



[Dipl.-Ing. \(FH\) Marco Wilke](#) | [Mathias Röper, M. Eng.](#) | [Dr.-Ing. Stefan Bofinger](#) | [Max Krug, St. g. Techniker](#)

# SONNWINN

Netzwerk unabhängiger Gutachter für Photovoltaik und Stromspeicher

# BLENDGUTACHTEN

## PVA GOLDENSTÄDT

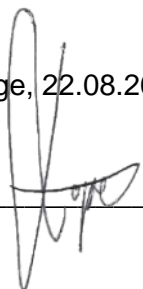
VERSION 1.1

Bearbeitet:

Sachverständiger für Photovoltaik  
Mathias Röper, M. Eng.

Achter de Schün 1  
25436 Moorrege  
+49 (0) 4122 509100  
[mathias.roeper@sonnwinn.de](mailto:mathias.roeper@sonnwinn.de)  
[www.sonnwinn.de](http://www.sonnwinn.de)

Moorrege, 22.08.2023



---

Review:

Sachverständiger für Photovoltaik  
Dipl.-Ing. (FH) Marco Wilke

Riesenweg 9  
21244 Buchholz in der Nordheide  
+49 (0) 4181 2326110  
[marco.wilke@sonnwinn.de](mailto:marco.wilke@sonnwinn.de)  
[www.sonnwinn.de](http://www.sonnwinn.de)

Buchholz i. d. Nordheide, 22.08.2023



---

## Revisionstabelle

Version	Änderung	Datum	Name
1.1	Redaktionelle Änderungen	22.08.2023	Mathias Röper
1.0	Erste Fassung	08.08.2023	Mathias Röper

*Das Gutachten ist nur in seiner aktuellen Fassung gültig.*

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	3
1.1	Fragestellung .....	3
1.2	Haftungsausschluss .....	3
1.3	Datengrundlage.....	3
1.4	Übersicht der angewendeten Methodiken .....	4
2	Anlagenbeschreibung.....	5
3	Zusammenfassung der Ergebnisse .....	7
4	Grundlagen .....	8
4.1	Blendwirkung von Modulen .....	8
4.2	Berechnung von Reflexionen .....	10
4.3	Verwendete Software .....	10
5	Blendwirkungen auf den Straßenverkehr.....	11
5.1	Auswertungsmethodik .....	11
5.2	Bundesautobahn A 14.....	13
5.3	Observationspunkte .....	14
5.4	Ergebnisse .....	16
6	Diskussion der Ergebnisse .....	18
7	Literaturverzeichnis .....	19
Anhang A:	Annahmen und Limitationen von SGHAT .....	20

# 1 Einleitung

Herr Mathias Röper, Sachverständiger für Photovoltaik, wurde beauftragt, die möglichen Blendwirkungen folgender Photovoltaikanlage (PVA) zu untersuchen und zu bewerten:

*Tabelle 1: Projektübersicht*

Auftraggeber	Trianel Energieprojekte GmbH & Co. KG
Projektname	PVA Goldenstädt
Adresse	19079 Banzkow
Stand der Projektierung	<input type="checkbox"/> Bestand   <input type="checkbox"/> Im Bau   <input checked="" type="checkbox"/> Planung

Der vorliegende Bericht wurde zudem von Herrn Marco Wilke, Sachverständiger für Photovoltaik, in externer Zuarbeit geprüft.

## 1.1 Fragestellung

Es stellt sich die Frage, ob die Solarmodule der geplanten Photovoltaikanlage Sonnenlicht so reflektieren, dass erhebliche Belästigungen bzw. Beeinträchtigungen für folgende Immissionsorte auftreten können:

- Bundesautobahn A 14

Dieses Gutachten dient der Beantwortung dieser Frage und stellt dar, ob und mit welcher Häufigkeit belästigende bzw. beeinträchtigende Blendwirkungen auftreten können. Zudem werden die Ergebnisse bewertet.

## 1.2 Haftungsausschluss

Dieser Bericht wurde ausschließlich für den Gebrauch des Auftraggebers und in dessen Auftrag erstellt. Die Berechnungen und Auswertungen erfolgten nach bestem Wissen und Gewissen. Trotz sorgfältiger Durchführung können Fehler oder Irrtümer nicht vollständig ausgeschlossen werden. Für Folgeschäden, die aus der Nutzung des Gutachtens resultieren, wird keine Haftung übernommen. Die Haftung für Schadensersatz bei grober Fahrlässigkeit oder Vorsatz bleibt unberührt. Bei Weitergabe des Gutachtens an Dritte darf dieses weder verändert noch bearbeitet werden. Eine Haftung gegenüber Dritten, die sich den Inhalt dieses Gutachtens zunutze machen, ist grundsätzlich ausgeschlossen.

