

Prüfbericht

Berichtsart:	Blendgutachten
Projekt:	Bräuningshof
Auftraggeber:	Greeno Solarprojekt 29 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
Standort, Land:	<u>91094 Langensendelbach (49.633°N; 11.025°E), Deutschland</u>
Prüfberichtsnummer:	21K2857-PV-BG-Braeuningshof-R01-JBS_LBE-2021
Prüfdatum:	09.04.2021
Verantwortlicher Prüfer:	Dipl.-Ing. (FH) Jörg Behrschmidt 8.2 Obst & Ziehmann GmbH Brandstwiete 4 20457 Hamburg Tel: +49 (0)40 / 18 12 604-22 E-Mail: joerg.behrschmidt@8p2.de

Inhaltsverzeichnis

Bildverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis.....	3
Abkürzungen und Begriffe.....	6
A. Allgemeine Daten.....	7
A.1. Auftrag	7
A.2. Prüfungsumfang	8
A.3. Prüfungsgrundlagen	8
A.4. Identifikation der Anlage	8
B. Prüfergebnis.....	9
C. Grundlage	10
C.1. Blend- und Störwirkung von reflektiertem Sonnenlicht.....	10
C.2. Wirkung auf den Menschen	11
C.3. Blickwinkel von Fahrzeugführern.....	12
C.4. Reflexionen an Solarmodulen.....	12
D. Analyse	14
D.1. Grundlage und Vorgehensweise	14
D.2. Geometrische Betrachtung	16
E. Bewertung.....	30
F. Anhang.....	31

Bildverzeichnis

Abbildung 1:	Öffnungswinkel Sehfeld in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit.....	12
Abbildung 2:	Reflexionsverhalten in Abhängigkeit vom Einfallswinkel	13
Abbildung 3:	Google Earth ©2021 Lageplan der Planflächen	14
Abbildung 4:	Sicht über die nördliche Planfläche in Richtung Südwesten	15
Abbildung 5:	Sicht über die südliche Planfläche in Richtung Südwesten, entlang der Gemeindeverbindungsstraße.....	15
Abbildung 6:	Geometrische Betrachtung der Reflexion am geneigten Modul.....	16
Abbildung 7:	Horizontdarstellung des Sonnenlaufs	17
Abbildung 8:	Reflexionszeiten und Dauer zu Punkt A2 für Emissionen der südlichen Planflächen (Azimut = 180°)	19
Abbildung 9:	Reflexionszeiten und Dauer zu Punkt A4 für Emissionen der nördlichen Planfläche (Azimut = 180°)	19
Abbildung 10:	Spezifischer Emissionsbereich für Punkt A2 auf der Gemeindeverbindungsstraße (Azimut = 180°).....	20
Abbildung 11:	Spezifischer Emissionsbereich für Punkt A4 auf der Gemeindeverbindungsstraße (Azimut = 180°).....	20
Abbildung 12:	Reflexionszeiten und Dauer zu Punkt O2 für Emissionen der gesamten Planfläche (Azimut = 160°)	21
Abbildung 13:	Reflexionszeiten und Dauer zu Punkt U2 für Emissionen der gesamten Planfläche (Azimut = 160°)	21
Abbildung 14:	Spezifischer Emissionsbereich für Punkt O2 am Ortsrand Bräuningshof (Azimut = 160°)	22
Abbildung 15:	Spezifischer Emissionsbereich für Punkt O3 am Ortsrand Bräuningshof (Azimut = 160°)	22
Abbildung 16:	Reflexionszeiten und Dauer zu Punkt P1 für Emissionen der gesamten Planfläche (Azimut = 175°).....	23
Abbildung 17:	Reflexionszeiten und Dauer zu Punkt O2 für Emissionen der gesamten Planfläche (Azimut = 175°)	23
Abbildung 18:	Reflexionszeiten und Dauer zu Punkt O3 für Emissionen der gesamten Planfläche (Azimut = 175°)	24
Abbildung 19:	Spezifischer Emissionsbereich für Punkt P1 am Ortsrand Bubenreuth (Azimut = 175°)	24
Abbildung 20:	Spezifischer Emissionsbereich für Punkt O2 am Ortsrand Bräuningshof (Azimut = 175°)	25
Abbildung 21:	Spezifischer Emissionsbereich für Punkt O3 am Ortsrand Bräuningshof (Azimut = 175°)	25
Abbildung 22:	Reflexionszeiten und Dauer zu Punkt P1 für Emissionen der gesamten Planfläche (Azimut = 180°).....	26
Abbildung 23:	Reflexionszeiten und Dauer zu Punkt O2 für Emissionen der gesamten Planfläche (Azimut = 180°)	26
Abbildung 24:	Reflexionszeiten und Dauer zu Punkt O3 für Emissionen der gesamten Planfläche (Azimut = 180°)	27
Abbildung 25:	Spezifischer Emissionsbereich für Punkt P1 am Ortsrand Bubenreuth (Azimut = 180°)	27
Abbildung 26:	Spezifischer Emissionsbereich für Punkt O2 am Ortsrand Bräuningshof (Azimut = 180°)	28
Abbildung 27:	Spezifischer Emissionsbereich für Punkt O3 am Ortsrand Bräuningshof (Azimut = 180°)	28
Abbildung 28:	Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer für Punkt A2 mit Grenzvektoren in Richtung Module (Azimut = 180°)...	29
Abbildung 29:	Vergleich Sichtfeld Zugführer für Punkt A4 mit Grenzvektoren in Richtung Module (Azimut = 180°)	29

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Revisionsübersicht	4
Tabelle 2:	Datums- und Zeitbereiche der Reflexionen an den Betrachtungspunkten	18

Tabelle 1: Revisionsübersicht

Version	Modifikationen
21K2857-PV-BG-Braeuningshof-R00-JBS_LBE-2021	Ursprungsversion 12.04.2021
21K2857-PV-BG-Braeuningshof-R01-JBS_LBE-2021	Anpassung der Straßenbenennung 05.10.2021

I. Inhalt und Nutzung des Berichts

8.2 Obst & Ziehmann GmbH (im Folgenden: 8.2 Obst & Ziehmann) 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 ausschließlich zur Nutzung durch den Auftraggeber erstellt und dessen Inhalt ist vertraulich und urheberrechtlich geschützt. Der Bericht darf ausschließlich vom Auftraggeber und dessen Beratern, die zur Vertraulichkeit verpflichtet sind, für den vorgesehenen Zweck verwendet werden. Der Bericht dient weder zur Information, noch zum Schutz anderer Personen als dem Auftraggeber und darf weder von anderen Personen noch zu anderen Zwecken genutzt werden. Der Auftraggeber ist 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 & Ziehmann.

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 & Ziehmann 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 & Ziehmann 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 & Ziehmann 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 & Ziehmann zur Verfügung gestellt wurden, ist 8.2 Obst & Ziehmann 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 ausschließlich auf den Informationen und Dokumenten, die 8.2 Obst & Ziehmann 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 & Ziehmann weitergegeben wurden.

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

5.) 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 & Ziehmann macht sich die vom Auftraggeber und von den vorgenannten Dritten getätigten Notizen, Berichte, Aussagen, Meinungen oder Ratschläge ausdrücklich nicht zu Eigen.

6.) Bestimmte Informationen, die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden, können vertraulich sein. 8.2 Obst & Ziehmann geht daher davon aus, dass alle Informationen vom Auftraggeber rechtmäßig zur Verfügung gestellt wurden, dass 8.2 Obst & Ziehmann zur Nutzung der Informationen für den Bericht berechtigt ist und dass 8.2 Obst & Ziehmann 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.

7.) 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 & Ziehmann 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 Gemeindeverbindungsstraße zwischen Igelsdorf und Bubenreuth, sowie an den Ortsrändern von Bräuningshof und Bubenreuth zu erwarten sind und welche Auswirkungen diese haben.
Auftraggeber:	Greeno Solarprojekt 29 GmbH & Co. KG Fürther Str. 252 90429 Nürnberg
Auftragsdatum:	17.03.2021
Auftragnehmer:	8.2 Obst & Ziehmann GmbH Brandswiete 4 20457 Hamburg
Prüfer:	Dipl.-Ing. (FH) Jörg Behrschmidt Lennart Behn, B.Sc.
Nummer des Prüfberichts:	21K2857-PV-BG-Braeuningshof-R01-JBS_LBE-2021

A.2. Prüfungsumfang

Der Prüfungsauftrag umfasst die Bestimmung der einfallenden Modulreflexionen auf die entlang der Planflächen verlaufende Gemeindeverbindungsstraße zwischen Igelsdorf und Bubenreuth, sowie der nordöstlichen Bebauung der Gemeinde Bubenreuth und der westlichen Bebauung des Ortsteils Bräuningshof. Weiterhin erfolgt eine Bewertung der Auswirkungen der Modulreflexionen unter Berücksichtigung lokaler Gegebenheiten, die einen Einfluss auf die Strahlungsleistung der Emissionen nehmen.

A.3. Prüfungsgrundlagen

- Zur Verfügung gestellte Unterlagen
 - o Modulbelegungsplan
 - o Schriftliche Angaben zur Modulausrichtung und dem Tischaufbau
 - o Bebauungsplan für die Planflächen des Solarparks Bräuningshof
 - o Kurzbeschreibung des Vorhabens mit Bildansichten der Planfläche
- 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 Braeuningshof soll nordöstlich der Gemeinde Bubenreuth und westlich des Ortsteils Bräuningshof in zwei separaten Teilflächen entlang der Gemeindeverbindungsstraße zwischen Bubenreuth und Igelsdorf installiert werden.

Die Module werden nach Süden mit einem Azimut von 180° ($N=0^\circ$) und einem Neigungswinkel von 20° ausgerichtet. Die minimale Höhe der Gestellreihen über dem Boden wird mit 0,8 m, einem in Deutschland üblichen Planungswert, angenommen. Es sollen drei kristalline Module hochkant übereinander montiert werden. Die maximale Höhe der Gestelle beträgt 3,5 m.

¹ ©2019 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 Bräuningshof wurde eine Untersuchung über die Reflexionen der Sonne an den Modulen und deren Auswirkungen auf Immissionsorte auf der Gemeindeverbindungsstraße Igelsdorf - Bubenreuth und den Ortsrändern von Bubenreuth und Bräuningshof durchgeführt.

Die Untersuchung zeigt, dass bei einem Azimut der Module von 180° ($N=0^\circ$) auf der Gemeindeverbindungsstraße Lichtimmissionen von April bis September in den Morgenstunden zu erwarten sind. Die maximale Dauer beträgt rund 10 Minuten. Die reflektierenden Module liegen im Sichtfeld der Fahrzeugführer, daher ist eine Gefährdung des Straßenverkehrs nicht auszuschließen.

Die weitere Untersuchung zeigt, dass bei einem Azimut der Module der nördlichen Planfläche von $\leq 160^\circ$ ($N=0^\circ$) und einem Azimut der Module der südlichen Planfläche von $\leq 175^\circ$ ($N=0^\circ$) keine Lichtimmissionen zu erwarten sind.

Die Untersuchung der Ortsränder von Bubenreuth und Bräuningshof, die der Photovoltaikanlage zugewandt sind, zeigt, dass mit Lichtimmissionen zwischen März und September zu rechnen ist. Die maximale Dauer der Lichtimmissionen beträgt 10 Minuten am Tag bzw. in Summe für das gesamte Jahr 15,3 Stunden. Nach den Kriterien der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) stellen die Lichtimmissionen damit keine erhebliche Belästigung dar und sind zu tolerieren.

Hamburg, 5. Oktober 2021



Dipl.-Ing. (FH) Jörg Behrschmidt



Lennart Behn, B.Sc.

Dieser Bericht besteht aus 39 Seiten und ist bis Ende 2031 in der 8.2 Obst & Ziehmann 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 Gemeindeverbindungsstraße bzw. die Ortsränder zu bewerten. Zu berücksichtigen sind hierbei die Störwirkung von Reflexionen, sowie die Wahrnehmung durch den Betrachter, bei Fahrzeugführern unter Beachtung derer Blickwinkel.

C.1. Blend- und Störwirkung von reflektiertem Sonnenlicht

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

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

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

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

Medizinisch gesehen vollzieht sich die störende Wirkung einer Blendung in drei zu unterscheidenden Schritten. Das eigentliche Sehen besteht in der physikalisch-physiologischen Anregung des Auges durch die Lichteinwirkung auf der Netzhaut. Die Wahrnehmung erfolgt durch die Weiterleitung eines Nervensignals an das Gehirn, wodurch ein bewusstes Erlebnis hervorgerufen wird. Im Fall der Blendung ist dies ein deutlicher Leuchtdichteunterschied eines Sichtfeldausschnittes zur Umgebung. Der dritte Schritt ist das Erkennen. Das wahrgenommene Objekt wird vom Gehirn durch Vergleich mit vorher abgespeicherten Vorlagen (Erfahrungen) bewertet und mit einer Bedeutung belegt.

