

# Prüfbericht

---

Berichtsart:	Blendgutachten
Projekt:	Illesheim-Nord
Auftraggeber:	HEG Energie GmbH & Co. KG
Zweck:	Erstellung eines Gutachtens über den Einfluss der Solaranlage auf die Umgebung durch Reflexionen im Rahmen des allgemeinen Genehmigungsprozesses und für die öffentliche Auslegung und Beteiligung der Träger öffentlicher Belange nach § 3 und §4 BauGB sowie für Baugenehmigungsverfahren.
Standort, Land:	<u>Illesheim (49.491°N; 10.386°E).</u>
Prüfberichtsnummer:	24K6263-PV-BG-Illesheim-Nord-R03-JBS_LBE-2024
Prüfdatum:	23.09.2024
Verantwortlicher Prüfer:	Dipl.-Ing. (FH) Jörg Behrschmidt 8.2 Obst & Hamm GmbH Brandstwiete 4 20457 Hamburg Tel: +49 (0)40 / 18 12 604-22 E-Mail: joerg.behrschmidt@8p2.de

**Inhaltsverzeichnis**

Bildverzeichnis .....	3
Tabellenverzeichnis.....	4
Abkürzungen und Begriffe.....	7
A.    Allgemeine Daten.....	8
A.1.  Auftrag .....	8
A.2.  Prüfungsumfang.....	9
A.3.  Prüfungsgrundlagen .....	9
A.4.  Identifikation der Anlage .....	9
B.    Prüfergebnis.....	10
C.    Grundlage .....	11
C.1.  Blend- und Störwirkung von reflektiertem Sonnenlicht.....	11
C.2.  Wirkung auf den Menschen .....	12
C.3.  Blickwinkel von Fahrzeugführern.....	13
C.4.  Reflexionen an Solarmodulen.....	13
C.1.  Möglich Irritationen der Netzhaut durch Reflexionen.....	14
D.    Analyse .....	16
D.1.  Grundlage und Vorgehensweise .....	16
D.2.  Geometrische Betrachtung .....	18
E.    Bewertung.....	40

**Bildverzeichnis**

Abbildung 1: Öffnungswinkel Sehfeld in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit.....	13
Abbildung 2: Reflexionsverhalten in Abhängigkeit vom Einfallswinkel .....	14
Abbildung 3: Auf die Netzhaut des Auges projiziertes Bild.....	15
Abbildung 4: Potenzielle Auswirkung auf die Netzhaut bei kurzzeitiger Betrachtung von Strahlungsquellen .....	15
Abbildung 5: Google Earth ©2024 Lageplan der Planfläche .....	16
Abbildung 6: Google Earth ©2024 Lageplan Planfläche mit Kleinwindsheimermühle .....	17
Abbildung 7: Gefahrenpotential Lichtimmissionen auf der B470 (171°/15°).....	20
Abbildung 8: Gefahrenpotential Lichtimmissionen auf der B470 (171°/20°).....	20
Abbildung 9: Gefahrenpotential Lichtimmissionen auf der B470 (71°/15°).....	21
Abbildung 10: Gefahrenpotential Lichtimmissionen Kleinwindsheimermühle EG (71°/15°)..	21
Abbildung 11: Gefahrenpotential Lichtimmissionen Kleinwindsheimermühle OG (71°/15°)..	22
Abbildung 12: Gefahrenpotential Lichtimmissionen auf der St2252 (251°/15°).....	22
Abbildung 13: Reflexionszeiten B470 (171°/15°).....	23
Abbildung 14: Reflexionsdauer B470 (171°/15°).....	23
Abbildung 15: Reflexionszeiten B470 (171°/20°).....	24
Abbildung 16: Reflexionsdauer B470 (171°/20°).....	24
Abbildung 17: Reflexionszeiten B470 (71°/15°).....	25
Abbildung 18: Reflexionsdauer B470 (71°/15°).....	25
Abbildung 19: Reflexionszeiten Kleinwindsheimermühle EG (71°/15°).....	26
Abbildung 20: Reflexionsdauer Kleinwindsheimermühle EG (71°/15°).....	26
Abbildung 21: Reflexionszeiten Kleinwindsheimermühle OG (71°/15°).....	27
Abbildung 22: Reflexionsdauer Kleinwindsheimermühle OG (71°/15°).....	27
Abbildung 23: Reflexionszeiten St2252 (251°/15°).....	28
Abbildung 24: Reflexionsdauer St2252 (251°/15°).....	28
Abbildung 25: Spezifischer Emissionsbereich für die B470 (171°/15°).....	29
Abbildung 26: Spezifischer Emissionsbereich für die B470 (171°/20°).....	29
Abbildung 27: Spezifischer Emissionsbereich für die B470 (71°/15°).....	30
Abbildung 28: Spezifischer Emissionsbereich für die Kleinwindsheimermühle EG (71°/15°)	30
Abbildung 29: Spezifischer Emissionsbereich für die Kleinwindsheimermühle OG (71°/15°)	31
Abbildung 30: Spezifischer Emissionsbereich für die St2252 (251°/15°).....	31
Abbildung 31: Immissionsbereich Flugpfad Ost (171° & 71°).....	32
Abbildung 32: Bereich mit Lichtimmissionen auf B470 für Azimutwerte 171° und 71°.....	33
Abbildung 33: B470 Analyse Höhenlinie HB1 - H1 .....	33
Abbildung 34: B470 Analyse Höhenlinie HB1 - H2 .....	34
Abbildung 35: B470 Analyse Höhenlinie HB2 – H1.....	34
Abbildung 36: B470 Analyse Höhenlinie HB2 - H2 .....	35
Abbildung 37: B470 Analyse Höhenlinie HB2 – H0.....	35
Abbildung 38: B470 Sichtschutz Ostseite für Azimut 171° .....	36
Abbildung 39: B470 Sichtschutz Ostseite für Azimut 71° .....	36
Abbildung 39: B470 Sichtschutz Südseite für Azimut 171° & 71°.....	37
Abbildung 40: Bereich mit Lichtimmissionen auf St2252 für Azimut 251° .....	38
Abbildung 41: Bereich mit Lichtimmissionen Kleinwindsheimermühle für Azimut 71° .....	38
Abbildung 42: Sichtwinkel Kleinwindsheimermühle auf Emissionsbereich für Azimut 71° ....	38

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Revisionsübersicht.....	5
Tabelle 2:	Datums- und Zeitbereiche der Reflexionen an den Betrachtungspunkten .....	19

Tabelle 1: Revisionsübersicht

<b>Version</b>	<b>Modifikationen</b>
24K6263-PV-BG-Illesheim-Nord-R00-JBS_LBE-2024	Ursprungsversion 23.09.2024
24K6263-PV-BG-Illesheim-Nord-R01-JBS_LBE-2024	Anpassung Planhöhe Module; Konkretisierung Angaben zum Sichtschutz. 25.09.2024
24K6263-PV-BG-Illesheim-Nord-R02-JBS_LBE-2024	Korrektur Abstand Sichtschutz – Module. 25.09.2024
24K6263-PV-BG-Illesheim-Nord-R03-JBS_LBE-2024	Korrektur Höhenanalyse Sichtschutz Südgrenze. 27.09.2024

## I. Inhalt und Nutzung des Berichts

8.2 Obst & Hamm GmbH (im Folgenden: 8.2 Obst & Hamm) wurde vom Auftraggeber beauftragt, diesen Bericht zu erstellen. Der Bericht fasst die Erkenntnisse aus Vor-Ort-Termin(en) und/oder der Prüfung projektspezifischer Unterlagen, welche durch den Auftraggeber bereitgestellt wurden, zusammen.

Der Bericht wurde zur Nutzung durch den Auftraggeber zum oben genannten Zweck erstellt. Solange der Bericht nicht zum Zweck eines öffentlichen Antrag- bzw. Bauverfahrens mit oder ohne öffentliche Auslegung bestimmt ist,

- darf dieser ausschließlich vom Auftraggeber und dessen Beratern, die zur Vertraulichkeit verpflichtet sind, für den vorgesehenen Zweck verwendet werden;
- dient der Bericht weder zur Information, noch zum Schutz anderer Personen als dem Auftraggeber und darf weder von anderen Personen noch zu anderen Zwecken genutzt werden;
- ist der Auftraggeber nicht berechtigt, die im Bericht enthaltenen vertraulichen Informationen offen zu legen, zu veröffentlichen, zu vervielfältigen oder anderweitig an Dritte weiter zu geben, ohne das vorherige schriftliche Einverständnis von 8.2 Obst & Hamm.

## II. Ergänzende Informationen zu Haftungsausschlüssen

Der vorliegende Bericht basiert ausschließlich auf eigenen Erkenntnissen aus Vor-Ort-Termin(en), sowie den gewonnenen Informationen aus Dokumenten, die bis zum Abgabedatum des Berichts vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden. Es wird ferner auf die folgenden Umstände hingewiesen:

1.) Die Genauigkeit der bereitgestellten Informationen kann die Genauigkeit des Berichts beeinflussen. 8.2 Obst & Hamm geht davon aus, dass die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Informationen wahr, vollständig, akkurat, nicht irreführend und aktuell sind. In der Regel werden Informationen lediglich in Kopie zur Verfügung gestellt. 8.2 Obst & Hamm betrachtet diese bereitgestellten Kopien als wahre und vollständige Reproduktionen der jeweiligen Originale. Weder die Echtheit der enthaltenen Informationen noch die Befugnis der Unterzeichner wurde geprüft. 8.2 Obst & Hamm geht davon aus, dass der Informationsgehalt gültig und bindend für die beteiligten Parteien ist.

2.) Im Hinblick auf Zusammenfassungen, Tabellen und Auszüge aus Dokumenten, die 8.2 Obst & Hamm zur Verfügung gestellt wurden, ist 8.2 Obst & Hamm nicht in der Lage zu beurteilen, ob diese Zusammenfassungen, Tabellen und Auszüge vollständig fehlerfrei sind und alle Informationen enthalten, die für eine endgültige Einschätzung der Tatsachen, auf die sie sich beziehen, wichtig sind.

3.) Der Bericht basiert im Wesentlichen auf den Informationen und Dokumenten, die 8.2 Obst & Hamm vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden. Es ist nicht auszuschließen, dass neben den zur Verfügung gestellten Informationen und Dokumenten weitere Informationen und/oder Dokumente für die Erstellung dieses Berichts wichtig gewesen wären, die nicht an 8.2 Obst & Hamm weitergegeben wurden.

4.) Der Bericht wurde als Zusammenfassung der wichtigsten Fragen und Bedenken, die sich aus den bereitgestellten Informationen ergeben, erstellt.

5.) Jegliche rechtliche, kommerzielle, finanzielle, versicherungstechnische, steuerliche oder buchhalterische Stellungnahmen werden in diesem Bericht explizit ausgeschlossen.

6.) Unter der Voraussetzung, dass der Bericht sich auf Notizen, Berichte, Aussagen, Meinungen oder Ratschläge vom Auftraggeber und/oder von Dritten (die im Bericht angegeben werden) bezieht oder darauf beruht, bleiben diese Personen alleinig für die Inhalte verantwortlich. 8.2 Obst & Hamm macht sich die vom Auftraggeber und von den vorgenannten Dritten getätigten Notizen, Berichte, Aussagen, Meinungen oder Ratschläge ausdrücklich nicht zu Eigen.

7.) Bestimmte Informationen, die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden, können vertraulich sein. 8.2 Obst & Hamm geht daher davon aus, dass alle Informationen vom Auftraggeber rechtmäßig zur Verfügung gestellt wurden, dass 8.2 Obst & Hamm zur Nutzung der Informationen für den Bericht berechtigt ist und dass 8.2 Obst & Hamm berechtigt ist, den Bericht und/oder dessen Inhalte anderen Projektteilnehmern in Übereinstimmung mit projektbezogenen Geheimhaltungsvereinbarungen weitergeben zu dürfen. Jegliche Haftung für nicht-projektbezogene Geheimhaltungsvereinbarungen wird ausgeschlossen.

8.) Soweit Informationen und Dokumente vom Auftraggeber in anderen Sprachen als Deutsch oder Englisch zur Verfügung gestellt wurden, beschränkte sich die Prüfung von 8.2 Obst & Hamm auf eine Plausibilitätskontrolle ohne Detailanalyse und Detailbewertung dieser Informationen und Dokumente.

**Abkürzungen und Begriffe**

Absolutblendung	Keine Anpassung des Auges möglich
Adaptionsblendung	Anpassung des Auges möglich.
Azimutwinkel	Winkel auf der horizontalen Ebene, der die Lage eines Objektes im Raum bezüglich einer Ausgangsrichtung, z.B. Nordrichtung, beschreibt.
Blendung	Im üblichen Sinne beschreibt dies, eine vorübergehende Funktionsstörung des Auges
Differenzwinkel	Winkel zwischen der Sichtlinie vom Immissionsort zum Reflexionsort (Solarmodul) und der Sichtlinie vom Immissionsort zur Sonne
Direkte Blendung	Direkte Einwirkung einer Lichtquelle
Emissionspunkt	Punkt von dem aus Licht ausgestrahlt wird
Feldverteiler /Verteiler	Sammelt Modulstränge und leitet den Strom weiter zum Hauptverteiler (HV)
Höhenwinkel	Beschreibt die Höhe der Sonne über dem Horizont
Immissionspunkt	Punkt an dem Licht von einer externen Quelle auftrifft
Indirekte Blendung	Ausgelöst durch Reflexionen einer Lichtquelle
Physiologische Blendung	Beeinträchtigung der Sehleistung
Psychologische Blendung	Subjektiv empfundene Blendung ohne messbare Beeinträchtigung der Sehleistung
PV-Modul / Modul	Einzelnes Solarmodul, kleinste elektrische Leistungseinheit innerhalb der Solaranlage
Solargenerator	Gesamtes Modulfeld
Sonnenbahn	Der Verlauf der Sonne im Jahresverlauf definiert durch Azimut und Höhenwinkel
Strang / Modulstrang	Besteht aus einer bestimmten Anzahl in Reihe geschalteter PV-Module.
Vektor OM	Vektor von Betrachtungspunkt (Ortspunkt) O zum Modul in der Photovoltaikfläche
Vektor OS	Vektor von Ortspunkt O zur Sonne

## A. Allgemeine Daten

### A.1. Auftrag

Aufgabenstellung:	Untersuchung über den Einfluss der Modulreflexionen auf die Umgebung der Solaranlage. Es wird untersucht, wann Reflexionen an verschiedenen Punkten der Bundesstraße B470, der Staatsstraße St2252 und der Kleinwindsheimermühle sowie dem Flugplatz Illesheim zu erwarten sind und welche Auswirkungen diese haben.
Auftraggeber:	HEG Energie GmbH & Co. KG Lauterbach 10 91608 Geslau
Auftragsdatum:	19.09.2024
Auftragnehmer:	8.2 Obst & Hamm GmbH Brandstwiete 4 20457 Hamburg
Prüfer:	Dipl.-Ing. (FH) Jörg Behrschmidt Lennart Behn, B.Sc.
Nummer des Prüfberichts:	24K6263-PV-BG-Illesheim-Nord-R03-JBS_LBE-2024



## A.2. Prüfungsumfang

Der Prüfungsauftrag umfasst die Bestimmung der einfallenden Modulreflexionen auf die Bundesstraße B470 im Süden der Planfläche, der Staatsstraße St2252 im Osten und Norden und der Kleinwindsheimermühle im Norden der Planflächen sowie dem Flughafen Illesheim. Weiterhin erfolgt eine Bewertung der Auswirkungen der Modulreflexionen unter Berücksichtigung lokaler Gegebenheiten, die einen Einfluss auf die Strahlungsleistung der Emissionen nehmen.

