

Blendungsuntersuchung

Solarpark in Lottstetten

Bericht Nr. 770-6844

im Auftrag der

Solarcomplex AG

78224 Singen am Hohentwiel

München, im Dezember 2022

Blendungsuntersuchung

Solarpark in Lottstetten

**Bericht-Nr.:** 770-6844

**Datum:** 02.12.2022

**Auftraggeber:** solarcomplex AG  
Ekkehardstr. 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](http://www.mopa.de)  
[info@mopa.de](mailto:info@mopa.de)

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

## 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 .....          | 22 |
| 5. Anlagen .....                                   | 27 |

## Abbildungsverzeichnis:

|                     |  |    |
|---------------------|--|----|
| <b>Abbildung 1:</b> | Übersichtslageplan des Solarparks und der näheren Nachbarschaft..... | 8  |
| <b>Abbildung 2:</b> | Immissionsorte in der Nachbarschaft (IO N(achbarschaft)).....        | 14 |
| <b>Abbildung 3:</b> | Immissionsorte im Straßenbereich (IO S(traße)).....                  | 16 |
| <b>Abbildung 4:</b> | Abschirmung für Immissionsort IO 9 S .....                           | 24 |
| <b>Abbildung 5:</b> | Abschirmung für Immissionsort IO 27 S.....                           | 24 |

## Tabellenverzeichnis:

|                   |  |    |
|-------------------|--|----|
| <b>Tabelle 1:</b> | Immissionsrichtwerte k für Blendung [3] .....      | 9  |
| <b>Tabelle 2:</b> | Schwellenwerte verursacht durch Blendung [3] ..... | 10 |
| <b>Tabelle 3:</b> | Blendungen in der bewohnten Nachbarschaft .....    | 17 |
| <b>Tabelle 4:</b> | Blendungen im Verkehrsraum .....                   | 19 |



## 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 2 des Gesetzes vom 20. Juli 2022 (BGBl. I S. 1362) geändert worden ist
- [2] Modullageplan des Planvorhabens im DWG-Format, übermittelt durch Herr Pfohl von der EngCon GmbH am 05.10.2022
- [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] Höhenmodell des Plangebiets und der umliegenden Nachbarschaft in Lottstetten, übermittelt durch Herr Pfohl von der EngCon GmbH am 09.08.2022
- [9] Flurkarte des Plangebiets und der umliegenden Nachbarschaft in Lottstetten, übermittelt durch Herr Pfohl von der EngCon GmbH am 09.08.2022
- [10] Sichtanalyse im Pkw unter Berücksichtigung von Bewegung und individuellen Körpercharakteristika, Jörg Hudelmaier, 31.10.2002
- [11] Augenbewegungen und visuelle Aufmerksamkeit, Uni Bielefeld, Juli 2011
- [12] Blendschutz, Visuelle Informationsträger für verkehrsfremde Zwecke, Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr (FSV), Dezember 2019
- [13] Fotos von der Nachbarschaft, übermittelt per E-Mail durch Frau Christen von der Solarcomplex AG am 16.09.22
- [14] Bebauungsplan „Längelen“ der Gemeinde Lottstetten Waldshut, Maßstab: 1:500, Stand: 06.07.2006
- [15] Bebauungsplan „Hauptstraße“ der Gemeinde Lottstetten, Maßstab: 1:1.500, Stand: 10.04.1997

## Zusammenfassung:

Die Solarcomplex AG plant auf der Fläche in der Gemeinde Lottstetten im Landkreis Waldshut 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 und die umliegenden Straßen erhoben und bewertet. Die Untersuchung kommt zu folgenden Ergebnissen:

### Bewohnte Nachbarschaft

In der umliegenden Nachbarschaft werden Blendungsdauern in der südwestlichen Nachbarschaft von bis zu 20 Minuten am Tag und 29 Stunden im Jahr prognostiziert. Die zulässigen Blendungsdauern gemäß den LAI-Hinweisen von 30 Minuten am Tag und 30 Stunden im Jahr werden somit in der gesamten Nachbarschaft eingehalten.

### Straßen

#### *Bundesstraße B 27*

Auf der Bundesstraße B 27 werden Blendungen prognostiziert, die auch im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer liegen können. Es wurden für Bereiche der B 27 Maßnahmen zum Schutz der Verkehrsteilnehmer vorgeschlagen.

#### *Abfahrt der Bundesstraße B 27*

An der auf Höhe des südlichen Solarparkbereichs gelegenen Abfahrt der Bundesstraße B 27 werden Blendungen prognostiziert, die im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer liegen können. Hier wurden Maßnahmen zum Schutz der Verkehrsteilnehmer erarbeitet.

#### *Landesstraße L 165a*

An der Landesstraße L 165a werden lediglich Blendungen prognostiziert, die außerhalb des fovealen Sichtbereiches der Verkehrsteilnehmer liegen.

#### *Erschließungsstraße des Kieswerks*

An der Erschließungsstraße des Kieswerks werden lediglich Blendungen prognostiziert, die außerhalb des fovealen Sichtbereiches der Verkehrsteilnehmer liegen.

#### *Straße Nackermühle*

An der Straße Nackermühle werden keine Blendungen prognostiziert.

## 1. Aufgabenstellung

Die Solarcomplex AG plant in der Gemeinde Lottstetten im Landkreis Waldshut in Baden-Württemberg die Errichtung eines Solarparks. Das Plangebiet wird derzeit landwirtschaftlich genutzt. Nordöstlich des Plangebiets befindet sich ein Kieswerk mit Betriebsgebäuden. Nördlich des Plangebietes – durch Agrarflächen vom Plangebiet getrennt – liegen Nachbargebäude. Nordwestlich entlang des Plangebietes verläuft die Bundesstraße B 27 in Südwest-Nordost-Richtung. Südwestlich des Plangebietes verläuft die Landesstraße L 165a in Südost-Nordwest-Richtung. Südwestlich des Plangebietes liegen die Zu- und Abbringer der Landesstraße L 165a auf die Bundesstraße B 27. Östlich des Plangebiets verläuft eine weitere – jedoch als untergeordnete Straße oder Wirtschaftsweg zu sehende – Straße in Nord-Süd-Richtung. Durch den Solarpark können Blendungen auf den Straßenverkehr als auch die bewohnte Nachbarschaft nicht ausgeschlossen werden. Es sind daher mögliche negative Blendeinflüsse auf den Straßenverkehr 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.

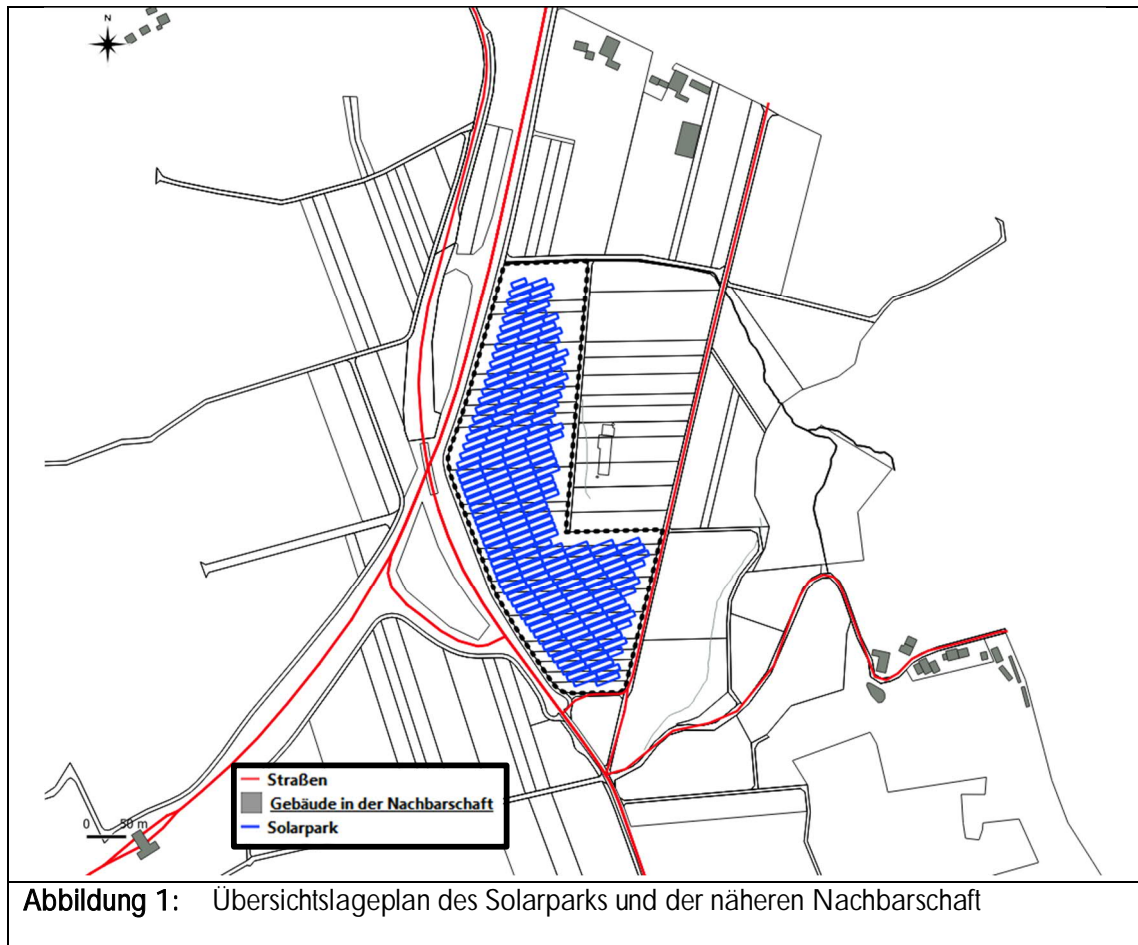
Mit der Durchführung der Untersuchung wurde die Möhler + Partner Ingenieure AG mit Schreiben vom 25.05.2022 von der solarcomplex AG beauftragt.

