

SONNWINN GmbH

Unabhängige Experten für Photovoltaik und Stromspeicher

Blendgutachten

PV-Anlage Wolfersdorf

VERSION 1.0

29.05.2026

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@sonnwin.de
www.sonnwin.de

Revisionstabelle

Version	Änderung	Datum	Name
1.0	Erste Fassung	29.05.2026	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
5.3	Betrachtungspunkte	13
5.4	Ergebnisse	16
6	Blendwirkungen auf Verkehrswege	23
6.1	Auswertungsmethodik	23
6.2	Relevante Verkehrswege	25
6.3	Betrachtungspunkte	26
6.4	Ergebnisse	29
7	Diskussion der Ergebnisse	32
7.1	Gebäude	32
7.2	Verkehrswege	32
8	Literaturverzeichnis	34

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	Sunfarming Projekt GmbH
Projektname	[1777] Wolfersdorf
Adresse PVA	85395 Wolfersdorf
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:
 - Kreisstraße FS 16
 - Kreisstraße FS 23
 - Kreisstraße FS 9

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)	geoservices.bayern.de, Bayerische Vermessungsverwaltung

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	Auswertungsmethodik auf Basis des Eckpunktepapiers des Fernstraßen-Bundesamtes (siehe Kapitel 6)

2 Anlagenbeschreibung

Die geplante PVA besteht aus 5 PV-Flächen, die sich nördlich der Kreisstraße FS 16 sowie südwestlich der Kreisstraße FS 23 befinden.

Tabelle 4: Relevante Anlagenparameter

Parameter	Angabe/Wert
Geokoordinaten (Breite, Länge)	48.516444, 11.714139
Art der Anlage	Freiflächenanlage
Modultyp	Si-kristallines Modul mit Antireflexbeschichtung
Aufständerung	Fest aufgeständert
PV-Fläche	ca. 26,4 ha
Nennleistung (DC)	ca. 26,2 MWp
Modulausrichtung (Azimut)	180° Süd
Modulneigung	15°
Höhe Modulunterkante	2,1 m
Höhe Moduloberkante	ca. 3,8 m



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

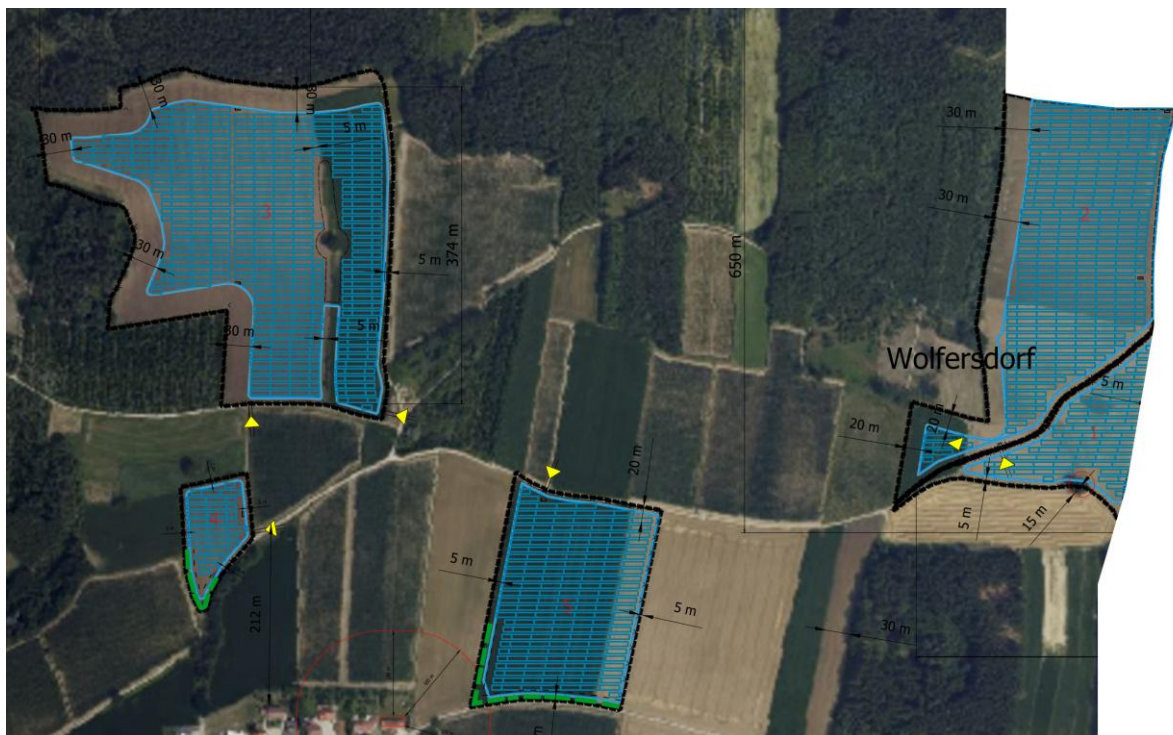


Abbildung 2: Belegungsplan - Quelle: Auftraggeber

Agri-PV-System nach DIN Spec

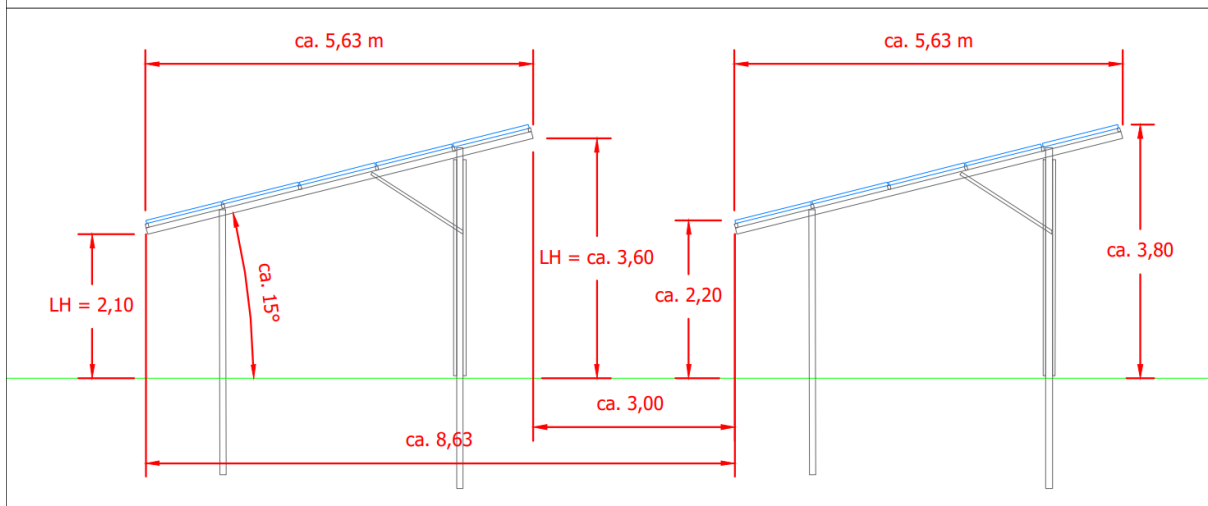


Abbildung 3: Schnittzeichnung - Quelle: Auftraggeber

3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Für die geplante Photovoltaikanlage wurde eine Blendwirkungsanalyse für umliegende Wohnnutzungen sowie relevante Verkehrswege durchgeführt.

Im Hinblick auf schutzwürdige Gebäude befinden sich innerhalb des nach LAI-Leitfaden maßgeblichen 100-Meter-Radius keine relevanten Immissionsorte. Darüber hinaus wurden die nächstgelegenen Gebäude außerhalb dieses Radius konservativ in die Untersuchung einbezogen. Die Berechnungen erfolgten unter Annahme freier Sicht und damit ohne Berücksichtigung von Topografie, Vegetation oder sonstigen Hindernissen. An keinem der untersuchten Gebäude wurden Blendwirkungen ermittelt, die die Grenzwerte des LAI-Leitfadens überschreiten. Erhebliche Belästigungen für Anwohner sind daher nicht zu erwarten.

Für die Verkehrswege wurden die Kreisstraßen FS 16, FS 23 und FS 9 untersucht. Auf der FS 23 und der FS 9 sowie auf weiten Teilen der FS 16 können störende Blendwirkungen aufgrund der Reflexionsgeometrie beziehungsweise durch Abschirmungen infolge von Topografie und Bebauung ausgeschlossen werden.

Lediglich auf einem Abschnitt der FS 16 in Fahrtrichtung Osten wurden potenzielle Reflexionen identifiziert, die geometrisch in das relevante Sichtfeld von Fahrzeugführern gelangen könnten. Der betroffene Bereich liegt jedoch mehr als 1,5 km von der reflektierenden PV-Fläche entfernt. Zusätzliche Sichtbarkeitsanalysen auf Basis eines hochauflösenden Digitalen Oberflächenmodells zeigen, dass die betreffende PV-Fläche von den relevanten Betrachtungspunkten aus nur eingeschränkt sichtbar ist. Werden zudem die vorhandenen Wald- und Gehölzstrukturen berücksichtigt, sind auch auf diesem Streckenabschnitt keine erheblichen Blendwirkungen zu erwarten.

Zusammenfassend ergibt die Untersuchung, dass durch die geplante Photovoltaikanlage weder für Anwohner noch für Verkehrsteilnehmer erhebliche Blendwirkungen im Sinne der geltenden Bewertungsmaßstäbe zu erwarten sind.

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 4) 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 5).

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

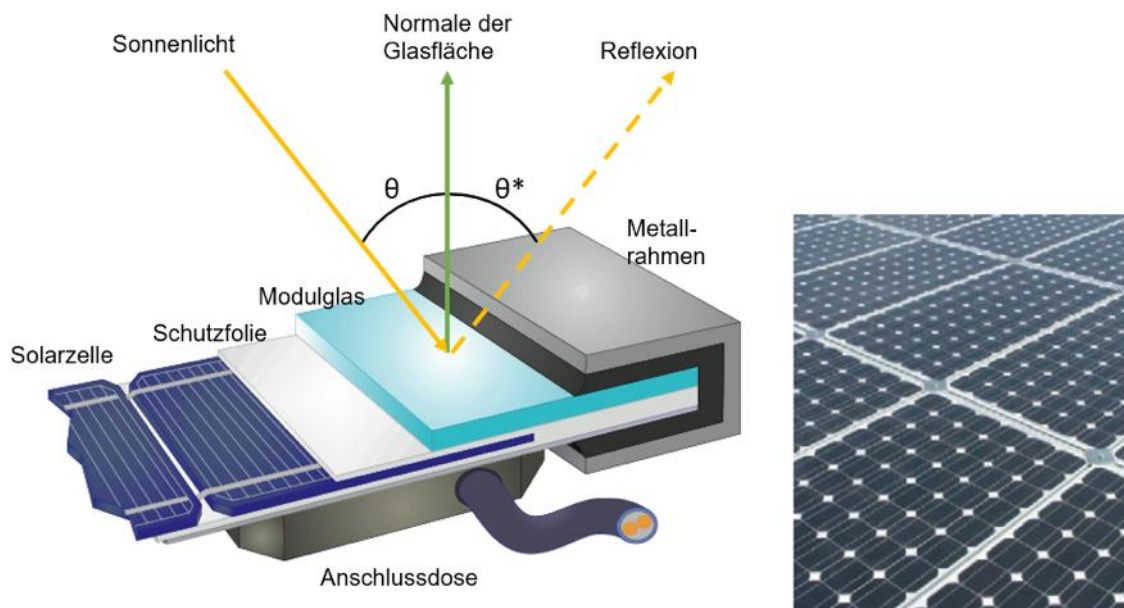


Abbildung 4: Aufbau eines PV-Moduls und Darstellung des Reflexionsgesetzes „Einfallswinkel = Ausfallswinkel“
- Quelle: [3] (modifiziert)

