

## ***Blendgutachten für die PV-Anlage „Energieflächen Lindendorf“***

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

**Auftraggeber:**

Enerparc AG  
Kirchenpauerstr. 26  
20457 Hamburg

**erstellt von:**

Ralf Schmersahl  
Solarpraxis Engineering GmbH  
Manteuffelstr. 74  
12103 Berlin Germany  
Tel. +49 151 14849857  
E-Mail: [ralf.schmersahl@solarpraxis.com](mailto:ralf.schmersahl@solarpraxis.com)  
Internet: [www.solarpraxis.com](http://www.solarpraxis.com)



Datum: 12. Mai 2026

Gutachten-Nr.: SPX-RS-P260047-01



## Inhalt

|       |                                                                       |    |
|-------|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Zweck und Gegenstand des Gutachtens .....                             | 4  |
| 2     | Zusammenfassung der Bewertung .....                                   | 5  |
| 3     | Regulatorischer Rahmen und Bewertungsgrundlagen .....                 | 6  |
| 3.1   | Raumordnung und Baurecht .....                                        | 6  |
| 3.2   | Immissionsschutz .....                                                | 6  |
| 3.3   | Verkehr .....                                                         | 7  |
| 3.3.1 | Allgemeine Anforderungen .....                                        | 7  |
| 3.3.2 | Straßen- und Schienenverkehr .....                                    | 7  |
| 4     | Beschreibung der Methodik .....                                       | 9  |
| 4.1   | Vorbemerkung zu Reflexionen von Freiflächen-Photovoltaikanlagen ..... | 9  |
| 4.2   | Berechnung der Reflexionsrichtungen .....                             | 9  |
| 4.3   | Lichttechnische Berechnungen .....                                    | 10 |
| 4.4   | Blickpunktbezogene Blendanalyse .....                                 | 11 |
| 4.4.1 | Modellierung der Reflexions- und Blickpunkte .....                    | 11 |
| 4.4.2 | Verkehr .....                                                         | 12 |
| 4.4.3 | Schutzwürdige Räume .....                                             | 12 |
| 5     | Beschreibung des Plangebiets und der PV-Anlage .....                  | 14 |
| 6     | Ermittlung der Reflexionsrichtungen und Immissionsorte .....          | 18 |
| 7     | Blickpunktbezogene Blendanalyse für die Teilfläche A .....            | 20 |
| 7.1   | Auswahl und Modellierung der Blickpunkte .....                        | 20 |
| 7.2   | Berechnungsergebnisse .....                                           | 21 |
| 7.2.1 | Verbindungsstraße Alt-Mahlisch nach Libbenichen .....                 | 21 |
| 7.2.2 | Bundesstraße B 167 .....                                              | 22 |
| 7.2.3 | Anlieger Otto-Grotewohl-Str. 2 .....                                  | 23 |
| 8     | Blickpunktbezogene Blendanalyse für die Teilflächen B und C .....     | 24 |
| 8.1   | Auswahl und Modellierung der Blickpunkte .....                        | 24 |
| 8.2   | Berechnungsergebnisse .....                                           | 25 |
| 8.2.1 | Bahnstrecke Werbig oben – Frankfurt (Oder) .....                      | 25 |
| 8.2.2 | Bundesstraße B 167 .....                                              | 26 |
| 8.2.3 | Zusammenfassung der lichttechnische Berechnungsergebnisse .....       | 26 |



|       |                                                            |    |
|-------|------------------------------------------------------------|----|
| 9     | Blickpunktbezogene Blendanalyse für die Teilfläche D ..... | 27 |
| 9.1   | Auswahl und Modellierung der Blickpunkte .....             | 27 |
| 9.2   | Berechnungsergebnisse .....                                | 28 |
| 9.2.1 | Bahnstrecke Werbig oben – Frankfurt (Oder) .....           | 28 |
| 9.2.2 | Anlieger Ausbau 1 .....                                    | 28 |
| 9.2.3 | Anlieger Ausbau 2 .....                                    | 29 |
| 9.2.4 | Anlieger Ausbau 8 .....                                    | 30 |
| 9.2.5 | Anlieger Ausbau 9 .....                                    | 31 |
| 10    | Bewertung der Blendrisiken .....                           | 33 |
| 10.1  | Bahnstrecke DB 6156 Werbig oben – Frankfurt (Oder) .....   | 33 |
| 10.2  | Bundestraße B 167 .....                                    | 33 |
| 10.3  | Verbindungsstraße Alt-Mahlisch – Libbenichen .....         | 33 |
| 10.4  | Schutzwürdige Räume von Anliegern .....                    | 34 |
| 11    | Verwendete Materialien .....                               | 35 |
| 11.1  | Dokumente vom Auftraggeber .....                           | 35 |
| 11.2  | Literatur .....                                            | 35 |
| 12    | Abbildungsverzeichnis .....                                | 36 |
| 13    | Tabellenverzeichnis .....                                  | 38 |



## 1 Zweck und Gegenstand des Gutachtens

Im Zuge der Bau- und Bauleitplanung für die im Plangebiet des vorhabensbezogenen Bebauungsplans zur Errichtung einer Freiflächen-Photovoltaikanlage „Energieflächen Lindendorf“ des Amts Seelow-Land zu errichtenden Photovoltaikanlage ist zu prüfen, ob Sonnenlicht auf umliegende Verkehrswege oder schutzwürdige Nutzungen von Anliegern reflektiert werden kann und ob dadurch gegebenenfalls die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs beeinträchtigende oder die Anlieger belästigende Blendwirkungen auftreten können. Dabei ist für die folgenden Immissionsorte eine blickpunktbezogene detaillierte Blendanalyse durchzuführen:

- Schienenverkehr auf der Bahnstrecke DB 6156 Werbig oben – Frankfurt (Oder)
- Straßenverkehr auf der Bundesstraße B 167 (Frankfurter Straße) und der Otto-Grotewohl-Straße
- Schutzwürdige Räume der Anlieger Otto-Grotewohl-Straße 2 und Ausbau 1, 2, 8 und 9

Das Plangebiet befindet sich in den Gemarkungen Libbenichen und Dolgeln der Ortschaft Lindendorf im Kreis Märkisch-Oderland in Brandenburg. Die geplante Anlage umfasst vier räumlich getrennte Belegungsflächen. Die Lage der geplanten PV-Anlage ist in Abbildung 1 dargestellt.

Die Analyse erfolgt auf Basis der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Daten und Fotos sowie ergänzender Informationen aus dem Geoportal Brandenburg und Google Earth Pro.



Abbildung 1: Lage der Teilflächen der geplanten Freiflächen-PVA (Modultischreihen blau eingezeichnet)



## 2 Zusammenfassung der Bewertung

Es wird festgestellt, dass die Lokführenden auf der Bahnstrecke DB 6156 Werbig oben - Frankfurt (Oder) in beiden Fahrtrichtungen zu keinem Zeitpunkt von blendwirksamen Sonnenlichtreflexionen der PV-Anlage betroffen werden können. Die Überwachung der vorausliegenden Strecke einschließlich der Verkehrssituation am unbeschränkten Bahnübergang mit der Zufahrtsstraße Frankfurter Straße Bauerngut bleibt frei von Blendwirkungen uneingeschränkt möglich. Die Sicherheit des Schienenverkehrs bleibt jederzeit gewahrt.

Es wird festgestellt, dass die Fahrzeugführenden auf der Bundesstraße B 167 und den umliegenden nichtklassifizierten Straßen nicht von Reflexionen in ihre zentralen ( $\pm 10^\circ$  zur Hauptblickrichtung) und peripheren ( $\pm 30^\circ$  zur Hauptblickrichtung) Blickfelder betroffen werden. Es entstehen keine Blendrisiken durch anlagebedingte Sonnenlichtreflexionen. Die Sicherheit und die Leichtigkeit des Straßenverkehrs bleiben jederzeit gewahrt.

Es wird festgestellt, dass die schutzwürdigen Räume und Außenflächen von Anliegern nicht von erheblich belästigenden anlagebedingten Lichtimmissionen betroffen werden können. Die Schwellenwerte der maßgeblichen Brandenburger Licht-Leitlinie, die einen Hinweis auf eine erhebliche Belästigung geben, werden auch ohne Berücksichtigung der vegetationsbedingten Sichtunterbrechungen deutlich unterschritten. Die Anlieger unterliegen auch während der Blendzeiträume keinen relevanten Nutzungseinschränkungen, da die Sonne zu den Reflexionszeiträumen auf geringer Höhe aus der gleichen Himmelsrichtung scheint.

Aus blendgutachterlicher Sicht ist die geplante Photovoltaik-Freiflächenanlage ohne weitere Blendschutzmaßnahmen als genehmigungsfähig einzustufen.



### 3 Regulatorischer Rahmen und Bewertungsgrundlagen

#### 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 oder deren landesspezifische Umsetzungen. Die LAI-Hinweise geben Empfehlungen zur Ermittlung, Beurteilung und Minderung der Blendwirkung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen und definieren schutzwürdige Räume und Flächen. Sie enthalten eine Berechnungsvorschrift zur Ermittlung der astronomisch maximal möglichen Immissionszeiträume unter der Annahme einer punktförmigen Sonne und ideal gerichteter Reflexion. Die Berechnungsvorschrift dient in erster Linie der Vergleichbarkeit von PV-Planungen hinsichtlich der anlagenbedingten Lichtimmissionen. Die Größe der Sonnenscheibe von ca. 0,5°, die Streuung der Reflexionen durch Bündelaufweitung und die regional und jährlich unterschiedlichen Sonnenstunden führen dazu, dass die tatsächlichen Immissionszeiträume von der schematischen Berechnung abweichen.

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 mehr als 10° unterscheiden. Die LAI-Hinweise schränken diesen 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 am Tag werden keinesfalls grundsätzlich als unzumutbar angesehen (LG Frankfurt / Main 2/12 O 322/06; OLG Stuttgart 3 U 46/13).



### 3.3 Verkehr

#### 3.3.1 Allgemeine Anforderungen

Bei der Errichtung von PV-Anlagen in den Schutzzonen des § 9 Bundesfernstraßengesetz (FStrG) sind die Auswirkungen der Anlagen auf die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs zu betrachten. 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.

Das Verkehrsrecht regelt die Mobilität auf der Straße, der Schiene und in der Luft. Es ist darauf ausgerichtet, die Sicherheit des Verkehrs zu gewährleisten. Diese wird durch Umstände beeinträchtigt, die zur Entstehung neuer oder Erhöhung bereits bestehender Gefahren oder zu einer Verschlechterung der Verkehrsverhältnisse beitragen. Für den Straßenverkehr ist das 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). Diese Ausführungen sind sinngemäß auch auf den Schienen- und Flugverkehr anzuwenden.

#### 3.3.2 Straßen- und Schienenverkehr

Zur Beurteilung der Genehmigungsfähigkeit oder der Unbedenklichkeit einer angezeigten PV-Anlage fordert die zuständige Behörde im Regelfall ein Blendgutachten ein. Um eine sachgerechte straßenrechtliche Beurteilung vorzunehmen, sind innerhalb einer Experten-Arbeitsgruppe des Fernstraßen-Bundesamts, unter Beteiligung des Autors, Eckpunkte zur Beurteilung von relevanten Blendwirkungen erarbeitet und im November 2025 veröffentlicht worden. Das Eckpunktepapier soll im Rahmen der Fortschreibung und Evaluierung auf aktuelle Entwicklungen angepasst werden. Der darin beschriebene Ansatz zur Reflexionsberechnung und Bewertung von Blendwirkungen kann auf den Schienenverkehr übertragen werden, wobei die Anforderungen an die Sehaufgabe (Überwachung des Streckenverlaufs, Erkennen von Bahnsignalen) und spezifisch zu berücksichtigende Verkehrssituationen voneinander abweichen.

Die Reflexionen der PV-Anlage dürfen die Erfüllung der Sehaufgabe der Verkehrsteilnehmer nicht beeinträchtigen. Dafür sind Blendquellen in der unmittelbaren Nähe von Sehobjekten (Verkehrsteilnehmer, Hindernisse, Schilder, Signaleinrichtungen) als besonders kritisch anzusehen. Für deren Erkennung wird das Objekt mit der Fovea (Sehgrube) beider Augen fixiert, um einen weniger als 2° großen Winkelbereich stereoskopisch scharf abzubilden. Bei einer Fixation der Augen auf eine Fläche mit einer Leuchtdichte von mehr als 30.000 cd/m<sup>2</sup>, die ein Sonnenlicht reflektierendes PV-Modul typischerweise überschreitet, kann eine Absolutblendung auftreten, bei der die Anpassungsfähigkeit des Auges an die Helligkeit überschritten wird und Schutzmechanismen (Lidschluss, Blickabwendung) einsetzen, die die Fahrzeugführung beeinträchtigen können. Das Risiko für eine Absolutblendung steigt mit der Leuchtdichte der Blendlichtquelle, deren sichtbarer Größe als Winkelbereich im Sehfeld und der Dauer der Fixation.

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  $\leq 10^\circ$  und einen Höhenwinkelbereich von  $-4^\circ$  bis  $+6^\circ$  zur Horizontalen. An Knotenpunkten und für spezielle Fahrsituationen kann eine abweichende Festlegung des zentralen Blickfelds erforderlich sein.

Auch außerhalb des fovealen Sehens können Helligkeitsreize zu einer Blendwirkung führen. Neben der Fovea als abbildendem System befinden sich periphere Netzhautbereiche, die Helligkeitsänderungen wahrnehmen und damit als ein System zur Gefahrenwarnung dienen, das den fovealen Blick auf sich verändernde Sehobjekte lenkt. Im zentralen und peripheren Blickfeld sichtbare Blendquellen wirken so als Distraktoren, die zu einer Blickzuwendung und Ablenkung von der Fahraufgabe führen. Blendlichtquellen in der Nähe der Blickachse oder auch sehr leuchtstarke Blendquellen können auch zu einer physiologischen Relativblendung führen, bei der Lichtstrahlen durch den Augenapparat gestreut werden, auf der Netzhaut eine sogenannte Schleierleuchtdichte erzeugen und dadurch die Sehschärfe und Kontrastunterscheidungsfähigkeit reduzieren. Im Extremfall wird eine Adaptionstörung ausgelöst, die die allgemeine Sehfähigkeit zeitweilig stark herabsetzt.

Für das periphere Sehen sind ein horizontaler Differenzwinkel von bis zu  $30^\circ$  zur Blickachse der Fahrzeugführenden und ein Höhenwinkelbereich von  $-6^\circ$  bis  $+8^\circ$  als Risikobereich für Relativblendungen zu berücksichtigen. Das Risiko einer relevanten Relativblendung erhöht sich, wenn die Winkeldifferenz der Reflexionen zur Blickachse geringer und die Beleuchtungsstärke des Blendlichts im Auge größer wird. Die Beleuchtungsstärke fasst dabei die Helligkeit der Blendquelle und deren Winkelgröße im Blickfeld zusammen. In den Berechnungsformeln der Schleierleuchtdichte für Anwendungsfälle im nächtlichen Straßenverkehr geht die Beleuchtungsstärke linear in die Berechnung der Schleierleuchtdichte ein, während der Winkel zur Blendlichtquelle quadratisch einfließt. Van der Leden et al. ermittelten für Versuchsaufbauten mit einem Fahrsimulator Werte von ca. 4.000 lx bei einem Differenzwinkel von  $10^\circ$  zur Blickachse, ab denen Auswirkungen auf die Fahrleistung der Probanden erkennbar wurden.