## 2. Örtliche Gegebenheiten

Das Plangebiet, auf dem der Solarpark entstehen soll, befindet sich auf dem Grundstück mit den Flurnummern 1331, 1332, 1333, 1336, 1337, 1338, 1339/1, 1339/2, 1340, 1342, 1342, 1343, 1447, 1447/1, 1448, 1449, 1450, 1452, 1453, 1454, 1455 und 1456 in der Gemeinde Lottstetten im Landkreis Waldshut in Baden-Württemberg.

Das Plangebiet, welches derzeit landwirtschaftlich genutzt wird, befindet sich westlich eines Kieswerks. Ansonsten schließen abgesehen von Straßen weitere landwirtschaftliche Flächen an das Plangebiet an. Südwestlich des Plangebiets verläuft die Landstraße L 165a, die auf Höhe des Plangebiets über eine Brücke über die westlich des Plangebiets verlaufende Bundesstraße B 27 geführt wird. Östlich des Plangebiets – in die Landstraße L 165a mündend - verläuft eine Erschließungsstraße des Kieswerks in Süd-Nord-Richtung. Südlich des Plangebiets geht die Straße Nackerkmühle von der Landstraße L 165a nach Osten ab. Auf den Kieswerkareal befinden sich auf Betriebsgebäude. Ferner befinden sich südlich in einem Abstand von über 700 m, östlich in einem Abstand von ca. 300 m und nördlich in einem Abstand von etwa 220 m bestehende Nachbarschaft.

Das Gelände im Plangebiet ist nur geringen Höhenveränderungen unterworfen. In der näheren Nachbarschaft liegen teils höhere Höhenunterschiede im Gelände vor. So fällt das Gelände in einem Abstand von ca. 150 m östlich zum Plangelände beispielsweise deutlich ab. Zur treffenden Abbildung der vorliegenden Geländegegebenheiten wurde daher ein Höhenmodell [8] verwendet, auf dessen Grundlage auch die Bestimmung der absoluten Höhen der Immissionsorte in der Nachbarschaft [8] vorgenommen wurde. In der nachfolgenden Abbildung ist der Solarpark (blaue Darstellung) und die umliegende Nachbarschaft (Straßen in roter Darstellung und Gebäude in grauer Darstellung) 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 [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ] der Lichtquelle. Die „Licht-Richtlinie“ legt hierfür eine maximal tolerable mittlere Leuchtdichte  $\bar{L}_{\text{max}}$  fest, die sich aus der wahrnehmbaren Größe der Lichtquelle  $\Omega_s$  (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:

| <b>Tabelle 1:</b> Immissionsrichtwerte $k$ für Blendung [3] |  |                                      |                      |                      |
|---|--|--------------------------------------|----------------------|----------------------|
| Immissionsort (Einwirkungsort)<br>Gebietsart nach § BauNVO  |  | Immissionsrichtwert $k$ für Blendung |                      |                      |
|   |  | 06 Uhr bis<br>20 Uhr                 | 20 Uhr bis<br>22 Uhr | 22 Uhr bis<br>06 Uhr |
| 1   | Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten <sup>1)</sup>   | 32                                   | 32                   | 32                   |
| 2   | reine Wohngebiete (§ 3)<br>allgemeine Wohngebiete (§ 4)<br>besondere Wohngebiete (§ 4 a)<br>Kleinsiedlungsgebiete (§ 2)<br>Erholungsgebiete (§ 10) | 96                                   | 64                   | 32                   |
| 3   | Dorfgebiete (§ 5)<br>Mischgebiete (§ 7)  | 160                                  | 160                  | 32                   |

| <b>Tabelle 1:</b> Immissionsrichtwerte k für Blendung [3]  |   |                                    |                      |                      |
|--|---|------------------------------------|----------------------|----------------------|
| Immissionsort (Einwirkungsort)<br>Gebietsart nach § BauNVO |   | Immissionsrichtwert k für Blendung |                      |                      |
|  |   | 06 Uhr bis<br>20 Uhr               | 20 Uhr bis<br>22 Uhr | 22 Uhr bis<br>06 Uhr |
| 4  | Kerngebiete (§ 7) <sup>2)</sup><br>Gewerbegebiete (§ 8)<br>Industriegebiete (§ 9) | -                                  | -                    | 160                  |

<sup>1)</sup> 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.

<sup>2)</sup> 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  $730 \text{ cd/m}^2$  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 [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:

| <b>Tabelle 2:</b> 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<sup>2</sup>. 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 Pannelfläche) 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 ([9], [11], [12]). 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 denselben Paneelflächenpunkt gespiegelten Sonnenstrahls überein, so tritt Blendung auf. Die mögliche Blendung wird im Jahresverlauf in 5-Minuten-Schritten dargestellt. Eine Blendung durch ein geplantes Photovoltaikerelement tritt nicht auf, wenn sich die Blickrichtungen auf die Sonne und auf das Modul um weniger als  $10^\circ$  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 Photovoltaikerelementen des geplanten Solarparks ausgehen. Als Grundlage liegen der Modul-Belegungsplan [2] und Geodaten des Landesamtes für Geoinformation und Landentwicklung (LGL) Baden-Württemberg ([8] und [9]) vor. Die Solarpaneele sind nach Südosten orientiert.

Die Solarpaneele folgen dem Geländeverlauf. Die Azimutwinkel der Photovoltaikerelemente, die die horizontale Orientierung der Photovoltaikerelementflächen beschreiben, sind nicht einheitlich. Der Azimutwinkel eines jeden Solarpaneeleblocks wurde anhand des Flächennormalenvektors berechnet. Ist ein Solarpaneele nach Süden orientiert und das darunterliegende Gelände eben (keine Höhenunterschiede in Ost-West-Richtung im Bereich des Solarpaneels), so beträgt der Azimutwinkel dieses Solarpaneels  $0^\circ$ . Eine Ausrichtung nach Westen entspricht bei ebenen Gelände einem Azimutwinkel von  $90^\circ$  (Drehung im Uhrzeigersinn) und eine Ausrichtung nach Osten einem Azimutwinkel von  $-90^\circ$  (Drehung gegen den Uhrzeigersinn). Ist das Gelände in Ost-West-Richtung nicht eben, so kann auch bei einer Südorientierung des Paneels (Vogelperspektive) ein von  $0^\circ$  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 Modulblöcke bewegen sich abhängig vom Gelände im Bereich von  $-31$  und  $-17$  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, im vorliegenden Fall eine Drehung um Ost-West-Achse) der Photovoltaikflächen, welche den Vertikalwinkeln entsprechen, liegen im Bereich zwischen  $10$  und  $10,2^\circ$ . Hierbei entspricht eine Ebene mit einem Höhenwinkel von  $0^\circ$  einer Parallelen zur ebenen Grundfläche und  $90^\circ$  einer Senkrechten zur ebenen Grundfläche.

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 Paneeelfläche) 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 blendendem 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) und dem Straßenverkehrsraum gewählt.

