



BLENDGUTACHTEN

Auftrag Nr. 3210324
Projekt Nr. 2021-0751

KUNDE: Voltgrün Energie GmbH
St.-Kassians-Platz 6
93047 Regensburg

BAUMAßNAHME: PV-Anlage Roding, Maxhütte-Haidhof

GEGENSTAND: Reflexions-/Lichtgutachten

ORT, DATUM: Deggendorf, den 25.03.2021

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



Inhaltsverzeichnis:

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



Abbildungen

Abbildung 1:	Lageplan und Immissionsorte	9
Abbildung 2:	Darstellung der Blendungen auf IPkt 024	12
Abbildung 3:	Ergebnisse Wohngebiet Roding	13

Anlagen

Anlage 1:	Darstellung des Untersuchungsgebietes
Anlage 2:	Daten vom Auftraggeber
Anlage 3:	Ergebnisdarstellung der Blendsimulation



1 ZUSAMMENFASSUNG

Mit den im vorliegenden Gutachten durchgeführten Berechnungen für die geplante Freiflächen PV-Anlage Roding, Maxhütte-Haidhof wurden mittels der Software IMMI 2020, die durch die Anlage potenziell verursachten Lichtreflexionen auf die von der PV-Anlage südwestlich gelegene Bundesstraße B 15 und das westlich gelegene Wohngebiet Roding ermittelt und eingestuft. Die gutachterliche Bewertung bzw. Abwägung erfolgten ohne rechtliche Wertung.

Es wurden jene Blendungen untersucht, welche auf die Bundesstraße B 15 in Fahrtrichtung Nordwest und Südost auftreten. In Fahrtrichtung Nordwest treffen die Reflexionen von hinten, mit einem von der Fahrtblickrichtung abweichenden Einfallswinkel von mehr als 90° auf das Sichtfeld des Fahrzeugführers. Eine Blendwirkung im relevanten Sichtfeld des Fahrzeugführers kann damit für die Fahrtrichtung Nordwest ausgeschlossen werden.

Die ermittelten Reflexionsblendungen im Bereich der untersuchten Fahrbahn mit Fahrtrichtung Südost treffen mit einem Winkel von **> 67°** auf das Sichtfeld des Fahrers auf und sind somit für die Sicherheit des Fahrverkehrs von untergeordneter Bedeutung.

Für das Wohngebiet Roding treten voraussichtlich keine relevanten Reflexionen verursacht durch die geplante PV-Freiflächenanlage 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 UND AUFTRAG

Die Voltgrün Energie GmbH beauftragte die IFB Eigenschenk GmbH mit der Erstellung eines Reflexionsgutachtens für die geplante PV-Anlage Roding, Maxhütte-Haidhof. Grundlage der Auftragserteilung ist das Angebot Nr. 2210957 vom 02.03.2021.

Aufgrund von nicht auszuschließenden störenden Lichtreflexionen soll die Blendwirkung der geplanten Photovoltaik-Freiflächenanlage auf die von der Anlage südwestlich gelegene Bundesstraße B 15 und das westlich gelegene Wohngebiet Roding untersucht werden.



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 in einem Winkel von $\leq 10^\circ$ auf 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. Bei freiem Sichtfeld auf die reflektierenden Solarmodule werden ferner meist nur solche Blendungen als störend eingeschätzt, die sich in wenigen 100 m Abstand zur Reflexionsfläche befinden [3].

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 [6]. 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 [7].



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 [6]. Die Blendung hängt vom Adaptionzustand des Auges ab und entsteht daher durch eine Leuchtdichte, die für den jeweiligen Adaptionzustand zu hoch ist. Neben dem Adaptionzustand 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^2 für eine noch „annehmbare“ d. h. blendungsfreie Betrachtung einer Lichtquelle angesetzt [6]. 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 [7]. 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 [7].

Am Tag bei heller Umgebung treten Absolutblendungen ca. ab einer Leuchtdichte von 10^5 cd/m^2 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 [6].

Gemäß der Quelle [7] 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 [7].



3.3 Blendung durch Sonnenlicht und deren Reflexionen an PV-Anlagen

Die Sonne besitzt eine Leuchtdichte von bis zu $1,6 \cdot 10^9 \text{ cd/m}^2$ und bei niedrigen Ständen bei rund 3° über dem Horizont von ca. $0,3 \cdot 10^9 \text{ cd/m}^2$. 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).

Auf Grund 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 Sonnenlichts zum Immissionsort hin reflektiert wird [7].

