

# Prüfbericht

---

Berichtsart:	Blendgutachten
Projekt:	Beilngries
Auftraggeber:	Anumar GmbH
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>92339 Beilngries (48.968°N;11.513°E), Deutschland</u>
Prüfberichtsnummer:	25K7666-PV-BG-Beilngries-R00-JBS_LBE-2025
Prüfdatum:	18.06.2025
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**

Inhaltsverzeichnis.....	2
Bildverzeichnis .....	3
Tabellenverzeichnis.....	3
Abkürzungen und Begriffe.....	6
A.    Allgemeine Daten.....	7
A.1.  Auftrag .....	7
A.2.  Prüfungsumfang.....	8
A.3.  Prüfungsgrundlagen .....	8
A.4.  Identifikation der Anlage .....	8
B.    Prüfergebnis.....	9
C.    Grundlage .....	10
C.1.  Blend- und Störwirkung von reflektiertem Sonnenlicht.....	10
C.2.  Wirkung auf den Menschen .....	11
C.3.  Blickwinkel von Fahrzeugführern.....	12
C.4.  Reflexionen an Solarmodulen.....	12
D.    Analyse .....	14
D.1.  Grundlage und Vorgehensweise .....	14
D.2.  Geometrische Betrachtung .....	15
E.    Bewertung.....	31

**Bildverzeichnis**

Abbildung 1: Öffnungswinkel Sehfeld in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit.....	12
Abbildung 2: Reflexionsverhalten in Abhängigkeit vom Einfallswinkel .....	13
Abbildung 3: Google Earth ©2025 Lageplan der Planfläche .....	14
Abbildung 4: Geometrische Betrachtung der Reflexion am geneigten Modul.....	16
Abbildung 5: Horizontdarstellung des Sonnenlaufs.....	16
Abbildung 6: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K3 .....	18
Abbildung 7: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K4 .....	18
Abbildung 8: Reflexionszeiten und Dauer am Nachmittag zu Punkt K5 .....	19
Abbildung 9: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K3 auf der Kreisstraße .....	20
Abbildung 10: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K4 auf der Kreisstraße .....	20
Abbildung 11: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K5 auf der Kreisstraße .....	21
Abbildung 12: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt O1 im EG .....	22
Abbildung 13: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt O1 im OG .....	22
Abbildung 14 : Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt O2 im EG .....	23
Abbildung 15 : Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt O2 im OG.....	23
Abbildung 16 : Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt O3 im EG .....	24
Abbildung 17 : Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt O3 im OG.....	24
Abbildung 18: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt O1 im EG am Ortsrand Kirchbuch.	25
Abbildung 19 : Spezifischer Emissionsbereich für Punkt O1 im OG am Ortsrand Kirchbuch	25
Abbildung 20: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt O2 im EG am Ortsrand Kirchbuch.	26
Abbildung 21 : Spezifischer Emissionsbereich für Punkt O2 im OG am Ortsrand Kirchbuch	26
Abbildung 22 : Spezifischer Emissionsbereich für Punkt O3 im EG am Ortsrand Kirchbuch	27
Abbildung 23 : Spezifischer Emissionsbereich für Punkt O3 im OG am Ortsrand Kirchbuch	27
Abbildung 24: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer für Punkt K3 mit Grenzvektoren in Richtung Module .....	29
Abbildung 25: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer für Punkt K4 mit Grenzvektoren in Richtung Module .....	29
Abbildung 26: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer für Punkt K5 mit Grenzvektoren in Richtung Module .....	30

**Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Revisionsübersicht.....	4
Tabelle 2: Datums- und Zeitbereiche der Reflexionen an den Betrachtungspunkten .....	17
Tabelle 3: Sonnenstand zum Zeitpunkt der Immissionen in K3, K4 und K5 .....	28

Tabelle 1: Revisionsübersicht

<b>Version</b>	<b>Modifikationen</b>
25K7666-PV-BG-Beilngries-R00-JBS_LBE-2025	Ursprungsversion 18.06.2025

## 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 allein 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 Kreisstraße EI22 und der angrenzenden Wohnbebauung von Kirchbuch erwarten sind und welche Auswirkungen diese haben.
Auftraggeber:	Anumar GmbH Haunwöhrer Straße 21 85055 Ingolstadt
Auftragsdatum:	19.05.2025
Auftragnehmer:	8.2 Obst & Hamm GmbH Brandstwiete 4 20457 Hamburg
Prüfer:	Dipl.-Ing. (FH) Jörg Behrschmidt Lennart Behn, B.Sc.
Nummer des Prüfberichts:	25K7666-PV-BG-Beilngries-R00-JBS_LBE-2025

## A.2. Prüfungsumfang

Der Prüfungsauftrag umfasst die Bestimmung der einfallenden Modulreflexionen auf die im Süden der Anlage vorbeiführende Kreisstraße EI22 und der Wohnbebauung im Umfeld der PVA. 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 Modulbelegungsplan mit schriftliche Angaben zur Modulausrichtung und dem Tischaufbau
  - o Übersichtsplan
- 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 Beilngries soll im Nordosten von Kirchbuch, ein Ortsteil der Stadt Beilngries im oberbayerischen Landkreis Eichstätt, und nördlich der, in diesem Bereich von Nordwest nach Nordost führenden Kreisstraße EI22, installiert werden.

Die Module werden nach Süden mit einem Azimut von  $175,5^\circ$  ( $N=0^\circ$ ) und einem Neigungswinkel von  $15^\circ$  ausgerichtet. Die minimale Höhe der Gestellreihen über dem Boden wird mit 0,8 m, einem in Deutschland üblichen Planungswert, angenommen. Es sollen drei kristalline Module hochkant übereinander montiert werden.

---

<sup>1</sup> ©2025 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 Beilngries wurde eine Untersuchung über die Reflexionen der Sonne an den Modulen und deren Auswirkungen auf Immissionsorte auf der Kreisstraße und der Wohnbebauung im Umfeld der PVA durchgeführt.

Die Untersuchung der Kreisstraße EI22 zeigt, dass Lichtimmissionen von April bis August in den frühen Morgen- und Abendstunden zu erwarten sind. Die maximale Dauer der Lichtimmissionen beträgt im Maximum 9 Minuten am Tag bzw. in Summe für das gesamte Jahr 15 Stunden. Die reflektierenden Module liegen zum Teil im Sichtfeld der Fahrzeugführer. Zum Zeitpunkt der Lichtimmissionen steht die Sonne tief und nahezu direkt hinter den Modulen. Aufgrund ihrer Helligkeit überstrahlt die Sonne die Lichtemissionen an den Modulen. Eine Störung des Verkehrs auf Kreisstraße durch Reflexionen an den Modulen ist daher eher unwahrscheinlich. Ein erhöhtes Unfallrisiko, verursacht durch Lichtemissionen der Photovoltaikanlage, ist nicht zu erkennen.

Die Untersuchung der Wohnbebauung im Umfeld der PVA, zeigt, dass mit Lichtimmissionen zu rechnen ist. Die maximale Dauer der Lichtimmissionen beträgt 10 Minuten am Tag bzw. in Summe für das gesamte Jahr 12 Stunden. Nach den Kriterien der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) stellen die Lichtimmissionen damit keine erhebliche Belästigung dar und sind zu tolerieren.

Hamburg, 18. Juni 2025



Dipl.-Ing. (FH) Jörg Behrschmidt



Lennart Behn, B.Sc.

Dieser Bericht besteht aus 31 Seiten und ist bis Ende 2035 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 Kreisstraße und der Wohnbebauung im Umfeld der PVA 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 entlang einer Kreisstraße 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.

