

P r ü f b e r i c h t

Berichtsart:	Blendgutachten
Projekt:	Ustersbach
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>86514 Ustersbach (48.323°N; 10.627°E), Deutschland</u>
Prüfberichtsnummer:	25K8198-PV-BG-Ustersbach-R01-JBS_LBE-2025
Berichtsdatum:	28.11.2025
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.....	57

Bildverzeichnis

Abbildung 1: Öffnungswinkel Sehfeld in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit.....	14
Abbildung 2: Reflexionsverhalten in Abhängigkeit vom Einfallswinkel	15
Abbildung 3: Google Earth ©2025 Lageplan der Planfläche	16
Abbildung 4: Geometrische Betrachtung der Reflexion am geneigten Modul.....	17
Abbildung 5: Horizontdarstellung des Sonnenlaufs.....	18
Abbildung 6: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K1 bei 15° / 170°	20
Abbildung 7: Reflexionszeiten und Dauer am Nachmittag zu Punkt K1 bei 15° / 170°	21
Abbildung 8: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K1.1 bei 15° / 170°	21
Abbildung 9: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K2 bei 15° / 170°	22
Abbildung 10: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K3 bei 15° / 170°	22
Abbildung 11: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K4 bei 15° / 170°	23
Abbildung 12: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K1 bei 20° / 170°	23
Abbildung 13: Reflexionszeiten und Dauer am Nachmittag zu Punkt K1 bei 20° / 170°	24
Abbildung 14: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K1.1 bei 20° / 170°	24
Abbildung 15: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K2 bei 20° / 170°	25
Abbildung 16: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K3 bei 20° / 170°	25
Abbildung 17: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K4 bei 20° / 170°	26
Abbildung 18: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K1 bei 15° / 180°	26
Abbildung 19: Reflexionszeiten und Dauer am Nachmittag zu Punkt K1 bei 15° / 180°	27
Abbildung 20: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K1.1 bei 15° / 180°	27
Abbildung 21: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K2 bei 15° / 180°	28
Abbildung 22: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K3 bei 15° / 180°	28
Abbildung 23: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K4 bei 15° / 180°	29
Abbildung 24: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K1 bei 20° / 180°	29
Abbildung 25: Reflexionszeiten und Dauer am Nachmittag zu Punkt K1 bei 20° / 180°	30
Abbildung 26: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K1.1 bei 20° / 180°	30
Abbildung 27: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K2 bei 20° / 180°	31
Abbildung 28: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K3 bei 20° / 180°	31
Abbildung 29: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K4 bei 20° / 180°	32
Abbildung 30: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K1 bei 15° / 170°	33
Abbildung 31: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K1.1 bei 15° / 170°	33
Abbildung 32: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K2 bei 15° / 170°	34
Abbildung 33: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K3 bei 15° / 170°	34
Abbildung 34: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K4 bei 15° / 170°	35
Abbildung 35: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K1 bei 20° / 170°	35
Abbildung 36: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K1.1 bei 20° / 170°	36
Abbildung 37: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K2 bei 20° / 170°	36
Abbildung 38: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K3 bei 20° / 170°	37
Abbildung 39: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K4 bei 20° / 170°	37
Abbildung 40: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K1 bei 15° / 180°	38
Abbildung 41: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K1.1 bei 15° / 180°	38
Abbildung 42: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K2 bei 15° / 180°	39

Abbildung 43: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K3 bei 15° / 180°	39
Abbildung 44: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K4 bei 15° / 180°	40
Abbildung 45: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K1 bei 20° / 180°	40
Abbildung 46: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K1.1 bei 20° / 180°	41
Abbildung 47: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K2 bei 20° / 180°	41
Abbildung 48: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K3 bei 20° / 180°	42
Abbildung 49: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K4 bei 20° / 180°	42
Abbildung 50: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K1 bei 15° / 170° mit Grenzvektoren in Richtung Module	43
Abbildung 51: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K1.1 bei 15° / 170° mit Grenzvektoren in Richtung Module	44
Abbildung 52: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K2 bei 15° / 170° mit Grenzvektoren in Richtung Module	44
Abbildung 53: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K3 bei 15° / 170° mit Grenzvektoren in Richtung Module	45
Abbildung 54: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K4 bei 15° / 170° mit Grenzvektoren in Richtung Module	45
Abbildung 55: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K1 bei 20° / 170° mit Grenzvektoren in Richtung Module	46
Abbildung 56: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K1.1 bei 20° / 170° mit Grenzvektoren in Richtung Module	46
Abbildung 57: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K2 bei 20° / 170° mit Grenzvektoren in Richtung Module	47
Abbildung 58: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K3 bei 20° / 170° mit Grenzvektoren in Richtung Module	47
Abbildung 59: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K4 bei 20° / 170° mit Grenzvektoren in Richtung Module	48
Abbildung 60: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K1 bei 15° / 180° mit Grenzvektoren in Richtung Module	48
Abbildung 61: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K1.1 bei 15° / 180° mit Grenzvektoren in Richtung Module	49
Abbildung 62: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K2 bei 15° / 180° mit Grenzvektoren in Richtung Module	49
Abbildung 63: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K3 bei 15° / 180° mit Grenzvektoren in Richtung Module	50
Abbildung 64: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K4 bei 15° / 180° mit Grenzvektoren in Richtung Module	50
Abbildung 65: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K1 bei 20° / 180° mit Grenzvektoren in Richtung Module	51
Abbildung 66: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K1.1 bei 20° / 180° mit Grenzvektoren in Richtung Module	51
Abbildung 67: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K2 bei 20° / 180° mit Grenzvektoren in Richtung Module	52
Abbildung 68: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K3 bei 20° / 180° mit Grenzvektoren in Richtung Module	52

Abbildung 69: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K4 bei 20° / 180° mit Grenzvektoren in Richtung Module	53
Abbildung 70: Südliche Grenze für Alternativkonfiguration	54
Abbildung 71: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K1 bei 15°&20° / 150° mit Grenzvektoren in Richtung Module	55
Abbildung 72: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K1.1 bei 15°&20° / 150° mit Grenzvektoren in Richtung Module	55
Abbildung 73: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K2 bei 15°&20° / 150° mit Grenzvektoren in Richtung Module	56
Abbildung 74: Darstellung südlicher Bereich mit Randbereichen und Abgrenzung nach Nord	56

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Revisionsübersicht.....	6
Tabelle 2: Datums- und Zeitbereiche der Reflexionen an den Betrachtungspunkten	19
Tabelle 2: Koordinaten zu Punkten Abbildung 74	54

Tabelle 1: Revisionsübersicht

Version	Modifikationen
25K8198-PV-BG-Ustersbach-R00-JBS_LBE-2025	Ursprungsversion 26.11.2025
25K8198-PV-BG-Ustersbach-R01-JBS_LBE-2025	Konkretisierung der freizuhaltenden Bereiche und der Bewertung 28.11.2025

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 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 Dinkelscherbener Straße, die südwestlich der PVA entlangführt, zu erwarten sind und welche Auswirkungen diese haben.
Auftraggeber:	vento ludens GmbH & Co.KG Hauptstraße 105 89343 Jettingen-Scheppach
Auftragsdatum:	06.11.2025
Auftragnehmer:	8.2 Obst & Hamm GmbH Brandstwiete 4 20457 Hamburg
Prüfer:	Dipl.-Ing. (FH) Jörg Behrschmidt Lennart Behn, B.Sc.
Nummer des Prüfberichts:	25K8198-PV-BG-Ustersbach-R01-JBS_LBE-2025

A.2. Prüfungsumfang

Der Prüfungsauftrag umfasst die Bestimmung der einfallenden Modulreflexionen auf die südwestlich der Anlage entlangführenden Straße „Dinkelscherbener Straße“. 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
 - KMZ-Datei der geplanten PVA
 - Schriftliche Angaben zur Modulausrichtung und dem Tischaufbau der PVA
- 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 Earth¹
- Daten der Online-Plattform „BayernAtlas“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 Ustersbach soll nordwestlich der Gemeinde Ustersbach nordöstlich der Straße „Dinkelscherbener Straße“ installiert werden.

Die aktuelle Planung sieht eine Ausrichtung der Module nach Süden mit einem Azimut zwischen 170° und 180° ($N=0^\circ$) und einem Neigungswinkel zwischen 15° und 20° vor. 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 liegt bei etwa 3,5 m.

¹ ©2025 Google LLC.

² 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 Ustersbach wurde eine Untersuchung über die Reflexionen der Sonne an den Modulen und deren Auswirkungen auf Immissionsorte auf der südwestlich entlangführenden Straße „Dinkelscherbener Straße“ durchgeführt.

Die Untersuchung zeigt, dass von Februar bis Oktober Lichtimmissionen in den frühen Morgenstunden möglich sind. An Punkt K1 treten weiterhin abends Immissionen auf. Die reflektierenden Module liegen im südlichen Bereich der Planfläche im Sichtfeld der Fahrzeugführenden. Im nördlichen Bereich liegen die reflektierenden Module außerhalb des Sichtfeldes der Fahrzeugführenden, so dass in diesem Bereich bei einem Azimut zwischen 150° und 180° sowie einer Modulneigung zwischen 15° und 20° keine Störung des Straßenverkehrs zu erwarten ist.

Eine Alternativbetrachtung des südlichen Bereichs zeigt, dass mit einem Azimut von 150° die Reflexionen soweit reduziert werden, so dass bei Einhaltung eines Bauabstandes zwischen 3 m und 7 m zur Straßenkante keine Reflexionen mehr im Sichtfeld der Fahrzeugführenden auftreten und eine Störung des Straßenverkehrs auch im Süden nicht mehr zu erwarten ist.

Hamburg, 28. November 2025



Dipl.-Ing. (FH) Jörg Behrschmidt



Lennart Behn, B.Sc.

Dieser Bericht besteht aus 57 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 Straße zu bewerten. Zu berücksichtigen sind hierbei die Störwirkung von Reflexionen sowie die Wahrnehmung durch Betrachtende, insbesondere durch Fahrzeugführende, 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 einer Freifläche errichtet werden, die sich entlang einer Straße erstreckt. 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.

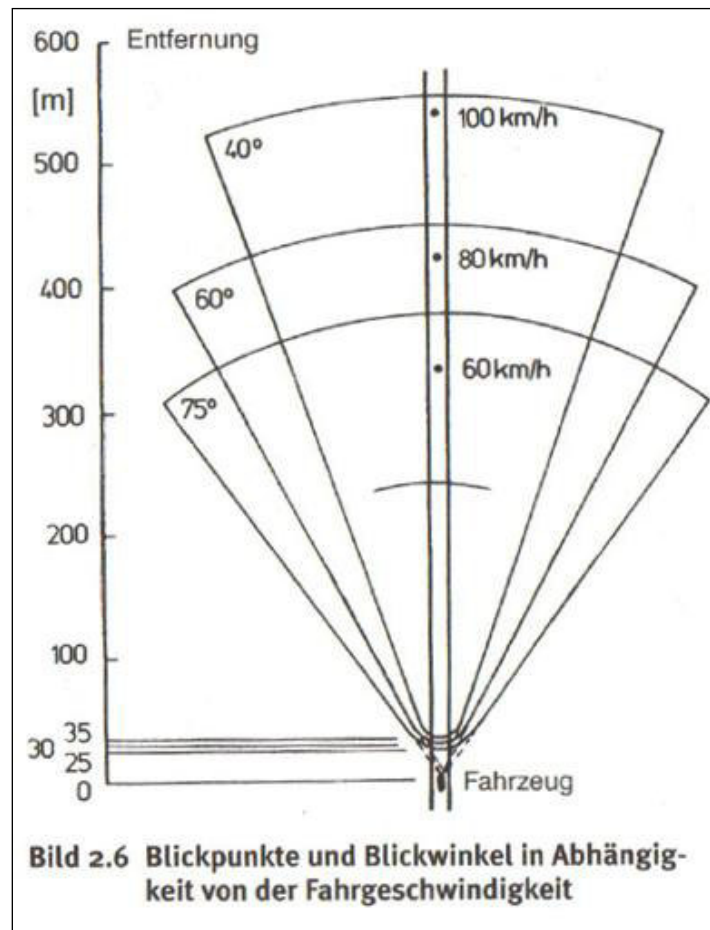


Abbildung 1: Öffnungswinkel Sehfeld in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit³

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

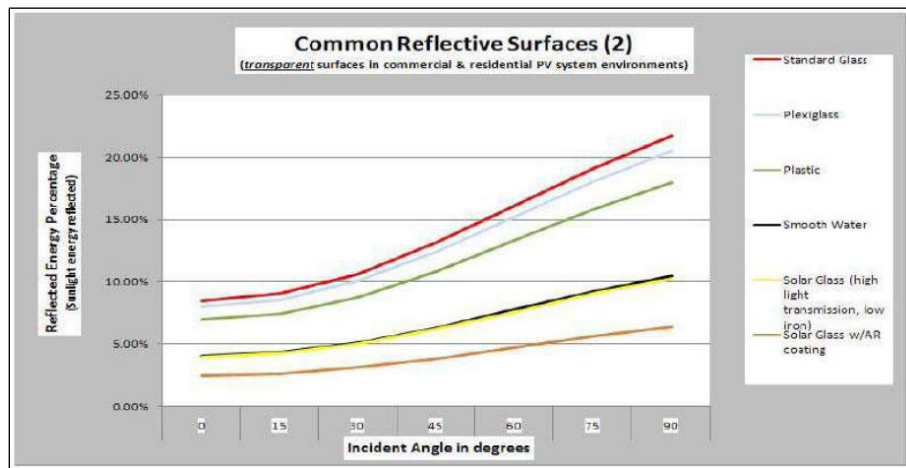


Abbildung 2: Reflexionsverhalten in Abhängigkeit vom Einfallswinkel⁴

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

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 „BayernAtlas“⁷.