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 2021 angewendet. IMMI 2020 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 Roding, Maxhütte-Haidhof und soll auf den Grundstücken mit der Flur-Nr. 455 und 468 (Gemarkung Maxhütte-Haidhof) errichtet werden. Im Südwesten der Freiflächenanlage verläuft die Bundesstraße B 15 und westlich liegt das Wohngebiet Roding (siehe Abbildung 1).

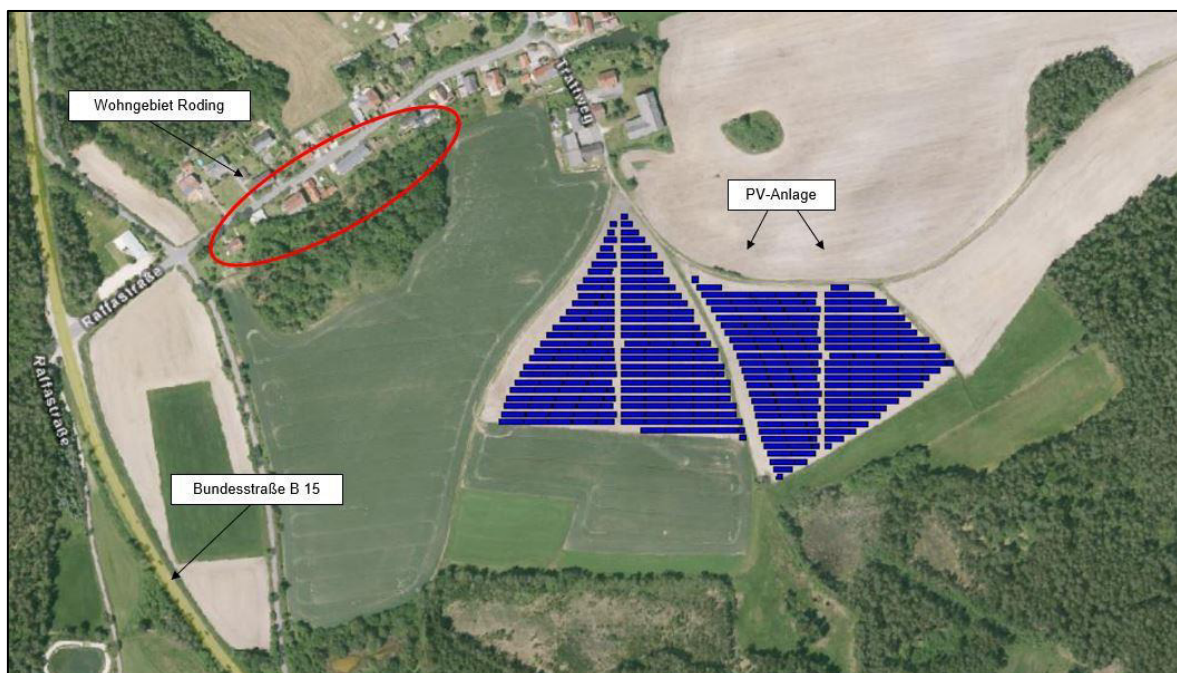


Abbildung 1: Lageplan und Immissionsorte

Die geplante Freiflächen PV-Anlage besteht aus insgesamt ca. 14.400 Modulen. Die elektrische Nennleistung der gesamten Anlage ist mit 5.544,00 kWp vorgesehen. Der Anlagenstandort befindet sich auf einer derzeit landwirtschaftlich genutzten Fläche [4].



Die Module sind gemäß den vorliegenden Informationen nach Süden (180° Nordazimut) ausgerichtet. Der Anstellwinkel der Modultische beträgt maximal 18°. Die Höhe der Aufständigung der Oberkante der Solarmodule liegt im Mittel bei 2,3 m und die Unterkante bei 0,8 m über Geländeoberkante [5].

Der Standort der geplanten Photovoltaik-Freiflächenanlage bewegt sich in einer Höhenlage zwischen 372 und 380 m ü. NN (alle Höhenangaben wurden aus dem Geländemodell der Bayerischen Vermessungsverwaltung übernommen).

4.2.2 Immissionsbereich

Als Immissionsort für mögliche Blendungen durch die geplante Freiflächen PV-Anlage wurden die Bundesstraße B 15 und das Wohngebiet Roding betrachtet.

Der für die Betrachtung maßgebliche Abschnitt der Immissionsbereiche erstreckt sich in einer Höhe von 370 und 373 m ü. NN. Als digitales Geländemodell wurden die Höhenpunkte mit einer Gitterweite von 5 m von der Bayerischen Vermessungsverwaltung herangezogen.

Die Immissionspunkte zur Betrachtung der Blendungen auf die Bundesstraße befinden sich mittig auf der Fahrspur auf einer Höhe von 1 und 2,5 m über GOK. Der horizontale Abstand zwischen jeweils zwei Immissionspunktpaaren beträgt $\Delta s = 30$ m. Am Immissionsort Bundesstraße B 15 wurden insgesamt 32 Immissionspunkte gesetzt.