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

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

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

C.2. Wirkung auf den Menschen

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

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

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

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

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

C.3. Blickwinkel von Fahrzeugführern

Neben der Intensität der Lichtquelle ist für eine Blendung maßgeblich, dass die Lichtquelle innerhalb des Sichtfelds des Betrachters liegt. Das Sichtfeld wird maßgeblich bestimmt durch den Blickwinkel. Ausführungen hierzu finden sich in der Arbeit von Dipl.-Ing. Romy Reinisch „Wahrnehmung von Verkehrszeichen und Straßenumfeld bei Nachtfahrten im übergeordneten Straßennetz“, 27. Oktober 2009. Aus Bild 4-6 der Arbeit, erstellt in Anlehnung an das „Traffic Engineering Handbook“, leiten sich die Öffnungswinkel des Sehfeldes in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit ab.

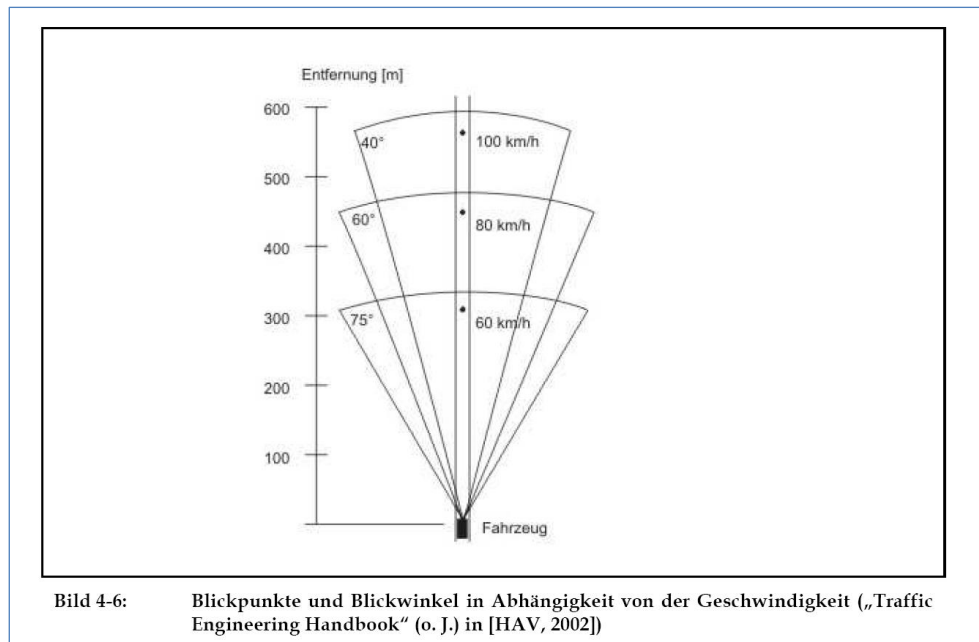


Abbildung 1: Öffnungswinkel Sehfeld in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit³

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 „Wahrnehmung von Verkehrszeichen und Straßenumfeld bei Nachtfahrten im übergeordneten Straßennetz“, 27. Oktober 2009, Dipl.-Ing. Romy Reinisch

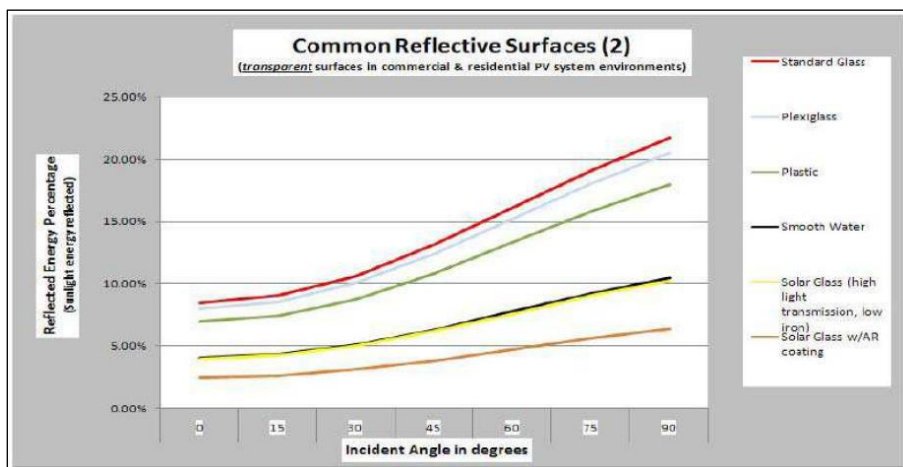


Abbildung 2: Reflexionsverhalten in Abhängigkeit vom Einfallswinkel⁴

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 $6 \cdot 10^6$ cd/m². Die Leuchtdichte der Reflexion der Sonne am Modul beträgt damit um $0,6 \cdot 10^6$ cd/m².

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, die aus zwei Teilflächen besteht, liegt an der östlichen Seite der Gemeindeverbindungsstraße zwischen Igelsdorf und Bubenreuth. Das Höhengniveau der Gemeindeverbindungsstraße über Normalnull beträgt im Untersuchungsbereich zwischen 27 m und 278 m. Das Höhengniveau im Bereich der untersuchten Ortsränder beträgt in Bubenreuth zwischen 277 m und 286 m und in Bräuningshof zwischen 303 m und 306 m. Die Bebauung besteht zum überwiegenden Teil aus Wohngebäuden. Das Höhengniveau der Planflächen beträgt zwischen 276 m und 277 m entlang der Gemeindeverbindungsstraße und zwischen 280 m und 286 m an der östlichen Grenze der Planfläche, siehe Abbildung 3.

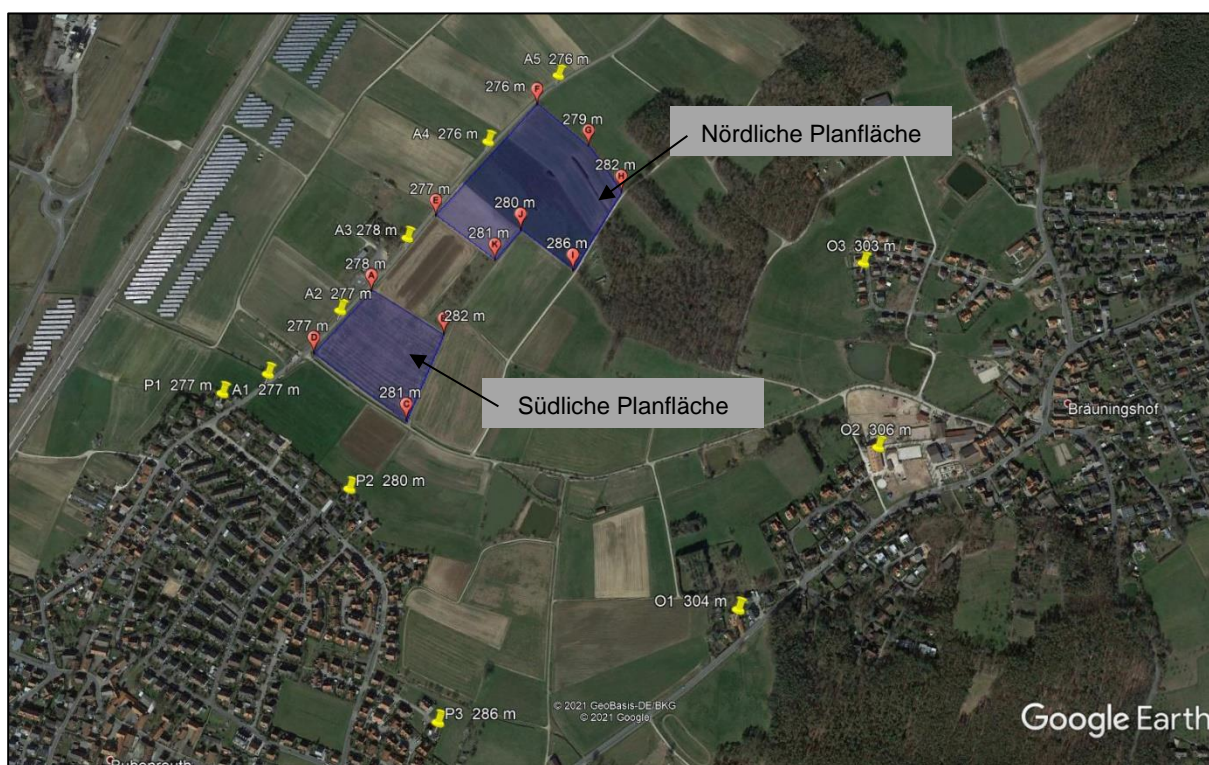


Abbildung 3: Google Earth ©2021 Lageplan der Planflächen

Zwischen dem nordwestlichen Ortsrand von Bräuningshof und den Planflächen befindet sich ein Waldgebiet.

⁶ ©2021 Google, ©2021 GeoBasis-DE/BKG

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>



Abbildung 4: Sicht über die nördliche Planfläche in Richtung Südwesten



Abbildung 5: Sicht über die südliche Planfläche in Richtung Südwesten, entlang der Gemeindeverbindungsstraße

Die Module werden nach Süden mit einem Azimut von 180° ($N=0^\circ$) und einem Neigungswinkel von 20° ausgerichtet. Die minimale Höhe der Gestellreihen über dem Boden wird mit 0,8 m, einem in Deutschland üblichen Planungswert, angenommen. Die maximale Höhe der Gestelle beträgt laut Planung rund 3,5 m.

D.1.2. Vorgehensweise

Für die nachfolgend beschriebene geometrische Betrachtung werden auf der Gemeindeverbindungsstraße bzw. den Ortsrändern repräsentative Punkte festgelegt. Für die einzelnen Punktepaare werden, wie später beschrieben, Reflexionsbetrachtungen durchgeführt.

Für die Analyse der Reflexionen wird ein Netz mit einer Gitterweite von 6 m über die Planfläche gelegt. Die Gitterpunkte dienen als Referenzpunkte.

Auf der Gemeindeverbindungsstraße werden die Punkte A1 bis A5 gewählt, für die untersucht wird, ob an diesen Stellen Lichtmissionen durch Reflexionen zu erwarten sind, und wie diese sich auswirken.

Die Betrachtung für den Ortsrand Bubenreuth erfolgt exemplarisch für die Punkte P1 bis P3 und für den Ortsrand Bräuningshof für die Punkte O1 bis O3.

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

D.2. Geometrische Betrachtung

D.2.1. Grundlage

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

Die Augenposition der Fahrzeugführer wird mit 1,2 m für PKW und 2,5 m für LKW über der Fahrbahn angesetzt.

Für die exemplarische Untersuchung der Ortsränder werden die Höhe der Fenster mit 1,2 m und die Breite mit 2,0 m angenommen.

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

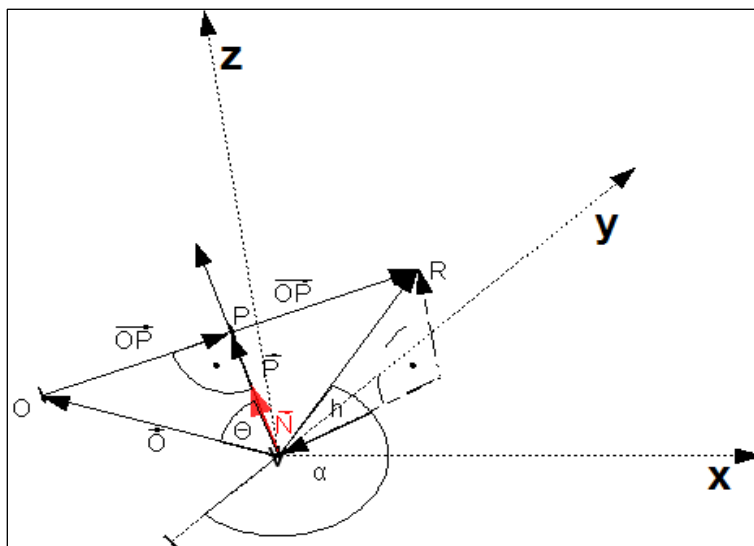


Abbildung 6: Geometrische Betrachtung der Reflexion am geneigten Modul

Die Bestimmung der Emissionsorte erfolgt anhand der Darstellung in Abbildung 6. 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 7, 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 64° .