Die Planfläche selbst liegt nordwestlich der Gemeinde Ustersbach, nordöstlich der Straße „Dinkelscherbener Straße“, siehe Abbildung 3. Das Höhenniveau der Planfläche variiert zwischen 463 m und 466 m. Das Höhenniveau der Betrachtungspunkte auf der Straße liegt zwischen 464 m und 466 m.

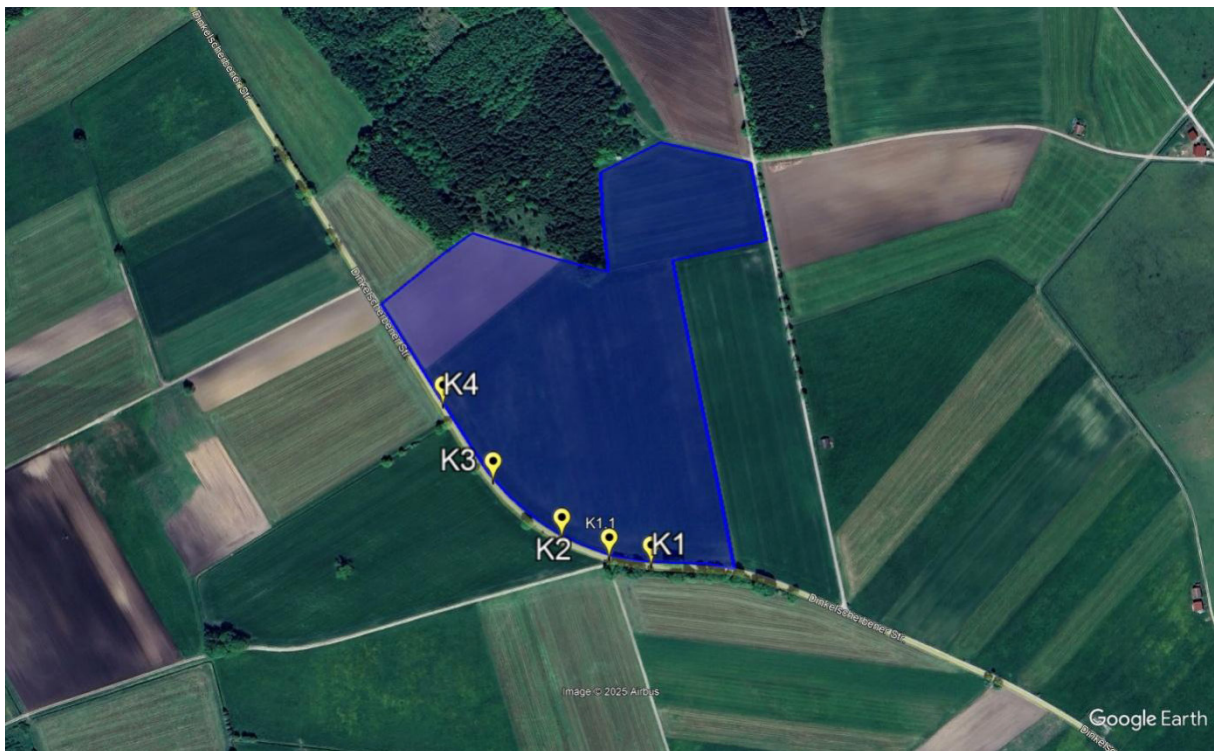


Abbildung 3: Google Earth ©2025 Lageplan der Planfläche

Die aktuelle Planung sieht eine Ausrichtung der Module nach Süden mit einem Azimut zwischen 170° und 180° ($N=0^\circ$) und einem Neigungswinkel zwischen 15° und 20° vor. 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 liegt bei etwa 3,5 m.

⁶ ©2025 Google

⁷ 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 Straße repräsentative Punkte festgelegt. Über die Planfläche wird ein Netz mit einer Gitterweite von 5 m gelegt. Die Gitterpunkte dienen als Referenzpunkte. Für die einzelnen Punktepaaire werden, wie später beschrieben, Reflexionsbetrachtungen durchgeführt.

Auf der Dinkelscherbener Straße werden die Punkte K1 bis K4 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.

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.

Die Bewertung der Lichtemissionen des Solarparks erfolgt in zwei Schritten. In Schritt 1 wird für die Punkte auf der Straße 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.

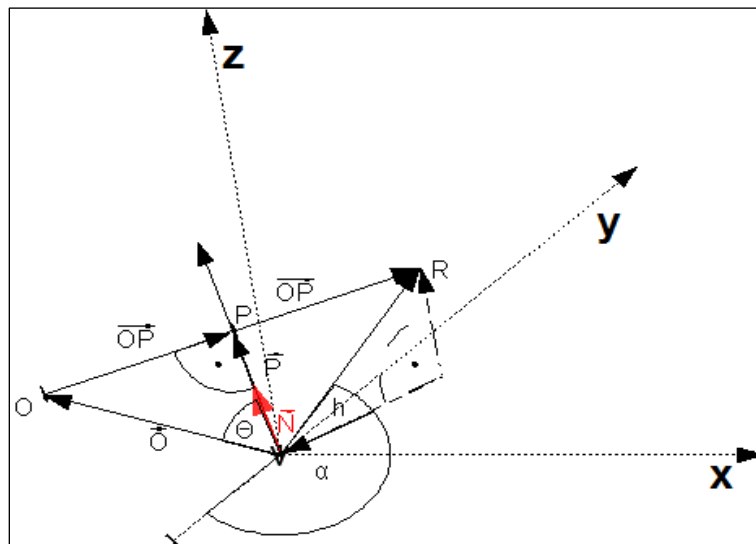


Abbildung 4: Geometrische Betrachtung der Reflexion am geneigten Modul

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 Lichtimmissionen 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° bis $+120^\circ$ und für den Höhenwinkel h von 0° bis 65° .

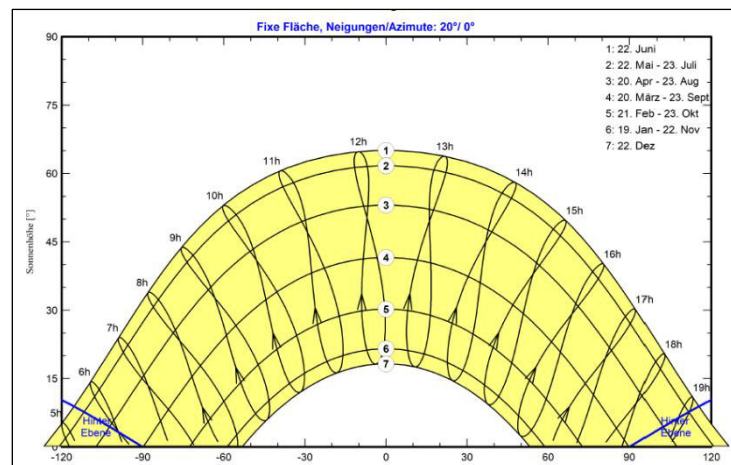


Abbildung 5: Horizontdarstellung des Sonnenlaufs

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		Zeitbereich	Max Minuten pro Tag [min]	Max Stunden pro Jahr [h]
Neigungswinkel 15° Azimut 170° (N=0°)				
K1	von 30. Apr bis 12. Aug	05:25 - 06:01	15	15.0
	von 18. Mai bis 24. Jul	18:03 - 18:30	14	
K1.1	von 08. Apr bis 04. Sep	05:26 - 06:25	12	9.0
K2	von 08. Apr bis 04. Sep	05:25 - 06:36	11	9.0
K3	von 30. Mrz bis 12. Sep	05:25 - 06:46	19	9.0
K4	von 25. Feb bis 17. Okt	05:25 - 07:37	19	9.0
Neigungswinkel 20° Azimut 170° (N=0°)				
K1	von 22. Apr bis 20. Aug	05:37 - 06:10	14	14.0
	von 22. Mai bis 20. Jul	17:43 - 18:08	11	
K1.1	von 05. Apr bis 07. Sep	05:36 - 06:26	17	13.8
K2	von 04. Apr bis 07. Sep	05:35 - 06:40	17	14.7
K3	von 26. Mrz bis 16. Sep	05:34 - 06:48	17	13.9
K4	von 08. Apr bis 03. Sep	05:35 - 06:55	16	14.0
Neigungswinkel 15° Azimut 180° (N=0°)				
K1	von 18. Apr bis 23. Aug	05:47 - 06:18	9	25.0
	von 07. Mai bis 05. Aug	18:17 - 18:52	13	
K1.1	von 05. Apr bis 07. Sep	05:46 - 06:45	15	18.0
K2	von 13. Mrz bis 29. Sep	05:44 - 07:00	17	19.0
K3	von 30. Mrz bis 12. Sep	05:44 - 07:05	15	21.0
K4	von 02. Mrz bis 10. Okt	05:44 - 07:52	15	21.0
Neigungswinkel 20° Azimut 180° (N=0°)				
K1	von 16. Apr bis 26. Aug	06:04 - 06:33	13	22.0
	von 08. Mai bis 03. Aug	18:02 - 18:34	12	
K1.1	von 03. Apr bis 08. Sep	06:03 - 06:53	16	20.0
K2	von 03. Apr bis 08. Sep	06:02 - 07:07	15	22.0
K3	von 28. Mrz bis 14. Sep	06:01 - 07:10	19	24.0
K4	von 23. Feb bis 19. Okt	06:01 - 07:48	16	23.0

Dinkelscherbener Straße

Die Untersuchung der Dinkelscherbener Straße in den definierten Punkten ergab, dass an allen Punkten und mit allen untersuchten Azimuten, sowie Neigungswinkeln, mit Reflexionen zu rechnen ist.

Auf der Straße sind an allen Punkten am frühen Morgen Lichtimmissionen zu erwarten. Diese treten überwiegend zwischen März und September auf. Ausnahmen sind der Punkt K4, an dem die Reflexionen schon ab Februar und bis Oktober auftreten, sowie der Punkt K1, an welchem zusätzlich abends Immissionen zwischen Mai und August zu erwarten sind.

Die Tage und die Zeiten, zu denen Reflexionen wahrnehmbar sind, sind in den nachfolgenden Diagrammen, siehe Abbildung 6 bis Abbildung 29, 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 29 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.

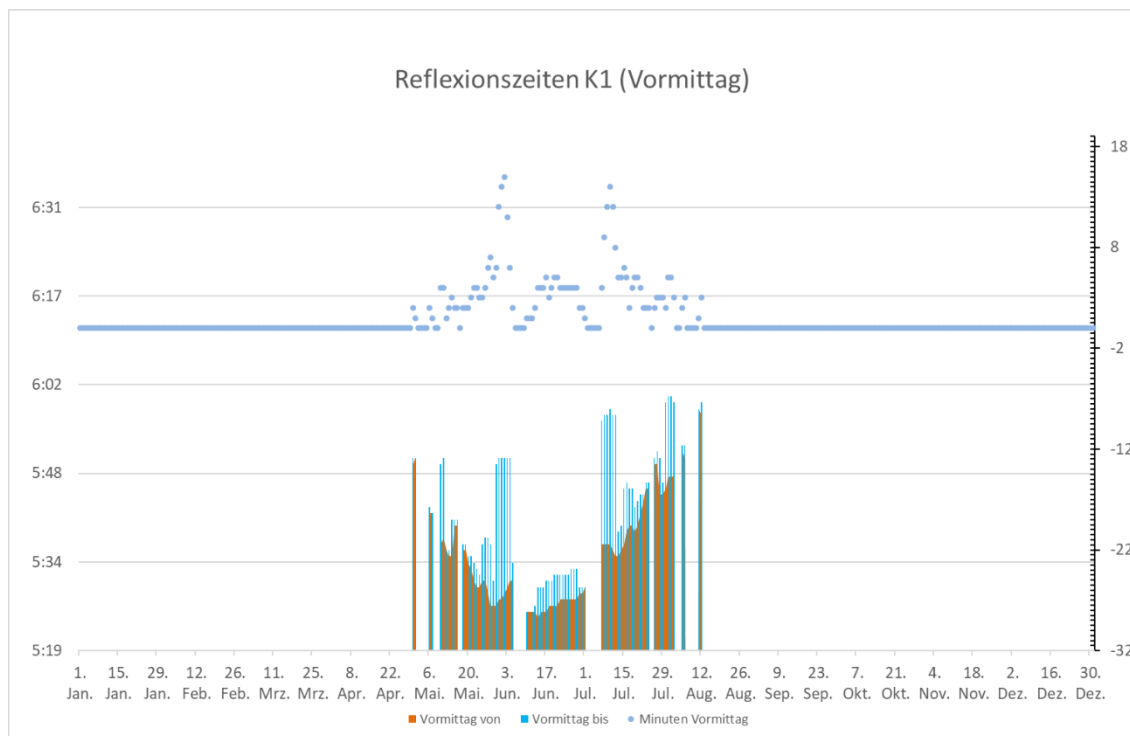


Abbildung 6: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K1 bei 15° / 170°

