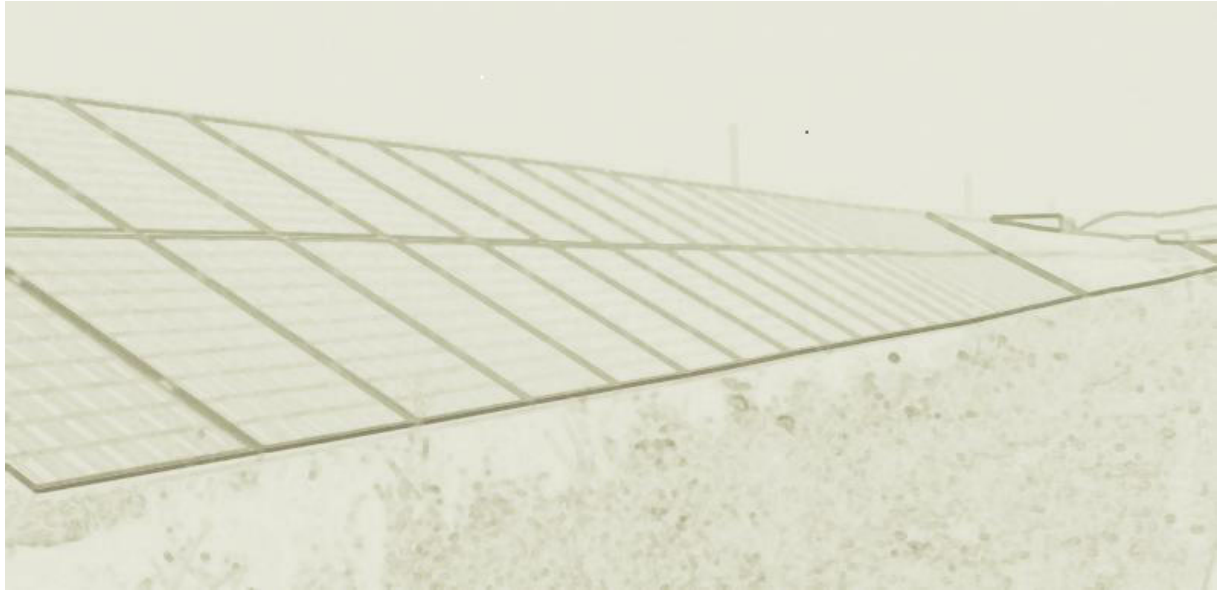




P r ü f b e r i c h t

Berichtsart:	Blendgutachten
Projekt:	Eichstegen Ost
Auftraggeber:	vento ludens 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>88361 Eichstegen (47.964°N; 9.550°E), Deutschland</u>
Prüfberichtsnummer:	25K8103-PV-BG-Eichstegen Ost-R01-JBS_MZI-2026
Berichtsdatum:	16.06.2026
Verantwortlicher Prüfer:	Dipl.-Ing. (FH) Jörg Behrschmidt 8.2 Obst & Hamm GmbH Brandswiete 4 20457 Hamburg Tel: +49 (0)40 / 18 12 604-22 E-Mail: joerg.behrschmidt@8p2.de

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
Bildverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis.....	5
Abkürzungen und Begriffe.....	8
A. Allgemeine Daten.....	9
A.1. Auftrag	9
A.2. Prüfungsumfang	10
A.3. Prüfungsgrundlagen	10
A.4. Identifikation der Anlage	10
B. Prüfergebnis.....	11
C. Grundlage	12
C.1. Blend- und Störwirkung von reflektiertem Sonnenlicht.....	12
C.2. Wirkung auf den Menschen	13
C.3. Blickwinkel von Fahrzeugführenden	14
C.4. Reflexionen an Solarmodulen.....	14
D. Analyse	16
D.1. Grundlage und Vorgehensweise	16
D.2. Geometrische Betrachtung	17
E. Bewertung.....	47

Bildverzeichnis

Abbildung 1: Öffnungswinkel Sehfeld in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit.....	14
Abbildung 2: Reflexionsverhalten in Abhängigkeit vom Einfallswinkel	15
Abbildung 3: Google Earth ©2026 Lageplan der Planfläche	16
Abbildung 4: Geometrische Betrachtung der Reflexion am geneigten Modul.....	18
Abbildung 5: Horizontdarstellung des Sonnenlaufs.....	18
Abbildung 6: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K3 bei Modulneigungen von 15°, 12°, 12°	20
Abbildung 7: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K3 bei Modulneigungen von 15°, 20°, 20°	21
Abbildung 8: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K3 auf der Kreisstraße für alle Modulneigungen	22
Abbildung 9: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt S3 bei Modulneigungen 15°, 12°, 12°	23
Abbildung 10: Reflexionszeiten und Dauer am Nachmittag zu Punkt S3 bei Modulneigungen 15°, 12°, 12°	23
Abbildung 11 : Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt S3 bei Modulneigungen 15°, 20°, 20°	24
Abbildung 12 : Reflexionszeiten und Dauer am Nachmittag zu Punkt S3 bei Modulneigungen 15°, 20°, 20°	24
Abbildung 13 : Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt S4 bei Modulneigungen 15°, 12°, 12°	25
Abbildung 14 : Reflexionszeiten und Dauer am Nachmittag zu Punkt S3 bei Modulneigungen 15°, 12°, 12°	25
Abbildung 15 : Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt S4 bei Modulneigungen 15°, 20°, 20°	26
Abbildung 16 : Reflexionszeiten und Dauer am Nachmittag zu Punkt S4 bei Modulneigungen 15°, 20°, 20°	26
Abbildung 17 : Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt S5 bei Modulneigungen 15°, 12°, 12°	27
Abbildung 18 : Reflexionszeiten und Dauer am Nachmittag zu Punkt S5 bei Modulneigungen 15°, 12°, 12°	27
Abbildung 19 : Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt S5 bei Modulneigungen 15°, 20°, 20°	28
Abbildung 20 : Reflexionszeiten und Dauer am Nachmittag zu Punkt S5 bei Modulneigungen 15°, 20°, 20°	28
Abbildung 21 : Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt S8 bei Modulneigungen 15°, 12°, 12°	29
Abbildung 22 : Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt S8 bei Modulneigungen 15°, 20°, 20°	29
Abbildung 23 : Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt S9 bei Modulneigungen 15°, 12°, 12°	30

Abbildung 24 : Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt S9 bei Modulneigungen 15°, 20°, 20°	30
Abbildung 25: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt S3 für alle Modulneigungen	31
Abbildung 26: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt S4 für alle Modulneigungen	31
Abbildung 27 : Spezifischer Emissionsbereich für Punkt S5 für alle Modulneigungen.....	32
Abbildung 28 : Spezifischer Emissionsbereich für Punkt S8 für alle Modulneigungen.....	32
Abbildung 29 : Spezifischer Emissionsbereich für Punkt S9 für alle Modulneigungen.....	33
Abbildung 30: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführende für Punkt K3 mit Grenzvektoren in Richtung Module	34
Abbildung 31: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt S3 mit Grenzvektoren in Richtung Module	35
Abbildung 32: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt S4 mit Grenzvektoren in Richtung Module	35
Abbildung 33 : Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt S5 mit Grenzvektoren in Richtung Module	36
Abbildung 34 : Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt S8 mit Grenzvektoren in Richtung Module	36
Abbildung 35 : Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt S9 mit Grenzvektoren in Richtung Module	37
Abbildung 36 : Sichtlinien und Betrachtungspunkte zur Höhenermittlung des Sichtschutzes für den Punkt S3	38
Abbildung 37 : Sichtlinien und Betrachtungspunkte zur Höhenermittlung des Sichtschutzes für den Punkt S9	39
Abbildung 38 : Höhenprofil zwischen den Punkten S3 und M1 mit Sichtlinie für eine Modulneigung von 15°	40
Abbildung 39 : Höhenprofil zwischen den Punkten S3 und M1.5 mit Sichtlinie für eine Modulneigung von 15°	40
Abbildung 40 : Höhenprofil zwischen den Punkten S3 und M2 mit Sichtlinie für eine Modulneigung von 12°	41
Abbildung 41 : Höhenprofil zwischen den Punkten S3 und M2 mit Sichtlinie für eine Modulneigung von 20°	41
Abbildung 42 : Höhenprofil zwischen den Punkten S9 und M1 mit Sichtlinie für eine Modulneigung von 12°	42
Abbildung 43 : Höhenprofil zwischen den Punkten S9 und M1 mit Sichtlinie für eine Modulneigung von 20°	42
Abbildung 44 : Höhenprofil zwischen den Punkten S9 und M2 mit Sichtlinie für eine Modulneigung von 12°	43
Abbildung 45 : Höhenprofil zwischen den Punkten S9 und M2 mit Sichtlinie für eine Modulneigung von 20°	43
Abbildung 46 : Höhe und Position des Sichtschutzes	44
Abbildung 47 : Nordöstliche Fläche Trennung zwischen Azimut 160° und 180° (N=0°) inkl. Sichtlinien	45
Abbildung 48 : Höhenprofil der Nordostfläche, ausgehend von der Ortsverbindungsstraße, Modulneigung 12°	45

Abbildung 49 : Höhenprofil der Nordostfläche, ausgehend von der Ortsverbindungsstraße, Modulneigung 20°	46
--	----

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Revisionsübersicht.....	6
Tabelle 2: Datums- und Zeitbereiche der Reflexionen an den Betrachtungspunkten	19
Tabelle 3 :Sonnenstand zum Zeitpunkt der Reflexionen	37

Tabelle 1: Revisionsübersicht

Version	Modifikationen
25K8103-PV-BG-Eichstegen Ost-R00-JBS_MZI-2026	Ursprungsversion 15.06.2026
25K8103-PV-BG-Eichstegen Ost-R01-JBS_MZI-2026	Ergänzung der freizuhaltenden Fläche im Norden der südlichen Teilfläche 16.06.2026

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 oder Baugenehmigungsverfahren 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 weiterzugeben, 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 Ortsverbindungsstraße, die zwischen den Teilen der PVA hindurchführt, der westlich vorbeiführenden Kreisstraße K7959 und der südlich und südöstlich gelegenen Wohnbebauung zu erwarten sind und welche Auswirkungen diese haben.
Auftraggeber:	vento ludens GmbH & Co. KG Hauptstraße 105 89343 Jettingen-Scheppach
Auftragsdatum:	09.10.2025
Auftragnehmer:	8.2 Obst & Hamm GmbH Brandstwierte 4 20457 Hamburg
Prüfer:	Dipl.-Ing. (FH) Jörg Behrschmidt Merlin Zisch, B.Sc.
Nummer des Prüfberichts:	25K8103-PV-BG-Eichstegen Ost-R01-JBS_MZI-2026

A.2. Prüfungsumfang

Der Prüfauftrag umfasst die Bestimmung der einfallenden Modulreflexionen auf die zwischen den Anlagenteilen hindurchführende Ortsverbindungsstraße, der südlich und südöstlich gelegenen Wohnbebauung sowie der westlich gelegenen Kreisstraße K7959. 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
 - Modulbelegungsplan
 - Schriftliche Angaben zur Modulausrichtung und dem Tischaufbau der Teilflächen
 - Fotodokumentation des Anlagenumfelds
- Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI), (Stand: 08.10.2012)
- Eckpunktepapier Photovoltaik: Blendwirkungen und Blendgutachten des Fernstraßen-Bundesamt (FBA) (Stand November 2025)
- Reflexionsverhalten von Modulen (soweit bekannt)
- Daten aus Google Earth¹
- Daten der Online-Plattform „opengeodata.lgl-bw“²

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 Eichstegen Ost soll im Bundesland Baden-Württemberg, Landkreis Ravensburg, nordöstlich der Gemeinde Eichstegen und östlich der in diesem Bereich von Süd nach Nord verlaufenden Kreisstraße K7959 installiert werden.

Die Module sollen nach Süden mit einem Azimut zwischen 160° und 200° ($N=0^\circ$) und einem Neigungswinkel zwischen 12° und 20° fest ausgerichtet werden. 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. Die maximale Höhe der Gestelle ergibt sich damit mit rund 3,26 m.

¹ ©2026 Google LLC.

² <https://opengeodata.lgl-bw.de>

B. Prüfergebnis

Zusammenfassung der Ergebnisse der nachfolgenden Kapitel.

Für die Photovoltaikanlage Eichstegen Ost wurde eine Untersuchung über die Reflexionen der Sonne an den Modulen und deren Auswirkungen auf Immissionsorte auf der Ortsverbindungsstraße, der westlich vorbeiführenden Kreisstraße K7959 und der Wohnbebauung im Süden und Südosten der Anlage durchgeführt.

Die Untersuchung zeigt, dass auf der Kreisstraße je nach Anlagenkonfiguration Lichtimmissionen von April bis August in den frühen Morgenstunden möglich sind. Die maximale Dauer beträgt rund 6 Minuten. Die reflektierenden Module liegen nicht im Sichtfeld der Fahrzeugführenden. Eine Störung des Verkehrs der Kreisstraße durch Lichtimmissionen ist nicht erkennbar.

Die Untersuchung der Wohnbebauung im Süden und Südosten der Anlage, die der Photovoltaikanlage zugewandt ist, zeigt, dass an den Gebäuden keine Lichtimmissionen zu erwarten sind.

Die Untersuchung der Ortsverbindungsstraße zeigt, dass Lichtimmissionen von Ende Januar bis Mitte November in den frühen Morgen- und Abendstunden zu erwarten sind. Die maximale Dauer der Lichtimmissionen beträgt im Maximum 20 Minuten am Tag bzw. in Summe für das gesamte Jahr 26 Stunden. Die reflektierenden Module liegen zum Teil im Sichtfeld der Fahrzeugführenden. Für einen Teil der Straße nördlich der südlichen Teilfläche gilt, dass zum Zeitpunkt der Lichtimmissionen die Sonne tief und nahezu direkt hinter den Modulen steht. Aufgrund ihrer Helligkeit überstrahlt die Sonne die Lichtemissionen an den Modulen. Eine Störung des Straßenverkehrs ist daher unwahrscheinlich.

In andern Bereichen kann eine mögliche Störung des Straßenverkehrs gänzlich ausgeschlossen werden, wenn in Teilbereichen der Planflächengrenze ein Sichtschutz errichtet wird oder Teilbereiche der Planfläche nicht mit Modulen belegt werden, siehe Kapitel D.2.4.

Hamburg, 16. Juni 2026



Dipl.-Ing. (FH) Jörg Behrschmidt



Merlin Zisch, B.Sc.

Dieser Bericht besteht aus 48 Seiten und ist bis Ende 2036 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 Ortsverbindungsstraße, die Kreisstraße und die Wohnbebauung zu bewerten. Zu berücksichtigen sind hierbei die Störwirkung von Reflexionen sowie die Wahrnehmung durch Betrachtende, insbesondere durch Fahrzeugführende und Anwohnende, 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 Betrachtenden 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 Betrachtenden.