## A.3. Prüfungsgrundlagen

- Zur Verfügung gestellte Unterlagen
  - o Lageplan der Planfläche
  - o Unterlagen aus dem B-Planverfahren
  - o Schriftliche Projektinformationen mit Angaben der Modulausrichtung
- Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI), (Stand: 08.10.2012)
- Reflexionsverhalten von Modulen (soweit bekannt)
- Daten aus Google Earth<sup>1</sup>
- Daten der Online-Plattform „BayernAtlas“<sup>2</sup>

Hinweise:

- Alle Winkelangaben mit Bezugspunkt  $N=0^\circ$  beziehen sich auf die Anordnung im Uhrzeigersinn
- Zeitangaben erfolgen mit mitteleuropäischer Zeit (UTC+1)

## A.4. Identifikation der Anlage

Die geplante Photovoltaikanlage Illesheim-Nord soll nördlich der Bundesstraße B470 und westlich von Bad Windsheim in Mittelfranken installiert werden. Östlich der Photovoltaikanlage verläuft die Staatsstraße St2252, die im Norden der Anlage nach Westen verschwenkt.

Die Planung ist noch nicht abgeschlossen. In Prüfung ist eine Ausrichtung der Module nach Süden mit einem Azimut von  $171^\circ$  ( $N=0^\circ$ ) bei einer Modulneigung von  $15^\circ$  bis  $20^\circ$ . Alternativ wird eine Ost-West-aufgeständerte Anlage mit einer Modulneigung von  $15^\circ$  in Erwägung gezogen. Die minimale Höhe der Gestellreihen über dem Boden wird mit 0,8 m, einem in Deutschland üblichen Planungswert, angenommen. Es wird davon ausgegangen, dass drei kristalline Module hochkant übereinander montiert werden. Die maximale Höhe der Gestelle wird laut Planung mit 3,5 m angesetzt.

---

<sup>1</sup> ©2024 Google LLC.

<sup>2</sup> Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung, Alexandrastraße 4, 80538 München  
<https://geoportal.bayern.de/bayernatlas/?topic=ba&lang=de&bgLayer=atkis&catalogNodes=11,122>

## B. Prüfergebnis

Zusammenfassung der Ergebnisse der nachfolgenden Kapitel.

Für die Photovoltaikanlage Illesheim-Nord wurde eine Untersuchung über die Reflexionen der Sonne an den Modulen und deren Auswirkungen auf Immissionsorte am Flughafen Illesheim, der Bundesstraße B470, der Staatsstraße St2252 und den Gebäuden Kleinwindsheimermühle durchgeführt.

Die Untersuchung zeigt, dass am Flughafen Illesheim weder bei einem Azimut von  $171^\circ$  bei einer Modulneigung zwischen  $15^\circ$  und  $20^\circ$  noch bei einer Ost-West-Ausrichtung mit einem Azimut von  $71^\circ$  bzw.  $251^\circ$  bei einer Modulneigung von  $15^\circ$  kritische Lichtimmissionen auftreten. Eine Störung des Flugverkehrs ist nicht zu erwarten.

Auf der Bundesstraße B470 treten sowohl bei Südausrichtung als auch bei einer Ost-West-Ausrichtung am späten Nachmittag östlich der Planfläche Lichtimmissionen durch reflektierende Module auf. Die reflektierenden Module liegen im Sichtfeld der Fahrzeugführer. Durch die Topologie ist nur ein Teil der Planfläche von dem Bereich der Bundesstraße, der kritische Lichtimmissionen aufweist, aus nicht einsehbar. Zur Vermeidung von Störungen des Straßenverkehrs ist ein Sichtschutz an der Ostseite mit 3,4 m und an der Südseite der Planfläche mit einer Höhe von 3,6 m zu empfehlen.

Die Untersuchung zeigt, dass auf der Staatsstraße St2252 bei einer Südausrichtung der Module keine Lichtimmissionen durch reflektierende Module auftreten. Bei einer Ost-West-Ausrichtung ist mit Lichtimmissionen im Nordwesten der Photovoltaikanlage zu rechnen. Diese liegen im Sichtfeld der Fahrzeugführer. Aufgrund des Sonnenstandes ist davon auszugehen, dass Fahrzeugführer Schutzmaßnahmen gegen die Sonne und damit auch gegen die reflektierenden Module treffen. Eine Gefährdung des Straßenverkehrs durch Lichtimmissionen ist bei einer Ost-West-Ausrichtung auf der Staatsstraße St2252 eher unwahrscheinlich. Bei einer Südausrichtung treten keine Störungen durch Lichtimmissionen von reflektierenden Modulen auf der St2252 auf.

Im Bereich Kleinwindsheimermühle treten keine Lichtimmissionen bei einer Südausrichtung der Module auf. Bei einer Ost-West-Ausrichtung sind hingegen Lichtimmissionen zu erwarten. Im Sinne der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) ist das Wohngebäude im Nordosten als schutzwürdig anzusehen. Aufgrund der Wirtschaftsgebäude im Süden ist ein direkter Blick vom Wohngebäude auf die reflektierenden Module nicht möglich. Somit liegt auch keine erhebliche Belästigung im Sinne der LAI vor.

Hamburg, 27. September 2024



Dipl.-Ing. (FH) Jörg Behrschmidt



Lennart Behn, B.Sc.

Dieser Bericht besteht aus 41 Seiten und ist bis Ende 2034 in der 8.2 Obst & Hamm GmbH hinterlegt (Dokumentationsfrist).

## C. Grundlage

Im Zuge des Genehmigungsverfahrens sind die Lichtemissionen in Form von Reflexionen an den Modulen zu untersuchen und deren Auswirkungen auf die Bundesstraße B470 im Süden der Planfläche, der Staatsstraße St2252 im Osten und Norden, der Kleinwindsheimermühle im Norden der Planflächen und dem Flughafen Illesheim im Süden zu bewerten. Zu berücksichtigen sind hierbei die Störwirkung von Reflexionen, sowie die Wahrnehmung durch den Betrachter, bei Fahrzeugführern und Anwohnern unter Beachtung derer Blickwinkel.

### C.1. Blend- und Störwirkung von reflektiertem Sonnenlicht

Blendung beschreibt im üblichen Sinne eine vorübergehende Funktionsstörung des Auges durch ein Überangebot von Licht. Es wird unterschieden zwischen der **physiologischen Blendung** – einer messbaren Beeinträchtigung der Sehleistung, und der **psychologischen Blendung** – einer subjektiv empfunden und ablenkenden Wirkung, ohne dass eine messbare Beeinträchtigung der Sehleistung vorliegt. Ist die eintreffende Lichtmenge so groß, dass das Auge sich an diese nicht mehr adaptieren kann, spricht man von **Absolutblendung**, sonst von **Adaptionsblendung**. Außerdem wird zwischen **direkter Blendung** – direkte Wirkung einer Lichtquelle, und **indirekter Blendung** – durch reflektiertes Licht einer Lichtquelle unterschieden.

Bei Tageslicht geht die häufigste Blendung direkt von der Sonne aus. Befindet sie sich im Sichtfeld, tritt Absolutblendung auf. In dieser Situation werden keine oder kaum noch Kontraste wahrgenommen und der einzige Schutz ist die Verschattung der Sonne im Sichtfeld (Vorhalten der Hand, Wegdrehen des Kopfes, o.ä.). Des Weiteren droht bei Absolutblendung durch die Sonne eine dauerhafte Schädigung des Auges.

Häufig wird das Sonnenlicht auch von glänzenden Oberflächen zum Betrachter reflektiert. Natürliche reflektierende Objekte können z. B. Gewässer sein. Künstliche Objekte sind Fensterfronten von Gebäuden, Gewächshäuser, Lärmschutzwände aus Glas, Scheiben und Lackoberflächen von Fahrzeugen und auch Solarmodule. Die Intensität der reflektierten Sonnenstrahlung ist in der Regel deutlich geringer als die direkte Sonnenstrahlung: Normale Glasflächen reflektieren ca. 5% des Sonnenlichts, Solarglasflächen ca. 2%. Bei sehr flach eintreffender Sonnenstrahlung wird der Reflexionsgrad deutlich höher – zu diesem Zeitpunkt befindet sich die Sonne allerdings bereits in Blickrichtung des Betrachters.

Neben anhaltender Blendung sind **Flimmereffekte** von besonderer Bedeutung. Sie treten insbesondere dann auf, wenn sich der Beobachter selbst schnell bewegt. Periodisch oder unregelmäßig schwankende Lichtintensitäten werden als besonders störend empfunden. Solche Effekte treten typischerweise beim Autofahren in beleuchteten Tunneln oder beim Durchfahren von Baumalleen bei Sonnenschein auf.

Medizinisch gesehen vollzieht sich die störende Wirkung einer Blendung in drei zu unterscheidenden Schritten. Das eigentliche Sehen besteht in der physikalisch-physiologischen Anregung des Auges durch die Lichteinwirkung auf der Netzhaut. Die Wahrnehmung erfolgt durch die Weiterleitung eines Nervensignals an das Gehirn, wodurch ein bewusstes Erlebnis hervorgerufen wird. Im Fall der Blendung ist dies ein deutlicher Leuchtdichteunterschied eines Sichtfeldausschnittes zur Umgebung. Der dritte Schritt ist das

Erkennen. Das wahrgenommene Objekt wird vom Gehirn durch Vergleich mit vorher abgespeicherten Vorlagen (Erfahrungen) bewertet und mit einer Bedeutung belegt.

Liegt das Objekt, von dem die Blendwirkung ausgeht, nicht im direkten Fokus des Gesichtsfeldes, so steigt die Attraktivität und die Tendenz den Blick dorthin zu wenden mit der:

- Größe des Objektes
- Helligkeitskontrast zur Umgebung
- Farbkontrast zur Umgebung
- Bewegung des Objektes (Fahrzeuge usw.)
- Grad der Änderung des Objektes
- Qualitative Andersartigkeit gegenüber der Umgebung
- Neuigkeitswert

Ab einem gewissen Maß an Attraktivität kommt es – durchaus auch unbewusst – zu einer Blickzuwendung auf das Objekt. Dies wird gemeinhin als Ablenkung bezeichnet.

## **C.2. Wirkung auf den Menschen**

Die oben beschriebenen Attraktivitätsmerkmale wirken abhängig vom persönlichen Charakter und der Erfahrung eines Menschen immer unterschiedlich. Sie sind nur von jedem Einzelnen subjektiv zu bewerten. Es ist daher nicht möglich, allgemein gültige Kriterien zu benennen, die den Zustand der „Störung“ charakterisieren.

Im vorliegenden Fall soll die Solaranlage auf einer Freifläche errichtet werden, die sich nahe einer Bundesstraße erstreckt. Es ist davon auszugehen, dass bei der Ausdehnung des Solarfeldes in der entsprechenden Blickrichtung eines Betrachters auch andere – im Sinne der obigen Auflistung – „attraktive“ Objekte im Blickfeld auftauchen können.

Da das Solarfeld unbeweglich ist, wird die ablenkende Attraktivität dieses Objektes erfahrungsgemäß sehr schnell nachlassen. Lediglich bei dem Charakteristikum Helligkeitskontrast könnte die reflektierte Sonnenstrahlung Ablenkung oder subjektive Störung verursachen.

Da sich die reflektierte Sonnenstrahlung in gleicher Winkelgeschwindigkeit wie die Sonne selbst bewegt – also sehr langsam – kann hinter Fenstern in Gebäuden eine plötzliche auftretende Störwirkung ausgeschlossen werden. Wie oben angeführt ruft das Gehirn bei jedem neuen optischen Sinneseindruck vorhandene Erfahrungsvorlagen zur Bewertung des neuen Eindrucks auf. Da jeder Mensch in unserem Kulturraum schon Erfahrung mit reflektiertem Sonnenlicht z. B. an Glasfassaden gemacht hat, wird dieser Störcharakter in der Hinsicht „Neuigkeitswert“ kaum eintreten.

Solarmodule reflektieren mit ca. 2 % äußerst wenig von dem eingestrahlt Sonnenlicht. Des Weiteren handelt es sich bei dem reflektierten Licht immer um Sonnenlicht – also um ein dem Organismus angenehmes und gewohntes Spektrum, mit lediglich natürlicher Intensitätsschwankung – z. B. bei Wolkendurchzug.

### C.3. Blickwinkel von Fahrzeugführern

Neben der Intensität der Lichtquelle ist für eine Blendung maßgeblich, dass die Lichtquelle innerhalb des Sichtfelds des Betrachters liegt. Das Sichtfeld wird maßgeblich bestimmt durch den Blickwinkel. Ausführungen hierzu finden sich im Buch „HAV Hinweise für das Anbringen von Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen“<sup>3</sup>. Aus Bild 2-6 der Ausführungen leiten sich die Öffnungswinkel des Sehfeldes in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit ab, siehe nachfolgende Grafik in Abbildung 1.

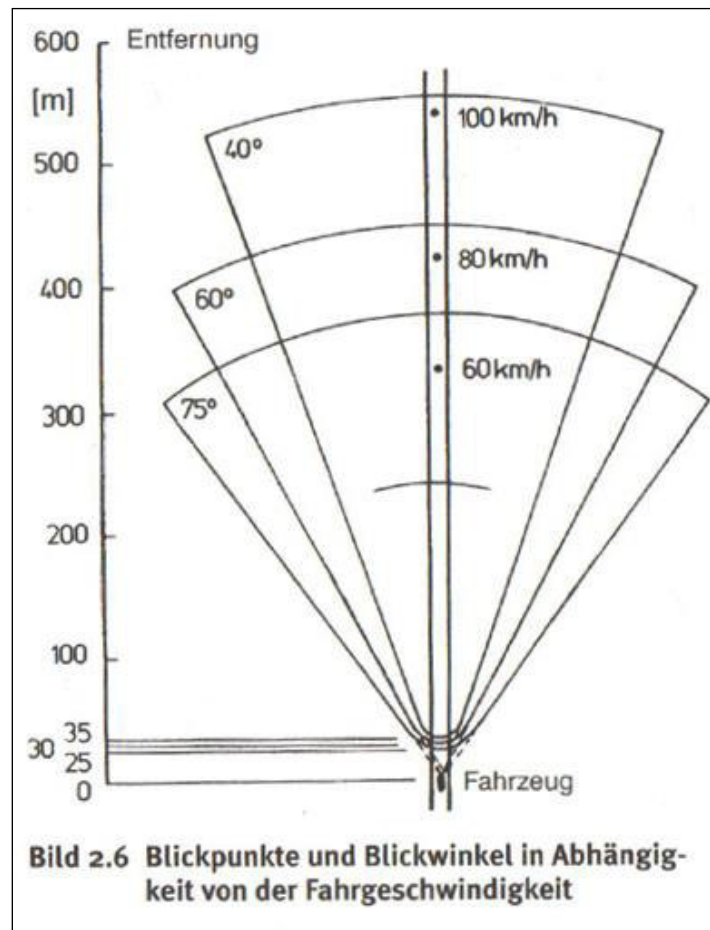


Abbildung 1: Öffnungswinkel Sehfeld in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit<sup>3</sup>

### C.4. Reflexionen an Solarmodulen

Kristalline Solarmodule bestehen im Regelfall aus einer Rückseitenfolie mit darauf liegenden Solarzellen, die in einer EVA-Folie eingebettet und mit Solarglas geschützt werden. Viele der heutigen Module verfügen über eine Antireflexschicht zur Steigerung des Wirkungsgrades und weisen damit eine hohe Absorption auf.