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

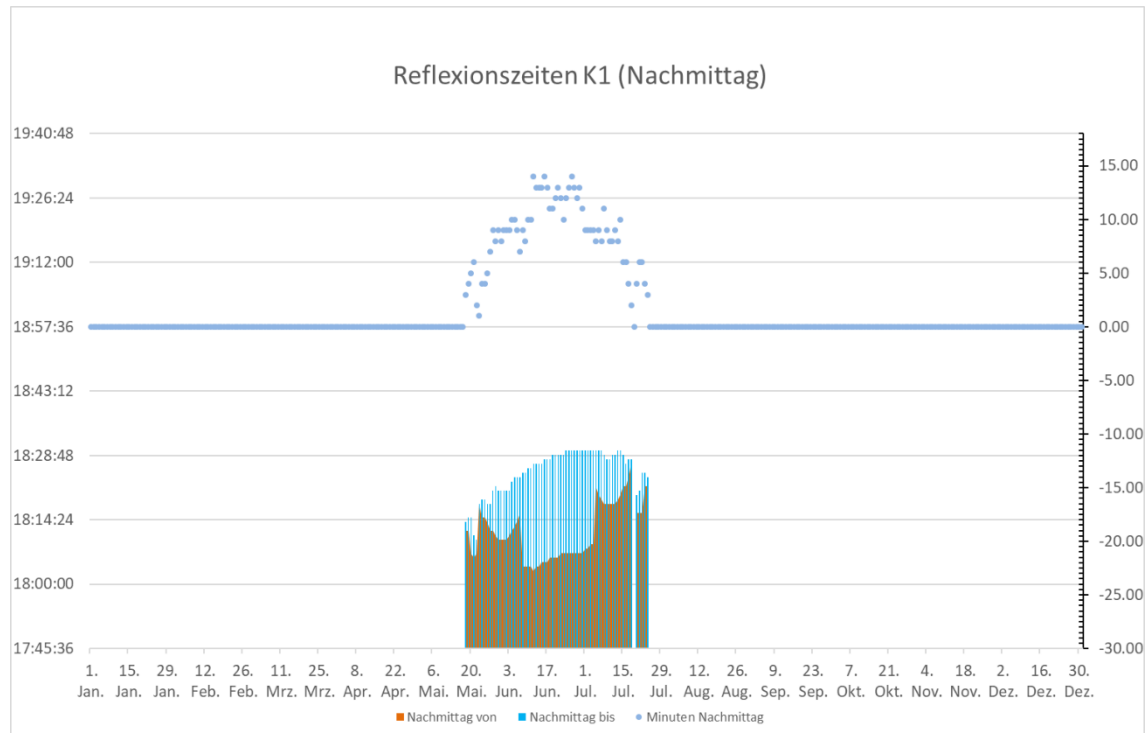


Abbildung 7: Reflexionszeiten und Dauer am Nachmittag zu Punkt K1 bei 15° / 170°

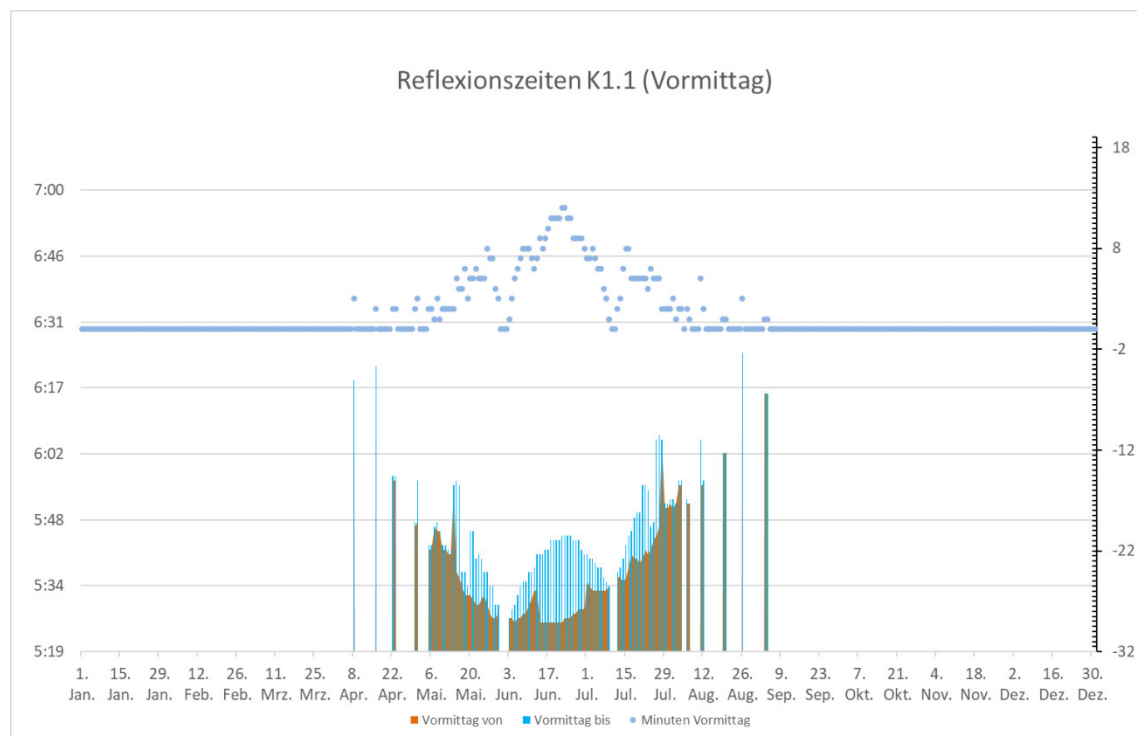


Abbildung 8: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K1.1 bei 15° / 170°

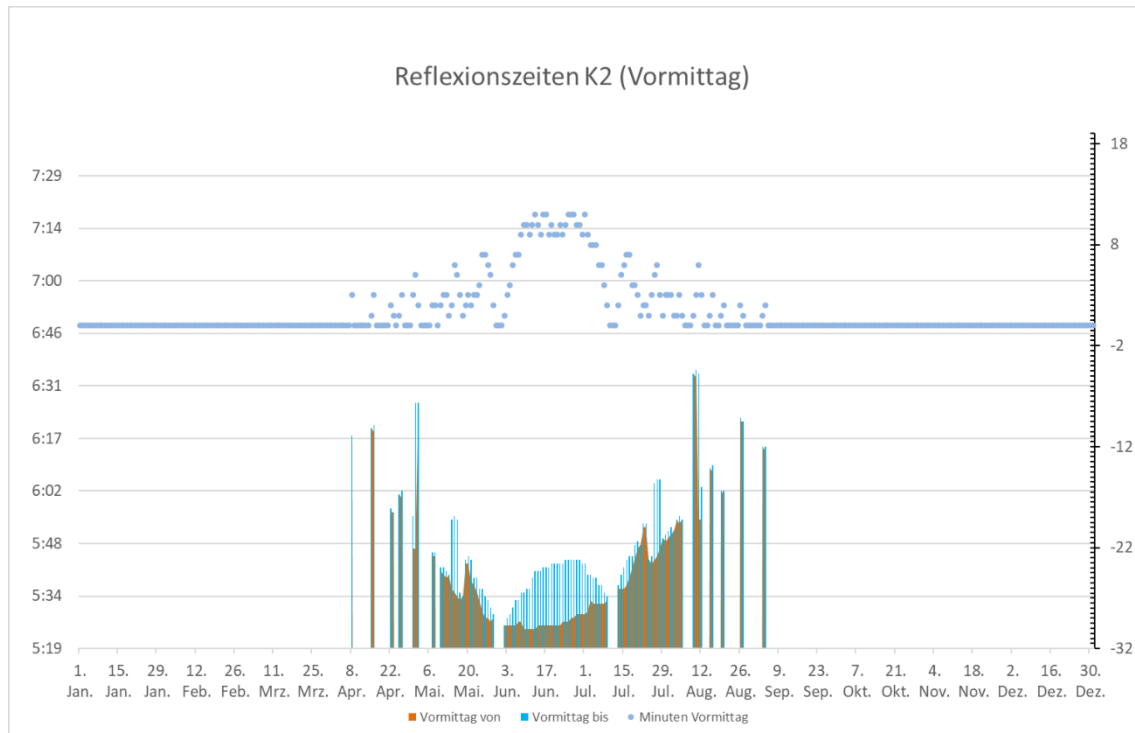


Abbildung 9: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K2 bei 15° / 170°

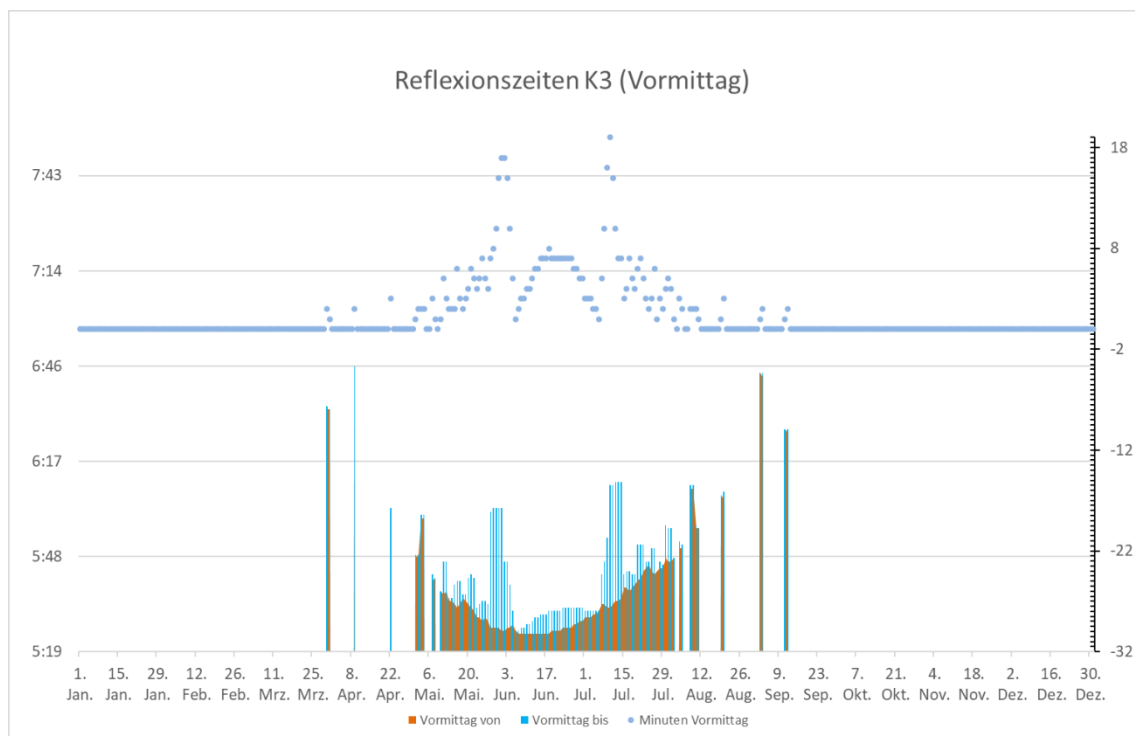


Abbildung 10: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K3 bei 15° / 170°

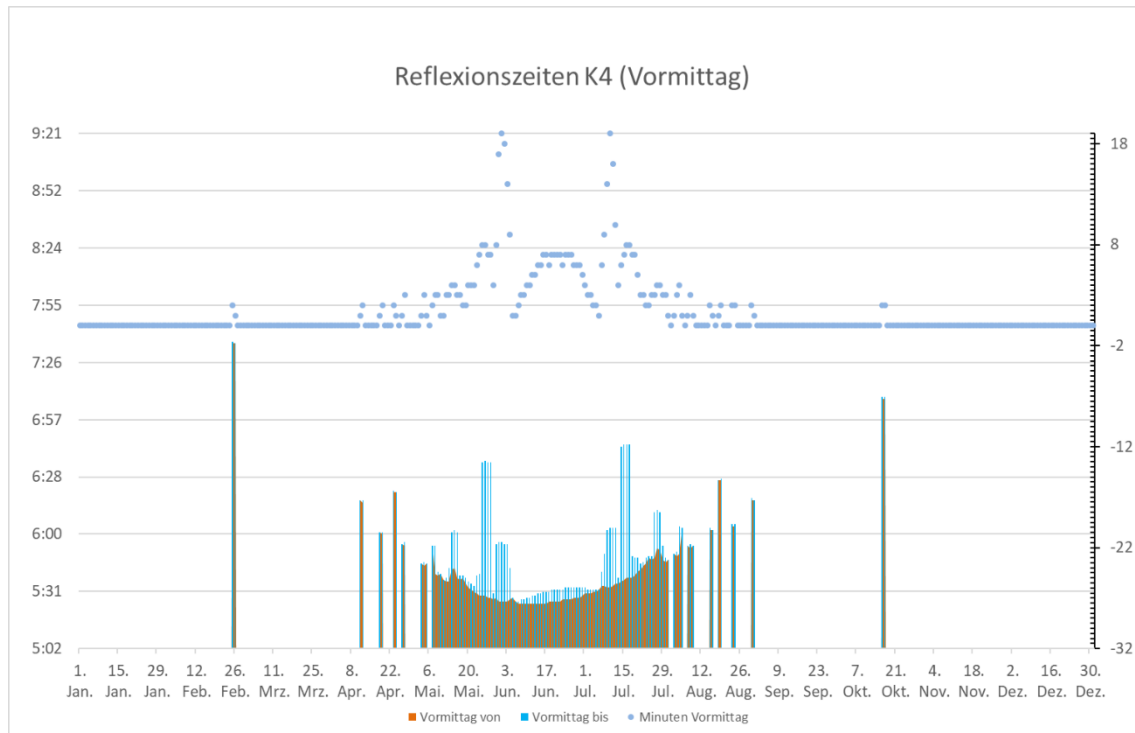


Abbildung 11: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K4 bei 15° / 170°

