

Blendungsuntersuchung

Vorhabenbezogener Bebauungsplan

„Solarpark Brandbühl“

Gemarkungen Böhringen u. Güttingen

Bericht Nr. 770-6796

im Auftrag der

Solarcomplex AG

78224 Singen am Hohentwiel

München, im Juli 2022

Blendungsuntersuchung

Vorhabenbezogener Bebauungsplan
„Solarpark Brandbühl“
Gemarkungen Böhringen u. Güttingen

Bericht-Nr.: 770-6796

Datum: 29.07.2022

Auftraggeber: Solarcomplex AG
Ekkehardstraße 10
78224 Singen am Hohentwiel

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:



Inhaltsverzeichnis:

1. Aufgabenstellung	7
2. Örtliche Gegebenheiten	7
3. Grundlagen.....	8
4. Blendungsberechnung.....	12
4.1 Berechnungsmethode.....	12
4.2 Blendquellen.....	12
4.3 Maßgeblich Immissionsorte	13
4.4 Blendeinwirkungen an den Immissionsorten	17
4.5 Beurteilung der Blendeinwirkung	23
4.6 Maßnahme: Anbringung eines Sichtschutzes	26
5. Anlagen	32

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1:	Übersichtslageplan des Solarparks und der näheren Nachbarschaft.....	8
Abbildung 2:	Immissionsorte in der Nachbarschaft (IO N(achbarschaft)).....	14
Abbildung 3:	Immissionsorte im Straßenbereich (IO S(trabe)).....	16
Abbildung 4:	Immissionsorte im Bahnbereich (IO B(ahn))	17
Abbildung 5:	Lage und Abmessung einer möglichen Sichtunterbrechung zum Schutz der bewohnten Nachbarschaft	27
Abbildung 6:	Lage und Abmessung einer möglichen Sichtunterbrechung zum Schutz der Verkehrsteilnehmer auf der Kreisstraße K 6163	28
Abbildung 7:	Lage und Abmessung einer möglichen Sichtunterbrechung zum Schutz des Bahnverkehrs.....	30

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1:	Immissionsrichtwerte k für Blendung [3]	9
Tabelle 2:	Schwellenwerte verursacht durch Blendung [3]	10
Tabelle 3:	Blendungen in der bewohnten Nachbarschaft.....	18
Tabelle 4:	Blendungen im Verkehrsraum	19
Tabelle 5:	Blendungen im Gleisraum	22
Tabelle 6:	Blendungen im Verkehrsraum nach Sichtabschirmung	28

Grundlagenverzeichnis:

- [1] Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 24. September 2021 (BGBl. I S. 4458) geändert worden ist
- [2] Modullageplan des Planvorhabens im DWG-Format, übermittelt durch Herr Pfohl von der EngCon GmbH am 09.06.2022
- [3] 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
- [4] 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, Ministerium des Innern des Landes Nordrhein-Westfalen, Stand: 11.12.2014
- [5] Blendung durch natürliche und neue künstliche Lichtquellen und ihre Gefahren, Strahlenschutzkommission, 16./17. Februar 2006
- [6] Über die Blendungsbewertung von reflektiertem Sonnenlicht bei Solaranlagen, Schierz, Tagung LICHT, 2012
- [7] DIN EN 13201-2: Straßenbeleuchtung-Teil 2: Gütermerkmale, Juni 2016
- [8] DIN 5034, Teil 2: Tageslicht in Innenräumen: Grundlagen, Februar 1985
- [9] Höhenmodell des Plangebiets und der umliegenden Nachbarschaft in Brandbühl, übermittelt durch Herr Pfohl von der EngCon GmbH am 09.06.2022
- [10] Flurkarte des Plangebiets und der umliegenden Nachbarschaft in Brandbühl, übermittelt durch Herr Pfohl von der EngCon GmbH am 09.06.2022
- [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 18.05.2020)
- [13] Blend- und Lärmschutz, Beeinträchtigungen und Verkehrssicherheit, Visuelle Informationsträger für verkehrsfremde Zwecke, Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr (FSV), November 2003
- [14] Fotos von der Nachbarschaft, übermittelt per E-Mail durch Herrn Dürr-Pucher von der Solarcomplex AG am 22.07.22

Zusammenfassung:

Die Solarcomplex AG AG plant auf der Fläche mit den Flurnummern 1247, 2344/12, 2348 und 2384/1 im Wohnplatz Reute des Ortsteils Böhringen in der Stadt Radolfzell im Landkreis Konstanz in Baden-Württemberg die Errichtung eines Solarparks.

In der folgenden Untersuchung wurde die Blendung ausgehend von den Solarpaneelen des geplanten Solarparks auf die umliegende bewohnte Nachbarschaft, die umliegenden Straßen und die südlich verlaufende Ablachtalbahn erhoben und bewertet. Die Untersuchung kommt zu folgenden Ergebnissen:

Bewohnte Nachbarschaft

In der umliegenden Nachbarschaft werden lediglich am südlich des Solarparks befindlichen Immissionsort IO 1 N Blendungen prognostiziert, die über den zulässigen Blendungsdauern gemäß der LAI-Hinweise von 30 Minuten am Tag und 30 Stunden im Jahr liegen.

Straßen

Bundesstraße B 33

An den umliegenden Straßen werden für die nördlich gelegene Bundesstraße B 33 lediglich Blendungen prognostiziert, die außerhalb des fovealen Sichtbereichs der Verkehrsteilnehmer liegen.

Kreisstraße K 6163

An der Kreisstraße K 6163 werden an einigen Immissionsorten Blendungen prognostiziert, die im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer liegen können.

Bahnlinie

Im Bahnbereich der Ablachtalbahn werden an einigen Immissionsorten Blendungen prognostiziert, die im fovealen Sichtbereich des Zugführers liegen können.

Zur Vermeidung/Reduzierung von Blendungen an den umliegenden Immissionsorten (bewohnte Nachbarschaft, Straße und Bahnlinie) wurden Maßnahmen auf deren Wirksamkeit untersucht.

1. Aufgabenstellung

Die Solarcomplex AG plant im Wohnplatz Reute der Ortschaft Böhringen in der Stadt Radolfzell im Landkreis Konstanz in Baden-Württemberg die Errichtung eines Solarparks. Der geplante Solarpark ist auf der Fläche mit den Flurnummern 1247, 2344/12, 2348 und 2384/1 vorgesehen. Das Plangebiet wird derzeit landwirtschaftlich genutzt. Das Plangebiet wird durch die Kreisstraße K 6163 in eine westliche und eine östliche Solarparkfläche geteilt. Südlich des Plangebiets verläuft die Bahnlinie der Ablachtalbahn, die nordwestlich des Plangebiets in einen Tunnel mündet. Nördlich des Plangebiets verläuft in einem Abstand von etwa 200 m die Bundesstraße B 33. Dazwischen befinden sich Ackerflächen und Waldflächen. Südlich der Bahnlinie und östlich der Kreisstraße K 6163 befindet sich ein Wohngebäude. Durch den geplanten Solarpark können negative Einflüsse in Form von Blendung entstehend durch Sonnenreflexion an den Solarpaneelen auf die umliegenden Straßen (Kreisstraße K 6163 und B 33), auf die Bahnlinie der Ablachtalbahn, sowie die umliegende bewohnte Nachbarschaft nicht ausgeschlossen werden. Es sind mögliche negative Blendeinflüsse auf den Straßenverkehr, den Bahnverkehr und die bewohnte Nachbarschaft 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. Die Ergebnisse der Untersuchung sind in einem Untersuchungsbericht zusammen zu fassen und in PDF-Format beim Auftraggeber abzuliefern.

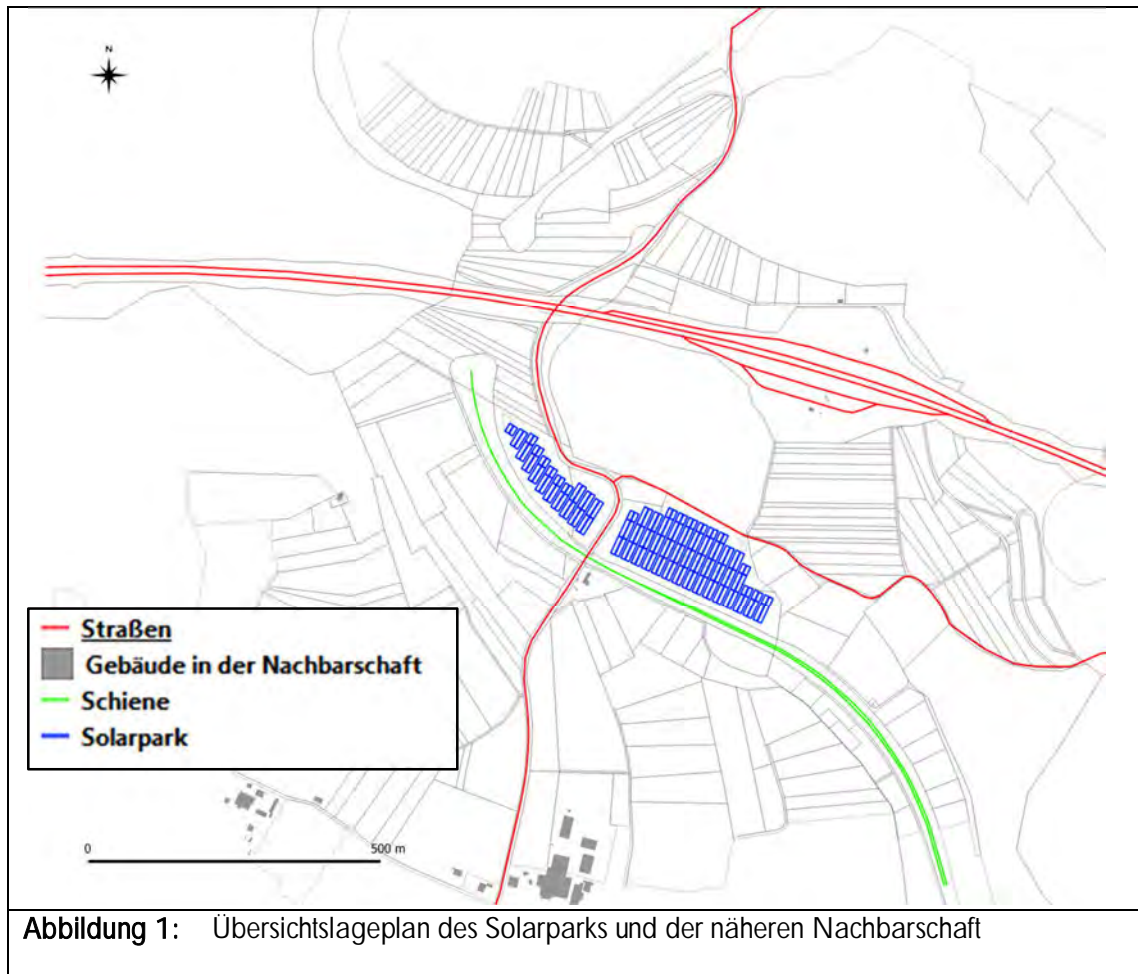
Mit der Durchführung der Untersuchung wurde die Möhler + Partner Ingenieure AG mit Schreiben vom 25.05.2022 von der solarcomplex AG beauftragt.

2. Örtliche Gegebenheiten

Das Plangebiet, auf dem der Solarpark entstehen soll, befindet sich auf dem Grundstück mit den Flurnummern 1247, 2344/12, 2348 und 2384/1 am südlichen Rand des Stadtgebiets der Kreisstadt Dillingen im Landkreis Dillingen in Bayern.

Das Plangebiet wird durch die Kreisstraße K 6163 in eine westliche und eine östliche Solarparkfläche geteilt. Südlich des Plangebiets verläuft die Bahnlinie der Ablachtalbahn, die nordwestlich des Plangebiets in einen Tunnel mündet und sich somit in diesem Bereich in einer Troglage befindet. Nördlich des Plangebiets verläuft in einem Abstand von etwa 200 m die Bundesstraße B 33. Dazwischen befinden sich Ackerflächen und Waldflächen. Nordwestlich und südöstlich des Plangebiets befinden sich ebenfalls Ackerflächen. Südlich der Bahnlinie und östlich der Kreisstraße K 6163 befindet sich ein Wohngebäude. Südlich davon – durch ein über 300 m breites Ackerflächenband getrennt - befinden sich weitere Gebäude des Wohnplatzes Reute der Ortschaft Böhringen.

Das Gelände ist im Bereich des Plangebiets und der näheren Nachbarschaft Höhenveränderungen unterworfen, weshalb ein Höhenmodell zur Bestimmung der Höhen der Immissionsorte in der Nachbarschaft [9] zum Einsatz kam. In der nachfolgenden Abbildung ist der Solarpark (blaue Darstellung) und die umliegende Nachbarschaft (Straßen in roter Darstellung, Gebäude in grauer Darstellung und Bahnlinie in grüner Farbgebung) dargestellt.



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 [3]. 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 ([3], [4]) werden mittlerweile statisch technische

und bauliche Einrichtungen, die das Sonnenlicht reflektieren, ebenfalls nach der „Licht-Richtlinie“ beurteilt.

Die Beurteilung von Lichtimmissionen umfasst nach [3] 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/m^2] der Lichtquelle. Die „Licht-Richtlinie“ legt hierfür eine maximal tolerable mittlere Leuchtdichte \bar{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:

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

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 [3] entnommen werden:

Tabelle 1: Immissionsrichtwerte k für Blendung [3]				
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

Tabelle 1: Immissionsrichtwerte k für Blendung [3]				
Immissionsort (Einwirkungsort) Gebietsart nach § BauNVO		Immissionsrichtwert k für Blendung		
		06 Uhr bis 20 Uhr	20 Uhr bis 22 Uhr	22 Uhr bis 06 Uhr
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 [5]. Die Strahlenschutzkommission gibt in [5] eine noch annehmbare, d. h. blendungsfreie Betrachtung einer Lichtquelle für eine Leuchtdichte von 730 cd/m^2 an. Durch die Reflexion 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 [3]. Aber auch eine Reduzierung der Reflexionsrate durch die Verwendung von Paneelen mit reduziertem Blendverhalten führt immer noch zu Leuchtdichten auf den Paneelen (Blendung), die zu absoluten Blendungen führen können. Eine vollständige Reduzierung des Sehvermögens im gesamten Blickfeld kann die Folge sein. Bei längerer Exposition von Blendungen werden Abhilfemaßnahmen empfohlen.

Gemäß der LAI-Hinweise [3] wird der Immissionsort über schutzwürdige Räume, die sich zum dauerhaften Aufenthalt eignen, definiert. In nachfolgender Tabelle sind die Blenddauern angegeben, die im Sinne der LAI-Hinweise zu erheblichen Belästigungen in Räumen mit dauerhaftem Aufenthalt führen:

Tabelle 2: Schwellenwerte verursacht durch Blendung [3]	
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 zu erhöhen. 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 [7] 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/m^2 . 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 Paneelfläche) 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 ([10], [12], [13]). Bei den betrachteten Immissionsorten auf den Verkehr kann davon ausgegangen werden, dass der Blick des Fahrzeugführers (Pkw, Lkw, Traktoren, etc) nach vorne in Bezug auf die Fahrtrichtung des Fahrzeugs 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 Fahrzeugführers nicht einschränken, werden informativ erhoben, werden jedoch als nicht beurteilungsrelevant erachtet. Bei psychologischen Blendungen kann nicht davon ausgegangen werden, dass sie die Reaktionszeit des Fahrzeugführers 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 [6] 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 Verkehrsraum sowie der bewohnten Nachbarschaft auftretenden Azimuth- und Höhenwinkel der Sonne im Jahresverlauf ermittelt. Dabei wird der Sonnendurchmesser von $0,52^\circ$ berücksichtigt [6]. 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 oder gar keine Blendungen auftreten.

Stimmt der Verbindungsvektor von Immissionsort (Fenster der bewohnten Nachbarschaft oder Fahrzeug) 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. Als Grundlage liegen der Modul-Belegungsplan [2] und Geodaten des Landesamtes für Geoinformation und Landentwicklung (LGL) Baden-Württemberg ([9] und [10]) vor. Der geplante Solarpark setzt sich aus einem Westteil und einem Ostteil zusammen, da das Plangebiet durch die Kreisstraße K 6163 getrennt wird. Die Solarpaneele sind in der Form angeordnet, dass jeweils ein Modulblock nach Nordwesten mit einem Modulblock mit einer Ausrichtung nach Südosten gepaart sind. Somit liegen die Modulblöcke gepaart jeweils „Rücken an Rücken“.

Die Solarpaneele folgen dem Geländeverlauf. Die Azimutwinkel der Photovoltaikelemente, die die horizontale Orientierung der Photovoltaikelementflächen beschreiben, sind nicht einheitlich. Der Azimutwinkel eines jeden Solarpaneelblocks wurde anhand des Flächennormalenvektors berechnet. Ist ein Solarpaneel nach Süden orientiert und das darunterliegende Gelände eben (keine Höhenunterschiede in Ost-West-Richtung im Bereich des Solarpaneels), so beträgt der Azimutwinkel dieses Solarpaneels 0° . Eine Ausrichtung nach Westen entspricht bei ebenen Gelände einem Azimutwinkel von 90° (Drehung im Uhrzeigersinn) und eine Ausrichtung nach Osten einem Azimutwinkel von -90° (Drehung gegen den Uhrzeigersinn). Ist das Gelände in Ost-West-Richtung nicht eben, so kann auch bei einer Südorientierung des Paneels (Vogelperspektive) ein von 0° abweichender Azimutwinkel des Paneels entstehen, da der Flächennormalenvektor, der den Azimutwinkel festlegt, durch die Ost-

West-Verkipfung nicht mehr nach Süden orientiert ist. Die Azimutwinkel der nach Nordwesten orientierten Modulblöcke bewegen sich abhängig vom Gelände im Bereich von - 77 und -108 Grad und die Modulblöcke, die nach Südosten orientiert sind, im Bereich von - 17 und -51 Grad. Es zeigt sich, dass abhängig vom Gelände teils Unterschiede im Azimutwinkel vorliegen. Hieraus ergibt sich auch, dass durch den geplanten Solarpark nicht zwangsläufig ein zusammenhängendes Blendbild an möglichen Immissionsorten entsteht, sondern aufgrund der unterschiedlichen Azimutwinkel auch lediglich punktuelle (durch einzelne Paneele hervorgerufene) Blendungen auftreten können.

Die Höhenwinkel (Neigung, Drehung um Ost-West-Achse) der Photovoltaikflächen, welche den Vertikalwinkeln entsprechen, liegen im Bereich zwischen 10 und 13°. 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 Paneelunterkante auf einer Höhe von 0,8 m relativ zum Gelände befindet. Die Paneeloberkante liegt 2,09 m relativ zum Gelände.

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

Jedes Modul wurde in 0,3 m Schritten in horizontaler und vertikaler Richtung (relativ zur Paneelfläche) durchlaufen und an jedem Punkt mögliche Blendungen am Immissionsort bestimmt. Die Blendung wurde in einem weiteren Verfahrensschritt noch um die Eigenabschirmung erweitert:

Sichtunterbrechung durch vorgelagerte Paneele

Der Blendeinfluss kann unterbunden werden, wenn eine Sichtunterbrechung zwischen Immissionsort und blendenden Paneel vorliegt. Es wurde für jeden blendenden Paneelpunkt untersucht, ob für diesen überhaupt eine Sichtverbindung zum entsprechenden Immissionsort vorliegt. Liegt keine Sichtverbindung mehr vor, so kann dieser Blendungspunkt folglich nicht mehr blenden.

4.3 Maßgeblich Immissionsorte

Bei der Wahl der zu untersuchenden Immissionsorte in der Nachbarschaft wurden die aus gutachterlicher Sicht kritischen Immissionsorte in der Nachbarschaft (Wohnen und Büronutzung), dem Straßenverkehrsraum und dem Bahnverkehrsraum gewählt.

Bewohnte Nachbarschaft und Büroräumlichkeiten

Die bewohnte Nachbarschaft sowie gewerbliche Gebäude (Büronutzung) befinden sich nördlich (i.e. Rastplatz Brandbühl) und südlich des geplanten Solarparks. In der Nachbarschaft wurden die Immissionsorte auf eine Höhe von 1,5 m, 4,5 m und 7,5 m üGOK gelegt. Hiermit soll der Aufenthaltsbereich eines Menschen im Erdgeschossbereich als auch im 1. und 2. Obergeschoss abgebildet werden. Es handelt sich hierbei um einen Ansatz auf der sicheren Seite, da an manchen der Immissionsorte ggf. entweder kein Aufenthalt oder keine Obergeschosse vorliegen.

Neben Wohnräumen wird gemäß den LAI-Hinweisen zur Beurteilung von Lichtimmissionen [3] auch Büroräumen eine Schutzbedürftigkeit zugesprochen. In der vorliegenden Untersuchung wurden daher neben Wohngebäuden auch Immissionsorte untersucht, die gewerblich genutzt werden. Hier wurden die maßgeblich exponierten Gebäude gewählt und unterstellt, dass sich in diesen Gewerbegebäuden Büroräume befinden.

Nachfolgende Immissionsorte in der bebauten Nachbarschaft mit unterschiedlichen Lagebeziehungen zu den Paneelen wurden in der Untersuchung beurteilt.

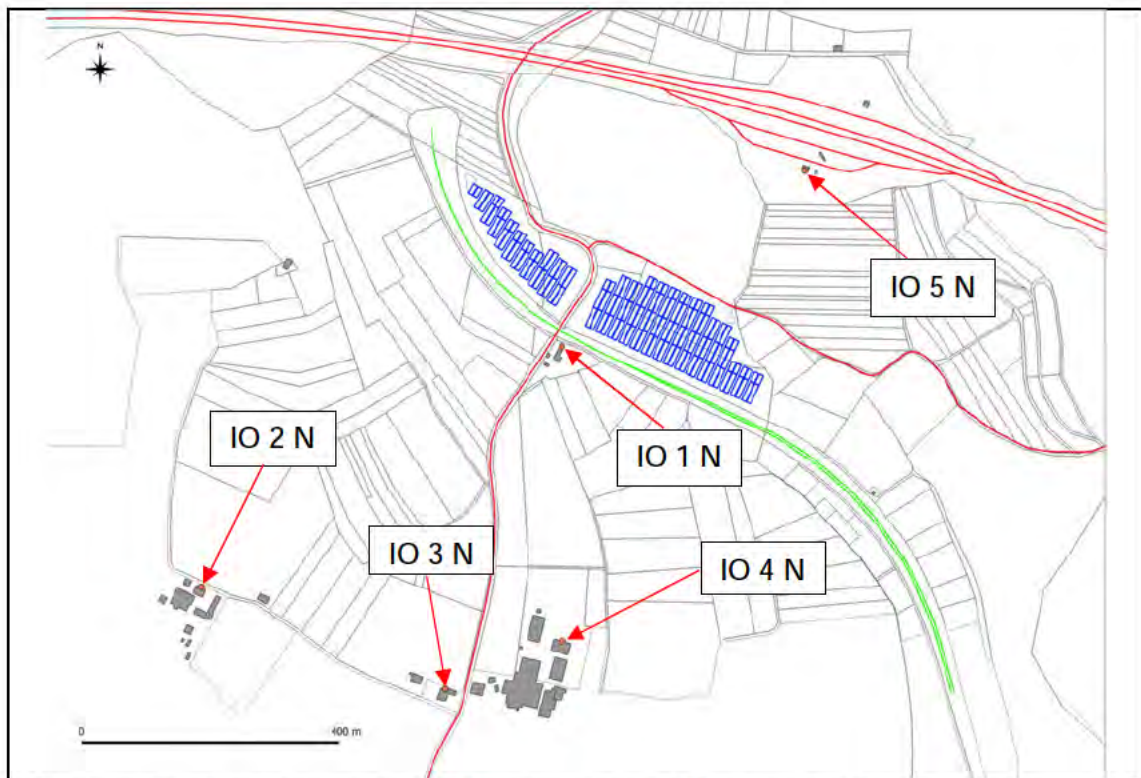


Abbildung 2: Immissionsorte in der Nachbarschaft (IO N(achbarschaft))

Straßenverkehr

Im umliegenden Straßenverkehr können Blendungen entstehen. Der Solarpark wird durch die Kreisstraße K 6163 durchschnitten, die sich auf Höhe des Solarparks in Südost-Nordost-Richtung erstreckt. Nördlich des Solarparks biegt die Kreisstraße K 6163 nach Westen ab und anschließend Richtung

Norden und schneidet die nördlich gelegene Bundesstraße B 33 in Form einer Unterführung. Nördlich des Solarparks zweigt noch eine unbefestigte Straße von der Kreisstraße K 6163 ab und verläuft am nördlichen Rand des östlichen Solarparkteils Richtung Osten. Südlich des Solarparks schneidet die Kreisstraße K 6163 die die Bahnlinie der Ablachtalbahn in Form eines ebenerdigen Bahnübergangs. Nördlich des Plangebiets in einem Abstand von mindestens 200 m verläuft die Bundesstraße B 33 in Ost-West-Richtung. Da bei einer Straße in den Bereichen, wo Blendungen grundsätzlich möglich sind, an jeder Stelle Blendungen auftreten können, wäre grundsätzlich die Betrachtung unzähliger sehr nah benachbarter Immissionsorte erforderlich, um einen Straßenbereich ganzheitlich genau auf dessen Blendungssituation beurteilen zu können. Dies ist jedoch in dieser Detailschärfe nicht erforderlich, da durch die Wahl geeigneter - für einen kleineren Straßenbereich repräsentativer - Immissionsorte eine ausreichend genaue Beurteilung der Blendungssituation auf einer Straße gegeben ist. Es werden gerade in den Bereichen Immissionsorte gelegt, wo eine Verflechtung mit anderen Verkehrswegen vorliegt (Mündungs- und Kreuzungsbereiche, Kreisverkehre, etc.) (vgl. IO 4 S, IO 5 S, IO 8 S, IO 9 S, IO 10 S, IO 20 S und IO 21 S) und daher eine schnelle Reaktionszeit von großer Bedeutung ist, um Unfälle zu vermeiden. Besonders kritisch ist der Bahnübergang (i.e. IO 4 S und IO 5 S) zusehen. Zusätzlich werden Immissionsorte an Stellen gelegt, die eine maßgebliche Betroffenheit erwarten lassen. Hier ist generell bei einem Immissionsort, der im Vergleich zu anderen Immissionsorten näher an der Blendungsquelle gelegen ist, mit einem stärkeren Effekt (i.e. größeren Sichteinschränkung) einer möglichen Blendung zu rechnen, da die Blendung mit zunehmendem Abstand immer punktueller wahrgenommen wird und nur noch bedingt zu einem kompletten Herabsetzen des kontrasthaltigen Sehens führt. Objekte können daher noch besser vom Hintergrund unterschieden und daher wahrgenommen werden. Liegt die Blendquelle sehr nahe am Betrachter, so nimmt die Blendquelle einen großen Teil des Sichtfeldes ein und führt zu einem Verschmelzen des Vordergrundes mit dem Hintergrund. Objekte können ggf. nicht mehr ausreichend vom Hintergrund unterschieden werden. Durch die Anzahl, Wahl und Positionierung der Immissionsorte muss die Straße ausreichend abgebildet werden können und so eine ausreichend genaue Beurteilung der Straße ermöglicht werden.

Die Immissionsorte im Straßenbereich wurden auf eine Höhe von 3 m üGOK repräsentativ für einen Lkw und 1,5 m ü GOK repräsentativ für einen Pkw gelegt. In der nachfolgenden Abbildung sind die Immissionsorte im Verkehrsraum der umliegenden Straßen dargestellt.

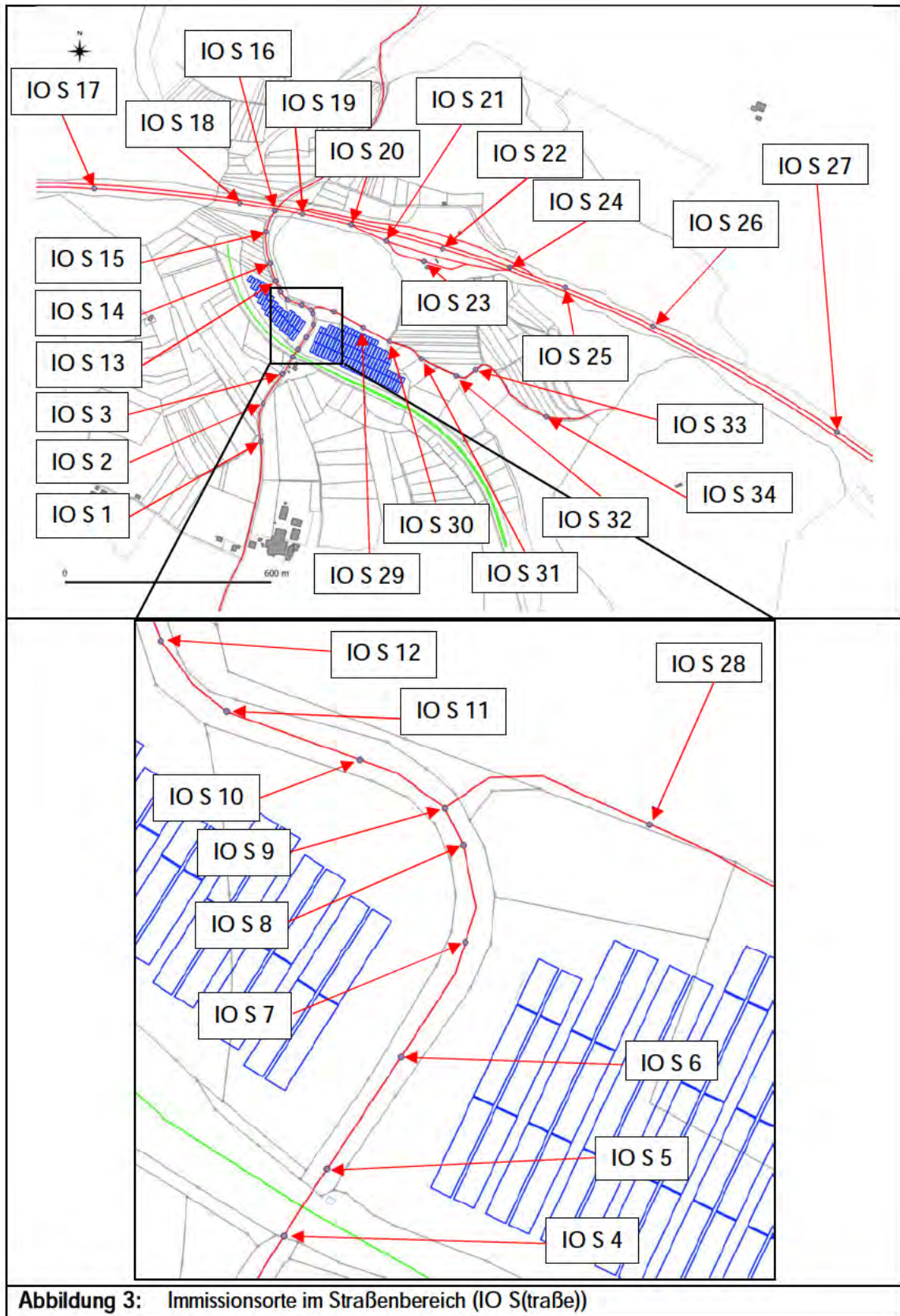
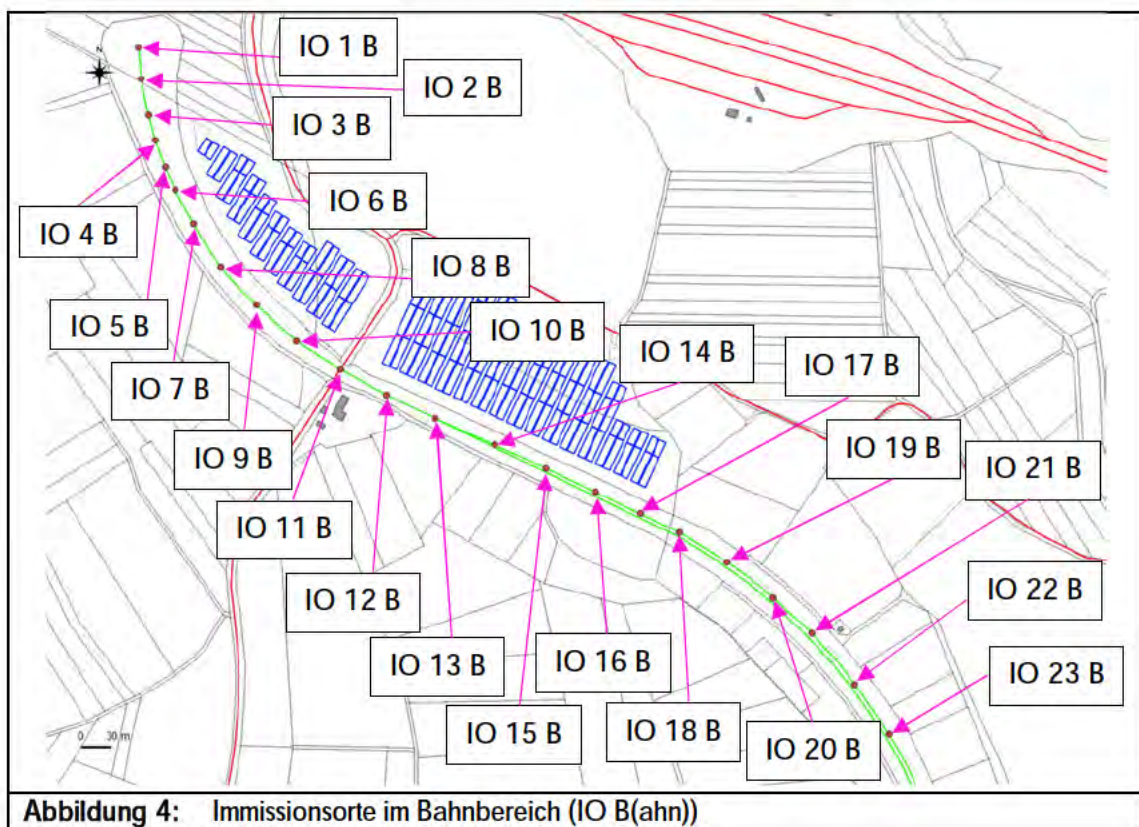


Abbildung 3: Immissionsorte im Straßenbereich (IO S(trabe))

Bahnverkehr

Die Bahnlinie der Ablachtalbahn von Radolfzell nach Mengen verläuft südlich des Solarparks in Südost - Nordwest-Richtung. Die Bahnlinie befindet sich östlich des Solarparks in Damm- und westlich des Solarparks in Troglage. Nordwestlich des Plangebiets fährt die Ablachtalbahn in einen Tunnel. Zwischen dem westlichen und östlichen Solarparkteil schneidet die Bahnlinie die Kreisstraße K 6163. Bei dem Kreuzungsbereich handelt es sich um einen ebenerdigen Bahnübergang. Der Bereich des Bahnübergangs (i.e. IO 10 B bis IO 12 B) ist als besonders kritisch zu sehen, da hier gute Sichtverhältnisse zur Vermeidung von Unfällen erforderlich sind. Die Höhe der Immissionsorte wurde folgendermaßen festgelegt: Es wurde auf die jeweilige Geländehöhe [9] eine Höhe von 3 m aufaddiert, was als Kopfhöhe des Zugführers angenommen wurde.

