

**IFB Eigenschenk GmbH**

Mettener Straße 33  
94469 Deggendorf  
Telefon +49 991 37015-0

**Geschäftsführung**

Dr.-Ing. Bernd Köck  
Dipl.-Geol. Dr. Roland Kunz

Amtsgericht Deggendorf  
HRB 1139  
USt-ID-Nr.: DE 131454012

[mail@eigenschenk.de](mailto:mail@eigenschenk.de)  
[www.eigenschenk.de](http://www.eigenschenk.de)

## BLENDGUTACHTEN

Auftrag Nr. 3240429  
Projekt Nr. 2024-1103

KUNDE: GSW Gold SolarWind Service GmbH  
Otto-Hiendl-Straße 15  
94356 Kirchroth

BAUMAßNAHME: PV-Anlage Perkam

GEGENSTAND: Reflexions-/Lichtgutachten

ORT, DATUM: Deggendorf, den 06.05.2024

---

Dieser Bericht umfasst 16 Seiten, 1 Tabelle, 2 Abbildungen und 3 Anlagen.  
Die Veröffentlichung, auch auszugsweise, ist ohne unsere Zustimmung nicht zulässig.

## **Inhaltsverzeichnis:**

<b>1 ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>4</b>
<b>2 VORGANG .....</b>	<b>4</b>
2.1 Auftrag .....	4
2.2 Projektbearbeiter .....	5
<b>3 BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN .....</b>	<b>5</b>
3.1 Allgemeine Beurteilungskriterien .....	5
3.2 Blendungen und Leuchtdichte .....	8
3.3 Blendung durch Sonnenlicht und deren Reflexionen an PV-Anlagen .....	9
<b>4 BERECHNUNGSPARAMETER .....</b>	<b>10</b>
4.1 Allgemeine Berechnungsparameter .....	10
4.2 Standortsspezifische Berechnungsparameter .....	11
4.2.1 Emissionsbereich .....	11
4.2.2 Immissionsbereich .....	12
<b>5 BERECHNUNGSERGEBNISSE .....</b>	<b>12</b>
5.1 Allgemein .....	12
5.2 Ergebnisse Bahnstrecke .....	13
<b>6 BEURTEILUNG DER BERECHNUNGSERGEBNISSE .....</b>	<b>14</b>
<b>7 SCHLUSSBEMERKUNGEN .....</b>	<b>15</b>
<b>8 LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>16</b>

**Tabelle:**

Tabelle 1:	Allgemeine Beurteilungskriterien	7
------------	----------------------------------	---

**Abbildungen:**

Abbildung 1:	Lageplan und Immissionsort	11
Abbildung 2:	Ergebnisse Bahnstrecke	13

**Anlagen:**

Anlage 1:	Darstellung der Emissions- und Immissionsortes
Anlage 2:	Daten vom Auftraggeber
Anlage 3:	Ergebnisdarstellung der Blendsimulation

## **1 ZUSAMMENFASSUNG**

Mit den im vorliegenden Gutachten durchgeführten Berechnungen für die geplante Freiflächenanlage Perkam wurden mittels der Software IMMI 30, die durch die Anlage potenziell verursachten Lichtreflexionen auf die von der PV-Anlage östlich gelegene Bahnstrecke ermittelt und eingestuft.

Die gutachterliche Bewertung bzw. Abwägung erfolgte ohne rechtliche Wertung.

Rechnerisch treten für die Bahnstrecke keine Reflexionen, verursacht durch die geplante PV-Anlage, auf.

Nach gutachterlicher Abwägung ist die geplante PV-Anlage unter den genannten Aspekten und bei Würdigung der speziellen Standortbedingungen als **genehmigungsfähig** einzustufen (vgl. Kapitel 7).

## **2 VORGANG**

### **2.1 Auftrag**

Die GSW Gold SolarWind Service GmbH beauftragte die IFB Eigenschenk GmbH, Deggendorf, mit der Erstellung eines Reflexionsgutachtens für die geplante Freiflächen-Photovoltaikanlage Perkam. Grundlage der Auftragserteilung ist das Angebot Nr. 2241296 vom 03.04.2024.

Aufgrund von nicht auszuschließenden störenden Lichtreflexionen soll die Blendwirkung der geplanten Photovoltaikanlage auf die Bahnstrecke untersucht werden.