## 1.3 Datengrundlage

*Tabelle 2: Verwendete Daten/Informationen und ihre Quellen*

Information/Daten	Quelle
Angaben zur geplanten PVA (inkl. Fotoaufnahmen)	Auftraggeber
Umliegende Straßenverläufe	Google Earth Pro, OpenStreetMap
Umliegende Vegetation	
Umliegende Bebauung	

## 1.4 Übersicht der angewendeten Methodiken

Die Auswertung der Blendwirkungen auf die Immissionsorte wurde entsprechend folgender Tabelle durchgeführt.

*Tabelle 3: Methodiken*

Immissionsort	Methodik
Straßen	Eigene Auswertungsmethodik

## 2 Anlagenbeschreibung

Das PV-Projekt befindet sich derzeit noch in einem frühen Planungsstadium. Entsprechend wurden verschiedene Modulneigungen geprüft (15° und 20°).

Tabelle 4: Relevante Anlagenparameter

Parameter	Angabe/Wert
Geokoordinaten (Breite, Länge)	53.466140°, 11.486898°
Art der Anlage	Freiflächenanlage
Modultyp	Si-kristallines Modul mit Antireflexbeschichtung
Aufständerung	Fest aufgeständert
Größe der PV-Flächen	ca. 47,3 ha
Nennleistung (DC)	-
Modulausrichtung (Azimut)	180° Süd
Modulneigung	15° oder 20°
Höhe Modulunterkante	ca. 80 cm
Höhe Moduloberkante	ca. 2,6 m bis 3,2 (je nach Modulneigung)



Abbildung 1: Grundriss der PVA - Quelle Satellitenbild: Google Earth Pro



Abbildung 2: Belegungsplan der PVA - Quelle: Auftraggeber

### 3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Reflexionen auf der Bundesautobahn A 14 treten ausschließlich seitlich in Bezug auf den Straßenverlauf auf. Bei normaler Fahrt bleibt das zentrale Sichtfeld der Fahrzeugführer kontinuierlich blendfrei. Innerhalb der Beeinträchtigungsgrenze, welche als ein Sichtfeld der Verkehrsteilnehmer von  $\pm 50^\circ$  in Bezug auf die Fahrtrichtung definiert wird, sind auf der A 14 keine Reflexionen zu beobachten. Dies gilt bei einer Modulneigung von  $15^\circ$  bis  $20^\circ$ , einschließlich aller Zwischenwerte.

#### **Fazit**

Das Gutachten kommt zum Schluss, dass die Leichtigkeit des Straßenverkehrs auf der A 14 nicht beeinträchtigt wird.



## 4 Grundlagen

### 4.1 Blendwirkung von Modulen

Ein PV-Modul setzt sich aus zahlreichen Solarzellen zusammen, die Sonnenlicht in elektrische Energie umwandeln. Um Stabilität zu gewährleisten und vor Witterungseinflüssen zu schützen, sind die Solarzellen normalerweise hinter einer Glasscheibe (Modulglas) angebracht. Das Modulglas ist maßgeblich für mögliche Blendwirkungen verantwortlich. Da die erzeugte elektrische Energie in direktem Verhältnis zur Intensität der Sonneneinstrahlung auf die Solarzellen steht, bemühen sich Modulhersteller, Reflexionen am Modulglas zu reduzieren – je weniger Reflexionen, desto höher der Ertrag. Daher verfügt das Modulglas typischerweise über eine spezielle Oberflächentexturierung und eine sogenannte Antireflexschicht. Beide Elemente gewährleisten, dass möglichst viel Licht auf die Solarzellen trifft und Reflexionsverluste minimiert werden [4].

Daher reflektieren Solarmodule bei geringen Einfallswinkeln  $\theta$  (siehe Abbildung 3) lediglich einen kleinen Teil des Sonnenlichts (etwa 5 %). Studien zeigen jedoch, dass trotz Texturierung und Antireflexbeschichtung der Anteil des reflektierten Sonnenlichts mit ansteigendem Einfallswinkel exponentiell zunimmt (siehe Abbildung 4).

Da bereits Reflexionen von weniger als 1 % des Sonnenlichts zu einer Absolutblendung führen können [5], müssen demnach Einfallswinkel berücksichtigt werden.

