



**Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.**  
International Solar Energy Society, German Section  
Landesverband Berlin Brandenburg e. V.  
Erich-Steinfurth-Straße 8  
10243 Berlin

Landesverband Berlin Brandenburg e. V.  
Erich-Steinfurth-Str. 8  
10243 Berlin

**Phone** +49 (030) 29 38 12 60

**Email** dgs@dgs-berlin.de

**Web** www.dgs-berlin.de

## **Fachgutachten zur Bewertung der Blendwirkung durch Reflexion an PV-Modulen (Blendgutachten) für die PVA Schloss Weingut Rattey**

Anlage: PVA Schloss Weingut Rattey  
53.57147, 13.62452  
17349, Schönbeck

in Auftrag gegeben von: Inselmühle Usedom GmbH  
Bäderstr. 9  
17406 Usedom

Projektnummer: A-LV23/0218

Gutachter: Dipl.-Ing. Ralf Haselhuhn

Bearbeiter: M. Sc. Markus Stich

Berlin, 21.12.2023

Handelsregister:  
Amtsgericht  
Charlottenburg  
HRB 90823 B

Bankverbindung:  
Bank für Sozialwirtschaft  
BLZ 100 205 00  
Konto 130 96 00

U-ID-Nr.: DE 813844044  
Steuer-Nr.: 37/259/32257  
BIC: BFSWDE33BER  
IBAN: DE 84 1002 0500 00013 09600

## Inhaltsverzeichnis

|   |  |    |
|---|--|----|
| 1 | Einleitung.....  | 3  |
| 2 | Beschreibung der Umgebung .....                            | 3  |
| 3 | Beschreibung der PV – Anlage .....                         | 4  |
| 4 | Grundlagen der Optik.....                                  | 5  |
|   | 4.1 Geometrische Reflexionssituation.....                  | 5  |
|   | 4.2 Reflexionseigenschaften verschiedener Modultypen ..... | 6  |
|   | 4.3 Blendung.....  | 8  |
| 5 | Methodik der Untersuchung .....                            | 9  |
| 6 | Ergebnisse .....   | 10 |
| 7 | Schlussbemerkung.....                                      | 14 |
| 8 | Literaturverzeichnis .....                                 | 15 |
| 9 | Abbildungsverzeichnis.....                                 | 16 |

## 1 Einleitung

Im folgenden Gutachten wird die durch Reflexion direkter Sonneneinstrahlung verursachte Lichtemission der geplanten PV-Anlage Schloss Weingut Rattey und die damit einhergehende potenzielle Beeinträchtigung der Umgebung untersucht und nach den *Hinweisen zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen* (kurz: LAI) der *Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz* bewertet. Es werden Zeitraum und Immissionswinkel potenzieller Blendung ermittelt und bei Bedarf Blendschutzmaßnahmen erarbeitet, um eine solche zu verhindern.

## 2 Beschreibung der Umgebung

Die PVA liegt südöstlich des Ortsteils Rattey in der Gemeinde Schönbeck im Landkreis Mecklenburgische Seenplatte in Mecklenburg-Vorpommern und ist auf bisher landwirtschaftlich genutzten Flächen geplant. Südwestlich der PVA liegt die Kreisstraße K 109, nordwestlich die Verbindungsstraße nach Poggendorf. Eine Übersicht über die Umgebung der PV-Anlage wird in Abbildung 1 gegeben.



Abbildung 1: Modulflächen der geplanten PVA Schloss Weingut Rattey in Blau und Umgebung (Quelle: Google Earth)

### 3 Beschreibung der PV – Anlage

Die PV-Anlage wird in Ost-West Ausrichtung mit 90°/270° und Neigungswinkeln von 11° geplant. Als Tischkonstruktion wird voraussichtlich ein 2-Pfeiler System mit drei vertikal (portrait) ausgerichteten Modulen über die Tischbreite zum Einsatz kommen. Die Modulunterkante liegt auf 0,8 m, die Moduloberkante auf 2,02 m. Der Belegungsplan ist in Abbildung 2 dargestellt, die Unterkonstruktion in Abbildung 3.