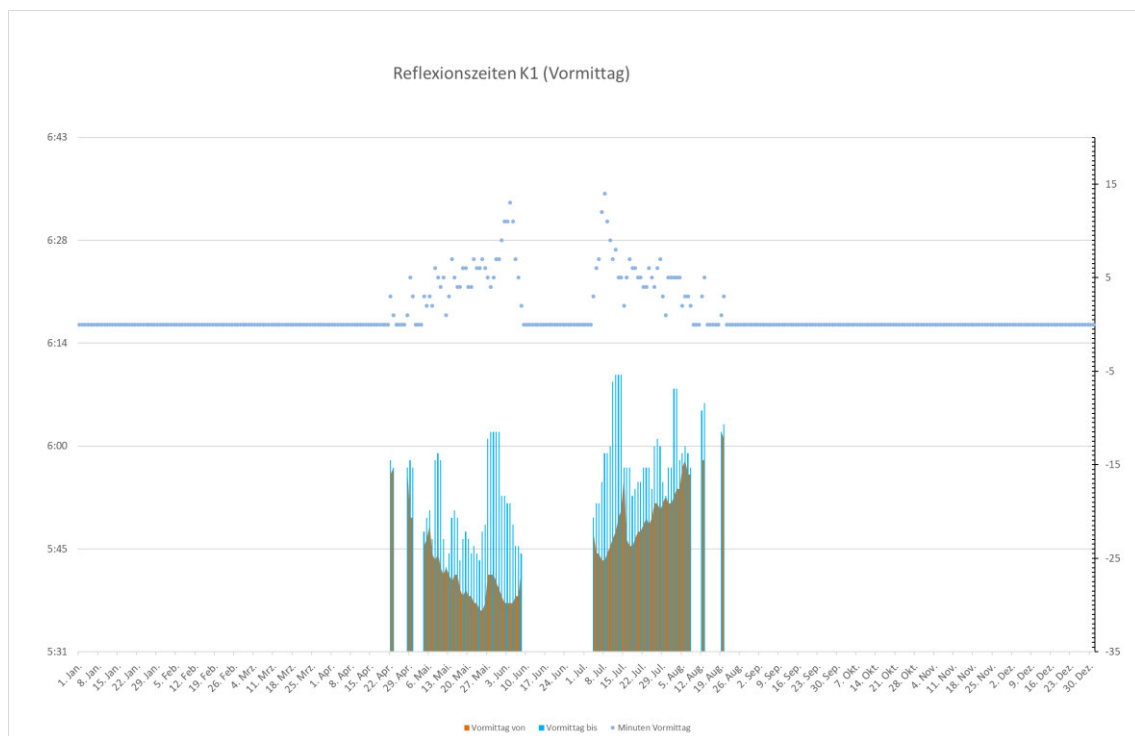


Abbildung 12: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K1 bei 20° / 170°

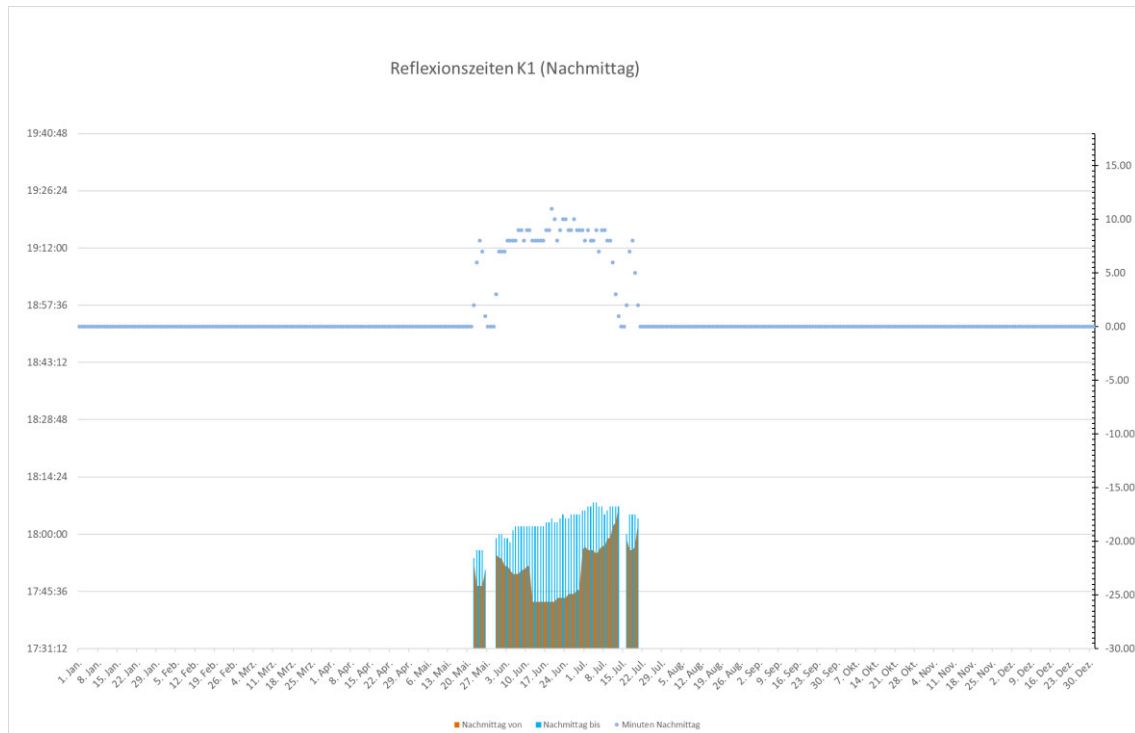


Abbildung 13: Reflexionszeiten und Dauer am Nachmittag zu Punkt K1 bei 20° / 170°

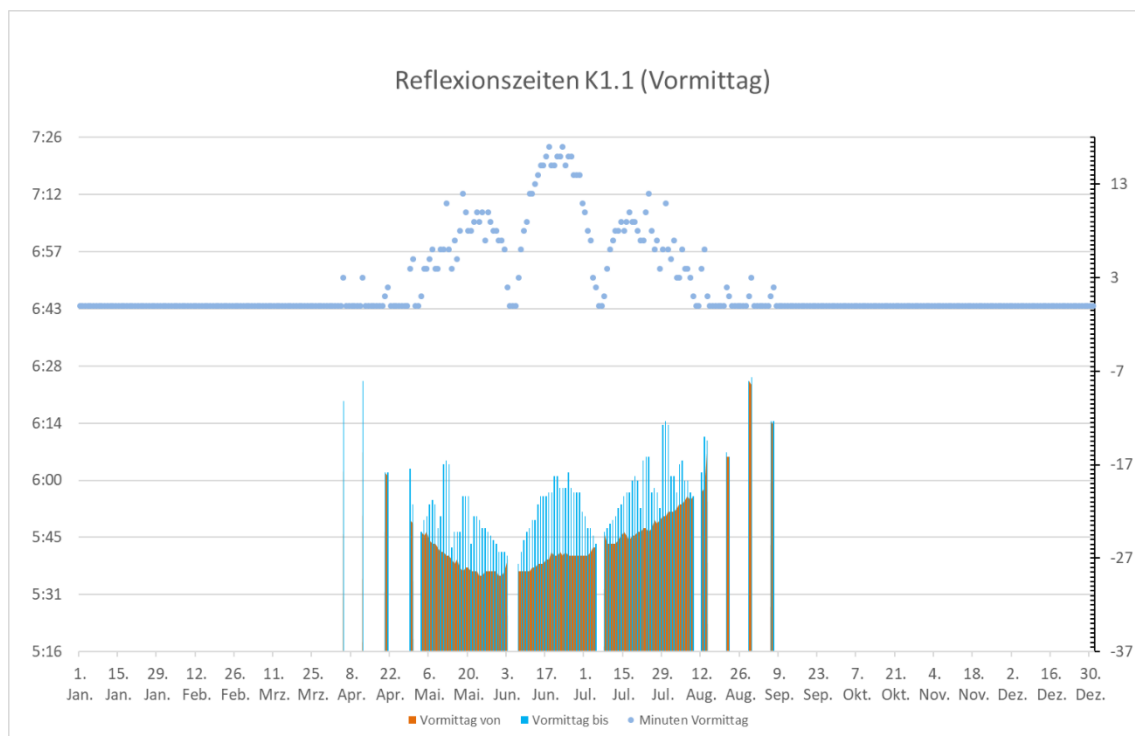


Abbildung 14: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K1.1 bei 20° / 170°

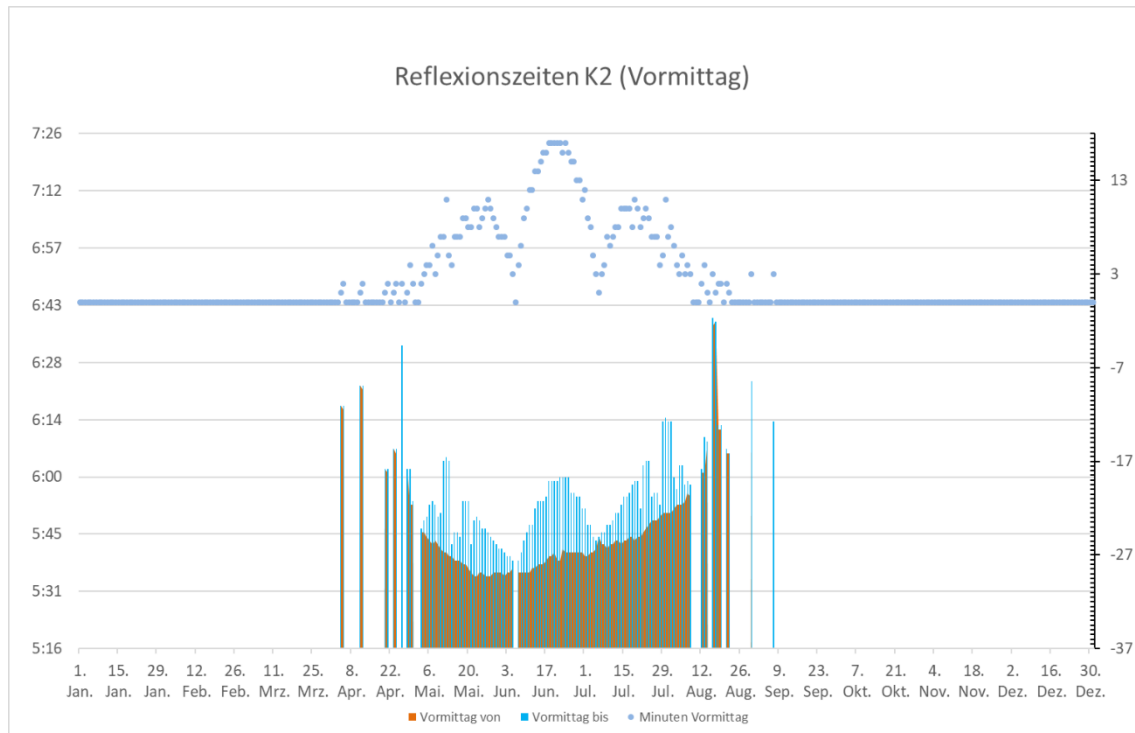


Abbildung 15: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K2 bei 20° / 170°