Neben anhaltender Blendung sind **Flimmereffekte** von besonderer Bedeutung. Sie treten insbesondere dann auf, wenn sich die Beobachtenden selbst schnell bewegen. 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 Freiflächen errichtet werden, die sich entlang einer Straße erstrecken. Es ist davon auszugehen, dass bei der Ausdehnung des Solarfeldes in der entsprechenden Blickrichtung der Betrachtenden 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 eingestrahltten 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 Fahrzeugführenden

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

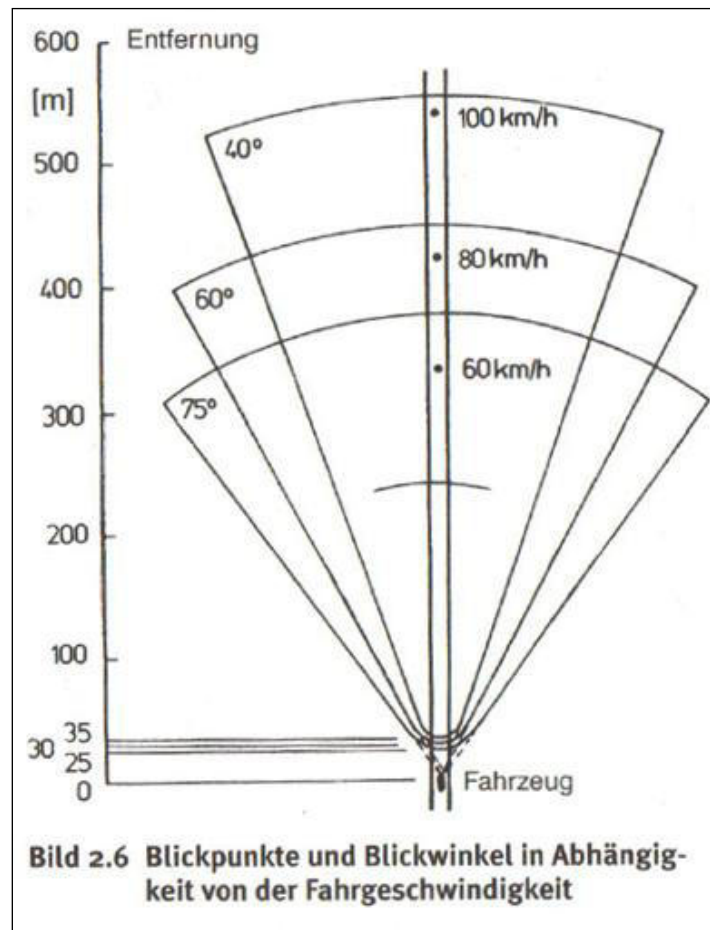


Abbildung 1: Öffnungswinkel Sehfeld in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit³

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.

³ „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

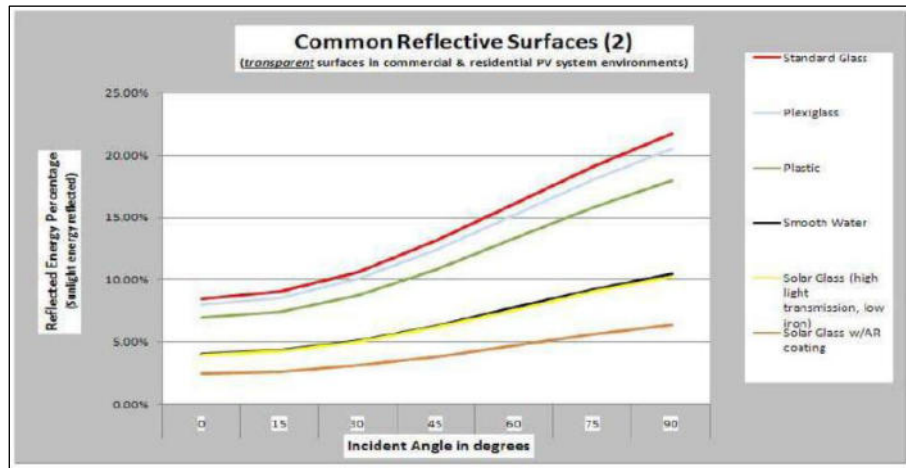


Abbildung 2: Reflexionsverhalten in Abhängigkeit vom Einfallswinkel⁴

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 Sonne⁵ rund $6 \cdot 10^6 \text{ cd/m}^2$. Die Leuchtdichte der Reflexion der Sonne am Modul beträgt damit um die $0,6 \cdot 10^6 \text{ cd/m}^2$ und liegt damit in einem Bereich, der in einer kurzen Zeit zur Absolutblendung führen kann.

⁴ Deutsche Flugsicherung (DFS): Aeronautical Information Publication – Luftfahrthandbuch AIP VFR.

⁵ - 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 Earth⁶ sowie der Online-Plattform „opengeodata.lgl-bw“⁷.

Die Planflächen selbst liegen östlich der Kreisstraße K7959 und südöstlich der Ortschaft Luditsweiler, siehe Abbildung 3. Die nordwestliche Teilfläche soll mit einem Azimut von 180° und einer Modulneigung von 15° belegt werden. Bei der nordöstlichen Fläche ist ein Azimut von 160° geplant. Die Modulneigung wird sich zwischen 12° und 20° bewegen. Bei der südliche Fläche ist ein Azimut von 200° geplant. Die Modulneigung beträgt zwischen 12° und 20° .

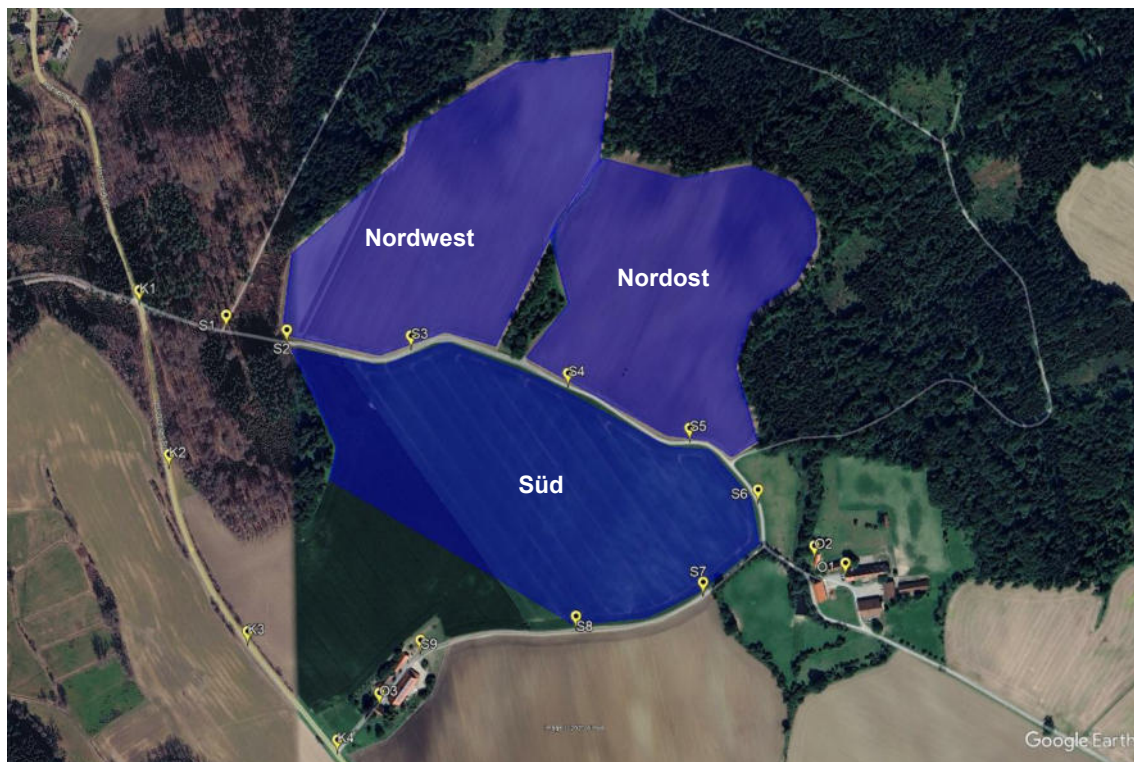


Abbildung 3: Google Earth ©2026 Lageplan der Planfläche

Das Höhenniveau der Kreisstraße über Normalhöhennull (NHN) beträgt im Untersuchungsbereich zwischen 585 m und 625 m. Das Höhenniveau im Bereich des der Wohnbebauung im Süden der Anlage beträgt zwischen 591 m und 601 m. Die Bebauung besteht aus einer Mischung aus landwirtschaftlichen Anwesen mit Wohngebäuden und Wirtschaftsgebäuden. Das Höhenniveau der Ortsverbindungsstraße über NHN beträgt im

⁶ ©2026 Google

⁷ <https://opengeodata.lgl-bw.de>

Untersuchungsbereich zwischen 593 m und 622 m. Das Höhenniveau der Planflächen variiert zwischen 593 m und 625 m. Der Abstand der Planfläche zum Fahrbahnrand der Straße beträgt im Minimum 5 m.

D.1.2. Vorgehensweise

Für die nachfolgend beschriebene geometrische Betrachtung werden auf der Kreisstraße bzw. an der Ortsverbindungsstraße und den Wohngebäuden repräsentative Punkte festgelegt. Über die Planfläche wird ein Netz mit einer Gitterweite von 10 m gelegt. Die Gitterpunkte dienen als Referenzpunkte. Für die einzelnen Punktepaare werden, wie später beschrieben, Reflexionsbetrachtungen durchgeführt. Die Betrachtung erfolgt unter der Annahme, dass die Planfläche bis zur Grenze der Planfläche mit Modulen belegt wird.

Auf der Kreisstraße werden die Punkte K1 bis K5 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 Ortsverbindungsstraße erfolgt exemplarisch für die Punkte S1 bis S9.

An den Wohngebäuden werden die Punkte O1 bis O3 gewählt, für die untersucht wird, ob an diesen Stellen Lichtimmissionen durch Reflexionen zu erwarten sind, und wie diese sich auswirken.

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

Es liegen keine Angaben zu Hersteller und Typ der Module vor. Betrachtet wird daher ein kristallines Standardmodul mit glatter Glasfläche und Antireflexschicht.

Die Augenposition der Fahrzeugführenden von 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 mit Hilfe eines eigenen von 8.2 entwickelten Tool in zwei Schritten. In Schritt 1 wird für die Punkte auf der Kreisstraße bzw. an der Ortsverbindungsstraße und den Wohngebäuden zu den Punkten auf der Photovoltaikfläche der Ort einer Lichtquelle (Emissionsort) ermittelt, der zu Lichtimmissionen

führt. Der Emissionsort wird definiert durch Azimut α und Höhenwinkel h° . Im zweiten Schritt werden die Koordinaten der berechneten Emissionsorte mit dem Sonnenstand im Jahresverlauf verglichen.

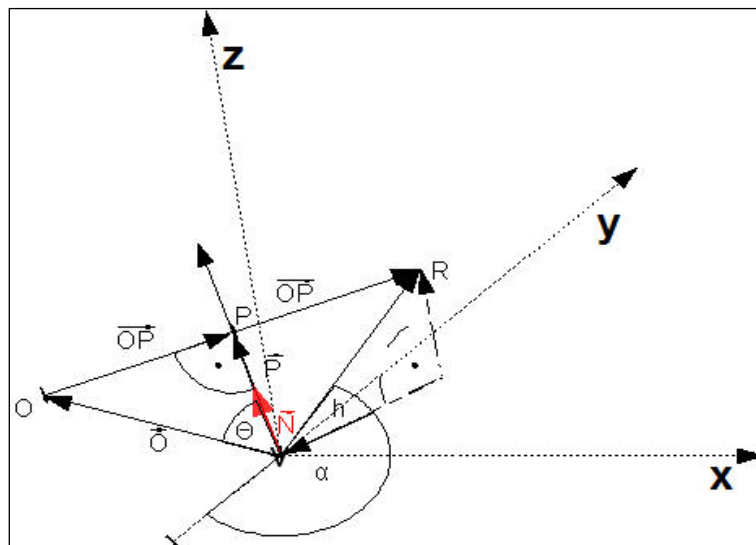


Abbildung 4: Geometrische Betrachtung der Reflexion am geneigten Modul

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 -130° bis $+130^\circ$ und für den Höhenwinkel h von 0° bis 65° .

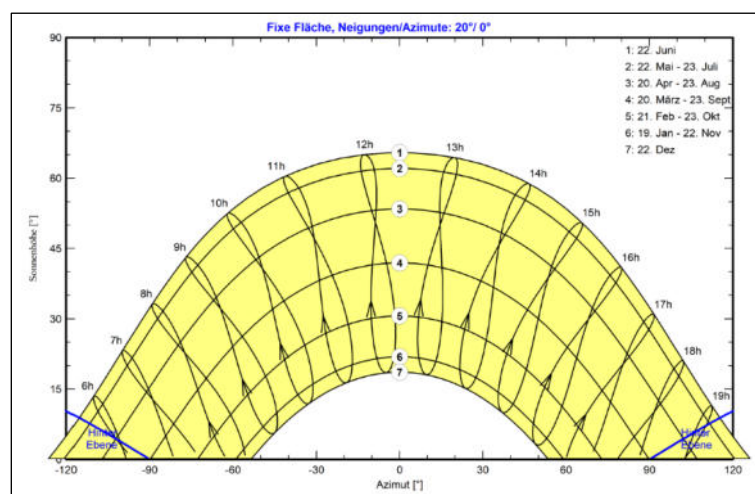


Abbildung 5: Horizontdarstellung des Sonnenlaufs

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		Zeitraum	Max Minuten pro Tag [min]	Max Stunden pro Jahr [h]
Neigungswinkel 15°, 12°, 12° Azimut 180°, 160°, 200° (N=0°)				
K1		Keine Sichtbeziehung		
K2		Keine Sichtbeziehung		
K3	von 13. Apr bis 29. Aug	06:15 - 06:49	6	11
K4		Keine Reflexionen		
K5		Keine Reflexionen		
S1		Keine Sichtbeziehung		
S2		Keine Sichtbeziehung		
S3	von 20. Jan bis 22. Nov	06:01 - 09:05	10	13.8
	von 04. Mai bis 08. Aug	18:35 - 18:59	8.00	7.4
S4	von 02. Mai bis 10. Aug	05:21 - 05:51	3	1.3
	von 24. Mai bis 18. Jul	18:49 - 19:04	7.00	4.6
S5	von 07. Mai bis 04. Aug	05:15 - 05:56	3	0.7
	von 31. Mai bis 11. Jul	18:54 - 19:04	5.00	2.6
S6		Keine Reflexionen		
S7		Keine Reflexionen		
S8	von 03. Mai bis 09. Aug	06:15 - 06:43	10	8
S9	von 27. Apr bis 15. Aug	06:10 - 06:40	6	10
O1EG		Keine Reflexionen		
O1OG		Keine Reflexionen		
O2EG		Keine Reflexionen		
O2OG		Keine Reflexionen		
O3EG		Keine Reflexionen		
O3OG		Keine Reflexionen		
Neigungswinkel 15°, 20°, 20° Azimut 180°, 160°, 200° (N=0°)				
K1		Keine Sichtbeziehung		
K2		Keine Sichtbeziehung		
K3	von 18. Apr bis 24. Aug	06:59 - 07:17	5	9
K4		Keine Reflexionen		
K5		Keine Reflexionen		
S1		Keine Sichtbeziehung		
S2		Keine Sichtbeziehung		
S3	von 11. Feb bis 30. Okt	05:20 - 08:19	12	17.3
	von 04. Mai bis 08. Aug	18:35 - 18:59	8.00	7.4
S4	von 26. Apr bis 15. Aug	05:21 - 05:53	8	4.7
	von 24. Mai bis 18. Jul	18:49 - 19:04	7.00	4.6
S5	von 01. Mai bis 11. Aug	05:26 - 05:58	4	0.7
	von 31. Mai bis 11. Jul	18:54 - 19:04	5.00	2.6
S6		Keine Reflexionen		
S7		Keine Reflexionen		
S8	von 20. Apr bis 22. Aug	06:09 - 06:31	8	10
S9	von 04. Mai bis 08. Aug	06:56 - 07:13	6	8
O1EG		Keine Reflexionen		
O1OG		Keine Reflexionen		
O2EG		Keine Reflexionen		
O2OG		Keine Reflexionen		
O3EG		Keine Reflexionen		
O3OG		Keine Reflexionen		

Kreisstraße

Die Analyse zeigt für die Punkte K1, K2, K4 und K5, dass auf der Kreisstraße keine Lichtimmissionen zu erwarten sind. Hingegen sind Lichtimmissionen in dem Punkt K3 zu erwarten. Die Lichtimmissionen erfolgen von April bis August. Die Reflexionen finden morgens im Zeitraum zwischen 06:15 Uhr bis 07:17 Uhr statt. Die Dauer der Lichtimmissionen beträgt im Maximum rund 6 Minuten am Tag und 11 Stunden im Jahr.

Die Tage und die Zeiten, zu denen Reflexionen wahrnehmbar sind, sind in den nachfolgenden Diagrammen Abbildung 6 und Abbildung 7 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 Photovoltaikanlage⁸. Aus diesem Grund sind in den Diagrammen nur Zeiten berücksichtigt, die einen Differenzwinkel größer 10° aufweisen.

In den Diagrammen Abbildung 6 bis Abbildung 7 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.