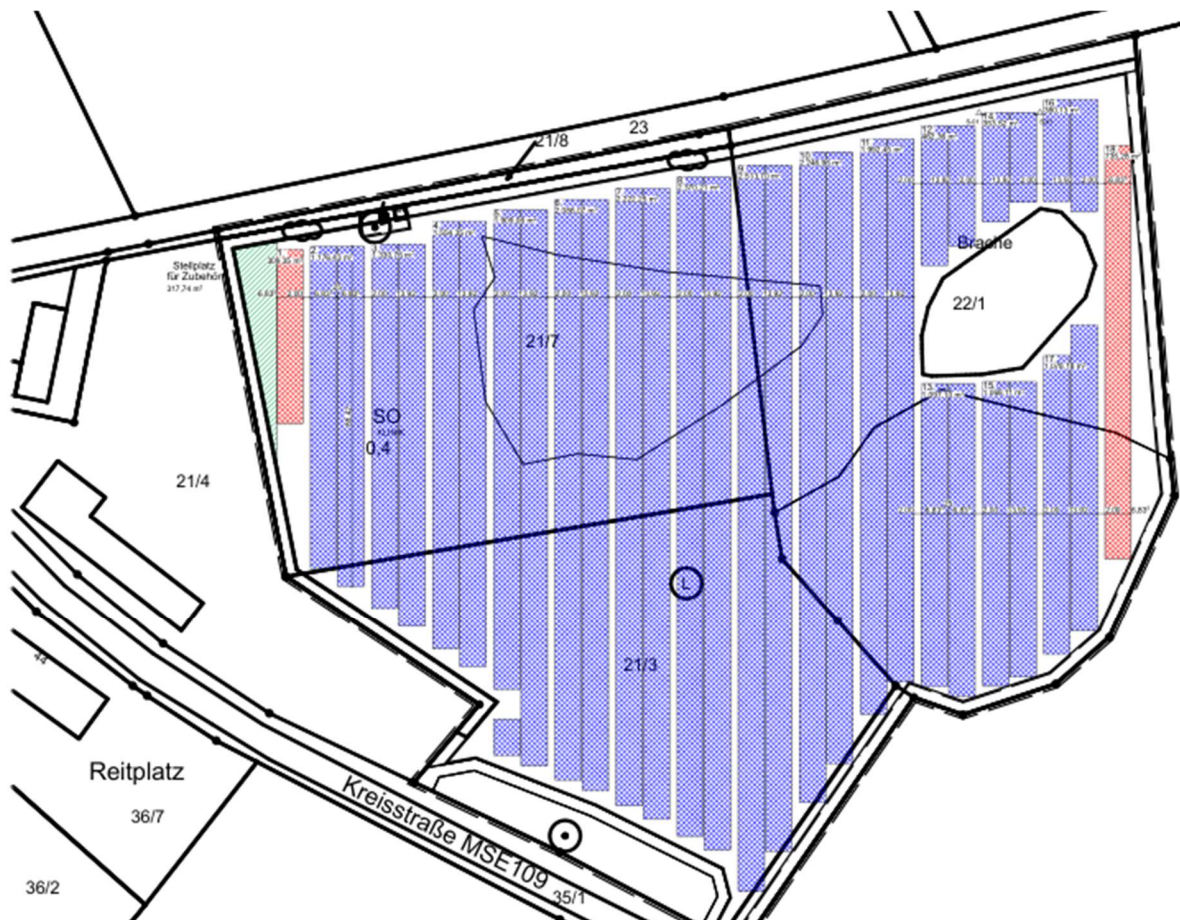


Abbildung 2: Belegungsplan, Modulflächen in Blau (Quelle: Auftraggeber)

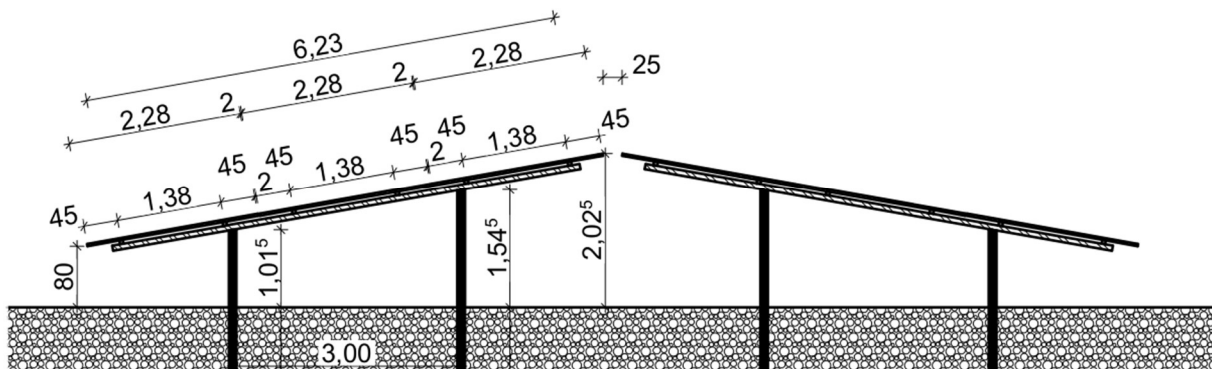


Abbildung 3: Unterkonstruktion (Quelle: Auftraggeber)

## 4 Grundlagen der Optik

In diesem Abschnitt werden die Grundlagen zur Berechnung der Reflexion erläutert.

### 4.1 Geometrische Reflexionssituation

Nach dem Reflexionsgesetz ist der Winkel des einfallenden Lichtstrahls bezogen auf die Flächennormale (Senkrechte, Lot zur Fläche) gleich dem Winkel des reflektierten Strahls zur Normalen ( $\alpha = \beta$ ).

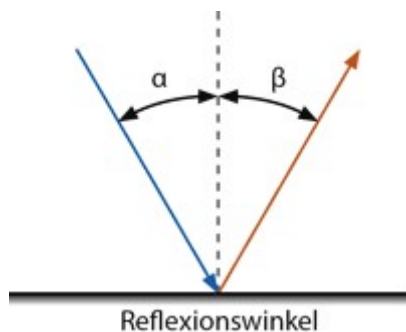


Abbildung 4: Reflexion eines Lichtstrahls

Das Reflexionsgesetz gilt grundsätzlich bei der Reflexion von Lichtstrahlen unabhängig davon, ob es sich bei der reflektierenden Fläche um eine ebene oder raue Oberfläche handelt. Im Fall einer rauen Oberfläche ändert sich jedoch der Einfallswinkel mit dem konkreten Einfallsort, sodass es zu einer Aufweitung des reflektierten Strahls kommt. Generell gilt, je rauer die Oberfläche, desto diffuser die Reflexion. In Abbildung 5 ist in a) die ideal gerichtete Reflexion an einer völlig glatten Oberfläche, eine reale auftretende Streuung an einer unebenen Oberfläche und eine ideal gestreute Reflexion nach dem Lambertschen Gesetz zu sehen.