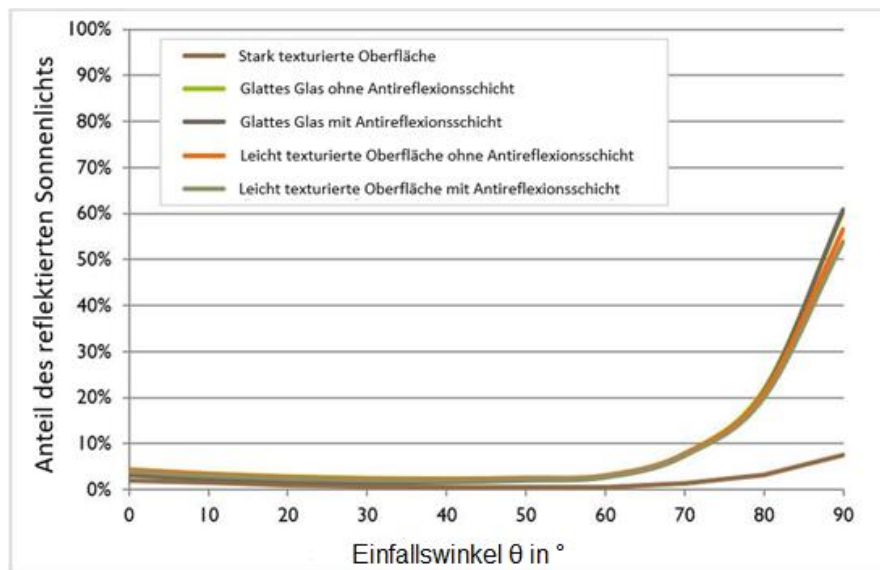


Abbildung 5: Anteil des reflektierten Sonnenlichts in Abhängigkeit zum Einfallswinkel, dargestellt für unterschiedliche Modulglastypeen - Quelle: [4], modifiziert

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 6: 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].

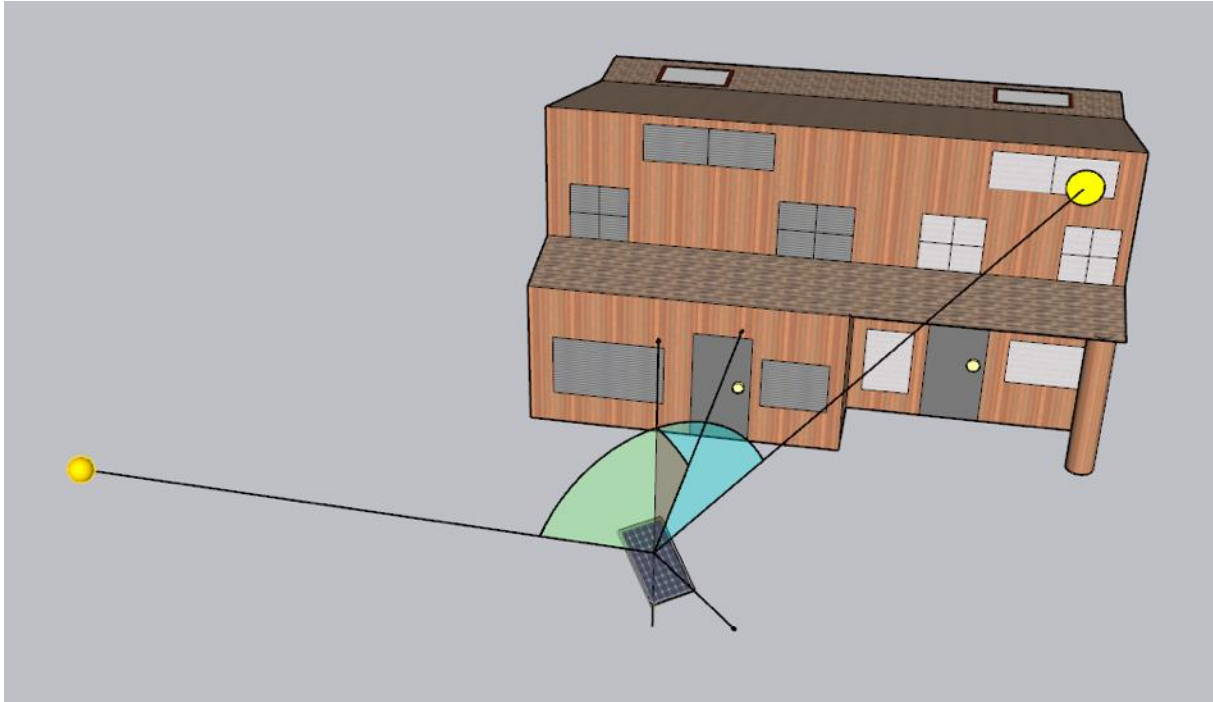


Abbildung 7: Veranschaulichung der geometrischen Herleitung einer Reflexion - Quelle: Eigene Abbildung

4.3 Verwendete Software, Annahmen und Limitationen

Für die Berechnung der Reflexionen bzw. Blendwirkungen wurde die Software PV-GlareCheck verwendet. Dabei wurden die Reflexionen bzw. Blendwirkungen der PVA mit einer zeitlichen Auflösung von einer Minute über ein gesamtes Jahr hinweg berechnet.

Im Rahmen der Simulation werden die Höhendaten der PV-Fläche sowie die Immissionsorte berücksichtigt. Die Simulation basiert auf der Annahme eines stets klaren Himmels; somit wird ein abstrakter Worst-Case betrachtet.

Obwohl PV-GlareCheck eine professionelle Software zur Berechnung zur Berechnung von PVA-bedingten Blendwirkungen darstellt, kann die Realität nur vereinfacht abgebildet werden. So werden die Generatorfelder als Ebenen zusammengefasst, wodurch abweichende Modulausrichtungen innerhalb der Felder (z. B. Modultische, die aufgrund der Topografie eine Neigung entlang der Tischachse aufweisen 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 werden durch gezielte Cross-Prüfungen validiert (z. B. durch Vergleich unterschiedlicher Berechnungstools sowie Plausibilitätsprüfungen). Dennoch können Abweichungen von der späteren Realität nicht ausgeschlossen werden.

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 $\leq 10^\circ$ 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 8 veranschaulicht den Bereich, der 100 Meter oder näher an der Photovoltaikanlage liegt.

Es lässt sich feststellen, dass im 100-Meter-Umkreis kein schutzwürdiges Gebäude vorhanden ist.

Obwohl gemäß LAI-Leitfaden bei Entfernungen >100 m erhebliche Belästigungen in der Regel ausgeschlossen werden können, wurden ergänzend die nächstgelegenen Gebäude außerhalb dieses Radius in verschiedenen Himmelsrichtungen konservativ in die Untersuchung einbezogen.



Abbildung 8: Übersicht der 100-Meter-Zone - Quelle Satellitenbild: Google Earth Pro

5.3 Betrachtungspunkte

Zur Bewertung der Blendwirkungen in bzw. an den schutzwürdigen Räumen wurden im Rahmen der Simulation sogenannte „Betrachtungspunkte“ (BP) festgelegt. Diese Punkte fungieren als Detektorpunkte für einfallende Reflexionen. Folgende BP wurden in bzw. an den schutzwürdigen Räumen definiert:

- G1-1 bis G1-17

Das Präfix „G1“ steht für Gruppe 1. Im Rahmen des Gutachtens werden Betrachtungspunkte zu Gruppen zusammengefasst.

Die BP wurden, wo möglich, so positioniert, dass sie insgesamt das Worst-Case-Szenario repräsentieren, also an Orten, an denen die stärksten Blendwirkungen erwartet werden. Generell sind höher gelegene Immissionsorte stärkeren Blendwirkungen ausgesetzt als niedriger gelegene.

Tabelle 5: Höhen der Betrachtungspunkte in schutzwürdigen Räumen

Betrachtungspunkt	Höhe Geländeoberkante in m	Höhe über Geländeoberkante in m
G1-1	514,60	4,60 (= ca. Augenhöhe einer stehenden Person im 1. OG)
G1-2	515,00	4,60
G1-3	517,44	4,60
G1-4	522,39	4,60
G1-5	523,88	4,60
G1-6	520,42	4,60
G1-7	501,92	4,60
G1-8	502,44	4,60
G1-9	480,69	4,60
G1-10	471,14	4,60
G1-11	508,30	4,60
G1-12	506,13	4,60
G1-13	501,64	4,60
G1-14	501,19	4,60
G1-15	486,17	4,60
G1-16	493,48	4,60
G1-17	489,78	4,60