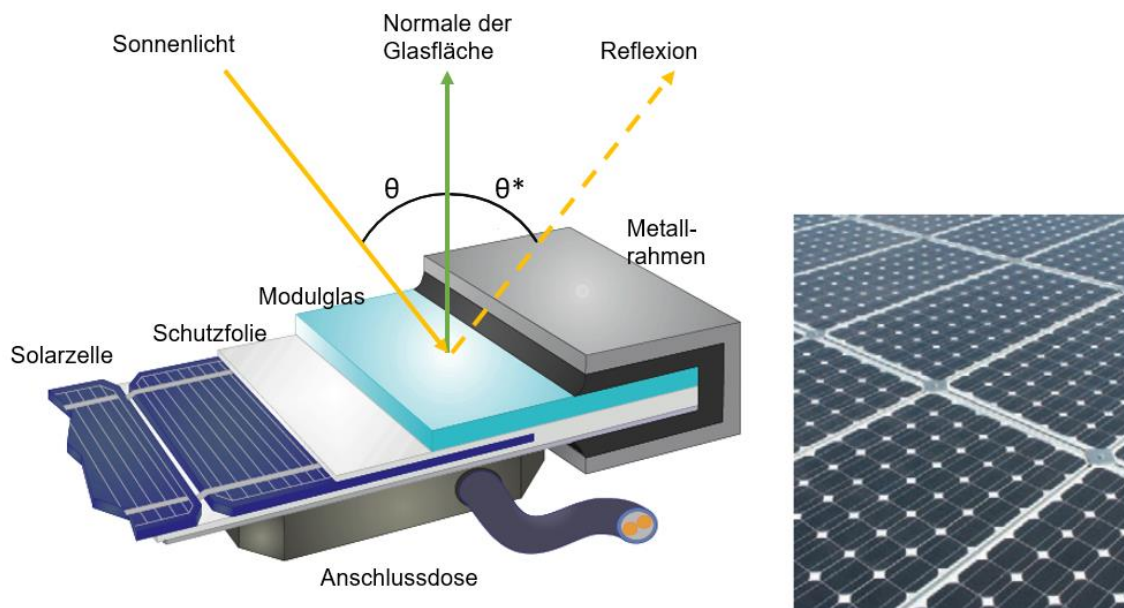


Abbildung 3: Aufbau eines PV-Moduls und Darstellung des Reflexionsgesetzes „Einfallswinkel = Ausfallswinkel“  
– Quelle: [6] (modifiziert)



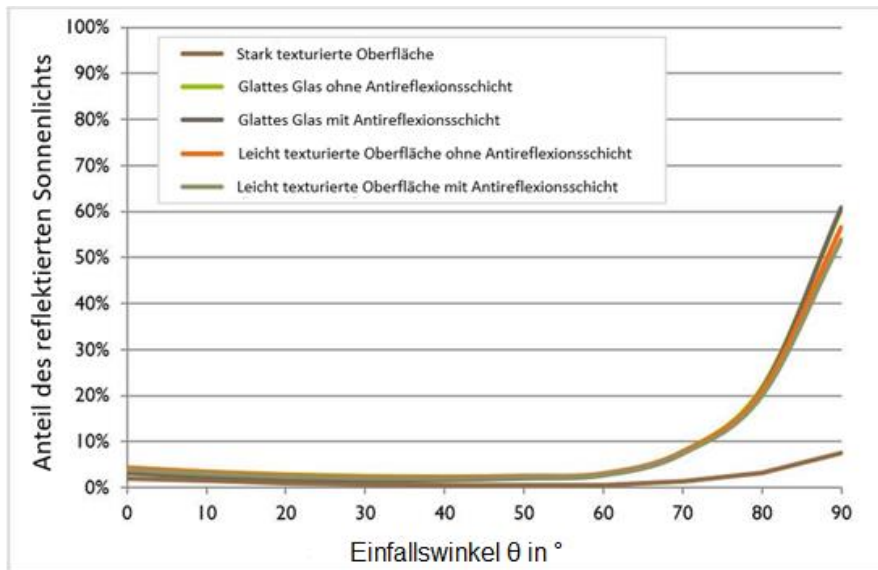


Abbildung 4: Anteil des reflektierten Sonnenlichts in Abhängigkeit zum Einfallswinkel, dargestellt für unterschiedliche Modulglastypen – Quelle: [7], modifiziert

Die Oberflächentexturierung des Modulglases bewirkt eine weniger intensive, aber diffuse (gestreute) Reflexion des Sonnenlichts, wodurch der Immissionsort der Reflexion vergrößert wird. Daher sind die Intensitäten von Reflexionen an Solarmodulen nicht mit denen an beispielsweise glatten Fensterscheiben vergleichbar, bei denen das Sonnenlicht gerichteter reflektiert wird. Neue PV-Module verfügen in der Regel über eine Antireflexbeschichtung und zumindest eine leicht texturierte Oberfläche. Dies gilt auch für den später verwendeten Modultyp.