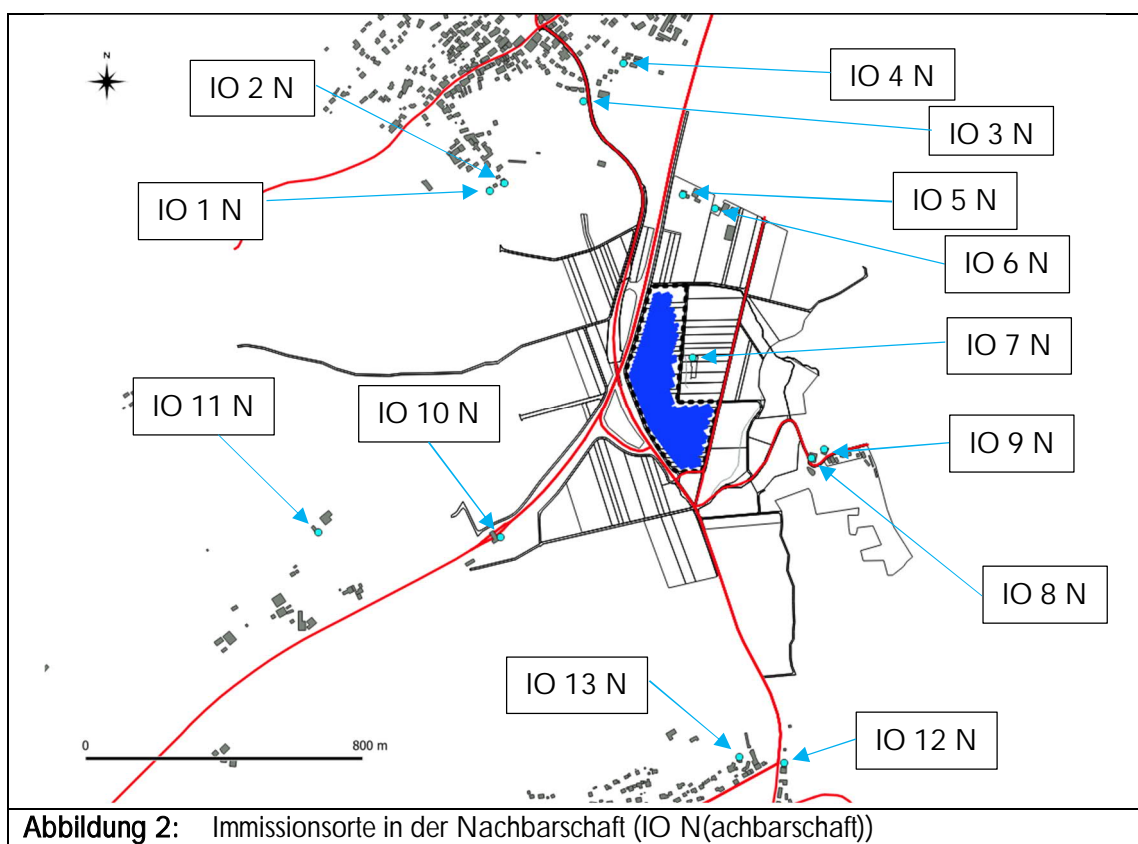
#### *Bewohnte Nachbarschaft und Büroräumlichkeiten*

Die bewohnte Nachbarschaft sowie gewerbliche Gebäude (Büronutzung) befinden sich nördlich, östlich und südlich des geplanten Solarparks. Für die gewählten Immissionsorte liegen lediglich für die Immissionsorte IO 1 N bis IO 3 N Bebauungspläne vor. Die Immissionsorte IO 1 N und IO 2 N liegen im Geltungsbereich des Bebauungsplans „Hauptstraße“ [15], der jedoch keine Festsetzungen zu maximal zulässiger Bauhöhe trifft. Es wurde daher für diese Wohngebäude das Erdgeschoss, 1. Obergeschoss und das 2. Obergeschoss untersucht. Für den Immissionsort IO 3 N setzt der Bebauungsplan „Längelen“ [14] ein Allgemeines Wohngebiet fest, wo maximal zweigeschossige Bebauung mit einer Höhe von  $8$  m zulässig ist. Für den Immissionsort IO 3 N wurde daher das Erdgeschoss und 1. Obergeschoss untersucht. Für die restlichen Immissionsorte liegt kein Bebauungsplan vor. Aus Fotos von vor Ort [13] geht hervor, dass das Gebäude auf dem Kieswerksgelände (i.e. IO 7 N) eingeschossig ist. Die Fotos zeigen ferner, dass die Gebäude östlich des Plangebiets (i.e. IO 8 N und IO 9 N) 3 Vollgeschosse aufweisen. Für die restlichen Immissionsorte wurden auch drei Vollgeschosse angenommen. Die Stockwerkshöhen wurden dabei wie folgt gewählt: Erdgeschossbereich:  $1,5$  m, 1. Obergeschoss:  $4,5$  m und 2. Obergeschoss:  $7,5$  m üGOK. Hier wird davon ausgegangen, dass dies

den Aufenthaltsbereich eines Menschen im Erdgeschossbereich als auch im 1. und 2. Obergeschoss treffend abbilden kann.

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.

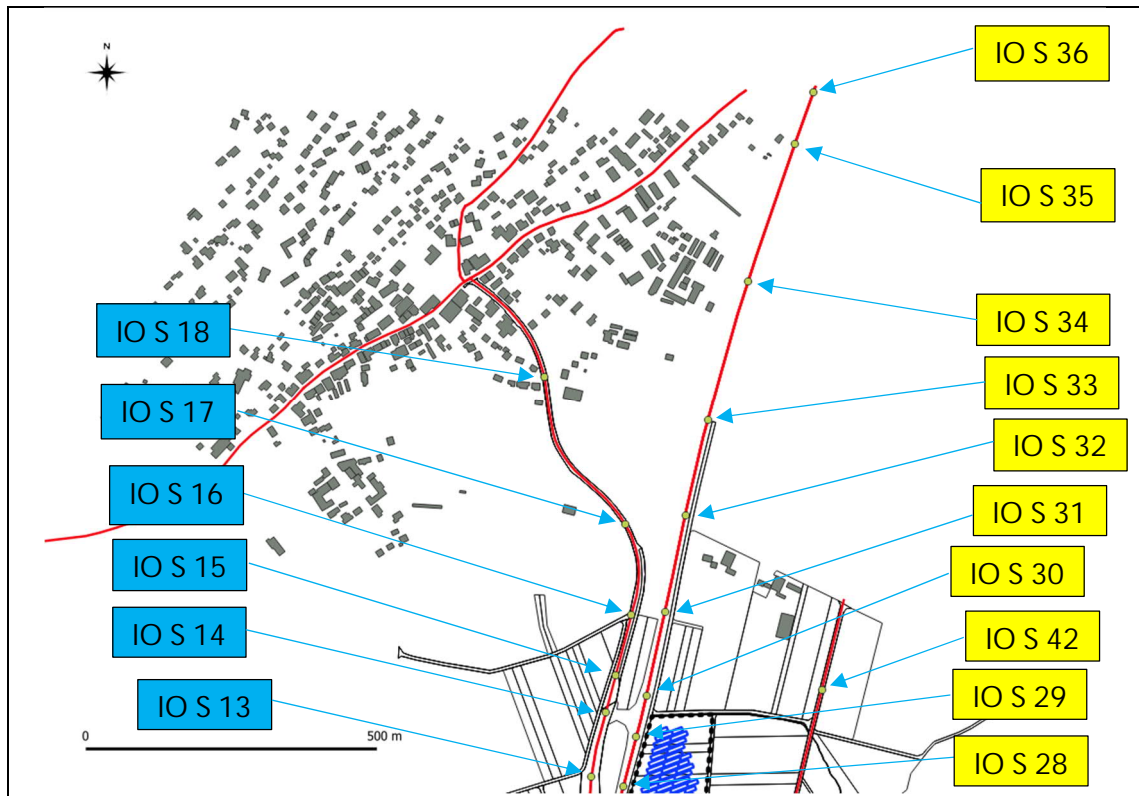


### Strassenverkehr

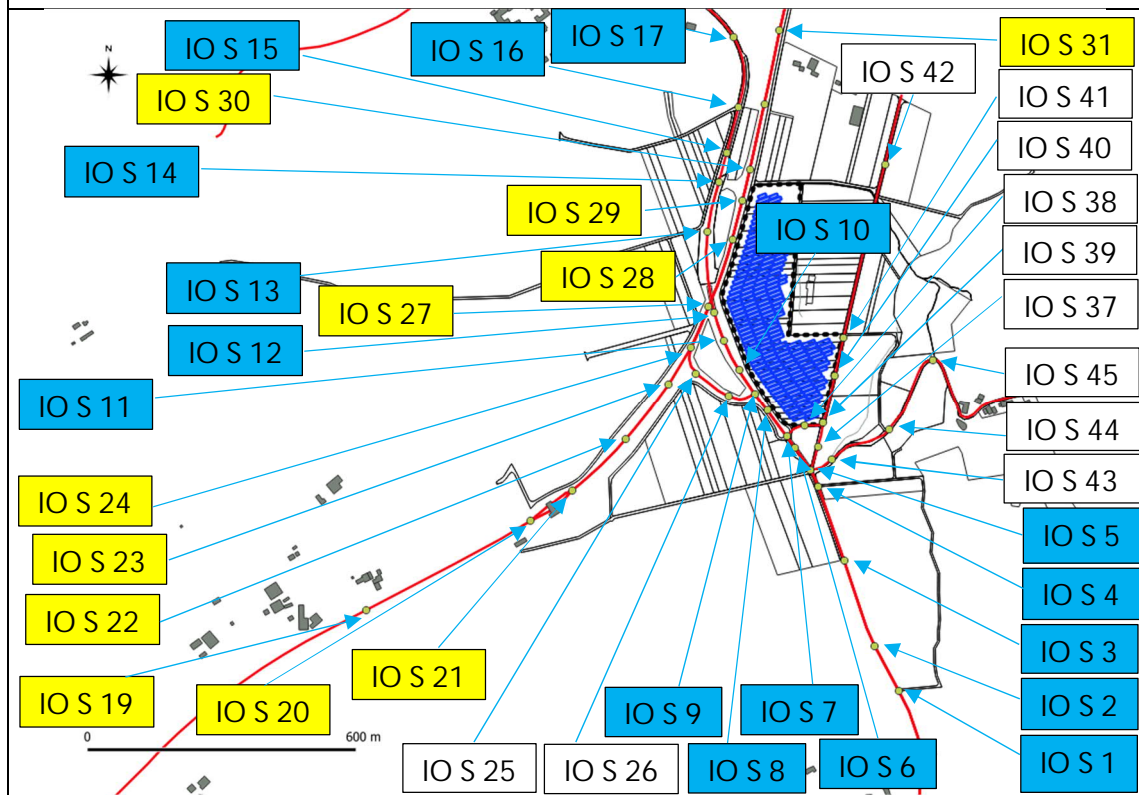
Im umliegenden Straßenverkehr können Blendungen entstehen. Südwestlich des Solarparks verläuft die Landesstraße L165a in Südost-Nordwest-Richtung. Westlich des Solarparks verläuft die Bundesstraße B27 in Südwest-Nordost-Richtung. Auf Höhe des Solarparks kreuzt die Landesstraße die Bundesstraße über ein Brückenbauwerk. Auf Höhe des Plangebiets (südlicher und nördlicher Plangebietsrand) befinden sich zwei Verbindungsstraßen, die die Landesstraße mit der Bundesstraße verbinden. Ferner verläuft südlich des Plangebiets – in die Landesstraße L 165a mündend - die Straße Nackermühle Richtung Osten. Ebenfalls südlich des Plangebiets und in die Landesstraße L165a mündend – verläuft ein Wirtschaftsweg, der das Kieswerk erschließt, in Süd-Nord-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 5 S, IO 6 S, IO 7 S, IO 8 S, IO 9 S, IO 14 S, IO 20 S, IO 21 S, IO 24 S, IO 29 S, IO 30 S und IO 38 S) und daher eine schnelle Reaktionszeit von großer Bedeutung ist, um Unfälle zu vermeiden. 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. Die Immissionsorte auf der Landesstraße L 165A sind zur besseren Übersicht in blau und die Immissionsorte auf der Bundesstraße B 27 in gelb dargestellt. Die Immissionsorte auf den restlichen Straßen in der Nachbarschaft sind weiß hinterlegt.