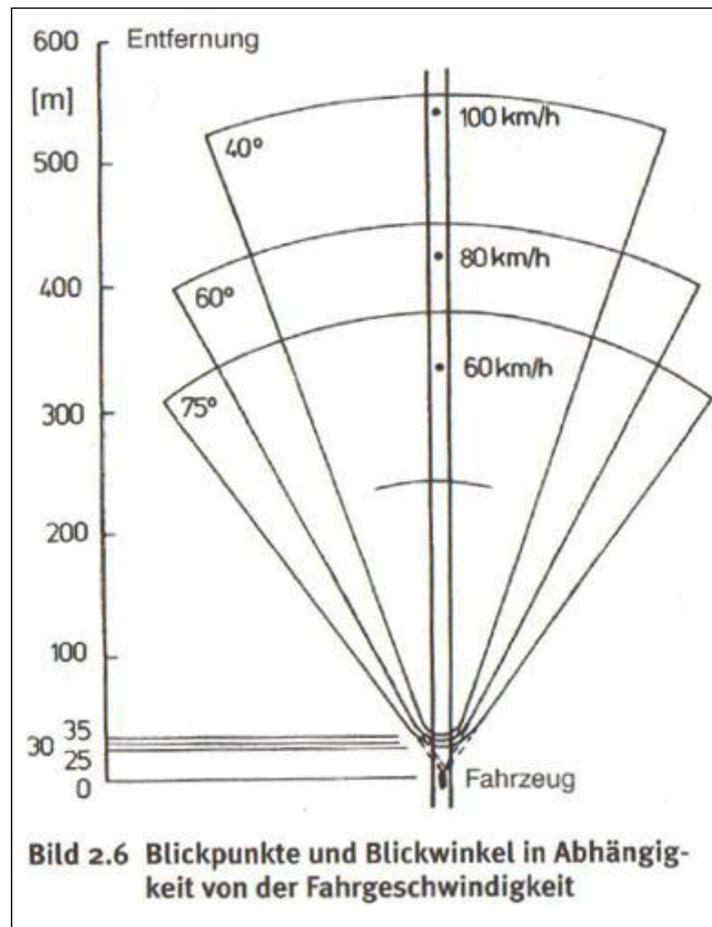


Abbildung 1: Öffnungswinkel Sehfeld in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit<sup>3</sup>

### 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

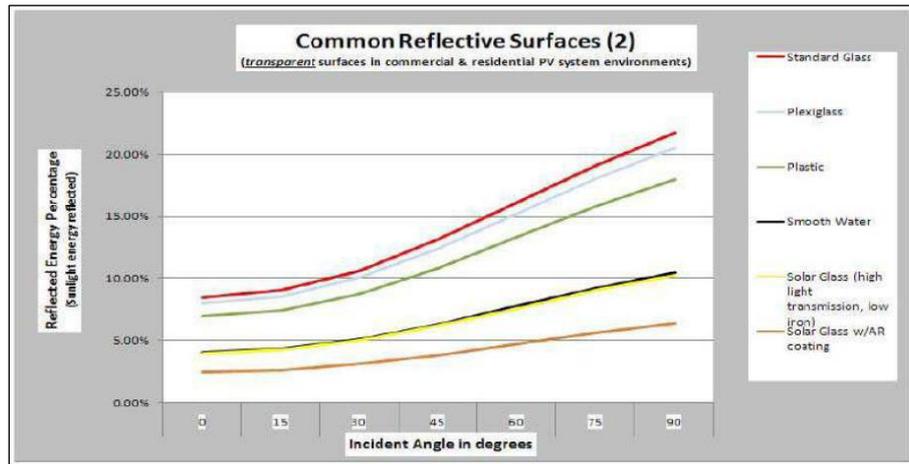


Abbildung 2: Reflexionsverhalten in Abhängigkeit vom Einfallswinkel<sup>4</sup>

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  $0,6 \cdot 10^6 \text{ cd/m}^2$ .

<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)

## 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>6</sup> sowie der Online-Plattform „BayernAtlas“<sup>7</sup>.

Die Planfläche selbst liegt oberhalb der Kreisstraße EI22 und nordöstlich des Ortsteiles Kirchbuch. Das Höhengniveau der Kreisstraße über Normalhöhennull (NHN) beträgt im Untersuchungsbereich zwischen 511 m und 522 m. Das Höhengniveau im Bereich des Ortsrandes von Kirchbuch beträgt zwischen 516 m und 522 m. Die Bebauung besteht aus einer Mischung aus landwirtschaftlichen Anwesen mit Wohngebäuden und Wirtschaftsgebäuden sowie Einfamilienhäusern. Das Höhengniveau der Planfläche variiert zwischen 513 m und 519 m, siehe Abbildung 3.

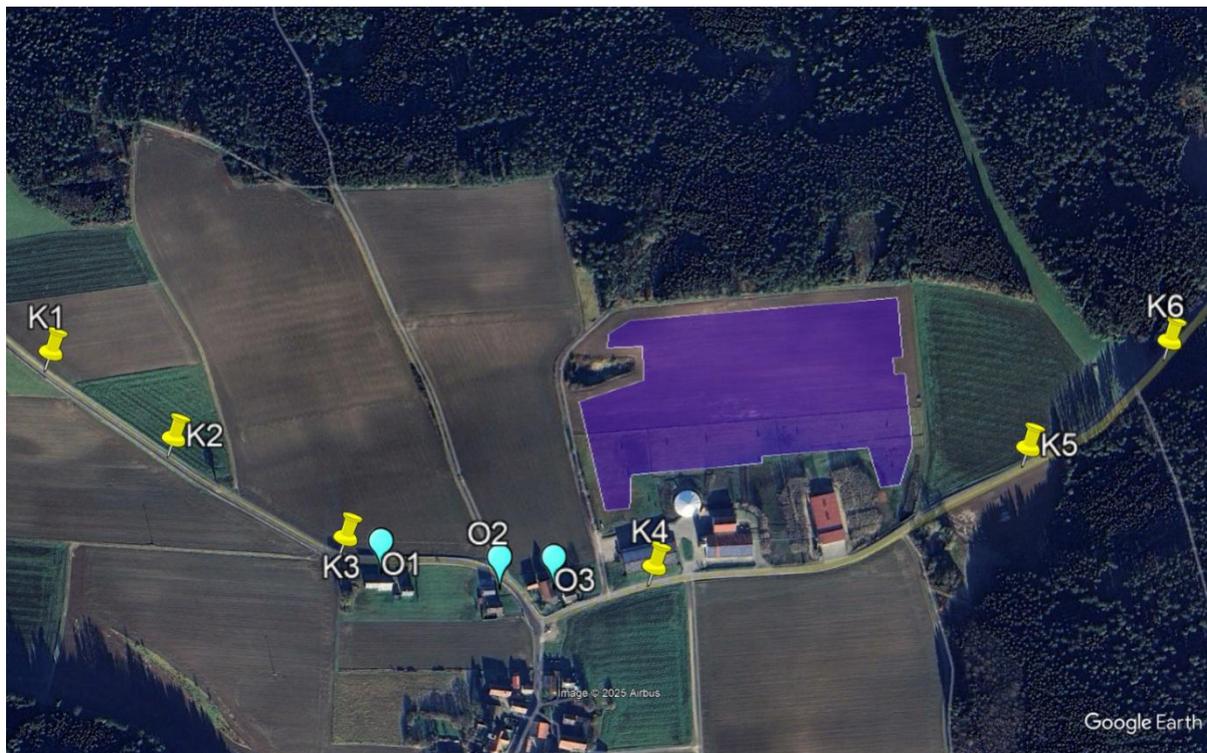


Abbildung 3: Google Earth ©2025 Lageplan der Planfläche

<sup>6</sup> ©2025 Google

<sup>7</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>

## D.1.2. Vorgehensweise

Für die nachfolgend beschriebene geometrische Betrachtung werden auf der Kreisstraße und den Gebäuden repräsentative Punkte festgelegt. Über die Planfläche wird ein Netz mit einer Gitterweite von 3 m gelegt. Die Gitterpunkte dienen als Referenzpunkte. Für die einzelnen Punktepaare werden, wie später beschrieben, Reflexionsbetrachtungen durchgeführt.

