



BLENDGUTACHTEN

Auftrag Nr. 3230692
Projekt Nr. 2023-1315

KUNDE: Anumar GmbH
Hauwöhrrer Straße 21
85051 Ingolstadt

BAUMAßNAHME: PV-Anlage Karwese, Fehrbellin

GEGENSTAND: Reflexions-/Lichtgutachten

ORT, DATUM: Deggendorf, den 12.07.2023

Dieser Bericht umfasst 17 Seiten, 1 Tabelle, 2 Abbildungen und 3 Anlagen.
Die Veröffentlichung, auch auszugsweise, ist ohne unsere Zustimmung nicht zulässig.



Inhaltsverzeichnis:

1 ZUSAMMENFASSUNG	4
2 VORGANG	4
2.1 Auftrag	4
2.2 Projektbearbeiter.....	5
3 BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN.....	5
3.1 Allgemeine Beurteilungskriterien	5
3.2 Blendungen und Leuchtdichte	8
3.3 Blendung durch Sonnenlicht und deren Reflexionen an PV-Anlagen	9
4 BERECHNUNGSPARAMETER.....	10
4.1 Allgemeine Berechnungsparameter	10
4.2 Standortspezifische Berechnungsparameter	11
4.2.1 Emissionsbereich.....	11
4.2.2 Immissionsbereich	12
5 BERECHNUNGSERGEBNISSE	13
5.1 Allgemein	13
5.2 Ergebnisse Wohngebiet	14
6 BEURTEILUNG DER BERECHNUNGSERGEBNISSE	15
7 SCHLUSSBEMERKUNGEN.....	16
8 LITERATURVERZEICHNIS	17



Tabelle

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

Abbildungen

Abbildung 1:	Lageplan und Immissionsort	11
Abbildung 2:	Ergebnisse Wohngebiet	14

Anlagen

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



1 ZUSAMMENFASSUNG

Mit den im vorliegenden Gutachten durchgeführten Berechnungen für die geplante PV-Anlage Karwese, Fehrbellin wurden mittels der Software IMMI 30, die durch die Anlage potenziell verursachten Lichtreflexionen auf das von der PV-Anlage nächstgelegene Wohngebiet ermittelt und eingestuft. Die gutachterliche Bewertung bzw. Abwägung erfolgte ohne rechtliche Wertung.

Für das Wohngebiet treten rechnerisch keine relevanten Blendungen, verursacht durch die PV-Freiflächenanlage, auf.

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

2 VORGANG

2.1 Auftrag

Die Anumar GmbH beauftragte die IFB Eigenschenk GmbH, Deggendorf, mit der Erstellung eines Reflexionsgutachtens für die PV-Anlage Karwese, Fehrbellin. Grundlage der Auftragserteilung ist das Angebot Nr. 2231631 vom 26.04.2023.

Aufgrund von nicht auszuschließenden störenden Lichtreflexionen soll die Blendwirkung der geplanten Photovoltaik-Freiflächenanlage auf das nächstgelegene Wohngebiet 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° voneinander abweichen. Es werden also nur solche Konstellationen berücksichtigt, in denen sich die Blickrichtung zur Sonne und auf das Modul um mehr als 10° unterscheidet.

Eine geringere Abweichung als 10° 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 auftreten. Das bedeutet, dass die Blendungen mit einem kritischen Blendwinkel direkt auf das menschliche Gebrauchsblickfeld für Sehaufgaben auftreten. Der Fahrer hat dann keine Möglichkeit mehr, diese kritischen Blendungen durch ein leichtes Wegschauen auszublenzen.



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/m² bis 10^5 cd/m² 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/m² 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 Störwirkung 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/m² 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 (Nichterkenntnis 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° 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 cd/m^2) oder zu Absolutblendung (Leuchtdichte ab ca. 10^5 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 2023 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° zwischen Reflexions- und Sonnenstrahl

4.2 Standortspezifische Berechnungsparameter

4.2.1 Emissionsbereich

Die zu untersuchende PV-Freiflächenanlage befindet sich in Karwese, ein Ortsteil der Gemeinde Fehrbellin im Landkreis Ostprignitz in Brandenburg und soll auf der Flur-Nr. 104 (Gemarkung Karwese) auf den Grundstücken mit der Flurstücknummer 178, 179, 180 und 422 sowie 445 errichtet werden. Umliegend der geplanten Anlage grenzen Wohnbauungen der Gemeinde Fehrbellin an (siehe Abbildung 1).