<sup>3</sup> „HAV-Hinweise für das Anbringen von Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen“, 01. September 2013, Prof. Dr.-Ing. S. Giesa, Prof. Dr.-Ing J. Bald, Dipl.-Ing K. Stumpf

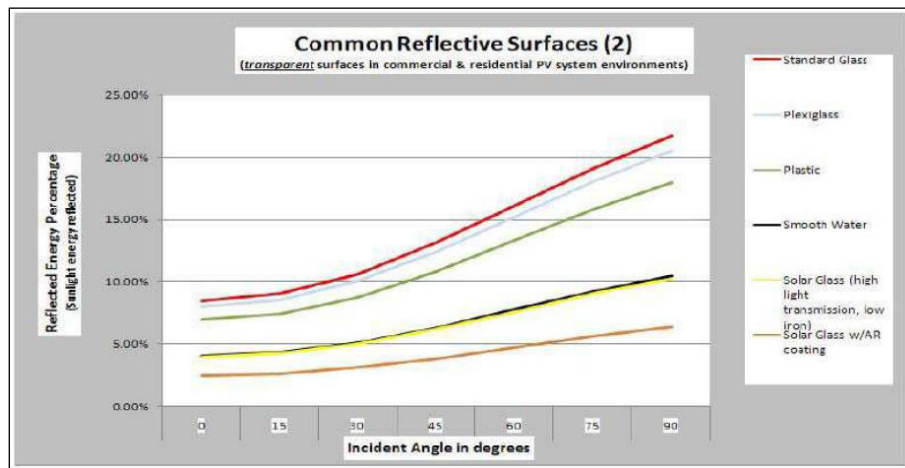


Abbildung 2: Reflexionsverhalten in Abhängigkeit vom Einfallswinkel<sup>4</sup>

Generell gilt, dass die an den Modulen auftretenden Reflexionen stark vom Einfallswinkel abhängen. Die Darstellung in Abbildung 2 zeigt das Reflexionsverhalten unterschiedlicher Oberflächen in Abhängigkeit vom Einfallswinkel. Bei zur Moduloberfläche nahezu parallelem Lichteinfall werden je nach Modultyp zwischen 7 % und 11 % der Solarstrahlung reflektiert. Das heißt in den Morgen- und Abendstunden kann mit einer maximalen Reflektionsrate von ca. 10 % gerechnet werden. Zu diesen Zeiten beträgt die Leuchtdichte der Sonne<sup>5</sup> rund  $6 \cdot 10^6 \text{ cd/m}^2$ . Die Leuchtdichte der Reflexion der Sonne am Modul beträgt damit um  $0,6 \cdot 10^6 \text{ cd/m}^2$ .

### C.1. Möglich Irritationen der Netzhaut durch Reflexionen

Das menschliche Auge kann sich in Abhängigkeit der Bestrahlungsstärke der Reflexion, der Entfernung und der Größe des reflektierenden Objektes unterschiedlich gut anpassen. Es wird dabei zwischen unkritischer Blendung, das Auge kann sich ohne Störung an die Helligkeit anpassen, kritischer Blendung, hierbei können vorübergehende Sehbeeinträchtigungen wie Nachbilder entstehen, und gefährlicher Blendung, das heißt dauerhafte Schädigung der Netzhaut, unterschieden. Die Grafik in Abbildung 4, die sich auf Untersuchungen des Sandia National Laboratories in Albuquerque<sup>6</sup> bezieht, stellt diese Bereiche grafisch dar. Ausgangspunkt der Grafik ist die Frage, wie groß die Einstrahlungsleistung auf die Netzhaut des Auges ist. Die Leistung bemisst sich aus der Einstrahlungsleistung der Sonne und dem Anteil an der Oberfläche der Netzhaut, den das Abbild der Photovoltaikanlage darauf einnimmt. Davon ausgehend, dass der Abstand der Augenlinse zur Netzhaut bei den Menschen nahezu gleich ist, kann als Maß der Winkel zwischen den Vektoren von der Mitte der Augenlinse zu den Außenkanten des Abbildes auf der Netzhaut  $\omega$  herangezogen werden, siehe Abbildung 3. Der Winkel in Radiant definiert sich durch  $\omega = \frac{d_s}{r}$ . Dabei ist  $d_s$  der Durchmesser des reflektierenden Objektes (Solar Park) und  $r$  ist der Abstand des Betrachters.

<sup>4</sup> Deutsche Flugsicherung (DFS): Aeronautical Information Publication – Luftfahrthandbuch AIP VFR.

<sup>5</sup> - Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI), (Stand: 08.10.2012)

<sup>6</sup> C. Ho, C. Ghanbari and R. Diver, 2011, Methodology to Assess Potential Glint and Glare Hazards From Concentrating Solar Power Plants.



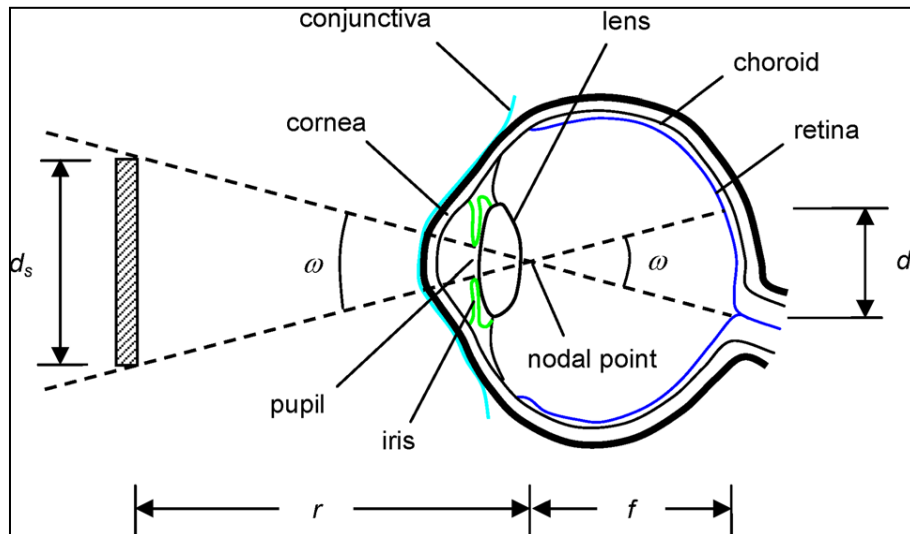
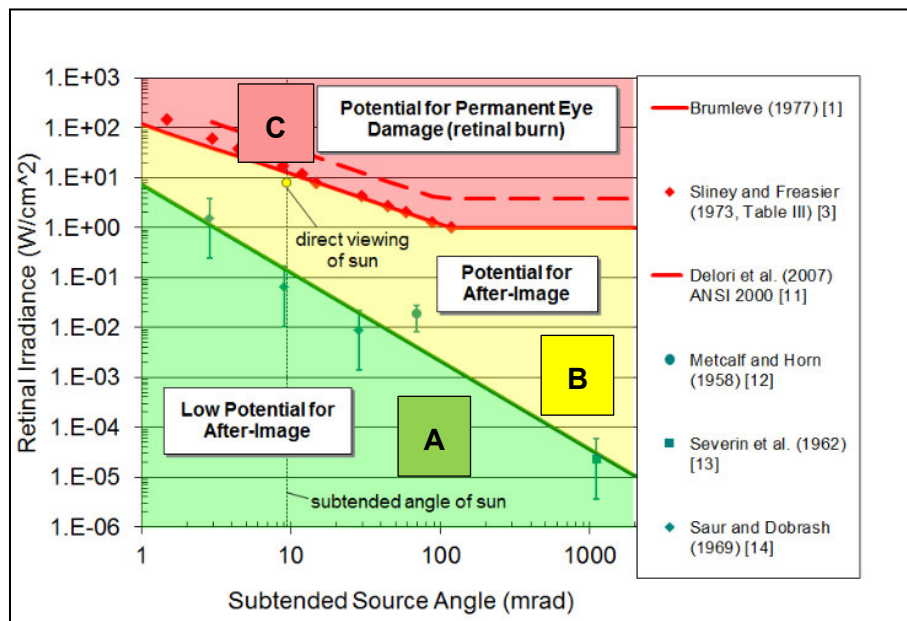


Abbildung 3: Auf die Netzhaut des Auges projiziertes Bild

Abbildung 4<sup>7</sup>: Potenzielle Auswirkung auf die Netzhaut bei kurzzeitiger Betrachtung von Strahlungsquellen

Im Diagramm in Abbildung 4 ist die Einstrahlungsstärke in  $\frac{W}{cm^2}$  im Verhältnis zum Winkel  $\omega$  aufgeführt. Die Linien geben die Grenzen wieder, die die Bereiche unkritische Reflexion (A), Nachbilder (B) und Blendung (C) unterscheiden. Bei der Darstellung wird von einem kurzen direkten Blick auf das reflektierende Objekt oder die Sonne ausgegangen.

<sup>7</sup> Ho, C. K., Ghanbari, C. M., and Diver, R. B., 2011, "Methodology to Assess Potential Glint and Glare Hazards From Concentrating Solar Power Plants: Analytical Models and Experimental Validation", ASME J. Sol. Energy Eng., 133.

## D. Analyse

### D.1. Grundlage und Vorgehensweise

#### D.1.1. Beschreibung Örtlichkeiten und PV-Feld

Die folgenden Angaben zur Anlage beruhen auf den vom Auftraggeber bereitgestellten Informationen. Hinzu kommen Informationen und Ansichten aus Google Earth<sup>8</sup> sowie der Online-Plattform „BayernAtlas“<sup>9</sup>.

Die Planfläche selbst liegt westlich von Bad Windsheim und nördlich der Bundesstraße B470, siehe blaue Fläche in Abbildung 5. Das Höhengniveau der Bundesstraße im Untersuchungsbereich (grüner Abschnitt) über Normalhöhennull (NHN) beträgt zwischen 311,7 m und 326,4 m. Östlich und nördlich der Planfläche verläuft die Staatsstraße St2252. Das Höhengniveau über NHN beträgt im Untersuchungsbereich (roter Abschnitt) zwischen 313,0 m und 323,2 m. Nordöstlich der Planfläche befindet sich die der Gemeindeteil Kleinwindsheimermühle. Dieser besteht aus mehreren Landwirtschaftlich genutzten Gebäuden im Süden und Osten und einem Wohnhaus im Nordosten des Gebäudeensembles, siehe Abbildung 6. Das Höhengniveau der Planfläche variiert zwischen 311,5 m und 322,4 m.

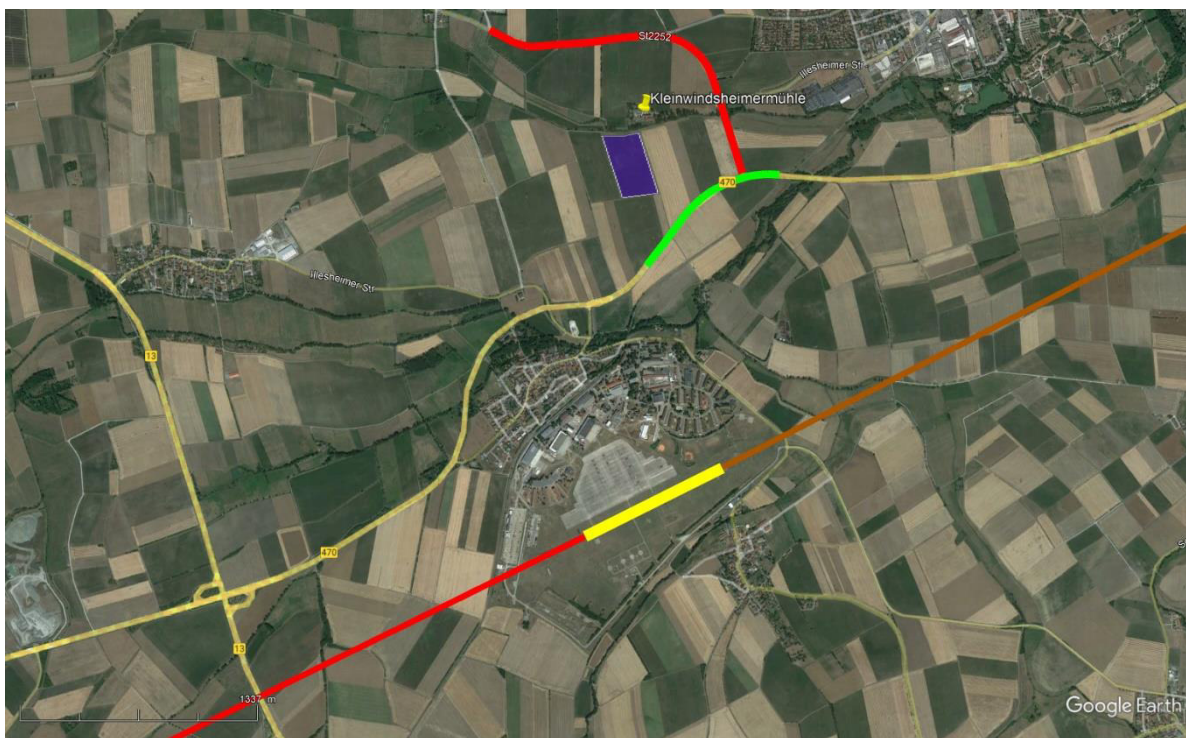


Abbildung 5: Google Earth ©2024 Lageplan der Planfläche

Der Flugplatz Illesheim befindet sich südlich der Bundesstraße B470. Die Landebahn, siehe gelbe Fläche in Abbildung 5, ist von Südwest nach Nordost ausgerichtet. Die braune und rote Linie südlich der Planfläche stellen mögliche An- und Abflugkorridore im Ost und Westen mit

<sup>8</sup> ©2024 Google, Bildaufnahme 3/2021

<sup>9</sup> Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung, Alexandrastraße 4, 80538 München  
<https://geoportal.bayern.de/bayernatlas/?topic=ba&lang=de&bgLayer=atkis&catalogNodes=11,122>



einer Länge von jeweils zwei Meilen dar. Das Höhenniveau des Hubschrauberlandeplatz Illesheim über Normalhöhennull (NHN) beträgt im Untersuchungsbereich 327 m. Die Höhe der Flugkorridore an den Endpunkten liegt bei in etwa 498,0 m.