Auf der Kreisstraße werden die Punkte K1 bis K6 gewählt, für die untersucht wird, ob an diesen Stellen Lichtimmissionen durch Reflexionen zu erwarten sind, und wie diese sich auswirken, siehe Abbildung 3.

Die Betrachtung für die Wohngebäude im Umfeld erfolgt exemplarisch für die Punkte O1 bis O3.

Nach Abschluss der Bestimmung möglicher sichtbarer Reflexionen erfolgt eine Bewertung, inwieweit die Reflexionen von Fahrzeugführern wahrgenommen werden können bzw. inwieweit die Reflexionen eine Belastung für die Anwohner darstellen.

## D.2. Geometrische Betrachtung

### D.2.1. Grundlage

Die geometrische Betrachtung wird für die Unterkante der Module mit 0,8 m durchgeführt. Erfahrungsgemäß stellt dies den ungünstigsten Fall dar.

Die Augenposition der LKW und PKW wird mit 2,5 m bzw. 1,2 m über der Straße angesetzt.

Für die exemplarische Untersuchung der Ortsränder werden die Höhe der Fenster mit 1,2 m und die Breite mit 2,0 m angenommen. In diesen Bereichen umfasst die Untersuchung das Untergeschoss (Fensterunterkantenhöhe = 1,2 m) und das Obergeschoss (Fensterunterkantenhöhe = 3,8 m).

Die Bewertung der Lichtemissionen des Solarparks erfolgt in zwei Schritten. In Schritt 1 wird für die Punkte an den Gebäuden und auf der Kreisstraße zu den Punkten auf der Photovoltaikfläche der Ort einer Lichtquelle (Emissionsort) ermittelt, der zu Lichtimmissionen führt. Der Emissionsort wird definiert durch Azimut  $\alpha$  und Höhenwinkel  $h^\circ$ . Im zweiten Schritt werden die Koordinaten der berechneten Emissionsorte mit dem Sonnenstand im Jahresverlauf verglichen.

# 8.2

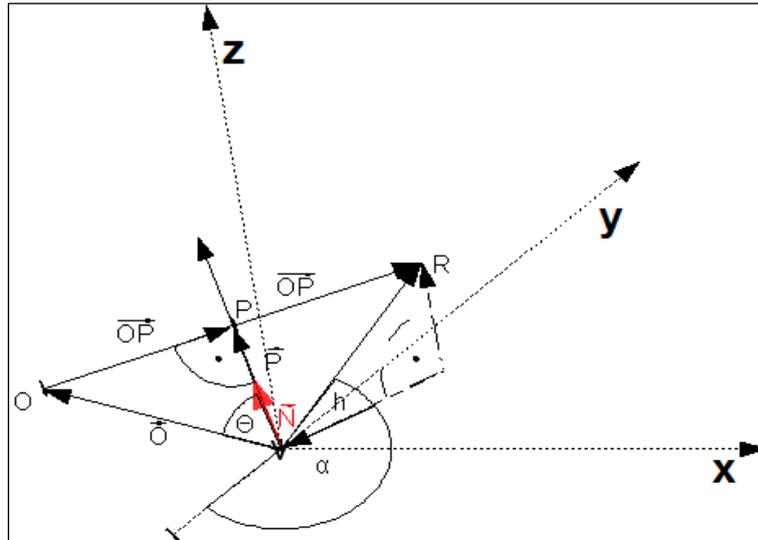


Abbildung 4: Geometrische Betrachtung der Reflexion am geneigten Modul

Die Bestimmung der Emissionsorte erfolgt anhand der Darstellung in Abbildung 4. Der Nullpunkt des Koordinatensystems befindet sich in der Modulebene. Punkt O steht für den Ort außerhalb der Photovoltaikanlage, der auf Lichtemissionen untersucht wird. Punkt R bezeichnet den Ort der zugehörigen Lichtemission. Punkt P ist der Schnittpunkt des Verbindungsvektors zwischen O und R mit dem Lot auf die Modulfläche („Flächennormale“). Für die unterschiedlichen Ortsbeziehungen („Ort außerhalb der Photovoltaikfläche“ zu „Ort in der Fläche“) ergeben sich unterschiedliche Emissionsorte, die in der Sonnenbahn, siehe Abbildung 5, oder außerhalb dieser liegen können. Außerhalb der im Diagramm dargestellten blauen Linien befindet sich die Sonne „hinter“ den Modulen, so dass keine Reflexion erfolgen kann. Der relevante Sonnenverlauf reicht somit im Azimut von  $-120^\circ$  bis  $+120^\circ$  und für den Höhenwinkel  $h$  von  $0^\circ$  bis  $65^\circ$ .

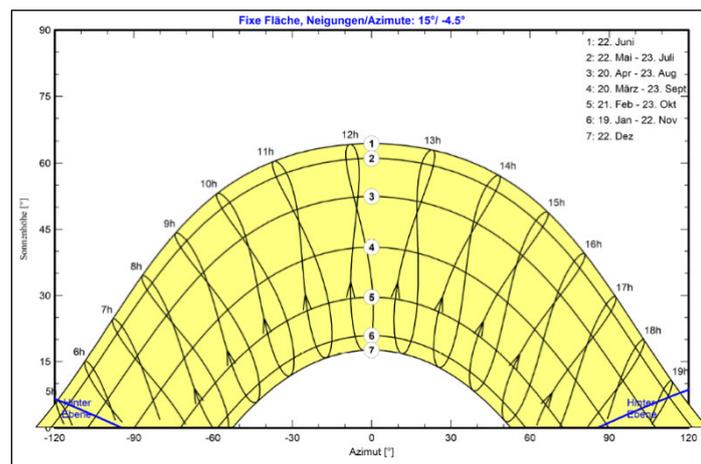


Abbildung 5: Horizontdarstellung des Sonnenlaufs

### 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.

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

	Datumsbereich	Zeitbereich	Max Minuten pro Tag [min]	Max Stunden pro Jahr [h]
<b>Neigungswinkel 15° Azimut 175,5° (N=0°)</b>				
K1	Keine Reflexionen			
K2	Keine Reflexionen			
K3	von 13. Mai bis 29. Jul	05:28 - 05:49	9	9
K4	von 18. Mai bis 24. Jul	05:37 - 05:52	5	4
K5	von 17. Apr bis 25. Aug	18:11 - 18:43	9	15
K6	Keine Reflexionen			
O1EG	von 11. Mai bis 01. Aug	05:30 - 05:50	9	10
O1OG	von 07. Mai bis 05. Aug	05:31 - 05:53	10	12
O2EG	von 07. Mai bis 05. Aug	05:34 - 05:53	6	7
O2OG	von 03. Mai bis 08. Aug	05:35 - 05:56	7	8
O3EG	von 04. Mai bis 08. Aug	05:35 - 05:55	6	7
O3OG	von 01. Mai bis 11. Aug	05:36 - 05:58	6	8

#### Kreisstraße

Die Analyse zeigt für die Punkte K1, K2 und K6, dass auf der Kreisstraße keine Lichtimmissionen zu erwarten sind. Hingegen sind Lichtimmissionen in den Punkten K3 bis K5 zu erwarten. Die Lichtimmissionen erfolgen morgens und abends in den Punkten K3 bis K5 von April bis August. Reflexionen treten in den Punkten K3 und K4 morgens im Zeitraum zwischen 05:28 Uhr bis 05:52 Uhr und abends im Punkt K5 zwischen 18:11 Uhr und 18:43 Uhr auf. Die Dauer der Lichtimmissionen beträgt im Maximum rund 9 Minuten am Tag und 15 Stunden im Jahr.

Die Tage und die Zeiten, zu denen Reflexionen wahrnehmbar sind, sind in den nachfolgenden Diagrammen Abbildung 6 bis Abbildung 8 dargestellt. Laut Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) kommt es erst ab einem Differenzwinkel (Winkel zwischen Sichtlinie zur Sonne und der Sichtlinie zum Modul) größer 10° zu einer zusätzlichen Blendung durch die Photovoltaikanlage<sup>8</sup>. Aus diesem Grund sind in den Diagrammen nur Zeiten berücksichtigt, die einen Differenzwinkel größer 10° aufweisen.