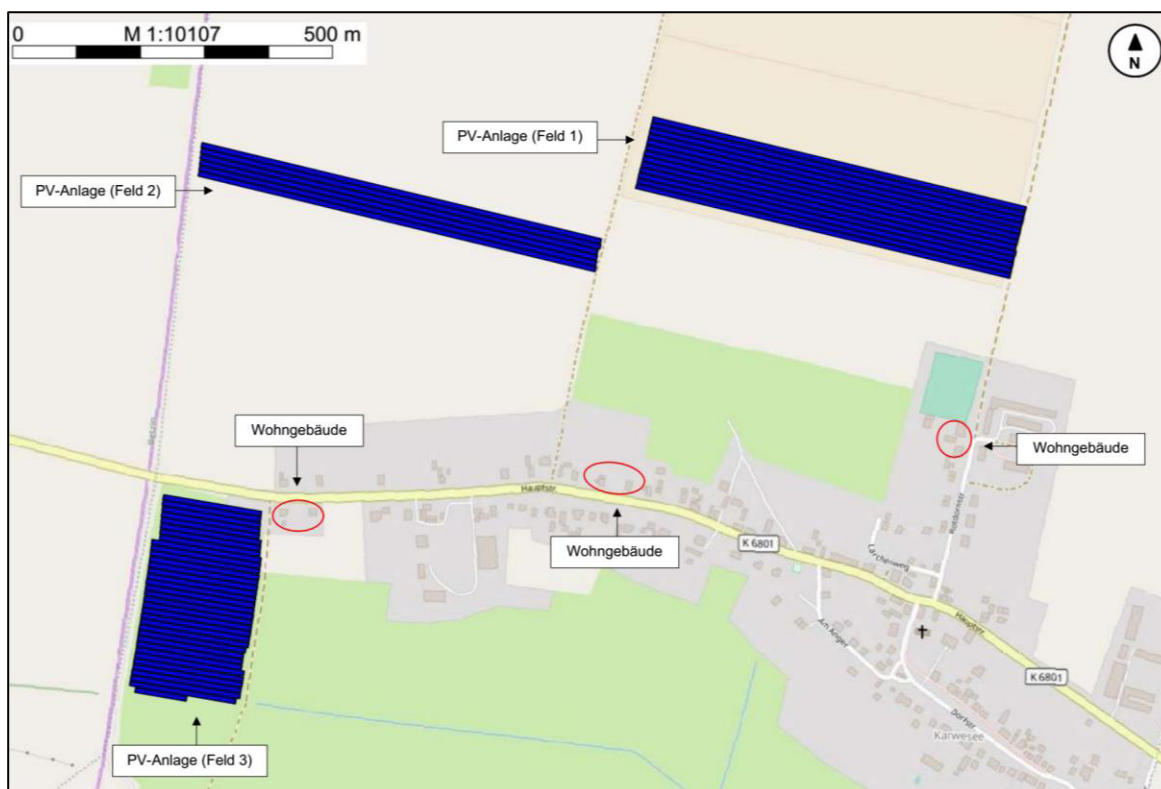


Abbildung 1: Lageplan und Immissionsort

Die geplante Anlage besteht aus insgesamt 57.234 Modulen. Die Modul-Gesamtleistung der Anlage ist mit 23.465,94 kWp vorgesehen [6]. Der Anlagenstandort befindet sich auf einer bisher landwirtschaftlich genutzten Fläche.

Die Module sind gemäß den vorliegenden Informationen nach Süd (189°/193° Nordazimut) ausgerichtet. Der Anstellwinkel der Modultische beträgt maximal 15° [6].



Die Höhe der Oberkante der Solarmodule liegt bei ca. 2,70 m und die Unterkante bei ca. 0,80 m über Geländeoberkante.

Der Standort der geplanten Photovoltaik-Freiflächenanlage befindet sich auf einer Höhenlage zwischen 30 und 43 m ü. NHN (alle Höhenangaben wurden aus dem Geländemodell der Geodateninfrastruktur Brandenburg (GDI-BB) übernommen).

4.2.2 Immissionsbereich

Als Immissionsort für mögliche Blendungen durch die geplante PV-Anlage wird das nächstgelegene Wohngebiet betrachtet (vgl. Abbildung 1).

Für das Wohngebiet wurden die Wohngebäude Hauptstraße 25, 27, 46, 48 und Rotdornstraße 16, 18 und 20 auf potenzielle Blendwirkung, verursacht durch die geplante Anlage, untersucht. Die untere Reihe an Immissionspunkten liegt dabei für das Erdgeschoss auf einer Höhe von zwei Metern über GOK für jedes weitere Stockwerk wird drei Meter über den darunterliegenden Punkt erneut ein Immissionspunkt gesetzt. Die Immissionen wurden jeweils in einem Abstand von 0,5 m vor der Fassade ermittelt. In der Anlage 3 ist die Verortung der Immissionspunkte dargestellt. Die Rotdornstraße 20 wurde eingeschossig und die restlichen Wohngebäude zweigeschossig betrachtet. Die Gebäudehöhen wurden vom digitalen 3D-Gebäudemodell vom GDI-BB Brandenburg übernommen. Es wurden insgesamt 44 Immissionspunkte gesetzt. Der geringste Abstand zwischen der geplanten PV-Anlage und dem Wohngebäude Hauptstraße 27 beträgt rund 30 m (vgl. Anlage 3).