Abbildung 6: Google Earth ©2024 Lageplan Planfläche mit Kleinwindsheimermühle

Die Analyse erfolgt für eine Ausrichtung der Module nach Süden mit einem Azimut von  $171^\circ$  ( $N=0^\circ$ ) bei einer Modulneigung von  $15^\circ$  bis  $20^\circ$ . Alternativ wird eine Ost-West-aufgeständerte Anlage mit einer Modulneigung von  $15^\circ$  in Erwägung gezogen. Die minimale Höhe der Gestellreihen über dem Boden wird mit 0,8 m, einem in Deutschland üblichen Planungswert, angenommen. Es wird davon ausgegangen, dass drei kristalline Module hochkant übereinander montiert werden. Die maximale Höhe der Gestelle wird mit rund 3,5 m angesetzt.

### D.1.2. Vorgehensweise

Für die Berechnung der Reflexionen wird das Berechnungsverfahren der Sandia National Laboratories SGHAT<sup>10</sup> verwendet. Dies wird über die Web-basierte Anwendung von Forge Solar<sup>11</sup> zur Verfügung gestellt.

Für die Berechnung werden in der GIS-Anwendung die Planfläche, die zu untersuchenden Bereiche der Bundesstraße und Staatstraße gemäß Abbildung 5 eingetragen. Ebenso wird der Bereich des Wohnhauses definiert und das Flugfeld mit den oben genannten Flugkorridoren, die als Orientierung für eine mögliche Beeinträchtigung des Flugbetriebs herangezogen werden.

<sup>10</sup> Solar Glare Hazard Analysis Tool (SGHAT) <https://ip.sandia.gov/opportunity/solar-glare-hazard-analysis-tool-sghat/>

<sup>11</sup> © Sims Industries, LLC d/b/a ForgeSolar <https://forgesolar.com/>

Nach Abschluss der Bestimmung möglicher sichtbarer Reflexionen und deren Einstrahlungsstärke erfolgt eine Bewertung, inwieweit die Reflexionen von Fahrzeugführern wahrgenommen werden können und wie sich diese auswirken.

## **D.2. Geometrische Betrachtung**

### **D.2.1. Grundlage**

Die geometrische Betrachtung wird mit einer Höhe der Modulunterkante der Module von 0,8 m durchgeführt. Erfahrungsgemäß stellt dies den ungünstigsten Fall dar.

Die Augenposition der LKW- und PKW-Fahrer wird mit einem Durchschnittswert von 1,9 m über der Straße angesetzt. Bei der Betrachtung wird von einem Blickwinkel von 80° ausgegangen.

Die Analyse der Lichtimmissionen an den Gebäuden erfolgt im EG für eine mittlere Höhe von 2,0 über Geländeoberkante und für das OG mit 5,0 m über Geländeoberkante

Die Betrachtung für den Flugverkehr konzentriert sich im ersten Ansatz auf zwei Flugkorridore, die einen Gleitwinkel von 3° aufweisen. Der Blickwinkel der Piloten wird mit 180° in der Horizontalen und 50° in der vertikalen nach unten angesetzt.

### **D.2.2. Ergebnisse der geometrischen Betrachtung**

Die nachfolgenden Ergebnisse der geometrischen Betrachtung für die Planfläche gehen von freien Blickbeziehungen aus („worst case“). Abschattungen durch Bäume, Böschungen etc. sind nicht berücksichtigt.

Die Spalten „Jahressumme Lichtimmission Grün“ geben die Werte in Minuten bzw. Stunden wieder, in den Lichtimmissionen an den Betrachtungsobjekten auftreten, die aber als unkritisch zu bewerten sind, siehe Abbildung 4. Die Spalten „Jahressumme Lichtimmission Gelb“ geben die Dauer der Lichtimmissionen wieder, die zu Nachbildern führen können und daher als kritisch zu bewerten sind.

Es zeigt sich bei einer Südausrichtung mit einem Azimut von 171° und Modulneigungen zwischen 15° und 20°, dass nur auf der Bundesstraße B470 Lichtimmissionen der Kategorie Gelb auftreten.

Bei einer Ausrichtung der Module nach Ost und West treten Lichtimmissionen der Kategorie Gelb auf der Bundesstraße B470, der Staatstraße St2252 und an den Gebäuden Kleinwindsheimermühle auf.

Tabelle 2: Datums- und Zeitbereiche der Reflexionen an den Betrachtungspunkten

Betrachtungspunkt	Jahressumme Lichtimmission Grün		Jahressumme Lichtimmission Gelb	
	[min]	[h]	[min]	[h]
<b>Azimut 171° Modulneigung 15°</b>				
B470	2.529	42,1	3.063	51,0
St2252	0	0,0	0	0,0
Flugpfad Ost	4.290	71,5	0	0,0
Flugpfad West	0	0,0	0	0,0
Gebäude EG	0	0,0	0	0,0
Gebäude OG	0	0,0	0	0,0
<b>Azimut 171° Modulneigung 20°</b>				
B470	2.512	41,9	3.126	52,1
St2252	0	0,0	0	0,0
Flugpfad Ost	4.109	68,5	0	0,0
Flugpfad West	0	0,0	0	0,0
Gebäude EG	0	0,0	0	0,0
Gebäude OG	0	0,0	0	0,0
<b>Azimut 71/251° Modulneigung 15°</b>				
B470	4.230	70,5	815	13,6
St2252	1.889	31,5	2.135	35,6
Flugpfad Ost	94	1,6	0	0,0
Flugpfad West	0	0,0	0	0,0
Gebäude EG	3.161	52,7	6.182	103,0
Gebäude OG	4.336	72,3	7.801	130,0

In Abbildung 7 bis Abbildung 12 ist das Gefahrenpotential der Lichtimmissionen grafisch für die Lichtimmissionen auf der Bundesstraße B470, der Staatsstraße St2252 und der Kleinwindsheimermühle dargestellt. Die Analyse zeigt, dass die Lichtimmissionen im Bereich mit möglichen Nachbildern sich nahe dem Bereich mit unkritischen Lichtimmissionen befinden.

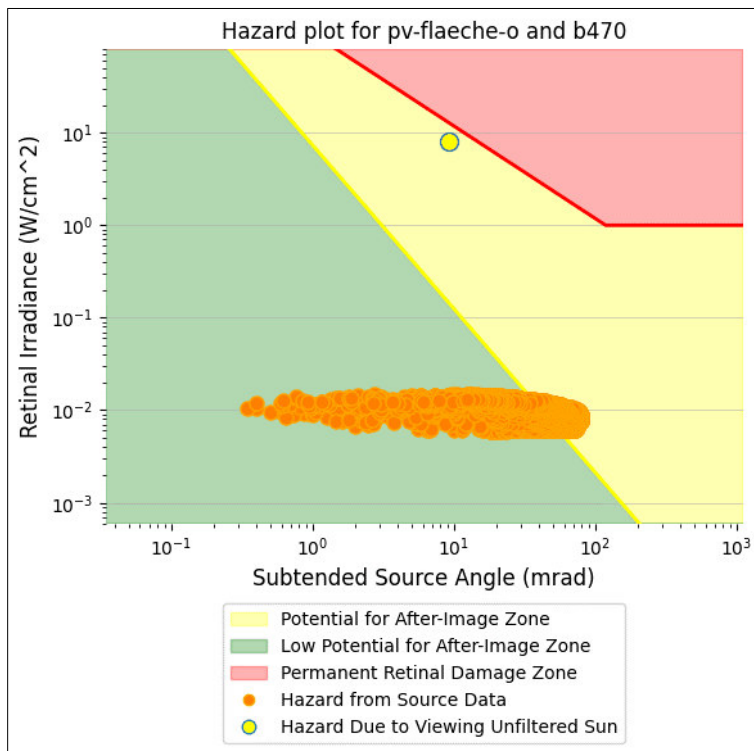


Abbildung 7: Gefahrenpotential Lichtimmissionen auf der B470 (171°/15°)

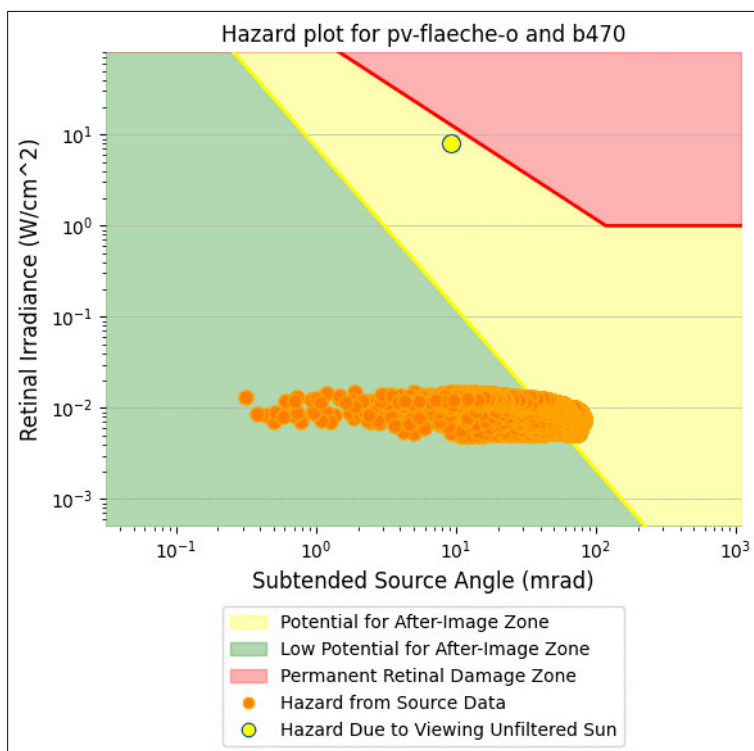


Abbildung 8: Gefahrenpotential Lichtimmissionen auf der B470 (171°/20°)

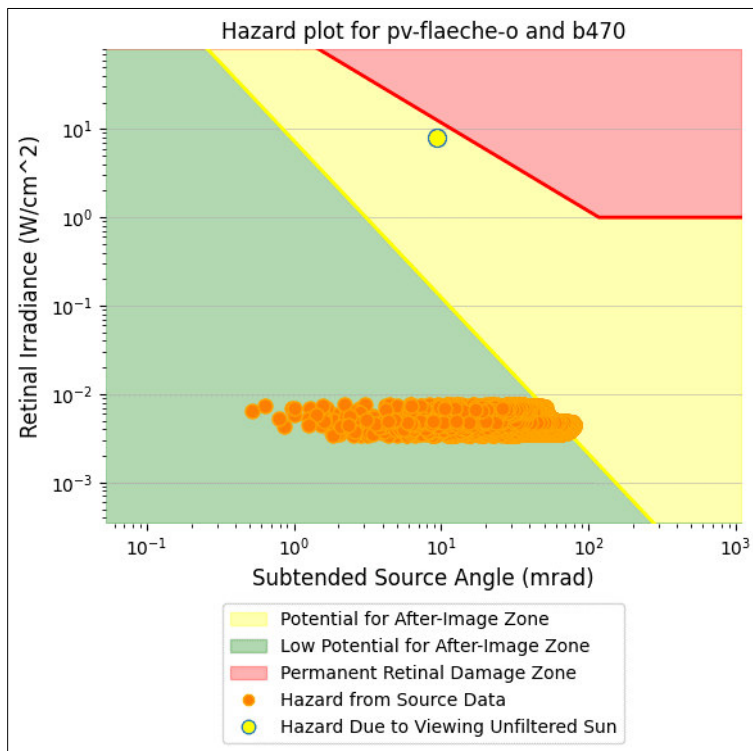


Abbildung 9: Gefahrenpotential Lichtimmissionen auf der B470 (71°/15°)

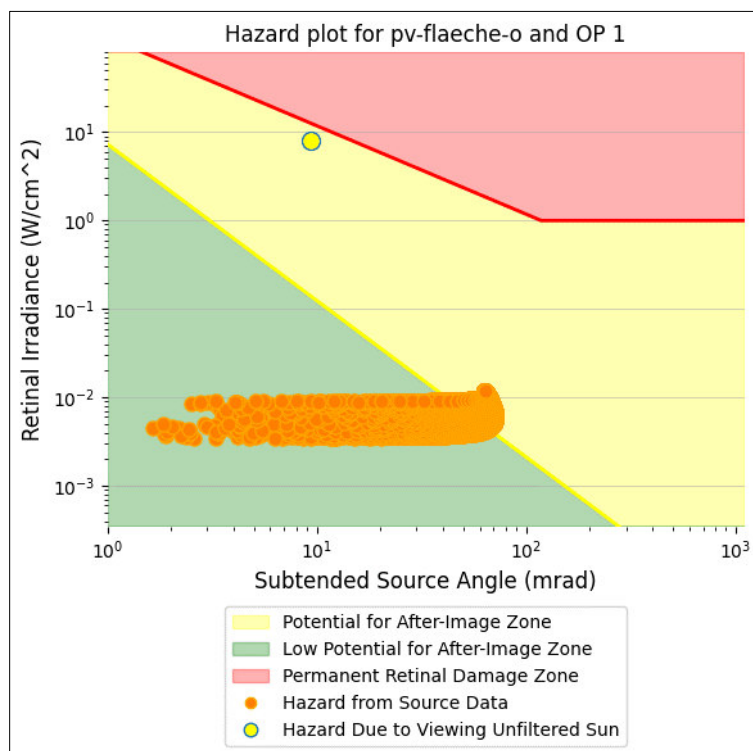


Abbildung 10: Gefahrenpotential Lichtimmissionen Kleinwindsheimermühle EG (71°/15°)

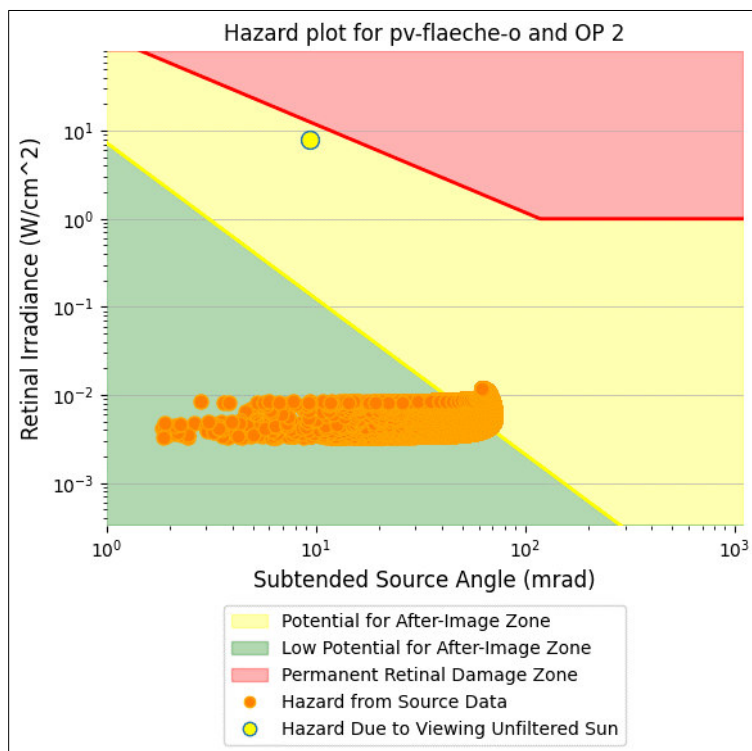


Abbildung 11: Gefahrenpotential Lichtimmissionen Kleinwindheimermühle OG (71°/15°)