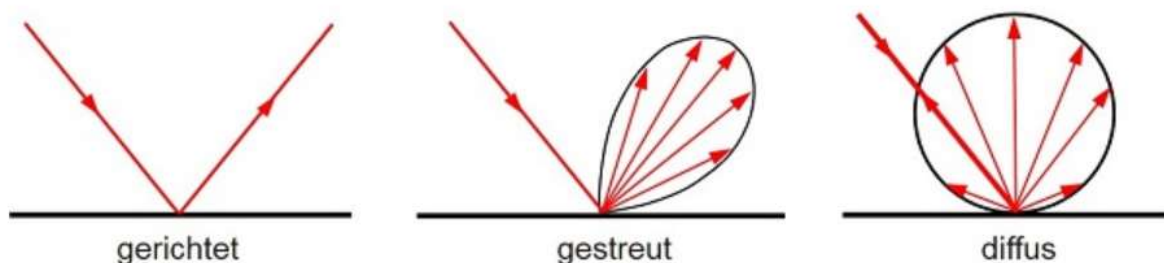


Abbildung 5: (a) gerichtete Reflexion, (b) reale Reflexion, (c) Ideale diffuse Reflexion [1]

Bei realer Reflexion kommt zudem zu sogenannter Bündelaufweitung, einer Streuung um den idealen Reflexionswinkel. Mit steigendem Differenzwinkel zwischen idealem Reflexionswinkel und Streuwinkel nimmt die Intensität der reflektierten Strahlung stark ab, hier wird, wenn von einer Bündelaufweitung gesprochen wird, das Bogenmaß (oder der Winkel) der Standardabweichung um die Intensität der realen Reflexion verwendet, in Abbildung 6.

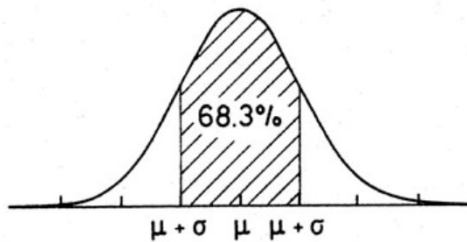


Abbildung 6: Standardabweichung um Maximum einer Normalverteilung

## 4.2 Reflexionseigenschaften verschiedener Modultypen

Entscheidend für die Reflexionseigenschaften eines PV-Moduls ist die Oberflächenstruktur des Glases. In Abbildung 7 sind Messungen der Oberflächenstruktur und Bilder der auftretenden Reflexion für drei unterschiedlich stark texturierten Frontgläser zu sehen.

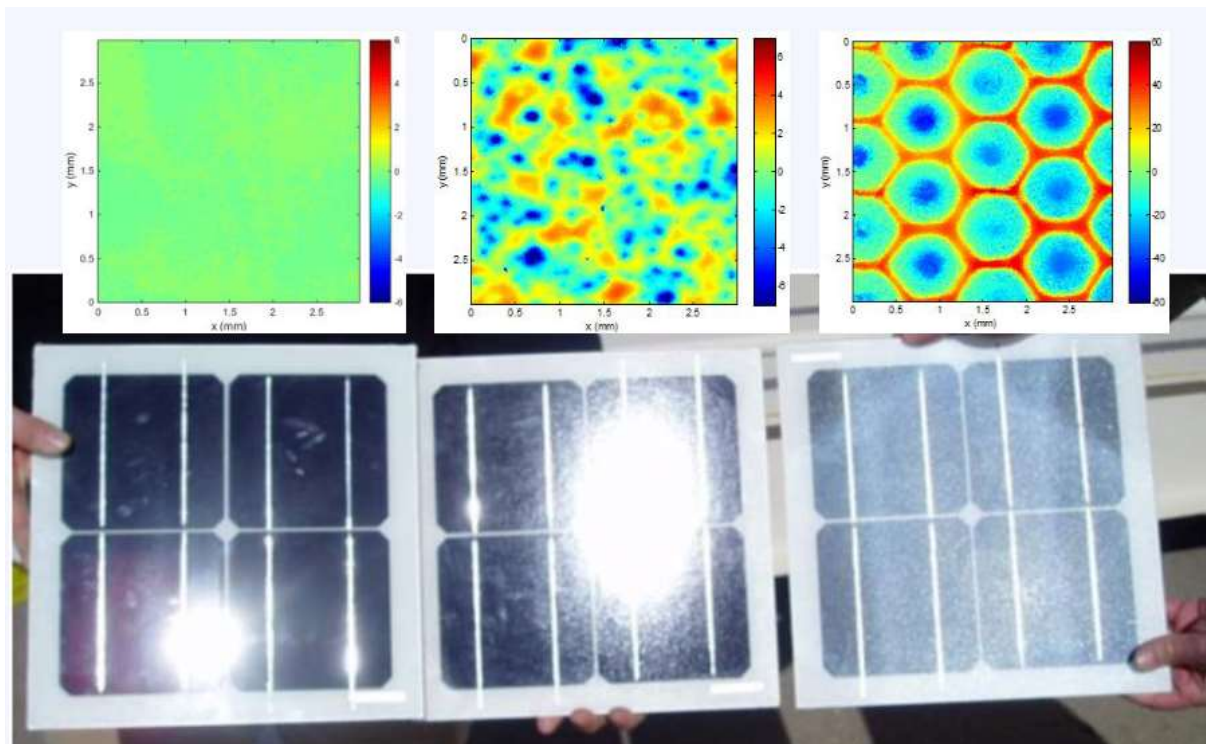


Abbildung 7: Messung der Oberflächenstruktur und Aufnahmen der Reflexion an Solarmodulen mit verschiedener Frontglas-Strukturierung, links: glattes Floatglas, mitte: leicht strukturiert mit Anti-Reflexionsschicht, rechts: tief strukturiert [2]