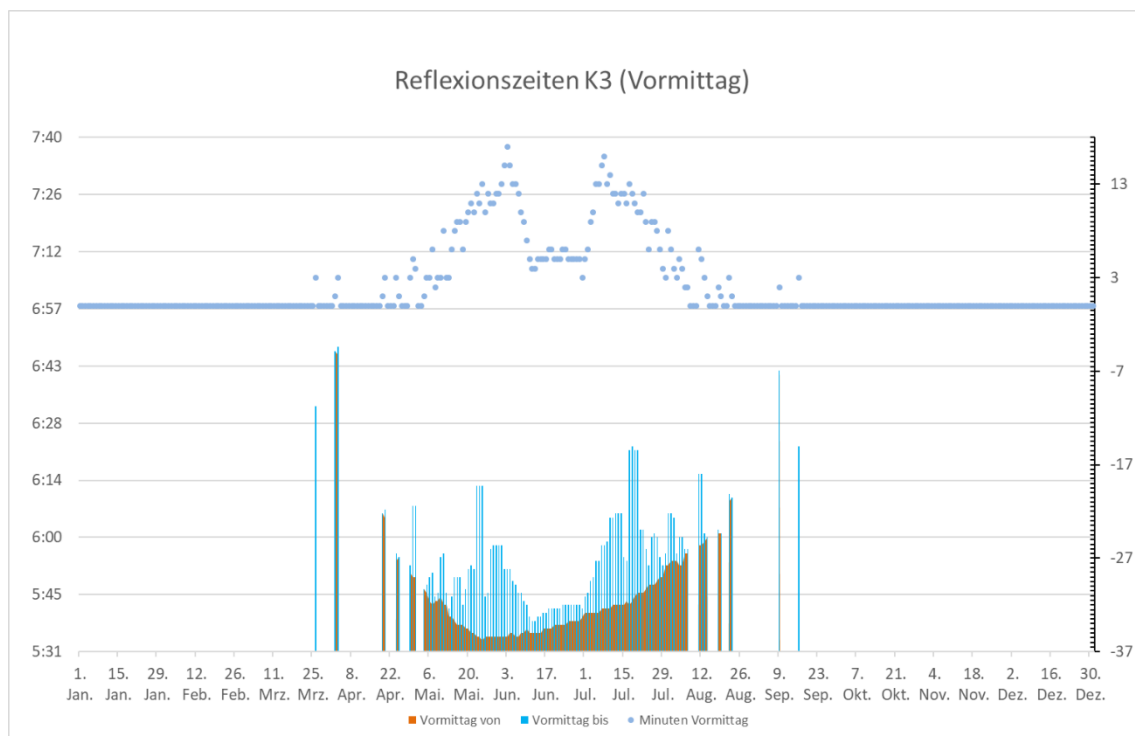


Abbildung 16: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K3 bei 20° / 170°

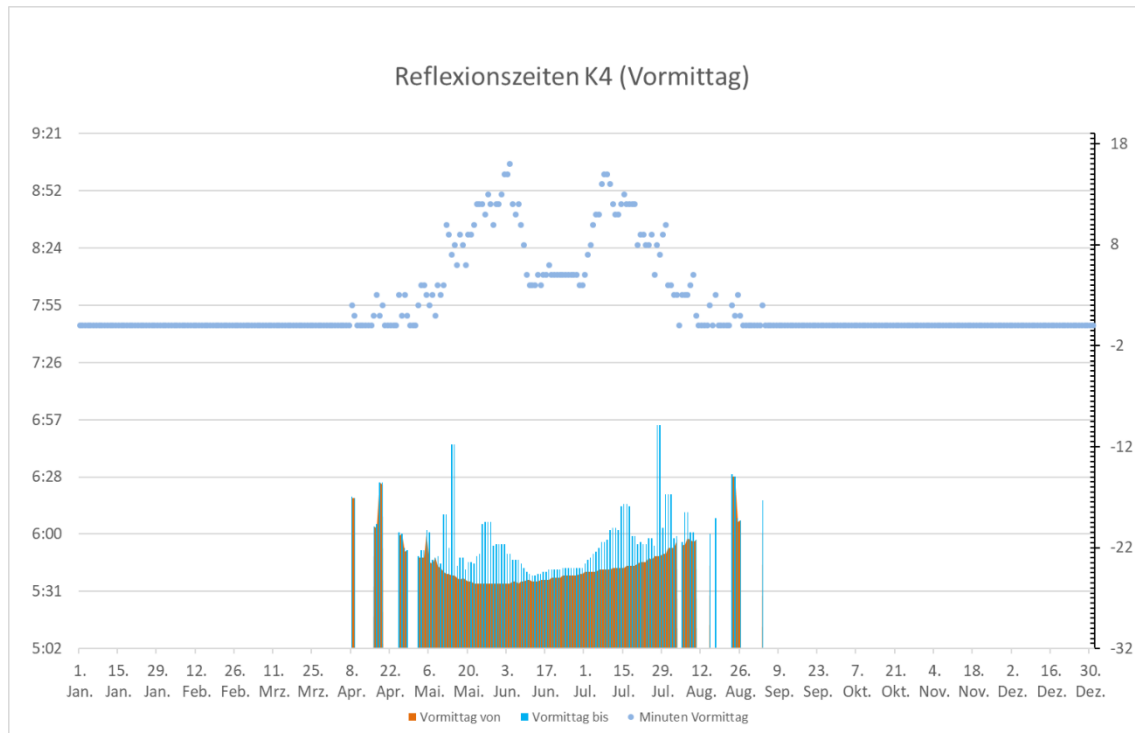


Abbildung 17: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K4 bei 20° / 170°

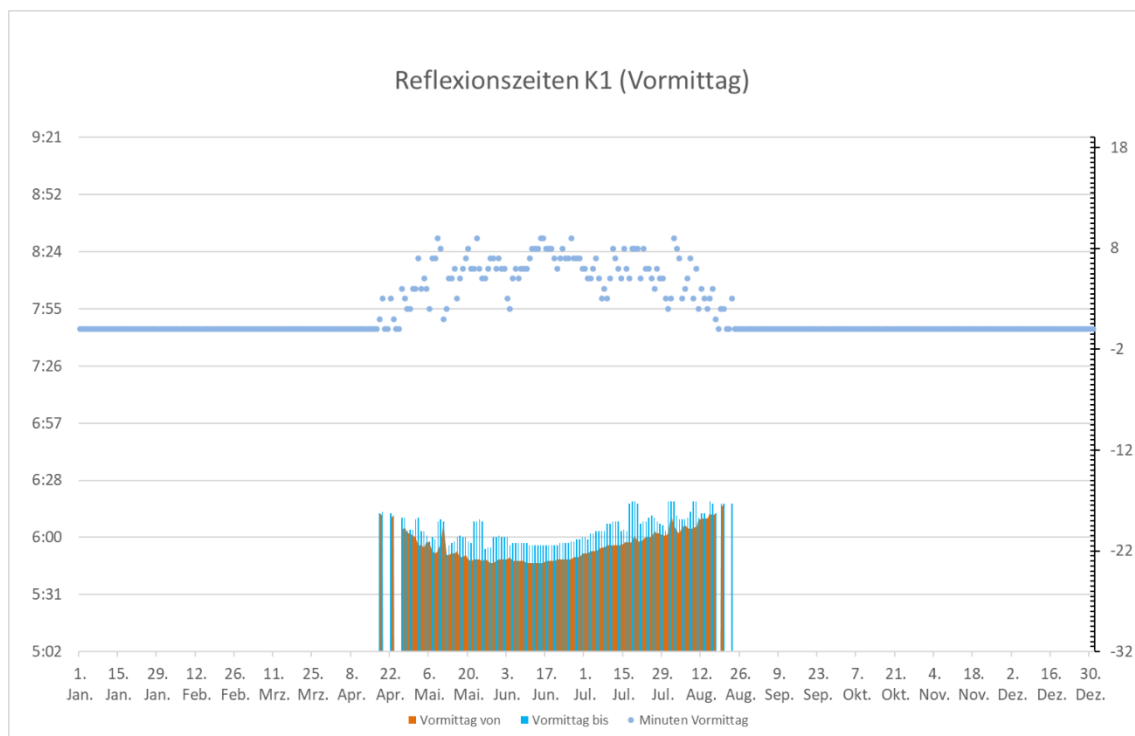


Abbildung 18: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K1 bei 15° / 180°

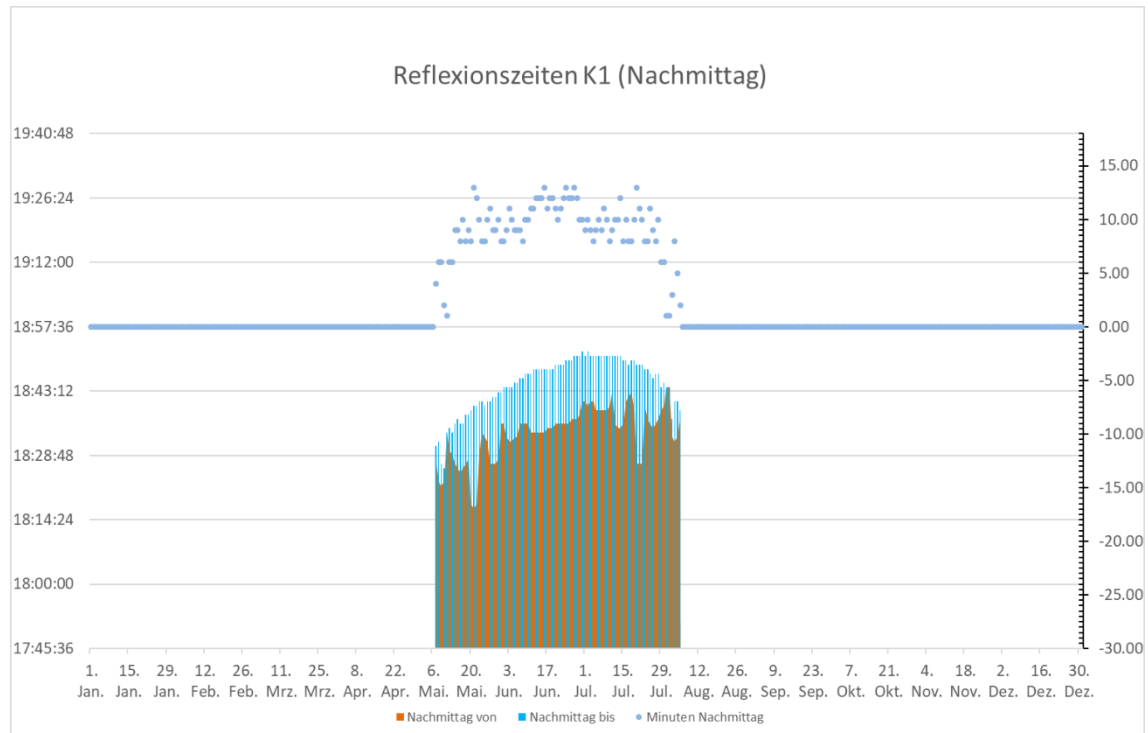


Abbildung 19: Reflexionszeiten und Dauer am Nachmittag zu Punkt K1 bei 15° / 180°

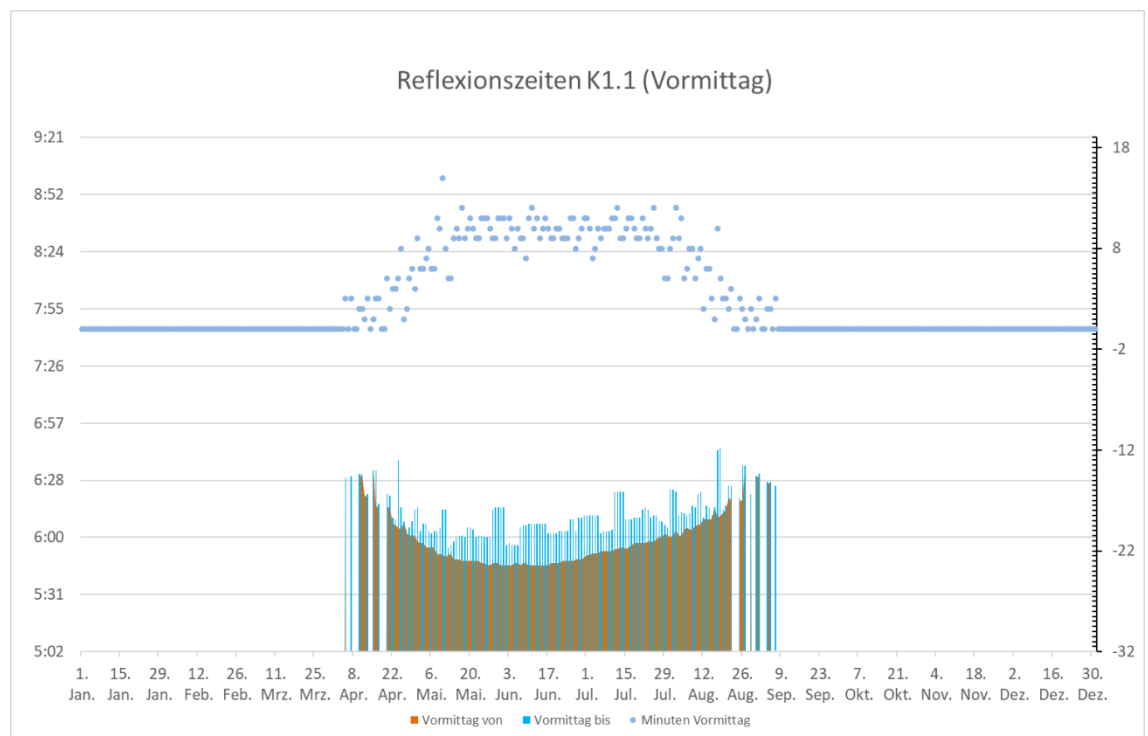


Abbildung 20: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K1.1 bei 15° / 180°

