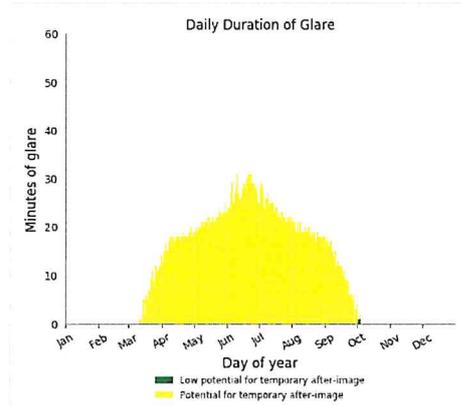
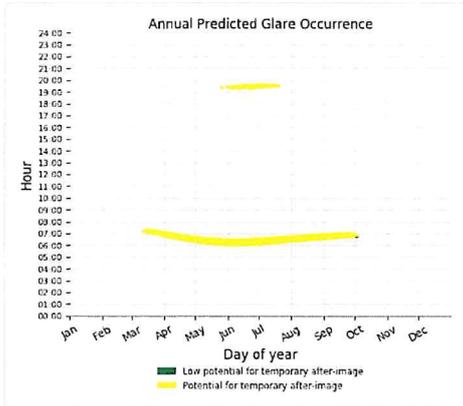
- 4 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 3,506 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



### PV Feld - OP Receptor (OP 3)

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

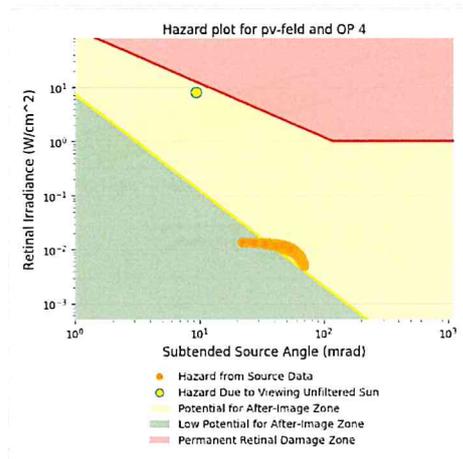
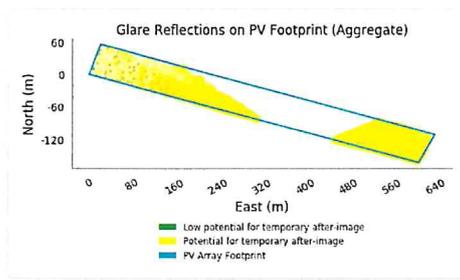
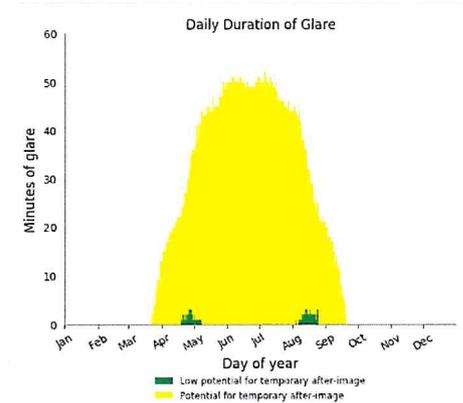
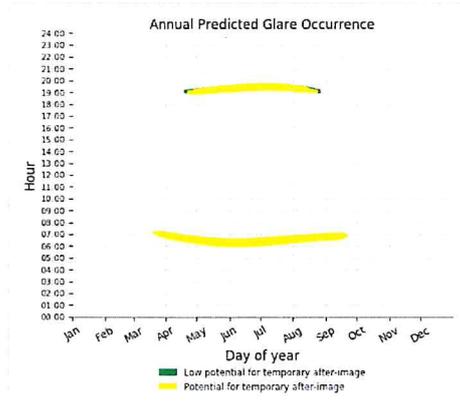
- 2 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 3,830 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



### PV Feld - OP Receptor (OP 4)

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

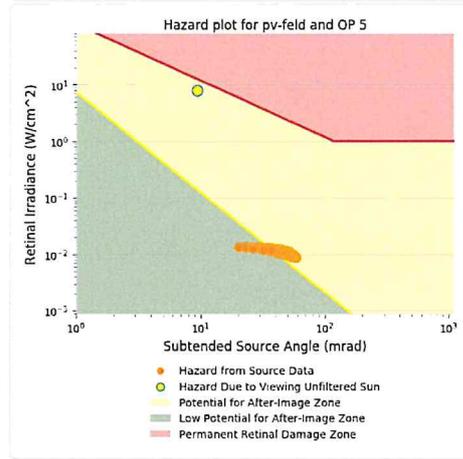
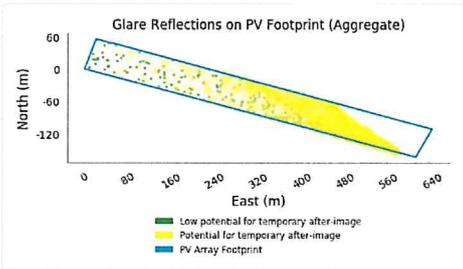
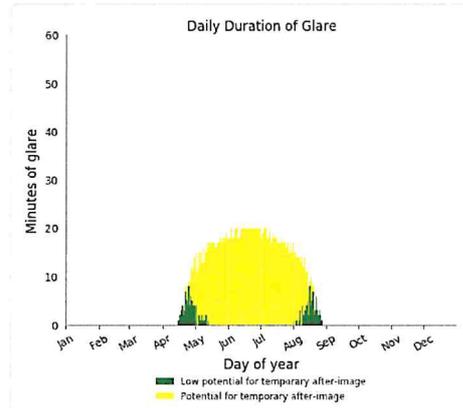
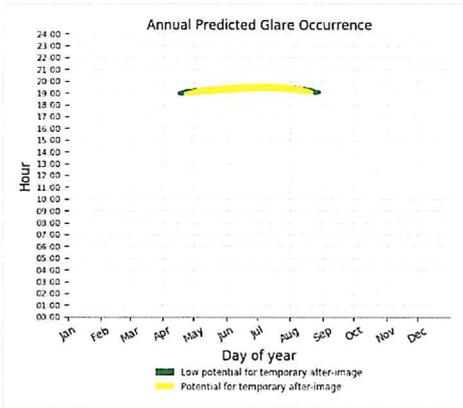
- 68 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 6,316 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



### PV Feld - OP Receptor (OP 5)

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

- 157 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 1,834 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.
- The glare hazard determination relies on several approximations including observer eye characteristics, angle of view, and typical blink response time. Actual values may differ.
- 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.