In der nachfolgenden Abbildung sind die untersuchten Immissionsorte dargestellt, die nordwestlich des Plangebiets beginnen und sich südöstlich des Plangebiets ziehen.



4.4 Blendeinwirkungen an den Immissionsorten

Die Beurteilung der Blendungen fällt abhängig von der Art des Immissionsorts unterschiedlich aus.

Für Immissionsorte gemäß den LAI-Hinweisen [3], die einen dauerhaften Aufenthalt nahelegen und wo keine direkte Gefahr durch kurzzeitige Blendungen zu erwarten ist, werden die maximalen täglichen und jährlichen Blendungen erhoben und überprüft, ob sich diese unterhalb von 30 Minuten am

Tag und 30 Stunden im Jahr bewegen. Bei derartigen Immissionsorten handelt es sich um Aufenthaltsbereiche der bewohnten Nachbarschaft und Aufenthaltsräume im Gewerbegebiet.

Bei Immissionsorten im Straßenbereich und Bahnbereich, bei denen kurze Verweildauern charakteristisch sind, ist eine Beurteilung der maximalen Blendungszeiten am Tag/Jahr nicht zielführend, da auch kurze Zeiten dazu ausreichen, Beeinträchtigungen und somit die Unfallwahrscheinlichkeit zu erhöhen. Für den Verkehrsraum der Straßen sind daher jegliche Blendungen zu vermeiden.

4.4.1 Blendeinwirkungen an den Immissionsorten in der bewohnten Nachbarschaft und Gewerbe

Für die Nachbarschaft (bewohnte Nachbarschaft und Gewerbe (Büronutzung)) ist es nicht von Bedeutung, ob die Blendquelle im fovealen Sichtbereich des Betrachters am Immissionsort liegt oder außerhalb, da anders als im Verkehr keine klare Sichtachse (in Richtung Verkehrsbewegung) vorliegt. Der Betrachter am Immissionsort kann in jede Himmelsrichtung blicken. Es gilt für die bewohnte Nachbarschaft zu bewerten, wie lange am Tag eine Blendung vorliegt und ob diese oberhalb der gemäß Licht-Richtlinie festgelegten 30 Minuten am Tag und 30 Stunden im Jahr liegt (vgl. Kapitel 3). Welche Paneele zu den Blendungen an den einzelnen Immissionsorten in der bewohnten Nachbarschaft führen, kann der Anlage 2 entnommen werden. Die Blendungsstunden im Jahr wurden auf volle Stunden aufgerundet. Die Blendungszeiten sind ebenfalls in der Anlage 2 hinterlegt. Die Immissionsorthöhen in der Nachbarschaft wurden auf 1,5 m üGOK (repräsentativ für das Erdgeschoss), auf 4,5 m üGOK (repräsentativ für das erste Obergeschoss) und auf 7,5 m üGOK (repräsentativ für das zweite Obergeschoss) gelegt, was die Höhe des menschlichen Kopfbereichs einer Person, die sich im jeweiligen Stockwerk befindet, darstellt. Es handelt sich hierbei um einen Ansatz auf der sicheren Seite, da an manchen der Immissionsorte ggf. entweder kein Aufenthalt oder kein Aufenthalt über den Erdgeschossbereich (ebenerdiger Aufenthalt, keine höheren Stockwerke) hinaus vorliegt. Nachfolgend sind die Blendungsdauern an den einzelnen Immissionsorten dargestellt.

Tabelle 3: Blendungen in der bewohnten Nachbarschaft			
Immissionsorte	Stockwerk	Maximale Blendungszeiten	
		Tag [in Minuten]	Jahr [in Stunden]
IO 1 N	EG	40	55
	OG 1	40	61
	OG 2	50	73
IO 2 N	EG	Keine Blendungen	Keine Blendungen
	OG 1	5	1
	OG 2	5	1
IO 3 N	EG	Keine Blendungen	Keine Blendungen
	OG 1	Keine Blendungen	Keine Blendungen
	OG 2	Keine Blendungen	Keine Blendungen
IO 4 N	EG	Keine Blendungen	Keine Blendungen
	OG 1	Keine Blendungen	Keine Blendungen
	OG 2	Keine Blendungen	Keine Blendungen
IO 5 N	EG	25	21
	OG 1	25	29

Immissionsorte	Stockwerk	Maximale Blendungszeiten	
		Tag [in Minuten]	Jahr [in Stunden]
	OG 2	25	33

Fett: Überschreitung der zulässigen maximalen Blenddauern von 30 Minuten am Tag bzw. 30 Stunden im Jahr

Aus den Ergebnissen der oberen Tabelle geht hervor, dass an drei der fünf untersuchten Immissionsorte der Nachbarschaft Blendungen auftreten. Die hier auftretenden Blendungen betragen bis zu 50 Minuten am Tag und 73 Stunden im Jahr (IO 1 N OG 2) und überschreiten somit die zulässigen Blendungsdauern von 30 Minuten am Tag und 30 Stunden im Jahr. Am IO 2 N liegen die Blendungen mit maximal 40 Minuten im Jahr und 5 Minuten am Tag deutlich unter den zulässigen Blendungsdauern von 30 Minuten am Tag und 30 Stunden im Jahr.

4.4.2 Blendeinwirkungen an den Immissionsorten im Verkehrsraum (Straße)

Nachfolgend wurden die Blendungen ausgehend von den Solarpaneelen auf die Immissionsorte im Straßenraum berechnet. Es wurde ferner bestimmt, ob es sich bei den Immissionsorten im Verkehrsraum um eine physiologische (innerhalb des 60 ° fovealen Sichtbereichs) oder eine psychologische Blendung (außerhalb des 60 ° fovealen Sichtbereichs) handelt. Es wurde die Blendung eines jeden Modulblocks auf jeden Immissionsort ermittelt. Bei der Berechnung der Blendungen, die von einem Solarpaneel ausgehen können, wurden der abschirmende Effekt umliegender Solarpaneele und des Geländes berücksichtigt. In der nachfolgenden Tabelle wurde für jeden Immissionsort im Verkehrsraum ermittelt, ob Blendungen vorliegen und wenn ja, ob diese im fovealen Sichtbereich des Verkehrsteilnehmers liegt. Es wird also zwischen psychologischen Blendungen, die außerhalb des fovealen Sichtbereichs liegen, und physiologischen Blendungen, die innerhalb des fovealen Sichtbereichs liegen, unterschieden. Die Lage der Paneele, die an den einzelnen Immissionsorten zu Blendungen führen, können der Anlage 3 entnommen werden. Hier ist auch aufgezeigt, in welchem Bereich des menschlichen Sichtfeldes (fovealer Sichtbereich oder außerhalb fovealer Sichtbereich) die Blendungen am jeweiligen Immissionsort auftreten. Die Blendungszeiten an den einzelnen Immissionsorten können ebenfalls der Anlage 3 entnommen werden.

Immissionsort	Fahrzeugtyp	Blendungen Solarpark	
		physiologisch	psychologisch
IO 1 S	Lkw	nein	ja
	Pkw	nein	ja
IO 2 S	Lkw	nein	ja
	Pkw	nein	ja
IO 3 S	Lkw	nein	ja
	Pkw	nein	ja
IO 4 S	Lkw	nein	ja
	Pkw	nein	ja
IO 5 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 6 S	Lkw	nein	ja

Tabelle 4: Blendungen im Verkehrsraum			
Immissionsort	Fahrzeugtyp	Blendungen Solarpark	
		physiologisch	psychologisch
	Pkw	nein	ja
IO 7 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 8 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 9 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 10 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 11 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 12 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 13 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 14 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 15 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 16 S	Lkw	nein	nein
	Pkw	nein	nein
IO 17 S	Lkw	nein	nein
	Pkw	nein	nein
IO 18 S	Lkw	nein	ja
	Pkw	nein	ja
IO 19 S	Lkw	nein	nein
	Pkw	nein	nein
IO 20 S	Lkw	nein	nein
	Pkw	nein	nein
IO 21 S	Lkw	nein	nein
	Pkw	nein	nein
IO 22 S	Lkw	nein	nein
	Pkw	nein	nein
IO 23 S	Lkw	nein	nein
	Pkw	nein	nein
IO 24 S	Lkw	nein	ja
	Pkw	nein	ja
IO 25 S	Lkw	nein	nein
	Pkw	nein	nein
IO 26 S	Lkw	nein	nein

Tabelle 4: Blendungen im Verkehrsraum

Immissionsort	Fahrzeugtyp	Blendungen Solarpark	
		physiologisch	psychologisch
IO 27 S	Pkw	nein	nein
	Lkw	nein	nein
IO 28 S	Pkw	nein	nein
	Lkw	ja	ja
IO 29 S	Pkw	ja	ja
	Lkw	ja	ja
IO 30 S	Pkw	ja	ja
	Lkw	ja	ja
IO 31 S	Pkw	ja	ja
	Lkw	ja	ja
IO 32 S	Pkw	ja	ja
	Lkw	ja	ja
IO 33 S	Pkw	ja	ja
	Lkw	ja	ja
IO 34 S	Pkw	ja	ja
	Lkw	ja	ja

Aus der obenstehenden Tabelle kann entnommen werden, ob an den jeweiligen Immissionsorten Blendungen ausgehend vom Solarpark auftreten. Ferner ist aufgezeigt, ob Blendungen im fovealen Sichtbereich liegen und somit zu einer physiologischen Blendung führen können oder ob die Blendungen außerhalb des fovealen Sichtbereichs liegen und somit lediglich zu einer den Verkehrsteilnehmer störenden psychologischen Blendung führen. Es zeigt sich, dass es an den Immissionsorten auf der der Kreisstraße K 6163 (i.e. IO 1 S bis IO 16 S) zu Blendungen kommt, die auch im fovealen Sichtbereich liegen. Hier sind die Immissionsorte IO 4 S und IO 5 S als besonders kritisch zu sehen, da hier der Bereich des Bahnübergangs liegt, wo gute Sichtverhältnisse zur Vermeidung von Unfällen erforderlich sind. Am Immissionsort IO 5 S liegen Blendungen im fovealen Sichtbereich vor. An den Immissionsorten auf der Bundesstraße B 33 und ihren Zu- und Abfahrten kommt es an keinem Immissionsort zu Blendungen, die im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer liegen. Es kommt lediglich an den Immissionsorten IO 18 S und IO 24 S zu Blendungen, die jedoch außerhalb des fovealen Sichtbereichs liegen. Bei den Immissionsorten IO 28 S bis IO 34 S handelt es sich um Bereiche auf dem nördlich des Solarparks von der Kreisstraße K 6163 abführenden Wegs Richtung Osten. Bei diesen Immissionsorten liegen die Blendungen im fovealen Sichtbereich. Die Beurteilung der Blendungen und eine Konzipierung möglicher Maßnahmen erfolgt im Kapitel 4.5.

4.4.3 Blendeinwirkungen an den Immissionsorten im Gleisraum (Bahn)

Nachfolgend wurden die Blendungen ausgehend von den Solarpaneelen auf die Immissionsorte im Gleisbereich berechnet. Es wurde ferner bestimmt, ob es sich bei den Immissionsorten im Bahnbereich

um eine physiologische (innerhalb des 60 ° fovealen Sichtbereichs) oder eine psychologische Blendung (außerhalb des 60 ° fovealen Sichtbereichs) handelt. Es wurde die Blendung eines jeden Modulblocks auf jeden Immissionsort ermittelt. Bei der Berechnung der Blendungen, die von einem Solarpaneel ausgehen können, wurde der abschirmende Effekt umliegender Solarpaneele und des Geländes berücksichtigt. In der nachfolgenden Tabelle wurde für jeden Immissionsort im Gleisraum ermittelt, ob Blendungen vorliegen und wenn ja, ob diese im fovealen Sichtbereich des Zugführers liegt. Es wird also zwischen psychologischen Blendungen, die außerhalb des fovealen Sichtbereichs liegen, und physiologischen Blendungen, die innerhalb des fovealen Sichtbereichs liegen, unterschieden. Die Lage der Paneele, die an den einzelnen Immissionsorten im Gleisbereich zu Blendungen führen, können der Anlage 4 entnommen werden. Hier ist auch aufgezeigt, in welchem Bereich des menschlichen Sichtfeldes (fovealer Sichtbereich oder außerhalb fovealer Sichtbereich) die Blendungen am jeweiligen Immissionsort auftreten. Die Blendungszeiten an den einzelnen Immissionsorten können ebenfalls der Anlage 4 entnommen werden.

Tabelle 5: Blendungen im Gleisraum		
Immissionsort	Blendungen Solarpark	
	physiologisch	psychologisch
IO 1 B	nein	nein
IO 2 B	nein	nein
IO 3 B	nein	nein
IO 4 B	nein	nein
IO 5 B	nein	nein
IO 6 B	nein	nein
IO 7 B	nein	nein
IO 8 B	nein	ja
IO 9 B	ja	ja
IO 10 B	ja	ja
IO 11 B	ja	ja
IO 12 B	ja	ja
IO 13 B	ja	ja
IO 14 B	ja	ja
IO 15 B	ja	ja
IO 16 B	nein	ja
IO 17 B	nein	nein
IO 18 B	nein	nein
IO 19 B	nein	nein
IO 20 B	nein	nein
IO 21 B	nein	nein
IO 22 B	nein	nein
IO 23 B	nein	nein
IO 24 B	nein	nein

Aus der obenstehenden Tabelle kann entnommen werden, ob an den jeweiligen Immissionsorten vom geplanten Solarpark Blendungen ausgehen. Ferner ist aufgezeigt, ob Blendungen im fovealen Sichtbereich liegen und somit zu einer physiologischen Blendung führen können oder ob die Blendungen außerhalb des fovealen Sichtbereichs liegen und somit lediglich zu einer den Verkehrsteilnehmer störenden psychologischen Blendung führen. Es zeigt sich, dass es bei den untersuchten Immissionsorten im Bahnraum lediglich bei den Immissionsorten IO 8 B bis IO 16 B zu Blendungen kommen kann. Davon liegen an den Immissionsorten IO 9 B bis IO 15 B die Blendungen auch im fovealen Sichtbereich. Die Immissionsorte befinden sich im Bereich des Solarparks. Westlich und östlich des Solarparks werden keine Blendungen prognostiziert.

4.5 Beurteilung der Blendeinwirkung

4.5.1 Bewohnte Nachbarschaft und Gewerbe

Die Blendungen in der bewohnten Nachbarschaft treten an der direkt südlich der Bahnlinie anschließenden Nachbarschaft (i.e. IO 1 N), der südwestlich befindlichen Nachbarschaft (i.e. IO 2 N) und der nördlich befindlichen Nachbarschaft (i.e. IO 5 N) auf. Im nachfolgenden werden die Blendungen auf die Immissionsorte in der Nachbarschaft beurteilt.

IO 1 N

Das Gebäude südlich der Bahnlinie weist gemäß von Fotos von vor Ort [14] lediglich zwei Geschosse (Erdgeschoss und 1. Obergeschoss) auf. Die höchsten Blendungen, die für das 2. Obergeschoss ermittelt wurden, liegen somit nicht vor. Die Blendungen im 1. Obergeschoss am IO 1 N belaufen sich jedoch auf 40 Minuten am Tag und 61 Stunden im Jahr und überschreiten die gemäß der LAI zulässigen Blendungsdauern von 30 Minuten am Tag und 30 Stunden im Jahr. Um diese Blendungen zu vermeiden sind somit weitergehende Maßnahmen erforderlich.

IO 2 N

Bei dem Immissionsort IO 2 N handelt es sich aller Voraussicht nach um eine Wohnnutzung. Die hier auftretenden Blendungsdauern bewegen sich mit 5 Minuten am Tag und 40 Minuten im Jahr jedoch deutlich unterhalb der zulässigen Blendungsdauern von 30 Minuten am Tag und 30 Stunden im Jahr. Eine Betroffenheit aus blendungstechnischer Sicht liegt daher für diesen Immissionsort nicht vor.

IO 5 N

Bei dem Immissionsort IO 5 N handelt es sich um ein Toilettengebäude des Rastplatzes Brandbühl. Das besagte Gebäude geht zum einen nicht über das Erdgeschoss hinaus und zum anderen steht für diesen Immissionsort fest, dass es sich um eine Büronutzung oder eine Wohnnutzung handelt. Eine Beurteilung dieses Immissionsortes kann somit entfallen.

4.5.2 Straßenverkehr

An den umliegenden Straßen zeigt es sich, dass es zu Blendungen an der Kreisstraße K 6163, der Bundesstraße B 33 und dem von der Kreisstraße K 6163 nach Osten abgehenden Weg kommen kann. Die Blendungen auf die einzelnen Verkehrswege werden nachfolgend beurteilt.

Kreisstraße K 6163

An den Immissionsorten auf der Kreisstraße K 6163 (i.e. IO 1 S bis IO 16 S) kommt es an den Immissionsorten IO 5 S und IO 7 S bis IO 15 S zu Blendungen, die im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer liegen. Im Bereich des Bahnübergangs, der als kritischer Bereich auf der Kreisstraße K 6163 zu sehen ist, treten am Immissionsort IO 5 S Blendungen auf, die im fovealen Sichtbereich liegen. Bei vielen der Immissionsorte (gerade die Immissionsorte zwischen den beiden Solarparkteilen (i.e. IO 5 S und IO 7 S)) liegt der maßgebliche Anteil der Blendung (ein Großteil der blendenden Paneele liegt außerhalb des fovealen Sichtfeldes) außerhalb des fovealen Sichtbereichs der Verkehrsteilnehmer. Nichtsdestotrotz liegen in einem größeren Bereich der Kreisstraße K 6163 Blendungen im fovealen Sichtbereich vor, weshalb im Kapitel 4.6 Maßnahmen zur Vermeidung/Reduzierung der Blendungen geprüft werden. Gerade für die Immissionsorte am Bahnübergang (i.e. IO 4 S und IO 5 S) sind gute Sichtverhältnisse zu schaffen, um die Unfallgefahr an dieser Stelle zu reduzieren.

Bundesstraße B 33

An den Immissionsorten auf der Bundesstraße 33 (i.e. IO 17 S bis IO 27 S) treten lediglich an den Immissionsorten IO 18 S und IO 24 S Blendungen auf, die jedoch außerhalb des fovealen Sichtbereichs von Verkehrsteilnehmern liegen und daher eher störenden als sichteinschränkenden Charakter haben. Eine negative Beeinflussung des Straßenverkehrs auf der Bundesstraße B 33 durch den geplanten Solarpark ist nicht zu erwarten.

Nach Osten von der K 6163 abgehender Weg

An den Immissionsorten auf dem unbefestigten Weg, der nördlich des Solarparks östlich von der Kreisstraße K 6163 abgeht, treten Blendungen auf, die im fovealen Sichtbereich liegen. Es handelt sich hierbei um die Immissionsorte IO 28 bis IO 34. Die Blendungen treten je nach Fahrtrichtung am Vormittag (Fahrtrichtung nach Osten) oder Nachmittag (Fahrtrichtung nach Westen) auf. Ob es sich bei dem Weg um einen öffentlich befahrbaren Weg handelt, kann nicht beurteilt werden. Da es sich bei dem besagten Weg um einen unbefestigten Weg handelt, kann jedoch davon ausgegangen werden, dass sich die auf dem Weg befindlichen Kfz mit geringer Geschwindigkeit bewegen und dass die Frequentierung dieses Weges gering ist. Inwieweit daher gute Sichtverhältnisse für diesen Weg erforderlich sind, kann nicht beurteilt werden. Als kritisch ist aus gutachterlicher Sicht ggf. der Mündungsbereich in die Kreisstraße K 6163 (vgl IO 9 S und IO 28 S) zu sehen, da hier eine gute Sicht erforderlich ist, um beim Einfahren in die Kreisstraße die Kfz auf der Kreisstraße K 6163 sehen zu können.

4.5.3 Bahnverkehr

An den Immissionsorten im Bahnbereich der Ablachtalbahn, die nordwestlich des Solarparks in einen Tunnel mündet und in diesem Bereich in Troglage geführt wird und Richtung Osten sukzessive in eine Dammlage übergeht, treten an den Immissionsorten IO 8 B bis IO 16 B Blendungen auf, die an den Immissionsorten IO 9 B bis IO 15 B auch im fovealen Sichtbereich des Zugführers liegen können. Gerade im Nahbereich des Bahnübergangs (i.e. IO 10 B bis IO 12 B) ist der Blendungseinfluss durch den Solarpark als kritisch zu sehen, da hier eine Verflechtung mit der Kreisstraße K 6163 vorliegt, und somit gute Sichtverhältnisse von hoher Bedeutung sind. Die Blendungen treten in den Morgenstunden auf und betragen bis zu 50 Minuten am Tag. Die Blendungen treten in den Morgenstunden zwischen Mitte März und Anfang Oktober auf. Entlang der Bahnlinie befindet sich Vegetation, bei der in den Frühlings- und Sommermonaten, in denen die Blendungen auftreten, von einer gewissen Abschirmung vor Blendung ausgegangen werden kann.

4.5.4 Wirksamkeit von Maßnahmen

Für die Bereiche in der bewohnten Nachbarschaft, in der die Blendungsdauern über 30 Minuten am Tag und 30 Stunden im Jahr betragen, und die Bereiche auf der Kreisstraße K 6163 und der Bahnlinie, wo die Blendungen im fovealen Sichtbereich der Fahrzeugführer liegen, sind Maßnahmen erforderlich, die zur Reduzierung der Blendungsdauern umgesetzt werden sollten.

Folgende Maßnahmen werden kurz in Bezug auf deren Wirksamkeit beurteilt:

- **Sichtunterbrechende Maßnahmen zwischen den Solarpaneelen und den betroffenen Immissionsorten.** Eine Unterbrechung der Blickbeziehung des blendenden Paneels zum Immissionsort durch eine Wand oder Ähnliches stellt ein effektives Mittel dar, um Blendungen am Immissionsort zu vermeiden.
- **Straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen im Verkehrsraum.** Im Verkehrsraum (Straße und Bahnverkehr) bietet sich ggf. die Anbringung einer Beschilderung an, die die Verkehrsteilnehmer im Bereich der auftretenden Blendungen auf mögliche Blendungen hinweist und somit eine vorausschauende Fahrweise in diesem Bereich zur Folge hat.
- **Reduzierung von Solarpaneelen.** Wenn die Blendungen von vereinzelt Paneelen ausgehen, bietet sich die Reduzierung der Planung um die blendenden Paneele an, um die Blendungen an den Immissionsorten zu vermeiden. In den Anlagen 2 bis 4 lässt sich jedoch ablesen, dass viele Paneele zur Blendung beitragen und somit ein großer Teil des Solarparks abgebaut werden müsste. Diese Maßnahme erscheint daher nicht zielführend zu sein.
- **Verwendung von Solarpaneelen mit niedrigem Reflexionsgrad bzw. hohem Absorptionsgrad oder Verwendung von Anti-Reflexions-Beschichtungen.** Gläser mit niedrigen gerichteten Reflexionsgraden können im Vergleich zu herkömmlichem Glas die Blendwirkung z.T. wesentlich verringern. Da bei Sonnenlicht jedoch sehr hohe Leuchtdichten auftreten, können auch Bruchteile der Sonnenreflektion zu absoluten Blendungen führen. Eine Verwendung reflexionsarmer Solarpaneele kann den Blendungseinfluss der Solarpaneele jedoch deutlich reduzieren. Eine Verwendung von reflexionsärmeren Modellen von Solarpaneelen wird daher empfohlen, um den Blendungseffekt in der Nachbarschaft zu reduzieren.

- **Änderung der Neigungswinkel und/oder Azimutwinkel der Solarpaneele.** Eine Veränderung der Neigungswinkel und der Azimutwinkel stellt im Regelfall ein probates Mittel dar, um die Blendungen an bestimmten Immissionsorten zu reduzieren oder gar zu vermeiden. Im vorliegenden Fall liegen jedoch zahlreiche betroffene Immissionsorte an unterschiedlichen Stellen in der Nachbarschaft vor, deren Lagebeziehungen zum Solarpark deutlich voneinander abweichen, sodass davon auszugehen ist, dass eine Verbesserung der Blendungssituation an einer Stelle mit einer Verschlechterung der Blendungssituation an anderer Stelle einhergehen kann. Diese Maßnahme scheint daher in der vorliegenden Situation nicht zielführend zu sein.

4.6 Maßnahme: Anbringung eines Sichtschutzes

Im folgenden Kapitel wurden Sichtabschirmungen konzipiert, um Blendungen in der bewohnten Nachbarschaft (i.e. IO 1 N), dem Straßenraum (Immissionsorte auf der Kreisstraße K 6163) und dem Bahnraum zu reduzieren bzw. gänzlich zu vermeiden.

4.6.1 Sichtabschirmende Maßnahme für bewohnte Nachbarschaft

In der bewohnten Nachbarschaft liegt lediglich am Immissionsort IO 1 N eine Betroffenheit durch zu hohe Blendungsdauern von mehr als 30 Minuten am Tag und 30 Stunden im Jahr vor. Daher wurde zum Schutz des Immissionsortes IO 1 N vor Blendungen eine Sichtabschirmung südlich des Solarparks untersucht. Gemäß den Fotos vor Ort [14] und Luftbildern ist die Bahnlinie in größeren Bereichen gesäumt von höher aufragender Vegetation. Es wurde für einen Bereich, in dem sich ein breiterer Vegetationsstreifen nördlich der Bahnlinie befindet, eine Sichtabschirmung untersucht, da in diesem Bereich zum einen davon auszugehen ist, dass die Vegetation bereits Schatten auf die nördlich davon befindlichen Paneele wirft und somit die Sichtabschirmung nicht zu einer erstmaligen Abschattung der Paneele führt und zum anderen, da somit auch der sichtabschirmende Charakter eines dichten Vegetationsbandes an dieser Stelle evaluiert werden kann. In der nachfolgenden Abbildung ist die Sichtabschirmung südlich des Solarparks entlang der Bahnlinie in türkis Farbgebung dargestellt.



Abbildung 5: Lage und Abmessung einer möglichen Sichtunterbrechung zum Schutz der bewohnten Nachbarschaft

Für die in der obenstehenden Abbildung dargestellte Sichtabschirmung wurde iterativ die Höhe erhöht, bis die am Immissionsort IO 1 N auftretenden Blendungen im Erdgeschoss und 1. Obergeschoss unterhalb der in den LAI-Hinweisen empfohlenen 30 Minuten am Tag und 30 Stunden im Jahr liegen. Es zeigt sich, dass sich die Blendungsdauern erst ab einer Höhe von 6,5 m relativ zur Geländeoberkante unterhalb von 30 Minuten am Tag und 30 Stunden im Jahr bewegen. Die Blendungsdauern belaufen sich bei einer Höhe der Sichtabschirmung von 6,5 m üGOK im 1. OG des Immissionsortes IO 1 N auf 25 Minuten am Tag und 14 Stunden im Jahr. Im Erdgeschoss betragen die Blendungsdauern lediglich 10 Minuten am Tag und 2 Stunden im Jahr. Inwieweit eine Sichtabschirmung in dieser Höhe als Wand, Zaun, etc. umsetzbar ist, kann nicht beurteilt werden. Es zeigt sich, dass die Blendungen lediglich in den Morgenstunden zwischen Anfang April und Mitte September auftreten. Zu dieser Zeit kann daher auch dem Vegetationsstreifen ein vergleichbar guter sichtabschirmender Charakter attestiert werden, da Pflanzen zu diesem Zeitpunkt Laub tragen. Ob daher die vorliegende Bestandsvegetation auf beiden Seiten der Gleise oder eine um weitere Bäume und Hecken erweiterte Vegetation an dieser Stelle bereits eine ausreichende Sichtabschirmung darstellt, kann nicht beurteilt werden. Sollte auf eine Sichtabschirmung durch Vegetation abgestellt werden, muss dafür Sorge getragen werden, dass die Vegetation ihren sichtabschirmenden Charakter wahr.

4.6.2 Sichtabschirmende Maßnahme für die Kreisstraße K 6163

Zum Schutz der Verkehrsteilnehmer auf der Kreisstraße K 6163 wurde auf Höhe des Solarparks östlich der Kreisstraße und nördlich des westlichen Solarparkteils jeweils eine Sichtabschirmung konzipiert. In der nachfolgenden Abbildung sind die Sichtabschirmungen in lila Farbgebung dargestellt. Zusätzlich sind die Höhen der Sichtabschirmung abgebildet, die erforderlich sind, um maßgebliche Blendungen im Verkehrsbereich zu vermeiden.