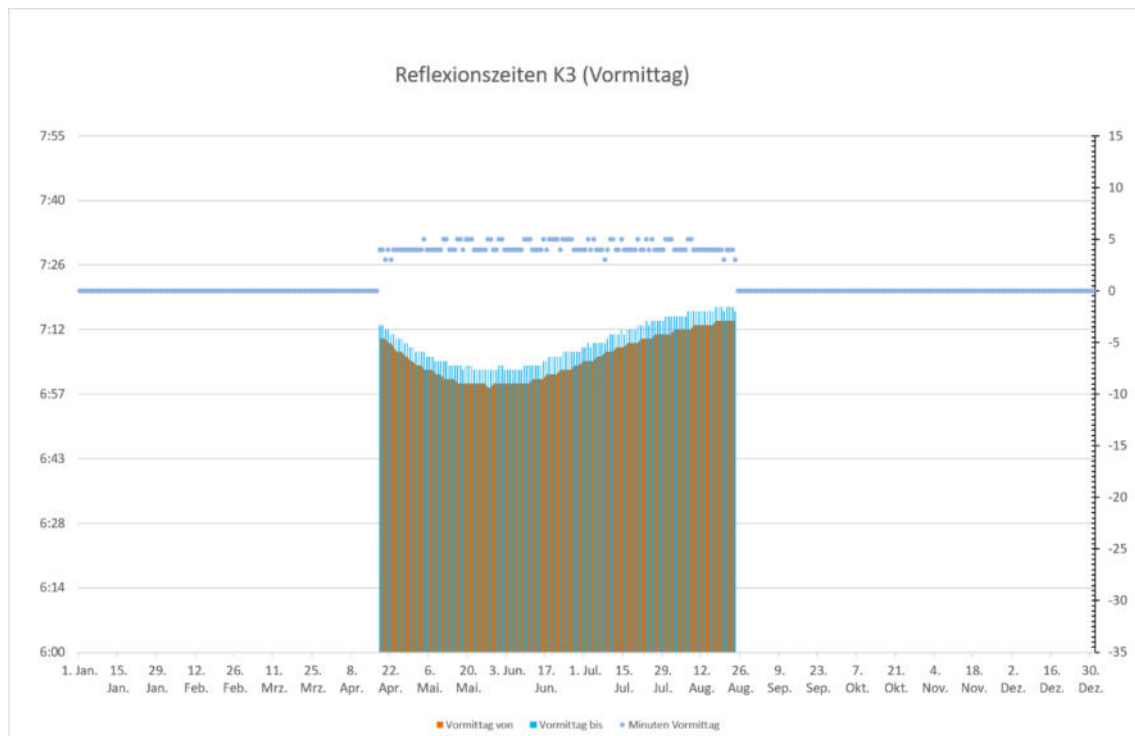


Abbildung 6: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K3 bei Modulneigungen von 15° , 12° , 12°

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

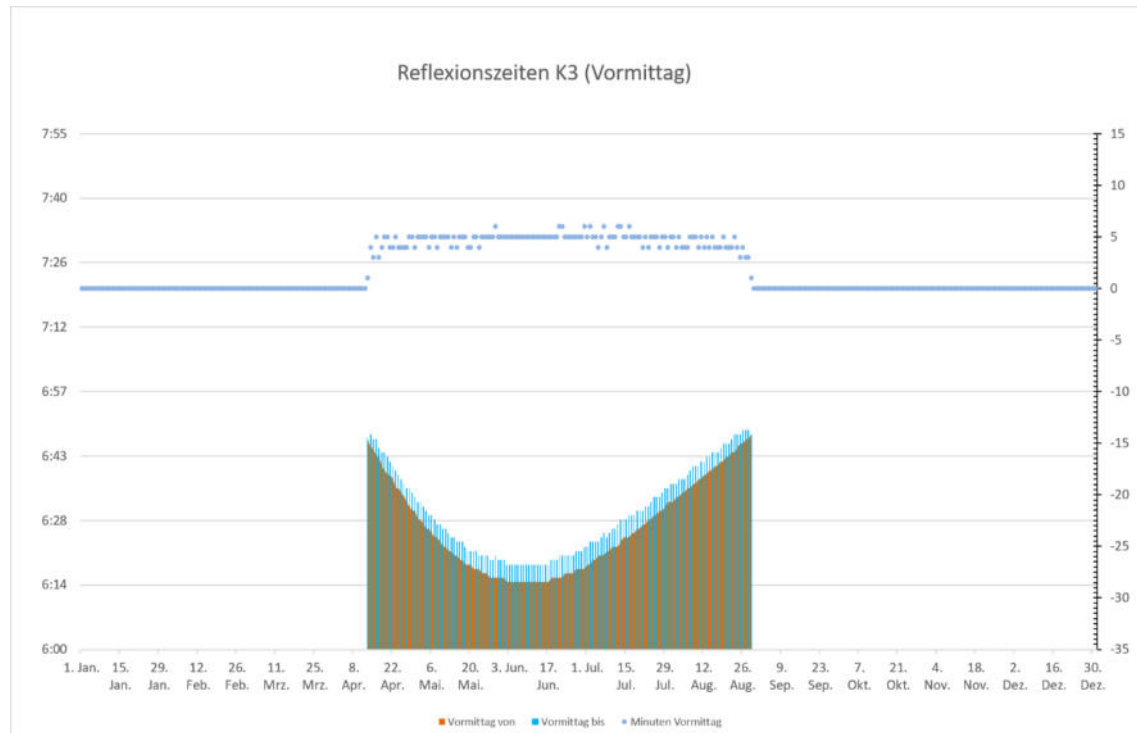


Abbildung 7: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K3 bei Modulneigungen von 15°, 20°, 20°

Die folgende Grafik Abbildung 8 zeigt die spezifischen Bereiche der Photovoltaikanlage, von denen Lichtemissionen für den Punkt K3 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. Aufgrund der großteiligen Überlagerung und der Übersichtlichkeit werden die Reflexionspunkte für die verschiedenen Modulneigungen zusammen dargestellt.



Abbildung 8: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K3 auf der Kreisstraße für alle Modulneigungen

Gebäude

Die Untersuchung der Wohnbebauungen im Süden und Südosten der Anlage in den definierten Punkten ergab, dass dort nicht mit Lichtimmissionen zu rechnen ist.

Bei dieser Betrachtung wurden Ereignisse, bei denen der Differenzwinkel zwischen Reflexionsort und Sonne kleiner 10° beträgt, entsprechend der Empfehlung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI)⁹ nicht berücksichtigt.

Ortsverbindungsstraße

Die Untersuchung der Ortsverbindungsstraße in den definierten Punkten ergab, dass mit Reflexionen an den Punkten S3, S4, S5, S8 und S9 zu rechnen ist.

Auf der Ortsverbindungsstraße sind Lichtimmissionen von Januar bis November zu erwarten. Die Lichtimmissionen treten in den Morgenstunden zwischen 05:15 Uhr und 09:05 Uhr und in den frühen Abendstunden zwischen 18:35 Uhr und 19:04 Uhr auf. Die Dauer beläuft sich im Maximum auf 20 Minuten am Tag und summiert sich auf 25 Stunden im Jahr.

Die Tage und die Zeiten, zu denen Reflexionen wahrnehmbar sind, sind in den nachfolgenden Diagrammen, siehe Abbildung 9 bis Abbildung 24, dargestellt.

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

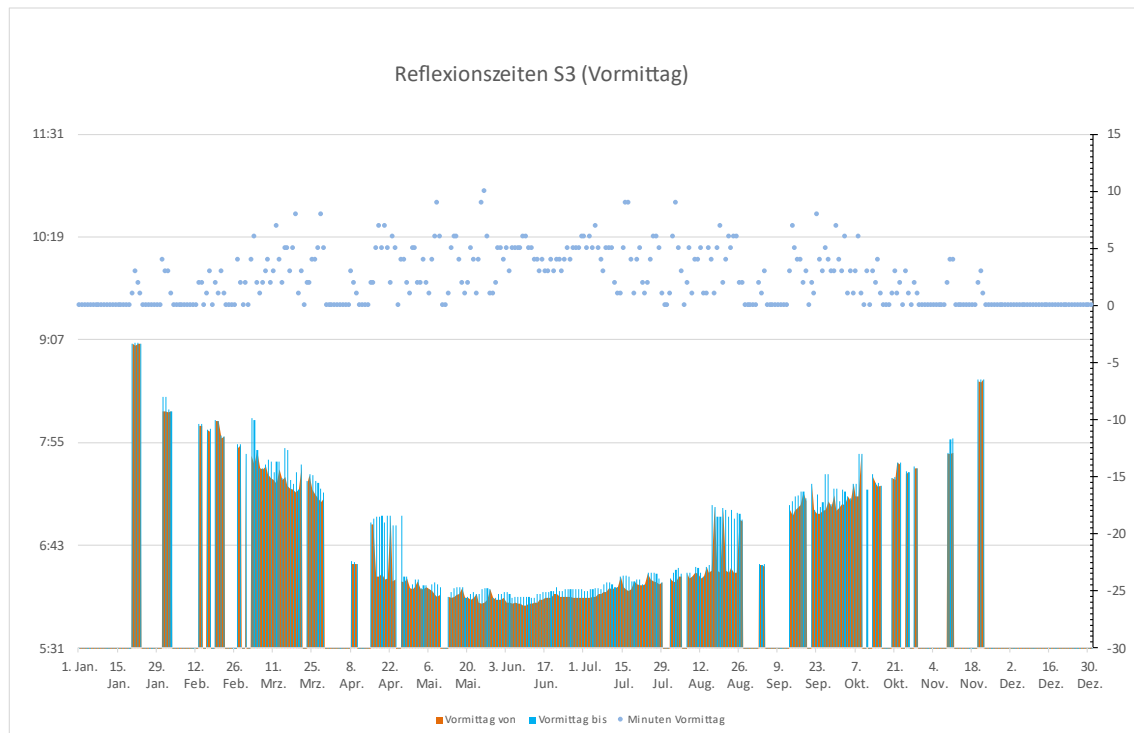


Abbildung 9: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt S3 bei Modulneigungen 15°, 12°, 12°

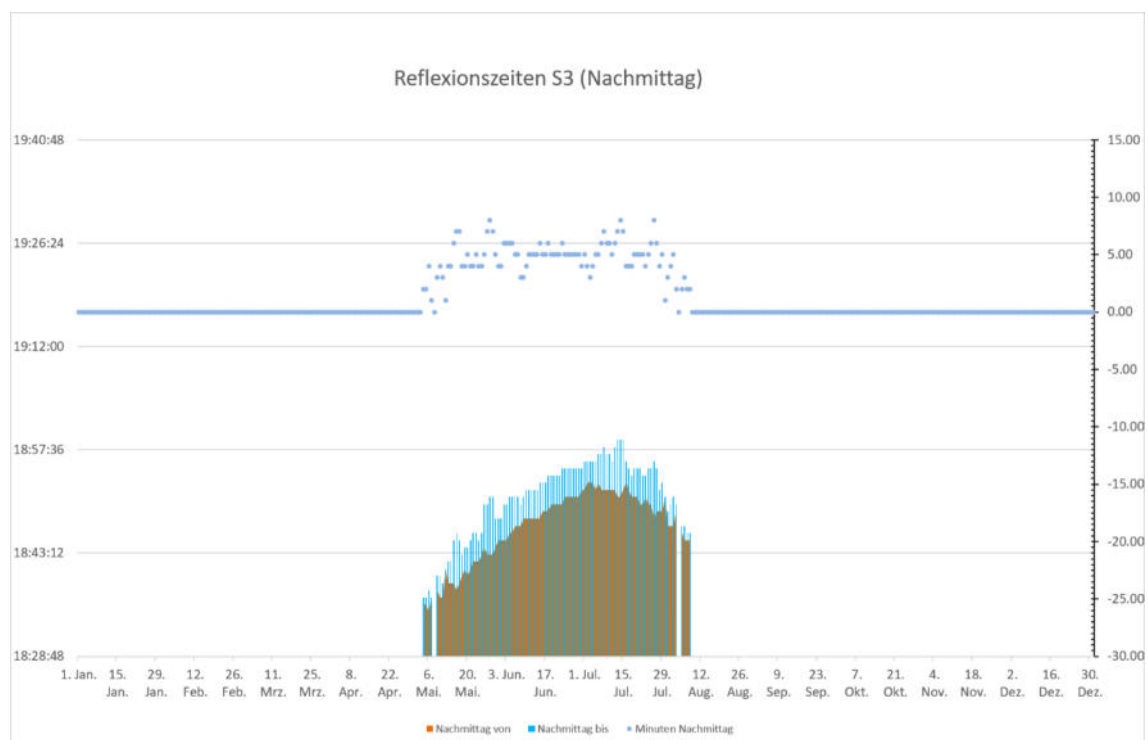


Abbildung 10: Reflexionszeiten und Dauer am Nachmittag zu Punkt S3 bei Modulneigungen 15°, 12°, 12°

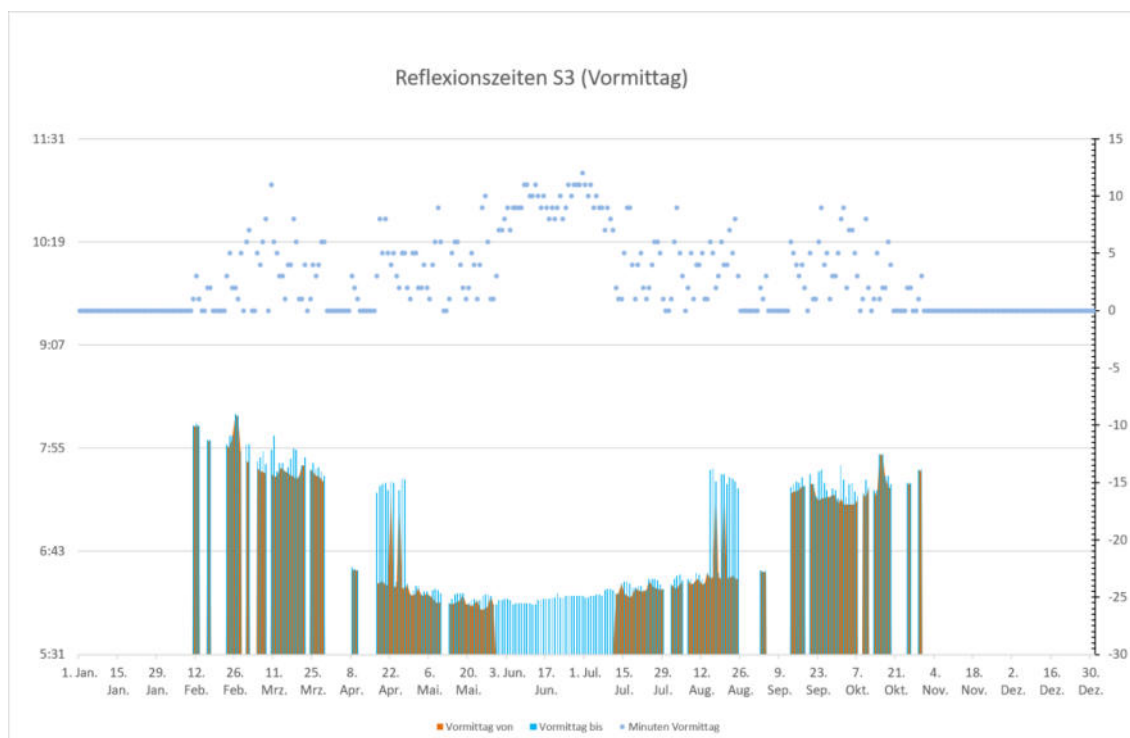


Abbildung 11 : Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt S3 bei Modulneigungen 15°, 20°, 20°

