



Dipl.-Ing. (FH) Marco Wilke | Mathias Röper, M. Eng. | Dr.-Ing. Stefan Bofinger

Sonnwinne Photovoltaik

Ihre unabhängigen Sachverständigen für Photovoltaik

Blendgutachten

PHOTOVOLTAIKANLAGE WILHELMSTHAL

Bearbeitet:

Mathias Röper, M. Eng.
Achter de Schün 1
25436 Moorrege
+49 4122 509100
mathias.roeper@sonnwinn.de
www.sonnwinn.de


Moorrege, 17.01.2022



Freigegeben:

Dipl.-Ing. (FH) Marco Wilke
Riesenweg 9
21244 Buchholz i. d. Nordheide
+49 4181 2326110
marco.wilke@sonnwinn.de
www.sonnwinn.de

Buchholz i. d. N., 17.01.2022



Revisionstabelle

Version	Änderung	Datum	Name
1.0	1. Fassung	28.12.2021	Mathias Röper
1.1	Ergänzung bzgl. der geplanten Bepflanzung am Anlagenzaun	17.01.2022	Mathias Röper

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Fragestellung	3
1.2	Haftungsausschluss	3
1.3	Datengrundlage.....	3
1.4	Methodik	3
2	Anlagenbeschreibung.....	4
3	Zusammenfassung der Ergebnisse	6
4	Grundlagen	7
4.1	Blendwirkung von Modulen	7
4.2	Modellierung der Reflexionen.....	9
5	Relevante Immissionsorte	10
5.1	Umliegende Gebäude	10
5.2	Umliegender Straßenverkehr	13
6	Simulationsergebnisse und Bewertung.....	15
6.1	Umliegende Gebäude	16
6.1.1	OP 1 (Einöde Schafhut)	16
6.1.2	OP 2 bis OP 7 (Weiler Trebesberg).....	16
6.1.3	OP 8 bis OP 11 (u. a. Weiler Gries).....	17
6.1.4	OP 11 bis OP 14 (u. a. Jesuitenzentrum)	17
6.2	Umliegender Straßenverkehr	18
6.2.1	Grieser Straße.....	18
6.2.2	Trebesberg (Straße).....	19
7	Literaturverzeichnis	20

1 Einleitung

Die M. Münch Elektrotechnik GmbH & Co. KG (Kunde) hat Dipl.-Ing. (FH) Marco Wilke, Sachverständiger für Photovoltaikanlagen, am 24.11.2021 damit beauftragt, die potenzielle Blendwirkung der geplanten Photovoltaikanlage (PVA) Wilhelmsthal in 96352 Wilhelmsthal (Gemeindeteil Trebesberg) zu analysieren und zu bewerten. Die PVA soll auf den Flurstücken 959, 966, 967, 968, 969, 970, 971 und 972 errichtet werden.

1.1 Fragestellung

Es stellt sich die Frage, ob die Solarmodule der geplanten PVA Sonnenlicht so reflektieren, dass erhebliche Beeinträchtigungen durch Blendwirkungen auf umliegende Gebäude und den Straßenverkehr entstehen. Dieses Gutachten dient der Beantwortung dieser Frage und stellt dar, ob und mit welcher Häufigkeit Blendwirkungen auftreten können. Zudem werden die Ergebnisse bewertet.

1.2 Haftungsausschluss

Dieser Bericht wurde für die alleinige Nutzung des Kunden und in dessen Auftrag ausgearbeitet. Die Prüfungen und Auswertungen erfolgten nach bestem Wissen und Gewissen. Wenn der Bericht an Dritte weitergegeben wird, darf er nicht verändert oder bearbeitet werden. Wenn sich Dritte den Inhalt dieses Berichts zu Nutze machen, ist jegliche Haftung grundsätzlich ausgeschlossen.

1.3 Datengrundlage

Die Modellierung der PVA zur Analyse potenzieller Blendwirkungen basiert auf den vom Kunden bereitgestellten Planungsunterlagen und Angaben. Eine Besichtigung vor Ort fand nicht statt. Zudem wurden Daten zur solaren Einstrahlung aus etablierten Langzeitdatenbanken verwendet [1]. Information bzgl. umliegender Gebäude, Straßenverläufe, Vegetation und der lokalen Topologie wurden Satellitenbildern und Karten entnommen (Google Earth Pro, GeoBasis-DE, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie).

1.4 Methodik

Laut der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) hat der Gesetzgeber bisher keine Regelungen zur Bestimmung und Auswertung der immissionsschutzrechtlichen Erheblichkeitsgrenzen für Lichtimmissionen erlassen [2]. Jedoch hat die LAI mit dem Dokument „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen“ einen Leitfaden zur Verfügung gestellt (im Folgenden LAI-Leitfaden genannt), welcher in Anhang 2 Empfehlungen zur Ermittlung, Beurteilung und Minderung von PVA-bedingter Blendwirkungen gibt [2]. Die Methodik des Gutachtens basiert auf dem LAI-Leitfaden und wurde um wissenschaftliche Erkenntnisse und etablierte „Best-Practice“-Methoden erweitert, welche an gegebener Stelle im Dokument referenziert werden.

2 Anlagenbeschreibung

Die geplante PVA Wilhelmsthal soll auf einem ehemals für die Landwirtschaft genutzten Gelände (Acker) errichtet werden. Das Gelände befindet sich im Gemeindeteil Trebesberg der namensgebenden Gemeinde Wilhelmsthal (PLZ: 96362).

Tabelle 1: PVA-Parameter

PVA-Parameter	Wert / Angabe
Nennleistung (Modulleistung gesamt)	12,21 MWp
Anzahl Module	22.605
Anlagenfläche (eingezäunt)	8,7 ha
Modulabmessung	2,279 m x 1,134 m
Modultyp	Luxor Solar, ECO LINE HALF CELL M144 / 540 W
Aufständigung	Jeweils 3 Module hochkant übereinander (Portrait)
Modulneigung	17°
Modulausrichtung (Azimut)	180° Süd
Höhe obere Modulkante	ca. 2 m
Adresse	96362 Wilhelmsthal, Gemeindeteil Trebesberg
Geo-Koordinaten des Geländes	50°17'39.21"N, 11°20'40.86"E
Flur-Nr.	959, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972

