

Blendgutachten

BV Solarpark in Kleinkötz

Bericht Nr. 770-6165

im Auftrag von

Herrn Martin Geiger

89359 Kleinkötz

München, im Januar 2020

Blendgutachten

BV Solarpark in Kleinkötz

Bericht-Nr.: 770-6165

Datum: 15.01.2020

Auftraggeber: Herr
Martin Geiger
Schloßstr. 4
89359 Kleinkötz

Auftragnehmer: Möhler + Partner Ingenieure AG
Beratung in Schallschutz + Bauphysik
Landaubogen 10
D-81373 München
T + 49 89 544 217 - 0
F + 49 89 544 217 - 99
www.mopa.de
info@mopa.de

Bearbeiter: M.Sc. P. Patsch
M.Sc. C. Bews

Inhaltsverzeichnis:

1. Aufgabenstellung	7
2. Örtliche Gegebenheiten	7
3. Grundlagen.....	9
4. Blendungsberechnung.....	12
4.1 Berechnungsmethode.....	12
4.2 Blendquellen.....	12
4.3 Maßgeblich Immissionsorte	14
4.4 Blendeinwirkungen an den Immissionsorten	15
4.5 Beurteilung der Blendeinwirkung	17
5. Anlagen	19

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Übersichtslageplan und Höhenverlauf im Plangebiet und der umliegenden Nachbarschaft	8
Abbildung 2: Übersicht über die möglichen Blendquellen.....	13
Abbildung 3: Immissionsorte in der Nachbarschaft	15

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Immissionsrichtwerte k für Blendung [4]	10
Tabelle 2: Schwellenwerte verursacht durch Blendung [4]	11
Tabelle 3: Blendungen des Bahnbetriebs der Mittelschwabenbahn.....	16

Grundlagenverzeichnis:

- [1] Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 8. April 2019 (BGBl. I S. 432) geändert worden ist
- [2] Lageplan und Seitenansicht, Solarpark Kleinkötz, Maßstab: 1:500, erstellt durch die GP Joule GmbH & Co.KG am 11.11.2019
- [3] Datenblatt zu den Photovoltaikerelementen, The Honey framed 60 Layout Module, Trina Solar, Version number : TSM_EN_2019_A
- [4] Hinweise zur Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen, Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) , Stand 08.10.2012 – (Anlage 2 Stand 03.11.2015), redaktionelle Änderung: 09.03.2018
- [5] Lichtimmissionen, Messung, Beurteilung und Verminderung, Gemeinsamer Runderlass des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz und des Ministeriums für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr in Österreich, Stand: 11.12.2014
- [6] Blendung durch natürliche und neue künstliche Lichtquellen und ihre Gefahren, Strahlenschutzkommission, 16./17. Februar 2006
- [7] Über die Blendungsbewertung von reflektiertem Sonnenlicht bei Solaranlagen, Schierz, Tagung LICHT, 2012
- [8] DIN EN 13201-2: Straßenbeleuchtung-Teil 2: Gütermerkmale, Juni 2016
- [9] DIN 5034, Teil 2: Tageslicht in Innenräumen: Grundlagen, Februar 1985
- [10] Höhenmodell des Plangebiets und der umliegenden Nachbarschaft in Kleinkötz, bestellt beim Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung Bayern am 16.12.2019
- [11] Sichtanalyse im Pkw unter Berücksichtigung von Bewegung und individuellen Körpercharakteristika, Jörg Hudelmaier, 31.10.2002
- [12] Augenbewegungen und visuelle Aufmerksamkeit, Uni Bielefeld, Juli 2011, Link: <https://www.techfak.uni-bielefeld.de/~ihkoesli/vab2011/07-vab2011-hk-augenbewegungen-sw.pdf> (letzter Zugriff am 23.09.2019)
- [13] Blend- und Lärmschutz, Beeinträchtigungen und Verkehrssicherheit, Visuelle Informationsträger für verkehrsfremde Zwecke, Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr (FSV), November 2003
- [14] RegioShuttle RS1 (Baureihe 650), Ostdeutsche Eisenbahn GmbH, Link: <https://odeg.de/unternehmen/fahrzeugflotte/regio-shuttle-rs-1/>, letzter Zugriff am 13.01.2020
- [15] Höhe von Pufferanlagen, Link: https://www.dbc-d.de/kupplung_puffer.htm, letzter Zugriff am 13.01.2020

- [16] Das Bahnsteighöhenkonzept der DB AG, Link: https://www.deutschebahn.com/resource/blob/1173544/52654276c4eebdd3e6d2219423424773/ETR-05_2014-Bahnsteigh%C3%B6henkonzept-data.pdf, letzter Zugriff am 15.01.2020

Zusammenfassung:

Die Privatperson Herr Geiger plant die Errichtung eines Solarparks südlich von Kleinkötz in der Gemeinde Kötz im Landkreis Günzburg. Die Planung sieht die Errichtung einer Freiflächen-Photovoltaikanlage auf der aktuell landwirtschaftlichen genutzten Fläche mit der Flurnummer 395 vor. In der folgenden Untersuchung wurde die Blendung ausgehend von Solarpaneelen des geplanten Solarparks auf die östlich verlaufende Bahnstrecke der Mittelschwabenbahn berechnet und bewertet. Die Untersuchung kommt zu folgenden Ergebnissen:

Ausgehend von den geplanten 24 Photovoltaikpaneelreihen gehen keine physiologische – die Sehfunktion des Zugführers einschränkende – Blendungen aus. Es entstehen lediglich psychologische Blendungen, die jedoch außerhalb des fovealen Sichtbereichs des Menschen liegen und somit keine Einschränkung der Sehfunktion des Zugführers mit sich führen.

Somit ist das Planvorhaben aus gutachterlicher Sicht ohne weitergehende Maßnahmen genehmigungsfähig.

1. Aufgabenstellung

Die Privatperson Herr Martin Geiger plant mit fachlicher Unterstützung der GP Joule GmbH & Co.KG in der Gemeinde Kötz die Errichtung eines Solarparks. Der geplante Solarpark ist auf der Fläche mit der Flurnummer 395 vorgesehen. Das Plangebiet sowie die umliegenden Nachbarflächen werden landwirtschaftlich genutzt. Östlich der Plangebietsfläche verläuft das Bahngleis der Mittelschwabenbahn. Weitere Verkehrswege sowie Gebäude befinden sich nicht in der näheren Umgebung des Plangebiets. Durch den geplanten Solarpark können negative Einflüsse in Form von Blendung entstehend durch Sonnenreflexion an den Solarpaneelen auf den östlich befindlichen Eisenbahnbetrieb nicht ausgeschlossen werden. Es sind mögliche negative Blendeinflüsse auf den Eisenbahnbetrieb zu untersuchen. Dauer und das Ausmaß der Blendung sind zu prognostizieren und nach den einschlägigen Regelwerken zu beurteilen. Gegebenenfalls sind Maßnahmen in Abstimmung mit dem Auftraggeber zu erarbeiten, um eventuelle Konfliktpotentiale zu entschärfen.

Mit der Durchführung der Untersuchung wurde die Möhler + Partner Ingenieure AG mit Schreiben vom 05.12.2019 stellvertretend für Herrn Geiger von der GP Joule GmbH beauftragt.

2. Örtliche Gegebenheiten

Das Plangebiet, auf dem der Solarpark entstehen soll, befindet sich auf dem Grundstück mit der Flurnummer 395 südlich von Kleinkötz in der Gemeinde Kötz im Landkreis Günzburg.

Das Plangebiet grenzt westlich an das Bahngleis der Mittelschwabenbahn zwischen Mindelheim und Günzburg an. Abgesehen von der östlich gelegenen Mittelschwabenbahn ist das Plangebiet von Landwirtschaftsflächen mit vereinzelt Strukturerelementen wie Hecken etc. umgeben.

Das Gelände ist nach Osten hin aufsteigend, weshalb für die Berechnungen ein digitales Geländemodell zugrunde gelegt wurde. Die genauen örtlichen Gegebenheiten und der Höhenverlauf des Geländes sind aus folgender Abbildung 1 und aus Anlage 1 ersichtlich.

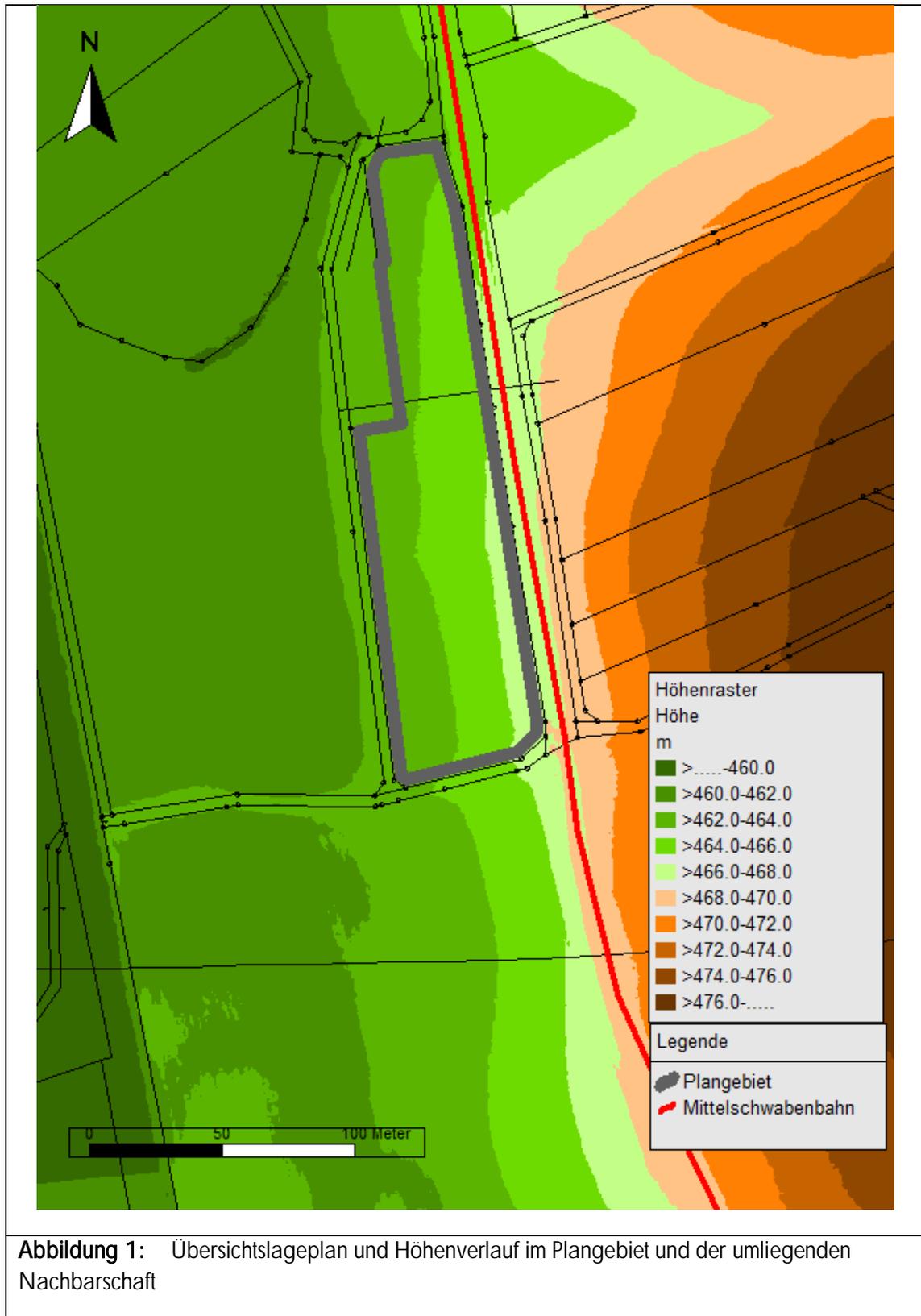


Abbildung 1: Übersichtslageplan und Höhenverlauf im Plangebiet und der umliegenden Nachbarschaft

3. Grundlagen

Licht zählt zu den Emissionen und Immissionen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG, §3, Absatz 2 und 3 [1]) und stellt eine schädliche Umwelteinwirkung dar, wenn die Lichteinwirkung „nach Art, Ausmaß und Dauer geeignet ist, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder für die Nachbarschaft herbeizuführen“ (BImSchG, §3, Absatz 1,[1]). In der Regel stellen die im Immissionsschutz auftretenden Lichteinwirkungen keine Gefahren oder erheblichen Nachteile dar, können jedoch eine erhebliche Belästigungswirkung für Betroffene entwickeln.