Immissionsorte im nördlichen Bereich



Immissionsorte im südlichen Bereich

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

#### 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, 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 und Gewerbe führen, können der Anlage 3 entnommen werden. Die Blendungsstunden im Jahr wurden auf volle Stunden aufgerundet. Die Blendungszeiten sind ebenfalls in der Anlage 3 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.

| <b>Tabelle 3:</b> Blendungen in der bewohnten Nachbarschaft |           |                          |                   |
|---|-----------|--------------------------|-------------------|
| Immissionsorte  | Stockwerk | Maximale Blendungszeiten |                   |
|   |           | Tag [in Minuten]         | Jahr [in Stunden] |
| IO 1 N  | EG        | keine Blendung           | keine Blendung    |
|   | OG 1      |                          |                   |
| IO 2 N  | EG        | keine Blendung           | keine Blendung    |
|   | OG 1      |                          |                   |
|   | OG2       |                          |                   |
| IO 3 N  | EG        | keine Blendung           | keine Blendung    |
|   | OG 1      |                          |                   |
|   | OG2       |                          |                   |
| IO 4 N  | EG        | keine Blendung           | keine Blendung    |
|   | OG 1      |                          |                   |

| <b>Tabelle 3:</b> Blendungen in der bewohnten Nachbarschaft |           |                          |                   |
|---|-----------|--------------------------|-------------------|
| Immissionsorte  | Stockwerk | Maximale Blendungszeiten |                   |
|   |           | Tag [in Minuten]         | Jahr [in Stunden] |
| IO 5 N  | OG2       | keine Blendung           | keine Blendung    |
|   | EG        |                          |                   |
|   | OG 1      |                          |                   |
| IO 6 N  | OG2       | keine Blendung           | keine Blendung    |
|   | EG        |                          |                   |
|   | OG 1      |                          |                   |
| IO 7 N  | OG2       | keine Blendung           | keine Blendung    |
|   | EG        |                          |                   |
|   | OG 1      |                          |                   |
| IO 8 N  | OG2       | keine Blendung           | keine Blendung    |
|   | EG        |                          |                   |
|   | OG 1      |                          |                   |
| IO 9 N  | OG2       | keine Blendung           | keine Blendung    |
|   | EG        |                          |                   |
|   | OG 1      |                          |                   |
| IO 10 N   | OG2       | 20                       | 21                |
|   | EG        |                          |                   |
|   | OG 1      |                          |                   |
| IO 11 N   | OG2       | 20                       | 29                |
|   | EG        |                          |                   |
|   | OG 1      |                          |                   |
| IO 12 N   | OG2       | keine Blendung           | keine Blendung    |
|   | EG        |                          |                   |
|   | OG 1      |                          |                   |
| IO 13 N   | OG2       | keine Blendung           | keine Blendung    |
|   | EG        |                          |                   |
|   | OG 1      |                          |                   |

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

Aus den Ergebnissen der oberen Tabelle geht hervor, dass lediglich an den südwestlich zum Plangebiet gelegenen Immissionsorten IO 10 N und IO 11 N Blendungen auftreten. Die Blendungen betragen bis zu 20 Minuten am Tag und 29 Stunden im Jahr. Die gemäß der LAI-Hinweise zulässigen Blendungsdauern von 30 Minuten am Tag und 30 Stunden im Jahr werden somit eingehalten. Maßnahmen zum Schutz der Nachbarschaft sind daher nicht erforderlich.

#### 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 2 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 2 entnommen werden.

| <b>Tabelle 4:</b> Blendungen im Verkehrsraum |             |                      |               |
|--|-------------|----------------------|---------------|
| Immissionsort                                | Fahrzeugtyp | Blendungen Solarpark |               |
|  |             | physiologisch        | psychologisch |
| IO 1 S                                       | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | nein          |
| IO 2 S                                       | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | nein          |
| IO 3 S                                       | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | nein          |
| IO 4 S                                       | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | nein          |
| IO 5 S                                       | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | nein          |
| IO 6 S                                       | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | nein          |
| IO 7 S                                       | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | ja            |
| IO 8 S                                       | Lkw         | nein                 | ja            |
|  | Pkw         | nein                 | ja            |
| IO 9 S                                       | Lkw         | ja                   | ja            |
|  | Pkw         | ja                   | ja            |
| IO 10 S                                      | Lkw         | nein                 | ja            |
|  | Pkw         | nein                 | ja            |
| IO 11 S                                      | Lkw         | nein                 | ja            |
|  | Pkw         | nein                 | ja            |
| IO 12 S                                      | Lkw         | nein                 | ja            |
|  | Pkw         | nein                 | ja            |
| IO 13 S                                      | Lkw         | nein                 | ja            |
|  | Pkw         | nein                 | ja            |
| IO 14 S                                      | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | nein          |
| IO 15 S                                      | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | nein          |

| <b>Tabelle 4: Blendungen im Verkehrsraum</b> |             |                      |               |
|--|-------------|----------------------|---------------|
| Immissionsort                                | Fahrzeugtyp | Blendungen Solarpark |               |
|  |             | physiologisch        | psychologisch |
| IO 16 S                                      | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | nein          |
| IO 17 S                                      | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | nein          |
| IO 18 S                                      | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | nein          |
| IO 19 S                                      | Lkw         | ja                   | ja            |
|  | Pkw         | ja                   | ja            |
| IO 20 S                                      | Lkw         | ja                   | ja            |
|  | Pkw         | ja                   | ja            |
| IO 21 S                                      | Lkw         | ja                   | ja            |
|  | Pkw         | ja                   | ja            |
| IO 22 S                                      | Lkw         | ja                   | ja            |
|  | Pkw         | ja                   | ja            |
| IO 23 S                                      | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | nein          |
| IO 24 S                                      | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | nein          |
| IO 25 S                                      | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | nein          |
| IO 26 S                                      | Lkw         | nein                 | ja            |
|  | Pkw         | nein                 | ja            |
| IO 27 S                                      | Lkw         | ja                   | ja            |
|  | Pkw         | ja                   | ja            |
| IO 28 S                                      | Lkw         | nein                 | ja            |
|  | Pkw         | nein                 | ja            |
| IO 29 S                                      | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | nein          |
| IO 30 S                                      | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | nein          |
| IO 31 S                                      | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | nein          |
| IO 32 S                                      | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | nein          |
| IO 33 S                                      | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | nein          |
| IO 34 S                                      | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | nein          |
| IO 35 S                                      | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | nein          |



| <b>Tabelle 4:</b> Blendungen im Verkehrsraum |             |                      |               |
|--|-------------|----------------------|---------------|
| Immissionsort                                | Fahrzeugtyp | Blendungen Solarpark |               |
|  |             | physiologisch        | psychologisch |
| IO 36 S                                      | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | nein          |
| IO 37 S                                      | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | nein          |
| IO 38 S                                      | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | nein          |
| IO 39 S                                      | Lkw         | nein                 | ja            |
|  | Pkw         | nein                 | ja            |
| IO 40 S                                      | Lkw         | nein                 | ja            |
|  | Pkw         | nein                 | ja            |
| IO 41 S                                      | Lkw         | nein                 | ja            |
|  | Pkw         | nein                 | ja            |
| IO 42 S                                      | Lkw         | nein                 | ja            |
|  | Pkw         | nein                 | ja            |
| IO 43 S                                      | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | nein          |
| IO 44 S                                      | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | nein          |
| IO 45 S                                      | Lkw         | nein                 | nein          |
|  | Pkw         | nein                 | nein          |

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 Bundesstraße B 27 (i.e. IO 19 S bis IO 22 S und IO 27 S) zu Blendungen kommt, die auch im fovealen Sichtbereich liegen. An den Immissionsorten auf der Landesstraße L 165a kommt es an keinem Immissionsort zu Blendungen, die im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer liegen. Am Zu- und Abbringer der Bundesstraße B 27 (i.e. IO 9 S) kommt es jedoch zu Blendungen, die auch im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer, die von der Bundesstraße B 27 auf die Landesstraße L 165a fahren, liegen. An der Erschließungsstraße des Kieswerks (i.e. IO 39 S bis IO 42 S) treten nur Blendungen auf, die außerhalb des fovealen Sichtbereichs der Verkehrsteilnehmer liegen. An der Straße Nackermühle (i.e. IO 43 S bis IO 45 S) treten keine Blendungen auf. Die Beurteilung der Blendungen und eine Vorstellung möglicher Maßnahmen erfolgt im Kapitel 4.5.