## **2.2 Projektbearbeiter**

Bei Rückfragen zu vorliegendem Gutachten stehen Ihnen folgende Ansprechpartner zur Verfügung:

**Katharina Feid M. Sc.**  
Projektleiterin  
katharina.feid@eigenschenk.de

**Katharina Sigl B. Sc.**  
Sachbearbeiterin  
katharina.sigl@eigenschenk.de

## **3 BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN**

### **3.1 Allgemeine Beurteilungskriterien**

In der Fachliteratur sind hinsichtlich der Beurteilung von Blendeinwirkungen noch keine belastungsfähigen Beurteilungskriterien validiert und festgelegt. Als Grundlage werden von verschiedenen Verwaltungsbehörden Kriterien, wie Entfernung zwischen Photovoltaikanlage und Immissionspunkt sowie die Dauer der Reflexionen und Einwirkungen genannt. Für die Beurteilung der Blendungen auf Gebäude und anschließenden Außenflächen wird in Fachkreisen die von der Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) veröffentlichte Richtlinie „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen“ [1] vom 08.10.2012 herangezogen.

Die Auswirkung einer Blendung auf die Nachbarschaft kann demnach, wie der periodische Schattenwurf von Windenergieanlagen betrachtet werden. Schwellenwerte für eine entsprechende Einwirkdauer der Blendungen auf Gebäude und anschließende Außenflächen werden entsprechend der WEA-Schattenwurf-Hinweise [3] festgelegt. Als maßgebliche Immissionsorte, die als schutzbedürftig gesehen werden, gelten nach [1]:

- Wohnräume, Schlafräume
- Unterrichtsräume, Büroräume, etc.
- anschließende Außenflächen, wie z. B. Terrassen und Balkone
- unbebaute Flächen in einer Bezugshöhe von zwei Metern über Grund (betroffene Fläche, an denen Gebäude mit schutzwürdigen Räumen zugelassen sind)

Kritische Immissionsorte liegen meist südwestlich und südöstlich einer PV-Anlage und in einem Umkreis von maximal 100 m zur PV-Anlage. Dahingegen brauchen Immissionsorte die vorwiegend südlich einer PV-Anlage gelegen sind i. d. R. nicht berücksichtigt werden (Ausnahme: Photovoltaik-Fassaden). Nördlich einer PV-Anlage gelegene Immissionsorte sind für gewöhnlich ebenfalls als unproblematisch zu werten.

In Anlehnung an die WEA-Schattenwurf-Hinweise liegt eine erhebliche Belästigung durch Blendung im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) an den vorstehend genannten schutzwürdigen Nutzungen erst dann vor, wenn eine tägliche Blenddauer von 30 Minuten sowie eine jährliche Blenddauer von 30 Stunden überschritten werden. Hinsichtlich der Straßen-, Bahn- und Flugverkehrsflächen bestehen keine Normen, Vorschriften oder Richtlinien. Aus Verkehrssicherheitsgründen sollte in der Regel jegliche Beeinträchtigung durch Blendung vermieden werden.

Als Grundlage zur Beurteilung wurde ferner der „Leitfaden zur Berücksichtigung von Umweltbelangen bei der Planung von PV-Freiflächenanlagen“ [2] herangezogen. Aus dem Leitfaden geht hervor, dass bei einer nach Süden ausgerichteten Photovoltaikanlage, bei tiefstehender Sonne (d. h. abends und morgens) bedingt durch den geringen Einfallswinkel größere Anteile des Sonnenlichtes reflektiert werden. Reflexblendungen können somit im westlichen und östlichen Bereich der PV-Freiflächenanlage auftreten, die allerdings durch die in selber Richtung tiefstehenden Sonne überlagert werden.

Gemäß [1] werden nur solche Blendungen als zusätzliche Blendungen gewertet, bei denen der Reflexionsstrahl und die natürliche Sonneneinstrahlung um mehr als  $10^\circ$  voneinander abweichen. Es werden also nur solche Konstellationen berücksichtigt, in denen sich die Blickrichtung zur Sonne und auf das Modul um mehr als  $10^\circ$  unterscheidet.

