

Ergänzungsblendgutachten PV-Anlage „Solarpark Gerswalde“

*Analyse der Blendwirkungen einer Photovoltaikanlage
auf die umliegenden Verkehrswege und schutzwürdige
Nutzungen*

Auftraggeber:

Solarpark Uckerland GmbH
Ort Weiler 12
17268 Gerswalde

erstellt von:

Ralf Schmersahl
Solarpraxis Engineering GmbH
Manteuffelstr. 74
12103 Berlin Germany
Tel. +49 151 14849857
E-Mail: ralf.schmersahl@solarpraxis.com
Internet: www.solarpraxis.com



Datum: 22. September 2025
Gutachten-Nr.: SPX-RS-P22443-02



Inhalt

1	Zweck und Gegenstand des Gutachtens	4
2	Zusammenfassung der Bewertung	5
3	Gesetzlicher und regulatorischer Rahmen	6
3.1	Raumordnung und Baurecht	6
3.2	Immissionsschutz	6
3.3	Straßenverkehrsgesetze	6
4	Bewertungsgrundlagen	7
4.1	Bewertung von Blendungen im Immissionsschutz	7
4.2	Bewertung von Blendwirkungen im Verkehr	7
5	Beschreibung der Methodik	9
5.1	Berechnung der Reflexionsrichtungen	9
5.2	Lichttechnische Berechnungen	10
5.3	Modellierung der Reflexions- und Blickpunkte	11
5.4	Ergebnisdarstellung	11
5.4.1	Verkehr	11
5.4.2	Schützenswerte Räume	13
6	Beschreibung der PV-Anlage und der Umgebung	14
7	Ermittlung der blendrelevanten Reflexionsrichtungen	16
8	Ermittlung, Beschreibung und Modellierung der zu prüfenden Immissionsorte	18
8.1	Ermittlung	18
8.2	Beschreibung	18
8.2.1	Umliegende Verkehrswege	18
8.2.2	Wohngebäude	19
8.3	Modellierung	20
9	Berechnungsergebnisse	21
9.1	Verkehr auf der K 7318 aus westlicher Richtung	21
9.1.1	Blickpunkt K7318vW_1	21
9.1.2	Blickpunkt K7318vW_2	22
9.1.3	Blickpunkt K7318vW_3	22



9.2	Verkehr auf der K 7318 aus östlicher Richtung	23
9.2.1	Blickpunkt K7318vO_1	23
9.2.2	Blickpunkt K7318vO_2.....	24
9.2.3	Blickpunkt K7318vO_3.....	25
9.3	Schutzwürdige Nutzungen von Anliegern.....	26
9.3.1	Ort Pinnow 29.....	26
9.3.2	Ort Pinnow 34	27
10	Bewertung der Blendrisiken	29
10.1	Verkehr auf der K 7318.....	29
10.2	Schutzwürdige Nutzungen von Anliegern.....	30
11	Verwendete Materialien.....	31
11.1	Dokumente vom Auftraggeber	31
11.2	Literatur	31
12	Abbildungsverzeichnis.....	32
13	Tabellenverzeichnis	34



1 Zweck und Gegenstand des Gutachtens

Mit Mitteilung vom 05.08.2025 wurde dem Verfasser des Blendgutachtens P22443/v.1 „Solarpark Gerswalde“ eine Änderung der Belegung der geplanten PV-Anlage angezeigt. Dazu wurden die folgenden Dateien übermittelt

- ▶ aktueller Belegungsplan der Anlage als Datei „20250721_GER1_energisto_mplan-r10_lpa.dwg_shared(1).dwg“
- ▶ Vorentwurf zum Bebauungsplan Nr. 5 "SOLARPARK GERSWALDE", Teil A und B, stand April 2025 als Datei „E - B-Plan - Arbeitsstand 2025-08-05 - mit Belegung - nur Planteil - komp-2.pdf“
- ▶ Darstellung der geänderten Belegung als Datei „E - B-Plan - Arbeitsstand 2025-08-05 - 10 m und zwei Wildwechsel-1.pdf“
- ▶ Stellungnahmen im Beteiligungsverfahren als Datei „2025-07-14 Abwägung §4 Abs.1 - ViKo Maltshew.pdf“

Die Änderungen führen zu einer erheblichen Reduzierung der belegten Fläche. Außerdem wird der Neigungswinkel der PV-Tische von 15° auf 10° reduziert. Damit werden Neuberechnungen der Immissionszeitenräume für die Lichtbelastung der Anlieger in Pinnow, der Blendwirkungen auf Verkehrsteilnehmer und der erforderlichen Blendschutzmaßnahmen erforderlich. In Form eines Ergänzungsgutachten ist für die geänderte Belegung der geplanten PV-Anlage zu prüfen, ob Sonnenlicht auf die umliegenden Verkehrswege und schutzwürdige Nutzungen von Anliegern reflektiert werden kann, und ob dadurch gegebenenfalls die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs beeinträchtigende oder belästigende Blendwirkungen auftreten können.

Die Analyse erfolgt auf Basis der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Daten und Fotos sowie ergänzender Informationen aus Google Earth Pro und Apple Karten Beta. Abbildung 1 zeigt die dem ursprünglichen Blendgutachten zu Grunde liegende Belegung (links) und die aktuelle Belegung (rechts) der PV-Anlage.

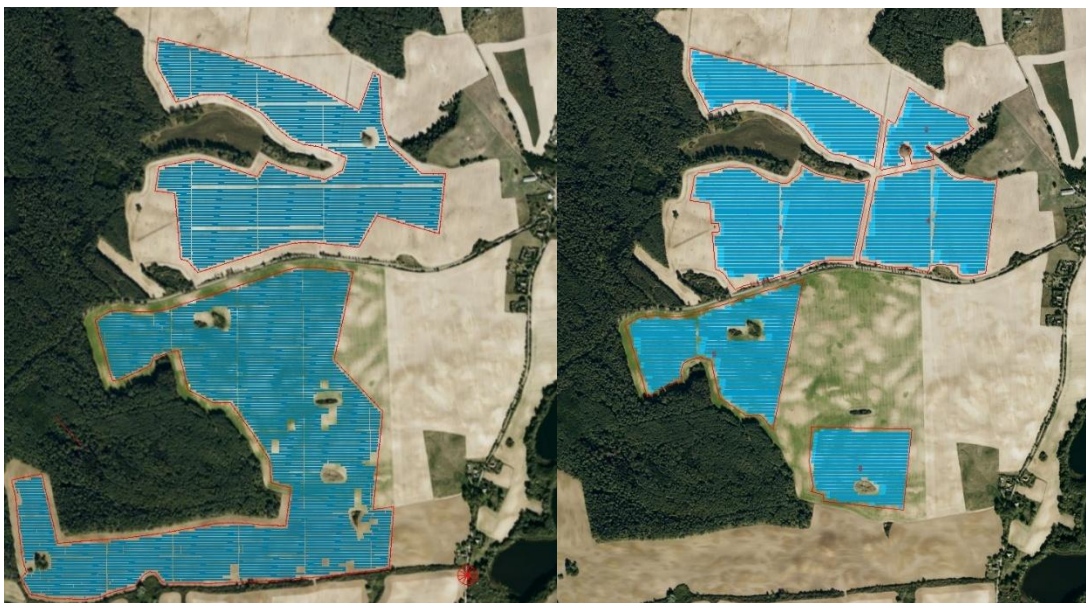


Abbildung 1: Darstellung des ursprünglichen (links) und der aktuellen (rechts) Belegungsplanung (PV-Modultischreihen blau eingezeichnet)



2 Zusammenfassung der Bewertung

Es wird festgestellt, dass sich durch im Vergleich zum Vorgutachten reduzierte Belegungsfläche und die Herabsetzung des Neigungswinkels der PV-Tische eine erhebliche Reduzierung der Lichtbelastung auf die umliegenden Verkehrswege und die Anlieger der PV-Anlage ergibt.

Es wird festgestellt, dass ohne hinreichende Blendschutzmaßnahmen von den Sonnenlichtreflexionen der geplanten PV-Anlage ein geringes Blendrisiko für den Straßenverkehr auf der Kreisstraße K 7318 in beiden Fahrrichtungen ausgehen kann. Durch die Umsetzung der im Vorentwurf des Bebauungsplans festgesetzten Einfriedung der einzelnen Belegungsfelder mit Gehölzstreifen sind relevante Blendwirkungen auch auf hoch sitzende Fahrzeugführende (LKW) ab einer Wuchshöhe von ca. 2 m ausgeschlossen. Für die Aufwuchszeit sollte ein hinreichender Blendschutz durch die Ausführung der in Abbildung 22 dargestellten Abschnitte der Einfriedung als Sichtschutzzaun realisiert werden.

Es wird festgestellt, dass die Anlieger in Pinnow nicht von erheblich belästigenden Lichtimmissionen betroffen werden können. Die maximalen Immissionszeiträume gemäß Brandenburger Licht-Leitlinie betragen weniger als 10 min/d und 10 h/a.

Aus blindgutachterlicher Sicht ist der Solarpark Gerswalde bei Umsetzung der im Bebauungsplan festgesetzten Einfriedungsmaßnahmen und des skizzierten temporären Sichtschutzzauns als genehmigungsfähig einzustufen.



3 Gesetzlicher und regulatorischer Rahmen

3.1 Raumordnung und Baurecht

Das Baugesetzbuch (BauGB) definiert die Nutzung erneuerbarer Energien als öffentlichen Belang, der bei der Aufstellung der Bauleitpläne zu berücksichtigen ist. Mit dem Gesetz zur sofortigen Verbesserung der Rahmenbedingungen für die erneuerbaren Energien vom 4. Januar 2023 werden bestimmte Solaranlagen in die Liste der privilegierten Vorhaben des § 35 Abs. 1 BauGB aufgenommen, darunter Solaranlagen auf einer Fläche längs von Autobahnen oder Schienenwegen des übergeordneten Netzes in einer Entfernung zu diesen von bis zu 200 Metern, gemessen vom äußeren Rand der Fahrbahn.

Die Privilegierung dieser Solaranlagen führt zu einer Beschleunigung des Genehmigungsverfahrens. Es kann direkt ein Bauantrag gestellt werden, dessen Bewilligung nicht mehr von der Zustimmung eines Gemeinderats abhängt. Bei Genehmigungsfähigkeit der Anlage besteht ein Anspruch auf Erteilung der Baugenehmigung.

3.2 Immissionsschutz

Das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) soll den Menschen, die natürliche Umwelt sowie Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen, darunter auch Lichtimmissionen, schützen und deren Entstehung vorbeugen. Nach BImSchG sind sowohl genehmigungspflichtige als auch nicht genehmigungsbedürftige Anlagen so zu errichten und zu betreiben, dass schädliche Umwelteinwirkungen, sonstige Gefahren sowie erhebliche Nachteile und Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft vermieden werden.

Derzeit gibt es keine lichtbezogene Immissionsschutz-Verordnung. Diese Aufgabe übernehmen faktisch die „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen“ (LAI-Hinweise) der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz. Die LAI-Hinweise geben Empfehlungen zur Ermittlung, Beurteilung und Minderung der Blendwirkung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen.

3.3 Straßenverkehrsgesetze

Das Straßenverkehrsrecht ist ein Sicherheitsrecht und darauf ausgerichtet, die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs zu gewährleisten (§ 6 Abs. 1 StVG). Die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs werden durch Umstände beeinträchtigt, die zur Entstehung neuer oder Erhöhung bereits bestehender Gefahren oder zu einer Verschlechterung der Verkehrsverhältnisse beitragen (vgl. BVerwG, Urt. v. 17. 9. 1964 - I C 26/63). Dies ist anzunehmen, wenn das konkrete Vorhaben geeignet ist, sich in der jeweiligen örtlichen Situation unter Berücksichtigung des durchschnittlichen Verkehrsteilnehmers nachteilig auf das derzeitige und zu erwartende normale Verkehrsgeschehen auszuwirken (Müller/Schulz, § 9 Rn. 65).

Für die Errichtung von PV-Anlagen ist das Bundesfernstraßengesetz zu beachten. Unter § 9 Absatz 2c regelt das Gesetz, dass die obersten Landesstraßenbaubehörden respektive das Fernstraßen-Bundesamt am Genehmigungsverfahren einer PV-Anlage zu beteiligen sind, wenn diese „längs einer Bundesautobahn in Entfernung bis zu 100 Meter oder längs einer Bundesstraße außerhalb der zur Erschließung der anliegenden Grundstücke bestimmten Teile der Ortsdurchfahrten bis zu 40 Meter, jeweils gemessen vom äußeren Rand der befestigten Fahrbahn, errichtet oder erheblich geändert werden.“ Wenn eine Anlage in dem genannten Bereich keiner Genehmigung bedarf, hat der Vorhabenträger das Vorhaben vor Baubeginn bei der für die betroffene Fernstraße zuständigen Behörde anzuzeigen. Zur Beurteilung der Genehmigungsfähigkeit oder der Unbedenklichkeit einer angezeigten PV-Anlage fordert die zuständige Behörde im Regelfall ein Blindgutachten ein.



4 *Bewertungsgrundlagen*

4.1 *Bewertung von Blendungen im Immissionsschutz*

Die „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen“ der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI), im folgenden LAI-Hinweise genannt, definieren schutzwürdige Räume und Flächen und beschreiben eine Berechnungsvorschrift zur Ermittlung der astronomisch maximal möglichen Immissionszeiträume unter der Annahme einer punktförmigen Sonne und ideal gerichteter Reflexion. Aufgrund der Größe der Sonnenscheibe mit einem Durchmesser von bis zu $0,56^\circ$ und der Streuung der Reflexionen (Bündelaufweitung) können real auftretende Reflexionen etwas länger andauern, als die schematische Berechnung ergibt.