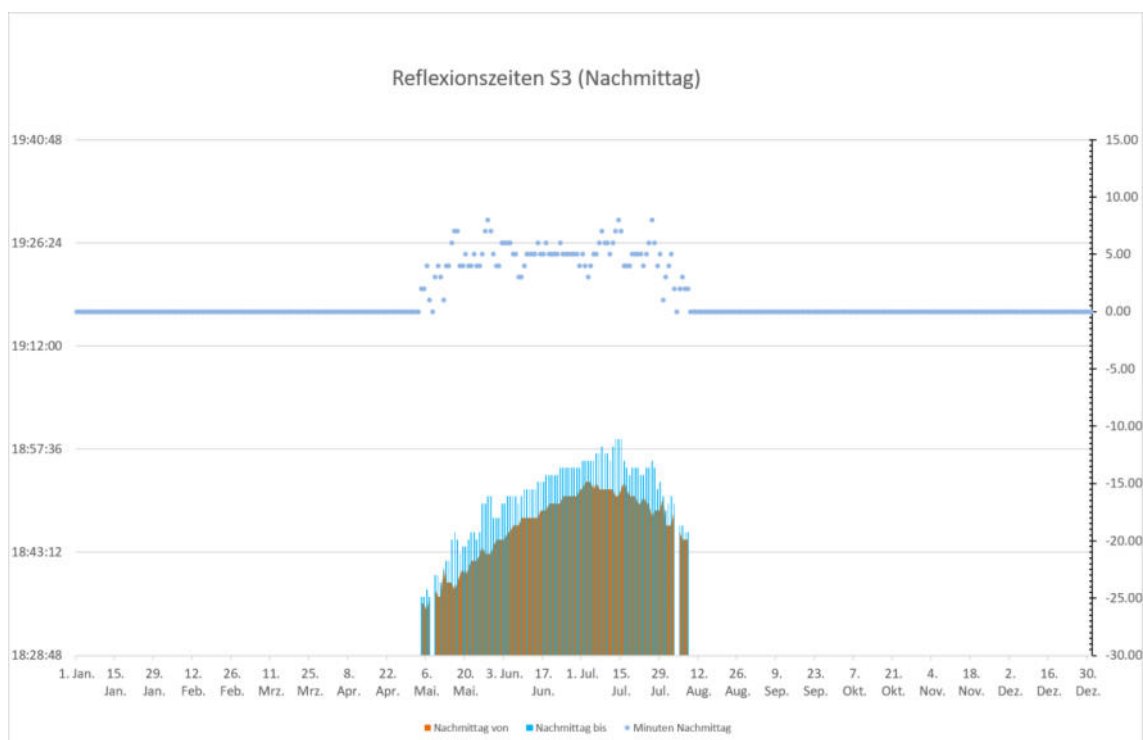


Abbildung 12 : Reflexionszeiten und Dauer am Nachmittag zu Punkt S3 bei Modulneigungen 15°, 20°, 20°

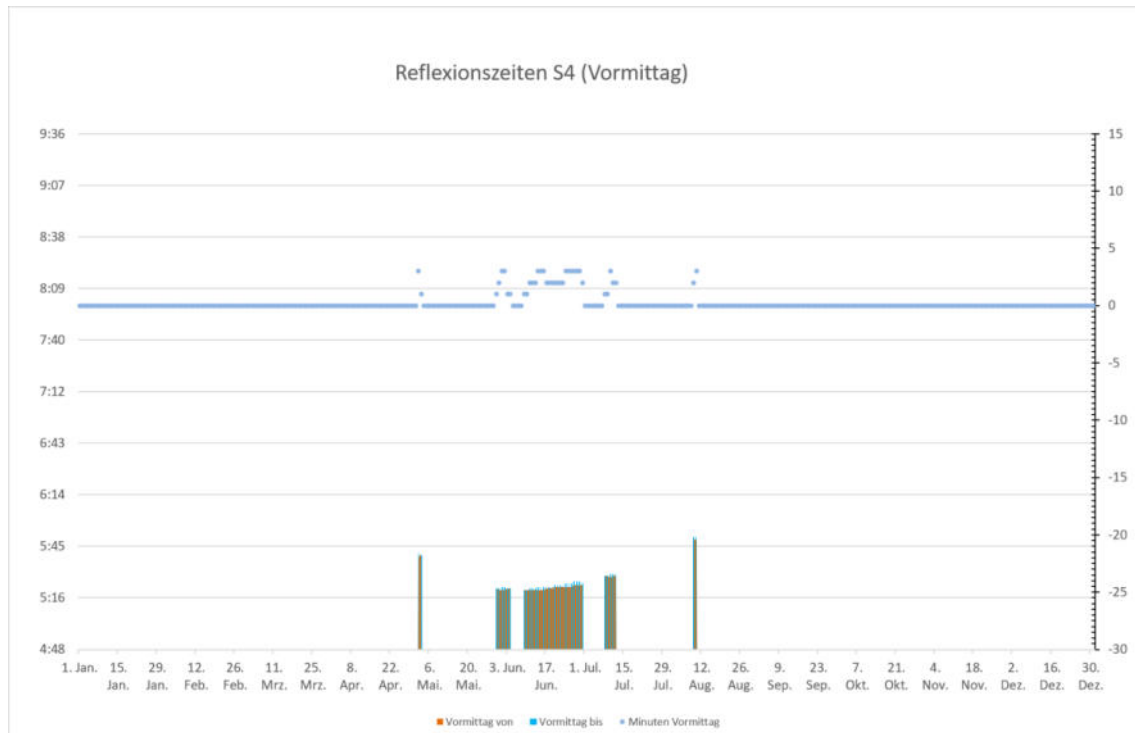


Abbildung 13 : Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt S4 bei Modulneigungen 15°, 12°, 12°

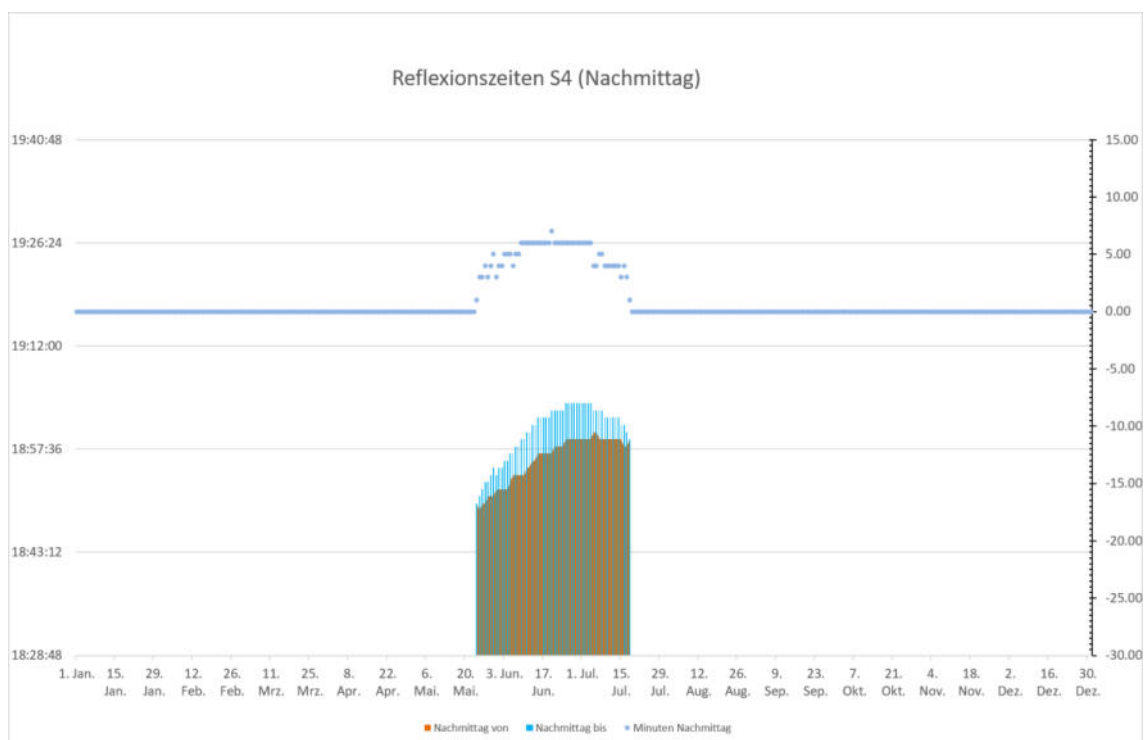


Abbildung 14 : Reflexionszeiten und Dauer am Nachmittag zu Punkt S3 bei Modulneigungen 15°, 12°, 12°

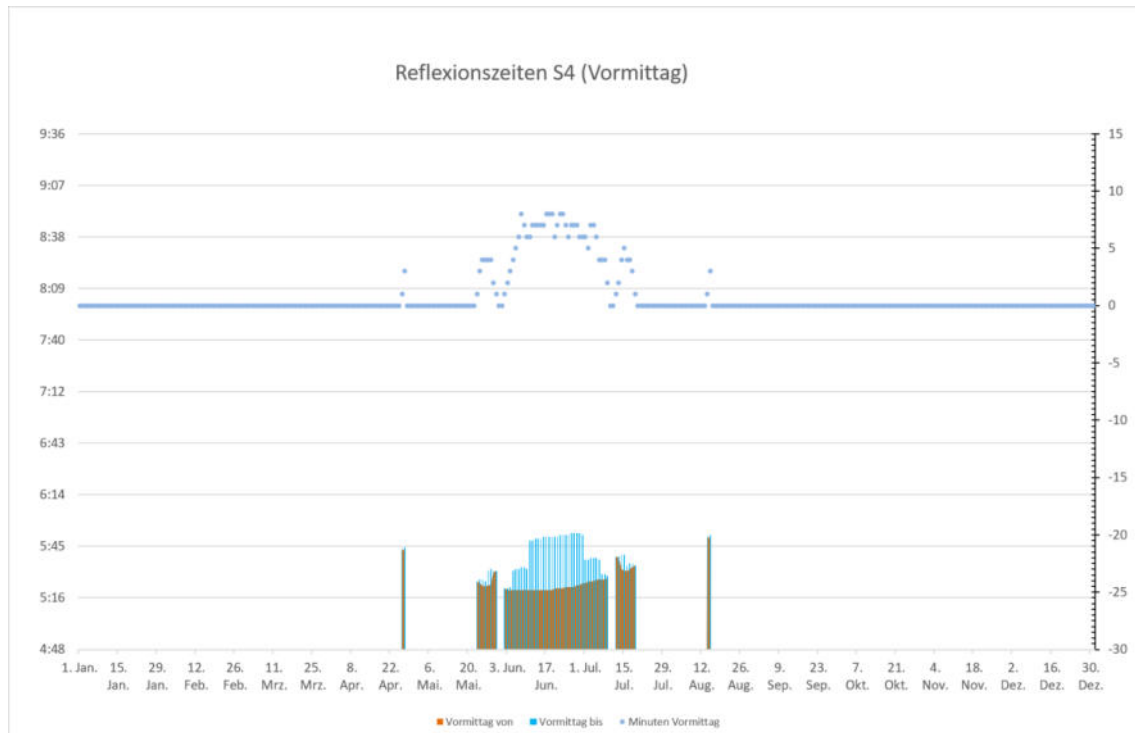


Abbildung 15 : Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt S4 bei Modulneigungen 15°, 20°, 20°

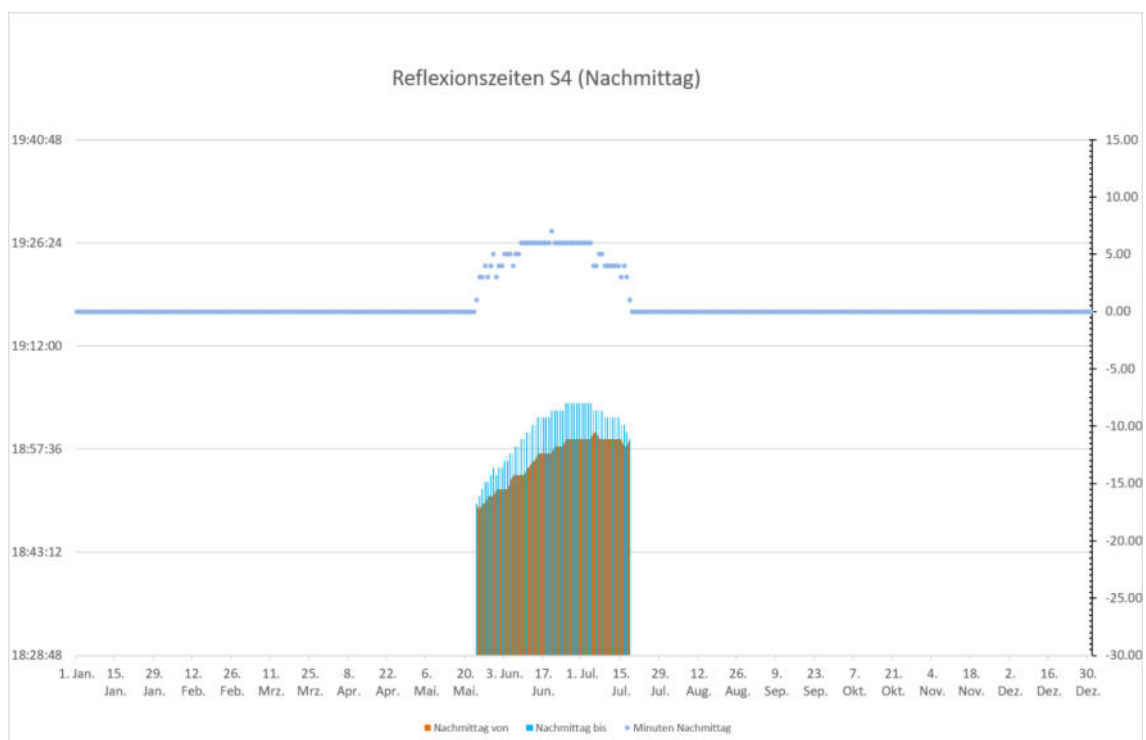


Abbildung 16 : Reflexionszeiten und Dauer am Nachmittag zu Punkt S4 bei Modulneigungen 15°, 20°, 20°

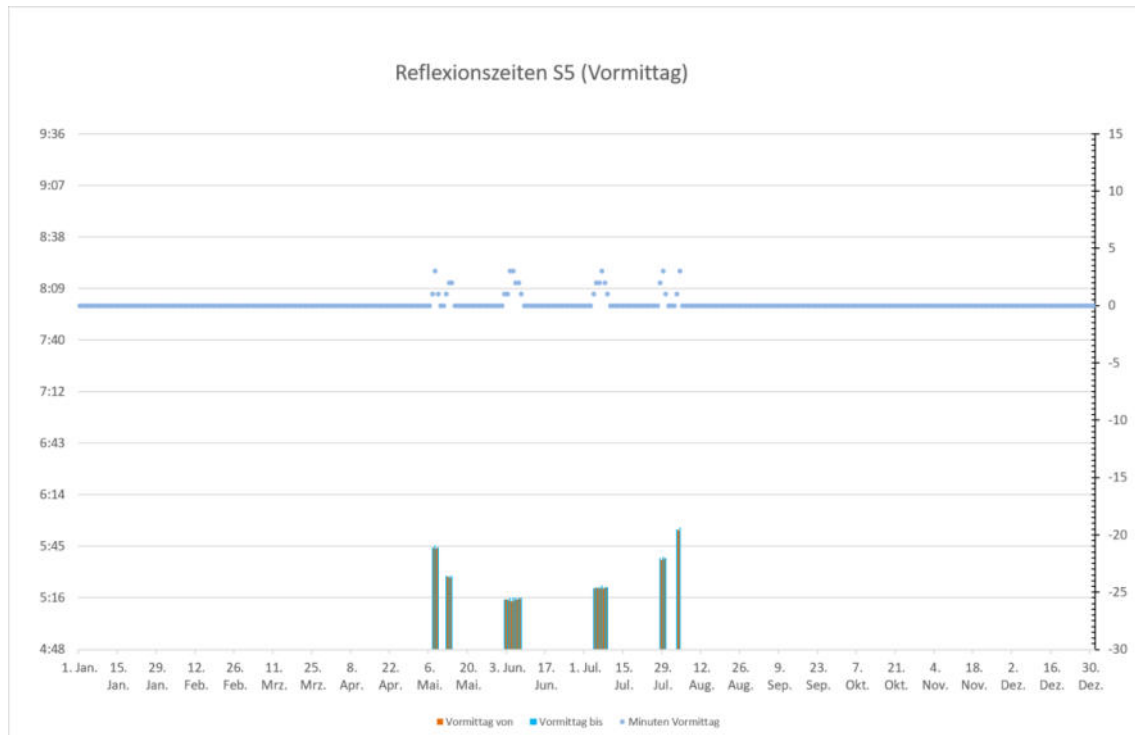


Abbildung 17 : Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt S5 bei Modulneigungen 15°, 12°, 12°