Abbildung 5: Veranschaulichung der Reflexion an einem texturierten Modulglas (mitte-links) und einem glatten Modulglas (mitte-rechts) – Quelle Aufnahme: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

## 4.2 Berechnung von Reflexionen

Reflexionen an PV-Modulen können geometrisch hergeleitet werden. Hierzu werden die Module, die relevanten Immissionsorte und die Sonne in einem gemeinsamen Koordinatensystem modelliert [5]. Der standortbezogene Sonnenverlauf kann für jeden Zeitpunkt im Jahr auf Basis mathematischer Funktionen ermittelt werden [8]. Durch Winkelbeziehungen und Strahlungsgesetze lässt sich nachvollziehen, wo und wann Blendwirkungen auftreten. Die Berücksichtigung von modulglasspezifischen Streuwinkeln und Reflexionskoeffizienten ermöglicht eine noch präzisere Betrachtung [7].

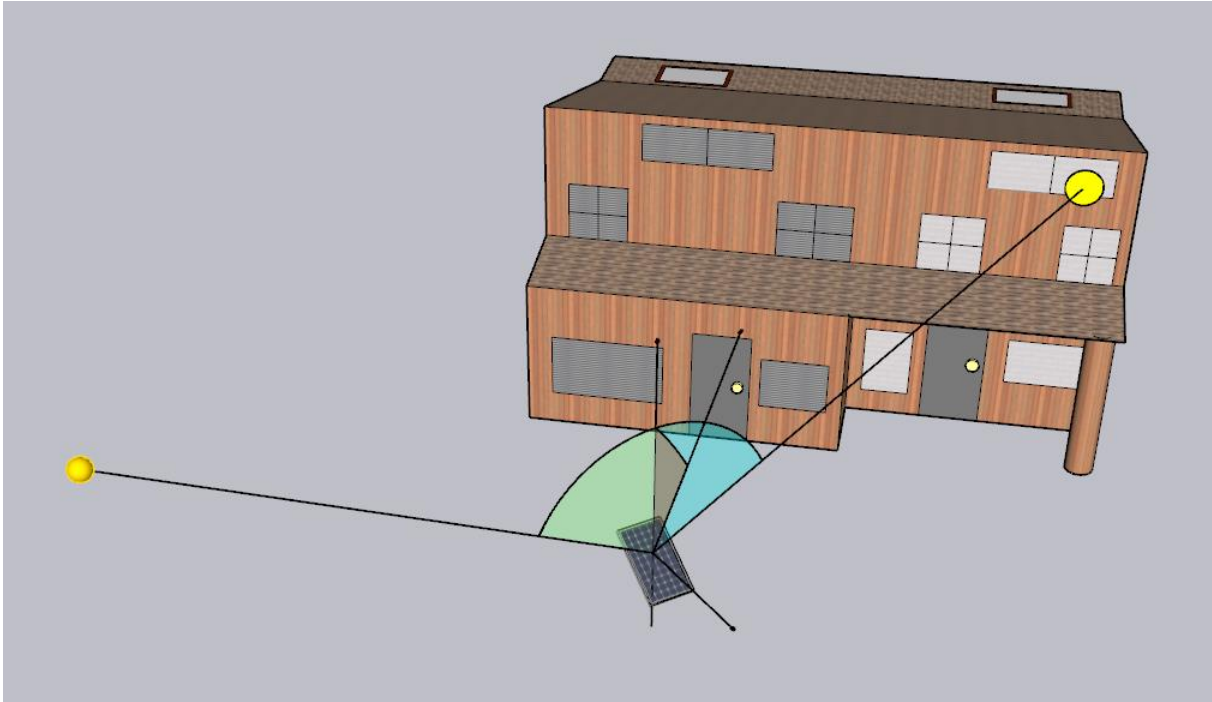


Abbildung 6: Veranschaulichung der geometrischen Herleitung einer Reflexion – Quelle: Eigene Abbildung

## 4.3 Verwendete Software

Für die Berechnungen der Reflexionen/Blendwirkungen wurde die Software ForgeSolar verwendet. Dabei wurden die Reflexionen/Blendwirkungen der PVA mit einer zeitlichen Auflösung von einer Minute für ein ganzes Jahr berechnet. Die Software basiert auf dem „Solar Glare Hazard Analysis Tool“ (SGHAT) der Sandia National Laboratories. Im Rahmen der Simulation werden die Höhendaten der PV-Fläche sowie der Immissionsorte berücksichtigt. Die Simulation basiert auf der Annahme eines immer klaren Himmels. Demnach wird ein abstrakter Worst-Case betrachtet. Eine erweiterte Auflistung der Annahmen und Einschränkungen bzgl. der Simulation befindet sich in Anhang A.