Hinsichtlich der Beurteilung sehen die LAI-Hinweise einen Anhaltspunkt für eine erhebliche Belästigung im Sinne des BImSchG, wenn die berechneten Immissionszeiten bei mindestens 30 min/d oder 30 h/a liegen. Dabei sind nur Reflexionen zu berücksichtigen, für die sich die Blickrichtung zur Sonne und die auf das reflektierende Modul um $\geq 10^\circ$ unterscheiden. Die LAI-Hinweise schränken den Wertungsmaßstab insofern ein, als dass damit nur ein erster Anhaltspunkt für die Beurteilung gegeben wird, dessen Übertragbarkeit im Einzelfall begründet werden muss. Begründete abweichende Bewertungen sind ausdrücklich zulässig.

In der Rechtsprechung wird die Zumutbarkeit von Lichtimmissionen nach der durch die Gebietsart und die tatsächlichen Verhältnisse zu bestimmenden Schutzwürdigkeit und Schutzbedürftigkeit der betroffenen Nachbarschaft beurteilt, wobei wertende Elemente wie Herkömmlichkeit, soziale Adäquanz und allgemeine Akzeptanz einzubeziehen sind. Zeitdauern von bis zu einer Stunde werden keinesfalls grundsätzlich als unzumutbar angesehen (LG Frankfurt / Main 2/12 O 322/06; OLG Stuttgart 3 U 46/13). Die Zuweisung eines überragenden öffentlichen Interesses an der Errichtung und dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG 2023) ist in der veröffentlichten Rechtsprechung bislang kaum berücksichtigt.

4.2 *Bewertung von Blendwirkungen im Verkehr*

Bei typischen Freiflächen-Photovoltaikanlagen werden die PV-Tische mit einer festen Azimutausrichtung und einem starren Neigungswinkel errichtet. In Abhängigkeit von der Topografie des Baufelds und der Umgebung können morgens oder abends bodennahe Sonnenlichtreflexionen der Anlage mit geringen Höhenwinkeln auf die Augen von Verkehrsteilnehmern oder Anliegern gerichtet sein. Gleichzeitig steht die Sonne auf einer geringen Höhe in der Nähe der reflektierenden Fläche.

Die Reflexionen der PV-Anlage dürfen die Erfüllung der Sehaufgabe der Verkehrsteilnehmer nicht beeinträchtigen. Dafür ist unter Tageslichtbedingungen der Bereich des fovealen Sehens (Stellen, die mit beiden Augen fixiert werden müssen) als besonders kritisch anzusehen, denn bei einer Fixation der Augen auf eine Blendquelle mit einer Leuchtdichte von mehr als ca. 10^5 cd/m², die ein Sonnenlicht reflektierendes PV-Modul typischerweise überschreitet, tritt eine Absolutblendung auf, bei der die Anpassungsfähigkeit des Auges an die Helligkeit überschritten wird. Es setzen Schutzmechanismen (Lidschluss, Blickabwendung) ein und ein Risiko für Nachbilder und temporäre Blindheit entsteht. Das Risiko für eine Absolutblendung steigt mit der Leuchtdichte der Blendquelle, deren Größe im Sichtfeld und der Dauer des Blicks in die Blendquelle.

Ein Risiko für eine Absolutblendung besteht vornehmlich im zentralen Blickfeld, das durch unbewusste Augenbewegungen (Sakkaden) und Fixationen des Blicks auf die für die Fahraufgabe wesentlichen Objekte aufgespannt wird. Es umfasst für typische Fahraufgaben maximal den Bereich mit einem horizontalen Differenzwinkel zur Blickachse (= Hauptblickrichtung) von $\leq 10^\circ$. Der Höhenwinkelbereich ist mit -4° bis $+6^\circ$



zur Horizontalen als Worst-Case-Annahme zu berücksichtigen. An Knotenpunkten und für spezielle Fahrsituationen kann eine abweichende Festlegung des zentralen Blickfelds notwendig sein.

Auch eine Blendquelle außerhalb des notwendigen Fixationsbereichs der Augen kann zu relevanten Blendungen führen, die die Erfüllung der Sehaufgabe erschweren. Helligkeitsreize im peripheren Blickfeld, in dem Umgebungsinformationen aufgenommen werden, die der Orientierung (z.B. Spurhalten) und der Wahrnehmung von Veränderungen in der Umgebung (Bewegung, Leuchtdichteunterschiede) dienen, wirken als Distraktoren. Es entsteht ein Ablenkungsreiz, der eine Blickzuwendung auslöst. Bei länger anhaltender Blendsituation, oder sehr leuchtstarken Blendquellen im peripheren Blickfeld, kann eine Relativblendung hervorgerufen werden, bei der die gerichteten Lichtstrahlen der Reflexionen durch Streueffekte des Augenapparats eine Schleierleuchtdichte auf der Netzhaut bewirken, die eine Einschränkung der Sehleistung vor allem durch eine Kontrastminderung und die Ablenkung von der Sehaufgabe mit sich bringt. Im Extremfall wird eine Adaptionstörung ausgelöst, die die allgemeine Sehfähigkeit zeitweilig stark herabsetzt.

Im peripheren Blickfeld sind ein horizontaler Differenzwinkel von bis zu 30° zur Blickachse der Fahrzeugführenden und ein Höhenwinkelbereich von -6° bis $+8^\circ$ als Risikobereich für Relativblendungen zu berücksichtigen. Dabei erhöht sich das Risiko einer Blendung mit abnehmender Winkeldifferenz der Reflexionen zur Blickachse, der Dauer der Blendsituation und der Beleuchtungsstärke der Reflexionen, die den Einfluss der Helligkeit der Blendquelle und deren Winkelgröße im Blickfeld zusammenfasst.

Wenn die Sonne zum Zeitpunkt der Reflexionen auf einer Höhe von bis zu 10° Sonnenhöhe steht, dominiert sie das Helligkeitsgeschehen. Unterhalb von 5° kann die Sonne nicht durch die Fahrzeugblende abgeschirmt werden, so dass die Blendwirkung der Reflexionen in diesem Fall vernachlässigt werden kann.



5 Beschreibung der Methodik

5.1 Berechnung der Reflexionsrichtungen

Für horizontale Richtungsangaben wird die geodätische Azimutangabe verwendet: Norden = 0°, Osten = 90°, Süden = 180° und Westen = 270°.

Für die Reflexionsberechnungen wird der im Regelfall in einem UTM-Koordinatensystem erstellte Belegungsplan der geplanten Solaranlage auf eine nach geographisch Nord ausgerichtete georeferenzierte Plangrundlage in das Programm ProgeCad Professional mit einem Koordinatensystem in winkeltreuer Lambert-Kegelprojektion übertragen und ggf. zum Ausgleich der Meridiankonvergenz gedreht. Auf dieser Plangrundlage werden die Azimutausrichtung und die Neigung der Module unter Berücksichtigung etwaiger Querneigungen bestimmt.

Anschließend werden die Reflexionsrichtungen nach dem Reflexionsgesetz für ideal gerichtete Reflexion (Einfallswinkel = Ausfallswinkel) unter Annahme einer punktförmigen Sonne für 12 Tage im Jahr (jeweils für den 21. jeden Monats) mit den Sonneneinfallswinkeln am Standort der Anlage berechnet. Die Berechnungsergebnisse werden als Azimut (x-Wert) und Höhenwinkel (y-Wert) anschaulich in einem frei einstellbaren Minutenintervall der Tagesganglinien als Reflexionsdiagramm dargestellt.

Abbildung 2 oben zeigt exemplarisch ein Reflexionsdiagramm für PV-Module an einem gegebenen Standort, die eine Azimutausrichtung (senkrecht zur reflektierenden Ebene) von 180° und einen Neigungswinkel von 18° aufweisen. Oberhalb des Diagrammbereichs werden angegeben:

- ▶ der Standort der PV-Anlage
- ▶ der untersuchte Bereich der PV-Anlage mit seiner auf geografisch Nord bezogenen Planausrichtung, Planneigung und der baufeldbedingten Querneigung (hier: Anlagenteil: BF_1 mit 180° Ausrichtung, 18° Neigung und 0° Querneigung)
- ▶ der Zeitabstand zwischen zwei Reflexionspunkten (hier: 5 Minuten)
- ▶ die reale Ausrichtung und Neigung unter Berücksichtigung der Querneigung der PV-Tische

Die roten Dreiecke im Diagramm markieren die Reflexionsrichtungen am 21. Juni und die dunkelblauen die am 21. Dezember. Sie markieren damit auch die Grenzwinkel aller möglichen Reflexionsrichtungen. Zwischen den Markierungspunkten liegt im Beispieldiagramm ein Zeitraum von 5 min. Die eingezeichneten Analemmata für ausgewählte Uhrzeiten geben eine Orientierung hinsichtlich des Zeitpunkts, an dem die Reflexionen in den betreffenden Bereich gerichtet werden.

Das untere Diagramm in Abbildung 2 zeigt die in einen Ausschnitt des Reflexionsdiagramms eingetragen Grenzen der Azimutwinkel, in die potenziell blendwirksame bodennahe Reflexionen ab einer Sonnenhöhe von > 5° gerichtet sein können. Diese Darstellung wird für die Blendanalysen im Verkehrsbereich genutzt.

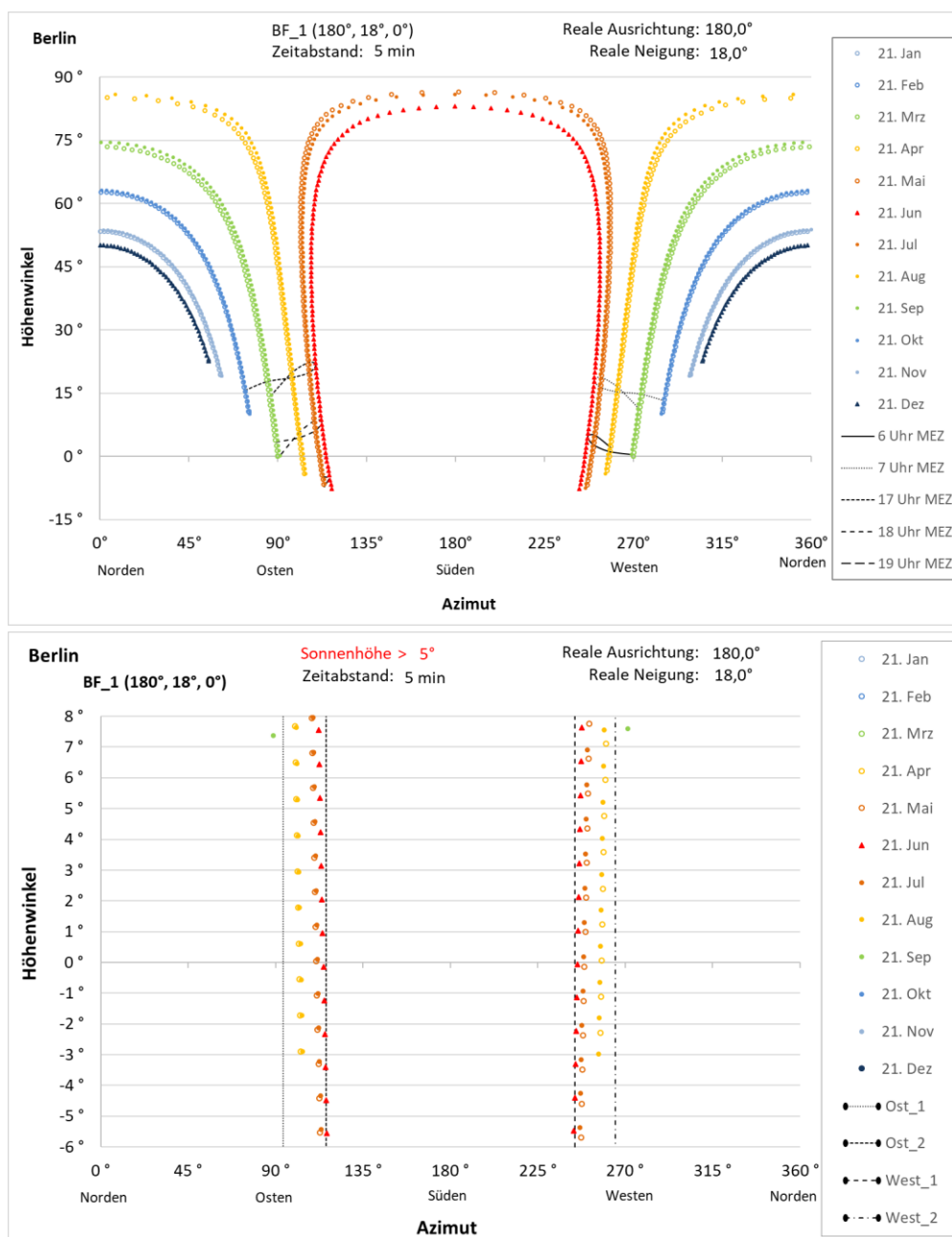


Abbildung 2: Beispielhaftes Reflexionsdiagramm (oben) und Ausschnitt mit Einzeichnung der Azimetgrenzen, in die bodennahe blendwirksame Reflexionen gerichtet werden können (unten)

5.2 Lichttechnische Berechnungen

Zur Beurteilung der Blendwirkung der Sonnenlichtreflexionen wird deren Intensität durch die am untersuchten Blickpunkt bewirkte Beleuchtungsstärke charakterisiert. Dazu wird im ersten Schritt für die entsprechenden Reflexionszeitpunkte die horizontale Beleuchtungsstärke auf der Moduloberfläche nach Formel 22 der DIN 5034 Teil 2 Abschnitt 5.3 für eine geringe atmosphärische Trübung berechnet und auf die Modulnormale angepasst. Die Beleuchtungsstärke der Reflexionen wird anschließend durch Multiplikation mit Standardwerten für den Reflexionsgrad der PV-Module berechnet, der abhängig vom Einfallswinkel der Sonnenstrahlen ist (siehe Abbildung 3). Zusätzlich wird ein empirisch ermittelter Diffusionsfaktor von 0,4 für diffus gestreute Reflexionen berücksichtigt. Sofern Messwerte für die konkret verwendeten PV-Module vorliegen, werden diese dokumentiert und für die Berechnungen genutzt.