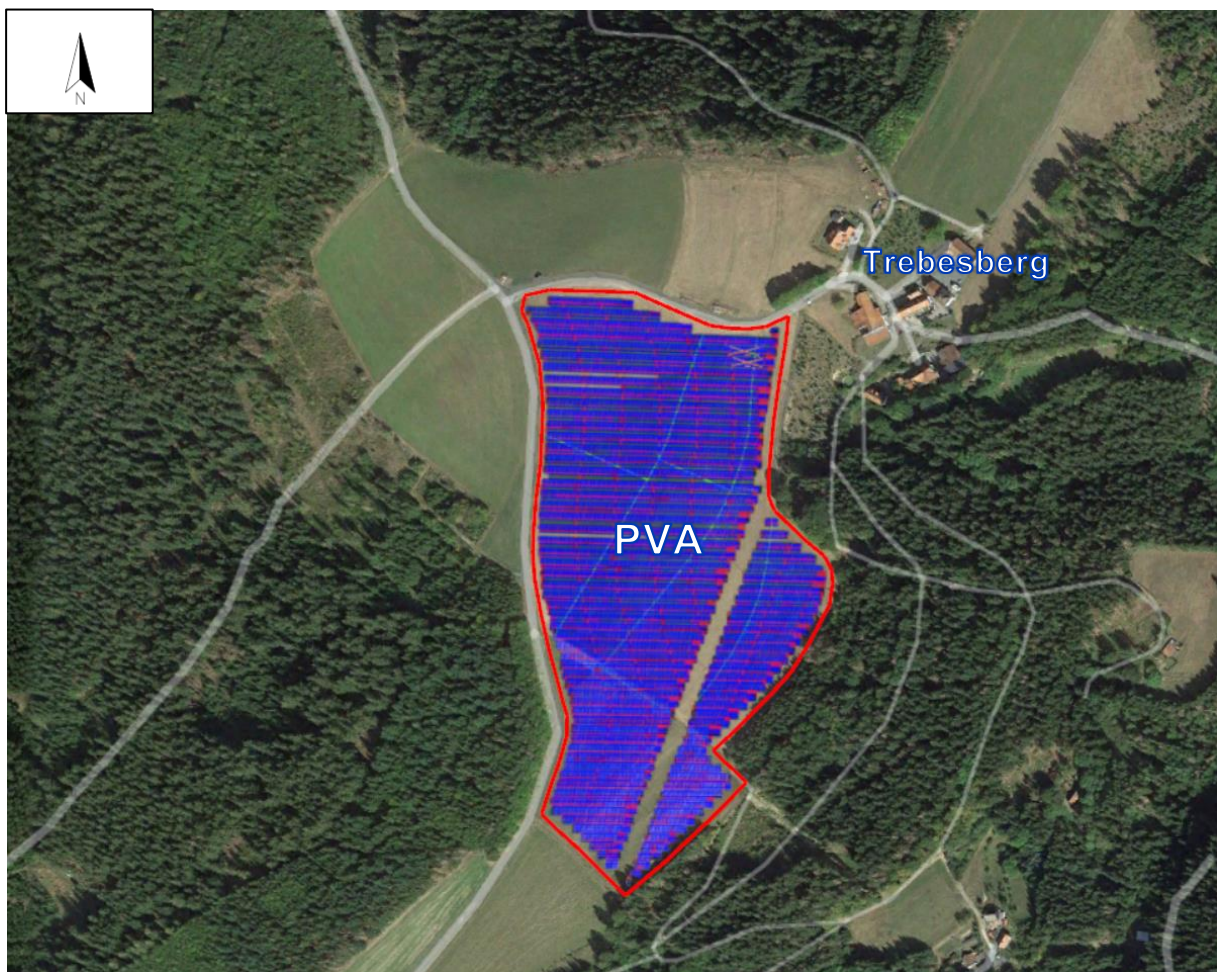


Abbildung 1: Anlagenübersicht, die Module sind in Blau dargestellt
Quelle: Planungsunterlagen, Google Earth, modifiziert



Abbildung 2: Aufnahme des PVA-Geländes gen Westen - Quelle: Kunde



Abbildung 3: Aufnahme des PVA-Geländes gen Südwesten - Quelle: Kunde

3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Umliegende Gebäude

Das vorliegende Gutachten hat ergeben, dass die geplante PVA nur geringfügige (keine erhebliche Belästigung) bis keine Lichtimmissionen an umliegenden Gebäuden verursachen wird. Vorgaben (Grenzwerte) bzgl. des Immissionsschutzes werden somit mit großem Abstand eingehalten.

Grieser Straße

Die Simulation hat ergeben, dass Reflexionen im als relevant eingestuften Sichtfeld der Fahrzeugführer auf der Grieser Straße auf einem kurzen Abschnitt zu erwarten sind. Jedoch wird dieser Umstand als vertretbar eingestuft, da die Sonne in den entsprechenden Blendzeiträumen aus nahezu der gleichen Richtung wie die Reflexionen an den Solarmodulen scheint und somit die Blendwirkung der Solarmodule überlagert. Zusätzlich wird die geplante Bepflanzung am entsprechenden Anlagenzaun (nach Erreichen einer gewissen Blickfestigkeit und Höhe) Reflexionen auf die Grieser Straße zum Großteil zurückhalten.

Trebesberg (Straße)

Auf der Straße „Trebesberg“ sind keine relevanten Blendwirkungen zu erwarten.

Fazit

Das Gutachten hat ergeben, dass die geplante PVA keine erheblichen Belästigungen durch Lichtimmissionen an umliegenden, schützenswerten Räumen verursachen wird. Lediglich auf der Grieser Straße ist im geringen Umfang mit Blendwirkungen zu rechnen, welche jedoch als vertretbar eingestuft werden und zusätzlich durch die geplante Bepflanzung am Anlagenzaun stark reduziert werden können.

4 Grundlagen

In diesem Kapitel werden die Grundlagen zur Bestimmung von PVA-bedingter Blendwirkung dargestellt.

4.1 Blendwirkung von Modulen

Ein Photovoltaikmodul besteht aus einer Vielzahl von Solarzellen, welche Sonnenlicht in elektrische Energie umwandeln. Zur Stabilisierung und zum Schutz vor Witterungseinflüssen liegen diese üblicherweise hinter einer Glasscheibe (Modulglas). Das Modulglas ist maßgeblich für die Blendwirkung verantwortlich. Da die Menge der generierten elektrischen Energie proportional zur Einstrahlungsstärke des Sonnenlichts ist, versuchen Modulhersteller Reflexionen am Modul zu minimieren – denn umso geringer die Reflexionen sind, desto höher ist der Ertrag. Aus diesem Grund besitzt das Modulglas i. d. R. eine spezielle Oberflächentexturierung und eine sog. Antireflexionsschicht. Beides sorgt dafür, dass möglichst viel Licht auf die Solarzellen trifft und nicht durch Reflexionen verloren geht [4].

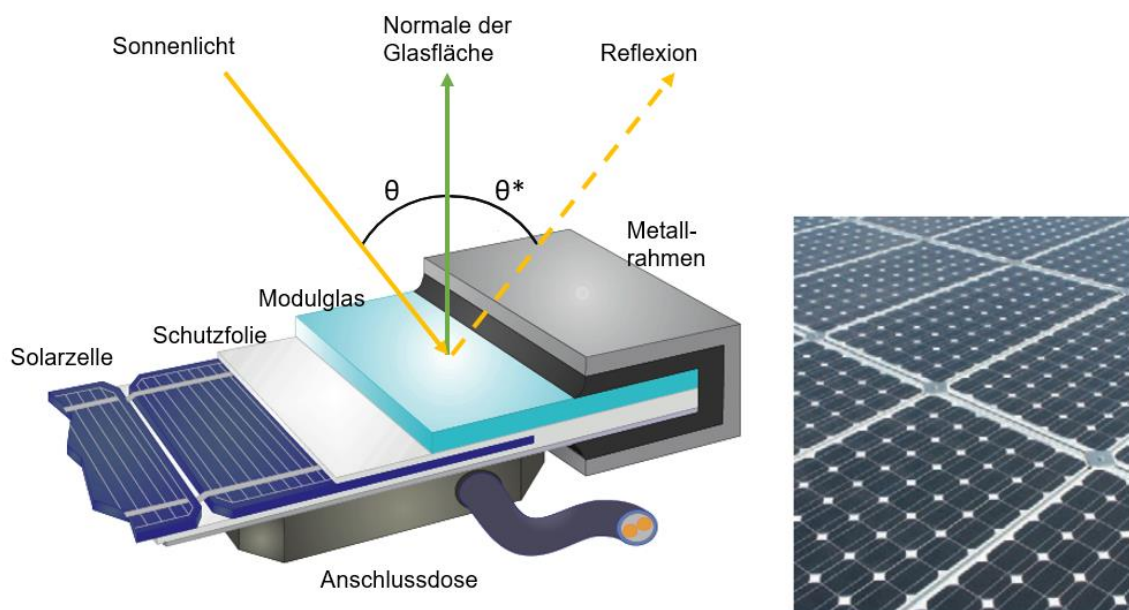


Abbildung 4: Aufbau eines Moduls und Darstellung des Reflexionsgesetzes „Einfallswinkel = Ausfallswinkel“ –
Quelle: [5], modifiziert

Aus diesem Grund reflektieren Solarmodule nur einen Bruchteil des Sonnenlichts (ca. 5 %), vorausgesetzt, der Einstrahlungswinkel θ (siehe Abbildung 4) ist klein. Untersuchungen haben jedoch ergeben, dass trotz Texturierung und Antireflexionsschicht der Anteil des reflektierten Sonnenlichts bei höherem Einstrahlungswinkel exponentiell zunimmt (siehe Abbildung 5).