## 5 Blendwirkungen auf den Straßenverkehr

### 5.1 Auswertungsmethodik

Vorgaben zur Bewertung der Blendwirkungen von Photovoltaikanlagen auf den Straßenverkehr sind in keiner Norm, Leitlinie oder sonstigen Regelwerken definiert bzw. standardisiert und werden auch im LAI-Leitfaden nicht thematisiert. Die Bewertung der Blendwirkungen auf die umgebenden Verkehrswege erfolgte daher auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse und etablierter Verfahren, die im Folgenden dargestellt werden.

Zur Beurteilung der Blendwirkungen durch Photovoltaikanlagen auf den Straßenverkehr ist es gängige Praxis, ein oder mehrere Sichtfelder (welche sich dann durch ihre Relevanz bzgl. Blendwirkungen unterscheiden) zu definieren und mittels Simulation zu prüfen, ob Reflexionen in diesen Sichtfeldern auftreten. Es wird angenommen, dass die Blickrichtung eines Fahrzeugführers mit der Fahrtrichtung übereinstimmt [1].

Es wird zwischen folgenden Sichtfeldern bzw. Sichtfeldgrenzen unterschieden (siehe Abbildung 8 für eine grafische Darstellung):

- **Erheblichkeitsgrenze:** In Anlehnung an [1] und [2] wird eine Erheblichkeitsgrenze von  $\pm 30^\circ$ , bezogen auf die Fahrtrichtung, definiert. Finden Reflexionen außerhalb dieses Sichtfeldes statt, so führen diese i. d. R. zu keinen erheblichen Beeinträchtigungen.
- **Beeinträchtigungsgrenze:** In Anlehnung an [3] wird zudem eine Beeinträchtigungsgrenze von  $\pm 50^\circ$ , bezogen auf die Fahrtrichtung, definiert. Finden Reflexionen außerhalb dieses Sichtfeldes statt, so führen diese i. d. R. zu keinen Beeinträchtigungen. Demnach wird diesen Reflexionen im Rahmen des Gutachtens bei normaler Fahrt keine Blendwirkung (im Sinne einer nennenswerten physiologischen Beeinträchtigung) zugeschrieben.

Für die Analyse der Blendwirkungen auf den Straßenverkehr genügt es, lediglich LKW-Fahrer zu betrachten, da diese höher sitzen als PKW-Fahrer - und höher gelegene Immissionsorte generell stärkeren Blendwirkungen ausgesetzt sind.

Die Augenhöhe von LKW-Fahrern wird in der Simulation auf 2,65 m über dem Boden definiert.

Des Weiteren gelten PVA-bedingte Blendwirkungen selbst innerhalb der Erheblichkeitsgrenze als vernachlässigbar (irrelevant), wenn die verursachenden Reflexionen mit einem Differenzwinkel  $\leq 10^\circ$  zur direkten Sonneneinstrahlung auftreten und gleichzeitig der Höhenwinkel der Sonne  $\leq 5^\circ$  beträgt. Wenn beide Kriterien erfüllt sind, überlagert die Sonne die Blendwirkung der PVA aus der gleichen Richtung (definiert in Anlehnung an [5]) und kann in der Regel nicht mehr durch eine Blende abgeschirmt werden (Annahme). Die Reflexionen der PVA stellen dann keine zusätzliche Beeinträchtigung dar.

In der Simulation werden keine Hindernisse wie Vegetationsstreifen oder Gebäude berücksichtigt.

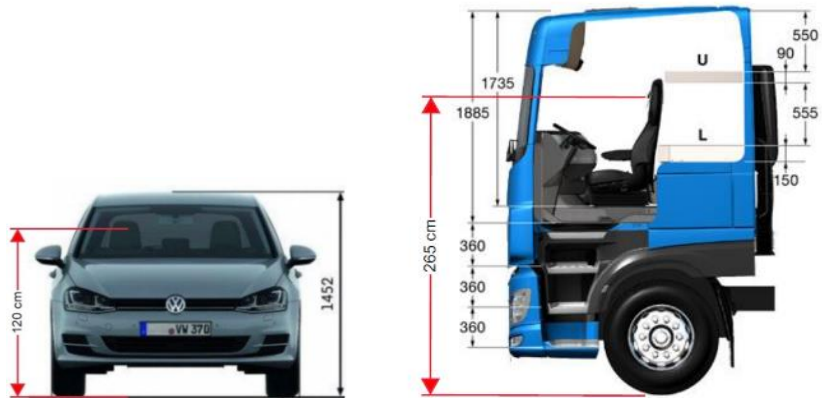


Abbildung 7: Augenhöhe der Straßenverkehrsteilnehmer  
 – Quelle: Volkswagen AG (modifiziert), BTS GmbH & Co. KG (modifiziert)