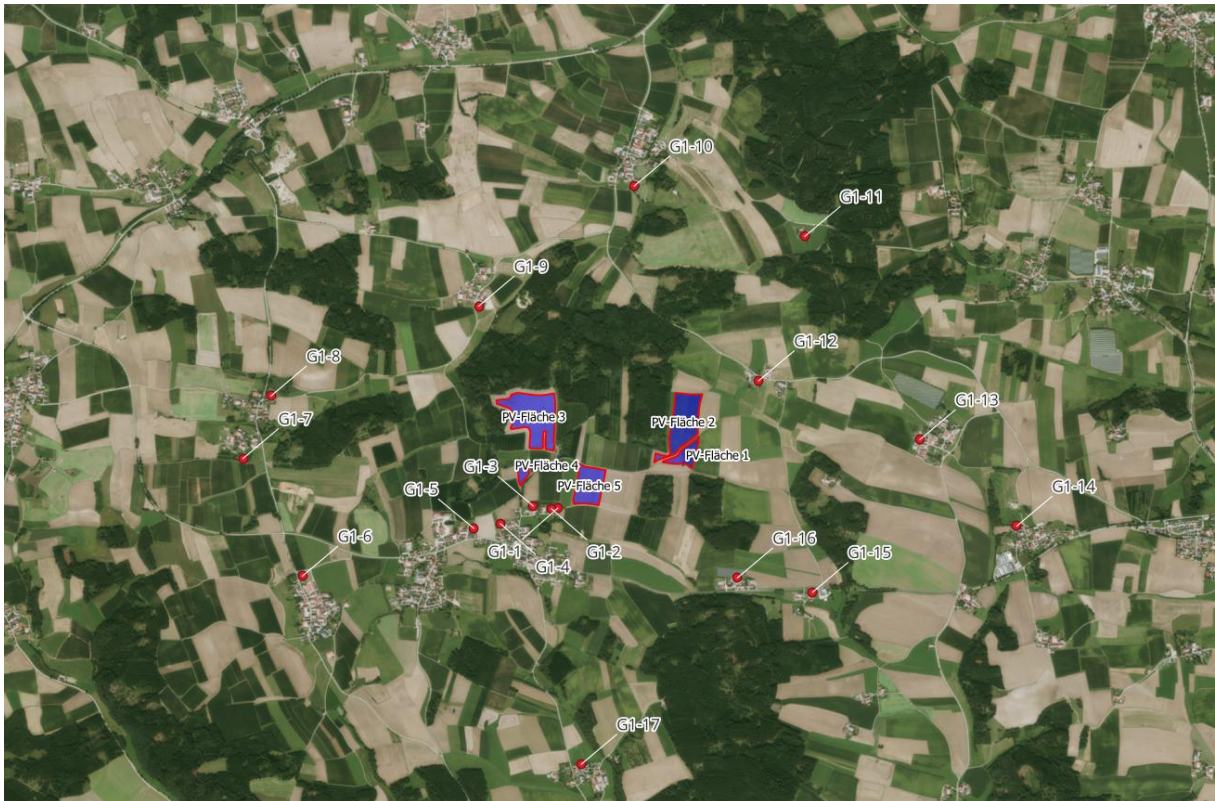


Abbildung 9: Positionen der Betrachtungspunkte in schutzwürdigen Räumen

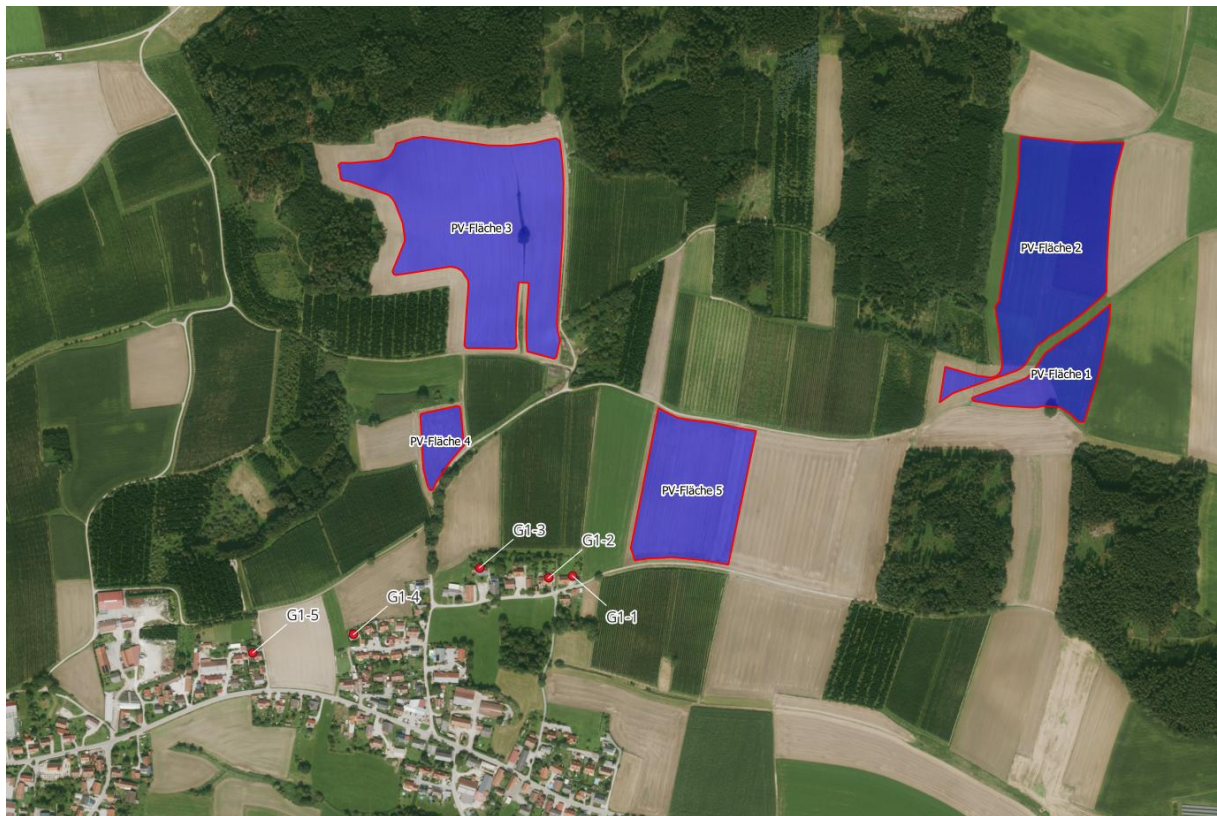


Abbildung 10: Positionen der Betrachtungspunkte in schutzwürdigen Räumen im Nahbereich

5.4 Ergebnisse

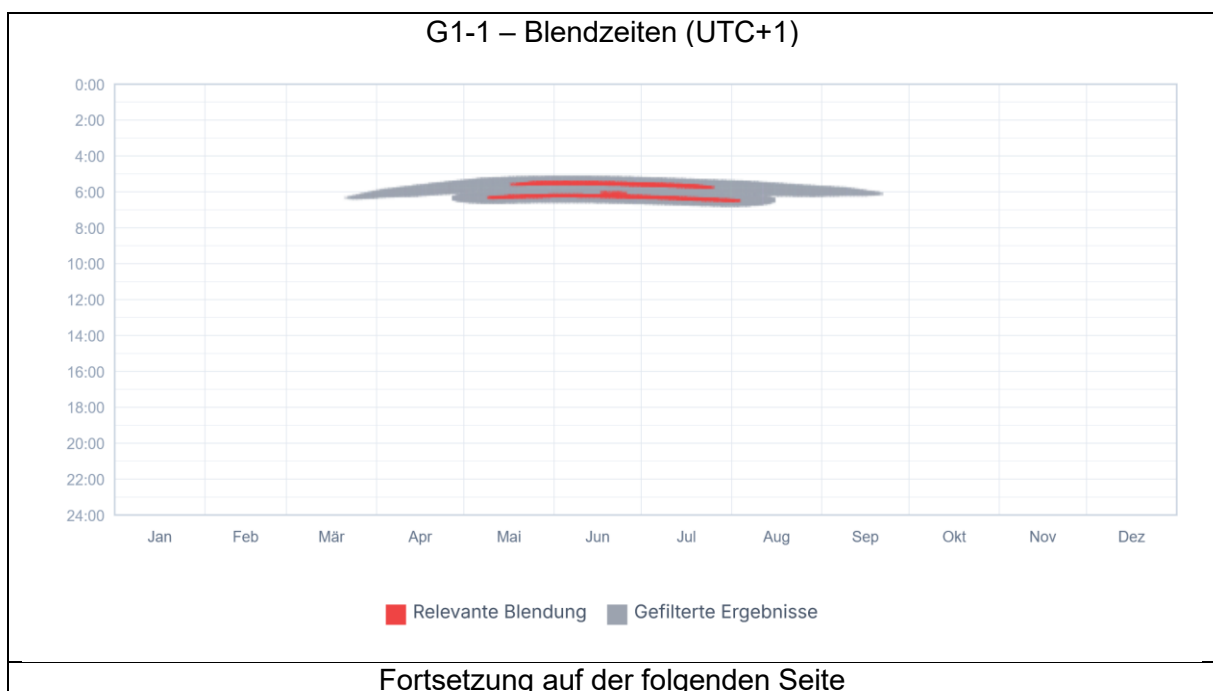
Angewendete Filter (in Anlehnung an den LAI-Leitfaden)

- Diffuse Reflexionen gefiltert (nur Kernblendung berücksichtigt)
- Reflexionen gefiltert, die von der Sonne überlagert werden (Differenzwinkel $\leq 10^\circ$)
- Hindernisse wie Vegetation oder Topografie wurden nicht berücksichtigt. Hindernisse werden – sofern relevant – in Kapitel 7 berücksichtigt. Demnach sind die Ergebnisse ggf. als Zwischenergebnisse zu verstehen.

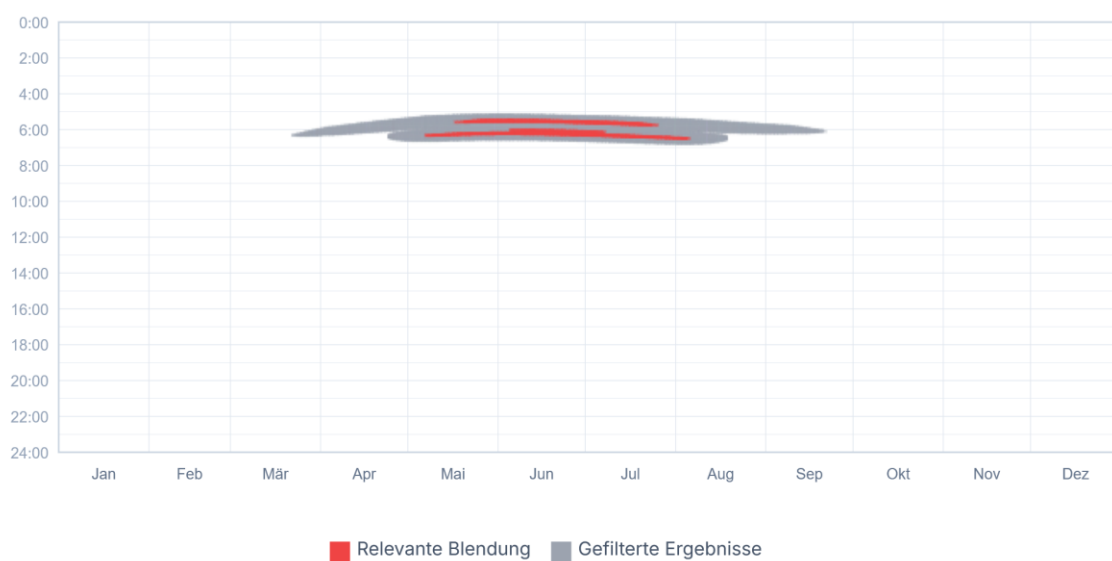
Tabelle 6: Ergebnisse an der Betrachtungspunkte in schutzwürdigen Räumen

Betrachtungspunkt	Max. Blenddauer (Kernblendung) pro Tag in Minuten	Gesamtblenddauer pro Jahr (Kernblendung) in Minuten	Werden die LAI-Grenzwerte eingehalten (vgl. Kapitel 5.1)?
G1-1	14	835	ja
G1-2	17	923	
G1-3	17	1107	
G1-4	15	874	
G1-5	14	775	
G1-6	10	530	
G1-7	0	0	
G1-8	0	0	
G1-9	0	0	
G1-10	0	0	
G1-11	0	0	
G1-12	0	0	
G1-13	0	0	
G1-14	0	0	
G1-15	5	87	
G1-16	3	65	
G1-17	0	0	

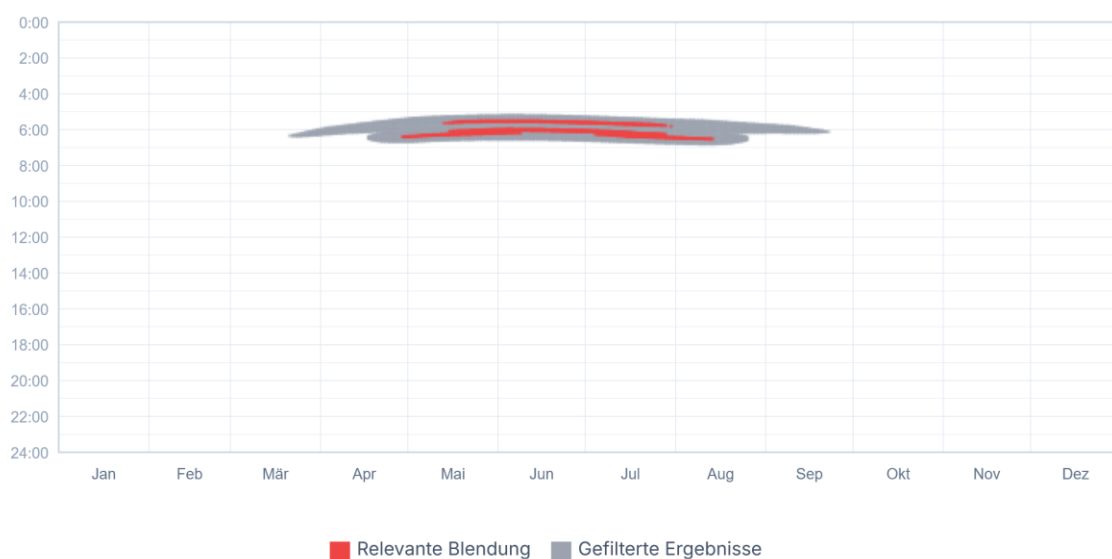
Ergebnisdiagramme 1: Blendwirkungen an der Betrachtungspunkte in schutzwürdigen Räumen



G1-2 – Blendzeiten (UTC+1)