<sup>8</sup> Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI); Beschluss der LAI vom 13.09.2012

# 8.2

In den Diagrammen Abbildung 6 bis Abbildung 8 stellen die Werte der linken Ordinate die Uhrzeiten dar, in denen die Blendung am Immissionsort auftritt. Die Werte der rechten Ordinate stellen die Anzahl der Minuten pro Tag dar, in denen eine Blendung am Immissionsort auftritt.

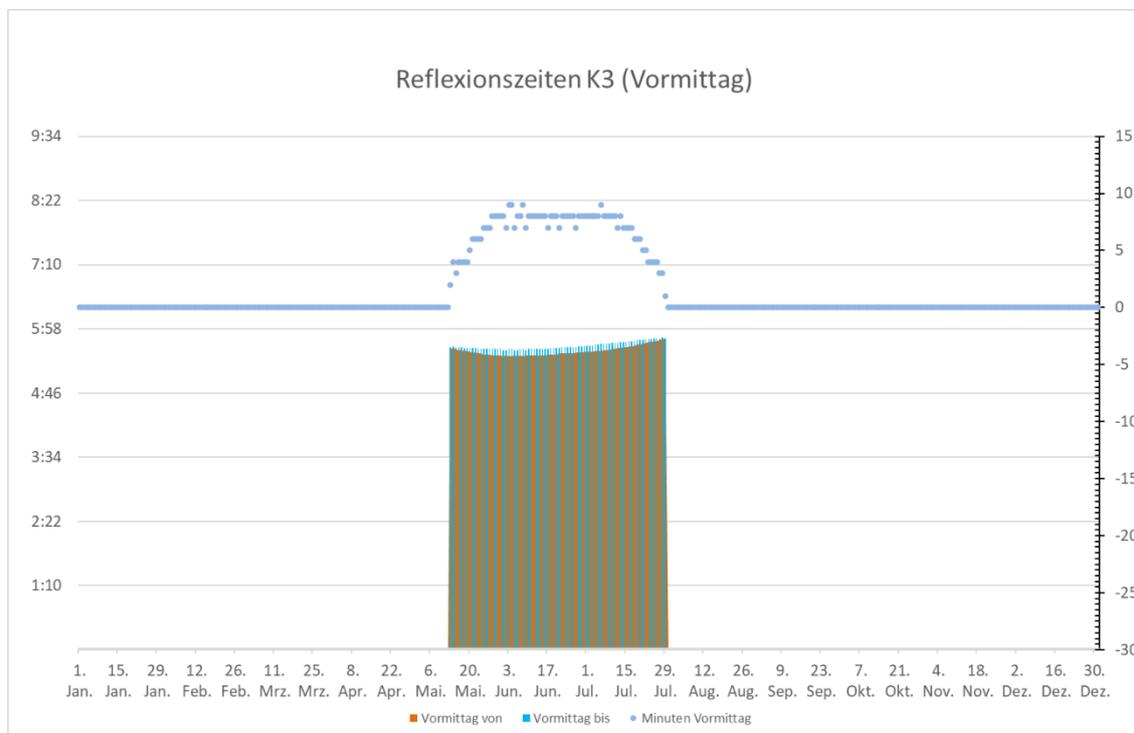


Abbildung 6: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K3

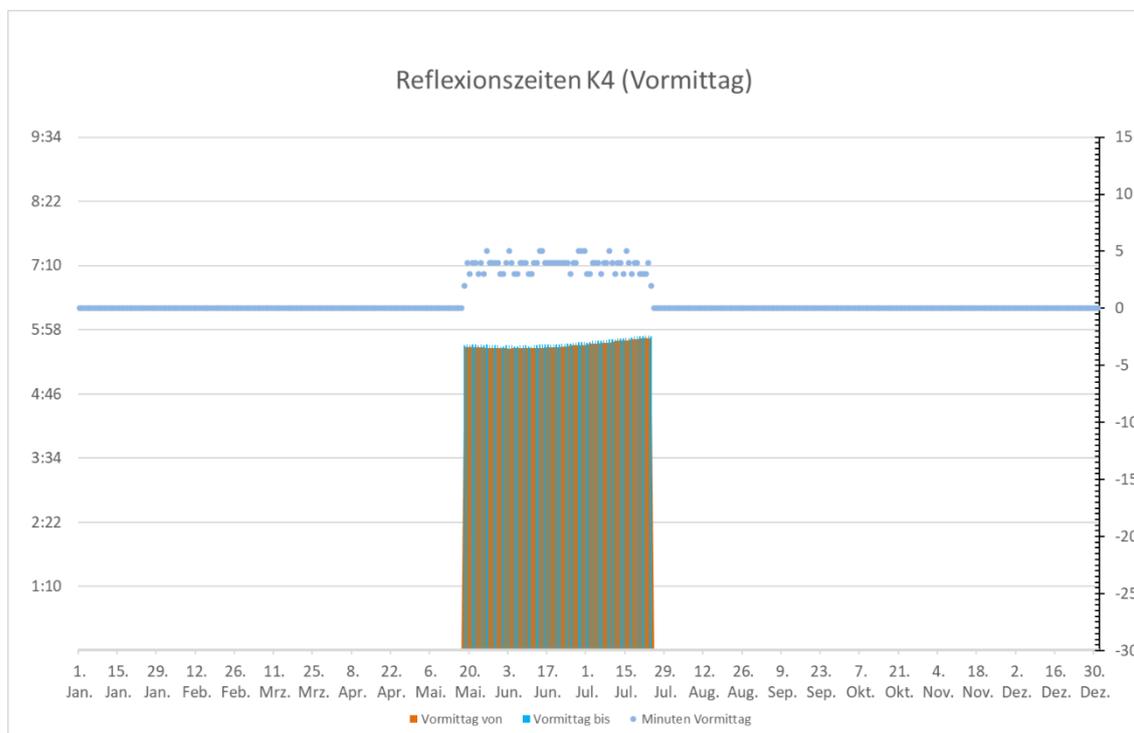


Abbildung 7: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K4

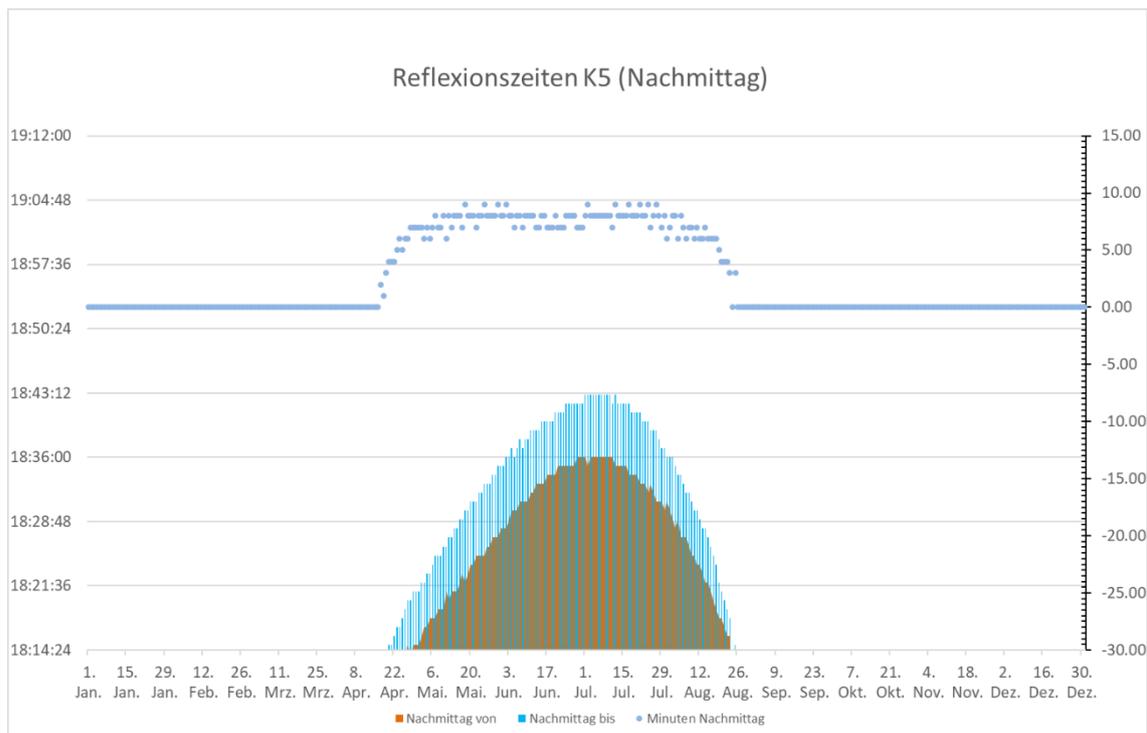


Abbildung 8: Reflexionszeiten und Dauer am Nachmittag zu Punkt K5

Die folgenden Grafiken Abbildung 9 bis Abbildung 11 zeigen die spezifischen Bereiche der Photovoltaikanlage, von denen Lichtemissionen für die Punkte K3 bis K5 ausgehen. Die blauen Flächen stellen die Planfläche entsprechend Abbildung 3 dar. Die weißen Ringe stellen den Reflexionsbereich der Module auf der Planfläche dar, der für den entsprechenden Betrachtungspunkt unter den gesetzten Annahmen gilt.



Abbildung 9: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K3 auf der Kreisstraße



Abbildung 10: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K4 auf der Kreisstraße



Abbildung 11: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K5 auf der Kreisstraße

### Wohngebäude

Die Untersuchung der Gebäude in den definierten Punkten ergab, dass mit Reflexionen an den Punkten O1, O2 und O3 zu rechnen ist.

Es sind Lichtimmissionen von Mai bis Mitte August zu erwarten. Die Lichtimmissionen treten in den Morgenstunden zwischen 05:30 Uhr und 05:58 Uhr auf. Die Dauer beläuft sich im Maximum auf 10 Minuten am Tag und summiert sich auf 12 Stunden im Jahr.

Die Tage und die Zeiten, zu denen Reflexionen wahrnehmbar sind, sind in den nachfolgenden Diagrammen, siehe Abbildung 12 bis Abbildung 17, dargestellt.