## 4.5 Beurteilung der Blendeinwirkung

### 4.5.1 Bewohnte Nachbarschaft und Gewerbe

In der umliegenden Nachbarschaft treten lediglich im südwestlich zum Planvorhaben gelegenen Bereich (i.e. IO 10 N und IO 11 N) Blendungen auf. Die Blendungsdauern an besagten Immissionsorten belaufen sich auf bis zu 20 Minuten am Tag und 30 Stunden im Jahr. Die gemäß den LAI-Hinweisen zulässigen Blendungsdauern von 30 Minuten am Tag und 30 Stunden im Jahr werden daher eingehalten. Die Die Planung führt daher zu keinen negativen Blendungseinflüssen in der Nachbarschaft.

### 4.5.2 Straßenverkehr

#### Landesstraße L 165a (IO 1 S bis IO 18 S)

Auf der Landesstraße L 165a treten lediglich auf Höhe des Solarparks (i.e. IO 7 S bis IO 13 S) Blendungen auf, die jedoch nicht im fovealen Sichtfeld der Verkehrsteilnehmer liegen und somit eher störenden als die Sicht der Verkehrsteilnehmer einschränken Charakter haben. Südlich (i.e. IO 1 S bis IO 6 S) und nördlich (i.e. IO 14 S bis IO 18 S) des Solarparks treten keine Blendungen auf. Für die Verkehrssicherheit auf der Landesstraße L 165a sind daher keine Maßnahmen erforderlich.

#### Bundesstraße B 27 (IO 19 S bis IO 24 S und IO 27 S bis IO 36 S)

Für die Immissionsorte auf der Bundesstraße B 27 zeigt es sich, dass in Bereichen der Bundesstraße (i.e. IO 19 S bis IO 22 S und IO 27 S) Blendungen auftreten, diese im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer liegen. Die Blendungen treten in den frühen Morgenstunden (vor 7:00 Uhr Sommerzeit) zwischen April und Anfang September auf. In den frühen Morgenstunden steht die Sonne tief im Osten und liegt daher im Hintergrund der blendenden Paneele. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass auch ohne eine Realisierung des Solarparks, im westlichen Bereich der Bundesstraße (i.e. IO 19 S bis IO 22 S) in den frühen Morgenstunden schwierige Sichtverhältnisse aufgrund der tiefstehenden Morgensonne vorliegen, da die Verkehrsteilnehmer genau in die Sonne blicken. Die Blendungen betragen maximal 20 Minuten am Tag. Für den Immissionsort IO 27 S, welcher auf Höhe des Solarparks liegt, zeigt es sich, dass nur ein sehr kleiner Bereich des fovealen Sichtfeldes der Verkehrsteilnehmer durch blendende Paneele eingenommen wird. Es kann daher auch an dieser Stelle eher von einem störenden als sichteinschränkenden Charakter der Blendung gesprochen werden. Die Blendungen treten auch hier ausschließlich in den frühen Morgenstunden vor 7:00 Uhr (Sommerzeit) auf. Inwiefern für die besagten Immissionsorte an der Bundesstraße B 27 Maßnahmen erforderlich sind, kann nicht beurteilt werden. Es werden dennoch im Kapitel 4.5.3 mögliche Maßnahmen zum Schutz des Verkehrs auf der Bundesstraße andiskutiert.

#### Zu- und Abfahrt Bundesstraße B27 (IO 25 S, IO 26 S und IO 9 S)

An der südlich des Solarparks befindlichen Zu- und Abfahrt der Bundesstraße B 27 treten Blendungen auf, die im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer liegen können. Hier liegt lediglich für den von der Bundesstraße abfahrenden Verkehr eine Betroffenheit vor. Für eine Fahrtbewegung nach Westen (Zufahrt auf die Bundesstraße) liegt die Blendung durch den Solarpark im Rücken der Verkehrsteilnehmer und führt somit zu keiner Betroffenheit. Die Blendungen treten ausschließlich in den

frühen Morgenstunden vor 7:00 Uhr (Sommerzeit) zwischen April und Anfang September auf. Zu dieser Zeit steht die Sonne tief im Osten und liegt somit im Hintergrund der blendenden Paneele. Es kann daher auch ohne blendende Paneele an dieser Stelle von schwierigen Sichtverhältnissen ausgegangen werden, da die Sonne direkt im fovealen Sichtfeld der Verkehrsteilnehmer liegt. Inwiefern die blendenden Solarpaneele die Blendungssituation im Einfahrtsbereich in die Landstraße (i.e. IO 9 S) weitergehend verschärft, kann nicht abschließend beurteilt werden. Für den auf die Landesstraße L 165a zufahrenden Verkehr (IO 9 S) wurden im Kapitel 4.5.3 Maßnahmen diskutiert.

#### Erschließungsstraße Kieswerk (IO 37 S bis IO 42 S)

An den Immissionsorten auf der Erschließungsstraße des Kieswerks treten ausschließlich Blendungen auf, die außerhalb des fovealen Sichtbereichs der Verkehrsteilnehmer liegen. Es wird daher keine Sichteinschränkung der Verkehrsteilnehmer auf der Erschließungsstraße prognostiziert. Für die Verkehrssicherheit auf der Erschließungsstraße des Kieswerks sind daher keine Maßnahmen erforderlich.

#### Straße Nackermühle (IO 43 S bis IO 45 S)

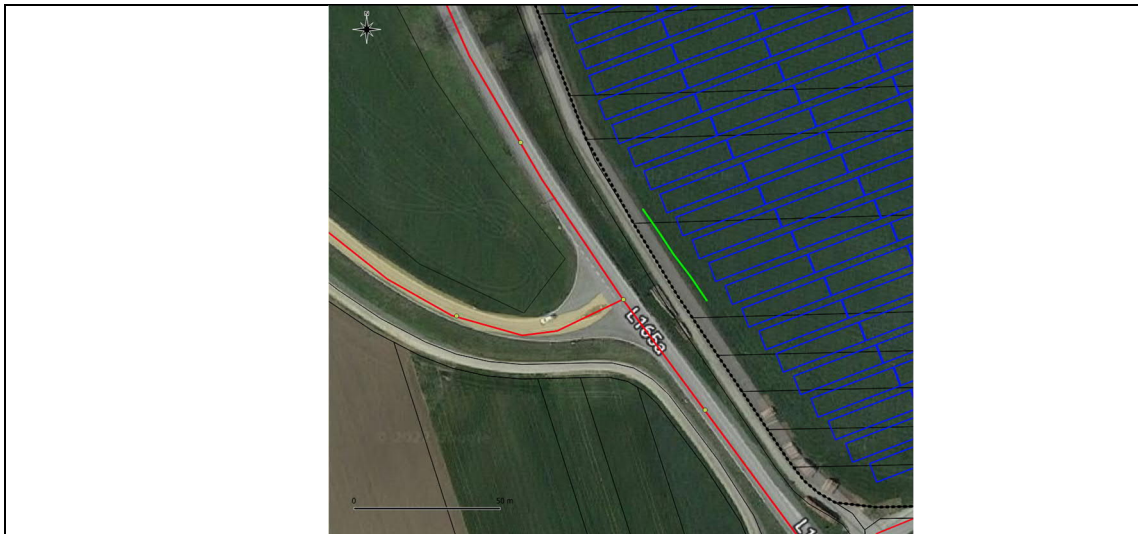
An den Immissionsorten der Straße Nackermühle treten keinerlei Blendungen auf. Eine Betroffenheit liegt daher nicht vor.