In der Messdatenanalyse wurde für Floatglas ein Strahlweitung von 20mrad ( $1,16^\circ$ ), für leicht- bis mittelstark texturiertes Glas eine Aufweitung von 92-184 mrad ( $5,34-10,6^\circ$ ) und für tiefstrukturiertes Glas 1000 mrad ( $58^\circ$ ) gemessen [2]. Während leicht bis mittelstark strukturiertes Glas bereits als Standardprodukt vertrieben wird, handelt es sich bei tief-strukturiertem Glas noch nicht um Massenware, da die Herstellung mit erheblichen Mehrkosten einhergeht. Alternativ ist jedoch auch das Aufbringen geeigneter Folien oder das Verwenden von satiniertem Glas eine Möglichkeit beinahe vollständig blendfreie Module herstellen, siehe Abbildung 8.

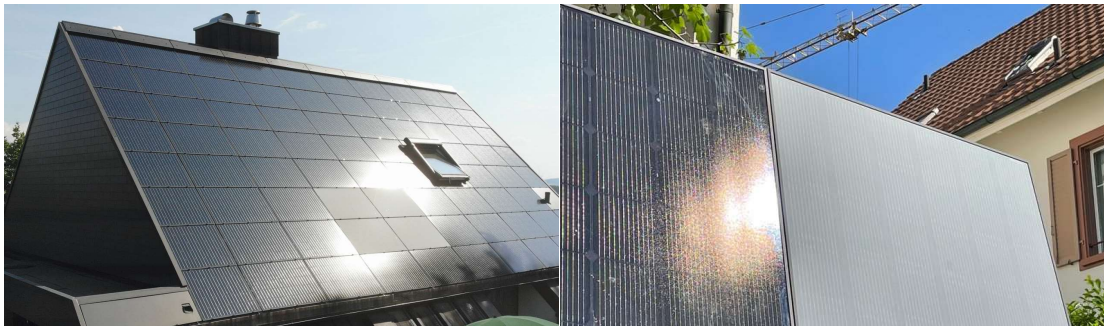


Abbildung 8: links: Module mit satinierter Folie [3], rechts: nachträglich sandgestrahltes Modul [4]

Solarmodule sind so konzipiert, dass sie einen möglichst hohen Anteil des Sonnenlichtes zu nutzen, das Frontglas also eine möglichst hohe Transmissionsgrad und möglichst niedrigen Reflexionsgrad aufweist. Die Transmission von Solargläser liegt typischerweise bei rund 96% bei senkrechter Einstrahlung, sodass die Reflexionsverluste etwa 4% betragen. Mit Verwendung von Anti-Reflexions-Beschichtungen sind auch Reflexionsgrade von nur 2% möglich. Mit höheren Einfallswinkeln steigt der Reflexionsgrad jedoch bei beinahe allen Modularten stark an, zu sehen in Abbildung 9, Ausnahme sind hier nur tief texturierte Module.

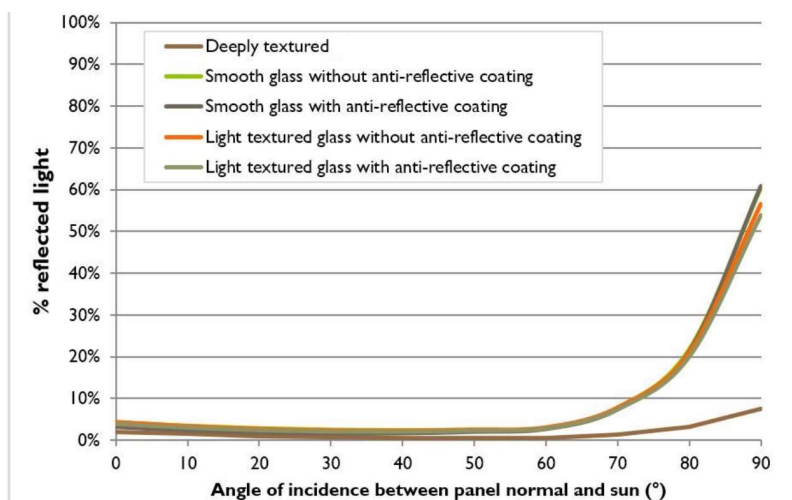


Abbildung 9 Reflexionsgrad über Einfallswinkel für verschiedene Modultypen [2]

### 4.3 Blendung

Blendung wird hier definiert als eine Störung der Wahrnehmung durch eine Lichtquelle. Hierfür ist zum einen die gewichtete Helligkeit des Sichtfeldes relevant, welche zu einer entsprechenden Adaption des Auges führt. Zum anderen die Helligkeit des Objekts, auf welches das Auge fokussiert ist und welches wahrgenommen werden soll.