Die Beurteilung der Belästigungswirkung durch Licht erfolgt auf der Grundlage der „Licht-Richtlinie“ des Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI), die in Nordrhein-Westfalen als Erlass eingeführt wurde [4]. Der Anwendungsbereich dieser Hinweise zur Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen umfasst die „Wirkung von Lichtimmissionen auf Menschen durch Licht emittierende Anlagen aller Art, soweit es sich dabei um Anlagen oder Bestandteile von Anlagen i. S. des § 3 Abs. 5 BImSchG handelt“. Dazu zählen künstliche Lichtquellen und hell beleuchtete Flächen aller Art. Ausgenommen sind Laser, Anlagen zur Beleuchtung des öffentlichen Straßenraumes, Beleuchtungsanlagen von Kraftfahrzeugen, dem Verkehr zuzuordnende Signalleuchten. Im Zuge der Überarbeitung der Hinweise zur Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen ([4], [5]) werden mittlerweile statisch technische und bauliche Einrichtungen, die das Sonnenlicht reflektieren, ebenfalls nach der „Licht-Richtlinie“ beurteilt.

Die Beurteilung von Lichtimmissionen umfasst nach [4] zwei Wirkungsbereiche, durch die sich Betroffene belästigt fühlen können. Zum einen wird die Raumaufhellung betrachtet, d.h. Beleuchtungsanlagen können zu einer Aufhellung von Aufenthaltsräumen (Schlaf-/Wohnzimmer), der Terrasse oder des Balkons und damit zu einer eingeschränkten Nutzung dieser Wohnbereiche führen. Zum anderen kann es zu Blendungen durch Lichtquellen kommen. Dabei unterscheidet man physiologische, das Sehvermögen mindernde und psychologische Blendungen, die auch ohne Minderung des Sehvermögens auftreten, jedoch trotzdem zu erheblichen Belästigungen führen. Belästigungen entstehen z. B. durch ständige Adaptionen des Auges an verändernde Lichtbedingungen und können auch ohne eine Aufhellung des Wohnbereiches auftreten, z. B. wenn die Blickrichtung ständig und ungewollt auf die Lichtquelle gelenkt wird. Im Verkehr sind sowohl die physiologische als auch die psychologische Blendung zu untersuchen, weshalb eine Bestimmung aller auftretenden Blendungen notwendig ist. Die Aufhellung von Aufenthaltsräumen ist in vorliegendem Fall nicht Bestandteil der Untersuchung und wird demnach nicht berücksichtigt.

Bezugsgröße für die Beurteilung der Blendwirkungen ist die Leuchtdichte [cd/m²] der Lichtquelle. Die „Licht-Richtlinie“ legt hierfür eine maximal tolerable mittlere Leuchtdichte L_{\max} fest, die sich aus der wahrnehmbaren Größe der Lichtquelle Ω_s (Raumwinkel in Sr) und der Umgebungsleuchtdichte L_u sowie je nach Gebietsart aus dem Proportionalitätsfaktor k (normiert) ergeben:

$$\bar{L}_{\max} = k \sqrt{\frac{L_u}{\Omega_s}} \quad , \text{wobei } 0,1 \leq L_u \leq 10 \text{ und } 10^{-7} \leq \Omega_s \leq 10^{-2}$$

Die mittlere Leuchtdichte L_s der zu beurteilenden Lichtquelle soll diese berechneten maximalen Werte nicht überschreiten. Der Proportionalitätsfaktor k zur Festlegung der max. zulässigen Blendung kann je nach Gebietsart der folgenden Tabelle aus [4] entnommen werden:

Tabelle 1: Immissionsrichtwerte k für Blendung [4]			
Immissionsort (Einwirkungsort) Gebietsart nach § BauNVO	Immissionsrichtwert k für Blendung		
	06 Uhr bis 20 Uhr	20 Uhr bis 22 Uhr	22 Uhr bis 06 Uhr
1 Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten ¹⁾	32	32	32
2 reine Wohngebiete (§ 3) allgemeine Wohngebiete (§ 4) besondere Wohngebiete (§ 4 a) Kleinsiedlungsgebiete (§ 2) Erholungsgebiete (§ 10)	96	64	32
3 Dorfgebiete (§ 5) Mischgebiete (§ 7)	160	160	32
4 Kerngebiete (§ 7) ²⁾ Gewerbegebiete (§ 8) Industriegebiete (§ 9)	-	-	160

¹⁾ Wird die Beleuchtungsanlage regelmäßig weniger als eine Stunde pro Tag eingeschaltet, gelten auch für die in Zeile 1 genannten Gebiete die Werte der Zeile 2.

²⁾ Kerngebiete können in Einzelfällen bei geringer Umgebungsbeleuchtung ($L_{u,mess} \leq 0,1 \text{ cd/m}^2$) auch Zeile 3 zugeordnet werden.

Die Anwendung des Beurteilungsverfahrens gilt nur unter der Voraussetzung, dass vom Immissionsort aus bei üblicher Position der Blick zur Blendquelle hin möglich ist.

Ob eine Lichtquelle blendet, hängt neben der Umgebungsleuchtdichte und dem Raumwinkel auch vom Adaptionszustand des Auges ab. Bei dunkel adaptiertem Auge kann bereits der Vollmond zu einer Blendung führen [6]. Die Strahlenschutzkommission gibt in [6] eine noch annehmbare, d. h. blendungsfreie Betrachtung einer Lichtquelle für eine Leuchtdichte von 730 cd/m^2 an. Durch die Reflektion von Sonnenlicht an den glatten Oberflächen von Photovoltaikanlagen können in der unmittelbaren Nachbarschaft hohe Leuchtdichten auftreten, die mit $>10^5 \text{ cd/m}^2$ eine absolute Blendung bei den Betroffenen verursachen können [4]. Eine vollständige Reduzierung des Sehvermögens im gesamten Blickfeld kann die Folge sein. Bei längerer Exposition von Blendungen werden Abhilfemaßnahmen empfohlen.

Gemäß der LAI-Hinweise [4] wird der Immissionsort über schutzwürdige Räume, die sich zum dauerhaften Aufenthalt eignen, definiert. In nachfolgender Tabelle sind die Blendedauern angegeben, die im Sinne der LAI-Hinweise zu erheblichen Belästigungen in Räumen mit dauerhaften Aufenthalt führen:

Zeitraum	Schwellenwert [Zeit]
Tag	30 Minuten
Jahr	30 Stunden

Da der Verkehr durch kurze Aufenthaltszeiten der einzelnen Verkehrsteilnehmer an einem bestimmten Ort bestimmt ist, bietet sich eine Bewertung anhand von Blendungszeiten nur bedingt an, da für den jeweiligen Verkehrsteilnehmer eine kurze Blendungszeit ausreicht, um die Sichtfähigkeit einzuschränken und damit die Unfallwahrscheinlichkeit erhöht. Vielmehr gilt es diejenigen Blendungen komplett zu vermeiden, die zu einer Sichteinschränkung führen.

Eine Beurteilung der Blendung von Sonnenlicht kann so beispielsweise basierend auf der DIN 13201-2 [8] in sogenannten Blendindexklassen erfolgen, obwohl sich die Norm auf die Blendung von künstlichen Lichtquellen bezieht. Zweck der Normenreihe ist die Erhöhung der Sicherheit im Verkehr, die hauptsächlich an die Sehleistung der verschiedenen Verkehrsteilnehmer gekoppelt ist. Die Blendindexklassen stellen den Quotienten aus Lichtstärke in [cd] und der auf die senkrechte Ebene projizierte leuchtende Fläche dar. Die höchste Blendindexklasse hat den Wert von 7.000 cd/m². Wie oben jedoch bereits behandelt, treten bei der Sonne Lichtstärken auf, die den Wert der höchsten Blendindexklasse überschreiten. Deshalb führt eine Bewertung der Blendungen durch Sonnenlicht mithilfe der Blendindexklassen zu keiner Unterscheidbarkeit der Blendungen. Es wird daher wegen der hohen Lichtstärken pro Quadratmeter jeder auftretenden Blendung das Potential attestiert, zu einer physiologischen Blendung führen zu können. In den Berechnungen wurden daher alle auftretenden Blendungen ermittelt.

Ob eine Blendung zu einer physiologischen Blendung führt, hängt von der Lage der blendenden Fläche/Punkts im Verhältnis zur Sichtachse der Person am Immissionsort ab:

Richtet sich der Blick nicht direkt auf die Blendquelle, ist je nach Richtungswinkel von einer psychologischen Blendung auszugehen. Das menschliche Auge kann peripher und foveal sehen. Beim fovealen Sehen ist die Gesichtslinie des Auges direkt auf das Objekt gerichtet, welches scharf gesehen werden soll. Der horizontale Winkelbereich, in dem mit beiden Augen gemeinsam foveal fixiert gesehen werden kann (binokulares Blickfeld), beträgt ca. 30° links und rechts vom fixierten Punkt. Liegt die Blendquelle in diesem Winkelbereich, muss von einer physiologischen Blendung ausgegangen werden, die zu einer starken Sichteinschränkung führt. Liegt eine Leuchtquelle (z.B. blendende Paneele) im fovealen Sichtbereich, führt diese dazu, dass die Objekte in diesem Bereich nicht mehr gescheit wahrgenommen werden können, da die Kontrasthaltigkeit der Objekte im Vergleich zum Hintergrund durch die grelle Leuchtquelle im Sichtfeld reduziert wird und somit mehr und mehr mit dem Hintergrund „verschmilzt“. Liegt eine Blendquelle im peripheren Sichtbereich (außerhalb des Winkelbereichs des fovealen Sehens), wird eine Blendung zwar im Augenwinkel wahrgenommen, führt jedoch nicht zu einer physiologischen sondern vielmehr zu einer psychologischen Blendung, die lediglich ablenkenden und störenden Charakter hat ([11], [12], [13]). Bei den betrachteten Immissi-

onsorten auf der Zugverkehrsstrecke kann davon ausgegangen werden, dass der Blick des Zugführers nach vorne in Bezug auf die Fahrtrichtung des Zugs gerichtet ist und somit diejenigen Blendungen zu beurteilen und zu vermeiden sind, die zu einer physiologischen Blendung führen. Blendungen, die störenden Charakter haben aber die Sicht des Zugführers nicht einschränken, werden informativ erhoben, sind jedoch aus gutachterlicher Sicht nicht beurteilungsrelevant. Bei psychologischen Blendungen kann nicht davon ausgegangen werden, dass sie die Reaktionszeit des Zugführers erhöhen und somit eine Erhöhung einer Unfallwahrscheinlichkeit bedeuten.