Abbildung 6: Lage und Abmessung einer möglichen Sichtunterbrechung zum Schutz der Verkehrsteilnehmer auf der Kreisstraße K 6163

Bei einer Höhe von 3 m üGOK für die Sichtabschirmung nördlich des westlichen Solarparkteils und einer Höhe von 4 m üGOK östlich der Kreisstraße K 6163 kann ein Großteil der Blendungen verhindert werden. In der Anlage 5 sind die Blendungen an den Immissionsorten IO 1 S und bis IO 16 S dargestellt. In der nachfolgenden Tabelle sind die Betroffenheiten für die Immissionsorte auf der Kreisstraße K 6163 (i.e. IO 1 S bis IO 16 S) dargestellt.

Tabelle 6: Blendungen im Verkehrsraum nach Sichtabschirmung			
Immissionsort	Fahrzeugtyp	Blendungen Solarpark	
		physiologisch	psychologisch
IO 1 S	Lkw	nein	ja
	Pkw	nein	ja

Tabelle 6: Blendungen im Verkehrsraum nach Sichtabschirmung			
Immissionsort	Fahrzeugtyp	Blendungen Solarpark	
		physiologisch	psychologisch
IO 2 S	Lkw	nein	ja
	Pkw	nein	ja
IO 3 S	Lkw	nein	ja
	Pkw	nein	ja
IO 4 S	Lkw	nein	ja
	Pkw	nein	ja
IO 5 S	Lkw	nein	ja
	Pkw	nein	ja
IO 6 S	Lkw	nein	ja
	Pkw	nein	ja
IO 7 S	Lkw	nein	ja
	Pkw	nein	ja
IO 8 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	nein	ja
IO 9 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 10 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 11 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 12 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 13 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 14 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 15 S	Lkw	nein	nein
	Pkw	nein	nein
IO 16 S	Lkw	nein	nein
	Pkw	nein	nein

Es zeigt sich, dass durch eine Sichtabschirmung mit oben beschriebenen Abmessungen an den Immissionsorten auf Höhe des Solarparks (i.e. IO 5 S bis IO 7 S) Blendungen im fovealen Sichtbereich vermieden werden können. Da es sich hierbei um den Bereich nahe des Bahnübergangs handelt, konnte ein kritischer Bereich auf der Kreisstraße K 6163 in Bezug auf seine Blendungsproblematik verbessert werden. Um auch nördlich des Solarparks jegliche Blendungen im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer vermeiden zu können, wäre ein deutlich höherer Sichtschutz erforderlich. Dies ist dadurch bedingt, dass der nördlich des Solarparks gelegene Straßenabschnitt der Kreisstraße K 6163 gegenüber dem Bereich, wo eine Sichtabschirmung konzipiert werden kann, deutlich erhöht

liegt. Hier liegt ein Höhenunterschied von über 10 m vor. Da der östliche Bereich des östlichen Solarparkteils ebenfalls gegenüber dem Bereich der Sichtabschirmung erhöht liegt, ist eine direkte Sichtachse zwischen erhöhtem Immissionsort und erhöhter Emissionsquelle gegeben, ohne dass eine normal dimensionierte Sichtabschirmung hier die Sicht unterbrechen könnte. Eine Sichtabschirmung, die über 10 m hoch ist, erscheint jedoch nicht umsetzbar zu sein. Durch die vorliegende Sichtabschirmung kann jedoch auch für die nördlich gelegenen Immissionsorte im Straßenraum ein im fovealen Sichtfeld liegender Blendeinfluss gerade der nahe gelegenen Solarpaneele vermieden werden. Ggf. empfiehlt sich für den Bereich, wo Blendungen zu erwarten sind, eine Beschilderung, sodass Verkehrsteilnehmer auf mögliche Blendungen hingewiesen werden und damit einhergehend an dieser Stelle vorsichtiger fahren.

4.6.3 Sichtabschirmende Maßnahme an der Bahnlinie

An der Bahnlinie treten Blendungen auf, die sich mehr oder weniger über die komplette Länge des Solarparks erstrecken. Es wurde die Wirksamkeit einer Sichtabschirmung südlich des östlichen Solarparkteils untersucht. Hier wurde die Sichtabschirmung analog dem Vorgehen bei der Sichtabschirmung für die betroffene bewohnte Nachbarschaft im Bereich des entlang der Bahnlinie verlaufenden Vegetationsstreifen gelegt. In der nachfolgenden Abbildung ist die Sichtabschirmung dargestellt:



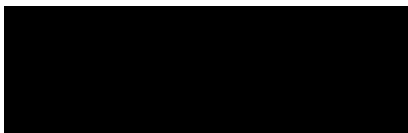
Abbildung 7: Lage und Abmessung einer möglichen Sichtunterbrechung zum Schutz des Bahnverkehrs

Es zeigt sich, dass sich zwar bei einer Auslegung der Sichtabschirmung südlich des Solarparks auf eine Höhe von 5,0 m üGOK die Blendungen auf den Bahnverkehr reduzieren, jedoch bis auf den Immissionsort IO 15 B nicht verhindert werden können. Es wären daher noch weitergehenden Erhöhungen der Sichtabschirmung erforderlich, um jegliche Blendung auf den Bahnverkehr zu verhindern. Ob eine derartige Sichtabschirmung umsetzbar ist, kann nicht beurteilt werden. Die Sichtabschirmung wurde jedoch im Bereich des Vegetationsstreifens entlang der Bahnlinie konzipiert, um zum einen den verschattenden Einfluss einer Sichtabschirmung auf die Solarpaneele minimal zu halten und zum anderen ein Bild von dem sichtabschirmenden Charakter des Vegetationsstreifens zu bekommen. Die Blendungen im Bahnbereich treten in den Morgenstunden zwischen Mitte März und Ende September auf. In diesem Zeitraum kann davon ausgegangen werden, dass die seitlich der Bahnlinie befindliche Vegetation Laub trägt und somit eine erhöhte Sichtabschirmung darstellt. Ob daher die vorliegende Bestandsvegetation auf beiden Seiten der Gleise oder eine um weitere Bäume und Hecken erweiterte Vegetation an dieser Stelle bereits eine ausreichende Sichtabschirmung darstellt, kann nicht beurteilt werden. Sollte auf eine Sichtabschirmung durch Vegetation abgestellt werden, muss dafür Sorge getragen werden, dass die Vegetation ihren sichtabschirmenden Charakter wahr.

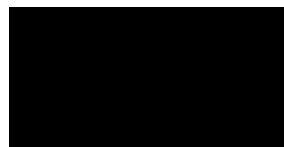
Dieses Gutachten umfasst 32 Seiten und 5 Anlagen. Die auszugsweise Vervielfältigung des Gutachtens ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure AG gestattet.

München, den 29. Juli 2022

Möhler + Partner
Ingenieure AG



i. V. M. Sc. C. Bews



i. A. M. Sc. P. Patsch

5. Anlagen

- Anlage 1: Lagepläne
- Anlage 2: Blendungen in der Nachbarschaft
- Anlage 3: Blendungen im umliegenden Verkehrsraum
- Anlage 4: Blendungen im Bahnbereich
- Anlage 5: Blendungen auf der Kreisstraße K 6163 mit Sichtabschirmung

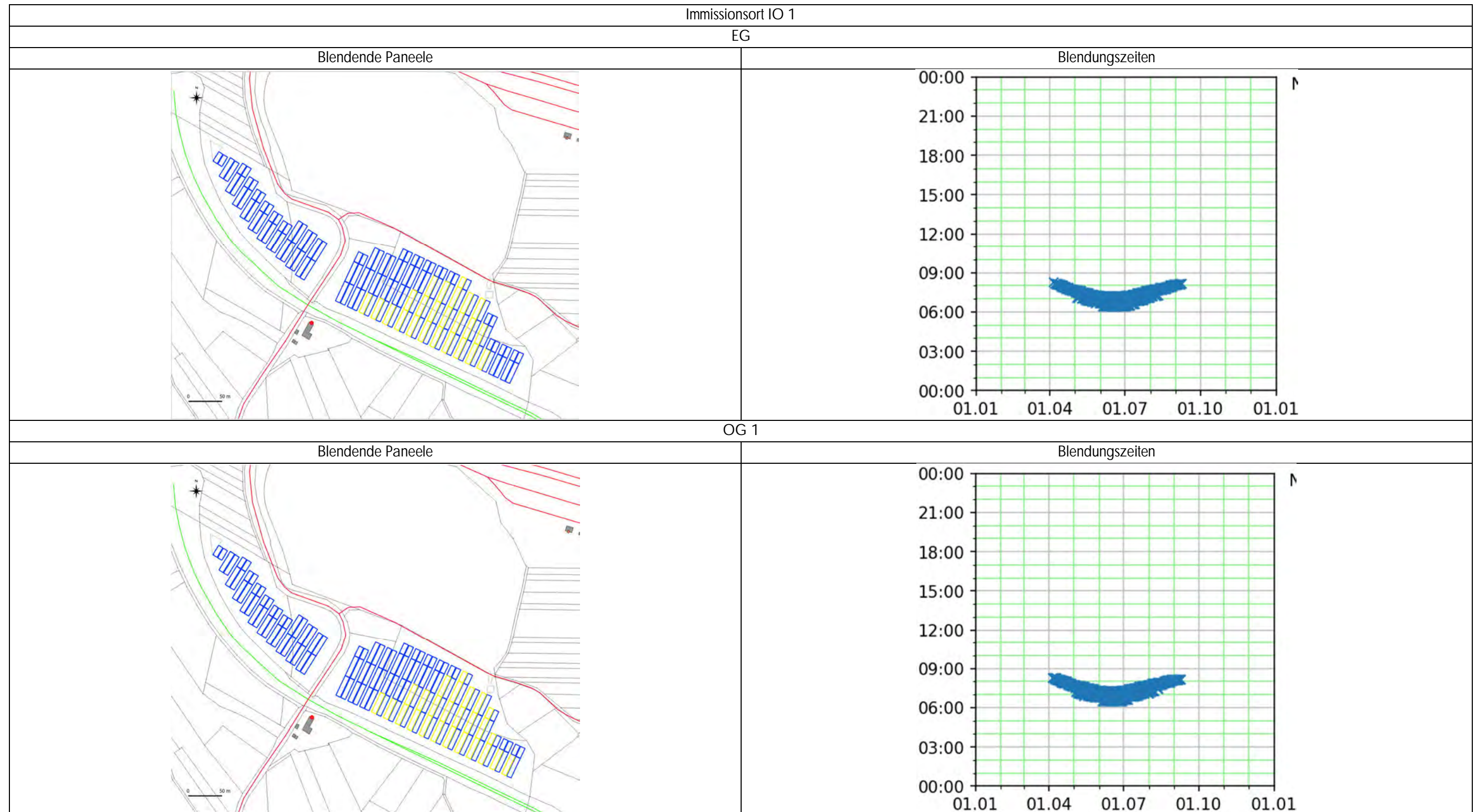
Anlage 1: Lagepläne

Übersichtslageplan



Anlage 2: Blendungen in der Nachbarschaft

In den nachfolgenden Abbildungen sind die am Immissionsort zu Blendungen führenden Paneele gelb dargestellt. Der jeweilige Immissionsort ist als roter Punkt dargestellt. Zusätzlich sind die Zeiten dargestellt, zu denen die Blendungen auftreten. Die Blendungszeiten sind in Winterzeit angegeben.



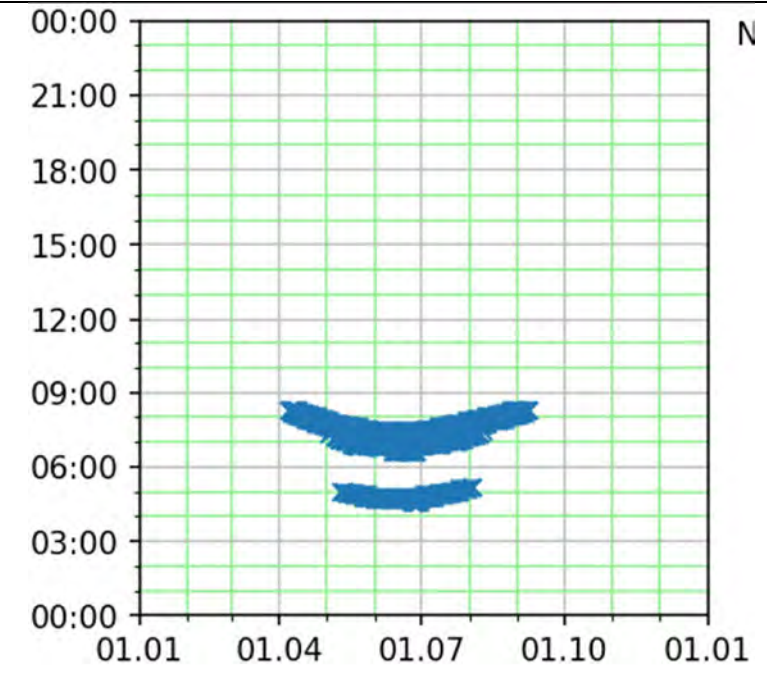
Immissionsort IO 1

OG 2

Blendende Paneele



Blendungszeiten



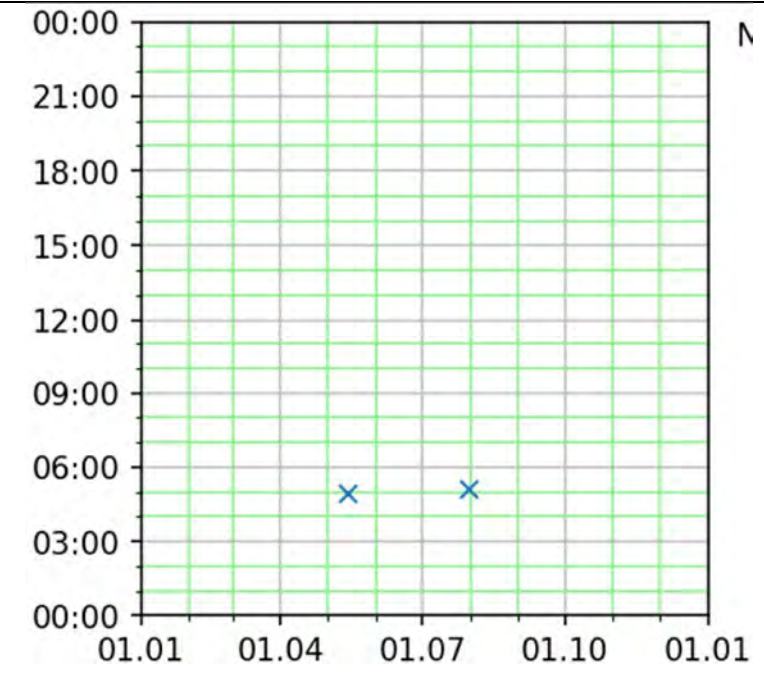
Immissionsort IO 2

OG 1

Blendende Paneele



Blendungszeiten

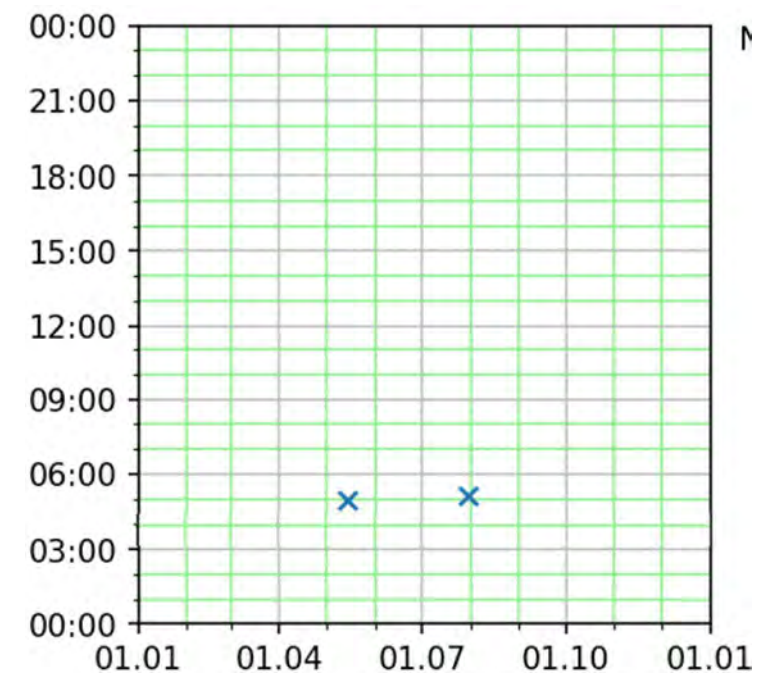


OG 2

Blendende Paneele



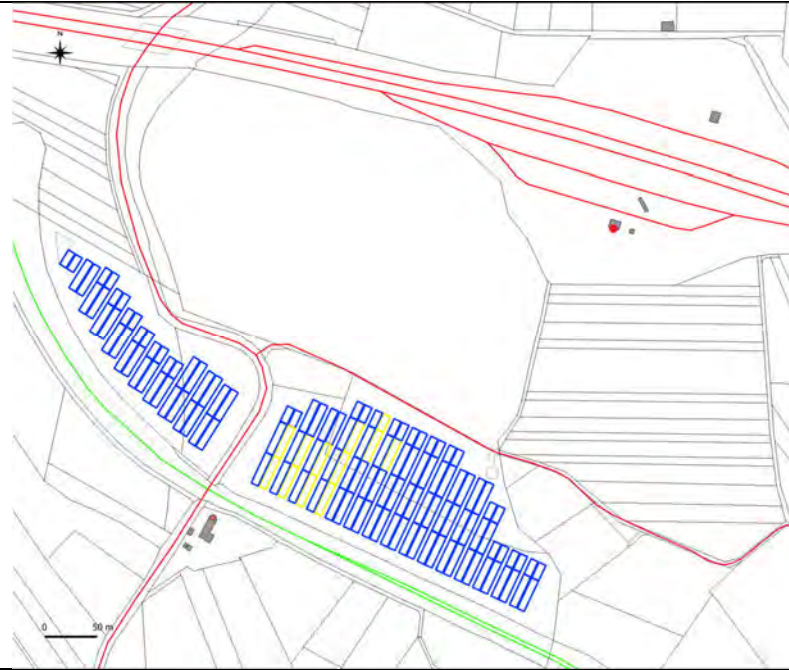
Blendungszeiten



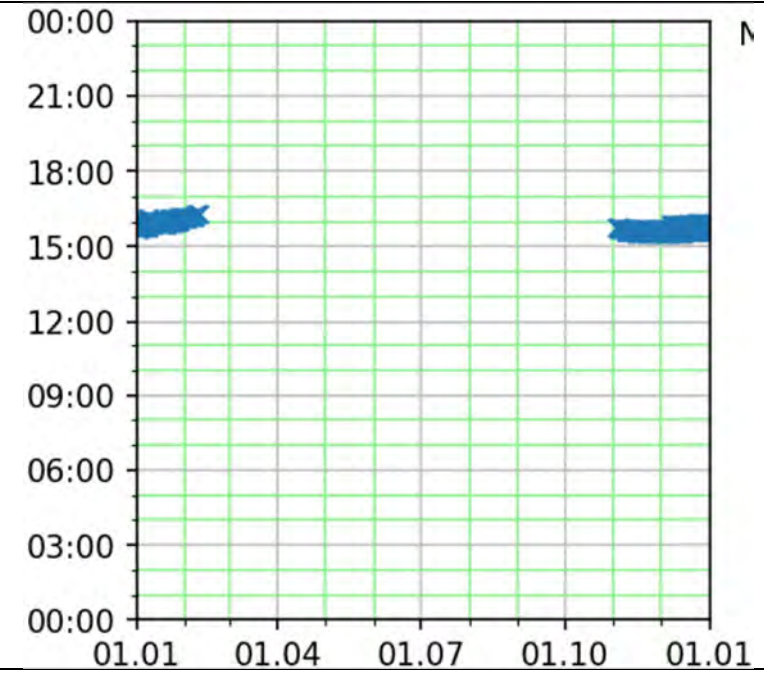
Immissionsort IO 5

EG

Blendende Paneele



Blendungszeiten

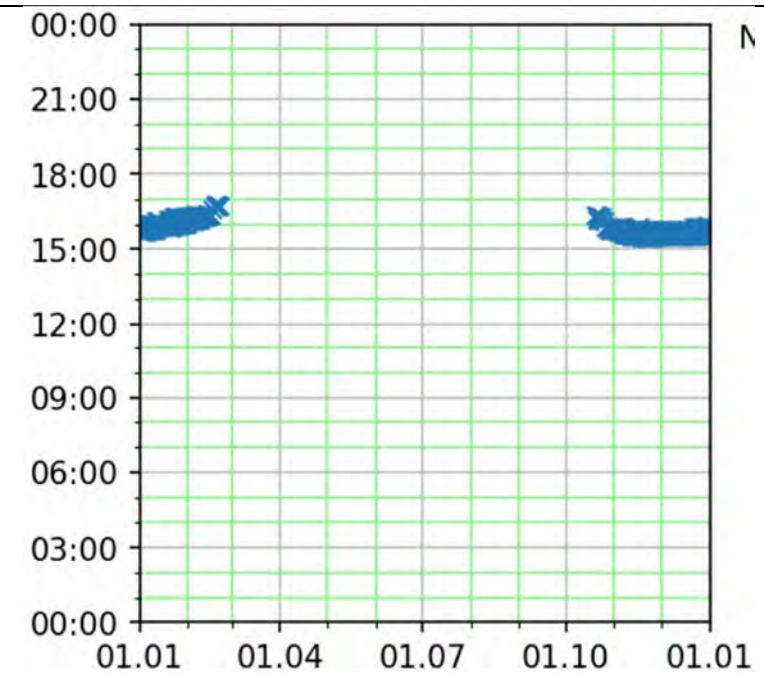


OG 1

Blendende Paneele



Blendungszeiten



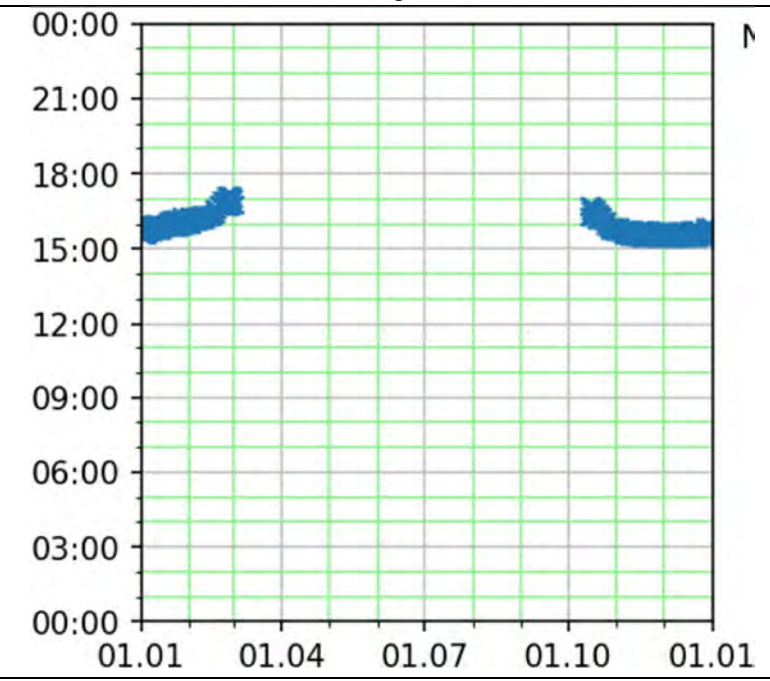
Immissionsort IO 5

OG 2

Blendende Paneele

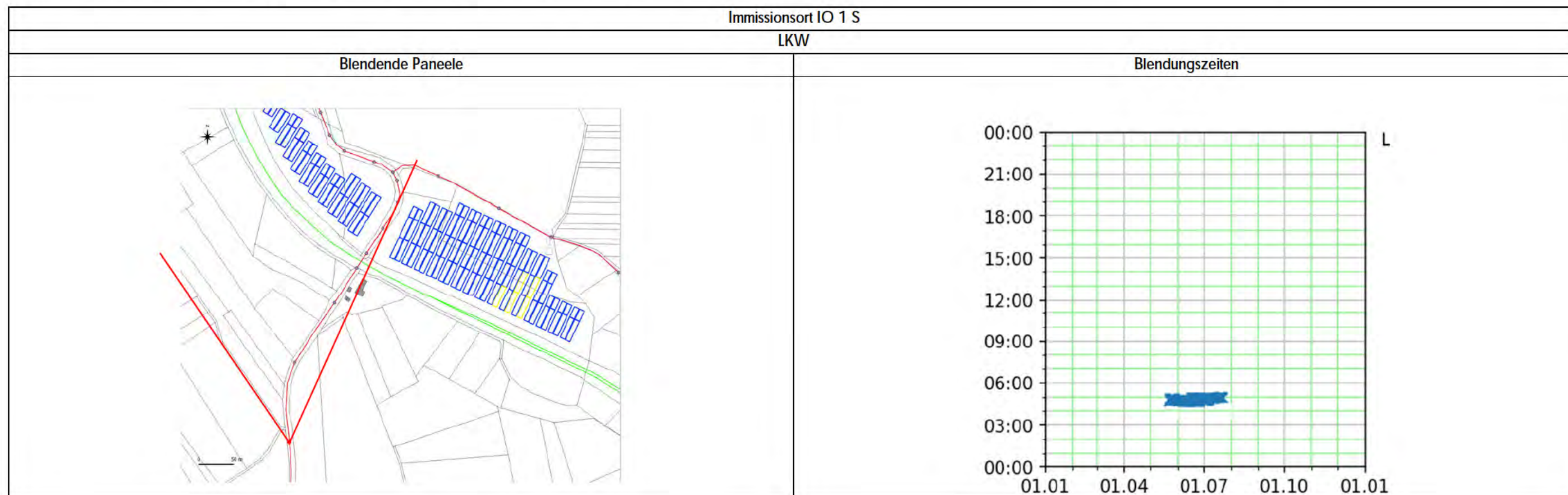


Blendungszeiten



Anlage 3: Blendungen im umliegenden Verkehrsraum

In den nachfolgenden Abbildungen sind die am Immissionsort zu Blendungen führenden Paneele gelb dargestellt. Die roten Linien symbolisieren den fovealen Sichtbereich eines Verkehrsteilnehmers. Der jeweilige Immissionsort ist als roter Punkt dargestellt. Zusätzlich sind die Zeiten dargestellt, zu denen die Blendungen auftreten. Die Blendungszeiten sind in Winterzeit angegeben.



