

# Blendgutachten

## Blendwirkung der PV Anlage Pierheim

Analyse der potentiellen Blendwirkung der PV Anlage Pierheim  
in Mittelfranken (Bayern)

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

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

## Inhalt

1	Auftrag .....	3
1.1	Beauftragung .....	3
1.2	Hintergrund und Auftragsumfang .....	3
2	Systembeschreibung .....	4
2.1	Standort Übersicht .....	4
2.2	Fotos des Standortes .....	6
2.3	Umliegende Gebäude .....	7
3	Ermittlung der potentiellen Blendwirkung .....	8
3.1	Rechtliche Hinweise .....	8
3.2	Blendwirkung von PV Modulen .....	8
3.3	Technische Parameter der PV Anlage .....	9
3.4	Berechnung der Blendwirkung .....	10
3.5	Standorte für die Analyse .....	11
4	Ergebnisse .....	12
4.1	Allgemeine Hinweise .....	12
4.2	Ergebnisübersicht .....	13
4.3	Ergebnisse am Messpunkt P1 .....	14
4.4	Ergebnisse am Messpunkt P2 .....	16
4.5	Ergebnisse am Messpunkt P3 .....	17
4.6	Ergebnisse am Messpunkt P4 .....	17
4.7	Ergebnisse am Messpunkt P5 .....	18
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 Pierheim

## 1 Auftrag

### 1.1 Beauftragung

Die SolPEG GmbH ist durch die Südwerk GmbH beauftragt, die potentielle Blendwirkung der PV Anlage „Pierheim“ für die Verkehrsteilnehmer auf der Bundesautobahn A9, der ICE Bahntrasse sowie 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 „Pierheim“ eine Blendwirkung für schutzbedürftige Zonen im Sinne der Licht-Leitlinie ausgehen könnte. Dies gilt für Verkehrsteilnehmer der Bundesautobahn A9, die ICE Bahntrasse 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 Solarparks befindet sich in einem landwirtschaftlichen Gebiet ca. 600 m südlich des Dorfes Pierheim in der Mittelfranken (Bayern), ca. 5 km östlich von Hilpoltstein. Die Anlage befindet sich auf einer Länge von ca. 225 m westlich der geplanten ICE Bahntrasse bzw. der A9. Lt. Planungsunterlagen sind Abstände zur ICE Trasse und A9 berücksichtigt. Die folgenden Informationen und Bilder geben einen Überblick über den Standort.

**Tabelle 1: Informationen über den Standort**

Allgemeine Beschreibung des Standortes	Ackerfläche ca. 600 m südlich des Dorfes Pierheim, ca. 5 km östlich von Hilpoltstein (Mittelfranken). Die Fläche ist überwiegend eben
Koordinaten (Anlagenteil Nord)	<a href="#">49.178°N, 11.255°O 450 m ü.N.N.</a>
Grenzlänge entlang der ICE Bahntrasse	ca. 225 m
Abstand zur ICE Bahntrasse	ca. 23 m - 40 m
Abstand zur A9	ca. 83 m - 95 m
Entfernung zu umliegenden Gebäuden	ca. 750 m

Übersicht über den Standort und die PV Anlage westlich der ICE Bahntrasse bzw. der A9 (schematisch)

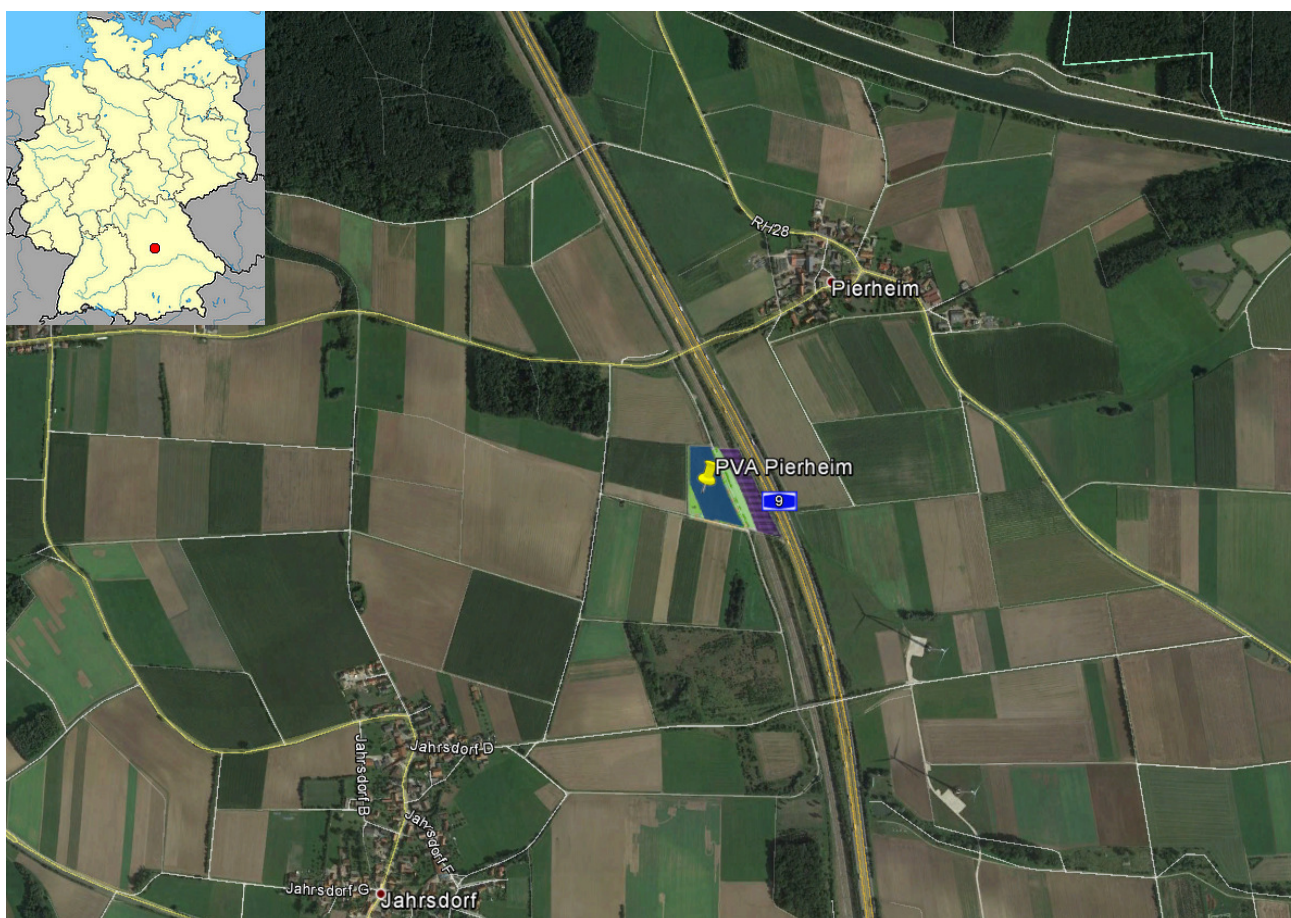


Bild S1: Luftbild mit Schema der PV Anlage (Quelle: Google Earth/SolPEG)



Detailansichten

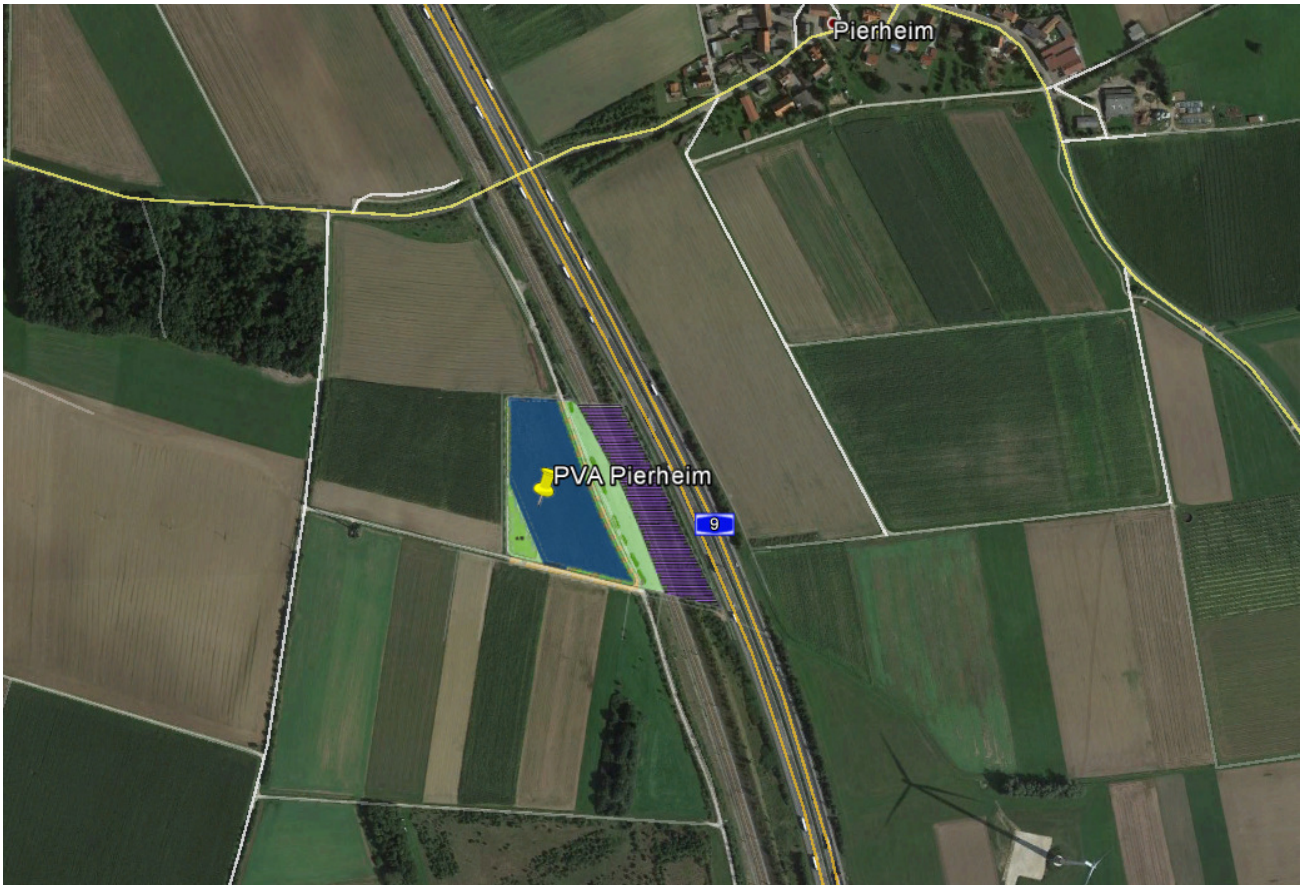


Bild S2: Detailansicht der PV Anlage (Quelle: Google Earth/SolPEG)

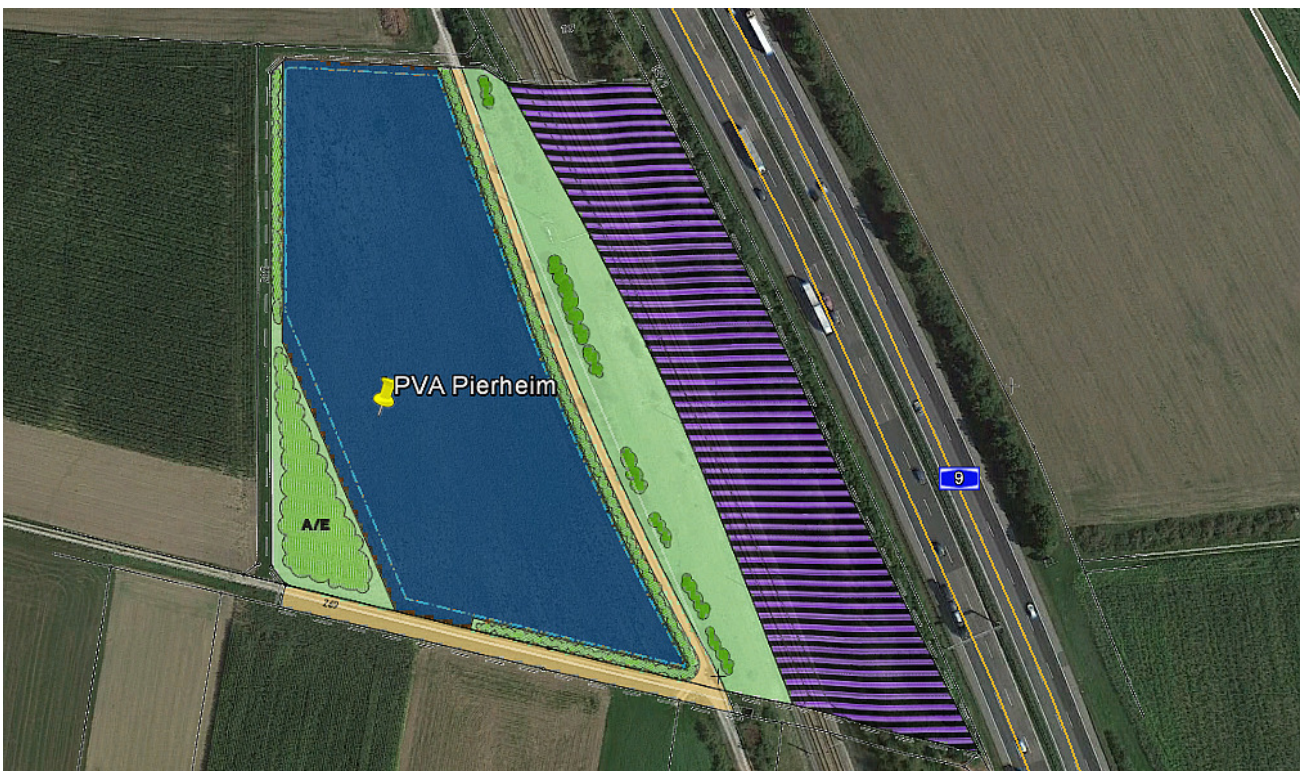


Bild S3: Detailansicht der PV Anlage, der Bahntrasse und der BAB 9 (Quelle: Google Earth/SolPEG)



## 2.2 Fotos des Standortes

Die folgenden Bilder sollen einen Eindruck von den Gegebenheiten vor Ort vermitteln.



