


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

www.eigenschenk.de

BLENDGUTACHTEN

Auftrag Nr. 3240094-Reva
Projekt Nr. 2024-0232

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

BAUMAßNAHME: PV-Anlage Pischeldorf Nord + Süd,
Pirk

GEGENSTAND: Reflexions-/Lichtgutachten

ORT, DATUM: Deggendorf, den ~~11.03.2024~~ 09.09.2024

Dieser Bericht umfasst 18 Seiten, 2 Tabellen, 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 Projektbearbeiterin	5
2.3 Revisionsbericht a	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 Autobahn A 93	14
5.3 Ergebnisse Wohngebiet Pichelsdorf	15
5.4 Ergebnisse Wohngebiet Au	15
6 BEURTEILUNG DER BERECHNUNGSERGEBNISSE	16
7 SCHLUSSBEMERKUNGEN	17
8 LITERATURVERZEICHNIS	18

Tabellen:

Tabelle 1:	Allgemeine Beurteilungskriterien	7
Tabelle 2:	Ergebnisse Wohngebäude Au 6	15

Abbildungen:

Abbildung 1:	Lageplan und Immissionsorte	11
Abbildung 2:	Darstellung der Reflexionen auf IPkt 004	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 Freiflächenanlage Pischeldorf Nord + Süd, Pirk wurden mittels der Software IMMI 2024 die durch die Anlage potenziell verursachten Lichtreflexionen auf die von der PV-Anlage westlich gelegene Autobahn A 93 sowie die nächstgelegenen Wohngebiete „Pischeldorf“ und „Au“ ermittelt und eingestuft. Die gutachterliche Bewertung bzw. Abwägung erfolgte ohne rechtliche Wertung.

Es wurden jene Blendungen untersucht, welche auf die Autobahn A 93 in Fahrtrichtung Nord und Süd auftreten. Die ermittelten Reflexionsstrahlen treffen in Fahrtrichtung Nord und Süd mit einem Winkel von $> 65^\circ$ und $> 70^\circ$ auf das Sichtfeld des Fahrers auf und sind somit für die Sicherheit des Fahrverkehrs von untergeordneter Bedeutung, da die Reflexionen vom Fahrer im Regelfall nur peripher wahrgenommen werden.

Rechnerisch treten für das Wohngebiet „Pischeldorf“ keine Reflexionen, verursacht durch die geplante PV-Anlage, auf.

Für das Wohngebiet „Au“ können laut der Simulation Blendungen auftreten, jedoch unterschreiten diese im Maximum eine tägliche Blenddauer von 30 Minuten sowie eine jährliche Blenddauer von 30 Stunden, was laut der LAI [1] keine erhebliche Belästigung durch Blendung darstellt (vgl. Kapitel 3).

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 Voltgrün Energie GmbH beauftragte die IFB Eigenschenk GmbH, Deggendorf, mit der Erstellung eines Reflexionsgutachtens für die geplante Freiflächen-Photovoltaikanlage Pischeldorf Nord + Süd, Pirk. Grundlage der Auftragserteilung ist das Angebot Nr. 2240282 vom 25.01.2024.

Aufgrund von nicht auszuschließenden störenden Lichtreflexionen soll die Blendwirkung der geplanten Photovoltaikanlage auf die Autobahn A 93 sowie auf die nächstgelegenen Wohngebiete „Pischeldorf“ und „Au“ untersucht werden.

2.2 Projektbearbeiterin

Bei Rückfragen zum vorliegenden Gutachten steht Ihnen folgende Ansprechpartnerin zur Verfügung:

Katharina Feid M. Sc.

Projektleiterin

katharina.feid@eigenschenk.de

2.3 Revisionsbericht a

Mit dem Revisionsbericht Reva wird das Blendgutachten mit der Nr. 3240094 vom 11.03.2024 um das Wohngebiet „Au“ als Immissionsort erweitert. Für die Berechnung des Wohngebietes „Au“ wird die Bestandsanlage Pirk sowie die geplante Anlage berücksichtigt.

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 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*	$> 30^\circ$	-
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 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/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 (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° 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 2024 angewendet. IMMI 2024 berücksichtigt bei der Berechnung der auf die Erde auftreffenden Sonnenstrahlen die atmosphärische Refraktion. Für die Berechnungen wurden keine Hindernisse (Zäune, Bepflanzungen, Mauern, etc.) zwischen der Photovoltaikanlage und dem Immissionsbereich berücksichtigt. 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 liegt bei Pischeldorf in Pirk, einer Gemeinde im Oberpfälzer Landkreis Neustadt an der Waldnaab und soll auf folgenden Grundstücken mit den Flur-Nrn. 2346, 2347, 2348, 2575, 2576 und 2580 (Gemarkung Pirk) errichtet werden. Im Westen verläuft die Autobahn A 93, mittig liegt das nächstgelegene Wohngebiet Pischeldorf und südwestlich das Wohngebiet „Au“ (siehe Abbildung 1).

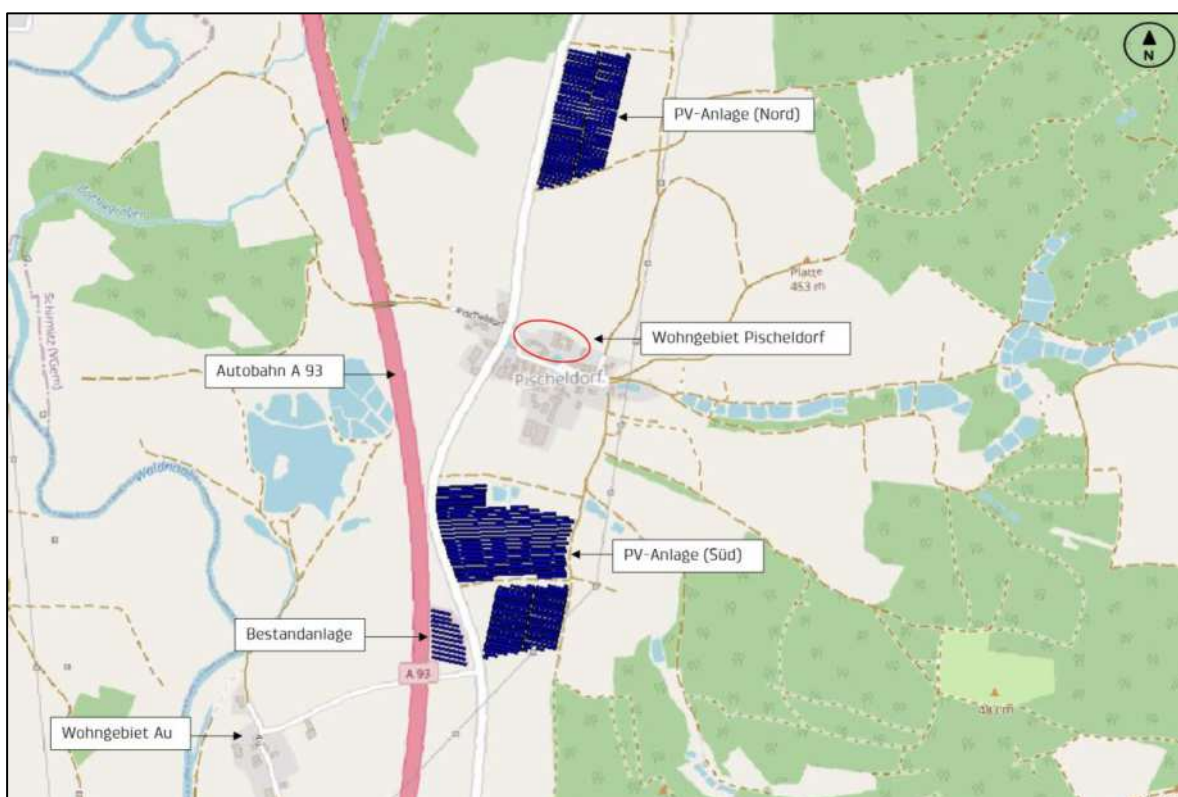


Abbildung 1: Lageplan und Immissionsorte

Die geplante Anlage umfasst zwei Anlagenteile Nord und Süd. Der Anlagenstandort befindet sich auf einer bisher landwirtschaftlich genutzten Fläche. Die Module sind gemäß den vorliegenden Informationen nach Südost bzw. Südwest ($177^\circ/192^\circ$ Nordazimut) ausgerichtet.

Der Anstellwinkel der Modultische beträgt maximal 15° [6]. Die Höhe der Oberkante der Solarmodule liegt bei ca. 2,66 m und die Unterkante bei ca. 0,80 m über Geländeoberkante.

Die Bestandsanlage Pirk wurde mit einer Neigung von 25° angenommen [7].

Der Standort der geplanten Photovoltaik-Freiflächenanlage bewegt sich in einer Höhenlage zwischen 387 und 409 m ü. NHN (alle Höhenangaben wurden aus dem Geländemodell der Bayerischen Vermessungsverwaltung übernommen).

4.2.2 Immissionsbereich

Als Immissionsorte für mögliche Blendungen durch die geplante PV-Anlage wurden die Autobahn A 93 sowie das jeweils nächstgelegene Wohngebiet „Pischeldorf“ und „Au“ betrachtet (vgl. Abbildung 1).

Die Immissionspunkte zur Betrachtung der Blendungen auf der Autobahn A 93 befinden sich mittig auf den Fahrspuren auf einer Höhe von 1 m [H 1] und 2,5 m [H 2] über GOK. Der horizontale Abstand zwischen jeweils zwei Immissionspunktpaaren beträgt $\Delta s = 100$ m. Am Immissionsort wurden insgesamt 60 Immissionspunkte gesetzt. Die Immissionspunkte im Straßenverkehr wurden in Anlehnung an die Richtlinien für Anlagen von Stadtstraßen (Kapitel 6.3.9.3 RaSt) gewählt.

Hinsichtlich der Wohnnutzungen wurden die Gebäude Pischeldorf 1 bis 2, Pischeldorf 18 und 21 sowie Au 1 bis 6 auf eine potenzielle Blendwirkung, verursacht durch die betrachtete 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 Punkten 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 Gebäudehöhen wurden vom digitalen 3D-Gebäudemodell von der Bayerischen Vermessungsverwaltung übernommen. Die Nebengebäude wurden bei der Berechnung als Abschirmung berücksichtigt. Es wurden insgesamt 66 bzw. 57 Immissionspunkte gesetzt. Der geringste Abstand zwischen der Freiflächenanlage und dem Wohngebiet „Pischeldorf“ beträgt rund 380 m.

Der für die Begutachtung maßgebliche Abschnitt erstreckt sich in einer Höhe von 385 bis 393 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 2024“ 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.

Bei der Berechnung des Wohngebietes Au wurde die Bestandsanlage [7] sowie die geplante Anlage berücksichtigt.

Die Berechnungsergebnisse können der Anlage 3 entnommen werden.

5.2 Ergebnisse Autobahn A 93

Bei der Berechnung ergaben sich in Fahrtrichtung Nord bzw. Süd an jeweils 18 von 30 Immissionspunkten Reflexionen. Im Jahreszeitraum können die Reflexionen von Mitte März bis Ende September, bei dauerhaftem Sonnenschein, in den Morgenstunden von ca. 06:38 bis 08:23 Uhr auftreten.

Die Reflexionsstrahlen treffen in Fahrtrichtung Nord und Süd mit einem Winkel von $> 65^\circ$ bzw. $> 70^\circ$ auf die Hauptblickrichtung des Fahrzeugführers. In Abbildung 2 sind die Reflexionsstrahlen in Fahrtrichtung Nord dargestellt. Somit ist für den Fahrverkehr von keiner störenden Reflexionswirkung auszugehen.

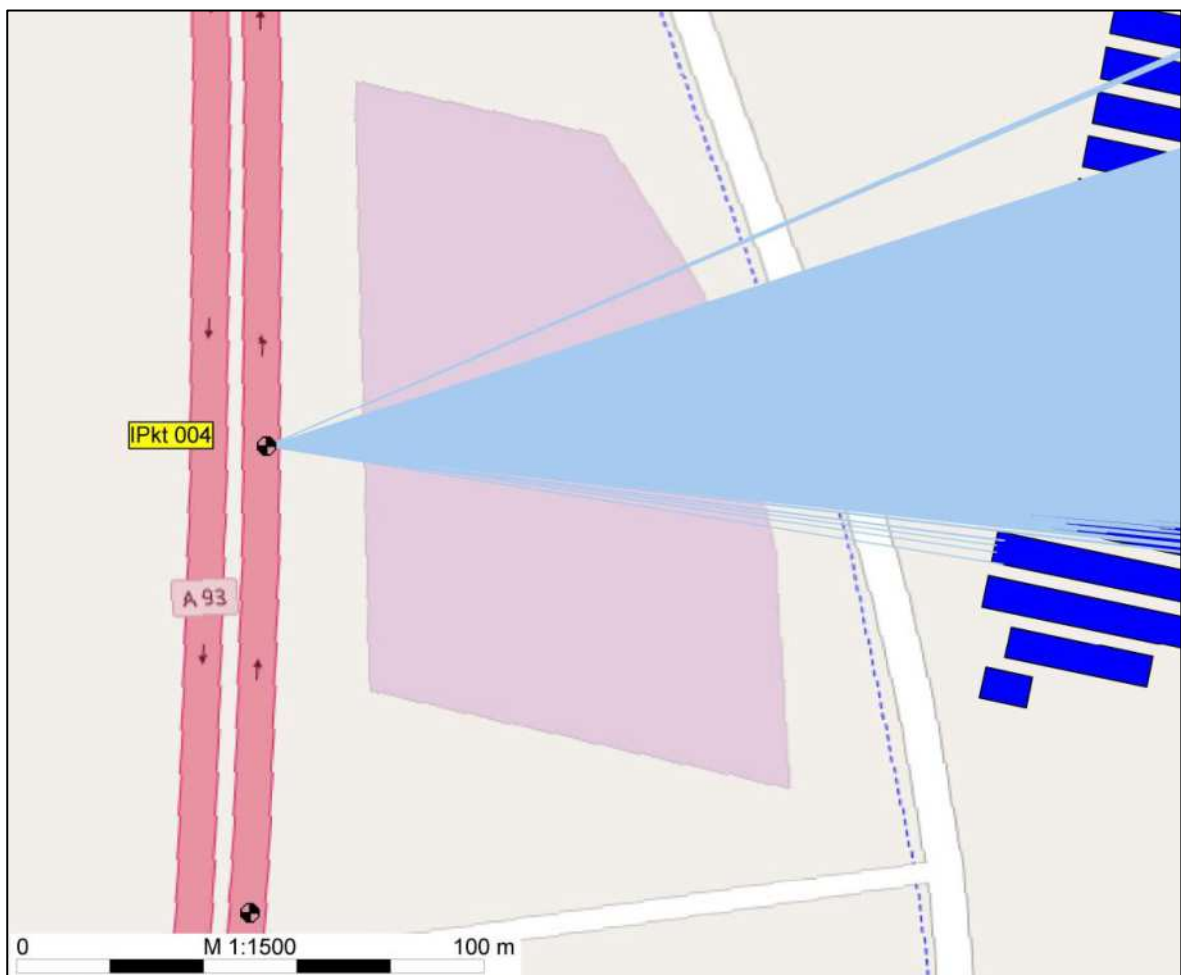


Abbildung 2: Darstellung der Reflexionen auf IPkt 004

5.3 Ergebnisse Wohngebiet Pichelsdorf

Bei der Blendberechnung ergaben sich für diesen Immissionsort an keinem der Immissionspunkte Reflexionen (vgl. Anhang 3.4).