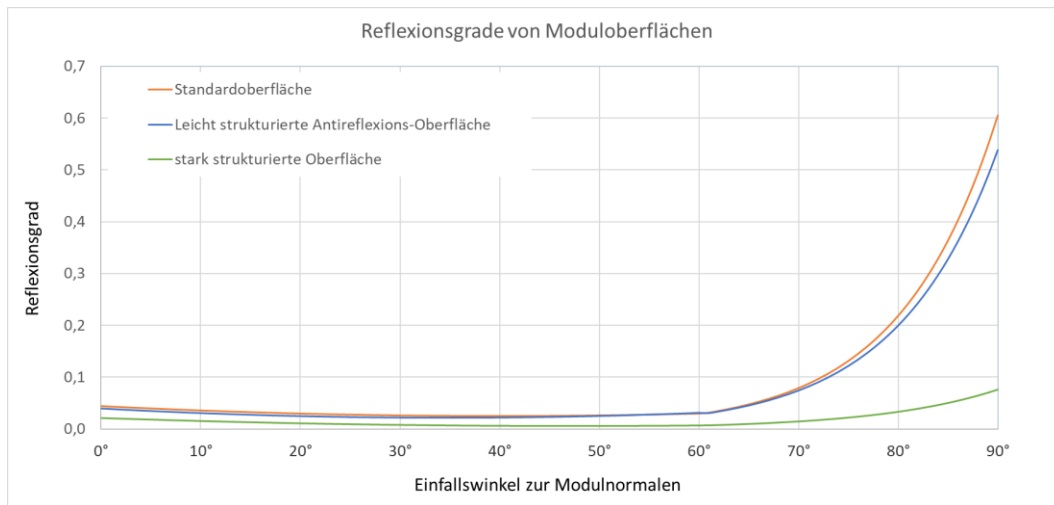


Abbildung 3: Reflexionsgrade von Moduloberflächen nach Sandia 2015

5.3 Modellierung der Reflexions- und Blickpunkte

Für die blickpunktbezogene Blendanalyse werden ausgewählte Punkte auf der reflektierenden Oberfläche als Reflexionspunkte modelliert, typischerweise die vier Eckpunkte der PV-Tische, die an den untersuchten Blickpunkten sichtbar ist. Die x-y-z-Koordinaten der Reflexionspunkte werden der Plangrundlage entnommen. Dabei ergeben sich die z-Koordinaten aus der Höhe der Geländeoberkante (GOK) und der Höhe der Unter- und Oberkanten der PV-Module gemäß der Dimensionierung der Tische. Falls der Belegungsplan keine Höheninformationen beinhaltet, werden ersatzweise die Höhendaten des landesspezifischen Geoportals oder aus einer Pfadvermessung mit Google Earth Pro genutzt.

Für die Verkehrsteilnehmer werden repräsentative Blickpunkte im potenziellen Blendbereich der PV-Anlage ermittelt und im Koordinatensystem der Plangrundlage modelliert. Die z-Koordinaten ergeben sich aus der Höhe der Geländeoberkante zuzüglich der Augenpunkthöhen am Blickpunkt. Dazu werden im Straßenverkehr auf Fernstraßen gemäß den Anforderungen des Fernstraßen-Bundesamts 1 m (PKW) und 2,7 m (LKW) angesetzt, im Schienenverkehr auf Hauptstrecken 2 m bis 4 m.

5.4 Ergebnisdarstellung

5.4.1 Verkehr

Zum Abgleich, ob ein Blickpunkt (= Immissionsort, Augenpunkte der Fahrzeugführenden) im Jahres- und Tagesverlauf von Reflexionen eines Reflexionspunkts (PV-Punkt) erreicht werden kann, wird ein Reflexionsdiagramm für die untersuchten PV-Tische erstellt und um die Sichtbeziehung zwischen den Reflexionspunkten und dem Blickpunkt ergänzt. Dazu wird die Lage des Blickpunkts mit Azimut und Höhenwinkel für jeden modellierten Reflexionspunkt berechnet und in das Reflexionsdiagramm aufgenommen. Die minimale und maximale Höhe eines Blickpunkts mit gleichen x-y-Koordinaten werden dabei mit „min“ und „max“ markiert. Zusätzlich werden das zentrale Blickfeld (oranges Oval) und das periphere Blickfeld (graues Oval) der Fahrzeugführenden entgegen der Blickrichtung eingezeichnet.

Abbildung 4 zeigt exemplarisch ein Reflexionsdiagramm mit Sichtbeziehungen zu einem Blickpunkt im Straßenverkehr und die dazugehörige Detailbetrachtung, in der die blendrelevanten Sichtbeziehungen zwischen den Reflexionspunkten und dem untersuchten Blickpunkt schwarz umrandet sind. Wenn ein



Blickpunkt zwischen den Tagesganglinien für den 21. Juni und den 21. Dezember liegt, dann können Reflexionen auf den Blickpunkt gerichtet sein.

In diesem Beispiel können von Ende April bis Mitte August gegen 19:30 Sommerzeit (18:30 MEZ) Reflexionen einiger PV-Tische in das zentrale oder periphere Blickfeld (BF) der Richtung Westen fahrenden Verkehrsteilnehmer gerichtet werden. Die Detailbetrachtung zeigt dabei typischerweise nur das Reflexionsgeschehen für die stärker betroffenen hoch sitzenden Fahrzeugführenden (BP_hoch). Für die Reflexionspunkte, aus deren Sicht die Blickpunkte im Reflexionsbereich liegen, werden die Position der Sonne zum Reflexionszeitpunkt und die lichttechnischen Kenngrößen berechnet. Anhand der Ergebnisse wird anschließend geprüft, ob die Reflexionen eine relevante Blendung mit Auswirkungen auf die Sehaufgabe und die Verkehrssicherheit verursachen können.

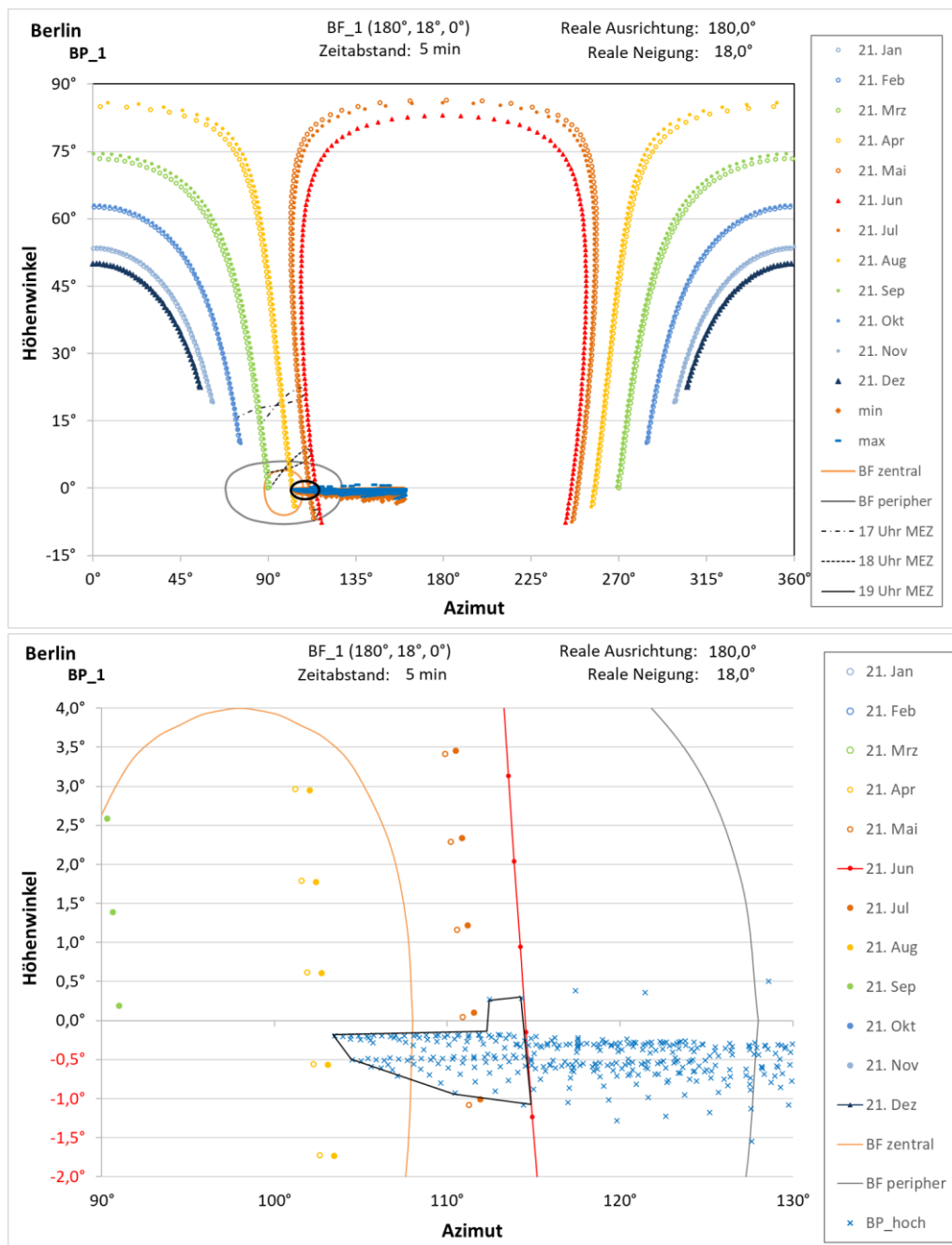


Abbildung 4: Beispielhafte Reflexionsdiagramme mit Sichtbeziehung zu Fahrzeugführenden



5.4.2 Schützenswerte Räume

Abbildung 5 oben zeigt ein Reflexionsdiagramm mit Blickbeziehungen zu einem schützenswerten Raum und eine Detailansicht mit dreiminütiger Auflösung der Tagesganglinien (unten), bei der der potenzielle Immissionszeitraum innerhalb eines Jahres durch eine schwarze Linie umgrenzt wird. Die graue Umrandung der Reflexionspunkte kennzeichnet die Zeitpunkte, an denen der Abstandswinkel der reflektierenden Fläche zur Sonne $< 10^\circ$ ist, und die damit nicht als Lichtimmissionen im Sinne der Licht-Hinweise zu werten sind. Im gezeigten Beispiel beträgt die maximale tägliche Immissionsdauer 6 Minuten (2 Reflexionszeitpunkte auf den Tagesganglinien in der Detailansicht). Die maximale jährliche Immissionsdauer, umgrenzt durch die schwarze Linie in der Detailansicht, beträgt ca. 10 Stunden.

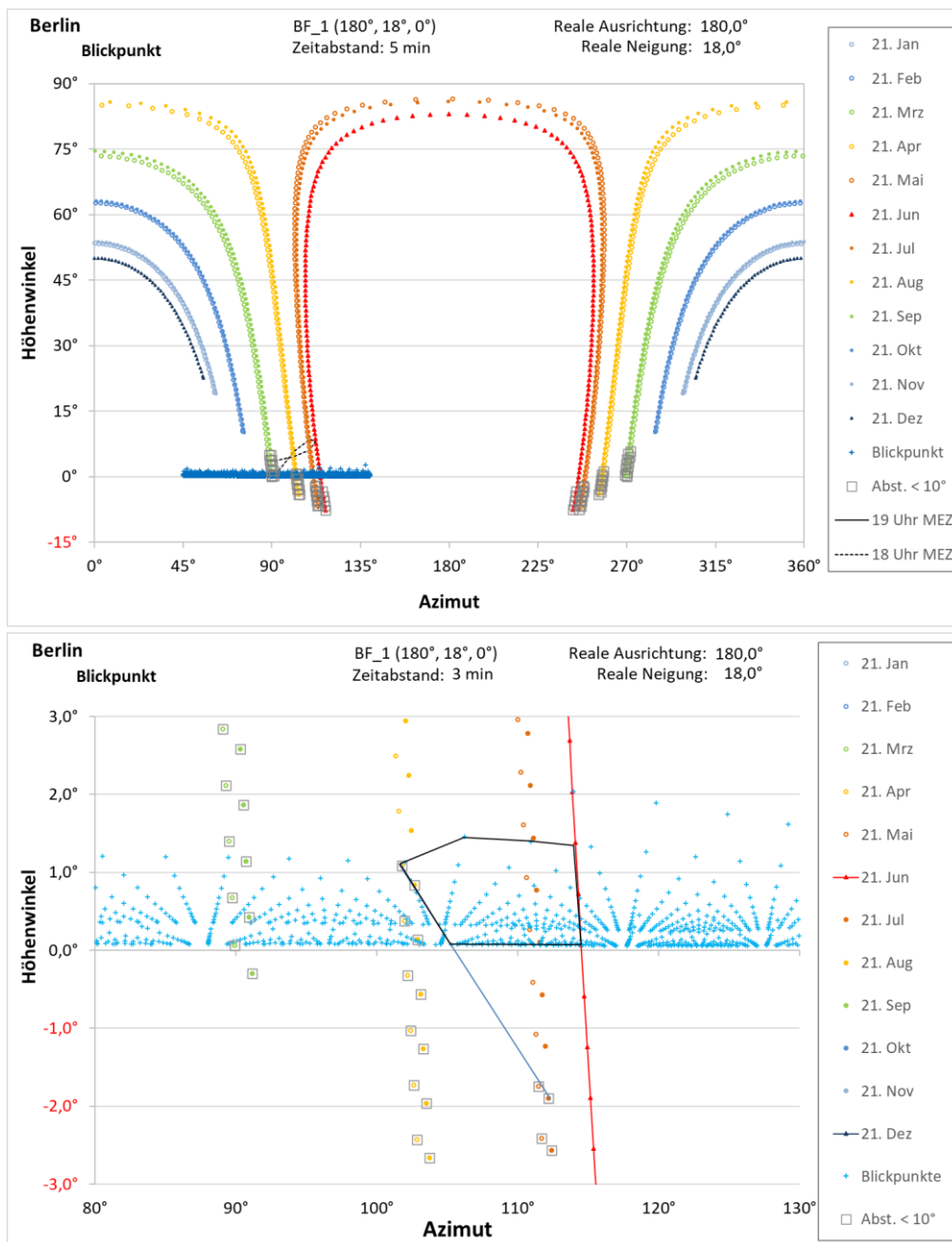


Abbildung 5: Reflexionsdiagramm für schützenswerte Nutzungen (oben) mit einem Ausschnitt in 3-minütiger Auflösung der Tagesganglinien und schwarzer Umrandung des maximalen Immissionszeitraums (unten)



6 Beschreibung der PV-Anlage und der Umgebung

Die PV-Freiflächenanlage „Solarpark Gerswalde“ soll im brandenburgischen Gerswalde westlich des Ortsteils Pinnow errichtet werden. Die geplante PV-Anlage ist in sechs Belegungsfelder mit einheitlicher solarer Ausrichtung der PV-Tischreihen aufgeteilt.