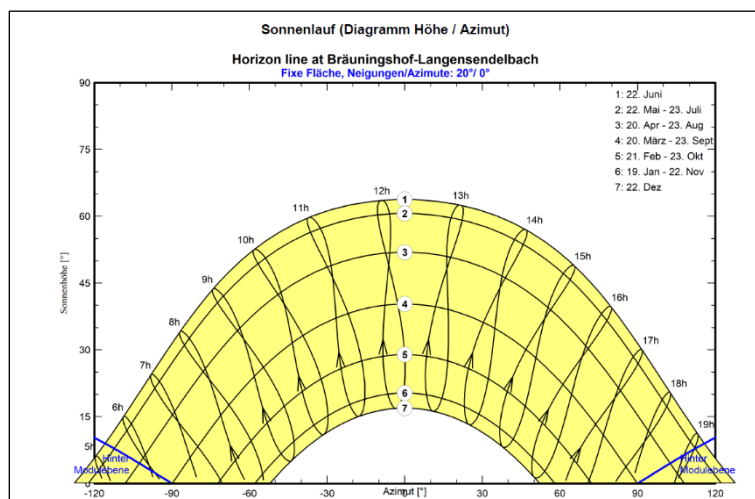


Abbildung 7: Horizontdarstellung des Sonnenlaufs

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.

Die Ergebnisse für die Betrachtung der Gemeindeverbindungsstraße und der Ortsränder werden in Tabelle 2 zusammengefasst. Zusätzlich zu der Südausrichtung mit einem Azimut von 180° ($N=0^\circ$) sind dort auch die Ergebnisse für eine Modulorientierung mit einem Azimut von 160° ($N=0^\circ$) auf der nördlichen Planfläche und einem Azimut von 175° ($N=0^\circ$) auf der südlichen Planfläche untersucht. Diese Ausrichtungen stellen die Grenzen dar, zu denen keine Lichtimmissionen mehr auf der Gemeindeverbindungsstraße zu erwarten sind.

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

	Datumsbereich	Zeitbereich	Max Minuten pro Max Stunden pro	
			Tag [min]	Jahr [h]
Neigungswinkel 20° Azimut 180° (N=0°)				
A2 PKW + LKW	von 08. Apr bis 03. Sep	05:27 - 06:23	7	1.4
A4 PKW + LKW	von 18. Apr bis 30. Aug	05:59 - 06:32	10	13.1
Neigungswinkel 20° Azimut 160° (N=0°) (Betrachtungsbereich nördliche Planfläche)				
A1 PKW + LKW	Keine Reflexionen			
A2 PKW + LKW	Keine Reflexionen			
A3 PKW + LKW	Keine Reflexionen			
A4 PKW + LKW	Keine Reflexionen			
A5 PKW + LKW	Keine Reflexionen			
Neigungswinkel 20° Azimut 175° (N=0°) (Betrachtungsbereich südliche Planfläche)				
A1 PKW + LKW	Keine Reflexionen			
A2 PKW + LKW	Keine Reflexionen			
A3 PKW + LKW	Keine Reflexionen			
A4 PKW + LKW	Keine Reflexionen			
A5 PKW + LKW	Keine Reflexionen			
Neigungswinkel 20° Azimut 160° (N=0°) (Betrachtungsbereich nördlich + südliche Planfläche)				
P1 UG + OG	Keine Reflexionen			
P2 UG + OG	Keine Reflexionen			
P3 UG + OG	Keine Reflexionen			
O1 UG + OG	Keine Reflexionen			
O2 UG + OG	von 24. Apr bis 18. Aug	17:24 - 17:42	5	7.5
O3 UG + OG	von 12. Mrz bis 30. Sep	17:04 - 17:40	7	15.3
Neigungswinkel 20° Azimut 175° (N=0°) (Betrachtungsbereich nördlich + südliche Planfläche)				
P1 UG + OG	von 01. Mai bis 11. Aug	05:45 - 06:05	10	13.8
P2 UG + OG	Keine Reflexionen			
P3 UG + OG	Keine Reflexionen			
O1 UG + OG	Keine Reflexionen			
O2 UG + OG	von 10. Apr bis 02. Sep	18:01 - 18:16	4	6.1
O3 UG + OG	von 03. Apr bis 09. Sep	17:55 - 18:16	7	15.2
Neigungswinkel 20° Azimut 180° (N=0°) (Betrachtungsbereich nördlich + südliche Planfläche)				
P1 UG + OG	von 22. Apr bis 20. Aug	05:57 - 06:18	10	15.7
P2 UG + OG	Keine Reflexionen			
P3 UG + OG	Keine Reflexionen			
O1 UG + OG	Keine Reflexionen			
O2 UG + OG	von 13. Apr bis 29. Aug	18:14 - 18:30	5	4.7
O3 UG + OG	von 09. Apr bis 03. Sep	18:11 - 18:28	7	14.3

Gemeindeverbindungsstraße (Azimut = 180°)

Die Analyse zeigt für die Punkte A2 und A4, dass auf der Gemeindeverbindungsstraße Lichtimmissionen zu erwarten sind. Die Lichtimmissionen erfolgen in den Morgenstunden in den Punkten A2 und A4 von Anfang April bis Anfang September im Zeitraum zwischen 05:27 Uhr bis 06:32 Uhr. Die Dauer der Lichtimmissionen beträgt im Maximum rund 10 Minuten.

Die Tage und die Zeiten, zu denen Reflexionen wahrnehmbar sind, sind in den nachfolgenden Diagrammen Abbildung 8 und Abbildung 9 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.

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



Abbildung 10: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt A2 auf der Gemeindeverbindungsstraße (Azimut = 180°)



Abbildung 11: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt A4 auf der Gemeindeverbindungsstraße (Azimut = 180°)

Gemeindeverbindungsstraße (Azimut = 160° auf der nördlichen Planfläche)

Unter Berücksichtigung eines Azimuts von $\leq 160^\circ$ ($N=0^\circ$), sind ausgehen von der nördlichen Planfläche keine Lichtimmissionen auf der Gemeindeverbindungsstraße zu erwarten.

Gemeindeverbindungsstraße (Azimut = 175° auf der südlichen Planfläche)

Unter Berücksichtigung eines Azimuts von $\leq 175^\circ$ ($N=0^\circ$), sind ausgehen von der südlichen Planfläche keine Lichtimmissionen auf der Gemeindeverbindungsstraße zu erwarten.

Ortsränder (Azimut = 160°)

Unter Berücksichtigung eines Azimuts von 160° (N=0°) ergab die Untersuchung in den definierten Punkten, dass nur mit Reflexionen in den Punkten O2 und O3 zu rechnen ist.

In den Punkten O2 und O3 sind Lichtemissionen von März bis Ende September zu erwarten. Die Lichtemissionen treten in den Nachmittagsstunden zwischen 17:04 und 17:42 auf. Die Dauer beläuft sich im Maximum auf 7 Minuten am Tag und summiert sich auf 15,3 h im Jahr.

Die Tage und die Zeiten, zu denen Reflexionen in den Betrachtungspunkten O2 und O3 wahrnehmbar sind, sind im nachfolgenden Diagramm, siehe Abbildung 12 und Abbildung 13, dargestellt.

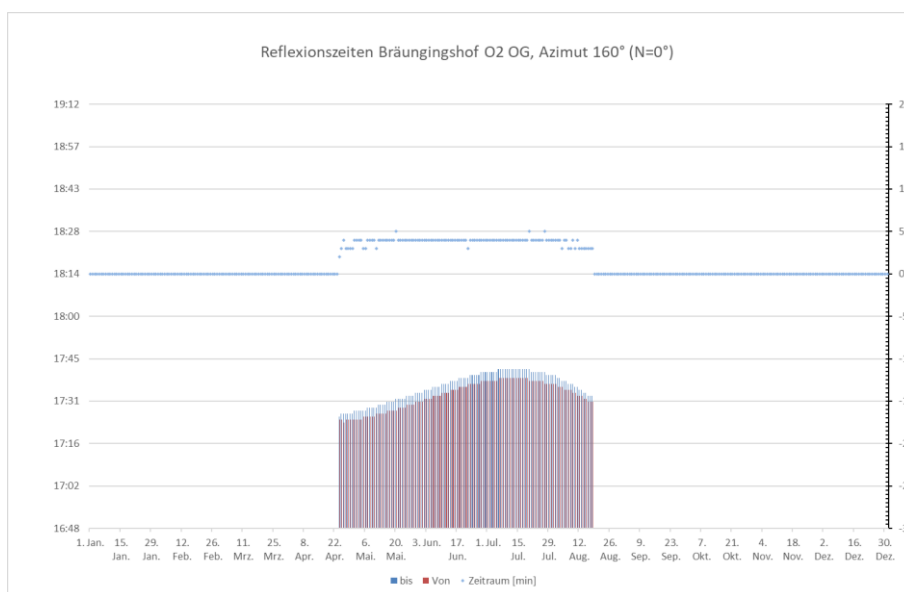


Abbildung 12: Reflexionszeiten und Dauer zu Punkt O2 für Emissionen der gesamten Planfläche (Azimut = 160°)

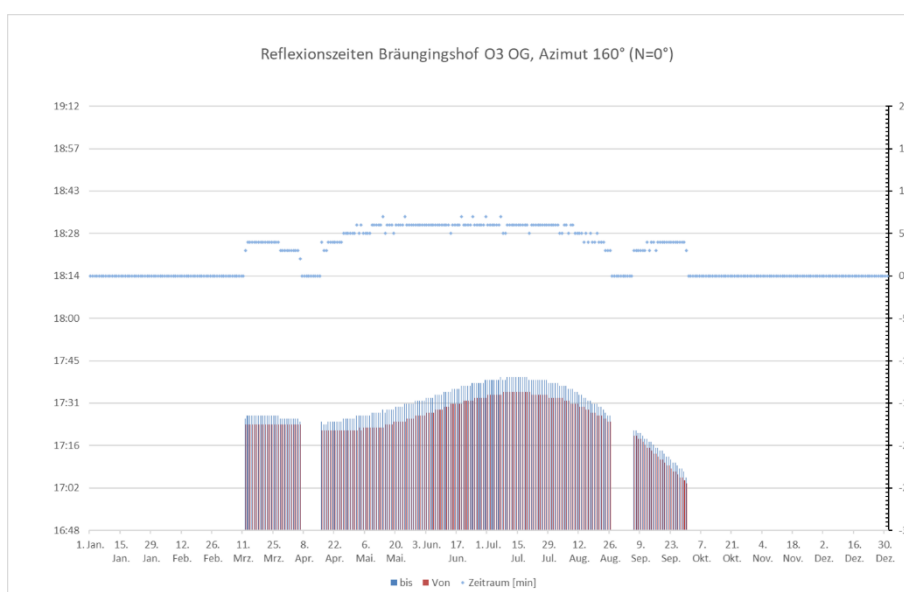


Abbildung 13: Reflexionszeiten und Dauer zu Punkt U2 für Emissionen der gesamten Planfläche (Azimut = 160°)

Abbildung 14 und Abbildung 15 zeigen den spezifischen Bereich der Photovoltaikanlage, von dem Lichtemissionen für die Punkte O2 und O3 ausgehen.

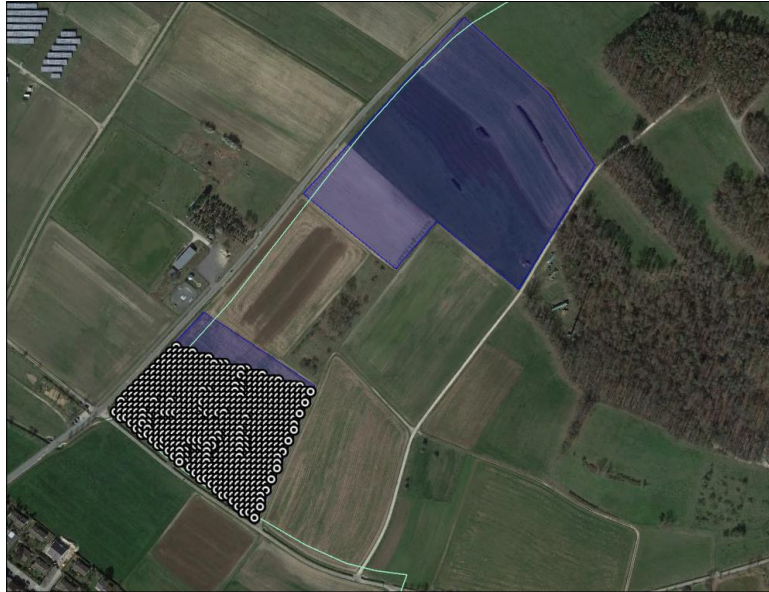


Abbildung 14: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt O2 am Ortsrand Bräuningshof (Azimut = 160°)



Abbildung 15: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt O3 am Ortsrand Bräuningshof (Azimut = 160°)

Ortsränder (Azimut = 175°)

Unter Berücksichtigung eines Azimuts von 175° (N=0°) ergab die Untersuchung in den definierten Punkten, dass nur mit Reflexionen in den Punkten P1, O2 und O3 zu rechnen ist.