5.4 Ergebnisse Wohngebiet Au

Bei der Simulation wurden die geplante Anlage sowie die Bestandsanlage berücksichtigt. Es ergaben sich an acht von 57 Immissionspunkten Blendungen. Diese können in den Morgenstunden von ca. 06:56 bis 08:13 Uhr von Mitte April bis Ende August, bei dauerhaftem Sonnenschein, auftreten.

Die meisten Blendstunden pro Jahr würde die Nordfassade am Wohngebäude Au 6 auf Höhe des 1. Obergeschosses aufweisen. Die maximale tägliche Blendzeit liegt bei ca. 13 Minuten und die jährliche Blendzeit bei ca. 12,7 Stunden. Laut der LAI-Richtlinie wird somit der Schwellenwert eingehalten.

Tabelle 2: Ergebnisse Wohngebäude Au 6

IPkt	Gebäude	Lage/Etage	Tag der maximalen Blenddauer	Maximale Blenddauer pro Tag [min]	Maximale Blenddauer pro Jahr [Std.]
171	Au 6	OG1Nord	02.06.	13	12,7

6 BEURTEILUNG DER BERECHNUNGSERGEBNISSE

Für die Autobahn A 93 wurden in beide Fahrtrichtungen Reflexionen ermittelt. Die ermittelten Reflexionsstrahlen treffen in Fahrtrichtung Nord und Süd mit einem Winkel von **> 65°** und **> 70°** auf das Sichtfeld des Fahrers auf und sind somit für die Sicherheit des Fahrverkehrs von untergeordneter Bedeutung, da die Reflexionen vom Fahrer im Regelfall nur peripher wahrgenommen werden (vgl. hierzu Kapitel 3).

Für das Wohngebiet „Pischeldorf“ treten rechnerisch keine Blendungen, verursacht durch die geplante PV-Freiflächenanlage, auf.

Die sich aus der Simulation ergebenden Blendzeiten für die Wohngebäude in der Ortschaft „Au“ liegen unter dem Schwellenwert der LAI [1] von 30 Minuten pro Tag sowie 30 Stunden pro Jahr. Dadurch kann eine erhebliche Belästigung der Anwohner durch die geplante Anlage ausgeschlossen werden.

Fazit

Die vorliegenden Reflexionen sind aufgrund des hohen Abweichwinkels > 65° von der Hauptblickrichtung des Fahrzeugführers auf die Autobahn A 93 als nicht störend zu werten.

Eine erhebliche Belästigung durch Blendung i. S. des § 5 BImSchG kann für das Wohngebiet „Pischeldorf“ rechnerisch ausgeschlossen werden und ist für die angrenzenden Wohngebäude in „Au“ nicht zu erwarten.

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 September 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, Reflexionen an betrachteten Immissionsorten Autobahn A 93 und Wohngebiet Au 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

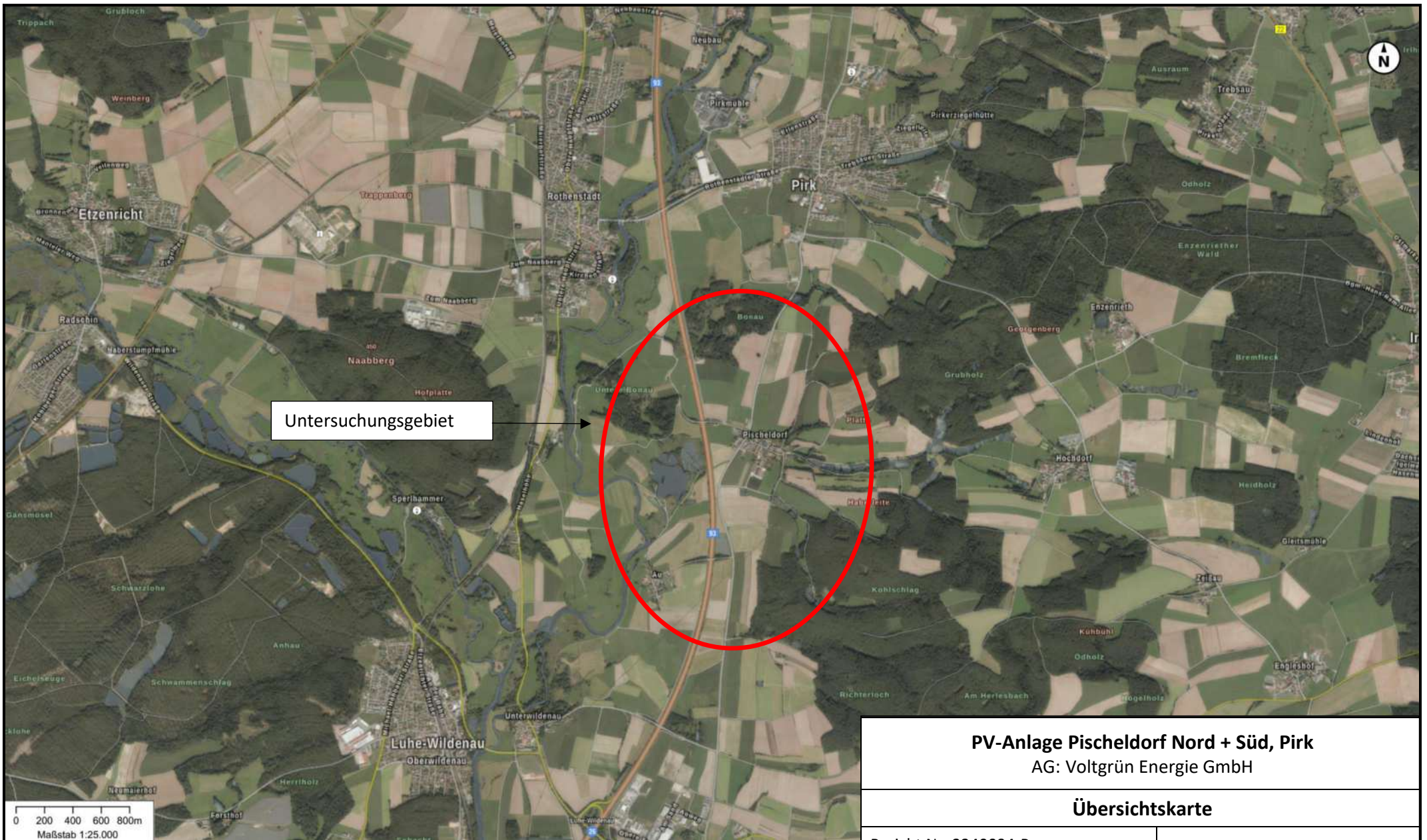

Dr.-Ing.
Bernd Köck
BaylkaBau
Mitglied
35500


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 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 Pischeldorf, erhalten per E-Mail am 31.01.2024.
- [7] Bestandsanlage Pirk, erhalten per E-Mail am 21.08.2024.



Untersuchungsgebiet

PV-Anlage Pischeldorf Nord + Süd, Pirk
AG: Voltgrün Energie GmbH

Übersichtskarte

Bericht Nr. 3240094-Reva

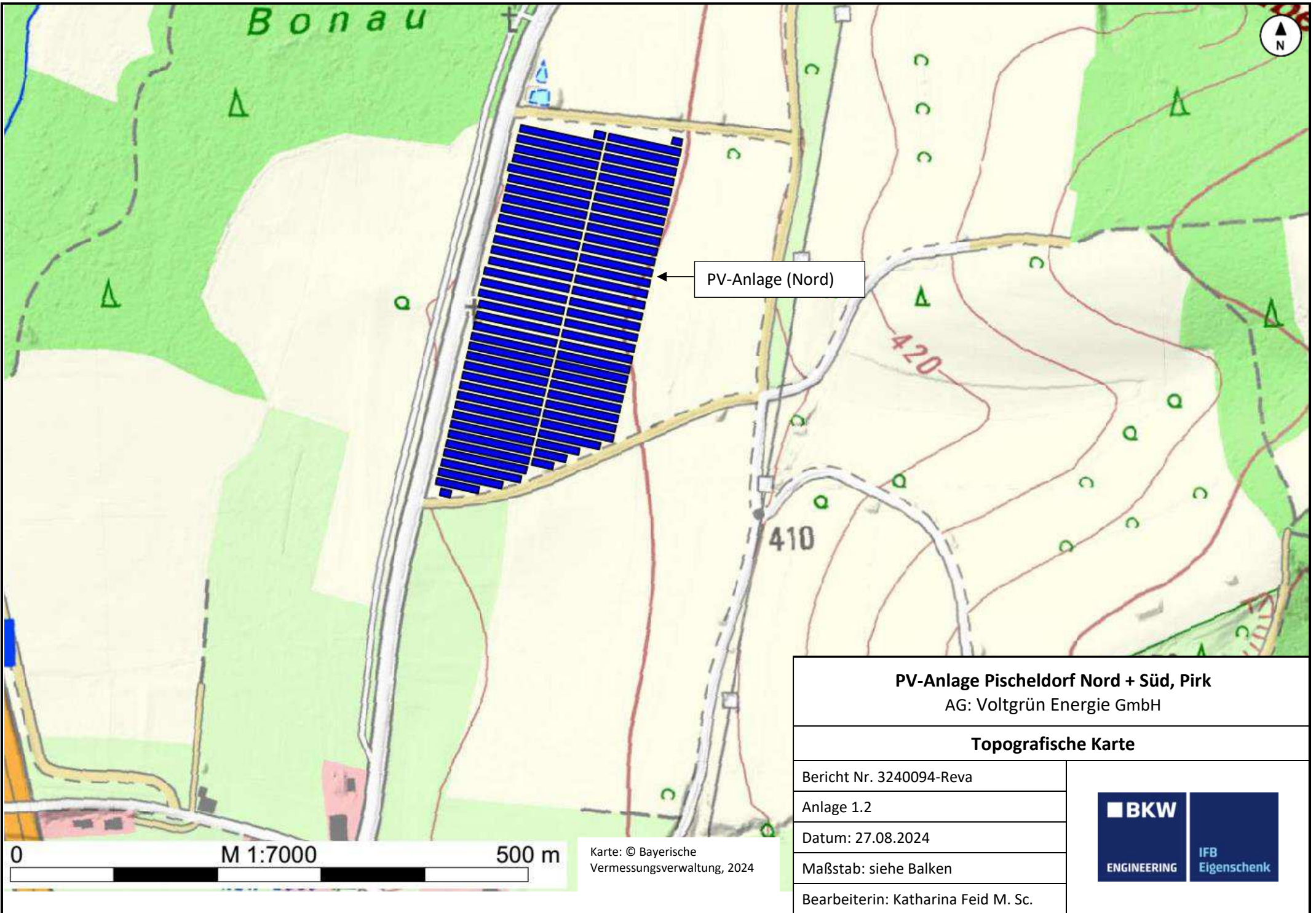
Anlage 1.1

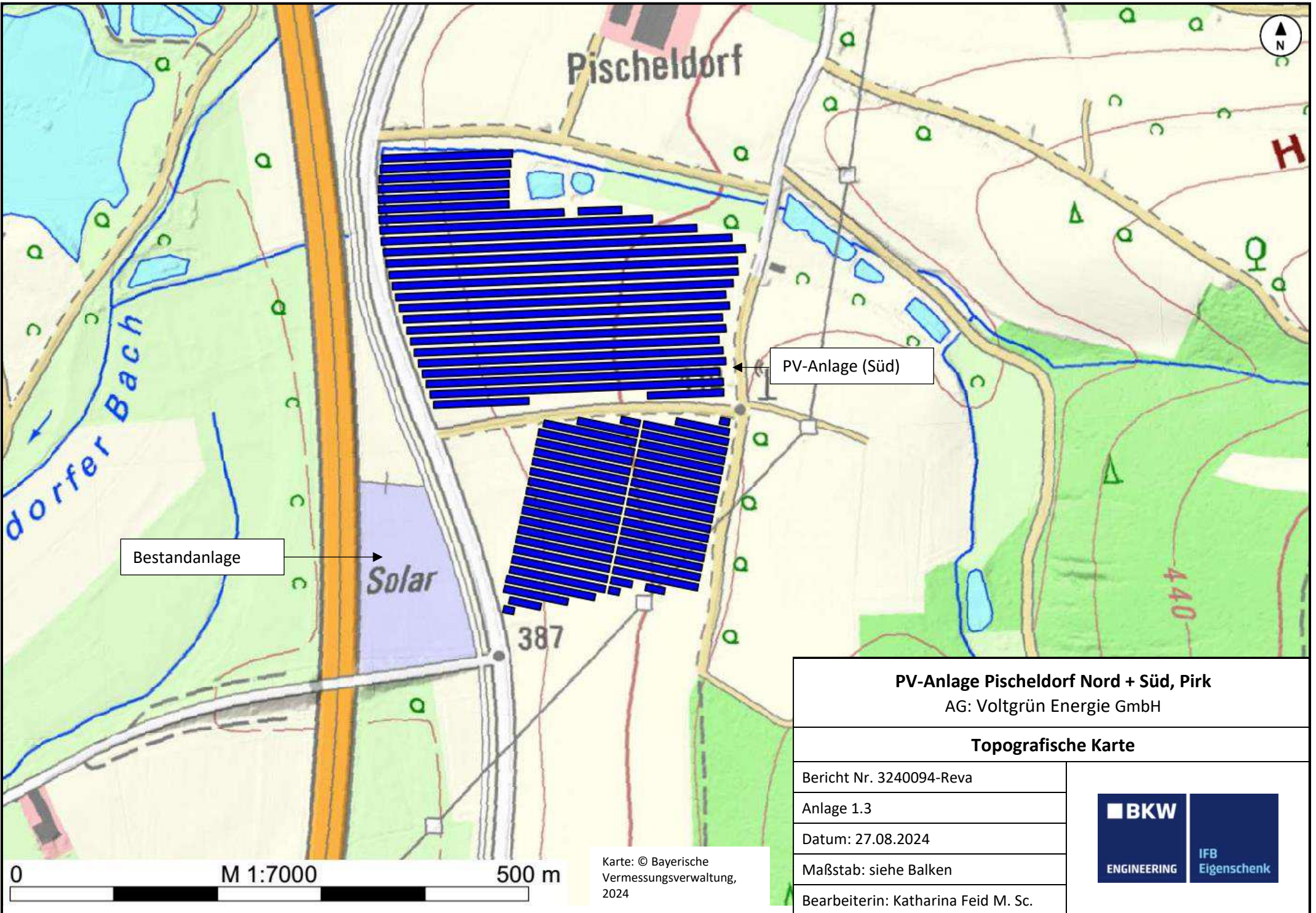
Datum: 27.08.2024

Maßstab: siehe Balken

Bearbeiterin: Katharina Feid M. Sc.