Das Plangebiet wird durch die von Pinnow in Richtung Buchholz führende Kreisstraße K 7318 in vier nördlich und zwei südlich der Kreisstraße gelegene Belegungsfelder unterteilt. Die umliegende Wohnbebauung befindet sich in einem Abstand zu den nächsten PV-Modulen von mehr als 250 m ausschließlich östlich der geplanten PV-Anlage an der in Richtung Ost-West verlaufenden Kreisstraße K 7318 und an der in Nord-Süd-Richtung verlaufenden Kreisstraße K 7321. Das Baufeld liegt auf hügeligem Grund auf einer Höhe von 64 bis 90 m üNNH mit Exposition nach Osten. Abbildung 6 zeigt die Lage der PV-Tischreihen der Belegungsfelder und des Einfriedungszauns.



Abbildung 6: Aktualisierter Belegungsplan der PV-Anlage, Stand 21.07.2025 (Modultischreihen in blau, Einfriedungszaune in rot)

Der mit amtlichem Kartenmaterial erstellte Belegungsplan der PV-Anlage sieht eine Azimutausrichtung der PV-Tische von 180° Süd vor. Die Abweichung des UTM-Koordinatensystems der amtlichen Karten zu geographisch Nord beträgt am Standort der Anlage -1° . Bezogen auf geographisch Nord beträgt die Planausrichtung (= ebenes Gelände) der PV-Module damit 179° . Die durchschnittliche Querneigung (QN) der PV-Tischreihen ist mit -2° (negativer Wert = Gefälle nach Osten) anzusetzen. Die maximalen Querneigung sind mit -6° bis $+5^\circ$ zu berücksichtigen. Die Unter- und Oberkanten der mit einer Neigung von 10° und einem lichten Reihenabstand von 5 m geplanten PV-Tische befinden sich 0,8 respektive 2,1 m über dem Gelände.

Tabelle 1 fasst die Angaben zur PV-Anlage zusammen.



Tabelle 1: Angaben zur PV-Anlage

PV-Anlage:	Solarpark Gerswalde
Geplante Leistung:	16,5 MWp
Standort:	Gemarkung Pinnow (GE), Breite.: 53,21°, Länge: 13,79°
Höhe des Baugrunds:	64 m üNHN bis 90 m üNHN
Planausrichtung:	179°
Planneigung:	10°
Querneigungen (QN):	Median: -2° (-6° bis 5°)
Reihenabstand:	5 m
Unterkonstruktion:	Fixed Tilt 3P
Höhe der Modulkanten:	0,8 m bis 2,1 m über Geländeoberkante
PV-Module:	unbekannt



7 Ermittlung der blendrelevanten Reflexionsrichtungen

Auf Grund der topografischen Bedingungen können nur bodennahe Sonnenlichtreflexionen der PV-Anlage auf die Augenpunkthöhen der Immissionsorte gerichtet sein. Abbildung 7 zeigt die Reflexionsrichtungen der PV-Anlage im Tages- und Jahresverlauf (oben) und die Azimutgrenzen der bodennahen Reflexionen für alle Sonnenstände $> 5^\circ$ (unten) für PV-Tische mit der medianen Querneigung von -2° . Blendwirksame Reflexionen können von Ende April bis Mitte August Juni gegen 6 Uhr Sommerzeit in den westlichen Azimutbereich von 237° bis 254° und von Mitte März bis Ende September zwischen 19 und 20 Uhr Sommerzeit in einen westlichen Azimutbereich von 85° bis 116° gerichtet sein.

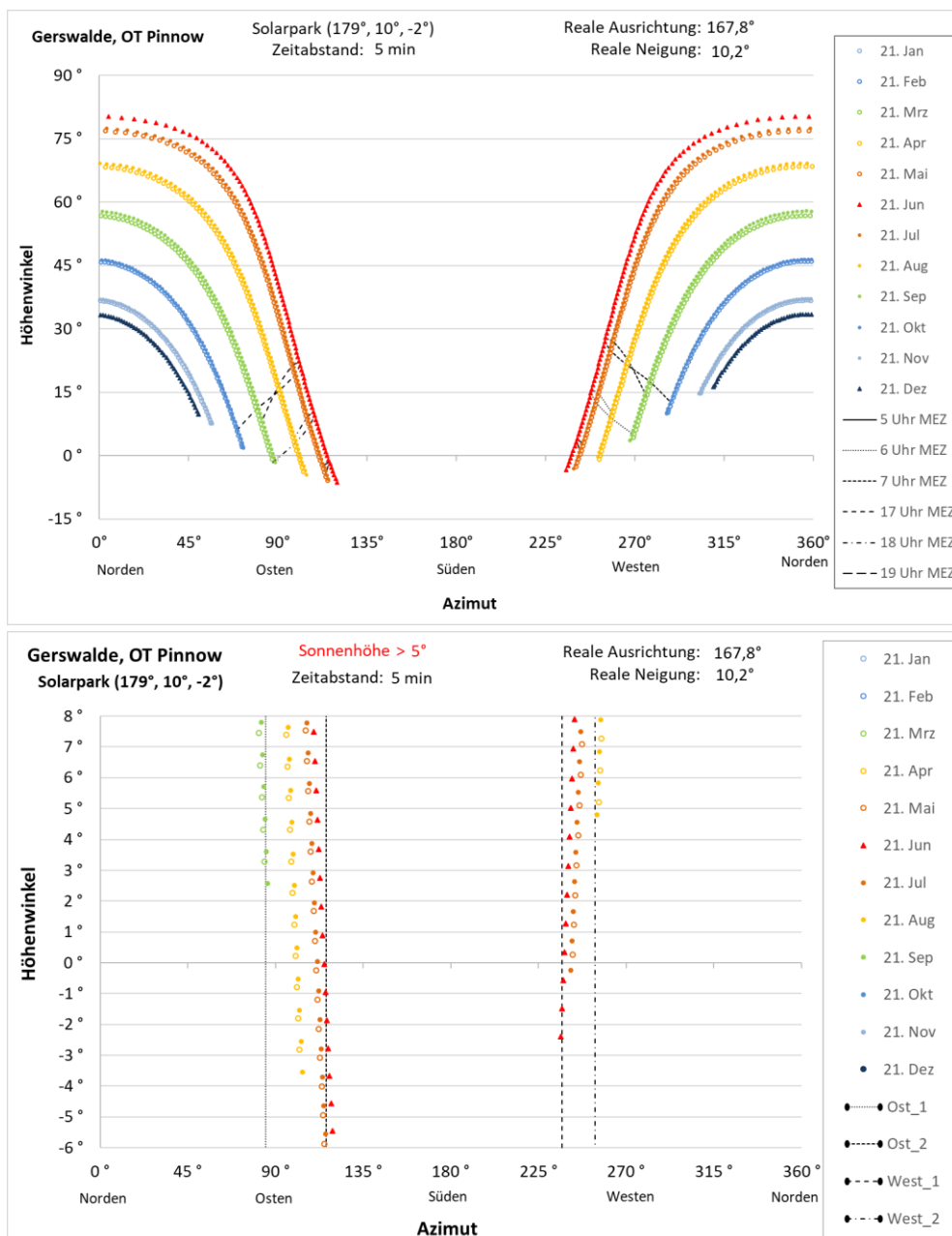


Abbildung 7: Reflexionsdiagramm der PV-Anlage (oben) mit Eingrenzung der für Fahrzeugführende blendkritischen Azimutbereiche bodennaher Reflexionen (unten)



Die unterschiedlichen Querneigungen der PV-Tische führen zu unterschiedlichen reflektierenden Ebenen, die eine Veränderung der Reflexionsrichtungen bedingen. Tabelle 2 zeigt die Azimutbereiche der bodennahen Reflexionen für den gesamten zu berücksichtigen Querneigungsbereich aller Belegungsfelder.

Tabelle 2: Azimutgrenzen der blendrelevanten bodennahen Reflexionen

Bezeichnung	Ost_1	Ost_2	West_1	West_2
Solarpark (179°, 10°, -2°)	85°	116°	237°	254°
Solarpark (179°, 10°, -6°)	68°	110°	keine	keine
Solarpark (179°, 10°, 5°)	120°	125°	247°	292°
Gesamt	68°	125°	237°	292°



8 Ermittlung, Beschreibung und Modellierung der zu prüfenden Immissionsorte

8.1 Ermittlung

Abbildung 8 visualisiert die Richtungen, in die bodennahe Sonnenlichtreflexionen gerichtet sein können. Die magentafarbenen Winkel mit 200 m Schenkellänge zeigen die Blendrichtungen exemplarisch für ausgewählte Eckpunkte der PV-Anlage. Die Reflexionen können in Richtung des Blickfelds der Fahrzeugführenden in beiden Fahrtrichtungen auf der K 7318 und auf Anlieger in Pinnow gerichtet sein. Der Verkehr auf der K 7321 kann nur von seitlichen Reflexionen betroffen werden, die nicht in das zentrale oder periphere Blickfeld der Fahrzeugführenden gerichtet sein können.

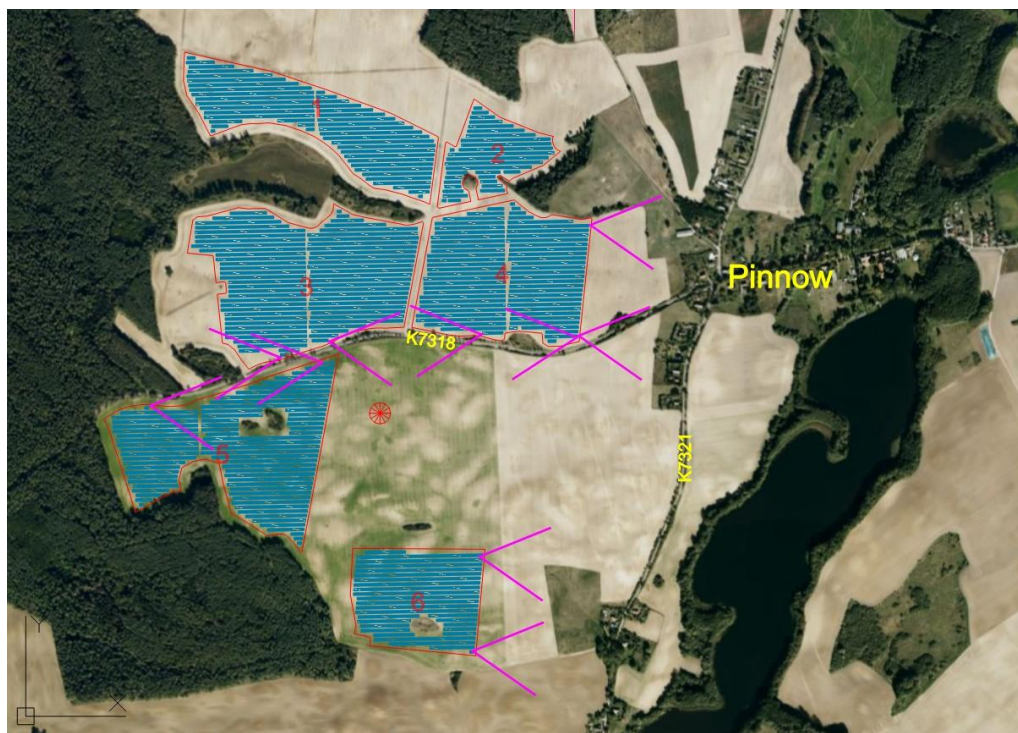


Abbildung 8: Azimutbereiche bodennahe Sonnenlichtreflexionen (magentafarbene Winkel), angetragen an ausgewählte Eckpunkte der PV-Anlage

In der detaillierten Blendanalyse wird geprüft, ob

- ▶ die Fahrzeugführenden auf der K 7318 in beiden Fahrtrichtungen von blendwirksamen Reflexionen der Belegungsfelder 3, 4 oder 5 betroffen sein können
- ▶ die schutzwürdigen Räume der Anlieger Ort Pinow 29 (repräsentative für den Reflexionsbereich des Belegungsfelds 4) und Ort Pinnow 34 (repräsentative für den Reflexionsbereich des Belegungsfelds 4) von durch die PV-Anlage bewirkte Lichtimmissionen betroffen werden können

8.2 Beschreibung

8.2.1 Umliegende Verkehrswege

Die K 7318 verläuft aus Pinnow kommend Richtung Westen nach Buchholz und durchquert dabei die geplante PV-Anlage. Von Pinnow aus steigt die Straße von einer Höhe von 52 m üNNH am Ortsausgang



auf 95 m üNNH am Waldrand westlich der Anlage. Dabei führt sie im ersten 350 m langen Teilstück von Pinnow aus mit einer Azimutfahrtrichtung von 242° ansteigend auf die geplante PV-Anlage zu. Dann folgt eine Rechtskurve, so dass die Blickachse der Fahrzeugführenden bei 276° liegt. Abbildung 9 oben zeigt den Blick der Fahrzeugführenden kurz vor der Kurve und Abbildung 9 Mitte den Blick aus Gegenrichtung auf den Ortsrand von Pinnow. Nach weiteren 350 m wird ein nur geringfügig ansteigender Straßenabschnitt erreicht und es folgt eine Linkskurve, die zu einer Fahrtrichtung von 252° führt, mit der die Straße auf das Belegungsfeld 3 rechts der Fahrbahn zuführt. Mit dem Beginn des nördlichen Waldrands steigt die Straße nach einer leichten Rechtskurve wieder an und führt in einer Linkskurve in den Wald. Abbildung 9 unten zeigt den Blick der Fahrzeugführenden aus westlicher Richtung auf das Belegungsfeld 5 rechts der Fahrbahn.