Wenn die Sonne zum Zeitpunkt der Reflexionen auf einer Höhe von bis zu  $10^\circ$  ebenfalls im Blickfeld steht, dominiert sie das Helligkeitsgeschehen. Unterhalb von  $5^\circ$  Höhe kann die Sonne im Straßenverkehr nicht durch die Sonnenblende des Fahrzeugs abgeschirmt werden, so dass die Blendwirkung der Reflexionen in diesem Fall vernachlässigt werden kann.





## 4 Beschreibung der Methodik

### 4.1 Vorbemerkung zu Reflexionen von Freiflächen-Photovoltaikanlagen

Bei typischen Freiflächen-Photovoltaikanlagen werden die PV-Tische mit starren Azimutausrichtungen und Neigungswinkeln errichtet. In Abhängigkeit von der Topografie des Belegungsfelds und der Umgebung entstehen vornehmlich morgens oder abends bodennahe Lichtreflexionen, die mit geringen Höhenwinkeln auf die Augen von Verkehrsteilnehmern oder Anliegern gerichtet werden können. Gleichzeitig steht die Sonne auf einer geringen Höhe in der Nähe der reflektierenden Fläche.

Von PV-Anlagen, deren Neigungswinkel mit einem einachsig-horizontalem Trackersystem der Sonnenhöhe nachgeführt wird, können im Nachführbetrieb nur Reflexionen mit positiven Höhenwinkeln ausgehen, die unter den meisten topografischen Bedingungen nicht auf Anlieger oder bodengebundenen Verkehr gerichtet sein können. Hier sind es die Sonnenlichtreflexionen in Park- und Sonderpositionen sowie beim Backtracking, die bei ungünstig gewählten Einstellungen zu Blendwirkungen führen können. In Bezug auf den Immissionsschutz von Anliegern heißt das, dass es im Regelbetrieb der Anlage zu keinen anlagenbedingten Lichtimmissionen kommen kann und eine erhebliche Belästigung prinzipbedingt ausgeschlossen ist.

### 4.2 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 amtlichen 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 Azimutausrichtung und Neigung der Module unter Berücksichtigung etwaiger Querneigungen sowie die Winkelbeziehungen zu den Immissionsorten ermittelt.

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

Abbildung 2 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. Die eingezeichneten Analemmata für ausgewählte Uhrzeiten geben eine Orientierung hinsichtlich der Tageszeit, an dem die Reflexionen in den betreffenden Bereich gerichtet werden.

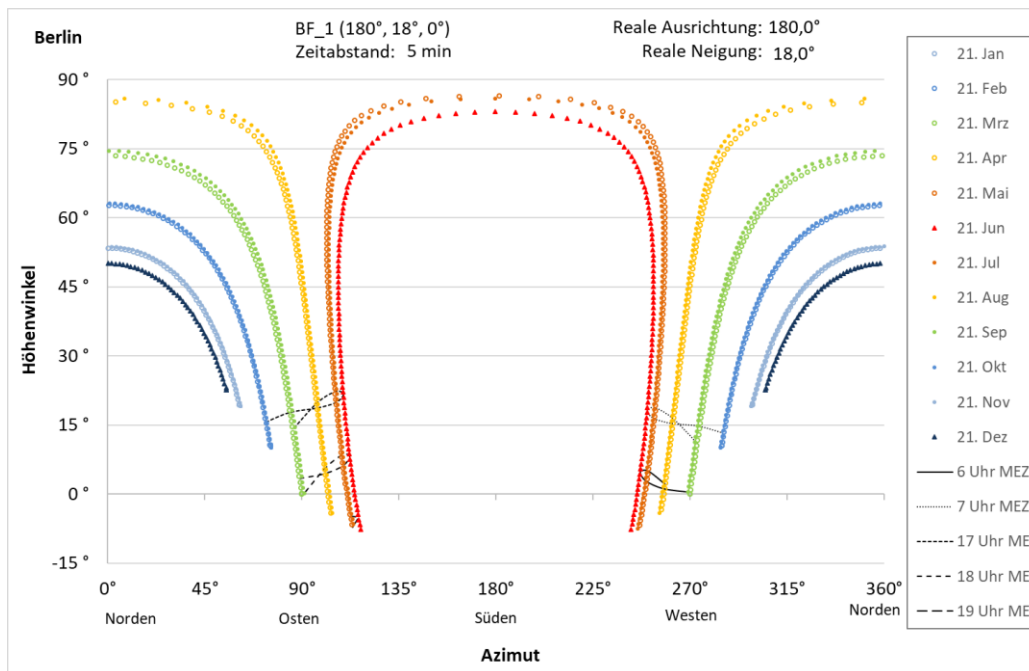


Abbildung 2: Beispielhaftes Reflexionsdiagramm

### 4.3 Lichttechnische Berechnungen

Für die Beurteilung von Blendwirkungen werden die Richtung des Reflexionsstrahls, die am Blickpunkt bewirkte Beleuchtungsstärke der Reflexionen (lx) sowie die Leuchtdichte ( $\text{cd/m}^2$ ) und Winkelgröße ( $^\circ$ ) der reflektierenden Fläche im Sehfeld herangezogen.

Die Beleuchtungsstärke der Reflexionen wird aus der horizontalen Beleuchtungsstärke der direkten Sonnenstrahlen, dem Einfallswinkel des Sonnenstrahls auf die Moduloberfläche und dem einfallswinkelabhängigen Reflexionsgrad berechnet. Die horizontale, auf die Erdoberfläche wirkende Beleuchtungsstärke der Sonne wird mit Formel 20 der DIN 5034 Teil 2 für eine geringe atmosphärische Trübung berechnet. Tabelle 1 zeigt die horizontale und die senkrecht zum Sonnenstrahl bewirkte Beleuchtungsstärke in Abhängigkeit von der Sonnenhöhe.

Tabelle 1: Beleuchtungsstärken durch direkte Sonnenstrahlen in Abhängigkeit vom Höhenwinkel der Sonne

| Sonnenhöhenwinkel<br>$\gamma_s$ | horizontale Beleuchtungsstärke<br>$E_s$ | senkrechte Beleuchtungsstärke<br>$E_{\perp}$ |
|---------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|
| 10 °                            | 7.135 lx                                | 41.091 lx                                    |
| 20 °                            | 24.776 lx                               | 72.441 lx                                    |
| 30 °                            | 43.571 lx                               | 87.142 lx                                    |
| 40 °                            | 61.218 lx                               | 95.239 lx                                    |
| 50 °                            | 76.703 lx                               | 100.128 lx                                   |
| 60 °                            | 89.367 lx                               | 103.192 lx                                   |
| 65 °                            | 94.489 lx                               | 104.257 lx                                   |



Für den Reflexionsgrad der PV-Module werden – wenn keine modulspezifischen Werte verfügbar sind – die in Abbildung 3 dargestellten Standardwerte genutzt. Diese sind als Worst-Case einzustufen, da insbesondere bei Modulen mit stark strukturierter Oberfläche der Anteil gerichteter Reflexionen geringer ist, als der meist als hemisphärischer Reflexionsgrad ermittelte Standardwert angibt.

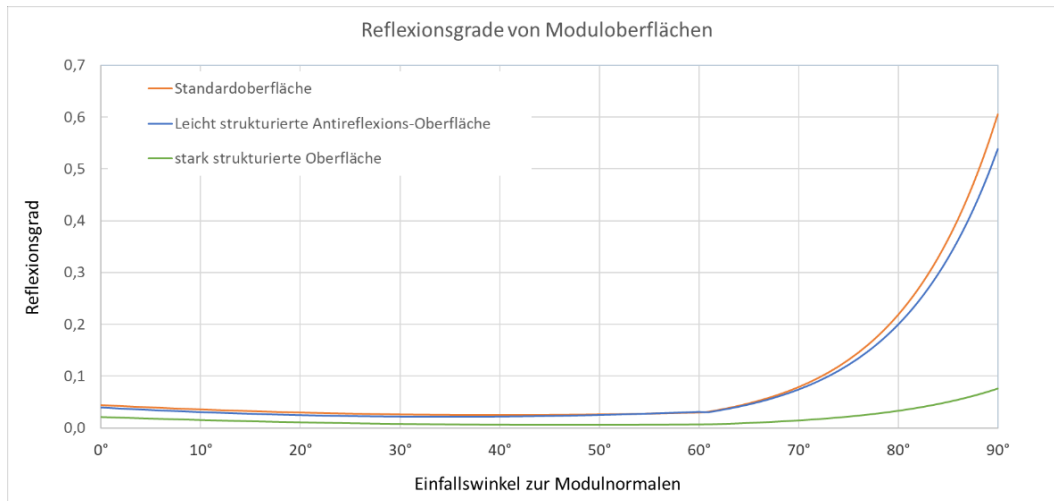


Abbildung 3: Reflexionsgrade von Moduloberflächen nach Sandia 2015

Die mit Hilfe des Reflexionsgrads berechnete Beleuchtungsstärke am Blickpunkt entspricht einem Maximalwert, der unterstellt, dass das gesamte reflektierte Licht auf den Blickpunkt gerichtet wird. Auf Grund diffus gestreuter Lichtanteile und der Bündelaufweitung des konischen Reflexionsstrahls erreicht nicht das gesamte reflektierte Licht eines PV-Moduls den Blickpunkt. Wenn keine Messwerte zur Bündelaufweitung der konkret verwendeten PV-Module vorliegen, wird der Öffnungswinkel des konischen Lichtstrahls pauschal mit 5° angesetzt. Für die volle Reflexion des gerichteten, reflektierten Sonnenlichts auf einen Blickpunkt ist dementsprechend eine im Vergleich zur Sonne (0,5° Durchmesser) ca. 100-fach größere erscheinende reflektierende Fläche von mehr als 5° Durchmesser im Sehfeld des Beobachters erforderlich.

Aus der Beleuchtungsstärke auf der Moduloberfläche kann mit Hilfe eines messtechnisch ermittelten, winkelabhängigem Leuchtdichtekoeffizienten die Leuchtdichte der reflektierenden Fläche berechnet werden.

## 4.4 Blickpunktbezogene Blendanalyse

### 4.4.1 Modellierung der Reflexions- und Blickpunkte

Für die blickpunktbezogene Blendanalyse werden ausgewählte Punkte der reflektierenden Oberflächen als Reflexionspunkte modelliert, typischerweise die vier Eckpunkte aller PV-Tische. Die x-y-z-Koordinaten der Tischkanten 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 Auslegung der Tische. Falls der Belegungsplan keine Höheninformationen beinhaltet, werden ersatzweise Höhendaten des landesspezifischen Geoportals oder einer Pfadvermessung mit Google Earth Pro genutzt.

Für schutzwürdige Nutzungen oder Verkehrsteilnehmer werden repräsentative Blickpunkte im potenziellen Blendbereich der PV-Anlage ermittelt und im Koordinatensystem der Plangrundlage modelliert. Deren 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 mit Fernverkehr 2 m bis 4 m. Für schutzwürdige Räume wird die Höhe des Fenstermittelpunkts angesetzt.



#### 4.4.2 Verkehr

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

Abbildung 4 zeigt exemplarisch ein Reflexionsdiagramm mit Sichtbeziehungen für den Straßenverkehr. In diesem Beispiel können von Ende April bis Mitte August gegen 19:30 Sommerzeit (18:30 MEZ) die nach Osten gerichteten Reflexionen einiger PV-Tische in die Blickfelder der Richtung Westen fahrenden Verkehrsteilnehmer gerichtet werden.

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 für die potenziell blendwirksamsten Reflexionen wird anschließend geprüft, ob diese eine relevante Blendung mit Auswirkungen auf die Sehaufgabe und die Verkehrssicherheit verursachen können.

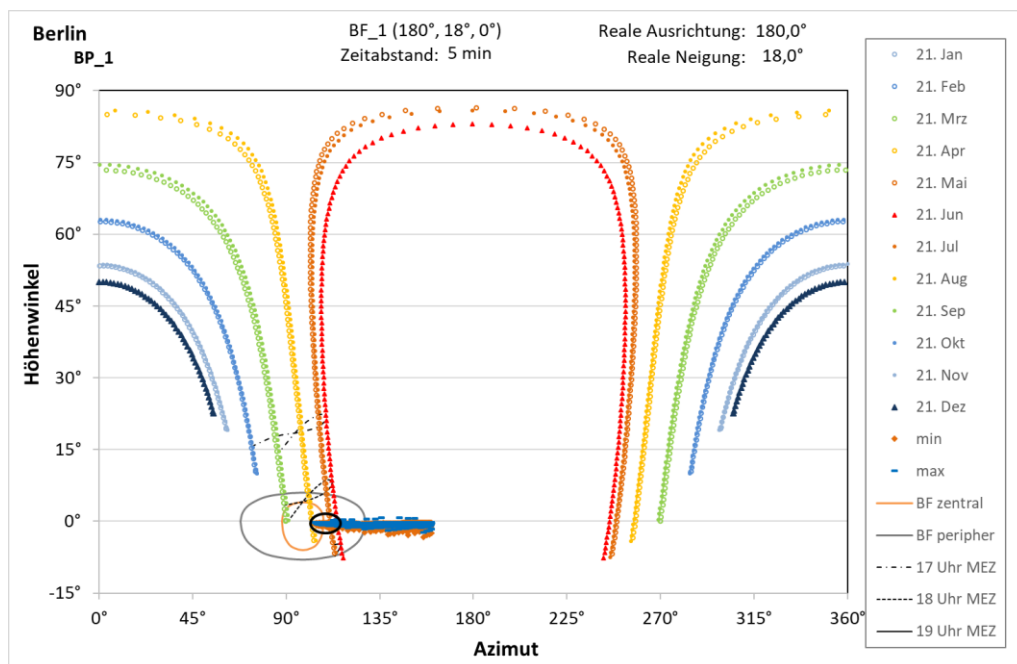


Abbildung 4: Beispielhaftes Reflexionsdiagramm mit Sichtbeziehung zu Fahrzeugführenden

#### 4.4.3 Schutzwürdige Räume

Abbildung 5 oben zeigt ein Reflexionsdiagramm mit Blickbeziehungen für einen schutzwürdigen Raum und eine Detailansicht mit dreiminütiger Auflösung der Tagesganglinien (unten), bei der der potenzielle Immissionszeitraum 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 LAI-Hinweise zu werten sind. Im gezeigten Beispiel beträgt die maximale tägliche Immissionsdauer 6 Minuten (2 Reflexionspunkte auf den Tagesganglinien in der Detailansicht) und die jährliche (umgrenzt durch eine schwarze Linie) ca. 10 Stunden.