Bild S4: Blick Richtung Osten auf die PV Anlage und A9 im Hintergrund (Quelle: Auftraggeber)

Blick Richtung Norden entlang der Bahntrasse



Bild S5: Blick Richtung Norden entlang der Bahntrasse (Quelle: Auftraggeber, SolPEG bearbeitet)



## 2.3 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 den Verlauf der Autobahn A9 sowie Gebäude der Ortschaft Jahrsdorf südwestlich der geplanten PV Anlage. Aufgrund des Strahlenverlaufs gemäß Reflexionsgesetz können die Gebäude nicht von potentiellen Reflexionen durch die PV Anlage erreicht werden. Auch aufgrund der Entfernung von ca. 750 m wären Reflexionen zu vernachlässigen. Vor diesem Hintergrund wird der Standort Jahrsdorf sowie die nördlich gelegene Ortschaft Pierheim nicht weiter analysiert.



Bild S6: Gebäude der Ortschaft Jahrsdorf 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 2-6 % reduzieren können. Folgende Skizze zeigt den Aufbau:

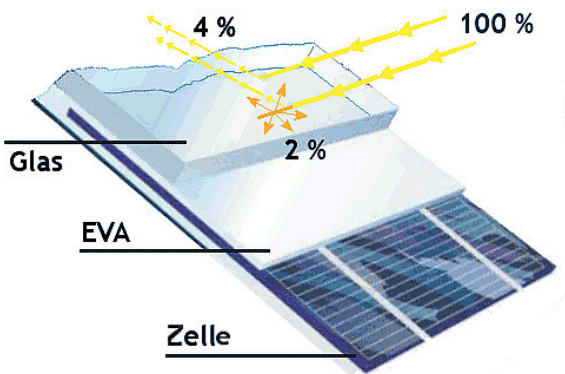


Bild S7: Anteil des reflektierten Sonnenlichtes bei einem PV Modul (Quelle: Internet/SolPEG)

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 S8: Diffuse Reflexion von direkten Sonnenlicht (Einstrahlung ca. 980 W/m<sup>2</sup>) auf einem PV Modul (Quelle: SolPEG)



### 3.3 Technische Parameter der PV Anlage

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

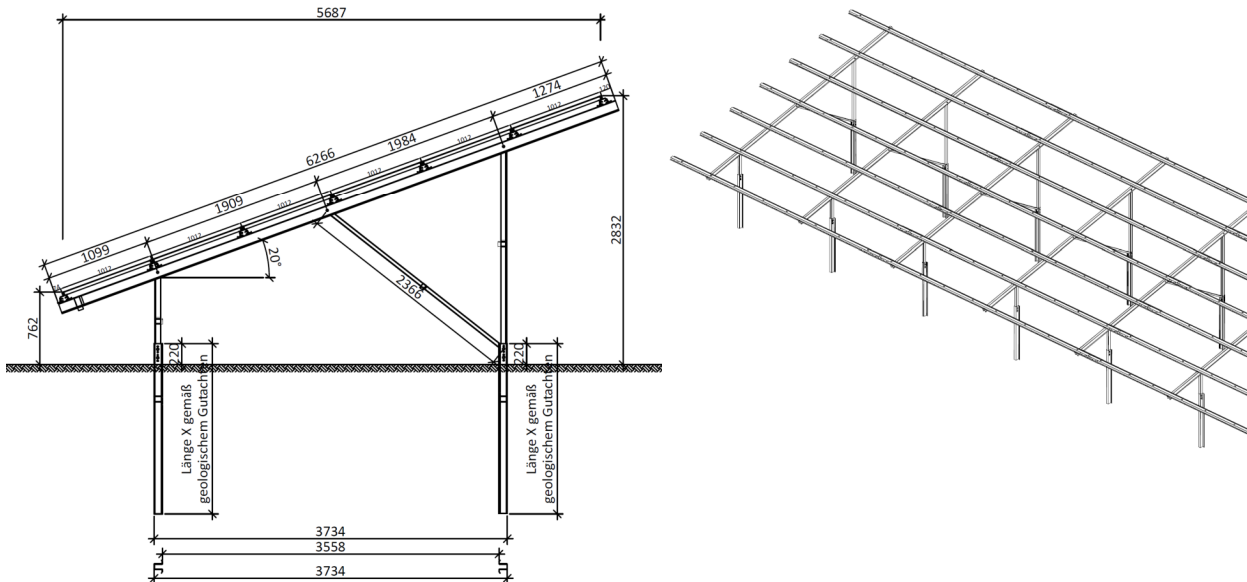


Bild S9: Skizzen der Modulkonstruktion (Quelle: Auftraggeber)

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

**Tabelle 2: Berechnungsparameter**

PV Modul	REC, Polykristallin
Moduloberfläche	Solarglas mit Anti-Reflexionsbehandlung (lt. Datenblatt)
Unterkonstruktion	Modultische, fest aufgeständert
Modulinstallation	6 Module horizontal übereinander
Ausrichtung (Azimut)	180° (Süden)
Modulneigung	20°
Höhe der sichtbaren Modulfläche	min. 0,76 m, max. 2,83 m
Mittlere Höhe der Modulfläche	2 m
Messpunkte an der ICE Bahntrasse	2 Messpunkte P1, P2 (siehe Skizze S11)
Messpunkte an der A9	2 Messpunkte P3, P4 (siehe Skizze S11)
Messpunkt auf Wirtschaftsweg	P5 (siehe Skizze S11)
Höhe Messpunkte über Boden	2 m (Mittlere Sitzhöhe PKW/LKW Fahrer)



### 3.4 Berechnung der Blendwirkung

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

Darüber hinaus kommen die in Anhang 2 der Licht-Leitlinie beschriebenen Empfehlungen (Seite 21ff) zur Anwendung, es werden jedoch aufgrund fehlender Angaben u.a. für Fahrzeuglenker zusätzliche Quellen herangezogen, u.a. die Richtlinien der FAA<sup>2</sup> 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:  $\gamma_P$ , Azimut  $\alpha_P$ ) bekannt ist, kann der Winkel der Reflexion ( $\theta_P$ ) mit der folgenden Formel berechnet werden:

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

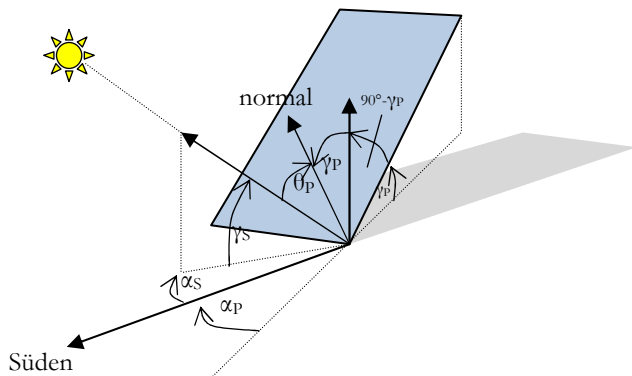


Bild S10: Schematische Darstellung der Reflexionen auf einer geneigten Fläche

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-Leitlinie<sup>3</sup> wird eine Entfernung von 100 m genannt.

Die durchgeführten Berechnungen wurden u.a. mit Simulationen und Modellen des Sandia National Laboratories<sup>4</sup>, New Mexico überprüft.

<sup>2</sup> US Federal Aviation Administration (FAA) guidelines for analyzing flight paths:  
<https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2013-10-23/pdf/2013-24729.pdf>

<sup>3</sup> Licht-Leitlinie Seite 22: Immissionsorte, die sich weiter als ca. 100 m von einer Photovoltaikanlage entfernt befinden erfahren erfahrungsgemäß nur kurzzeitige Blendwirkungen.

<sup>4</sup> Webseite der Sandia National Laboratories: <http://www.sandia.gov>

### 3.5 Standorte für die Analyse

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

Für die Analyse einer potentiellen Blendwirkung der PV Anlage Pierheim wurden insgesamt 5 exemplarische Messpunkte im Verlauf der geplanten ICE Bahntrasse sowie der A9 festgelegt und die im Jahresverlauf auftretenden Reflexionen ermittelt.

Umliegende Gebäude wurden nicht weiter untersucht da aufgrund von Winkel und Entfernung zur Immissionsquelle die Wahrnehmung von Reflexionen nicht gegeben ist.

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

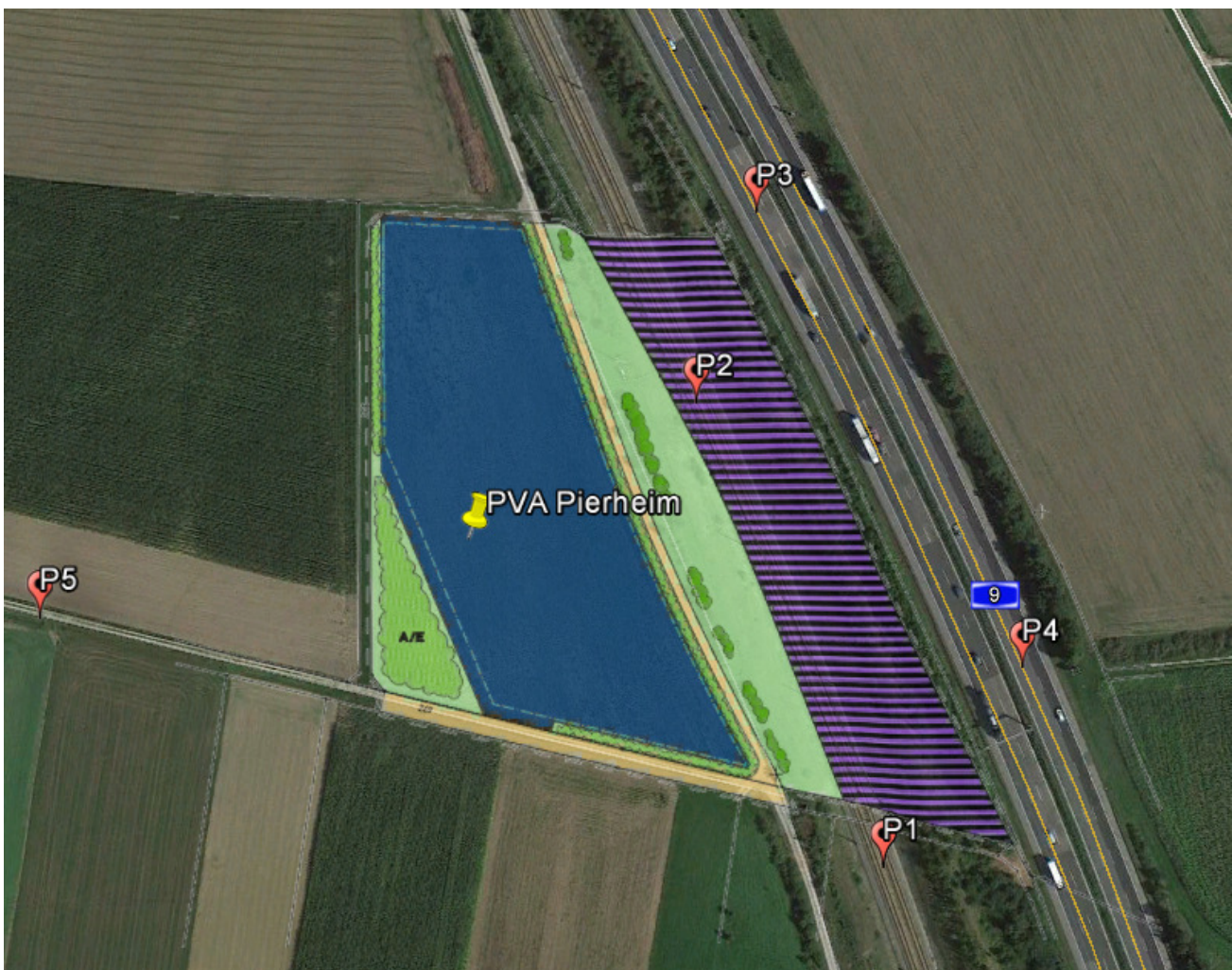


Bild S11: Übersicht PV Anlage und Messpunkte P1–P5 (Quelle: Google Earth/SolPEG)

## 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>5</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). Vor diesem Hintergrund kann die Empfehlung der Licht-Leitlinie in Bezug auf die maximale Dauer von Reflexionen in "schutzwürdigen Räumen" nicht ohne weiteres auf Fahrzeuge übertragen werden. Die reinen Zahlen der Simulationsergebnisse sind immer auch im Kontext zu verstehen.