Es wird zwischen Blendung unterschieden, welche eine Beeinträchtigung der Sicht zur Folge hat und einer Blendung welche „nur“ als unangenehm empfunden wird. Während eine Beeinträchtigung der Sicht in Verkehrssituationen gänzlich vermieden werden sollte, ist für ortsfeste Beobachter eine kurzzeitige Beeinträchtigung durch Blendung ein geringeres Problem als eine lang andauernde „nur“ unangenehm empfundene Blendung. Wann eine Reflexion als unangenehm empfunden, wird hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. In der Literatur werden verschiedene Berechnungsmethoden vorgeschlagen, es hat sich jedoch bisher kein Standard etablieren können [5].

Eine Beeinträchtigung der Sicht liegt vor, wenn die Helligkeit der Blendquelle (gewichtet mit deren Entfernung zum zentralen Sichtfeld), eine Anhebung der adaptiven Helligkeit zur Folge hat, welche dazu führt, dass das Ziel nicht mehr richtig wahrgenommen werden kann. Dies wird in Abbildung 10 verdeutlicht: Erhöht sich die Adaptive Helligkeit, erhöht sich auch die minimale Helligkeit, die ein Objekt haben muss, um gut erkennbar zu sein. Das Anpassungsvermögen an die Umgebungshelligkeit endet bei einer Helligkeit zwischen  $10^4$ -  $10^5$   $\text{cd/m}^2$ , was dann als Absolutblendung bezeichnet wird. Ob es durch eine Blendquelle zu einer Absolutblendung kommt, hängt somit immer auch von der Blickrichtung zu dieser ab und ist in der Regel nur bei einer Blickrichtung direkt in die Blendquelle oder in deren direkte Nähe möglich.

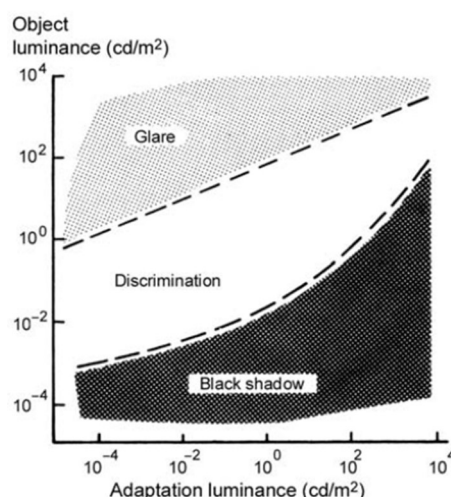


Abbildung 10: Wahrnehmungsbereiche von Objekthelligkeiten in Abhängigkeit der Helligkeitsadaption des Auges [5]



## 5 Methodik der Untersuchung

Gemäß den LAI-Hinweisen werden folgende Orte als schutzwürdige Räume definiert und sind demnach auf potenzielle Blendung zu untersuchen:

- Wohnräume
- Schlafräume einschließlich Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten und Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien
- Unterrichtsräume in Schulen, Hochschulen und ähnlichen Einrichtungen
- Büroräume, Praxisräume, Arbeitsräume, Schulungsräume und ähnliche Arbeitsräume [6]

Ist einer dieser Räume von Blendung betroffen, wird überprüft, ob es zu einer erheblichen Belästigung im Sinne der LAI-Hinweise kommt. Derzeit gibt es dafür in Deutschland keine gesetzlichen Regelungen, bzw. Grenzwerte. Allerdings leiten die LAI - Hinweise Bewertungsgrößen aus einem Hinweispapier für Windenergieanlagen [7] ab. Die LAI-Hinweise definieren diese Bewertungsgrößen wie folgt:

*„[Gegenwärtig wird davon ausgegangen, dass...] eine erhebliche Belästigung im Sinne des BImSchG durch die maximal mögliche astronomische Blenddauer unter Berücksichtigung aller umliegenden Photovoltaikanlagen vorliegt, wenn diese **mindestens 30 Minuten am Tag oder 30 Stunden pro Kalenderjahr** beträgt.“ [6]*

Liegt die Blenddauer unterhalb dieser Grenzwerte wird die Blendung als allgemein hinnehmbar bewertet. Auch der Österreichische Verband für Elektrotechnik veröffentlichte im November 2016 eine Richtlinie mit identischen Richtwerten für die Ermittlung von durch Blendung verursachte Belästigung [8]. Zusätzlich zu den schutzwürdigen Räumen muss überprüft werden, ob die auftretende Blendung die Sicherheit in folgenden Bereichen gefährdet:

- Straßenverkehr
- Schienenverkehr
- Schifffahrtsverkehr
- Flugverkehr

Tritt in einem dieser Bereiche Blendung auf, kann selbst eine kurzzeitige Blendung schwerwiegend Folgen haben. Es sollte deshalb beim Auftreten von potenzieller Blendung im Verkehrsbereich mit der Behörde und den Beteiligten eine Risikoanalyse zur Gefährdungsbeurteilung vorgenommen werden, um ggf. Blendschutzmaßnahmen vorzunehmen. Zur Bewertung des Straßenverkehrs wird nur Reflexion im Bereich des Blickwinkels von  $\pm 30^\circ$  als relevant erachtet, ausgehend von der jeweiligen Fahrtrichtung. Zur Bewertung des Bahnverkehrs wird die Reflexion im Bereich des Blickwinkels von  $\pm 20^\circ$  berücksichtigt [8].