Abbildung 9: Blick von der K 7318: oben: Fahrtrichtung Westen auf Höhe des Belegungsfelds 4; Mitte: Blick in Gegenrichtung; unten: Blick auf das Belegungsfeld 5 am Waldrand; Quelle: Apple Karten Beta

8.2.2 Wohngebäude

Für die Bestimmung der maximalen Immissionszeiträume für die schutzwürdigen Räume von Anliegern werden die Fenstermittelpunkte der schützenswerten Räume im Obergeschoss der nach Westen gerichteten Giebelseite der Wohngebäude Ort Pinnow 29 und 34 modelliert.



8.3 Modellierung

Für die Belegungsfelder der PV-Anlage werden die Eckpunkte der PV-Tische der Belegungsfelder 3, 4, 5 und 6 als Reflexionspunkte modelliert. Das Blendrisiko für den Verkehr auf der K 7318 wird mit je drei kritischen Blickpunkten für beide Fahrrichtungen geprüft. Die Höhe des Fenstermittelpunkts wird für Ort Pinnow 29 (OP_29) mit 57 m üNNH (6 m über 51 m GOK) und für Ort Pinnow 34 (OP_34) mit 55 m üNNH (5 m über 50 m GOK). Abbildung 10 zeigt die PV-Tischreihen der Belegungsfelder und die ausgewählten Blickpunkte und Abbildung 11 die modellierten Reflexions- und Blickpunkte in der x-y-Ebene.



Abbildung 10: Blickpunkte (cyanfarbene und gelbe Kreise) für die detaillierte Blendanalyse

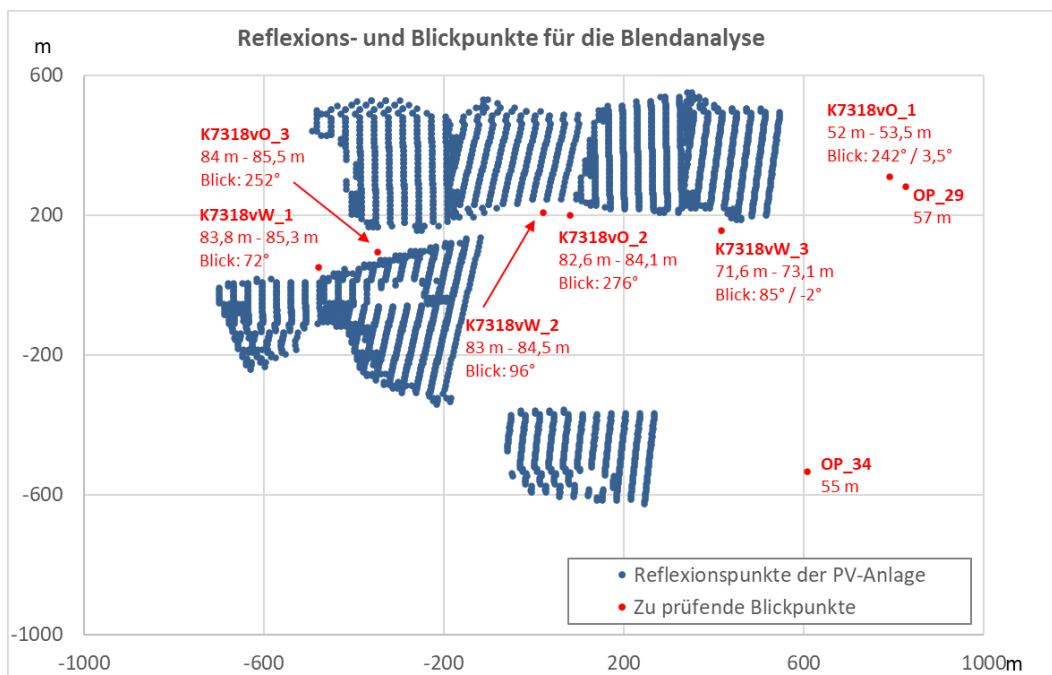


Abbildung 11: Modellierte Reflexions- und Blickpunkte in der x-y-Ebene mit Angabe der Augenpunkthöhen und ggf. Blickrichtungen am Blickpunkt



9 Berechnungsergebnisse

9.1 Verkehr auf der K 7318 aus westlicher Richtung

9.1.1 Blickpunkt K7318vW_1

Der Blickpunkt K7318vW_1 repräsentiert den gradlinig verlaufenden Streckenabschnitt nach dem Verlassen des Waldes, der von den Sonnenlichtreflexionen der südlichen PV-Tische des Belegungsfelds 3 und den nördlichen Tischen des Belegungsfelds 5 betroffen werden kann. Die mittlere Querneigung der PV-Tische ist mit 0° anzusetzen.

Das Reflexionsdiagramm in Abbildung 12 zeigt, dass die Sonnenlichtreflexionen der PV-Anlage von Mitte April bis Anfang September gegen 6:30 Uhr Sommerzeit in das zentrale Blickfeld der Fahrzeugführenden gerichtet sein können.

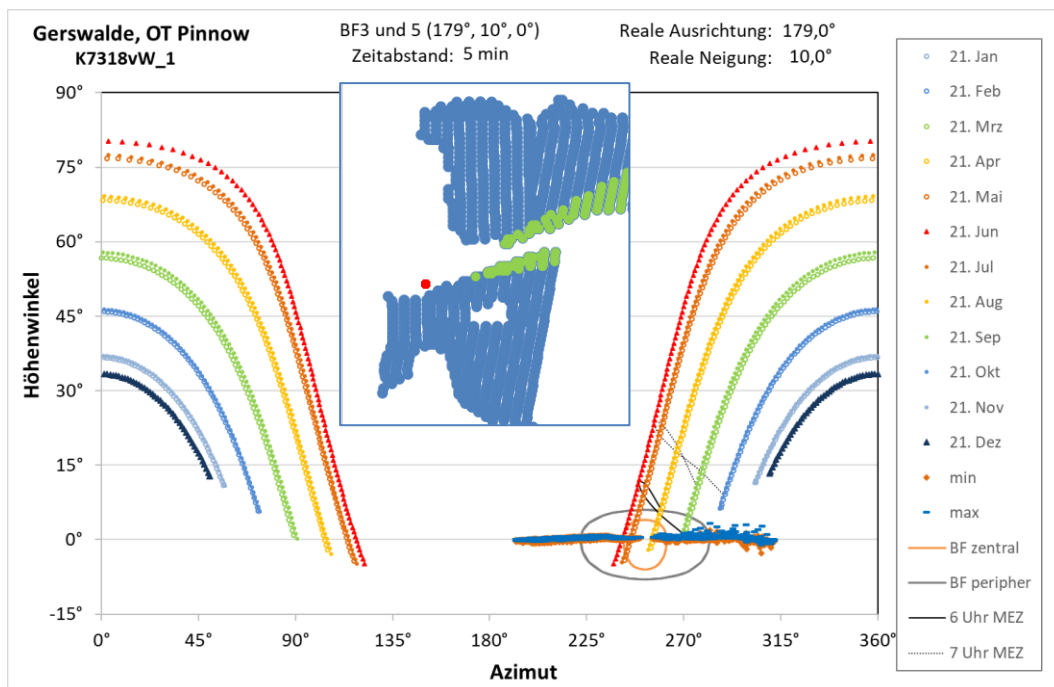


Abbildung 12: Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt K7318vW_1 mit Visualisierung der PV-Tische, die in das zentrale Blickfeld reflektieren können

Die Reflexionen bewirken im zentralen Blickfeld eine maximale Beleuchtungsstärke von ca. 700 lx. Gleichzeitig steht die Sonne auf einer Höhe von weniger als 10° zwischen der reflektierenden Fläche und der Fahrbahn. Tabelle 3 zeigt die lichttechnischen Berechnungsergebnisse für die der Blickachse nächste und für die lichtstärksten Reflexionen in das zentrale Blickfeld hoch sitzender Fahrer.

Tabelle 3: Bewertungsrelevante Ergebnisse der lichttechnischen Berechnungen am Blickpunkt K7318_vW_1

Reflexion	Az-Diff. Blickachse	Höhenwinkel	Bel.-stärke	Sonnenhöhe	Az-Diff. Sonne	Winkel zur Modulnormale
K7318vW1_nah	$1,9^\circ$	$0,4^\circ$	381 lx	$6,8^\circ$	$0,7^\circ$	$86,4^\circ$
K7318vW1_hell	$9,9^\circ$	$0,5^\circ$	714 lx	$9,1^\circ$	$8,3^\circ$	$85,1^\circ$



9.1.2 Blickpunkt K7318vW_2

Der Blickpunkt K7318vW_2 repräsentiert den gradlinig verlaufenden Streckenabschnitt nach der Rechtskurve, der von den Sonnenlichtreflexionen der südlichen PV-Tische des Belegungsfelds 4 betroffen werden kann. Die mittlere Querneigung der PV-Tische ist mit -3° anzusetzen.

Das Reflexionsdiagramm in Abbildung 13 zeigt, dass die Sonnenlichtreflexionen der PV-Anlage im April und August kurz nach 6 Uhr Sommerzeit in das periphere Blickfeld der Fahrzeugführenden gerichtet sein können.

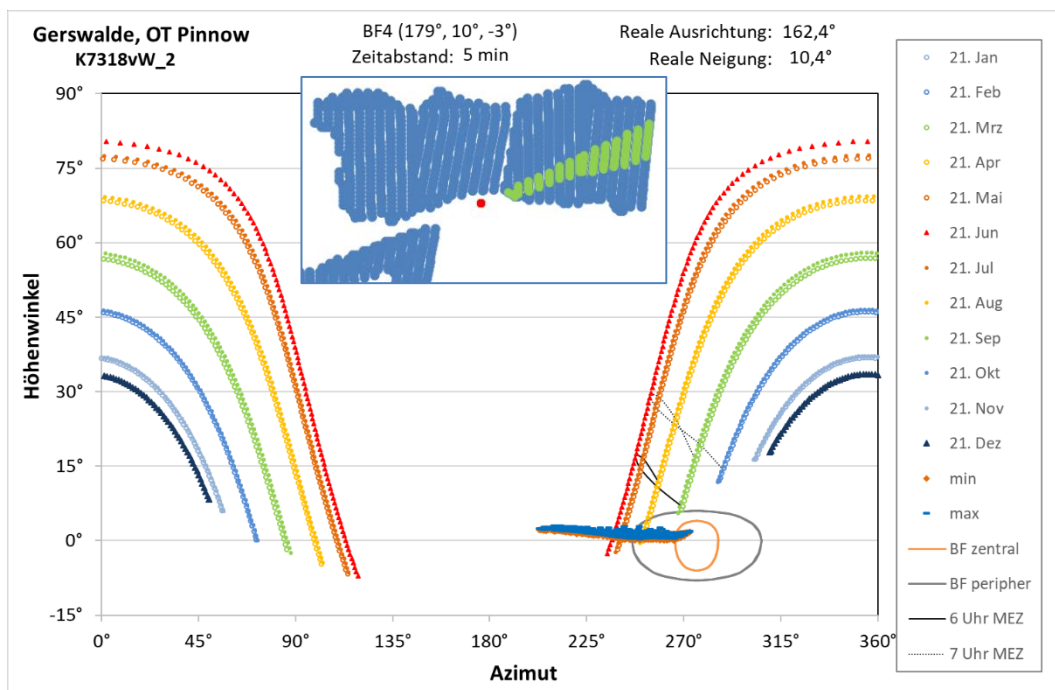


Abbildung 13: Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt K7318vW_2 mit Visualisierung der PV-Tische, die in das periphere Blickfeld reflektieren können

Die Reflexionen bewirken im peripheren Blickfeld eine maximale Beleuchtungsstärke von ca. 100 lx. Gleichzeitig steht die Sonne auf einer Höhe von weniger als 5° zwischen der reflektierenden Fläche und der Fahrbahn. Tabelle 4 zeigt die lichttechnischen Berechnungsergebnisse für die lichtstärksten Reflexionen in das periphere Blickfeld hoch sitzender Fahrer.

Tabelle 4: Bewertungsrelevante Ergebnisse der lichttechnischen Berechnungen am Blickpunkt K7318vW_2

Reflexion	Az-Diff. Blickachse	Höhenwinkel	Bel.-stärke	Sonnenhöhe	Az-Diff. Sonne	Winkel zur Modulnormale
K7318vW2_hell	30°	2°	111 lx	$4,1^\circ$	$28,9^\circ$	87°

9.1.3 Blickpunkt K7318vW_3

Der Blickpunkt K7318vW_3 befindet sich ausgangs der Linkskurve, an dem die Straße mit einem Gefälle von zu Beginn ca. -2° weiter Richtung Pinnow führt und kann von den Sonnenlichtreflexionen der südöstlichen PV-Tische des Belegungsfelds 4 betroffen werden kann. Die mittlere Querneigung der PV-Tische ist mit -2° anzusetzen.



Das Reflexionsdiagramm in Abbildung 14 zeigt, dass die Sonnenlichtreflexionen der PV-Anlage von Mitte Mai bis Ende Juli gegen 6 Uhr Sommerzeit in das periphere Blickfeld der Fahrzeugführenden gerichtet sein können.