In dem Punkt P1 sind Lichtimmissionen von Anfang Mai bis August zu erwarten. Die Lichtimmissionen treten in den Morgenstunden zwischen 5:45 und 06:05 auf. Die Dauer beläuft sich im Maximum auf 10 Minuten am Tag und summiert sich auf 13,8 h im Jahr.

8.2

In den Punkten O2 und O3 sind Lichtimmissionen von April bis September zu erwarten. Die Lichtimmissionen treten in den Nachmittagsstunden zwischen 17:55 und 18:16 auf. Die Dauer beläuft sich im Maximum auf 7 Minuten am Tag und summiert sich auf 15,2 h im Jahr.

Die Tage und die Zeiten, zu denen Reflexionen in den Betrachtungspunkten P1, O2 und O3 wahrnehmbar sind, sind im nachfolgenden Diagramm, Abbildung 16 bis Abbildung 18, dargestellt.

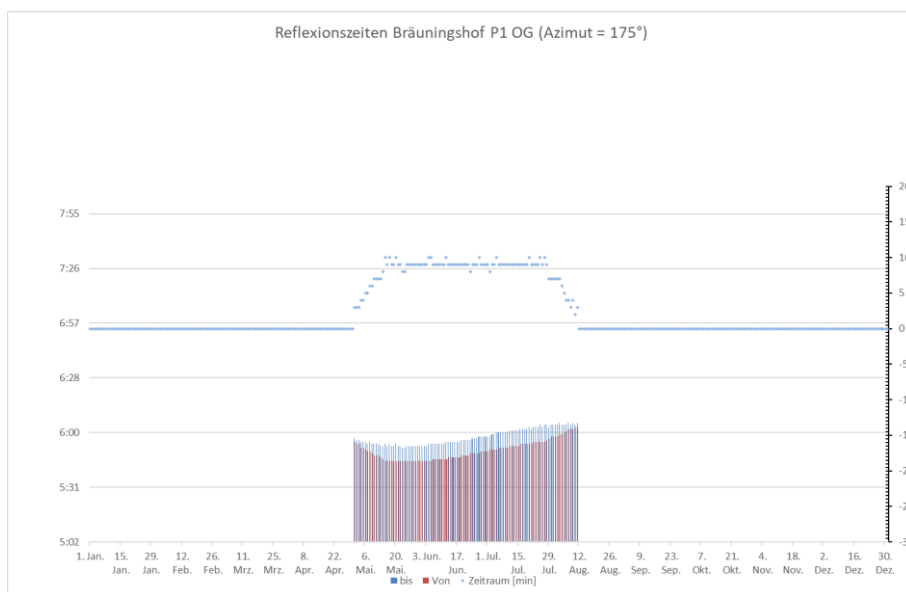


Abbildung 16: Reflexionszeiten und Dauer zu Punkt P1 für Emissionen der gesamten Planfläche (Azimut = 175°)

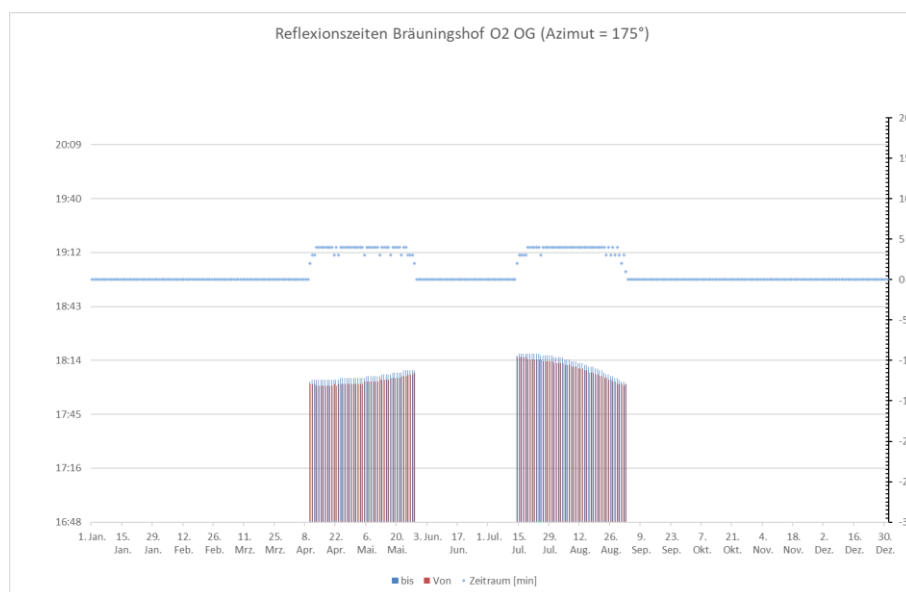


Abbildung 17: Reflexionszeiten und Dauer zu Punkt O2 für Emissionen der gesamten Planfläche (Azimut = 175°)

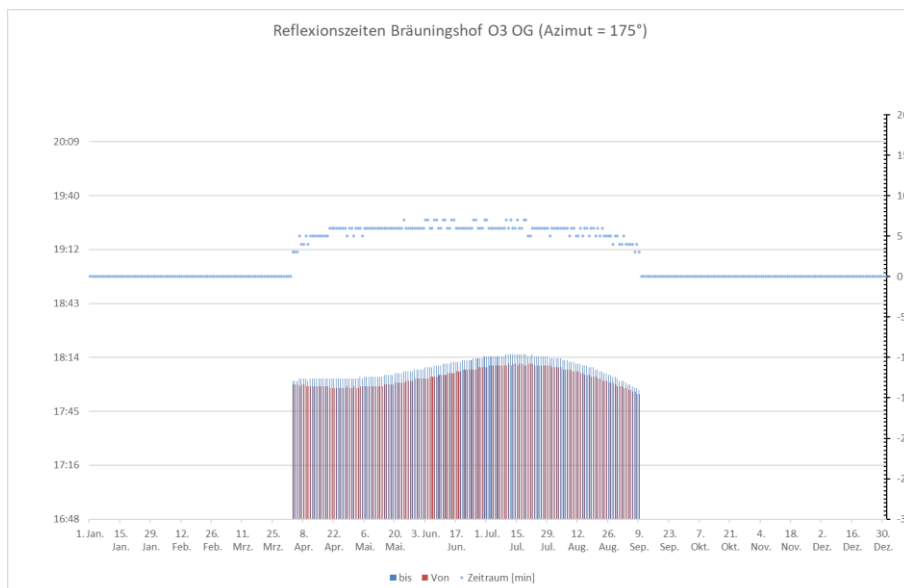


Abbildung 18: Reflexionszeiten und Dauer zu Punkt O3 für Emissionen der gesamten Planfläche (Azimut = 175°)

Abbildung 19 bis Abbildung 21 zeigen den spezifischen Bereich der Photovoltaikanlage, von dem Lichtemissionen für die Punkte P1, O2 und O3 ausgehen.



Abbildung 19: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt P1 am Ortsrand Bubenreuth (Azimut = 175°)



Abbildung 20: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt O2 am Ortsrand Bräuningshof (Azimut = 175°)



Abbildung 21: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt O3 am Ortsrand Bräuningshof (Azimut = 175°)

Ortsränder (Azimut = 180°)

Unter Berücksichtigung eines Azimuts von 180° (N=0°) ergab die Untersuchung in den definierten Punkten, dass nur mit Reflexionen in den Punkten P1, O2 und O3 zu rechnen ist.

In dem Punkt P1 sind Lichtimmissionen von April bis August zu erwarten. Die Lichtimmissionen treten in den Morgenstunden zwischen 5:57 und 06:18 auf. Die Dauer beläuft sich im Maximum auf 10 Minuten am Tag und summiert sich auf 15,7 h im Jahr.

8.2

In den Punkten O2 und O3 sind Lichtimmissionen von April bis September zu erwarten. Die Lichtimmissionen treten in den Nachmittagsstunden zwischen 18:11 und 18:30 auf. Die Dauer beläuft sich im Maximum auf 7 Minuten am Tag und summiert sich auf 14,3 im Jahr.

Die Tage und die Zeiten, zu denen Reflexionen in den Betrachtungspunkten P1, O2 und O3 wahrnehmbar sind, sind im nachfolgenden Diagramm, Abbildung 22 bis Abbildung 24, dargestellt.

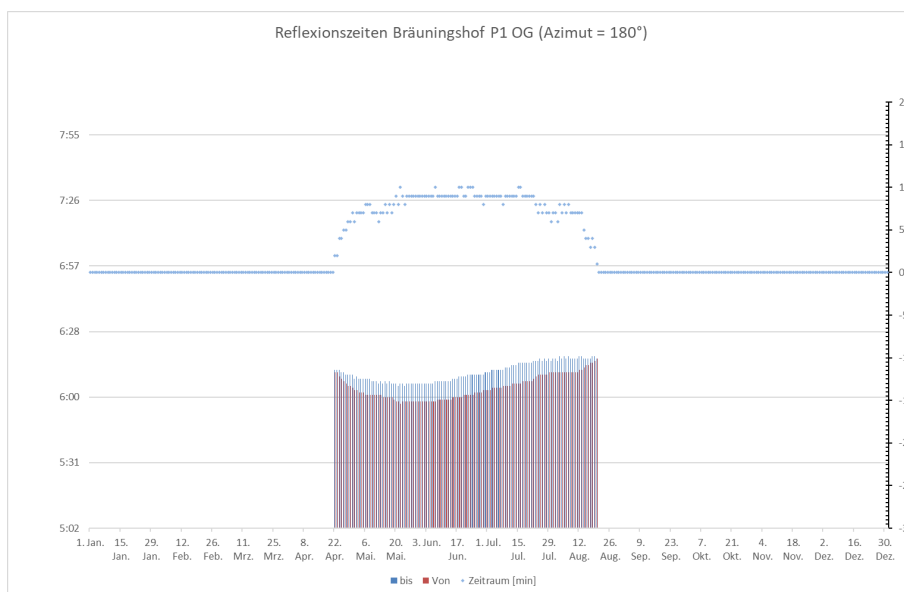


Abbildung 22: Reflexionszeiten und Dauer zu Punkt P1 für Emissionen der gesamten Planfläche (Azimut = 180°)

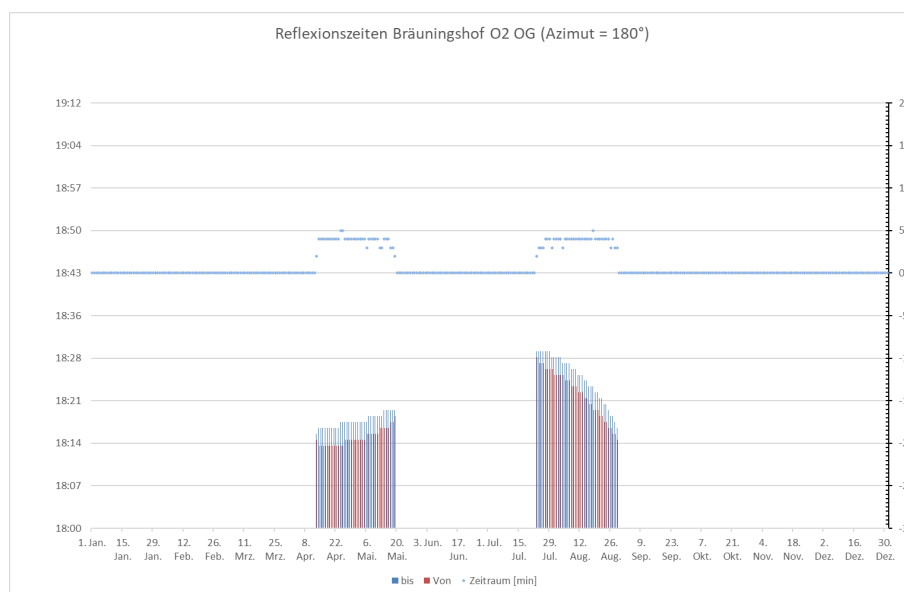


Abbildung 23: Reflexionszeiten und Dauer zu Punkt O2 für Emissionen der gesamten Planfläche (Azimut = 180°)