### 4.5.3 Wirksamkeit von Maßnahmen

Es treten ausschließlich in der südwestlichen Nachbarschaft Blendungen auf. Die Blendungsdauern liegen jedoch unterhalb der Blendungsdauern, die gemäß den LAI-Hinweisen zulässig sind. Maßnahmen zum Schutz der Nachbarschaft sind daher nicht erforderlich. Im Verkehrsbereich sind für die Bereiche auf der Bundesstraße B 27 und der südlich gelegenen Abfahrt der Bundesstraße B 27, wo die Blendungen im fovealen Sichtbereich der Fahrzeugführer liegen, Maßnahmen erforderlich, die zur Reduzierung der Blendungsdauern umgesetzt werden sollten.

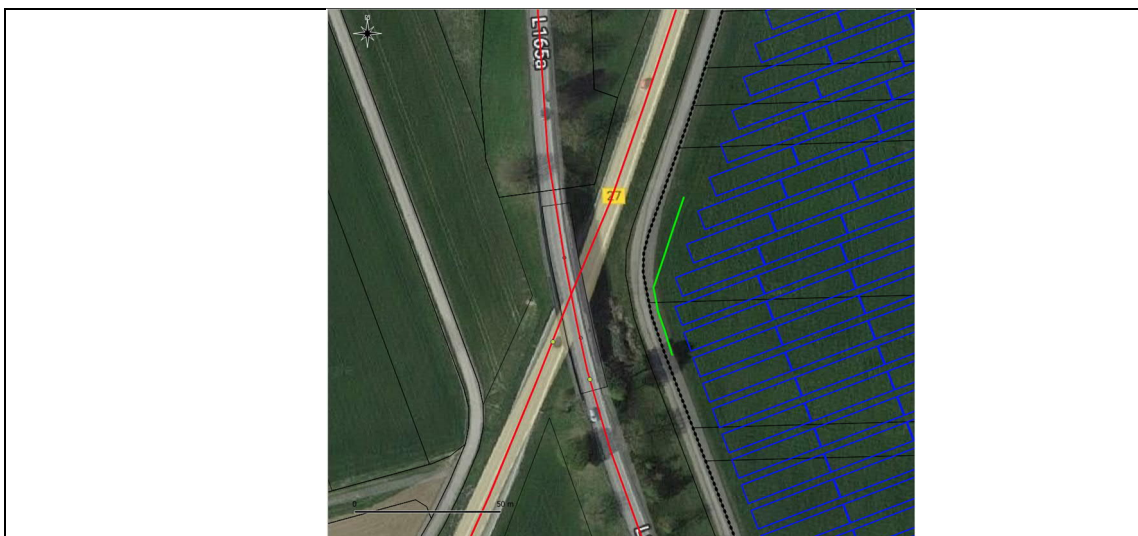
Folgende Maßnahmen werden kurz in Bezug auf deren Wirksamkeit beurteilt:

- **Sichtunterbrechende Maßnahmen zwischen den Solarpaneelen und den betroffenen Immissionsorten.** Eine Unterbrechung der Blickbeziehung des blendenden Panels zum Immissionsort durch eine Wand oder Ähnliches stellt ein effektives Mittel dar, um Blendungen am Immissionsort zu vermeiden. Hier ist der Immissionsort IO 9 S als besonders kritisch zu erachten, da hier eine Einfahrt auf die Landesstraße L 165a erfolgt und somit gute Sichtverhältnisse von besonderer Bedeutung sind. In der nachfolgenden Abbildung ist die Dimensionierung einer möglichen Abschirmung dargestellt, die dazu führt, dass keine Blendungen am Immissionsort IO 9 S auftreten. Die Abschirmung wurde auf der Grenze des Baufeldes konzipiert. Die Abschirmung muss eine Höhe von 4 m üGOK aufweisen. Diese Abschirmung führt auch an den westlich gelegenen Immissionsorten der B 27 (i.e. IO 19 S bis IO 22 S) zu einer Reduzierung der Blendung.



**Abbildung 4:** Abschirmung für Immissionsort IO 9 S

Um Blendungen am Immissionsort IO 27 S im fovealen Sichtbereich zu vermeiden, wurde ebenfalls die Wirksamkeit einer Sichtunterbrechung untersucht. In der nachfolgenden Abbildung ist eine mögliche Sichtabschirmung dargestellt.



**Abbildung 5:** Abschirmung für Immissionsort IO 27 S

Die Sichtabschirmung (grüne Darstellung) wurde auf die Grenze des Baufensters mit einer Höhe von 3 m üGOK gelegt. Ist diese sichtundurchlässig gestaltet, werden am Immissionsort IO 27 S keine Blendungen mehr prognostiziert.

Ob ggf. an der Stelle der Sichtabschirmung auch ein Heckenelement schon einen ausreichenden Schutz vor Blendungen bietet, kann nicht beurteilt werden. Ein Heckenelement, welches ggf. nicht komplett zu einer Sichtabschirmung führt, aber den Blendungseinfluss maßgeblich nach unten schraubt, erscheint aufgrund der geringen Blendungsfläche im fovealen Sichtbereich gekoppelt mit kurzzeitigen Blendungsdauern in den frühen Morgenstunden an dieser

Stelle als ausreichend. Die Hecke sollte mindestens eine Höhe von 3 m ü GOK aufweisen. Hier ist jedoch darauf zu achten, dass das Heckenelement seinen abschirmenden Charakter beibehält. Schäden durch Dürre, Wind, Wildverbiss, etc. sind pflegerisch vorzubeugen/vermeiden. Auch stellt der östlich der Bundesstraße befindliche Vegetationsstreifen eine weitere Sichtabschirmung dar, die sicherlich auch schon zu einer Reduktion der Blendung auf der Bundesstraße führt. Die Entscheidung, ob es daher zwingend einer sichtundurchlässigen Abschirmung (i.e. Zaun, Wand, etc.) bedarf, muss von Entscheidungsträgerseite getroffen werden.

- **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. Gerade bei untergeordneten Straßen scheint eine entsprechende Beschilderung zielführend. Ob eine entsprechende Beschilderung an der Bundesstraße möglich ist, kann nicht beurteilt werden.
- **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. Auch muss bei dieser Maßnahme beachtet werden, dass ggf. durch die Wegnahme von einzelnen Paneelen Blendungen von anderen Paneelen auftreten, da ggf. der abschirmende Effekt von davor liegenden Paneelen entfällt. 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 und somit die Sichteinschränkung von Verkehrsteilnehmern mildern. 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. In der vorliegenden Untersuchung wurde die Planung bereits durch eine Orientierung der Paneele nach Südosten in Bezug auf den blendenden Einfluss auf die Nachbarschaft optimiert. Im vorliegenden Fall liegen jedoch zahlreiche betroffene Immissionsorte an unterschiedlichen Stellen in der Nachbarschaft vor, deren Lagebeziehungen zum Solarpark deutlich voneinander abweichen, sodass die Möglichkeit gegeben ist, dass eine Verbesserung der Blendungssituation an einer Stelle mit einer Verschlechterung der Blendungssituation an anderer Stelle einhergehen kann. Ein weiteres Ausdrehen der Paneele Richtung Osten könnte jedoch auf

der Bundesstraße als auch der Landesstraße zu weitergehenden Reduzierungen der Blendung führen.

Dieses Gutachten umfasst 27 Seiten und 2 Anlagen. Die auszugsweise Vervielfältigung des Gutachtens ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure AG gestattet.