Eine geringere Abweichung als  $10^\circ$  bedeutet, dass die direkte Sonneneinstrahlung der tiefstehenden Sonne aus der gleichen Richtung wie der Reflexionsstrahl auftrifft. Diese natürliche Sonneneinstrahlung ist signifikant größer als die Reflexionswirkung der PV-Anlage. Kritisch sind daher Blendungen, die direkt aufs Sichtfeld von Personen auftreffen. Das bedeutet, dass die Blendungen mit einem kritischen Blendwinkel direkt auf das menschliche Gebrauchsblickfeld für Sehaufgaben auftreffen. Der Fahrer hat dann keine Möglichkeit mehr, diese kritischen Blendungen durch ein leichtes Wegschauen auszublenden.

Neben den vorstehend beschriebenen dominierenden Blendungen durch die direkte Sonneneinstrahlung können bei Verkehrsflächen (Straßen, Bahnstrecken) auch jene anlagenbedingten Reflexionen unberücksichtigt bleiben, bei denen der Reflexionsstrahl um mehr als 30° von der Hauptblickrichtung des Fahrzeugführers abweicht.

Der Reflexionsstrahl wird bei einer Abweichung von mehr als 30° von der Hauptblickrichtung nur peripher am Rande des Sichtfeldes wahrgenommen und bedingt i. d. R. keine störende oder gar gefährdende Blendung des Fahrzeugführers [3].

**Tabelle 1: Allgemeine Beurteilungskriterien**

Immissionsorte	Grundlage	Allgemeine Beurteilungskriterien	
		Abweichwinkel	Richtwert
Verkehrsstraßen, Bahnstrecke	LfU, 2012*	> 30°	-
Schutzwürdige Nutzungen (Wohnräume, Büroräume oder Terrassen)	LAI, 2012	-	< 30 [min./Tag] < 30 [Std./Jahr]

\*In Anlehnung

### **3.2 Blendungen und Leuchtdichte**

Die physikalische Größe der Leuchtdichte spielt im Zusammenhang mit der Blendung eine zentrale Rolle. Definiert ist die Leuchtdichte durch den Quotienten aus der Lichtstärke und der Fläche [4]. Die verwendete Einheit für die emissionsgebundene Größe ist [Candela pro Quadratmeter]. Das menschliche Auge ist in der Lage Leuchtdichten von  $10^{-5}$  cd/m<sup>2</sup> bis  $10^5$  cd/m<sup>2</sup> zu verwerten [5].

Blendung wird als ein Sehzustand definiert, der entweder aufgrund zu großer absoluter Leuchtdichte, zu großer Leuchtdichteunterschiede oder aufgrund einer ungünstigen Leuchtdichteverteilung im Gesichtsfeld als unangenehm empfunden wird oder zu einer Herabsetzung der Sehleistung führt [4]. Die Blendung hängt vom Adaptionszustand des Auges ab und entsteht daher durch eine Leuchtdichte, die für den jeweiligen Adaptionszustand zu hoch ist. Neben dem Adaptionszustand des Auges ist die scheinbare Größe der Blendlichtquelle bzw. deren Raumwinkel von Bedeutung sowie der Projektionsort der jeweiligen Blendlichtquelle auf der Netzhaut. Die Augen wenden sich häufig unwillkürlich direkt zur Blendlichtquelle hin, wenn eine solche seitlich auf die Netzhaut abgebildet wurde, wo sich die besonders blendungsempfindlichen Stäbchen befinden.

In der Normung zum Augenschutz wurde eine Leuchtdichte von 730 cd/m<sup>2</sup> für eine noch „annehmbare“ d. h. blendungsfreie Betrachtung einer Lichtquelle angesetzt [4]. Diese Angabe wird unabhängig von der momentanen Adaptation (Anpassung an die im Gesichtsfeld vorherrschenden Leuchtdichten) des Auges gemacht.

Des Weiteren wird bei den Blendungen zwischen physiologischen und psychologischen Blendungen unterschieden [5]. Physiologische Blendungen treten auf, wenn Streulicht das Sehvermögen im Glaskörper des Auges vermindert. Bei der psychologischen Blendung entsteht die Störf Wirkung durch die ständige und ungewollte Ablenkung der Blickrichtung zur Lichtquelle [5].