Pischeldorf

dorfer Bach

Bestandanlage

Solar

387

PV-Anlage (Süd)

PV-Anlage Pischeldorf Nord + Süd, Pirk

AG: Voltgrün Energie GmbH

Topografische Karte

Bericht Nr. 3240094-Reva

Anlage 1.3

Datum: 27.08.2024

Maßstab: siehe Balken

Bearbeiterin: Katharina Feid M. Sc.



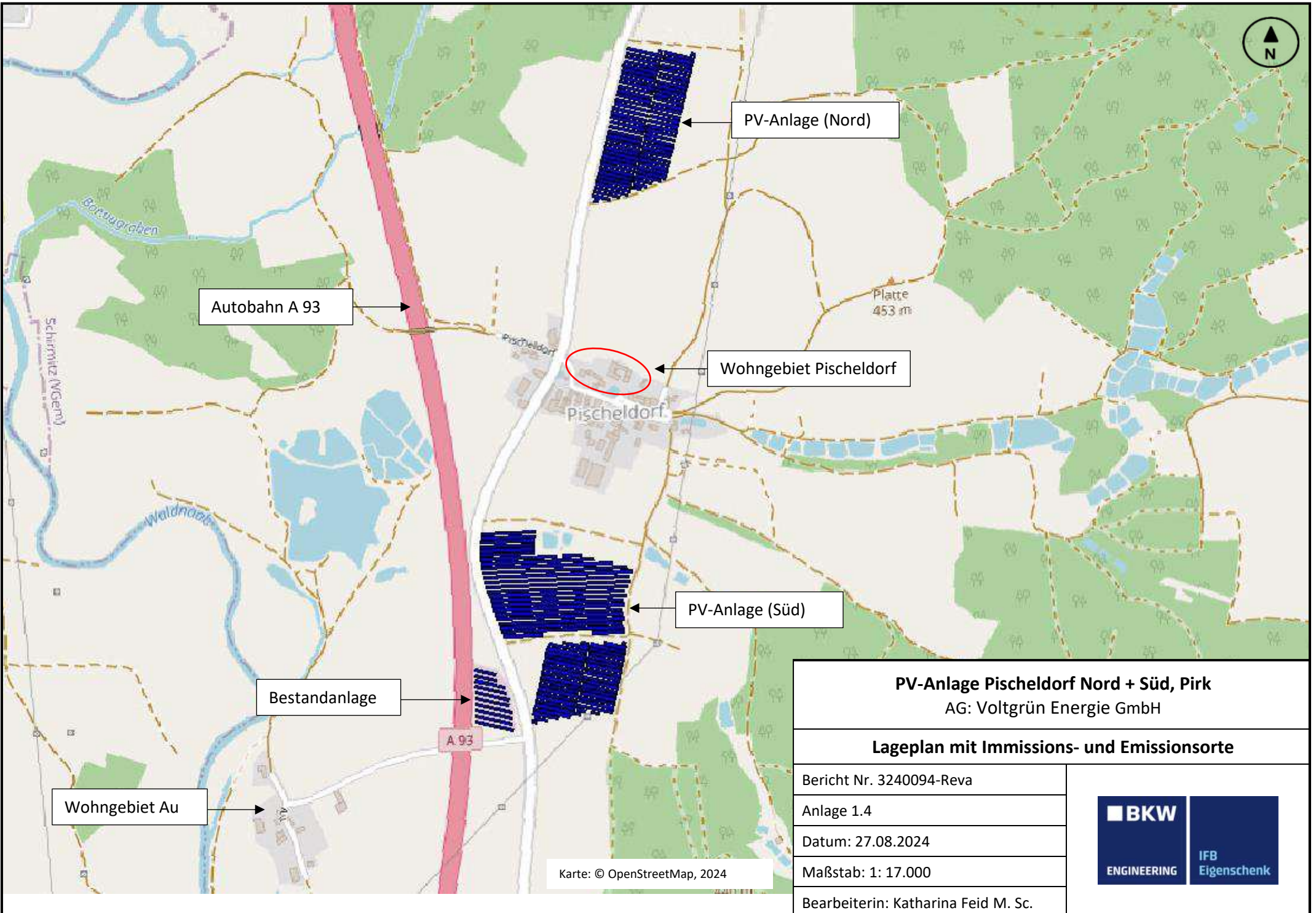
Karte: © Bayerische Vermessungsverwaltung, 2024

M 1:7000

500 m

0





PV-Anlage Pischeldorf Nord + Süd, Pirk
 AG: Voltgrün Energie GmbH

Lageplan mit Immissions- und Emissionsorte

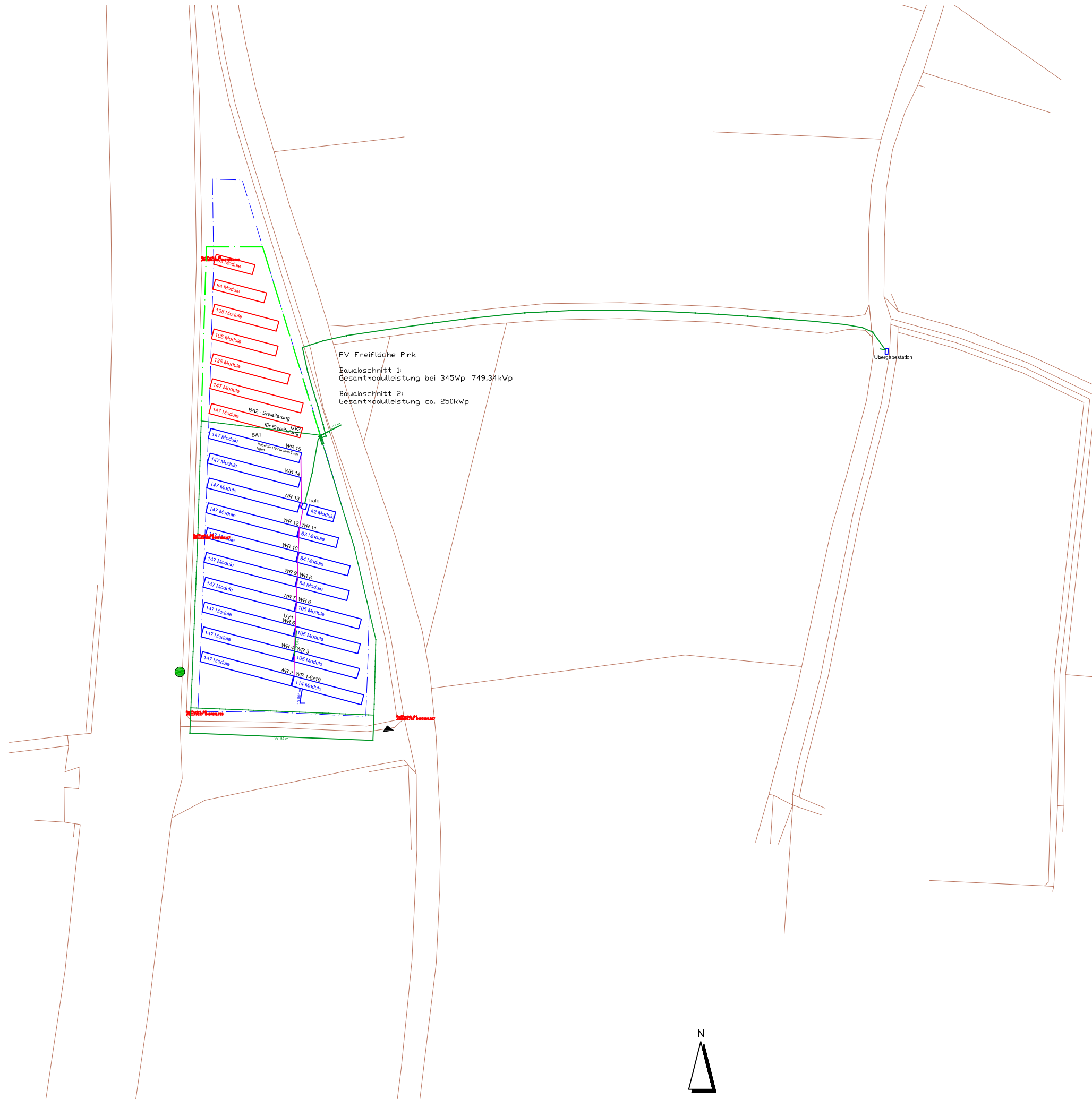
Bericht Nr. 3240094-Reva
Anlage 1.4
Datum: 27.08.2024
Maßstab: 1: 17.000
Bearbeiterin: Katharina Feid M. Sc.



Karte: © OpenStreetMap, 2024



Bestandsplan Photovoltaikanlage Pirk - Labellageplan



PROJEKT: **"SONDERGEBIET FREIFLÄCHEN - PHOTOVOLTAIKANLAGE PISCHELDORF, FLUR-NR. 2622, GEMARKUNG PIRK"**

- LEGENDE:
- Stationsgebäude
 - Kabeltrasse (Kabeltiefe 1,1m)
 - Modultische realisiert
 - Modultische in Planung

GEMEINDE PIRK - VG SCHIRMITZ
 HAUPTSTRASSE 12
 92718 SCHIRMITZ

VORHABENSTRÄGER: VOLTGRÜN SOLAR GMBH & CO.KG
 ST. KASSIANS-PLATZ 6
 93047 REGENSBURG

PLANINHALT: **Bestandsplan Photovoltaikanlage Pirk**

PLAN-NR.:
 MASSSTAB: 1 : 1000
 DATUM: 20.11.2019
 GEÄNDERT:
 BEARBEITET:
 GEZEICHNET:
 UNTERSCHRIFT:




PV-Anlage Pischeldorf Nord + Süd, Pirk

IFB Eigenschenk GmbH
Katharina Feid M. Sc.












PV-Anlage
Pischeldorf Nord + Süd,
Pirk

Auftrag Nr. 3240094-Reva

Legende

-  Immissionspunkt
-  Solarmodul
-  Reflexionsstrahlen

gesamte Blenddauer T Blend min

-  >.-35
-  >35-40
-  >40-45
-  >45-50
-  >50-55
-  >55-60
-  >60-65
-  >65-70
-  >70-75
-  >75-80
-  >80-..

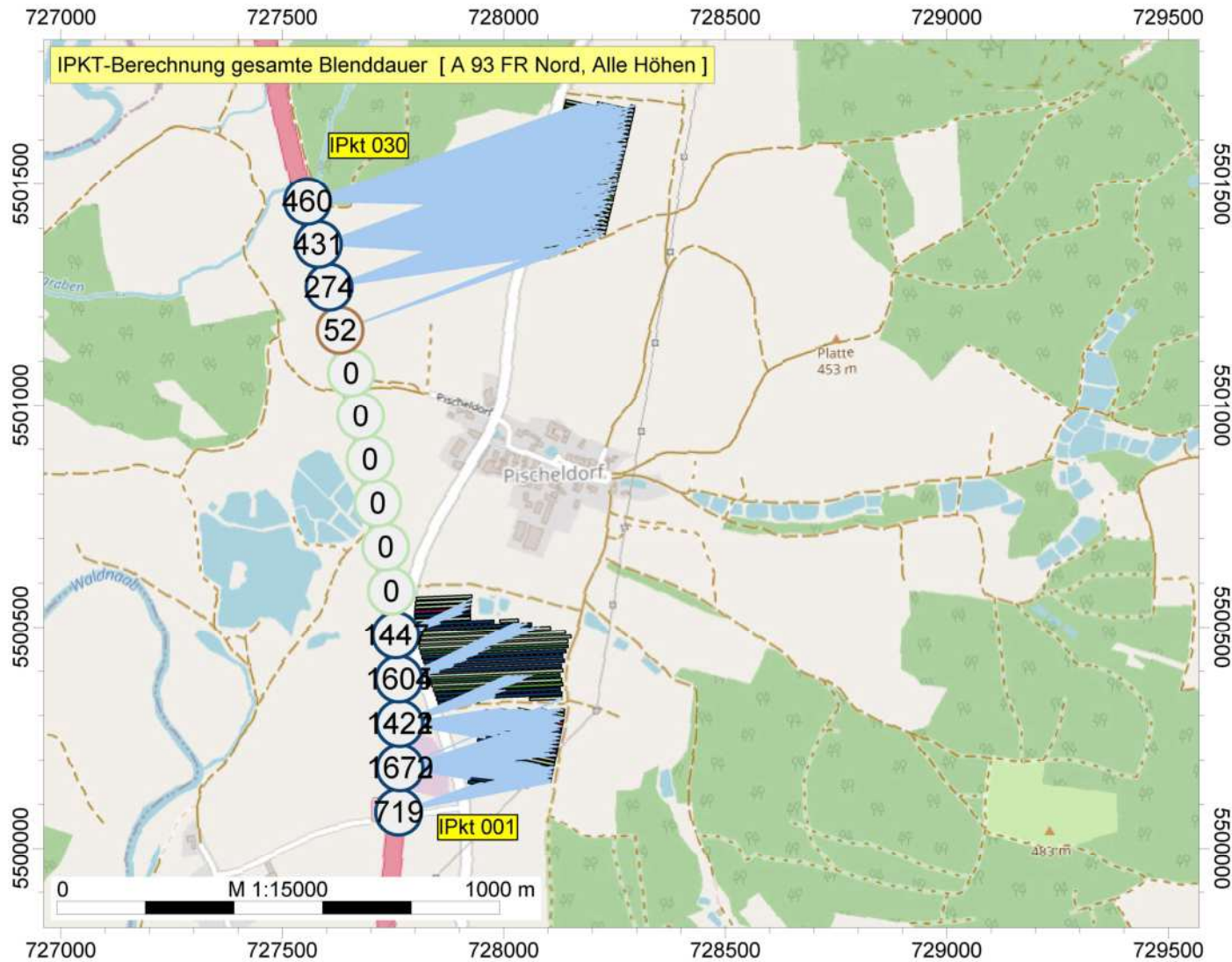


BKW

ENGINEERING



IFB
Eigenschenk






PV-Anlage Pischeldorf Nord + Süd, Pirk

IFB Eigenschenk GmbH
Katharina Feid M. Sc.












PV-Anlage
Pischeldorf Nord + Süd,
Pirk

Auftrag Nr. 3240094-Reva

Legende

-  Immissionspunkt
-  Solarmodul
-  Reflexionsstrahlen

gesamte Blenddauer T Blend min

-  >.-35
-  >35-40
-  >40-45
-  >45-50
-  >50-55
-  >55-60
-  >60-65
-  >65-70
-  >70-75
-  >75-80
-  >80-..