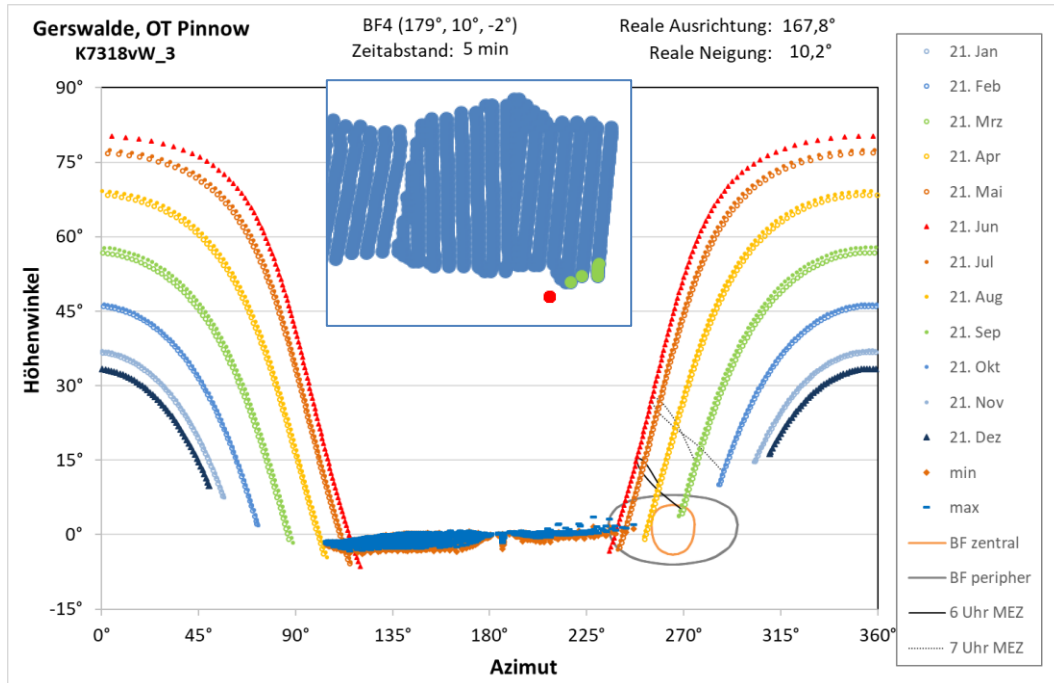


Abbildung 14: Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt K7318vW_3 mit Visualisierung der PV-Tische, die in das periphere Blickfeld reflektieren können

Die Reflexionen bewirken im peripheren Blickfeld eine maximale Beleuchtungsstärke von ca. 650 lx. Gleichzeitig steht die Sonne auf einer Höhe von weniger als 9° zwischen der reflektierenden Fläche und der Fahrbahn. Tabelle 5 zeigt die lichttechnischen Berechnungsergebnisse für die lichtstärksten Reflexionen in das periphere Blickfeld hoch sitzender Fahrer.

Tabelle 5: Bewertungsrelevante Ergebnisse der lichttechnischen Berechnungen am Blickpunkt K7318vW_3

Reflexion	Az-Diff. Blickachse	Höhenwinkel	Bel.-stärke	Sonnenhöhe	Az-Diff. Sonne	Winkel zur Modulnormale
K7318vW3_hell	27°	1,8°	640 lx	8,4°	25,2°	84,8°

9.2 Verkehr auf der K 7318 aus östlicher Richtung

9.2.1 Blickpunkt K7318vO_1

Der Blickpunkt K7318vO_1 repräsentiert den gradlinig verlaufenden Streckenabschnitt nach dem Ortsausgang Pinnow, der von den Sonnenlichtreflexionen der östlichen PV-Tische des Belegungsfelds 4 betroffen werden kann. Die mittlere Querneigung der PV-Tische ist mit -3° anzusetzen.

Das Reflexionsdiagramm in Abbildung 15 zeigt, dass die Sonnenlichtreflexionen der PV-Anlage im März und September zum Sonnenuntergang in das periphere Blickfeld der Fahrzeugführenden gerichtet sein können.

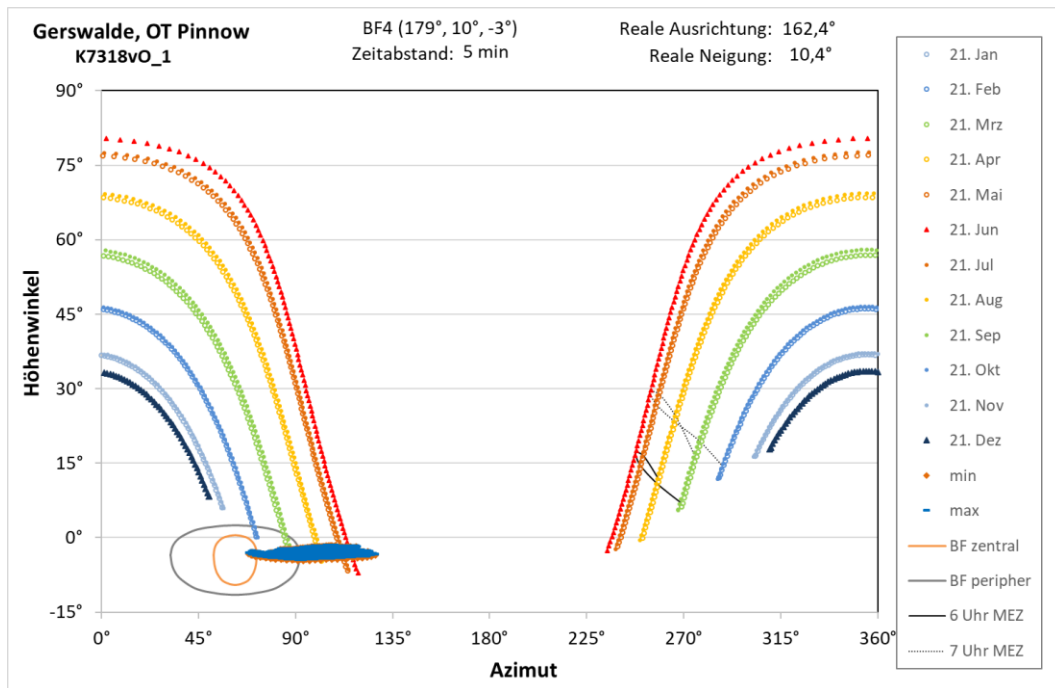


Abbildung 15: Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt K7318vO_1

Die Reflexionen bewirken im peripheren Blickfeld eine maximale Beleuchtungsstärke von ca. 100 lx. Gleichzeitig steht die Sonne auf einer Höhe von weniger als 5° zwischen der reflektierenden Fläche und der Fahrbahn. Tabelle 6 zeigt die lichttechnischen Berechnungsergebnisse für die lichtstärksten Reflexionen in das periphere Blickfeld hoch sitzender Fahrer.

Tabelle 6: Bewertungsrelevante Ergebnisse der lichttechnischen Berechnungen am Blickpunkt K7318_vO_1

Reflexion	Az-Diff. Blickachse	Höhenwinkel	Bel.-stärke	Sonnenhöhe	Az-Diff. Sonne	Winkel zur Modulnormale
K7318vO1_hell	29,9°	-2,1°	90 lx	4,8°	29,4°	88,7°

9.2.2 Blickpunkt K7318vO_2

Der Blickpunkt K7318vO_2 repräsentiert den gradlinig verlaufenden Streckenabschnitt nach der Linkskurve, der von den Sonnenlichtreflexionen der südlichen PV-Tische des Belegungsfelds 3 betroffen werden kann. Die mittlere Querneigung der PV-Tische ist mit 0° anzusetzen.

Das Reflexionsdiagramm in Abbildung 16 zeigt, dass die Sonnenlichtreflexionen der PV-Anlage von Ende März bis Mitte September gegen 20 Uhr Sommerzeit in das zentrale oder periphere Blickfeld der Fahrzeugführenden gerichtet sein können. Sie bewirken im zentralen Blickfeld eine Beleuchtungsstärke von bis zu ca. 400 lx. Gleichzeitig steht die Sonne auf einer Höhe von weniger als 8° zwischen der reflektierenden Fläche und der Fahrbahn. Tabelle 7 zeigt die lichttechnischen Berechnungsergebnisse.

Tabelle 7: Bewertungsrelevante Ergebnisse der lichttechnischen Berechnungen am Blickpunkt K7318vO_2

Reflexion	Az-Diff. Blickachse	Höhenwinkel	Bel.-stärke	Sonnenhöhe	Az-Diff. Sonne	Winkel zur Modulnormale
K7318vO2_zhell	9°	1,1°	357 lx	6,4°	7,7°	86°
K7318vO2_phell	28,5°	1,6°	1.176 lx	12°	26,4°	82,6°

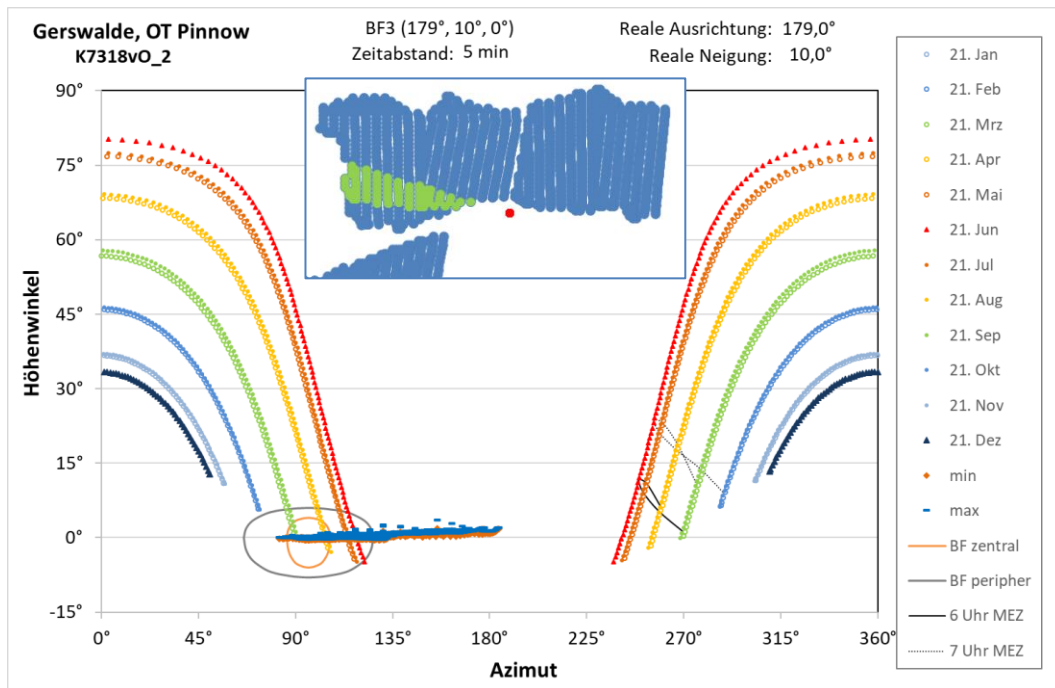


Abbildung 16: Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt K7318vO_2 mit Visualisierung der PV-Tische, die in das zentrale Blickfeld reflektieren können

9.2.3 Blickpunkt K7318vO_3

Der Blickpunkt K7318vO_3 befindet sich auf dem gradlinigen Streckenabschnitt, der zum Waldrand führt und kann von den Sonnenlichtreflexionen des Belegungsfelds 5 betroffen werden. Die mittlere Querneigung der PV-Tische ist mit -2° anzusetzen. Das Reflexionsdiagramm in Abbildung 17 zeigt, dass die Sonnenlichtreflexionen der PV-Anlage zu keinem Zeitpunkt im Jahr in die Blickfelder der Fahrzeugführenden gerichtet sein können.

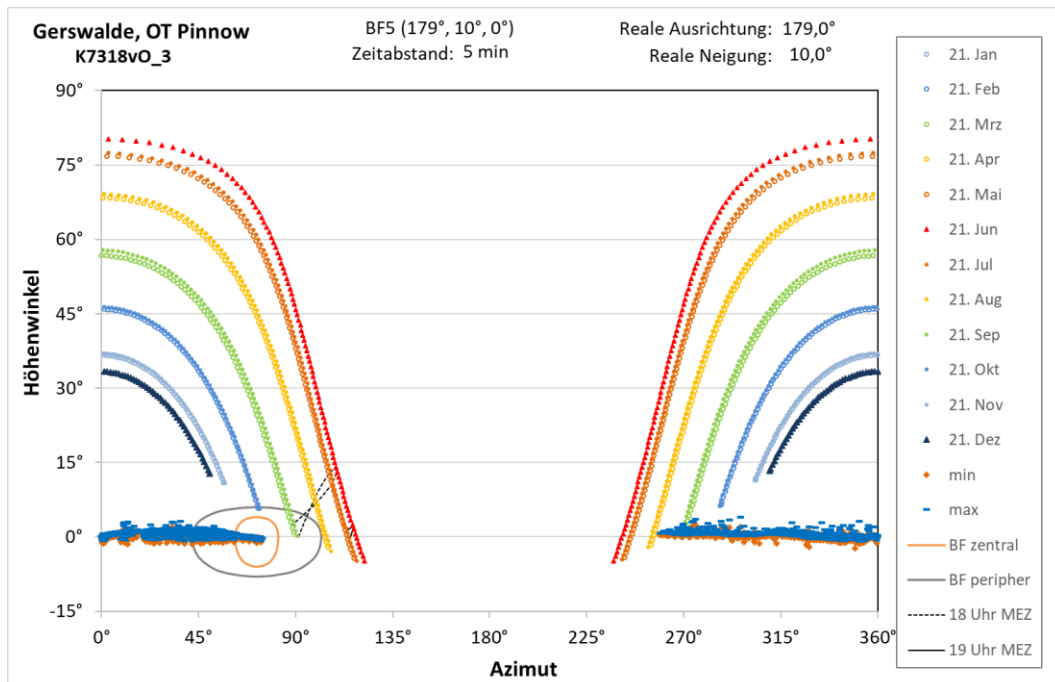


Abbildung 17: Reflexionsdiagramme für den Blickpunkt K7318vO_3



9.3 Schutzwürdige Nutzungen von Anliegern

9.3.1 Ort Pinnow 29

Das Wohngebäude Ort Pinnow 29 befindet sich südlich der K_7318 am westlichen Ortsrand von Pinnow. Ohne Berücksichtigung etwaiger Sichthindernisse durch die bestehenden Gehölze sind die östlichsten PV-Tische des Belegungsfelds 4, deren Querneigung mit -3° anzusetzen ist, aus den Fenstern in der Westfassade des Gebäudes sichtbar.