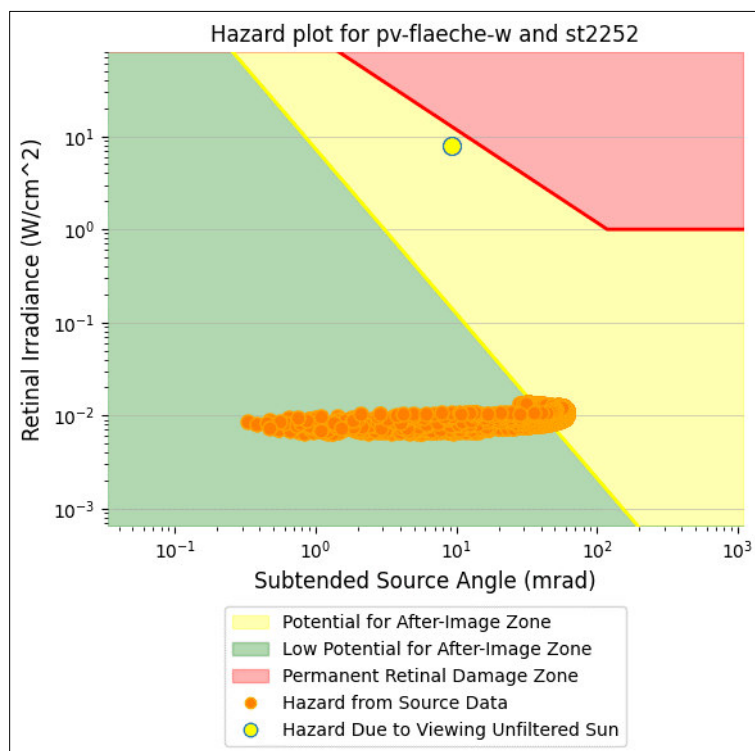
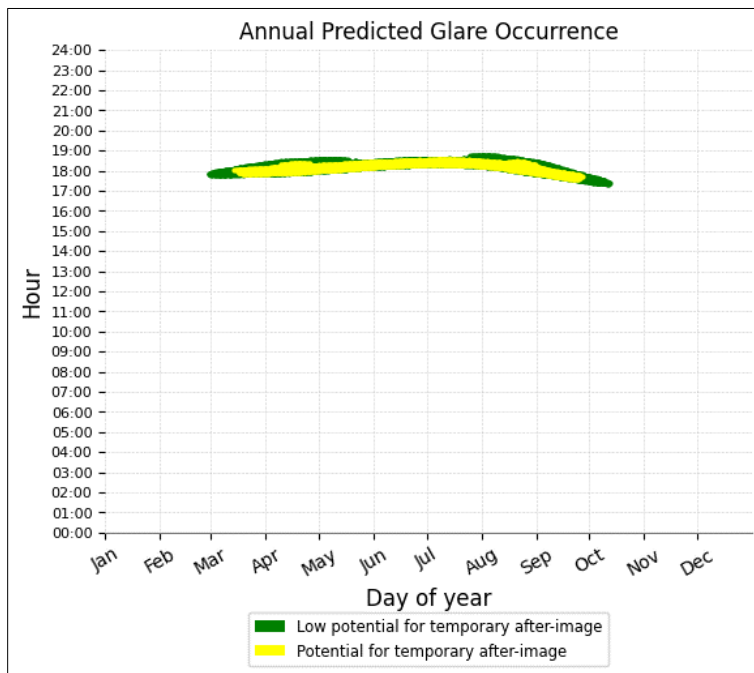


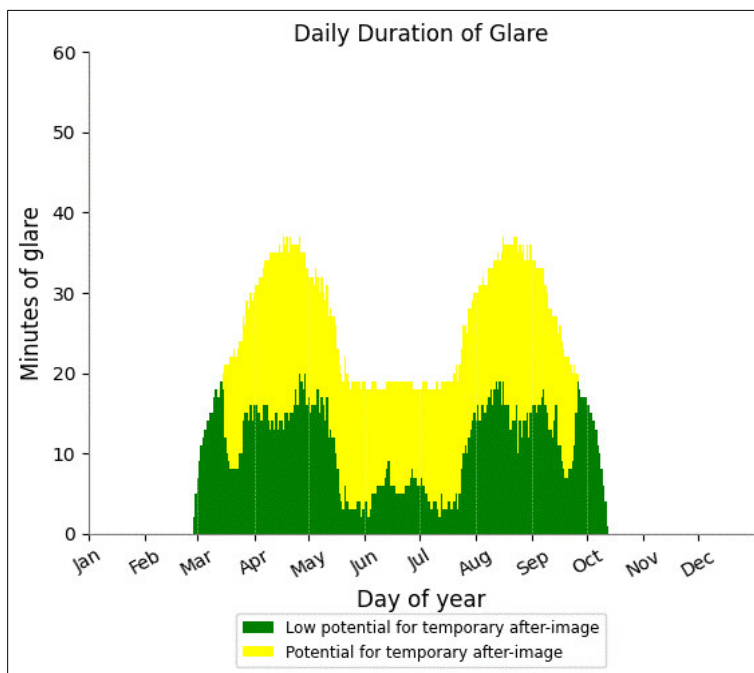
Abbildung 12: Gefahrenpotential Lichtimmissionen auf der St2252 (251°/15°)

In den folgenden Diagrammen Abbildung 13 bis Abbildung 24 sind die Zeiten und die Dauer, zu denen die Lichtimmissionen auf der B470, der St2252 und den Gebäuden Kleinwindheimermühle auftreten, dargestellt.

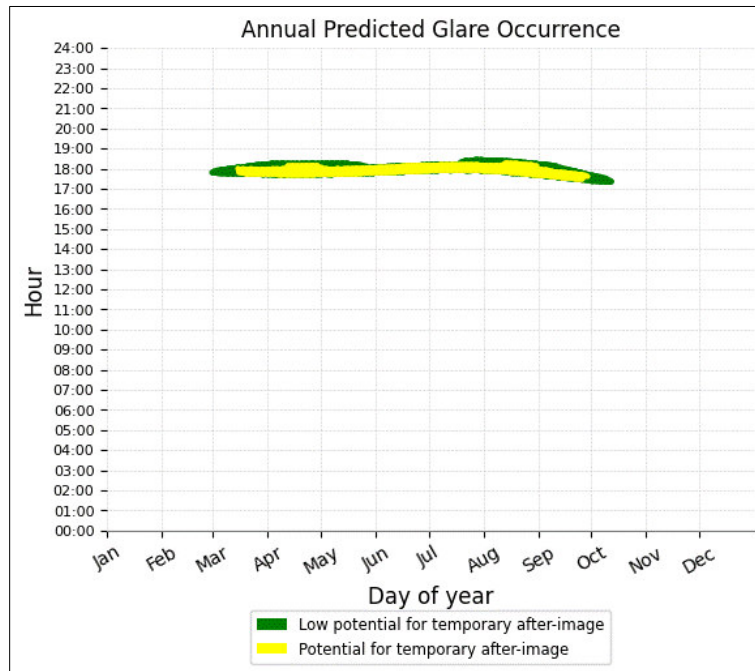




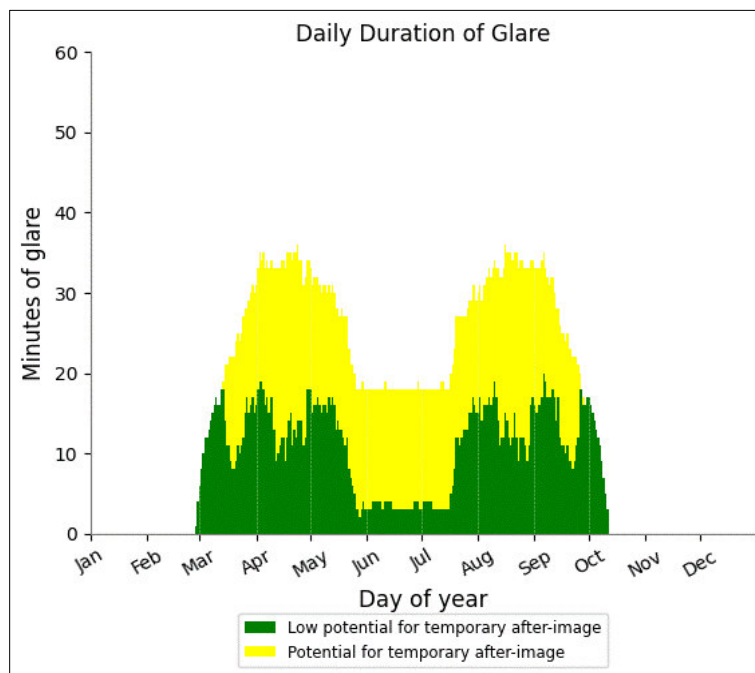
**Abbildung 13: Reflexionszeiten B470 (171°/15°)**



**Abbildung 14: Reflexionsdauer B470 (171°/15°)**

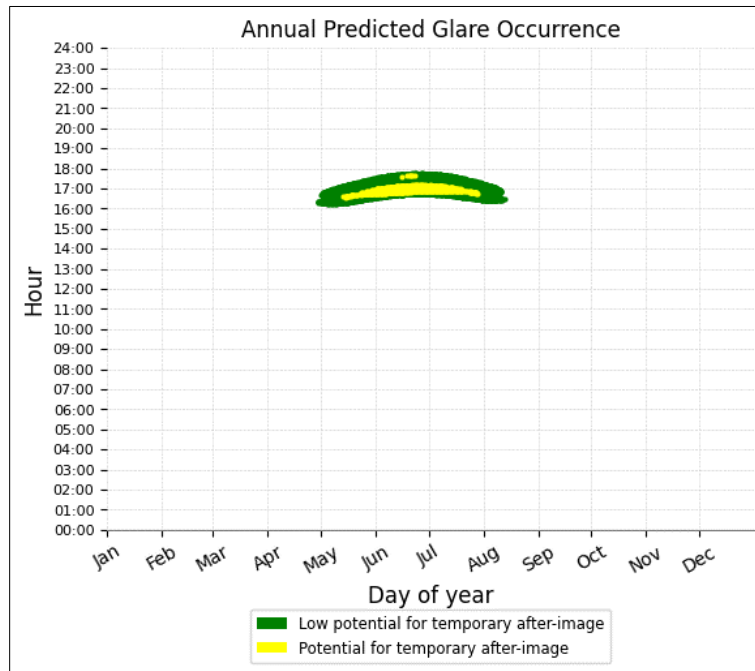


**Abbildung 15: Reflexionszeiten B470 (171°/20°)**

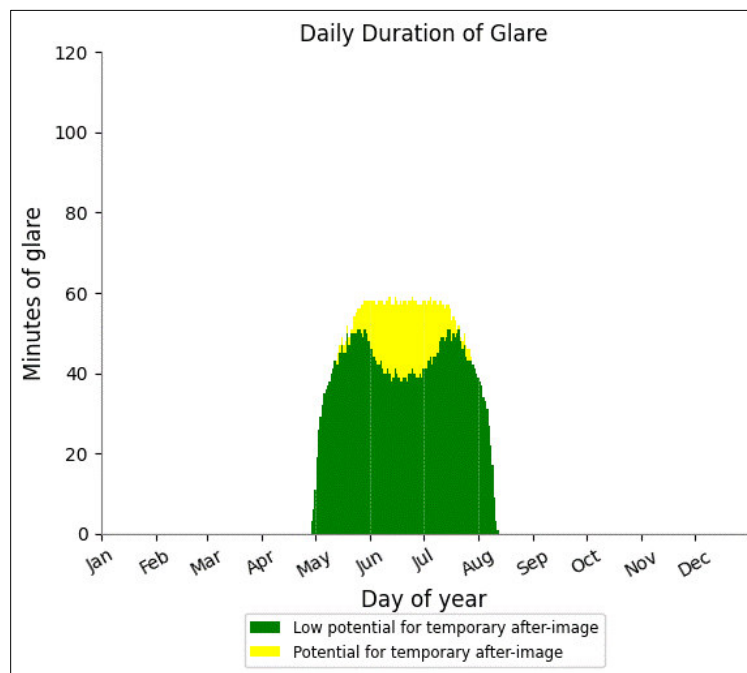


**Abbildung 16: Reflexionsdauer B470 (171°/20°)**

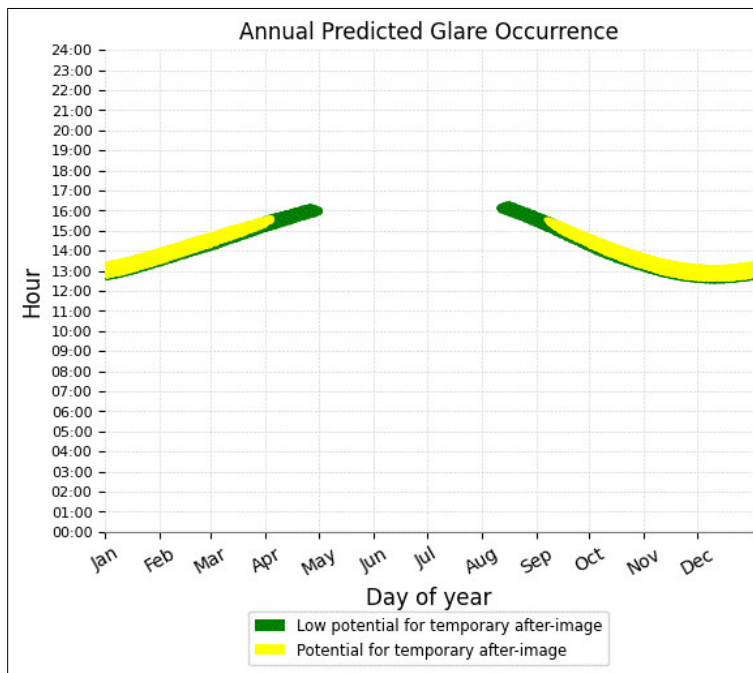




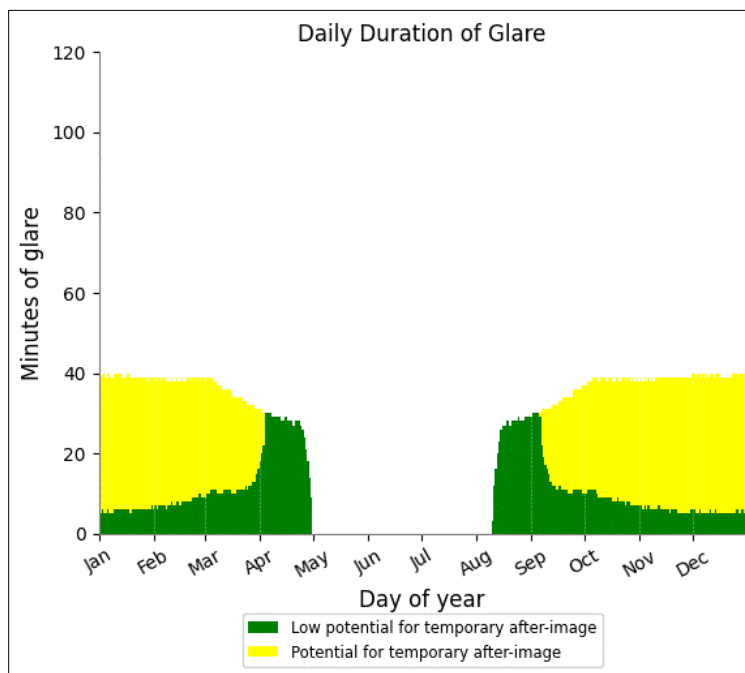
**Abbildung 17: Reflexionszeiten B470 (71°/15°)**