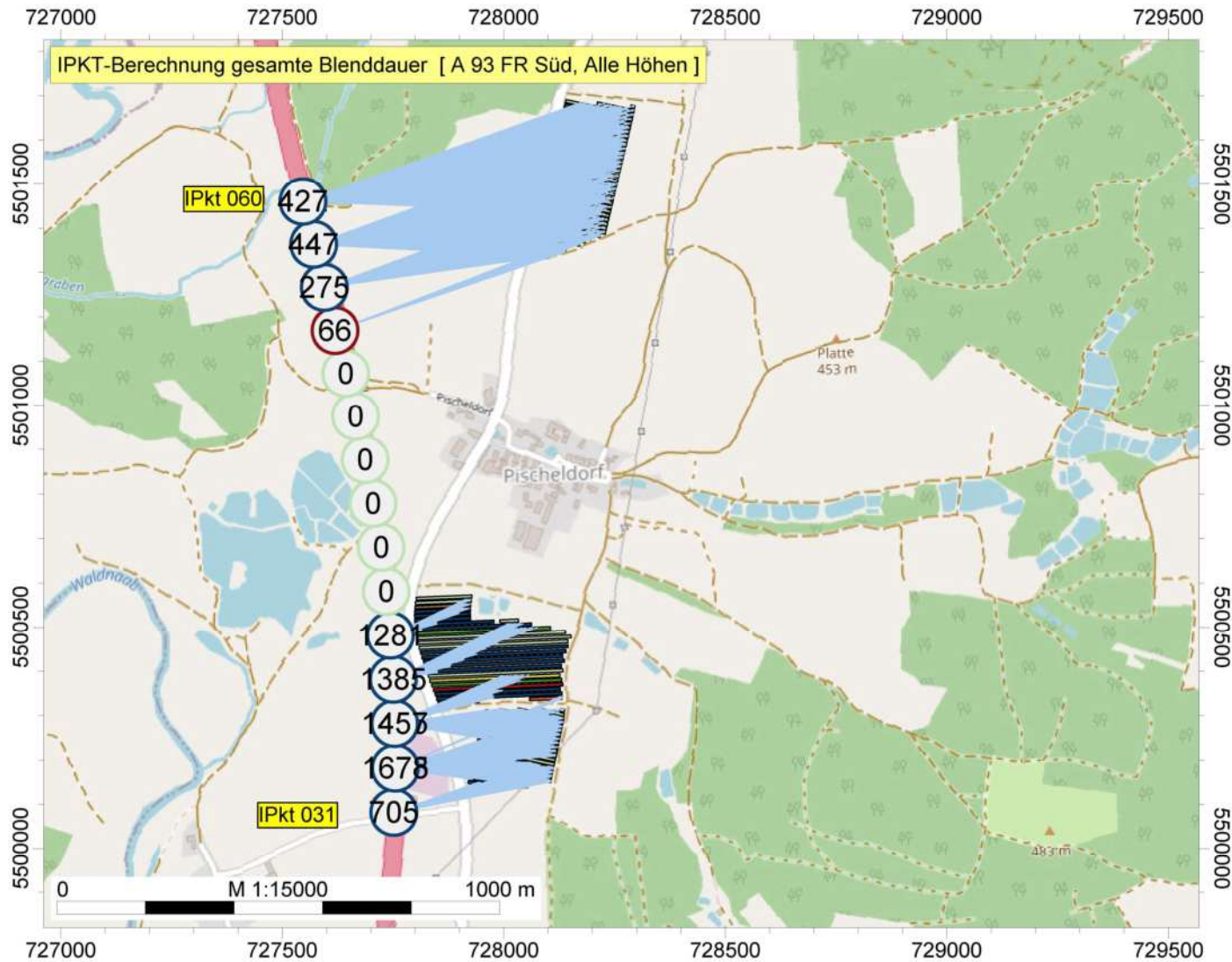


BKW

ENGINEERING



IFB
Eigenschenk



Firma:	IFB Eigenschenk GmbH
Bearbeiter:	Katharina Feid M. Sc.
Projekt:	Pischeldorf Nord + Süd, Pirk

Photovoltaik		Punktberechnung								
Photovoltaik-Berechnung		Punktberechnung								
Autobahn A 93		Einstellung: Kopie von "Referenzeinstellung"								
	Immissionspunkt	Gesamte	Anzahl	Mittlere	Tag max.	Maximale	Erste	Letzte	Tag 1.	Tag letzte
		Blenddauer	Blendtage	Blenddauer	Blendung	Blenddauer	Blendzeit	Blendzeit	Blendung	Blendung
		/min		/min		/min				
IPkt001	A 93 FR Nord 1 H 1Süd	689	81	9	24.05.	12	07:21	08:01	11.05.	30.07.
IPkt002	A 93 FR Nord 1 H 2Süd	719	79	9	18.07.	14	07:23	08:03	13.05.	30.07.
IPkt003	A 93 FR Nord 2 H 1Süd	1489	181	8	16.06.	13	06:57	08:22	23.03.	19.09.
IPkt004	A 93 FR Nord 2 H 2Süd	1672	188	9	03.04.	14	06:58	08:23	18.03.	26.09.
IPkt005	A 93 FR Nord 3 H 1Süd	1204	179	7	12.04.	10	06:50	08:18	21.03.	21.09.
IPkt006	A 93 FR Nord 3 H 2Süd	1422	197	7	13.04.	11	06:52	08:21	15.03.	27.09.
IPkt007	A 93 FR Nord 4 H 1Süd	1015	122	8	06.06.	12	06:38	07:21	21.04.	20.08.
IPkt008	A 93 FR Nord 4 H 2Süd	1604	152	11	09.06.	18	06:39	07:41	03.04.	08.09.
IPkt009	A 93 FR Nord 5 H 1Süd	881	118	7	04.06.	12	06:43	07:14	23.04.	18.08.
IPkt010	A 93 FR Nord 5 H 2Süd	1447	131	11	18.06.	17	06:45	07:22	17.04.	25.08.
IPkt011	A 93 FR Nord 6 H 1Süd	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt012	A 93 FR Nord 6 H 2Süd	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt013	A 93 FR Nord 7 H 1S/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt014	A 93 FR Nord 7 H 2S/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt015	A 93 FR Nord 8 H 1Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt016	A 93 FR Nord 8 H 2Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt017	A 93 FR Nord 9 H 1Nord	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt018	A 93 FR Nord 9 H 2Nord	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt019	A 93 FR Nord 10 H 1Nord	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt020	A 93 FR Nord 10 H 2Nord	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt021	A 93 FR Nord 11 H 1Nord	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt022	A 93 FR Nord 11 H 2Nord	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt023	A 93 FR Nord 12 H 1Nord	47	24	2	16.06.	4	07:19	07:31	03.06.	05.07.
IPkt024	A 93 FR Nord 12 H 2Nord	52	28	2	30.06.	4	07:20	07:31	06.06.	07.07.
IPkt025	A 93 FR Nord 13 H 1Nord	261	114	2	26.04.	5	07:21	07:51	26.04.	19.08.
IPkt026	A 93 FR Nord 13 H 2Nord	274	112	2	26.04.	6	07:22	07:52	24.04.	18.08.
IPkt027	A 93 FR Nord 14 H 1Nord	429	157	3	30.05.	7	07:08	07:53	27.03.	12.09.
IPkt028	A 93 FR Nord 14 H 2Nord	431	173	2	10.07.	7	07:01	07:59	26.03.	16.09.
IPkt029	A 93 FR Nord 15 H 1Nord	423	163	3	12.04.	5	07:16	08:02	01.04.	12.09.
IPkt030	A 93 FR Nord 15 H 2Nord	460	163	3	14.05.	6	07:01	08:02	30.03.	12.09.
IPkt031	A 93 FR Süd 1 H 1Süd	668	86	8	21.05.	11	07:22	08:02	09.05.	02.08.
IPkt032	A 93 FR Süd 1 H 2Süd	705	84	8	22.05.	12	07:24	08:03	10.05.	01.08.
IPkt033	A 93 FR Süd 2 H 1Süd	1475	180	8	18.06.	13	06:57	08:22	24.03.	19.09.
IPkt034	A 93 FR Süd 2 H 2Süd	1678	191	9	10.06.	14	06:58	08:23	18.03.	24.09.
IPkt035	A 93 FR Süd 3 H 1Süd	1245	188	7	16.04.	10	06:51	08:19	17.03.	25.09.
IPkt036	A 93 FR Süd 3 H 2Süd	1457	194	8	13.04.	11	06:53	08:21	17.03.	26.09.
IPkt037	A 93 FR Süd 4 H 1Süd	887	126	7	16.05.	11	06:38	07:22	20.04.	23.08.
IPkt038	A 93 FR Süd 4 H 2Süd	1385	132	10	16.05.	15	06:40	07:27	16.04.	25.08.
IPkt039	A 93 FR Süd 5 H 1Süd	814	109	7	22.07.	12	06:43	07:13	28.04.	14.08.
IPkt040	A 93 FR Süd 5 H 2Süd	1281	134	10	20.05.	15	06:45	07:22	15.04.	26.08.
IPkt041	A 93 FR Süd 6 H 1Süd	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt042	A 93 FR Süd 6 H 2Süd	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt043	A 93 FR Süd 7 H 1S/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt044	A 93 FR Süd 7 H 2S/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt045	A 93 FR Süd 8 H 1Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt046	A 93 FR Süd 8 H 2Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt047	A 93 FR Süd 9 H 1Nord	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt048	A 93 FR Süd 9 H 2Nord	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt049	A 93 FR Süd 10 H 1Nord	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt050	A 93 FR Süd 10 H 2Nord	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt051	A 93 FR Süd 11 H 1Nord	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt052	A 93 FR Süd 11 H 2Nord	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt053	A 93 FR Süd 12 H 1Nord	73	34	2	15.06.	4	07:19	07:32	01.06.	11.07.
IPkt054	A 93 FR Süd 12 H 2Nord	66	31	2	17.06.	4	07:20	07:32	04.06.	08.07.
IPkt055	A 93 FR Süd 13 H 1Nord	284	115	2	16.08.	6	07:21	07:52	25.04.	19.08.
IPkt056	A 93 FR Süd 13 H 2Nord	275	115	2	26.04.	6	07:22	07:52	23.04.	18.08.
IPkt057	A 93 FR Süd 14 H 1Nord	426	160	3	08.07.	7	07:04	07:58	27.03.	15.09.

Firma:	IFB Eigenschenk GmbH									
Bearbeiter:	Katharina Feid M. Sc.									
Projekt:	Pischeldorf Nord + Süd, Pirk									

IPkt058	A 93 FR Süd 14 H 2Nord	447	171	3	02.05.	6	07:01	07:57	27.03.	15.09.
IPkt059	A 93 FR Süd 15 H 1Nord	412	165	2	13.05.	6	07:01	08:02	30.03.	12.09.
IPkt060	A 93 FR Süd 15 H 2Nord	427	168	3	19.05.	6	07:01	08:02	28.03.	15.09.

PV-Anlage Pischeldorf Nord + Süd, Pirk

IFB Eigenschenk GmbH
Katharina Feid M. Sc.












PV-Anlage
Pischeldorf Nord + Süd,
Pirk

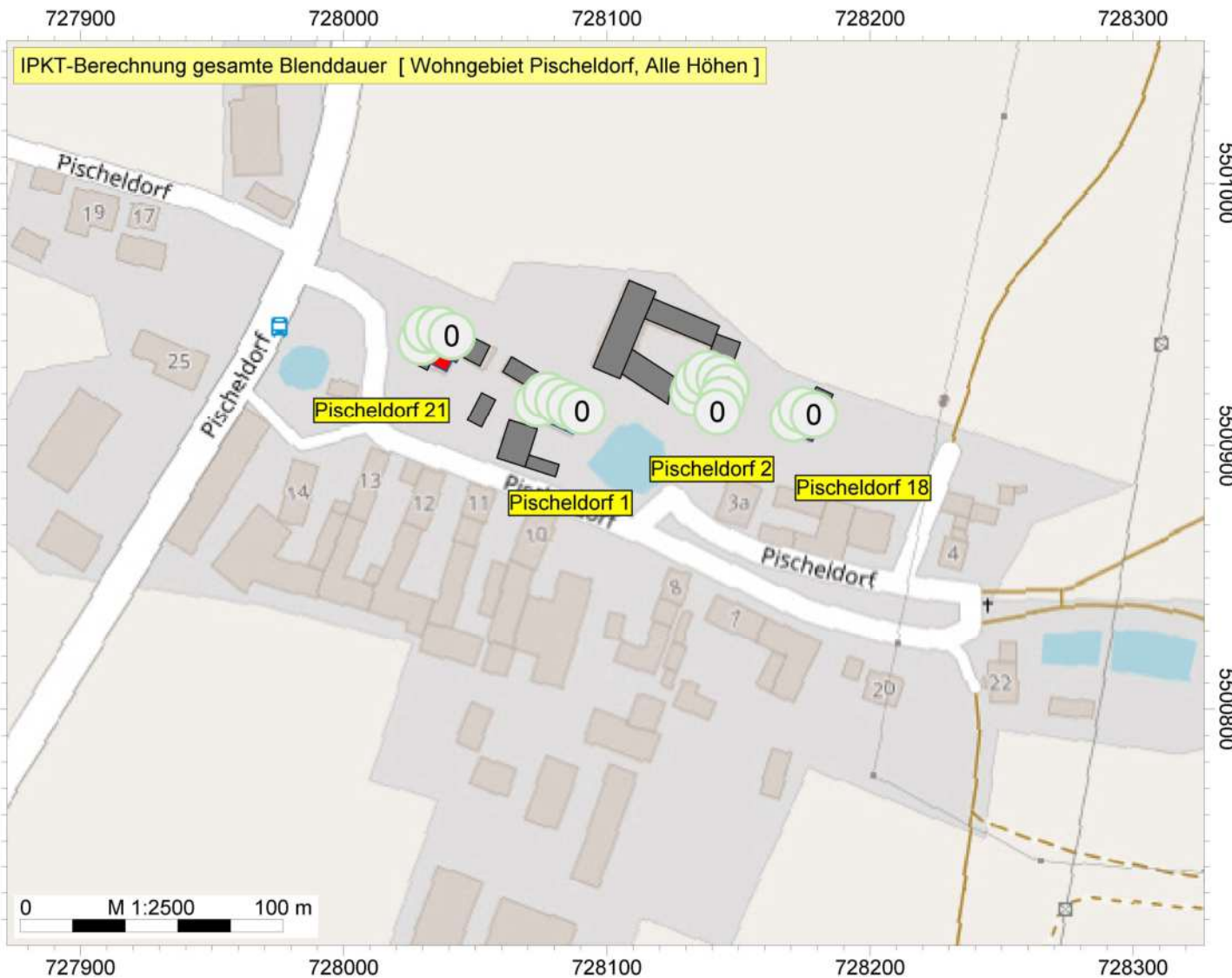
Auftrag Nr. 3240094-Reva

Legende

-  Immissionspunkt
-  Wohngebäude
-  Nebengebäude
-  Solarmodul

gesamte Blenddauer
T Blend
min

-  >.-35
-  >35-40
-  >40-45
-  >45-50
-  >50-55
-  >55-60
-  >60-65
-  >65-70
-  >70-75
-  >75-80
-  >80-..