Am Tag bei heller Umgebung treten Absolutblendungen ca. ab einer Leuchtdichte von  $10^5$  cd/m<sup>2</sup> auf. Bei Absolutblendungen treten im Gesichtsfeld so hohe Leuchtdichten auf, dass eine Adaptation des Auges nicht mehr möglich ist. Da eine direkte Gefährdung des Auges eintreten kann, kommt es zu Schutzreflexen wie dem Schließen der Augen oder dem Abwenden des Kopfes [4].



Gemäß der Quelle [5] ergeben sich für die Sehaufgaben des Verkehrsteilnehmers besondere Probleme, bei auffälligen Lichtquellen in der Nähe von Straßenverkehrswegen. Es können physiologische (Nichtererkennung anderer Verkehrsteilnehmer oder von Hindernissen) und die psychologische Blendung (Ablenkung der Blickrichtung von der Straße) auftreten [5].

### **3.3 Blendung durch Sonnenlicht und deren Reflexionen an PV-Anlagen**

Die Sonne besitzt eine Leuchtdichte von bis  $1,6 \times 10^9 \text{ cd/m}^2$  und bei niedrigen Ständen bei rund  $3^\circ$  über dem Horizont von ca.  $0,3 \times 10^9 \text{ cd/m}^2$ . Bei diesen Leuchtdichten kommt es zu physiologischen Blendungen, mit einer Reduktion des Sehvermögens durch Streulicht im Glaskörper des Auges (Leuchtdichte bis ca.  $10^5 \text{ cd/m}^2$ ) oder zu Absolutblendung (Leuchtdichte ab ca.  $10^5 \text{ cd/m}^2$ ).

Aufgrund der hohen Leuchtdichte der Sonne kommt es bereits dann zu einer Absolutblendung, wenn durch ein Photovoltaikmodul auch nur ein geringer Bruchteil (weniger als 1 %) des einfallenden Sonnenlichtes zum Immissionsort hin reflektiert wird [5].

## **4 BERECHNUNGSPARAMETER**

### **4.1 Allgemeine Berechnungsparameter**

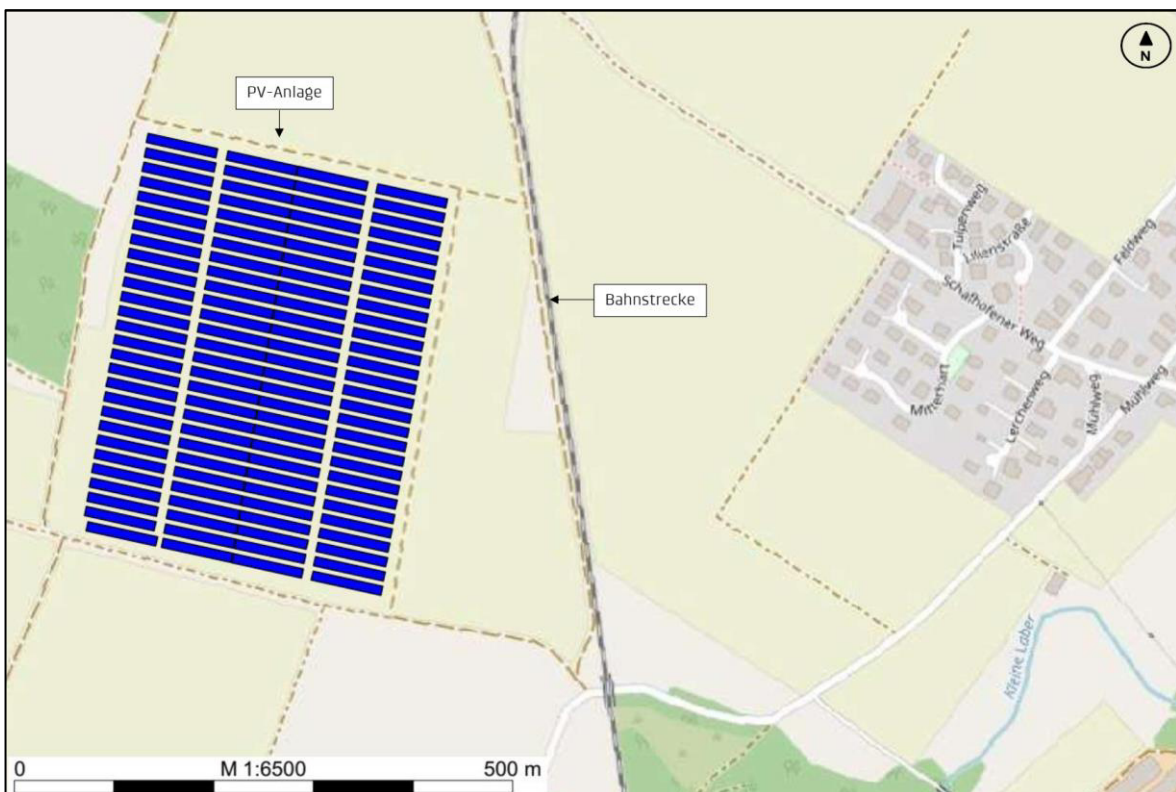
Grundsätzlich ändert sich der Sonnenstand jederzeit. Um eine aussagekräftige Bewertung abzugeben, wird das Berechnungsintervall im 1-Minuten-Rhythmus durchgeführt. Als Berechnungsgrundlage werden die Sonnenstände für das Jahr 2024 angewendet. IMMI 30 berücksichtigt bei der Berechnung der auf die Erde auftreffenden Sonnenstrahlen die atmosphärische Refraktion. Für die Berechnungen werden alle Hindernisse (Zäune, Bepflanzungen, Mauern, Anhöhen etc.) zwischen der Photovoltaikanlage und dem Immissionsbereich berücksichtigt (falls relevant). Blendungen durch direkte Sonnenstrahlen (also keine Reflexionsstrahlen) werden bei der Beurteilung nicht berücksichtigt, da diese bereits zum gegenwärtigen Zustand vorhanden sind. Als Anforderungen für die Berechnung wurden die Rahmenbedingungen der LAI-2012-Richtlinie [1] herangezogen. Das heißt, dass bei der Ermittlung der Immissionen von folgenden idealisierten Annahmen ausgegangen wird:

- Die Sonne ist punktförmig
- Das Modul ist ideal verspiegelt, d. h. es kann das Reflexionsgesetz „Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel“ (keine Streublendung) angewendet werden
- Die Sonne blendet von Aufgang bis Untergang, d. h. die Berechnung liefert die astronomisch maximal möglichen Immissionszeiträume (gegebenenfalls werden bestimmte Parameter eingeschränkt betrachtet, wodurch sich der Rechenaufwand minimiert, ohne dass die Ergebnisse beeinflusst werden)
- Mindestwinkel von  $10^\circ$  zwischen Reflexions- und Sonnenstrahl

## 4.2 Standortspezifische Berechnungsparameter

### 4.2.1 Emissionsbereich

Die zu untersuchende PV-Freiflächenanlage liegt in Perkam, eine Gemeinde im niederbayerischen Landkreis Straubing-Bogen und soll auf folgendem Grundstück mit der Flur-Nr. 589 (Gemarkung Perkam) errichtet werden. Im Osten verläuft die Bahnstrecke (siehe Abbildung 1).



**Abbildung 1: Lageplan und Immissionsort**

Die geplante Anlage umfasst ca. 28.224 Module. Die Modul-Gesamtleistung der Anlage ist mit 17.498,88 kWp vorgesehen [6]. Der Anlagenstandort befindet sich auf einer bisher landwirtschaftlich genutzten Fläche. Die Module sind gemäß den vorliegenden Informationen nach Südwest (192°Nordazimut) ausgerichtet [6].

Der Anstellwinkel der Modultische beträgt maximal  $13^\circ$  [6]. Die Höhe der Oberkante der Solarmodule liegt bei ca. 3,00 m und die Unterkante bei ca. 0,80 m über Geländeoberkante.

Der Standort der geplanten Photovoltaik-Freiflächenanlage bewegt sich in einer Höhenlage zwischen 340 und 346 m ü. NHN (alle Höhenangaben wurden aus dem Geländemodell der Bayerischen Vermessungsverwaltung übernommen).

#### **4.2.2 Immissionsbereich**

Als Immissionsort wurde die östlich gelegene Bahnstrecke für mögliche Blendungen durch die geplante PV-Anlage betrachtet (vgl. Abbildung 1).

Die Immissionspunkte zur Betrachtung der Blendungen auf die Bahnstrecke befinden sich mittig der Bahnstrecke auf einer Höhe von 3,5 m [H1] über GOK. Der horizontale Abstand zwischen jeweils zwei Immissionspunktpaaren beträgt  $\Delta s = 80$  m. Am Immissionsort Bahnstrecke wurden insgesamt neun Immissionspunkte gesetzt.