Das Reflexionsdiagramm für ein Fenster im Obergeschoss (Blickpunkt OP_29) in Abbildung 18 zeigt, dass von Mitte März bis Ende September kurz vor Sonnenuntergang Lichtreflexionen auf das untersuchte Fenster gerichtet sein können, während die Sonne mit einem geringen Abstandswinkel über der reflektierenden Fläche steht und das Helligkeitsgeschehen dominiert.

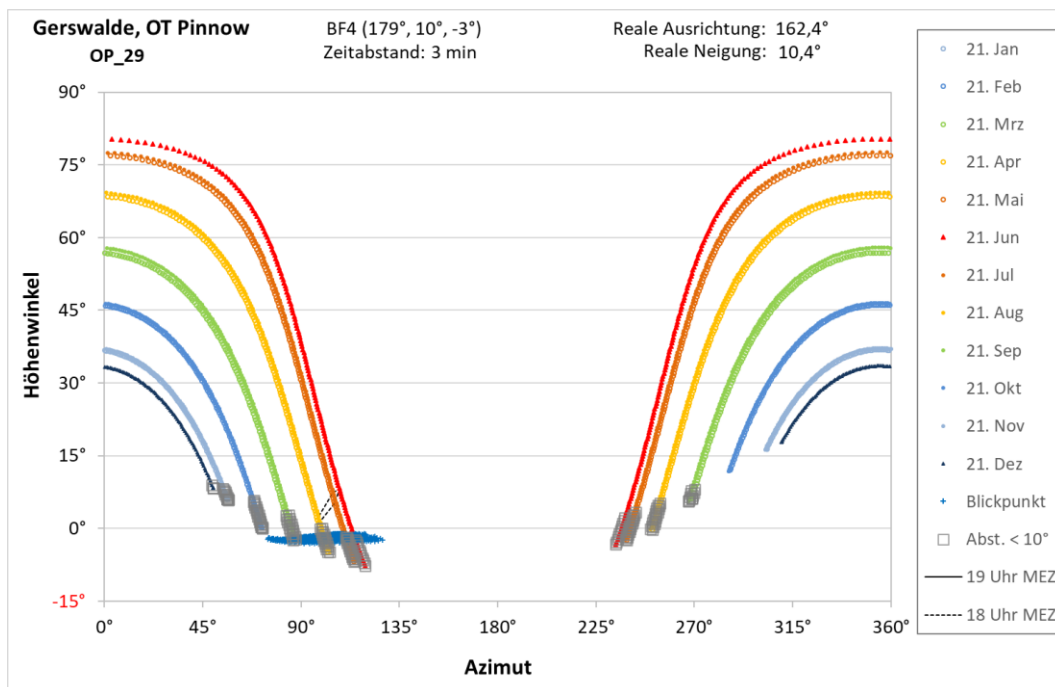


Abbildung 18: Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt OP_29 mit 3-minütiger Auflösung der Tagesganglinien

Der Ausschnitt des Reflexionsdiagramms mit Einzeichnung des maximalen Immissionszeitraums nach den Bestimmungen der Brandenburger Licht-Leitlinie in Abbildung 19 ergibt, dass die Reflexionen von Anfang Mai bis Anfang August als Lichtimmissionen zu werten sind. Die nach den Vorgaben der Licht-Leitlinie berechnete maximale tägliche Immissionsdauer tritt zur Sommersonnenwende auf und liegt bei 7 min/d. Die maximale jährliche Immissionsdauer summiert sich zu 7 h/a.

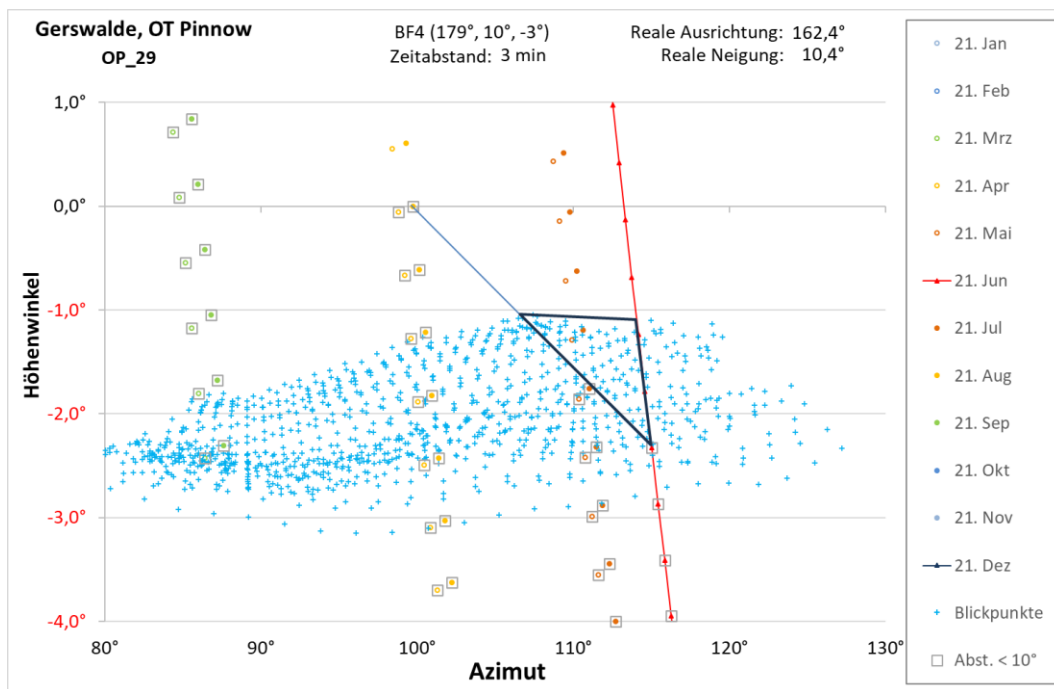


Abbildung 19: Ausschnitt aus dem Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt OP_29 mit schwarzer Umrandung des maximalen Immissionszeitraums

9.3.2 Ort Pinnow 34

Das Wohngebäude Ort Pinnow 34 befindet sich am nordwestlichen Rand einer Splittersiedlung zwischen dem Pinnower See und dem Belegungsfeld 6 der geplanten PV-Anlage an der K_7321. Aus dem untersuchten Fenster in der Westfassade des Gebäudes sind ohne Berücksichtigung etwaiger Sichthindernisse die östlichsten PV-Tische des Belegungsfelds 6 sichtbar, deren Querneigung mit -5° anzusetzen ist.

Das Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt OP_34 in Abbildung 20 zeigt, dass von Anfang März bis Oktober kurz vor Sonnenuntergang Sonnenlichtreflexionen auf das untersuchte Fenster gerichtet sein können, während die Sonne mit einem geringen Abstandswinkel über der reflektierenden Fläche steht und das Helligkeitsgeschehen dominiert.

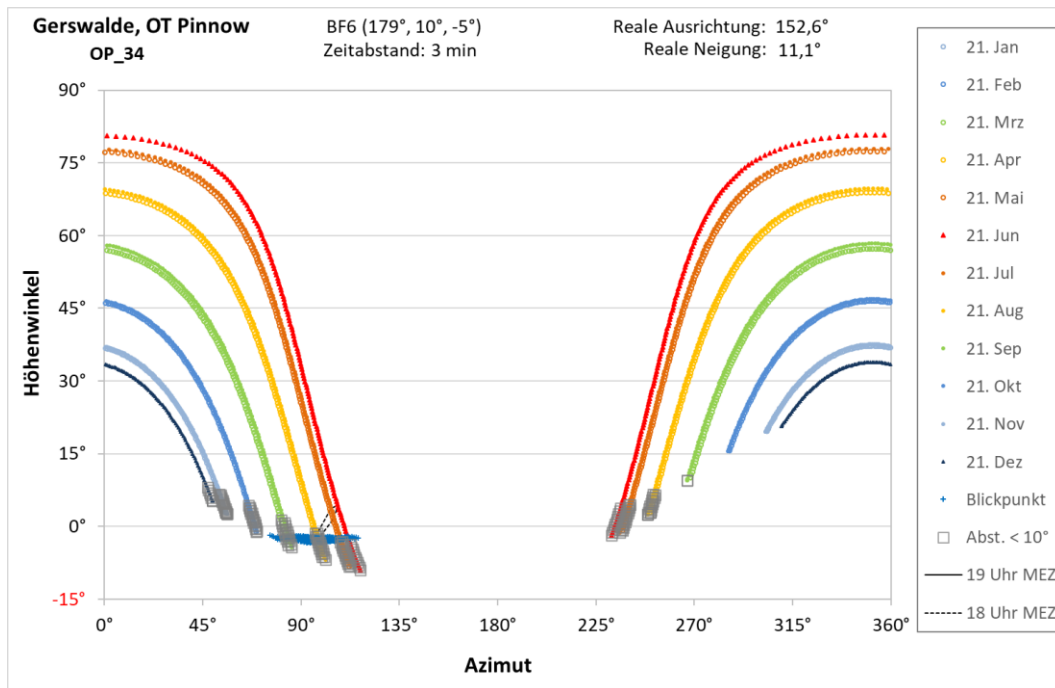


Abbildung 20: Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt OP_34 mit 3-minütiger Auflösung der Tagesganglinien

Die Ausschnittvergrößerung des Reflexionsdiagramms mit Einzeichnung des maximalen Immissionszeitraums nach den Bestimmungen der Brandenburger Licht-Leitlinie in Abbildung 21 ergibt, dass die Sonnenlichtreflexionen von Anfang Mai bis Anfang August als Lichtimmissionen zu werten sind. Die nach den Vorgaben der Licht-Leitlinie berechnete maximale tägliche Immissionsdauer liegt bei 5 min/d. Die maximale jährliche Immissionsdauer summiert sich zu 8 h/a.

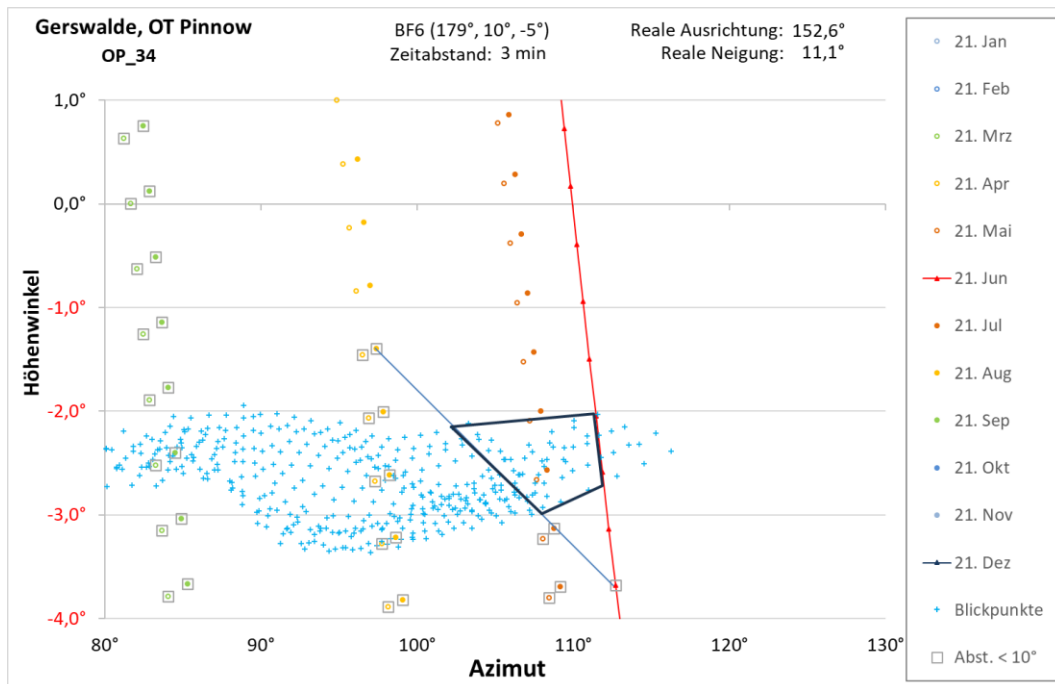


Abbildung 21: Ausschnitt aus dem Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt OP_34 mit schwarzer Umrandung des maximalen Immissionszeitraums



10 Bewertung der Blendrisiken

Hinweis: Die Berechnungen berücksichtigen keine Sichtunterbrechungen durch die bestehende Vegetation. Für die Bewertung der Blendrisiken wird diese ggf. berücksichtigt und bezüglich ihrer Dauerhaftigkeit eingeschätzt. Für die im Zuge der Einfriedung der Anlage geplanten Gehölzhecken oder Zäune wird ggf. deren Mindesthöhe und die erforderliche Minderung der Lichttransmission ermittelt, um Blendwirkungen hinreichend auszuschließen.

10.1 Verkehr auf der K 7318

Die Fahrzeugführenden auf der K 7318 können in westliche Fahrtrichtung ab dem Ortsausgang Pinnow bis kurz vor dem Erreichen des Waldrands von Ende März bis Mitte September abends von Sonnenlichtreflexionen der Belegungsfelder 3, 4 und 5 in das zentrale oder periphere Blickfeld betroffen werden. Die Reflexionen in das periphere Blickfeld können auf Grund der geringen von ihnen bewirkten Beleuchtungsstärke an den Augen der Fahrzeugführenden zu keiner relevanten Blendwirkung führen. Bei einer Fixation des Blicks der Fahrzeugführenden auf die ab dem Durchfahren der Rechtskurve südlich des Belegungsfelds 4 auf Grund der Topografie sporadisch im zentralen Blickfeld sichtbaren reflektierenden Flächen entsteht ein Risiko für eine Absolutblendung, die die Erfüllung der Sehaufgabe kurzzeitig verhindern kann, so dass Sichtschutzmaßnahmen erforderlich werden. Durch die Umsetzung der im Bebauungsplan verankerten sichtschützenden Einfriedung der einzelnen Belegungsfelder durch 10 m breite Gehölzstreifen entfällt dieses Risiko ab einer Wuchshöhe von ca. 2 m.