ENGINEERING



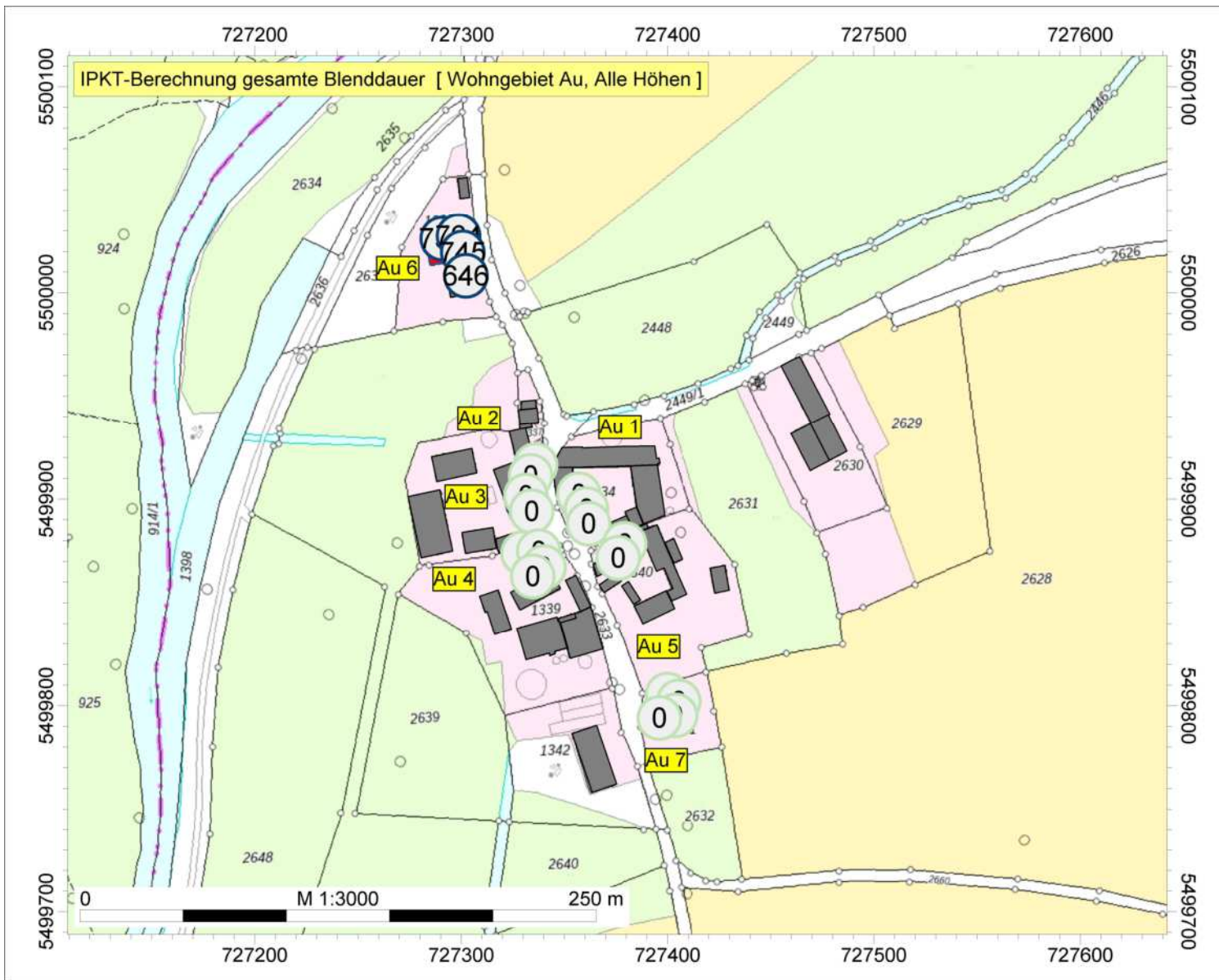
Firma:	IFB Eigenschenk GmbH
Bearbeiter:	Katharina Feid M. Sc.
Projekt:	Pischeldorf Nord + Süd, Pirk

Photovoltaik		Punktberechnung									
Photovoltaik-Berechnung		Punktberechnung									
Wohngebiet Pischeldorf		Einstellung: Kopie von "Referenzeinstellung"									
	Immissionspunkt	Gesamte	Anzahl	Mittlere	Tag max.	Maximale	Erste	Letzte	Tag 1.	Tag letzte	
		Blenddauer	Blendtage	Blenddauer	Blendung	Blenddauer	Blendzeit	Blendzeit	Blendung	Blendung	
		/min		/min		/min					
IPkt061	Pischeldorf 21 1 EG N/W	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt062	Pischeldorf 21 1 OG1N/W	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt063	Pischeldorf 21 1 OG2N/W	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt064	Pischeldorf 21 1 OG3N/W	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt065	Pischeldorf 21 2 EG N/W	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt066	Pischeldorf 21 2 OG1N/W	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt067	Pischeldorf 21 2 OG2N/W	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt068	Pischeldorf 21 2 OG3N/W	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt069	Pischeldorf 21 3 EG N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt070	Pischeldorf 21 3 OG1N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt071	Pischeldorf 21 3 OG2N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt072	Pischeldorf 21 3 OG3N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt073	Pischeldorf 21 4 EG N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt074	Pischeldorf 21 4 OG1N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt075	Pischeldorf 21 4 OG2N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt076	Pischeldorf 21 4 OG3N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt077	Pischeldorf 1 1 EG N/W	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt078	Pischeldorf 1 1 OG1N/W	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt079	Pischeldorf 1 1 OG2N/W	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt080	Pischeldorf 1 1 OG3N/W	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt081	Pischeldorf 1 2 EG N/W	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt082	Pischeldorf 1 2 OG1N/W	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt083	Pischeldorf 1 2 OG2N/W	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt084	Pischeldorf 1 2 OG3N/W	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt085	Pischeldorf 1 3 EG N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt086	Pischeldorf 1 3 OG1N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt087	Pischeldorf 1 3 OG2N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt088	Pischeldorf 1 3 OG3N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt089	Pischeldorf 1 4 EG N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt090	Pischeldorf 1 4 OG1N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt091	Pischeldorf 1 4 OG2N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt092	Pischeldorf 1 4 OG3N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt093	Pischeldorf 1 5 EG N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt094	Pischeldorf 1 5 OG1N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt095	Pischeldorf 1 5 OG2N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt096	Pischeldorf 1 5 OG3N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt097	Pischeldorf 2 1 EG West	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt098	Pischeldorf 2 1 OG1West	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt099	Pischeldorf 2 1 OG2West	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt100	Pischeldorf 2 2 EG West	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt101	Pischeldorf 2 2 OG1West	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt102	Pischeldorf 2 2 OG2West	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt103	Pischeldorf 2 3 EG Nord	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt104	Pischeldorf 2 3 OG1Nord	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt105	Pischeldorf 2 3 OG2Nord	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt106	Pischeldorf 2 4 EG Nord	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt107	Pischeldorf 2 4 OG1Nord	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt108	Pischeldorf 2 4 OG2Nord	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt109	Pischeldorf 2 5 EG Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt110	Pischeldorf 2 5 OG1Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt111	Pischeldorf 2 5 OG2Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt112	Pischeldorf 2 6 EG Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt113	Pischeldorf 2 6 OG1Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt114	Pischeldorf 2 6 OG2Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt115	Pischeldorf 2 7 EG Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt116	Pischeldorf 2 7 OG1Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-	
IPkt117	Pischeldorf 2 7 OG2Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-	

Firma:	IFB Eigenschenk GmbH
Bearbeiter:	Katharina Feid M. Sc.
Projekt:	Pischeldorf Nord + Süd, Pirk

IPkt118	Pischeldorf 18 1 EG N/W	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt119	Pischeldorf 18 1 OG1N/W	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt120	Pischeldorf 18 1 OG2N/W	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt121	Pischeldorf 18 2 EG N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt122	Pischeldorf 18 2 OG1N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt123	Pischeldorf 18 2 OG2N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt124	Pischeldorf 18 3 EG N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt125	Pischeldorf 18 3 OG1N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt126	Pischeldorf 18 3 OG2N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-

PV-Anlage Pischeldorf Nord + Süd, Pirk



IFB Eigenschenk GmbH
Katharina Feid M. Sc.

PV-Anlage
Pischeldorf Nord + Süd,
Pirk

Auftrag Nr. 3240094-Reva

Legende

- Immissionspunkt
- Wohngebäude
- Nebengebäude
- Solarmodul

gesamte Blenddauer T Blend min

- >.-35
- >35-40
- >40-45
- >45-50
- >50-55
- >55-60
- >60-65
- >65-70
- >70-75
- >75-80
- >80-..

BKW

ENGINEERING

**IFB
Eigenschenk**

Firma:	IFB Eigenschenk GmbH
Bearbeiter:	Katharina Feid M. Sc.
Projekt:	Pischeldorf Nord + Süd, Pirk

Photovoltaik		Punktberechnung								
Photovoltaik-Berechnung		Punktberechnung								
Wohngebiet Au		Einstellung: Kopie von "Referenzeinstellung"								
	Immissionspunkt	Gesamte	Anzahl	Mittlere	Tag max.	Maximale	Erste	Letzte	Tag 1.	Tag letzte
		Blenddauer	Blendtage	Blenddauer	Blendung	Blenddauer	Blendzeit	Blendzeit	Blendung	Blendung
		/min		/min		/min				
IPkt127	Au 1 1 EG Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt128	Au 1 1 OG1Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt129	Au 1 1 OG2Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt130	Au 1 2 EG Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt131	Au 1 2 OG1Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt132	Au 1 2 OG2Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt133	Au 1 3 EG S/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt134	Au 1 3 OG1S/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt135	Au 1 3 OG2S/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt136	Au 2 1 EG Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt137	Au 2 1 OG1Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt138	Au 2 1 EG S/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt139	Au 2 1 OG1S/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt140	Au 3 1 EG Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt141	Au 3 1 OG1Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt142	Au 3 1 OG2Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt143	Au 3 2 EG Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt144	Au 3 2 OG1Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt145	Au 3 2 OG2Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt146	Au 4 1 EG Nord	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt147	Au 4 1 OG1Nord	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt148	Au 4 1 OG2Nord	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt149	Au 4 1 OG3Nord	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt150	Au 4 2 EG N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt151	Au 4 2 OG1N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt152	Au 4 2 OG2N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt153	Au 4 2 OG3N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt154	Au 4 3 EG Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt155	Au 4 3 OG1Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt156	Au 4 3 OG2Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt157	Au 4 3 OG3Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt158	Au 4 4 EG Süd	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt159	Au 4 4 OG1Süd	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt160	Au 4 4 OG2Süd	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt161	Au 4 4 OG3Süd	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt162	Au 5 1 EG Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt163	Au 5 1 OG1Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt164	Au 5 1 OG2Ost	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt165	Au 5 1 EG S/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt166	Au 5 1 OG1S/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt167	Au 5 1 OG2S/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt168	Au 6 1 EG Nord	722	124	6	31.05.	11	06:57	08:12	20.04.	21.08.
IPkt169	Au 6 1 OG1Nord	755	124	6	01.06.	11	06:57	08:13	20.04.	21.08.
IPkt170	Au 6 2 EG Nord	731	124	6	11.06.	11	06:56	08:12	20.04.	21.08.
IPkt171	Au 6 2 OG1Nord	764	124	6	02.06.	13	06:57	08:13	20.04.	21.08.
IPkt172	Au 6 3 EG N/O	704	118	6	06.06.	11	06:56	08:11	23.04.	18.08.
IPkt173	Au 6 3 OG1N/O	745	118	6	07.06.	11	06:57	08:13	23.04.	18.08.
IPkt174	Au 6 1 EG S/O	590	111	5	30.06.	11	06:57	08:11	27.04.	15.08.
IPkt175	Au 6 1 OG1S/O	646	112	6	18.06.	11	07:05	08:12	26.04.	15.08.
IPkt176	Au 7 1 EG Nord	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt177	Au 7 1 OG1Nord	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt178	Au 7 2 EG N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt179	Au 7 2 OG1N/O	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt180	Au 7 3 EG Süd	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt181	Au 7 3 OG1Süd	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt182	Au 7 4 EG Süd	0	0	0	-	0	-	-	-	-
IPkt183	Au 7 4 OG1Süd	0	0	0	-	0	-	-	-	-



[Dipl.-Ing. \(FH\) Marco Wilke | Mathias Röper, M. Eng. | Dr.-Ing. Stefan Bofinger | Max Krug, St. g. Techniker](#)

SONNWINN

Netzwerk unabhängiger Gutachter für Photovoltaik und Stromspeicher

BLENDGUTACHTEN

PVA PISCHELDORF

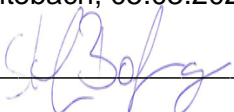
VERSION 1.0

Erstellt:

Sachverständiger für Photovoltaik
Dr.-Ing. Stefan Bofinger

Holunderstraße 15
37284 Waldkappel-Rechtebach
+49 (0) 151 64957433
stefan.bofinger@sonnwinn.de
www.sonnwinn.de

Rechtebach, 05.03.2024



Revisionstabelle

Version	Änderung	Datum	Name
1.0	Erste Fassung	05.03.2025	Dr.-Ing. Stefan Bofinger

Das Gutachten ist nur in seiner aktuellen Fassung gültig.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
1.1	Fragestellung.....	3
1.2	Haftungsausschluss	3
1.3	Datengrundlage	3
1.4	Übersicht der angewendeten Methodiken	4
2	Anlagenbeschreibung	5
3	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	7
4	Grundlagen.....	8
4.1	Blendwirkung von Modulen	8
4.2	Berechnung von Reflexionen	10
4.3	Verwendete Software, Annahmen und Limitationen	10
5	Blendwirkungen auf Gebäude	11
5.1	Auswertungsmethodik.....	11
5.2	Schutzwürdige Räume in der Umgebung der PVA	12
5.3	Observationspunkte	12
6	Blendwirkungen auf Verkehrswege	13
6.1	Auswertungsmethodik.....	13
6.2	Relevante Verkehrswege	15
6.3	Observationspunkte	16
6.4	Ergebnisse.....	17
7	Diskussion der Ergebnisse	18
7.1	Gebäude.....	18
7.2	Straßen.....	18
8	Literaturverzeichnis	19
9	Annahmen und Limitationen von SGHAT	20

1 Einleitung

Dr.-Ing. Stefan Bofinger, Sachverständiger für Photovoltaik und Mitglied im Sonnwinntzwerk, wurde beauftragt, die möglichen Blendwirkungen folgender Photovoltaikanlage (PVA) zu untersuchen und zu bewerten:

Tabelle 1: Projektübersicht

Auftraggeber	Voltgrün Energie GmbH St.-Kassians-Platz 6 93047 Regensburg
Projektname	PVA Pischeldorf
Adresse	Pischeldorf, 92712 Pirk
Stand der Projektierung	<input type="checkbox"/> Bestand <input type="checkbox"/> Im Bau <input checked="" type="checkbox"/> Planung

1.1 Fragestellung

Es stellt sich die Frage, ob die Solarmodule der geplanten Photovoltaikanlage Sonnenlicht so reflektieren, dass erhebliche Belästigungen bzw. Beeinträchtigungen für folgende Immissionsorte auftreten können:

- Schutzwürdige Räume (z. B. Wohnräume)
- Straßenverkehr

Dieses Gutachten dient der Beantwortung dieser Frage und stellt dar, ob und mit welcher Häufigkeit belästigende bzw. beeinträchtigende Blendwirkungen auftreten können. Zudem werden die Ergebnisse bewertet.