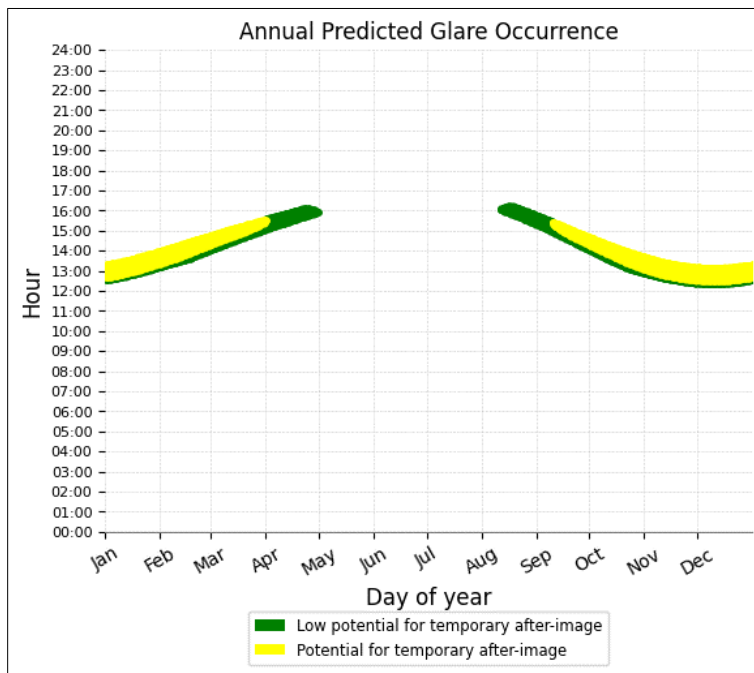
**Abbildung 18: Reflexionsdauer B470 (71°/15°)**



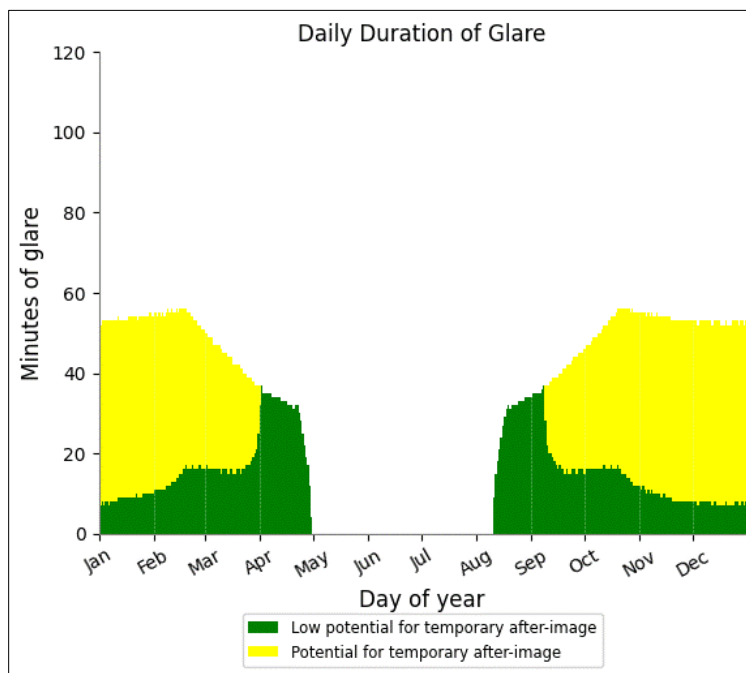
**Abbildung 19: Reflexionszeiten Kleinwindsheimermühle EG (71°/15°)**



**Abbildung 20: Reflexionsdauer Kleinwindsheimermühle EG (71°/15°)**



**Abbildung 21: Reflexionszeiten Kleinwindshiemermühle OG (71°/15°)**



**Abbildung 22: Reflexionsdauer Kleinwindshiemermühle OG (71°/15°)**

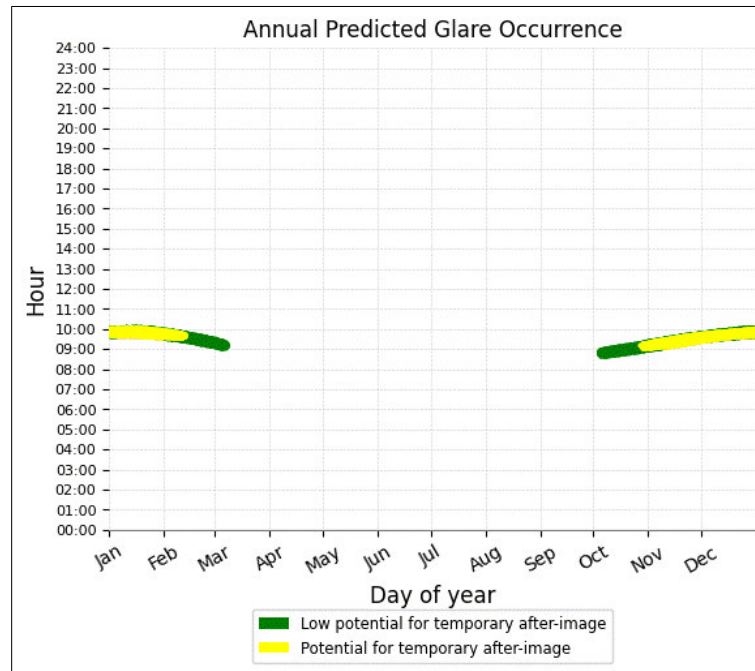


Abbildung 23: Reflexionszeiten St2252 (251°/15°)

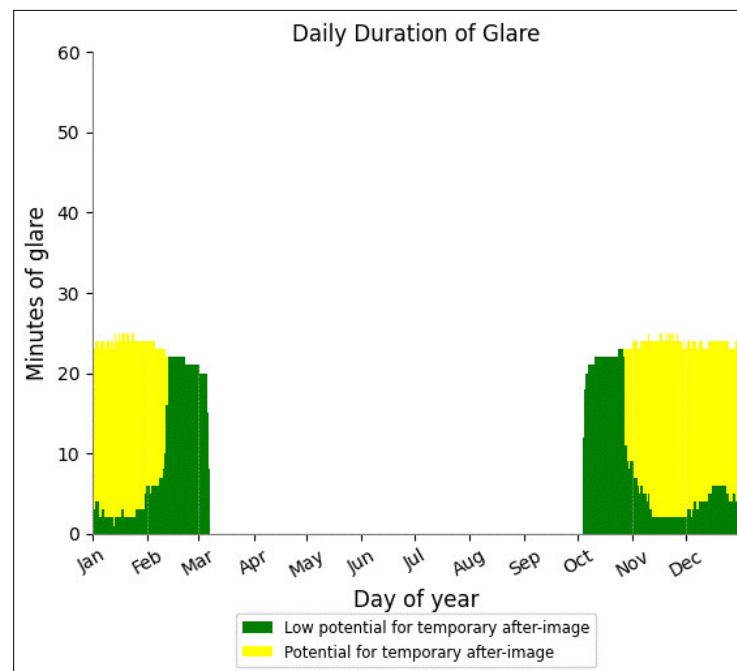


Abbildung 24: Reflexionsdauer St2252 (251°/15°)

Die folgenden Grafiken Abbildung 25 bis Abbildung 26 zeigen die spezifischen Bereiche der Photovoltaikanlage, von denen Lichtemissionen für B470, St2252 und die Gebäude Kleinwindsheimermühle ausgehen. Die Farben entsprechen den Kategorien der Lichtimmissionen Grün und Gelb.

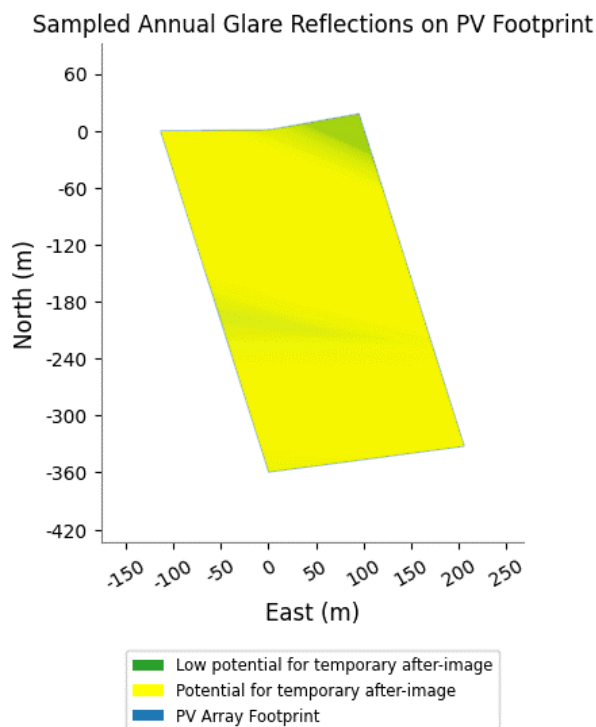


Abbildung 25: Spezifischer Emissionsbereich für die B470 (171°/15°)

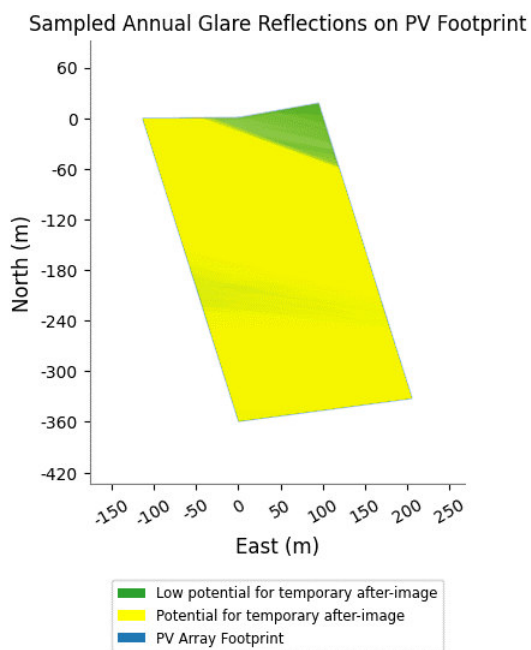


Abbildung 26: Spezifischer Emissionsbereich für die B470 (171°/20°)

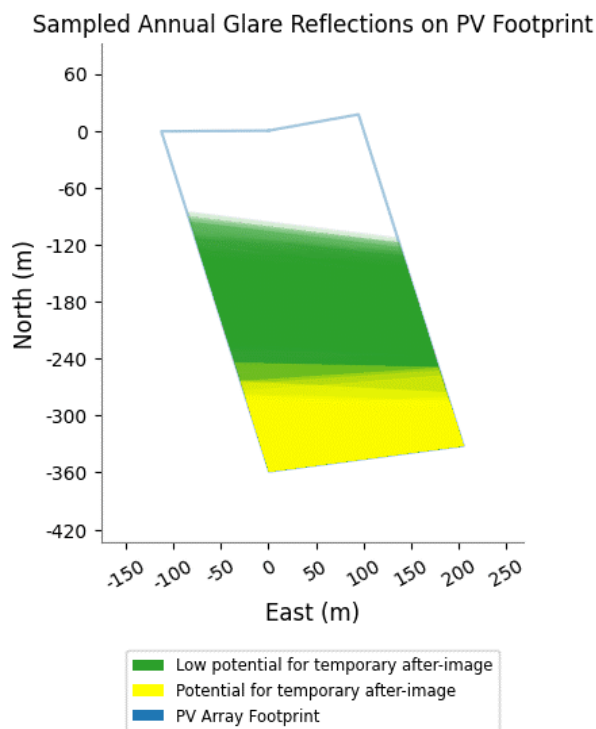


Abbildung 27: Spezifischer Emissionsbereich für die B470 (71°/15°)

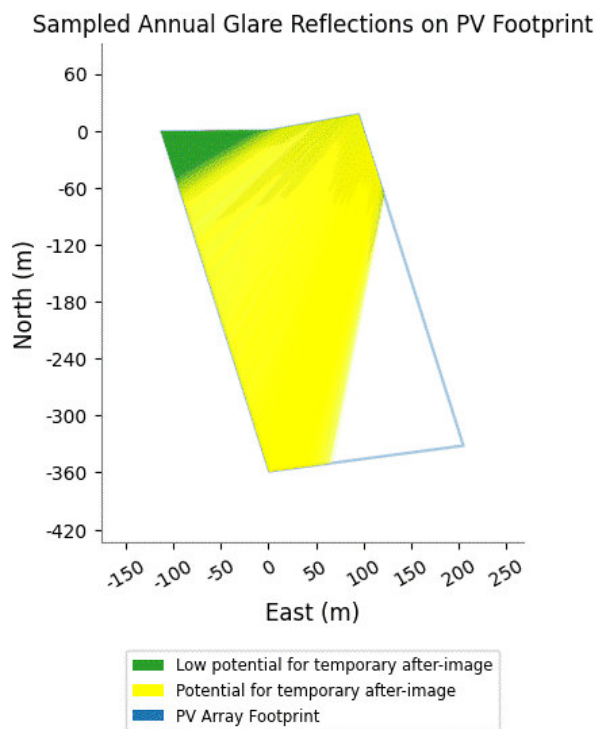


Abbildung 28: Spezifischer Emissionsbereich für die Kleinwindsheimermühle EG (71°/15°)

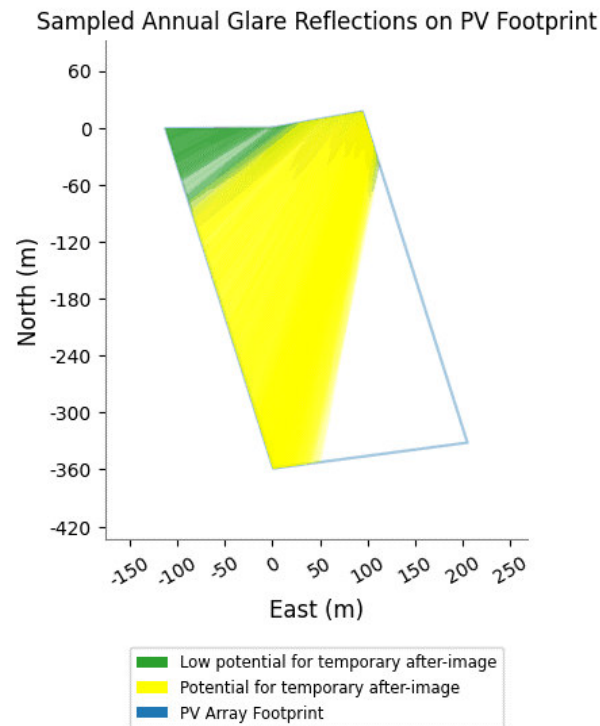


Abbildung 29: Spezifischer Emissionsbereich für die Kleinwindsheimermühle OG (71°/15°)

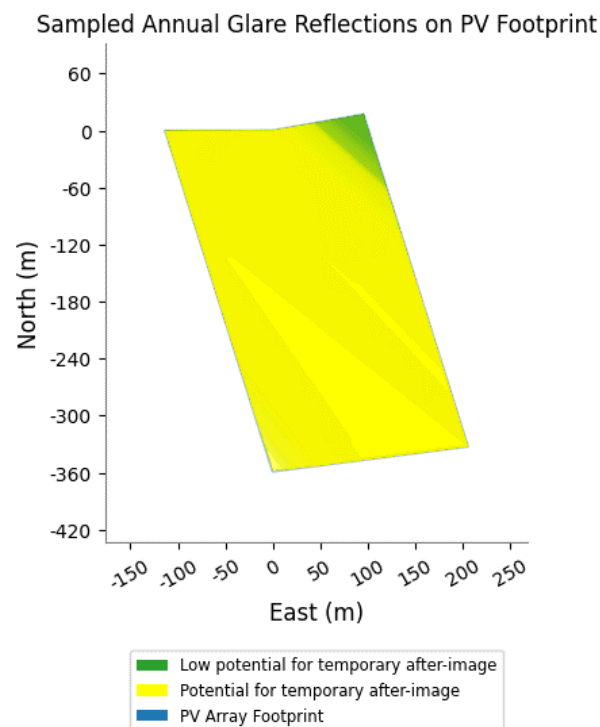


Abbildung 30: Spezifischer Emissionsbereich für die St2252 (251°/15°)

In Abbildung 31 ist der Flugpfad Ost schematisch dargestellt. Der Endpunkt links stellt das südwestliche Ende des Flugpfades dar. Die Darstellung zeigt die Zusammenfassung der Ergebnisse für die Ausrichtungen der Module 171° und 71°.