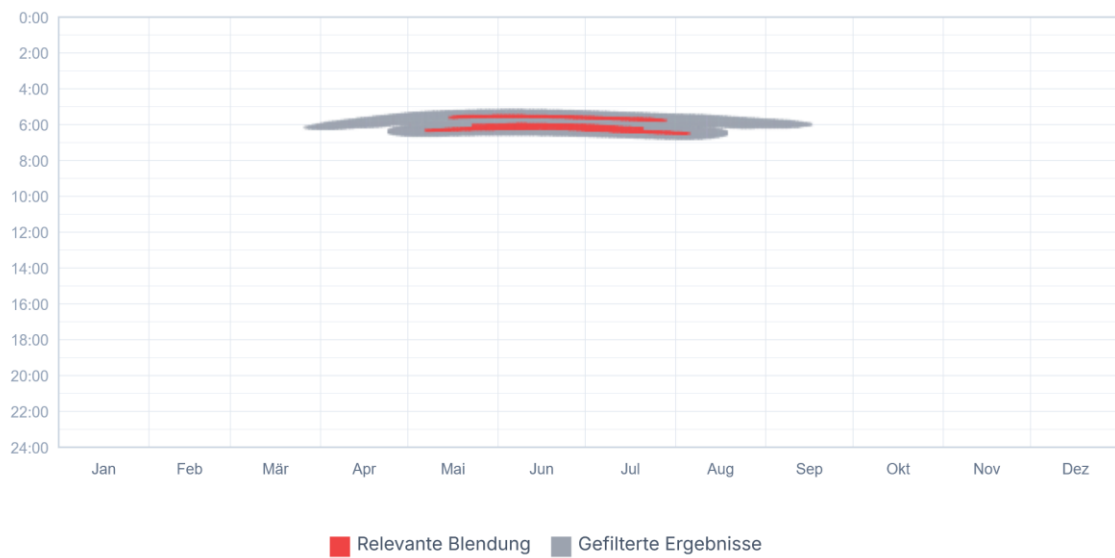


G1-3 – Blendzeiten (UTC+1)

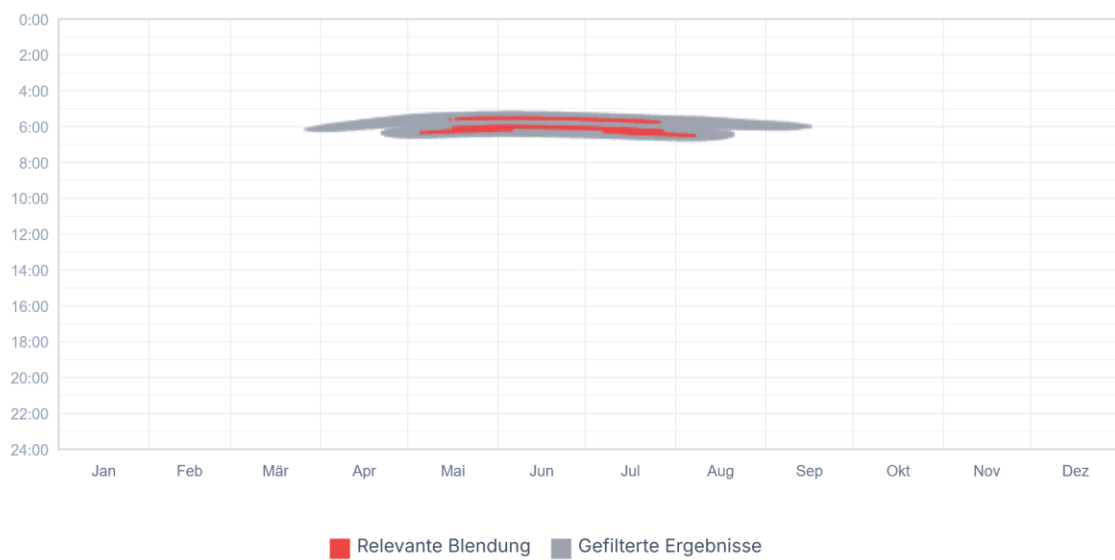


Fortsetzung auf der folgenden Seite

G1-4 – Blendzeiten (UTC+1)



G1-5 – Blendzeiten (UTC+1)

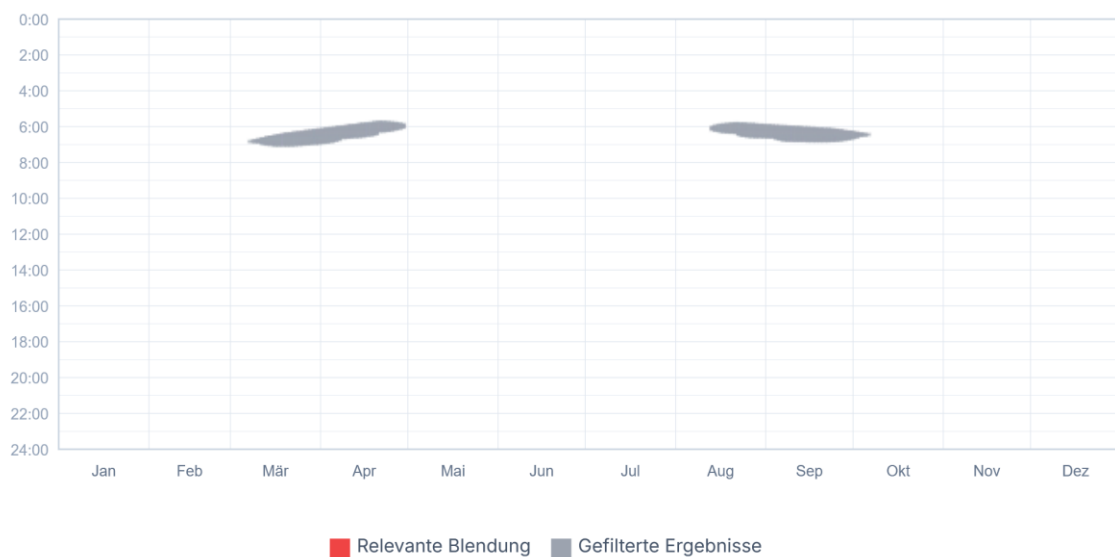


Fortsetzung auf der folgenden Seite

G1-6 – Blendzeiten (UTC+1)

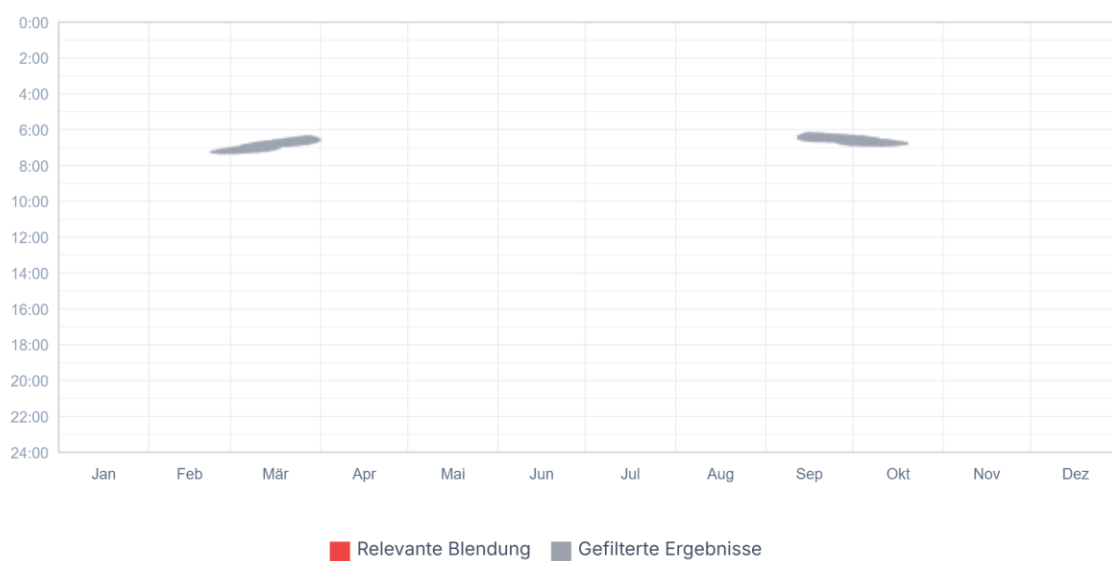


G1-7 – Blendzeiten (UTC+1)

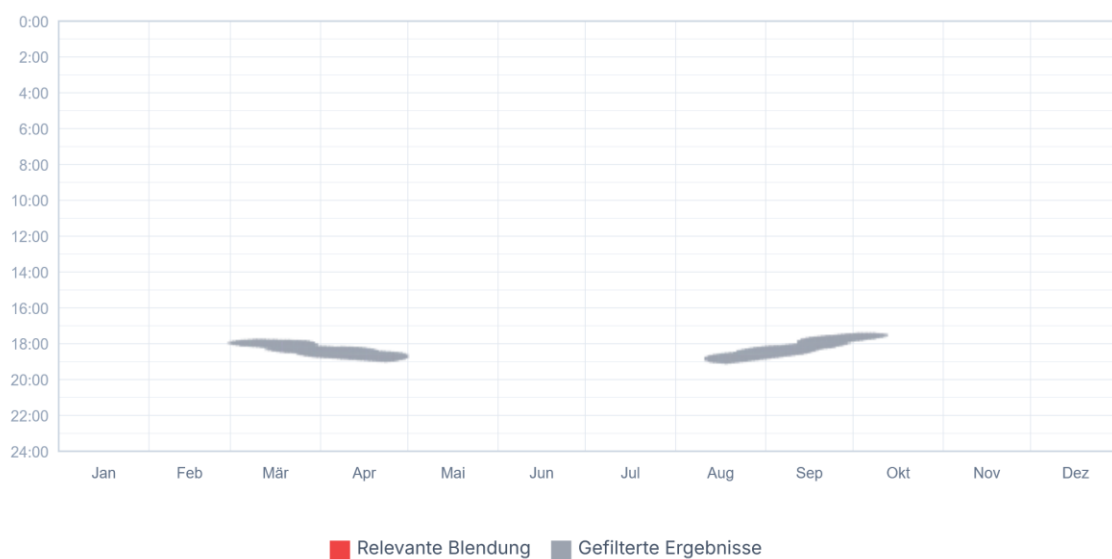


Fortsetzung auf der folgenden Seite

G1-8 – Blendzeiten (UTC+1)

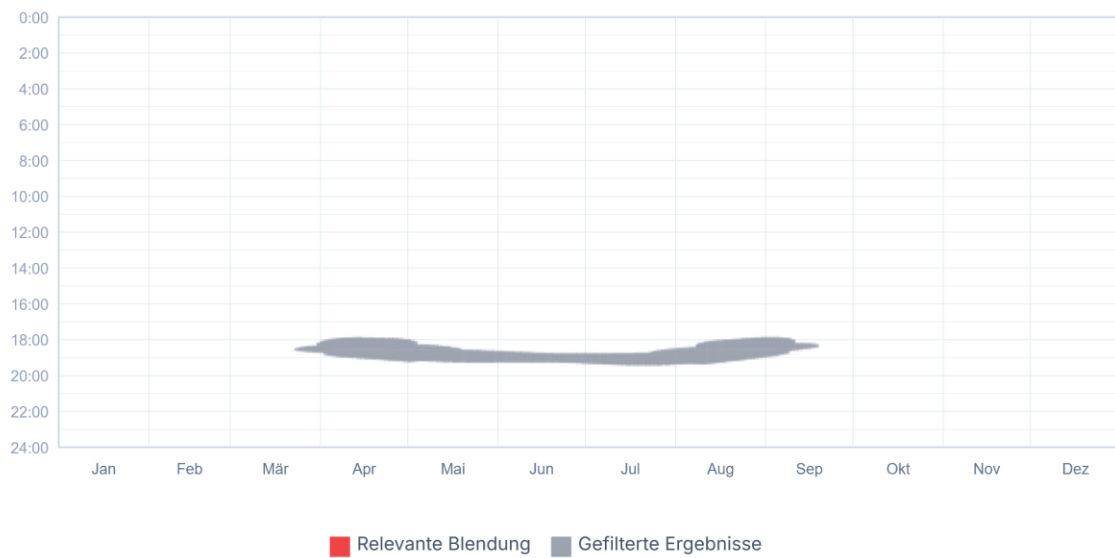


G1-13 – Blendzeiten (UTC+1)