1.2 Haftungsausschluss

Dieser Bericht wurde ausschließlich für den Gebrauch des Auftraggebers und in dessen Auftrag erstellt. Die Berechnungen und Auswertungen erfolgten nach bestem Wissen und Gewissen. Trotz sorgfältiger Durchführung können Fehler oder Irrtümer nicht vollständig ausgeschlossen werden. Für Folgeschäden, die aus der Nutzung des Gutachtens resultieren, wird keine Haftung übernommen. Die Haftung für Schadensersatz bei grober Fahrlässigkeit oder Vorsatz bleibt unberührt. Bei Weitergabe des Gutachtens an Dritte darf dieses weder verändert noch bearbeitet werden. Eine Haftung gegenüber Dritten, die sich den Inhalt dieses Gutachtens zunutze machen, ist grundsätzlich ausgeschlossen.

1.3 Datengrundlage

Tabelle 2: Verwendete Daten/Informationen und ihre Quellen

Information/Daten	Quelle
Angaben zur geplanten PVA	Auftraggeber
Umliegende Vegetation	Google Earth Pro, OpenStreetMap
Umliegende Bebauung	
Höhendaten (DGM1)	OpenData Bayern

1.4 Übersicht der angewendeten Methodiken

Die Auswertung der Blendwirkungen auf die Immissionsorte wurde entsprechend folgender Tabelle durchgeführt.

Tabelle 3: Methodiken

Immissionsort	Methodik
Schutzbedürftige Räume (Wohnräume, Büros etc.)	Gemäß dem Leitfaden der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI-Leitfaden) [1]
Verkehrswege	Eigene Auswertungsmethodik (siehe Kapitel 6)

2 Anlagenbeschreibung

Die geplante PVA besteht aus zwei PV-Flächen.

Tabelle 4: Relevante Anlagenparameter

Parameter	Angabe/Wert
Geokoordinaten (Breite, Länge)	49.62263°N, 12.15877°O
Art der Anlage	Freiflächenanlage
Modultyp	Si-kristallines Modul mit Antireflexbeschichtung
Aufständigung	1-achsig nachgeführt mit Backtracking
PV-Fläche	ca. 8 ha
Nennleistung (DC)	ca. 8 MWp
Modulausrichtung (Azimut)	ca. 190° (Norden = 0°)
Modulneigung	nachgeführt
Höhe Modulunterkante	0,5 m
Höhe Moduloberkante	2,5 m



Abbildung 1: Grundriss der PV-Flächen - Quelle Satellitenbild: Google Earth Pro

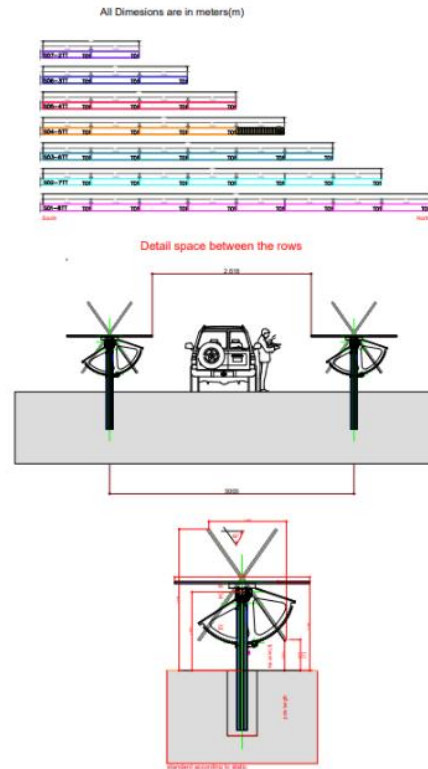
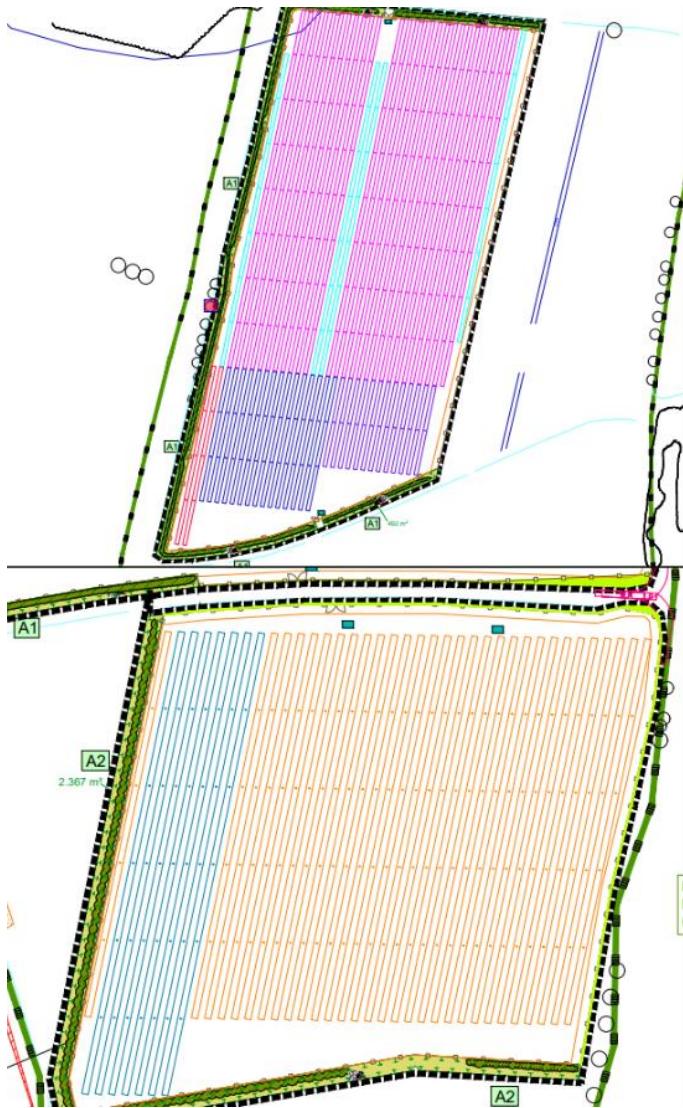


Abbildung 2: Belegungsplan - Quelle: Auftraggeber

3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Insgesamt tritt bei nachgeführten Anlagen weniger Blendwirkung auf wie bei festaufgeständerten.

Im relevanten Umfeld (100 m Radius) der Photovoltaikanlage wurden keine schutzwürdigen Gebäude (Wohngebäude und Bürogebäude) gefunden. Damit werden die Grenzwerte des LAI-Leitfadens eingehalten. Die Ortschaft Au bleibt frei von Blendungen. Auch hier werden die Grenzwerte eingehalten.

Im Umfeld der Photovoltaikanlage wurden als relevante Verkehrswege die Bundesautobahn A 93 und Straße Au nach Pirk über Pischeldorf, im Weiteren Straße 1, identifiziert.

Das zentrale Sichtfeld innerhalb der Erheblichkeitsgrenzen bleibt aus geometrischen Gründen frei von störenden Blendwirkungen. Ein Blendschutz ist nicht notwendig.

Aus blendschutztechnischer Sicht integriert sich die Anlage gut in die Umgebung. Ein zusätzlicher technischer Blendschutz ist nicht notwendig.

4 Grundlagen

4.1 Blendwirkung von Modulen

Ein PV-Modul setzt sich aus zahlreichen Solarzellen zusammen, die Sonnenlicht in elektrische Energie umwandeln. Um Stabilität zu gewährleisten und vor Witterungseinflüssen zu schützen, sind die Solarzellen normalerweise hinter einer Glasscheibe (Modulglas) angebracht. Das Modulglas ist maßgeblich für mögliche Blendwirkungen verantwortlich. Da die erzeugte elektrische Energie in direktem Verhältnis zur Intensität der Sonneneinstrahlung auf die Solarzellen steht, bemühen sich Modulhersteller, Reflexionen am Modulglas zu reduzieren – je weniger Reflexionen, desto höher der Ertrag. Daher verfügt das Modulglas typischerweise über eine spezielle Oberflächentexturierung und eine sogenannte Antireflexschicht. Beide Elemente gewährleisten, dass möglichst viel Licht auf die Solarzellen trifft und Reflexionsverluste minimiert werden [2].

Daher reflektieren Solarmodule bei geringen Einfallswinkeln θ (siehe Abbildung 3) lediglich einen kleinen Teil des Sonnenlichts (etwa 5%). Studien zeigen jedoch, dass trotz Texturierung und Antireflexbeschichtung der Anteil des reflektierten Sonnenlichts mit ansteigendem Einfallswinkel exponentiell zunimmt (siehe Abbildung 4).

Da bereits Reflexionen von weniger als 1% des Sonnenlichts zu einer Absolutblendung führen können [1], müssen demnach Einfallswinkel berücksichtigt werden.

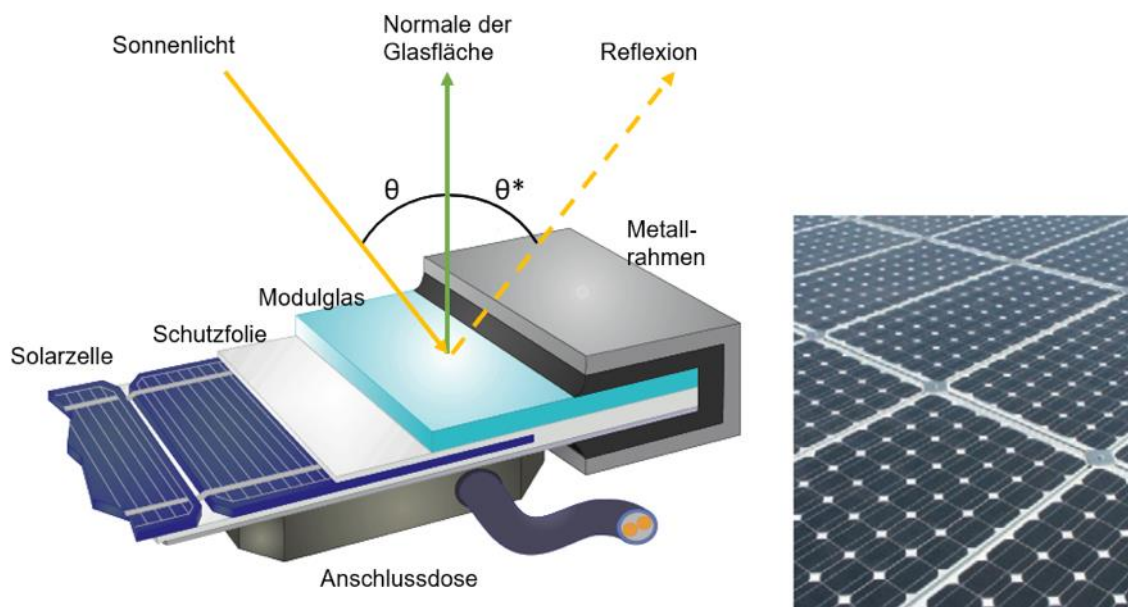


Abbildung 3: Aufbau eines PV-Moduls und Darstellung des Reflexionsgesetzes „Einfallswinkel = Ausfallswinkel“
- Quelle: [3] (modifiziert)

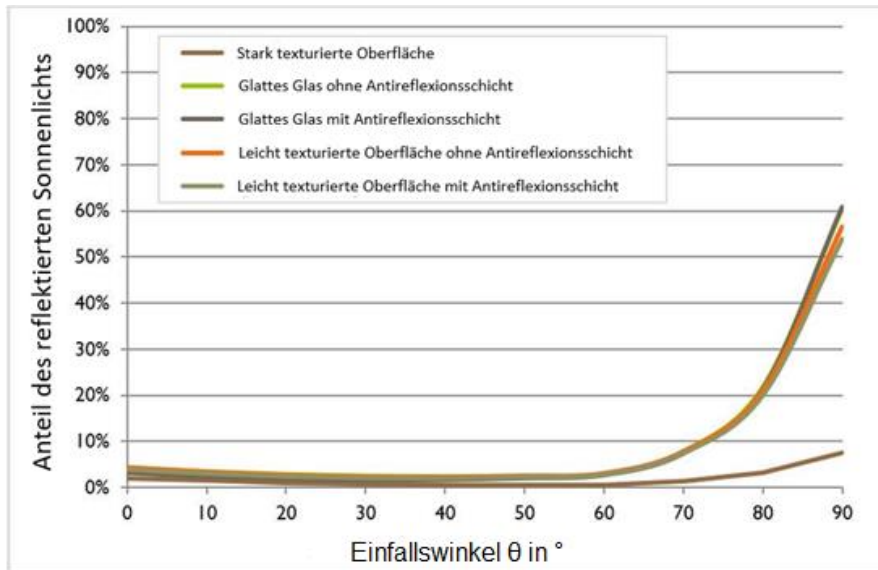


Abbildung 4: Anteil des reflektierten Sonnenlichts in Abhängigkeit zum Einfallswinkel, dargestellt für unterschiedliche Modulglastypeen - Quelle: [4], modifiziert

Die Oberflächentexturierung des Modulglases bewirkt eine weniger intensive, aber diffuse (gestreute) Reflexion des Sonnenlichts, wodurch der Immissionsort der Reflexion vergrößert wird. Daher sind die Intensitäten von Reflexionen an Solarmodulen nicht mit denen an beispielsweise glatten Fensterscheiben vergleichbar, bei denen das Sonnenlicht gerichtet reflektiert wird. Neue PV-Module verfügen in der Regel über eine Antireflexbeschichtung und zumindest eine leicht texturierte Oberfläche. Dies gilt auch für den später verwendeten Modultyp.



Abbildung 5: Veranschaulichung der Reflexion an einem texturierten Modulglas (mitte-links) und einem glatten Modulglas (mitte-rechts) - Quelle Aufnahme: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

4.2 Berechnung von Reflexionen

Reflexionen an PV-Modulen können geometrisch hergeleitet werden. Hierzu werden die Module, die relevanten Immissionsorte und die Sonne in einem gemeinsamen Koordinatensystem modelliert [1]. Der standortbezogene Sonnenverlauf kann für jeden Zeitpunkt im Jahr auf Basis mathematischer Funktionen ermittelt werden [5]. Durch Winkelbeziehungen und Strahlungsgesetze lässt sich nachvollziehen, wo und wann Blendwirkungen auftreten. Die Berücksichtigung von modulglasspezifischen Streuwinkeln und Reflexionskoeffizienten ermöglicht eine noch präzisere Betrachtung [4].