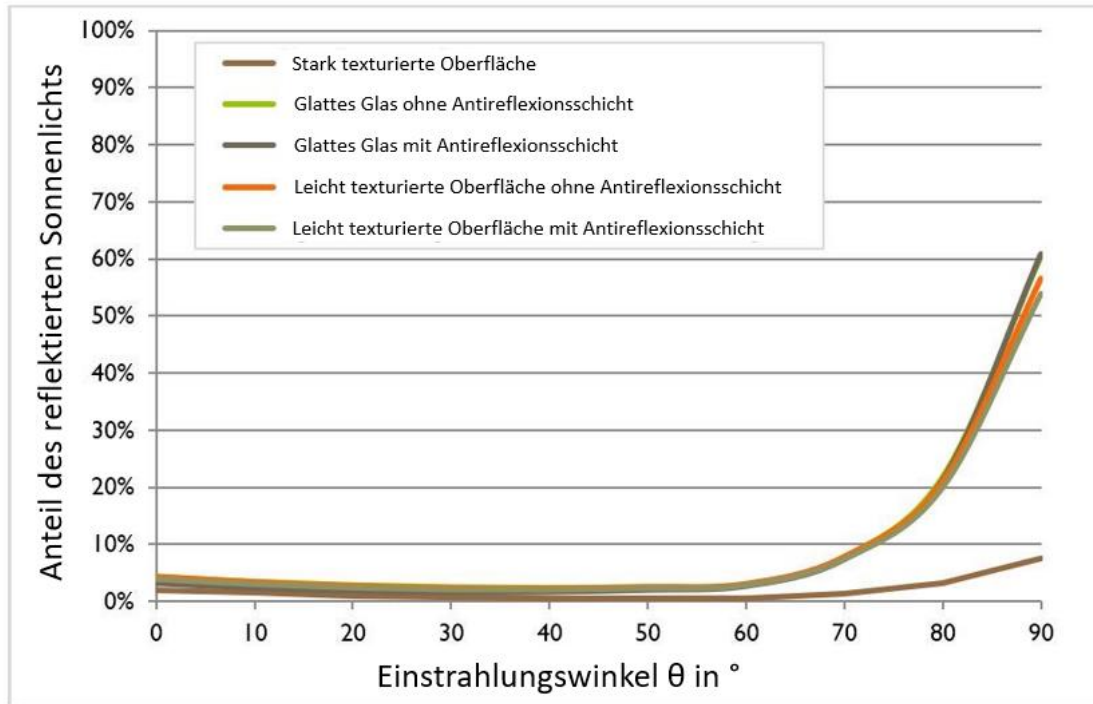


Abbildung 5: Anteil des reflektierten Sonnenlichts in Abhängigkeit zum Einstrahlungswinkel, dargestellt für unterschiedliche Modulglastypen – Quelle: [6], modifiziert

Da bereits Reflexionen von unter 1 % des Sonnenlichts zu einer Absolutblendung führen können [2], müssen alle Einstrahlungswinkel berücksichtigt werden.

Die Oberflächentexturierung von Modulglas führt dazu, dass Sonnenlicht zwar deutlich weniger intensiv, aber dafür gestreut reflektiert wird, d. h. der Immissionsort der Reflexion vergrößert sich. Die Intensität von Reflexionen an Solarmodulen ist somit auch nicht mit Reflexionen an z. B. Fensterscheiben oder Wasserflächen zu vergleichen, wo das Sonnenlicht gerichtet reflektiert wird. Neue PV-Module haben i. d. R. eine Antireflexionsschicht sowie zumindest eine leicht texturierte Oberfläche.



Abbildung 6: Veranschaulichung der Reflexion an einem texturierten Modulglas (mitte-links) und einem glatten Modulglas (mitte-rechts) – Quelle: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Dem Datenblatt des Moduls, welches auf der PVA eingesetzt werden soll, ist zu entnehmen, dass ein Modulglas mit Antireflexionstechnik verwendet wird.

Technische Daten	
Zellenzahl (Matrix)	144 (6 x 24) 182 mm x 91 mm
Modulmaße (L x B x H) ³ Gewicht	2279 mm x 1134 mm x 35 mm 29 kg
Glas Vorderseite	3,2 mm gehärtetes, hochtransparentes Glas mit Antireflexionstechnik
Rahmen	stabiler, eloxierter Aluminiumrahmen
Anschlussdose	mindestens IP67
Kabel	symmetrische Kabellängen > 1,4 m und 1,4 m, 4 mm ² Solarkabel
Dioden	3 Schottky Dioden
Steckverbindung	MC4 oder gleichwertig (IP67)
Hageltest (max. Hagelschlag)	∅ 45 mm Aufprallgeschwindigkeit 23 m/s \pm 83 km/h

Abbildung 7: Ausschnitt aus dem Moduldatenblatt (ECO LINE HALF CELL M144 / 525 - 545 W) -
Quelle: Luxor Solar GmbH

4.2 Modellierung der Reflexionen

Reflexionen an PV-Modulen können geometrisch hergeleitet werden. Dafür werden die Module, die relevanten Immissionsorte und die Sonne in einem gemeinsamen Koordinatensystem modelliert [2]. Der standortbezogene Sonnenverlauf kann auf Basis mathematischer Funktionen für jeden Zeitpunkt im Jahr bestimmt werden [7]. Durch Winkelbeziehungen und Strahlungsgesetze kann nachvollzogen werden, wo und wann Blendwirkungen auftreten. Das Einbeziehen von modulglas-spezifischen Streuwinkeln und Reflexionskoeffizienten ermöglicht eine noch genauere Betrachtung [6].

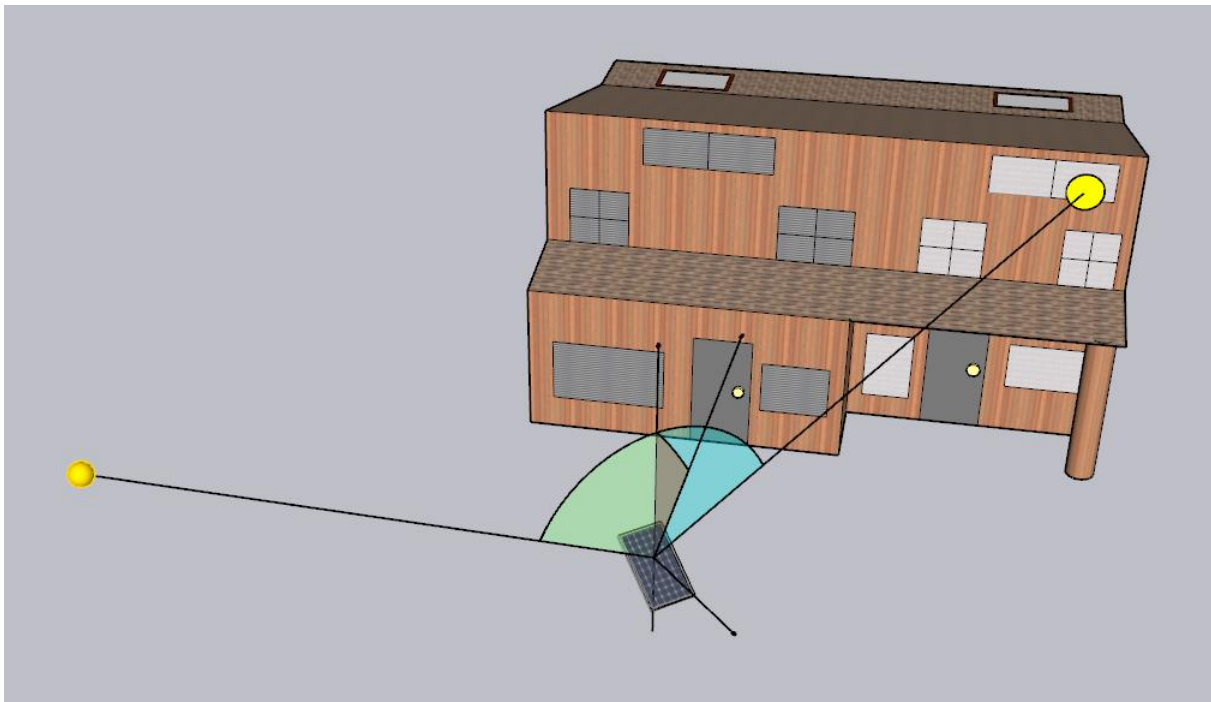


Abbildung 8: Veranschaulichung der geometrischen Herleitung einer Reflexion – Quelle: Eigene Abbildung

5 Relevante Immissionsorte

5.1 Umliegende Gebäude

Der LAI-Leitfaden benennt als maßgebliche Immissionsorte schutzwürdige Räume, sofern sie zu einer der folgenden Kategorien gehören [2]:

- 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)

Umliegende, schutzwürdige Räume werden im vorliegenden Gutachten durch sog. Observationspunkte (OP) repräsentiert. Mit Hilfe der OP können die Lichtimmissionen auf die Räume im Rahmen der Simulation ermittelt werden. Als OP werden stets Standpunkte gewählt, welche potenziell die stärksten Lichtimmissionen erfahren (z. B. das höchstgelegene Fenster eines Gebäudes). Die OP können somit repräsentativ für größere Abschnitte betrachtet werden (z. B. kann ein OP einen ganzen Gebäudekomplex repräsentieren).

