SONNWINN GmbH
Unabhängige Experten für Photovoltaik und Stromspeicher

BLENDGUTACHTEN

PVA SEEHAUSEN

VERSION 1.0

21.04.2026

Bearbeitet:

Sachverständiger für Photovoltaik
Mathias Röper, M. Eng.

Geprüft:

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

SONNWINN GmbH
Elbstraße 88/1
D-22880 Wedel
+49 (0) 4103 121 4221
kontakt@sonnwinn.de
www.sonnwinn.de

Revisionstabelle

Version	Änderung	Datum	Name
1.0	Erste Fassung	21.04.2026	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, Annahmen und Limitationen 10
5 Blendwirkungen auf Gebäude 11
5.1 Auswertungsmethodik 11
5.2 Schutzwürdige Räume in der Umgebung der PVA 12
6 Blendwirkungen auf Verkehrswege 13
6.1 Auswertungsmethodik 13
6.2 Relevante Verkehrswege 15
6.3 Observationspunkte 16
6.4 Ergebnisse 17
7 Diskussion der Ergebnisse 20
7.1 Gebäude 20
7.2 Verkehrswege 20
8 Literaturverzeichnis 22
Anhang A: Annahmen und Limitationen von SGHAT 23

1 Einleitung

Die SONNWINN GmbH, unabhängiges Experten-Büro für Photovoltaik und Stromspeicher, wurde beauftragt, die möglichen Blendwirkungen folgender Photovoltaikanlage (PVA) zu untersuchen und zu bewerten:

Tabelle 1: Projektübersicht

Auftraggeber	Lightsource Development Deutschland GmbH
Projektname	PVA Seehausen
Adresse PVA	06917 Jessen (Elster)
Stand der Projektierung	☐ Bestand | ☐ Im Bau | ☒ Planung

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:

- Schutzwürdige Räume (z.B. Wohnräume)
- Straßenverkehr
    - Landesstraße L 39
    - Landesstraße L 81
    - Kreisstraße K 2240

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	Auftraggeber
Umliegende Vegetation	Google Earth Pro, OpenStreetMap
Umliegende Bebauung	
Höhendaten (DGM1)	© GeoBasis-DE / LGL-BW (2025), dl-de/by-2-0

1.4 Übersicht der angewendeten Methodiken

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

Tabelle 3: Methodiken

Immissionsort	Methodik
Schutzbedürftige Räume (Wohnräume, Büros etc.)	Gemäß dem Leitfaden der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (**LAI-Leitfaden**) [1]
Verkehrswege	Eigene Auswertungsmethodik auf Basis des **Eckpunktepapiers des Fernstraßenbundesamtes** (siehe Kapitel 6)

2 Anlagenbeschreibung

Die geplante PVA besteht aus vier PV-Flächen, die westlich der Landesstraße L 39, die im weiteren Verlauf in die Landesstraße L 81 übergeht, sowie nördlich der Kreisstraße K 2240 liegen.

Tabelle 4: Relevante Anlagenparameter

Parameter	Angabe/Wert
Geokoordinaten (Breite, Länge)	51.929760, 12.903390
Art der Anlage	Freiflächenanlage
Modultyp	Si-kristallines Modul mit Antireflexbeschichtung
Aufständerung	Fest aufgeständert
PV-Fläche	ca. 65 ha (innerhalb Einfriedung)
Nennleistung (DC)	-
Modulausrichtung (Azimut)	180° Süd
Modulneigung	20°
Höhe Modulunterkante	1 m (es wird angenommen, dass die Tische entsprechend der Modulunterkante an die Topografie angepasst werden, sodass die Moduloberkanten variabel und entsprechend ggf. höher ausfallen)
Höhe Moduloberkante	ca. 2,63 m (bei flachem Terrain)

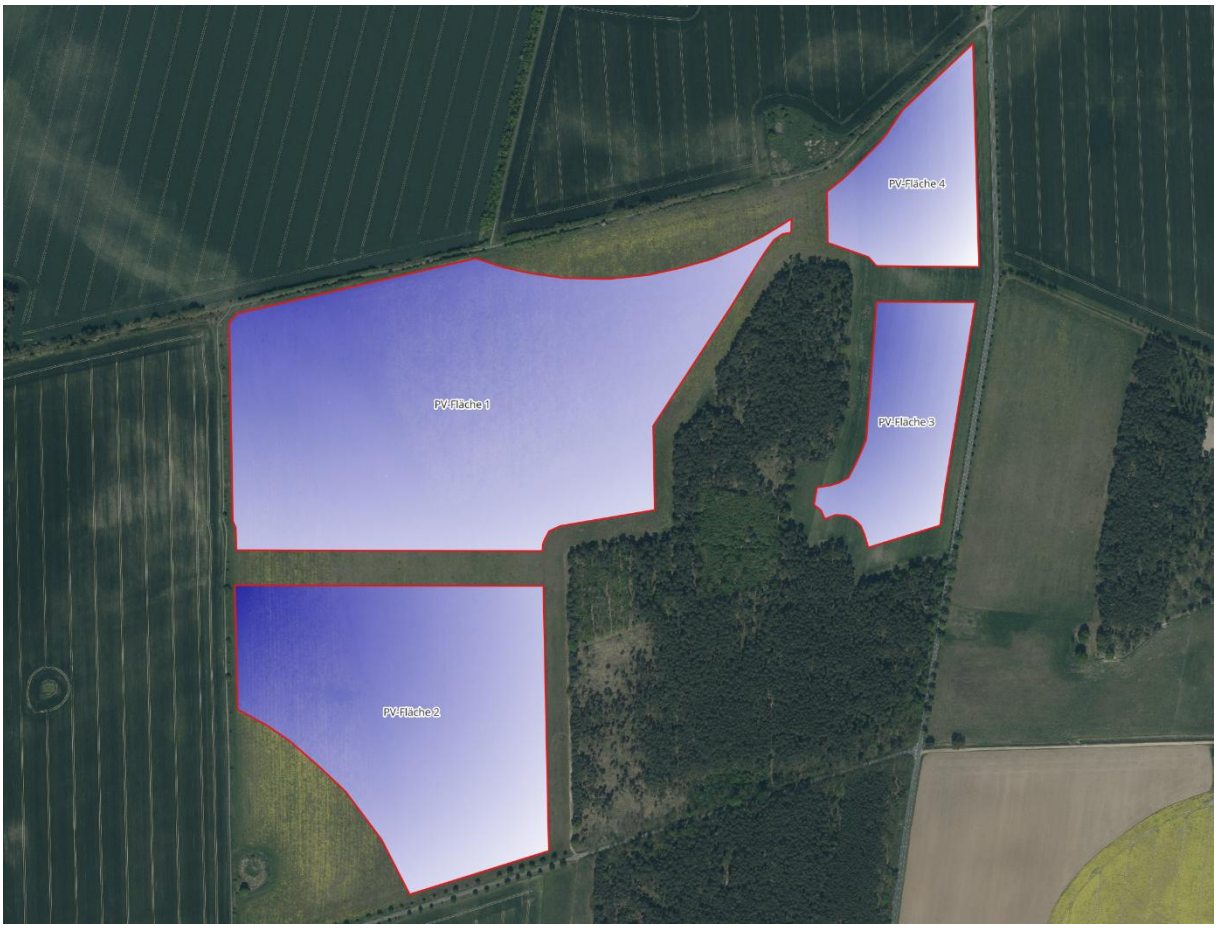


Abbildung 1: Grundriss der PV-Flächen - Quelle Satellitenbild: Google Earth Pro

Abbildung 2: Belegungsplan - Quelle: Auftraggeber

3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Im relevanten Umfeld (100 m Radius) der Photovoltaikanlage befinden sich keine schutzwürdigen Gebäude. Somit werden keine erheblichen Blendwirkungen in/an schutzwürdigen Räumen im Sinne des LAI-Leitfadens erwartet.

Im Umfeld der Photovoltaikanlage wurden als umliegende und relevante Verkehrswege die Landesstraßen L 39 und L 81 sowie die Kreisstraße K 2240 identifiziert und entsprechend auf Blendwirkungen untersucht.

Das relevante Sichtfeld (±30°, bezogen auf die Fahrtrichtung) von Fahrzeugführern auf der Landesstraße L 39 bleibt stets blendfrei. Somit werden keine erheblichen Blendwirkungen erwartet.

Das relevante Sichtfeld von Fahrzeugführern auf der Landesstraße L 81 bleibt stets blendfrei. Somit werden keine erheblichen Blendwirkungen erwartet.

Fahrzeugführer auf der Kreisstraße K 2240 können in beiden Fahrtrichtungen, rein geometrisch betrachtet, Blendwirkungen im relevanten Sichtfeld erfahren. Erhebliche Blendwirkungen sind somit nicht pauschal auszuschließen. In der Diskussion werden mögliche Sichtschutzmaßnahmen erörtert.