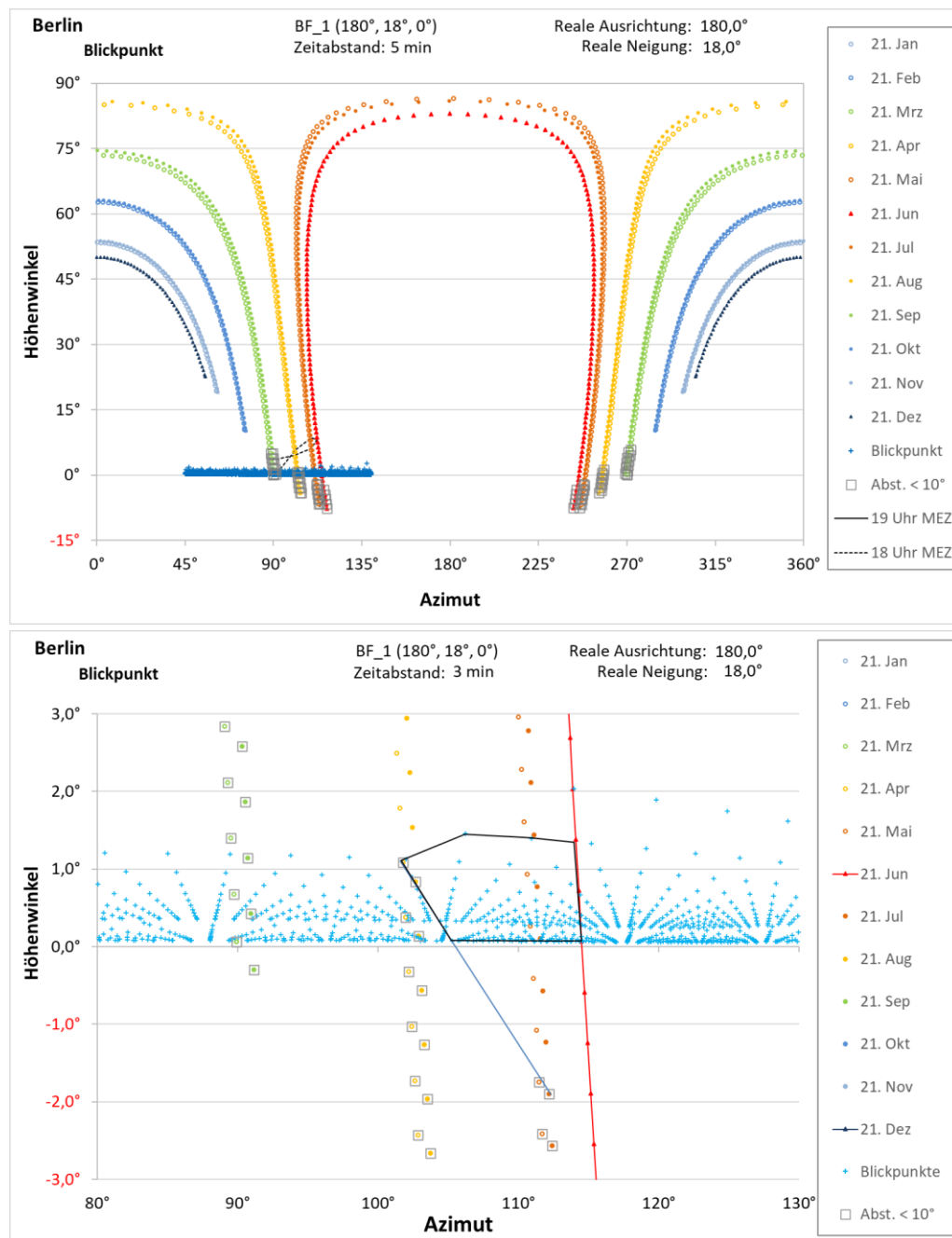


Abbildung 5: Reflexionsdiagramm für schutzwürdige Nutzungen (oben) mit einem Ausschnitt in 3-minütiger Auflösung der Tagesganglinien und schwarzer Umrandung des maximalen Immissionszeitraums (unten)





## 5 Beschreibung des Plangebiets und der PV-Anlage

Die PV-Freiflächenanlage soll auf vier räumlich getrennten Teilflächen im Geltungsbereich des vorhabensbezogenen Bebauungsplans zur Errichtung einer Freiflächen-Photovoltaikanlage „Energieflächen Lindendorf“ des Amts Seelow-Land errichtet werden. Abbildung 6 zeigt die Lage der Teilflächen im Plangebiet.

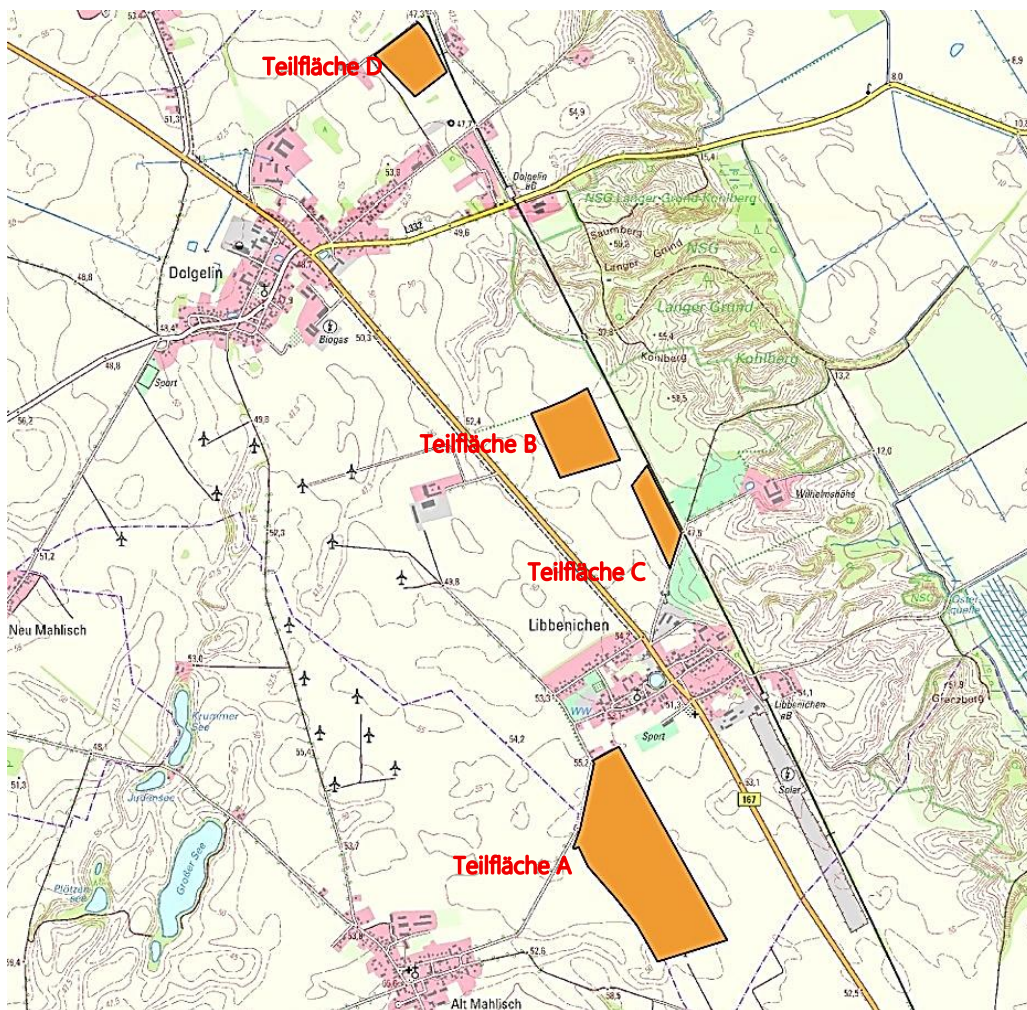


Abbildung 6: Belegungsplan des Solarparks mit den Teilflächen A, B, C und D

Die Teilfläche A des Plangebiets befindet sich südlich der Ortslage Libbenichen in der Gemarkung Libbenichen, Flur 1, Flurstück 594. Die beiden Belegungsfelder der Fläche umfassen 24 ha und werden durch einen Wildtierkorridor getrennt. Das leicht wellige Gelände mit uneinheitlicher Exposition liegt auf einer Höhe von 51 m üNN bis 59 m üNN. Die Hangneigung in West-Ost-Richtung liegt im straßennahen Bereich zur Verbindungsstraße nach Alt-Mahlisch (Otto-Grotewohl-Straße) bei 0° bis +3° (Positiver Wert: Anstieg nach Osten).

Die belegte Fläche wird im Nordwesten von der Verbindungsstraße nach Alt-Mahlisch (Otto-Grotewohl-Straße) begrenzt. Im Norden schließt die Ortslage Libbenichen an das Baufeld an. Östlich, südlich und südwestlich des Baufelds befinden sich landwirtschaftliche Feldflächen. Die Bundesstraße B 167 verläuft in einem Mindestabstand von 450 m östlich der Teilfläche. Abbildung 7 zeigt die Belegung der Teilfläche A mit PV-Tischreihen.



Abbildung 7: Belegungsplan für die Teilfläche A (PV-Tischreihen in Blau, Einfriedung in Rot)

Die Teilflächen B und C des Plangebiets befinden sich nördlich der Ortslage Libbenichen in der Gemarkung Libbenichen, Flur 1, Flurstück 200 (Teilfläche B) und Flurstück 569 (Teilfläche C). Die Teilfelder liegen westlich des Bahndamms der Strecke Werbig oben - Frankfurt (Oder) und östlich der Bundesstraße B 167 (Frankfurter Straße). Abbildung 8 zeigt die Lage der Teilflächen B und C und deren Belegung mit PV-Tischreihen.

Die ca. 5 ha große Teilfläche C wird im Osten durch den Bahndamm und im Süden durch den befestigten Stichweg Frankfurter Straße Bauerngut begrenzt, der als Zufahrt zu einer landwirtschaftlichen Betriebsstätte dient und am südöstlichen Rand der Teilfläche einen schienengleichen unbeschränkten Bahnübergang hat. Das leicht reliefierte Gelände mit geringer Exposition nach Südosten liegt auf einer Höhe von 48 m üNN bis 50 m üNN. Die Hangneigung in West-Ost-Richtung beträgt 0° bis -3°.

Die ca. 11 ha große Teilfläche B wird im Osten durch einen 100 m breiten Feldstreifen von der Bahntrasse getrennt. Nördlich verläuft ein Wirtschaftsweg und westlich und südlich schließen sich landwirtschaftliche Flächen an. Das gering reliefierte Gelände ohne einheitliche Exposition liegt auf einer Höhe von 48 m üNN bis 51 m üNN. Die Hangneigung in West-Ost-Richtung beträgt -2° bis +2°.



Abbildung 8: Belegungsplan für die Teilflächen B und C (PV-Tischreihen in Blau, Einfriedung in Rot)





Die 4,4 ha umfassende Teilfläche D des Plangebiets befindet sich nordöstlich der Ortslage Dolgeln in der Gemarkung Dolgeln, Flur 3, Flurstück 227. Das Bau Feld wird im Osten durch das Gleis der stillgelegten Oderbruchbahn begrenzt. Dahinter verläuft in einem Mindestabstand von 30 m die Bahnstrecke Werbig oben - Frankfurt (Oder), an die sich eine Außensiedlung an der Straße Ausbau anschließt. Im Süden und Westen befinden sich landwirtschaftliche Flächen. Nördlich verläuft ein Stichweg der Straße Ausbau. Das gering reliefierte Gelände mit uneinheitlicher Exposition liegt auf einer Höhe von 48 m üNN bis 51 m üNN. Die Hangneigung in West-Ost-Richtung beträgt  $\pm 2^\circ$ . Abbildung 9 zeigt die Lage der Teilfläche D und deren Belegung mit PV-Tischreihen.

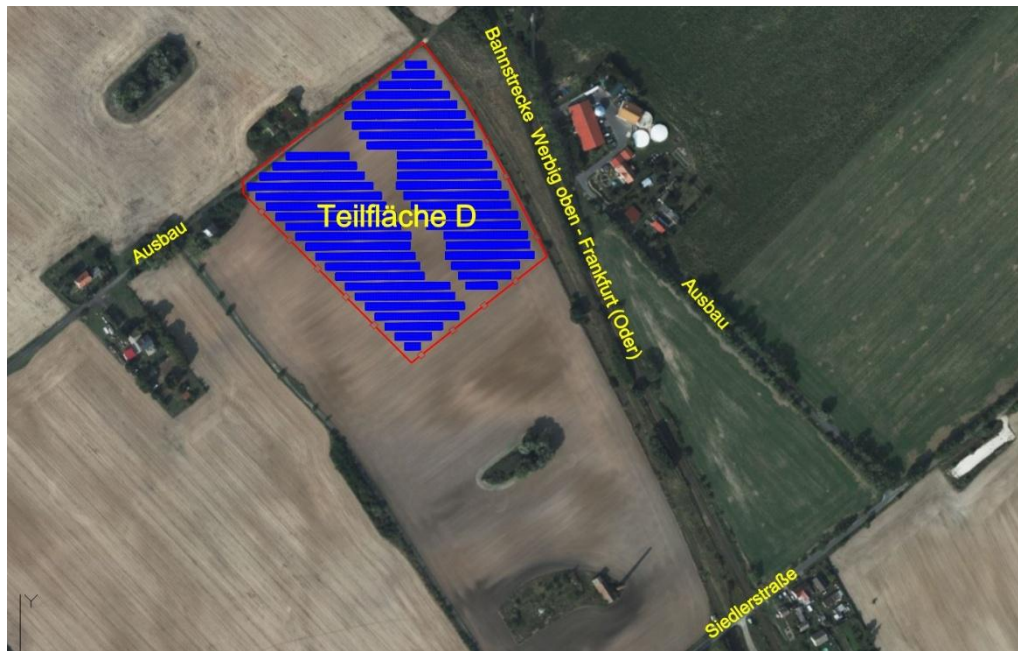


Abbildung 9: Belegungsplan für die Teilfläche D (PV-Tischreihen in Blau, Einfriedung in Rot)

Der mit amtlichem Kartenmaterial erstellte Belegungsplan der PV-Anlage sieht eine Azimutausrichtung der PV-Module von  $180^\circ$  Süd vor. Die Abweichung des UTM-Koordinatensystems der amtlichen Karten zu geographisch Nord beträgt am Standort der Anlage  $-0,45^\circ$ . Bezogen auf geographisch Nord beträgt die Planausrichtung (= ebenes Gelände) der PV-Module damit  $179,55^\circ$ .

Als PV-Module soll der Typ TWMNH-66HD625 des Herstellers Tongwei mit einem semi-gehärtetem Antireflexions-Deckglas oder ein ähnlicher Typ genutzt werden. Das Reflexionsverhalten wird im Sinne einer Worst-Case-Annahme mit den Standardwerten für unstrukturierte Oberflächen modelliert.

Die Querneigungsbereich der PV-Tische ist mit  $-3^\circ$  und  $+3^\circ$  zu berücksichtigen. Der Belegungsplan sieht eine Fixed Tilt 6H Konfiguration der PV-Module mit  $18^\circ$  Neigungswinkel bei einem lichten Reihenabstand von 2,5 m vor. Die Unter- und Oberkanten der montierten PV-Module sind mit 0,8 m respektive 3,0 m über dem Gelände anzusetzen. Abbildung 10 zeigt eine bemaßte Seitenansicht der Tischreihen. Tabelle 2 fasst die Angaben zur PV-Anlage zusammen.