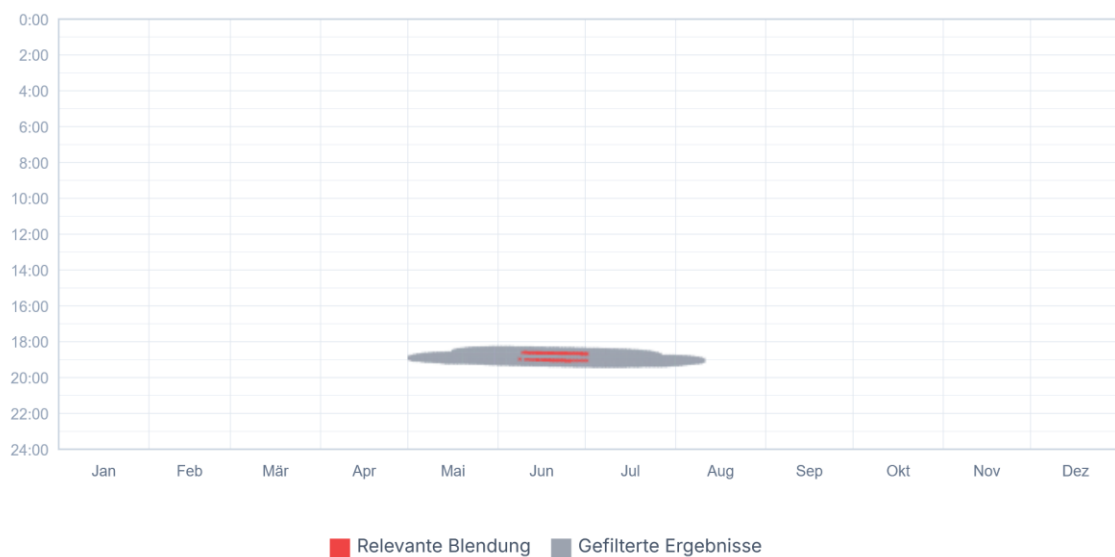


Fortsetzung auf der folgenden Seite

G1-14 – Blendzeiten (UTC+1)

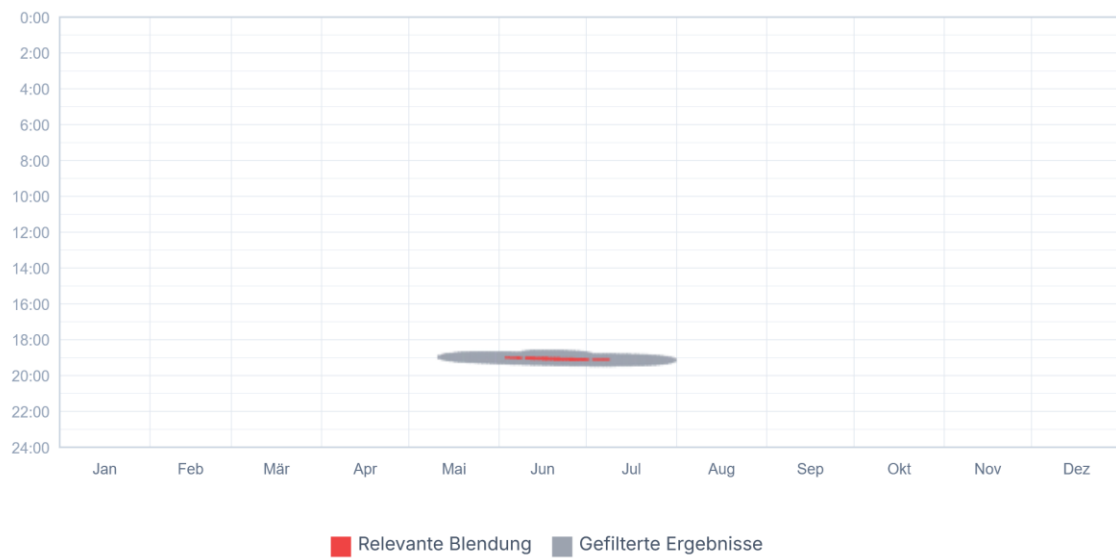


G1-15 – Blendzeiten (UTC+1)



Fortsetzung auf der folgenden Seite

G1-17 – Blendzeiten (UTC+1)



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 $\pm 30^\circ$ 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 $\leq 10^\circ$ zur direkten Sonneneinstrahlung auftreten und gleichzeitig der Höhenwinkel der Sonne $\leq 5^\circ$ 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/m^2 gemäß [6] pauschal als verkehrlich irrelevant eingestuft.

Zudem gelten Reflexionen durch reflektierende Flächen, die im Sichtfeld eines Betrachters einen vertikalen Winkelbereich von $\leq 0,3^\circ$ einnehmen, als nicht erheblich. Dies gilt nur für Sichtbereiche außerhalb eines horizontalen Sichtfelds von $\pm 10^\circ$. Dieser Umstand berücksichtigt, dass sehr kleine reflektierende Flächen im Sichtfeld keine erheblichen Blendwirkungen verursachen [6].

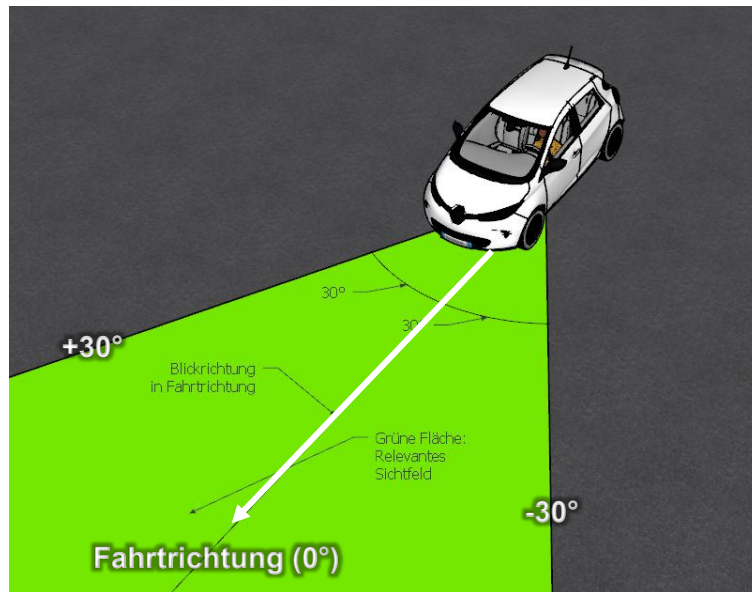


Abbildung 11: Relevantes Sichtfeld eines Fahrzeugführers
– Quelle: Eigene Abbildung

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

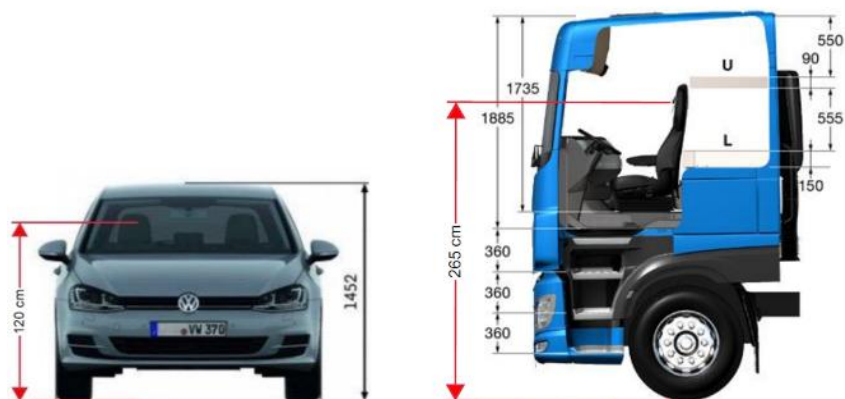


Abbildung 12: Augenhöhe der Straßenverkehrsteilnehmer
– Quelle: Volkswagen AG (modifiziert), BTS GmbH & Co. KG (modifiziert)

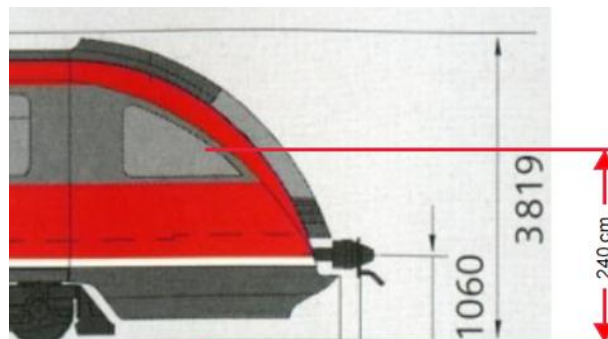


Abbildung 13: Augenhöhe von Lokführern – Quelle: www.nahverkehr-franken.de (modifiziert)

6.2 Relevante Verkehrswege

Im Umfeld der Photovoltaikanlage wurden als relevante Verkehrswege die Kreisstraßen FS 16, FS 23 und FS 9 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.

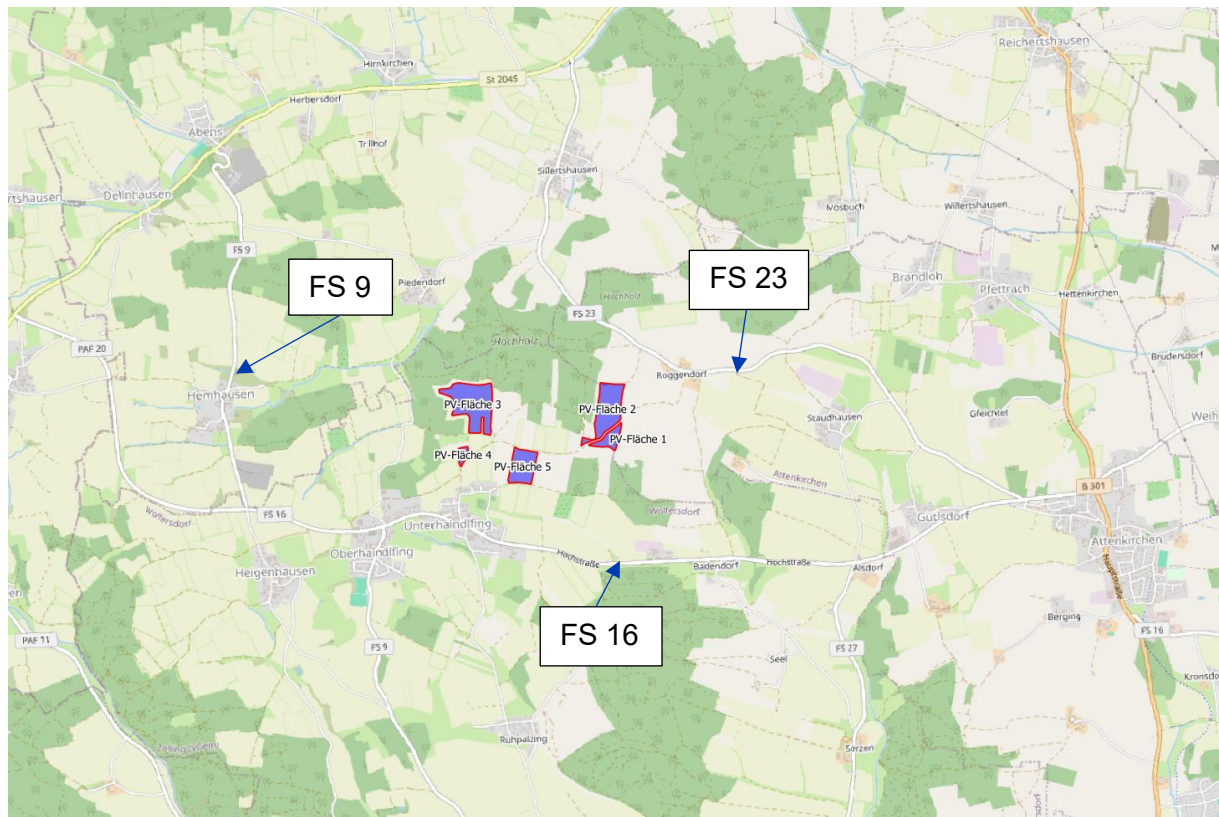


Abbildung 14: Positionen der als relevant eingestuften Verkehrswege - Quelle Karte: OpenStreetMap

6.3 Betrachtungspunkte

Zur Bewertung der Blendwirkungen auf die relevanten Verkehrswege wurden spezifische Betrachtungspunkte (BP) definiert, die in der Simulation als Detektionspunkte für auftretende Reflexionen dienen.