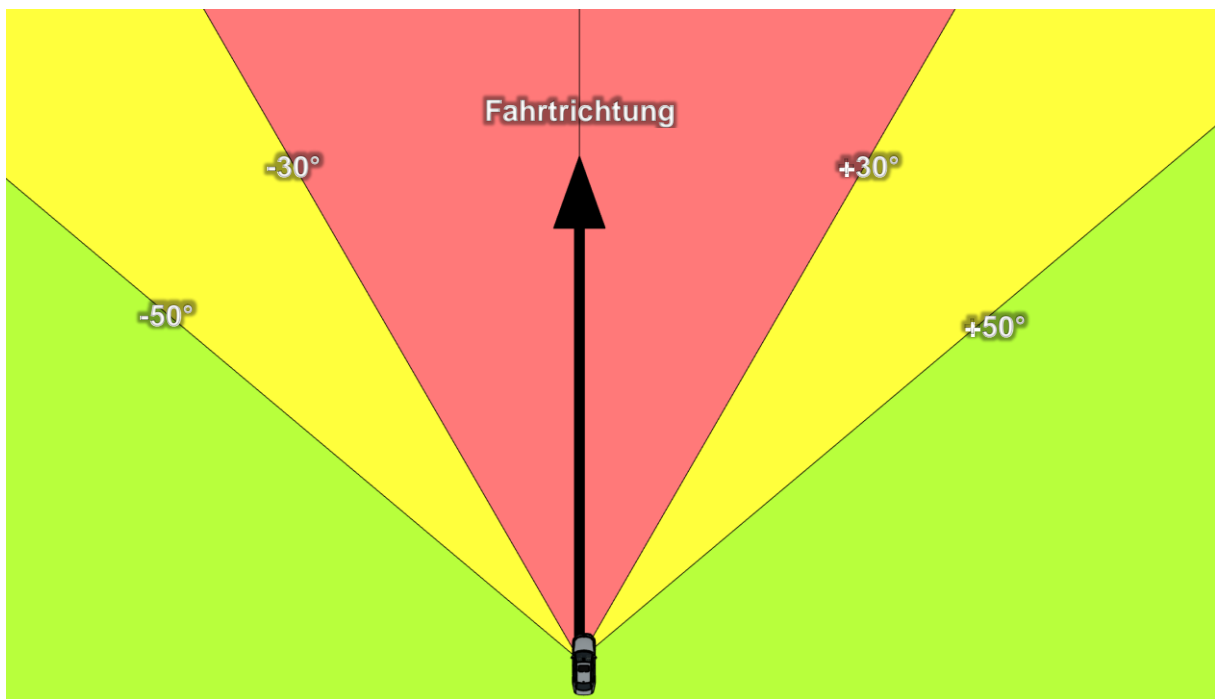


Abbildung 8: Definierte Sichtfelder einer fahrenden Person:  
 Erheblichkeitsgrenze: Sichtfeld von  $\pm 30^\circ$   
 Beeinträchtigungsgrenze: Sichtfeld von  $\pm 50^\circ$   
 – Quelle: Eigene Abbildung

## 5.2 Bundesautobahn A 14

Die Bundesautobahn A 14 verläuft direkt östlich der geplanten Photovoltaikanlage. Die A 14 weist einen Nord-Süd-Verlauf auf.



Abbildung 9: Position der A 14 - Quelle Karte: OpenStreetMap

### 5.3 Observationspunkte

Zur Auswertung der Blendwirkungen auf die A 14 wurden sog. „Observationspunkte“ (OP) definiert. Die OP dienen in der Simulation als Detektorpunkte für auftreffende Reflexionen.

Insgesamt wurden zur Analyse der Blendwirkungen auf die Straßen 14 OP (OP S1 bis S14) definiert.

Die OP wurden in einer Höhe von 2,65 m über dem Boden positioniert, was (ca.) der Augenhöhe eines LKW-Fahrers entspricht. Generell erfahren Fahrzeugführer, die höher sitzen, mehr Blendwirkungen.

Folgende Tabelle stellt dar, welche OP welchen Immissionsort repräsentieren.

*Tabelle 5: Zuordnung von OP und Immissionsort*

Observationspunkte	Immissionsort
OP S1 bis S7	Straßenverkehr auf der A 14 in Fahrtrichtung Süden
OP S8 bis S14	Straßenverkehr auf der A 14 in Fahrtrichtung Norden

Abbildung 10 zeigt die Positionen der Observationspunkte.