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 [2].

Daher reflektieren Solarmodule bei geringen Einfallswinkeln θ (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 [1], müssen demnach Einfallswinkel berücksichtigt werden.

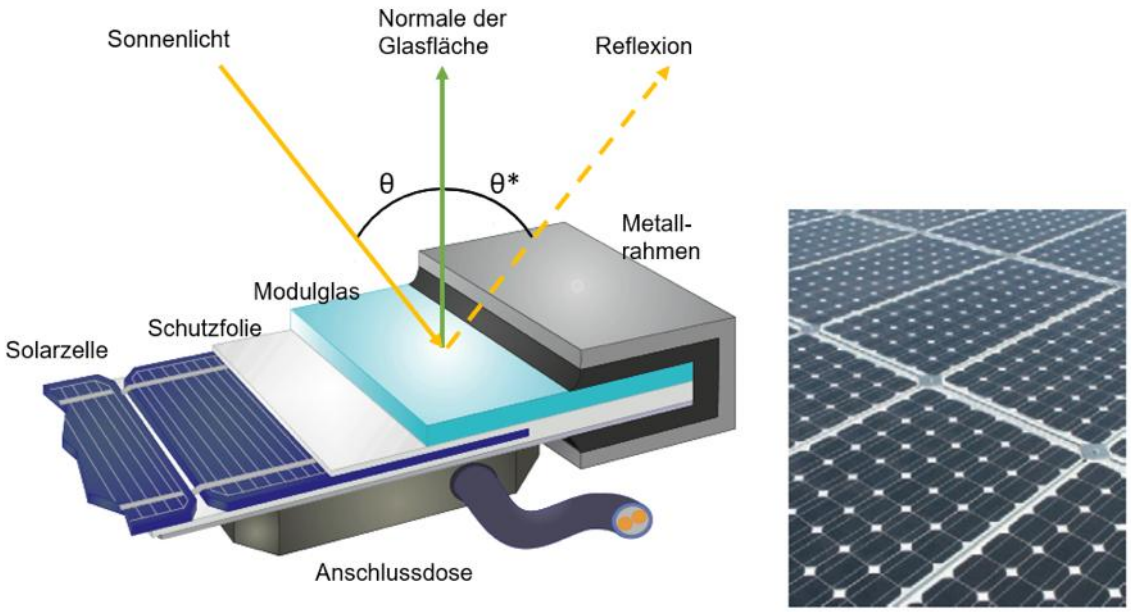


Abbildung 3: Aufbau eines PV-Moduls und Darstellung des Reflexionsgesetzes „Einfallswinkel = Ausfallswinkel“ - Quelle: [3] (modifiziert)

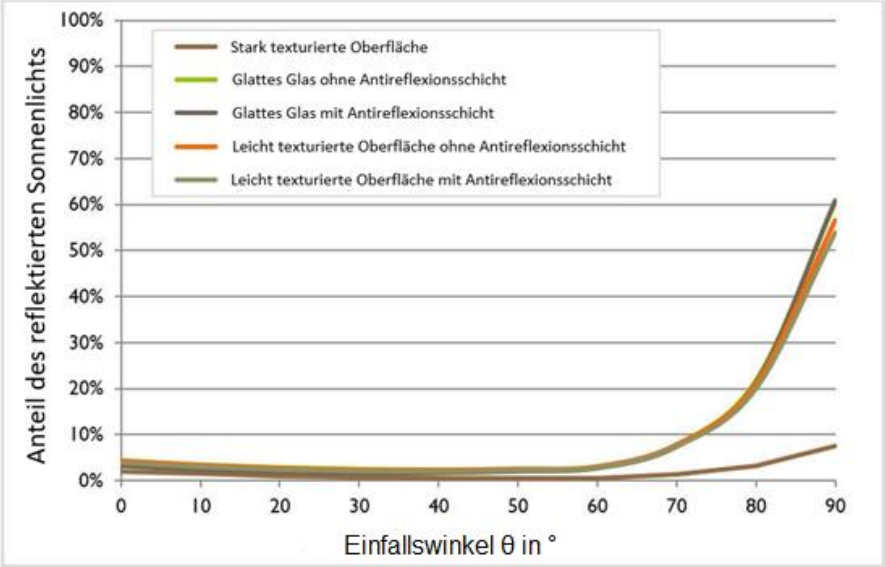


Abbildung 4: Anteil des reflektierten Sonnenlichts in Abhängigkeit zum Einfallswinkel, dargestellt für unterschiedliche Modulglastypen - Quelle: [4], modifiziert

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 [1]. Der standortbezogene Sonnenverlauf kann für jeden Zeitpunkt im Jahr auf Basis mathematischer Funktionen ermittelt werden [5]. Durch Winkelbeziehungen und Strahlungsgesetze lässt sich nachvollziehen, wo und wann Blendwirkungen auftreten. Die Berücksichtigung von modulglasspezifischen Streuwinkeln und Reflexionskoeffizienten ermöglicht eine noch präzisere Betrachtung [4].

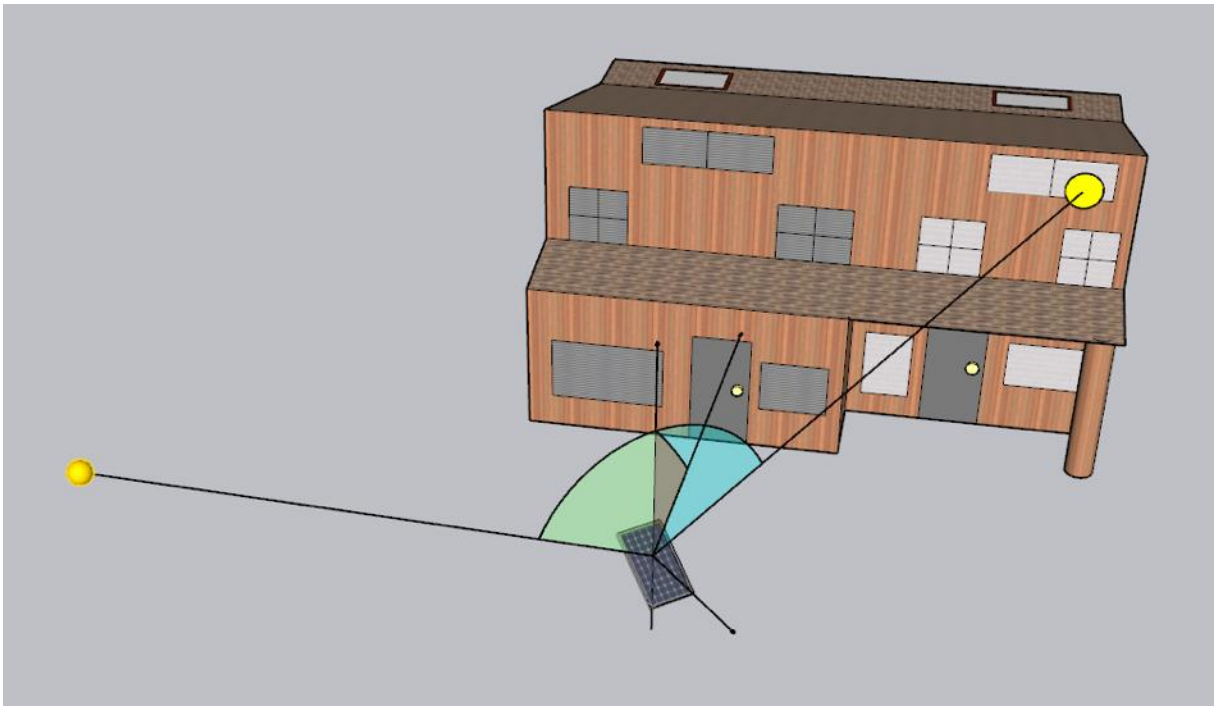


Abbildung 6: Veranschaulichung der geometrischen Herleitung einer Reflexion - Quelle: Eigene Abbildung

4.3 Verwendete Software, Annahmen und Limitationen

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.

Obwohl ForgeSolar zu den etabliertesten und professionellsten Programmen gehört, um PVA-bedingte Blendwirkungen zu berechnen, kann die Realität nur vereinfacht dargestellt werden. Somit werden die Generatorfelder als Ebenen zusammengefasst, abweichende Modulausrichtungen im Feld (z. B. Modultische, die aufgrund der Topografie eine Neigung entlang der Tischachse besitzen und somit die effektive Ausrichtung der Module beeinflussen) teilweise verloren gehen. Die Limitationen der Software werden nach Möglichkeit durch zusätzliche Berechnungen kompensiert und die Ergebnisse stets validiert. Dennoch können Abweichungen von der späteren Realität nicht ausgeschlossen werden.