Der für die Begutachtung maßgebliche Abschnitt erstreckt sich in einer Höhe von 33 bis 41 m ü. NHN, als digitales Geländemodell wurden die Höhenpunkte mit einer Gitterweite von 5 x 5 m vom GDI-BB Brandenburg 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 Wohngebiet

Bei der Berechnung ergaben sich für diesen Immissionsbereich rechnerisch an keinem der Immissionspunkte Blendungen, verursacht durch die geplante PV-Anlage (siehe Abbildung 2).

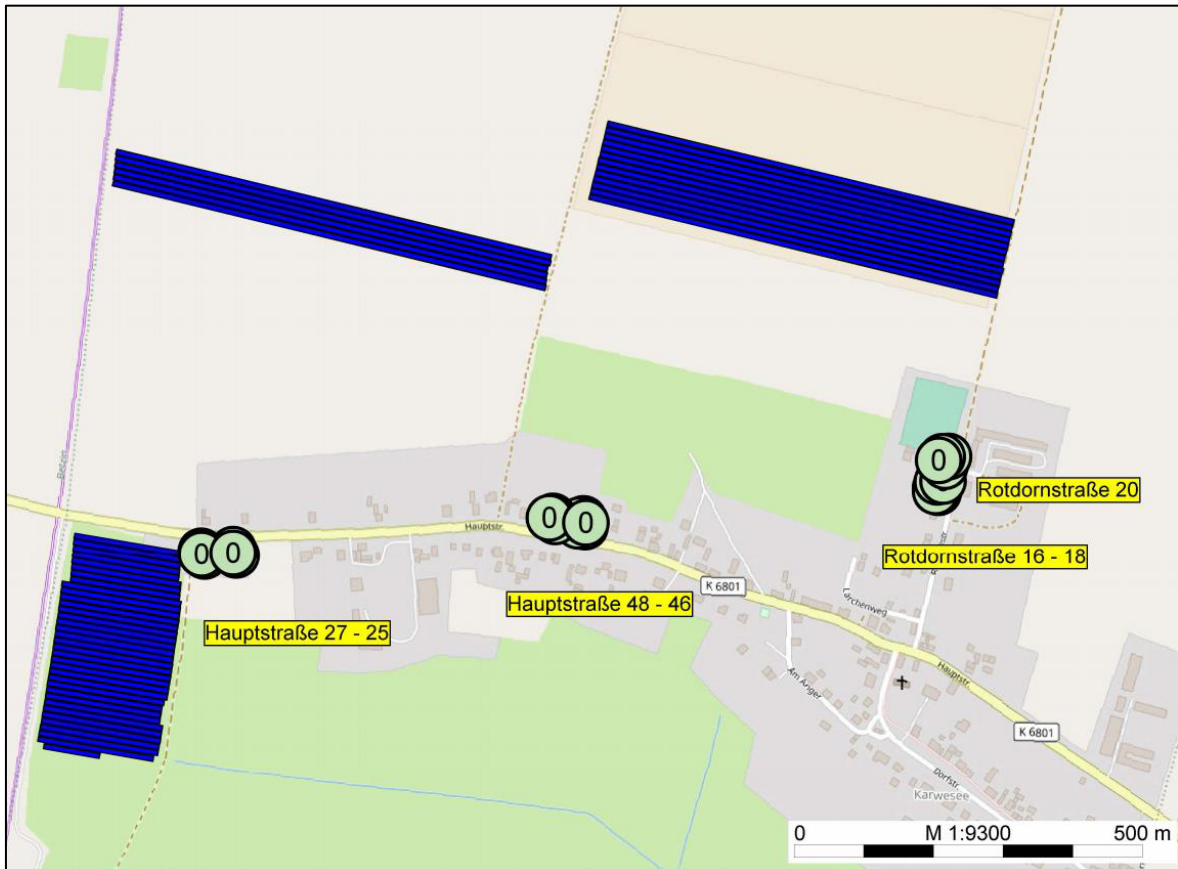


Abbildung 2: Ergebnisse Wohngebiet



6 BEURTEILUNG DER BERECHNUNGSERGEBNISSE

Für das Wohngebiet wurden keine relevanten Blendungen, verursacht durch Reflexionen der geplanten PV-Freiflächenanlage, ermittelt.

Fazit

Eine erhebliche Belästigung durch Blendung i. S. des § 5 BImSchG kann für das Wohngebiet ausgeschlossen werden.

Die geplante Anlage ist aus fachgutachterlicher Sicht als genehmigungsfähig einzustufen.

Anzumerken ist, dass alle durchgeführten 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 Juli 2023 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 an dem betrachteten Immissionsort Wohngebiet 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 ^{1) 2) 3) 4) 5)}
Geschäftsführer (CEO)
Unternehmensleitung


Dr.-Ing.
Bernd Köck
BaykaBau
Mitglied
35500


Katharina Feid M. Sc.
Projektleiterin

- 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 Johannesburg 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, erhalten per E-Mail am 16.06.2023.