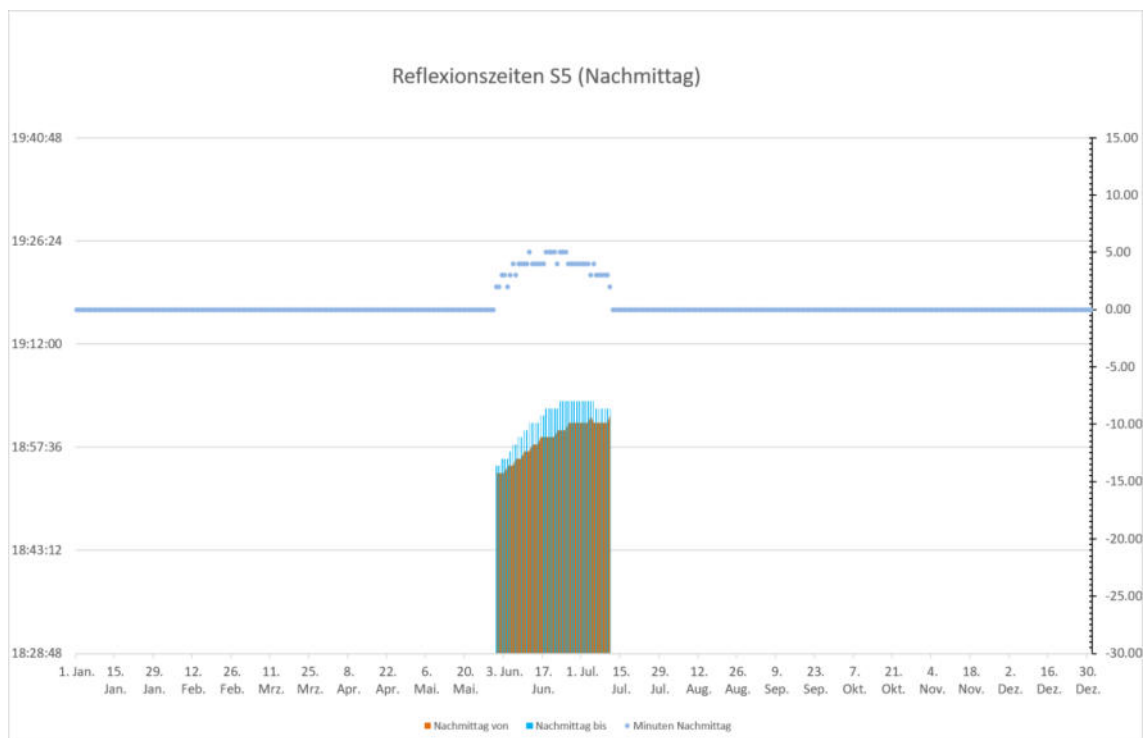


Abbildung 18 : Reflexionszeiten und Dauer am Nachmittag zu Punkt S5 bei Modulneigungen 15°, 12°, 12°

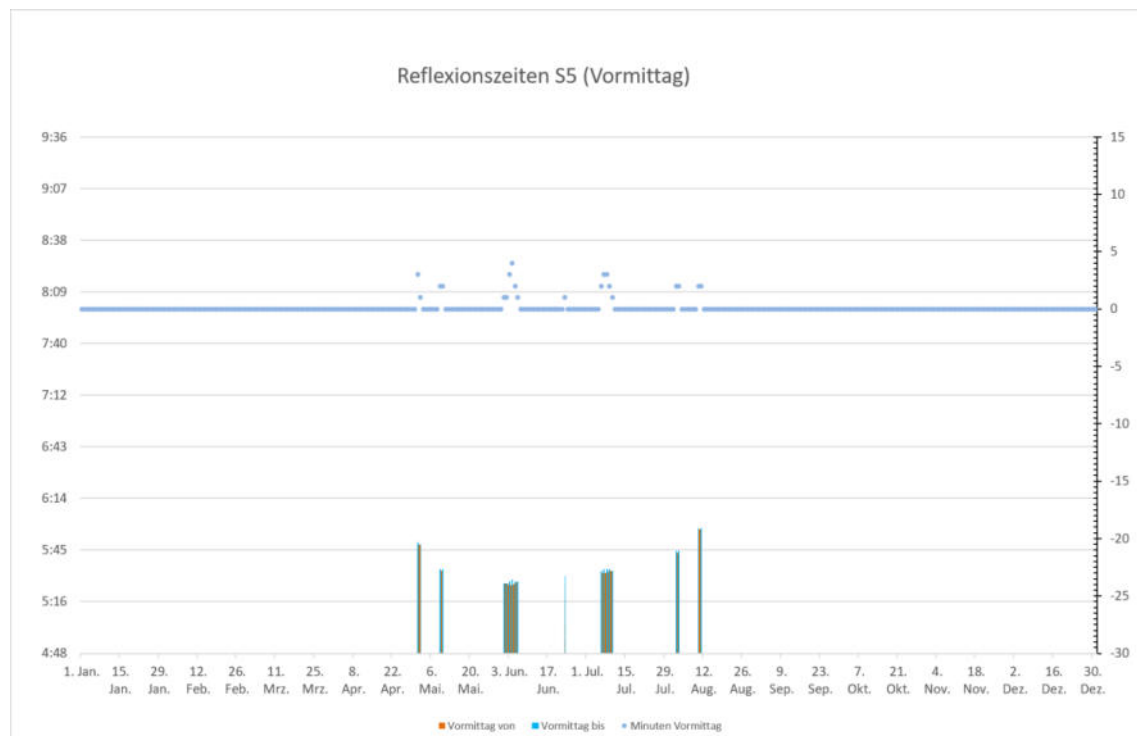


Abbildung 19 : Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt S5 bei Modulneigungen 15°, 20°, 20°

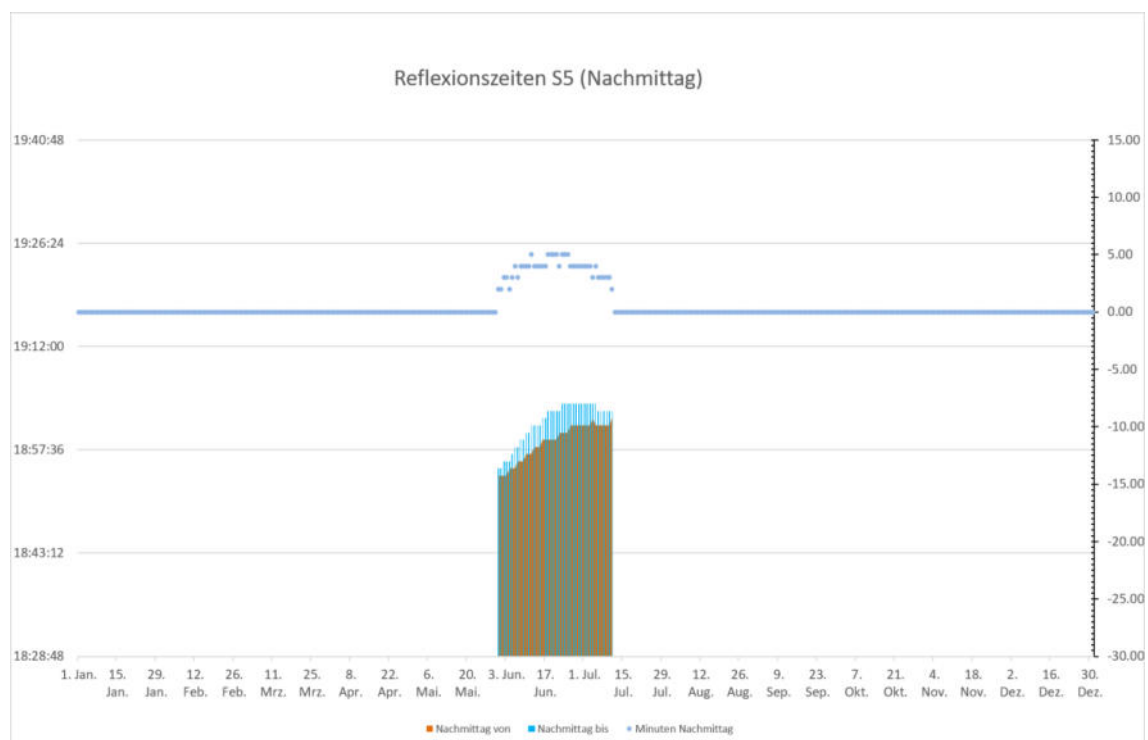


Abbildung 20 : Reflexionszeiten und Dauer am Nachmittag zu Punkt S5 bei Modulneigungen 15°, 20°, 20°

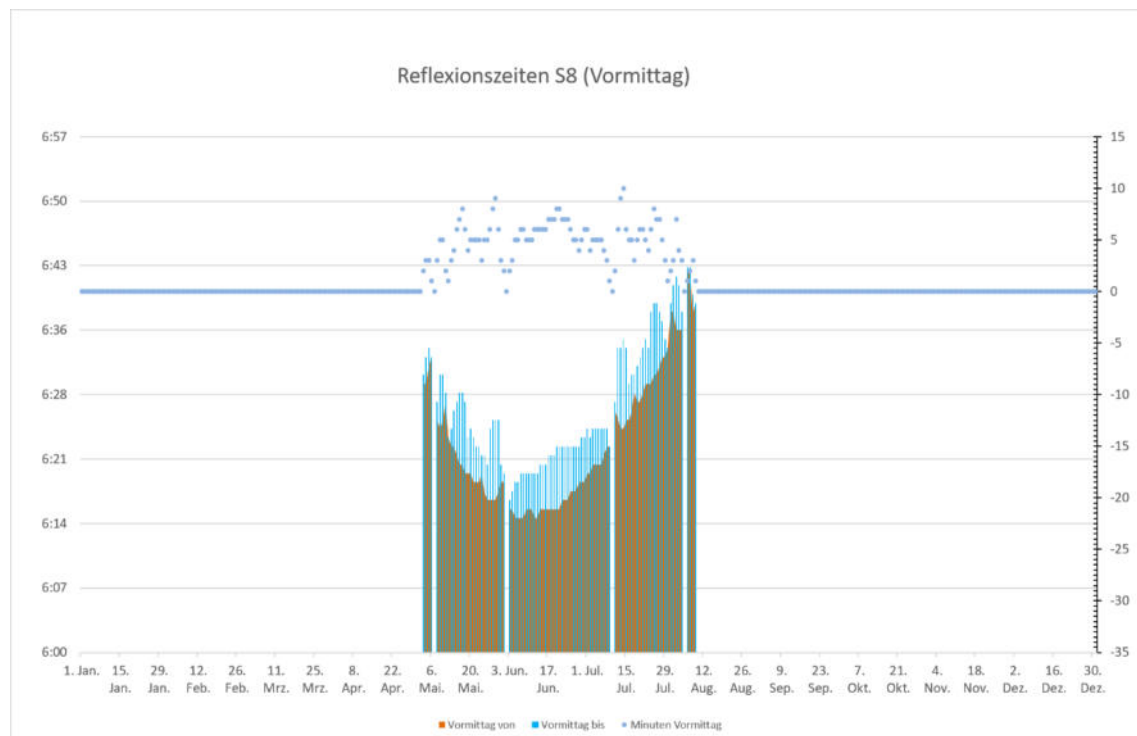


Abbildung 21 : Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt S8 bei Modulneigungen 15°, 12°, 12°

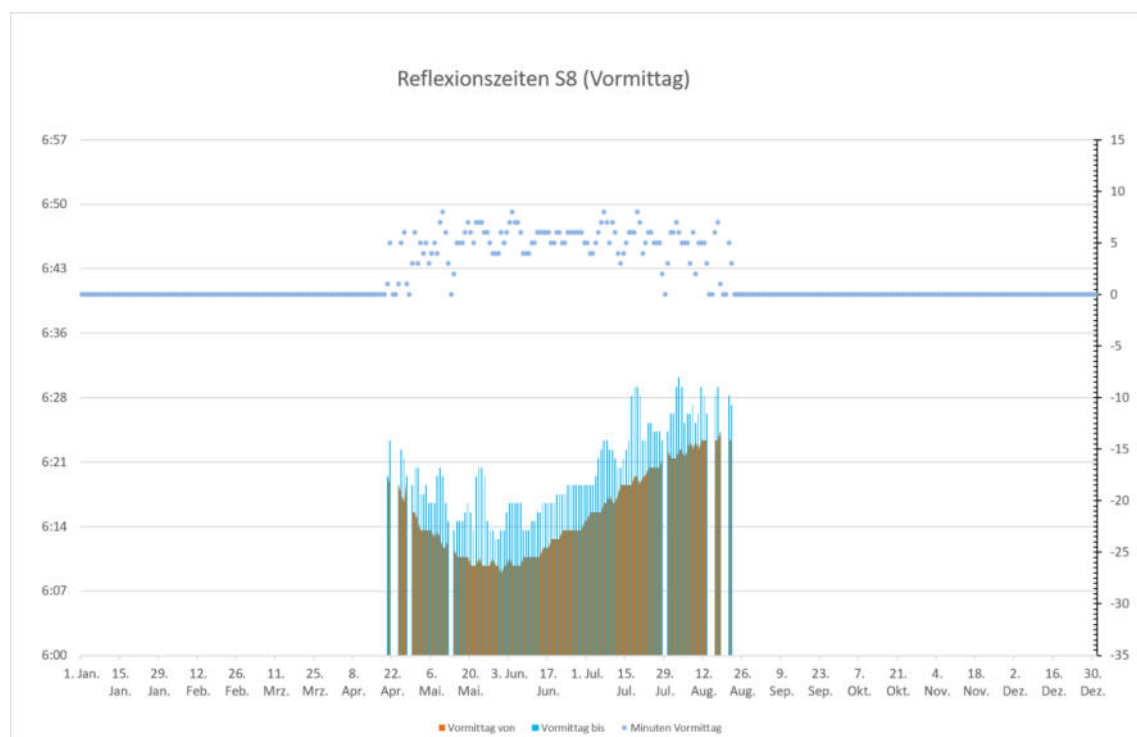


Abbildung 22 : Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt S8 bei Modulneigungen 15°, 20°, 20°

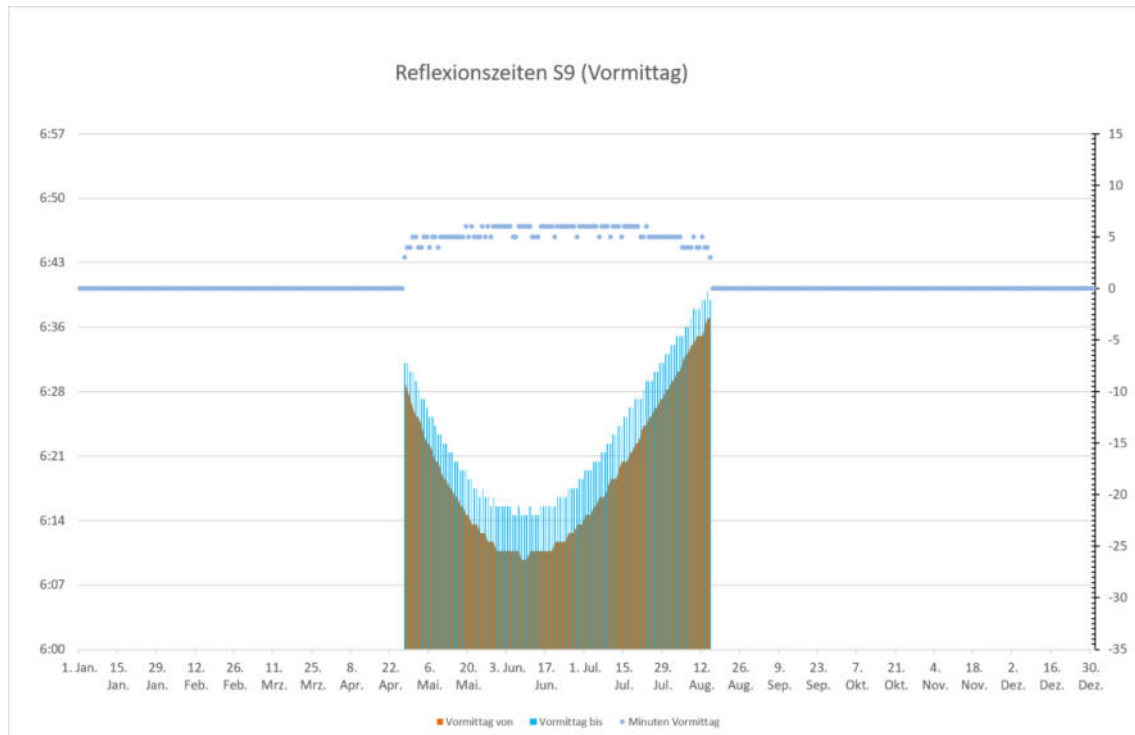


Abbildung 23 : Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt S9 bei Modulneigungen 15°, 12°, 12°