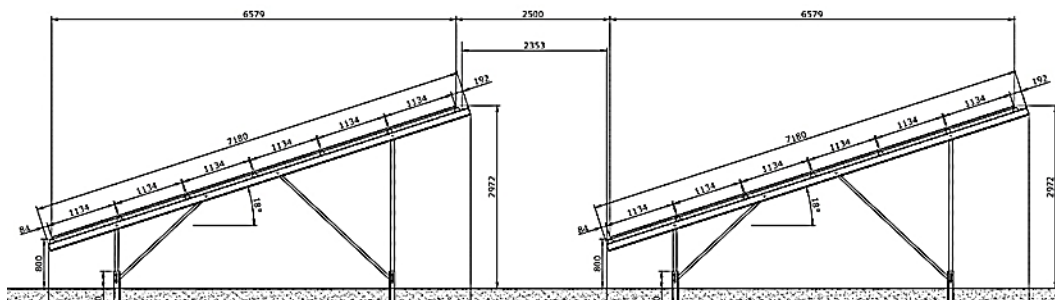


Abbildung 10: Seitenansicht der PV-Tischreihen; Quelle: Kundenmaterial

Tabelle 2: Angaben zur PV-Anlage

|                                     |                                                    |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------|
| PV-Anlage:                          | Energieflächen Lindendorf                          |
| Standort:                           | Gemarkungen Libbenichen und Dolgelin               |
| Standortkoordinaten:                | N52.487°, E14.428°                                 |
| Gemeinde / Kreis / Bundesland:      | Lindendorf / Märkisch-Oderland / Brandenburg       |
| Höhe des Belegungsfelder:           | 48 m bis 59 m üNNH                                 |
| Umliegende Fernstraßen:             | Bundesstraße B 167                                 |
| Abstand PV-Anlage zu Fernstraße:    | > 200 m                                            |
| Umliegende Schienenwege:            | Bahnstrecke DB 6156 Werbig oben - Frankfurt (Oder) |
| Abstand PV-Anlage zu Gleis          | > 25 m                                             |
| Gesamtleistung der Anlage:          | 55 MWp                                             |
| Anzahl und Typ der PV-Module:       | 87.808 Stk. TWMNH-66HD625 oder ähnlich             |
| Tischkonfiguration:                 | Fixed Tilt 6H                                      |
| Minimaler Reihenabstand:            | 2,5 m                                              |
| Höhe der Modulkanten:               | 0,8 m bis 3,0 m über Geländeoberkante              |
| Planausrichtung (geografisch Nord): | 179,55°                                            |
| Planneigung:                        | 18°                                                |
| Querneigungen (QN):                 | ± 3°                                               |



## 6 Ermittlung der Reflexionsrichtungen und Immissionsorte

Auf Grund der topografischen Bedingungen können nur bodennahe Sonnenlichtreflexionen der PV-Anlage mit geringen Höhenwinkeln auf die Augenhöhen von Verkehrsteilnehmern oder auf schutzwürdige Räume von Anliegern gerichtet werden.

Abbildung 11 zeigt die Reflexionsrichtungen für PV-Tische ohne Querneigung im Tages- und Jahresverlauf. Bodennahe Reflexionen mit geringem Differenzwinkel zu den Sonnenstrahlen können von Mitte März bis Ende September zwischen 6:15 Uhr und 7:00 Uhr Sommerzeit in einen westlichen Azimutbereich von 244° bis 272° und im gleichen Jahreszeitraum zwischen 19:00 Uhr und 19:45 Uhr Sommerzeit in einen östlichen Azimutbereich von 88° bis 116° gerichtet werden.

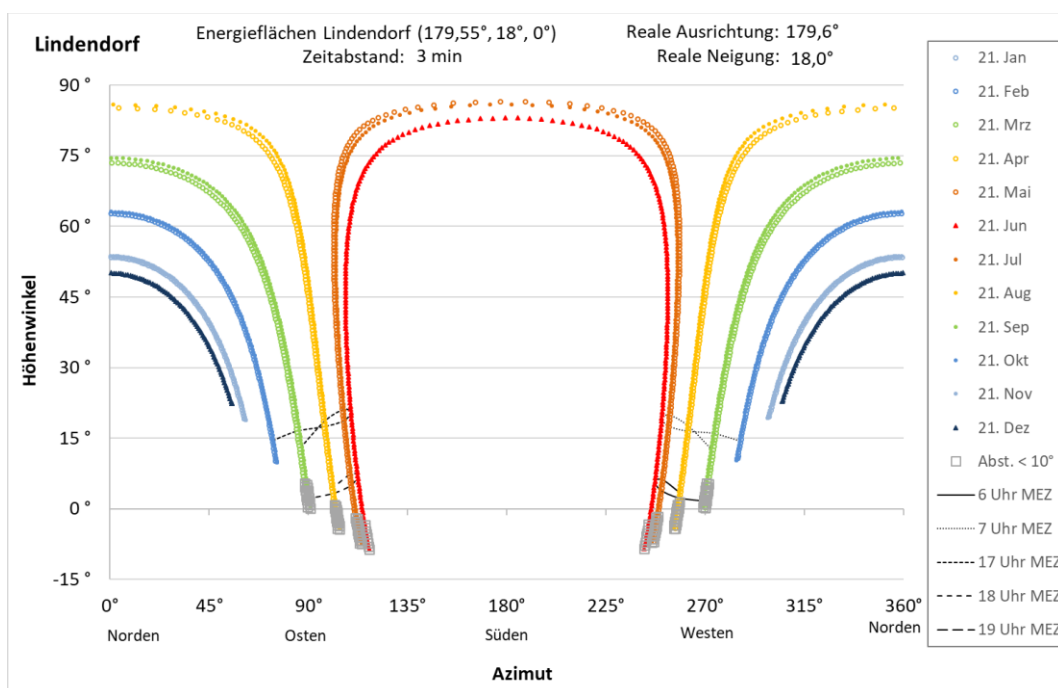


Abbildung 11: Reflexionsdiagramm für PV-Tische ohne Querneigung

Tabelle 3 zeigt die Azimutgrenzen der bodennahen Reflexionen für den gesamten zu berücksichtigenden Querneigungsbereich von -3° bis +3°. Abweichende Querneigungen einzelner Tische innerhalb der Belegungsfelder haben auf Grund der geringen an den Immissionsorten sichtbaren Fläche keinen Einfluss auf das Blendgeschehen. Bei randständigen Tischen wird im Rahmen der detaillierten Blendanalyse ggf. deren realer Querneigungsbereich berücksichtigt

Tabelle 3: Azimutgrenzen der blendrelevanten bodennahen Reflexionen

| Bezeichnung PV-Tisch                          | Reale Ausrichtung | Reale Neigung | Blendbereich West | Blendbereich Ost   |
|-----------------------------------------------|-------------------|---------------|-------------------|--------------------|
| Energieflächen Lindendorf (179,55°, 18°, 0°)  | 179,6°            | 18,0°         | 88° - 116°        | 244° - 272°        |
| Energieflächen Lindendorf (179,55°, 18°, -3°) | 170,4°            | 18,2°         | 80° - 112°        | 240° - 263°        |
| Energieflächen Lindendorf (179,55°, 18°, 3°)  | 189,0°            | 12,0°         | 96° - 119°        | 247° - 280°        |
| <b>Energieflächen Lindenberg maximal</b>      |                   |               | <b>80° - 119°</b> | <b>240° - 280°</b> |

Abbildung 12 visualisiert die Richtungen, in die potenziell blendwirksame Sonnenlichtreflexionen der Anlage gerichtet sein können. Die gelben und grünen Winkel mit 200 m Schenkellänge zeigen die Richtungen bodennaher Reflexionen für ausgewählte Eckpunkte der PV-Anlage.



Abbildung 12: Bodennahe Reflexionsrichtungen (gelbe und grüne Winkel) der Teilflächen A (links oben), B und C (rechts oben) und D (unten), angezeichnet an ausgewählte Eckpunkte der Anlage

Die Reflexionen der Teilfläche A können in der östlichen Hemisphäre auf die mehr als 400 m entfernte Bundesstraße B 167 und in der westlichen Hemisphäre auf die Verbindungsstraße nach Alt Mahlisch gerichtet werden. Zudem liegt die Otto-Grotewohl-Straße 2 im potenziellen Blendbereich des Teilfelds.

Die Reflexionen der Teilflächen B und C können auf den Schienenweg einschließlich des unbeschränkten Übergangs mit der Zufahrtsstraße Frankfurter Straße Bauerngut gerichtet werden. Die Zufahrtsstraße selbst kann nur seitlich von Reflexionen betroffen werden, die kein Blendrisiko beinhalten. In der westlichen Hemisphäre kann die mehr als 200 m entfernte Bundesstraße B 167 von Reflexionen betroffen werden.

Die Reflexionen der Teilfläche D können in der westlichen Hemisphäre auf die Anlieger Ausbau 1 und 2 gerichtet werden. In der östlichen Hemisphäre können die Bahnstrecke und die Anlieger Ausbau 8 und 9 betroffen werden.



## 7 Blickpunktbezogene Blendanalyse für die Teilfläche A

### 7.1 Auswahl und Modellierung der Blickpunkte

Für die Teilfläche A ist zu prüfen, ob der Straßenverkehr auf der Verbindungsstraße zwischen Alt-Mahlisch und Libbenichen oder auf der B 167 von blendwirksamen Sonnenlichtreflexionen der PV-Module betroffen und ob der Anlieger Otto-Grotewohl-Str. 2 von anlagebedingten Reflexionen belastigt werden kann.

Die Verbindungsstraße aus Alt-Mahlisch führt mit einer Azimutfahrtrichtung von 29° auf den westlichen Rand des nördlichen Belegungsfelds der Teilfläche zu, wird dort durch eine Linkskurve auf eine Fahrtrichtung von 12° Azimut gelenkt und führt anschließend am westlichen Rand der Teilfläche entlang. Die Höhe der Fahrbahndecke liegt im beschriebenen Verlauf zwischen 57 m üNN und 59 m üNN. Für die Blendanalyse werden ein Blickpunkt kurz eingangs der Linkskurve und ein weiterer hinter der Kurve gewählt. Abbildung 13 zeigt die Verhältnisse am Kurveneingang.



Abbildung 13: Blick aus 2,9 m Höhe auf der Verbindungsstraße von Alt-Mahlisch nach Libbenichen unmittelbar vor der Linkskurv auf Höhe der Teilfläche A; Quelle Google Street View

Die B 167 verläuft aus Richtung Lebus mit einer Azimutfahrtrichtung von 330° in einem Abstand von mehr als 450 m parallel zum östlichen Rand der Teilfläche. Die Höhe der Fahrbahndecke liegt im beschriebenen Verlauf bei 51 m üNN bis 55 m üNN. Für die Blendanalyse wird ein Blickpunkt auf Höhe des südlichen Rands der Teilfläche gewählt.

Das Grundstück und Wohngebäude Otto-Grotewohl-Straße 2 kann aus östlicher Richtung von den Reflexionen der nördlichsten Tischreihen der Teilfläche betroffen werden. Auf Grund des seitlichen Auftreffwinkels können keine schutzwürdigen Räume von belastigenden Reflexionen getroffen werden. Für die Blendanalyse wird ein anlagennaher Blickpunkt im Garten mit einer Höhe von 2,0 m über der Geländeoberkante von 54 m üNN angesetzt. Abbildung 14 zeigt das Grundstück des Anliegers.



Abbildung 14: Blick auf den Anlieger Otto-Grotewohl-Straße 2 aus südlicher Richtung; Quelle Google Street View





Die PV-Anlage wird mit den westlichen Unter- und Oberkanten eines jeden Tisches modelliert. Abbildung 15 zeigt die PV-Tischreihen und die gewählten Blickpunkte und Tabelle 4 dokumentiert deren Koordinaten.



Abbildung 15: Blickpunkte (cyanfarbene Kreise) für die detaillierte Blendanalyse der Teilfläche A

Tabelle 4 : Koordinaten und ggf. Blickrichtung der modellierten Blickpunkte für die Teilfläche A

| Blickpunkt | x in m | y in m  | z in m (GOK) | z_min in m | z_max in m | Blickrichtung |
|------------|--------|---------|--------------|------------|------------|---------------|
| VS_1       | 124,4  | -1811   | 58,1         | 59,1       | 60,8       | 29,0 °        |
| VS_2       | 162,1  | -1701,9 | 58,8         | 59,8       | 61,5       | 12,0 °        |
| B167_1     | 1231,9 | -2061,7 | 54           | 55         | 56,7       | 330,0 °       |
| O-G-S_2    | 241,7  | -1409,2 | 54           | 56         | 56         | -             |

## 7.2 Berechnungsergebnisse

### 7.2.1 Verbindungsstraße Alt-Mahlisch nach Libbenichen

Die Berechnungen für die Blickpunkte VS\_1 und VS\_2 auf der Verbindungsstraße von Alt-Mahlisch nach Libbenichen werden für PV-Tische auf ebenem Gelände durchgeführt.

Der Blickpunkt VS\_1 repräsentiert die Annäherung an die PV-Anlage. Das Reflexionsdiagramm in Abbildung 16 oben zeigt, dass zu keinem Zeitpunkt Sonnenlichtreflexionen in das zentrale oder periphere Blickfeld der Fahrzeugführenden gerichtet werden können. Die Fahrzeugführenden können im Sommerhalbjahr kurz vor 7 Uhr Sommerzeit ausschließlich von Reflexionen betroffen werden, die mit einem Differenzwinkel von mehr als 35° zur Blickrichtung keine Blendwirkung hervorrufen können.

Das Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt VS\_2 in Abbildung 16 unten zeigt, dass sich die Reflexionen mit dem Durchfahren der Kurve noch weiter von der Blickachse der Fahrzeugführenden entfernen und somit weiterhin keine Blendwirkung verursachen können.