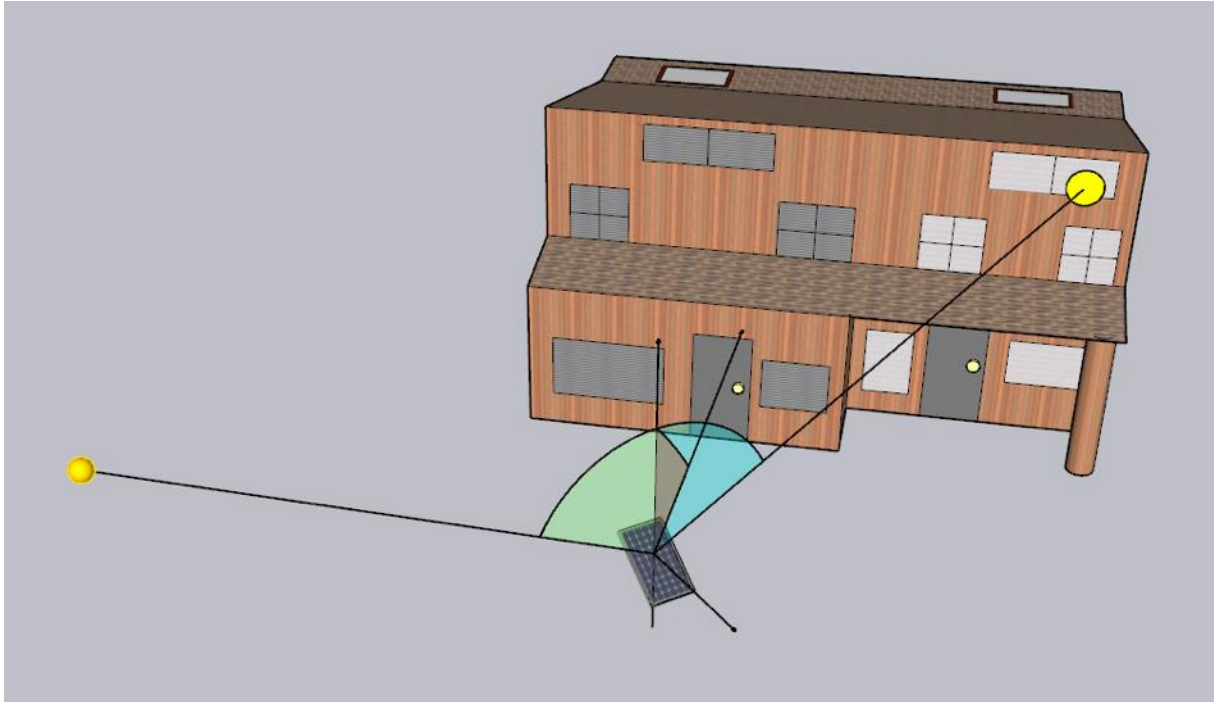


Abbildung 6: Veranschaulichung der geometrischen Herleitung einer Reflexion - Quelle: Eigene Abbildung

4.3 Verwendete Software, Annahmen und Limitationen

Für die Berechnungen der Reflexionen/Blendwirkungen wurde die Software ForgeSolar verwendet. Dabei wurden die Reflexionen/Blendwirkungen der PVA mit einer zeitlichen Auflösung von einer Minute für ein ganzes Jahr berechnet. Die Software basiert auf dem „Solar Glare Hazard Analysis Tool“ (SGHAT) der Sandia National Laboratories. Im Rahmen der Simulation werden die Höhendaten der PV-Fläche sowie der Immissionsorte berücksichtigt. Die Simulation basiert auf der Annahme eines immer klaren Himmels. Demnach wird ein abstrakter Worst-Case betrachtet.

Obwohl ForgeSolar zu den etabliertesten und professionellsten Programmen gehört, um PVA-bedingte Blendwirkungen zu berechnen, kann die Realität nur vereinfacht dargestellt werden. Somit werden die Generatorfelder als Ebenen zusammengefasst, abweichende Modulausrichtungen im Feld (z. B. Modultische, die aufgrund der Topografie eine Neigung entlang der Tischachse besitzen und somit die effektive Ausrichtung der Module beeinflussen) teilweise verloren gehen. Die Limitationen der Software werden nach Möglichkeit durch zusätzliche Berechnungen kompensiert und die Ergebnisse stets validiert. Dennoch können Abweichungen von der späteren Realität nicht ausgeschlossen werden.

Eine weiterführende Auflistung der Annahmen und Einschränkungen bzgl. der Simulation befindet sich in Anhang A.

5 Blendwirkungen auf Gebäude

5.1 Auswertungsmethodik

Die Auswertung der Blendwirkungen auf umliegende Gebäude (inkl. Terrassen und Balkone) basiert auf dem Leitfaden der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [1].

Der LAI-Leitfaden benennt als maßgebliche Immissionsorte schutzbedürftige Räume, sofern sie zu einer der folgenden Kategorien gehören:

- 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
- An relevanten Gebäuden anschließende Außenflächen (z. B. Terrassen und Balkone)

Räume, die keiner dieser Kategorien zuzuordnen sind, wurden im Rahmen des Gutachtens nicht auf Blendwirkungen untersucht.

Gemäß dem LAI-Leitfaden gelten (ca.) 100 Meter als räumlicher Grenzwert: Liegt ein Immissionsort weiter als 100 Meter von der PVA entfernt, können erhebliche Belästigungen in der Regel ausgeschlossen werden.

Laut dem LAI-Leitfaden soll zur Ermittlung der Blendzeiten ein vereinfachtes (idealisiertes) Modell verwendet werden, bei dem die Solarmodule als ideal verspiegelte Flächen dargestellt werden. Da eine Spiegelfläche das Sonnenlicht gerichtet reflektiert, findet keine oder nur eine sehr geringe Streuung des Sonnenlichts statt. Je geringer die Streuung, desto kürzer sind die Blendzeiten. In der Simulation wird jedoch ein realistisches Modell verwendet, das die oberflächenspezifischen Eigenschaften realer Solarmodule berücksichtigt. Um dennoch eine Bewertung nach dem LAI-Leitfaden zu ermöglichen, werden die Blendwirkungen, die lediglich mit dem vereinfachten Modell ermittelt würden, als „Kernblendung“ und die übrigen als „gestreute Reflexion“ bezeichnet und stets differenzierbar dargestellt (sofern relevante Blendwirkungen auftreten).

Zudem sind laut dem Leitfaden Reflexionen, die am Immissionsort mit einem Differenzwinkel $\leq 10^\circ$ zur direkten Sonneneinstrahlung auftreten, nicht als relevante Blendungen zu betrachten. Dies berücksichtigt den Umstand, dass bei tiefstehender Sonne PVA-bedingte Blendwirkungen von der direkten Sonneneinstrahlung überlagert werden.

Laut dem LAI-Leitfadens liegt eine erhebliche Belästigung durch PVA-bedingte Blendwirkungen vor, wenn ein schutzwürdiger Raum mehr als 30 Minuten pro Tag und/oder 30 Stunden (1.800 Minuten) pro Jahr *Kernblendungen* erfährt.

Es hat sich bewährt, in der Simulation nicht jedes einzelne Gebäude in der Umgebung der PVA auszuwerten, sondern lediglich die nächstgelegenen in verschiedenen Himmelsrichtungen. Im Rahmen der Simulation wird darauf geachtet, die potenziell am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Räume zu analysieren (Worst-Case-Betrachtung).

In der Simulation werden keine Hindernisse wie Vegetationsstreifen oder Gebäude berücksichtigt. In der Diskussion (Kapitel 7) werden Hindernisse jedoch ggf. berücksichtigt.

5.2 Schutzwürdige Räume in der Umgebung der PVA

Ab einem Abstand zwischen Immissionsort (z. B. Wohngebäude) und einer nach (ca.) Süden ausgerichteten PVA von 100 m können erhebliche Belästigungen (i. d. R.) pauschal ausgeschlossen werden [1].

Abbildung 7 veranschaulicht den Bereich, der 100 Meter oder näher an der Photovoltaikanlage liegt.

Im 100-Meter-Umkreis konnten kein schutzwürdiges Gebäude identifiziert werden.



Abbildung 7: Übersicht der 100-Meter-Zone - Quelle Satellitenbild: Google Earth Pro

5.3 Observationspunkte

Zur Bewertung der Blendwirkungen in bzw. an den schutzwürdigen Räumen wurden im Rahmen der Simulation sogenannte „Observationspunkte“ (OP) festgelegt. Diese Punkte fungieren als Detektorpunkte für einfallende Reflexionen.

Die OP werden, wo möglich, so positioniert, dass sie insgesamt das Worst-Case-Szenario repräsentieren, also an Orten, an denen die stärksten Blendwirkungen erwartet werden.

Da keine schutzwürdigen Gebäude identifiziert werden konnten, wurden keine OP gesetzt.

6 Blendwirkungen auf Verkehrswege

6.1 Auswertungsmethodik

Vorgaben zur Bewertung der Blendwirkungen von Photovoltaikanlagen auf Verkehrswege (Straßen und Bahnstrecken) sind in keiner Norm, Leitlinie oder sonstigen Regelwerken definiert bzw. standardisiert und werden auch im LAI-Leitfaden nicht thematisiert. Die Bewertung der Blendwirkungen auf die umgebenden Verkehrswege erfolgte daher auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse und etablierter Verfahren, die im Folgenden dargestellt werden.

Zur Beurteilung der Blendwirkungen durch Photovoltaikanlagen auf Verkehrswege ist es gängige Praxis, ein oder mehrere Sichtfelder von Fahrzeugführern (Kraftfahrzeug- und Lokführer) zu definieren, welche sich dann durch ihre Relevanz bezüglich Blendwirkungen unterscheiden. Anschließend wird mittels Simulation geprüft, ob Reflexionen in diesen Sichtfeldern auftreten. Es wird dabei angenommen, dass die Blickrichtung eines Fahrzeugführers mit der Fahrtrichtung übereinstimmt [6].

Es wird zwischen folgenden Sichtfeldern bzw. Sichtfeldgrenzen unterschieden (siehe Abbildung 8 für eine grafische Darstellung):

- **Erheblichkeitsgrenze:** In Anlehnung an [6] und [7] wird eine Erheblichkeitsgrenze von $\pm 30^\circ$, bezogen auf die Fahrtrichtung, definiert. Finden Reflexionen außerhalb dieses Sichtfeldes statt, so führen diese i. d. R. zu keinen erheblichen Beeinträchtigungen.
- **Beeinträchtigungsgrenze:** In Anlehnung an [8] wird zudem eine Beeinträchtigungsgrenze von $\pm 50^\circ$, bezogen auf die Fahrtrichtung, definiert. Finden Reflexionen außerhalb dieses Sichtfeldes statt, so führen diese i. d. R. zu keinen Beeinträchtigungen. Demnach wird diesen Reflexionen im Rahmen des Gutachtens bei normaler Fahrt keine Blendwirkung (im Sinne einer nennenswerten physiologischen Beeinträchtigung) zugeschrieben.
- **Ausnahme Bahnstrecken:** Für Lokführer wird eine gemeinsame Erheblichkeits- und Beeinträchtigungsgrenze von $\pm 30^\circ$ angesetzt.

Für die Analyse der Blendwirkungen auf den Straßenverkehr genügt es, lediglich LKW-Fahrer zu betrachten, da diese höher sitzen als PKW-Fahrer - und höher gelegene Immissionsorte generell stärkeren Blendwirkungen ausgesetzt sind (somit der Worst-Case betrachtet).

Des Weiteren gelten PVA-bedingte Blendwirkungen selbst innerhalb der Erheblichkeitsgrenze als vernachlässigbar (irrelevant), wenn die verursachenden Reflexionen mit einem Differenzwinkel $\leq 10^\circ$ zur direkten Sonneneinstrahlung auftreten und gleichzeitig der Höhenwinkel der Sonne $\leq 5^\circ$ beträgt. Wenn beide Kriterien erfüllt sind, überlagert die Sonne die Blendwirkung der PVA aus der gleichen Richtung (definiert in Anlehnung an [1]) und kann in der Regel nicht mehr durch eine Blende abgeschirmt werden (Annahme). Die Reflexionen der PVA stellen dann keine zusätzliche Beeinträchtigung dar.

In der Simulation werden keine Hindernisse wie Vegetationsstreifen oder Gebäude berücksichtigt. In der Diskussion (Kapitel 7) werden Hindernisse jedoch ggf. berücksichtigt.

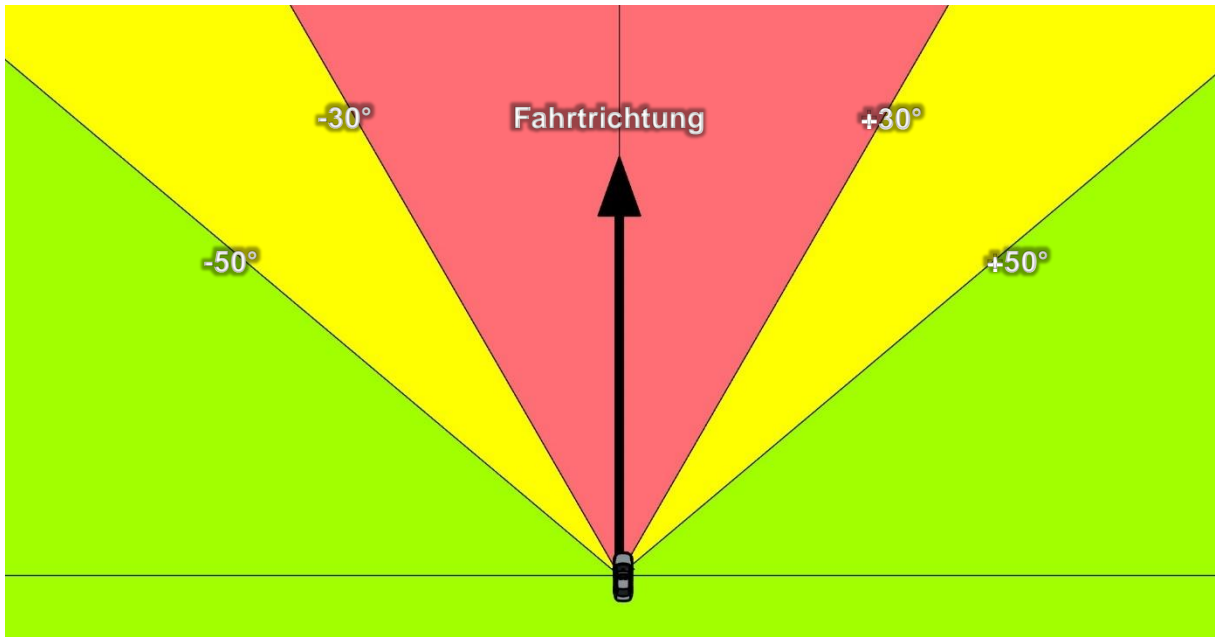


Abbildung 8: Definierte Sichtfelder eines Fahrzeugführers
– Quelle: Eigene Abbildung

Die folgenden Abbildungen zeigen die geschätzten Augenhöhen der Verkehrsteilnehmer. Diese Angaben sind im Rahmen der Simulation relevant (siehe Kapitel 6.3).