Eine weiterführende Auflistung der Annahmen und Einschränkungen bzgl. der Simulation befindet sich in Anhang A.

5 Blendwirkungen auf Gebäude

5.1 Auswertungsmethodik

Die Auswertung der Blendwirkungen auf umliegende Gebäude (inkl. Terrassen und Balkone) basiert auf dem Leitfaden der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [1].

Der LAI-Leitfaden benennt als maßgebliche Immissionsorte schutzbedürftige Räume, sofern sie zu einer der folgenden Kategorien gehören:

- Wohnräume
- Schlafräume (einschließlich Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten und Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien)
- Unterrichtsräume in Schulen, Hochschulen und ähnlichen Einrichtungen
- Büroräume, Praxisräume, Arbeitsräume, Schulungsräume und ähnliche Arbeitsräume
- An relevanten Gebäuden anschließende Außenflächen (z. B. Terrassen und Balkone)

Räume, die keiner dieser Kategorien zuzuordnen sind, wurden im Rahmen des Gutachtens nicht auf Blendwirkungen untersucht.

Gemäß dem LAI-Leitfaden gelten (ca.) 100 Meter als räumlicher Grenzwert: Liegt ein Immissionsort weiter als 100 Meter von der PVA entfernt, können erhebliche Belästigungen in der Regel ausgeschlossen werden.

Laut dem LAI-Leitfaden soll zur Ermittlung der Blendzeiten ein vereinfachtes (idealisiertes) Modell verwendet werden, bei dem die Solarmodule als ideal verspiegelte Flächen dargestellt werden. Da eine Spiegelfläche das Sonnenlicht gerichtet reflektiert, findet keine oder nur eine sehr geringe Streuung des Sonnenlichts statt. Je geringer die Streuung, desto kürzer sind die Blendzeiten. In der Simulation wird jedoch ein realistisches Modell verwendet, das die oberflächenspezifischen Eigenschaften realer Solarmodule berücksichtigt. Um trotzdem eine Bewertung nach dem LAI-Leitfaden durchführen zu können, werden die Blendwirkungen unterschieden: Blendungen, die ausschließlich mit dem vereinfachten Modell ermittelt werden, heißen „Kernblendung“ (LAI-relevant). Alle anderen Blendwirkungen werden als „gestreute Reflexion“ bezeichnet. Sofern relevante Blendwirkungen auftreten, werden beide Arten getrennt dargestellt.

Zudem sind laut dem Leitfaden Reflexionen, die am Immissionsort mit einem Differenzwinkel ≤ 10° zur direkten Sonneneinstrahlung auftreten, nicht als relevante Blendungen zu betrachten. Dies berücksichtigt den Umstand, dass bei tiefstehender Sonne PVA-bedingte Blendwirkungen von der direkten Sonneneinstrahlung überlagert werden.

Laut dem LAI-Leitfaden liegt eine erhebliche Belästigung durch PVA-bedingte Blendwirkungen vor, wenn ein schutzwürdiger Raum mehr als 30 Minuten pro Tag und/oder 30 Stunden (1.800 Minuten) pro Jahr *Kernblendungen* erfährt.

Es hat sich bewährt, in der Simulation nicht jedes einzelne Gebäude in der Umgebung der PVA auszuwerten, sondern lediglich die nächstgelegenen in verschiedenen Himmelsrichtungen. Im Rahmen der Simulation wird darauf geachtet, die potenziell am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Räume zu analysieren (Worst-Case-Betrachtung).

In der Simulation werden keine Hindernisse wie Vegetationsstreifen oder Gebäude berücksichtigt. In der Diskussion (Kapitel 7) werden Hindernisse jedoch ggf. berücksichtigt.

5.2 Schutzwürdige Räume in der Umgebung der PVA

Ab einem Abstand zwischen Immissionsort (z. B. Wohngebäude) und einer nach (ca.) Süden ausgerichteten PVA von 100 m können erhebliche Belästigungen (i. d. R.) pauschal ausgeschlossen werden [1].

Abbildung 7 veranschaulicht den Bereich, der 100 Meter oder näher an der Photovoltaikanlage liegt.

Es lässt sich feststellen, dass sich im Umkreis von 100 Metern keine schutzwürdigen Gebäude befinden. Somit werden keine erheblichen Blendwirkungen in/an schutzwürdigen Räumen im Sinne des LAI-Leitfadens erwartet.

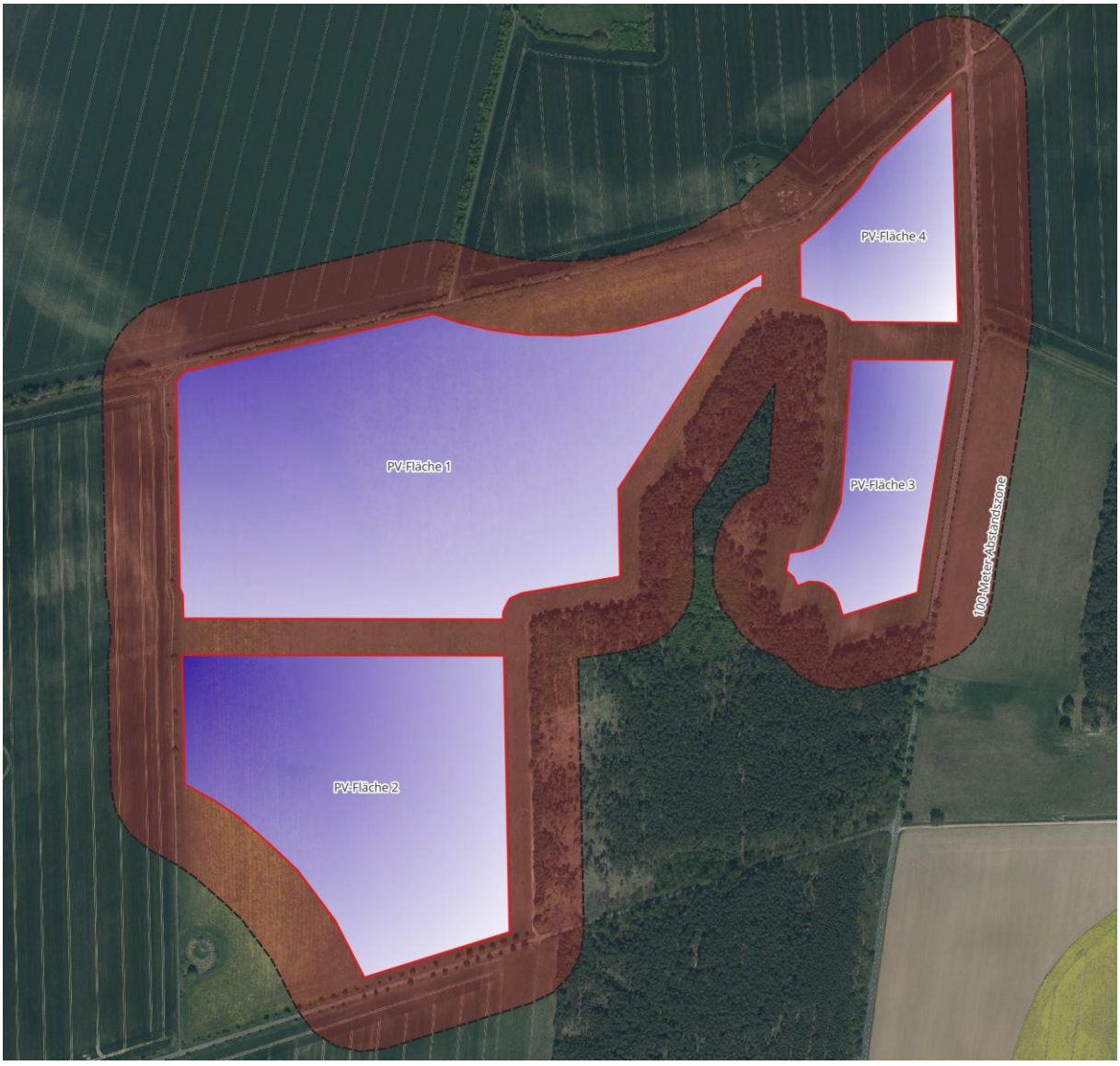


Abbildung 7: Übersicht der 100-Meter-Zone - Quelle Satellitenbild: Google Earth Pro

6 Blendwirkungen auf Verkehrswege

6.1 Auswertungsmethodik

Die im Gutachten angewendete Auswertungsmethodik zur Bewertung der Blendwirkungen auf Verkehrswegen basiert auf dem Eckpunktepapier des Fernstraßen-Bundesamtes (Stand: November 2025) [6].