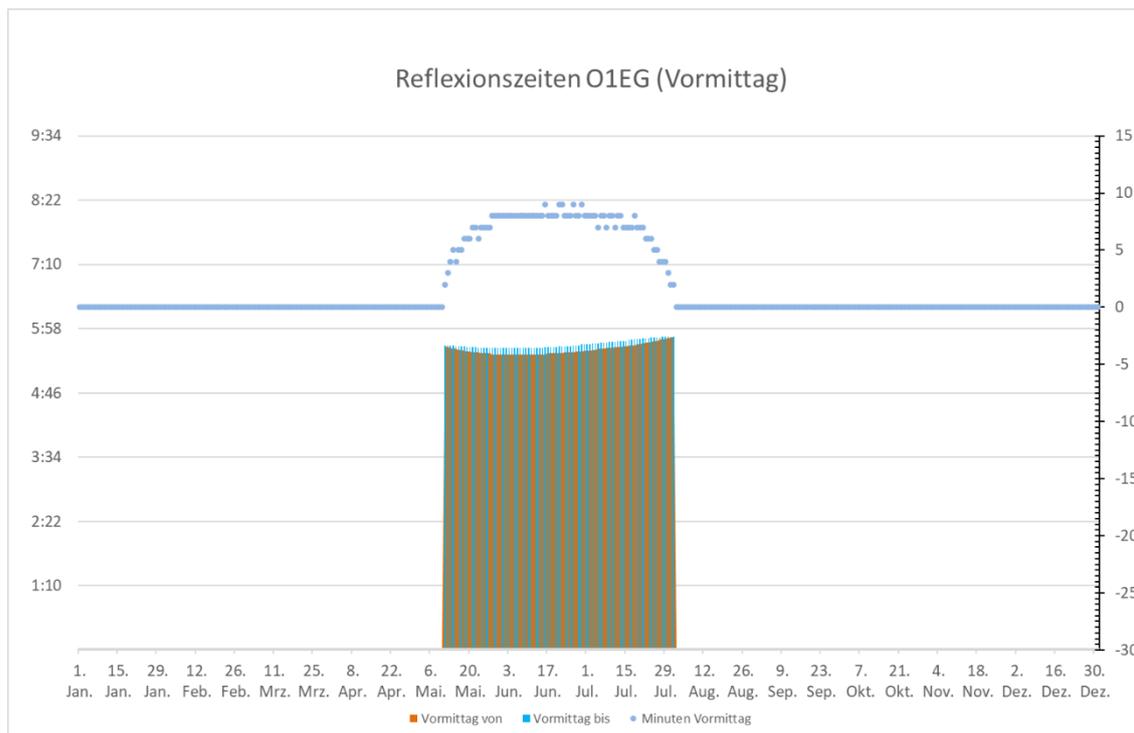


Abbildung 12: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt O1 im EG

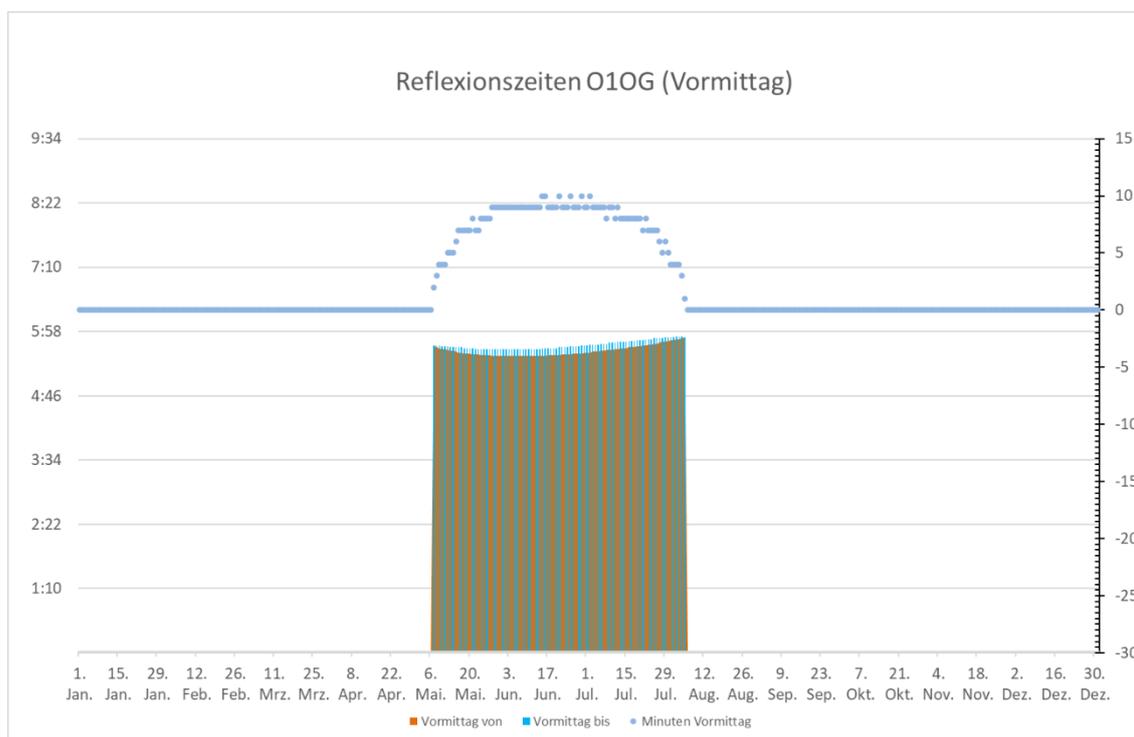


Abbildung 13: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt O1 im OG

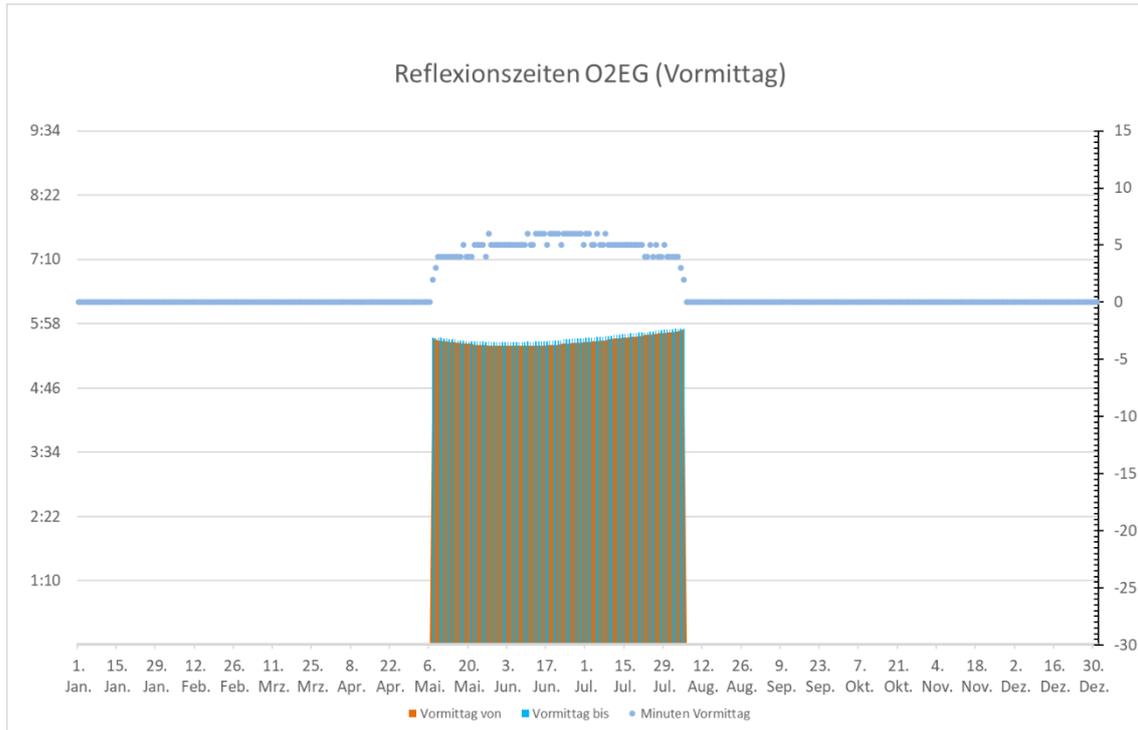


Abbildung 14 : Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt O2 im EG

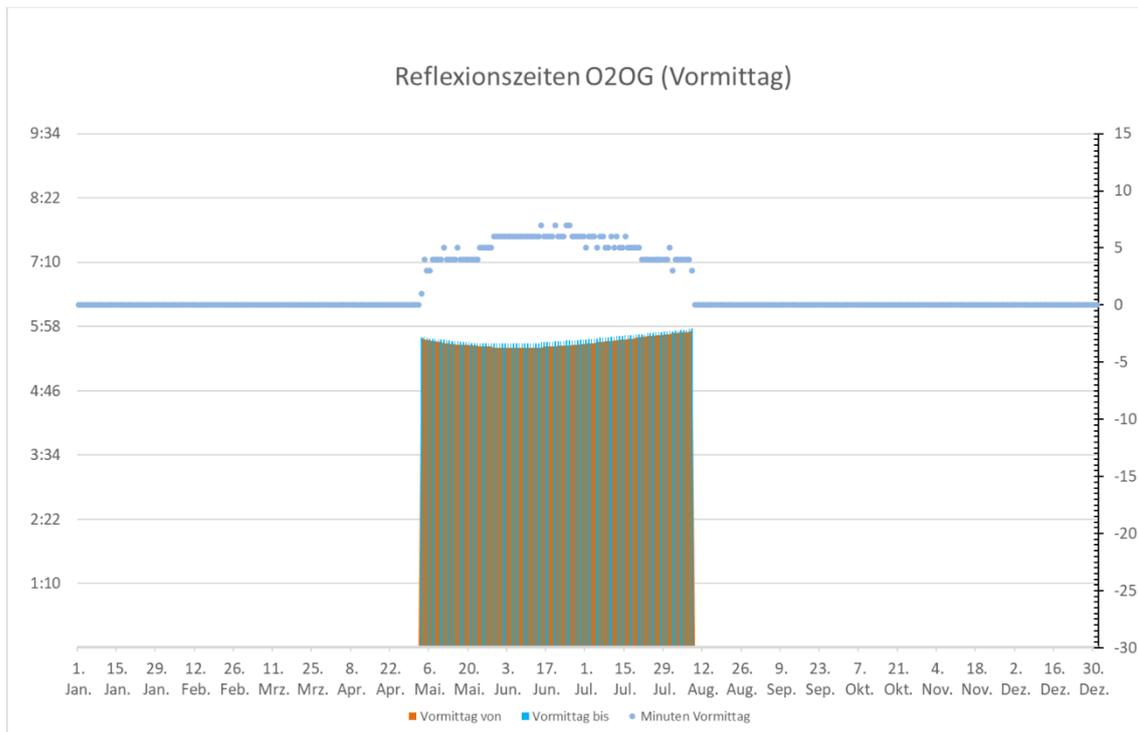


Abbildung 15 : Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt O2 im OG

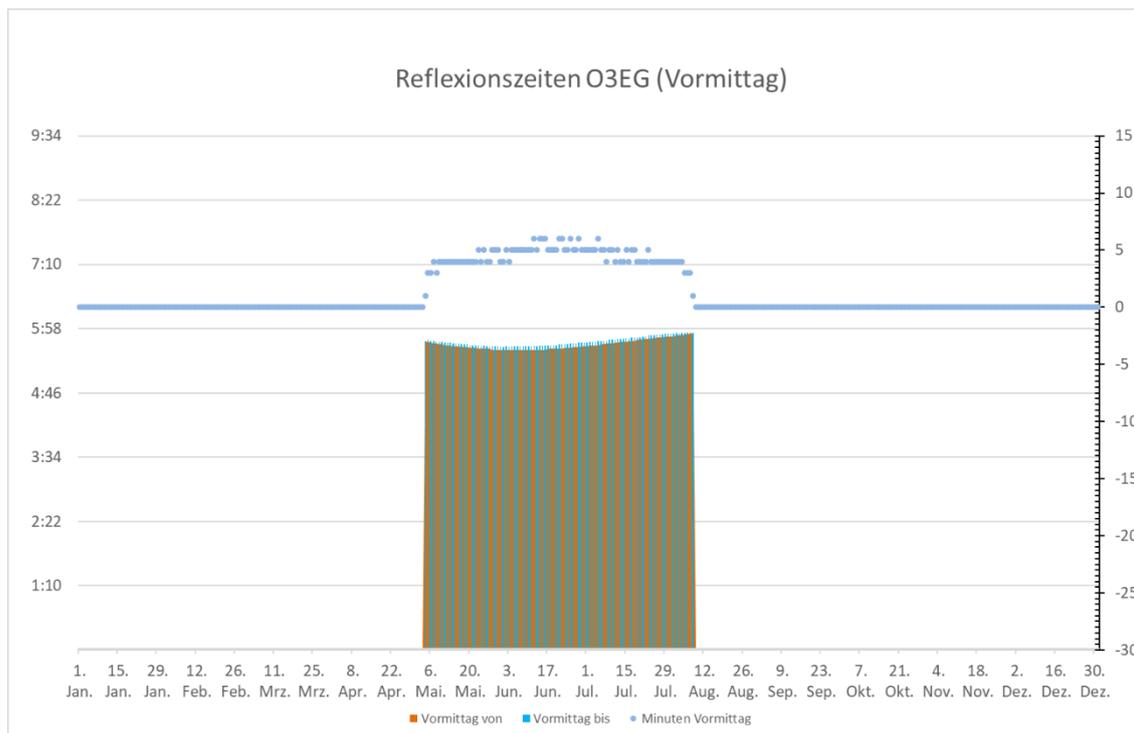


Abbildung 16 : Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt O3 im EG

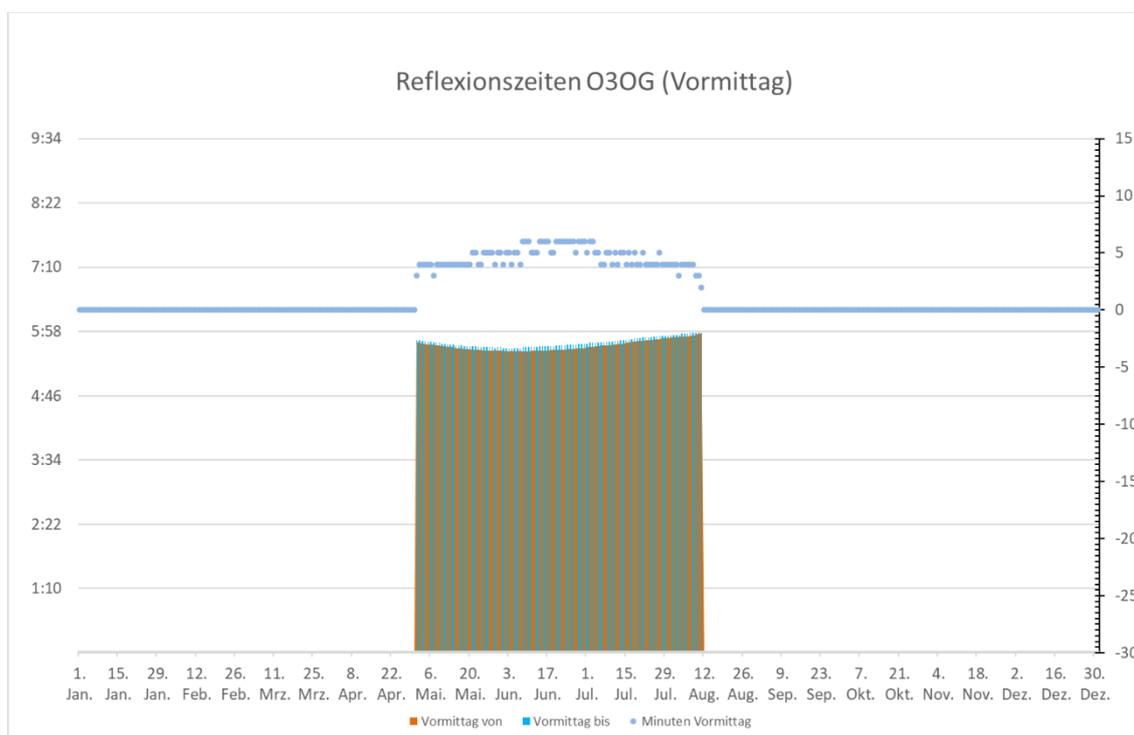


Abbildung 17 : Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt O3 im OG

Abbildung 18 bis Abbildung 23 zeigen die spezifischen Bereiche der Photovoltaikanlage, von dem Lichtemissionen für die Punkt O1, O2 und O3 ausgehen.



Abbildung 18: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt O1 im EG am Ortsrand Kirchbuch



Abbildung 19 : Spezifischer Emissionsbereich für Punkt O1 im OG am Ortsrand Kirchbuch



Abbildung 20: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt O2 im EG am Ortsrand Kirchbuch