Im Folgenden werden die relevanten Observationspunkte (OP) dargestellt/aufgeführt.

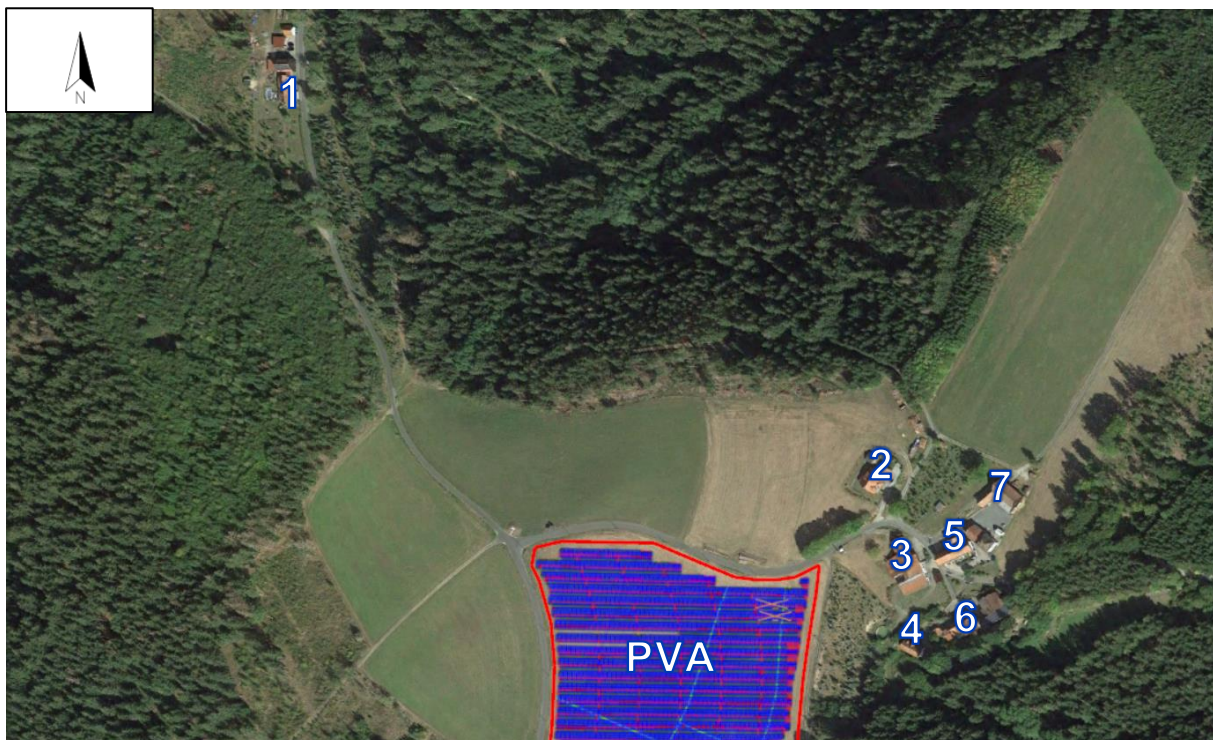


Abbildung 9: Übersicht der Observationspunkte (1/3) - Quelle: Planungsunterlagen, Google Earth, modifiziert

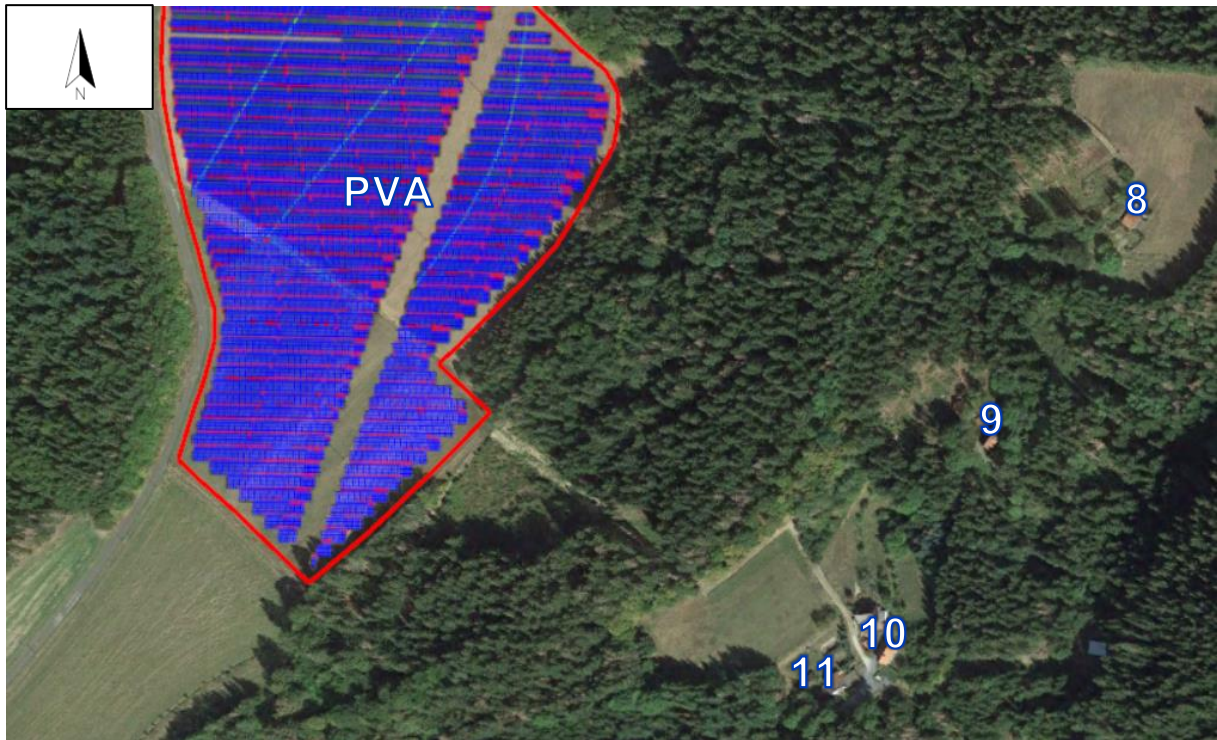


Abbildung 10: Übersicht der Observationspunkte (2/3) - Quelle: Planungsunterlagen, Google Earth, modifiziert