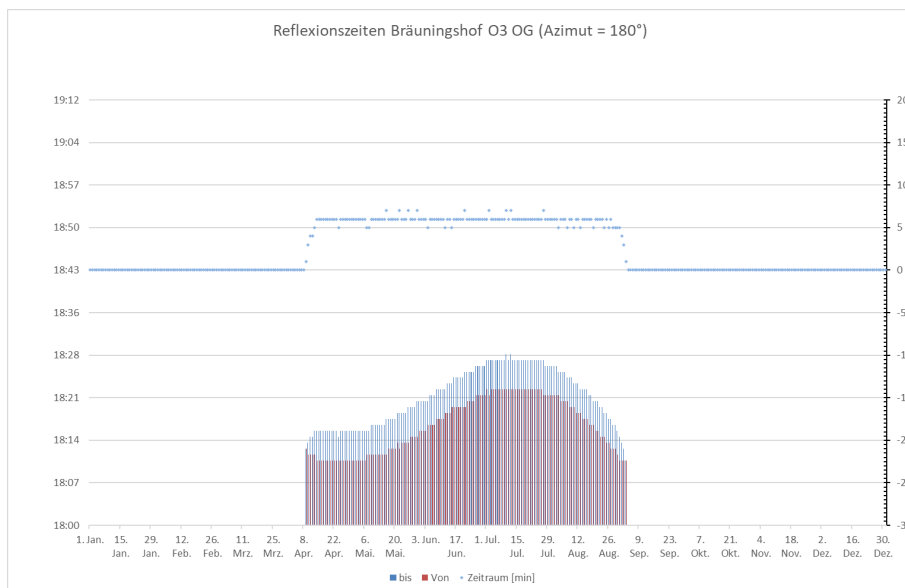


Abbildung 24: Reflexionszeiten und Dauer zu Punkt O3 für Emissionen der gesamten Planfläche (Azimut = 180°)

Abbildung 25 bis Abbildung 27 zeigen den spezifischen Bereich der Photovoltaikanlage, von dem Lichtemissionen für die Punkte P1, O2 und O3 ausgehen.



Abbildung 25: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt P1 am Ortsrand Bubenreuth (Azimut = 180°)



Abbildung 26: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt O2 am Ortsrand Bräuningshof (Azimut = 180°)



Abbildung 27: Spezifischer Emissionsbereich für Punkt O3 am Ortsrand Bräuningshof (Azimut = 180°)

D.2.3. Sichtbarkeit und Wahrnehmung von Reflexionen

Gemeindeverbindungsstraße (Azimut = 180°)

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

Das Sichtfeld der Fahrzeugführer ist in Abbildung 28 für Punkt A2 und in Abbildung 29 für Punkt A4 dargestellt. Das Sichtfeld der Fahrzeugführer ist in blau dargestellt. Der obere Kegel gibt das Sichtfeld für Fahrzeuge wieder, die Richtung Igelsdorf unterwegs sind, und der untere Kegel das Sichtfeld der Fahrzeugführer mit Fahrtrichtung Bubenreuth. Die roten Pfeile geben die Grenzvektoren wieder, die das Vektorfeld der Sichtbeziehung von Punkt A2 bzw. Punkt A4

in Richtung der Module aufspannen, die zu Reflexionen in dem zugehörigen Punkt führen, siehe Tabelle 2 in Kapitel D.1.2.

Es zeigt sich für beide Punkte und die Fahrtrichtung Igelsdorf, dass die Module mit Lichtemissionen innerhalb der Sichtbereiche der Fahrzeugführer liegen.



Abbildung 28: Vergleich Sichtfeld Fahrzeugführer für Punkt A2 mit Grenzvektoren in Richtung Module (Azimut = 180°)



Abbildung 29: Vergleich Sichtfeld Zugführer für Punkt A4 mit Grenzvektoren in Richtung Module (Azimut = 180°)

Ortsränder Bubenreuth und Bräuningshof

Für die Gebäude am Ortsrand von Bubenreuth und Bräuningshof beträgt die Dauer der Lichtimmissionen pro Ereignis unter Berücksichtigung der Azimute 175° (N=0°) und 160° (N=0°) maximal 10 Minuten pro Tag und die Gesamtdauer maximal 20,5 Stunden im Kalenderjahr. Die Werte liegen unter den in der LAI genannten Grenzen.

E. Bewertung

Aus den Ergebnissen der geometrischen Reflexionsbetrachtung in Kapitel D.2.2 geht hervor, dass auf der Gemeindeverbindungsstraße zwischen Bubenreuth und Igelsdorf, aufgrund von Reflexionen an den Modulen der Photovoltaikanlage Bräuningshof unter Berücksichtigung eines Azimutes von 180° ($N=0^\circ$) und einem Neigungswinkel von 20° Lichtimmissionen zu erwarten sind.

Diese Immissionen treten in etwa zwischen 05:27 und 06:32 auf. Die Dauer beträgt im Maximum 10 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 die Reflexionen in einem Winkel auf die Gemeindeverbindungsstraße treffen, der erkennen lässt, dass sich die reflektierenden Module innerhalb des normalen Blickfeldes der Fahrzeugführer befinden. Aus diesem Grund kann eine Gefährdung des Straßenverkehrs durch Lichtimmissionen der Photovoltaikanlage Bräuningshof unter Berücksichtigung eines Azimuts von 180° ($N=0^\circ$) und einem Neigungswinkel von 20° nicht ausgeschlossen werden.

Durch die Veränderung der Modulorientierung wurde in diesem Gutachten geprüft bei welchem Azimut die Lichtimmissionen nicht mehr im Sichtkegel der Fahrzeugführer auftreten.

Aus den Ergebnissen der Reflexionsbetrachtung geht des Weiteren hervor, dass auf der Gemeindeverbindungsstraße unter Berücksichtigung eines Azimutes der nördlichen Planfläche von $\leq 160^\circ$ ($N=0^\circ$), eines Azimuts der südlichen Planfläche von $\leq 175^\circ$ ($N=0^\circ$) und einem Neigungswinkel von 20° keine Lichtimmissionen zu erwarten sind.

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

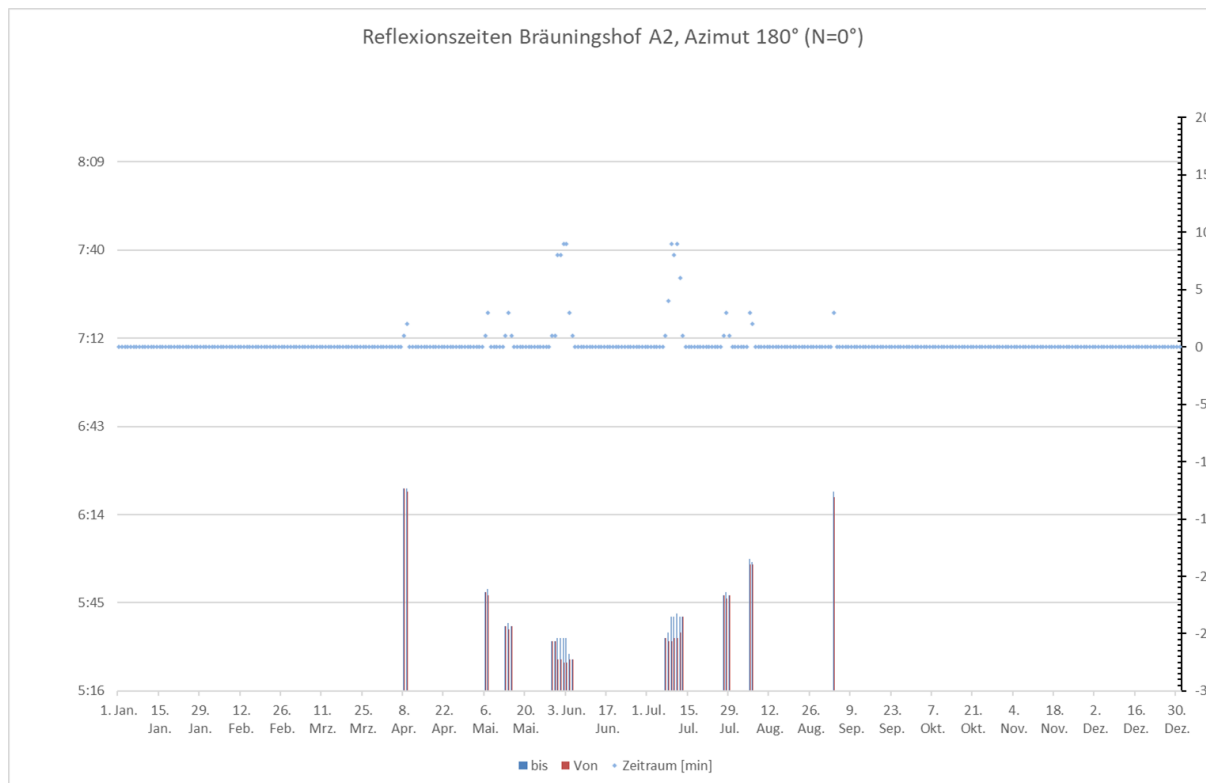
Die Analyse der Lichtemissionen zeigt, dass an der, der Photovoltaikanlage zugewandten, Grenze des Ortsrandes von Bubenreuth und Bräuningshof, unter Berücksichtigung der Azimut 175° ($N=0^\circ$) und 160° ($N=0^\circ$) Lichtimmissionen zu erwarten sind. Nach den Richtlinien der LAI liegen keine erheblichen Belästigungen vor, da die zu tolerierenden Zeiträume mit maximal 10 Minuten am Tag und maximal 15,3 Stunden im Jahr eingehalten werden.