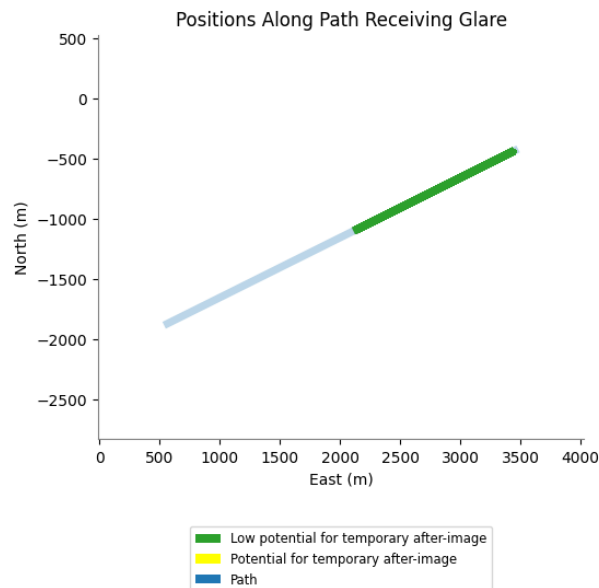


Abbildung 31: Immissionsbereich Flugpfad Ost (171° & 71°)

### D.2.3. Sichtbarkeit und Wahrnehmung von Reflexionen

#### Bundesstraße B470

Es zeigt sich auf der Bundesstraße, dass in einem Abschnitt östlich der Photovoltaikanlage Lichtimmissionen bei einer Südausrichtung und bei einer Ost-West-Ausrichtung auftreten, die zu Nachbildern führen können, siehe Abbildung 32.

Eine grobe Analyse der Sonnenhöhe auf der Seite „sonnenverlauf.de“ zu den Zeiten der Lichtimmissionen, zeigt, dass die Sonnenhöhe im Sommer bei um die 30° liegt.

In Abbildung 32 gibt der gelbe Bereich die Lichtimmissionen wieder, die bei einem Azimut der Module von 171° bei einer Modulneigung zwischen 15° und 20° auftreten, und der rote Bereich die Lichtimmissionen bei einem Azimut von 71° und einer Modulneigung von 15°. Die schwarzen Linien geben Schnittlinien wieder, für die nachfolgend eine Höhenanalyse des Geländeverlaufs durchgeführt wird, siehe Abbildung 33 bis Abbildung 37. Die Höhenanalyse wird für die Augenposition von LKW-Fahrern mit 2,5 m durchgeführt.



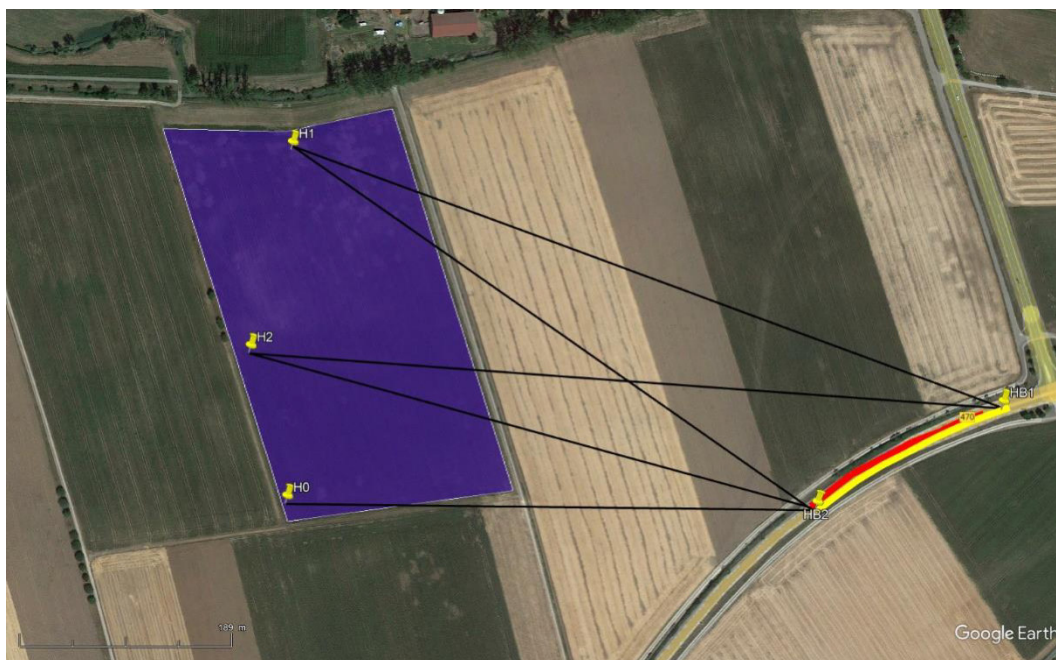


Abbildung 32: Bereich mit Lichtimmissionen auf B470 für Azimutwerte 171° und 71°

Die Höhenanalysen wurden für einen Abstand des Sichtschutzes zu den naheliegenden Modulen von rund 3 m durchgeführt. Es zeigt sich, dass ein Sichtschutz von 3,4 m Höhe an der Ostgrenze und 3,6 m der Südgrenze der Planfläche notwendig ist, um Lichtimmissionen auf der B470 im Bereich zwischen HB1 und HB2 zu vermeiden.