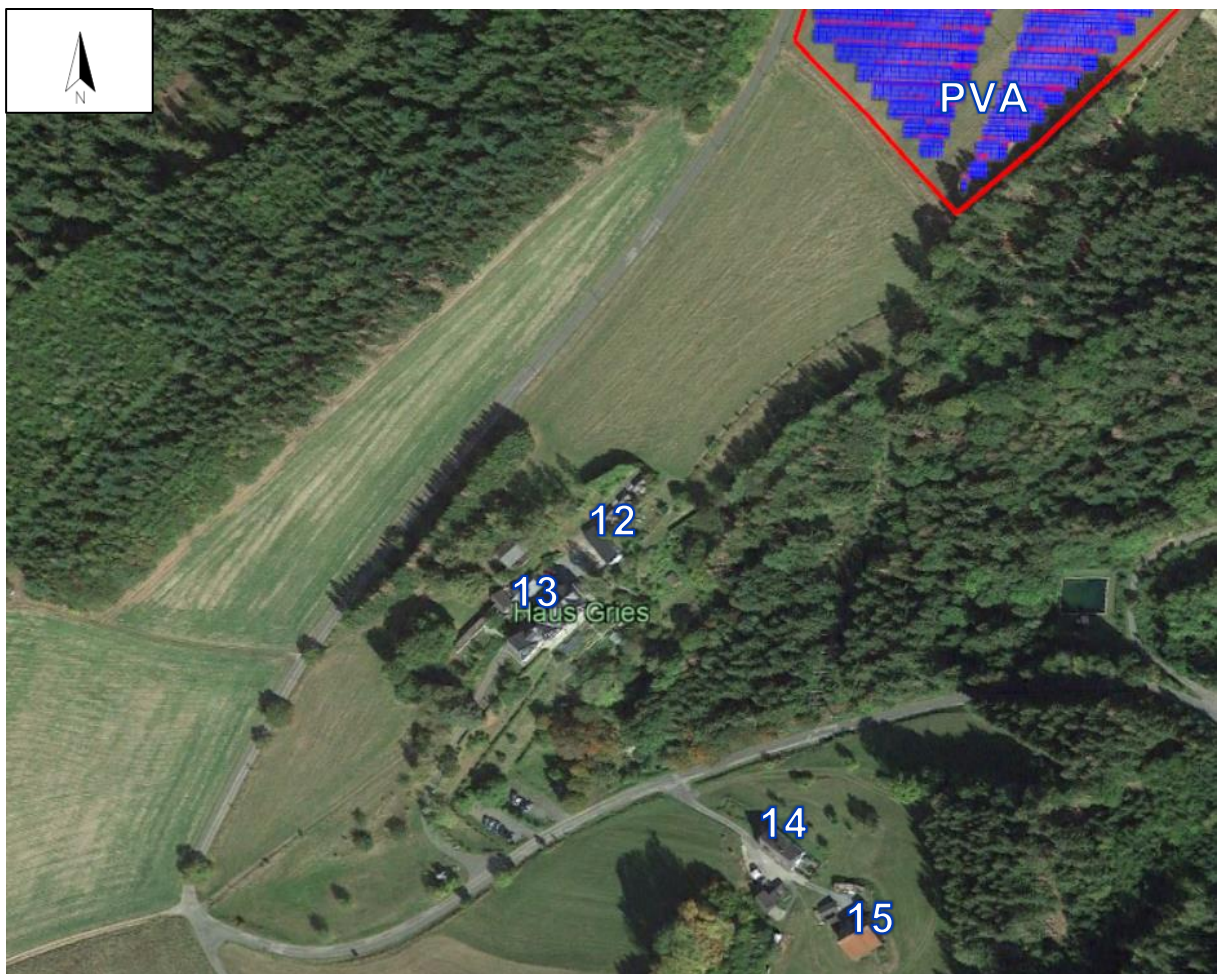


Abbildung 11: Übersicht der Observationspunkte (3/3) - Quelle: Planungsunterlagen, Google Earth, modifiziert

Tabelle 2: Liste der Observationspunkte

OP	Kategorie	Entfernung zur PVA1
1	Wohnräume	400 m
2	Wohnräume	95 m
3	Wohnräume	75 m
4	Wohnräume	85 m
5	Wohnräume	105 m
6	Wohnräume	110 m
7	Wohnräume	155 m
8	Wohnräume	295 m
9	Wohnräume	290 m
10	Wohnräume	270 m
11	Wohnräume	290 m
12	Wohnräume, Beherbergungsstätte, Arbeitsräume	220 m
13	Wohnräume, Beherbergungsstätte, Arbeitsräume	260 m
14	Wohnräume	285 m
15	Wohnräume	320 m

¹ Berechnet wurde die Entfernung (Luftlinie) zum nächstgelegenen Solarmodul.

5.2 Umliegender Straßenverkehr

Im Folgenden werden relevante Straßen aufgeführt, welche aufgrund ihrer Nähe zur PVA in der Simulation berücksichtigt werden. Straßen/Wege landwirtschaftlicher oder forstwirtschaftlicher Art (sog. Feldwege) sowie nur sporadisch befahrene Straßen werden als nicht relevant eingestuft und somit nicht weiter betrachtet.

Im Westen und Süden der geplanten PVA befindet sich die Grieser Straße. Der Name dieser Straße ändert sich abschnittsweise entsprechend des angrenzenden Weilers, zur Vereinheitlichung wird in diesem Gutachten jedoch durchgängig die Bezeichnung „Grieser Straße“ verwendet.

Im Norden der geplanten PVA verläuft die Straße „Trebesberg“, welche den namensgebenden Weiler Trebesberg mit der Grieser Straße verbindet.

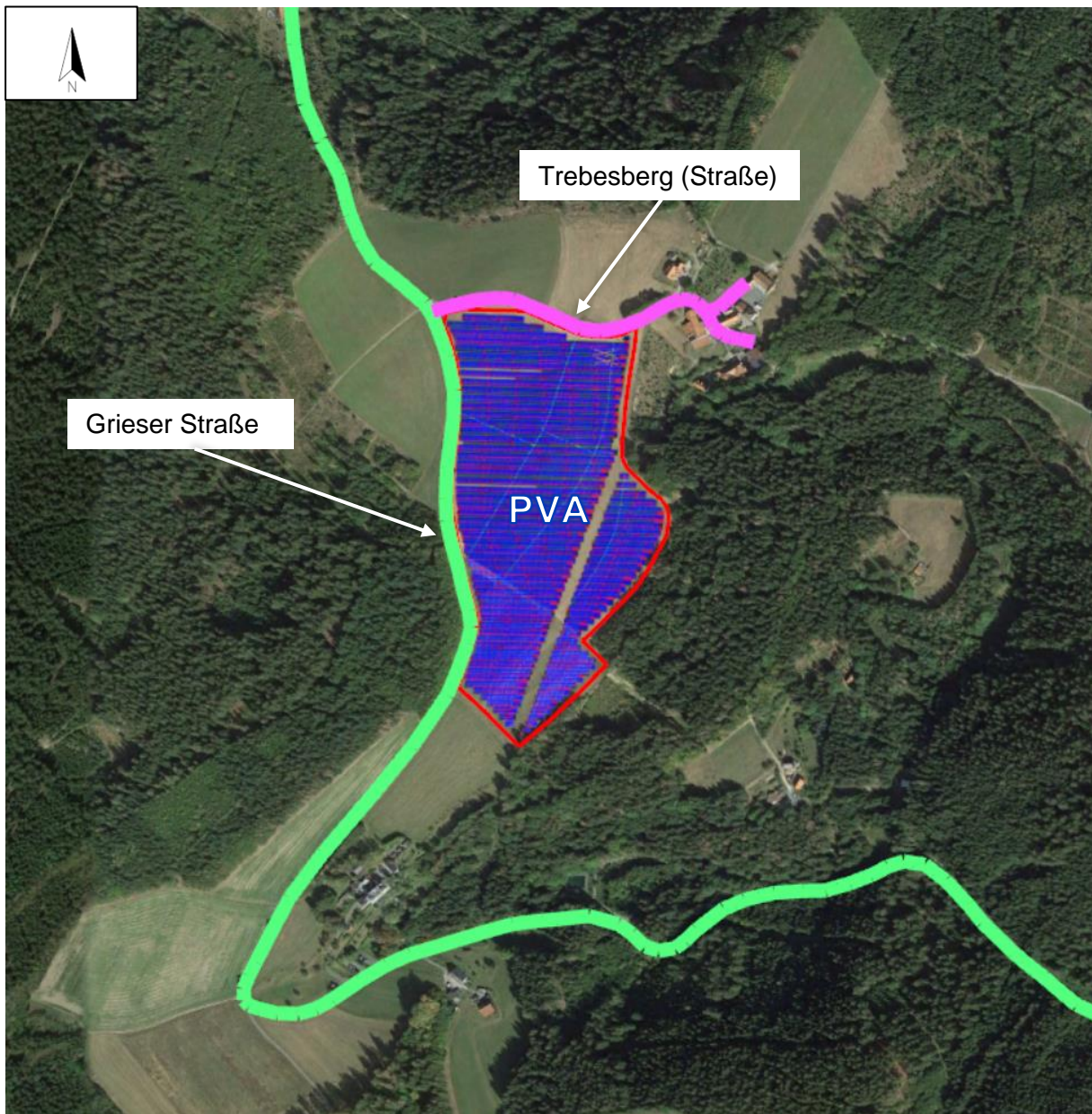


Abbildung 12: Übersicht der umliegenden Straßen - Quelle: Planungsunterlagen, Google Earth Pro, modifiziert

Quelle: Planungsunterlagen, Google Earth Pro, modifiziert

In der Analyse werden als Verkehrsteilnehmer PKW- sowie LKW-Fahrer berücksichtigt, welche sich durch ihre Sitzhöhe (und somit Augenhöhe) unterscheiden. Die Augenhöhe von PKW-Fahrern wurde auf 1,20 m festgelegt, die von LKW-Fahrern auf 2,65 m.