Abbildung 21 : Spezifischer Emissionsbereich für Punkt O2 im OG am Ortsrand Kirchbuch



Abbildung 22 : Spezifischer Emissionsbereich für Punkt O3 im EG am Ortsrand Kirchbuch



Abbildung 23 : Spezifischer Emissionsbereich für Punkt O3 im OG am Ortsrand Kirchbuch

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

#### Kreisstraße

Wie in Kapitel C.3 ausgeführt ist das Sichtfeld von Fahrzeugführern je nach Geschwindigkeit eingeschränkt. Bei einer Geschwindigkeit von 60 km/h, die als zu erwartende Mindestgeschwindigkeit an dieser Stelle zugrunde gelegt wird, beträgt der Öffnungswinkel des Sichtfeldes 75°.

Das Sichtfeld der Fahrzeugführer ist in Abbildung 24 bis Abbildung 26 für die Punkte K3 bis K5 dargestellt. Das Sichtfeld der Fahrzeugführer ist in Blau dargestellt. Der nach Osten geöffnete Kegel gibt das Sichtfeld für Fahrzeuge wieder, die Richtung Osten unterwegs sind, und der nach Westen geöffnete Kegel das Sichtfeld der Fahrzeugführer mit Fahrtrichtung Westen. Die roten Pfeile geben die Grenzvektoren wieder, die das Vektorfeld der Sichtbeziehung von den einzelnen Punkten in Richtung der Module aufspannen, die zu Reflexionen in dem zugehörigen Punkt führen, siehe Tabelle 2 in Kapitel D.2.2.