4. Blendungsberechnung

4.1 Berechnungsmethode

Die Berechnung der möglichen Blendung erfolgt unabhängig vom möglichen Bedeckungsgrad des Himmels. In Anlehnung an das Berechnungsverfahren nach Schierz [7] werden anhand von Ortsvektoren ausgehend von der Photovoltaikfläche und von dem zu untersuchenden Immissionsort die maßgebenden Azimuth- und Höhenwinkel ermittelt, die zu einer Blendung führen können. In weiterer Folge werden auf Grundlage der DIN 5034 Teil 2 die im Gleisbereich der Mittelschwabenbahn auftretenden Azimuth- und Höhenwinkel der Sonne im Jahresverlauf ermittelt. Dabei wird der Sonnendurchmesser von $0,52^\circ$ berücksichtigt [7]. Es wird in der vorliegenden Untersuchung von einem wolkenlosen Himmel ausgegangen. In der Realität kann es also sein, dass an manchen Tagen, an denen ein bewölkter Himmel vorliegt, geringere Blendungen auftreten.

Stimmt der Verbindungsvektor von Immissionsort (Zugführerhaus) zu einem Paneelflächenpunkt mit dem Vektor eines über den selben Paneelflächenpunkt gespiegelten Sonnenstrahls überein, so tritt Blendung auf. Die mögliche Blendung wird im Jahresverlauf in 5-Minuten-Schritten dargestellt. Eine Blendung durch ein geplantes Photovoltaikelement tritt nicht auf, wenn sich die Blickrichtungen auf die Sonne und auf das Modul um weniger als 10° unterscheiden, da in diesen Fällen die direkte Sonnenblendung überwiegt. Des Weiteren können Sonnenstrahlen, die an der Rückseite der Solarpaneele gespiegelt werden (Beobachter betrachtet die Paneelrückseite), zu keinen Blendungen führen. Es muss eine Sichtverbindung zur Blendungsfläche vorliegen, damit Blendung vorliegen kann.

4.2 Blendquellen

Mögliche Blendungen können von den Photovoltaikelementen des geplanten Solarparks ausgehen. Ob ein Photovoltaikelement Blendung erzeugen kann, hängt maßgeblich vom Immissionsort ab. In der nachfolgenden Darstellungen ist der geplante Solarpark dargestellt und die Reihen der Photovoltaikelemente beschriftet. Die vorgenommene Benennung der Photovoltaikelemente wird im weiteren Verlauf des Gutachtens beibehalten.

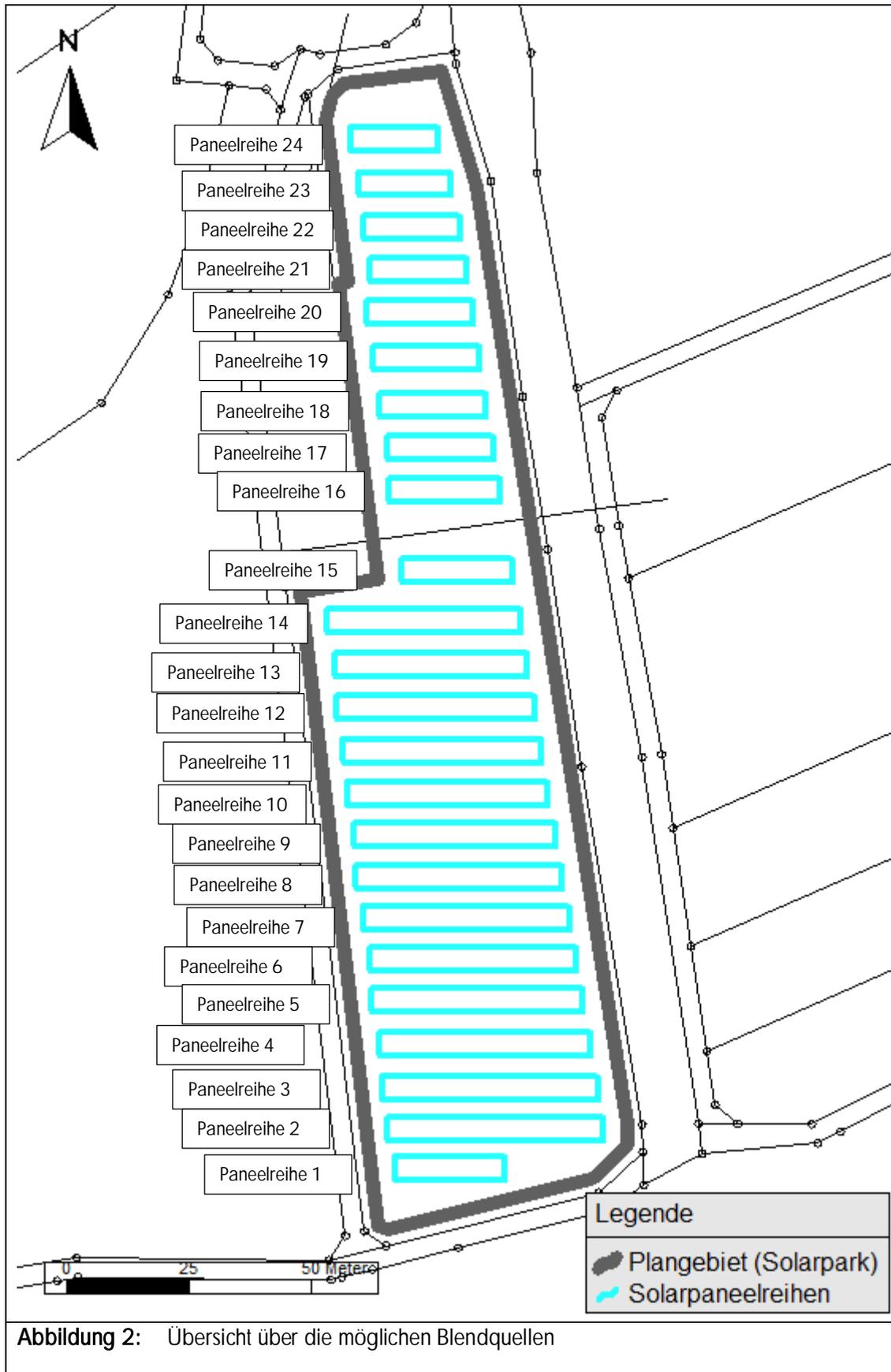


Abbildung 2: Übersicht über die möglichen Blendquellen

Für die in der Abbildung 2 benannten Paneelreihen (Paneelreihe 1 bis Paneelreihe 24) werden in der vorliegenden Untersuchung die ausgehenden Blendungen ermittelt. Die Azimutwinkel der Photovoltaikmodule, die die horizontale Orientierung der Photovoltaikmodule beschreiben, sind nach Süden orientiert und haben daher einen Azimutwinkel von 0° (von Süden gegen den Uhrzeigersinn gemessene Winkel). Die Höhenwinkel (Neigung) der Photovoltaikflächen, welche den Vertikalwinkeln entsprechen, betragen 20° . Hierbei entspricht eine Ebene mit einem Höhenwinkel von 0° einer Parallelen zur ebenen Grundfläche und 90° einer Senkrechten zur ebenen Grundfläche.

Die Paneelreihen werden auf eine Höhe von 0,8 m relativ zum Gelände erhöht, sodass sich jeweils die südliche Paneelkante auf einer Höhe von 0,8 m relativ zum Gelände befindet. Es wird angenommen, dass unabhängig vom Gelände für jede Paneelreihe in jedem Bereich ein Höhenwinkel von 20° vorliegt. Dies bedeutet für Höhenbestimmung der Paneelpunkte anhand des digitalen Geländemodells, dass das unter einer Paneelreihe liegende Geländeflächenstück demnach vereinfacht auf einer Ebene liegt, die um die y-Achse gedreht werden kann, jedoch nicht um die x-Achse.

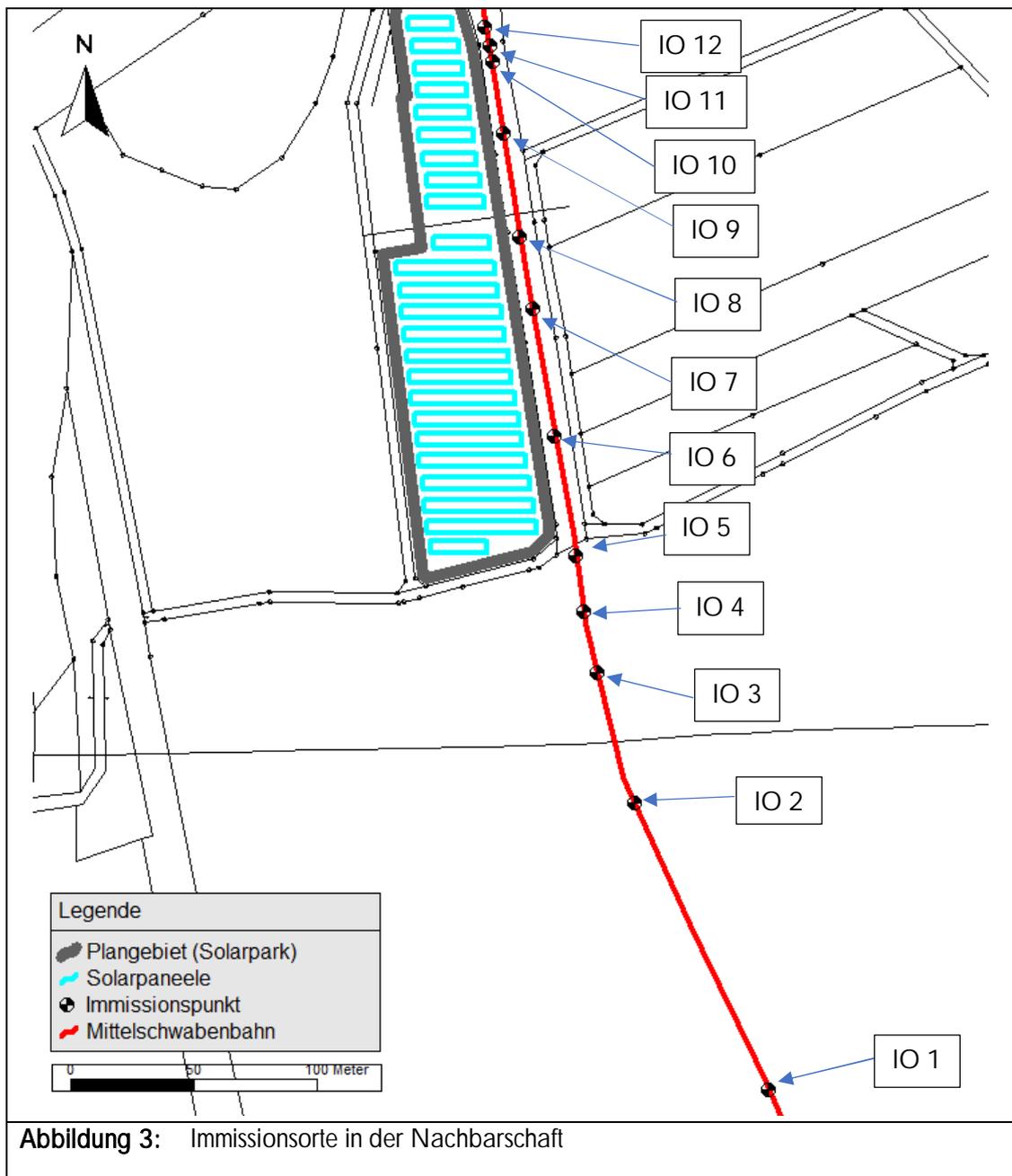
Bei der Berechnung von möglichen Blendungen an den maßgeblichen Immissionsorten wurde folgendermaßen verfahren:

Jede Paneelfläche wurde in 0,3 m Schritten in horizontaler und vertikaler Richtung (relativ zur Paneelfläche) durchlaufen und an jedem Punkt mögliche Blendungen am Immissionsort bestimmt. Eine Verfeinerung der Schrittweite ergibt keine Ergebnisveränderung und ist deshalb nicht erforderlich.

4.3 Maßgeblich Immissionsorte

Bei der Wahl der zu untersuchenden Immissionsorte in der Nachbarschaft wurden die aus gutachterlicher Sicht kritischen Immissionsorte gewählt. Hierbei können lediglich für den Zugverkehr, der sich von Süd nach Nord bewegt, Blendungen entstehen. Daher werden in vorliegender Untersuchung lediglich Immissionsorte gewählt, die sich südlich der Paneelreihe 24 befinden. Gemäß dem Grundlagenkapitel 3 muss zwischen einer physiologischen und einer psychologischen Blendung unterschieden werden. Tritt eine Blendung außerhalb des fovealen Blickfelds auf, hat diese lediglich störenden aber keinen sichteinschränkenden Charakter. Die Höhe der Immissionsorte wurde folgendermaßen festgelegt: im vorliegenden Fall stellt sich ein höherer Immissionsort aufgrund der tiefergelegenen Emissionsorte als problematischer dar. Es wurde auf die jeweilige Geländehöhe [10] eine Höhe von 2,7 m aufaddiert. Diese Höhe ergibt sich aus einer gemäß ([14], [15] und [16]) gestützten Annahme, dass eine Pufferhöhe eines Zugs (Höhe des Kuppelbereichs eines Zuges) in etwa der Höhe des Fußbodenbereichs eines Zuges entspricht. Diese Kuppelhöhe beläuft sich im Normalfall auf etwa auf 1 m über Gelände. Ferner wurde - den sicheren Betrachtungsfall darstellend - angenommen, dass der Zugführer im Führerhaus steht und sich seine Augenhöhe in einer Höhe von 1,7 m relativ zum Zugfußboden befindet. Hieraus ergibt sich eine Höhe von 2,7 m relativ zum Gelände.

In der nachfolgenden Abbildung sind die untersuchten Immissionsorte dargestellt, die südlich des Plangebiets beginnen und sich bis auf Höhe des Paneels 24 Richtung Norden ziehen. Die Immissionsorte wurden so gewählt, dass mögliche Blendungen auf die Zugstrecke identifiziert werden können.



4.4 Blendeinwirkungen an den Immissionsorten

Nachfolgend wurden die Blendungen ausgehend von den Paneelen auf die Immissionsorte berechnet. Es wurde ferner bestimmt, ob es sich um eine physiologische oder eine psychologische Blendung handelt. Es wurde für die erste Betrachtung auf der sicheren Seite liegend davon ausgegangen, dass die unten untersuchten Paneel-Immissionsort-Beziehungen durch keine davorliegenden Paneele verdeckt werden.

Tabelle 3: Blendungen des Bahnbetriebs der Mittelschwabenbahn			
Immissionsort	Photovoltaikflächen	Art der Blendung	
		Physiologisch	Psychologisch
IO 1	1	nein	nein
	2	nein	nein
IO 2	1	nein	nein
	2	nein	nein
IO 3	1	nein	nein
	2	nein	nein
IO 4	1	nein	ja
	2	nein	nein
IO 5	1	nein	ja
	2	nein	ja
	4	nein	nein
	5	nein	nein
	6	nein	nein
IO 6	6	nein	ja
	7	nein	ja
	9	nein	ja
IO 7	13	nein	ja
	15	nein	nein
	16	nein	nein
IO 8	16	nein	ja
	17	nein	nein
	18	nein	nein
	20	nein	nein
IO 9	19	nein	ja
	20	nein	ja

Tabelle 3: Blendungen des Bahnbetriebs der Mittelschwabenbahn			
Immissionsort	Photovoltaikflächen	Art der Blendung	
		Physiologisch	Psychologisch
	21	nein	nein
	22	nein	nein
	24	nein	nein
IO 10	23	nein	ja
	24	nein	ja
IO 11	23	nein	ja
	24	nein	ja
IO 12	24	nein	ja

Grün: Keine Blendungen; **Rot:** Vorliegen von Blendungen

Aus der obenstehenden Tabelle geht hervor, dass an den untersuchten Immissionsorten keine physiologischen Blendungen auftreten. An den Immissionsorten IO 4 bis IO 12 treten psychologische Blendungen auf, die störenden Charakter haben können.

4.5 Beurteilung der Blendeinwirkung

Aus den Blendungsberechnungen geht hervor, dass es entlang der Bahnstrecke der Mittelschwabenbahn zu keinen physiologischen Blendungen – hervorgerufen durch den geplanten Solarpark – kommt. Dies bedeutet, dass im fovealen Sichtbereich des Zugführers keine Blendungen auftreten. Blendungen, die die Unfallwahrscheinlichkeit des Zugverkehrs erhöhen, treten somit nicht auf.

Die psychologischen Blendungen, die sich außerhalb des fovealen Sichtfelds befinden und somit keinen sichteinschränkenden Charakter haben, treten in einem Streckenabschnitt von ca. 50 m (zwischen IO 3 und IO 4) südlich des Solarparks bis auf Höhe von Paneelreihe 24 (IO 12) auf. Die Blendungen treten ausschließlich am Abend auf, wenn die Sonne tief im Westen steht und somit im Osten Blendung erzeugen kann. Zu anderen Tageszeiten treten keine Blendungen auf. Hieraus kann abgeleitet werden, dass die psychologischen Blendungen aus Westen kommen und somit fast eine Blickwendung nach Westen erforderlich ist, um direkt in die Blendungsquelle zu blicken. Bei einem Blick in Fahrtrichtung befindet sich die Blendung im Peripheriebereich des Sichtfeldes und wird wahrgenommen, führt jedoch nicht zu einer absoluten Blendung, die das Sehvermögen einschränkt.

Des Weiteren muss festgehalten werden, dass sich bei den auftretenden Blendungen im Abendzeitraum die Sonne im Hintergrund der blendenden Paneelfläche befindet. Das heißt, es liegt kein deutlicher Helligkeitskontrast zwischen blendender Paneelfläche und Hintergrund vor. Die tiefstehende Abendsonne führt also auch ohne Blendungen - hervorgerufen durch die jeweiligen Paneelflächen -

dazu, dass das aus Westen einfallende Sonnenlicht störende Wirkung haben kann. Die Blendungszeitendiagramme können der Anlage 2 entnommen werden. Hier ist auch jeweils graphisch nochmals verdeutlicht, dass man außerhalb des fovealen Sichtbereichs liegt.

Da lediglich psychologische Blendungen auftreten, die außerhalb des fovealen Sichtbereichs liegen, sind aus gutachterlicher Sicht keine Maßnahmen zum Schutz des Zugverkehrs zu treffen, da keine sichteinschränkenden Effekte auf den Zugverkehr zu erwarten sind.

Dieses Gutachten umfasst 19 Seiten und 2 Anlagen. Die auszugsweise Vervielfältigung des Gutachtens ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure AG gestattet.