#### Einfallswinkel der Reflexion

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

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

#### Entfernung zur Immissionsquelle

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

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

---

<sup>5</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 Ergebnisübersicht

Die Berechnung der potentiellen Blendwirkung der PV Anlage Pierheim wird für 5 exemplarisch gewählte Messpunkte durchgeführt. Die potentielle Blendwirkung für die jeweiligen Messpunkte ist in Minuten pro Jahr angegeben<sup>6</sup> und in die Kategorien „Minimal“ und „Gering“ unterteilt. Diese entsprechen den Wertebereichen der Berechnungsergebnisse (Leuchtdichte und -dauer). Die Ergebnisse werden in weiteren Diagrammen auch farblich dargestellt, diese haben folgende Bedeutung:

- „Minimal“, Minimales Potential für temporäre Nachbilder
- „Gering“, Potential für temporäre Nachbilder
- „Vorhanden“, Potential für Augenschädigung

Die folgende Tabelle zeigt die potentielle Blendwirkung für die jeweiligen Messpunkte in Minuten pro Jahr für die relevanten Kategorien "Gering" bzw. "Minimal". Die Kategorie "Vorhanden" ist nicht aufgeführt, da für diese Kategorie keine Blendwirkung vorhanden ist. Die Zahlen dienen der Übersicht aus formellen Gründen und sind nur im Kontext und mit den genannten Einschränkungen zu verwenden. Individuelle Ausführungen erfolgen gesondert für die jeweiligen Messpunkte.

**Tabelle 3: Potentielle Blendwirkung an den jeweiligen Messpunkten [Minuten pro Jahr]**

Messpunkt	Potentielle Blendwirkung	
	Minimal	Gering
P1 (ICE Bahntrasse Süd)	0	1565 <sup>W</sup>
P2 (ICE Bahntrasse Mitte)	0	2634 <sup>W</sup>
P3 (A9 Nord)	0	0
P4 (A9 Mitte)	0	3566 <sup>W</sup>
P5 (Wirtschaftsweg West)	0	1475 <sup>E</sup>

<sup>W</sup> Aufgrund des Einfallswinkels zu vernachlässigen

<sup>E</sup> Aufgrund der Entfernung zur Immissionsquelle zu vernachlässigen

<sup>6</sup> Lt. BImSchG sollte die Blenddauer maximal 30 Minuten am Tag oder 30 Stunden pro Kalenderjahr betragen.



### 4.3 Ergebnisse am Messpunkt P1

Am Messpunkt P1 auf der ICE Bahntrasse können bei der Fahrt Richtung Norden gemäß Strahlenverlauf lt. Reflexionsgesetz theoretisch abends Reflexionen durch die PV Anlage Pierheim auftreten. Die Reflexionen können in einem Einfallswinkel von ca.  $40^\circ$  -  $50^\circ$  links (westlich) zur Fahrtrichtung auftreten und sind daher außerhalb des für Zugführer relevanten Blickwinkels (Fahrtrichtung  $\pm 20^\circ$ ). Beeinträchtigungen der Zugführer sind nicht wahrscheinlich.

Die folgende Skizze zeigt die Situation am 21. Juni um 18:30 Uhr bei der Fahrt Richtung Norden.

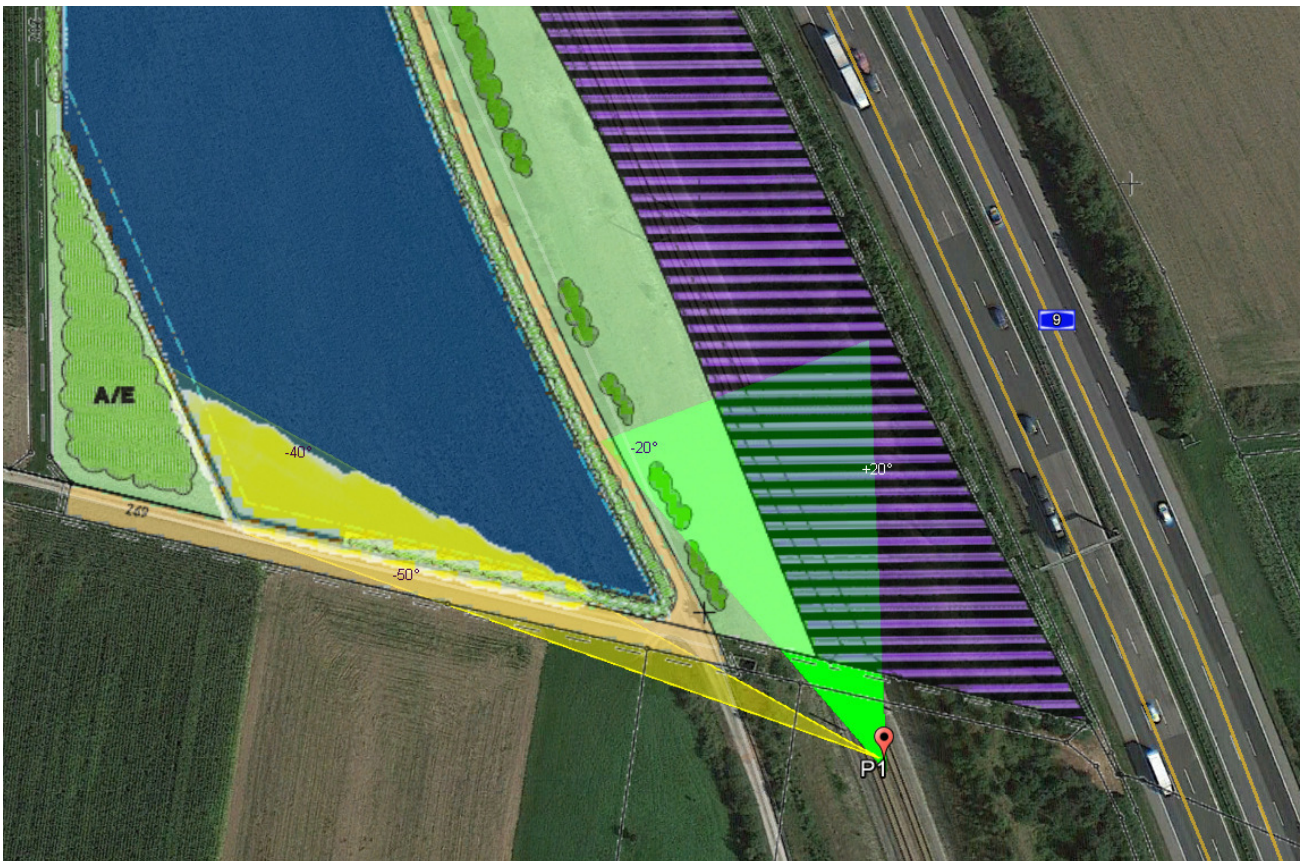


Bild S12: Simulation am Messpunkt P1 am 21. Juni um 18:30 Uhr (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Der grüne Bereich im Bild S12 symbolisiert bei Fahrt Richtung Norden den relevanten Blickwinkel (Fahrtrichtung  $\pm 20^\circ$ ). Im gelben Bereich können potentielle Reflexionen wahrgenommen werden. Dieser liegt allerdings mit  $-40^\circ$  bis  $-50^\circ$  außerhalb des relevanten Sichtfeldes und stellt somit keine Beeinträchtigung für den Zugführer dar. Zusätzlicher Sichtschutz durch Büsche/Bäume ist vorhanden.



Die Bahntrasse verläuft ca. 6 - 7 m tiefer als die PV Anlage, ein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle ist kaum möglich. Die folgende Skizze (Pseudo 3D) verdeutlicht die Situation. Die Darstellung entspricht der aktuellen Aufnahme der örtlichen Gegebenheiten (siehe auch Bild S5).

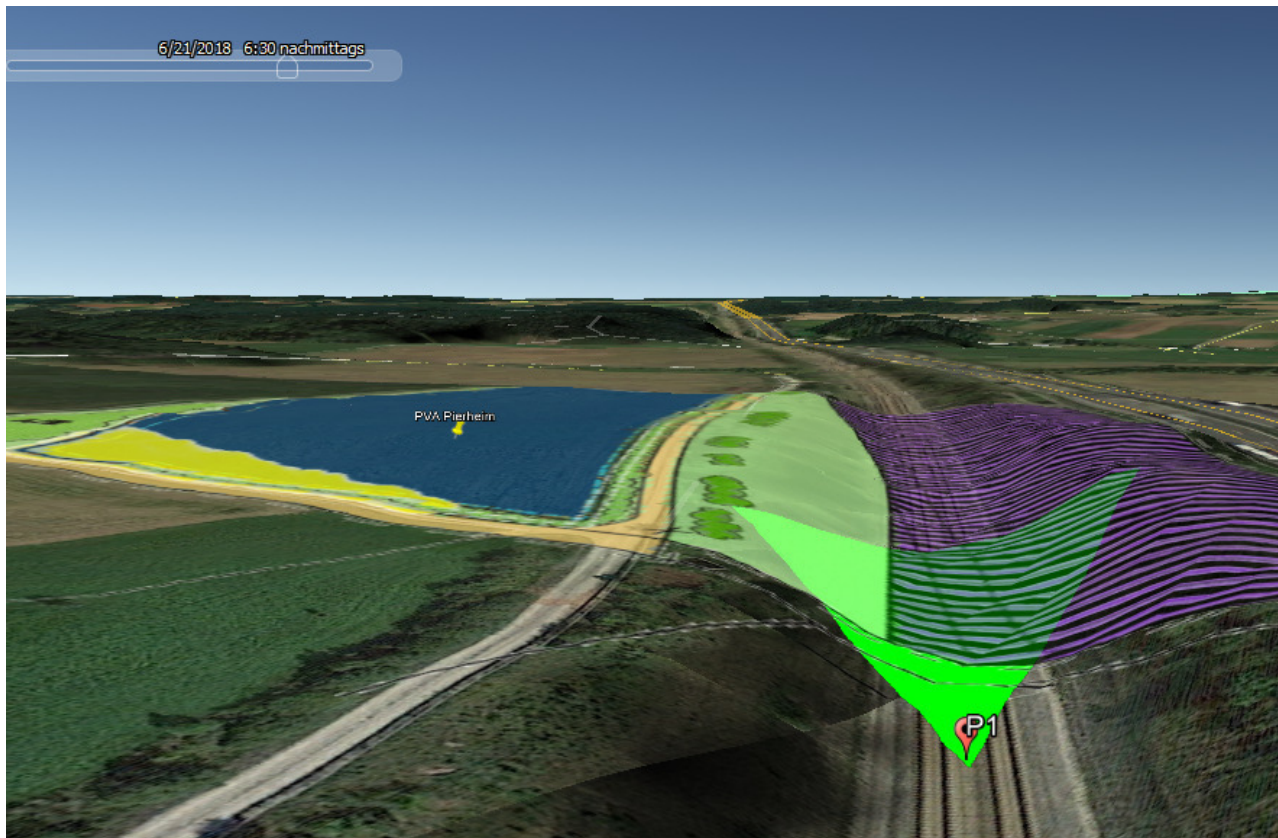


Bild S13: Simulation am Messpunkt P1 am 21. Juni um 18:30 Uhr (Quelle: Google Earth / SolPEG)

Zum Vergleich eine weiteres Foto der Situation in der Nähe von Messpunkt P1



Bild S14: Foto in der Nähe von Messpunkt P1 (Quelle: Auftraggeber)



#### 4.4 Ergebnisse am Messpunkt P2

Am Messpunkt P2 auf der ICE Bahntrasse können ebenfalls bei der Fahrt Richtung Norden gemäß Strahlenverlauf lt. Reflexionsgesetz theoretisch abends Reflexionen durch die PV Anlage auftreten. Wie auch am Messpunkt P1 können die Reflexionen in einem Einfallswinkel von ca.  $35^\circ$  -  $58^\circ$  links (westlich) zur Fahrtrichtung auftreten und sind daher außerhalb des für Zugführer relevanten Blickwinkels (Fahrtrichtung  $\pm 20^\circ$ ). Die Simulation kann die örtlichen Gegebenheiten nicht vollständig berücksichtigen, Beeinträchtigungen der Zugführer sind nicht wahrscheinlich.