Das Präfix der BP bezeichnet jeweils die zugehörige Gruppe (z. B. G2 = Gruppe 2). Insgesamt wurden fünf Gruppen definiert:

- G2: Verkehr auf der FS 16 in Richtung Osten (G2-1 bis G2-5)
- G3: Verkehr auf der FS 16 in Richtung Westen (G3-1 bis G3-6)
- G4: Verkehr auf der FS 23 Richtung Nordwesten/Westen (G4-1 bis G4-7)
 - Fahrtrichtung Osten muss auf der FS 23 nicht geprüft werden, da die PV-Flächen dann stets hinter den Fahrzeugführern liegen (bzw. südlich, und bodennahe Reflexionen Richtung Norden sind bei Südausrichtungen auszuschließen).
- G5: Verkehr auf der FS 9 Richtung Norden (G5-1 bis G5-2)
- G6: Verkehr auf der FS 9 Richtung Süden (G6-1 bis G6-3)

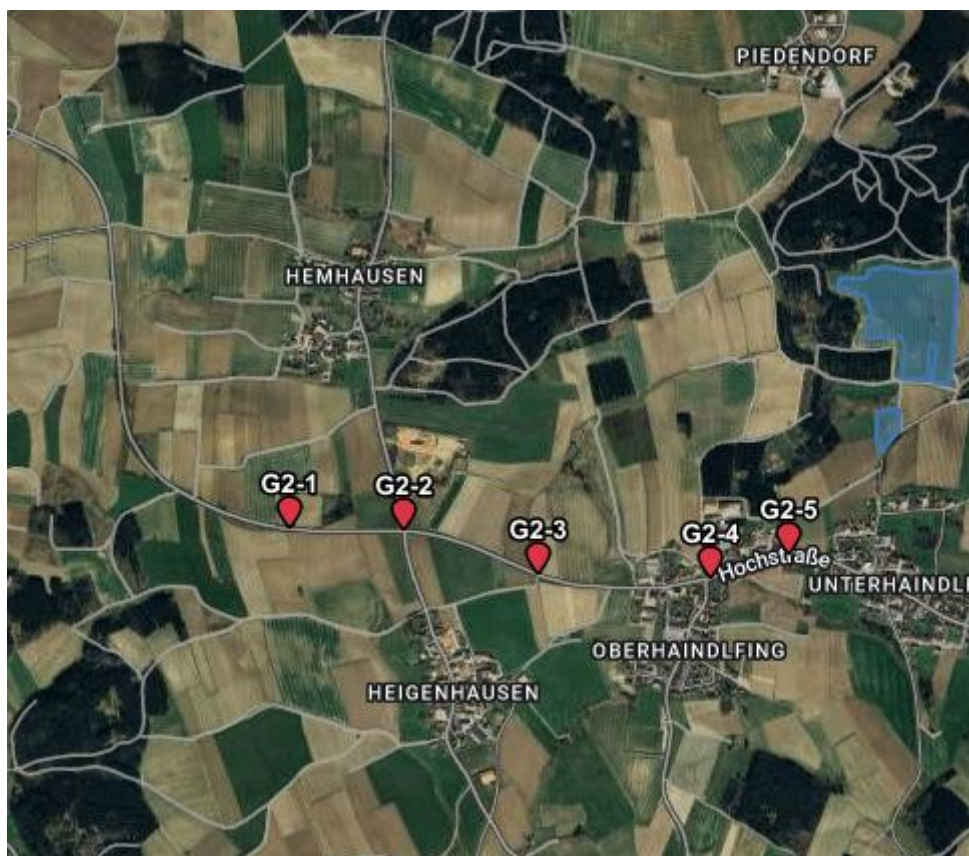


Abbildung 15: Positionen der Betrachtungspunkte der Gruppe G2

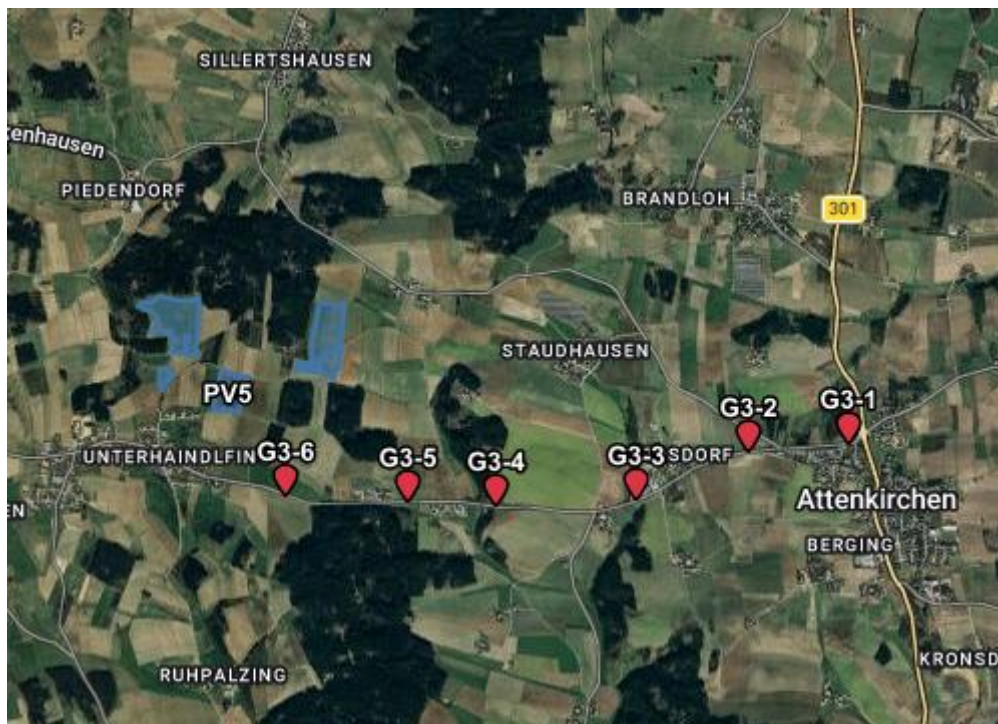


Abbildung 16: Positionen der Betrachtungspunkte der Gruppe G3

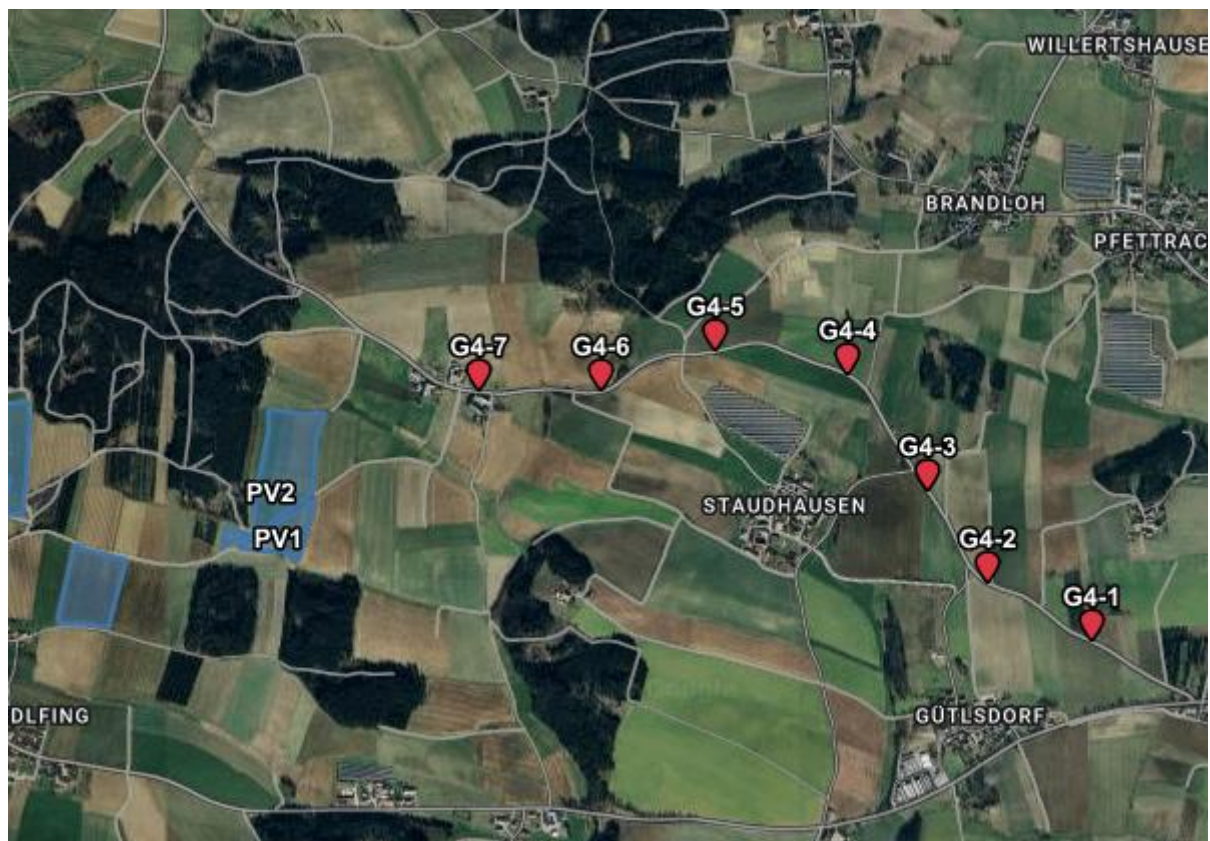


Abbildung 17: Positionen der Betrachtungspunkte der Gruppe G4