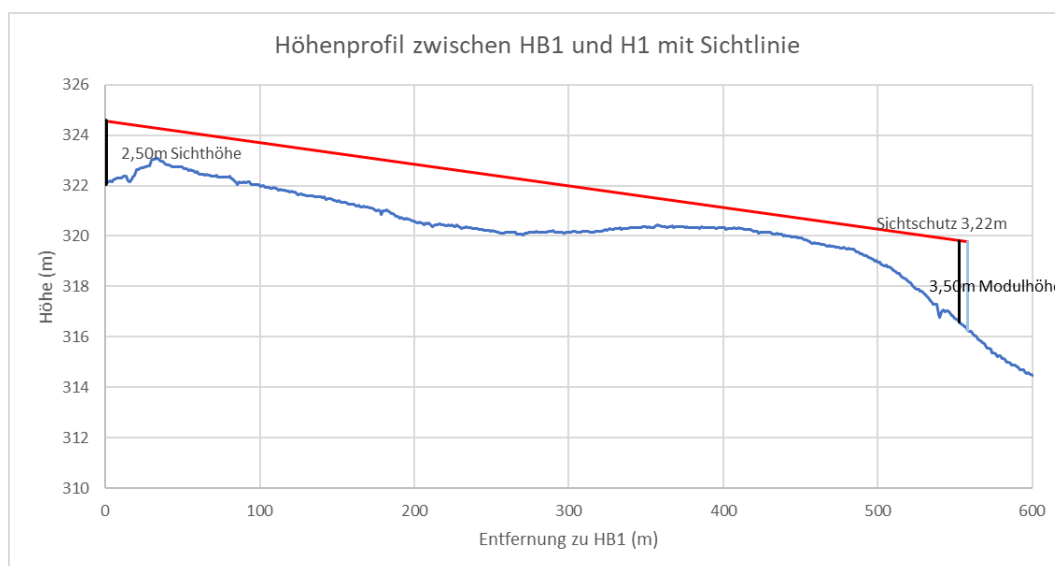


Abbildung 33: B470 Analyse Höhenlinie HB1 - H1

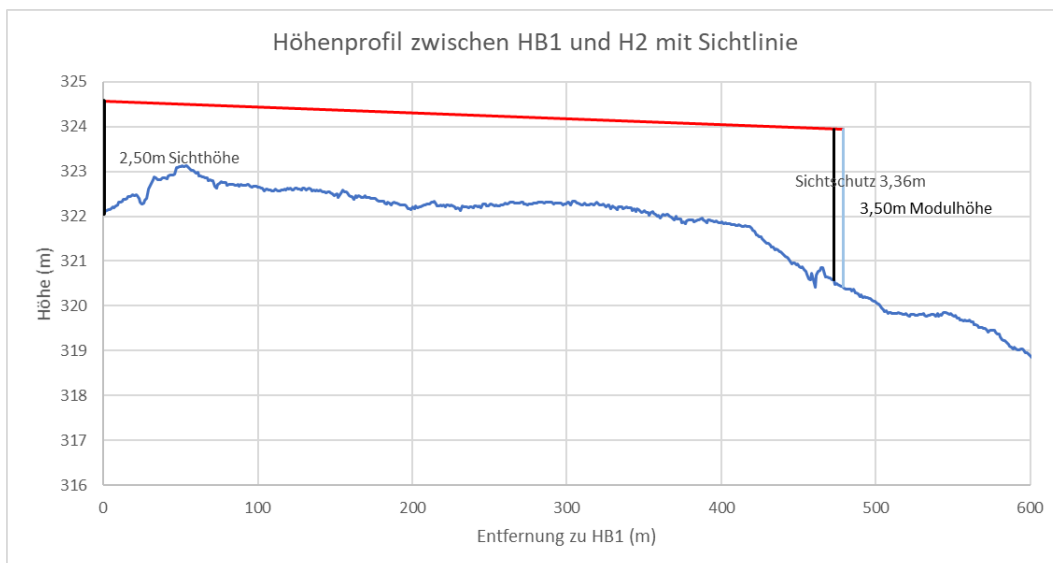


Abbildung 34: B470 Analyse Höhenlinie HB1 - H2

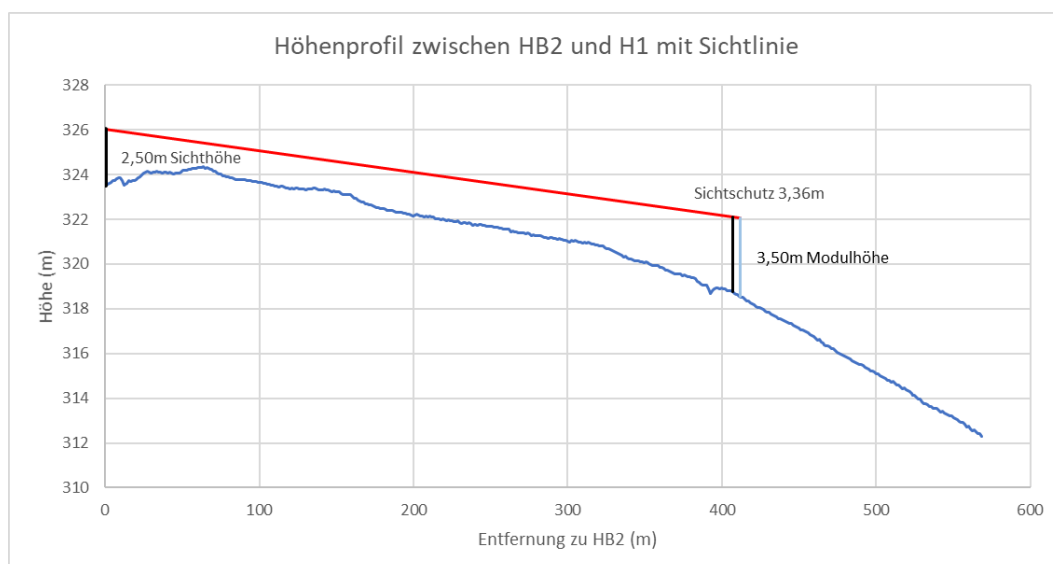


Abbildung 35: B470 Analyse Höhenlinie HB2 - H1

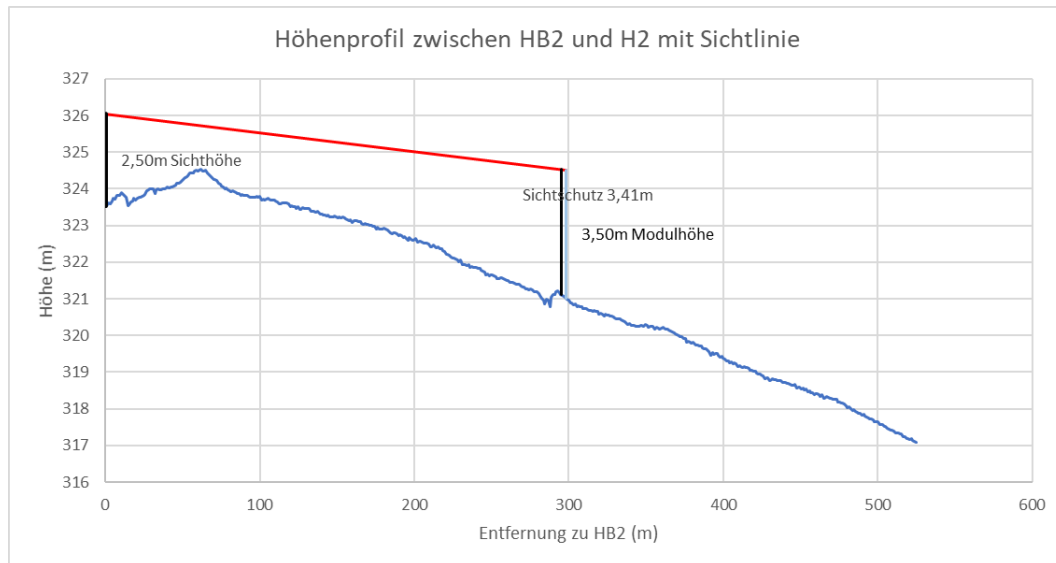


Abbildung 36: B470 Analyse Höhenlinie HB2 - H2

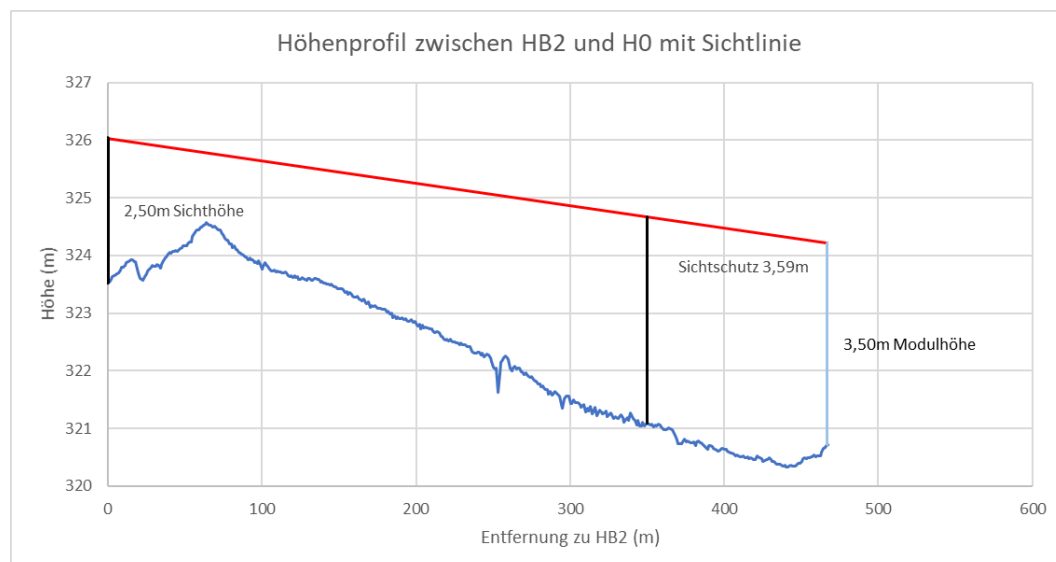


Abbildung 37: B470 Analyse Höhenlinie HB2 – H0

Eine ergänzende Betrachtung zeigt, dass die Unterkante des Sichtschutzes auf eine Höhe von 1 m über GOK gesetzt werden kann, ohne die Funktion einzuschränken.

Die Analyse zeigt, dass ein Sichtschutz an der Ostseite der Anlage benötigt wird. In Abbildung 38 ist für die B470 die Fläche der reflektierenden Module auf der Planfläche bei einem Azimut von  $171^\circ$  und Modulneigungen zwischen  $15^\circ$  und  $20^\circ$  dargestellt. Die schwarze Linie stellt den Bereich dar, in dem ein Sichtschutz benötigt wird. Die Länge beträgt rund 312 m.



Abbildung 38: B470 Sichtschutz Ostseite für Azimut 171°

In Abbildung 39 ist für die B470 die Fläche der reflektierenden Module auf der Planfläche bei einem Azimut von 71° und einer Modulneigungen von 15° dargestellt. Die schwarze Linie stellt den Bereich dar, in dem ein Sichtschutz auf einer Länge von rund 91 m benötigt wird.



Abbildung 39: B470 Sichtschutz Ostseite für Azimut 71°

Die Analyse zeigt weiterhin, dass ein Sichtschutz an der Südseite der Anlage benötigt wird. In Abbildung 40 ist für die B470 die Fläche der reflektierenden Module auf der Planfläche bei einem Azimut von 71° und einer Modulneigungen von 15° dargestellt. Die schwarze Linie stellt den Bereich dar, in dem ein Sichtschutz auf einer Länge von rund 175 m benötigt wird.





Abbildung 40: B470 Sichtschutz Südseite für Azimut 171° & 71°

### Staatsstraße St2252

Es zeigt sich in Kapitel D.2.2, dass auf der Staatsstraße in einem Abschnitt östlich der Photovoltaikanlage Lichtimmissionen auftreten können, die zu Nachbildern führen können, siehe Abbildung 41.

Die Lichtimmissionen treten im Spätherbst und den Wintermonaten auf. Die Sonnenhöhe zum Zeitpunkt der Lichtimmissionen mit möglichen Nachbildern liegt nach einer ersten Analyse auf der Seite „sonnenverlauf.de“ im Maximum bei 19° (28. Oktober). Die Sonne steht somit tief hinter den Modulen. Die Entfernung der Straße zu den reflektierenden Modulen liegt zwischen 645 m und 1.220 m.

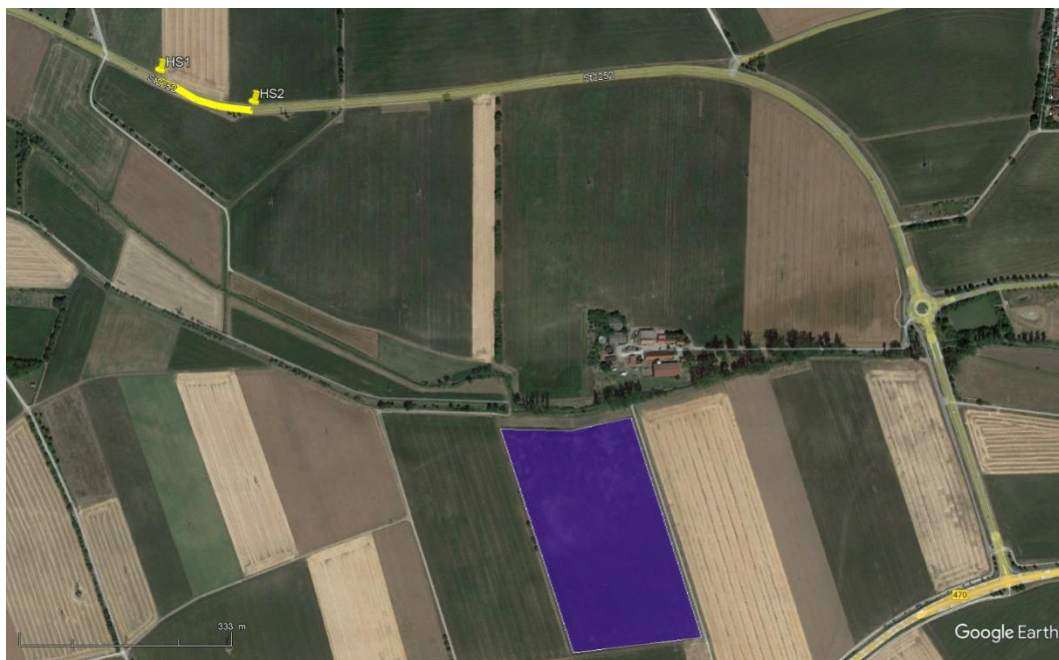


Abbildung 41: Bereich mit Lichtimmissionen auf St2252 für Azimut 251°

Der gelbe Bereich gibt die Lichtimmissionen wieder, die bei einem Azimut der Module von 251° auftreten.

### Kleinwindsheimermühle

In Abbildung 42 ist der Bereich auf der Planfläche dargestellt, der zu Lichtimmissionen an den Gebäuden Kleinwindsheimermühle führt. Die roten Linien geben die Ränder der Sichtbeziehungen zwischen dem Wohngebäude Kleinwindsheimermühle, welches sich im nördlichen Bereich befindet, und den Emissionsbereichen wieder.



Abbildung 42: Bereich mit Lichtimmissionen Kleinwindsheimermühle für Azimut 71°

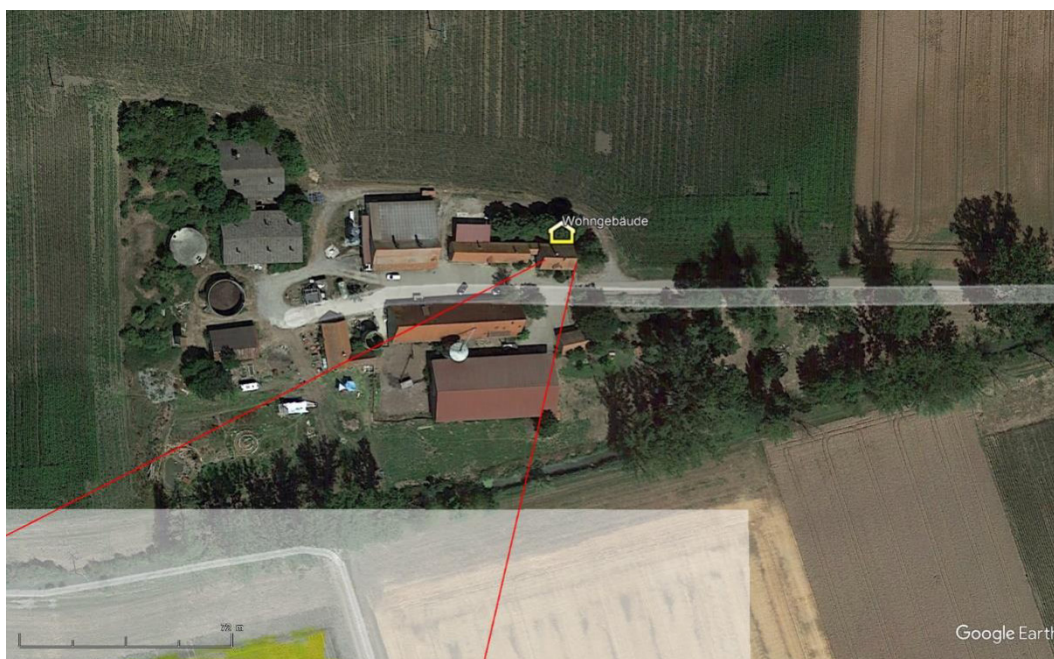


Abbildung 43: Sichtwinkel Kleinwindsheimermühle auf Emissionsbereich für Azimut 71°

## 8.2

Es zeigt sich in Abbildung 43, dass am Wohngebäude kein freier Blick auf die reflektierenden Module besteht. Zwischen dem Emissionsbereich und dem Gebäude befinden sich Wirtschaftsgebäude, sowie Bäume und Büsche.



## E. Bewertung

### Flughafen Illesheim

Aus den Ergebnissen der geometrischen Reflexionsbetrachtung in Kapitel D.2.2 geht hervor, dass auf den Flugpfaden keine kritischen Lichtimmissionen zu erwarten sind. Dies gilt für die Südausrichtung der Module mit einem Azimut von  $171^\circ$  und Modulneigungen zwischen  $15^\circ$  und  $20^\circ$  sowie der Ausrichtung mit einem Azimut von  $71^\circ/251^\circ$  bei einer Modulneigung von  $15^\circ$ . Es zeigt sich auch, dass die ersten Lichtimmissionen erst in einer Entfernung von rund 2.000 m östlich zum Flugfeld auftreten, siehe Abbildung 31. Damit ist davon auszugehen, dass auch auf dem Flugfeld und dessen Randbereichen keine Lichtimmissionen auftreten. Eine Störung des Flughafenbetriebes durch Lichtemissionen der Photovoltaikanlage Illesheim-Nord ist nicht zu erkennen.

### Bundesstraße B470

Aus den Ergebnissen der geometrischen Reflexionsbetrachtung in Kapitel D.2.2 geht hervor, dass auf der Bundesstraße B470 Lichtimmissionen auftreten können, die zu Nachbildern führen können. Dies gilt für die untersuchte Südausrichtung mit  $171^\circ$  Azimut und Modulneigungen zwischen  $15^\circ$  und  $20^\circ$  als auch für eine Ost-West-Ausrichtung mit  $71^\circ$  bzw.  $251^\circ$  Azimut und einer Modulneigung von  $15^\circ$ . Die Lichtimmissionen treten in den Nachmittags- und Abendstunden von Mitte März bis Ende September auf. Die Emissionen liegen im Sichtfeld der Fahrzeugführer.

Eine Analyse der Topologie zeigt, dass die Photovoltaikanlage in einer Mulde liegt. Allerdings reicht die Höhendifferenz nicht aus, die Sicht von der Straße auf die reflektierenden Module vollständig zu unterbinden. Die Sonne steht in den Sommermonaten mit einer Sonnenhöhe um die  $30^\circ$  noch relativ hoch über den Modulen, so dass davon auszugehen ist, dass die reflektierenden Module trotz geringerer Leuchtkraft noch gut wahrgenommen werden können. Daher ist auf der Ostseite der Photovoltaikanlage ein Sichtschutz mit einer Höhe von 3,4 m zu empfehlen. Auf der Südseite ist ein Sichtschutz von 3,6 m notwendig. Die Höhe der Unterkante des Sichtschutzes ist mit maximal 1 m über GOK zu realisieren.

### Staatsstraße St2252

Aus den Ergebnissen der geometrischen Reflexionsbetrachtung in Kapitel D.2.2 geht hervor, dass auf der Staatsstraße St2252 bei einer Ost-West-Ausrichtung mit  $71^\circ$  bzw.  $251^\circ$  Azimut und einer Modulneigung von  $15^\circ$  Lichtimmissionen auftreten können, die zu Nachbildern führen können. Die Lichtimmissionen treten am Vormittag von Ende Oktober bis Mitte Februar auf. Die Emissionen liegen im Sichtfeld der Fahrzeugführer. Ein Sichtschutz ist aufgrund der Höhenlage der Straße nicht realistisch umsetzbar. Zu den Zeiten, zu denen Lichtimmissionen auf der St2252 auftreten, steht die Sonne tief hinter den Modulen. Es ist davon auszugehen, dass die Fahrzeugführer Schutzmaßnahmen gegen eine Blendung durch die Sonne treffen.

Für die Staatsstraße ist bei einer Südausrichtung der Module bei einem Azimut von  $171^\circ$  keine Störung des Straßenverkehrs zu erwarten. Bei einer Ost-West-Ausrichtung sind Lichtimmissionen in Herbst und Winter nicht auszuschließen, eine Störung des Verkehrs ist aufgrund der tiefstehenden Sonne eher unwahrscheinlich.



### Kleinwindsheimermühle

Aus den Ergebnissen der geometrischen Reflexionsbetrachtung in Kapitel D.2.2 geht hervor, dass an den Gebäuden Kleinwindsheimermühle bei einer Ost-West-Ausrichtung mit  $71^\circ$  bzw.  $251^\circ$  Azimut und einer Modulneigung von  $15^\circ$  Lichtimmissionen auftreten können, die zu Nachbildern führen können. Die Lichtimmissionen treten am Nachmittag von September bis April auf. Laut Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI)<sup>12</sup> sind schutzwürdige Räume Wohngebäude und Büroräume. Wie oben ausgeführt liegt das Wohnhaus im Norden der Gebäude Kleinwindsheimermühle und wird von den Wirtschaftsgebäuden, die nicht als schutzwürdig im Sinne der LAI einzustufen sind, im Süden abgeschattet.

Für die Gebäude Kleinwindsheimermühle liegt weder bei einer Südausrichtung noch bei einer Ost-West-Ausrichtung eine erhebliche Belästigung im Sinne der LAI vor.

---

<sup>12</sup> Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI); Beschluss der LAI vom 13.09.2012