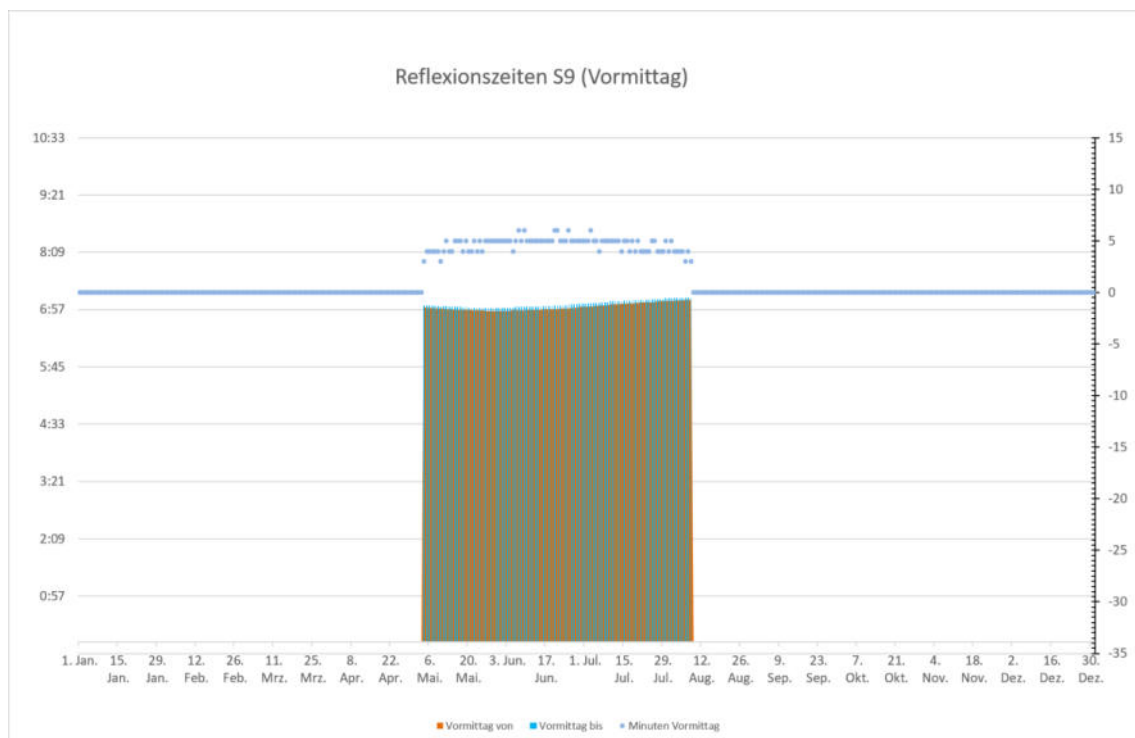


Abbildung 24 : Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt S9 bei Modulneigungen 15°, 20°, 20°

Abbildung 25 bis Abbildung 29 zeigen die spezifischen Bereiche der Photovoltaikanlage, von denen Lichtemissionen für die Punkte S3, S4, S5, S8 und S9 ausgehen.

Aufgrund der weitgehenden Überlagerung und zur besseren Übersicht werden die Reflexionspunkte für die unterschiedlichen Modulneigungen gemeinsam dargestellt.

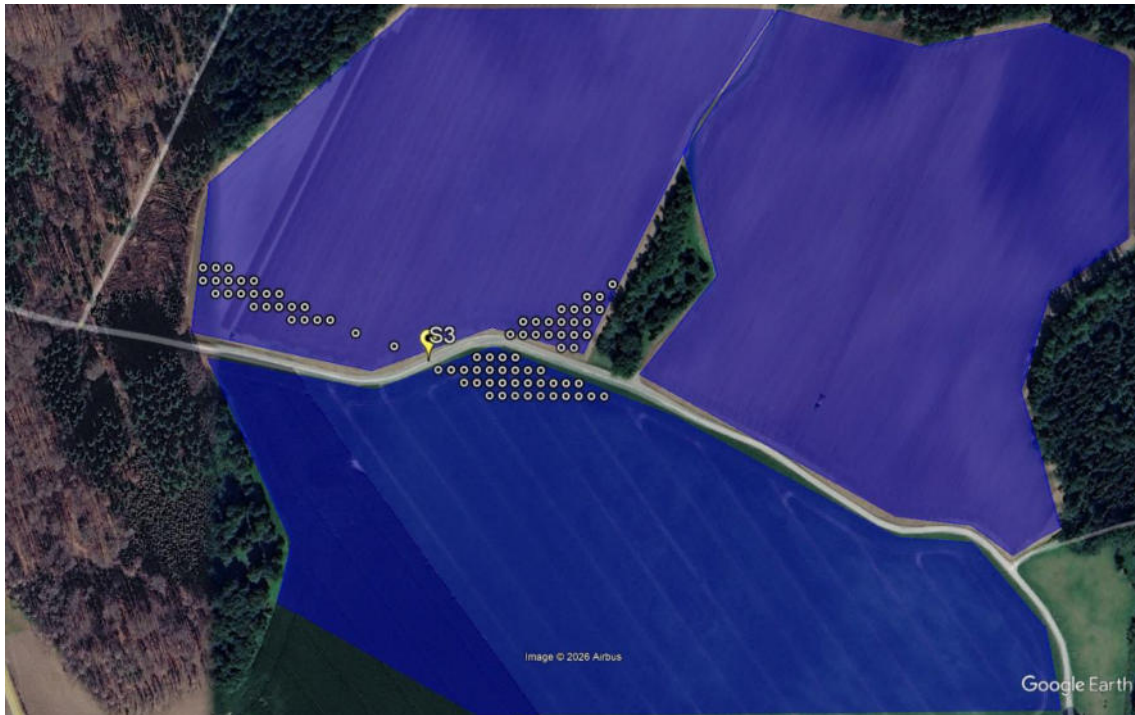


Abbildung 25: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt S3 für alle Modulneigungen



Abbildung 26: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt S4 für alle Modulneigungen



Abbildung 27 : Spezifischer Emissionsbereich für Punkt S5 für alle Modulneigungen



Abbildung 28 : Spezifischer Emissionsbereich für Punkt S8 für alle Modulneigungen



Abbildung 29 : Spezifischer Emissionsbereich für Punkt S9 für alle Modulneigungen

D.2.3. Sichtbarkeit und Wahrnehmung von Reflexionen

Kreisstraße

Wie in Kapitel C.3 ausgeführt ist das Sichtfeld von Fahrzeugführenden 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 Fahrzeugführenden ist in Abbildung 30 für den Punkt K3 dargestellt. Das Sichtfeld der Fahrzeugführenden ist in Blau dargestellt. Der obere Kegel gibt das Sichtfeld für Fahrzeuge wieder, die Richtung Norden unterwegs sind, und der untere Kegel das Sichtfeld der Fahrzeugführenden mit Fahrtrichtung Süden. 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 für den Punkt K3 und beide Fahrtrichtungen, dass die Module mit Lichtemissionen außerhalb der Sichtbereiche der Fahrzeugführenden liegen.



Abbildung 30: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführende für Punkt K3 mit Grenzvektoren in Richtung Module

Gebäude

Laut Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI)¹⁰ 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.

Für die Gebäude im Süden und Südosten der Anlage ist nicht mit Lichtimmissionen zu rechnen.

Ortsverbindungsstraße

Wie in Kapitel C.3 ausgeführt ist das Sichtfeld von Fahrzeugführerenden 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 Fahrzeugführerenden ist in Abbildung 31 bis Abbildung 35 für die Punkte S3, S4, S5, S8 und S9 dargestellt.

Es zeigt sich, dass für die Punkte S3, S4, S5, S8 und S9 die Module mit Lichtemissionen teilweise innerhalb der Sichtbereiche der Fahrzeugführerenden liegen.

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

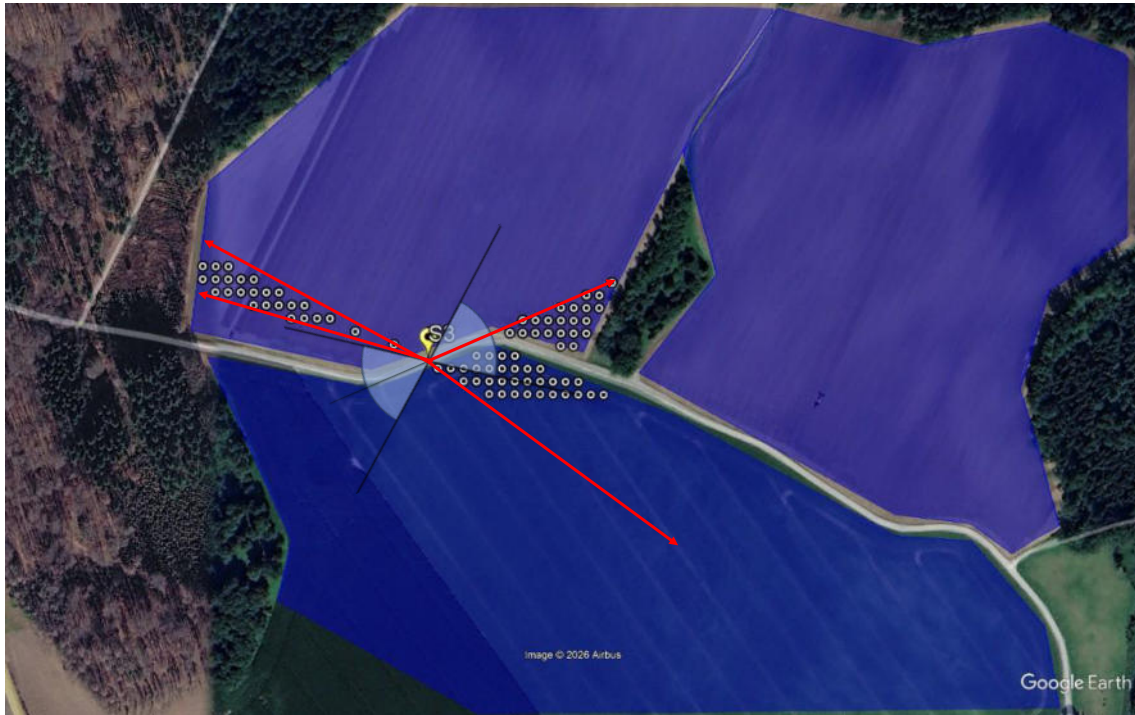


Abbildung 31: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt S3 mit Grenzvektoren in Richtung Module



Abbildung 32: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt S4 mit Grenzvektoren in Richtung Module



Abbildung 33 : Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt S5 mit Grenzvektoren in Richtung Module



Abbildung 34 : Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt S8 mit Grenzvektoren in Richtung Module



Abbildung 35 : Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt S9 mit Grenzvektoren in Richtung Module

Ergänzend zu den Blickrichtungen wurde eine Auswertung der Sonnenstände zum Zeitpunkt der Reflexionen durchgeführt, siehe Tabelle 3.

Tabelle 3 : Sonnenstand zum Zeitpunkt der Reflexionen

Punkt	Azimut / Modulneigung	Höhe Sonne		Differenz Azimut Sonne Blickwinkel Modul	
		Min [°]	Max [°]	Min [°]	Max [°]
S4	180°, 160°, 200° / 12°-20°	10.0	14.5	-2.8	7.3
S5	180°, 160°, 200° / 12°-20°	10.0	15.4	-2.6	5.2

Die Analyse zeigt für die Punkte S4 und S5 und alle untersuchten Ausrichtungen, dass die Sonne zum Zeitpunkt der Lichtimmissionen tief steht. Die Maximale Höhe liegt bei 15,4°. Die Abweichung zwischen dem Sichtvektor zur Sonne und der Sichtachse zu den reflektierenden Modulen beträgt maximal 7,3°. Dies bedeutet, dass die Sonne nahezu hinter den reflektierenden Modulen steht.

Für die Punkte S3, S8 und S9 steht die Sonne eher hoch über den Modulen, daher wurden die Werte nicht in Tabelle 3 aufgenommen. Um kritische Lichtimmissionen auf der Ortsverbindungsstraße zu vermeiden, ist an diesen Standorten ein Sichtschutz vorzusehen.

D.2.4. Ermittlung der minimalen Sichtschutzhöhe

Wie in Kapitel D.2.3 beschrieben, befinden sich ein Teil der reflektierenden Module innerhalb des normalen Blickfeldes der Fahrzeugführer. Im Folgenden wird untersucht, wie sich die

8.2

Topologie auf die Sichtbeziehungen auswirkt und wie hoch ein eventueller Sichtschutz sein müsste, um Lichtimmissionen auf der Straße zu vermeiden.

Mithilfe von Höhenprofilen zwischen den Betrachtungspunkten auf der Landesstraße und ausgewählten Punkten im Bereich der reflektierenden Module wird analysiert, inwieweit eine Abschattung durch die Topologie erfolgt bzw. wie hoch ein Sichtschutz sein müsste. Abbildung 36 und Abbildung 37 zeigen die Betrachtungspunkte und die Sichtlinien, die hierfür verwendet werden.



Abbildung 36 : Sichtlinien und Betrachtungspunkte zur Höhenermittlung des Sichtschutzes für den Punkt S3

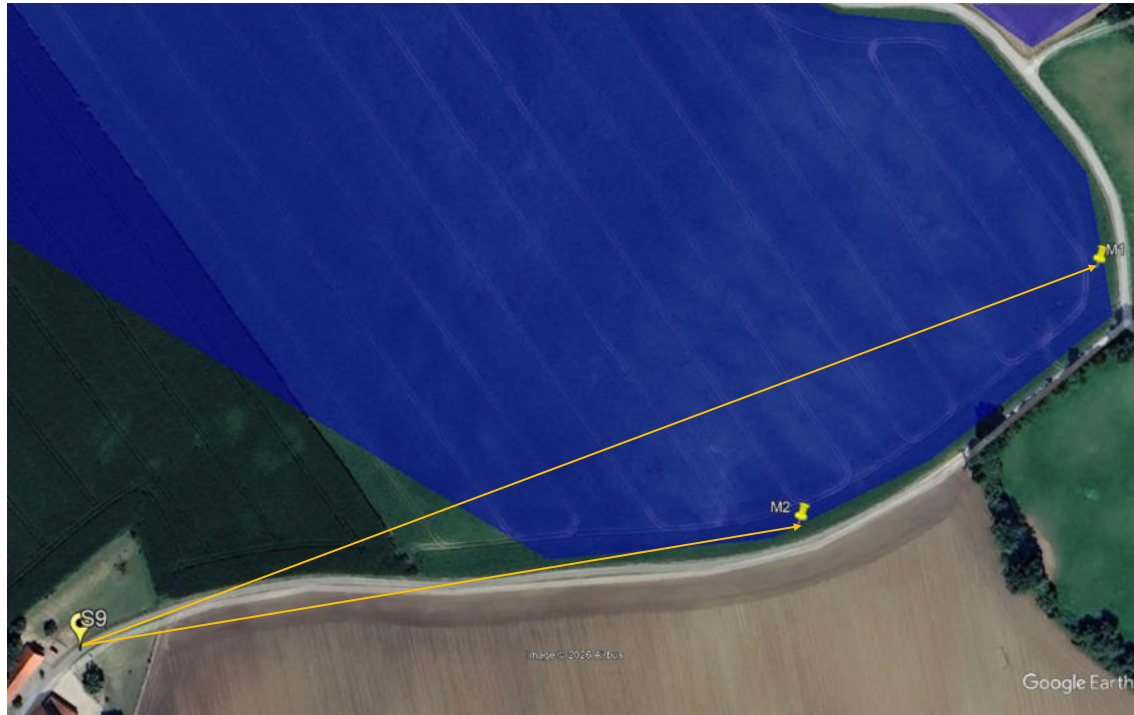


Abbildung 37 : Sichtlinien und Betrachtungspunkte zur Höhenermittlung des Sichtschutzes für den Punkt S9

Sichtschutzhöhe für den Punkt S3:

Abbildung 38 bis Abbildung 41 zeigen die Höhenprofile zwischen den in Abbildung 36 gezeigten Betrachtungspunkten zu S3, sowie die Sichtlinie eines LKW-Fahrers mit Sichthöhe 2,7 m zu dem reflektierenden Modul, welches die höchste Sichtschutzhöhe erfordert. Außerdem ist die Position des Sichtschutzes, seine Höhe, die Position des problematischsten Moduls und die Höhe dieses Moduls abzulesen. Daraus kann die minimale Höhe des Sichtschutzes ermittelt werden, die notwendig ist, so dass alle reflektierenden Module außerhalb der Sichtlinie aller Fahrzeugführenden liegen. Es wird davon ausgegangen, dass der minimale Abstand des Sichtschutzes zu den Modulen bei etwa 5 m liegt.