Zur Veranschaulichung wird dennoch in der folgenden Skizze die potentielle Blendwirkung für den Messpunkt P2 dargestellt.

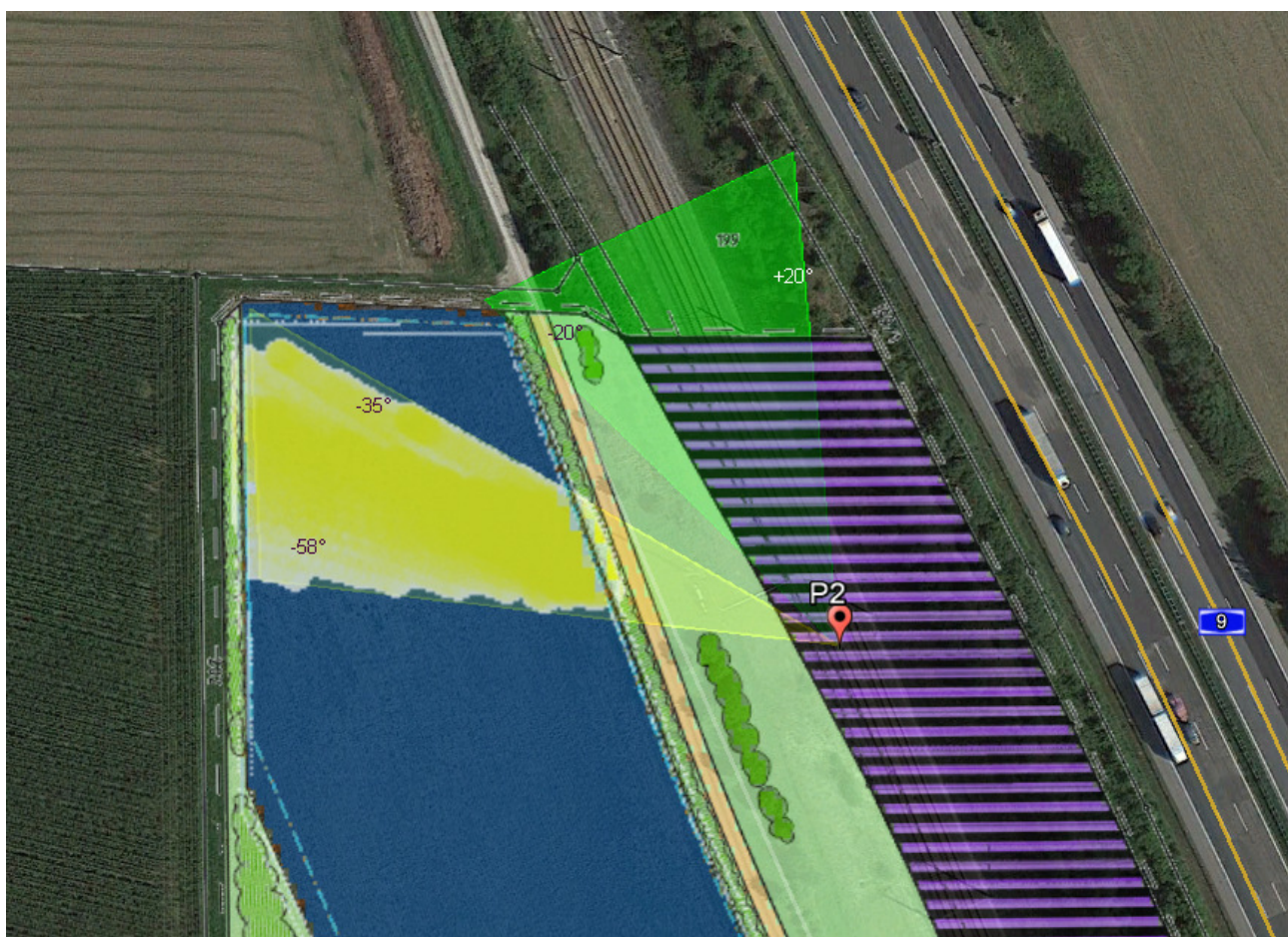


Bild S15: Ausschnitt für Messpunkt P2 (Quelle: Google Earth/SolPEG)

Der grüne Bereich im Bild S15 symbolisiert bei Fahrt Richtung Norden den relevanten Blickwinkel (Fahrtrichtung  $\pm 20^\circ$ ). Im gelben Bereich können potentielle Reflexionen wahrgenommen werden. Diese Bereiche liegen allerdings mit  $-35^\circ$  bis  $-58^\circ$  außerhalb des für Zugführer relevanten Blickwinkels (Fahrtrichtung  $\pm 20^\circ$ ), und stellen somit keine Beeinträchtigung dar.

Selbst wenn der Zugführer den Blick von der Strecke abwenden 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 ca. 120 km/h wäre allerdings der gesamte Bereich der PV Anlage mit ca. 225 m Grenzlänge in ca. 7 Sekunden passiert.



#### 4.5 Ergebnisse am Messpunkt P3

Am Messpunkt P3 auf der A9 im nördlichen Bereich der PV Anlage kann es gemäß Strahlenverlauf lt. Reflexionsgesetz zu keinen Reflexionen durch die PV Anlage kommen.

#### 4.6 Ergebnisse am Messpunkt P4

Am Messpunkt P4 auf der A9 östlich der PV Anlage kann es bei der Fahrt Richtung Norden theoretisch abends zu geringfügigen Reflexionen durch PV Anlage kommen. Da der Einfallswinkel für Fahrzeugführer nicht relevant ist und die Entfernung zur Immissionsquelle ca. 120 m - 280 m beträgt, wird es zu keinen Beeinträchtigungen der Fahrzeugführer kommen.

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

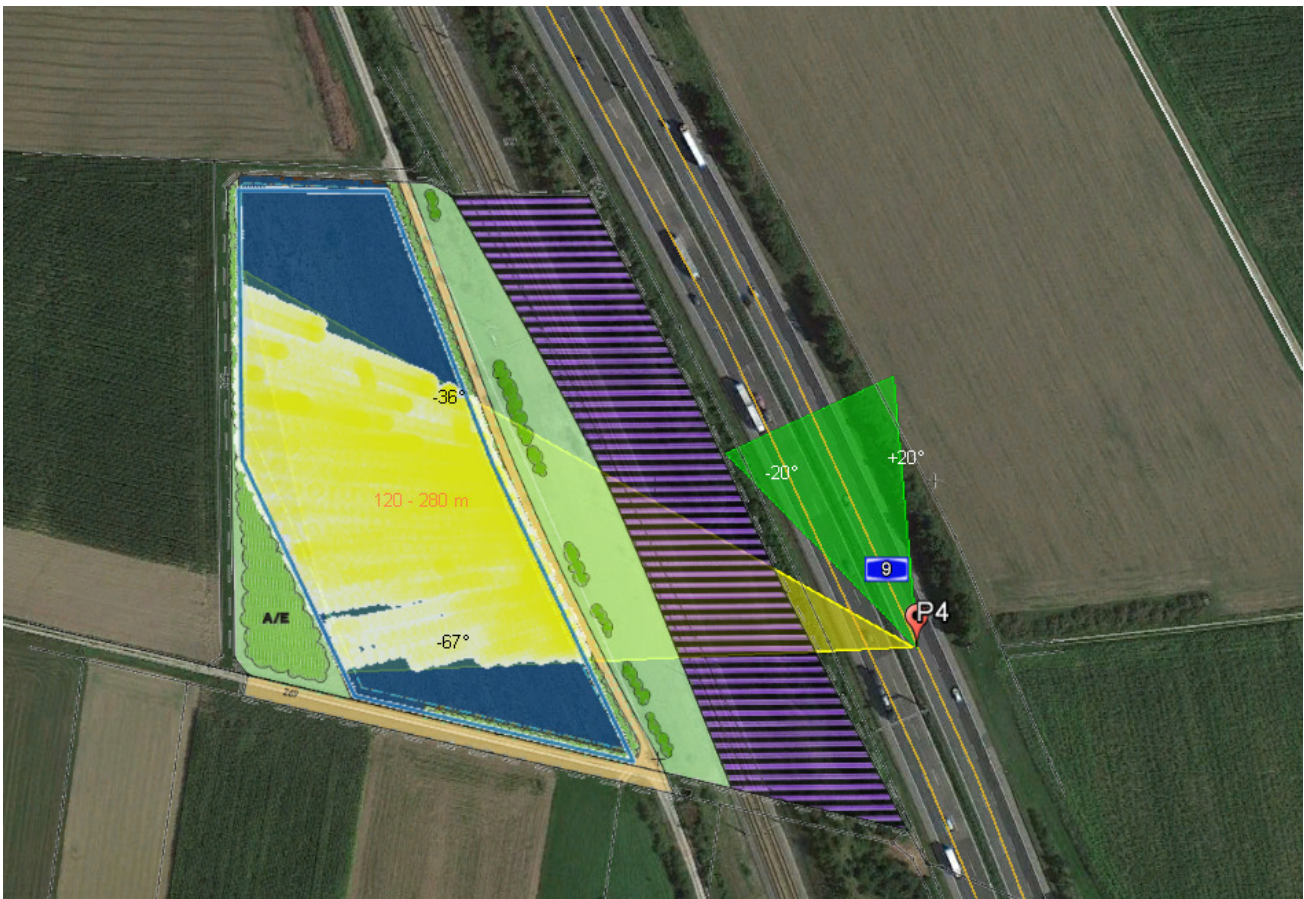


Bild S16: Ausschnitt für Messpunkt P4 (Quelle: Google Earth/SolPEG)

Der grüne Bereich im Bild S16 symbolisiert bei Fahrt Richtung Norden den relevanten Blickwinkel (Fahrtrichtung  $\pm 20^\circ$ ). Im gelben Bereich können potentielle Reflexionen wahrgenommen werden. Dieser liegt allerdings mit  $-36^\circ$  bis  $-67^\circ$  außerhalb des relevanten Sichtfeldes und stellt somit keine Beeinträchtigung für den Fahrzeugführer dar. Auch die Entfernung von mehr als 120 m relativiert die Möglichkeit für Blendwirkungen. Zusätzlicher Sichtschutz durch Büsche/Bäume ist vorhanden.



#### 4.7 Ergebnisse am Messpunkt P5

Am Messpunkt P5 auf dem Wirtschaftsweg westlich der PV Anlage kann es bei der Fahrt Richtung Osten theoretisch in den frühen Morgenstunden zu geringfügigen Reflexionen durch PV Anlage kommen. Da der Einfallswinkel der Reflexionen für Fahrzeugführer nicht relevant ist und die Entfernung zur Immissionsquelle ca. 140 m - 220 m beträgt, wird es zu keinen Beeinträchtigungen der Fahrzeugführer kommen.