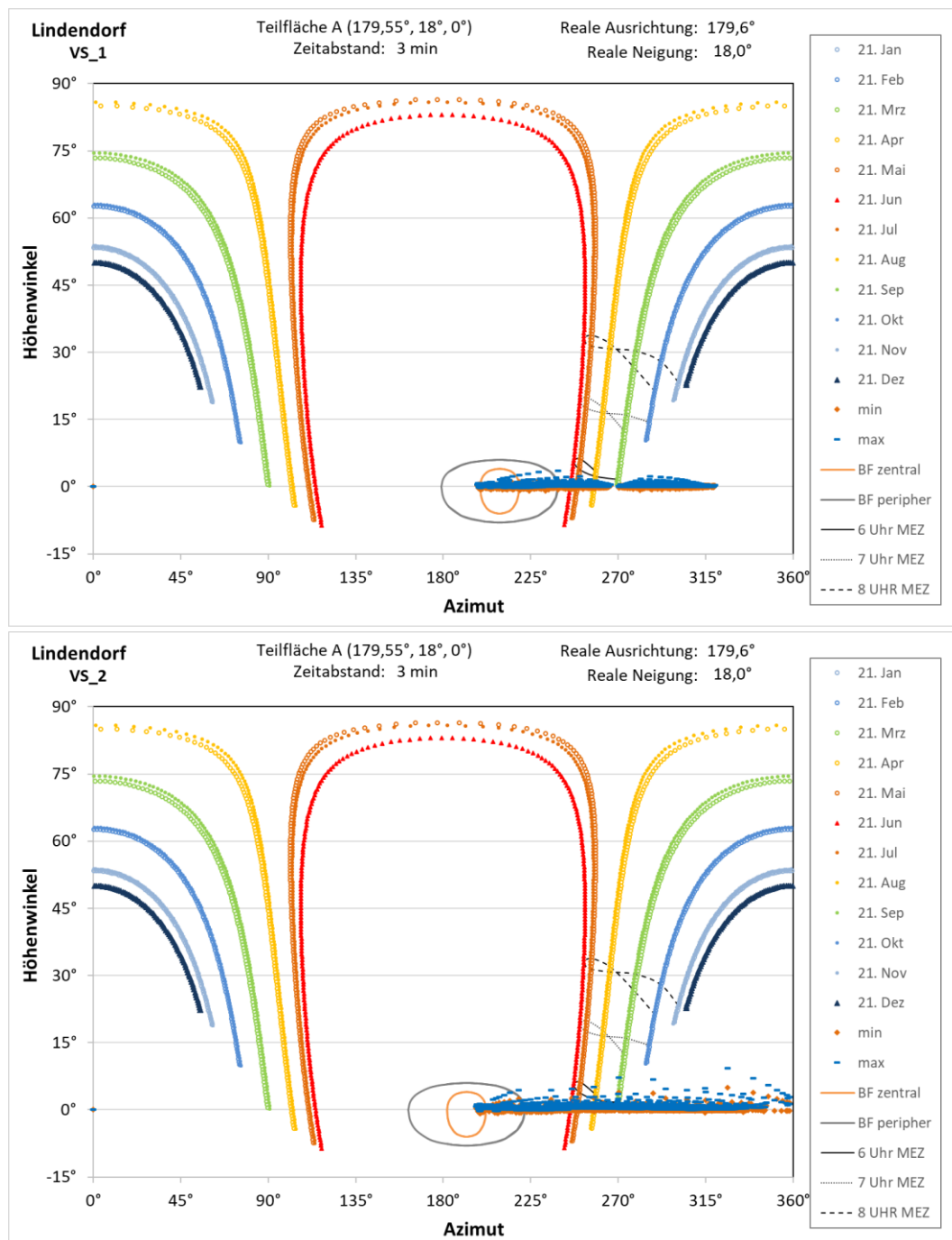


Abbildung 16: Reflexionsdiagramme der Teilfläche A für die Blickpunkte VS\_1 (oben) und VS\_2 (unten)

## 7.2.2 Bundesstraße B 167

Das Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt B167\_1 in Abbildung 17 veranschaulicht, dass auch die Fahrzeugführenden auf der Bundesstraße jederzeit frei von Reflexionen in Ihre Blickfelder bleiben. Die Fahrzeugführenden können im Sommerhalbjahr nach 19:00 Uhr Sommerzeit ausschließlich von Reflexionen betroffen werden, die mit einem Differenzwinkel von mehr als 35° zur Blickrichtung keine Blendwirkung hervorrufen können.

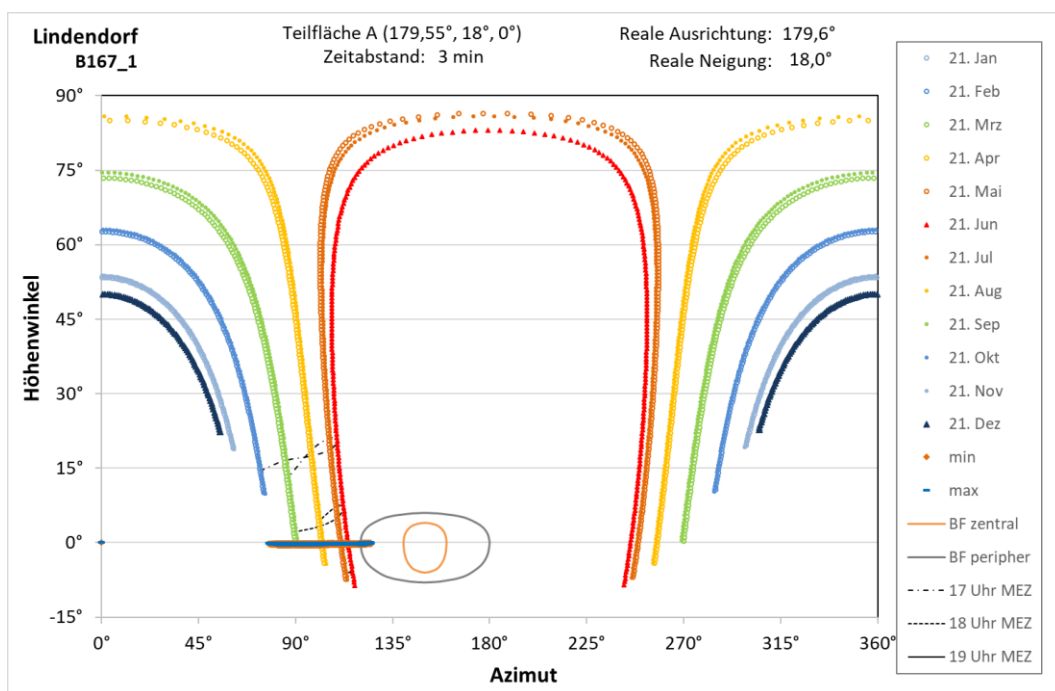


Abbildung 17: Reflexionsdiagramm der Teilfläche A für den Blickpunkte B167\_1

### 7.2.3 Anlieger Otto-Grotewohl-Str. 2

Das Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt O-G-S\_2 im Garten des Anliegers Otto-Grotewohl-Straße 2 in Abbildung 18 zeigt, dass um den 21. März und 21. September herum morgens vor 6 Uhr MEZ (7 Uhr Sommerzeit) Reflexionen der aufgehenden Sonne auf den Blickpunkt gerichtet werden können. Die Sonne steht dabei mit einem geringen Differenzwinkel von weniger als 10° unmittelbar über der reflektierenden Fläche und dominiert das Helligkeitsgeschehen. Die Errichtung der Anlage führt zu keinen Lichtimmissionen im Sinne der Brandenburger Licht-Leitlinie.

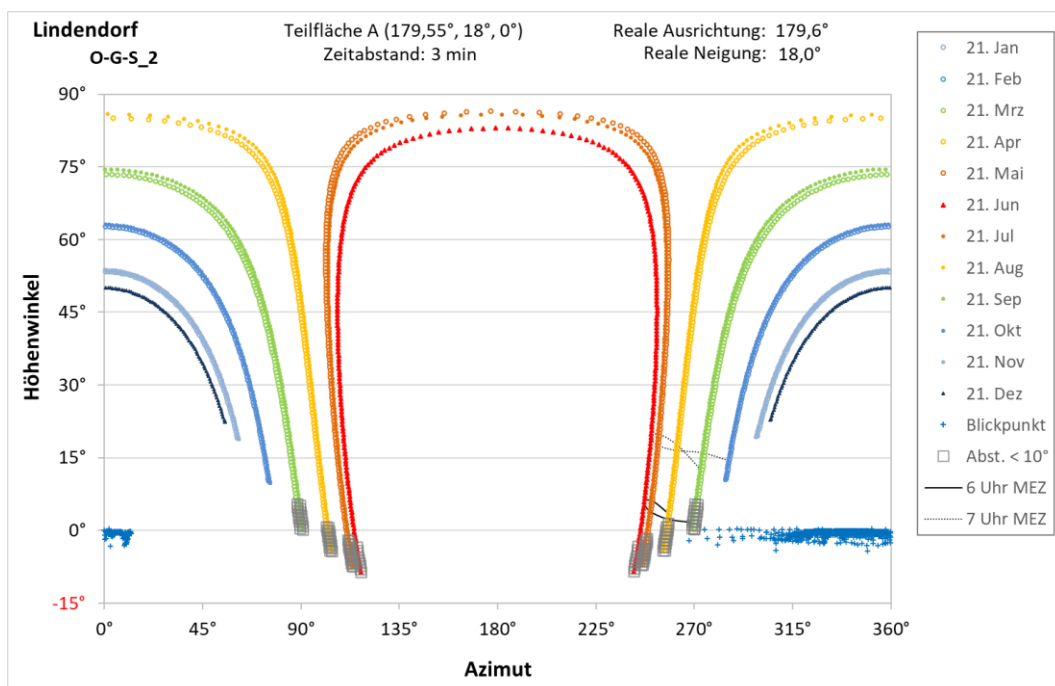


Abbildung 18: Reflexionsdiagramm der Teilfläche A für den Blickpunkte O-G-S\_2



## 8 Blickpunktbezogene Blendanalyse für die Teilflächen B und C

### 8.1 Auswahl und Modellierung der Blickpunkte

Die eingleisige, nicht elektrifizierte Bahnstrecke DB 6156 Werbig oben – Frankfurt (Oder) wird von Zügen des Regionalbahnlinie RB 60 im Stundentakt und unregelmäßig von Zügen des Güterverkehrs befahren. Die Augenpunkthöhe der Lokführenden wird mit 3,5 m über Gleis angesetzt. Die reflektierenden Moduloberflächen der geplanten Anlage sind nur für den aus Frankfurt (Oder) kommenden Verkehr aus südlicher Richtung sichtbar. Im Umfeld der PV-Anlage befinden sich keine Signaleinrichtungen.

Der Schienenweg nähert sich der westlich des Bahndamms liegenden Teilfläche C mit einer Azimutfahrtrichtung von 320°, passiert am südöstlichen Rand der Teilfläche C einen schienengleichen unbeschränkten Bahnübergang und führt mit gleichbleibender Fahrtrichtung an den Teilflächen C und B vorbei. Die Höhe des Gleisbetts liegt im Verlauf bei 47 m üNN bis 50 m üNN. Auf Grund des gradlinigen Streckenverlaufs können die Blendrisiken durch die PV-Module der Teilflächen B und C mit jeweils einem Blickpunkt geprüft werden. Für die Teilflächen B wird der Blickpunkt so gewählt, dass auch eine etwaige Blendwirkung im Bereich des unbeschränkten Bahnübergangs geprüft werden kann.

Die B 167 verläuft mit mehr als 200 m Abstand westlich der Teilflächen. Nur der Verkehr aus nordnordwestlicher Richtung kann von Reflexionen in Fahrtrichtung (139° Azimut) getroffen werden. Die Höhe der Fahrbahndecke liegt im betroffenen Streckenabschnitt bei 52 m üNN bis 55 m üNN. Die Frankfurter Straße Bauerngut kann nur von seitlichen Reflexionen betroffen werden, die kein Risiko für Blendwirkungen darstellen.

Die PV-Anlage wird mit den westlichen Unter- und Oberkanten eines jeden Tisches modelliert. Abbildung 19 zeigt die Lage der gewählten Blickpunkte und Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. dokumentiert deren Koordinaten.



Abbildung 19: Blickpunkte (cyanfarbene Kreise) für die detaillierte Blendanalyse der Teilflächen B und C

Tabelle 5 : Koordinaten und ggf. Blickrichtung der modellierten Blickpunkte für die Teilflächen B und C

| Blickpunkt | x in m | y in m | z in m (GOK) | z_min in m | z_max in m | Blickrichtung |
|------------|--------|--------|--------------|------------|------------|---------------|
| Bahn_1     | 700,9  | -369,2 | 47,5         | 51,0       | 51,0       | 320,0 °       |
| Bahn_2     | 466,6  | 65,4   | 48,0         | 51,5       | 51,5       | 320,0 °       |



|        |        |         |      |      |      |         |
|--------|--------|---------|------|------|------|---------|
| B167_2 | 1231,9 | -2061,7 | 54,0 | 55,0 | 56,7 | 330,0 ° |
|--------|--------|---------|------|------|------|---------|

## 8.2 Berechnungsergebnisse

### 8.2.1 Bahnstrecke Werbig oben – Frankfurt (Oder)

Die Berechnungen für die Blickpunkte Bahn werden mit der Querneigung der südöstlichen Tischreihen von  $-1^\circ$  durchgeführt. Das Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt Bahn\_1 in Abbildung 20 oben zeigt, dass von Mitte Mai bis Ende August kurz nach 19:00 Uhr Sommerzeit Sonnenlichtreflexionen in den Randbereich des peripheren Blickfelds der Lokführenden gerichtet werden können. Der Differenzwinkel der Reflexionen zur Blickachse der Lokführenden beträgt auch unter Berücksichtigung der Bündelaufweitung der Reflexionen mehr als  $25^\circ$ , so dass kein Risiko für relevante Blendwirkungen entsteht. Die weiteren bewertungsrelevanten Berechnungsergebnisse sind in Tabelle 6 dokumentiert.

Das Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt Bahn\_2 in Abbildung 20 unten zeigt ein nahezu unverändertes Geschehen.

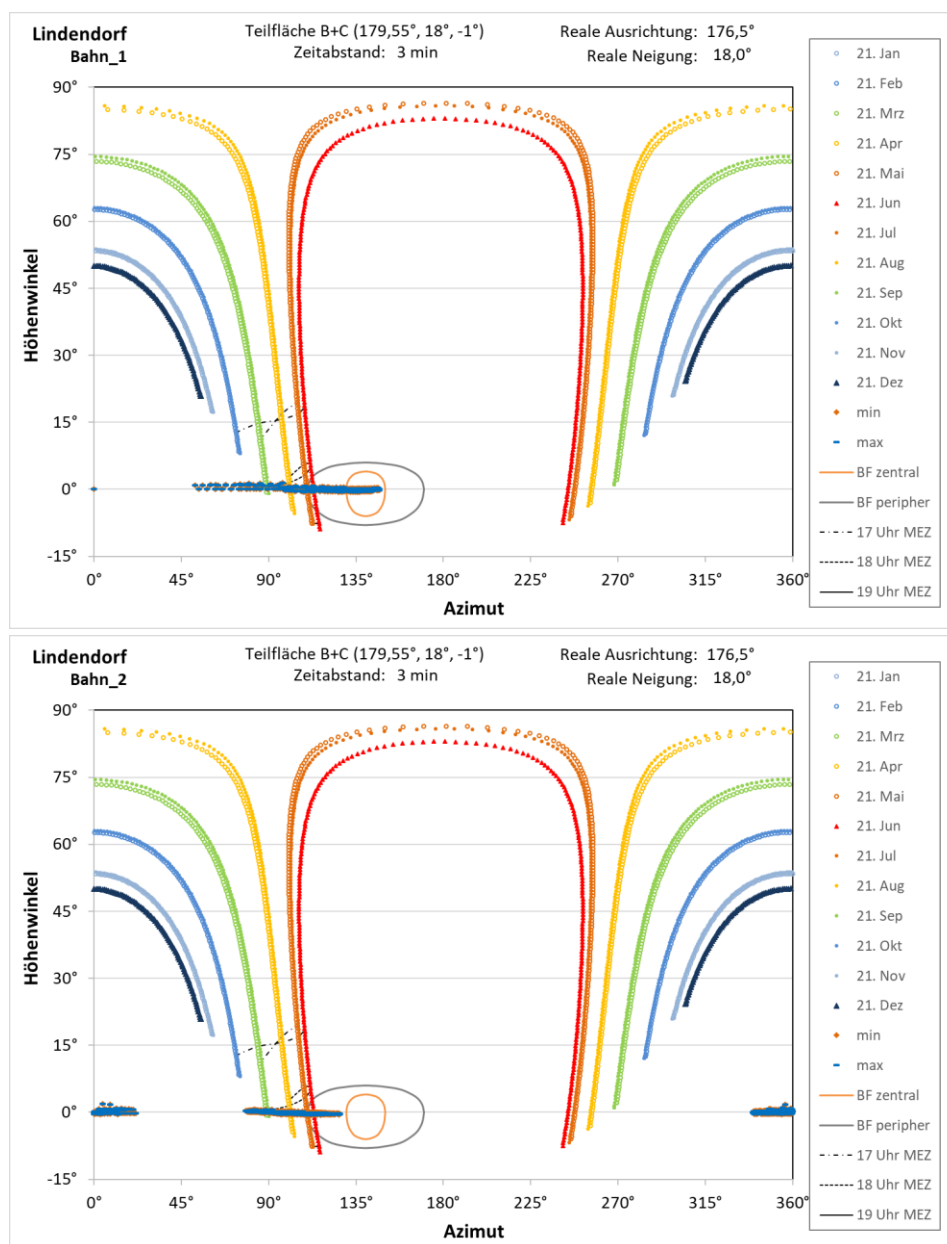


Abbildung 20: Reflexionsdiagramme der Teilflächen B + C für die Blickpunkte Bahn-1 (oben) und Bahn\_2 (unten)

## 8.2.2 Bundesstraße B 167

Die Berechnungen für den Blickpunkt B167\_2 werden ohne Querneigungen durchgeführt. Das Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt B167\_2 in Abbildung 21 veranschaulicht, dass die Fahrzeugführenden auf der Bundesstraße jederzeit frei von Reflexionen in Ihre Blickfelder bleiben und damit keine Blendrisiken entstehen.