Für die Ermittlung der Höhe des Sichtschutzes für den Punkt S3 werden die Höhenprofile zwischen den Punkten S3-M1 sowie S3-M1.5 und S3-M2 betrachtet (Abbildung 36). Die Sichtschutzhöhen werden in Abhängigkeit der Modulneigungen ermittelt. Bei einer Neigung 12° beträgt die Höhe der Moduloberkante 2,30 m, bei 15° 2,70 m und bei einer Neigung von 20° 3,25 m.

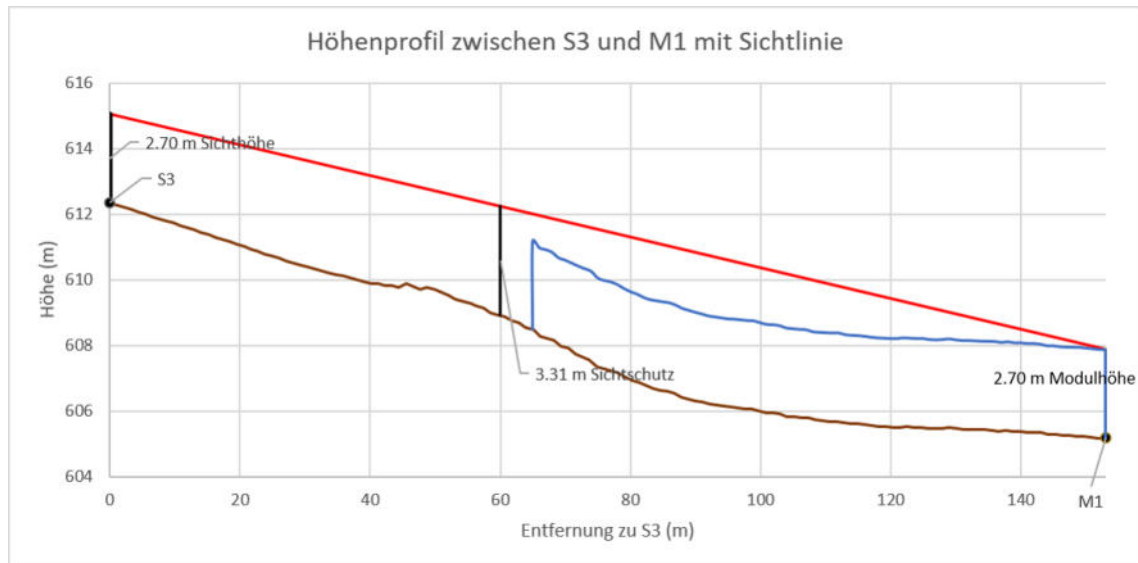


Abbildung 38 : Höhenprofil zwischen den Punkten S3 und M1 mit Sichtlinie für eine Modulneigung von 15°

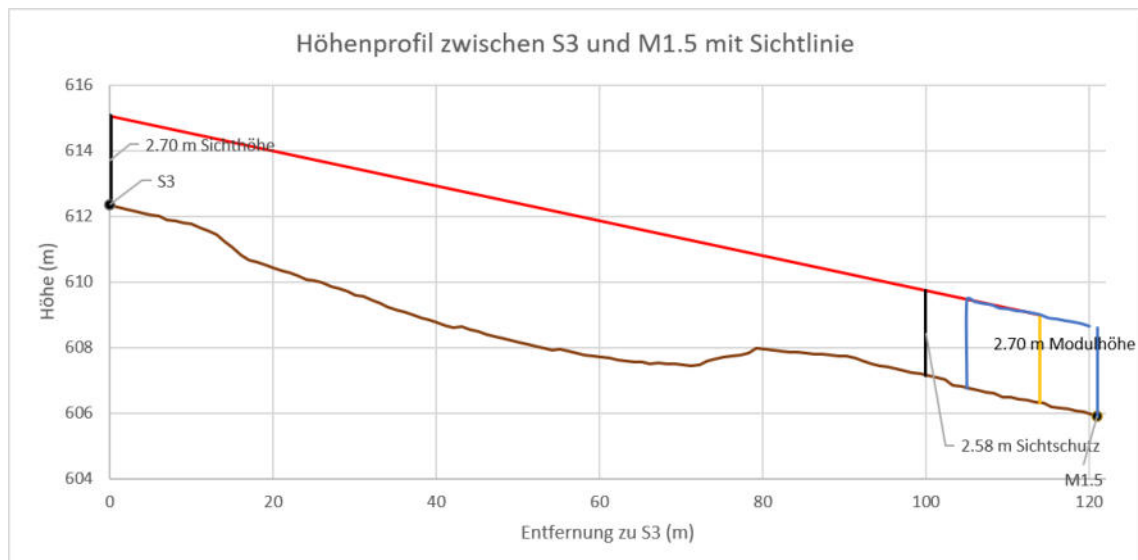


Abbildung 39 : Höhenprofil zwischen den Punkten S3 und M1.5 mit Sichtlinie für eine Modulneigung von 15°

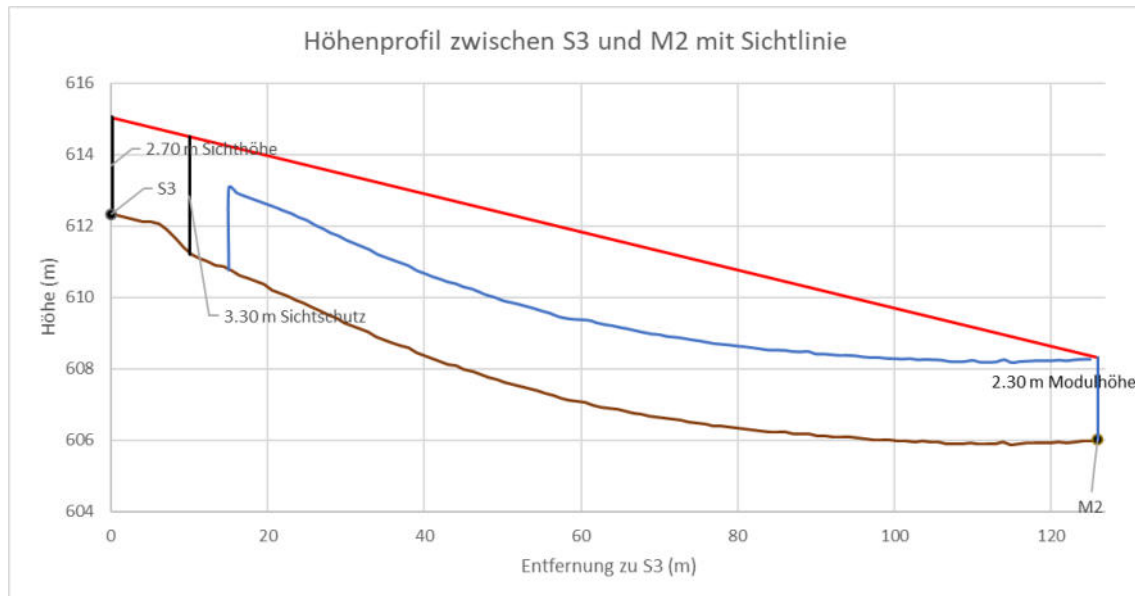


Abbildung 40 : Höhenprofil zwischen den Punkten S3 und M2 mit Sichtlinie für eine Modulneigung von 12°

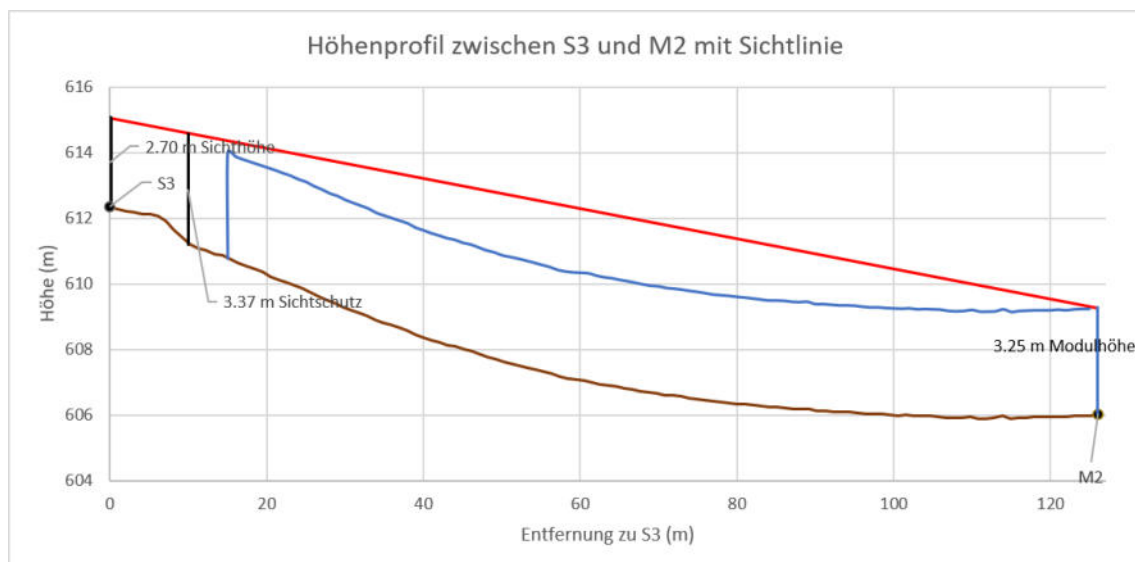


Abbildung 41 : Höhenprofil zwischen den Punkten S3 und M2 mit Sichtlinie für eine Modulneigung von 20°

Wie in Abbildung 38 bis Abbildung 41 zu erkennen, liegt für das Nordwestfeld die Sichtschutzhöhe für 15° bei 3,31 m (Gelb in Abbildung 46). Für das Südfeld liegen die Werte für 12° bei 3,30 m und für 20° bei 3,37 (Rot in Abbildung 46).

Sichtschutzhöhe für den Punkt S9:

Abbildung 42 bis Abbildung 45 zeigen die Höhenprofile des in Abbildung 37 gezeigten Betrachtungspunktes S9.

Für die Ermittlung der Höhe des Sichtschutzes für den Punkt S9 werden die Höhenprofile zwischen den Punkten S9-M1 und S9-M2 betrachtet (Abbildung 37). Es werden auch hier wieder Sichtschutzhöhen für zwei Modulneigungen ermittelt. Bei einer Neigung von 15° beträgt die Moduloberkante 2,70 m und bei einer Neigung von 20° beträgt sie 3,25 m.

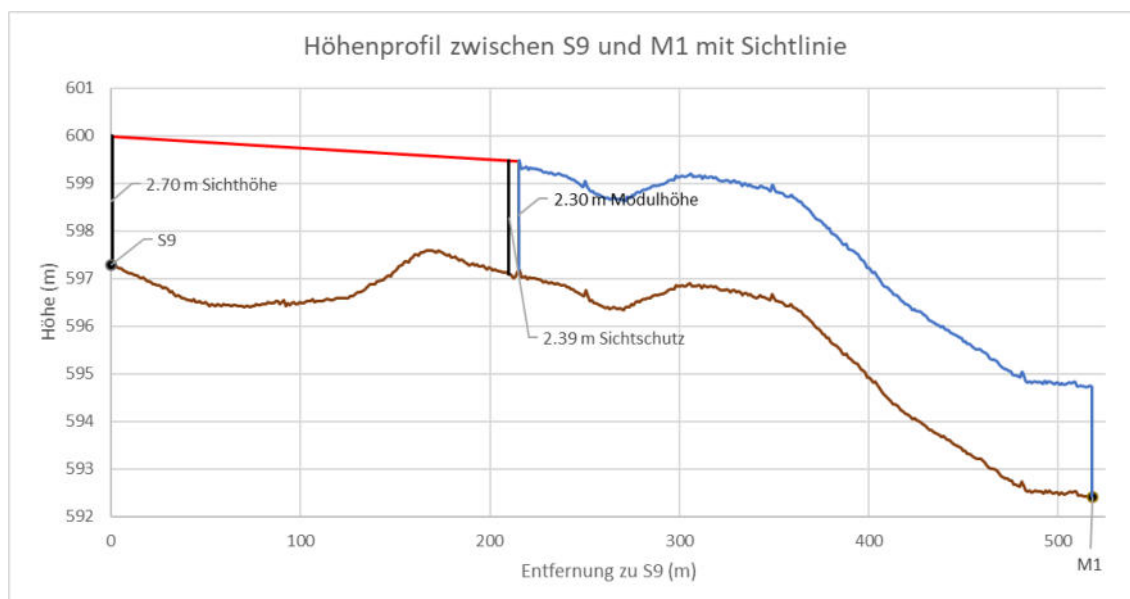


Abbildung 42 : Höhenprofil zwischen den Punkten S9 und M1 mit Sichtlinie für eine Modulneigung von 12°

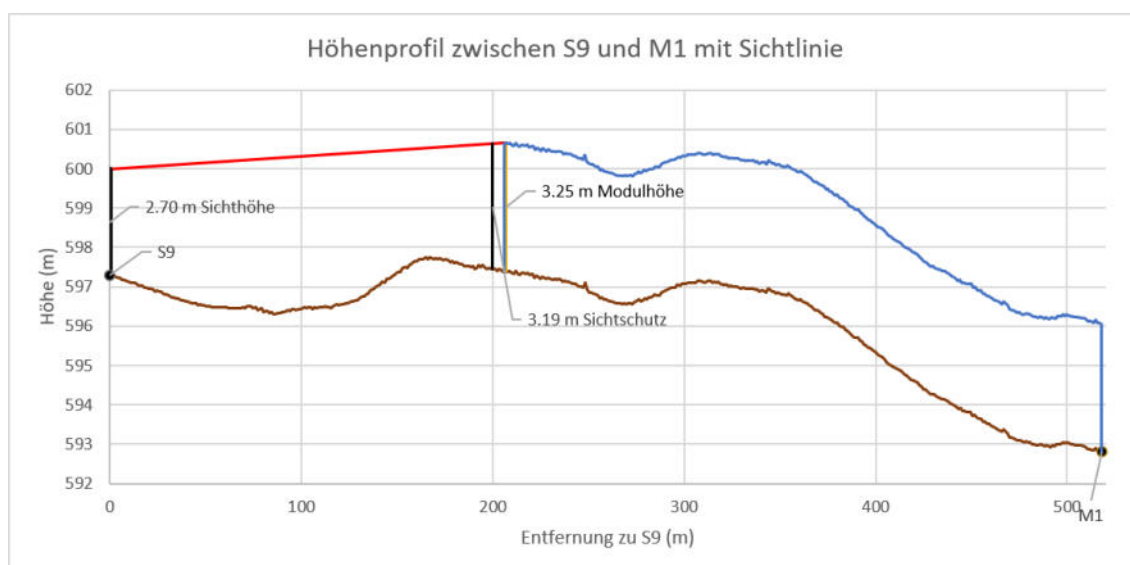


Abbildung 43 : Höhenprofil zwischen den Punkten S9 und M1 mit Sichtlinie für eine Modulneigung von 20°