Abbildung 10: Positionen der definierten Observationspunkte zur Analyse der Blendwirkungen auf den Straßenverkehr - Quelle Karte: OpenStreetMap



## 5.4 Ergebnisse

### 5.4.1 Anlagenvariante 1 (Modulneigung = 15°)

Die nachstehende Tabelle stellt die Blendsituationen an den einzelnen Observationspunkten, welche den Straßenverkehr repräsentieren, dar (bei einer Modulneigung von 15°).

*Tabelle 6: Übersicht der Simulationsergebnisse für die Observationspunkte auf den Verkehrswegen - für eine Anlage mit einem **Azimut von 180°** und einer **Modulneigung von 15°***

Observationspunkt	Fahrtrichtung	Min. Winkel zwischen Fahrtrichtung und Blendquelle	Werden die Blendwirkungen innerhalb der Beeinträchtigungsgrenze ( $\pm 50^\circ$ Sichtfeld) von der Sonne überlagert?	Hinweis
S1	Süden	keine Reflexionen	-	-
S2	Süden	keine Reflexionen	-	Aufgrund der Erhebung westlich der A 14 können keine potenziell reflektierenden Module gesehen werden.
S3	Süden	keine Reflexionen	-	
S4	Süden	> 90°	-	
S5	Süden	> 90°	-	-
S6	Süden	> 90°	-	-
S7	Süden	> 90°	-	-
S8	Norden	50°	-	-
S9	Norden	51°	-	-
S10	Norden	55°	-	-
S11	Norden	59°	-	-
S12	Norden	keine Reflexionen	-	Aufgrund der Erhebung westlich der A 14 können keine potenziell reflektierenden Module gesehen werden.
S13	Norden	keine Reflexionen	-	
S14	Norden	keine Reflexionen	-	-

#### 5.4.2 Anlagenvariante 2 (Azimut = 180°, Modulneigung = 20°)

Die nachstehende Tabelle stellt die Blendsituationen an den einzelnen Observationspunkten, welche den Straßenverkehr repräsentieren, dar (bei einer Modulneigung von 20°).

Tabelle 7: Übersicht der Simulationsergebnisse für die Observationspunkte auf den Verkehrswegen - für eine Anlage mit einem **Azimut von 180°** und einer **Modulneigung von 20°**

Observationspunkt	Fahrtrichtung	Min. Winkel zwischen Fahrtrichtung und Blendquelle	Werden die Blendwirkungen innerhalb der Beeinträchtigungsgrenze ( $\pm 50^\circ$ Sichtfeld) von der Sonne überlagert?	Hinweis
S1	Süden	keine Reflexionen	-	-
S2	Süden	keine Reflexionen	-	Aufgrund der Erhebung westlich der A 14 können keine potenziell reflektierenden Module gesehen werden.
S3	Süden	keine Reflexionen	-	
S4	Süden	> 90°	-	
S5	Süden	> 90°	-	-
S6	Süden	> 90°	-	-
S7	Süden	> 90°	-	-
S8	Norden	52°	-	-
S9	Norden	53°	-	-
S10	Norden	57°	-	-
S11	Norden	61°	-	-
S12	Norden	keine Reflexionen	-	Aufgrund der Erhebung westlich der A 14 können keine potenziell reflektierenden Module gesehen werden.
S13	Norden	keine Reflexionen	-	
S14	Norden	keine Reflexionen	-	-

## 6 Diskussion der Ergebnisse

Die Simulationsergebnisse zeigen, dass weder bei einer Modulneigung von  $15^\circ$  noch bei  $20^\circ$  – und ebenso bei allen Zwischenwerten – Reflexionen auftreten, die innerhalb der Beeinträchtigungsgrenze liegen. Diese Grenze ist definiert als das Sichtfeld der Fahrzeugführer von  $\pm 50^\circ$  in Bezug auf die Fahrtrichtung. Auf Grundlage der in Kapitel 5.1 referenzierten Literatur lässt sich daher schlussfolgern, dass bei normaler Fahrt keine Beeinträchtigungen zu erwarten sind. Der in Frage stehende Autobahnabschnitt neben der geplanten PVA besitzt zudem weder einen Beschleunigungstreifen noch eine Fahrbahnzusammenführung. Dies legt nahe, dass der Blick der Fahrzeugführer in der Regel dem Straßenverlauf folgt.

Das Gutachten zieht daraus das Ergebnis, dass die PVA die Leichtigkeit des Straßenverkehrs auf der A 14 nicht gefährdet.