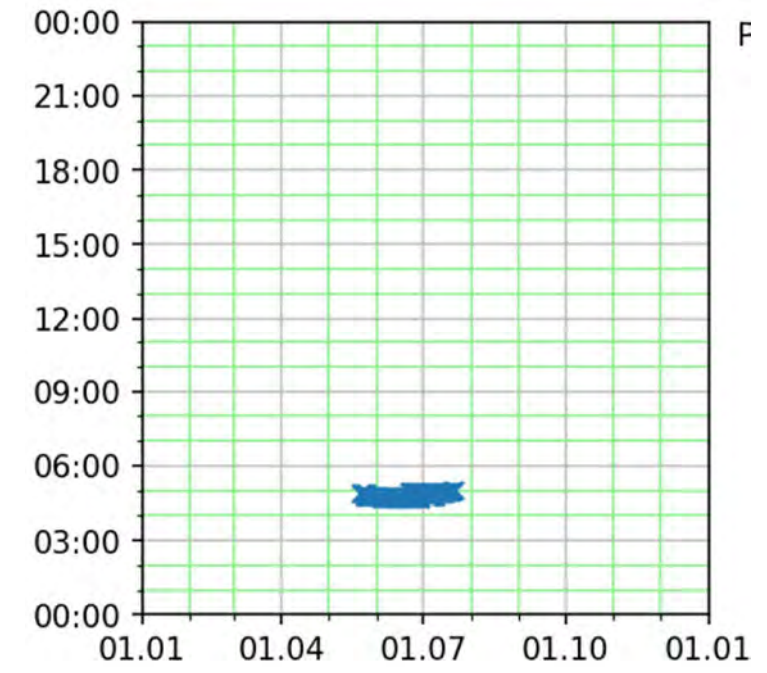
Immissionsort IO 1 S

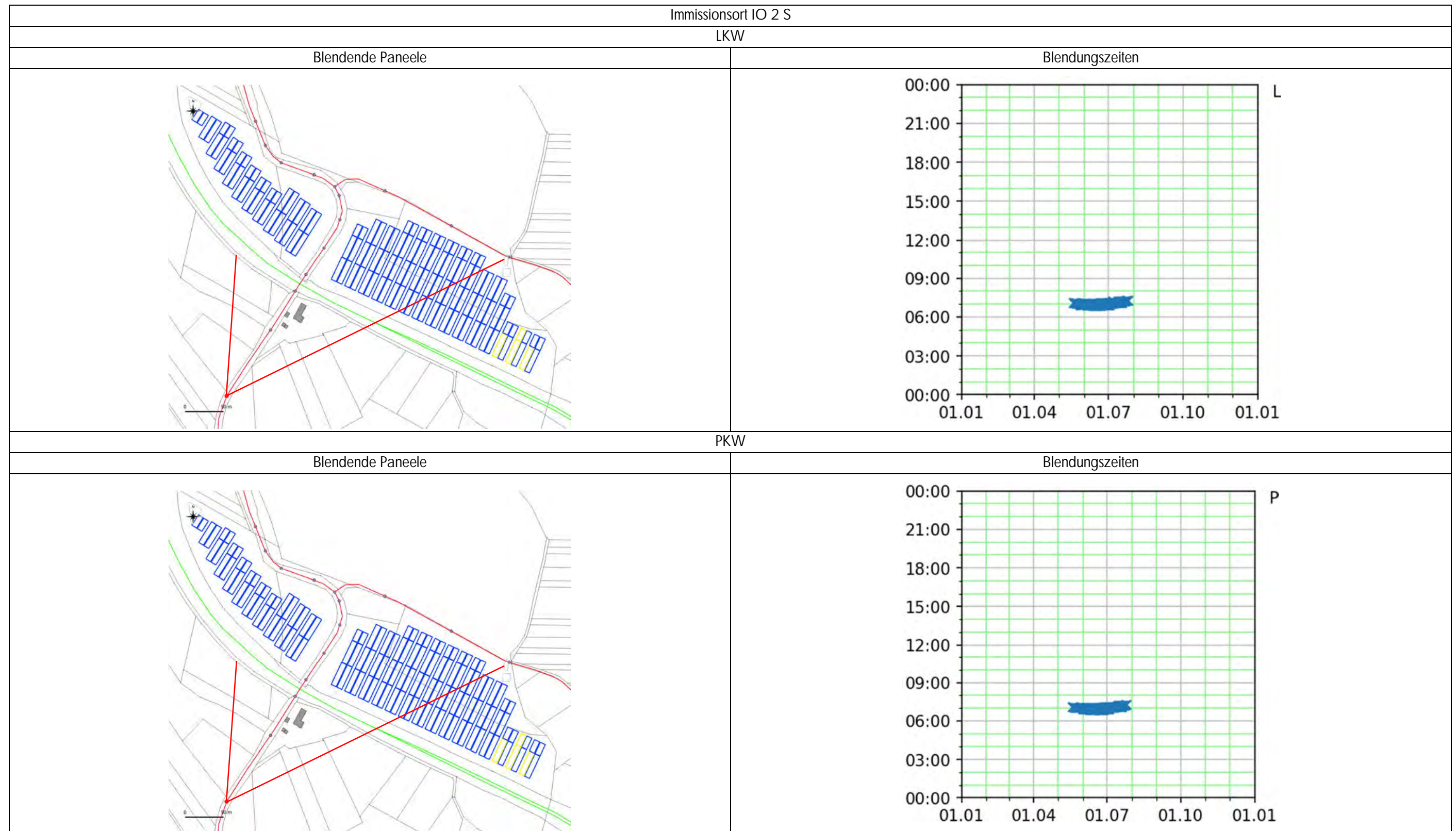
PKW

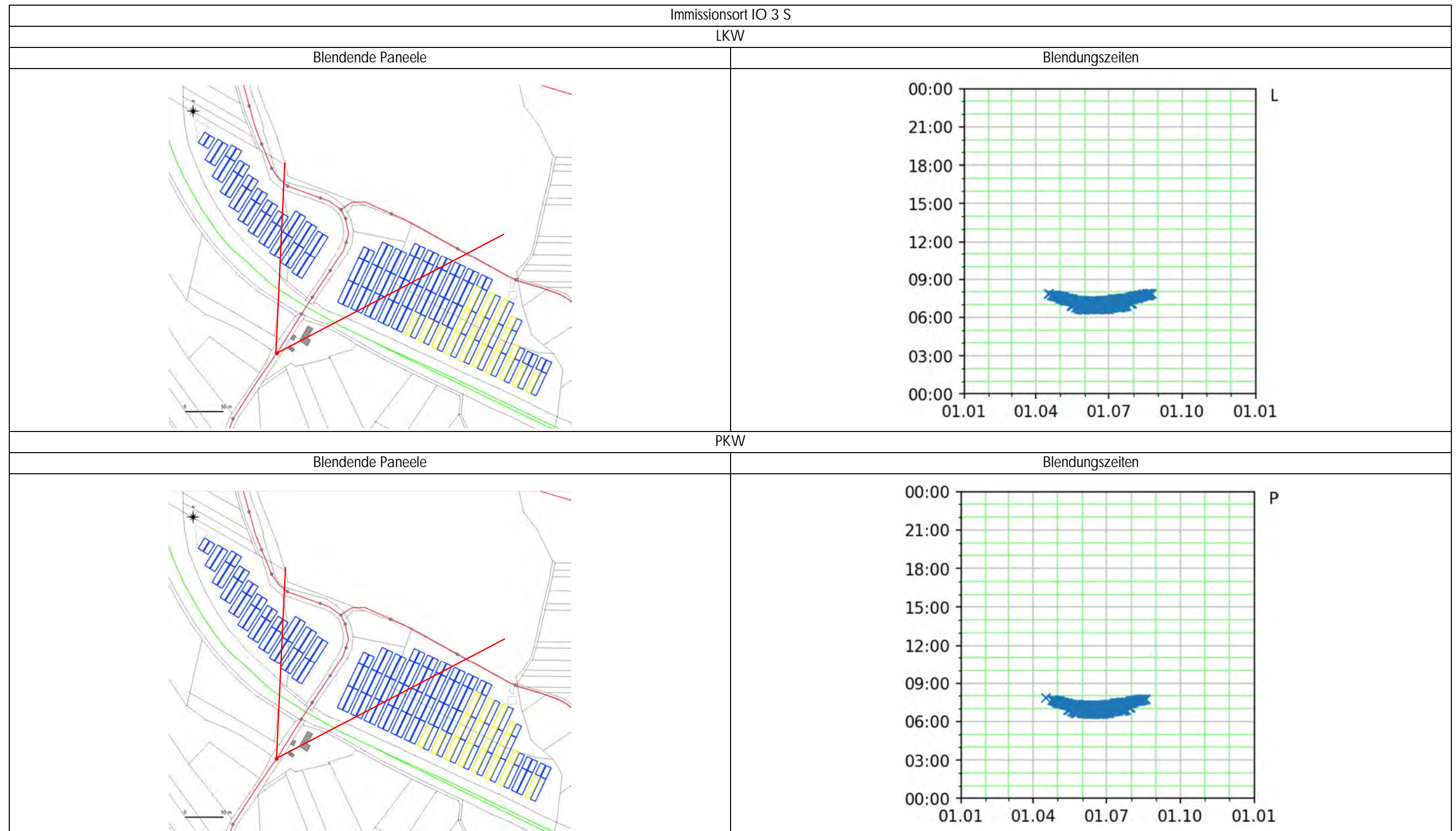
Blendende Paneele

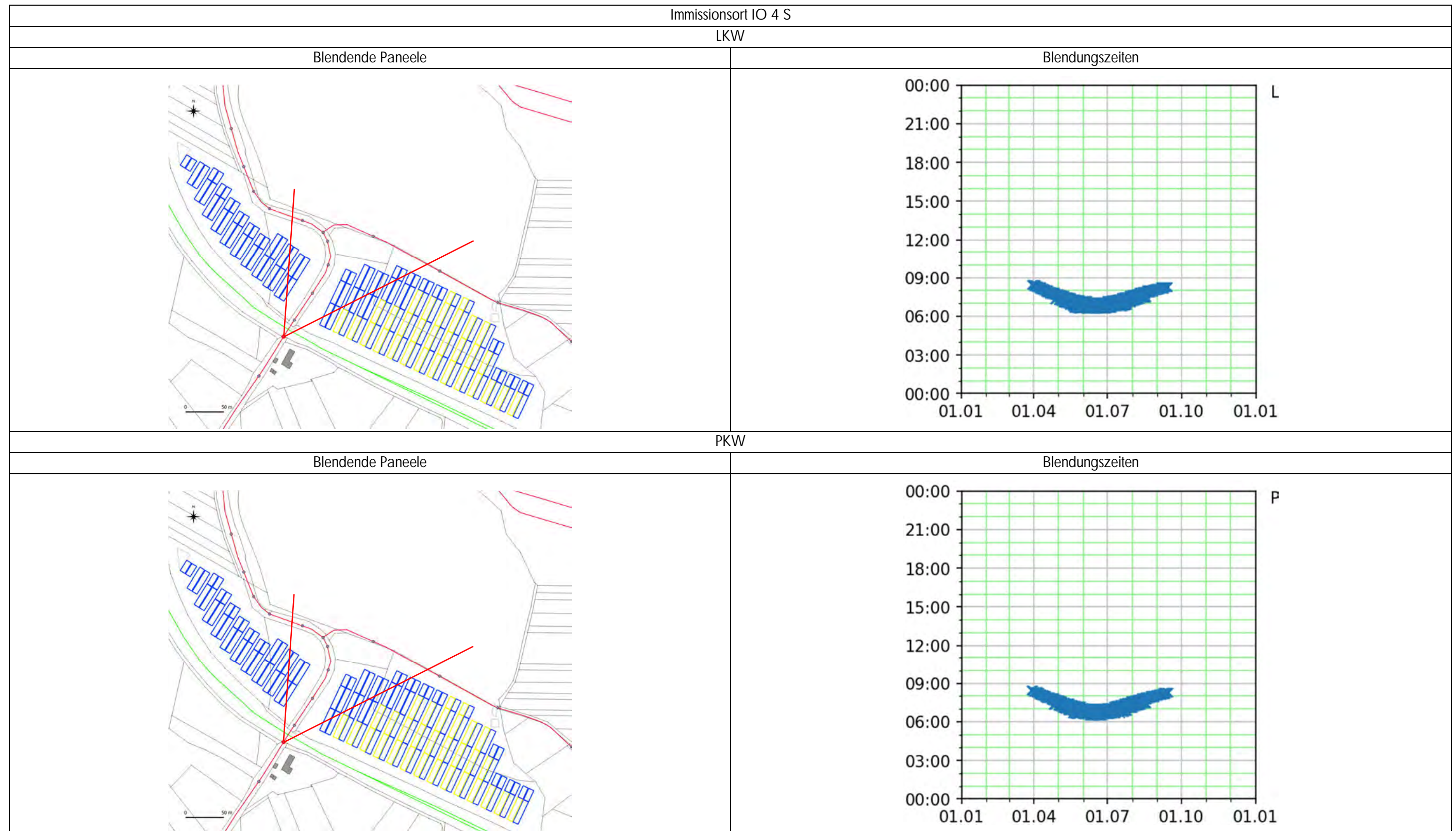


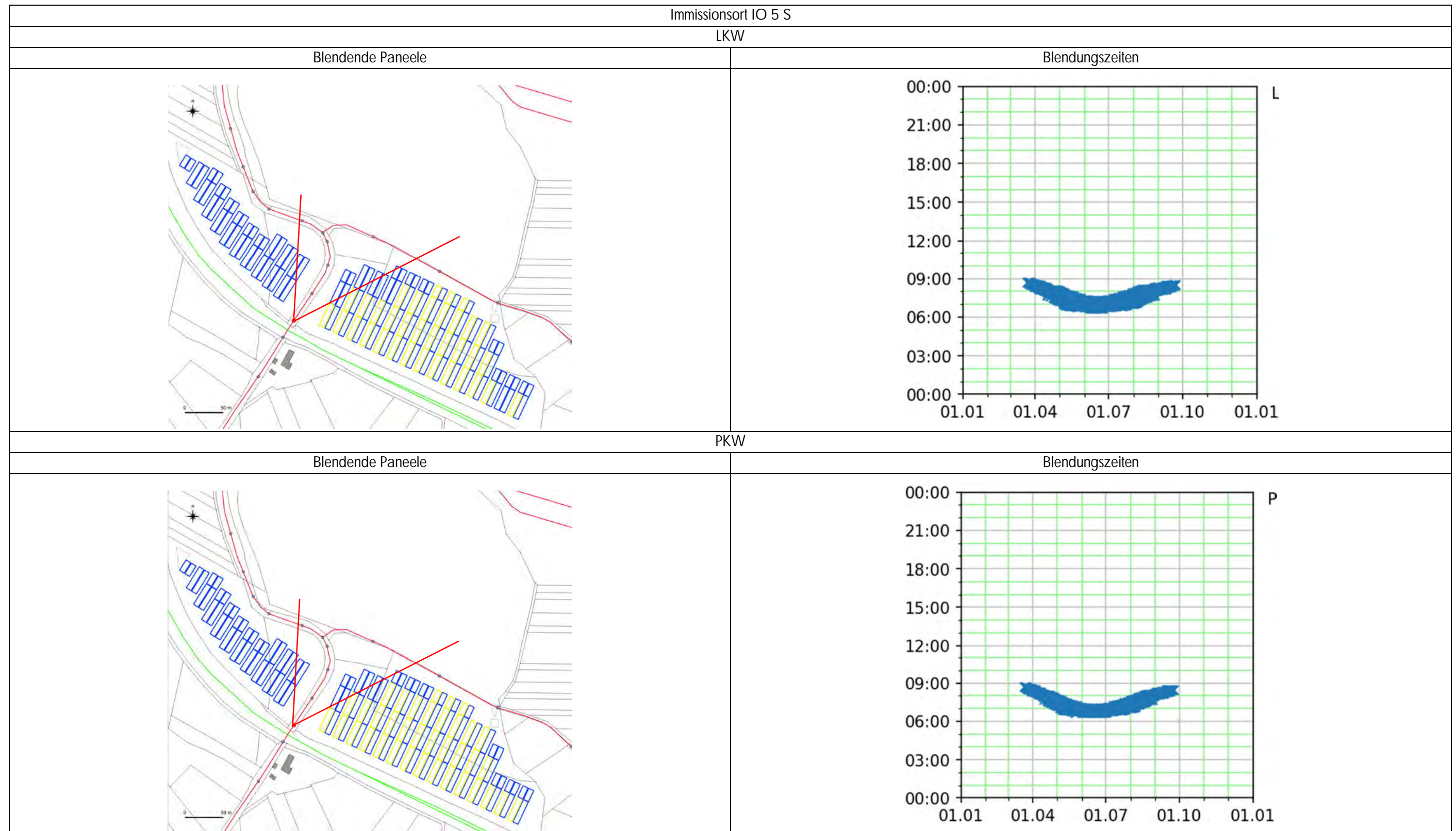
Blendungszeiten











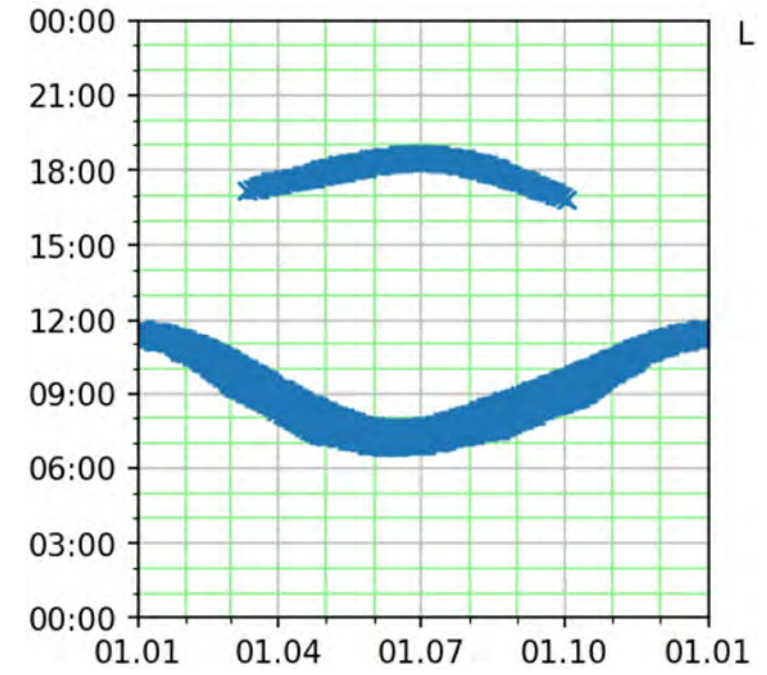
Immissionsort IO 6 S

LKW

Blendende Paneele

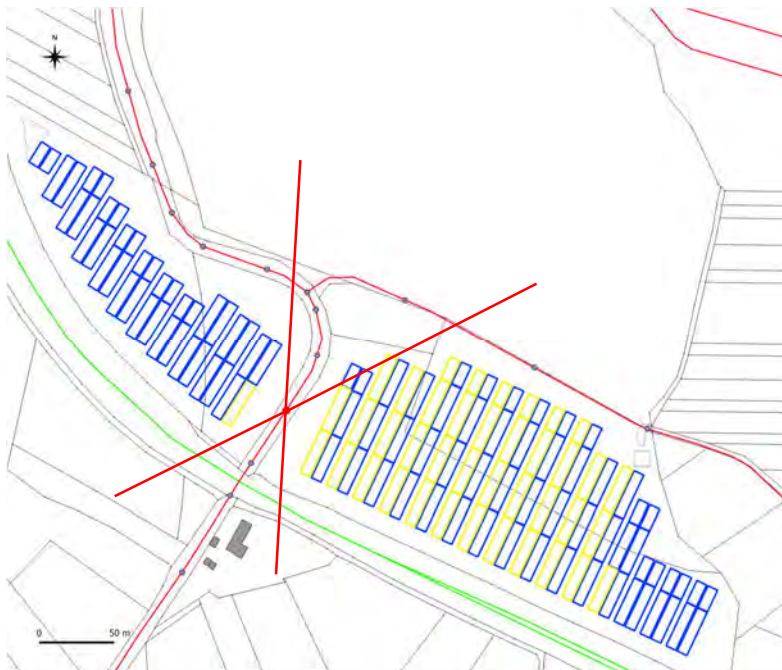


Blendungszeiten

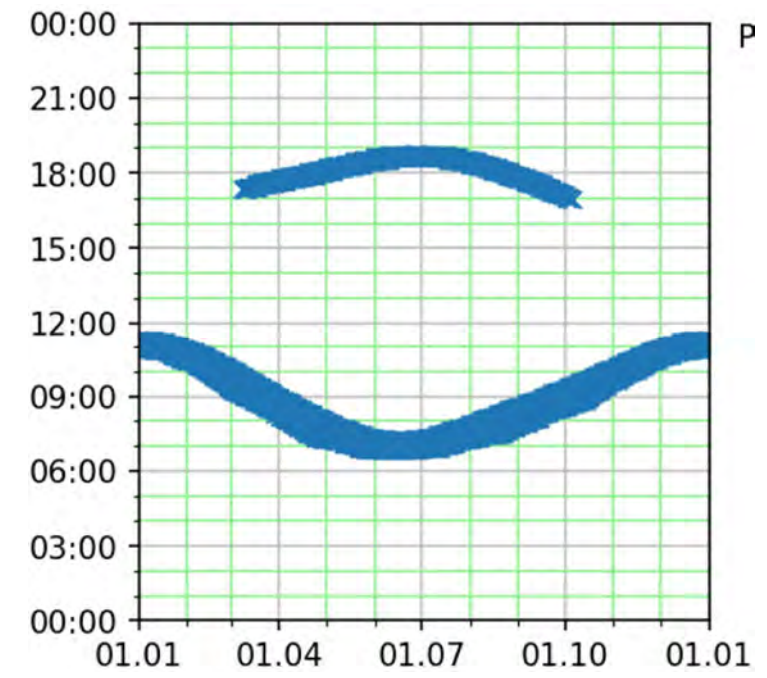


PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten



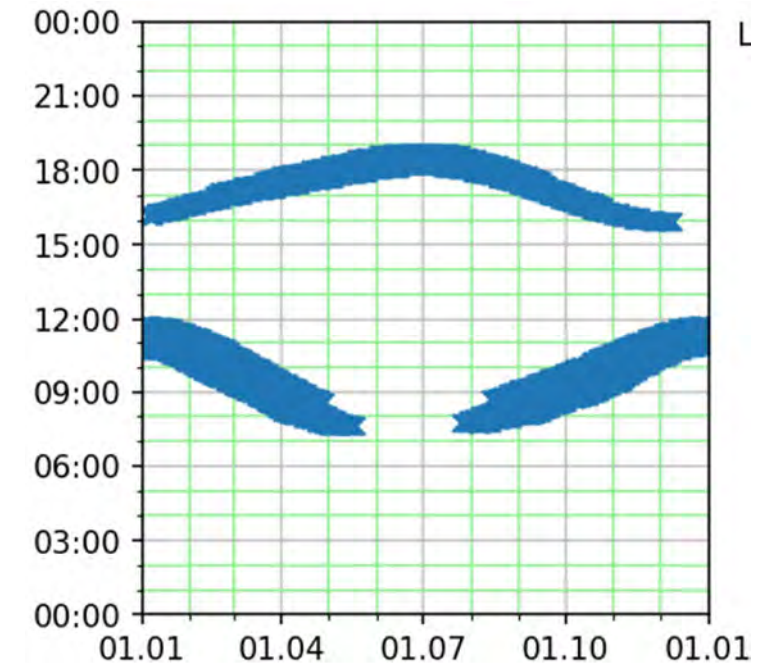
Immissionsort IO 7 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

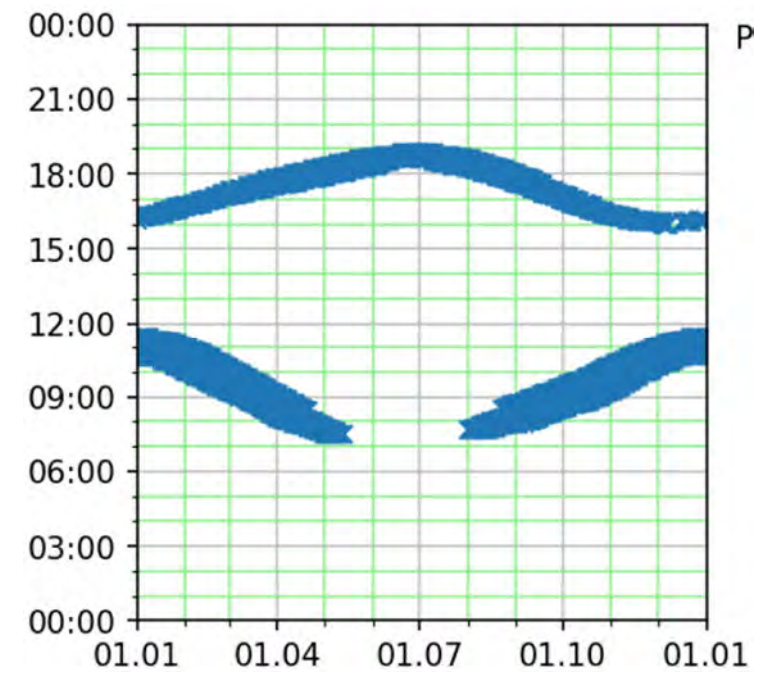


PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten



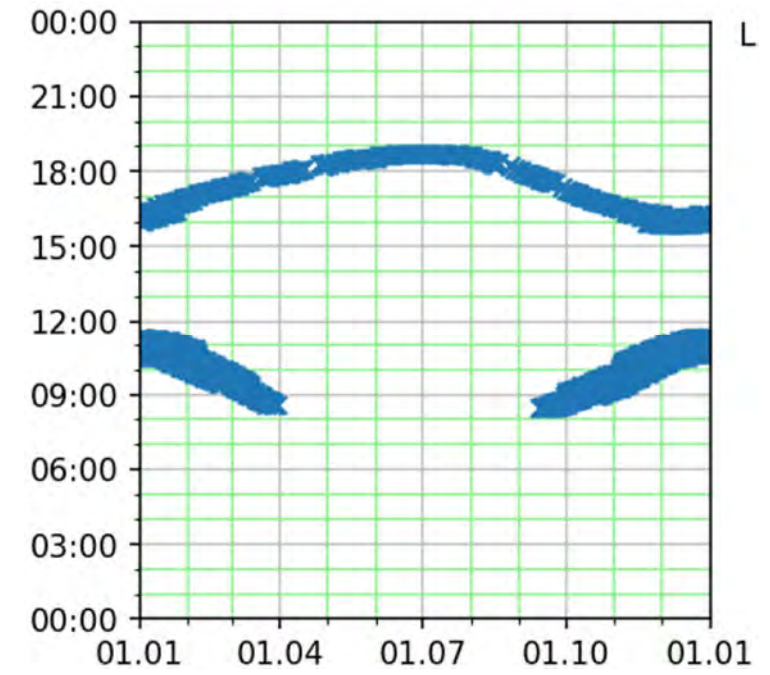
Immissionsort IO 8 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

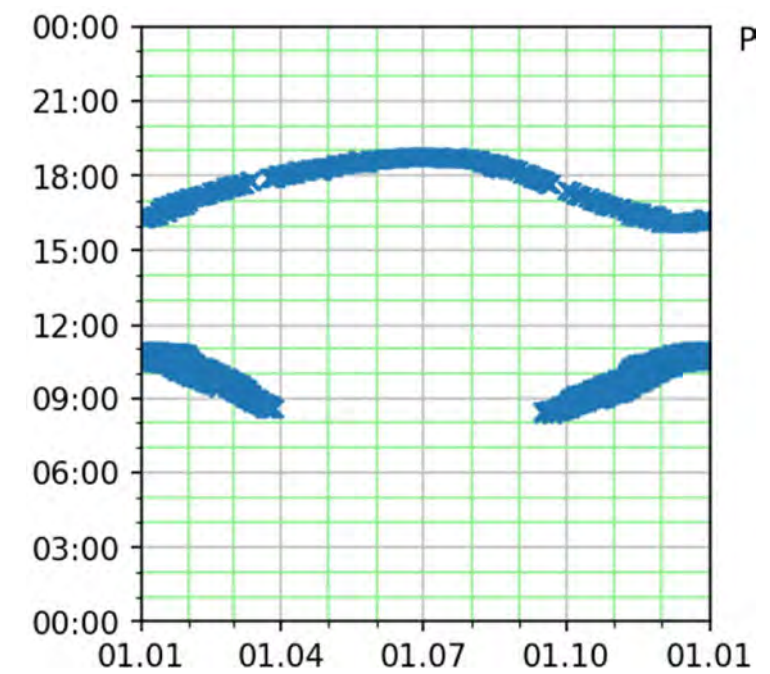


PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten



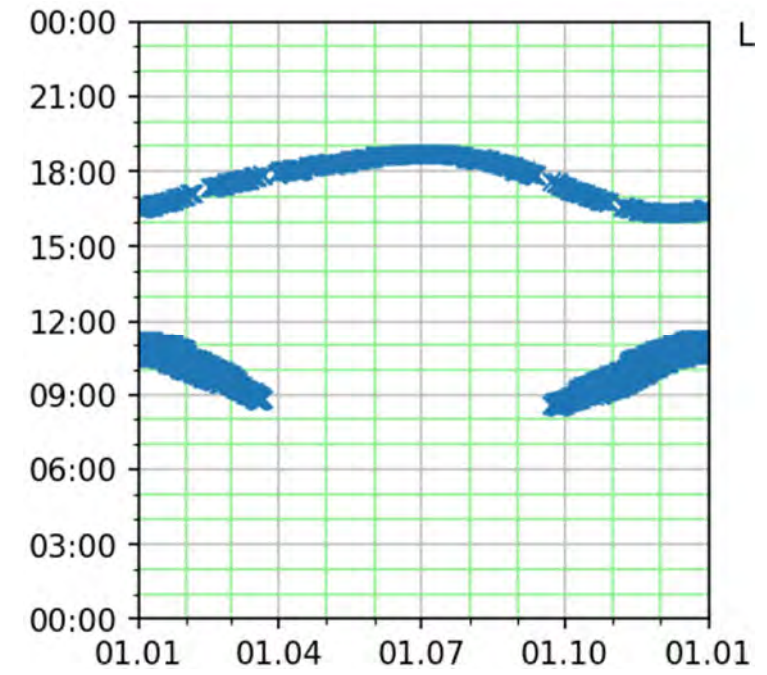
Immissionsort IO 9 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

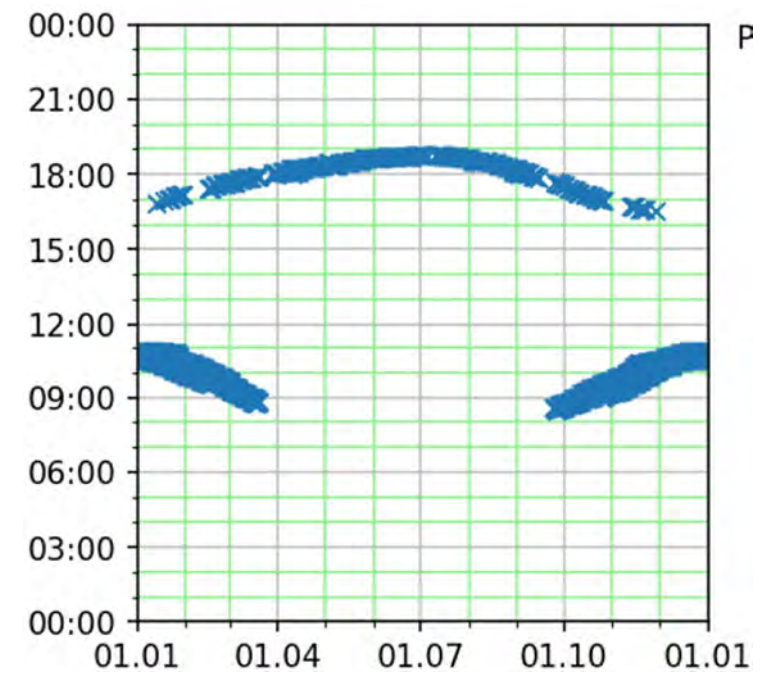


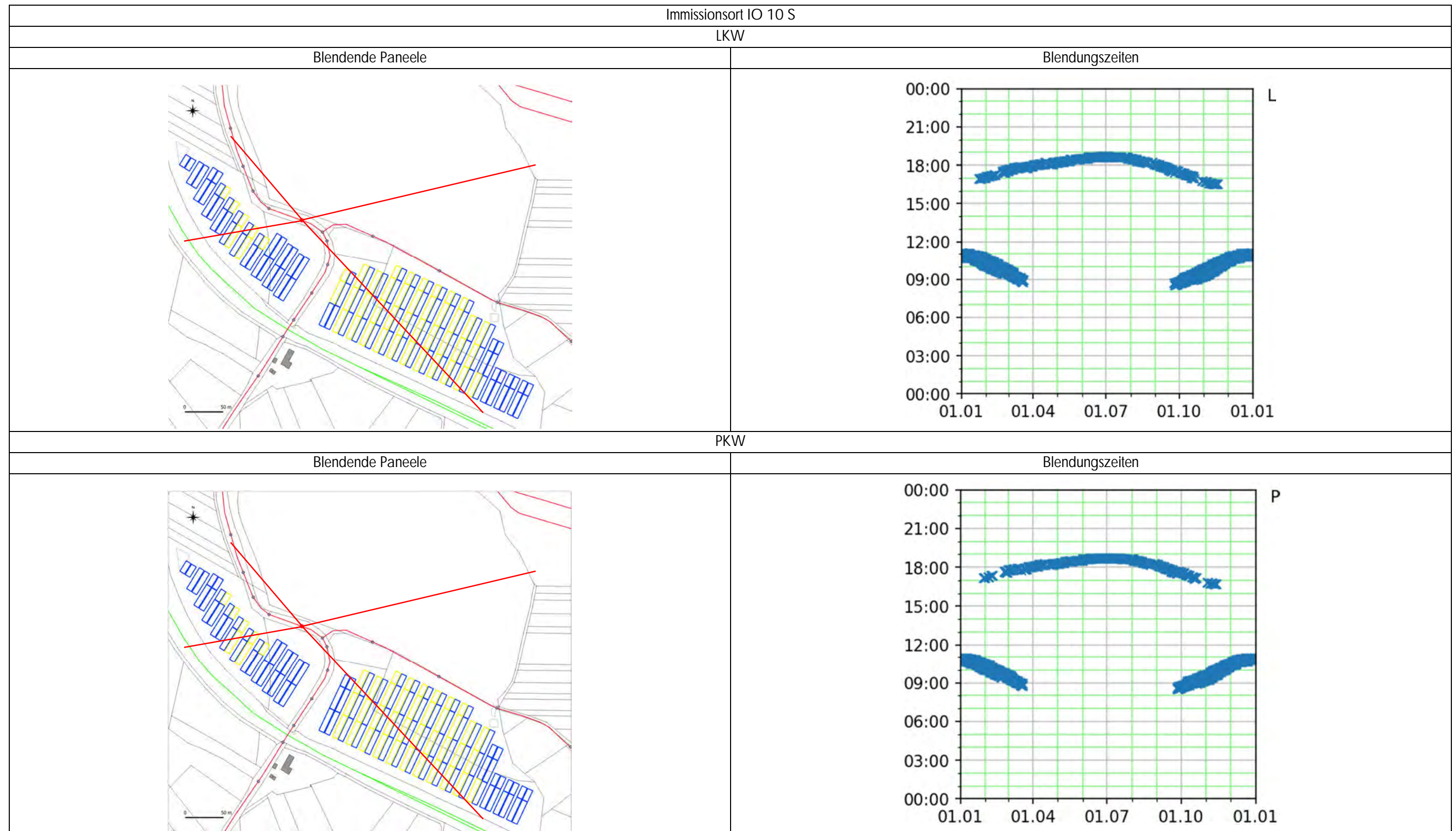
PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten





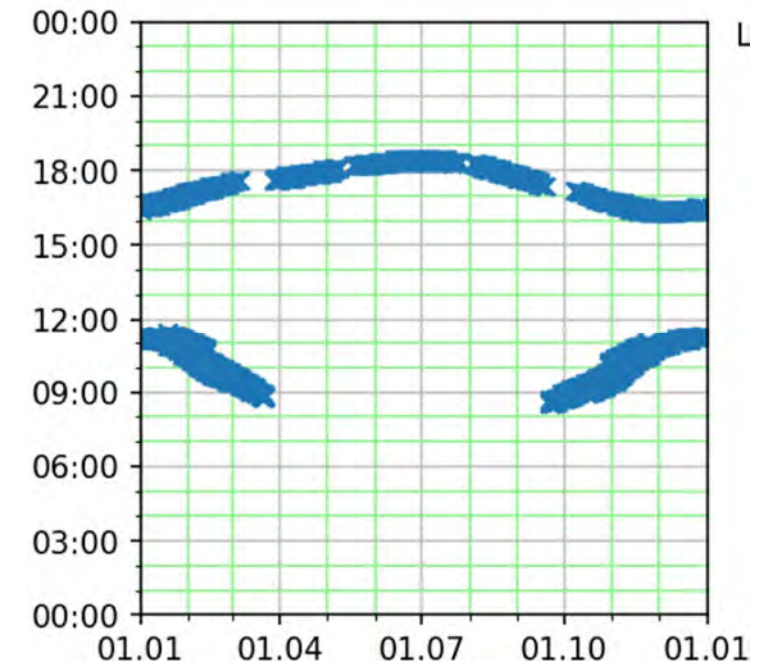
Immissionsort IO 11 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