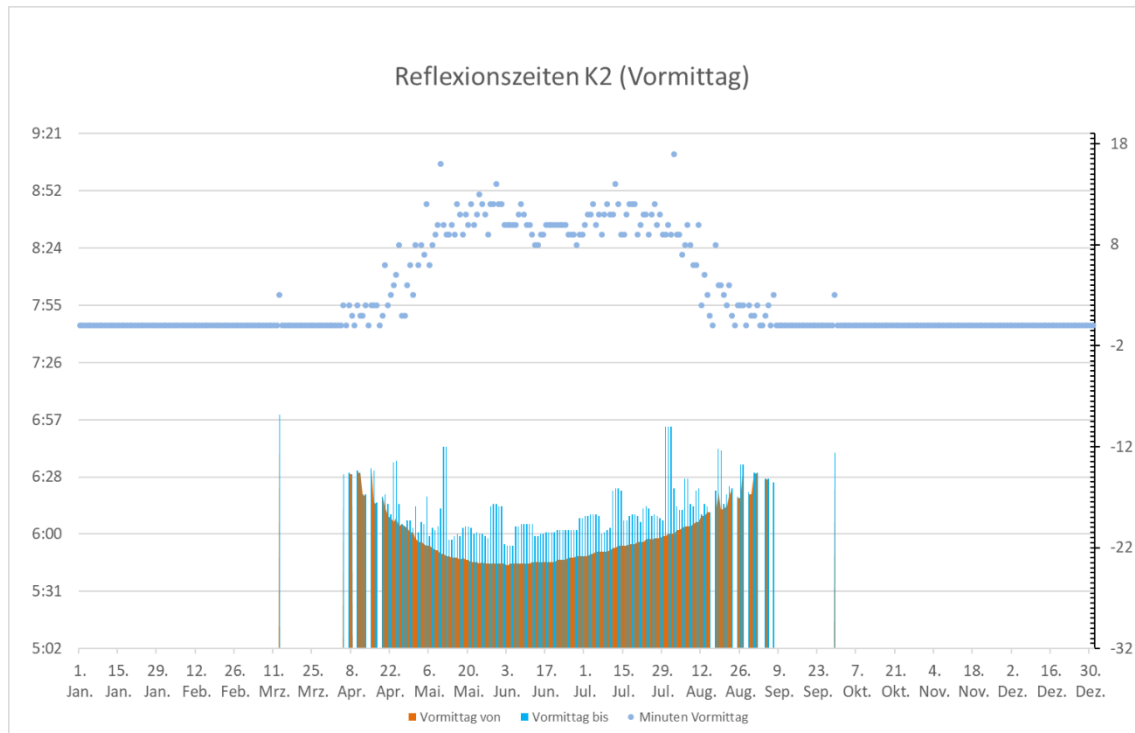


Abbildung 21: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K2 bei 15° / 180°

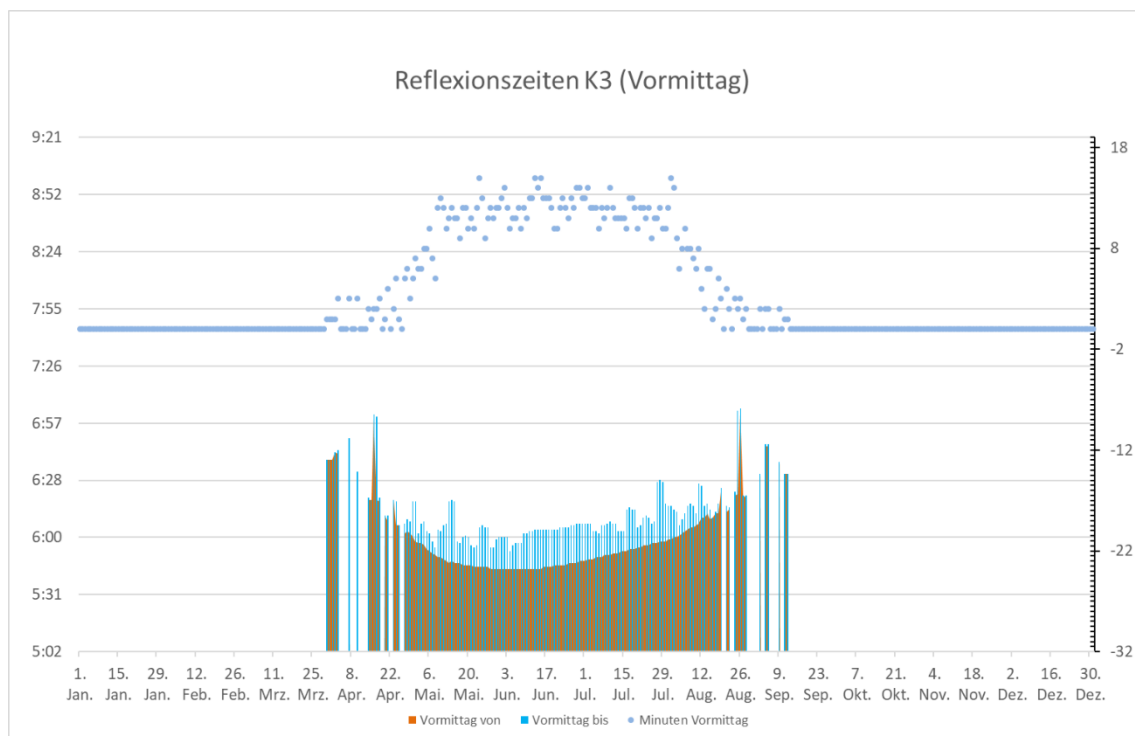


Abbildung 22: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K3 bei 15° / 180°

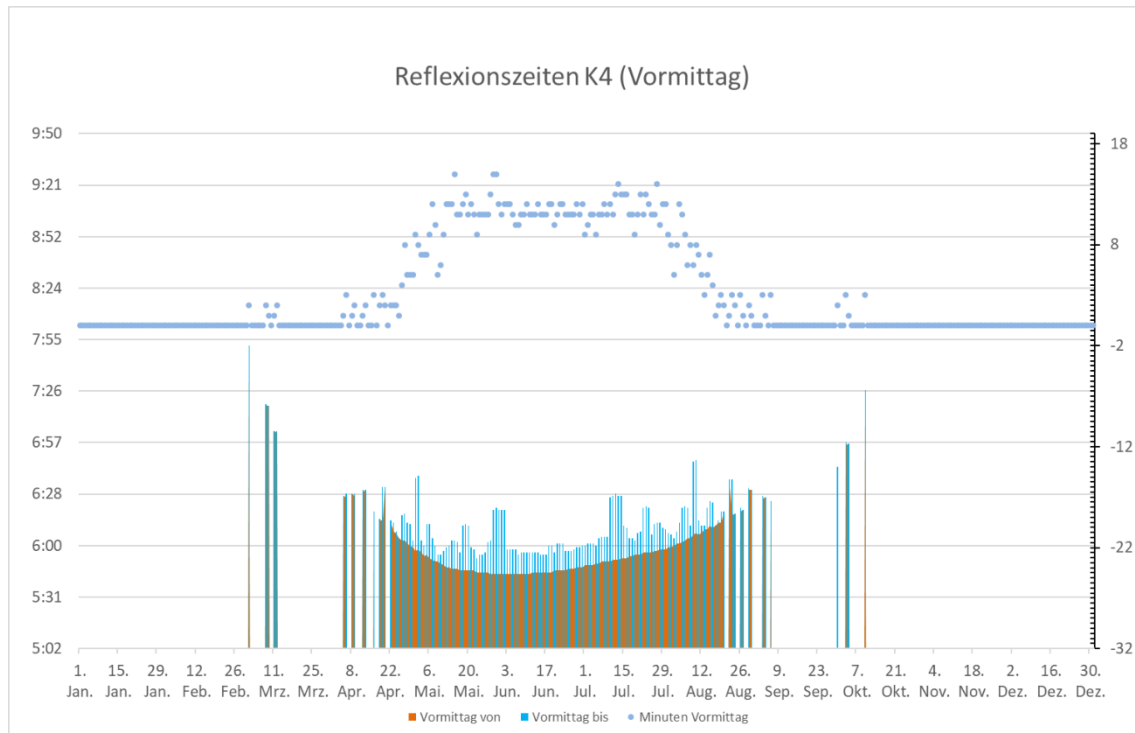


Abbildung 23: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K4 bei 15° / 180°

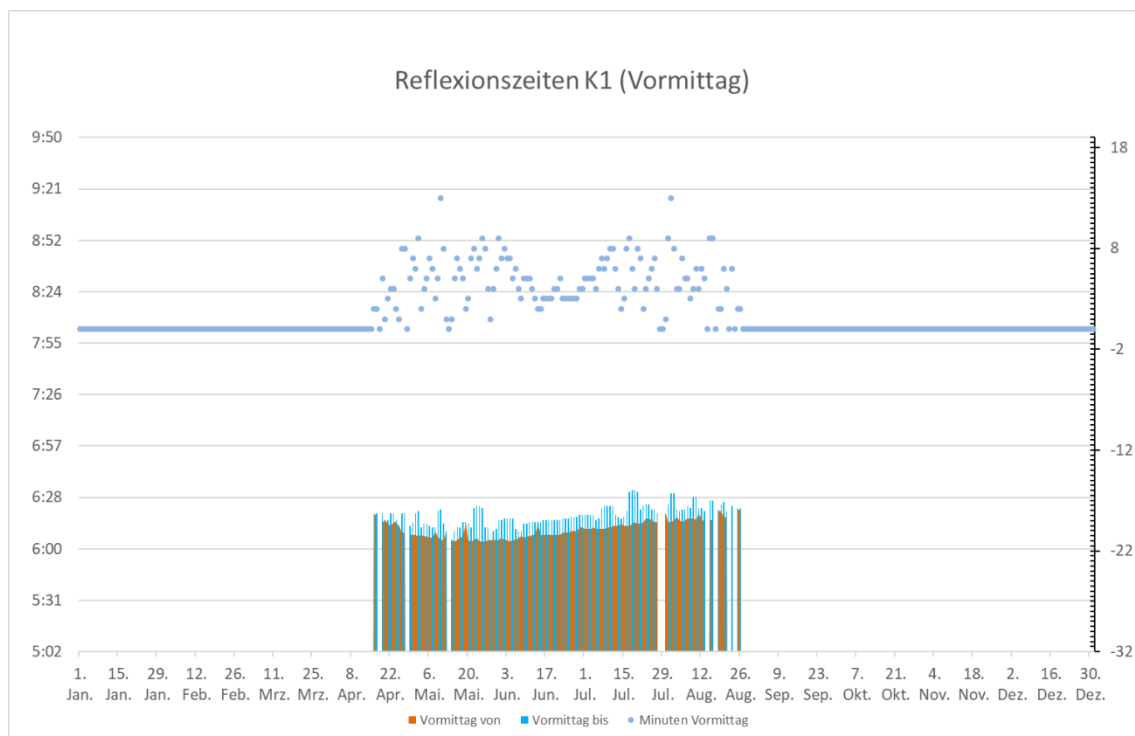


Abbildung 24: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K1 bei 20° / 180°

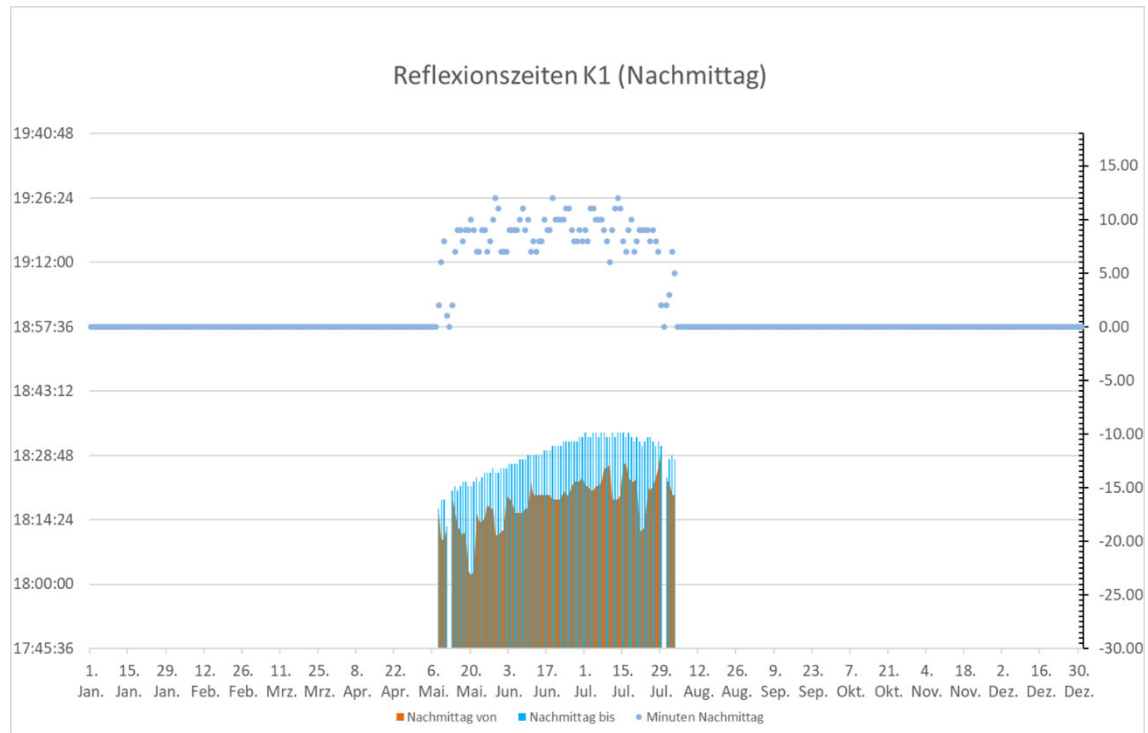


Abbildung 25: Reflexionszeiten und Dauer am Nachmittag zu Punkt K1 bei 20° / 180°