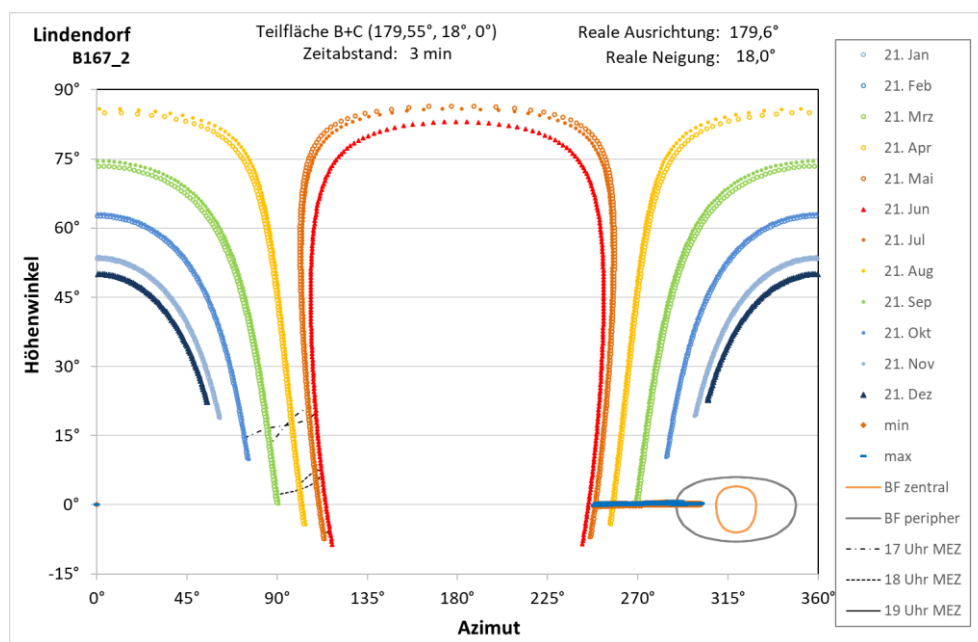


Abbildung 21: Reflexionsdiagramm der Teilflächen B und CA für den Blickpunkte B167\_2

### 8.2.3 Zusammenfassung der lichttechnische Berechnungsergebnisse

Tabelle 6 zeigt die lichttechnischen Berechnungsergebnisse für die der Blickachse nächste und gleichzeitig lichtstärkste Reflexionen in das periphere Blickfeld der Lokführenden an den untersuchten Blickpunkten.

Tabelle 6: Bewertungsrelevante Ergebnisse der lichttechnischen Berechnungen für Reflexionen der Oberkante der PV-Module in das periphere Blickfeld hoch sitzender Lok- oder Fahrzeugführender

| Reflexion      | Azimutdifferenz<br>Blickachse zu<br>Reflexion | Höhenwinkel<br>Reflexion | Beleuchtungsstärke<br>der Reflexion bei<br>Abbildung der vollen<br>Sonnenscheibe | Winkelhöhe der PV-<br>Anlage im Sichtfeld | Beleuchtungsstärke<br>der Reflexionen am<br>Auge | Sonnenhöhe zum<br>Reflexionszeitpunkt | Azimutdifferenz<br>Blickachse zu Sonne | Winkel Sonne zur<br>Modulnormale |
|----------------|-----------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|
| Bahn_1_nahhell | 27,3°                                         | -0,3°                    | 2.198 lx                                                                         | 1,3°                                      | 572 lx                                           | 14,9°                                 | 31,7°                                  | 82,4°                            |
| Bahn_2_nahhell | 26,5°                                         | -0,4°                    | 2.242 lx                                                                         | 0,7°                                      | 314 lx                                           | 15,2°                                 | 30,9°                                  | 82,3°                            |



## 9 Blickpunktbezogene Blendanalyse für die Teilfläche D

### 9.1 Auswahl und Modellierung der Blickpunkte

Die Bahnstrecke DB 6156 Werbig oben – Frankfurt (Oder) passiert die westlich des Bahndamms liegende Teilfläche D mit einer Azimutfahrtrichtung von 338°. Die Höhe des Gleisbetts liegt im Verlauf bei 47 m üNN bis 49 m üNN. Auf Grund des gradlinigen Streckenverlaufs kann das Blendrisiko durch die PV-Module der Teilflächen D mit einem Blickpunkt geprüft werden.

Im Umfeld der Teilfläche befinden sich vier Anlieger mit schutzwürdigen Räumen. Im Westen liegen die Anlieger Ausbau 1 und Ausbau 2 im potenziellen Blendbereich, im Osten die Anlieger Ausbau 8 und 9. Das ebenfalls östlich gelegene Stallgebäude weist keine der PV-Anlage zugewandten Fenster auf. Die Straße Ausbau wird östlich der Anlage durch ein Baumspalier geschützt, das auch die Wohngebäude während der belaubten Periode teilweise abschirmt. Im Westen ist die Straße Ausbau ein unbefestigter Zufahrtsweg zu den genannten Anliegern und unterliegt keinen Blendschutzanforderungen.

Für die Blendanalyse werden die jeweils höchstgelegenen, der Anlage zugewandten Räume ausgewählt.

Für das Gebäude Ausbau 1 wird ein Fenster im Erdgeschoss der Südfassade untersucht und für das Gebäude Ausbau 2 ein Fenster im Obergeschoss der Ostfassade. Für das Gebäude Ausbau 9 wird ein Fenster im Erdgeschoss der Westfassade und für das Gebäude Ausbau 8 ein Fenster im Obergeschoss der Westfassade untersucht. Abbildung 22 zeigt das ausgewählte Fenster.



Abbildung 22. Blick auf das Gebäude Ausbau 8 mit Umrandung des gewählten Fensters; Quelle: Apple Karten

Abbildung 23 zeigt die gewählten Blickpunkte und Tabelle 7 dokumentiert deren Koordinaten.

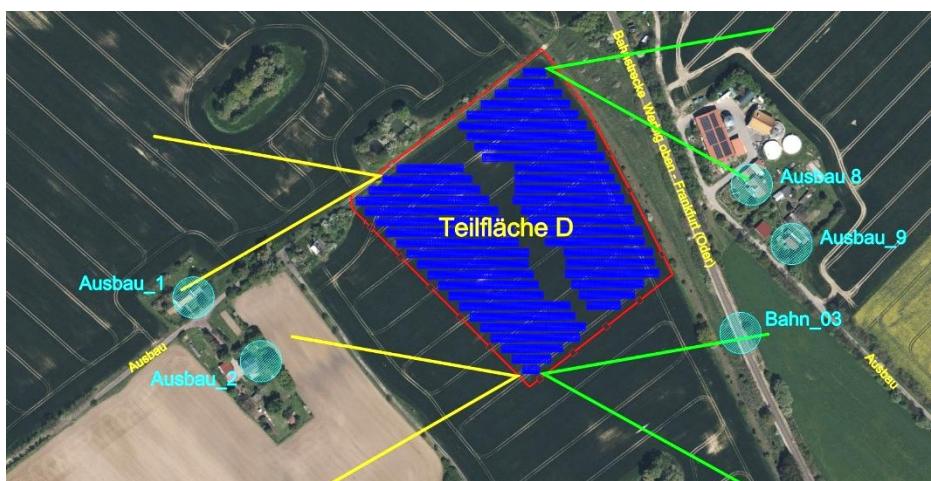


Abbildung 23: Blickpunkte (cyanfarbene Kreise) für die detaillierte Blendanalyse der Teilfläche D



Tabelle 7 : Koordinaten und ggf. Blickrichtung der modellierten Blickpunkte für die Teilfläche D

| Blickpunkt | x in m | y in m | z in m (GOK) | z_min in m | z_max in m | Blickrichtung |
|------------|--------|--------|--------------|------------|------------|---------------|
| Bahn_3     | -514,7 | 1986,2 | 48           | 51,5       | 51,5       | 338,0 °       |
| Ausbau_1   | -992,2 | 2017,2 | 49,3         | 51         | 51         |               |
| Ausbau_2   | -933,3 | 1961,5 | 49,6         | 54,6       | 54,6       |               |
| Ausbau_8   | -504,8 | 2115,7 | 47,7         | 49,5       | 49,5       |               |
| Ausbau_9   | -470,1 | 2063,9 | 47,4         | 52,4       | 52,4       |               |

## 9.2 Berechnungsergebnisse

### 9.2.1 Bahnstrecke Werbig oben – Frankfurt (Oder)

Die Berechnungen für den Blickpunkt Bahn\_3 werden ohne Querneigung durchgeführt. Das Reflexionsdiagramm in Abbildung 24 zeigt, dass zu keinem Zeitpunkt Sonnenlichtreflexionen der PV-Module der Teilfläche D in die zentralen oder peripheren Blickfelder der Lokführenden gerichtet werden können. Es entstehen keine Blendrisiken.

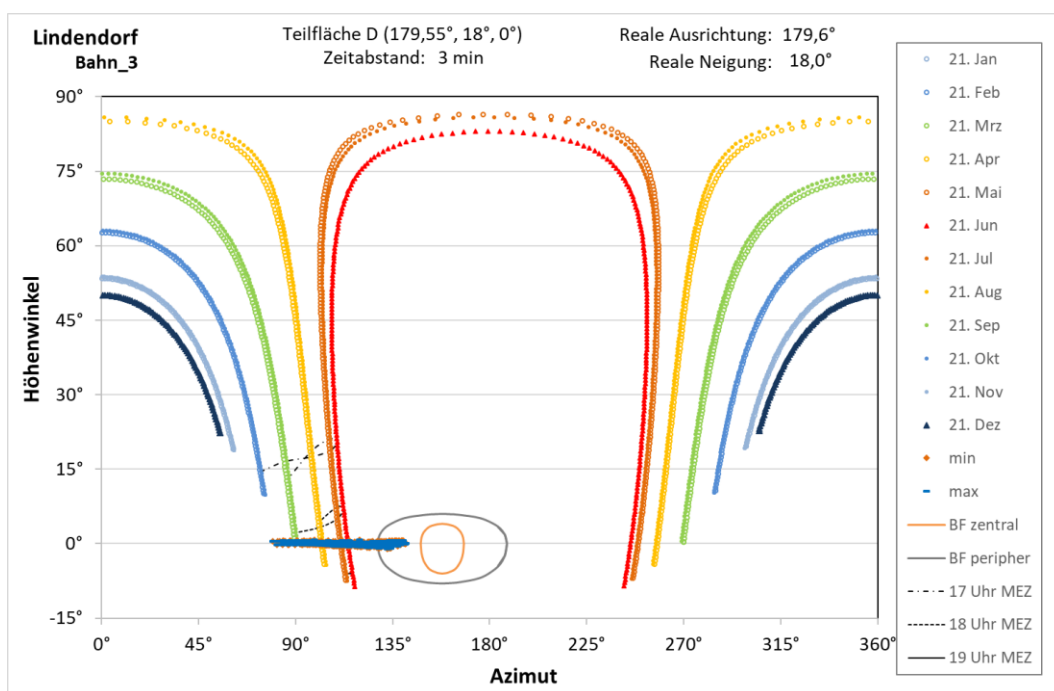


Abbildung 24: Reflexionsdiagramm der Teilfläche D für den Blickpunkte Bahn\_3

### 9.2.2 Anlieger Ausbau 1

Das Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt Ausbau\_1 in Abbildung 25 zeigt, dass von Mitte März bis Ende September morgens kurz vor 6 Uhr MEZ (7 Uhr Sommerzeit) Sonnenlichtreflexionen der PV-Anlage auf das untersuchte Fenster gerichtet sein können. Die Sonne steht dabei mit einem geringen Differenzwinkel von weniger als 15° unmittelbar über der reflektierenden Fläche und dominiert das Helligkeitsgeschehen. Die nach den Vorgaben der Brandenburger Lichtleitlinie berechneten maximalen Blendzeiträume (Differenzwinkel zur Sonne mindestens 10°) liegen bei 6 min/d und 8 h/a. Sie unterschreiten die



Schwellenwerte von 30 min/ d und 30 h/a deutlich, so dass kein Hinweis auf eine erhebliche Belästigung vorliegt.