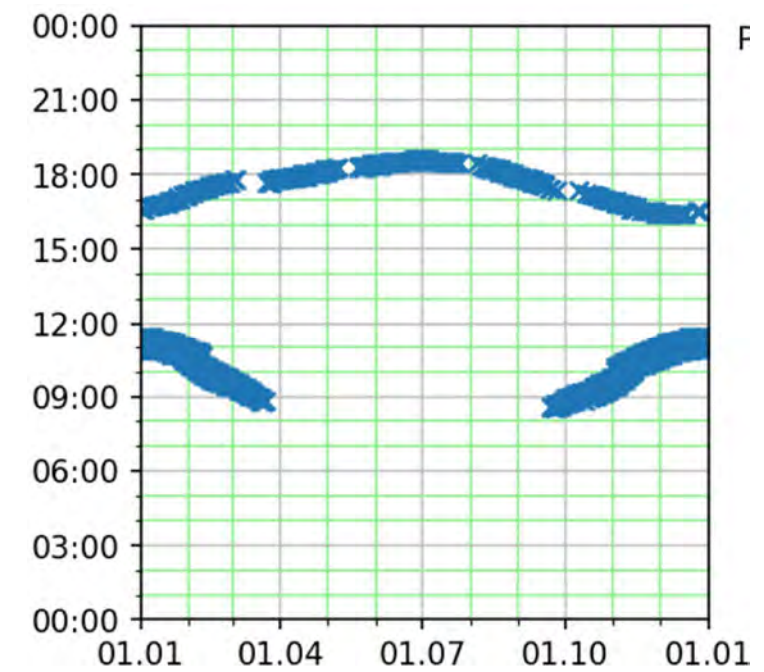


PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten



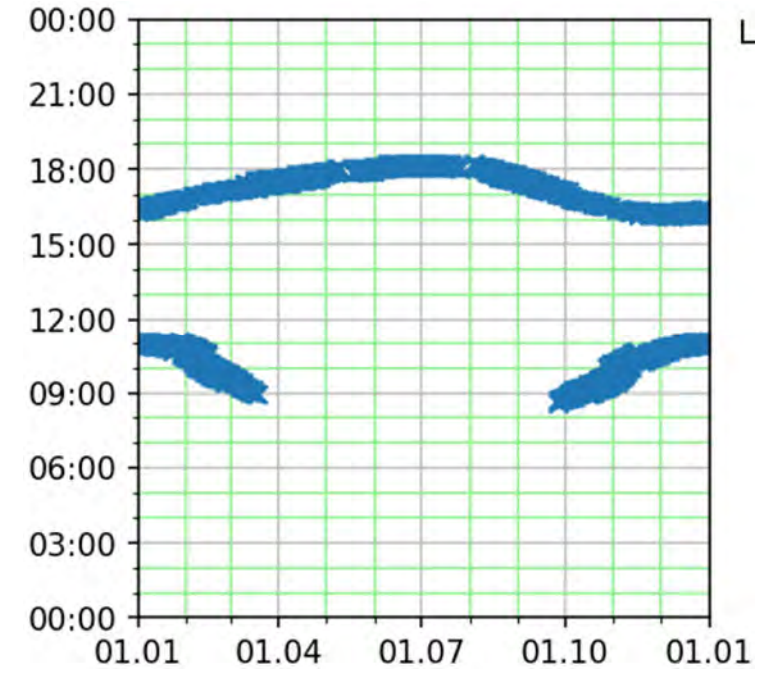
Immissionsort IO 12 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

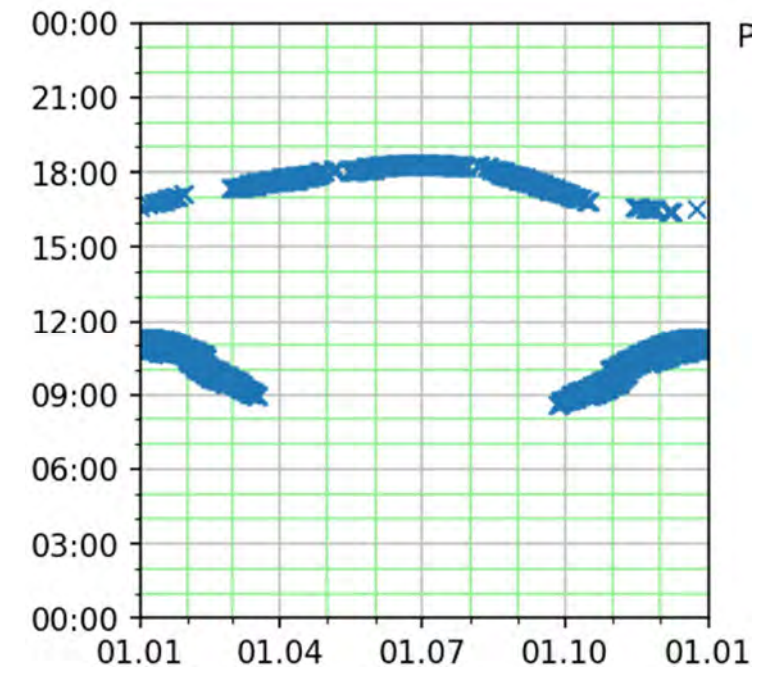


PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten



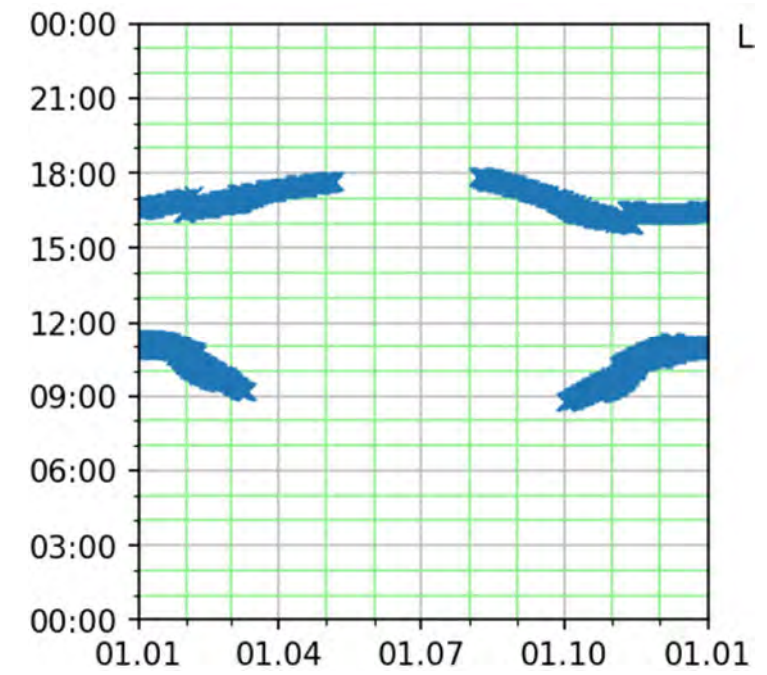
Immissionsort IO 13 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

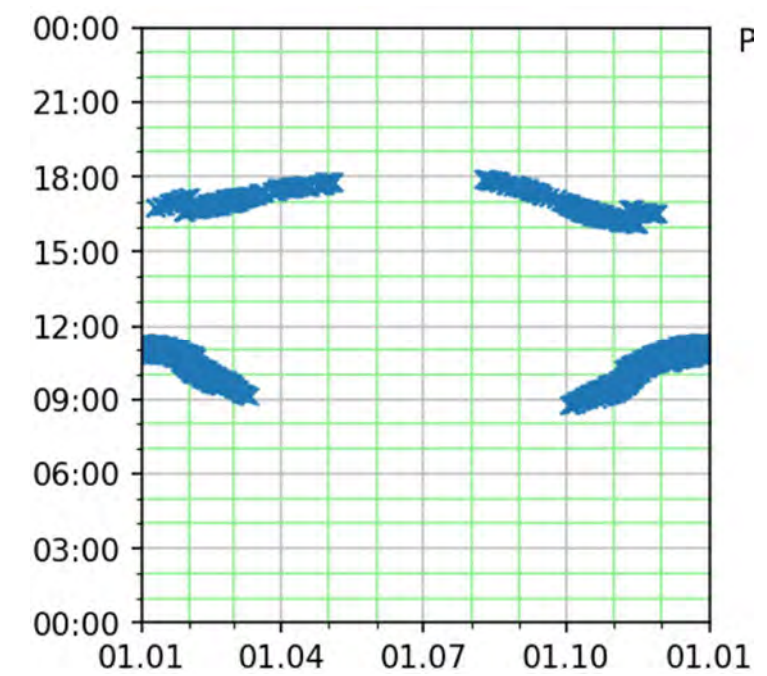


PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten



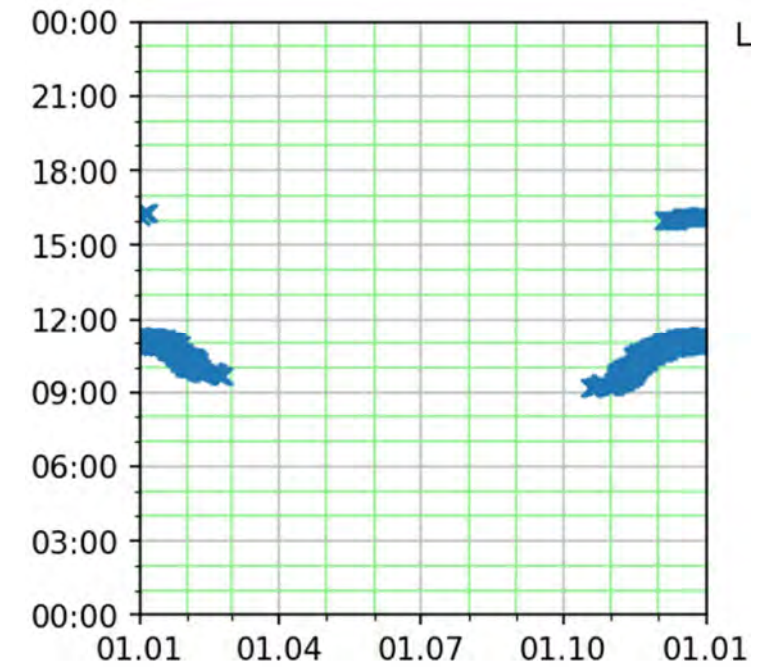
Immissionsort IO 14 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

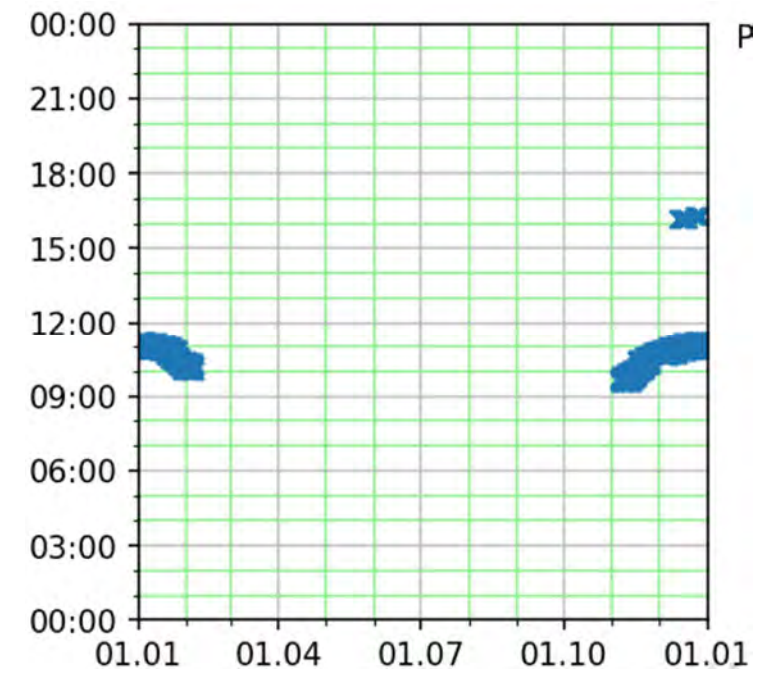


PKW

Blendende Paneele



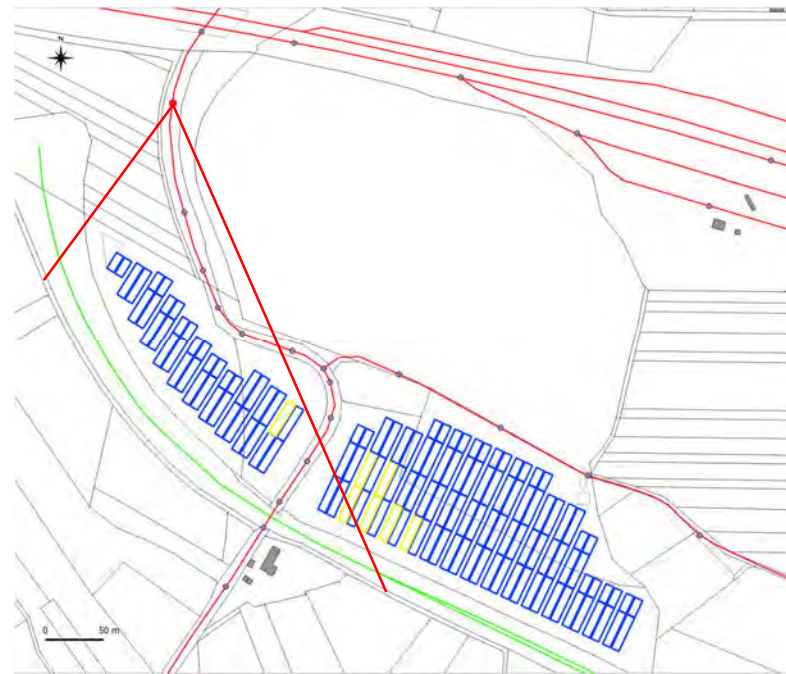
Blendungszeiten



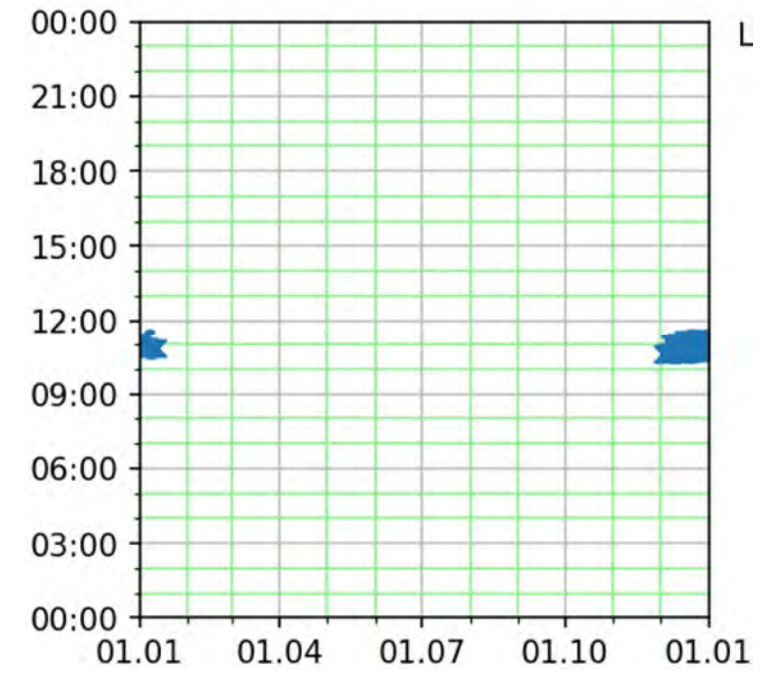
Immissionsort IO 15 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

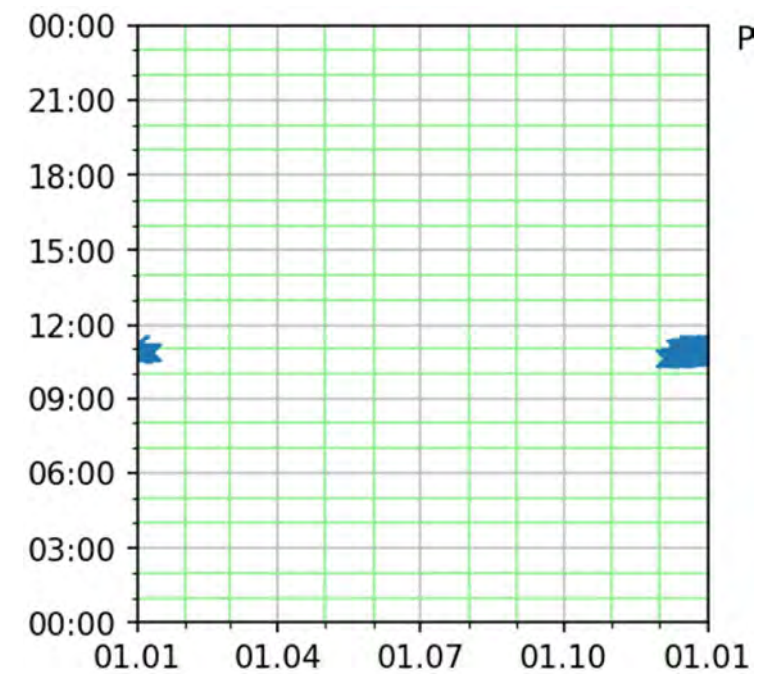


PKW

Blendende Paneele



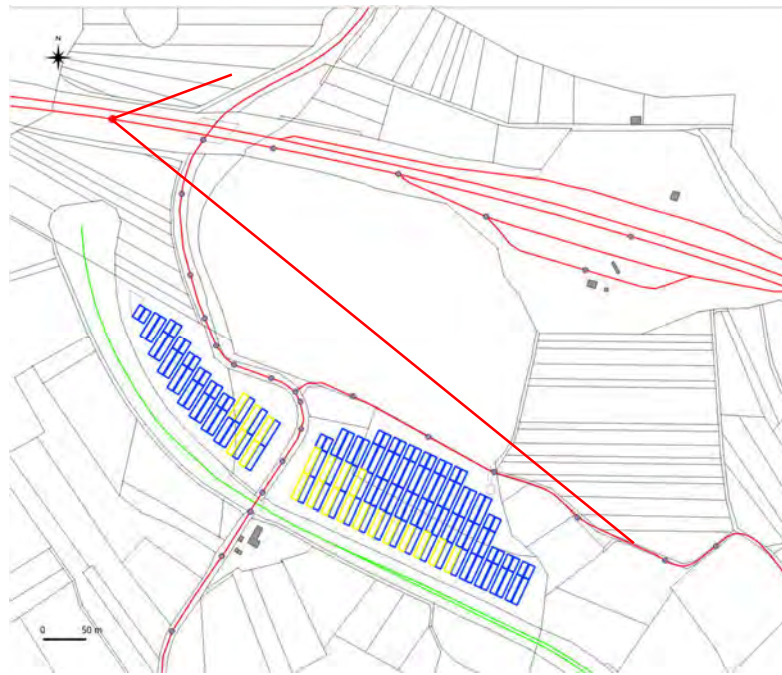
Blendungszeiten



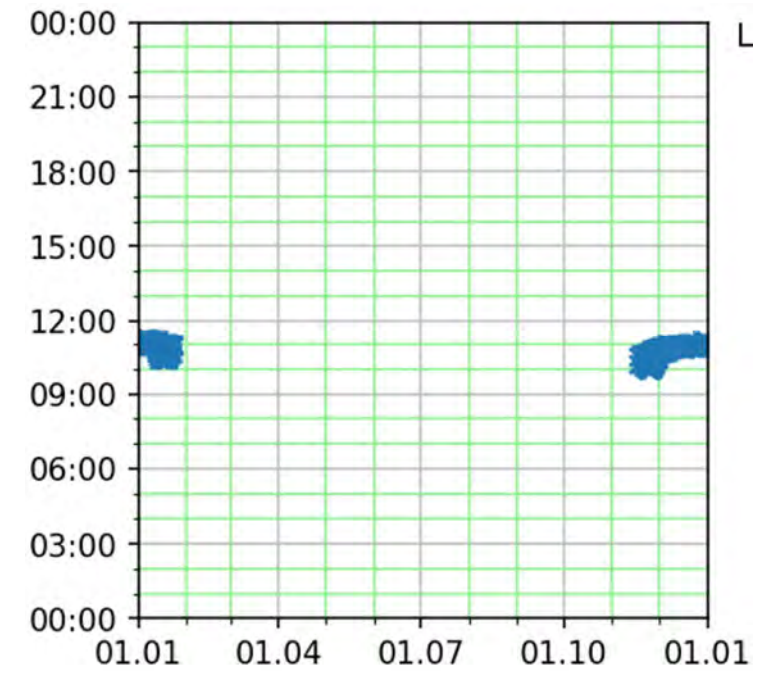
Immissionsort IO 18 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

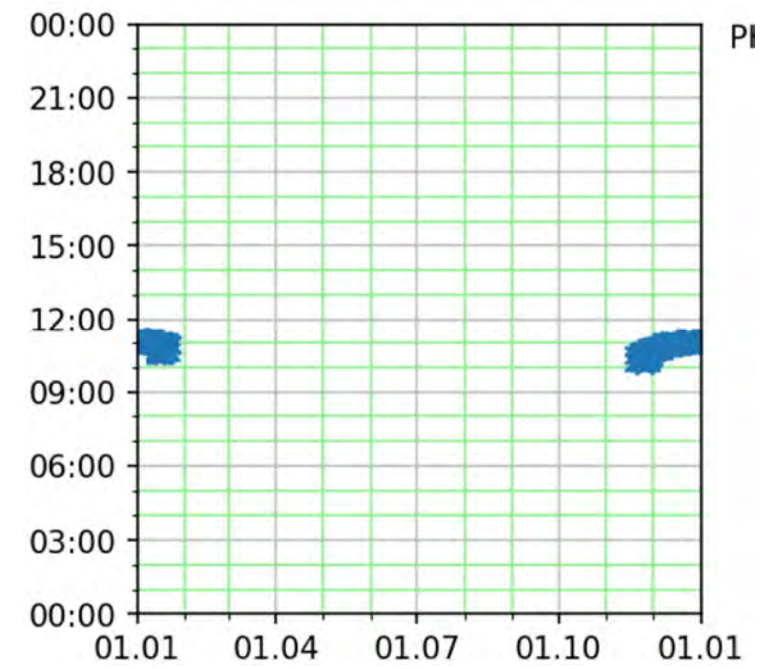


PKW

Blendende Paneele



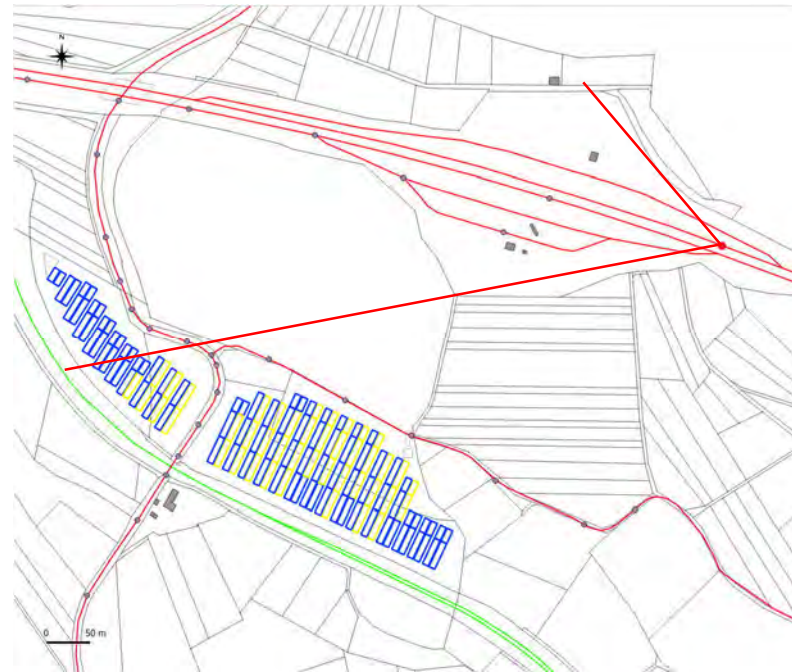
Blendungszeiten



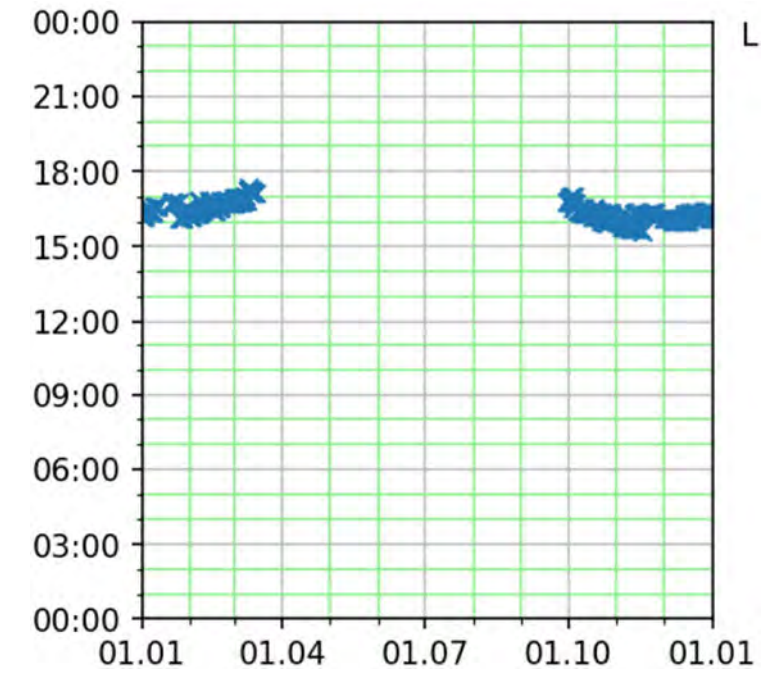
Immissionsort IO 24 S

LKW

Blendende Paneele

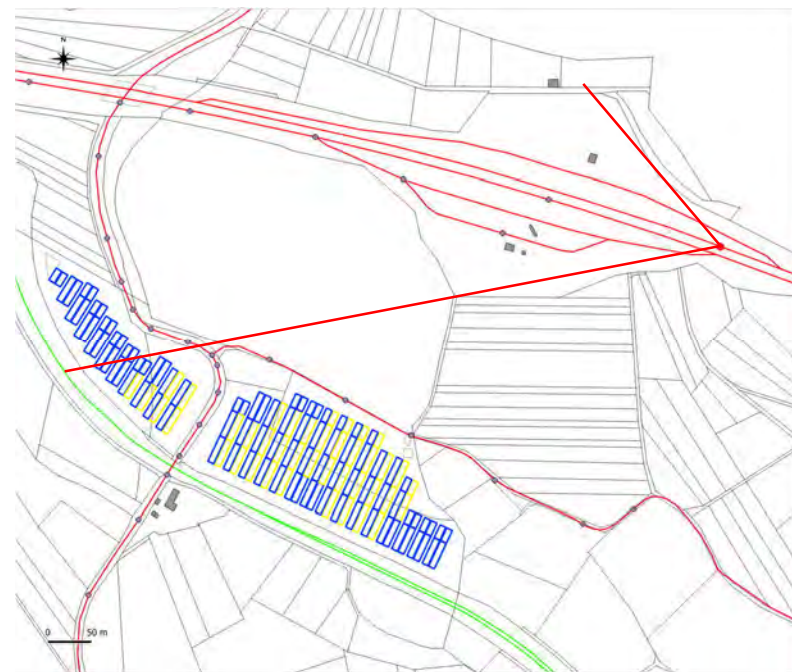


Blendungszeiten

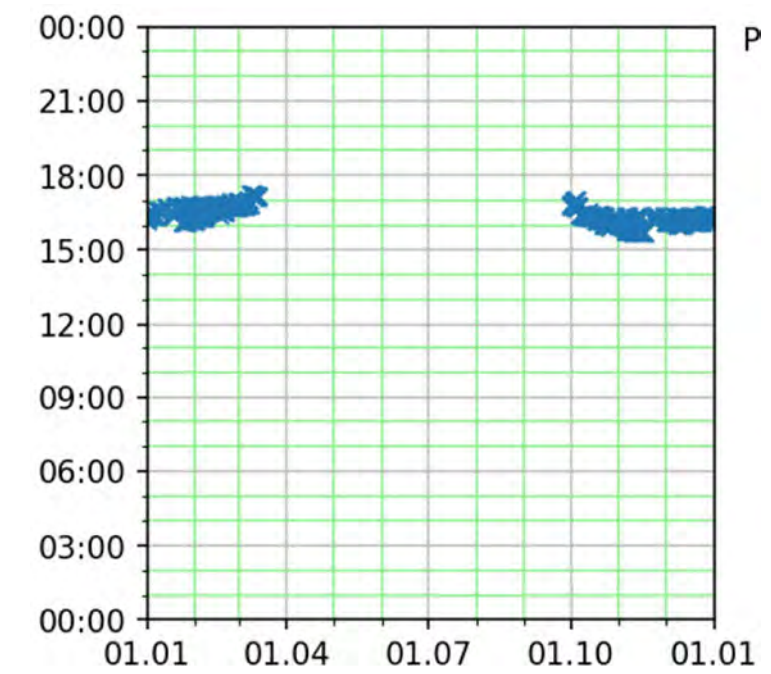


PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten



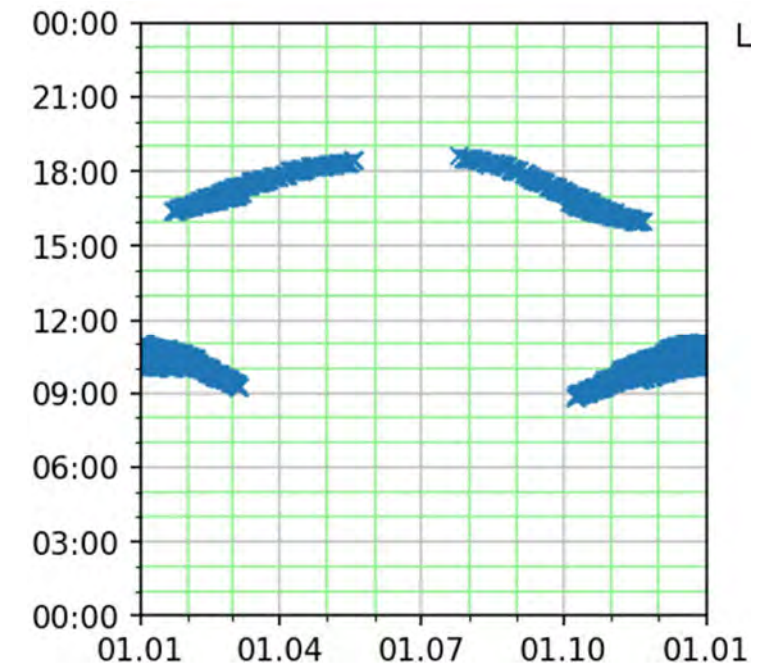
Immissionsort IO 28 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