## 6 Ergebnisse

Auf Basis der Geokoordinaten und der Modulausrichtung wird das Reflexionsdiagramm für die Modulflächen erstellt, für die Ostausrichtung zu sehen in Abbildung 11 und für die Westausrichtung in Abbildung 12. In diesen ist die Richtung der möglichen Reflexionen der Sonne an den Modulflächen dargestellt. Dargestellt sind die sich ergebenden Reflexionsrichtungen in 6 Minuten Abständen über den Tag und in zwei Wochen Abständen über das Jahr. Reflexionen mit einem Höhenwinkel größer  $0^\circ$  gehen in Richtung Himmel, Reflexionen mit einem Azimut von  $90^\circ$  gehen in Richtung Osten.

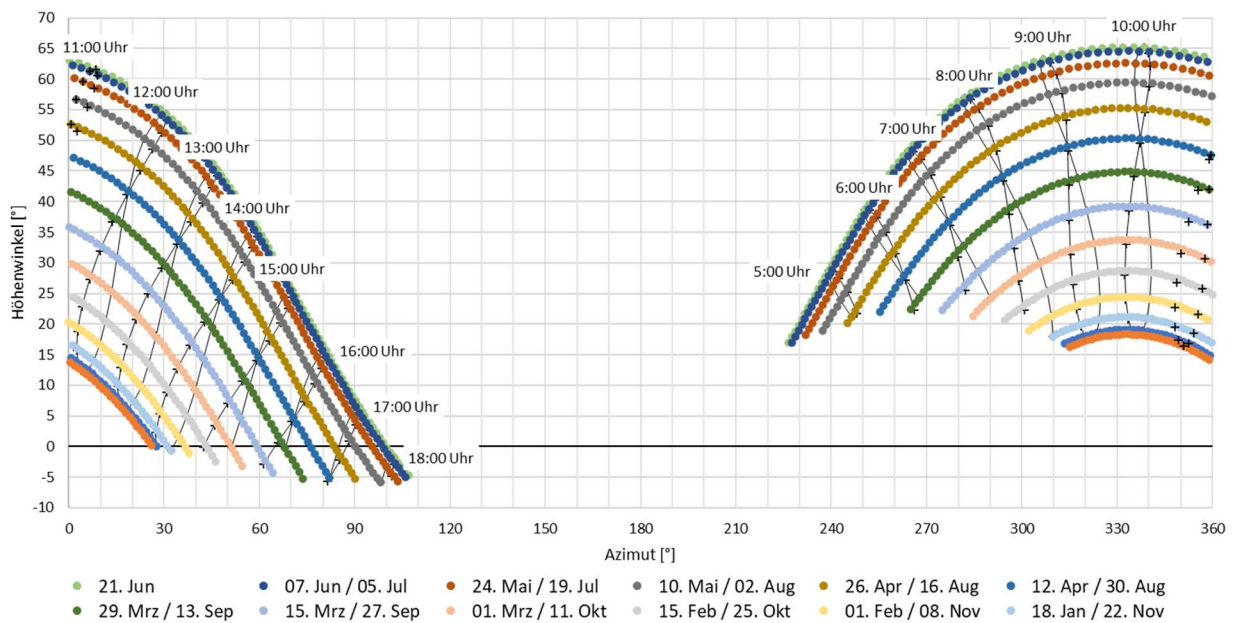


Abbildung 11: Reflexionsdiagramm der Modulfläche,  $90^\circ$  Ost-Ausrichtung,  $11^\circ$  Neigung (UTC +1)

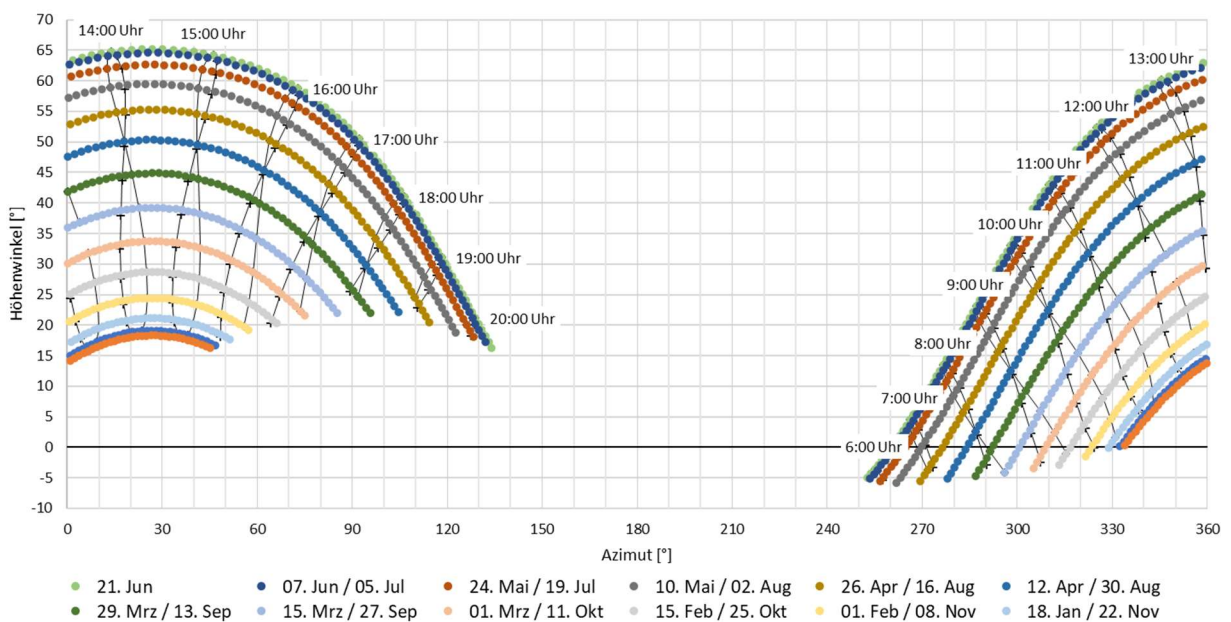


Abbildung 12: Reflexionsdiagramm der Modulfläche,  $270^\circ$  West-Ausrichtung,  $11^\circ$  Neigung (UTC +1)