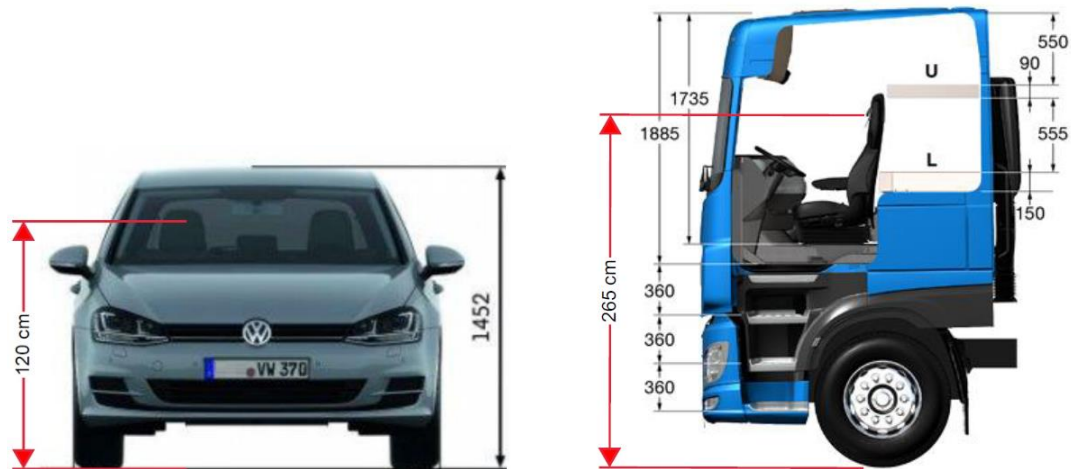


Abbildung 13: Augenhöhe der Verkehrsteilnehmer - Quelle: Volkswagen AG, BTS GmbH & Co. KG, modifiziert

Reflexionen, welche im peripheren Sichtbereich einer Person emittiert werden, führen i. d. R. zu keiner nennenswerten Blendwirkung. Der relevante (horizontale) Sichtbereich einer fahrenden Person wurde in Anlehnung an [3] auf 60° festgelegt (jeweils 30° zu beiden Seiten der Blickrichtung). Für Fahrzeugführer (PKW und LKW) wird angenommen, dass die Blickrichtung der Fahrtrichtung entspricht. In der Simulation werden daher nur Blendwirkungen berücksichtigt, welche innerhalb des relevanten Sichtfelds emittiert werden (siehe Abbildung 14).

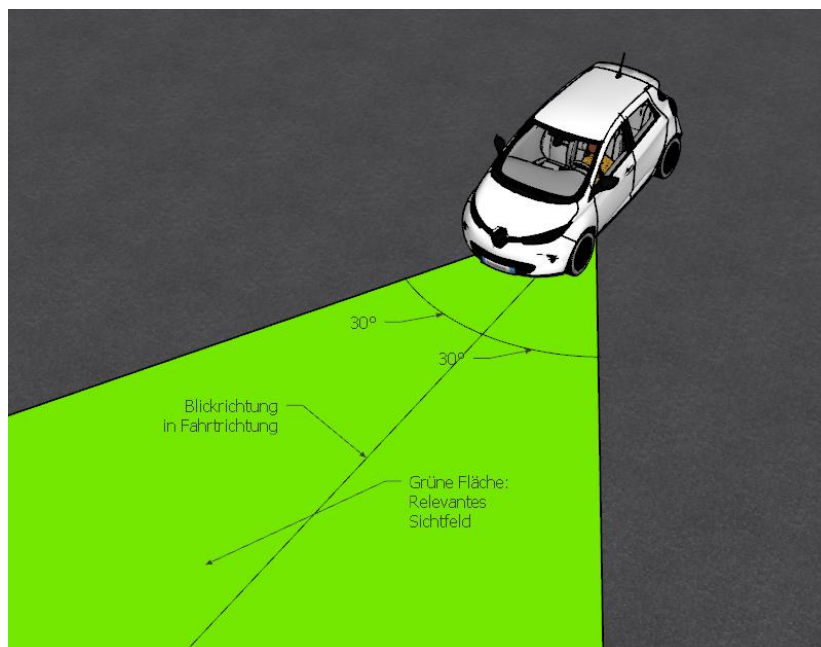


Abbildung 14: Darstellung des für Blendwirkungen relevanten Sichtfeldes von Fahrzeugführern während der Fahrt
Quelle: Eigene Abbildung

Anders verhält es sich an Kreuzungen: Hier wird ein relevantes Sichtfeld von 360° angenommen, um das Abbiegen aus verschiedenen Richtungen (mit intensivem Umschauen/Schulterblicke/etc.) zu berücksichtigen.

6 Simulationsergebnisse und Bewertung

Im Rahmen der Simulation wird mit der Software ForgeSolar (basierend auf dem Solar Glare Hazard Analysis Tool der Sandia National Laboratories) die Blendwirkung der PVA mit einer zeitlichen Auflösung von einer Minute für ein ganzes Jahr berechnet. Dabei werden die PV-Module der PVA, die relevanten Immissionsräume und die Sonne (mit wechselndem Sonnenstand) modelliert. Die Simulation basiert auf den in Kapitel 4 dargestellten Grundlagen. Es wird immer von einem klaren Himmel ausgegangen – daher stellen Zeitraumangaben für Lichtimmissionen bzw. Blendwirkungen sog. „Worst-Case“-Betrachtungen dar. Außerdem werden keine Hindernisse (z. B. Vegetation oder Gebäude) zwischen der PVA und dem Immissionsort in der Simulation berücksichtigt. Sofern Hindernisse jedoch relevant sind, werden diese dann in einer zweiten Betrachtungsstufe mit einbezogen. Zeitangaben sind (sofern nicht anders gekennzeichnet) in der mitteleuropäischen Zeit (MEZ) gegeben.

Die Ergebnisse werden anschließend unter Anwendung des LAI-Leitfadens ausgewertet. Wesentliche Inhalte des LAI-Leitfadens sind im Folgenden aufgeführt [2]:

- Eine unzumutbare/erhebliche Belästigung findet statt, wenn ein (schützenswerter) Immissionsort Blendwirkungen von über 30 Minuten täglich und/oder über 30 Stunden (1800 Minuten) pro Jahr erfährt.
- Bei der Ermittlung der Blendzeiträume soll von einem vereinfachten Model ausgegangen und die PV-Module daher als perfekt verspiegelte Oberflächen betrachtet werden. Diffuse Reflexionen sollen bei der Ermittlung der Blendzeiträume somit nicht mitbetrachtet werden.
- Wenn die (tiefstehende) Sonne aus nahezu der gleichen Richtung scheint wie die Reflexion an den PV-Modulen (ca. bei einem Differenzwinkel $\leq 10^\circ$), dominiert die Blendwirkung der Sonne. Aus diesem Grund sollen Blendwirkungen der PV-Anlage zu diesen Zeiten nicht mitberücksichtigt werden.

6.1 Umliegende Gebäude

Im Folgenden sind die Simulationsergebnisse bzgl. der relevanten, umliegenden Gebäude dargestellt.

Bereinigt bedeutet in diesem Kontext, dass Immissionen bzw. Immissionszeiträume, welche laut LAI-Leitfaden in der Auswertung nicht zu berücksichtigen sind, herausgerechnet wurden (diffuse Reflexionen an den Modulen sowie Lichtimmissionen zu Zeiten, wenn die Sonne die Blendwirkung der PVA überlagert). Zudem wurden bei den bereinigten Immissionszeiten Hindernisse zwischen den Solarmodulen und dem Observationspunkt (OP) berücksichtigt.

Tabelle 3: Simulierte Immissionszeiten auf relevante, schützenswerte Orte

OP ²	Lichtimmissionen (unbereinigt) in Minuten pro Jahr	Lichtimmissionen (bereinigt) in Minuten pro Jahr
OP 1	0	0
OP 2	0	0
OP 3	0	0
OP 4	370	0
OP 5	0	0
OP 6	102	0
OP 7	0	0
OP 8	481	0
OP 9	385	0
OP 10	324	0
OP 11	118	0
OP 12	0	0
OP 13	0	0
OP 14	0	0
OP 15	0	0

6.1.1 OP 1 (Einöde Schafhut)

OP 1 repräsentiert die Gebäude der Einöde Schafhut. Diese liegen nördlich der PVA. Aufgrund der nach Süden ausgerichteten Solarmodule sind Reflexionen nach Norden (astronomisch) nicht möglich. OP 1 erfährt daher zu keinem Zeitpunkt im Jahr PVA-bedingte Lichtimmissionen.