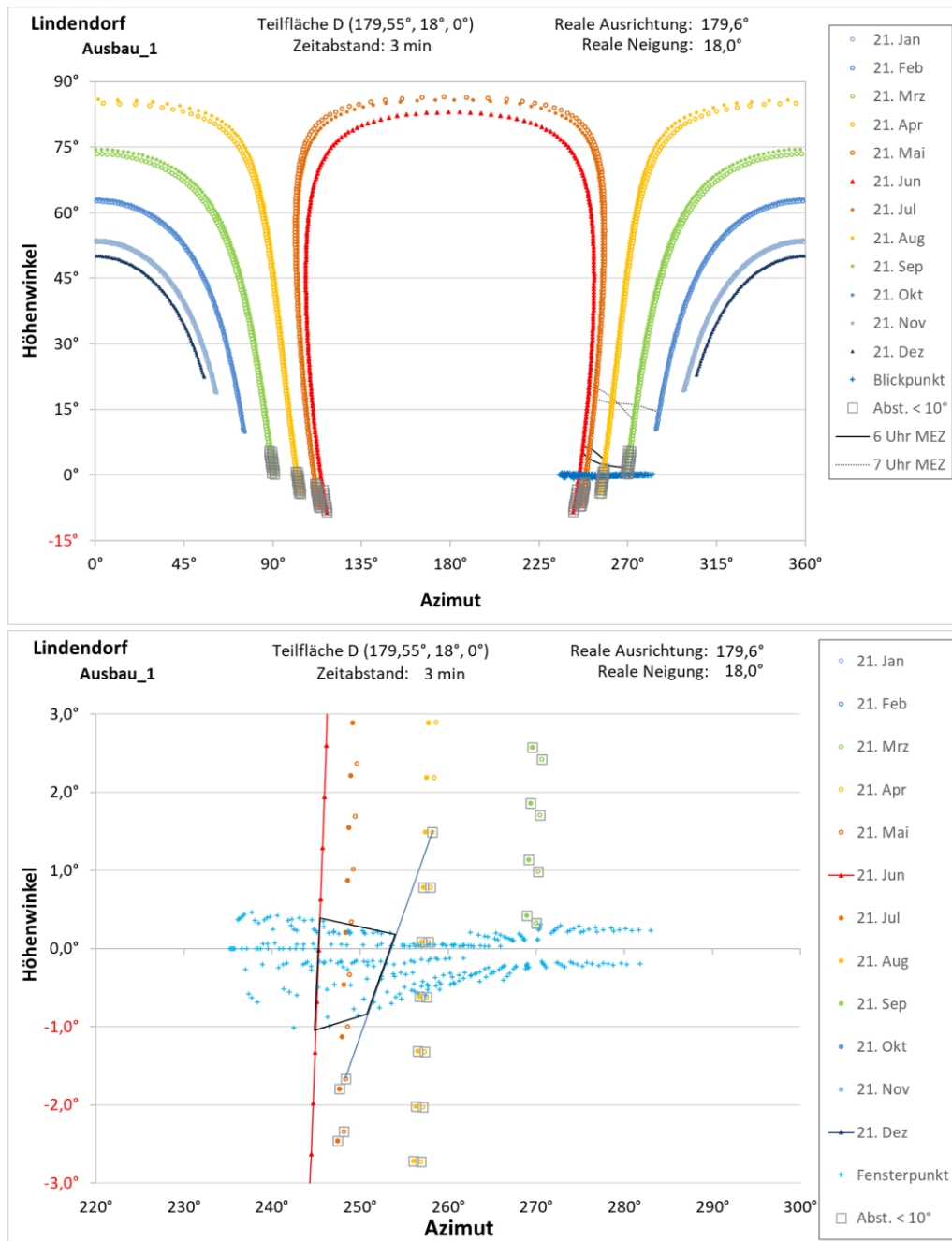


Abbildung 25: Reflexionsdiagramm für das Teilfeld D am Blickpunkt Ausbau\_1 (oben) und Ausschnitt mit Umrandung des maximalen Immissionszeitraums (unten) im Sinne der Licht-Leitlinie

### 9.2.3 Anlieger Ausbau 2

Das Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt Ausbau\_2 in Abbildung 26 zeigt, dass von Mitte März bis Ende September morgens kurz vor 6 Uhr MEZ (7 Uhr Sommerzeit) Sonnenlichtreflexionen der PV-Anlage auf das untersuchte Fenster gerichtet sein können. Die Sonne steht dabei mit einem geringen Differenzwinkel von weniger als 17° unmittelbar über der reflektierenden Fläche und dominiert das Helligkeitsgeschehen. Die nach den Vorgaben der Brandenburger Lichtleitlinie berechneten maximalen Blendzeiträume



(Differenzwinkel zur Sonne mindestens 10°) liegen bei 7 min/d und 12 h/a. Sie unterschreiten die Schwellenwerte von 30 min/d und 30 h/a deutlich, so dass kein Hinweis auf eine erhebliche Belästigung vorliegt.

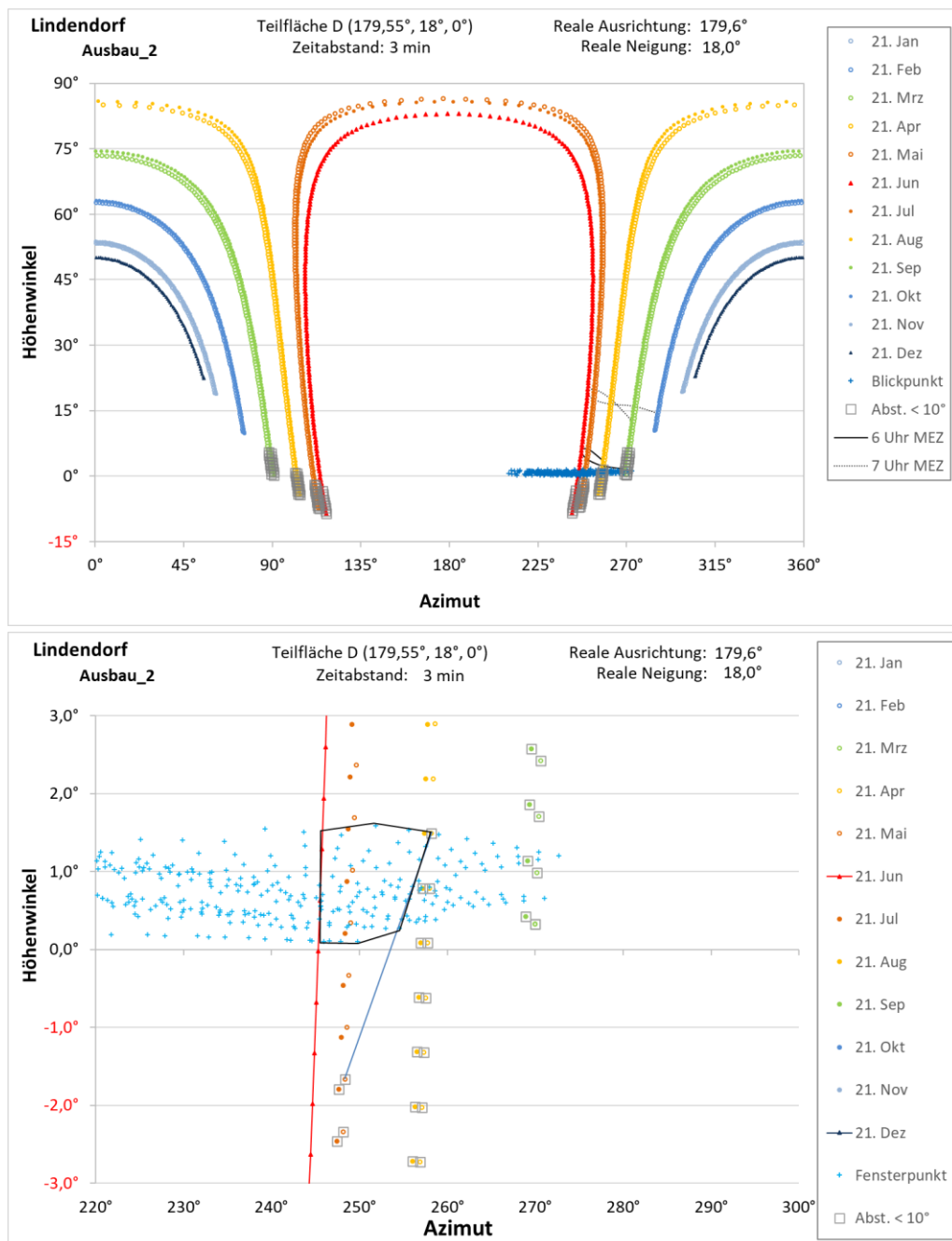


Abbildung 26: Reflexionsdiagramm für das Teilfeld D am Blickpunkt Ausbau\_2 (oben) und Ausschnitt mit Umrandung des maximalen Immissionszeitraums (unten im Sinne der Licht-Leitlinie)

## 9.2.4 Anlieger Ausbau 8

Das Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt Ausbau\_8 in Abbildung 27 zeigt, dass von Mitte März bis Ende September abends nach 18 Uhr MEZ (19 Uhr Sommerzeit) Sonnenlichtreflexionen der PV-Anlage auf das untersuchte Fenster gerichtet sein können. Die Sonne steht dabei mit einem geringen Differenzwinkel von weniger als 15° unmittelbar über der reflektierenden Fläche und dominiert das Helligkeitsgeschehen. Die





nach den Vorgaben der Brandenburger Lichtleitlinie berechneten maximalen Blendzeiträume (Differenzwinkel zur Sonne mindestens 10°) liegen bei 5 min/d und 8 h/a. Sie unterschreiten die Schwellenwerte von 30 min/d und 30 h/a deutlich, so dass kein Hinweis auf eine erhebliche Belästigung vorliegt.

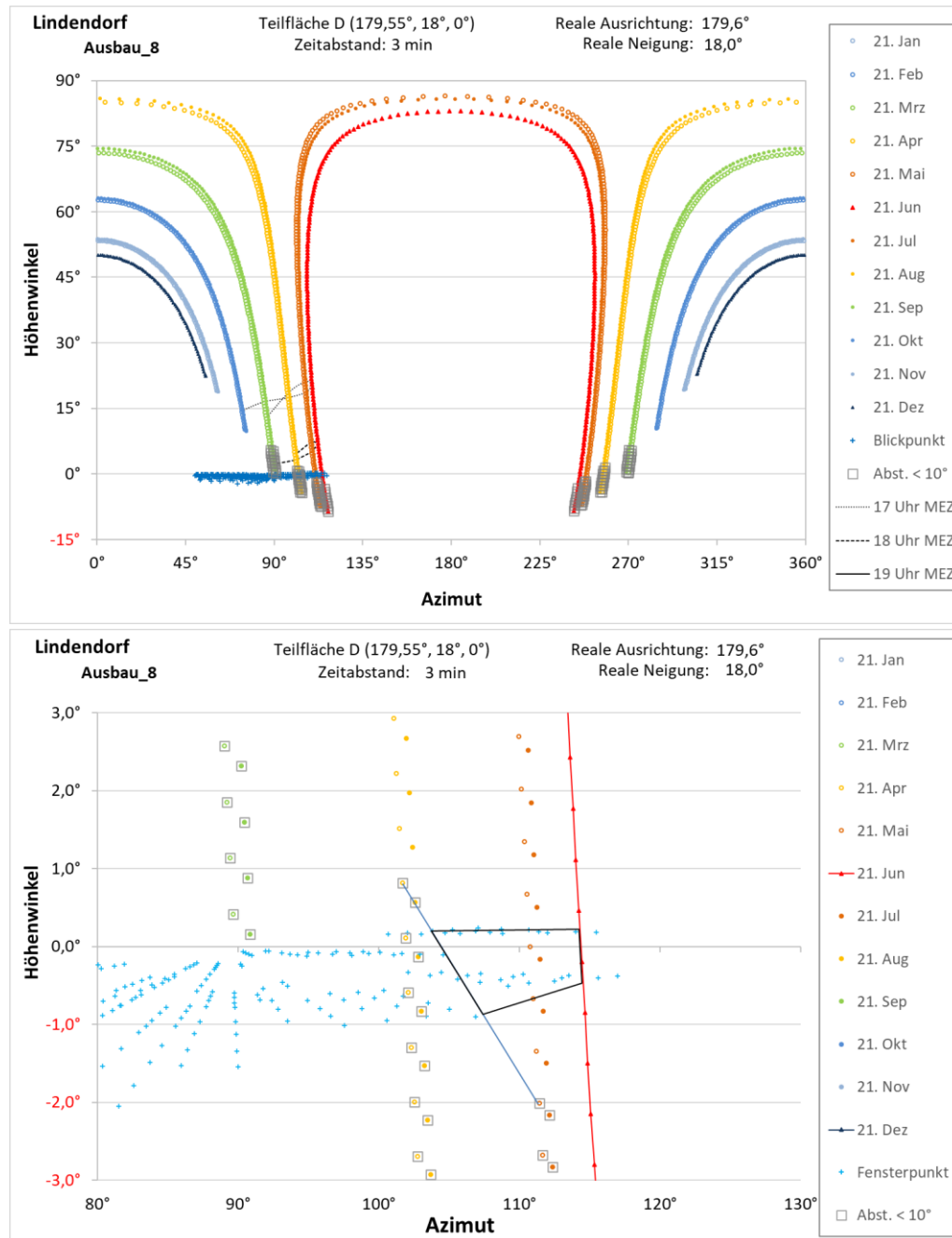


Abbildung 27: Reflexionsdiagramm für das Teilfeld D am Blickpunkt Ausbau\_8 (oben) und Ausschnitt mit Umrandung des maximalen Immissionszeitraums (unten) im Sinne der Licht-Leitlinie

## 9.2.5 Anlieger Ausbau 9

Das Reflexionsdiagramm für den Blickpunkt Ausbau\_9 in Abbildung 28 zeigt, dass von Ende März bis Mitte September abends nach 18 Uhr MEZ (19 Uhr Sommerzeit) Sonnenlichtreflexionen der PV-Anlage auf das untersuchte Fenster gerichtet sein können. Die Sonne steht dabei mit einem geringen Differenzwinkel von



weniger als 17° unmittelbar über der reflektierenden Fläche und dominiert das Helligkeitsgeschehen. Die nach den Vorgaben der Brandenburger Lichtleitlinie berechneten maximalen Blendzeiträume (Differenzwinkel zur Sonne mindestens 10°) liegen bei 5 min/d und 9 h/a. Sie unterschreiten die Schwellenwerte von 30 min/d und 30 h/a deutlich, so dass kein Hinweis auf eine erhebliche Belästigung vorliegt.

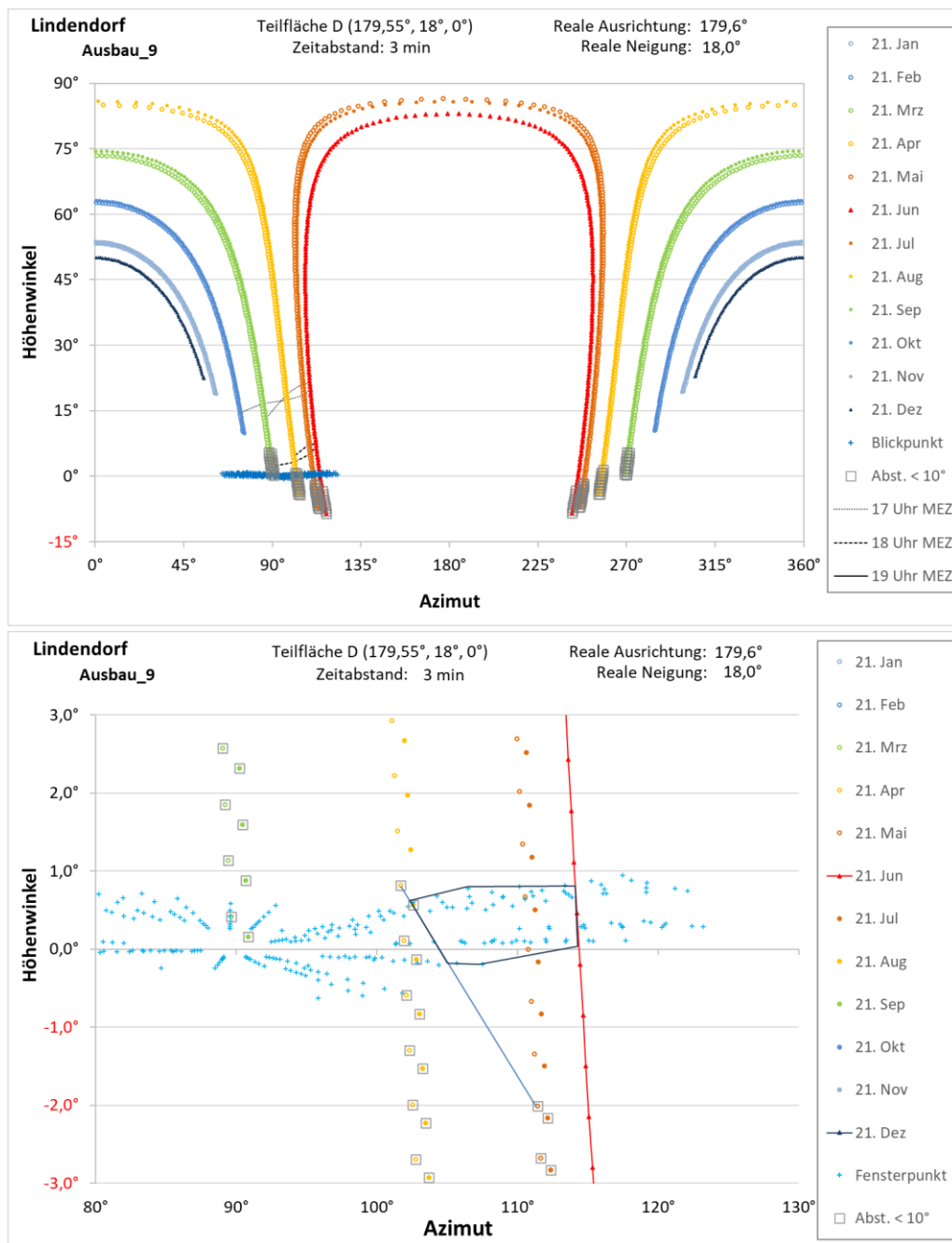


Abbildung 28: Reflexionsdiagramm für das Teilfeld D am Blickpunkt Ausbau\_9 (oben) und Ausschnitt mit Umrandung des maximalen Immissionszeitraums (unten) im Sinne der Licht-Leitlinie



## 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 Bahnstecke DB 6156 Werbig oben – Frankfurt (Oder)

Die eingleisige, nicht elektrifizierte Bahnstrecke wird von Zügen der Regionalbahnlinie RB 60 im Stundentakt und unregelmäßig von Zügen des Güterverkehrs befahren. Für den aus Frankfurt (Oder) kommenden Verkehr aus südlicher Richtung sind die reflektierenden Moduloberflächen der Teilflächen C, B und D der geplanten PV-Anlage sichtbar. Im Umfeld der Teilflächen befinden sich keine Signaleinrichtungen, so dass die Sehaufgabe der Lokführenden in der Überwachung der vorausliegenden Strecke einschließlich des schienengleichen unbeschränkten Bahnübergangs besteht.