Gemäß Diagramm treten für die nach Osten ausgerichteten Modulflächen horizontnahe Reflexionen in Richtung Nordosten zwischen  $20^{\circ}$ - $100^{\circ}$  zu wechselnden Uhrzeiten zwischen 13:00 Uhr im Winter und 18:30 Uhr im Sommer auf. Die Reflexionen treffen teilweise auf die im Norden des Solarparks verlaufende Verbindungsstraße nach Poggendorf.

Für die nach Westen ausgerichteten Modulflächen treten horizontnahe Reflexionen in Richtung Nordwesten zwischen  $260^{\circ}$ - $340^{\circ}$  zu wechselnden Uhrzeiten zwischen 7:30 Uhr im Sommer und 12:00 Uhr im Winter auf. Die Reflexionen treffen wiederum teilweise auf die im Norden des Solarparks verlaufende Verbindungsstraße nach Poggendorf, sowie zusätzlich auf die Kreisstraße K 109.

#### Verbindungsstraße nach Poggendorf

Für den Straßenverkehr sind Immissionen in Fahrtrichtung im Blickwinkel von  $\pm 30^{\circ}$  relevant, also in Fahrtrichtung Südwest von  $228^{\circ}$  -  $288^{\circ}$  und in Fahrtrichtung Nordost von  $48^{\circ}$  -  $108^{\circ}$ . Die Reflexionen treten mit Immissionswinkeln zwischen  $200^{\circ}$  -  $255^{\circ}$  und zwischen  $81^{\circ}$  -  $160^{\circ}$  auf und liegen damit in beiden Fahrtrichtungen teilweise im relevanten Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer.

In beiden Fahrtrichtungen kann es zu Reflexionen in Nähe des zentralen Sichtfelds der Verkehrsteilnehmer kommen. In diesen Fällen ist von einem erhöhten Blendpotenzial und einer möglichen Wahrnehmungsbeeinträchtigung auszugehen. In Fahrtrichtung Nordost treten diese Reflexionen mit einem Emissionswinkel zwischen  $262^{\circ}$  -  $270^{\circ}$  auf und damit nur gegen 8:00 Uhr für wenige Minuten Anfang Mai und August. In Fahrtrichtung Südwest treten diese Reflexionen mit einem Emissionswinkel zwischen  $67^{\circ}$  -  $71^{\circ}$  auf und damit nur gegen 17:00 Uhr für wenige Minuten Anfang April und September.

Da es sich um eine gerade, gut einsehbare und wenig frequentierte Strecke handelt, wird das Gefährdungspotenzial hierdurch als sehr gering eingestuft. Insbesondere ist der Streckenverlauf vor Eintreten einer potenziellen Blendung vollständig einsehbar und es liegen keine Einmündungen entlang der Strecke. Es werden daher keine Blendschutzmaßnahmen für notwendig erachtet.

#### K 109

Für den Straßenverkehr der K109 sind in Fahrtrichtung Nordwest Immissionswinkel zwischen  $266^{\circ}$  -  $326^{\circ}$  und in Fahrtrichtung Südost zwischen  $116^{\circ}$  -  $176^{\circ}$  im nordwestlichen Streckenabschnitt und zwischen  $86^{\circ}$  -  $146^{\circ}$  im südöstlichen Streckenabschnitt relevant. In Fahrtrichtung Nordwest kommt es somit zu keinen Reflexionen im relevanten Sichtfeld der Verkehrsteilnehmer, eine Blendung wird hier ausgeschlossen.

In Fahrtrichtung Südost liegen die Reflexionen teilweise im relevanten Sichtfeld der Verkehrsteilnehmer. Im nordwestlichen Streckenabschnitt können Reflexionen nur mit einem Differenzwinkel von mehr als  $20^{\circ}$  zur Hauptsichttrichtung gemäß Straßenverlauf auftreten. Diese liegen somit nicht im zentralen Sichtfeld und es ist keine Blendung der Verkehrsteilnehmer zu erwarten.

Im südöstlichen Streckenabschnitt können Reflexionen in einem Streckabschnitt mit einem Differenzwinkel von bis zu  $10^\circ$  zur Hauptsichtrichtung auftreten. Diese Reflexionen treten mit einem Emissionswinkel zwischen  $283^\circ$  -  $288^\circ$  auf und damit nur gegen 9:00 Uhr für wenige Minuten Ende Mai und August.

Da es sich um sehr kurzen Streckenabschnitt handelt und diese Reflexionen nur wenige Minuten im Jahr auftreten, wird das Gefährdungspotenzial hierdurch als sehr gering eingestuft. Es werden daher keine Blendschutzmaßnahmen für notwendig erachtet.

In Abbildung 13 sind die Reflexionssituation und die von potenzieller Blendung betroffenen Streckenabschnitte dargestellt.