Zur Beurteilung der Blendwirkungen durch Photovoltaikanlagen auf Verkehrswege ist es gängige Praxis, ein oder mehrere Sichtfelder von Fahrzeugführern (Kraftfahrzeug- und Lokführer) zu definieren, die sich hinsichtlich ihrer verkehrlichen Relevanz unterscheiden. Anschließend wird mittels Simulation geprüft, ob Reflexionen innerhalb dieser Sichtfelder auftreten. Dabei wird angenommen, dass die Blickrichtung eines Fahrzeugführers grundsätzlich der Fahrtrichtung entspricht [7].

Relevantes Sichtfeld: In Anlehnung an [8] und [6] wird eine Erheblichkeitsgrenze von ± 30° bezogen auf die jeweilige Fahrtrichtung definiert. Reflexionen außerhalb dieses Sichtfeldes führen in der Regel zu keinen erheblichen Beeinträchtigungen. Besondere Verkehrssituationen können jedoch eine Erweiterung des relevanten Sichtfeldes erforderlich machen, beispielsweise im Bereich von Beschleunigungsstreifen oder Kreuzungen, sofern dort regelmäßig von der Fahrtrichtung abweichende Blickbewegungen zu erwarten sind.

Für die Analyse der Blendwirkungen auf den Straßenverkehr ist es ausreichend, ausschließlich LKW-Fahrer zu betrachten, da diese im Vergleich zu PKW-Fahrern eine höhere Augenposition über dem Straßenniveau einnehmen. Höher gelegene Immissionsorte sind grundsätzlich stärkeren beziehungsweise früher einsetzenden Blendwirkungen ausgesetzt. Mit der Betrachtung von LKW-Fahrern wird somit eine konservative Worst-Case-Annahme zugrunde gelegt.

Im Rahmen des Gutachtens wird für LKW-Fahrer eine Augenhöhe von 2,7 m über dem jeweiligen Straßenniveau angesetzt [6].

PVA-bedingte Blendwirkungen gelten selbst innerhalb des relevanten Sichtfeldes als vernachlässigbar (irrelevant), wenn die verursachenden Reflexionen mit einem Differenzwinkel ≤ 10° zur direkten Sonneneinstrahlung auftreten und gleichzeitig der Höhenwinkel der Sonne ≤ 5° beträgt [6]. Sind beide Kriterien erfüllt, wird die Blendwirkung der PVA aus nahezu gleicher Richtung von der direkten Sonneneinstrahlung überlagert und kann in der Regel nicht mehr durch fahrzeugseitige Blenden oder Sonnenblenden abgeschirmt werden (Annahme). In diesem Fall stellen die PVA-bedingten Reflexionen keine zusätzliche verkehrsrelevante Beeinträchtigung dar.

Zudem werden Reflexionen mit einer Leuchtdichte von unter 30.000 cd/m² gemäß [6] pauschal als verkehrlich irrelevant eingestuft.

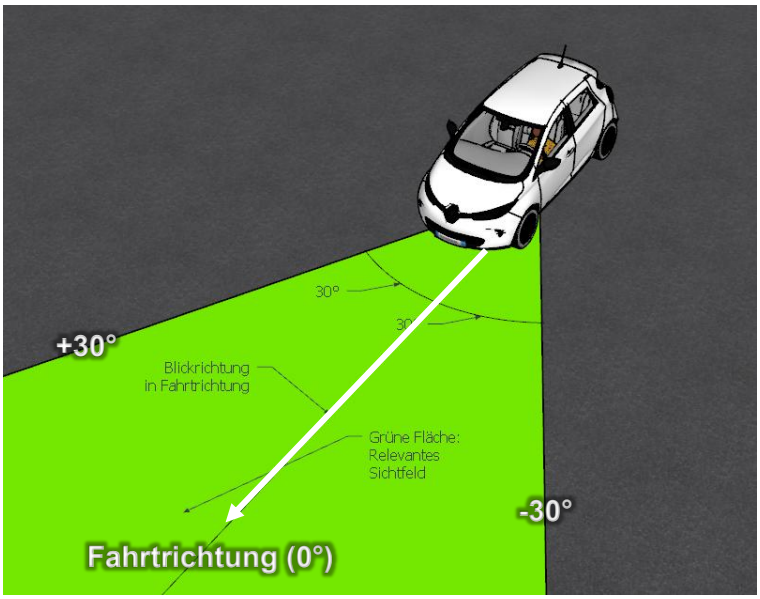


Abbildung 8: Relevantes Sichtfeld eines Fahrzeugführers – Quelle: Eigene Abbildung

Die folgenden Abbildungen zeigen die geschätzten Augenhöhen der Verkehrsteilnehmer. Diese Angaben sind im Rahmen der Simulation relevant.

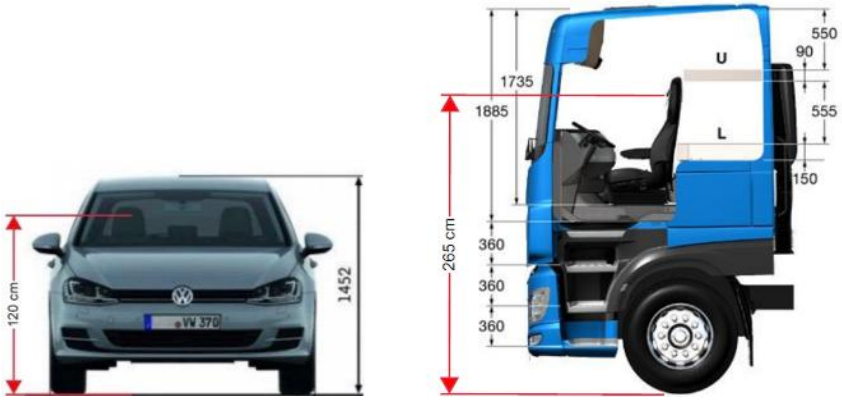


Abbildung 9: Augenhöhe der Straßenverkehrsteilnehmer – Quelle: Volkswagen AG (modifiziert), BTS GmbH & Co. KG (modifiziert)

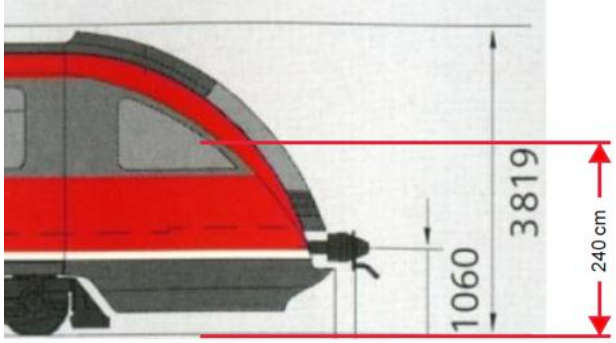


Abbildung 10: Augenhöhe von Lokführern – Quelle: www.nahverkehr-franken.de (modifiziert)

6.2 Relevante Verkehrswege

Im Umfeld der Photovoltaikanlage wurden als relevante Verkehrswege die Landesstraßen L 39 und L 81 sowie die Kreisstraße K 2240 identifiziert und entsprechend auf Blendwirkungen untersucht.

Wirtschaftswege oder nur sporadisch befahrene Straßen und Zuwegungen wurden aufgrund des geringen Verkehrsaufkommens als nicht relevant eingestuft und deshalb in der Analyse nicht weiter berücksichtigt.