6.1.2 OP 2 bis OP 7 (Weiler Trebesberg)

Die Observationspunkte OP 2 bis OP 7 repräsentieren die Gebäude des Weilers Trebesberg. Aufgrund der nach Süden ausgerichteten Solarmodule sind Reflexionen an Orten nördlich des PVA-Geländes nicht möglich (OP 2 und OP 7).

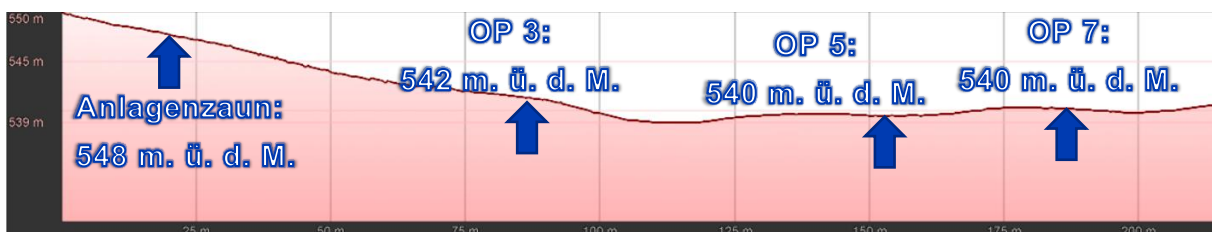


Abbildung 15: Veranschaulichung der lokalen Topologie: Der Weiler Trebesberg liegt deutlich tiefer als das PVA-Gelände - m. ü. d. M.: Meter über dem Meeresspiegel - Quelle: Google Earth Pro, modifiziert

Die Gebäude des Weilers östlich der PVA liegen topologisch deutlich tiefer (siehe Abbildung 15) als das PVA-Gelände. Dies führt dazu, dass die Solarmodulen lediglich zu den oberen

² Siehe Abschnitt 5.1

Fenstern der Gebäude bei OP 4 und OP 6 reflektieren können. Diese Reflexionen sind von Mitte Mai bis Ende Juli möglich (siehe Abbildung 16), wobei sich die tägliche Dauer der Lichtimmissionen auf maximal fünf Minuten beschränkt. Pro Jahr können Lichtimmissionen maximal an 370 Minuten auftreten.

Die Lichtimmissionen sind hier jedoch als nicht relevant zu werten, da die Sonne stets aus fast gleicher Richtung (Differenzwinkel $< 10^\circ$) wie die Reflexionen an den Solarmodulen scheint. Zusätzlich ist anzunehmen, dass die Bäume auf den Gebäudegrundstücken die von den Solarmodulen emittierte Reflexionen effektiv abschirmen.

Die PVA-bedingten Lichtimmissionen im Weiler Trebesberg sind zusammenfassend als geringfügig/nicht belästigend zu werten.

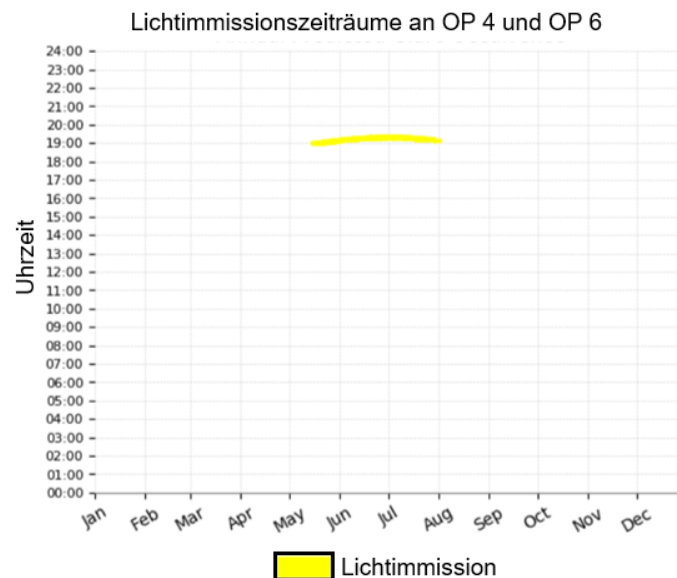


Abbildung 16: Lichtimmissionszeiträume an OP 4 und OP 6 - Zeitangaben in MEZ

6.1.3 OP 8 bis OP 11 (u. a. Weiler Gries)

OP 8 bis OP 11 repräsentieren Gebäude östlich des PVA-Geländes, welche sich ausschließlich innerhalb der Waldfläche befinden. Teilweise sind die Gebäude dem Weiler Gries zuzuordnen. Rein geometrisch und unter Vernachlässigung von Hindernissen (Waldfläche), sind geringfügig PVA-bedingte Lichtimmissionen an den Observationspunkten zu erwarten, wobei OP 8 mit 481 Minuten pro Jahr am stärksten betroffen wäre. Täglich wäre ein maximaler Lichtimmissionszeitraum von zehn Minuten zu erwarten.

Ohne Waldfläche lägen die Lichtimmissionen an OP 8 bis OP 11 deutlich unter der im LAI-Leitfaden genannten Grenzwerte. Lichtimmissionen sind jedoch aufgrund der Waldfläche vollständig auszuschließen.

6.1.4 OP 11 bis OP 14 (u. a. Jesuitenzentrum)

OP 11 bis OP 14 repräsentieren die Gebäude südlich des PVA-Geländes. OP 11 und OP 12 repräsentieren im Speziellen das Jesuitenzentrum „Haus Gries“.

Die Simulation hat ergeben, dass Lichtimmissionen geometrisch bzw. astronomisch an OP 11 bis OP 14 nicht möglich sind.

6.2 Umliegender Straßenverkehr

6.2.1 Grieser Straße

Auf der Grieser Straße können Fahrzeugführer bei Fahrtrichtung Richtung Norden potenziell vor der Kurve neben dem südlichen Ende des PVA-Geländes Blendwirkungen im relevanten Sichtbereich erfahren (siehe Abbildung 17).