Abbildung 13: Von potenzieller Blendung betroffene Streckenabschnitte in Orange, Immissionswinkel in Rot

Muss eine Blendung der Verkehrsteilnehmer aus Sicht der verantwortlichen Behörde vollständig ausgeschlossen werden, wird empfohlen an der Grundstücksgrenze Sichtunterbrechungen mit einer Höhe gemäß der Moduloberkante von 2 m zu errichten. Diese Sichtunterbrechungen lassen sich umsetzen durch das Anbringen einer blickdichten Folie oder eines feinmaschigen Netzes entlang der geplanten Umzäunung, in Form eines Lamellenzaunes oder auch als Gehölzstreifen. Bei der Verwendung von Vegetation sollte darauf geachtet werden, dass diese in den angegebenen Monaten laubtragend ist und damit auch eine ausreichende Sichtunterbrechung darstellt.



Abbildung 14: Auftretende relevante Reflexionen in Rot, mögliche Sichtunterbrechungen in Gelb

## 7 Schlussbemerkung

Es wurde die potenzielle Blendung durch Reflexion der Sonne an PV-Modulen der geplanten PVA Schloss Weingut Rattey für den Straßenverkehr der anliegenden Straßen untersucht. Das Gutachten kommt zu dem Schluss, dass es auf einzelnen Streckenabschnitten zu potenzieller Blendung kommen kann. Das Gutachten kommt jedoch zu der Einschätzung, dass hierdurch nur ein sehr geringes Gefährdungspotenzial für den Verkehr besteht. Es werden keine Blendschutzmaßnahmen für notwendig erachtet.

Für den Fall, dass die zuständige Behörde zu einer abweichenden Einschätzung hinsichtlich des Gefährdungspotenzials kommt, werden im Gutachten Blendschutzmaßnahmen dargestellt, mit welchen sich eine Blendung des Verkehrs ausschließen lässt.

## 8 Literaturverzeichnis

- [1] J. Trempler, *Optische Eigenschaften*, München: Carl Hanser Verlag, 2015.
- [2] J. Y. Yellowhair und C. K. Ho, „Assessment of Photovoltaic Surface Texturing on Transmittance Effects and GlintGlare Impacts,“ in *Proceedings of the ASME 2015 9th International Conference on Energy Sustainability*, Albuquerque, New Mexico, 2015.
- [3] C. Bucher, „bulletin.ch,“ 24 September 2021. [Online]. Available: <https://www.bulletin.ch/de/news-detail/reflexionen-an-photovoltaikanlagen.html>.
- [4] P. Warthmann, „gebaeudetechnik.ch,“ 15 Oktober 2021. [Online]. Available: <https://www.gebaeudetechnik.ch/gebaeudehuelle/photovoltaikanlage/sandstrahl-atelier-loest-blendproblem/>.
- [5] P. R. Boyce, *Human Factors in Lightning*, Boca Raton: CRC Press, 2014.
- [6] K. u. E. B.-W. a. V. d. B.-A. f. I. (. Ministerium für Umwelt, „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI),“ 2012.
- [7] L. f. Immissionsschutz, „Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immission von Windnergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise), verabschiedet auf der 103. Sitzung,“ 2002.
- [8] OVE, Österreichischer Verband für Elektrotechnik, *Blendung durch Photovoltaikanlagen*, Wien, 2016.

## 9 Abbildungsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Abbildung 1: Modulflächen der geplanten PVA Schloss Weingut Rattey in Blau und Umgebung<br>(Quelle: Google Earth) .....   | 3  |
| Abbildung 2: Belegungsplan, Modulflächen in Blau (Quelle: Auftraggeber) .....   | 4  |
| Abbildung 3: Unterkonstruktion (Quelle: Auftraggeber) .....   | 4  |
| Abbildung 4: Reflexion eines Lichtstrahls.....  | 5  |
| Abbildung 5: (a) gerichtete Reflexion, (b) reale Reflexion, (c) Ideale diffuse Reflexion [1].....   | 5  |
| Abbildung 6: Standardabweichung um Maximum einer Normalverteilung .....   | 6  |
| Abbildung 7: Messung der Oberflächenstruktur und Aufnahmen der Reflexion an Solarmodulen<br>mit verschiedener Frontglas-Strukturierung, links: glattes Floatglas, mitte: leicht strukturiert<br>mit Anti-Reflexionsschicht, rechts: tief strukturiert [2] ..... | 6  |
| Abbildung 8: links: Module mit satinierter Folie [3], rechts: nachträglich sandgestrahltes Modul [4]<br>.....   | 7  |
| Abbildung 9 Reflexionsgrad über Einfallswinkel für verschiedene Modultypen [2] .....  | 7  |
| Abbildung 10: Wahrnehmungsbereiche von Objekthelligkeiten in Abhängigkeit der<br>Helligkeitsadaption des Auges [5] .....  | 8  |
| Abbildung 11: Reflexionsdiagramm der Modulfläche, 90° Ost-Ausrichtung, 11° Neigung (UTC +1)<br>.....  | 10 |
| Abbildung 12: Reflexionsdiagramm der Modulfläche, 270° West-Ausrichtung, 11° Neigung (UTC<br>+1) .....  | 10 |
| Abbildung 13: Von potenzieller Blendung betroffene Streckenabschnitte in Orange,<br>Immissionswinkel in Rot .....   | 12 |
| Abbildung 14: Auftretende relevante Reflexionen in Rot, mögliche Sichtunterbrechungen in Gelb.....  | 13 |