Die Fahrzeugführenden auf der K 7318 können in östliche Fahrtrichtung ab dem Verlassen des Waldstücks bis zur Linkskurve südlich des Belegungsfelds 4 morgens von Sonnenlichtreflexionen der Belegungsfelder 3, 4 und 5 in das zentrale oder periphere Blickfeld betroffen werden. Die Reflexionen in das periphere Blickfeld können auf Grund der geringen von ihnen bewirkten Beleuchtungsstärke an den Augen der Fahrzeugführenden zu keiner relevanten Blendwirkung führen. Bei einem Blick in Richtung der auf Grund der Topografie sporadisch im zentralen Blickfeld sichtbaren reflektierenden Flächen besteht hingegen das geringe Risiko eine Absolutblendung, so dass Sichtschutzmaßnahmen erforderlich werden. Durch die Umsetzung der im Bebauungsplan festgesetzten sichtschützen Einfriedung der einzelnen Belegungsfelder durch Gehölzstreifen ist eine Blendwirkung ab einer Wuchshöhe von ca. 2 m ausgeschlossen.

Für die Aufwuchszeit bis zum Erreichen der erforderlichen Höhe der Gehölze wird empfohlen, die für eine mögliche Absolutblendung verantwortlichen PV-Tische durch die Gestaltung einiger Abschnitte der Einfriedung als Sichtschutzzäun vor den Augen der Fahrzeugführenden abzuschirmen. Die in Abbildung 22 dargestellten Abschnitte des Einfriedungszauns sollten dazu im Höhenbereich von 70 cm bis zur Zaunoberkante von 2 m durch textile Einflechtungen, Matten oder Schattiernetzen mit einem Schattiergrad von ≥ 80 % verblendet werden.

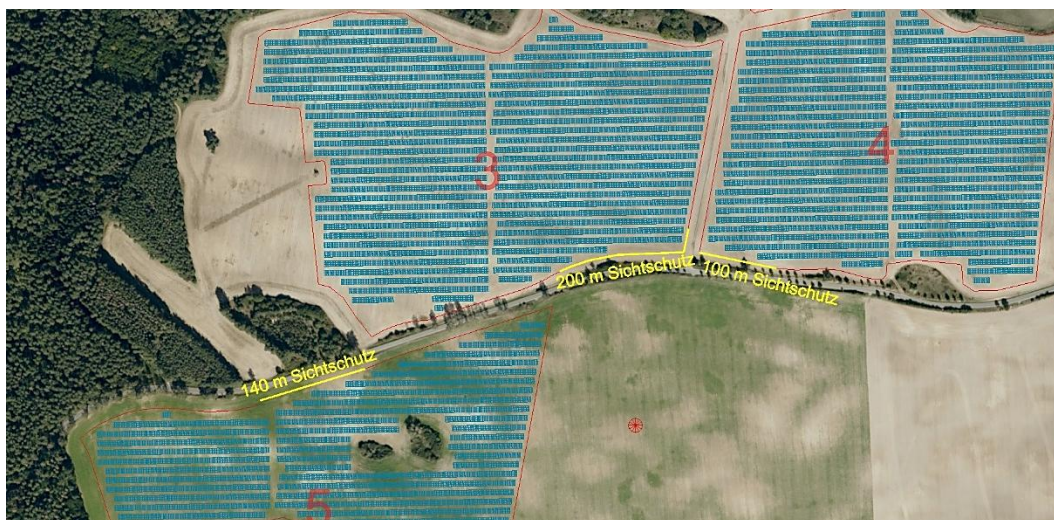


Abbildung 22: Darstellung der für die Aufwuchszeit der Gehölze als Sichtschutzzaun zu gestaltenden Abschnitte der Einfriedung durch gelbe Markierung

10.2 Schutzwürdige Nutzungen von Anliegern

Die Blendanalyse für die exponierten Wohngebäude Ort Pinnow 29 und Ort Pinnow 34 mit einem Abstand von mehr als 250 m zu den nächstgelegenen PV-Tischen ergibt, dass die Anlieger von Mitte März bis Ende September kurz vor Sonnenuntergang von Lichtreflexionen der PV-Anlage betroffen sein können, während die Sonne über den reflektierenden Flächen steht und das Helligkeitsgeschehen dominiert. Die Berechnung der maximalen Immissionsdauer gemäß den Vorgaben der Brandenburger Licht-Leitlinie ergibt eine maximale tägliche Immissionsdauer von bis zu 7 min/d und 8 h/a. Die Werte liegen deutlich unter den Schwellenwerten der Lichtleitlinie (30 min/d und 30 h/a), die einen Hinweis auf eine erhebliche Belästigung geben.

Die Berechnungen unterstellen eine freie Sichtverbindung auf die gesamten östlichsten PV-Tischflächen der Belegungsfelder 4 und 6, die auf Grund der im Bebauungsplan festgesetzten dreireihigen Einfriedungshecken nicht gegeben ist, so dass sich die Immissionszeiten weiter reduzieren. Ab einer Wuchshöhe der Hecken von ca. 2,1 m kommt es zu keinen anlagenbedingten Lichtimmissionen mehr.

Das Gebäude Ort Pinnow 29 repräsentiert den westlichen Rand der Ortslage Pinnow. Für die weiteren Gebäude am Ortseingang Pinnow sind ähnliche oder geringere Immissionszeiten zu erwarten, da die weiter nördlich oder südlich befindlichen Orte nur von den Reflexionen einer geringeren Anzahl der ostrandständigen PV-Tische des Belegungsfelds 4 erreicht werden können.

Das Gebäude Ort Pinnow 34 repräsentiert den westlichen Rand der Splittersiedlung an der K 7321 (Ort Pinnow). Für die weiter südlich befindlichen Gebäude sind geringere Immissionszeiten zu erwarten, da sie nur von einer geringeren Anzahl der ostrandständigen PV-Tische des Belegungsfelds 6 erreicht werden können.



11 Verwendete Materialien

11.1 Dokumente vom Auftraggeber

- ▶ Modulbelegungsplan als Datei „20250721_GER1_energisto_mplan-r10_lpa.dwg_shared(1).dwg“
- ▶ Vorentwürfe des B-Plans als Dateien „E - B-Plan - Arbeitsstand 2025-08-05 - mit Belegung - nur Planteil - komp-2.pdf“ und „E“ - B-Plan - Arbeitsstand 2025-08-05 - 10 m und zwei Wildwechsel-1.pdf“
- ▶ Stellungnahmen im Beteiligungsverfahren als Datei „2025-07-14 Abwägung §4 Abs.1 - ViKo Maltschew.pdf“

11.2 Literatur

- ▶ Raumordnungsgesetz vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2986), zuletzt geändert durch Gesetz vom 20.07.2022 (BGBl. I S. 1353)
- ▶ Baugesetzbuch In der Fassung der Bekanntmachung vom 23.09.2004 (BGBl. I S. 2414), zuletzt geändert durch Art. 1 G v. 28.7.2023 I Nr. 221
- ▶ Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 26. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 202) geändert worden ist
- ▶ Straßenverkehrsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 5. März 2003 (BGBl. I S. 310, 919), das zuletzt durch Artikel 16 des Gesetzes vom 2. März 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 56) geändert worden ist
- ▶ Bundesfernstraßengesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 28. Juni 2007 (BGBl. I S. 1206), das zuletzt durch Artikel 6 des Gesetzes vom 22. März 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 88) geändert worden ist
- ▶ RAL R1 – Richtlinie für die Anlage von Landstraßen, FGSV 2012
- ▶ RAL R1 – Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen RAST 06, FGSV 2006
- ▶ DIN 5034-2:2021-08 Tageslicht in Innenräumen – Teil 2: Grundlagen
- ▶ Wittlich, M.: Blendung – Theoretischer Hintergrund, Informationen des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA); Sankt Augustin 2010
- ▶ Hinweise der LAI (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz) zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen (LAI-Hinweise); Stand 3.11.2015
- ▶ Leitlinie des Brandenburger Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz zur Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen (Licht-Leitlinie) vom 16. April 2014
- ▶ Empfehlungen der Strahlenschutzkommission: Blendung durch natürliche und neue künstliche Lichtquellen und ihre Gefahren, Februar 2006
- ▶ Eicker, U.: Solare Technologien für Gebäude; 1. Aufl. B. G. Teubner GmbH Stuttgart/Leipzig/Wiesbaden, 2001
- ▶ Solar Glare Hazard Analysis Tool (SGHAT) Technical Reference Manual, Clifford K. Ho, Cianan A. Sims, Julius Yellowhair, and Evan Bush, Sandia National Laboratories, (505) 844-2384, ckho@sandia.gov, SAND2014-18360 O, March 2015
- ▶ Reidenbach H.-D., Dollinger K., Ott G., Janßen M., Brose M. (2008): Blendung durch optische Strahlungsquellen. Bericht der BAUA, Forschung Projekt 2185
- ▶ Borislav Hristov 2009: Untersuchung des Blickverhaltens von Autofahrern. Dissertation an der TU Dresden
- ▶ Ralph Schulz 2012: Blickverhalten und Orientierung von Kraftfahrern auf Landstraßen. Dissertation an der TU Dresden
- ▶ Natasja van der Leden et al. 2015: Verhinderung von Sonnenreflexionen in Lärmschutzwällen – ein Laborexperiment. Tagungsband 18. Gemeinschaftstagung Licht 2008, 10. - 13. Sep 2008, Ilmenau, pp 582-589



12 *Abbildungsverzeichnis*

Abbildung 1: Darstellung des ursprünglichen (links) und der aktuellen (rechts) Belegungsplanung (PV-Modultischreihen blau eingezeichnet)	4
Abbildung 2: Beispielhaftes Reflexionsdiagramm (oben) und Ausschnitt mit Einzeichnung der Azimutgrenzen, in die bodennahe blendwirksame Reflexionen gerichtet werden können (unten)...	10
Abbildung 3: Reflexionsgrade von Moduloberflächen nach Sandia 2015.....	11
Abbildung 4: Beispielhafte Reflexionsdiagramme mit Sichtbeziehung zu Fahrzeugführenden	12
Abbildung 5: Reflexionsdiagramm für schützenswerte Nutzungen (oben) mit einem Ausschnitt in 3-minütiger Auflösung der Tagesganglinien und schwarzer Umrandung des maximalen Immissionszeitraums (unten)	13
Abbildung 6: Aktualisierter Belegungsplan der PV-Anlage, Stand 21.07.2025 (Modultischreihen in blau, Einfriedungszäune in rot)	14
Abbildung 7: Reflexionsdiagramm der PV-Anlage (oben) mit Eingrenzung der für Fahrzeugführende blendkritischen Azimutbereiche bodennaher Reflexionen (unten)	16
Abbildung 8: Azimutbereiche bodennaher Sonnenlichtreflexionen (magentafarbene Winkel), angetragen an ausgewählte Eckpunkte der PV-Anlage.....	18
Abbildung 9: Blick von der K 7318: oben: Fahrtrichtung Westen auf Höhe des Belegungsfelds 4; Mitte: Blick in Gegenrichtung; unten: Blick auf das Belegungsfeld 5 am Waldrand; Quelle: Apple Karten Beta...	19
Abbildung 10: Blickpunkte (cyanfarbene und gelbe Kreise) für die detaillierte Blendanalyse	20
Abbildung 11: Modellierte Reflexions- und Blickpunkte in der x-y-Ebene mit Angabe der Augenpunkthöhen und ggf. Blickrichtungen am Blickpunkt	20
Abbildung 12: Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt K7318vW_1 mit Visualisierung der PV-Tische, die in das zentrale Blickfeld reflektieren können	21
Abbildung 13: Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt K7318vW_2 mit Visualisierung der PV-Tische, die in das periphere Blickfeld reflektieren können	22
Abbildung 14: Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt K7318vW_3 mit Visualisierung der PV-Tische, die in das periphere Blickfeld reflektieren können.....	23
Abbildung 15: Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt K7318vO_1.....	24
Abbildung 16: Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt K7318vO_2 mit Visualisierung der PV-Tische, die in das zentrale Blickfeld reflektieren können	25
Abbildung 17: Reflexionsdiagramme für den Blickpunkt K7318vO_3.....	25
Abbildung 18: Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt OP_29 mit 3-minütiger Auflösung der Tagesganglinien.....	26
Abbildung 19: Ausschnitt aus dem Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt OP_29 mit schwarzer Umrandung des maximalen Immissionszeitraums.....	27



Abbildung 20: Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt OP_34 mit 3-minütiger Auflösung der Tagesganglinien.....28

Abbildung 21: Ausschnitt aus dem Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt OP_34 mit schwarzer Umrandung des maximalen Immissionszeitraums.....28

Abbildung 22: Darstellung der für die Aufwuchszeit der Gehölze als Sichtschutzzaun zu gestaltenden Abschnitte der Einfriedung durch gelbe Markierung30



13 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Angaben zur PV-Anlage	15
Tabelle 2: Azimutgrenzen der blendrelevanten bodennahen Reflexionen	17
Tabelle 3: Bewertungsrelevante Ergebnisse der lichttechnischen Berechnungen am Blickpunkt K7318_vW_1	21
Tabelle 4: Bewertungsrelevante Ergebnisse der lichttechnischen Berechnungen am Blickpunkt K7318vW_2	22
Tabelle 5: Bewertungsrelevante Ergebnisse der lichttechnischen Berechnungen am Blickpunkt K7318vW_3	23
Tabelle 6: Bewertungsrelevante Ergebnisse der lichttechnischen Berechnungen am Blickpunkt K7318_vO_1	24
Tabelle 7: Bewertungsrelevante Ergebnisse der lichttechnischen Berechnungen am Blickpunkt K7318vO_2	24