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

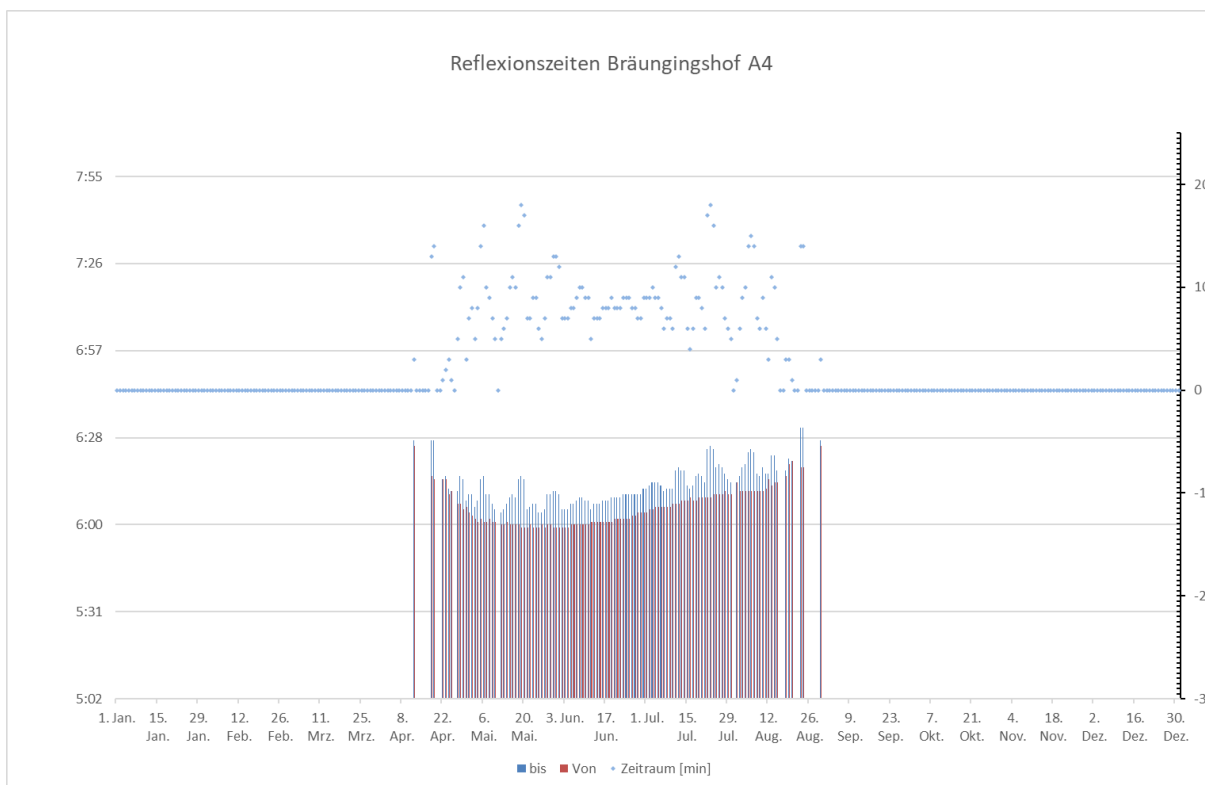
F. Anhang

Reflexionszeiten und Dauer

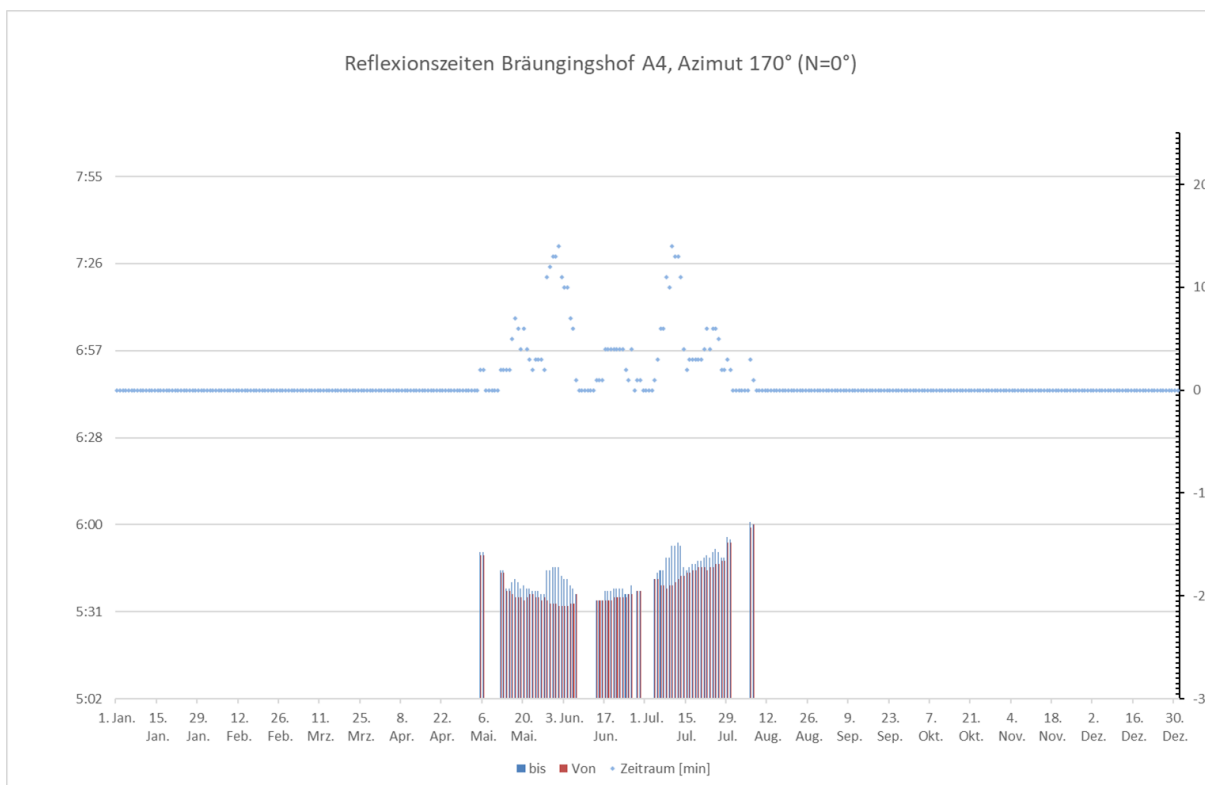
Gemeindeverbindungsstraße, Punkt A2 PKW u. LKW, Azimut 180°



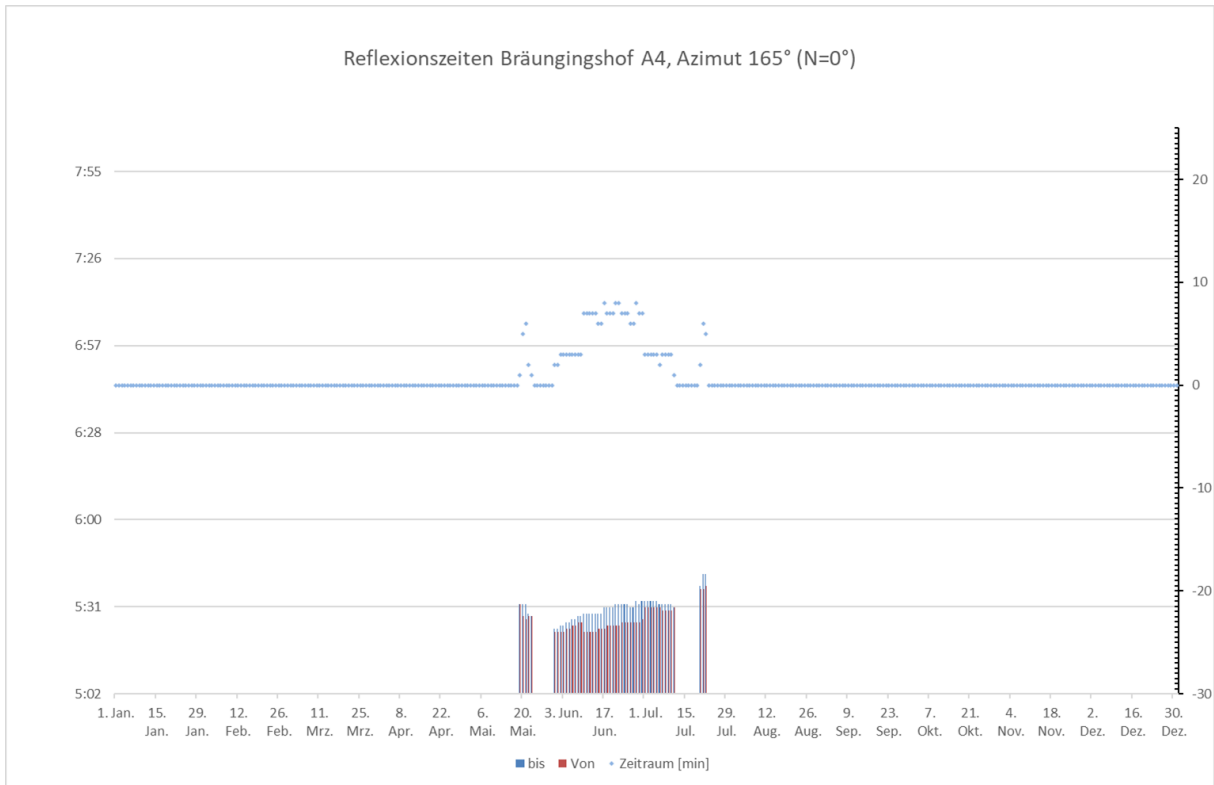
Gemeindeverbindungsstraße, Punkt A4 PKW u. LKW, Azimut 180°



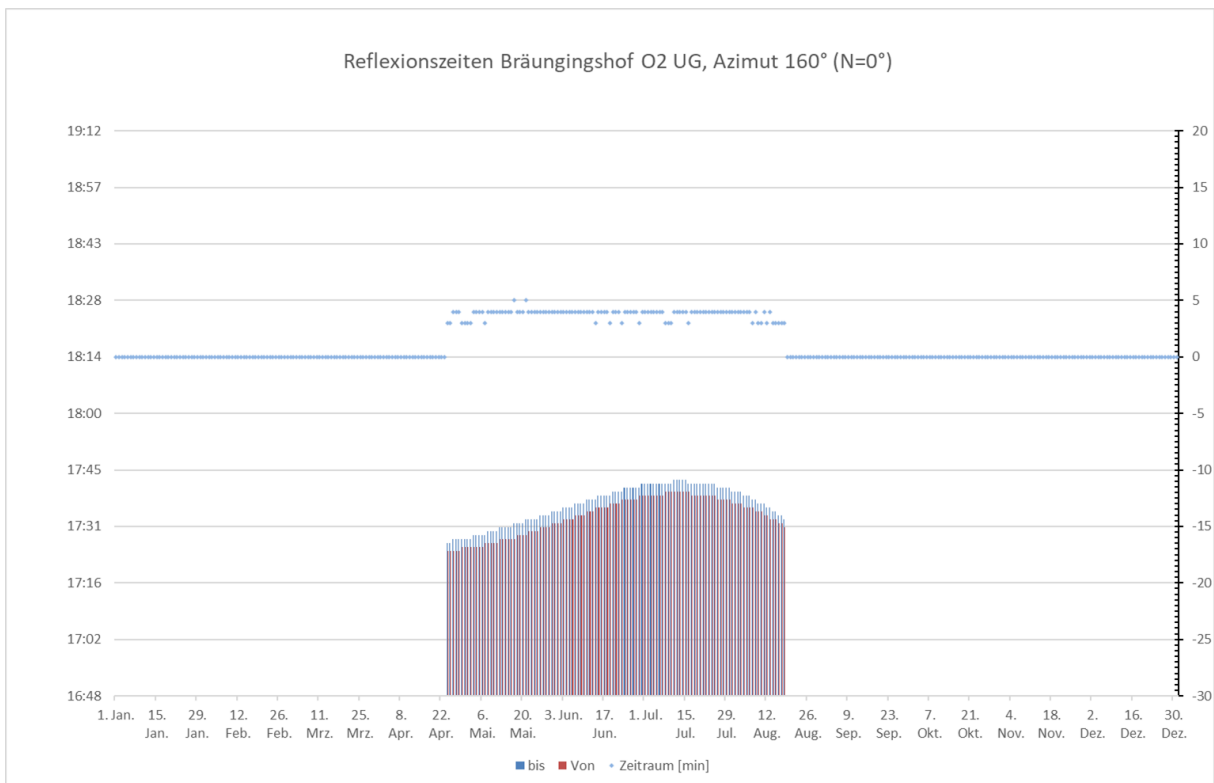
Gemeindeverbindungsstraße, Punkt A4 PKW u. LKW, Azimut 170°



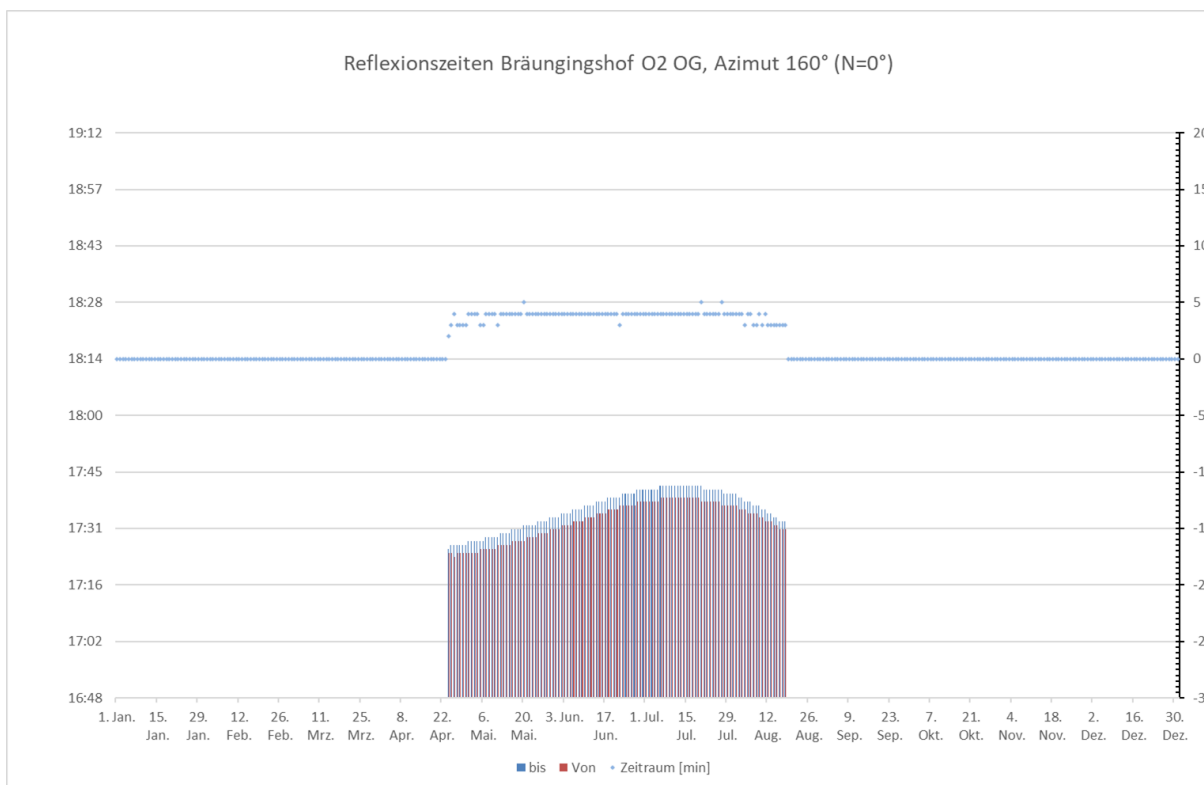
Gemeindeverbindungsstraße, Punkt A4 PKW u. LKW, Azimut 165°