Es zeigt sich, dass für die Punkte K3, K4 und K5 die Module mit Lichtemissionen innerhalb der Sichtbereiche der Fahrzeugführer liegen.

Die Grafiken zeigen auch, dass im Bereich von K4 ein Blick auf die reflektierenden Module nicht möglich ist, da die Gebäude im Norden der Kreisstraße einen Blick auf die Module unterbrechen.

Eine Analyse des Sonnenstandes zeigt, siehe Tabelle 3, dass zum Zeitpunkt der Lichtemissionen in den Punkten K3 bis K5 die Sonne mit einem maximalen Winkel von 15,87° relativ tief steht. Die Differenz im Azimut zwischen dem Blickwinkel auf die reflektierenden Module und dem Blickwinkel auf die Sonne beträgt absolut gesehen im Maximum 3,8°. Die Sonne steht damit nahezu hinter den Modulen.

**Tabelle 3: Sonnenstand zum Zeitpunkt der Immissionen in K3, K4 und K5**

Punkt	Azimut / Modulneigung [°]	Höhe Sonne		Differenz Azimut Sonne Blickwinkel Modul	
		Min [°]	Max [°]	Min [°]	Max [°]
K3	175,5 / 15	10.00	12.80	2.5	3.1
K4	175,5 / 15	12.36	15.04	3.1	3.7
K5	175,5 / 15	10.01	15.87	-3.8	-2.5