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

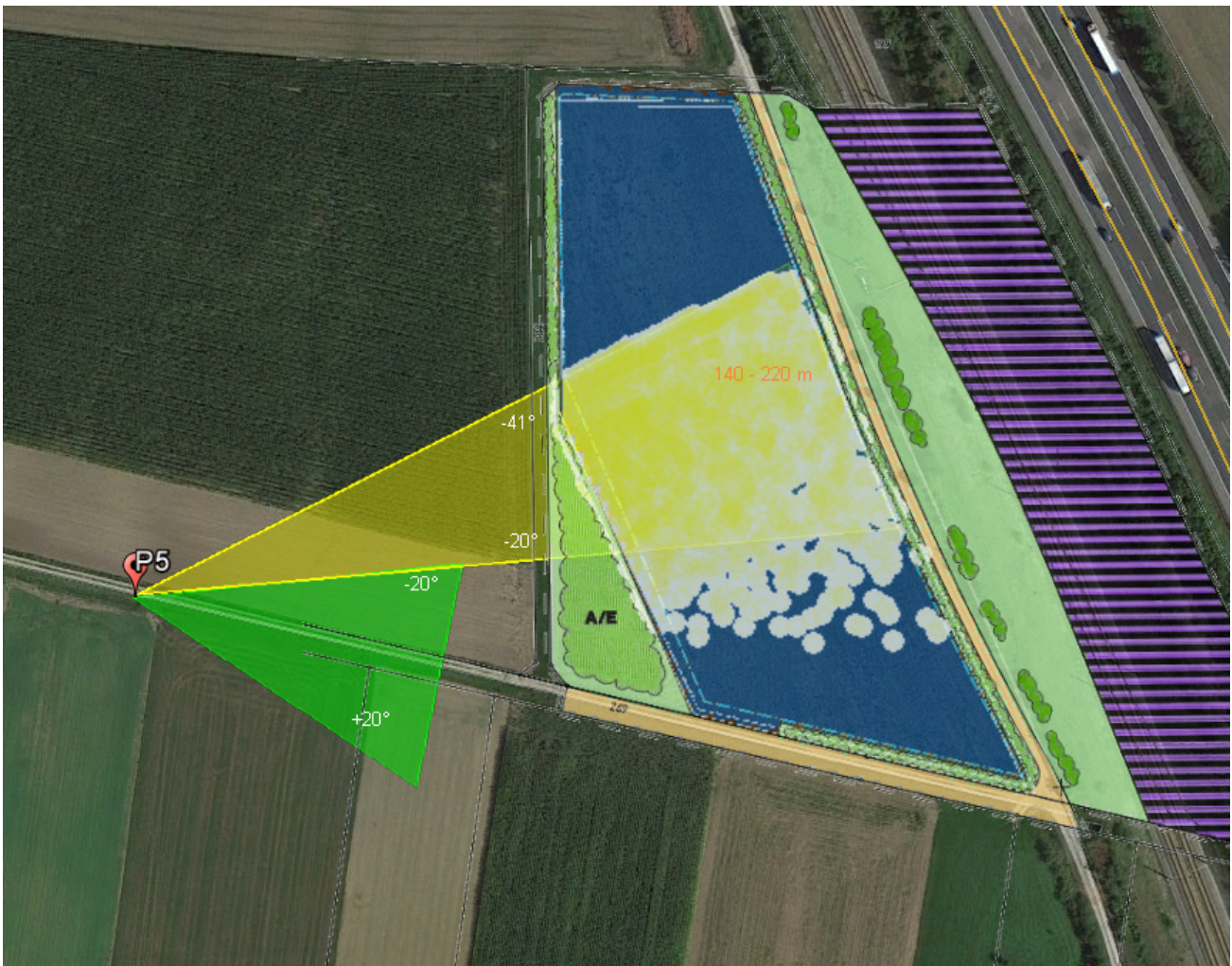


Bild S17: Ausschnitt für Messpunkt P5 (Quelle: Google Earth/SolPEG)

Der grüne Bereich im Bild S17 symbolisiert bei Fahrt Richtung Osten den relevanten Blickwinkel (Fahrtrichtung +/-20°). Im gelben Bereich können potentielle Reflexionen wahrgenommen werden. Dieser liegt allerdings mit -20° bis -41° außerhalb des relevanten Sichtfeldes und stellt somit keine Beeinträchtigung für den Fahrzeugführer dar. Auch die Entfernung von mehr als 140 m relativiert die Möglichkeit für Blendwirkungen. Zusätzlich besteht ein natürlicher Sichtschutz durch Büsche/Bäume der Ausgleichsfläche.

## 5 Zusammenfassung der Ergebnisse

### 5.1 Zusammenfassung

Die Analyse von 5 exemplarisch gewählten Messpunkten in der Nähe der geplanten PV Anlage Pierheim ergibt eine theoretische aber geringfügige und zeitlich begrenzte Wahrscheinlichkeit für Reflexionen. An einzelnen Messpunkten besteht eine theoretische Möglichkeit für geringfügige und zeitlich begrenzte Reflexionen durch die PV Anlage. 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. 15 Sekunden in Form von kurzzeitigen Nachbildern bemerkbar machen. Selbst bei einer geringen Geschwindigkeit von 100 km/h haben Fahrzeuge auf der A9 die gesamte PV Anlage mit einer Länge von ca. 225 m in ca. 8 Sekunden passiert. D.h. der Standort des Fahrzeug- bzw. Zugführers in Bezug zu den PV Fläche ändert sich um 28 m pro Sekunde. Hinzu kommt der Umstand, dass aufgrund des Geländeverlaufes mit Bewuchs und anderem natürlichen Sichtschutz ein direkter Sichtkontakt mit der Immissionsquelle über einen relevanten Zeitraum nicht gegeben ist. Darüber hinaus treten die Reflexionen teilweise in größerer Entfernung auf (mehr als 120 m) und sind daher 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 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 „Pierheim“ 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 äußerst gering eingestuft werden. Zug- und Fahrzeugführer werden nicht beeinträchtigt.


Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse sind keine weiteren Sichtschutzmaßnahmen erforderlich bzw. angeraten.

Diese Einschätzung sollte ggf. nach Fertigstellung der Baumaßnahmen geprüft werden.

## 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.

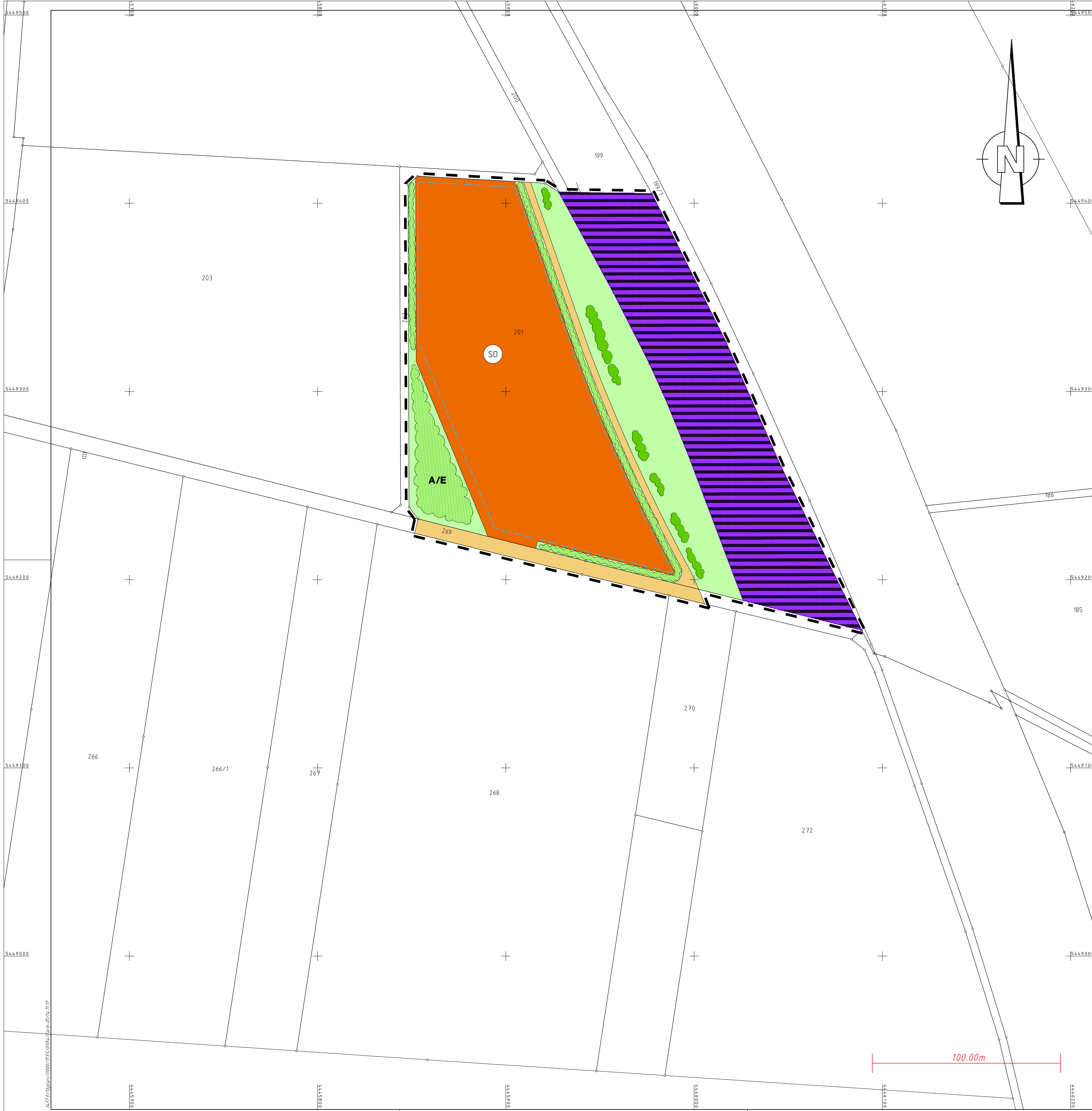
Hamburg, den 02.05.2018

  
Dieko Jacobi / SolPEG GmbH

---

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





## Festsetzungen

Gemäß dem Baugesetzbuch (BauGB), der Bayerischen Bauordnung (BayBO) sowie der Gemeindeordnung für den Freistaat Bayern in der jeweils aktuellen Fassung.

- 1. Planungsrechtliche Festsetzungen**
  - 1.1. Art und Maß der baulichen Nutzung**
    - 1.1.1. Sondergebiet für Photovoltaik-Anlagen**

Zulässig sind Anlagen zur Erzeugung von elektrischer Energie aus Sonnenlicht sowie alle dafür erforderlichen Gebäude und baulichen Anlagen.  
Aufgrund der unmittelbaren Nähe zur Bahn ist sicherzustellen, dass durch die Anlagen keine Blendwirkungen für den Bahnverkehr entstehen.

**SO**
    - 1.1.2. Modulfläche**

Die maximal zulässige Fläche für Solarmodule (MF) beträgt 15.000 m<sup>2</sup>.

**MF ≤ 15.000 m<sup>2</sup>**
    - 1.1.3. Höhe baulicher Anlagen**

Die Höhe von technischen Nebengebäuden darf maximal drei Meter betragen, gemessen von der natürlichen Geländeoberfläche bis zum höchsten Punkt des Dachs (GOK 3,00m).  
Die Höhe freistehender Solarmodule darf maximal 3,50 Meter betragen, gemessen von der natürlichen Geländeoberfläche bis zum höchsten Punkt der Solarmodule (OK 3,50m).

**GOK 3,00m  
OK 3,50m**
  - 1.2. überbaubare und nicht überbaubare Grundstückflächen**

Baugrenze

bestehende Wirtschaftswege/Erschließungswege
  - 1.3. Verkehrsflächen**

nachrichtlich übernommene Flächen für Bahnanlagen

bestehende Grünflächen (Extensivwiese)

Wiesenflächen unter und zwischen den Modulreihen sind ein- bis zweimal im Jahr zu mähen oder zu mulchen. Eine Beweidung ist zulässig. Innerhalb dieser Flächen dürfen Wartungszufahren angelegt werden.

bestehende Gehölzstrukturen

Pflanzgebot für Hecke/Feldgehölz

Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen

Die erforderlichen Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen gemäß § 18 in Verbindung mit §§ 14 bis 17 BNatSchG werden auf dem im Plan mit nebenstehendem Planzeichen gekennzeichneten Flächen durchgeführt. Die festgesetzten Ausgleichsflächen werden dem im Rahmen des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes „Photovoltaik-Anlage Pierheim“ festgesetzten Bauflächen zugeordnet.