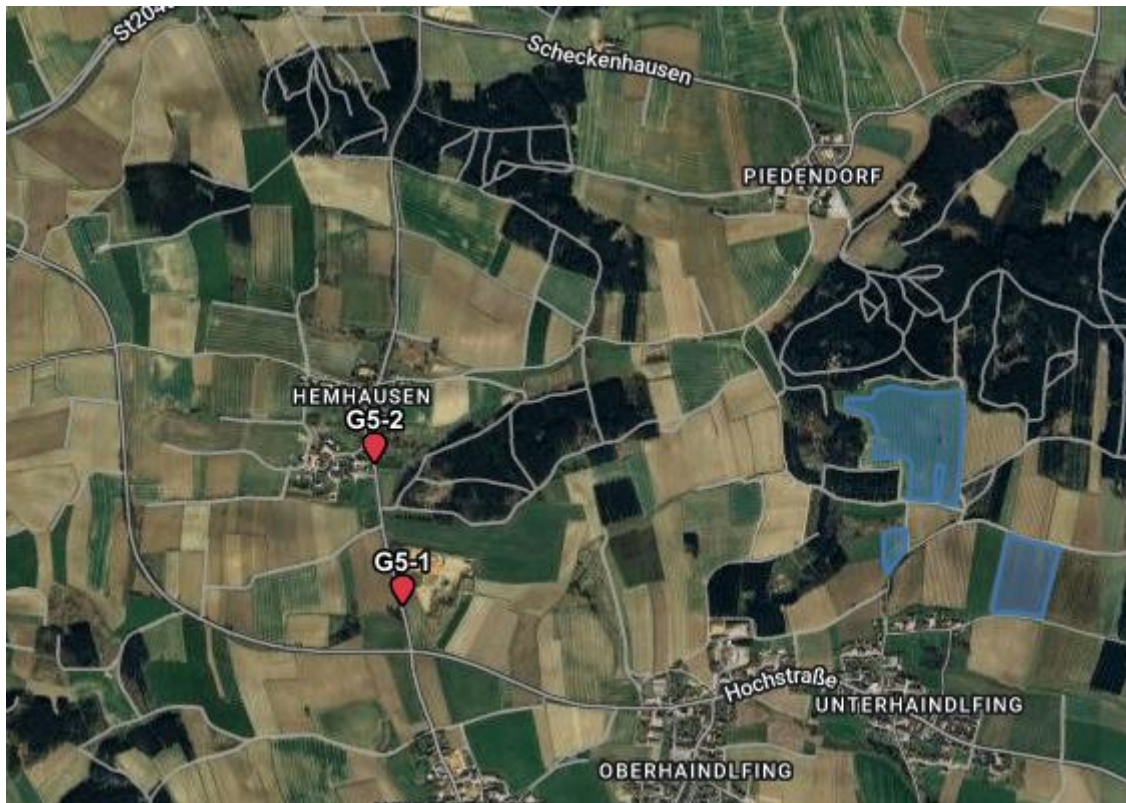


Abbildung 18: Positionen der Betrachtungspunkte der Gruppe G5

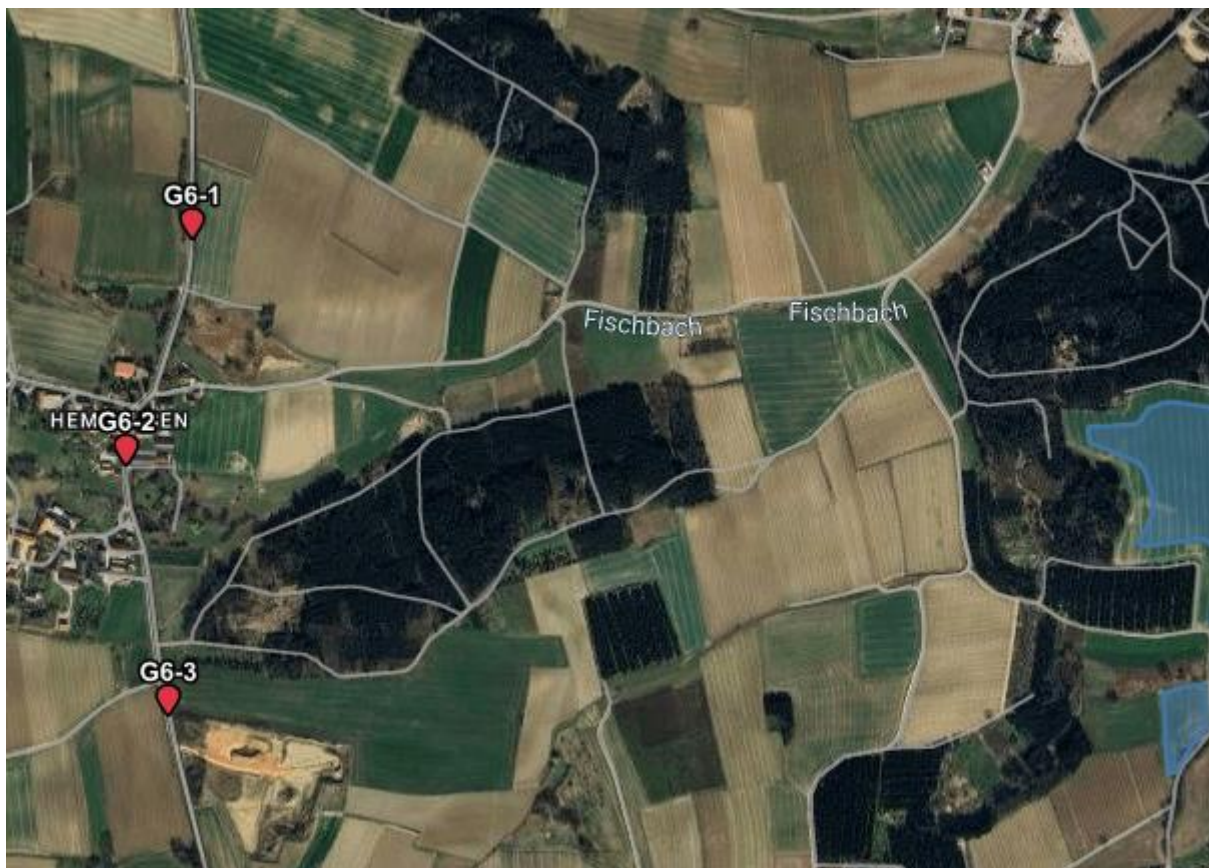


Abbildung 19: Positionen der Betrachtungspunkte der Gruppe G6

6.4 Ergebnisse

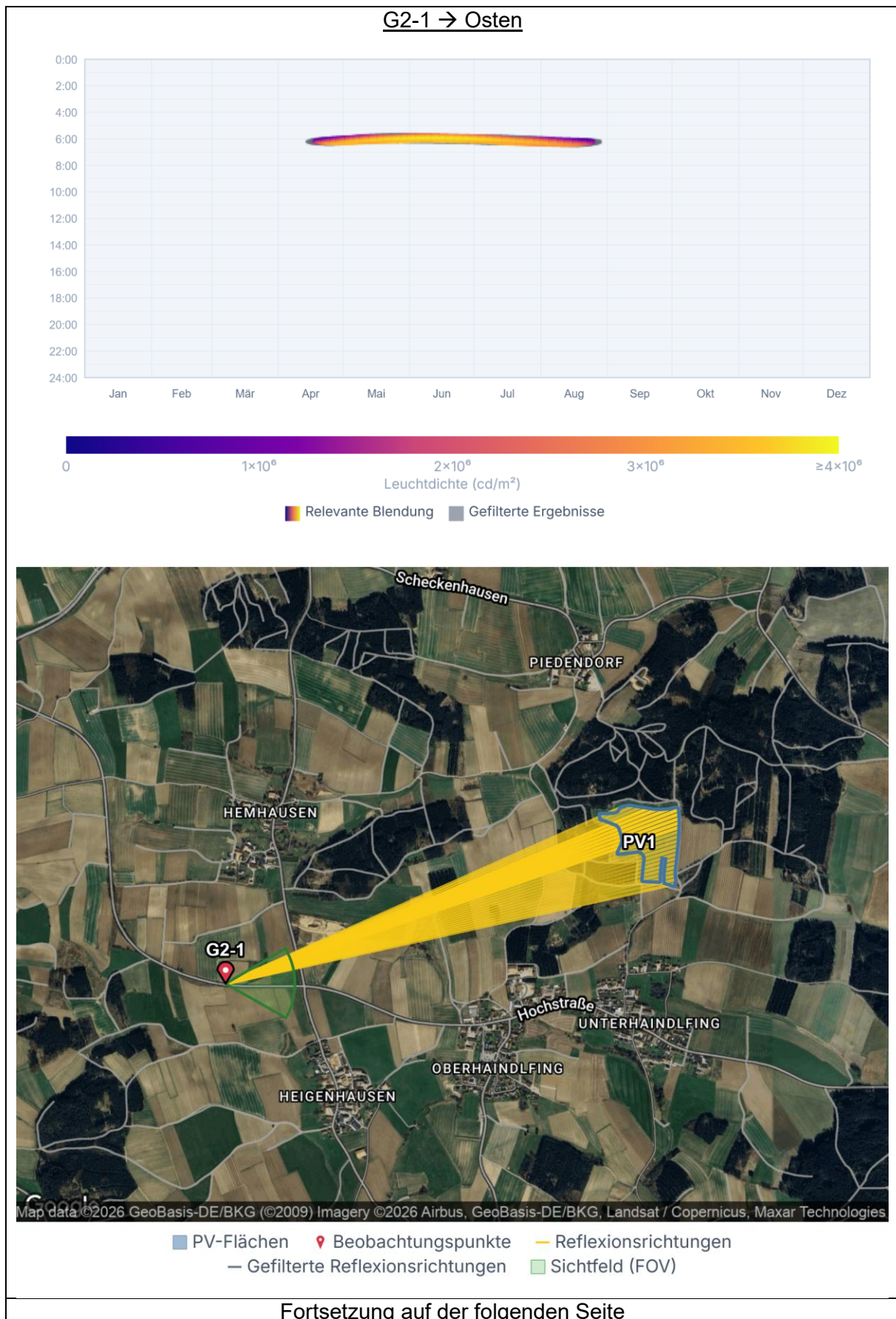
Angewendete Filter (in Anlehnung an das Eckpunktepapier des Fernstraßen-Bundesamtes):

- Reflexionen außerhalb des relevanten Sichtfeldes gefiltert
- Reflexionen gefiltert, die von der Sonne überlagert werden (Differenzwinkel $\leq 10^\circ$ und Sonnenhöhe $\leq 5^\circ$)
- Reflexionen durch reflektierende Flächen, die eine vertikale Ausdehnung $\leq 0,3^\circ$ im Sichtfeld eines Betrachters einnehmen (nur angewendet auf das Sichtfeld außerhalb $\pm 10^\circ$)
- Vegetation als Hindernis wurde nicht berücksichtigt. Vegetation wird – sofern relevant – in Kapitel 7 berücksichtigt. Demnach sind die Ergebnisse ggf. als Zwischenergebnisse zu verstehen.