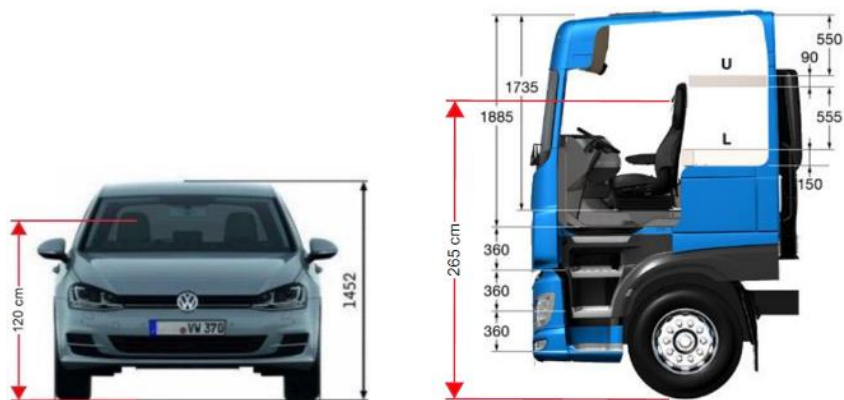


Abbildung 9: Augenhöhe der Straßenverkehrsteilnehmer
– Quelle: Volkswagen AG (modifiziert), BTS GmbH & Co. KG (modifiziert)

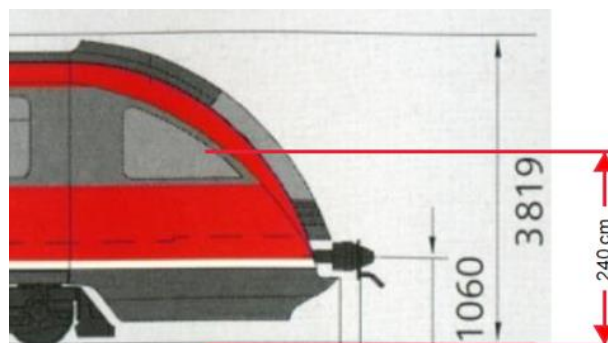


Abbildung 10: Augenhöhe von Lokführern – Quelle: www.nahverkehr-franken.de (modifiziert)

6.2 Relevante Verkehrswege

Im Umfeld der Photovoltaikanlage wurden als relevante Verkehrswege die Bundesautobahn A 93 und Straße Au nach Pirk über Pischeldorf, im Weiteren Straße 1, identifiziert.

Wirtschaftswege oder nur sporadisch befahrene Straßen und Zuwegungen wurden aufgrund des geringen Verkehrsaufkommens als nicht relevant eingestuft und deshalb in der Analyse nicht weiter berücksichtigt.



Abbildung 11: Positionen der als relevant eingestuften Verkehrswege - Quelle Karte: OpenStreetMap

6.3 Observationspunkte

Zur Bewertung der Blendwirkungen auf die relevanten Verkehrswege wurden spezifische „Observationspunkte“ (OP) definiert, die in der Simulation als Detektionspunkte für auftretende Reflexionen dienen.

Insgesamt wurden 23 OP zur Analyse der Blendwirkungen auf die Verkehrswege festgelegt:

- OP S1 bis S5 für den Straßenverkehr der B 93 in Fahrtrichtung Süden
- OP S6 bis S10 für den Straßenverkehr der B 93 in Fahrtrichtung Norden
- OP S11 bis S23 für den Straßenverkehr der Straße 1 in beiden Fahrrichtungen

Die OP Sx sind in einer Höhe von 2,65 m über dem Straßenniveau angebracht, entsprechend der Augenhöhe eines LKW-Fahrers.

Abbildung 12 zeigt die Positionen der Observationspunkte.

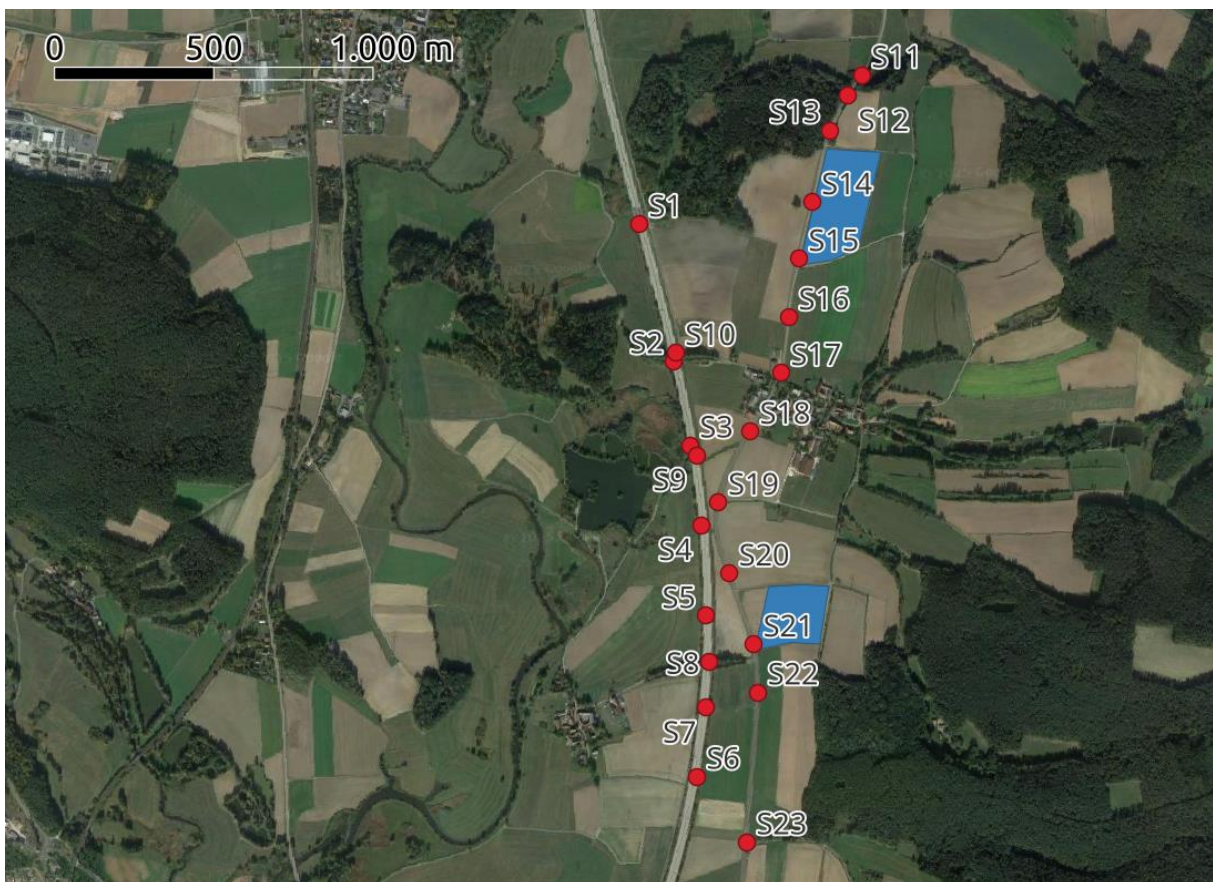


Abbildung 12: Positionen der OP auf den Verkehrswegen - Quelle Hintergrund: Open Street Map

6.4 Ergebnisse

Tabelle 5: Übersicht der Simulationsergebnisse für die Observationspunkte auf den Verkehrswegen

Verkehrsweg	OP	Fahrtrichtung	Min. Winkel zwischen Fahrtrichtung und Blendquelle (ca.)	Werden die Blendwirkungen innerhalb der Beeinträchtigungsgrenze vollständig von der Sonne überlagert?	Anmerkung	
	S1	Süd	56,9°	-		
	S2		>90,0°	-		
	S3		-	-		
	S4		-	-		
	S5		73,0°	-		
	S6	Nord	-	-		
	S7		49,5°	-		
	S8		>90,0°	-		
	S9		-	-		
	S10		72,2°	-		
Straße 1	S11	Süd	-	-		
	S12		-	-		
	S13		>90,0°	-		
	S14		42,1°	-		
	S15		46,9°	-		
	S16		-	-		
	S17		-	-		
	S18		-	-		
	S19		-	-		
	S20		-	-		
	S21		54,5°	-		
	S14	Nord	-	-		
	S15		-	-		
	S16		-	-		
	S17		-	-		
	S18		-	-		
	S19		-	-		
	S20		-	-		
	S21		72,7°	-		
	LEGENDE					
	Relevante Blendwirkungen innerhalb der Erheblichkeitsgrenze					
Relevante Blendwirkungen innerhalb der Beeinträchtigungsgrenze (aber außerhalb der Erheblichkeitsgrenze)						
Relevante Blendwirkungen außerhalb der Beeinträchtigungsgrenze / keine (relevanten) Reflexionen						

Das Fernstraßenbundesamt sieht derzeit Blendungen außerhalb des zentralen Blickfeldes von +/-30° als unschädlich an. Diese Grenze wird für alle Straßen verwendet, auch wenn auf der entsprechenden Straßenkategorie geringere Geschwindigkeiten, seltene Überholvorgänge und keine Spurwechsel zu erwarten sind.

7 Diskussion der Ergebnisse

7.1 Gebäude

Es befinden sich keine Gebäude im Umkreis von 100m. Damit werden die LAI-Grenzwerte eingehalten.

Auch die angrenzenden Ortschaften Au und Pischldorf bleiben somit frei von Blendungen oberhalb der Erheblichkeitsgrenzen nach LAI.

7.2 Straßen

Im Umfeld der Photovoltaikanlage wurden als relevante Verkehrswege die Bundesautobahn A 93 und Straße Au nach Pirk über Pischeldorf, im Weiteren Straße 1, identifiziert.

Alle betrachteten Straßen bleiben aus geometrischen Gründen frei von Blendwirkungen innerhalb der Erheblichkeitsgrenzen. Dies gilt auch für eine typische Sturm- bzw. Fehlerstellung. Allerdings sollte diese in Richtung Osten ausgeführt werden, mit einem Neigungswinkel von ca. 5 bis 10°.

Somit lässt sich schlussfolgern, dass sich die Anlage aus Sicht des Blendschutzes gut in die Umgebung integriert.

8 Literaturverzeichnis

- [1] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI), *Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen (Leitfaden)*. 2012. [Online]. Verfügbar unter: https://www.lai-immissionsschutz.de/documents/lichthinweise-2015-11-03mit-formelkorrektur_aus_03_2018_1520588339.pdf
- [2] K. Mertens, *Photovoltaik: Lehrbuch zu Grundlagen, Technologie und Praxis*, 5. Aufl. Carl Hanser Verlag München, 2020.
- [3] Volker Quaschnig, *Regenerative Energiesysteme: Technologie - Berechnung - Simulation*, 9. Aufl. Carl Hanser Verlag München, 2015.
- [4] J. Yellowhair und C. K. Ho, „Assessment of Photovoltaic Surface Texturing on Transmittance Effects and Glint/Glare Impacts“, San Diego, California, USA: American Society of Mechanical Engineers, Juni 2015, S. V002T11A003. doi: 10.1115/ES2015-49481.
- [5] J. A. Duffie und W. A. Beckman, „Solar Engineering of Thermal Processes“, Bd. 4, 2013.
- [6] Österreichischer Verband für Elektrotechnik (OVE), „Blendung durch Photovoltaikanlagen - OVE-Richtlinie R 11-3“. 2016.
- [7] R. Jurado-Piña und J. M. P. Mayora, „Methodology to Predict Driver Vision Impairment Situations Caused by Sun Glare“, *Transportation Research Record*, Bd. 2120, Nr. 1, S. 12–17, Jan. 2009, doi: 10.3141/2120-02.
- [8] Jason A- Rogers, Clifford K. Ho, Andrew Mead, Angel Millan, Melissa Beben, und Gena Drechsler, „Evaluation of Glare as a Hazard for General Aviation Pilots on Final Approach“. 2015. Zugegriffen: 15. April 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.faa.gov/data_research/research/med_humanfacs/oamtechreports/2010s/media/201512.pdf

9 Annahmen und Limitationen von SGHAT

4. Assumptions and Limitations

Below is a list of assumptions and limitations of the models and methods used in SGHAT:

- The software currently only applies to flat reflective surfaces. For curved surfaces (e.g., focused mirrors such as parabolic troughs or dishes used in concentrating solar power systems), methods and models derived by Ho et al. (2011) [1] can be used and are currently being evaluated for implementation into future versions SGHAT.
- SGHAT does not rigorously represent the detailed geometry of a system; detailed features such as gaps between modules, variable height of the PV array, and support structures may impact actual glare results. However, we have validated our models against several systems, including a PV array causing glare to the air-traffic control tower at Manchester-Boston Regional Airport and several sites in Albuquerque, and the tool accurately predicted the occurrence and intensity of glare at different times and days of the year.
- SGHAT assumes that the PV array is aligned with a plane defined by the total heights of the coordinates outlined in the Google map. For more accuracy, the user should perform runs using minimum and maximum values for the vertex heights to bound the height of the plane containing the solar array. Doing so will expand the range of observed solar glare when compared to results using a single height value.
- SGHAT does not consider obstacles (either man-made or natural) between the observation points and the prescribed solar installation that may obstruct observed glare, such as trees, hills, buildings, etc.
- The variable direct normal irradiance (DNI) feature (if selected) scales the user-prescribed peak DNI using a typical clear-day irradiance profile. This profile has a lower DNI in the mornings and evenings and a maximum at solar noon. The scaling uses a clear-day irradiance profile based on a normalized time relative to sunrise, solar noon, and sunset, which are prescribed by a sun-position algorithm [2] and the latitude and longitude obtained from Google maps. The actual DNI on any given day can be affected by cloud cover, atmospheric attenuation, and other environmental factors.
- The ocular hazard predicted by the tool depends on a number of environmental, optical, and human factors, which can be uncertain. We provide input fields and typical ranges of values for these factors so that the user can vary these parameters to see if they have an impact on the results. The speed of SGHAT allows expedited sensitivity and parametric analyses.
- Single- and dual-axis tracking compute the panel normal vector based on the position of the sun once it is above the horizon. Dual-axis tracking does not place a limit on the angle of rotation, unless the sun is below the horizon. For single-axis tracking, a maximum angle of rotation can be applied to both the clockwise and counterclockwise directions.

Ausschnitt wurde dem SGHAT-Handbuch (Solar Glare Hazard Analysis Tool) entnommen. Das vollständige Handbuch kann unter folgendem Link gefunden werden:

https://forquesolar.com/static/docs/SGHAT3-GlareGauge_user_manual_v1.pdf