Wiesenflächen sind als Extensivwiesen zu pflegen; sie dürfen höchstens zweimal im Jahr gemäht werden; das Mähgut ist abzufahren. Frühester Mahdtermin ist der 15. August zur Ausmagerung der Flächen ist in den ersten drei Jahren auch ein früherer Mahdtermin zulässig. Eine Beweidung ist ebenfalls zulässig. Düngemittel- oder Pflanzenschutzmittel dürfen nicht eingesetzt werden. Im Bereich der Ausgleichsfläche ist gemäß den Pläneintragen eine Hecke bzw. ein Feldgehölz zu pflanzen, zu erhalten und bei Verlust zu ersetzen.  
Bei Sträuchern sind Pflanzen folgender Qualität zu verwenden: zweimal verpflanzt, ohne Ballen, Höhe 100 bis 150 cm; Pflanzraster 1,00 Meter x 1,00 Meter.  
Folgende Arten sind zu pflanzen: Hasel (Corylus avellana), Eingriffeliger Weißdorn (Crataegus monogyna), Schwarze Heckenkirsche (Lonicera nigra), Schlehe (Prunus spinosa), Hundsrose (Rosa canina), Schwarzer Holunder (Sambucus nigra), Traubenholunder (Sambucus racemosa), Gemeiner Schneeball (Viburnum opulus).  
Es sind autochthone Gehölze zu verwenden.  
Zum Schutz von Wildverbiss sind Gehölzpflanzungen so lange mit einem Wildschutzzaun einzufrieden, bis sie aus der Äsungshöhe herausgewachsen sind. Der Wildschutzzaun ist soweit nach innen zu setzen, dass die Befahrbarkeit angrenzender Wege und die Bewirtschaftung angrenzender land- und forstwirtschaftlicher Flächen ungehindert möglich ist. Sonstige Einfriedungen der Ausgleichsflächen sind grundsätzlich unzulässig.  
Bei allen Pflanzmaßnahmen sind die gesetzlichen Grenzabstände einzuhalten.
  - 1.4. Grünflächen/Planungen, Nutzungsregelungen und Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft**

bestehende Grünfläche (Extensivwiese)

bestehende Gehölzstrukturen

Pflanzgebot für Hecke/Feldgehölz

Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen
  - 1.5. Sonstige Planzeichen**
    - 1.5.1. Grenze des räumlichen Geltungsbereiches des Bebauungsplanes**

Der vorhabenbezogene Bebauungsplan setzt die Grenze seines Geltungsbereiches fest.

**---**
- 2. Bauordnungsrechtliche Festsetzungen**
  - 2.1. Fassadengestaltung**

Fassaden von technischen Gebäuden sind mit wenig strukturiertem Putz zu versehen, der weiß oder in Pastellfarben auszuführen ist. Holz- oder Holzverkleidungen sind zulässig.
  - 2.2. Dächer**

Dachflächen sind in roten oder dunklen Farbtönen zu gestalten.
  - 2.3. Oberflächengestaltung der Solarmodule**

Die Solarmodule sind in ihrer Oberfläche und Ausrichtung so zu gestalten, dass keine Blendwirkung an bestehender Wohnbebauung hervorgerufen wird oder der Bahnverkehr und andere Verkehrsteilnehmer geblendet werden.
  - 2.4. Einfriedungen**

Wird eine Grundstückseinfriedung vorgenommen, so ist sie als Metallgitter- oder Maschendrahtzaun ohne Sockel auszuführen. Sie ist so zu gestalten, dass sie für Kleintiere passierbar ist. Die Höhe der Einfriedung darf einschließlich Übersiegschutz 2,50 Meter nicht überschreiten, die Zaununterkante muss im Mittel 15 cm über dem Gelände liegen.

## 2.5. Werbeanlagen

Werbeanlagen sind nicht zulässig.

## Weitere Planeintragen/ Nachrichtliche Übernahmen

Weitere Planeintragen  
Flurstücksnummer

201

bestehende Grundstücksgrenze

### Bodendenkmäler

Gemäß Art. 8 Abs. 1 DSchG ist, wer Bodendenkmäler auffindet, verpflichtet, dies unverzüglich der Unteren Denkmalschutzbehörde oder dem Landesamt für Denkmalpflege anzuzeigen. Zur Anzeige verpflichtet sind auch der Eigentümer und der Besitzer des Grundstücks, sowie der Unternehmer und der Leiter der Arbeiten, die zu dem Fund geführt haben. Die Anzeige eines der Verpflichteten befreit die übrigen. Nimmt der Finder an den Arbeiten, die zu dem Fund geführt haben, aufgrund eines Arbeitsverhältnisses teil, so wird er durch die Anzeige an den Unternehmer oder den Leiter der Arbeiten befreit.  
Gemäß Art. 8 Abs. 2 DSchG sind die aufgefundenen Gegenstände bis zum Ablauf von einer Woche nach der Anzeige unverändert zu belassen, wenn nicht die Untere Denkmalschutzbehörde die Gegenstände vorher freigelegt oder die Fortsetzung der Arbeiten gestattet.

## Verfahrensvermerke

### Aufstellungsbeschluss

Der Stadtrat der Stadt Hilpoltstein beschloss in seiner Sitzung vom ..... die Aufstellung eines vorhabenbezogenen Bebauungsplanes für das Sondergebiet „Photovoltaik-Anlage Pierheim“. Der Aufstellungsbeschluss wurde ortsüblich bekannt gemacht.

### Beteiligung der Öffentlichkeit

Die Beteiligung der Öffentlichkeit wurde ortsüblich bekannt gemacht; der Vorentwurf des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes für das Sondergebiet „Photovoltaik-Anlage Pierheim“ in der Fassung vom ..... wurde mit der Begründung vom ..... bis ..... im Rathaus der Stadt Hilpoltstein ausgelegt. Eingegangene Stellungnahmen wurden behandelt, das Ergebnis wurde mitgeteilt.

### Beteiligung der Behörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange sowie der Nachbargemeinden

Die Behörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange sowie die Nachbargemeinden wurden mit Schreiben vom ..... in der Zeit vom ..... bis ..... an der Aufstellung des vorhabenbezogenen Bebauungsplans für das Sondergebiet „Photovoltaik-Anlage Pierheim“ beteiligt und angehört. Eingegangene Stellungnahmen wurden behandelt, das Ergebnis wurde mitgeteilt.

### Öffentliche Auslegung

Der Entwurf des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes für das Sondergebiet „Photovoltaik-Anlage Pierheim“ in der Fassung vom ..... wurde mit der Begründung aufgrund des Beschlusses des Stadtrates vom ..... nach ortsüblicher Bekanntmachung, im Rathaus der Stadt Hilpoltstein vom ..... bis ..... mit dem Hinweis, dass Anregungen während der Auslegungsfrist von jedermann schriftlich oder zur Niederschrift vorgebracht werden können, öffentlich ausgelegt. Behörden und sonstige Träger öffentlicher Belange wurden von der Auslegung in Kenntnis gesetzt. Eingegangene Stellungnahmen wurden behandelt, das Ergebnis wurde mitgeteilt.

### Satzungsbeschluss

Die Stadt Hilpoltstein hat mit Beschluss des Stadtrates vom ..... den vorhabenbezogenen Bebauungsplan für das Sondergebiet „Photovoltaik-Anlage Pierheim“ in der Fassung vom ..... als Satzung beschlossen.

Ausgefertigt:  
Hilpoltstein, den .....

.....  
Stadt Hilpoltstein  
M. Mahl  
Erster Bürgermeister

(Dienstsiegel)

### Inkrafttreten

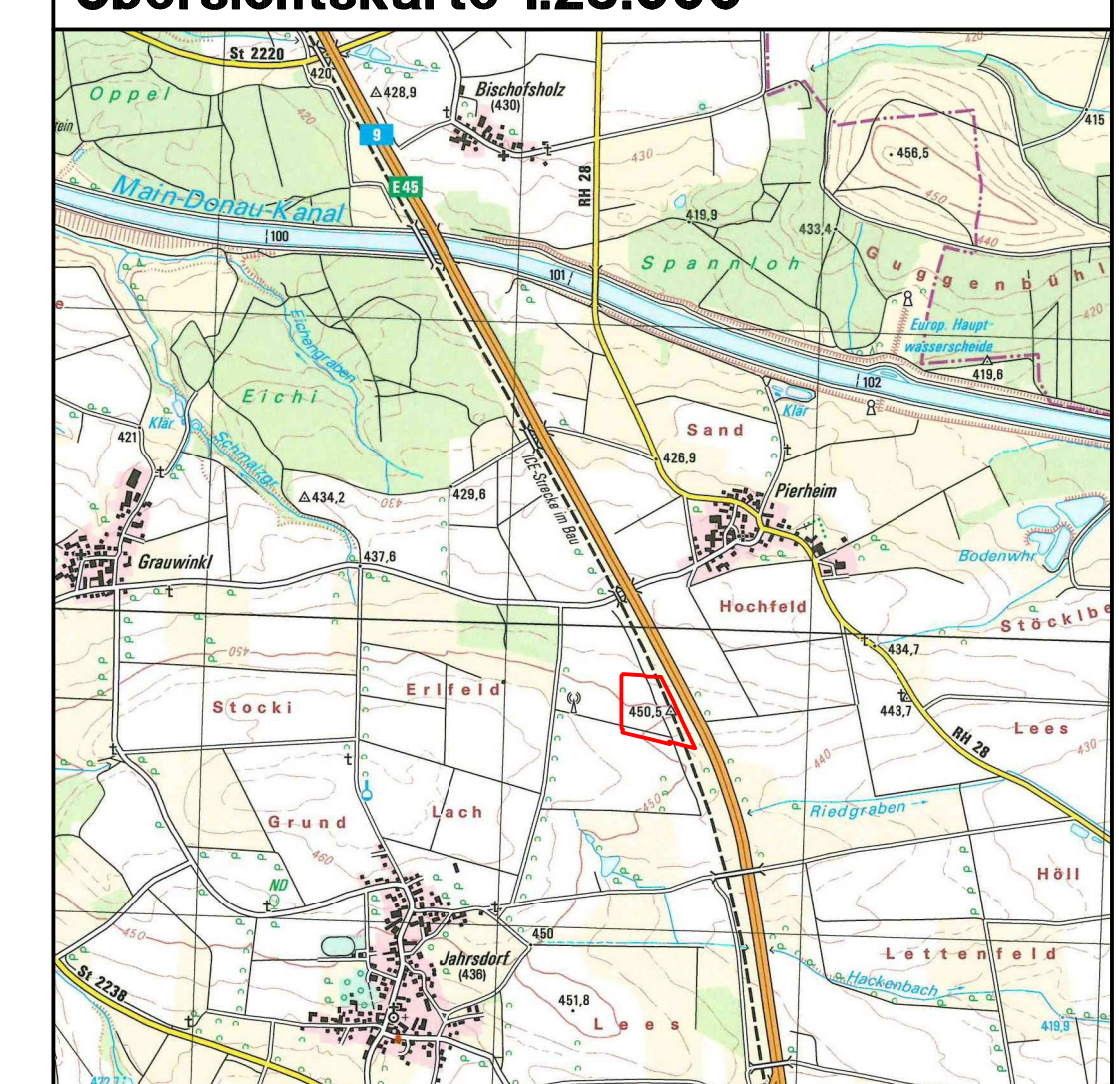
Der Beschluss des Bebauungsplanes wurde ortsüblich bekannt gemacht; dabei wurde darauf hingewiesen, dass der Bebauungsplan mit Begründung im Rathaus der Stadt Hilpoltstein ab sofort eingesehen werden kann. Der vorhabenbezogene Bebauungsplan für das Sondergebiet „Photovoltaik-Anlage Pierheim“ ist mit der Bekanntmachung in Kraft getreten.


Hilpoltstein, den .....

.....  
Stadt Hilpoltstein  
M. Mahl  
Erster Bürgermeister

(Dienstsiegel)

## Übersichtskarte 1:25.000



Proj.-Nr. und Bauvorhaben	<b>1.47.73</b>
<b>Vorhabenbezogener Bebauungsplan für das Sondergebiet "Photovoltaik-Anlage Pierheim" Stadt Hilpoltstein</b>	
Planungsstand	27. Juli 2017 <span style="color: red;">VORENTWURF</span>
Maßstab	1:1.000
Entwurfsverfasser:	 Am Kehlgraben 76 - 96317 Kronach Tel. (09261) 8062-0 - Fax (09261) 8062-60 e-mail: info@ivs-kronach.de - http://www.ivs-kronach.de
bearb. / gez.	kö / kö
Dr. Datum	Kronach, im Juli 2017
	 Dipl. Geogr. Norbert Köhler



# REC TWINPEAK 2 BLK2 SERIE

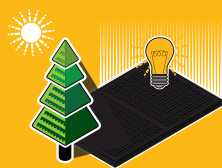
## ERSTKLASSIGE HÖCHSTLEISTUNGSMODULE

Die Solarmodule der REC TwinPeak 2 BLK2 Serie kombinieren eine innovative Zellentechnologie für ein komplett schwarzes Moduldesign mit hoher Effizienz und hohem Ertrag. So nutzen Kunden die für die Solaranlage verfügbare Fläche bestmöglich aus.