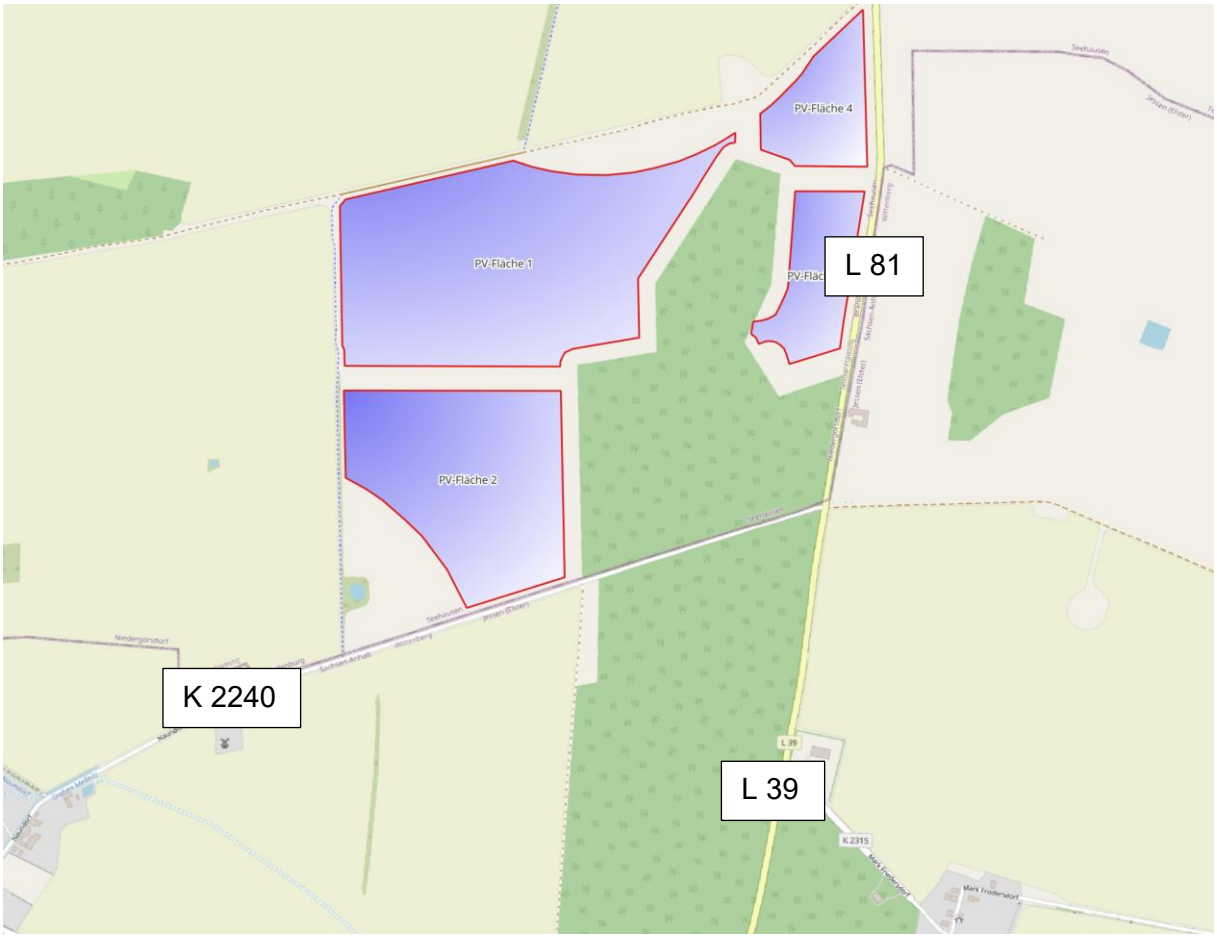


Abbildung 11: Positionen der als relevant eingestuften Verkehrswege - Quelle Karte: OpenStreetMap

6.3 Observationspunkte

Zur Bewertung der Blendwirkungen auf die relevanten Verkehrswege wurden spezifische „Observationspunkte“ (OP) definiert, die in der Simulation als Detektionspunkte für auftreffende Reflexionen dienen.

Insgesamt wurden 25 OP zur Analyse der Blendwirkungen auf die Verkehrswege festgelegt:

- OP S1 bis S6 für den Straßenverkehr auf der L 39 in beiden Fahrtrichtungen.
- OP S7 bis S16 für den Straßenverkehr auf der L 81 in beiden Fahrtrichtungen.
- OP S17 bis S25 für den Straßenverkehr auf der K 2240 in beiden Fahrtrichtungen.

Die OP S1 bis S25 sind in einer Höhe von 2,7 m über dem Straßenniveau angebracht, entsprechend der angenommenen Augenhöhe eines LKW-Fahrers.

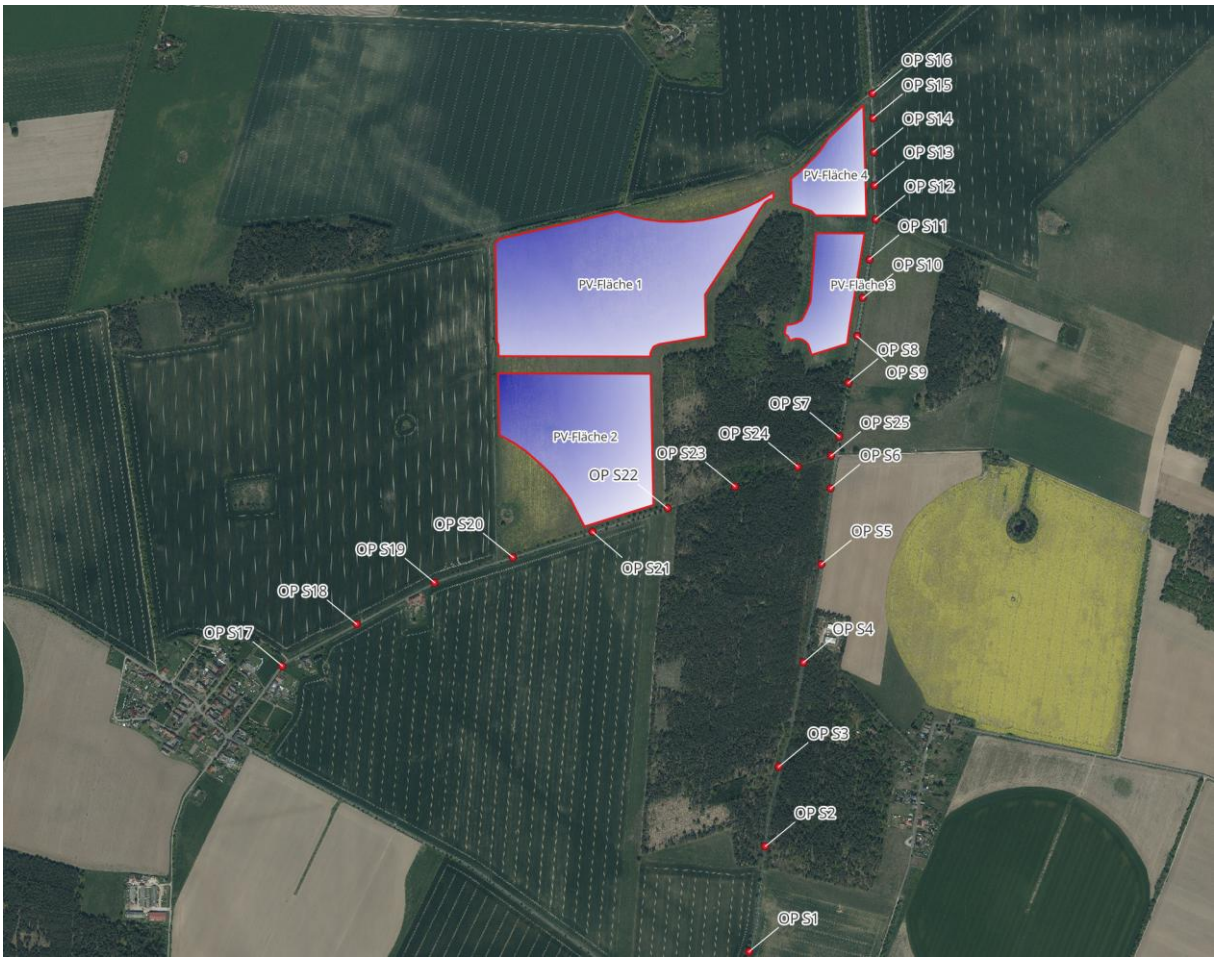


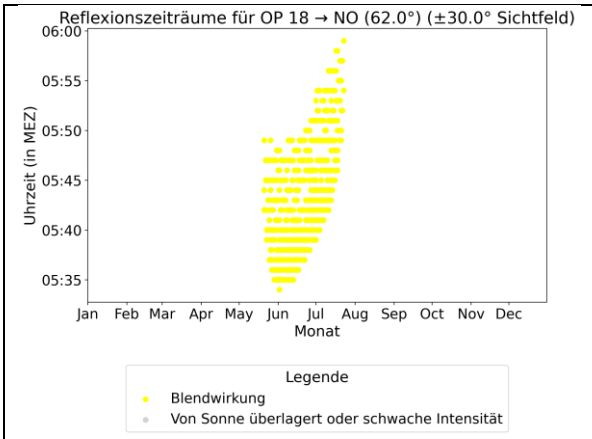
Abbildung 12: Positionen der OP S auf den Verkehrswegen - Quelle Satellitenbild: Google Earth Pro