Nach der Durchfahrt von Libbenichen (km 112,65) nähern sich die Züge der Teilfläche C der geplanten PV-Anlage und des unmittelbar am östlichen Rand der Teilfläche gelegenen schienengleichen unbeschränkten Bahnübergang des Zufahrtswegs Frankfurter Straße Bauerngut. Während der Annäherung können von Mitte Mai bis Ende August kurz nach 19:00 Uhr Sommerzeit ab ca. 300 m Entfernung zum Bahnübergang Sonnenlichtreflexionen der südlichsten PV-Tische der Teilfläche C außerhalb des peripheren Blickfelds auf die Augen der Lokführenden gerichtet werden. Mit zunehmender Annäherung wandern die Reflexionen bis in den Randbereich des peripheren Blickfelds der Lokführenden. Der minimale Differenzwinkel zur Hauptblickrichtung der Lokführenden beträgt mehr als 25° und die an den Augen bewirkte Beleuchtungsstärke der Reflexionen erreicht bis zu ca. 600 lx, so dass unter den gegebenen Tageslichtbedingungen keine Relativblendung bewirkt wird. Es besteht auch kein Risiko für eine Absolutblendung, da das zentrale Blickfeld der Lokführenden jederzeit frei von Reflexionen bleibt.

Die beschriebenen Verhältnisse bleiben während der Passage der Teilfläche C und bei der Annäherung an die Teilfläche B bestehen, ehe die möglichen Reflexionen nach links aus dem peripheren Blickfeld der Lokführenden wandern. Bei der Annäherung und während der Passage der Teilfläche D ca. 500 m hinter dem Bahnhof Dolgelin (km 108,87) bleiben die Blickfelder der Lokführenden jederzeit frei von Reflexionen.

Der gesamte Streckenverlauf und die Situation im Bereich des unbeschränkten Bahnübergangs bleiben uneingeschränkt erkennbar. Die Sicherheit des Schienenverkehrs bleibt gewahrt.

### 10.2 Bundesstraße B 167

Die Fahrzeugführenden auf der Bundesstraße B 167 bleiben in beiden Fahrtrichtungen jederzeit frei von Reflexionen der PV-Module der geplanten Anlage in ihre zentralen ( $\pm 10^\circ$  zur Hauptblickrichtung) und peripheren ( $\pm 30^\circ$  zur Hauptblickrichtung) Blickfelder. Es entstehen keine Blendrisiken durch anlagebedingte Sonnenlichtreflexionen. Die Sicherheit und die Leichtigkeit des Straßenverkehrs bleiben jederzeit gewahrt.

### 10.3 Verbindungsstraße Alt-Mahlisch – Libbenichen

Die Fahrzeugführenden auf der Verbindungsstraße bleiben in beiden Fahrtrichtungen jederzeit frei von Reflexionen in ihre zentralen und peripheren Blickfelder. Es entstehen keine Blendrisiken durch anlagebedingte Sonnenlichtreflexionen. Die Sicherheit und die Leichtigkeit des Straßenverkehrs bleiben jederzeit gewahrt.



#### 10.4 Schutzwürdige Räume von Anliegern

Für die Anlieger in Libbenichen und Dolgelin entstehen durch die geplante Anlage keine erheblich belästigenden Lichtimmissionen. Für die untersuchten, im Blendbereich der Teilflächen A und D gelegenen, schutzwürdigen Räume und Außenbereiche der Anlieger Otto-Grotewohl-Straße 2 in Libbenichen und Ausbau 1, 2, 8 und 9 in Dolgelin wurden nach den Vorgaben der Brandenburger Licht-Leitlinie – ohne Berücksichtigung von vegetationsbedingten Sichtunterbrechungen – maximale Immissionszeiträume von weniger als 10 min/d und 15 h/a berechnet. Die Werte unterschreiten die Schwellenwerte der Lichtleitlinie von 30 min/d und 30 h/a deutlich, so dass kein Hinweis auf eine erhebliche Belästigung vorliegt. Mit Berücksichtigung der Sichtunterbrechung durch bestehende Gehölze verkürzen sich die berechneten Immissionszeiträume zudem erheblich.

Die Reflexionszeiträume liegen für die westlich der belegten Flächen gelegenen Anlieger kurz nach Sonnenaufgang und für die östlich der Flächen gelegenen Anlieger kurz vor Sonnenuntergang. In den gesamten Blendzeiträumen steht die heller strahlende Sonne auf einer geringen Höhe von weniger als 17° in gleicher Azimutrichtung über den reflektierenden Flächen und dominiert das Helligkeitsgeschehen. Die Sonnenlichtreflexionen der PV-Module führen zu keiner relevanten Nutzungseinschränkung.



## 11 Verwendete Materialien

### 11.1 Dokumente vom Auftraggeber

- ▶ Modulbelegungsplan als „26-01-20\_Libbenichen\_V1\_P4\_Layout\_Grünstrom\_merch\_LTO\_bereinigt.dwg“
- ▶ Systemangaben als „26-01-23\_Libbenichen\_V1\_P5\_Layout\_Grünstrom\_merch\_LTO-0-1.pdf“
- ▶ Entwurf des vorhabensbezogenen Bebauungsplans zur Errichtung einer Freiflächen-Photovoltaikanlage "Energieflächen Lindendorf" des Amts Seelow-Land mit Planzeichnung (Stand 30.03.2026) und Begründung
- ▶ Stellungnahme der DB Ag als „TÖB 205915 Gesamtstellungnahme.pdf“

### 11.2 Literatur

- ▶ Raumordnungsgesetz vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2986), das zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 12. August 2025 (BGBl. 2025 I Nr. 189) geändert worden ist
- ▶ Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 22. Dez. 2025 (BGBl. 2025 I Nr. 348) geändert worden ist
- ▶ Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 23 des Gesetzes vom 18. Dezember 2025 (BGBl. 2025 I Nr. 347) geändert worden ist
- ▶ 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
- ▶ Straßenverkehrsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 5. März 2003 (BGBl. I S. 310, 919), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 23. Februar 2026 (BGBl. 2026 I Nr. 46) 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
- ▶ Eckpunktepapier Photovoltaik: Blendwirkungen und Blendgutachten des Fernstraßen-Bundesamts, Stand November 2025,  
[https://www.fba.bund.de/DE/Themen/Anbaurecht\\_Paragraph9\\_FStrG/Dokumente/20251106\\_Eckpunkte\\_papier\\_Photovoltaik.html?nn=871298](https://www.fba.bund.de/DE/Themen/Anbaurecht_Paragraph9_FStrG/Dokumente/20251106_Eckpunkte_papier_Photovoltaik.html?nn=871298)
- ▶ 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
- ▶ Reidenbach H.-D., Dollinger K., Ott G., Janßen M., Brose M. (2008): Blendung durch optische Strahlungsquellen. Bericht der BAUA, Forschung Projekt 2185
- ▶ Solar Glare Hazard Analysis Tool (SGHAT) Technical Reference Manual, Clifford K. Ho, Cieran A. Sims, Julius Yellowhair, and Evan Bush, Sandia National Laboratories, (505) 844-2384, 2015
- ▶ Toggweiler et al. 2024: Stand der Technik zu blendarmen Oberflächen bei PV-Modulen; EnergieSchweiz – Bundesamt für Energie BFE
- ▶ Bucher et al. 2026: Praxistest blendfreie Photovoltaik-Module; Schlussbericht
- ▶ Borislav Hristov 2009: Untersuchung des Blickverhaltens von Autofahrern. Dissertation TU Dresden
- ▶ Ralph Schulz 2012: Blickverhalten und Orientierung von Kraftfahrern auf Landstraßen. Dissertation 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: Lage der Teilflächen der geplanten Freiflächen-PVA (Modultischreihen blau eingezeichnet)                                                                                                  | 4  |
| Abbildung 2: Beispielhaftes Reflexionsdiagramm                                                                                                                                                         | 10 |
| Abbildung 3: Reflexionsgrade von Moduloberflächen nach Sandia 2015                                                                                                                                     | 11 |
| Abbildung 4: Beispielhaftes Reflexionsdiagramm mit Sichtbeziehung zu Fahrzeugführenden                                                                                                                 | 12 |
| Abbildung 5: Reflexionsdiagramm für schutzwürdige Nutzungen (oben) mit einem Ausschnitt in 3-minütiger Auflösung der Tagesganglinien und schwarzer Umrandung des maximalen Immissionszeitraums (unten) | 13 |
| Abbildung 6: Belegungsplan des Solarparks mit den Teilflächen A, B, C und D                                                                                                                            | 14 |
| Abbildung 7: Belegungsplan für die Teilfläche A (PV-Tischreihen in Blau, Einfriedung in Rot)                                                                                                           | 15 |
| Abbildung 8: Belegungsplan für die Teilflächen B und C (PV-Tischreihen in Blau, Einfriedung in Rot)                                                                                                    | 15 |
| Abbildung 9: Belegungsplan für die Teilfläche D (PV-Tischreihen in Blau, Einfriedung in Rot)                                                                                                           | 16 |
| Abbildung 10: Seitenansicht der PV-Tischreihen; Quelle: Kundenmaterial                                                                                                                                 | 17 |
| Abbildung 11: Reflexionsdiagramm für PV-Tische ohne Querneigung                                                                                                                                        | 18 |
| Abbildung 12: Bodennahe Reflexionsrichtungen (gelbe und grüne Winkel) der Teilflächen A (links oben), B und C (rechts oben) und D (unten), angezeichnet an ausgewählte Eckpunkte der Anlage            | 19 |
| Abbildung 13: Blick aus 2,9 m Höhe auf der Verbindungsstraße von Alt-Mahlisch nach Libbenichen unmittelbar vor der Linkskurv auf Höhe der Teilfläche A; Quelle Google Street View                      | 20 |
| Abbildung 14: Blick auf den Anlieger Otto-Grotewohl-Straße 2 aus südlicher Richtung; Quelle Google Street View                                                                                         | 20 |
| Abbildung 15: Blickpunkte (cyanfarbene Kreise) für die detaillierte Blendanalyse der Teilfläche A                                                                                                      | 21 |
| Abbildung 16: Reflexionsdiagramme der Teilfläche A für die Blickpunkte VS_1 (oben) und VS_2 (unten)                                                                                                    | 22 |
| Abbildung 17: Reflexionsdiagramm der Teilfläche A für den Blickpunkte B167_1                                                                                                                           | 23 |
| Abbildung 18: Reflexionsdiagramm der Teilfläche A für den Blickpunkte O-G-S_2                                                                                                                          | 23 |
| Abbildung 19: Blickpunkte (cyanfarbene Kreise) für die detaillierte Blendanalyse der Teilflächen B und C                                                                                               | 24 |
| Abbildung 20: Reflexionsdiagramme der Teilflächen B + C für die Blickpunkte Bahn-1 (oben) und Bahn_2 (unten)                                                                                           | 25 |
| Abbildung 21: Reflexionsdiagramm der Teilflächen B und CA für den Blickpunkte B167_2                                                                                                                   | 26 |
| Abbildung 22: Blick auf das Gebäude Ausbau 8 mit Umrandung des gewählten Fensters; Quelle: Apple Karten                                                                                                | 27 |
| Abbildung 23: Blickpunkte (cyanfarbene Kreise) für die detaillierte Blendanalyse der Teilfläche D                                                                                                      | 27 |



|                                                                                                                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 24: Reflexionsdiagramm der Teilfläche D für den Blickpunkte Bahn_3 .....                                                                                                          | 28 |
| Abbildung 25: Reflexionsdiagramm für das Teilfeld D am Blickpunkt Ausbau_1 (oben) und Ausschnitt mit Umrandung des maximalen Immissionszeitraums (unten) im Sinne der Licht-Leitlinie ..... | 29 |
| Abbildung 26: Reflexionsdiagramm für das Teilfeld D am Blickpunkt Ausbau_2 (oben) und Ausschnitt mit Umrandung des maximalen Immissionszeitraums (unten im Sinne der Licht-Leitlinie.....   | 30 |
| Abbildung 27: Reflexionsdiagramm für das Teilfeld D am Blickpunkt Ausbau_8 (oben) und Ausschnitt mit Umrandung des maximalen Immissionszeitraums (unten) im Sinne der Licht-Leitlinie ..... | 31 |
| Abbildung 28: Reflexionsdiagramm für das Teilfeld D am Blickpunkt Ausbau_9 (oben) und Ausschnitt mit Umrandung des maximalen Immissionszeitraums (unten) im Sinne der Licht-Leitlinie ..... | 32 |



## 13 Tabellenverzeichnis

|                                                                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1: Beleuchtungsstärken durch direkte Sonnenstrahlen in Abhängigkeit vom Höhenwinkel der Sonne .....                                                                                        | 10 |
| Tabelle 2: Angaben zur PV-Anlage.....                                                                                                                                                              | 17 |
| Tabelle 3: Azimutgrenzen der blendrelevanten bodennahen Reflexionen .....                                                                                                                          | 18 |
| Tabelle 4 : Koordinaten und ggf. Blickrichtung der modellierten Blickpunkte für die Teilfläche A .....                                                                                             | 21 |
| Tabelle 5 : Koordinaten und ggf. Blickrichtung der modellierten Blickpunkte für die Teilflächen B und C.. .....                                                                                    | 24 |
| Tabelle 6: Bewertungsrelevante Ergebnisse der lichttechnischen Berechnungen für Reflexionen der Oberkante der PV-Module in das periphere Blickfeld hoch sitzender Lok- oder Fahrzeugführender..... | 26 |
| Tabelle 7 : Koordinaten und ggf. Blickrichtung der modellierten Blickpunkte für die Teilfläche D .....                                                                                             | 28 |