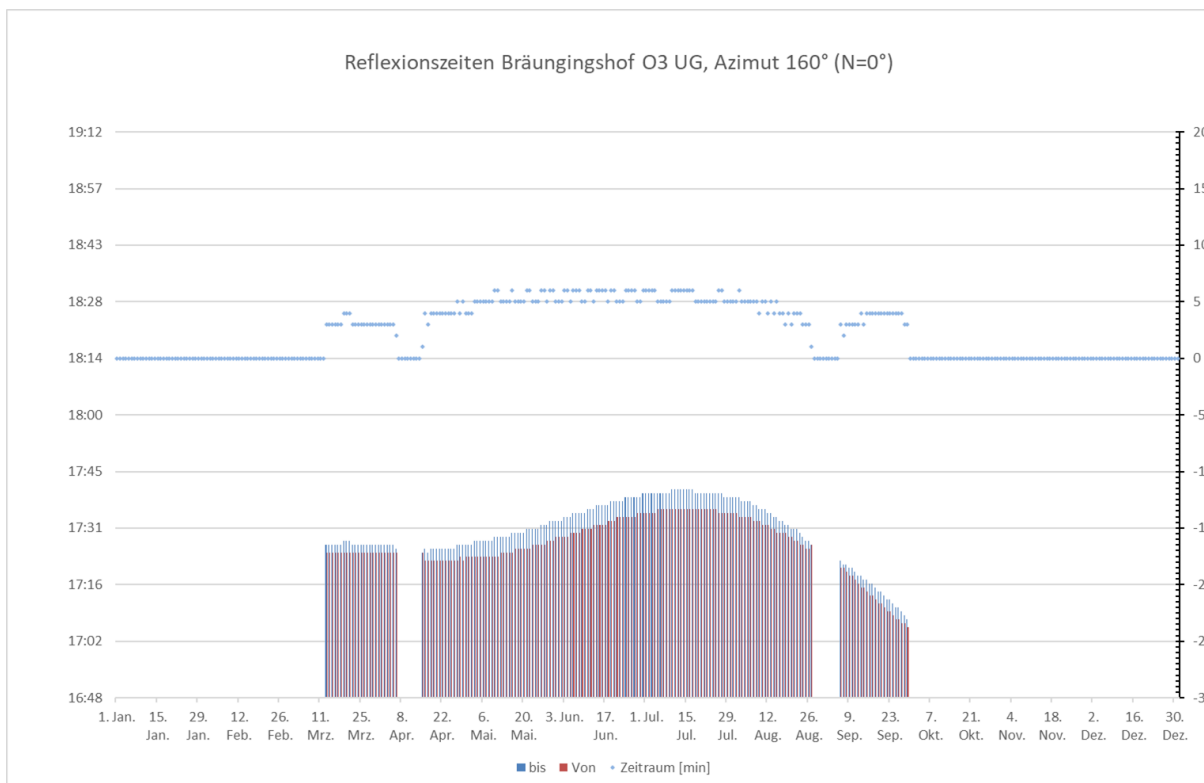
Ortsrand, Punkt O2 UG, Azimut 160°



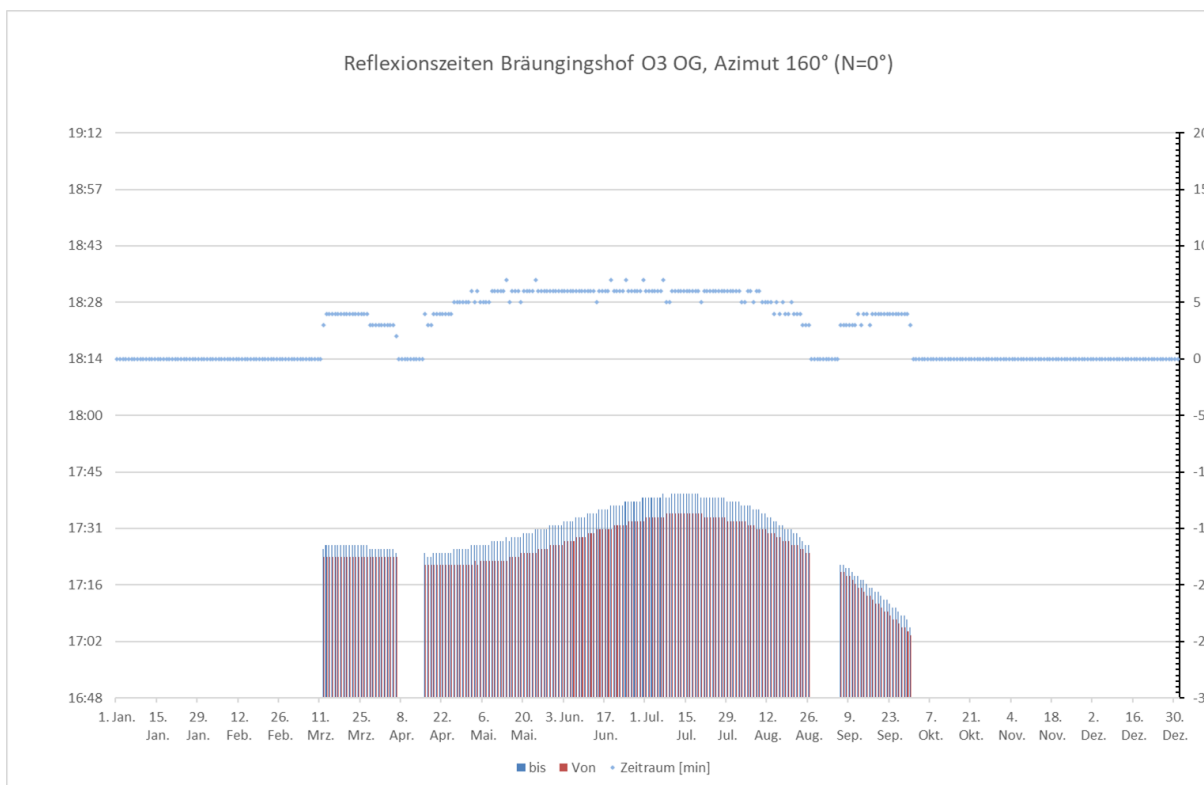
Ortsrand, Punkt O2 OG, Azimut 160°



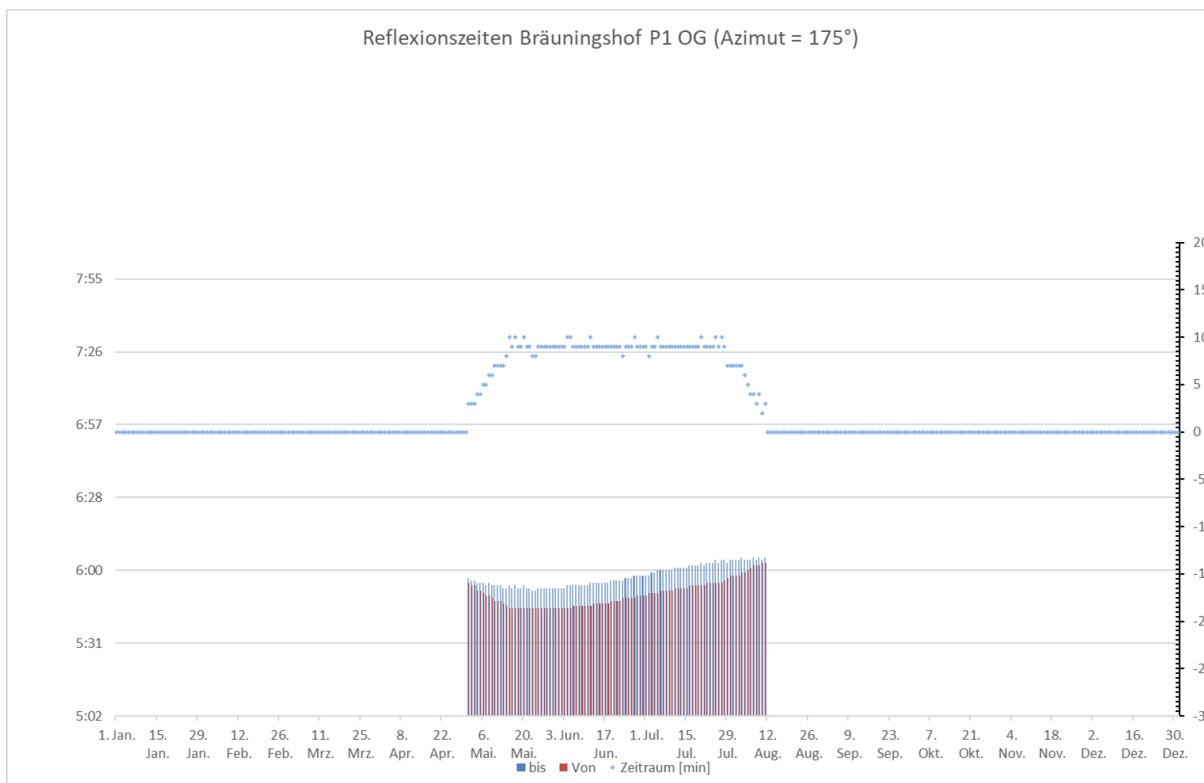
Ortsrand, Punkt O3 UG, Azimut 160°



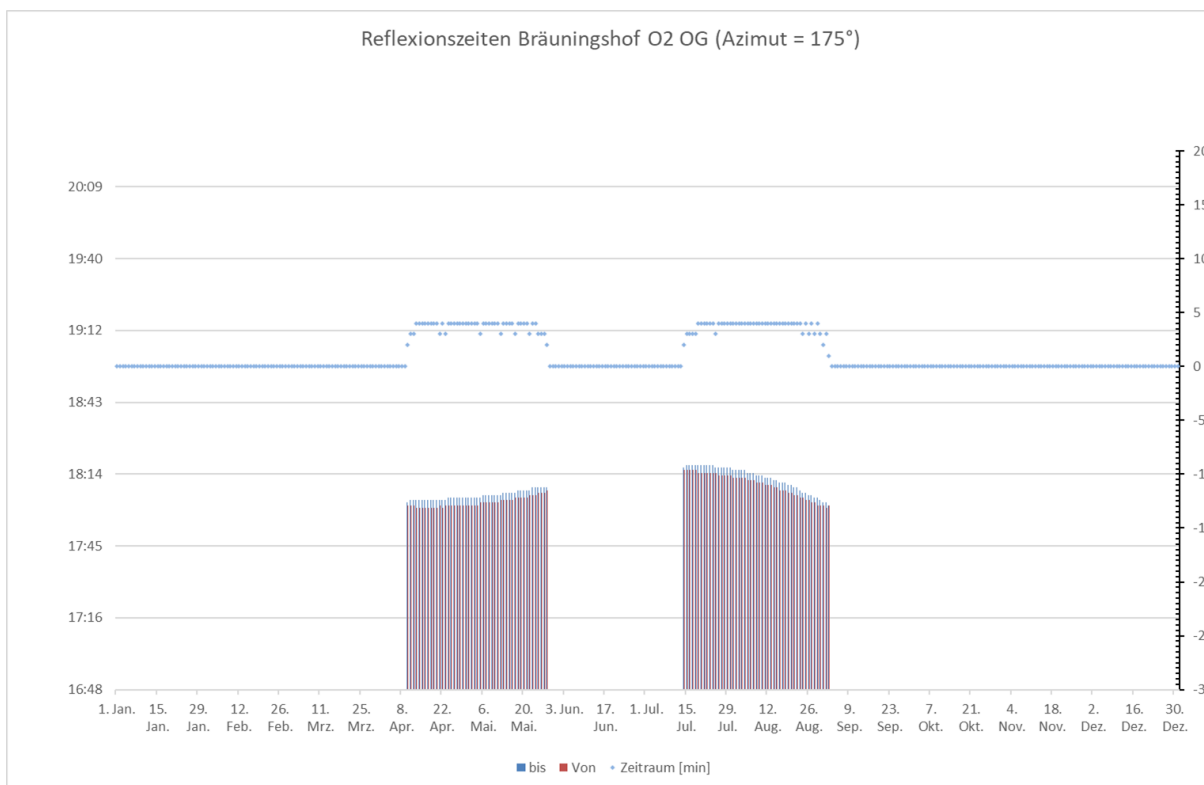
Ortsrand, Punkt O3 OG, Azimut 160°



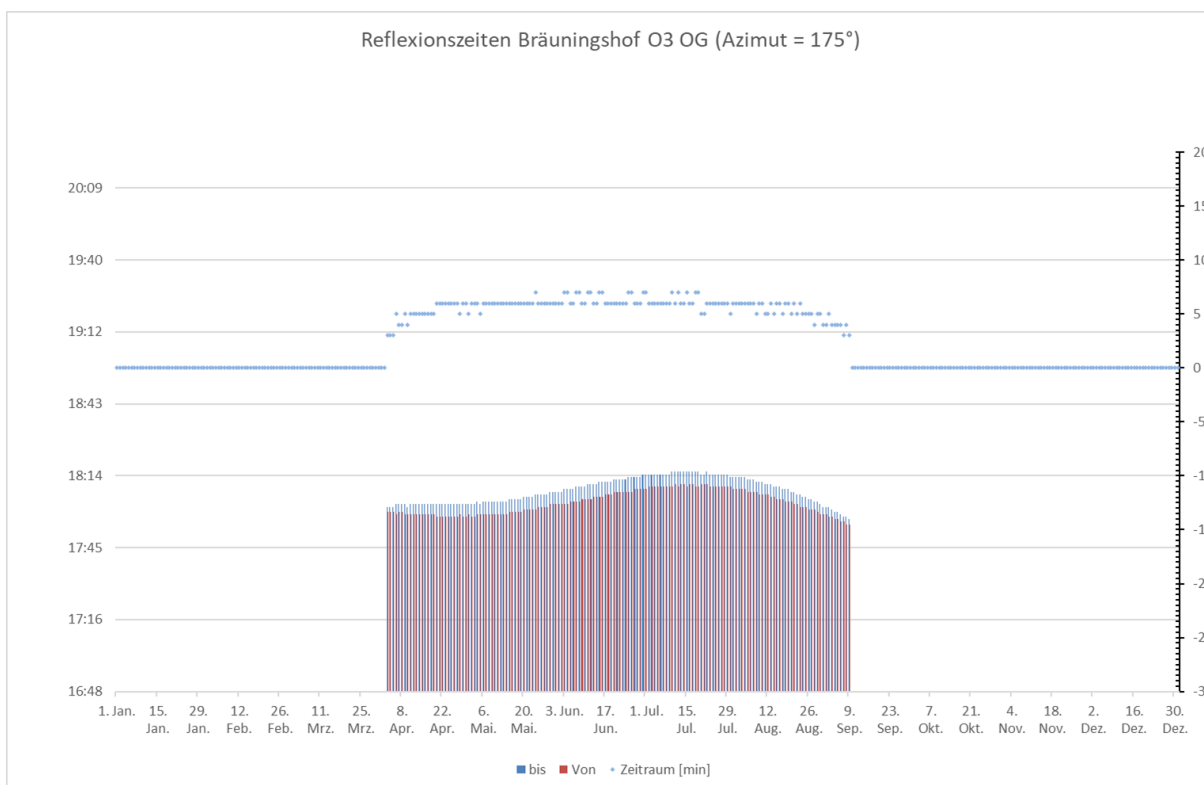
Ortsrand, Punkt P1 OG, Azimut 175°



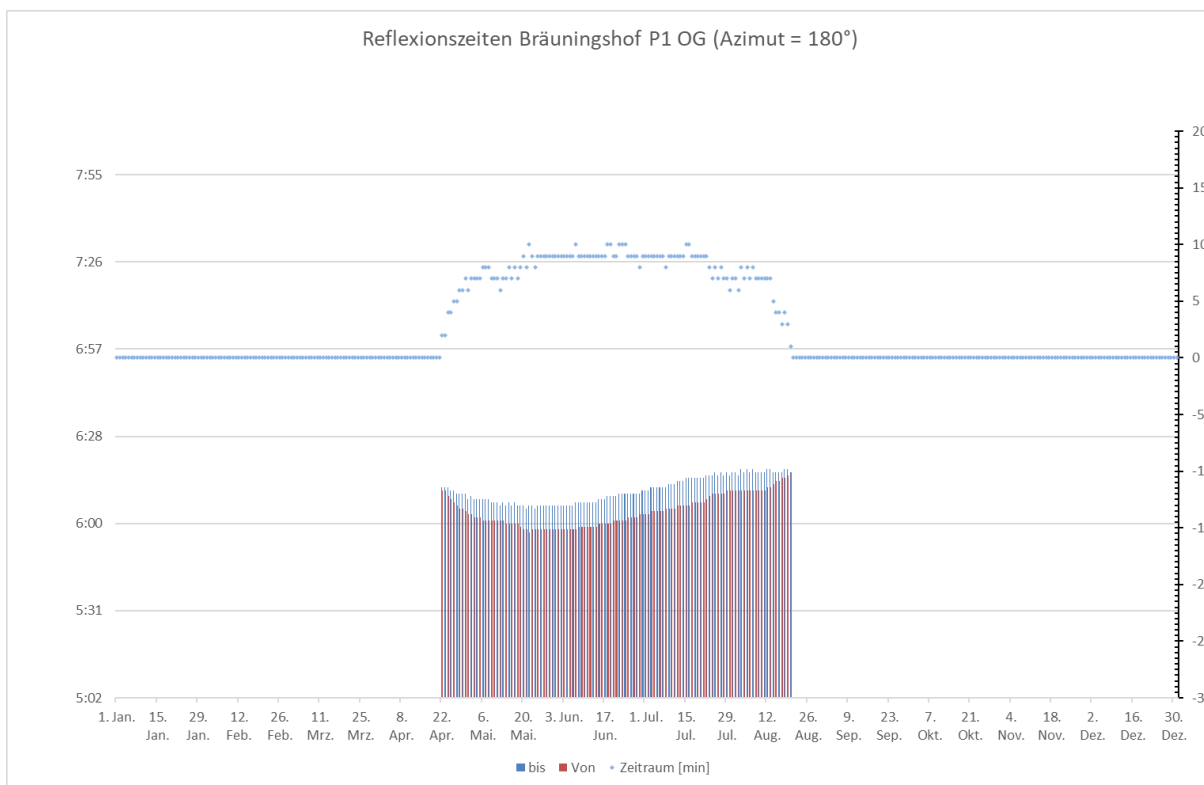