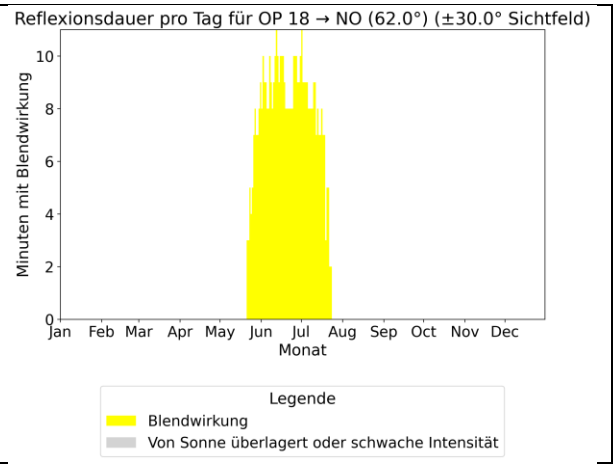
6.4 Ergebnisse

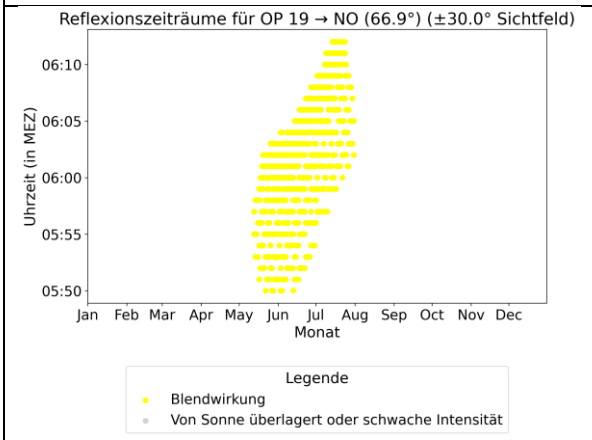
Tabelle 5: Übersicht der Simulationsergebnisse für die Observationspunkte auf den Verkehrswegen

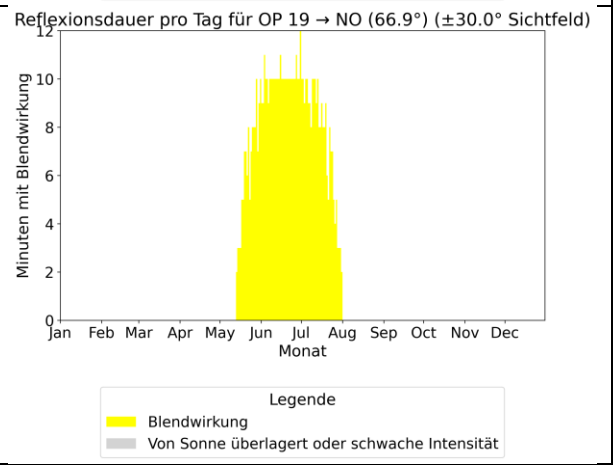
Verkehrs-weg	OP	Fahrt-richtung	Min. Winkel zwischen Fahrtrichtung und Blendquelle (ca.)	Werden die Blendwirkungen innerhalb des relevanten Sichtfelds von der Sonne überlagert und/oder weisen eine Intensität von unter 30.000 cd/m² auf?	Anmerkung
L 39	S1	N (12.6°)	-	-	Keine Reflexionen
		S (193.3°)	-	-	
	S2	N (5.3°)	-	-	
		S (186.0°)	-	-	
	S3	N (10.1°)	-	-	
		S (192.3°)	-	-	
	S4	N (9.5°)	-	-	
		S (188.0°)	-	-	
	S5	N (5.6°)	71.5°	-	-
		S (185.4°)	89.0°	-	-
	S6	N (7.3°)	72.5°	-	-
		S (187.2°)	79.9°	-	-
L 81	S7	N (9.4°)	74.5°	-	-
		S (191.8°)	75.8°	-	-
	S8	N (9.3°)	74.4°	-	-
		S (187.6°)	80.0°	-	-
	S9	N (7.9°)	73.0°	-	-
		S (186.6°)	81.6°	-	-
	S10	N (7.8°)	72.9°	-	-
		S (187.2°)	76.5°	-	-
	S11	N (9.7°)	74.8°	-	-
		S (187.4°)	74.3°	-	-
	S12	N (358.3°)	63.0°	-	-
		S (178.4°)	>90°	-	-
	S13	N (355.5°)	60.8°	-	-
		S (176.9°)	>90°	-	-
	S14	N (356.4°)	62.5°	-	-
		S (177.1°)	86.4°	-	-
	S15	N (355.6°)	61.7°	-	-
		S (177.1°)	82.2°	-	-
	S16	N (354.3°)	-	-	Keine Reflexionen
		S (178.6°)	-	-	
K 2240	S17	NO (32.7°)	32.6°	-	-
		SW (207.4°)	>90°	-	-
	S18	NO (62.0°)	3.3°	nein	-
		SW (238.9°)	>90°	-	-
	S19	NO (66.9°)	0.0°	nein	-
		SW (240.1°)	>90°	-	-
	S20	O (67.9°)	0.0°	nein	-
		W (251.9°)	>90°	-	-
	S21	O (68.8°)	1.1°	nein	-
		W (252.4°)	>90°	-	-
	S22	O (69.8°)	>90°	-	-
		W (250.9°)	14.6°	nein	-
	S23	O (69.6°)	>90°	-	-
		W (251.3°)	15.8°	nein	-
	S24	O (69.3°)	>90°	-	-
		W (249.2°)	18.3°	nein	-
	S25	O (70.5°)	>90°	-	-
		SW (247.0°)	20.5°	nein	-
LEGENDE					
Blendwirkungen innerhalb des relevanten Sichtfeldes					
Blendwirkungen außerhalb des relevanten Sichtfeldes / keine (relevanten) Reflexionen					

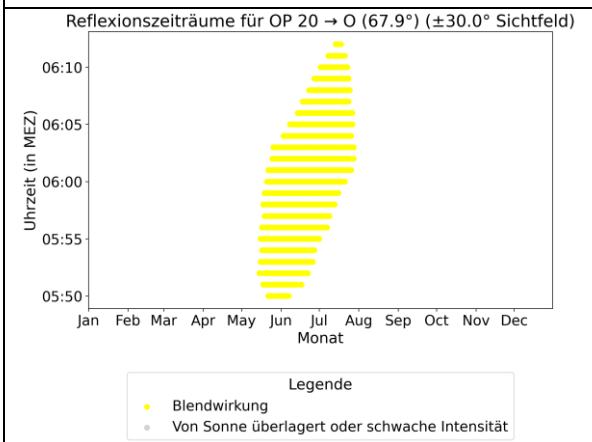
Ergebnisdiagramme 1: Reflexionen zu den OP auf den Verkehrswegen