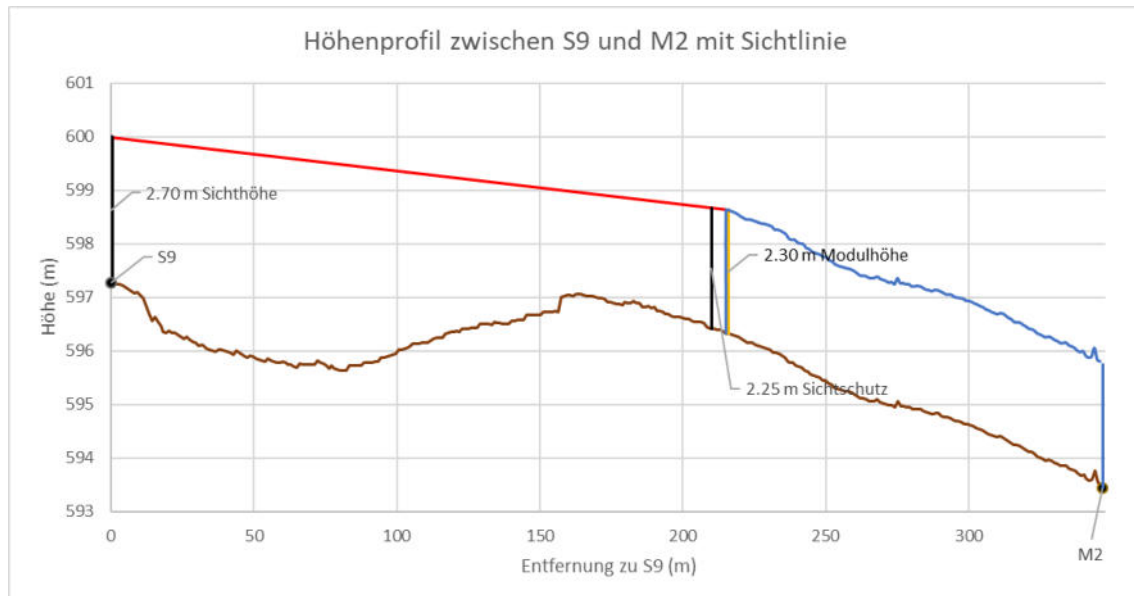


Abbildung 44 : Höhenprofil zwischen den Punkten S9 und M2 mit Sichtlinie für eine Modulneigung von 12°

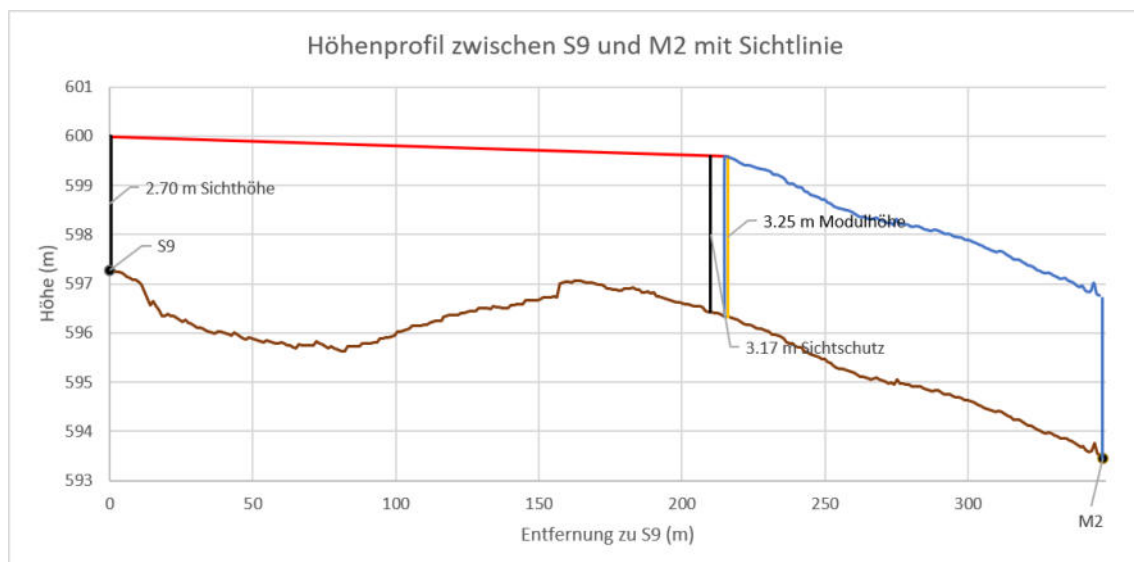


Abbildung 45 : Höhenprofil zwischen den Punkten S9 und M2 mit Sichtlinie für eine Modulneigung von 20°

Wie in Abbildung 42 bis Abbildung 45 zu erkennen, liegen für das Südfeld die Sichtschutzhöhen für 12° bei 2,39 m und bei 20° bei 3,19 m (Grün in Abbildung 46).

Die Position und Höhe des Sichtschutzes ist in Abbildung 46 dargestellt. Zusätzlich sind darin die Bereiche abgegrenzt, die als Alternative zum Sichtschutz freigehalten werden müssten um kritische Lichtimmissionen zu vermeiden, schwarze und gelbe Linien. Im Süden der südlichen Teilfläche grenzt die schwarze Linie den Bereich für eine Modulneigung von 12° ab, der zur Straße hin freigehalten werden müsste und die gelbe Linie zeigt den Bereich bei einer Modulneigung von 20°. Im Norden der südlichen Teilfläche sind die Bereiche für 20° Modulneigung und 12° Modulneigung nahezu identisch und werden daher nicht unterschieden. Der Bereich ist mit einer schwarzen Linie abgegrenzt.



Abbildung 46 : Höhe und Position des Sichtschutzes

D.2.5. Zusatz zur Ausdrehung Nordwest

Ergänzend wurde für die nordöstliche Teilfläche untersucht, ob im nördlichen Bereich die Module mit einem Azimut von 180° ($N=0^\circ$) installiert werden können. Die Trennlinie ist in Abbildung 47 in Rot dargestellt. Darin ist auch die Sichtlinien dargestellt, für die eine Höhenanalyse durchgeführt wird. Diese bildet die Sichtachse auf reflektierende Module bei einem Azimut der Module von 180° ab.

Es wird analysiert wie hoch ein Sichtschutz auf der Trennlinie sein müsste, um eine Sicht von der Straße auf den nördlichen Bereich der nordöstlichen Teilfläche zu verhindern.

In Abbildung 48 und Abbildung 49 sind die Diagramme bei einer Modulneigung von 12° bzw. 20° dargestellt. Es zeigt sich, dass bei einer Modulneigung von 12° die Höhe des Sichtschutzes 2,25 m und bei 20° 3,03 m betragen müsste. Diese Werte liegen unterhalb der Höhe der Moduloberkante. Somit ist davon auszugehen, dass die Module im südlichen Bereich der nordöstlichen Teilfläche die im Norden liegenden Module komplett verdecken.



Abbildung 47 : Nordöstliche Fläche Trennung zwischen Azimut 160° und 180° (N=0°) inkl. Sichtlinien

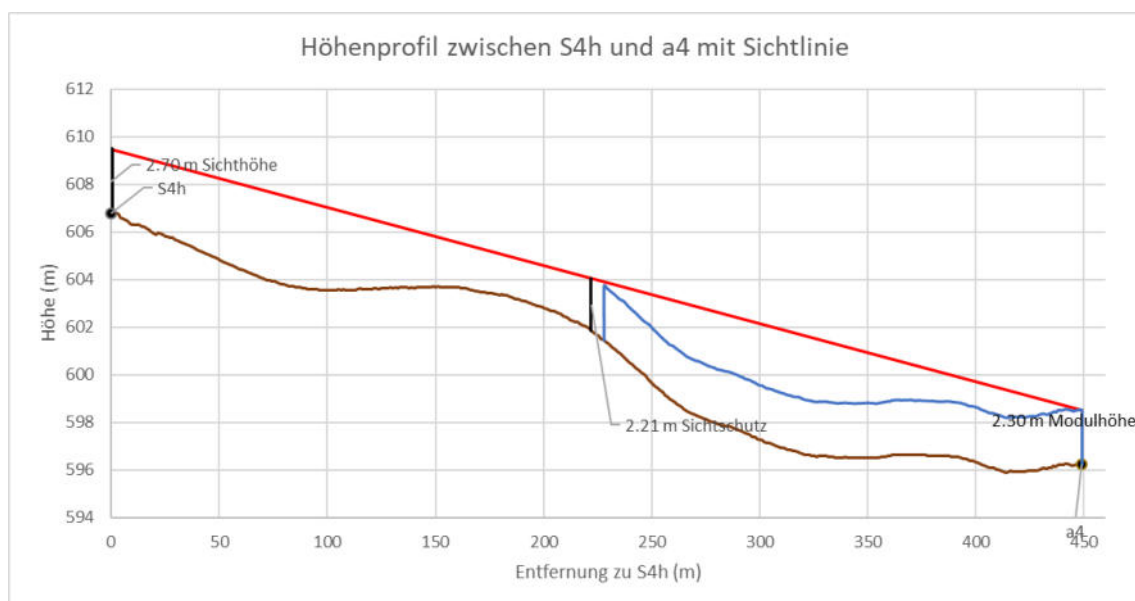


Abbildung 48 : Höhenprofil der Nordostfläche, ausgehend von der Ortsverbindungsstraße, Modulneigung 12°

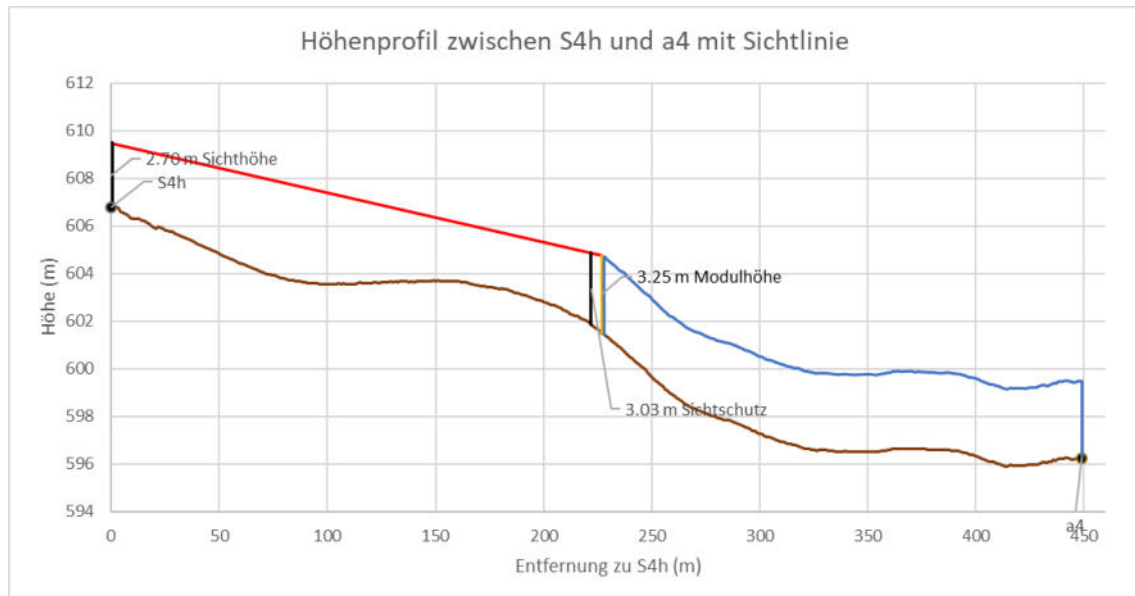


Abbildung 49 : Höhenprofil der Nordostfläche, ausgehend von der Ortsverbindungsstraße, Modulneigung 20°

E. Bewertung

Aus den Ergebnissen der geometrischen Reflexionsbetrachtung in Kapitel D.2.2 geht hervor, dass auf der Kreisstraße K7959, aufgrund von Reflexionen an den Modulen der Photovoltaikanlage Eichstegen Ost, Lichtimmissionen von April bis August in den Morgenstunden zu erwarten sind. Diese Immissionen treten in etwa zwischen 06:15 Uhr bis 07:17 Uhr auf. Die Dauer beträgt im Maximum 6 Minuten. Bei dieser Betrachtung wurden Ereignisse, bei denen der Differenzwinkel zwischen Reflexionsort und Sonne kleiner 10° beträgt, entsprechend der Empfehlung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI)¹¹ nicht berücksichtigt.

Die Ergebnisse in Kapitel D.2.3 zeigen, dass die Reflexionen in einem Winkel auf die Kreisstraße treffen, der erkennen lässt, dass reflektierende Module sich außerhalb des normalen Blickfeldes der Fahrzeugführenden befinden. Eine Wahrnehmung ist nur dann zu erwarten, wenn die Fahrzeugführenden den Blick bewusst abwenden, so dass die Blickrichtung sich außerhalb des normalen Sichtkegels befindet.

Aus diesem Grund ist eine Störung durch Lichtemissionen, die durch Sonnenreflexionen an den Modulen der Photovoltaikanlage Eichstegen Ost entstehen, für den Verkehr auf der Kreisstraße nicht zu erkennen.

Die Analyse der Lichtemissionen für die Wohnbebauung im Süden und Südosten der Anlage zeigt, dass an den Gebäuden nicht mit Lichtimmissionen zu rechnen ist.

Die Untersuchung der Ortsverbindungsstraße zeigt, dass Lichtimmissionen von Ende Januar bis Mitte November in den frühen Morgen- und Abendstunden zu erwarten sind. Die maximale Dauer der Lichtimmissionen beträgt im Maximum 20 Minuten am Tag bzw. in Summe für das gesamte Jahr 25 Stunden. Die reflektierenden Module liegen zum Teil im Sichtfeld der Fahrzeugführenden.

Bei Lichtimmissionen auf der Ortsstraße südlich der nordöstlichen Fläche, steht die Sonne tief und nahezu direkt hinter den Modulen, siehe Kapitel D.2.2. Aufgrund ihrer Helligkeit überstrahlt die Sonne die Lichtemissionen an den Modulen. Eine Störung des Straßenverkehrs durch die reflektierenden Module ist unwahrscheinlich.

Im Bereich der Ortsstraße, der südlich der nordwestlichen Teilfläche von Südwest nach Nordost verläuft, treten Lichtimmissionen auf, die durch reflektierende Module der nordwestlichen Teilfläche und der südlichen Teilfläche verursacht werden. Um mögliche Störungen gänzlich auszuschließen, ist ein Sichtschutz zur südlichen Teilfläche hin zu empfehlen, siehe Kapitel D.2.4. Um reflektierende Module auf der nordwestlichen Fläche für diesen Straßenbereich auszuschließen kann ein Sichtschutz an der Ostgrenze der Fläche installiert werden oder alternativ wird die südöstliche Ecke der nordwestlichen Teilfläche von Modulen frei gelassen.

¹¹ Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI); Beschluss der LAI vom 13.09.2012

Im Bereich der Ortsstraße südöstlich der südlichen Teilfläche treten Lichtimmissionen auf, die von Modulen an der östlichen Grenze der südlichen Teilfläche verursacht werden und im Sichtfeld der Fahrzeugführenden liegen, siehe Kapitel D.2.3. Um hier eine Störung gänzlich auszuschließen ist ein Sichtschutz zu installieren oder alternativ der östliche Bereich der südlichen Teilfläche von der Bebauung frei zu halten, siehe Kapitel D.2.4.

Für eine Optimierung der Photovoltaikanlage kann der nördliche Bereich der nordöstlichen Teilfläche alternativ zur Planung mit 160° mit einem Azimut von 180° installiert werden. Die südlich davor liegenden Module bilden bei gleicher Modulneigung einen Sichtschutz, so dass keine kritischen Lichtimmissionen durch Reflexionen an den nördlichen Modulen zu erwarten sind, siehe Kapitel D.2.5.