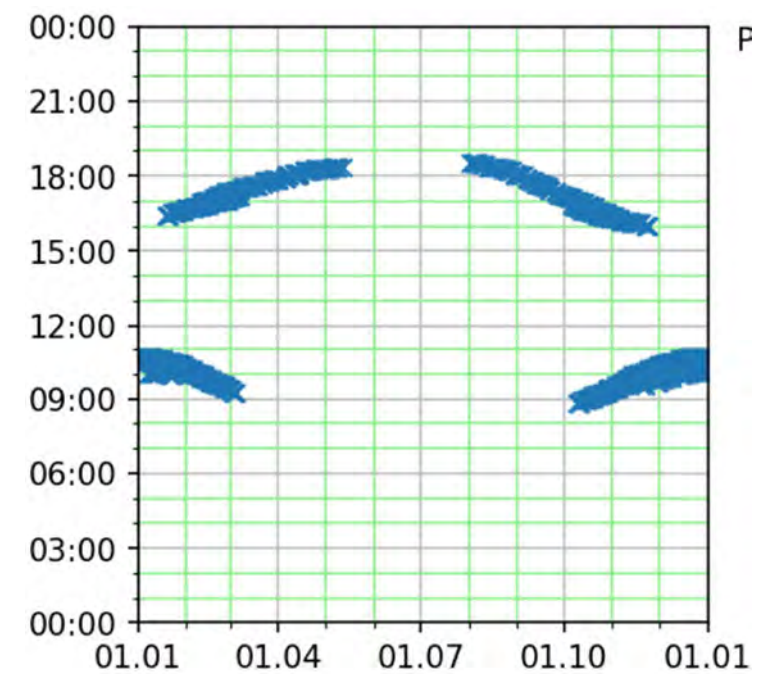


PKW

Blendende Paneele



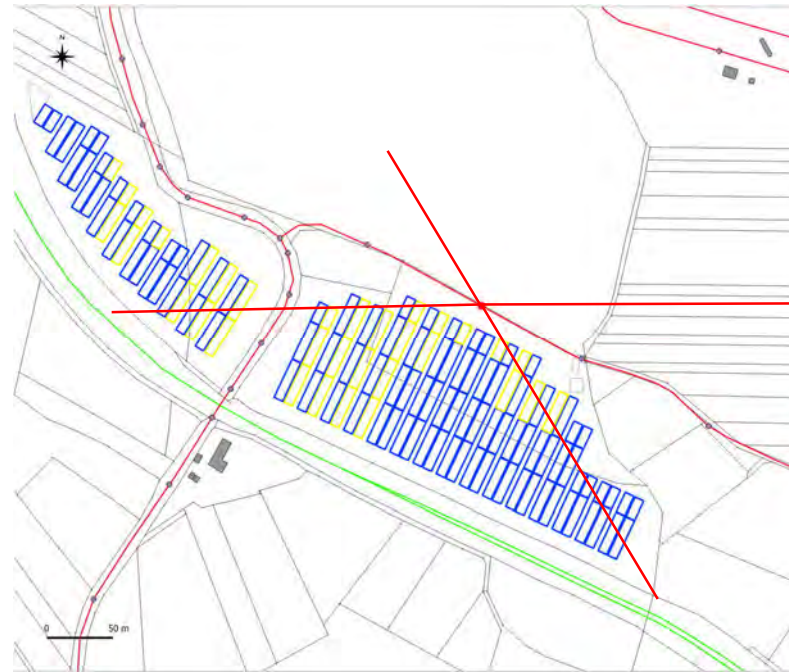
Blendungszeiten



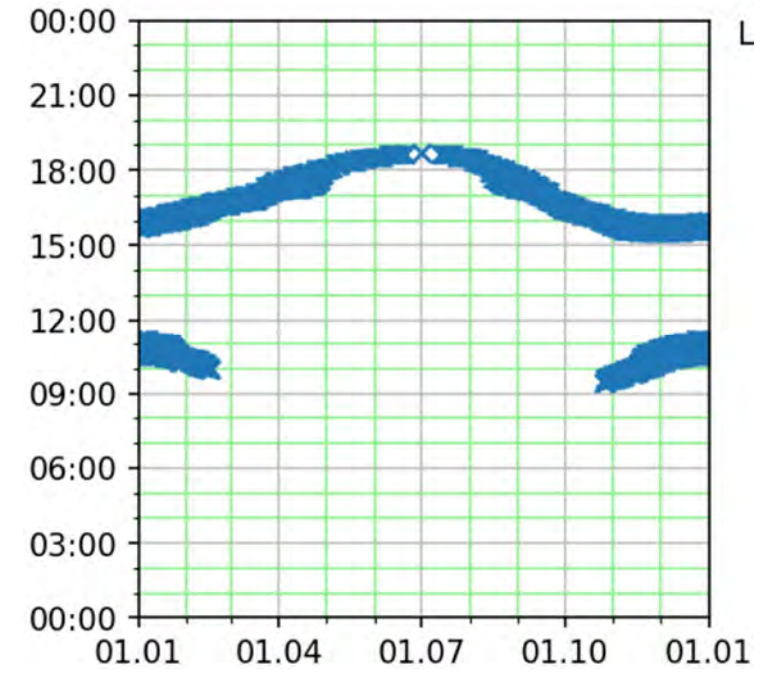
Immissionsort IO 29 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

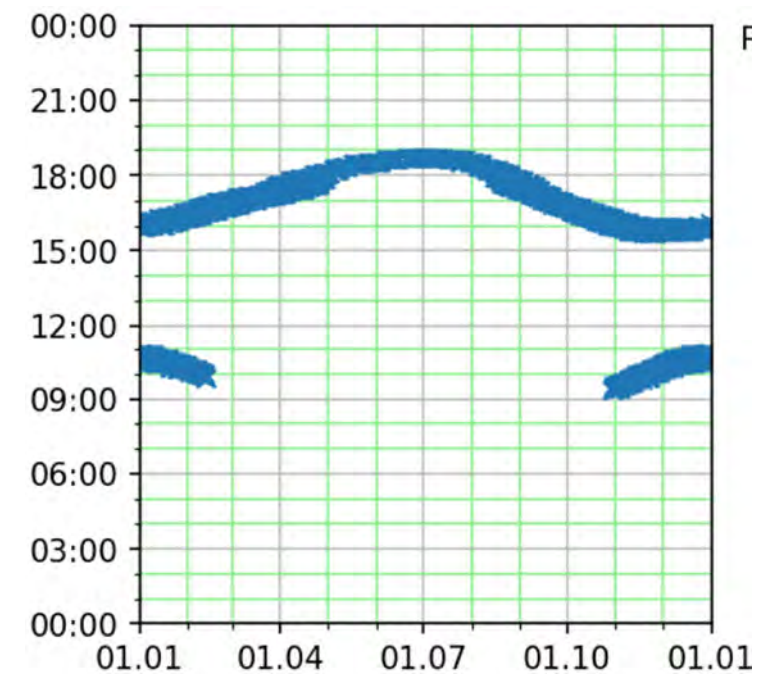


PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten



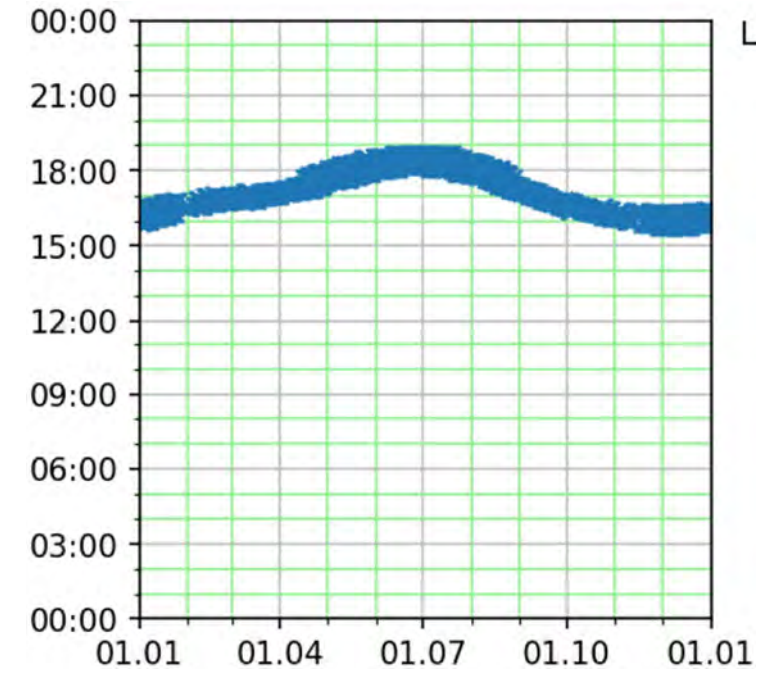
Immissionsort IO 30 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

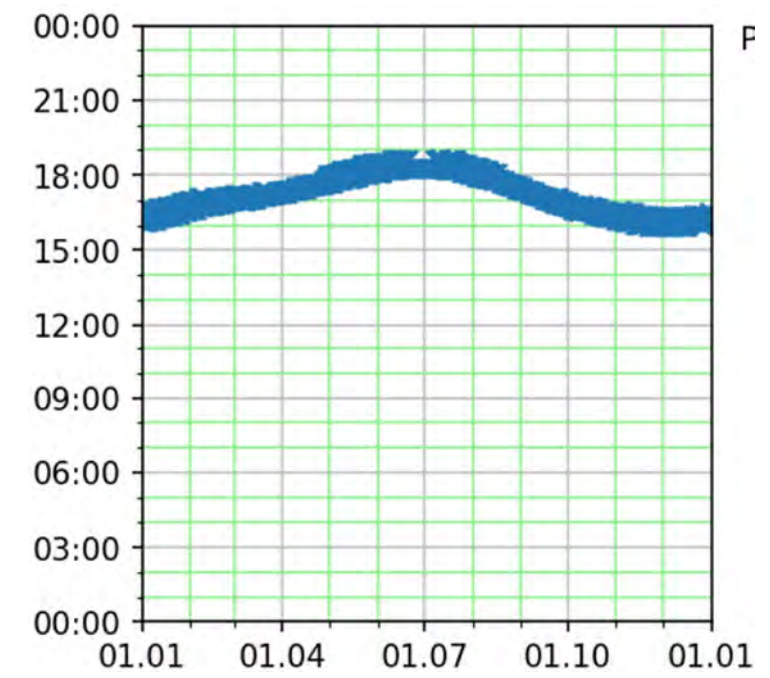


PKW

Blendende Paneele



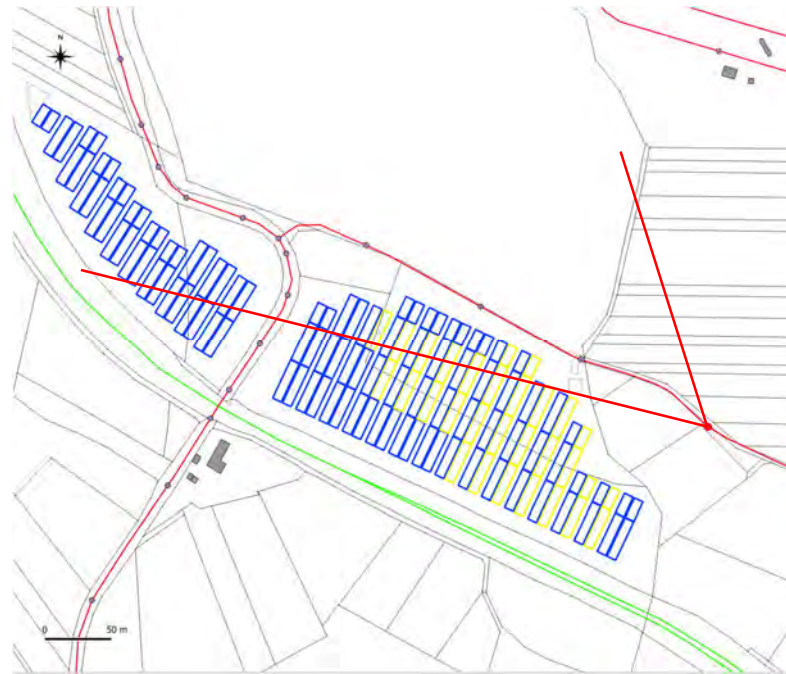
Blendungszeiten



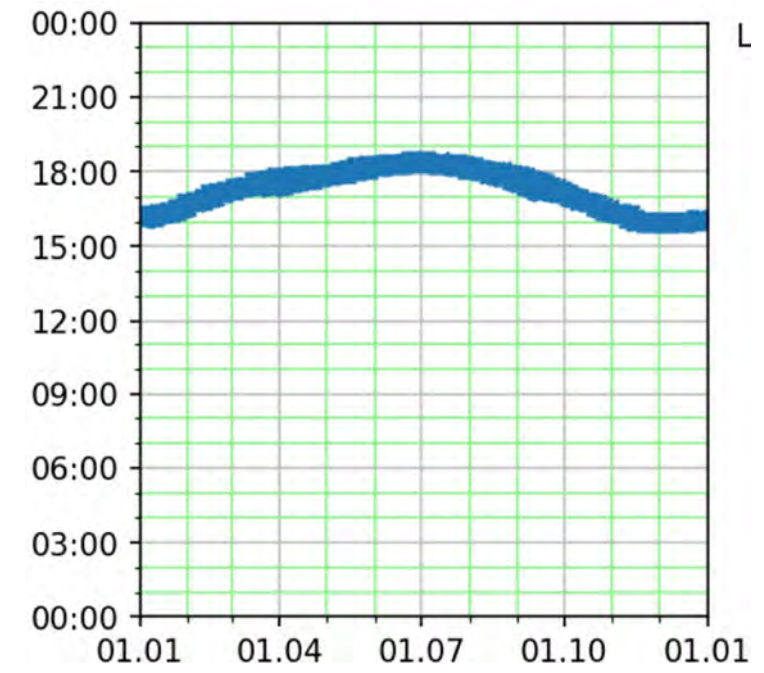
Immissionsort IO 31 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

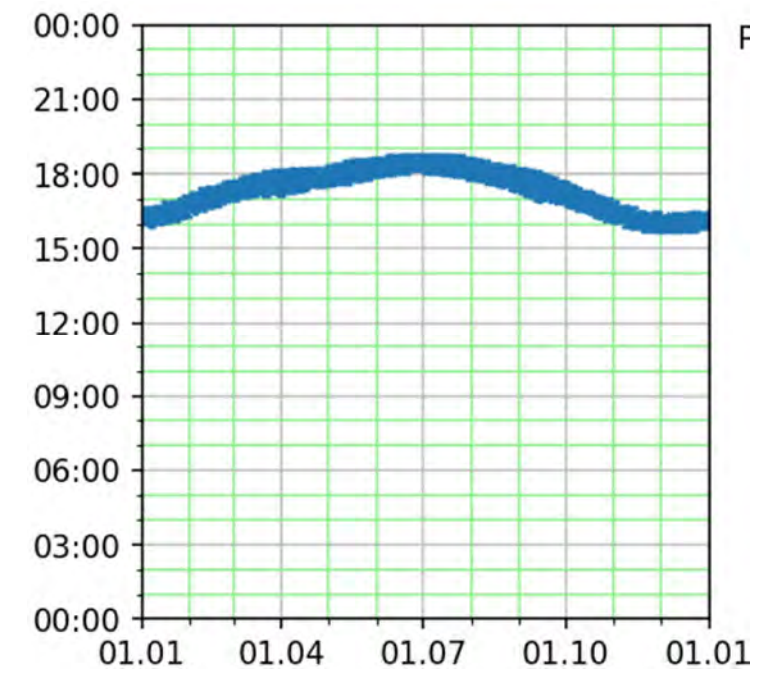


PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten



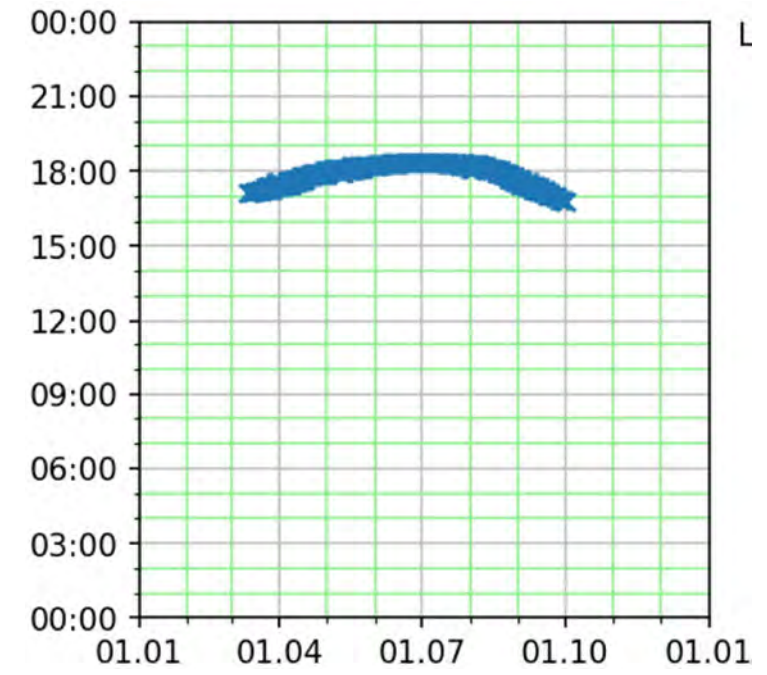
Immissionsort IO 32 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

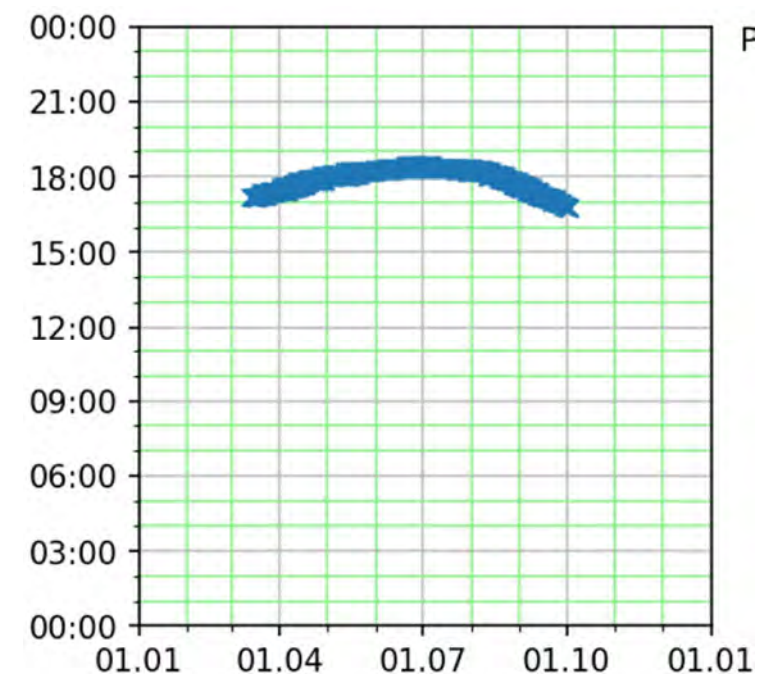


PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten



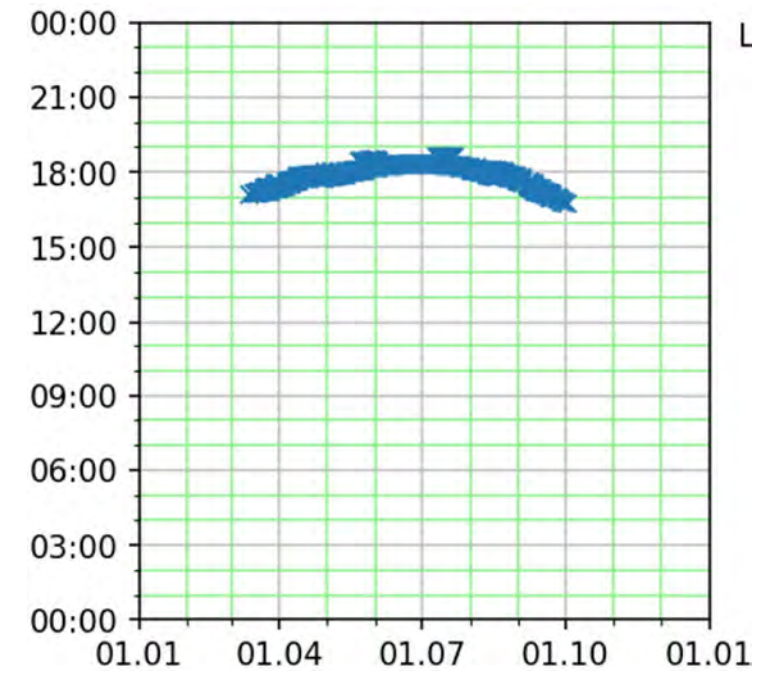
Immissionsort IO 33 S

LKW

Blendende Paneele

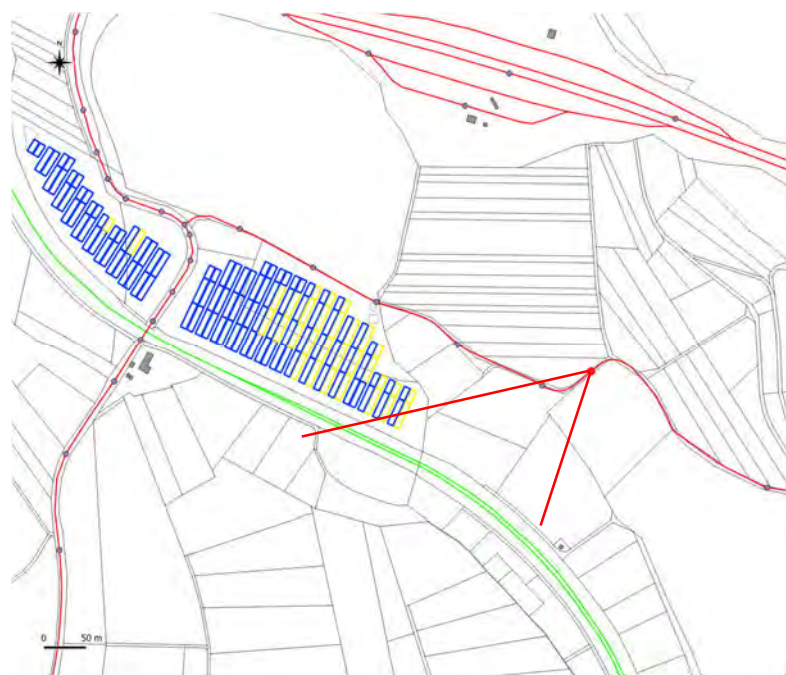


Blendungszeiten

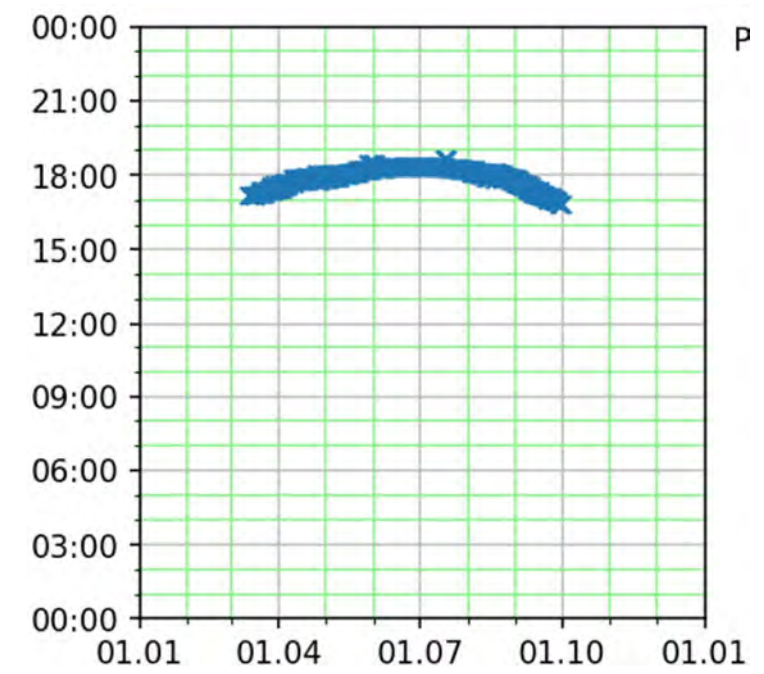


PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten



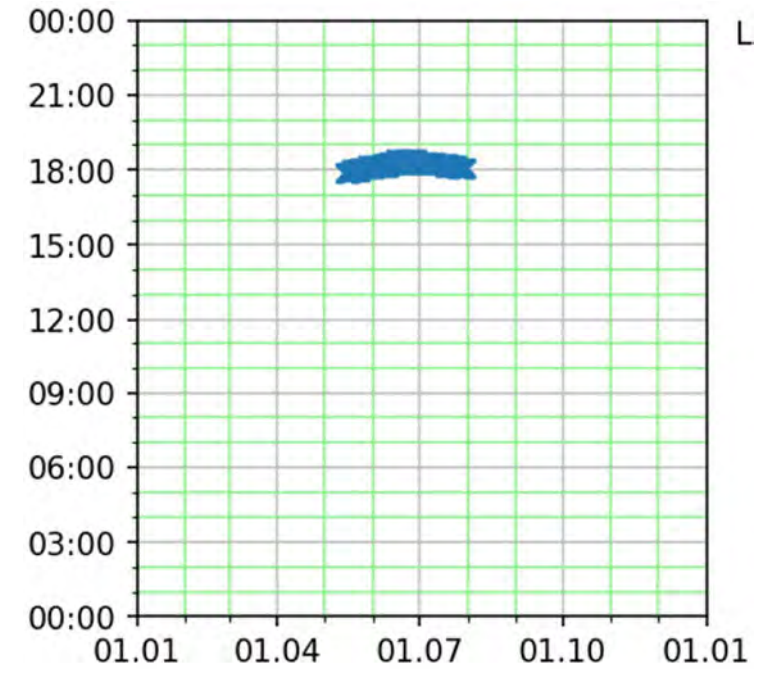
Immissionsort IO 34 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