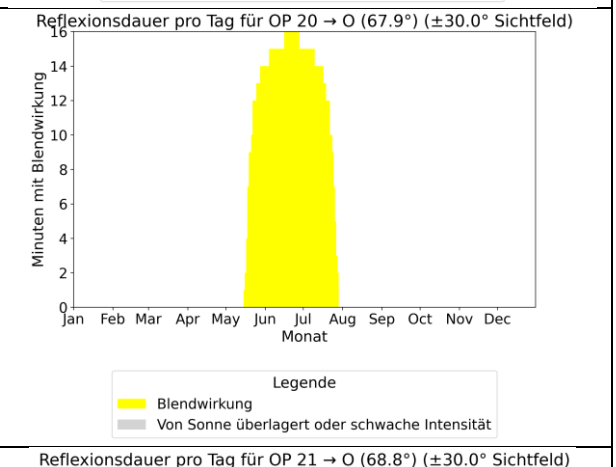


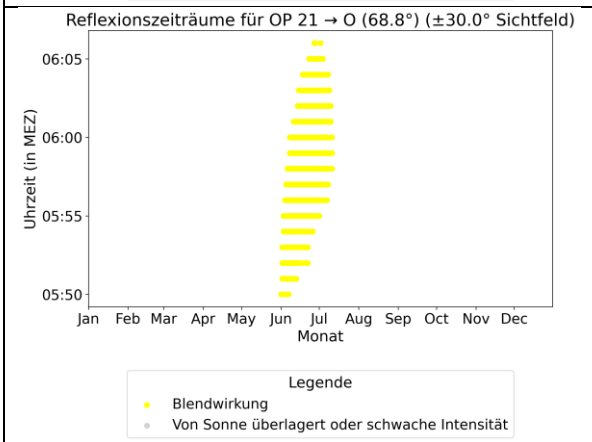


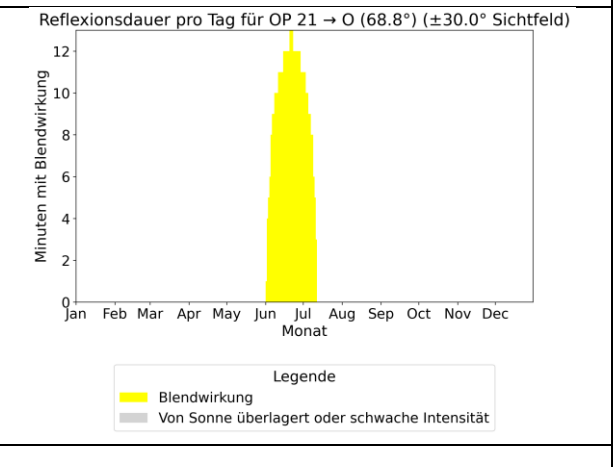




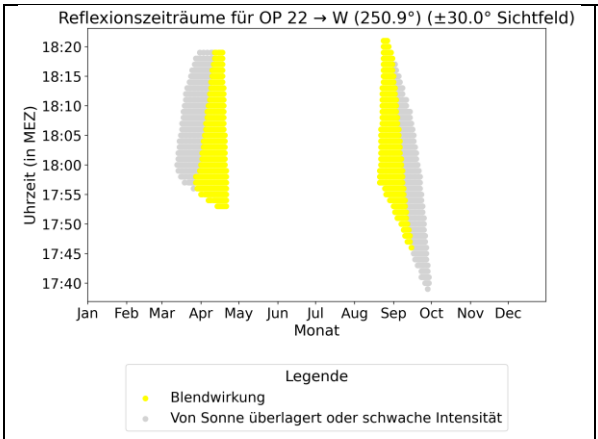


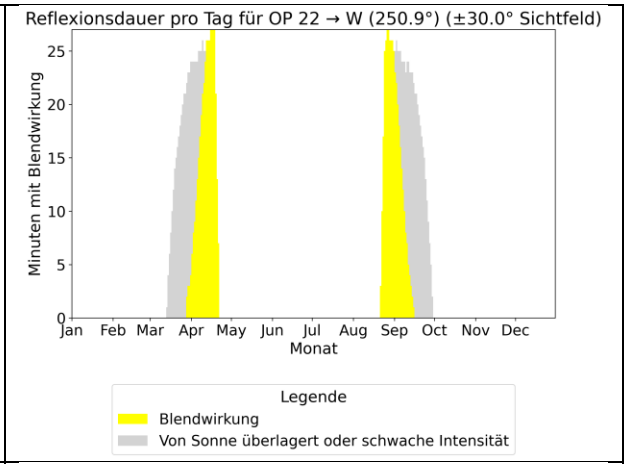


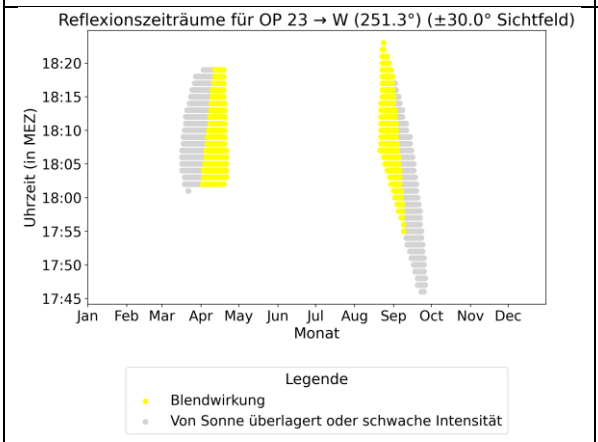


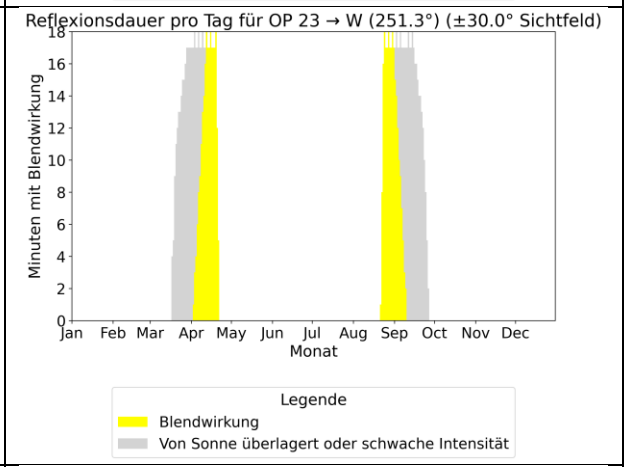


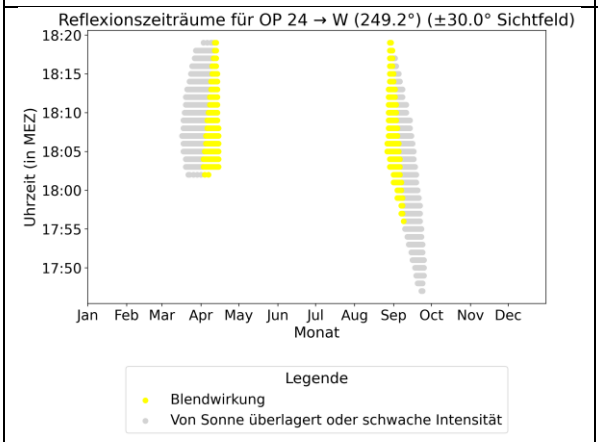
Fortsetzung auf der folgenden Seite

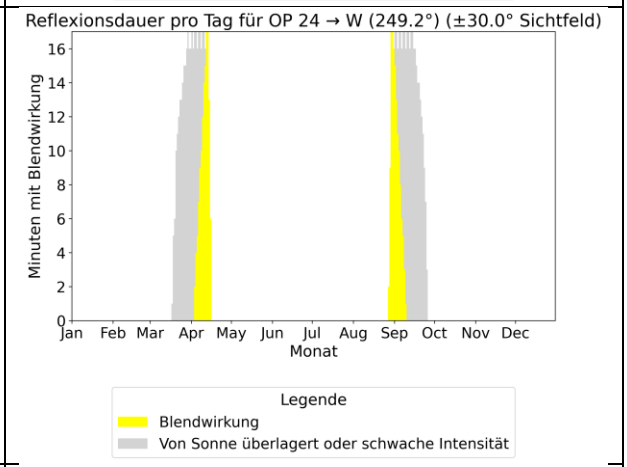

Reflexionszeiträume für OP 22 → W (250.9°) (±30.0° Sichtfeld)
Uhrzeit (in MEZ)
18:20
18:15
18:10
18:05
18:00
17:55
17:50
17:45
17:40
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
Monat
Legende
Blendwirkung
Von Sonne überlagert oder schwache Intensität

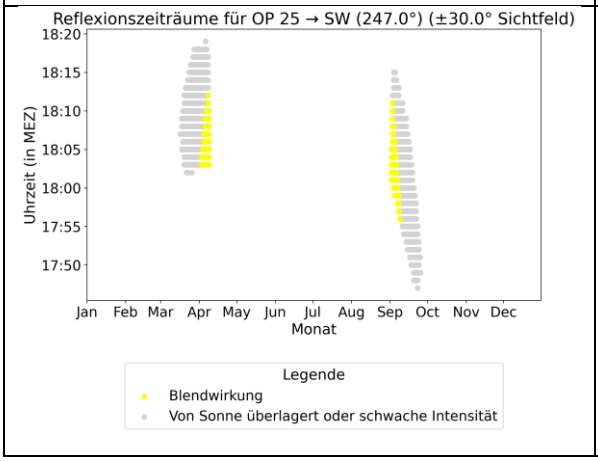

Reflexionsdauer pro Tag für OP 22 → W (250.9°) (±30.0° Sichtfeld)
Minuten mit Blendwirkung
25
20
15
10
5
0
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
Monat
Legende
Blendwirkung
Von Sonne überlagert oder schwache Intensität

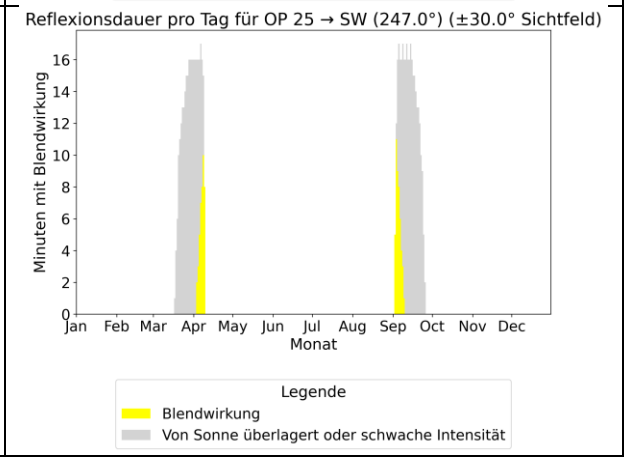

Reflexionszeiträume für OP 23 → W (251.3°) (±30.0° Sichtfeld)
Uhrzeit (in MEZ)
18:20
18:15
18:10
18:05
18:00
17:55
17:50
17:45
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
Monat
Legende
Blendwirkung
Von Sonne überlagert oder schwache Intensität