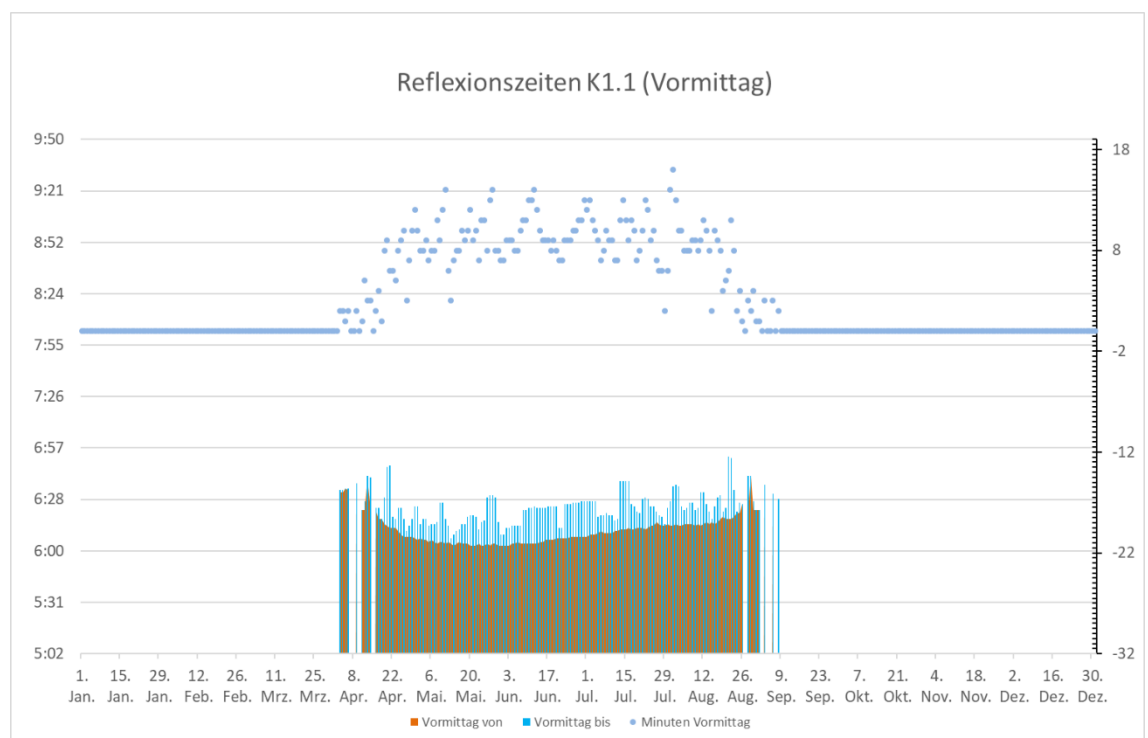


Abbildung 26: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K1.1 bei 20° / 180°

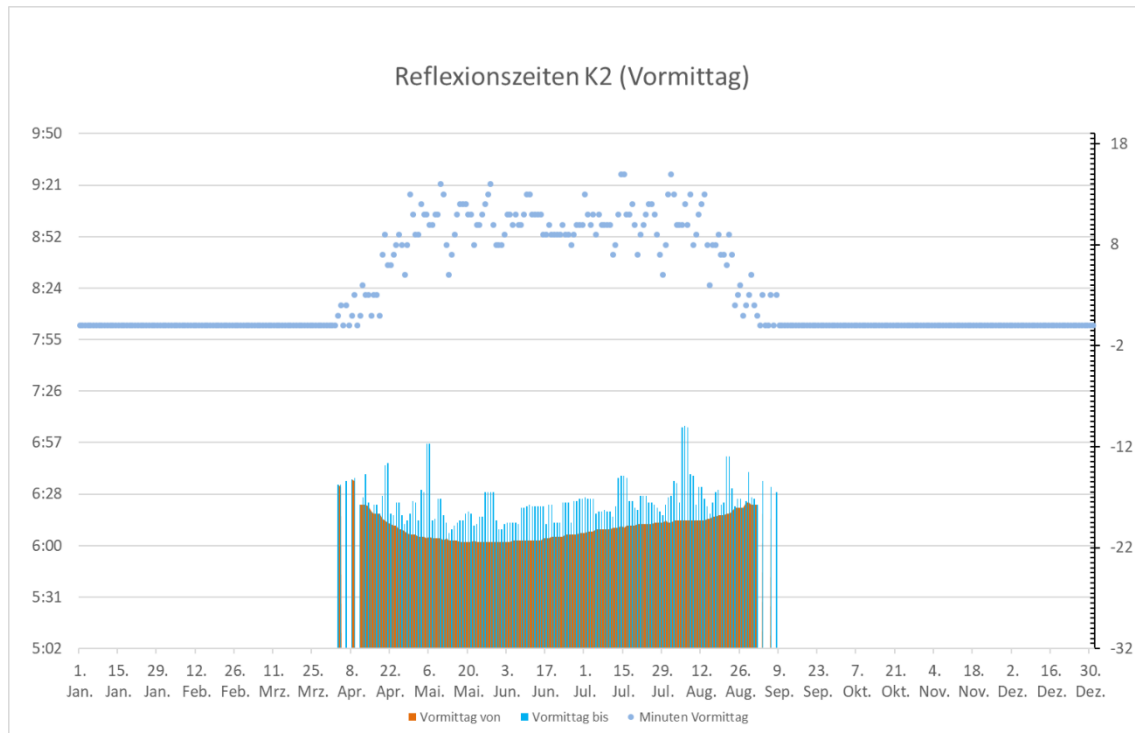


Abbildung 27: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K2 bei 20° / 180°

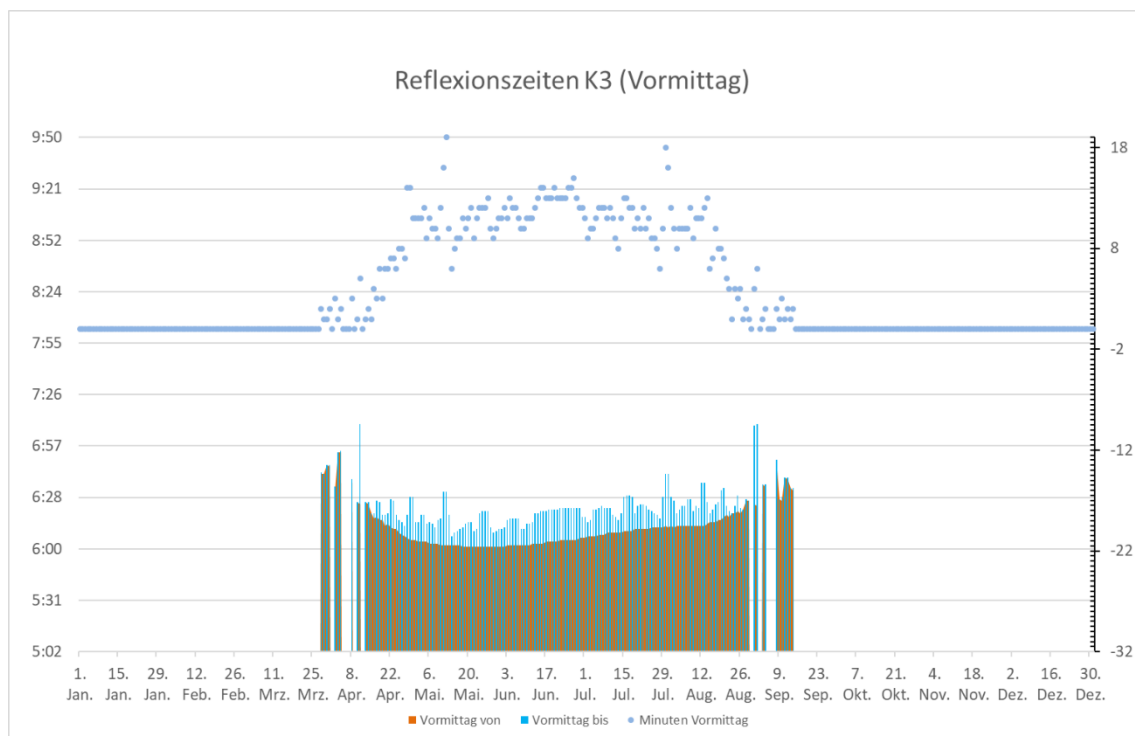


Abbildung 28: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K3 bei 20° / 180°

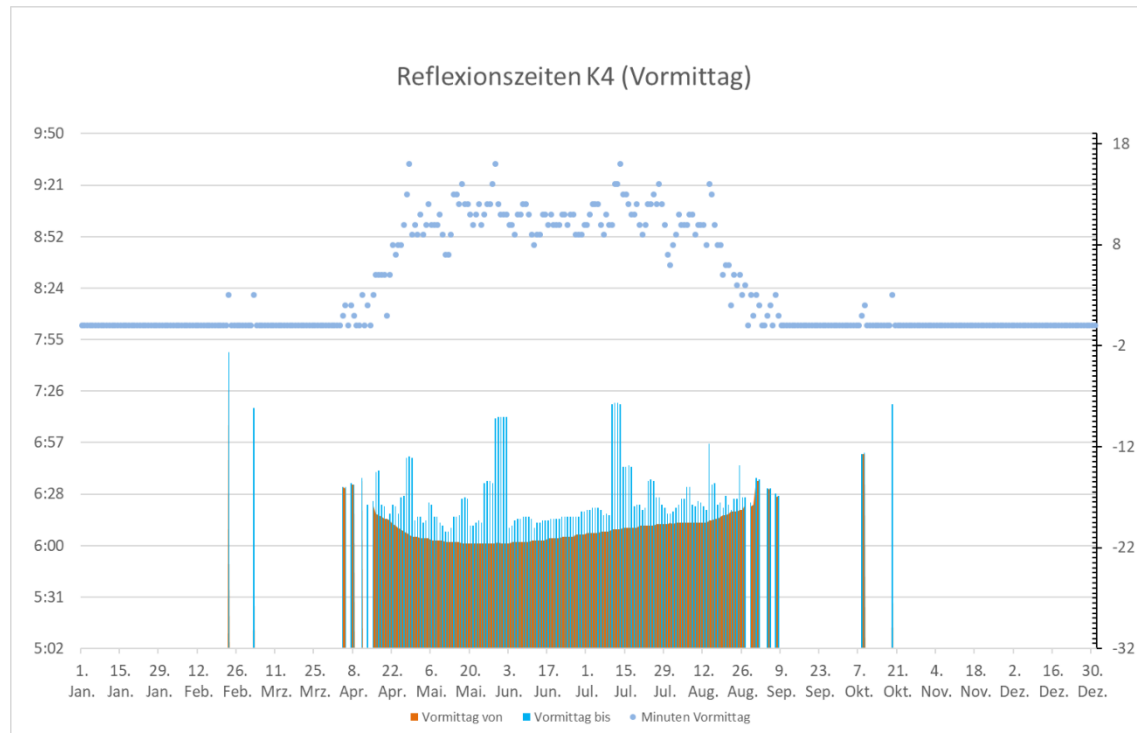


Abbildung 29: Reflexionszeiten und Dauer am Vormittag zu Punkt K4 bei 20° / 180°

Abbildung 30 bis Abbildung 49 zeigen die spezifischen Bereiche der Photovoltaikanlage, von denen Lichtemissionen 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 30: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K1 bei 15° / 170°



Abbildung 31: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K1.1 bei 15° / 170°



Abbildung 32: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K2 bei 15° / 170°



Abbildung 33: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K3 bei 15° / 170°



Abbildung 34: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K4 bei 15° / 170°



Abbildung 35: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K1 bei 20° / 170°



Abbildung 36: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K1.1 bei 20° / 170°



Abbildung 37: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K2 bei 20° / 170°



Abbildung 38: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K3 bei 20° / 170°



Abbildung 39: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K4 bei 20° / 170°



Abbildung 40: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K1 bei 15° / 180°



Abbildung 41: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K1.1 bei 15° / 180°



Abbildung 42: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K2 bei 15° / 180°



Abbildung 43: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K3 bei 15° / 180°



Abbildung 44: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K4 bei 15° / 180°



Abbildung 45: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K1 bei 20° / 180°



Abbildung 46: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K1.1 bei 20° / 180°



Abbildung 47: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K2 bei 20° / 180°



Abbildung 48: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K3 bei 20° / 180°



Abbildung 49: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt K4 bei 20° / 180°

D.2.3. Sichtbarkeit und Wahrnehmung von Reflexionen

Wie in Kapitel C.3 ausgeführt ist das Sichtfeld von Fahrzeugführerenden je nach Geschwindigkeit eingeschränkt. Bei einer Geschwindigkeit von 60 km/h beträgt der Öffnungswinkel des Sichtfeldes 75° .

Das Sichtfeld der Fahrzeugführerenden ist in Abbildung 50 bis Abbildung 69 dargestellt.