Für das westlich gelegene Wohngebiet Roding wurden die Gebäude Raffastraße 47 und 45 sowie Raffastraße 43 und 37 auf die Blendwirkung, verursacht durch die betrachtete Anlage, untersucht. Die Immissionspunkte am Wohngebäude liegen auf einer Höhe von 2 und 5 m über GOK mit einem Abstand von 0,5 m mittig vor der Südfassade. Es wurden insgesamt 26 Immissionspunkte an der Wohnbebauung gesetzt. Der geringste Abstand zwischen der Freiflächenanlage und dem Wohngebäude Raffastraße 37 beträgt rund 210 m (vgl. Anlage 3).



5 BERECHNUNGSERGEBNISSE

5.1 Allgemein

In nachfolgenden Abbildungen werden einzelne Werte der mit der Software „IMMI 2020“ 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.

Die in der Simulation ermittelten Reflexionsstrahlen sind in der Anlage 3 dargestellt.

5.2 Ergebnisse Bundesstraße B 15

Bei der Blendberechnung ergeben sich für diesen Immissionsbereich an 16 von 32 Immissionspunkten Blendungen. Die Blendungen treten in den Morgenstunden von ca. 06:27 bis 07:19 Uhr auf. Im Jahreszeitraum treten die Blendungen auf den Immissionsbereich hauptsächlich von Anfang Mai bis Anfang August auf.

Die Blendstrahlen treffen in Fahrtrichtung Nordwest in einem Winkel von größer 90° auf die Hauptblickrichtung des Fahrzeugführers. In Fahrtrichtung Südost auf der Bundesstraße wurde zwischen der Hauptblickrichtung der Fahrer und den Reflexionsstrahlen ein minimaler Abweichwinkel von 67° ermittelt (siehe Abbildung 2).



Abbildung 2: Darstellung der Blendungen auf IPkt 024

5.3 Ergebnisse Wohngebiet Maxhütte-Haidhof

Bei der Berechnung ergaben sich für die betrachteten Wohngebäude der Ortschaft Roding an keinem der Immissionspunkte Blendungen verursacht durch die geplante Anlage (siehe Abbildung 3).