Der für die Begutachtung maßgebliche Abschnitt erstreckt sich in einer Höhe von 340 bis 342 m ü. NHN, als digitales Geländemodell wurden die Höhenpunkte mit einer Gitterweite von 5 x 5 m von der Bayerischen Vermessungsverwaltung herangezogen.

## **5 BERECHNUNGSERGEBNISSE**

### **5.1 Allgemein**

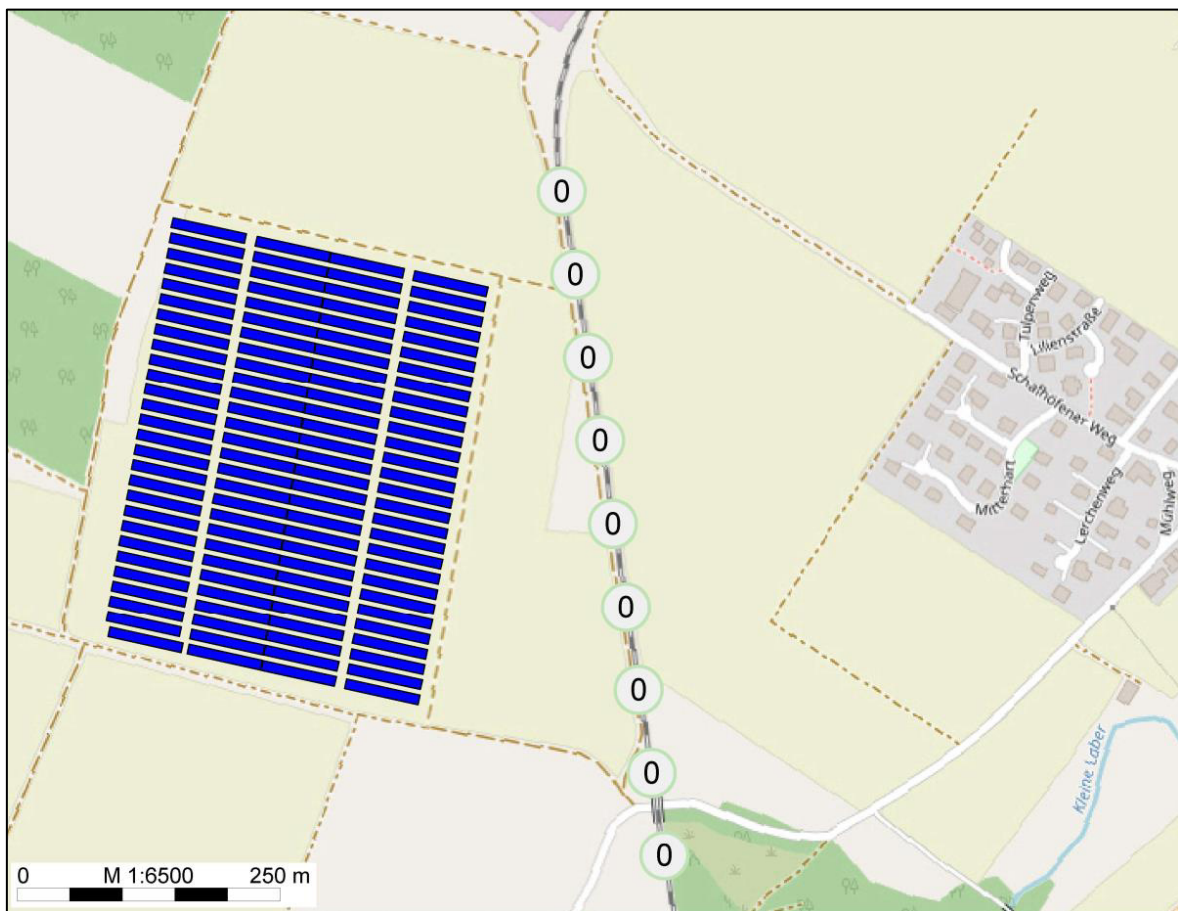
In den nachfolgenden Ergebnissen werden einzelne Werte der mit der Software „IMMI 30“ im 1-Minuten-Zyklus prognostizierten Blendungen auf die betrachteten Immissionsorte dargestellt. Die aufgeführten Blendungen beziehen sich auf eine mögliche Blendwirkung, bei einem festgelegten Winkelbereich der Ausrichtung sowie bei einer definierten Objekthöhe des Immissionsortes. Bei nachstehend genannten Ergebnissen ist zu beachten, dass während der Berechnung dauerhafter Sonnenschein angenommen wurde.