München, den 15. Januar 2020

Möhler + Partner
Ingenieure AG



i. V. M. Sc. C. Bews



i. A. M. Sc. P. Patsch

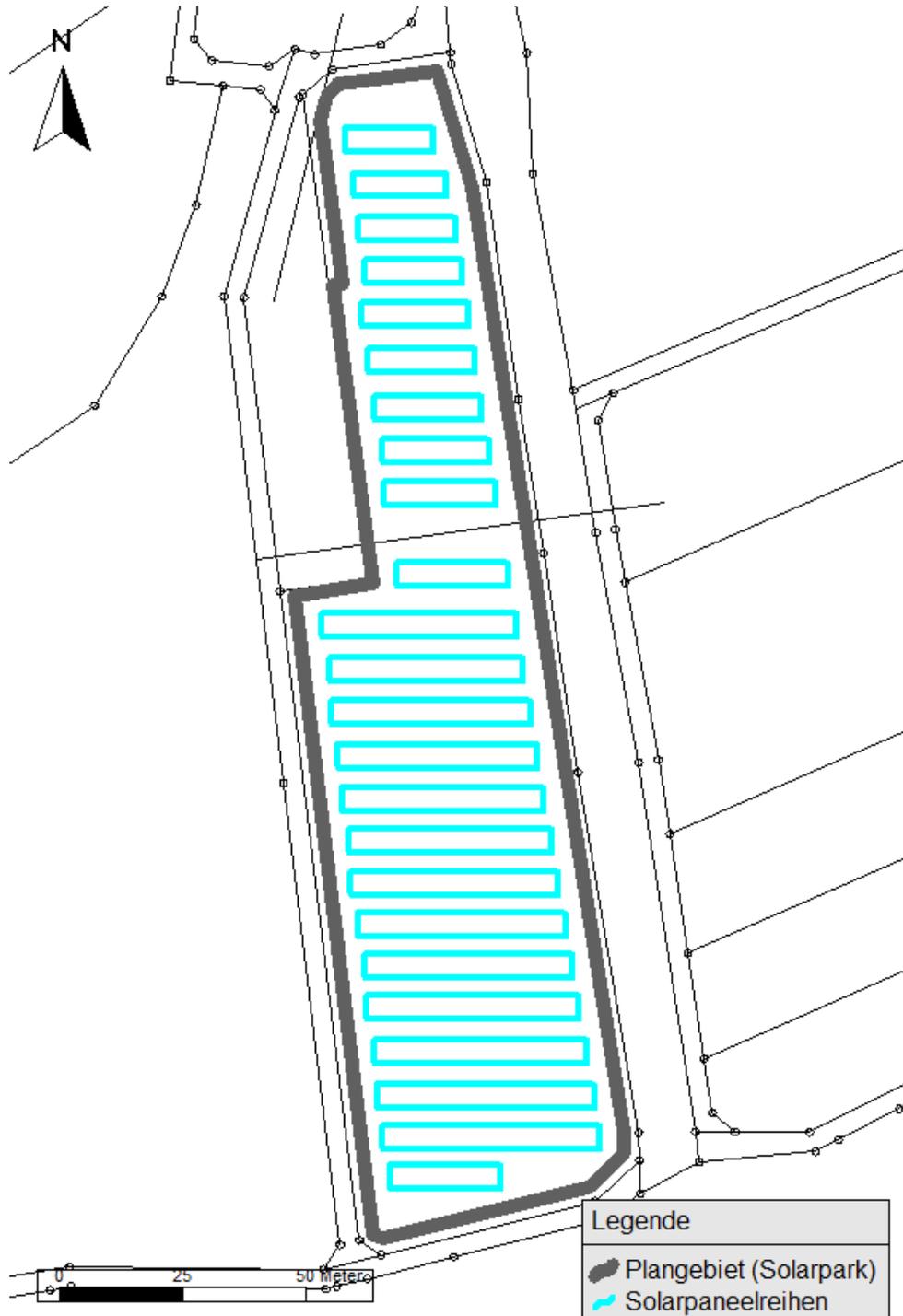
5. Anlagen

Anlage 1: Übersichtslagepläne

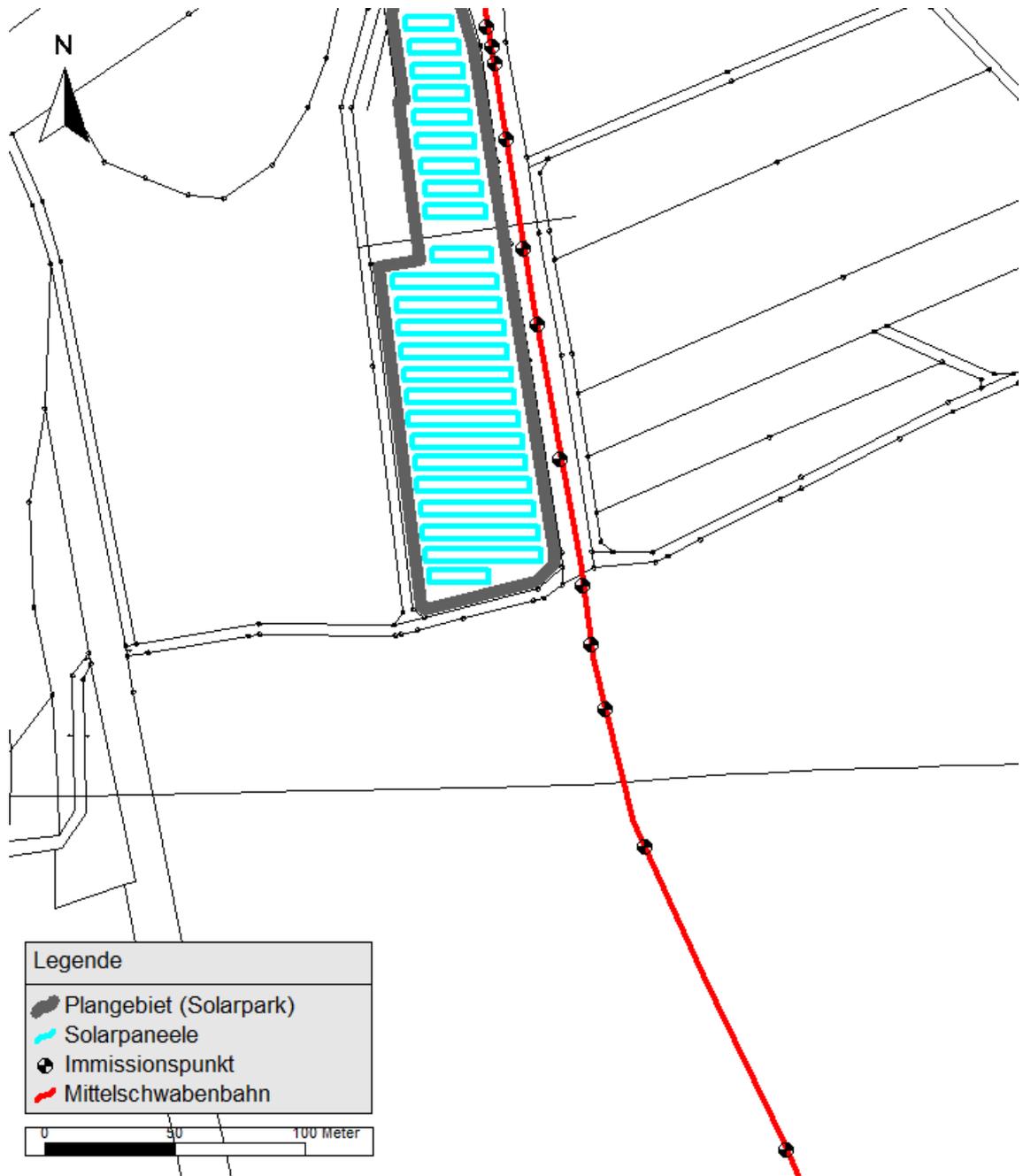
Anlage 2: Blendungszeiten

Anlage 1: Übersichtslagepläne

Lageplan Paneele



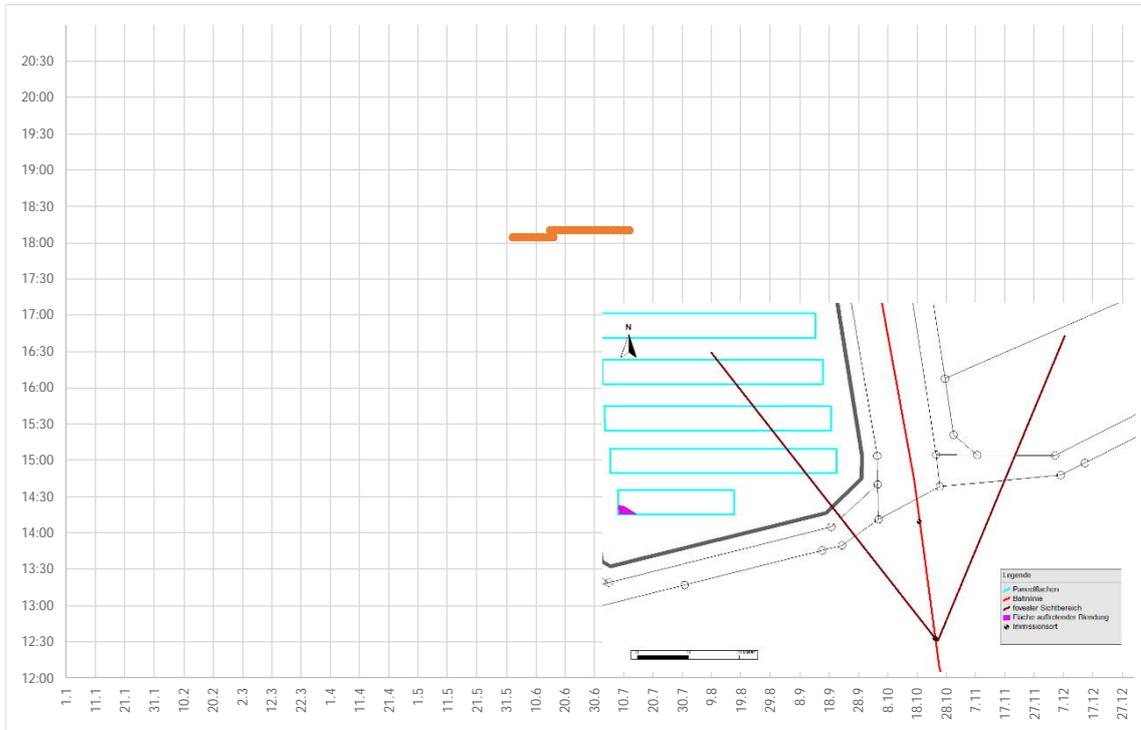
Lageplan Immissionsorte



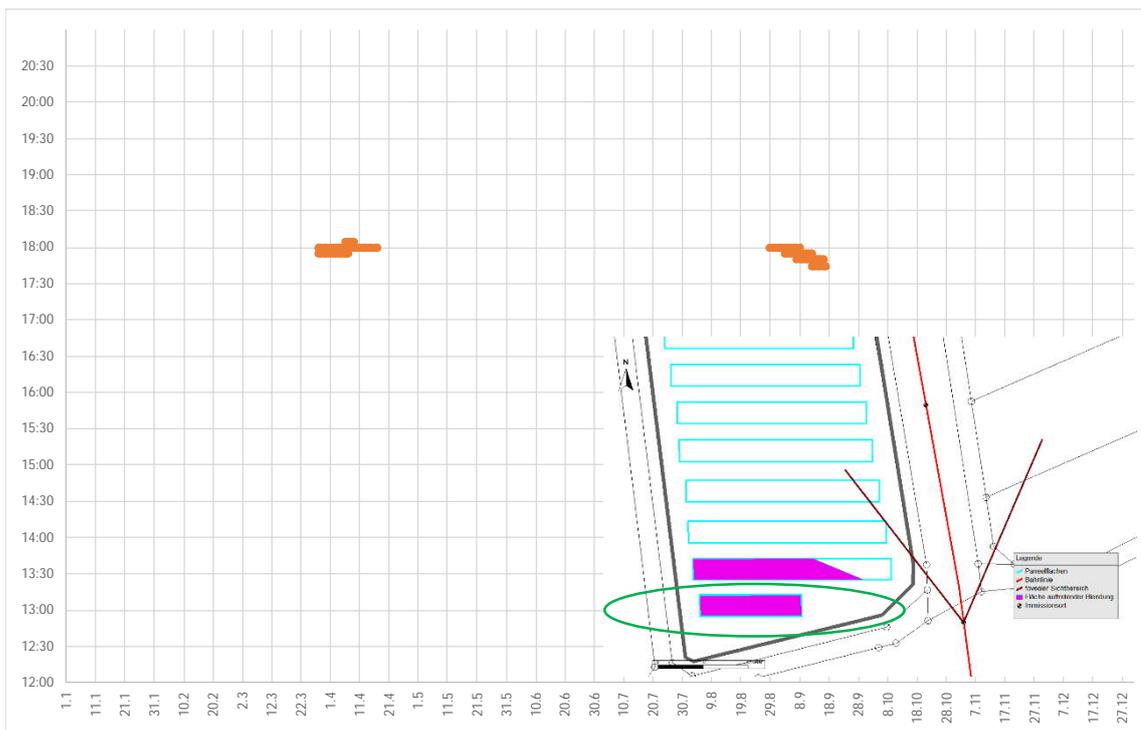
Anlage 2: Blendungszeiten

Die Blendungszeiten sind in Winterzeit (MEZ) angegeben.