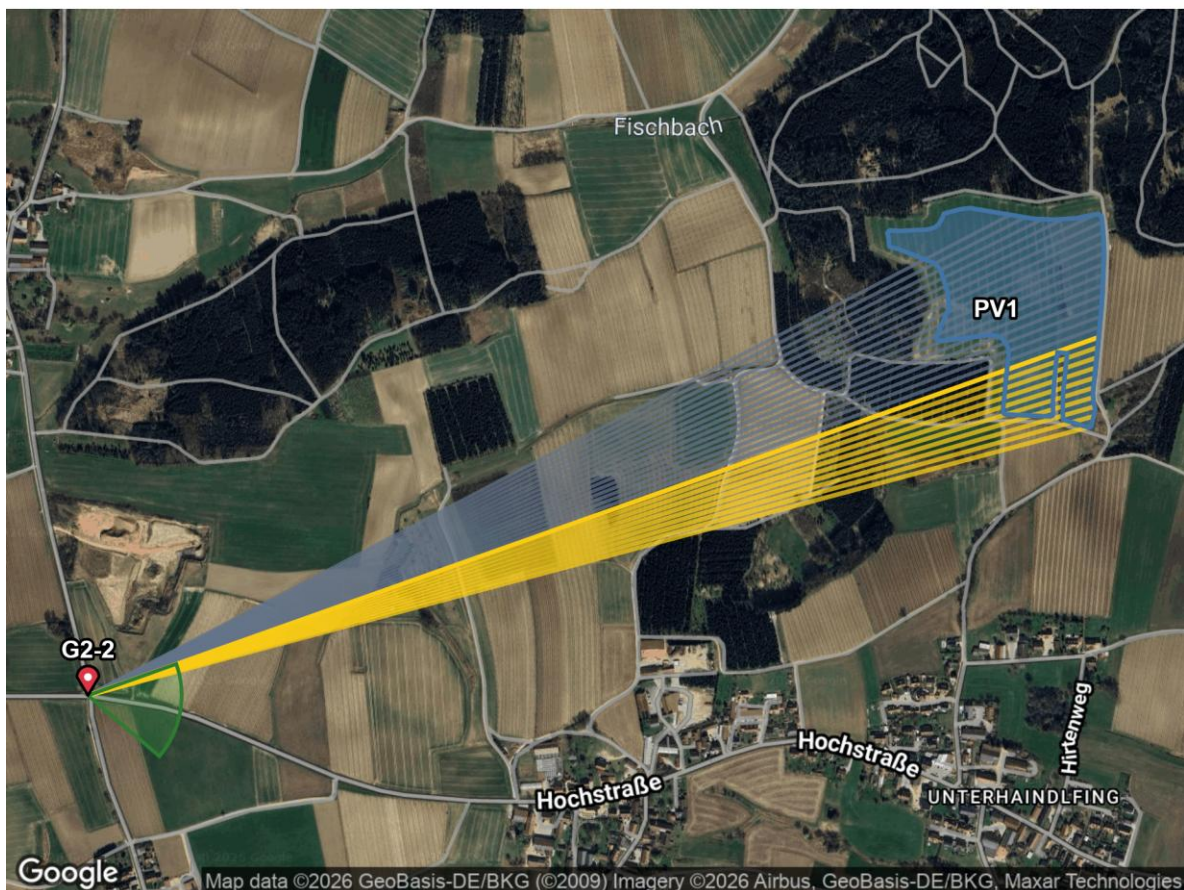
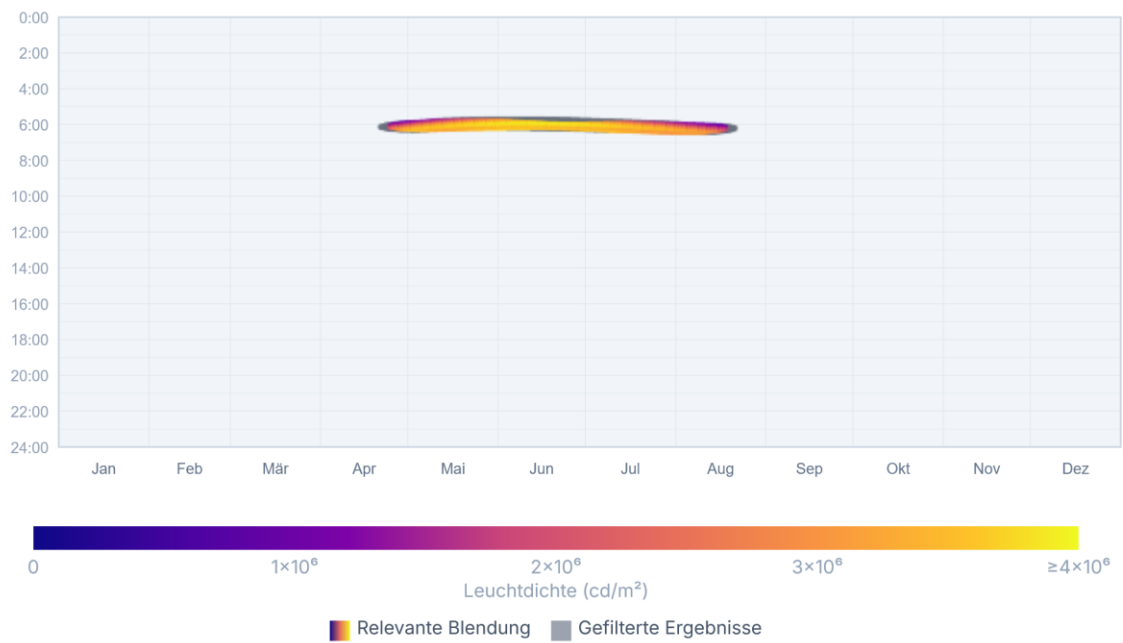
Tabelle 7: Übersicht der Simulationsergebnisse für die Betrachtungspunkte auf den Verkehrswegen

Verkehrsweg	BP	Fahrt- richtung (°)	Min. Winkel zwischen Fahrtrichtung und rel. Blendwirkung (ca.)	Anmerkung
FS 16 → Osten	G2-1	89,6	6,1°	-
	G2-2	100,4	18,4°	-
	G2-3	99,1	20,1°	Topografie unterbricht Reflexionen
	G2-4	73,6	0,5°	Topografie unterbricht Reflexionen
	G2-5	98,5	21,5°	Gebäude unterbrechen Reflexionen
FS 16 → Westen	G3-1	263,7	9,3°	Topografie unterbricht Reflexionen
	G3-2	258,8	15,7°	Topografie unterbricht Reflexionen
	G3-3	244,8	-	-
	G3-4	270,6	18,4°	Topografie unterbricht Reflexionen
	G3-5	269,5	25,0°	Topografie unterbricht Reflexionen
FS 23 → Westen/ Nordwesten	G3-6	294,4	-	-
	G4-1	302,5	16,5°	Topografie unterbricht Reflexionen
	G4-2	317,8	-	-
	G4-3	328,5	-	-
	G4-4	287,6	-	-
	G4-5	250,6	-	-
	G4-6	268,3	-	-
FS 9 → Norden	G4-7	279,9	-	-
	G5-1	345	-	-
FS → Süden	G5-2	342,9	-	-
	G6-1	193,7	-	-
	G6-2	171,6	-	-
	G6-3	166,1	-	-
Erhebliche Blendwirkungen im relevanten Sichtfeld				
Keine erheblichen Blendwirkungen im relevanten Sichtfeld				

Ergebnisdiagramme 2: Blendwirkungen bei den Betrachtungspunkten auf den Verkehrswegen



G2-2 → Osten



7 Diskussion der Ergebnisse

7.1 Gebäude

Es lässt sich feststellen, dass sich innerhalb eines 100-Meter-Radius keine schutzwürdigen Gebäude befinden.

Obwohl gemäß dem LAI-Leitfaden bei Entfernungen von mehr als 100 m erhebliche Belästigungen in der Regel ausgeschlossen werden können, wurden ergänzend die nächstgelegenen Gebäude außerhalb dieses Radius in verschiedenen Himmelsrichtungen konservativ in die Untersuchung einbezogen.

Die Simulation ergab, dass an keinem der geprüften Gebäude Blendwirkungen zu erwarten sind, die die im LAI-Leitfaden festgelegten Grenzwerte überschreiten. Die Berechnungen wurden konservativ durchgeführt, indem weder Hindernisse noch die Topografie berücksichtigt wurden (Annahme freier Sicht).

Demnach sind keine erheblichen Belästigungen der Anwohner im Sinne des LAI-Leitfadens zu erwarten.

7.2 Verkehrswege

Im Umfeld der Photovoltaikanlage wurden die Kreisstraßen FS 16, FS 23 und FS 9 als relevante Verkehrswege identifiziert und hinsichtlich möglicher Blendwirkungen untersucht.

Auf der FS 23 und der FS 9 sowie auf weiten Teilen der FS 16 können störende Blendungen innerhalb des relevanten Sichtfelds ($\pm 30^\circ$ bezogen auf die Fahrtrichtung) ausgeschlossen werden. Dies ergibt sich entweder aus den Richtungen der Reflexionen an den PV-Flächen oder aus Abschirmungen durch Topografie und Gebäude.

Lediglich auf der FS 16 in Fahrtrichtung Osten sind aus geometrischer Sicht potenziell störende Blendwirkungen durch die PV-Fläche 3 möglich. Wird der örtlich vorhandene Baumbestand in die Bewertung einbezogen, sind jedoch auch auf diesem Streckenabschnitt keine erheblichen Blendwirkungen zu erwarten.

Betroffen ist der Bereich der Betrachtungspunkte G2-1 und G2-2. Dieser Bereich befindet sich mehr als 1,5 km von der reflektierenden PV-Fläche 3 entfernt. In dieser Betrachtung wurde die Vegetation nicht als Hindernis berücksichtigt.

Die folgende Grafik zeigt die Sichtbarkeit der Umgebung von den Punkten G2-1 und G2-2 aus der Perspektive eines hochsitzenden Lkw-Fahrers. Die Analyse basiert auf einem präzisen Digitalen Oberflächenmodell (DOM1) der Bayerischen Vermessungsverwaltung, das auf Befliegungen aus den Jahren 2022 und 2023 beruht. Die sichtbaren Bereiche der Umgebung sind gelb dargestellt. Es wird deutlich, dass die PV-Fläche 3 von den betrachteten Standorten aus nicht signifikant einsehbar ist.

Unter zusätzlicher Berücksichtigung der Vegetation, die in den verfügbaren Kartengrundlagen als Biotop- oder Waldfläche ausgewiesen ist, werden keine erheblichen Blendwirkungen auf der FS 16 erwartet.

Sollte sich der relevante Vegetationsbestand im Untersuchungsgebiet künftig wesentlich verändern, wird empfohlen, die vorliegende Bewertung der Blendwirkungen zu aktualisieren.



Abbildung 20: Sichtbarkeit vom Bereich G2-1 und G2-2: dunkel: nicht einsehbar; gelb: einsehbar - Perspektive: 2,7 m über Straßenniveau – Datengrundlage: DOM1 – Bayrische Landesvermessung

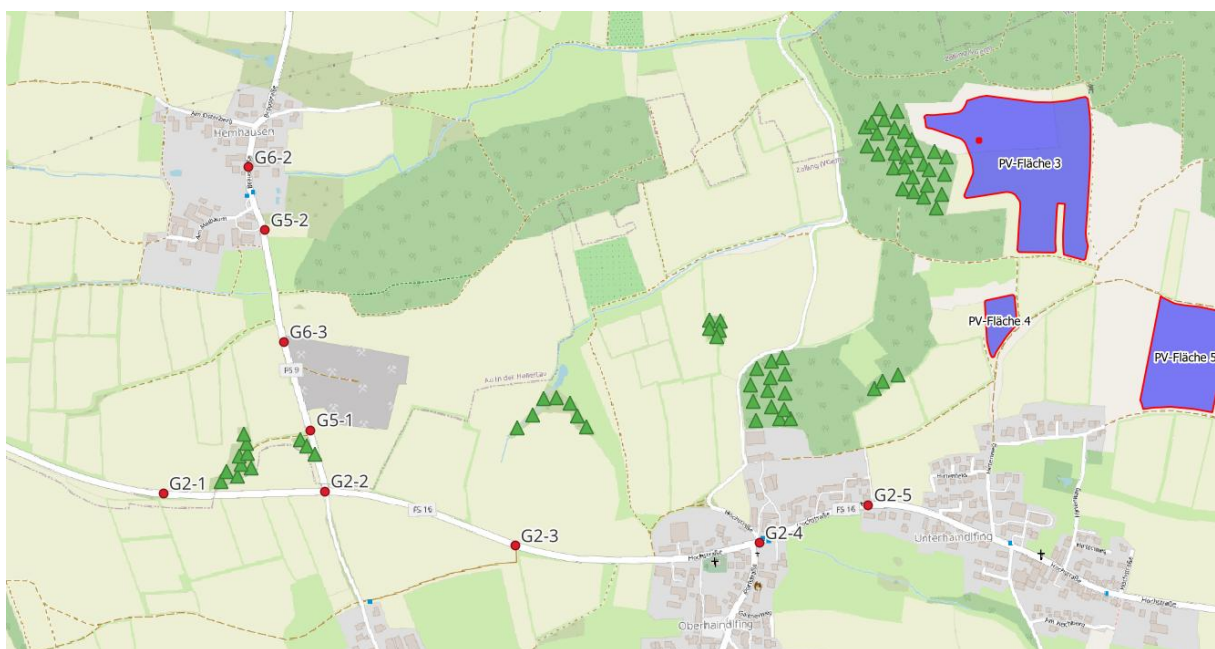


Abbildung 21: Abschirmende Vegetation (bezogen auf Blickachsen von G2-1 und G2-2 auf PV-Fläche 3): dargestellt mit grünen Dreiecken

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 Quaschnig, *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. Zugriffen: 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.