München, den 2. Dezember 2022

Möhler + Partner  
Ingenieure AG



i. V. M. Sc. C. Bews



i. V. M. Sc. P. Patsch

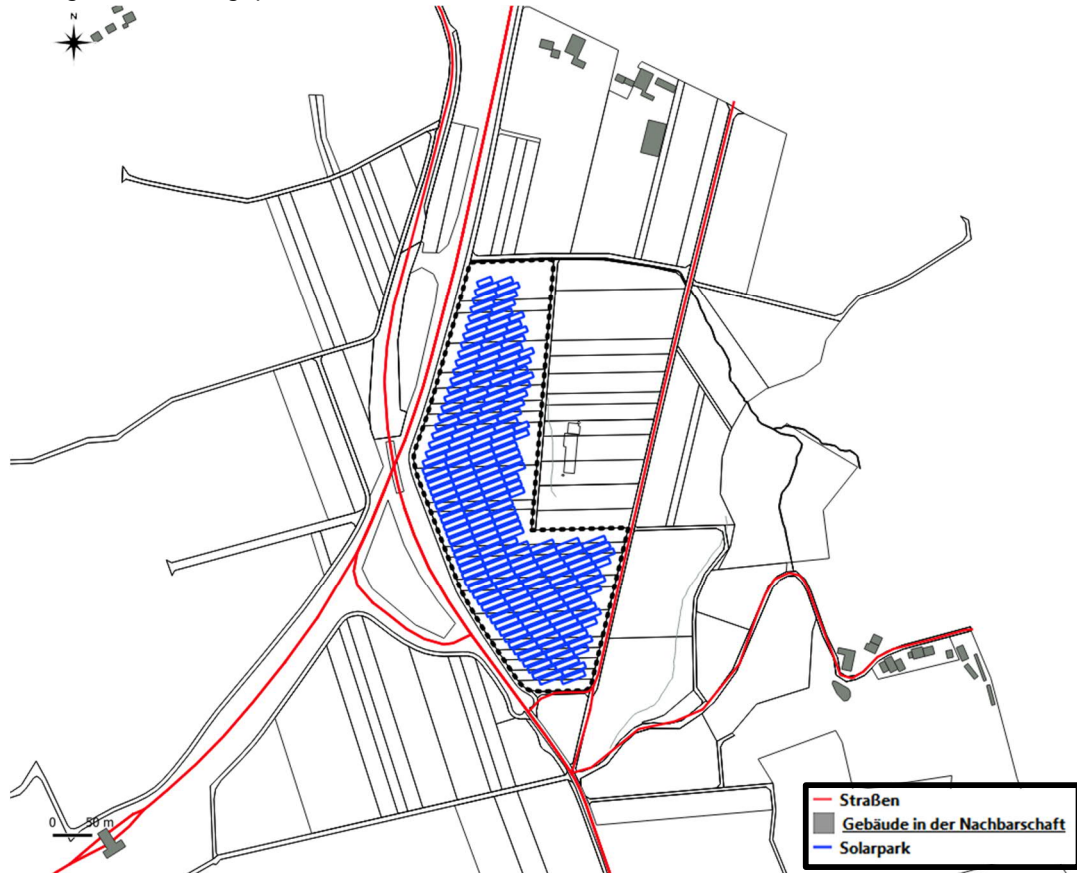
## 5. Anlagen

Anlage 1: Lagepläne

Anlage 2: Blendungen in der Nachbarschaft

Anlage 3: Blendungen im umliegenden Verkehrsraum

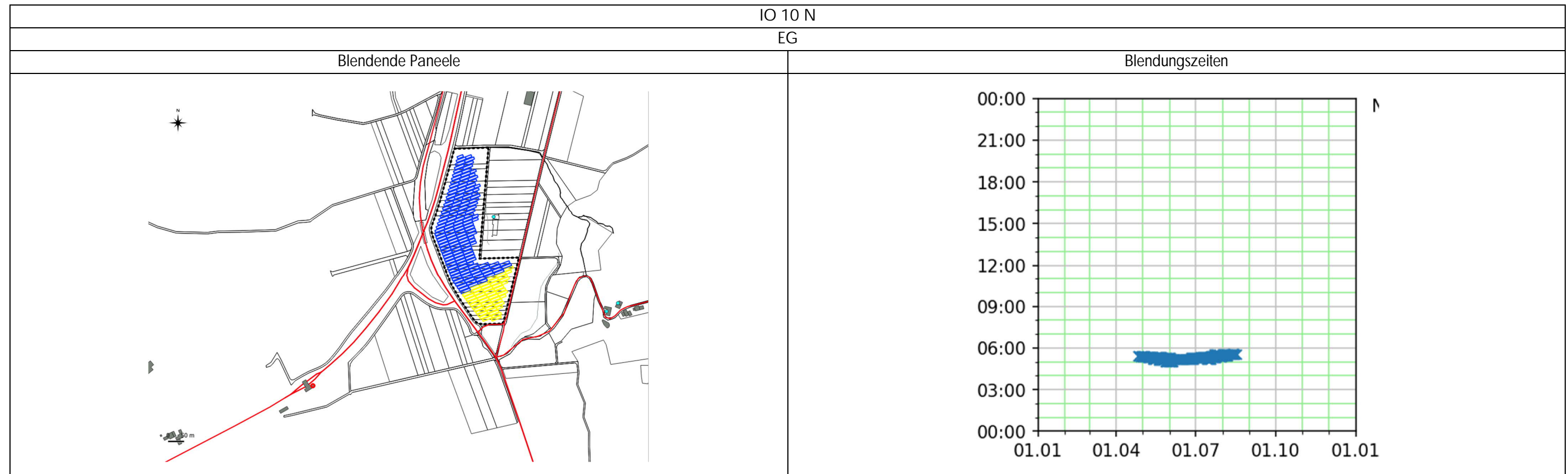
Anlage 1: Lagepläne





## Anlage 2: Blendungen in der bewohnten Nachbarschaft

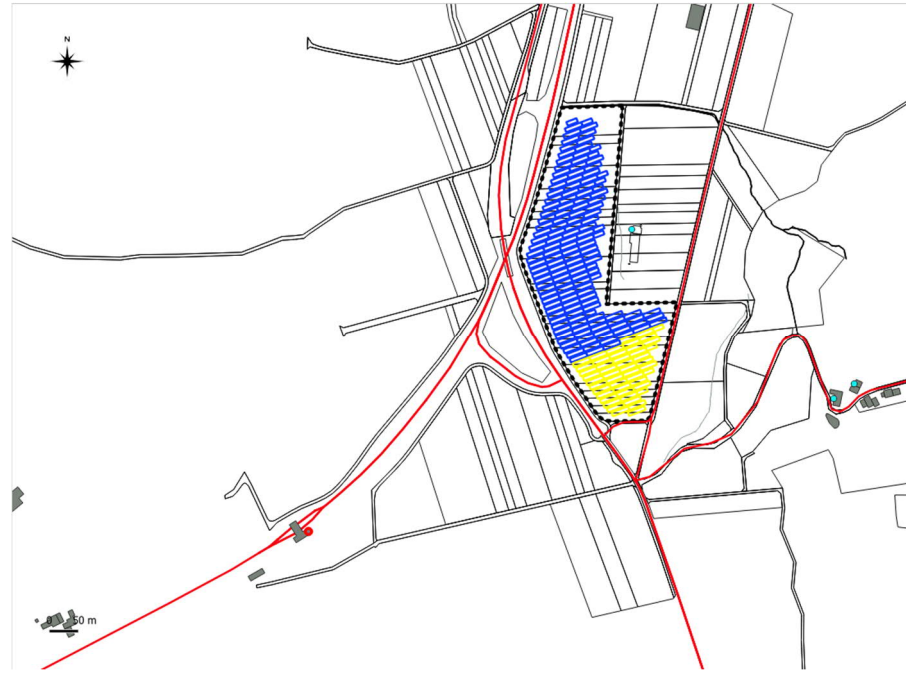
In den nachfolgenden Abbildungen sind die am Immissionsort zu Blendungen führenden Paneele gelb dargestellt. Der jeweilige Immissionsort ist als roter Punkt dargestellt. Zusätzlich sind die Zeiten dargestellt, zu denen die Blendungen auftreten. Die Blendungszeiten sind in Winterzeit angegeben.