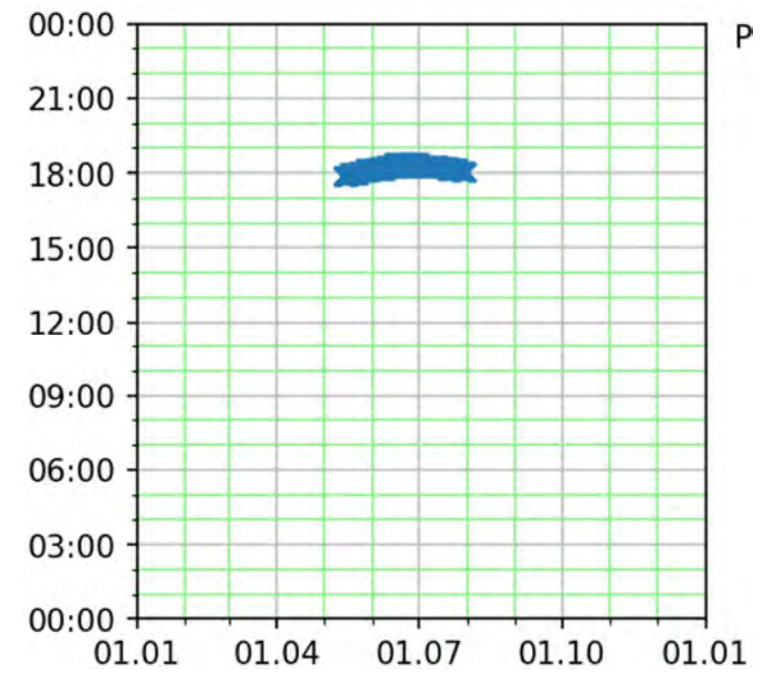


PKW

Blendende Paneele



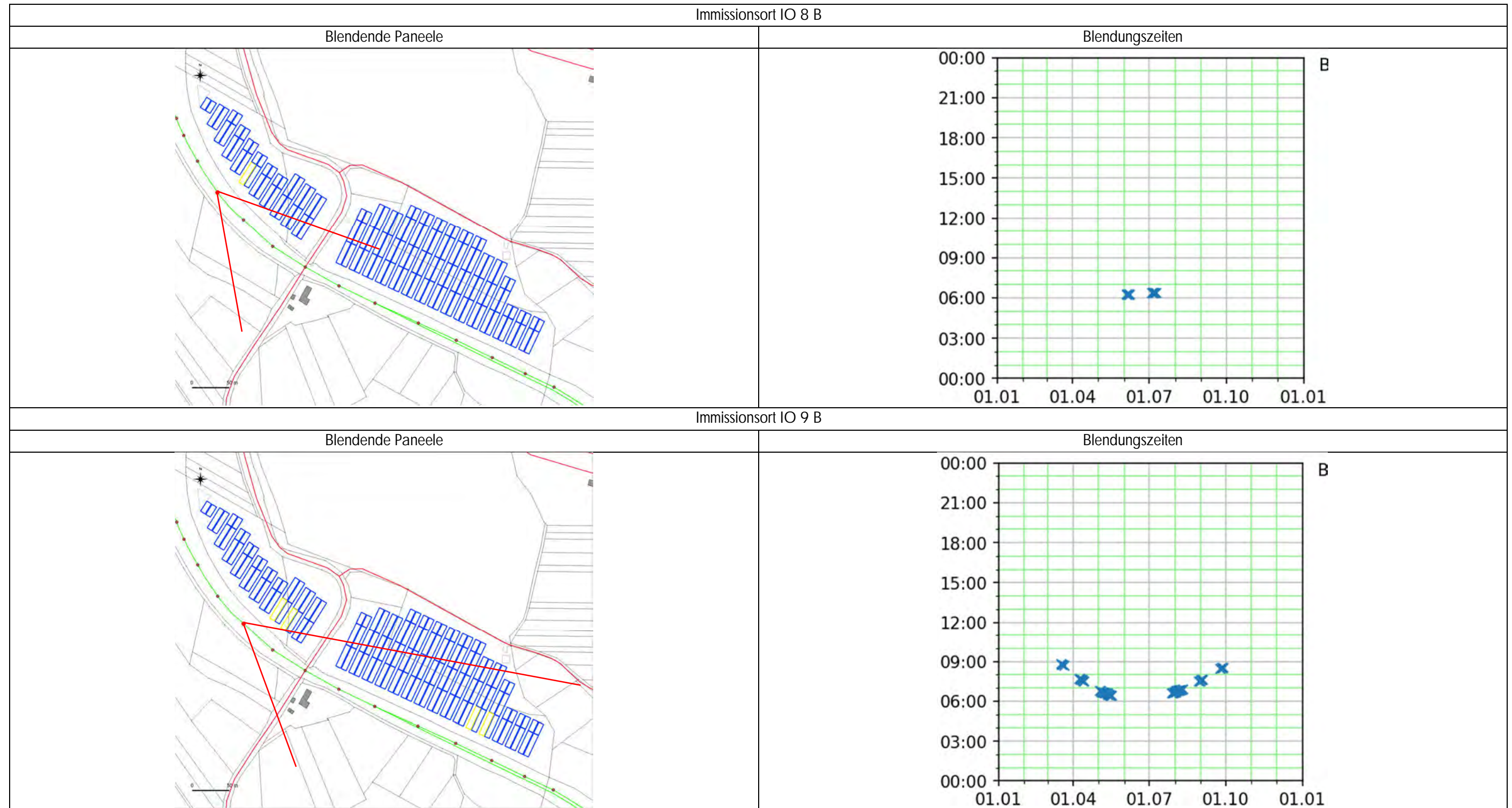
Blendungszeiten

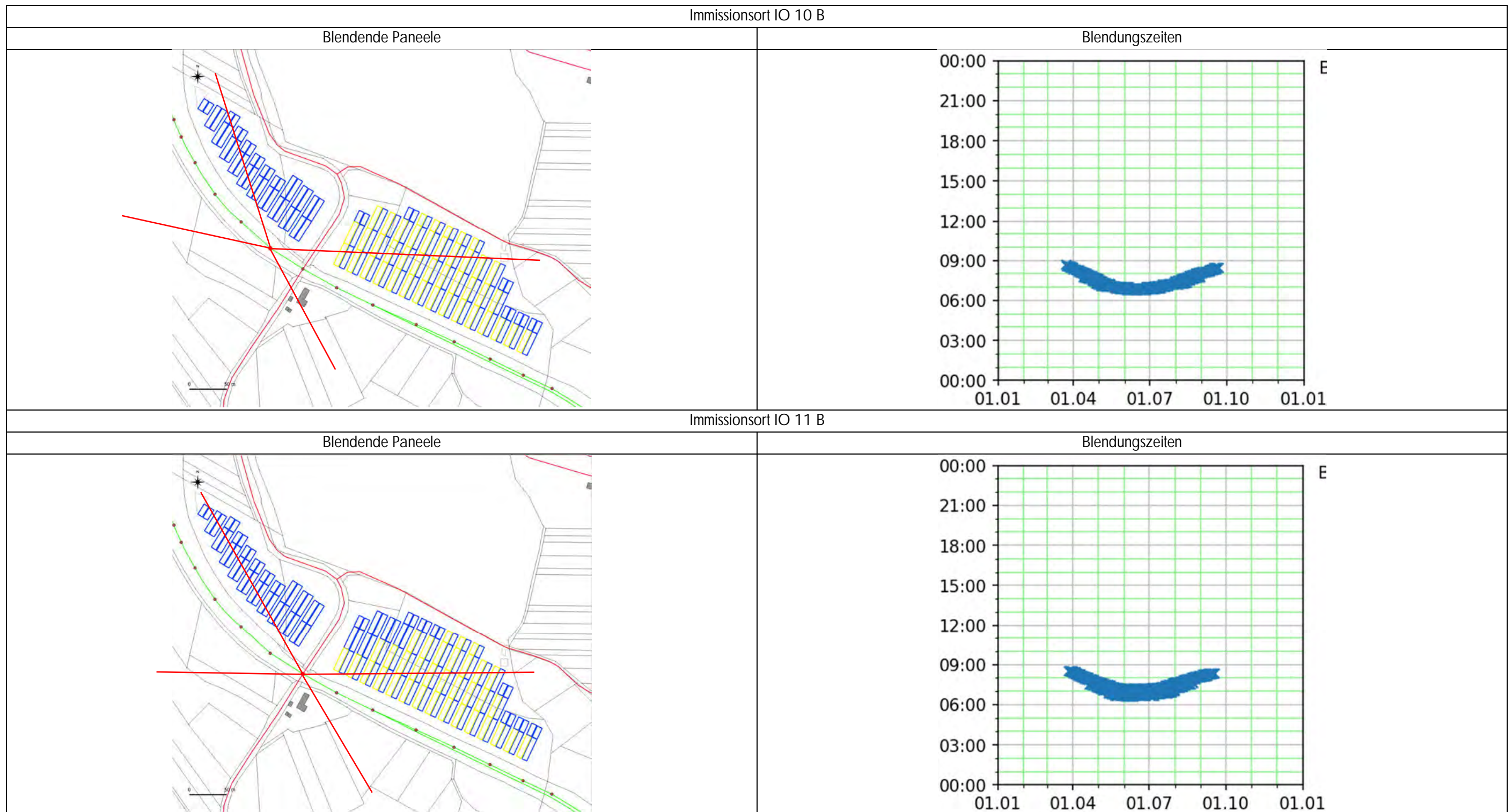


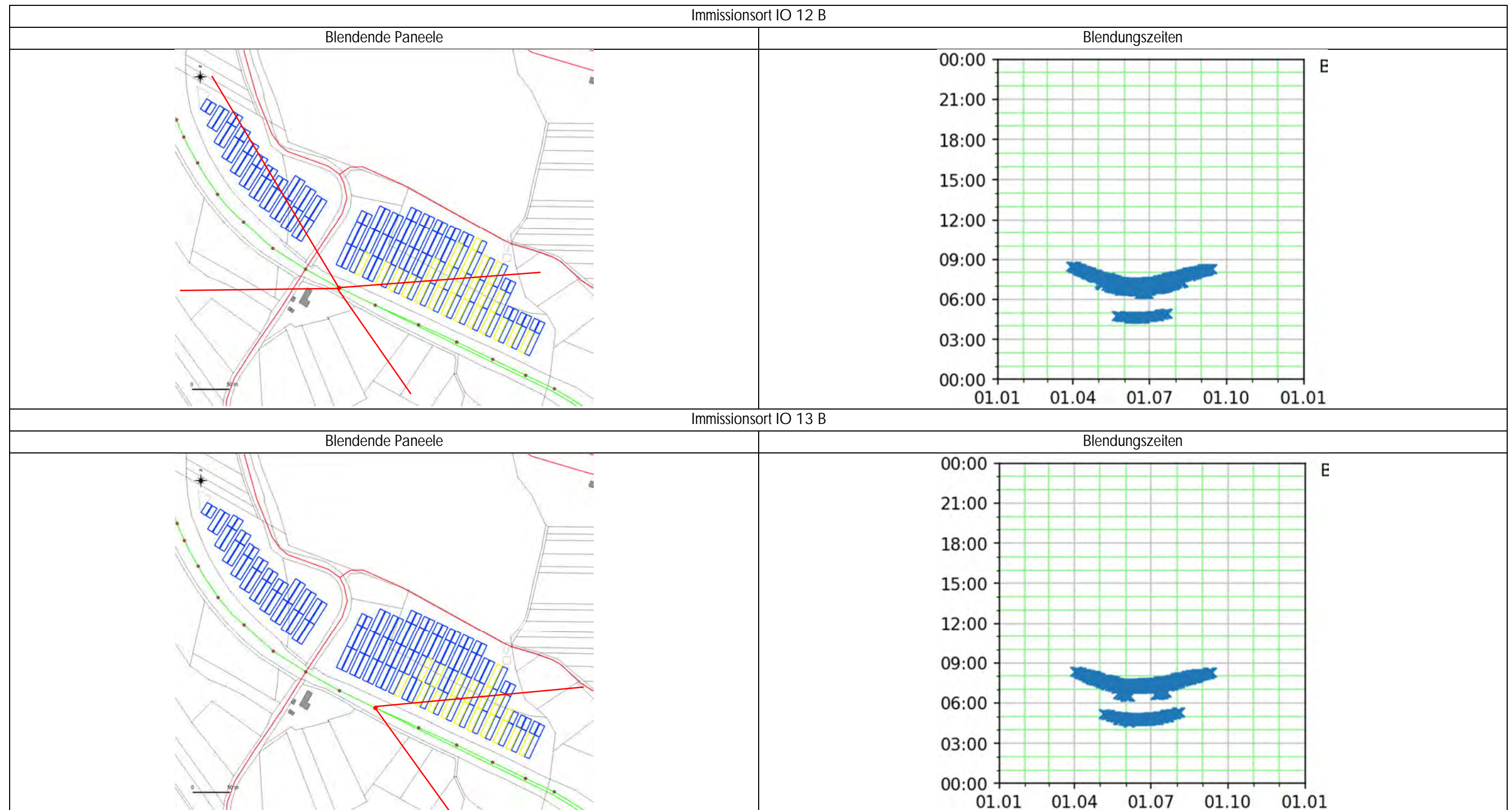
Anlage 4: Blendungen im Bahnbereich

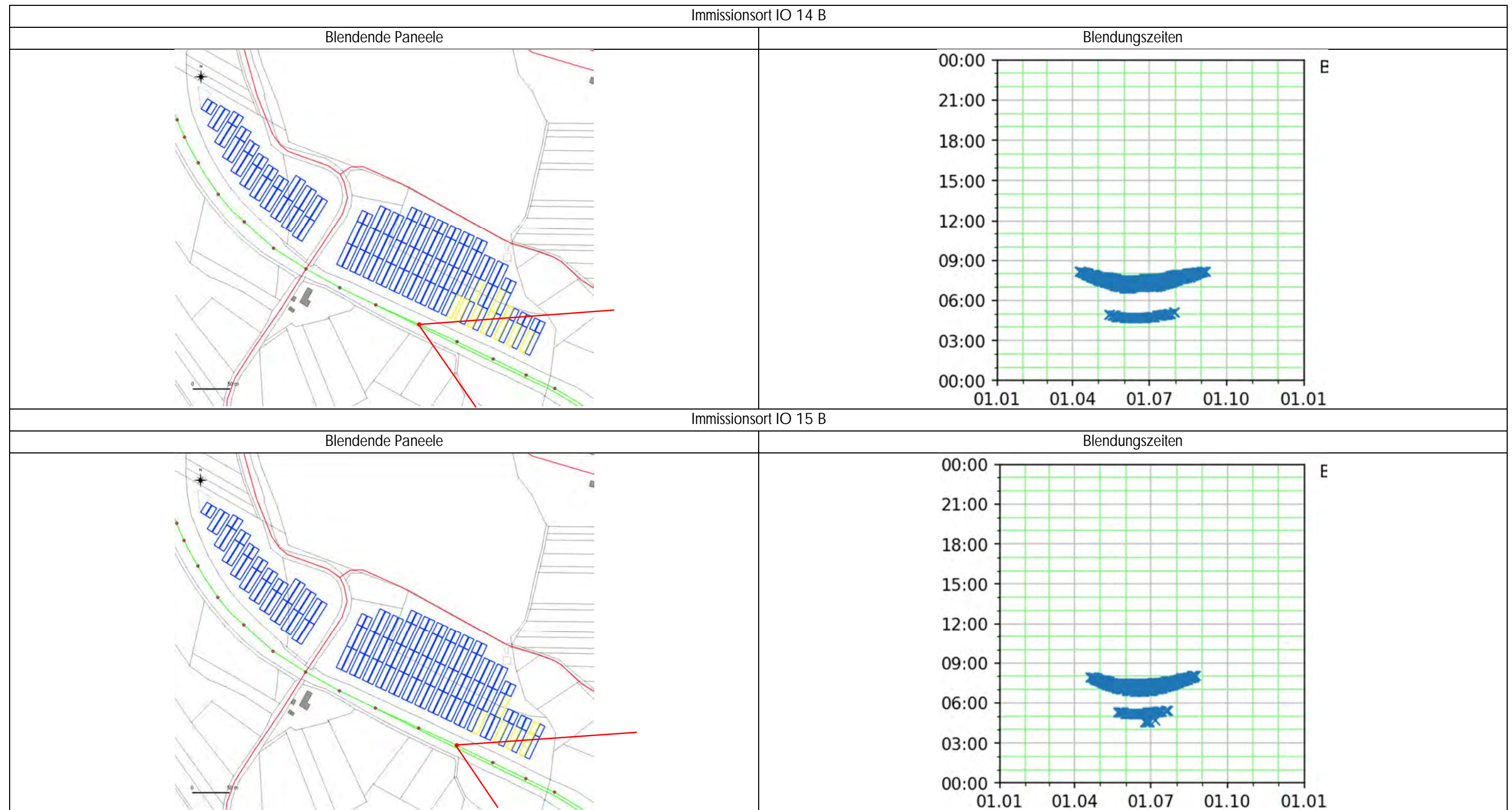
In den nachfolgenden Abbildungen sind die am Immissionsort zu Blendungen führenden Paneele gelb dargestellt. Die roten Linien symbolisieren den fovealen Sichtbereich des Zugführers. Der jeweilige Immissionsort ist als roter Punkt dargestellt. Zusätzlich sind die Zeiten dargestellt, zu denen die Blendungen auftreten. Die Blendungszeiten sind in Winterzeit angegeben.

An den Immissionsorten IO 1 B und IO 7 B treten keinen Blendungen auf.







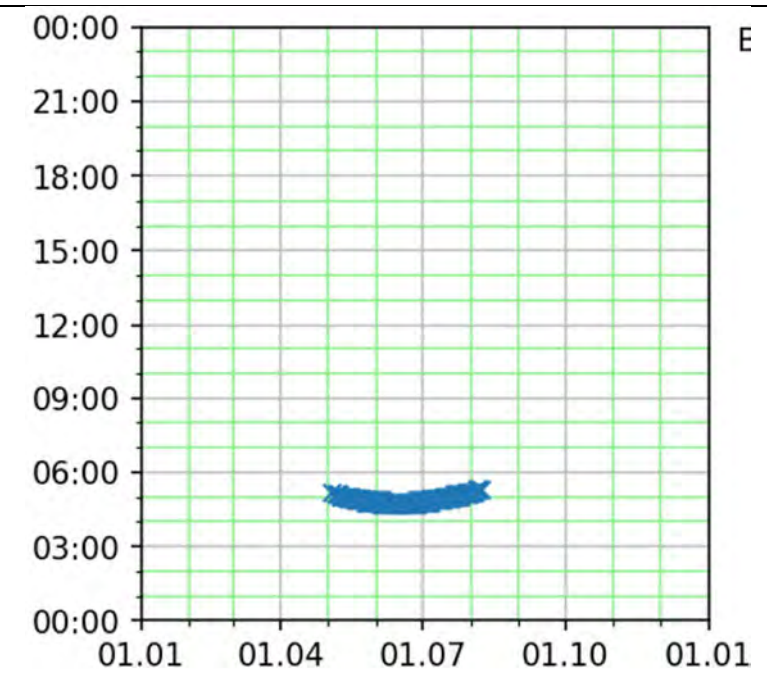


Immissionsort IO 16 B

Blendende Paneele

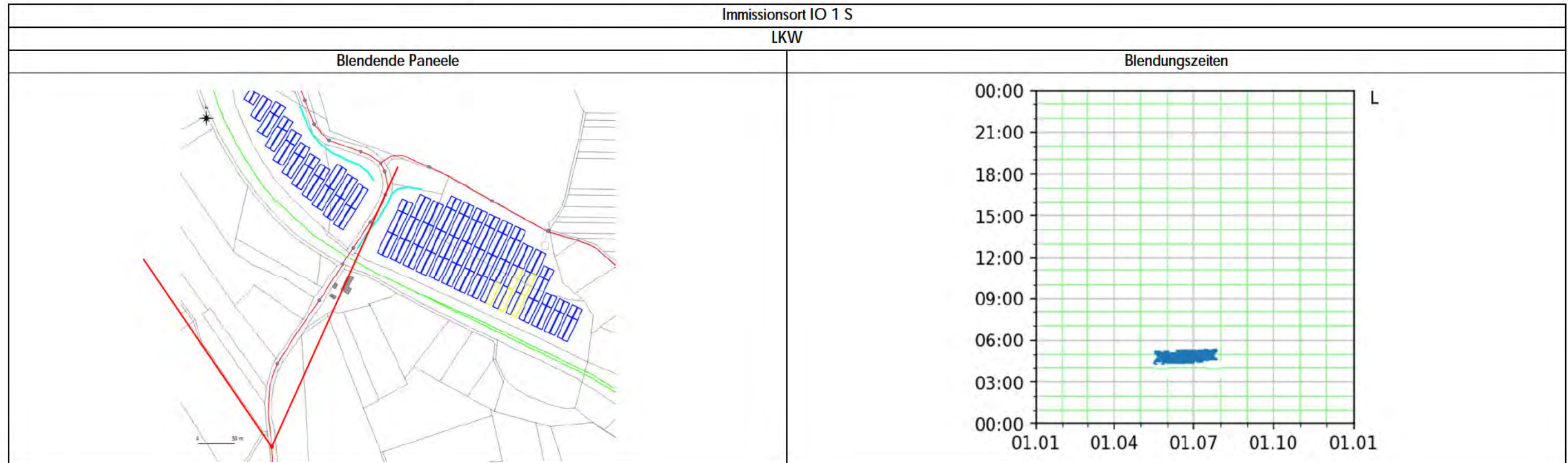


Blendungszeiten



Anlage 5: Blendungen auf der Kreisstraße K 6163 mit Sichtabschirmung

In den nachfolgenden Abbildungen sind die am Immissionsort zu Blendungen führenden Paneele gelb dargestellt. Die roten Linien symbolisieren den fovealen Sichtbereich eines Verkehrsteilnehmers. Der jeweilige Immissionsort ist als roter Punkt dargestellt. Zusätzlich sind die Zeiten dargestellt, zu denen die Blendungen auftreten. Die Blendungszeiten sind in Winterzeit angegeben.



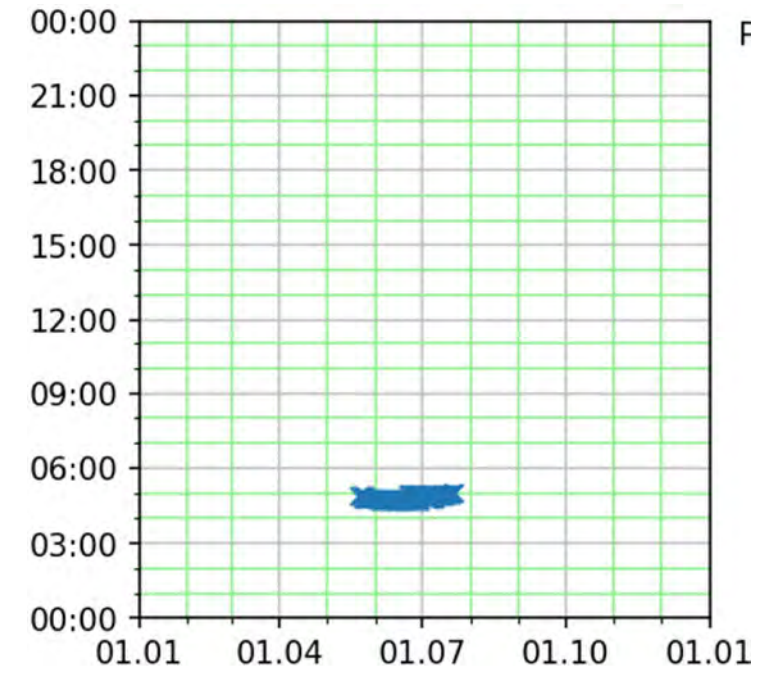
Immissionsort IO 1 S

PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten



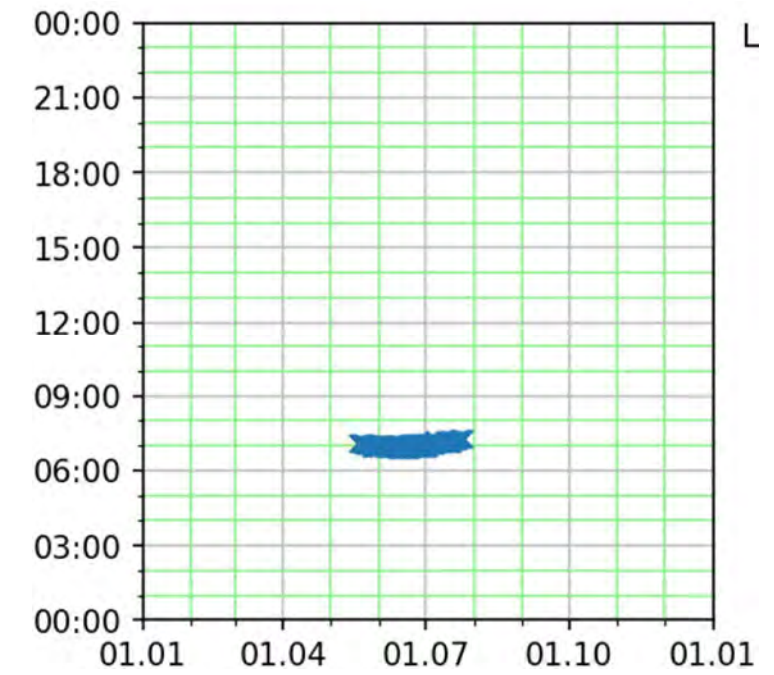
Immissionsort IO 2 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

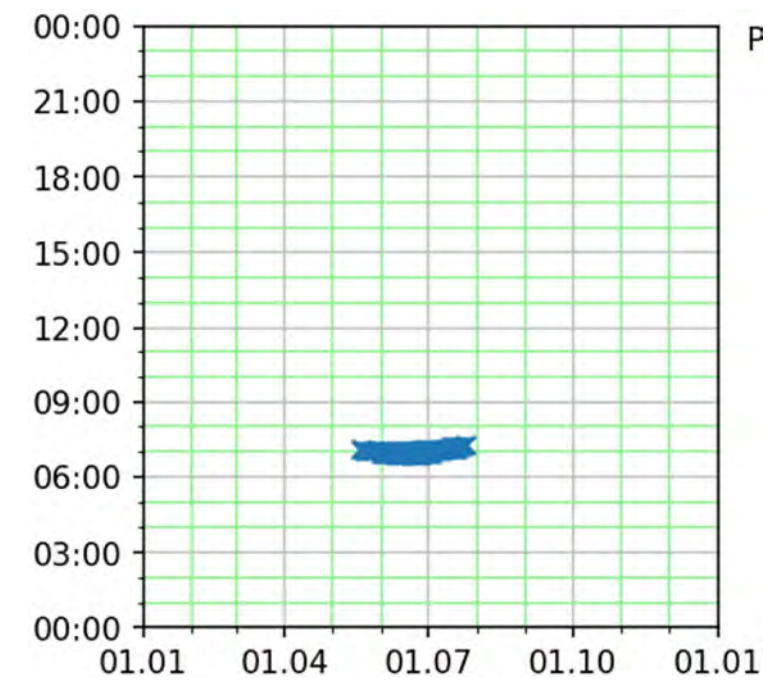


PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten



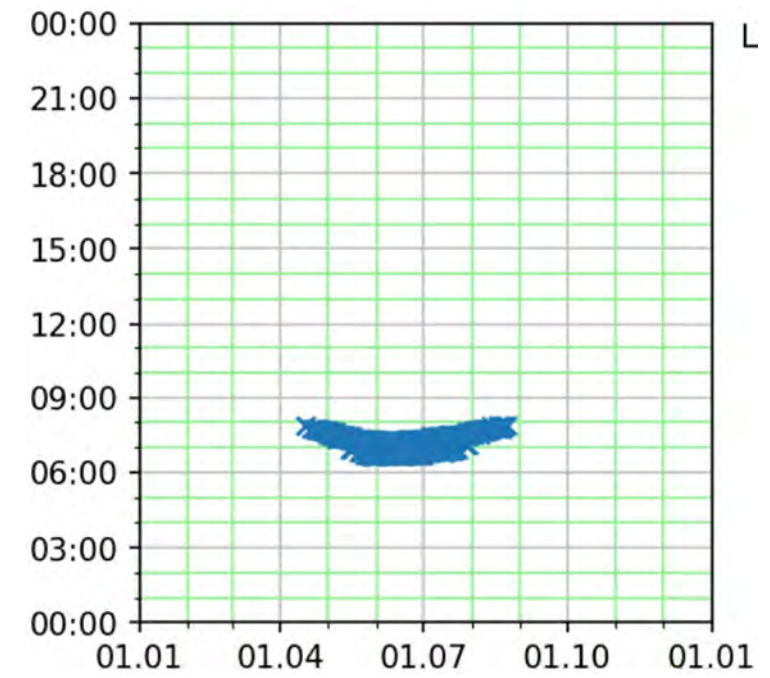
Immissionsort IO 3 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

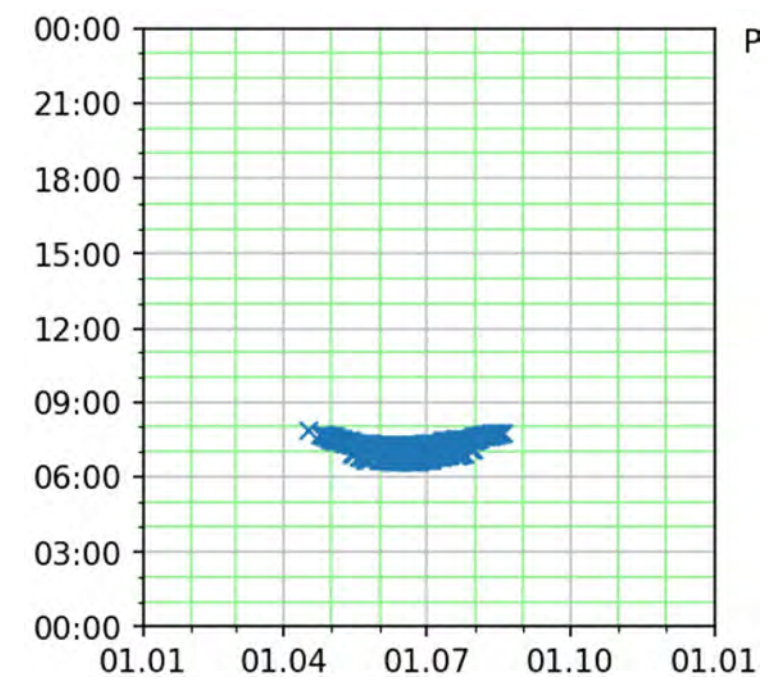


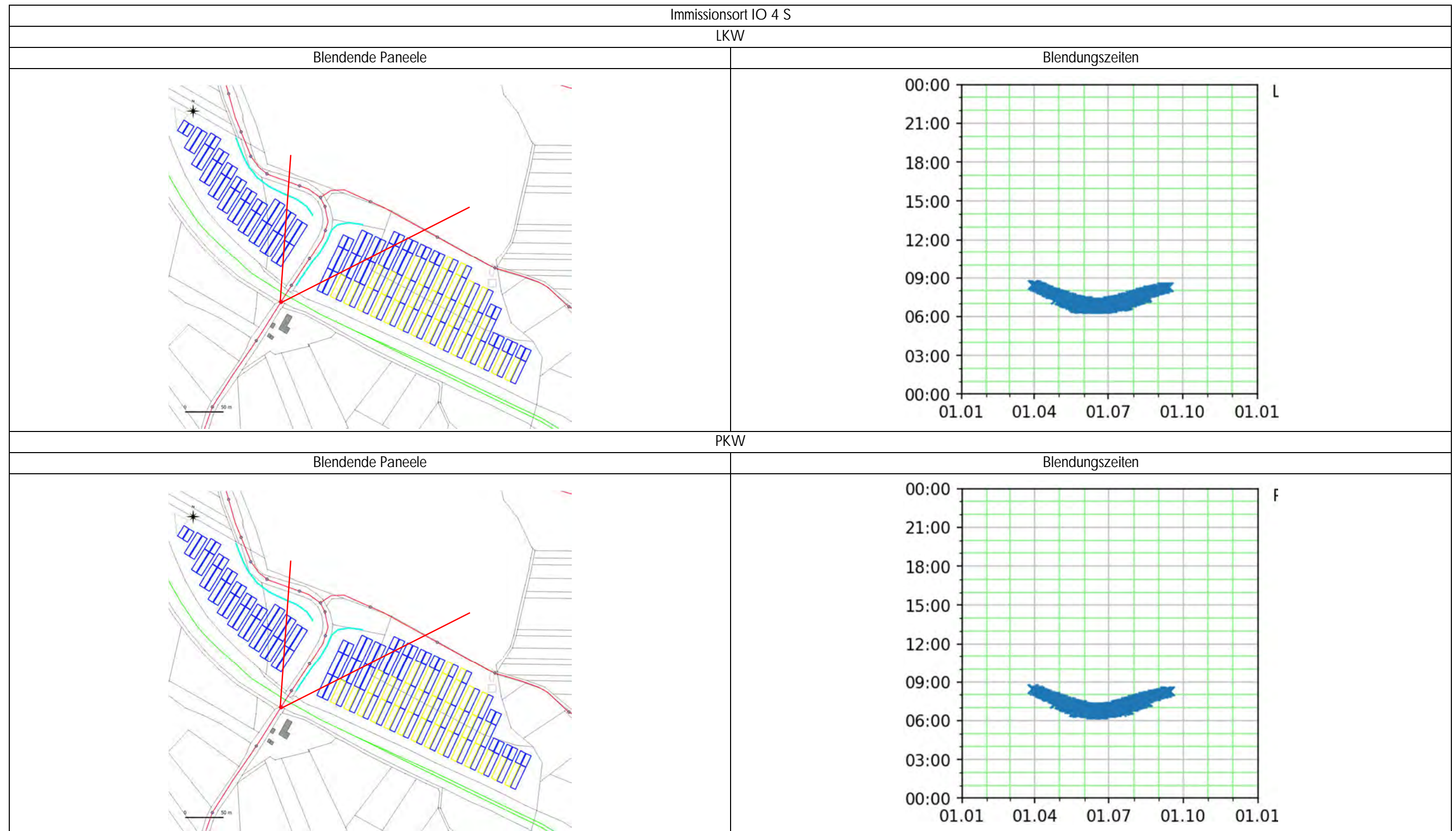
PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten





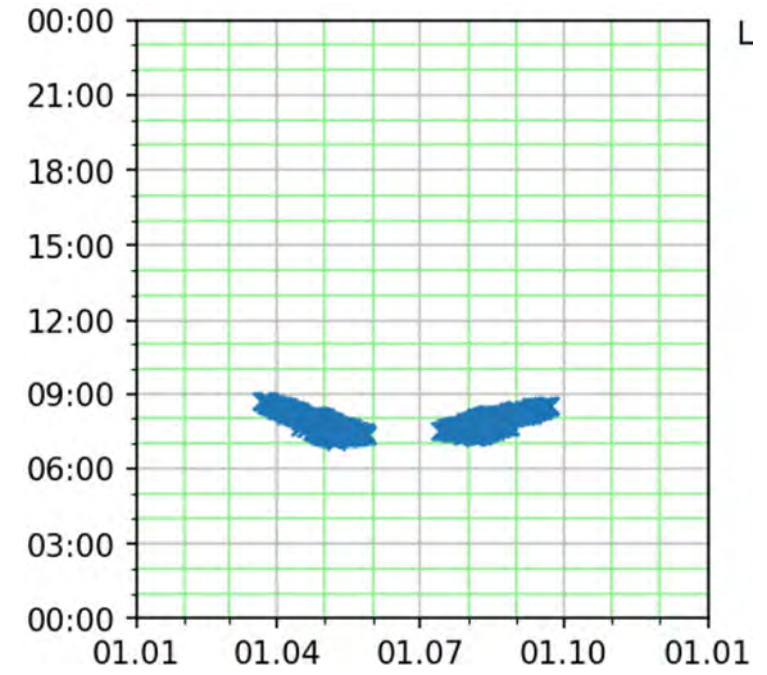
Immissionsort IO 5 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

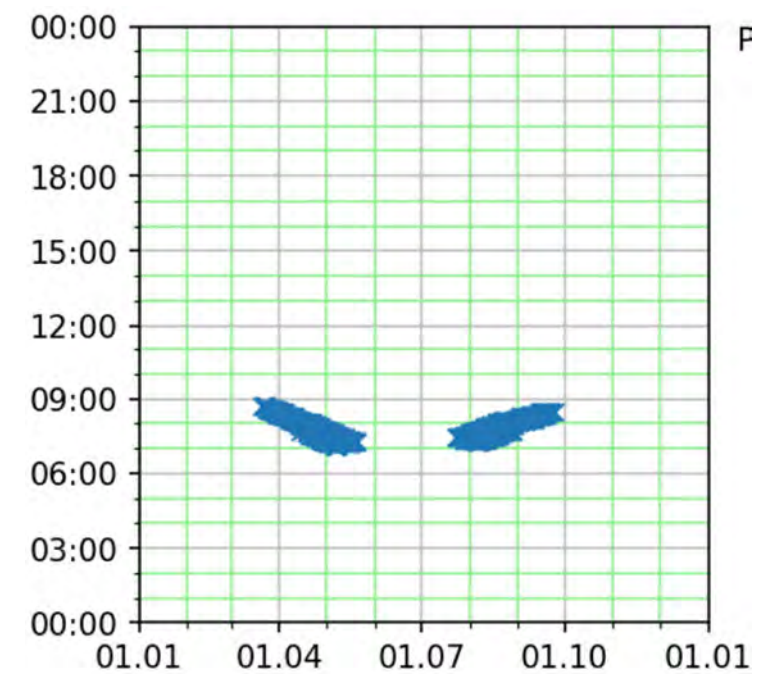


PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten



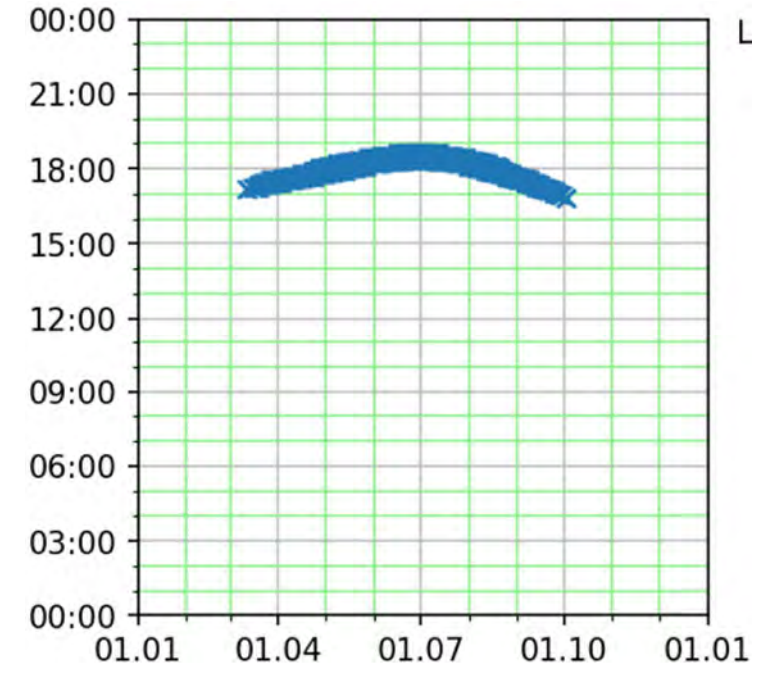
Immissionsort IO 6 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