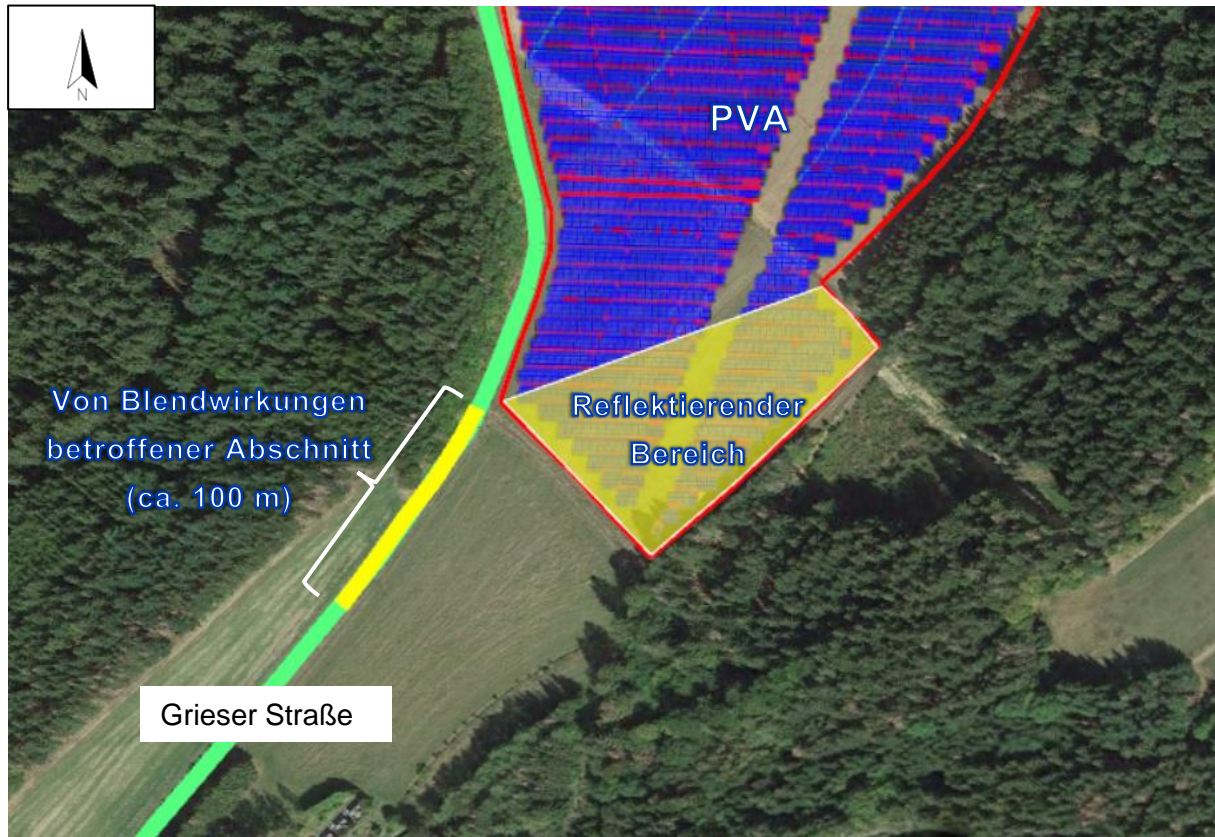


Abbildung 17: Darstellung der Blendwirkungen auf der Grieser Straße - Quelle: Google Earth Pro, modifiziert

Die Blendwirkungen treten im dargestellten Abschnitt von Ende April bis Mitte August in den frühen Morgenstunden (zwischen 05:00 und 06:15 Uhr MEZ) auf (siehe Abbildung 18). In dieser Zeit scheint die Sonne stets tief und aus nahezu der gleichen Richtung wie die Reflexionen an den Solarmodulen. Die PVA-bedingten Blendwirkungen werden daher zum Großteil von der natürlichen Blendwirkung der Sonne überlagert und potenzielle Reflexionen an den Solarmodulen werden voraussichtlich als nicht stark beeinträchtigend wahrgenommen, da Fahrzeugführer ohnehin in einen hellen Horizont blicken. Dieser Umstand wird in Abbildung 19 beispielhaft dargestellt.

In Anbetracht des beschriebenen Umstandes, werden die PVA-bedingten Blendwirkungen auf der Grieser Straße als vertretbar eingestuft.

Zusätzlich sieht die Planung vor, dass (u. a.) am südwestlichen Anlagenzaun zwischen dem betroffenen Abschnitt der Grieser Straße und den reflektierenden Solarmodulen eine doppelreihige Bepflanzung angelegt werden soll. Die Bepflanzung soll mittelfristig eine Blickfestigkeit entwickeln und eine Höhe von bis zu 2 m erreichen – PVA-bedingte Blendwirkungen (welche bereits als vertretbar eingestuft werden) können somit zum Großteil verhindert werden.

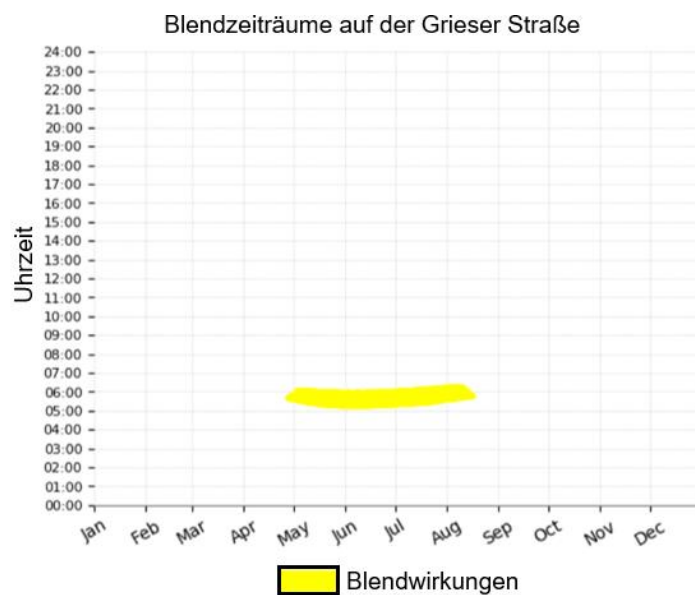


Abbildung 18: Lichtimmissionszeiträume an OP 4 und OP 6 - Zeitangaben in MEZ

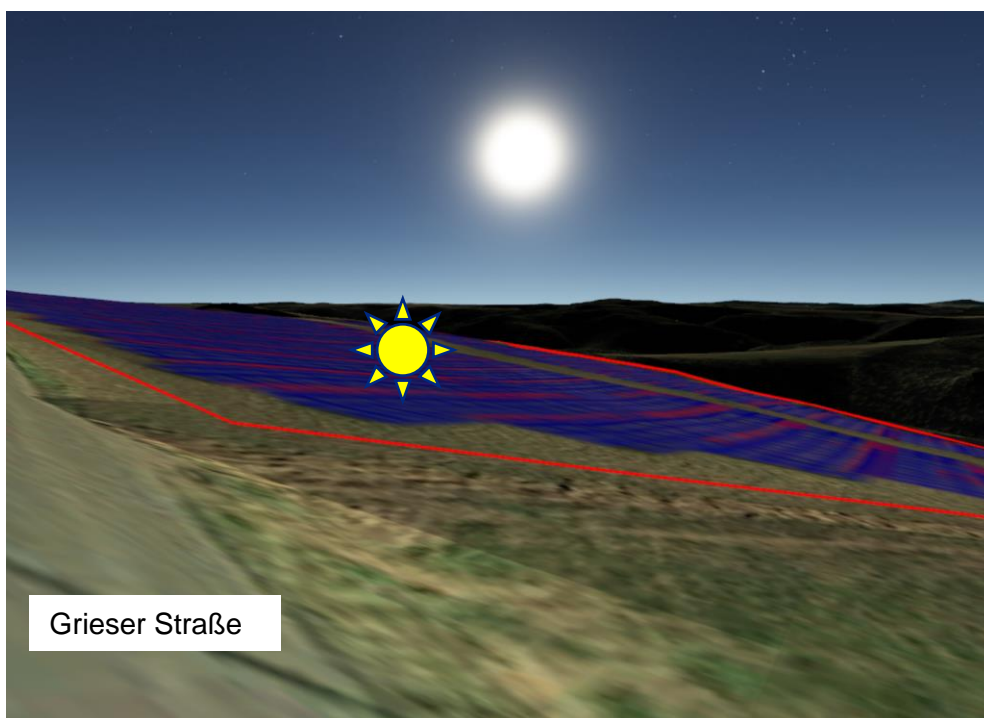


Abbildung 19: Beispielansicht von der Grieser Straße bei Fahrtrichtung gen Norden auf die PVA am 15. Juni um 05:30 Uhr MEZ – Die Sonne scheint tief und aus nahezu der gleichen Richtung wie die Reflexion an den Solarmodulen (dargestellt durch eine gelbe Sonne) – Quelle: Google Earth Pro, modifiziert

6.2.2 Trebesberg (Straße)

Die Simulation hat ergeben, dass auf der Straße „Trebesberg“ keine relevanten Blendwirkungen zu erwarten sind.

7 Literaturverzeichnis

- [1] B. CATTANEO, „Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)“, *EU Science Hub - European Commission*, Juni 15, 2018. <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis> (zugegriffen Apr. 17, 2021).
- [2] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI), *Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen (Leitfaden)*. 2012.
- [3] 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.
- [4] K. Mertens, *Photovoltaik: Lehrbuch zu Grundlagen, Technologie und Praxis*, 5. Aufl. Carl Hanser Verlag München, 2020.
- [5] Volker Quaschnig, *Regenerative Energiesysteme: Technologie - Berechnung - Simulation*, 9. Aufl. Carl Hanser Verlag München, 2015.
- [6] J. Yellowhair und C. K. Ho, „Assessment of Photovoltaic Surface Texturing on Transmittance Effects and Glint/Glare Impacts“, San Diego, California, USA, Juni 2015, S. V002T11A003, doi: 10.1115/ES2015-49481.
- [7] J. A. Duffie und W. A. Beckman, „Solar Engineering of Thermal Processes“, Bd. 4, 2013.