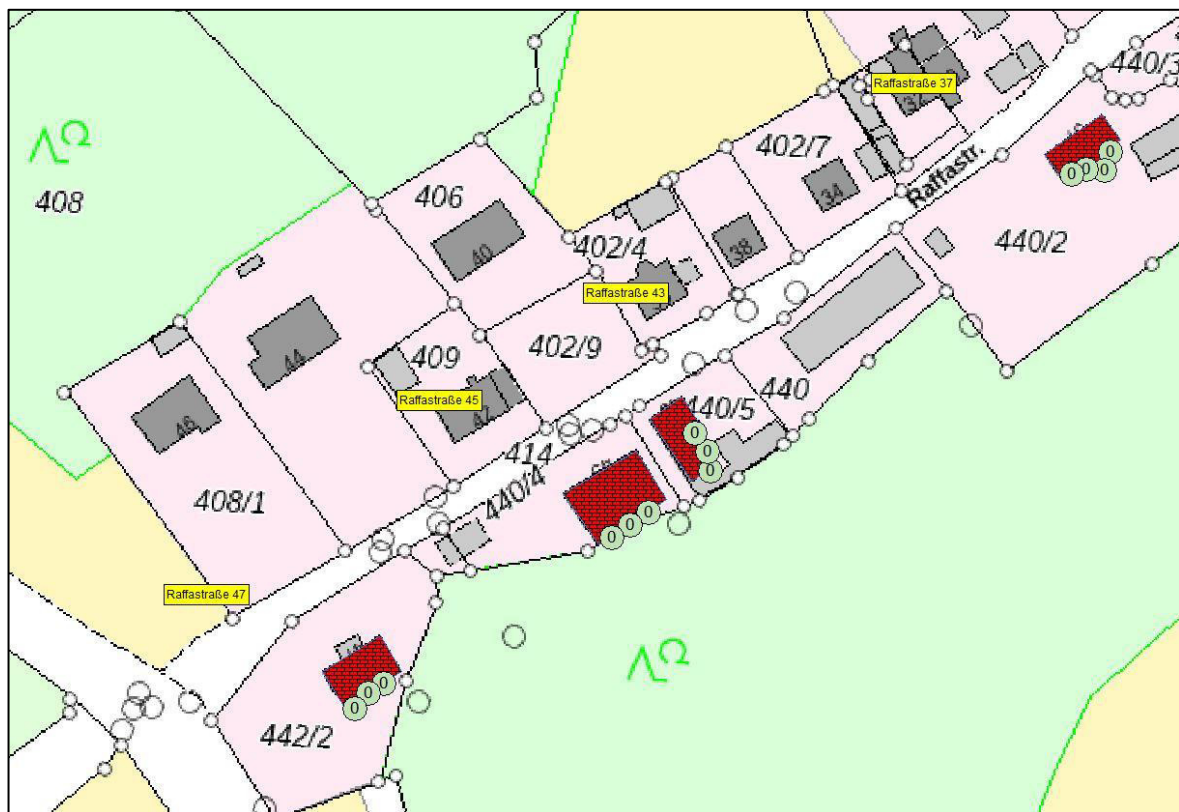


Abbildung 3: Ergebnisse Wohngebiet Roding



6 BEURTEILUNG DER BERECHNUNGSERGEBNISSE

Für den Immissionsort Bundesstraße B 15 wurden an der Fahrbahn in Fahrtrichtung Nordwest und Südost Blendungen ermittelt. In Fahrtrichtung Nordwest treffen die Reflexionen von hinten, mit einem von der Fahrtblickrichtung abweichenden Einfallswinkel von mehr als 90° auf das Sichtfeld des Fahrzeugführers. Eine Blendwirkung im relevanten Sichtfeld des Fahrzeugführers kann damit für die Fahrtrichtung Nordwest ausgeschlossen werden.

Die ermittelten Reflexionsblendungen im Bereich der untersuchten Fahrbahn mit Fahrtrichtung Südost treffen mit einem Winkel von $> 67^\circ$ auf das Sichtfeld der Fahrer und sind somit für die Sicherheit des Fahrverkehrs von untergeordneter Bedeutung, da die Blendung vom Fahrer im Regelfall nur peripher wahrgenommen wird (vgl. hierzu Kapitel 3).

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

Fazit

Die vorliegenden Reflexionen sind aufgrund des hohen Abweichwinkels $> 67^\circ$ von der Hauptblickrichtung der Fahrzeugführer auf die Bundesstraße in Fahrtrichtung Südost sowie Nordwest aus fachgutachterlicher Sicht als nicht störende Blendungen zu werten. Erhebliche Belästigung durch Blendung i. S. des § 5 BImSchG kann für das Wohngebiet somit ausgeschlossen werden.

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

7 SCHLUSSBEMERKUNGEN

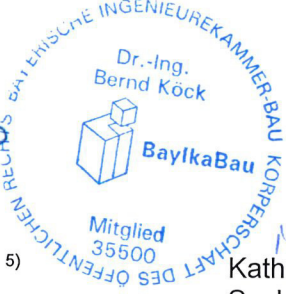
Das vorliegende Gutachten wurde auf Basis der zur Verfügung gestellten Unterlagen und Informationen vom Stand März 2021 erstellt.

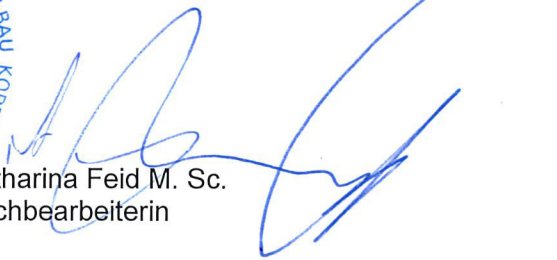
Im Zuge von detaillierten softwaretechnischen Berechnungen zur Ermittlung von Lichtreflexionen im Besonderen im Zusammenhang mit der geplanten Photovoltaikanlage können auf Grundlage vorliegender Planung/Unterlagen und der aktuellen Situation vor Ort, Reflexionen an dem betrachteten Immissionsort Bundesstraße festgestellt werden.

Es sollte von amtlicher Seite ein Abwägungsverfahren durchgeführt werden, welches aus gutachterlicher Sicht, bei Würdigung der in Kapitel 6 erläuterten Einzelfallkriterien, positiv bewertet werden kann.

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


Katharina Feid M. 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 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] Belegungsplan; erhalten per E-Mail am 18.03.2021.
- [5] Bemaßung der Aufständering, erhalten per E-Mail am 09.03.2021
- [6] Strahlenschutzkommission, „Blendung durch natürliche und neue künstliche Lichtquellen und ihre Gefahren, Empfehlung der Strahlenschutzkommission“; 17.02.2006.
- [7] Fachverband für Strahlenschutz e.V.; Rüdiger Borgmann, Thomas Kurz; „Leitfaden „Lichteinwirkung auf die Nachbarschaft“; 10.06.2014.