Durch die Kombination von branchenführender Qualität und der Verlässlichkeit einer starken und etablierten Marke sind die Solarmodule der REC TwinPeak 2 BLK2 Serie die ideale Lösung für alle ästhetisch anspruchsvolle Anlagen auf privaten und gewerblichen Gebäuden weltweit.



MEHR LEISTUNG  
PRO M<sup>2</sup>



HÖHERE ERTRÄGE IM  
VERSCHATTUNGSFALL

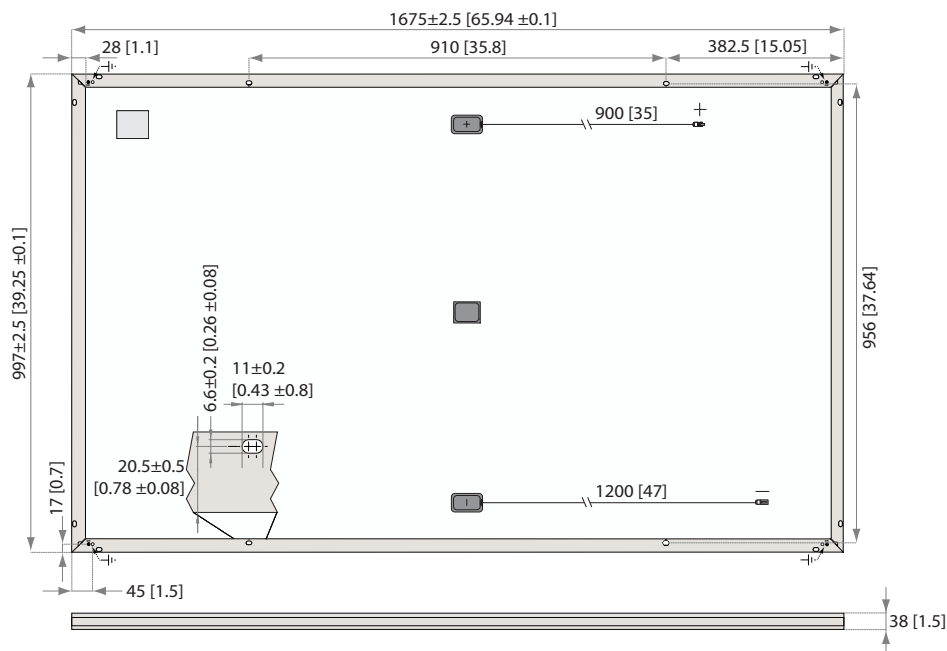


100%  
PID FREI



KOMPLETT SCHWARZES MODULE FÜR  
EINE HERAUSRAGENDE ERSCHEINUNG

# REC TWINPEAK 2 BLK2 SERIE



Abmessungen in mm [in]

17,1% EFFIZIENZ

10 JAHRE PRODUKTGARANTIE

25 JAHRE LINEARE LEISTUNGSGARANTIE

## ALLGEMEINE INFORMATIONEN

Zelltyp:	120 multikristalline PERC Halbzellen 6 Stränge mit 20 Zellen in Serie
Glas:	3,2 mm Solarglas mit antireflektiver Oberflächenbehandlung
Rückseitenfolie:	Hochbeständiges Polyester Polyolefin Konstruktion (schwarz)
Rahmen:	Eloxiertes Aluminium (schwarz)
Anschlussdose:	3-teilig, 3 Bypass Dioden, IP67 konform konform zu IEC 62790
Kabel:	4 mm <sup>2</sup> Solarkabel, 0,9 m + 1,2 m konform zu EN 50618
Stecker:	Stäubli MC4 PV-KBT4/PV-KST4 (4 mm <sup>2</sup> ) konform zu IEC 62852, IP68 bei geschlossenen Steckern
Herkunft:	Hergestellt in Singapore

## ELEKTRISCHE DATEN @ STC

Produktbezeichnung\*: RECxxxTP2 BLK2

Nennleistung - $P_{MPP}$ (Wp)	275	280	285
Leistungstoleranz - (W)	-0/+5	-0/+5	-0/+5
Nennspannung im MPP - $U_{MPP}$ (U)	31,6	31,8	32,0
Nennstrom im MPP - $I_{MPP}$ (A)	8,71	8,82	8,92
Leerlaufspannung - $U_{OC}$ (U)	38,2	38,4	38,6
Kurzschlussstrom - $I_{SC}$ (A)	9,28	9,39	9,49
Modulwirkungsgrad (%)	16,5	16,8	17,1

Werte unter Standardmessbedingungen (STC: Luftmasse AM 1,5, Einstrahlung 1000 W/m<sup>2</sup>, Umgebungstemperatur 25°C), ermittelt über die gesamte Verteilung der Produktion mit einer Toleranz für  $U_{OC}$  &  $I_{SC}$  von ±3% innerhalb einer Wattklasse. Bei geringer Einstrahlung von 200 W/m, wird mindestens 95% der STC Moduleffizienz erreicht.

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

## ELEKTRISCHE DATEN @ NMOT

Produktbezeichnung\*: RECxxxTP2 BLK2

Nennleistung - $P_{MPP}$ (Wp)	207	211	215
Nennspannung im MPP - $U_{MPP}$ (U)	29,3	29,4	29,6
Nennstrom im MPP - $I_{MPP}$ (A)	7,08	7,17	7,25
Leerlaufspannung - $U_{OC}$ (U)	35,4	35,6	35,7
Kurzschlussstrom - $I_{SC}$ (A)	7,54	7,63	7,72

Nennbetriebstemperatur des Moduls (NMOT: Luftmasse AM 1,5, Einstrahlung 800 W/m<sup>2</sup>, Umgebungstemperatur 20°C, Windgeschw. 1 m/s).

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

## ZERTIFIZIERUNGEN



takeaway Recyclingpartnerschaft Konform zur WEEE-Richtlinie:  
WEEE-Reg.Nr. DE 28924578

## GARANTIE

10 Jahre Produktgarantie  
25 Jahre lineare Leistungsgarantie  
(maximale Leistungsdegression von 0,7% p.a.)  
Siehe Garantiebedingungen für weitere Details

## MAXIMUM RATINGS

Betriebstemperatur:	-40 ... +85°C
Maximale Systemspannung:	1000 V
Auslegungslast (+): Schnee	367 kg/m <sup>2</sup> (3600 Pa)*
Maximale Prüflast (+):	550 kg/m <sup>2</sup> (5400 Pa)
Auslegungslast (-): Wind	163 kg/m <sup>2</sup> (1600 Pa)*
Maximale Prüflast (-):	244 kg/m <sup>2</sup> (2400 Pa)
Max. Vorsicherungswert:	25 A
Max. Rückstrom:	25 A

\*Sicherheitsbeiwert 1.5

## TEMPERATUREIGENSCHAFTEN\*

Nennbetriebstemperatur des Moduls:	44,6°C (±2°C)
Temperaturkoeffizient $P_{MPP}$ :	-0,36 %/°C
Temperaturkoeffizient $U_{OC}$ :	-0,30 %/°C
Temperaturkoeffizient $I_{SC}$ :	0,066 %/°C

\*Die angegebenen Temperaturkoeffizienten sind lineare Werte

## MECHANISCHE DATEN

Maße:	1675 x 997 x 38 mm
Fläche:	1,67 m <sup>2</sup>
Gewicht:	18,5 kg

Aus einer Norwegischen Gründung im Jahr 1996 heraus hat sich REC zu einer führenden, vertikal integrierten Solarenergiefirma entwickelt. Mit der eigenen Herstellung von Silizium, Wafern, Zellen und Modulen versorgt REC die Welt verlässlich mit sauberer Energie. Dank unserer bekannten Produktqualität erfreuen wir uns einer der niedrigsten Reklamationsraten in der Industrie. REC gehört zu Bluestar Elkem mit Hauptsitz in Norwegen und operativen Geschäftssitz in Singapur. Mit mehr als 2.000 Mitarbeitern weltweit produzieren wir jährlich Qualitätsmodule mit 1,4 GW.



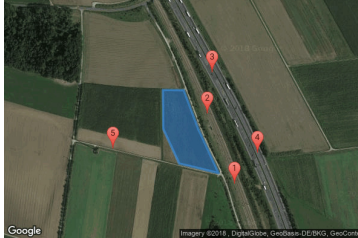
www.recgroup.com



## GlareGauge Glare Analysis Results

### Site Configuration: Pierheim

Project site configuration details and results.



Created **April 21, 2018 6:52 p.m.**  
 Updated **April 21, 2018 6:58 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  
 Site Configuration ID: 17499.1215

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

PV name	Tilt deg	Orientation deg	"Green" Glare min	"Yellow" Glare min	Energy Produced kWh
Pierheim	20.0	180.0	0	9,240	-

### Component Data

#### PV Array(s)

**Name:** Pierheim  
**Axis tracking:** Fixed (no rotation)  
**Tilt:** 20.0 deg  
**Orientation:** 180.0 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 deg	Longitude deg	Ground elevation m	Height above ground m	Total elevation m
1	49.179532	11.255791	447.06	2.00	449.06
2	49.179529	11.256537	446.81	2.00	448.81
3	49.178612	11.257065	449.73	2.00	451.73
4	49.177603	11.257776	449.16	2.00	451.16
5	49.177824	11.256376	450.54	2.00	452.54
6	49.178627	11.255807	450.23	2.00	452.23



## 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	49.177350	11.258355	443.91	2.00	445.91
OP 2	49.178977	11.257390	443.25	2.00	445.25
OP 3	49.179938	11.257561	445.93	2.00	447.93
OP 4	49.178072	11.259171	447.09	2.00	449.09
OP 5	49.178163	11.254031	453.26	2.00	455.26



# PV Array Results

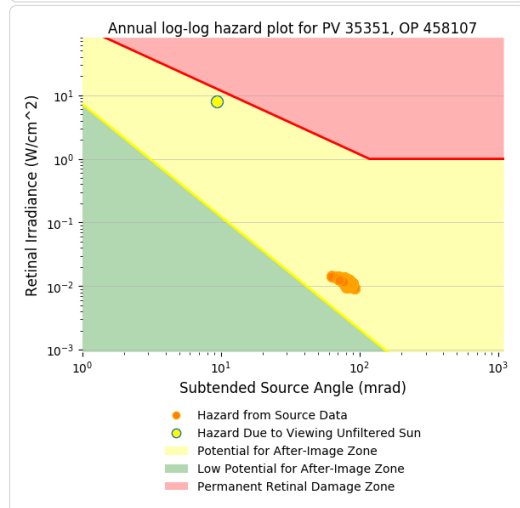
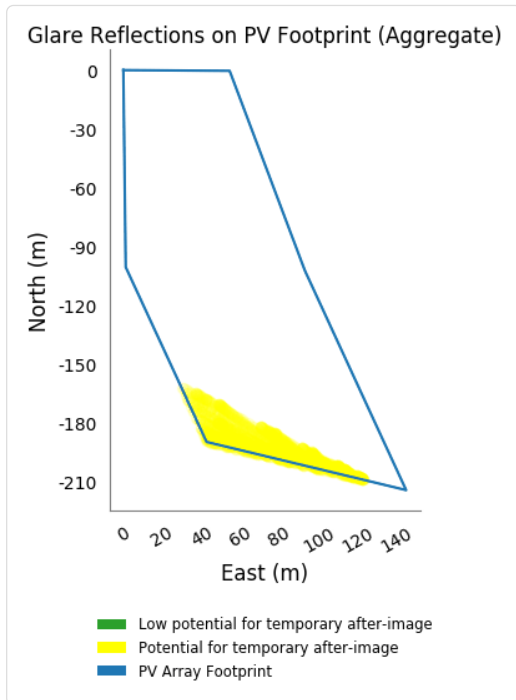
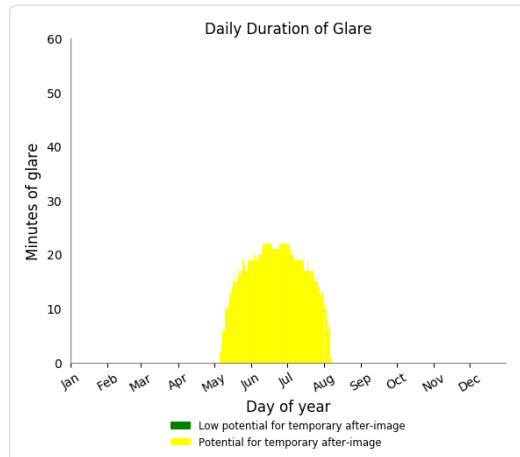
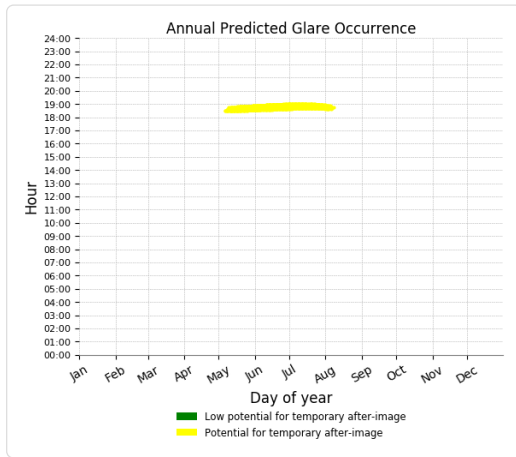
**Pierheim** potential temporary after-image