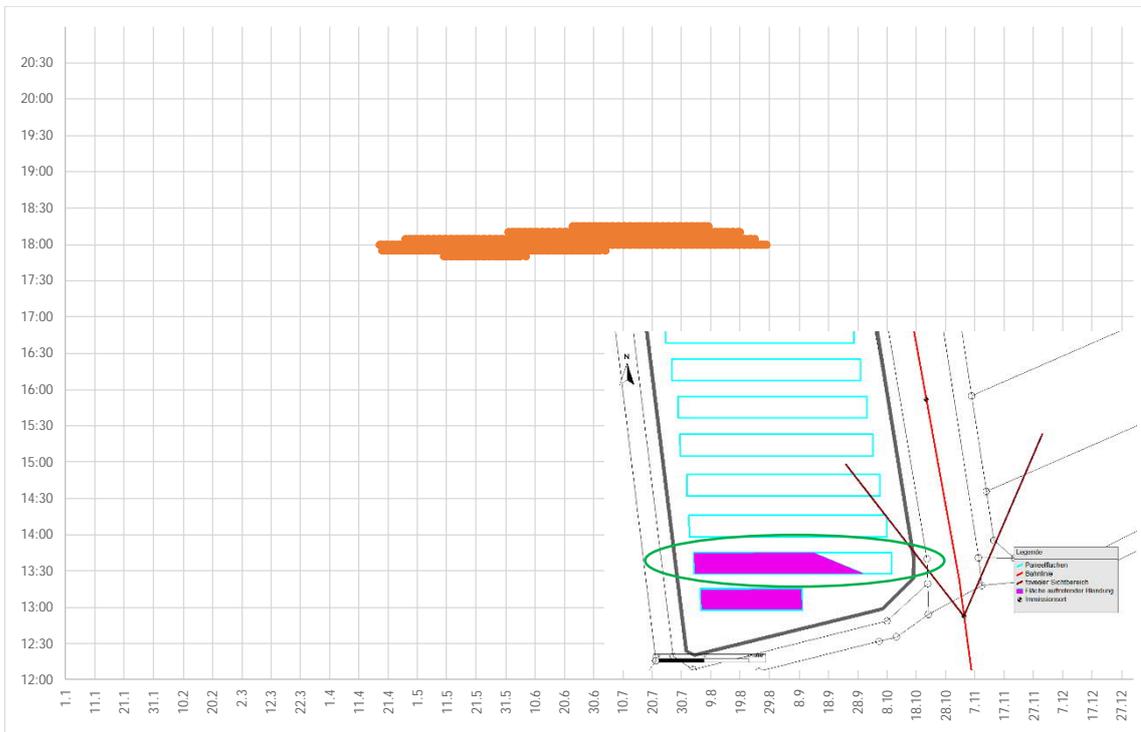
IO 4 Photovoltaikpanelreihe 1



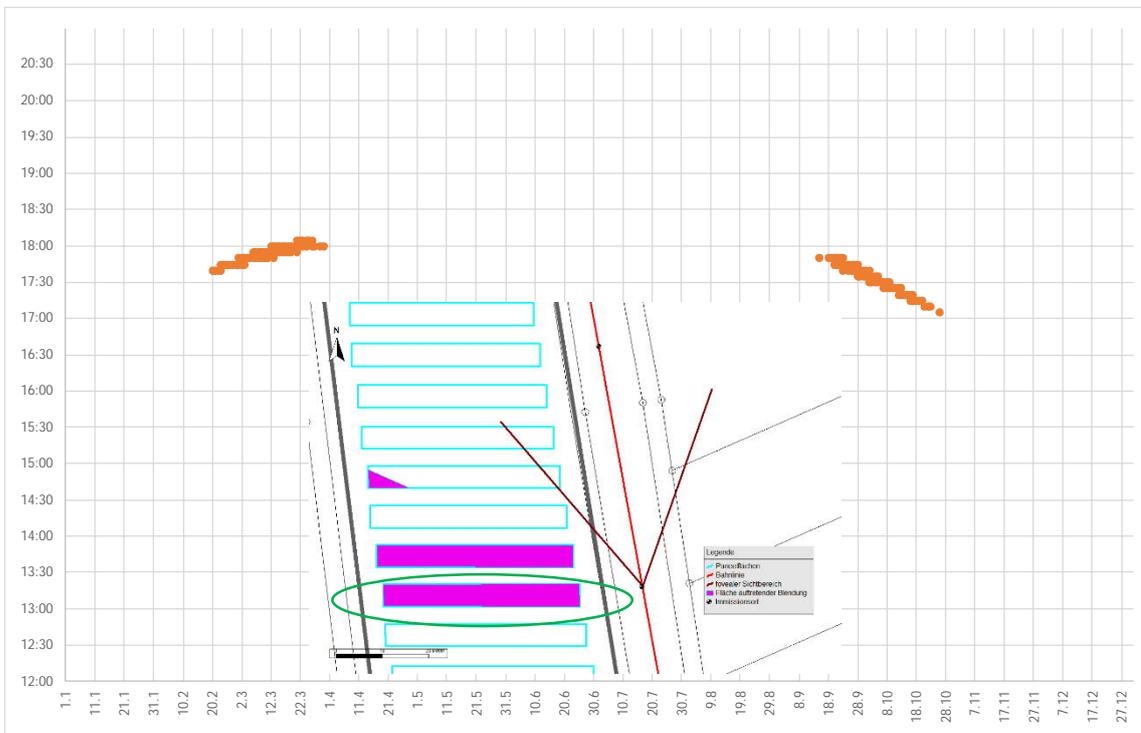
IO 5 Photovoltaikpanelreihe 1



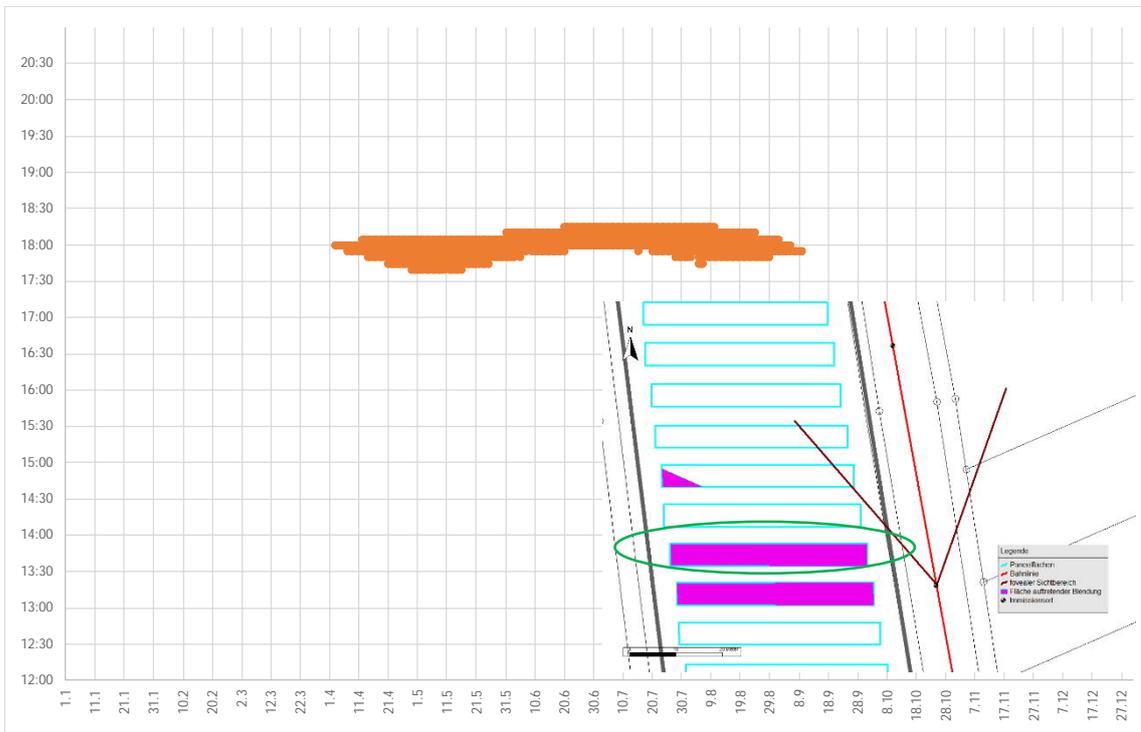
IO 5 Photovoltaikpanelreihe 2



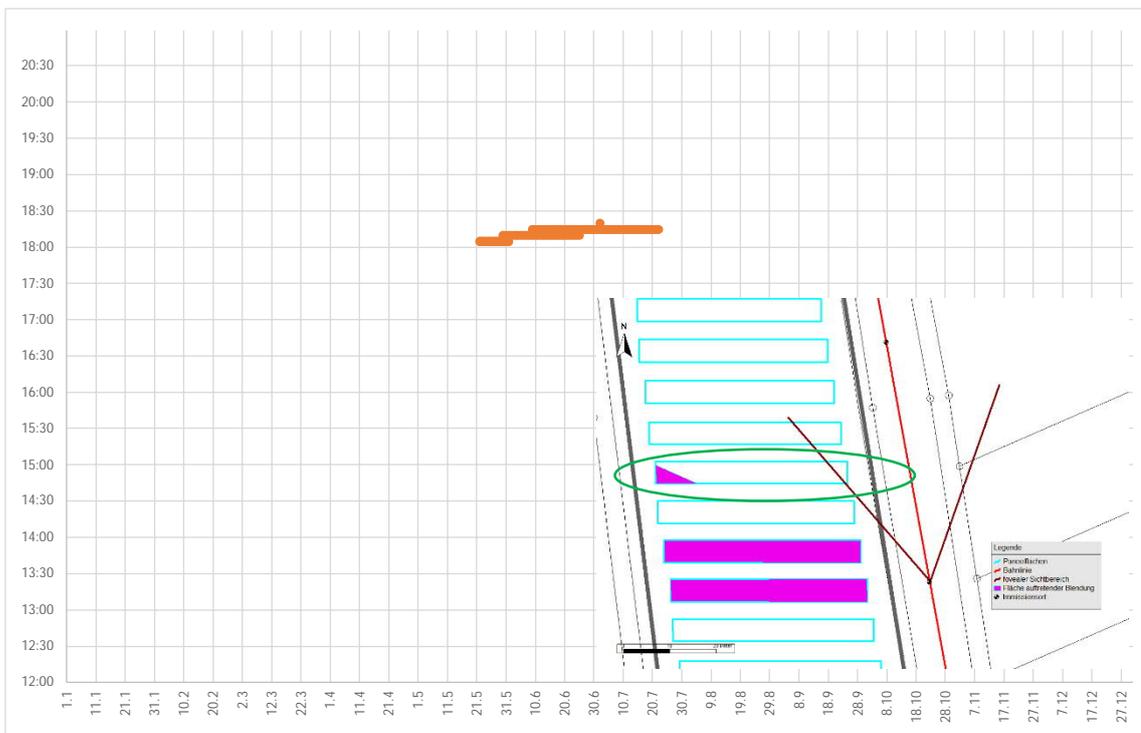
IO 6 Photovoltaikpanelreihe 6



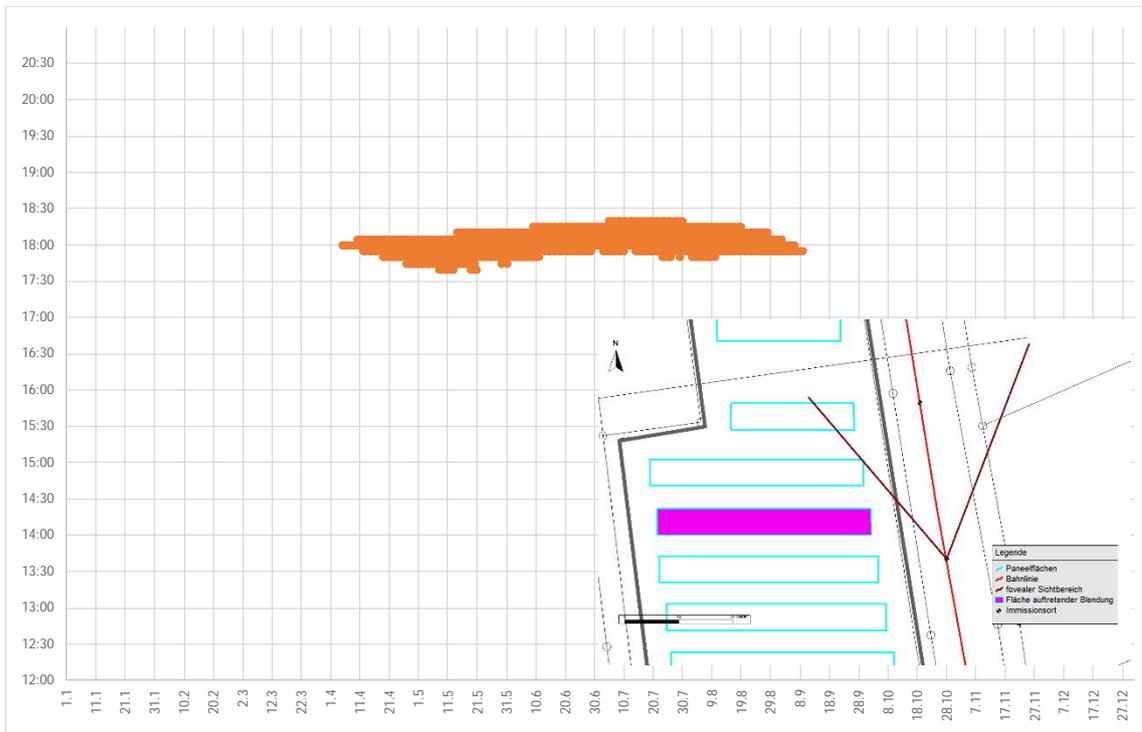