## 7 Literaturverzeichnis

- [1] Österreichischer Verband für Elektrotechnik (OVE), „Blendung durch Photovoltaikanlagen - OVE-Richtlinie R 11-3“. 2016.
- [2] R. Jurado-Piña und J. M. P. Mayora, „Methodology to Predict Driver Vision Impairment Situations Caused by Sun Glare“, *Transportation Research Record*, Bd. 2120, Nr. 1, S. 12–17, Jan. 2009, doi: 10.3141/2120-02.
- [3] Jason A- Rogers, Clifford K. Ho, Andrew Mead, Angel Millan, Melissa Beben, und Gena Drechsler, „Evaluation of Glare as a Hazard for General Aviation Pilots on Final Approach“. 2015. Zugegriffen: 15. April 2021. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.faa.gov/data\\_research/research/med\\_humanfacs/oamtechreports/2010s/media/201512.pdf](https://www.faa.gov/data_research/research/med_humanfacs/oamtechreports/2010s/media/201512.pdf)
- [4] K. Mertens, *Photovoltaik: Lehrbuch zu Grundlagen, Technologie und Praxis*, 5. Aufl. Carl Hanser Verlag München, 2020.
- [5] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI), *Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen (Leitfaden)*. 2012. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.lai-immissionsschutz.de/documents/lichthinweise-2015-11-03mit-formelkorrektur\\_aus\\_03\\_2018\\_1520588339.pdf](https://www.lai-immissionsschutz.de/documents/lichthinweise-2015-11-03mit-formelkorrektur_aus_03_2018_1520588339.pdf)
- [6] Volker Quaschnig, *Regenerative Energiesysteme: Technologie - Berechnung - Simulation*, 9. Aufl. Carl Hanser Verlag München, 2015.
- [7] J. Yellowhair und C. K. Ho, „Assessment of Photovoltaic Surface Texturing on Transmittance Effects and Glint/Glare Impacts“, San Diego, California, USA: American Society of Mechanical Engineers, Juni 2015, S. V002T11A003. doi: 10.1115/ES2015-49481.
- [8] J. A. Duffie und W. A. Beckman, „Solar Engineering of Thermal Processes“, Bd. 4, 2013.

# Anhang A: Annahmen und Limitationen von SGHAT



## 4. Assumptions and Limitations

Below is a list of assumptions and limitations of the models and methods used in SGHAT:

- The software currently only applies to flat reflective surfaces. For curved surfaces (e.g., focused mirrors such as parabolic troughs or dishes used in concentrating solar power systems), methods and models derived by Ho et al. (2011) [1] can be used and are currently being evaluated for implementation into future versions SGHAT.
- SGHAT does not rigorously represent the detailed geometry of a system; detailed features such as gaps between modules, variable height of the PV array, and support structures may impact actual glare results. However, we have validated our models against several systems, including a PV array causing glare to the air-traffic control tower at Manchester-Boston Regional Airport and several sites in Albuquerque, and the tool accurately predicted the occurrence and intensity of glare at different times and days of the year.
- SGHAT assumes that the PV array is aligned with a plane defined by the total heights of the coordinates outlined in the Google map. For more accuracy, the user should perform runs using minimum and maximum values for the vertex heights to bound the height of the plane containing the solar array. Doing so will expand the range of observed solar glare when compared to results using a single height value.
- SGHAT does not consider obstacles (either man-made or natural) between the observation points and the prescribed solar installation that may obstruct observed glare, such as trees, hills, buildings, etc.
- The variable direct normal irradiance (DNI) feature (if selected) scales the user-prescribed peak DNI using a typical clear-day irradiance profile. This profile has a lower DNI in the mornings and evenings and a maximum at solar noon. The scaling uses a clear-day irradiance profile based on a normalized time relative to sunrise, solar noon, and sunset, which are prescribed by a sun-position algorithm [2] and the latitude and longitude obtained from Google maps. The actual DNI on any given day can be affected by cloud cover, atmospheric attenuation, and other environmental factors.
- The ocular hazard predicted by the tool depends on a number of environmental, optical, and human factors, which can be uncertain. We provide input fields and typical ranges of values for these factors so that the user can vary these parameters to see if they have an impact on the results. The speed of SGHAT allows expedited sensitivity and parametric analyses.
- Single- and dual-axis tracking compute the panel normal vector based on the position of the sun once it is above the horizon. Dual-axis tracking does not place a limit on the angle of rotation, unless the sun is below the horizon. For single-axis tracking, a maximum angle of rotation can be applied to both the clockwise and counterclockwise directions.

Ausschnitt wurde dem SGHAT-Handbuch (Solar Glare Hazard Analysis Tool) entnommen. Das vollständige Handbuch kann unter folgendem Link gefunden werden:

[https://forgesolar.com/static/docs/SGHAT3-GlareGauge\\_user\\_manual\\_v1.pdf](https://forgesolar.com/static/docs/SGHAT3-GlareGauge_user_manual_v1.pdf)