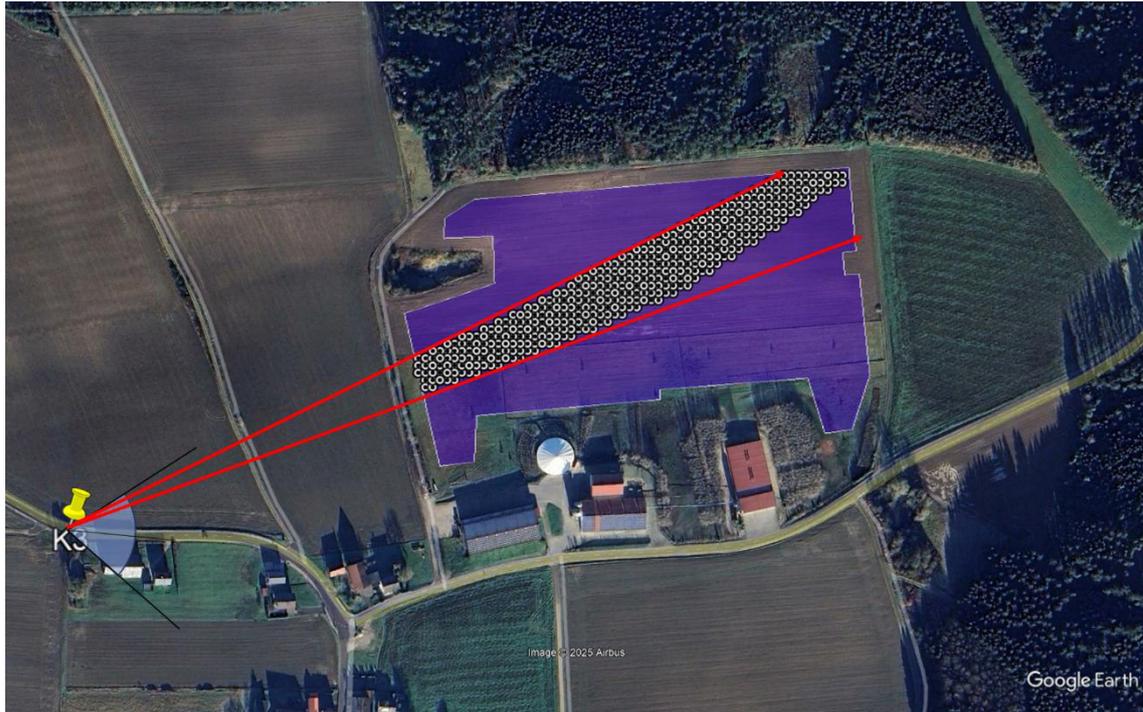


Abbildung 24: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer für Punkt K3 mit Grenzvektoren in Richtung Module



Abbildung 25: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer für Punkt K4 mit Grenzvektoren in Richtung Module

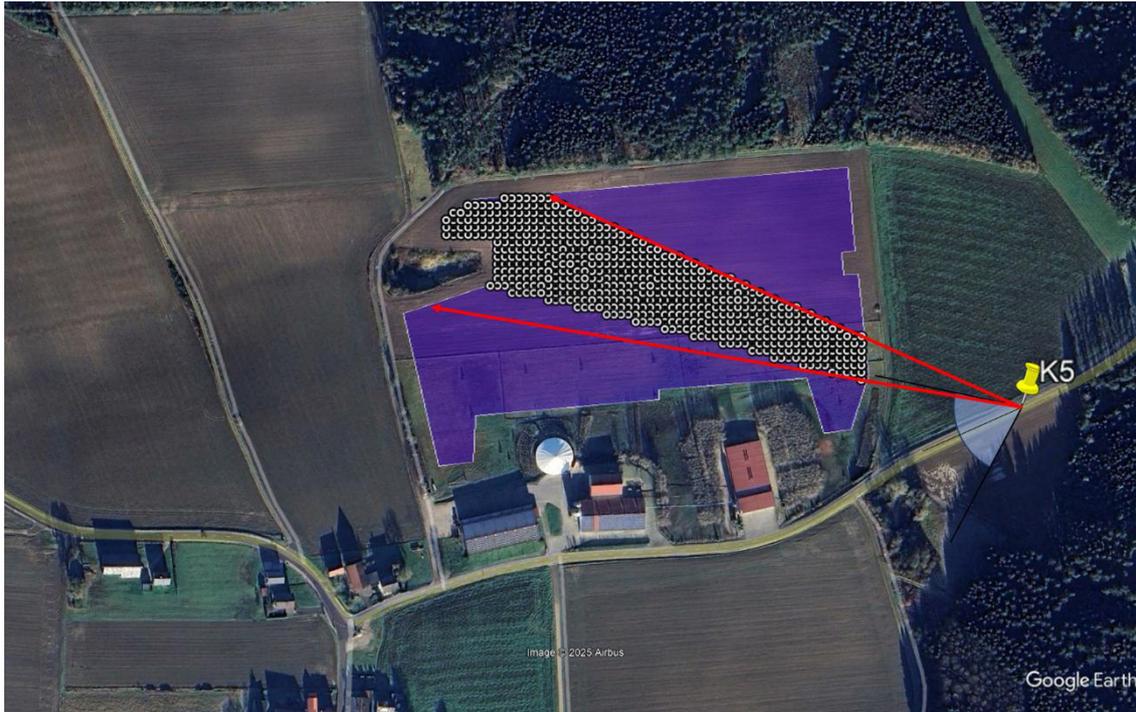


Abbildung 26: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer für Punkt K5 mit Grenzvektoren in Richtung Module

### Ortsrand Kirchbuch

Laut Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI)<sup>9</sup> ist ein bestimmtes Maß an Lichtimmissionen, die durch Reflexionen entstehen tolerierbar. Ist die maximale astronomisch mögliche Dauer pro Tag auf 30 Minuten begrenzt und werden im Kalenderjahr 30 Stunden nicht überschritten, liegt nach LAI keine erhebliche Belästigung vor.

Die Dauer der Lichtimmissionen am Ortsrand von Kirchbuch mit 10 Minuten pro Ereignis und maximal 12 Stunden im Kalenderjahr liegt unter den Richtwerten der LAI.

<sup>9</sup> Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI); Beschluss der LAI vom 13.09.2012

## E. Bewertung

Aus den Ergebnissen der geometrischen Reflexionsbetrachtung in Kapitel D.2.2 geht hervor, dass auf der Kreisstraße EI22 aufgrund von Reflexionen an den Modulen der Photovoltaikanlage Beilngries, Lichtimmissionen von April bis August in den Morgen- und Abendstunden zu erwarten sind. Diese Immissionen treten in den Morgenstunden etwa zwischen 05:28 Uhr bis 05:52 Uhr und in den Abendstunden zwischen 18:11 Uhr und 18:43 Uhr auf. Die Dauer beträgt im Maximum 9 Minuten.

Die Analyse in Punkt K4 zeigt, dass auf der Kreisstraße direkt unterhalb des Landwirtschaftlichen Anwesens, welches sich südlich der Kreisstraße befindet, ein Blick auf reflektierende Module durch die Gebäude nicht möglich ist.

Die Ergebnisse in Kapitel D.2.3 in Punkt K3 und K5 zeigen, dass die Reflexionen in einem Winkel auf die Kreisstraße treffen, der erkennen lässt, dass reflektierende Module sich teilweise innerhalb des normalen Blickfeldes der Fahrzeugführer befinden. Eine Analyse des Sonnenstandes zeigt, dass die Sonne zu diesem Zeitpunkt tief und nahezu hinter den Modulen steht. Aufgrund des Unterschieds in der Helligkeit um einen Faktor von 10 ist davon auszugehen, dass die Sonne die höhere Attraktivität aufweist und Fahrzeugführer sich auf die Helligkeit der Sonne einstellen. Daher ist das Risiko auf eine Störung des Verkehrs durch Lichtimmissionen an den Modulen der Photovoltaikanlage Beilngries als unwahrscheinlich einzuschätzen. Das Aufkommen an Fahrzeugen auf der Kreisstraße ist als eher gering einzuschätzen. Somit ist ein erhöhtes Risiko für den Verkehr nicht zu erkennen.

Die Analyse der Lichtemissionen für den Ortsrand von Kirchbuch zeigt, dass die Gebäude, die der Photovoltaikanlage zugewendet sind, Lichtimmissionen zu erwarten haben. Nach den Richtlinien der LAI liegen keine erheblichen Belästigungen vor, da die zu tolerierenden Zeiträume mit maximal 10 Minuten am Tag und maximal 12 Stunden im Jahr eingehalten werden.

Bei dieser Betrachtung wurden Ereignisse, bei denen der Differenzwinkel zwischen Reflexionsort und Sonne kleiner  $10^\circ$  beträgt, entsprechend der Empfehlung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI)<sup>10</sup> nicht berücksichtigt.

---

<sup>10</sup> Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI); Beschluss der LAI vom 13.09.2012