IO 6 Photovoltaikpanelreihe 7



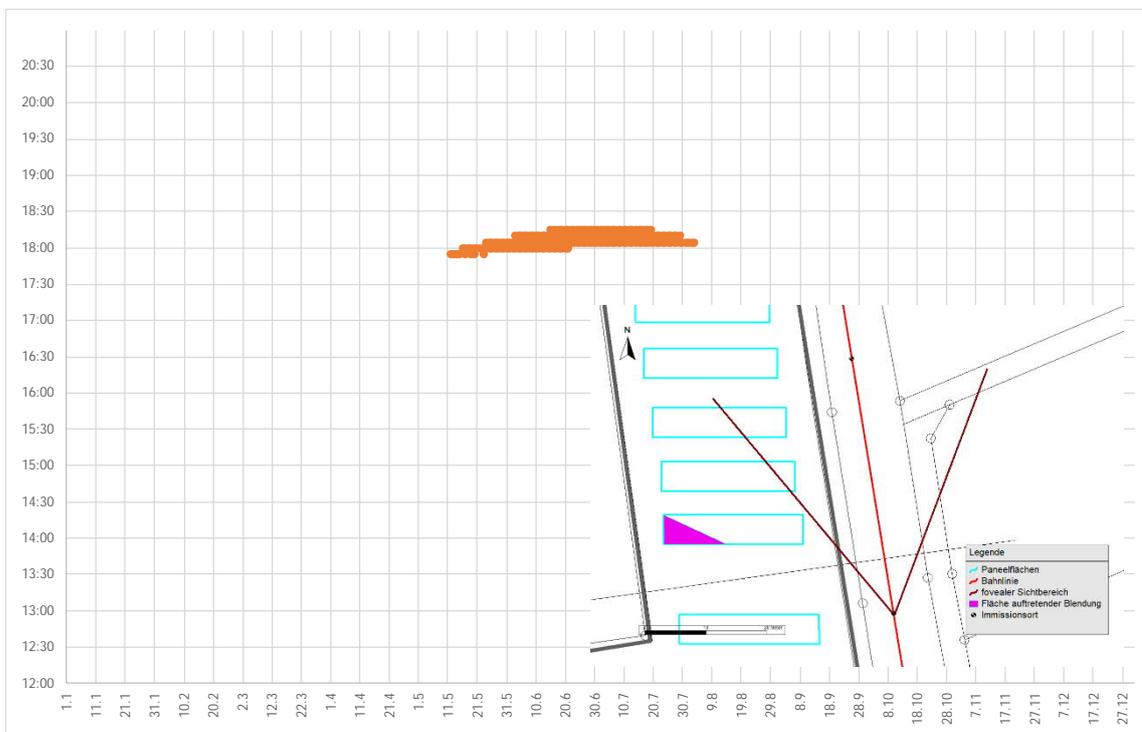
IO 6 Panelreihe 9



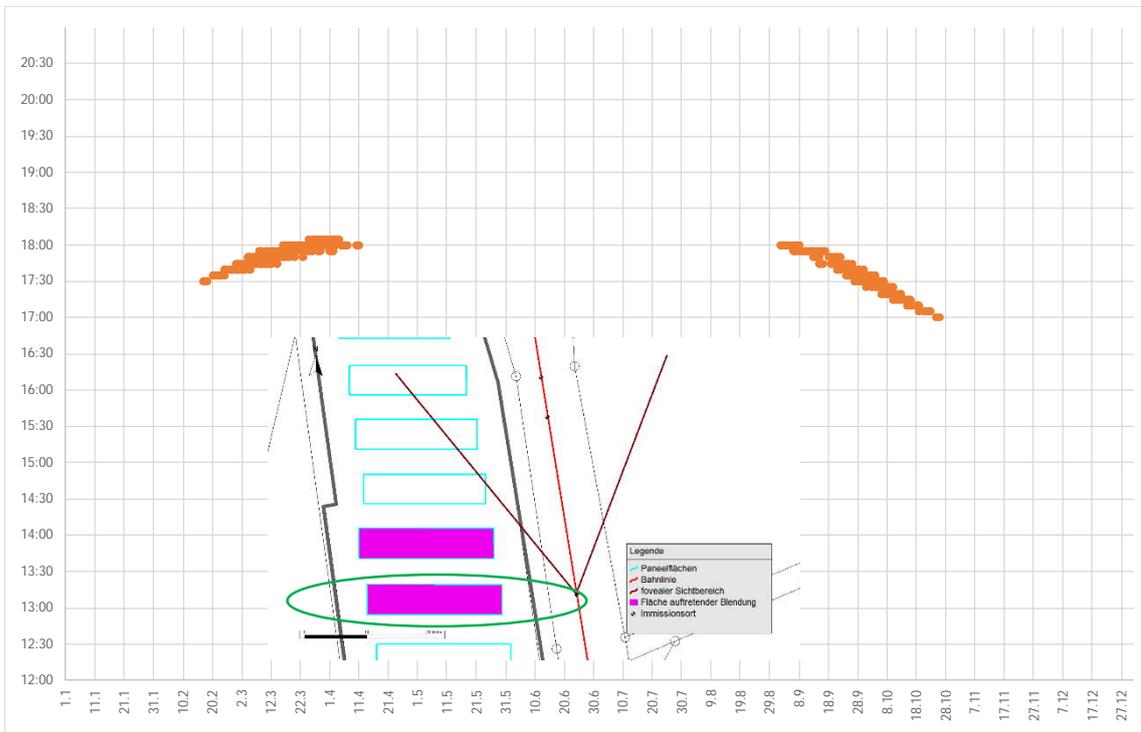
IO 7 Photovoltaikpaneelreihe 13



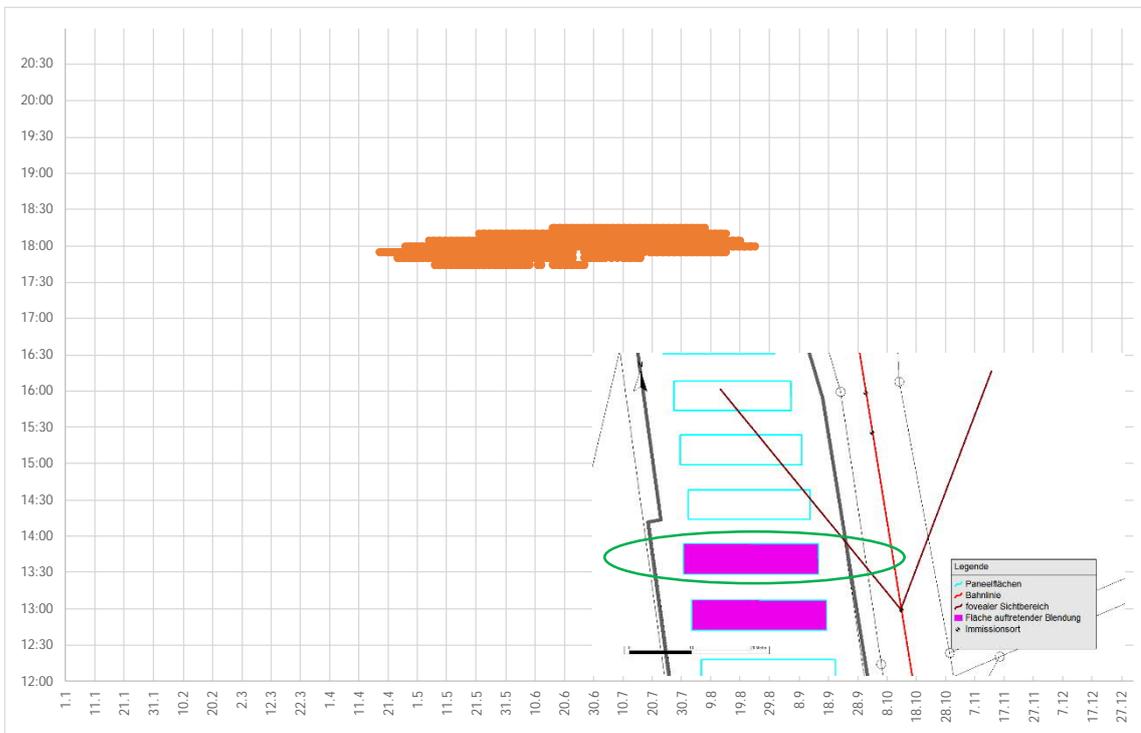
IO 8 Photovoltaikpaneelreihe 16



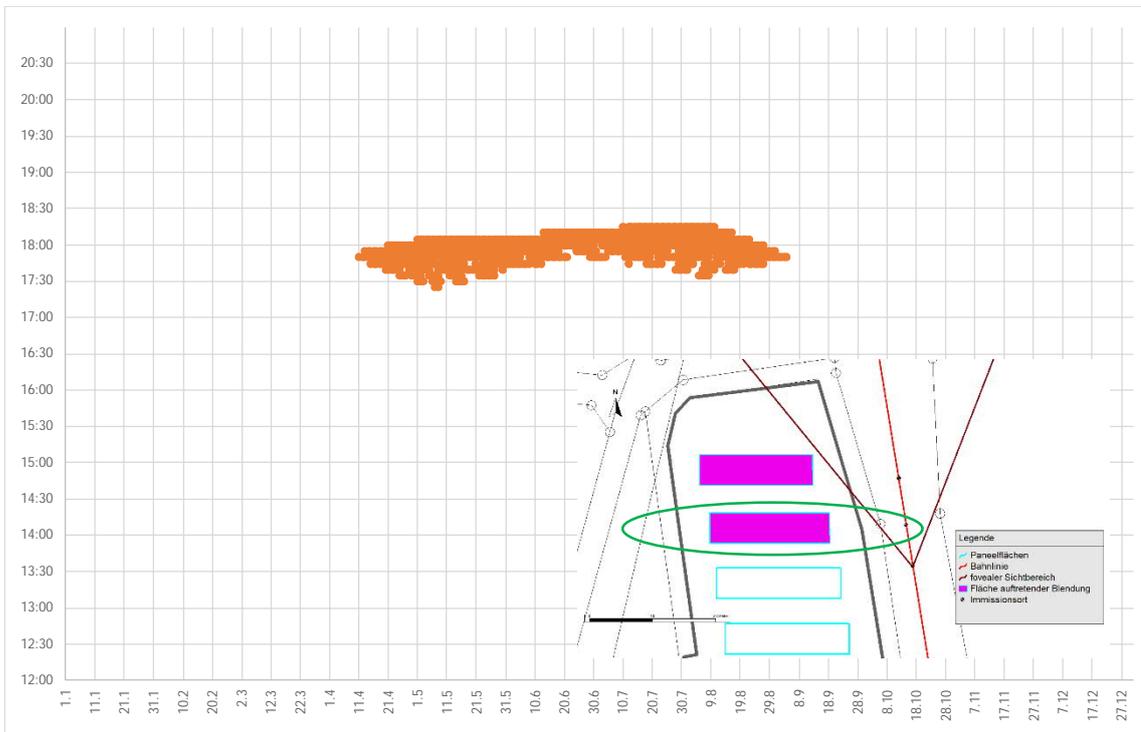
IO 9 Photovoltaikpanelreihe 19