Es zeigt sich für die Punkte K1, K1.1 und K2, dass die Module mit Lichtemissionen teilweise innerhalb der Sichtbereiche der Fahrzeugführenden liegen.



Abbildung 50: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K1 bei $15^\circ / 170^\circ$ mit Grenzvektoren in Richtung Module



Abbildung 51: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K1.1 bei 15° / 170° mit Grenzvektoren in Richtung Module



Abbildung 52: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K2 bei 15° / 170° mit Grenzvektoren in Richtung Module



Abbildung 53: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K3 bei 15° / 170° mit Grenzvektoren in Richtung Module

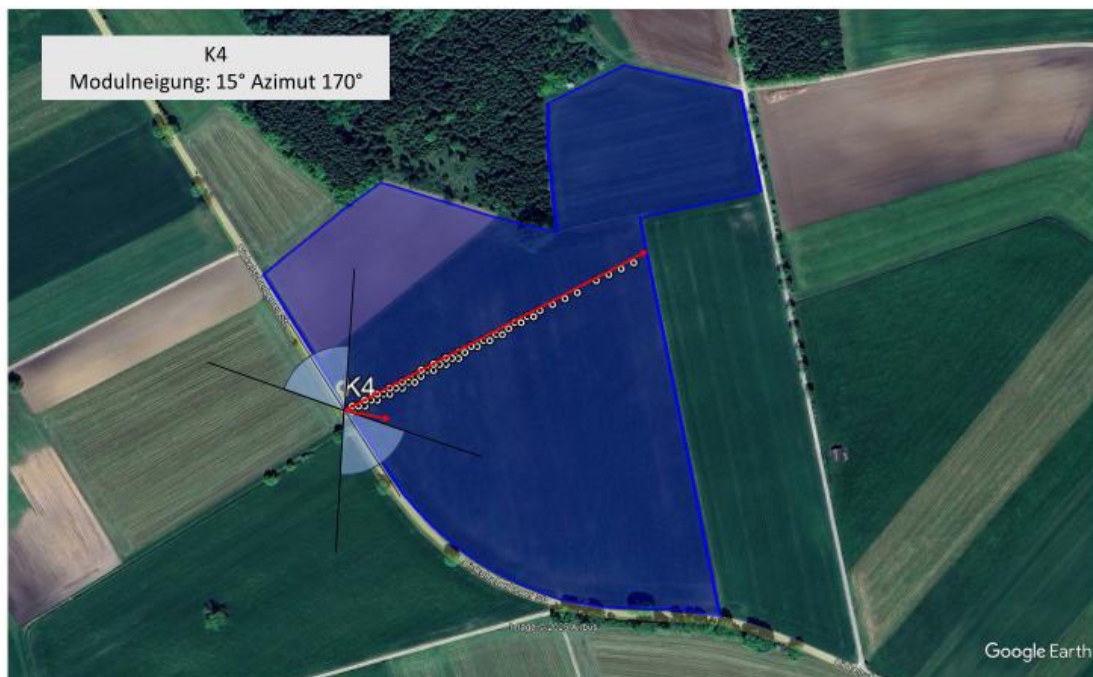


Abbildung 54: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K4 bei 15° / 170° mit Grenzvektoren in Richtung Module



Abbildung 55: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K1 bei 20° / 170° mit Grenzvektoren in Richtung Module



Abbildung 56: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K1.1 bei 20° / 170° mit Grenzvektoren in Richtung Module



Abbildung 57: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K2 bei 20° / 170° mit Grenzvektoren in Richtung Module

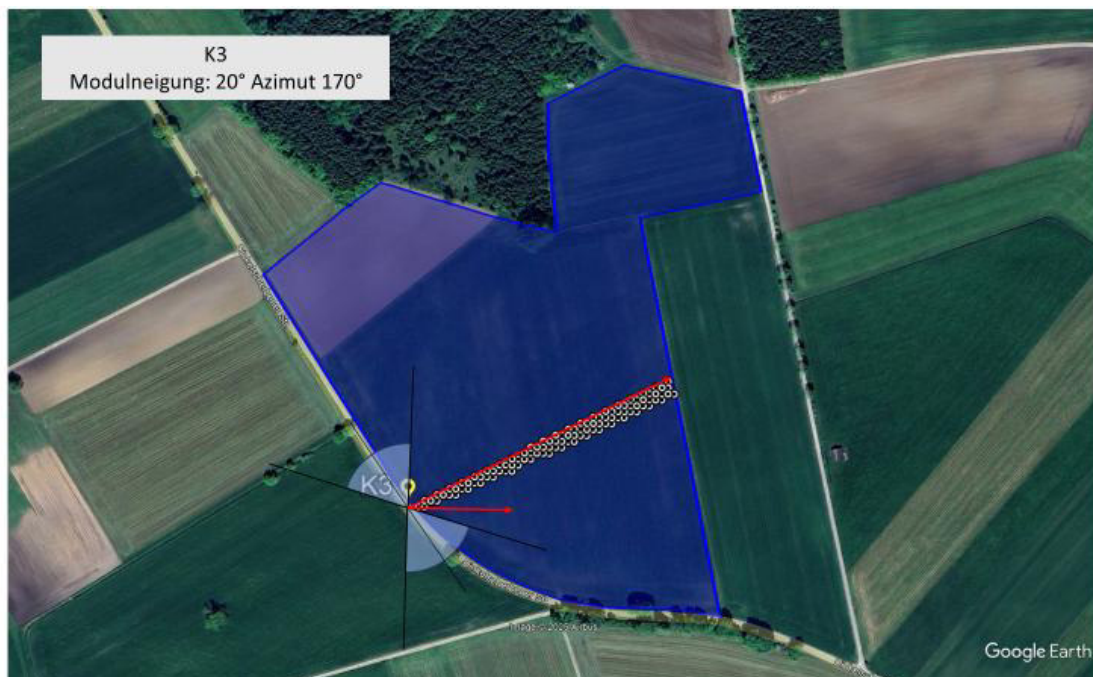


Abbildung 58: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K3 bei 20° / 170° mit Grenzvektoren in Richtung Module



Abbildung 59: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K4 bei 20° / 170° mit Grenzvektoren in Richtung Module



Abbildung 60: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K1 bei 15° / 180° mit Grenzvektoren in Richtung Module



Abbildung 61: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K1.1 bei 15° / 180° mit Grenzvektoren in Richtung Module



Abbildung 62: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K2 bei 15° / 180° mit Grenzvektoren in Richtung Module



Abbildung 63: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K3 bei 15° / 180° mit Grenzvektoren in Richtung Module



Abbildung 64: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K4 bei 15° / 180° mit Grenzvektoren in Richtung Module



Abbildung 65: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K1 bei 20° / 180° mit Grenzvektoren in Richtung Module



Abbildung 66: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K1.1 bei 20° / 180° mit Grenzvektoren in Richtung Module



Abbildung 67: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K2 bei 20° / 180° mit Grenzvektoren in Richtung Module



Abbildung 68: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K3 bei 20° / 180° mit Grenzvektoren in Richtung Module



Abbildung 69: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K4 bei 20° / 180° mit Grenzvektoren in Richtung Module

D.2.4. Alternativbetrachtung im südlichen Bereich

Da es im südlichen Bereich bei den betrachteten Konfigurationen von 15° bis 20° Modulneigung und 170° bis 180° Azimut zu Reflexionen kommt, welche innerhalb des normalen Sichtfeldes der Fahrzeugführenden auftreten, wird zusätzlich eine alternative Konfiguration betrachtet. Die Abgrenzung ist in Abbildung 70 eingezeichnet. Südlich dieser Grenze wird für die Punkte K1, K1.1 und K2 noch einmal mit einer Modulneigung zwischen 15° und 20° und einem Azimut von 150° gerechnet. Die folgenden Abbildungen Abbildung 71 bis Abbildung 73 zeigen die spezifischen Bereiche der Photovoltaikanlage, von denen die Lichtemissionen ausgehen, in Vergleich mit dem Sichtfeld der Fahrzeugführenden.

In Punkt K1 reduzieren sich die Lichtmissionen auf einen Bereich nahe der Straße mit einem Abstand von rund 7 m.

In Punkt K1.1 liegt nur noch ein kleiner Bereich im Sichtkegel der Fahrzeugführenden. Dieser Bereich weist einen Abstand zur Straße von rund 3 m auf.

In Punkt K2 befinden sich nur im einen kleinen Randstreifen zur Straße Module im Grenzbereich des Sichtkegels. Dieser Randstreifen weist eine Breite zur Straße hin von rund 3 m auf.

In Abbildung 74 ist mit einer roten Linie zwischen Punkt G1 und G2 dargestellt, wo der südliche Bereich endet, in dem ein von der Planung abweichender Azimut von 150° zu empfehlen ist, um die Lichtmissionen zu reduzieren. Weiterhin ist dargestellt, welche Bereiche nahe der Straße nicht mit Modulen belegt werden dürfen, um kritische Lichtmissionen zu vermeiden. Der grün markierte Bereich zwischen G1 und B1 bedeutet, dass hier ein Streifen von 3 m zum Fahrbahnrand von Modulen freizuhalten ist. Der gelb markierte Bereich zwischen den Punkten

B1 und B2 steht für den Bereich, in dem eine Entfernung von rund 7 m zum Fahrbahnrand von Modulen freizuhalten ist. Tabelle 3 zeigt die Koordinaten zu den Punkten G1, G2, B1 und B2.

Tabelle 3: Koordinaten zu Punkten Abbildung 74

Punkt	Rechtswert	Hochwert
G1	620529.21	5353346.63
G2	620740.16	5353357.76
B1	620648.71	5353293.63
B2	620754.15	5353289.46



Abbildung 70: Südliche Grenze für Alternativkonfiguration



Abbildung 71: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K1 bei 15°&20° / 150° mit Grenzvektoren in Richtung Module



Abbildung 72: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K1.1 bei 15°&20° / 150° mit Grenzvektoren in Richtung Module



Abbildung 73: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer*in zu Punkt K2 bei 15°&20° / 150° mit Grenzvektoren in Richtung Module



Abbildung 74: Darstellung südlicher Bereich mit Randbereichen und Abgrenzung nach Nord

E. Bewertung

Aus den Ergebnissen der geometrischen Reflexionsbetrachtung in Kapitel D.2.2 geht hervor, dass auf der Straße „Dinkelscherbener Straße“ aufgrund von Reflexionen an den Modulen der Photovoltaikanlage Ustersbach, Lichtimmissionen von März bis September, an Punkt K4 von Februar bis Oktober, in den Morgenstunden zu erwarten sind. An Punkt K1 treten zusätzlich Reflexionen am Abend auf. Die Lichtimmissionen treten in den Morgenstunden etwa zwischen 05:25 Uhr bis 07:52 Uhr und in den Abendstunden zwischen 17:43 Uhr und 18:52 Uhr auf. Die Dauer beträgt im Maximum 19 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)⁹ nicht berücksichtigt.

Die Ergebnisse in Kapitel D.2.3 zeigen, dass im südlichen Bereich die Reflexionen in einem Winkel auf die Straße treffen, der erkennen lässt, dass sich reflektierende Module an den Punkten K1, K1.1 und K2 teilweise oder gänzlich innerhalb des normalen Blickfeldes der Fahrzeugführer befinden. Eine Störung des Verkehrs ist in diesem Bereich nicht ganz auszuschließen. Im nördlichen Bereich sind Störungen des Straßenverkehrs bei der aktuellen Planung mit einem Azimut zwischen 170° und 180° nicht zu erwarten, da hier die Lichtimmissionen außerhalb des normalen Sichtfeldes der Fahrzeugführenden liegen. Eine Wahrnehmung ist nur dann zu erwarten, wenn die Fahrzeugführenden den Blick bewusst abwenden, so dass die Blickrichtung sich außerhalb des normalen Sichtkegels befindet.

Die Ergebnisse in Kapitel D.2.4 zeigen, dass im südliche Bereich der Planfläche sich der Bereich der reflektierenden Module bei einem Azimut von 150° auf einen Bereich nahe der Straße reduziert. Hier empfiehlt es sich die Randbereiche entsprechend der Analyse in Kapitel D.2.4 von Modulen freizuhalten.

Aus dem Vergleich der Ergebnisse der Sichtkegelanalyse in Kapitel C.3 mit den Ergebnissen der Alternativbetrachtung in Kapitel C.4 lässt sich schlussfolgern, dass im nördlichen Bereich auch eine Belegung mit einem Azimut zwischen 150° und 180° möglich ist. Es ist zu erwarten, dass sich analog zu K1 bis K2 die Bereiche der reflektierenden Module für K3 und K4 verkleinert und die Grenzvektoren weiterhin ein Feld aufspannen, das außerhalb der Sichtkegel der Fahrzeugführenden liegt.

Bei Anpassung der Planung im südlichen Bereich der Photovoltaikanlage entsprechend den Ausführungen in Kapitel D.2.4 mit einem Azimut von 150° ist eine Gefährdung des Straßenverkehrs durch Lichtemissionen, die durch Sonnenreflexionen an den Modulen der Photovoltaikanlage Ustersbach entstehen, nicht zu erkennen. Sollte eine Ausdehnung der Module im südlichen Bereich auf einen Azimut von 150° nicht möglich sein, ist die Fläche von einer Belegung freizuhalten.

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