Component	Green glare (min)	Yellow glare (min)
OP: OP 1	0	1565
OP: OP 2	0	2634
OP: OP 3	0	0
OP: OP 4	0	3566
OP: OP 5	0	1475

## Pierheim - OP Receptor (OP 1)

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

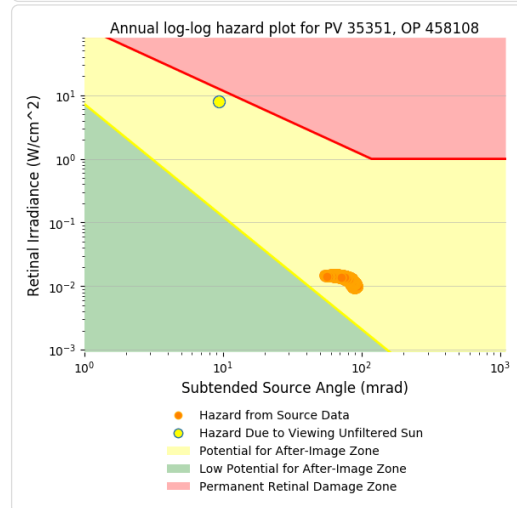
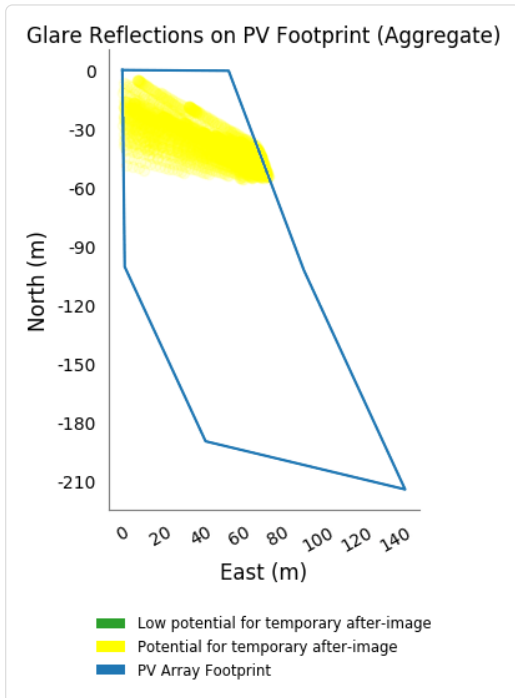
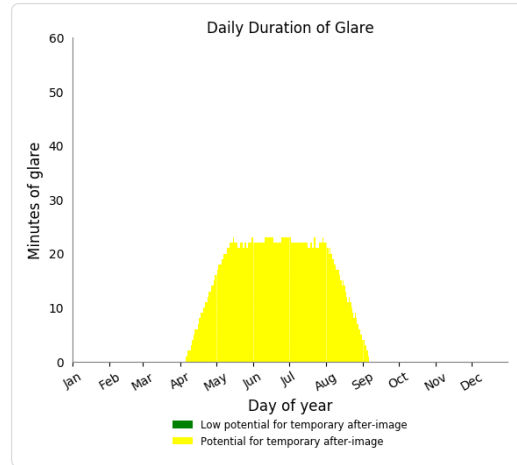
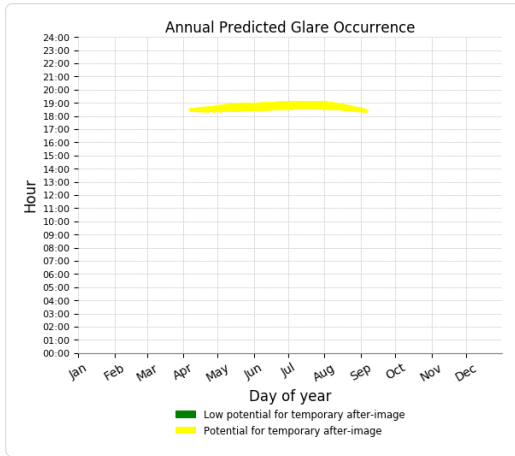
- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 1,565 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



### Pierheim - 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.
- 2,634 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



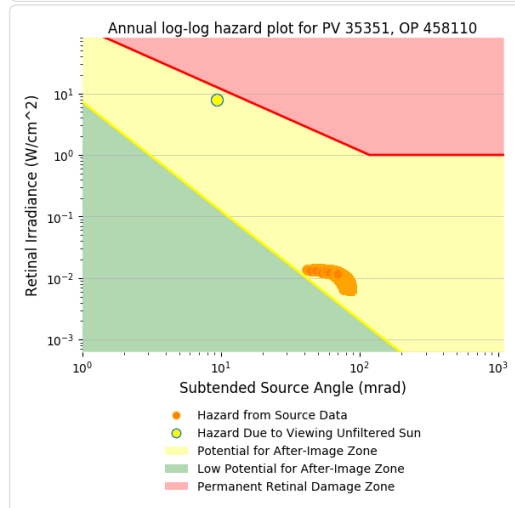
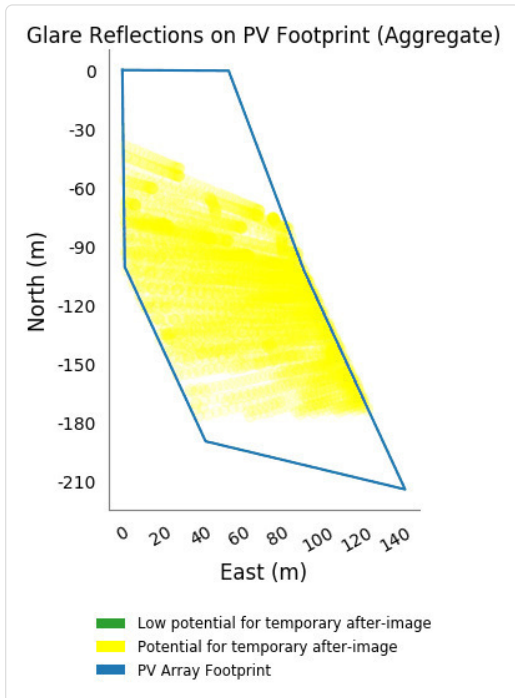
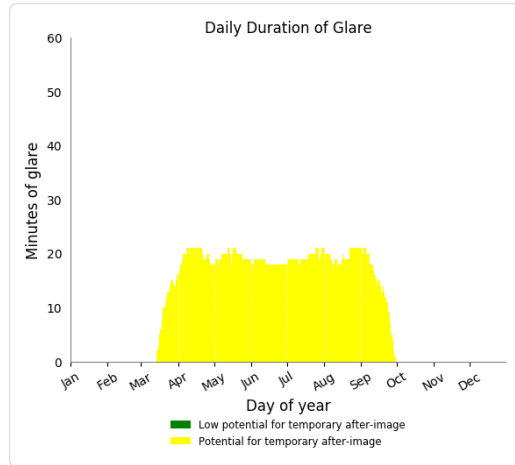
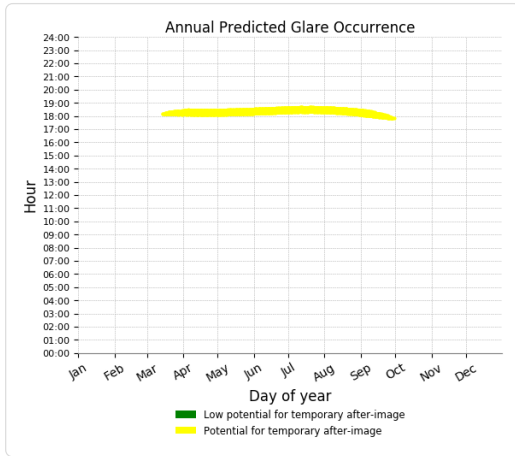
### Pierheim - OP Receptor (OP 3)

No glare found

### Pierheim - OP Receptor (OP 4)

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

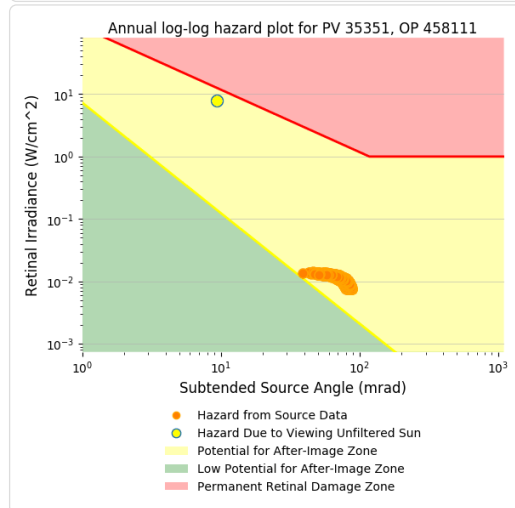
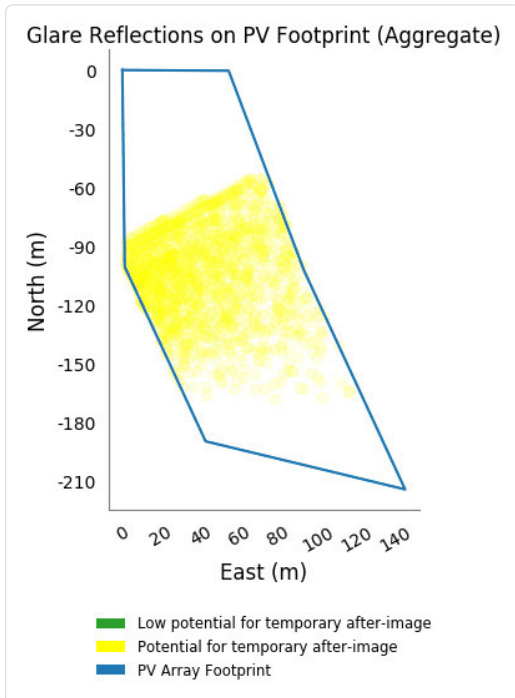
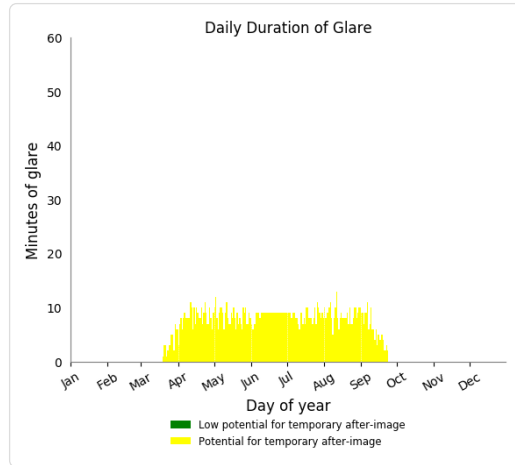
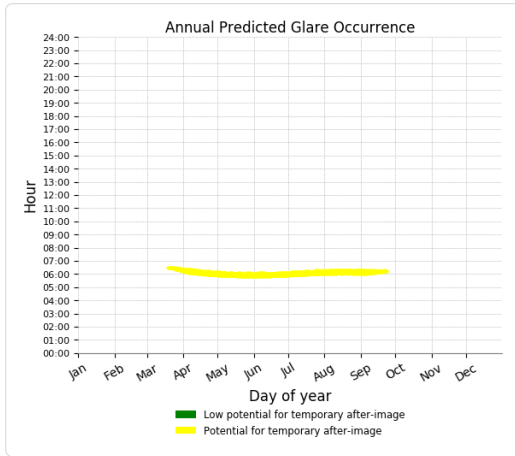
- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 3,566 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.



### Pierheim - 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.
- 1,475 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.