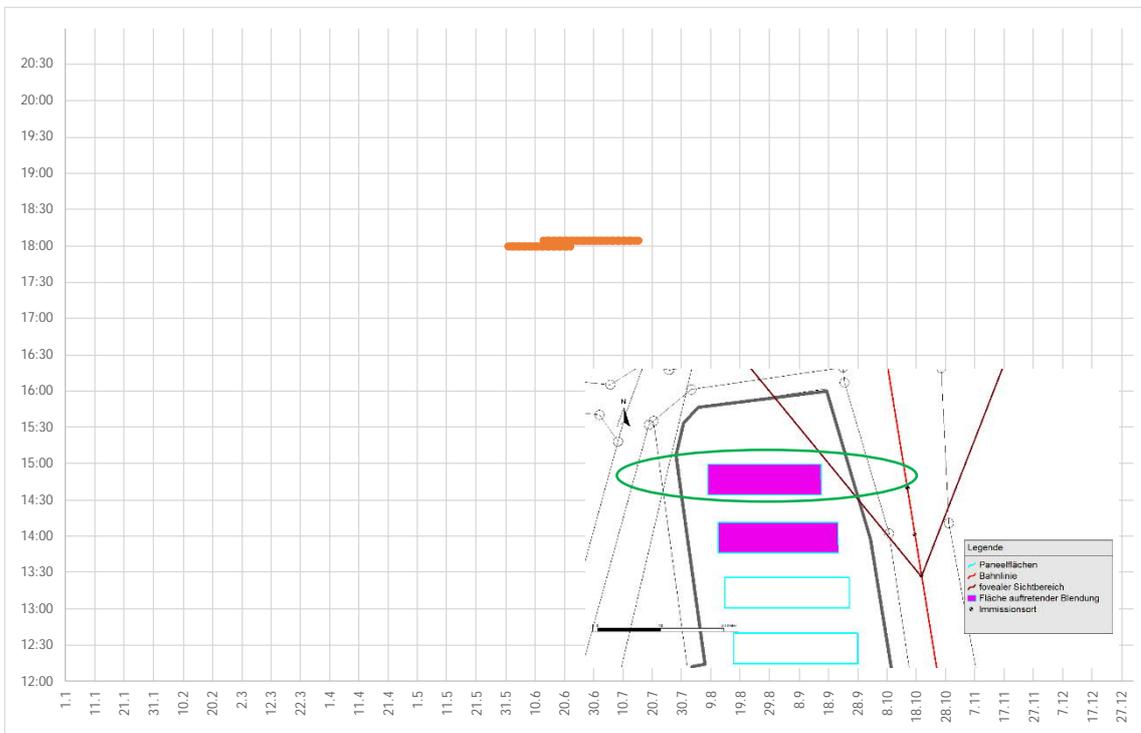
IO 9 Photovoltaikpanelreihe 20



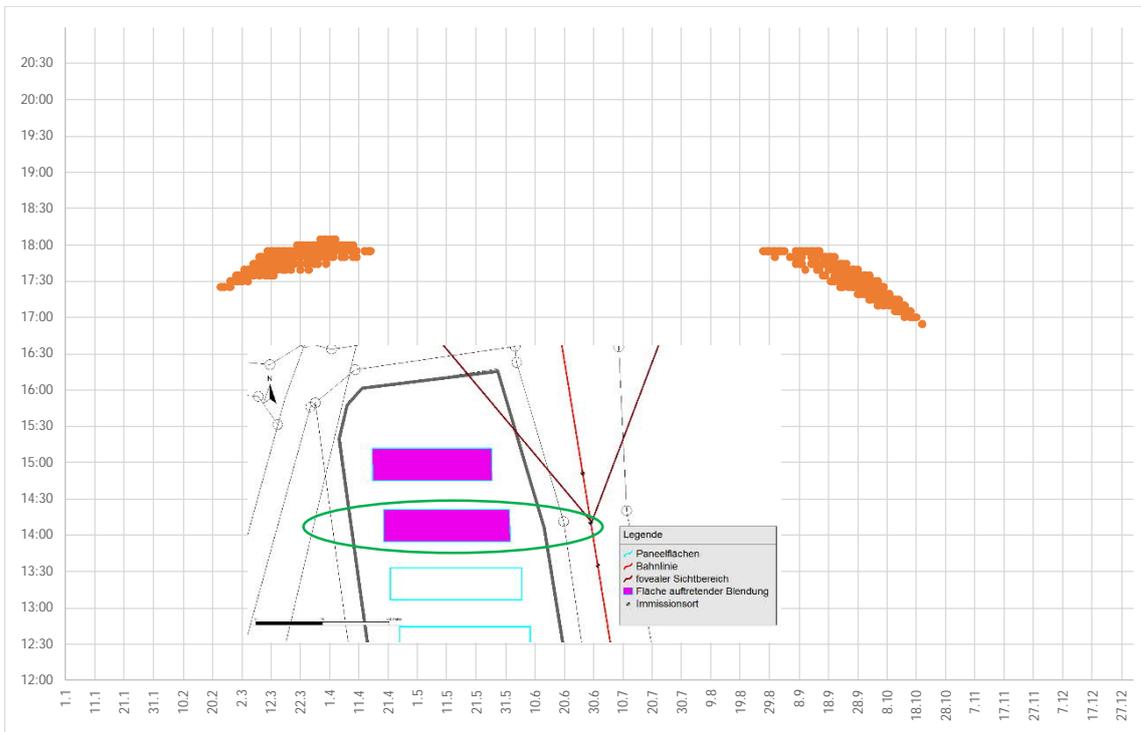
IO 10 Photovoltaikpanelreihe 23



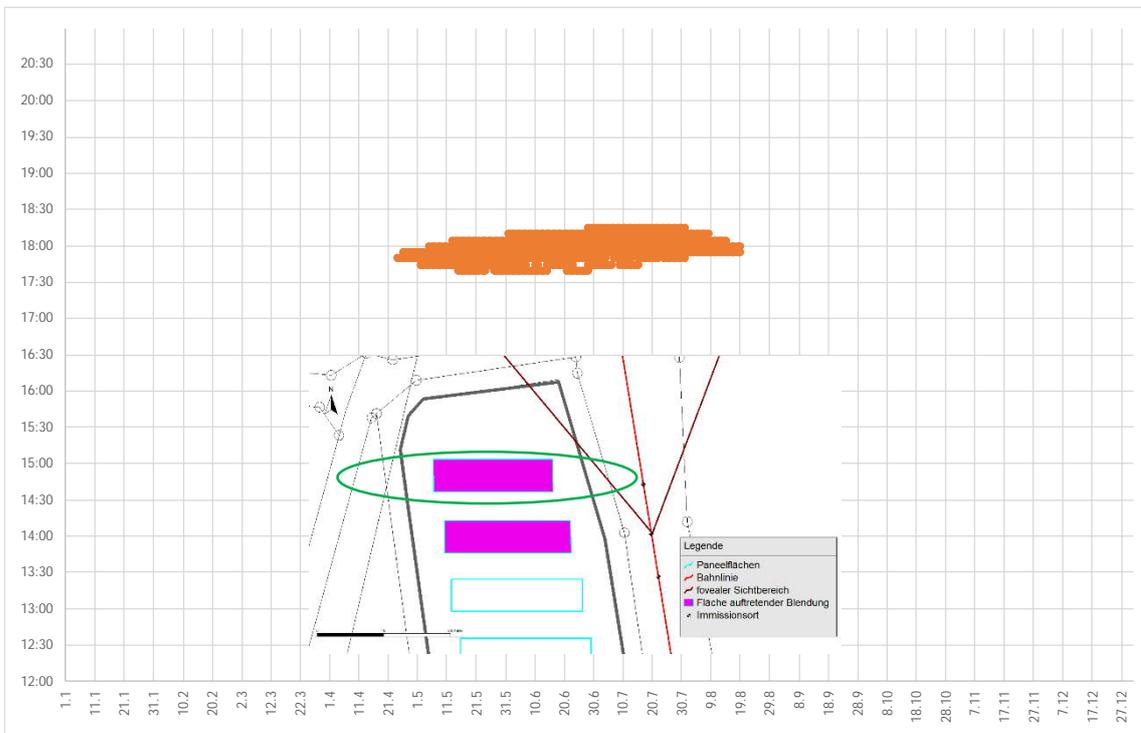
IO 10 Photovoltaikpanelreihe 24



IO 11 Photovoltaikpanelreihe 23



IO 11 Photovoltaikpanelreihe 24



IO 12 Photovoltaikpaneelreihe 24