Reflexionsdauer pro Tag für OP 23 → W (251.3°) (±30.0° Sichtfeld)
Minuten mit Blendwirkung
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
Monat
Legende
Blendwirkung
Von Sonne überlagert oder schwache Intensität


Reflexionszeiträume für OP 24 → W (249.2°) (±30.0° Sichtfeld)
Uhrzeit (in MEZ)
18:20
18:15
18:10
18:05
18:00
17:55
17:50
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
Monat
Legende
Blendwirkung
Von Sonne überlagert oder schwache Intensität


Reflexionsdauer pro Tag für OP 24 → W (249.2°) (±30.0° Sichtfeld)
Minuten mit Blendwirkung
16
14
12
10
8
6
4
2
0
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
Monat
Legende
Blendwirkung
Von Sonne überlagert oder schwache Intensität


Reflexionszeiträume für OP 25 → SW (247.0°) (±30.0° Sichtfeld)
Uhrzeit (in MEZ)
18:20
18:15
18:10
18:05
18:00
17:55
17:50
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
Monat
Legende
Blendwirkung
Von Sonne überlagert oder schwache Intensität


Reflexionsdauer pro Tag für OP 25 → SW (247.0°) (±30.0° Sichtfeld)
Minuten mit Blendwirkung
16
14
12
10
8
6
4
2
0
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
Monat
Legende
Blendwirkung
Von Sonne überlagert oder schwache Intensität

7 Diskussion der Ergebnisse

7.1 Gebäude

Im relevanten Umfeld (100 m Radius) der Photovoltaikanlage befinden sich keine schutzwürdigen Gebäude. Somit werden keine erheblichen Blendwirkungen in/an schutzwürdigen Räumen im Sinne des LAI-Leitfadens erwartet.

7.2 Verkehrswege

Im Umfeld der Photovoltaikanlage wurden als relevante Verkehrswege die Landesstraßen L 39 und L 81 sowie die Kreisstraße K 2240 identifiziert und entsprechend auf Blendwirkungen untersucht.

7.2.1 Landesstraße L 39

Das relevante Sichtfeld (±30°, bezogen auf die Fahrtrichtung) von Fahrzeugführern auf der Landesstraße L 39 bleibt stets blendfrei. Somit werden keine erheblichen Blendwirkungen erwartet.

7.2.2 Landesstraße L 81

Das relevante Sichtfeld von Fahrzeugführern auf der Landesstraße L 81 bleibt stets blendfrei. Somit werden keine erheblichen Blendwirkungen erwartet.

7.2.3 Kreisstraße K 2240

Fahrzeugführer auf der Kreisstraße K 2240 können in beiden Fahrtrichtungen, rein geometrisch betrachtet, Blendwirkungen im relevanten Sichtfeld erfahren. Erhebliche Blendwirkungen sind somit nicht pauschal auszuschließen.

In Fahrtrichtung Westen auf dem Streckenabschnitt zwischen OP S22 und S25 wird die Sichtlinie auf PV-Fläche 2, welche für die Reflexionen verantwortlich wäre, durch einen Wald unterbrochen. Erst bei Erreichen von OP S22 eröffnet sich das Sichtfeld auf die PVA vollständig.

In Fahrtrichtung Osten wird die Sichtlinie, auf die für die Reflexionen relevanten Abschnitte der PVA, teilweise durch Bäume am Straßenrand unterbrochen. Diese weisen jedoch Lücken auf, sodass zusätzliche Maßnahmen an der Anlagengrenze zu empfehlen wären.

Um die Blendwirkungen durchgehend zu unterbinden, besteht die Möglichkeit Sichtschutzmaßnahmen entlang der westlichen, südlichen und östlichen Anlagengrenzen umzusetzen.

Diese sollte eine Höhe von mindestens 2,5 m im Westen, 3 m im Süden und 3 m im Osten erreichen und können in Form einer blickfesten Eingrünung oder eines erhöhten Anlagenzauns, mit Sichtschutzblenden versehen, realisiert werden.

Sollte der Erhalt der Waldfläche nicht garantiert werden können, wird eine Erweiterung der Sichtschutzmaßnahmen entlang der östlichen Anlagengrenze notwendig werden. Die notwendigen Höhen und genauen Position sollten in diesem Fall nochmal geprüft werden.

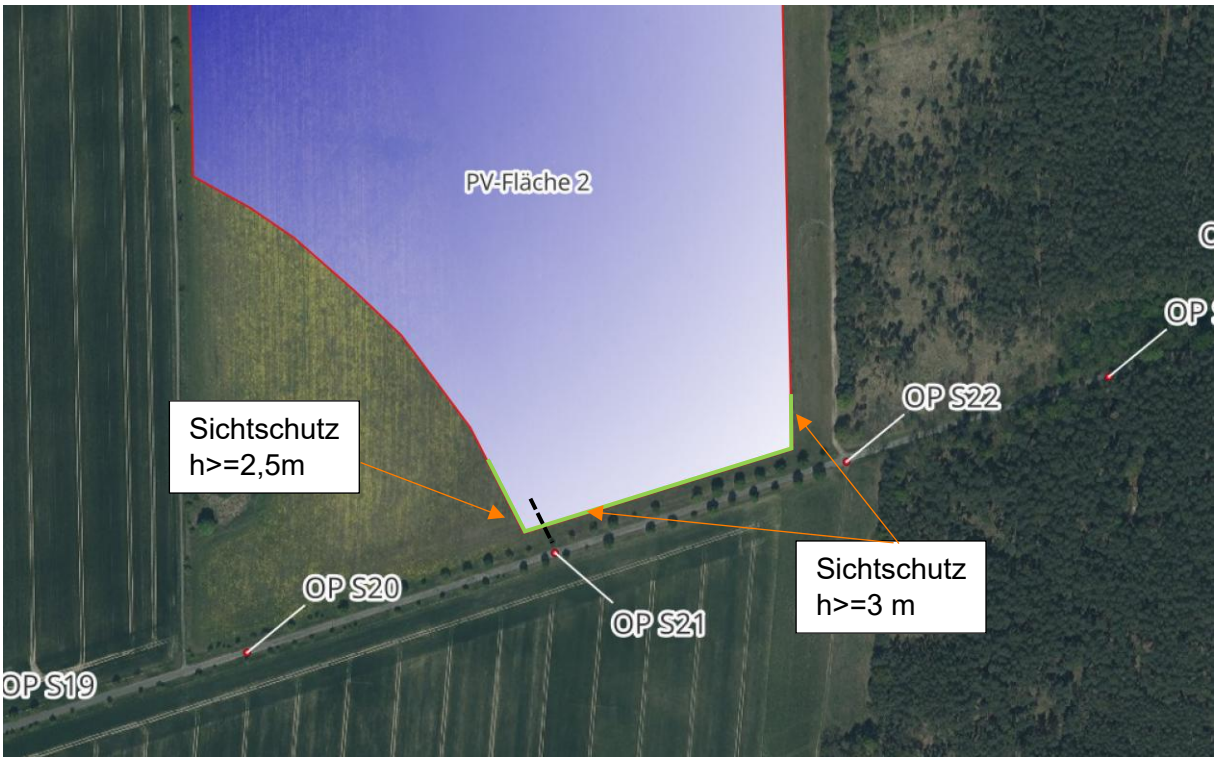


Abbildung 13: Positionen und Höhen des Sichtschutzes bei PV-Fläche 2

8 Literaturverzeichnis

[1] 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

[2] K. Mertens, *Photovoltaik: Lehrbuch zu Grundlagen, Technologie und Praxis*, 5. Aufl. Carl Hanser Verlag München, 2020.

[3] Volker Quaschning, *Regenerative Energiesysteme: Technologie - Berechnung - Simulation*, 9. Aufl. Carl Hanser Verlag München, 2015.

[4] 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.

[5] J. A. Duffie und W. A. Beckman, „Solar Engineering of Thermal Processes“, Bd. 4, 2013.

[6] Fernstraßen-Bundesamt, „FBA Eckpunktepapier Photovoltaik“. November 2025. Zugegriffen: 12. November 2025. [Online]. Verfügbar unter: https://www.fba.bund.de/DE/Themen/Anbaurecht_Paragraph9_FStrG/Dokumente/20251106_Eckpunktepapier_Photovoltaik.pdf?__blob=publicationFile&v=2

[7] Österreichischer Verband für Elektrotechnik (OVE), „Blendung durch Photovoltaikanlagen - OVE-Richtlinie R 11-3“. 2016.

[8] 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.

Anhang A: Annahmen und Limitationen von SGHAT

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY — Sandia National Laboratories

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.

5 | Page

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