Für die Berechnungen wurden keine Hindernisse (Zäune, Bepflanzungen, Mauern, etc.) zwischen der Photovoltaikanlage und dem Immissionsbereich berücksichtigt.

Die Berechnungsergebnisse können der Anlage 3 entnommen werden.

## 5.2 Ergebnisse Bahnstrecke

Bei der Blendberechnung ergaben sich für den Immissionsort an keinem der Immissionspunkte Reflexionen (siehe Abbildung 2).



**Abbildung 2: Ergebnisse Bahnstrecke**

## **6 BEURTEILUNG DER BERECHNUNGSERGEBNISSE**

Für die Bahnstrecke treten rechnerisch keine Blendungen, verursacht durch die geplante PV-Freiflächenanlage, auf.

### **Fazit**

**Für die Bahnstrecke kann laut Prognose eine Blendwirkung ausgeschlossen werden.**

**Die geplante PV-Anlage ist aus fachgutachterlicher Sicht als genehmigungsfähig einzustufen.**

Anzumerken ist, dass alle Berechnungen bei dauerhaftem Sonnenschein durchgeführt worden sind und somit die Berechnungsergebnisse als auch die Beurteilung den absoluten Worst-Case-Fall darstellen.

## 7 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Das vorliegende Gutachten wurde auf Basis der zur Verfügung gestellten Unterlagen und Informationen vom Stand Mai 2024 erstellt.

Im Zuge von detaillierten softwaretechnischen Berechnungen zur Ermittlung von Lichtreflexionen im Besonderen im Zusammenhang mit der geplanten Photovoltaikanlage können auf Grundlage vorliegender Planung/Unterlagen und der aktuellen Situation vor Ort, keine Reflexionen festgestellt werden, wobei nach gutachterlicher Abwägung die geplante PV-Anlage als **genehmigungsfähig** einzustufen ist.

IFB Eigenschenk ist zu verständigen, sofern sich Abweichungen von der derzeitigen Planung oder örtliche Änderungen ergeben.

  
**IFB Eigenschenk GmbH**

Dr.-Ing. Bernd Köck <sup>1) 2) 3) 4) 5)</sup>  
Geschäftsführer (CEO)  
Unternehmensleitung

  
i. A. Katharina Feid M. Sc.  
Projektleiterin



  
i. A. Katharina Sigl B. Sc.  
Sachbearbeiterin

- 1) Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Historische Bauten (IHK Niederbayern)
- 2) Nachweisberechtigter für Standsicherheit (Art. 62 BayBO)
- 3) Zertifizierter Tragwerksplaner in der Denkmalpflege (Propstei Johannesberg gGmbH)
- 4) Zertifizierter Fachplaner für Bauwerksinstandsetzung nach WTA (EIPOS)
- 5) Sachkundiger Planer für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (BÜV/DPÜ)

## **8 LITERATURVERZEICHNIS**

- [1] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen“, Stand: 08.10.2012.
- [2] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) „Lichtimmissionen durch Sonnenlichtreflexionen – Blendwirkung von Photovoltaikanlagen“, Stand: 17.10.2012.
- [3] Länderausschuss für Immissionsschutz „Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen“ (WEA-Schattenwurf-Hinweise), Stand: Mai 2002.
- [4] Strahlenschutzkommission, „Blendung durch natürliche und neue künstliche Lichtquellen und ihre Gefahren, Empfehlung der Strahlenschutzkommission“, 17.02.2006.
- [5] Fachverband für Strahlenschutz e.V., Rüdiger Borgmann, Thomas Kurz, „Leitfaden “Lichteinwirkung auf die Nachbarschaft“, 10.06.2014.
- [6] Belegungsplan „240321\_FLA Rain\_Atting\_Erw\_UW2\_utm32\_neu\_PERKAM\_BF1.dxf“, erhalten per E-Mail am 04.04.2024.