Ortsrand, Punkt O2 OG, Azimut 175°



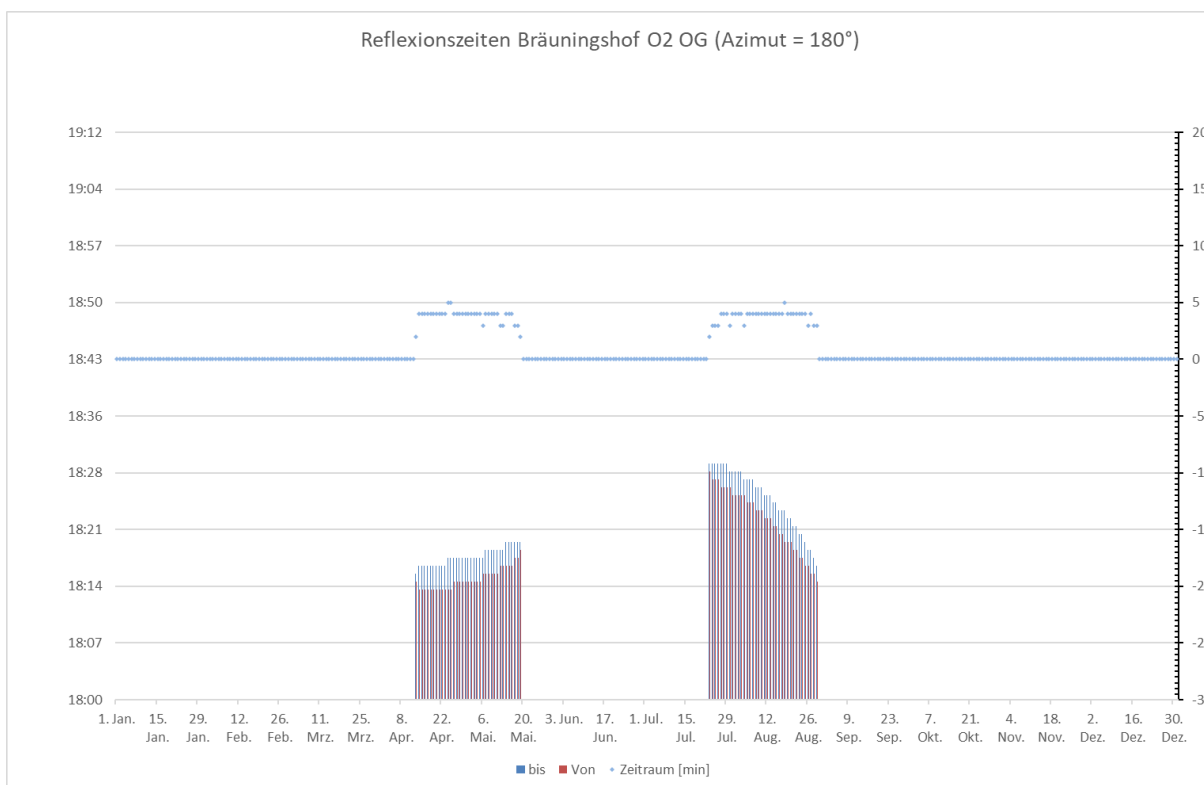
Ortsrand, Punkt O3 OG, Azimut 175°



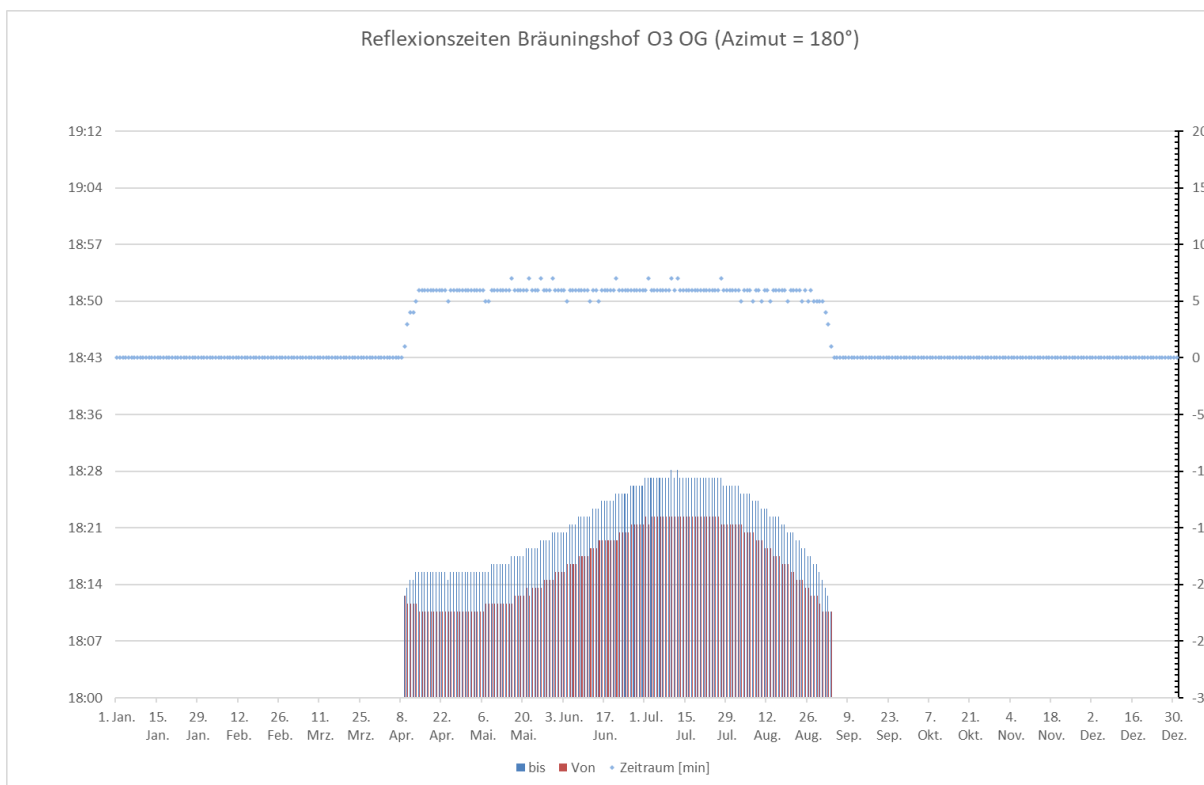
Ortsrand, Punkt P1 OG, Azimut 180°



Ortsrand, Punkt O2 OG, Azimut 180°



Ortsrand, Punkt O3 OG, Azimut 180°



Sichtkegelanalyse mit Emissionspunkten auf den Planflächen

Gemeindeverbindungsstraße Punkt A2



Gemeindeverbindungsstraße Punkt A4