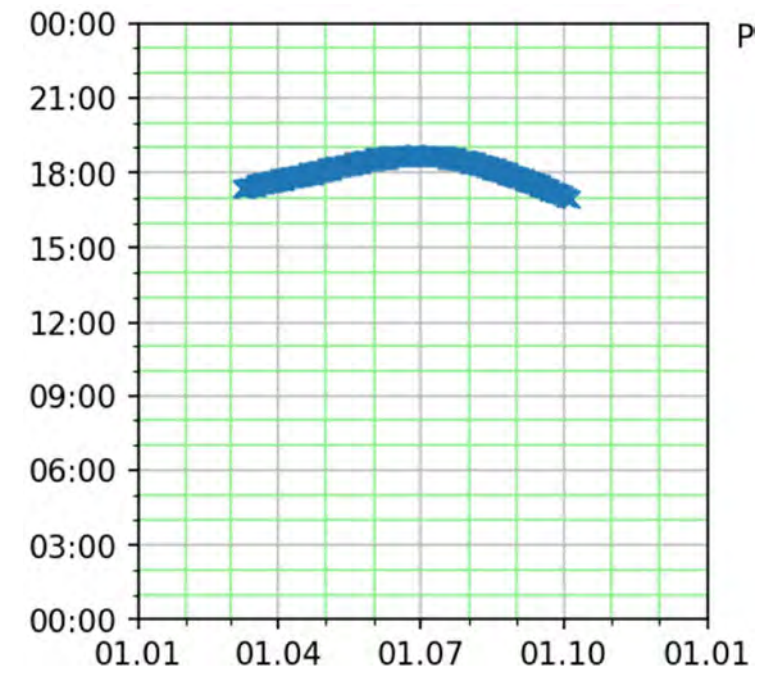


PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten



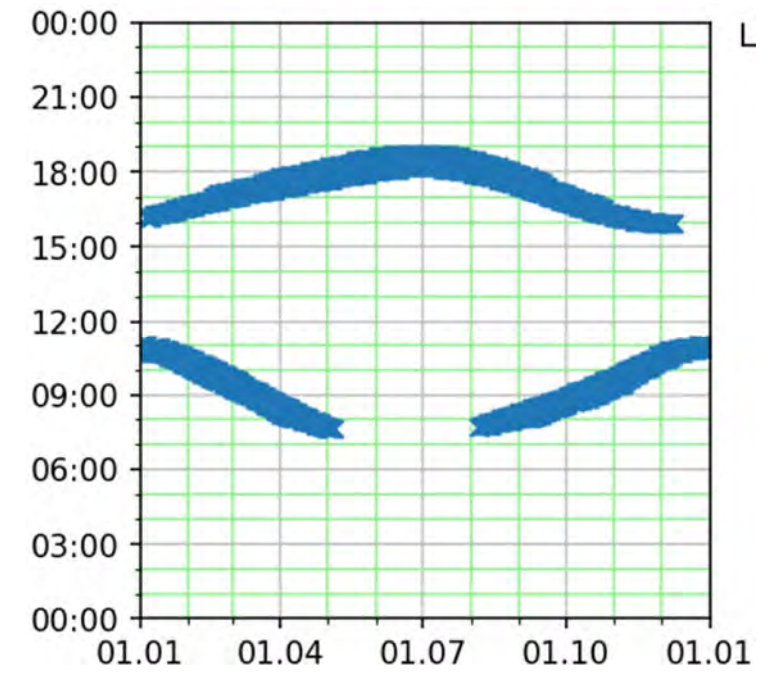
Immissionsort IO 7 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

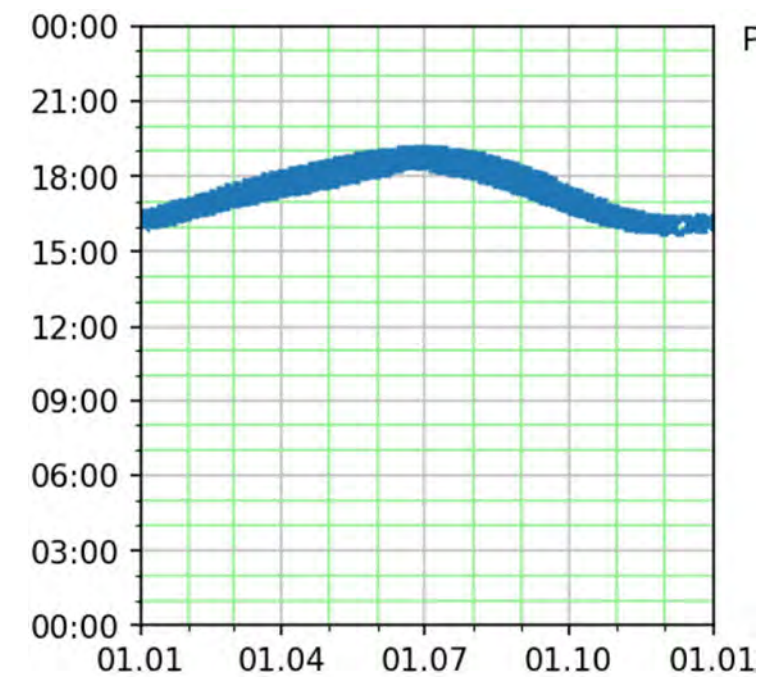


PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten



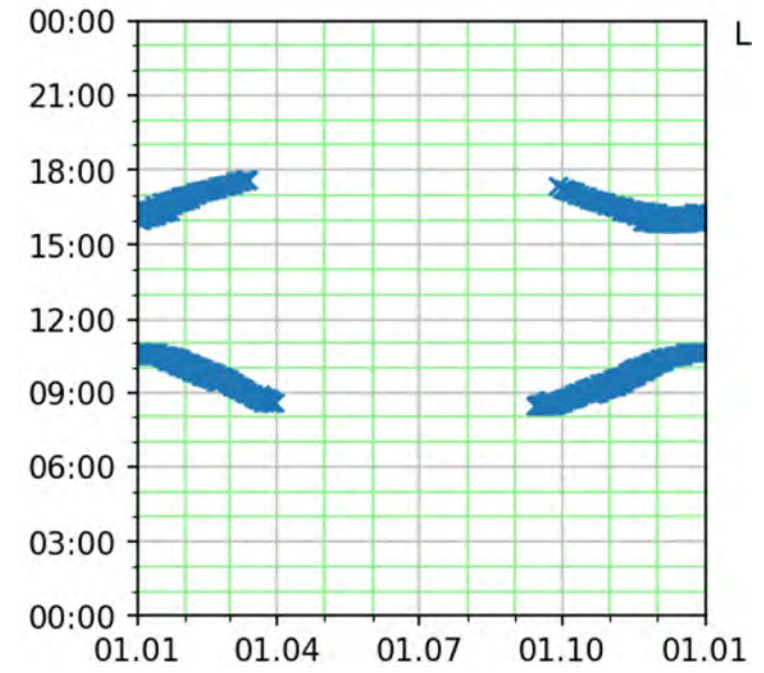
Immissionsort IO 8 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

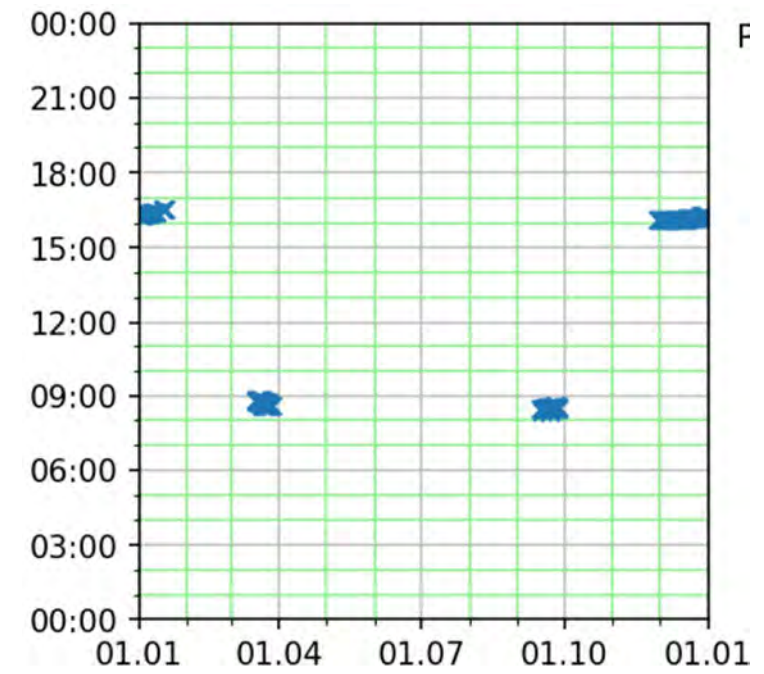


PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten



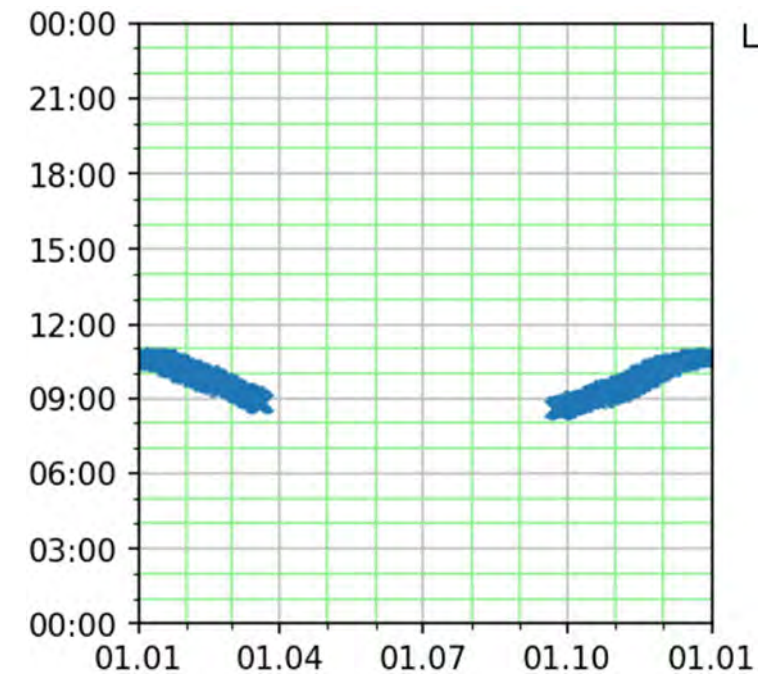
Immissionsort IO 9 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

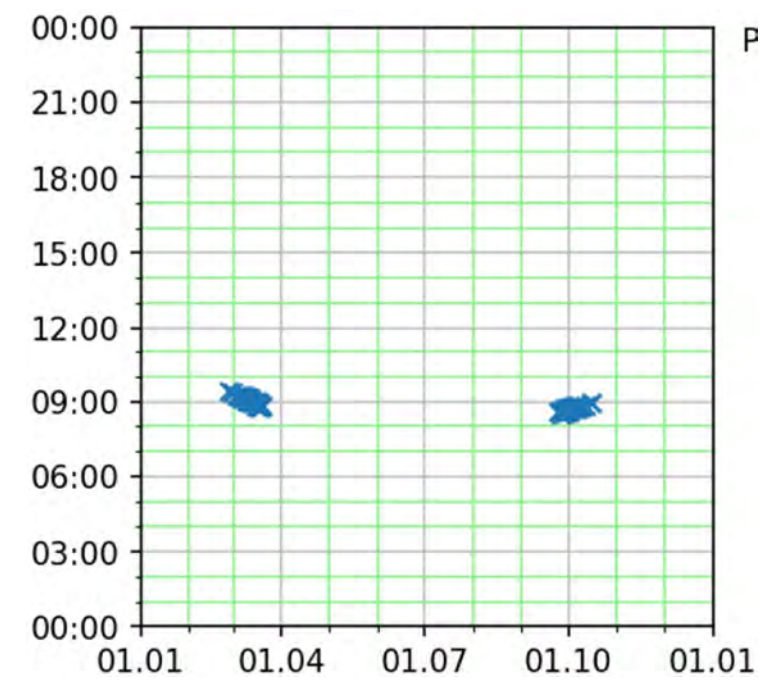


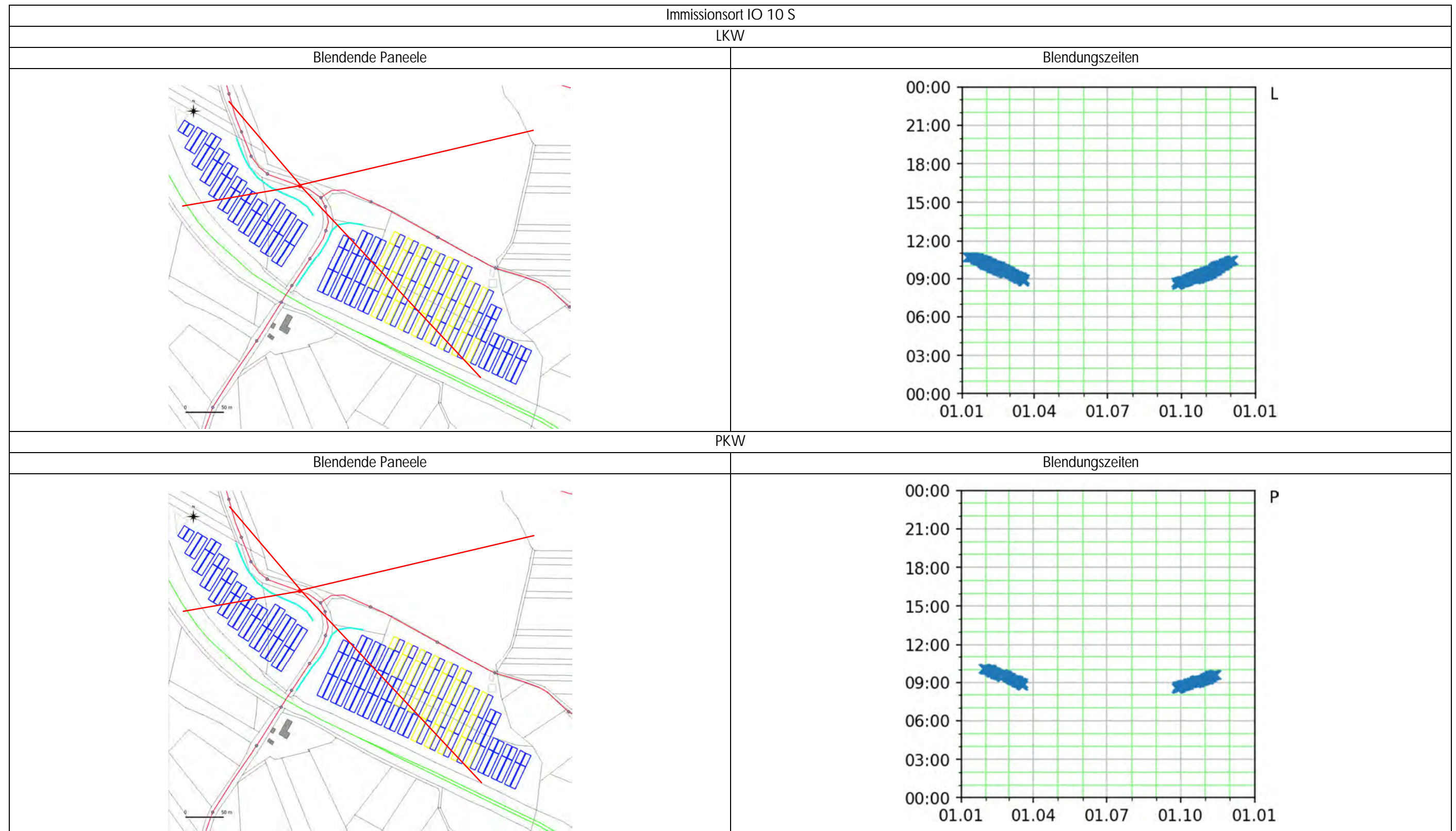
PKW

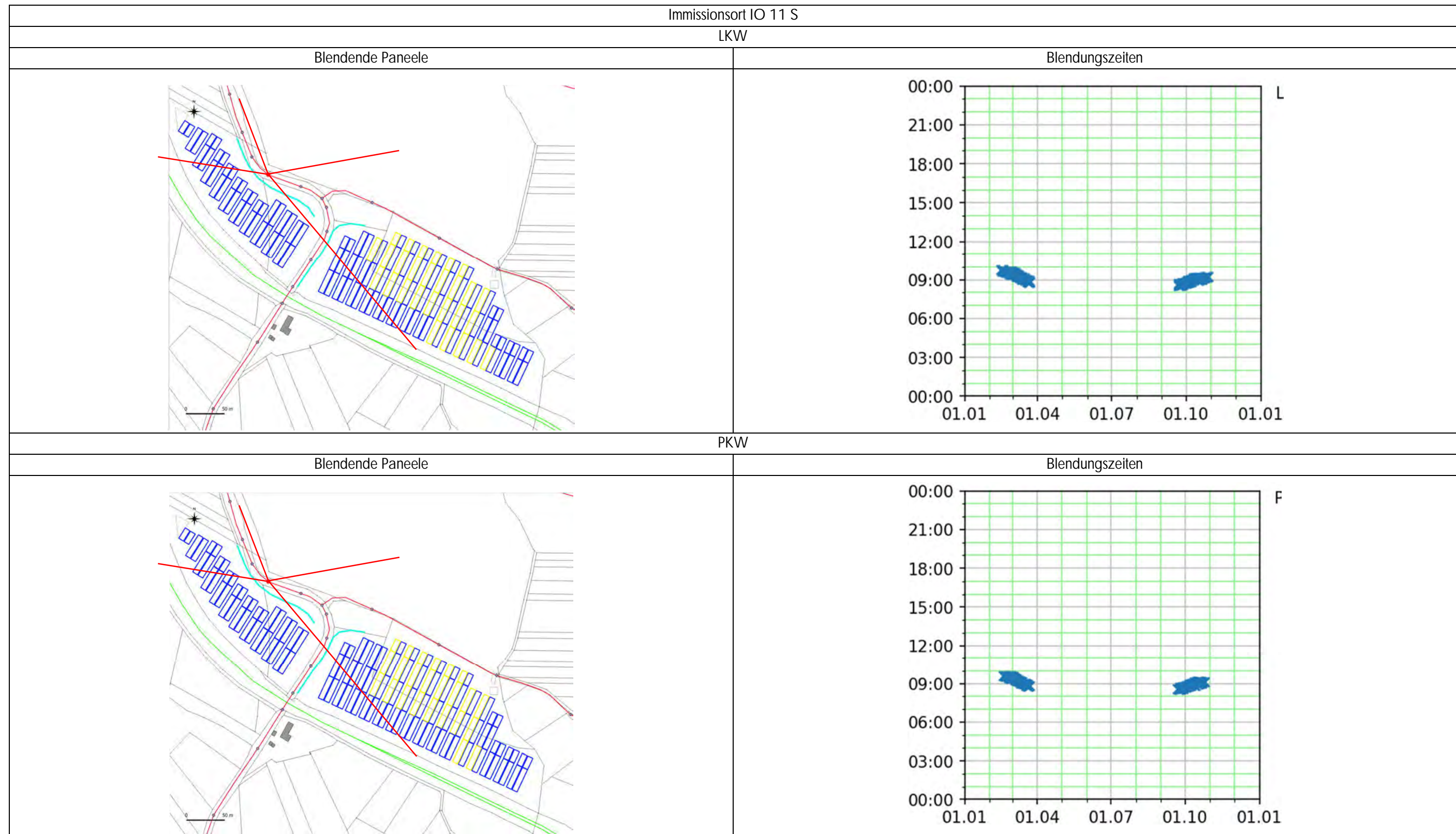
Blendende Paneele

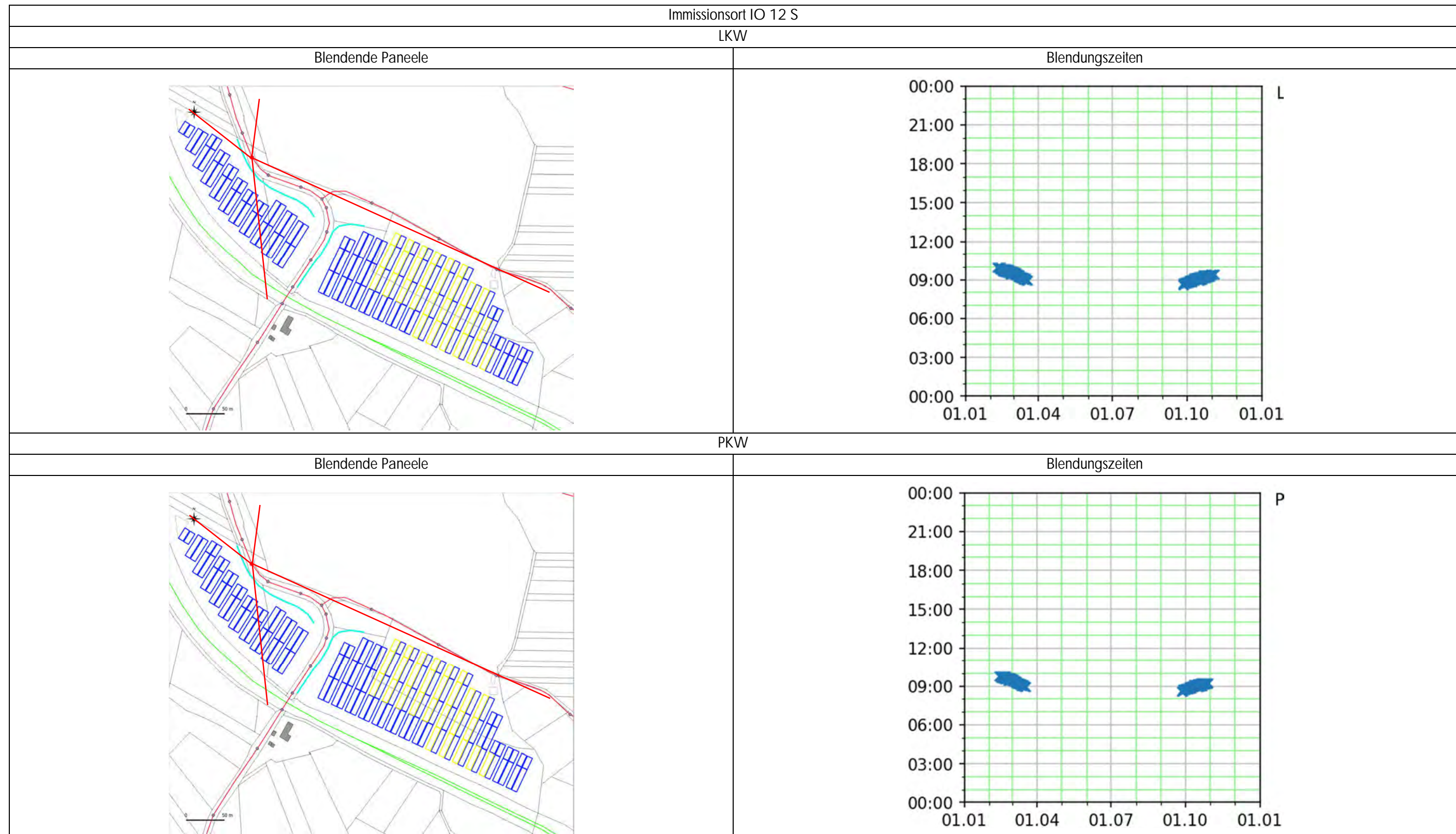


Blendungszeiten









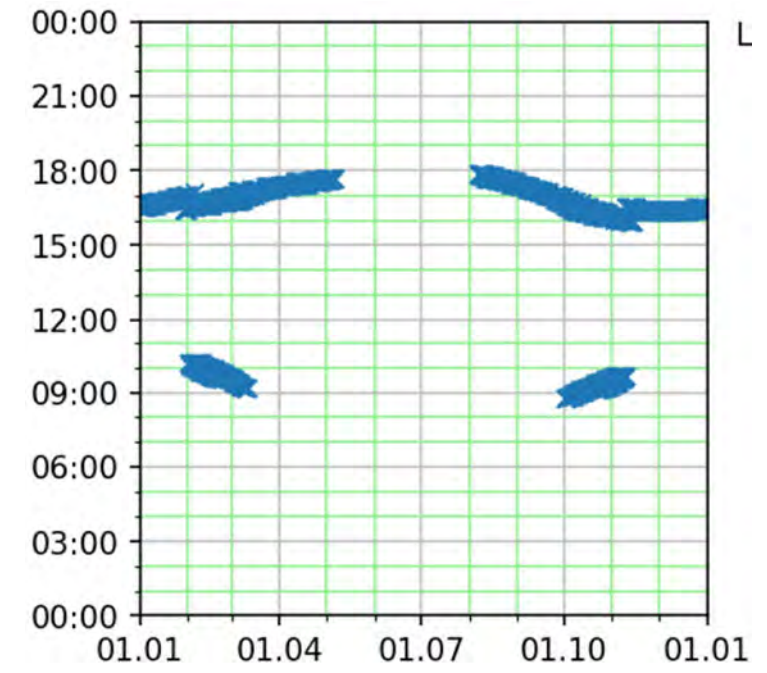
Immissionsort IO 13 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

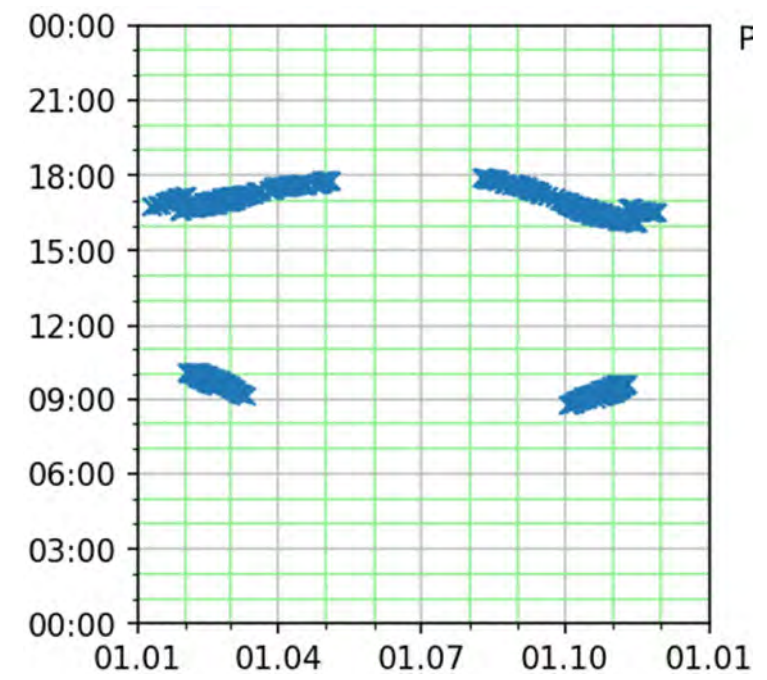


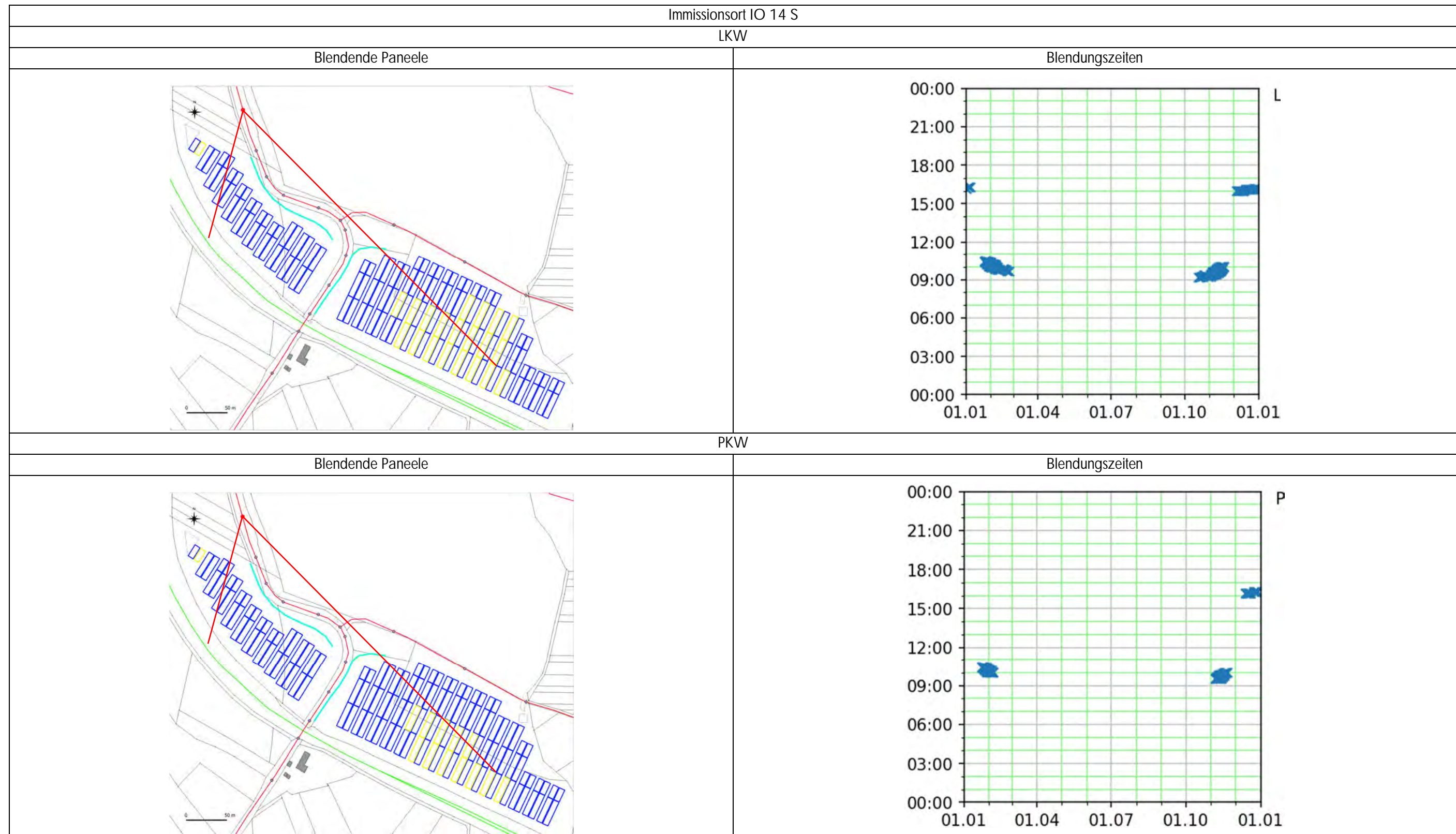
PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten





An den Immissionsorten IO 15 S und IO 16 S treten keinen Blendungen auf.