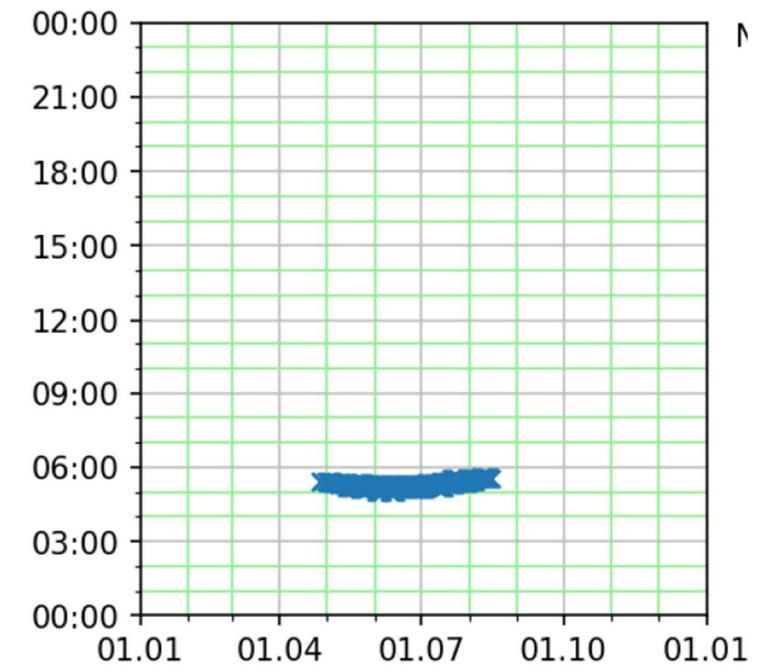
IO 10 N

OG 1

Blendende Paneele



Blendungszeiten

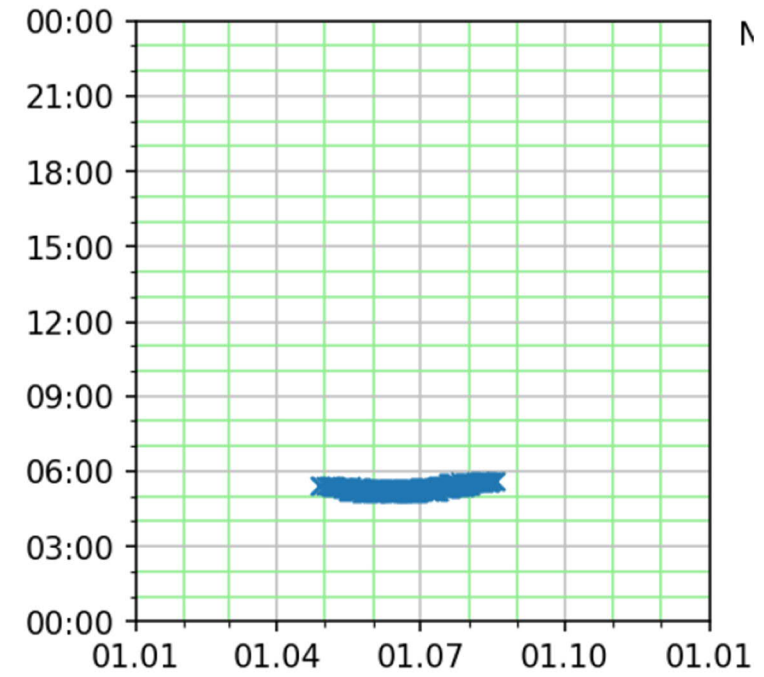


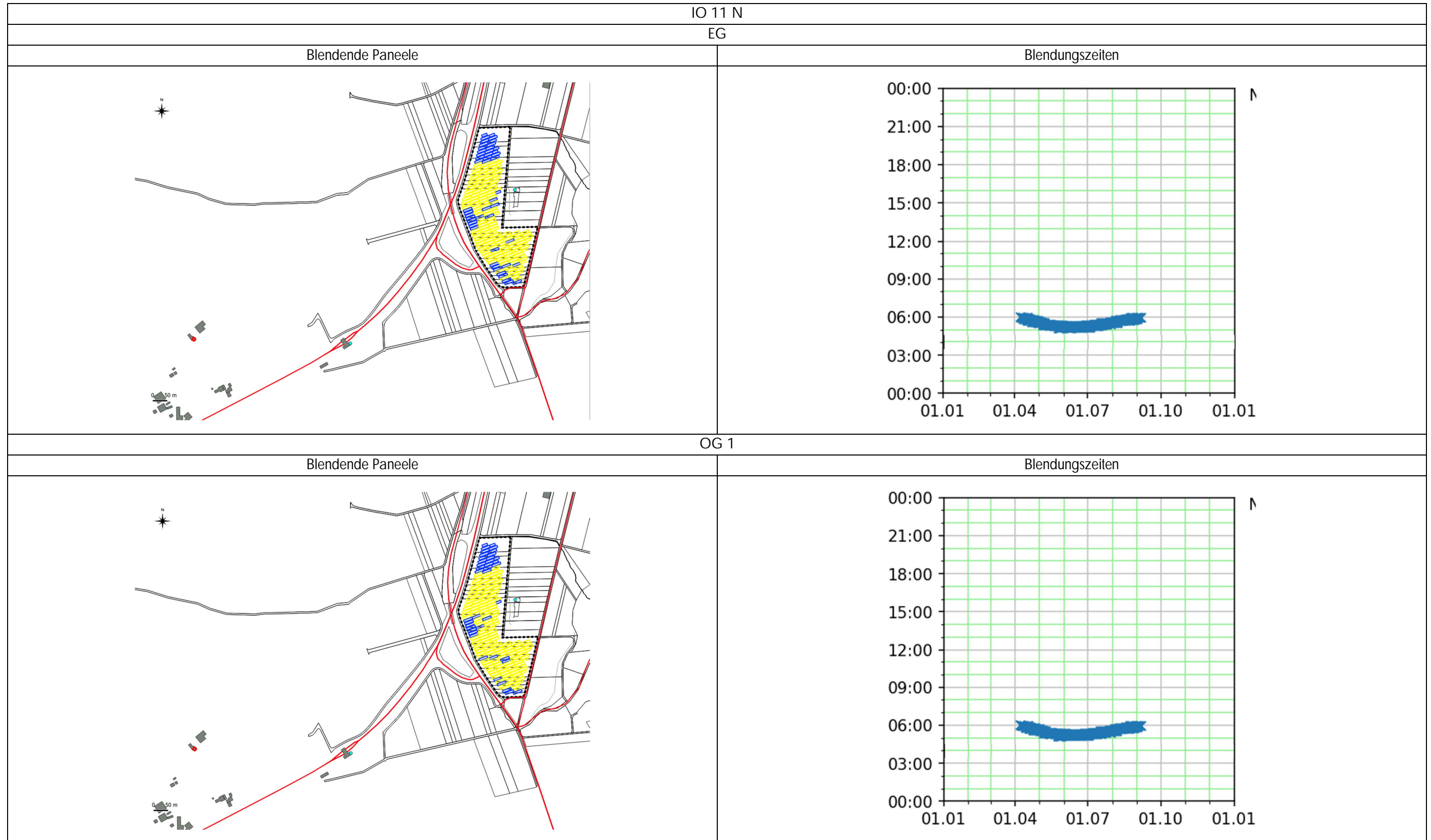
OG 2

Blendende Paneele



Blendungszeiten





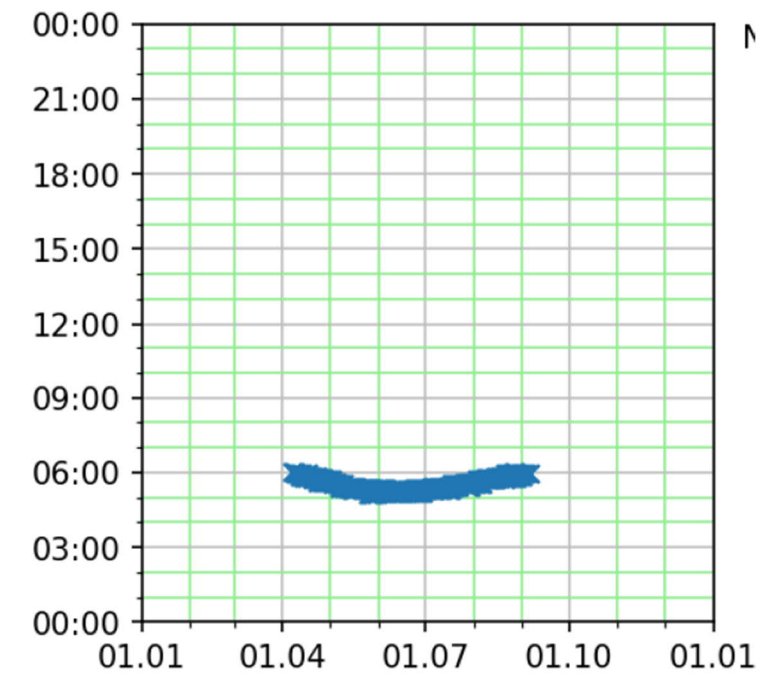
IO 11 N

OG 2

Blendende Paneele



Blendungszeiten

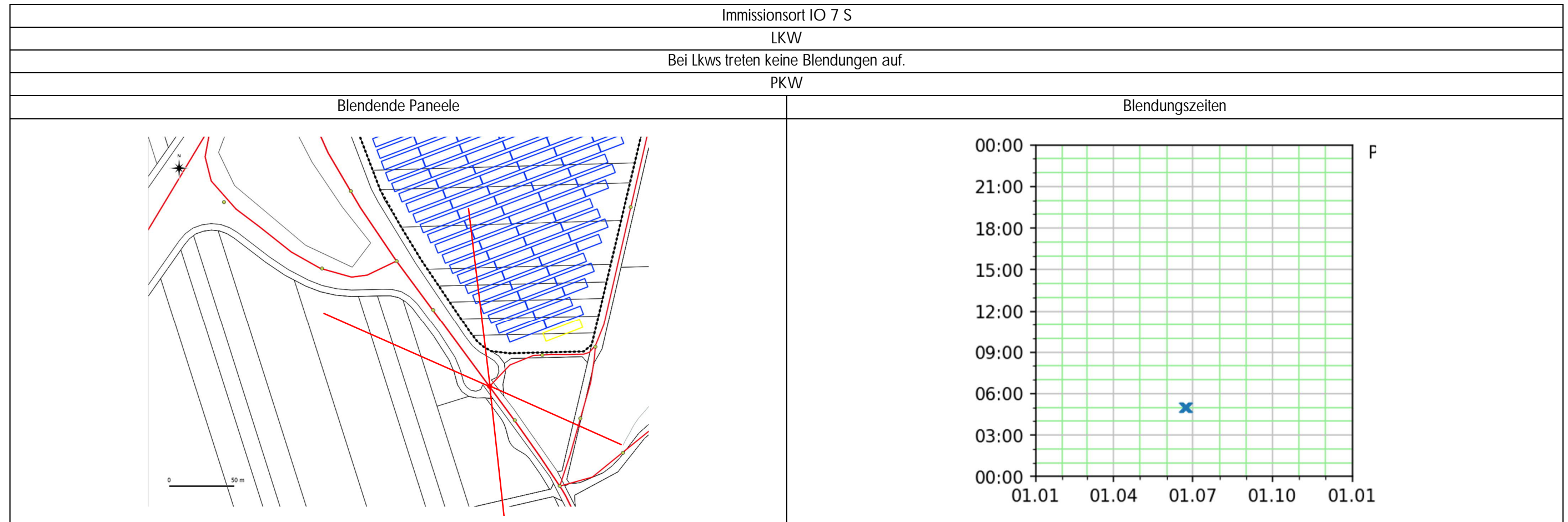




Anlage 3: Blendungen im umliegenden Verkehrsraum

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.

An den Immissionsorten IO 1 S bis IO 6 S treten keine Blendungen auf.



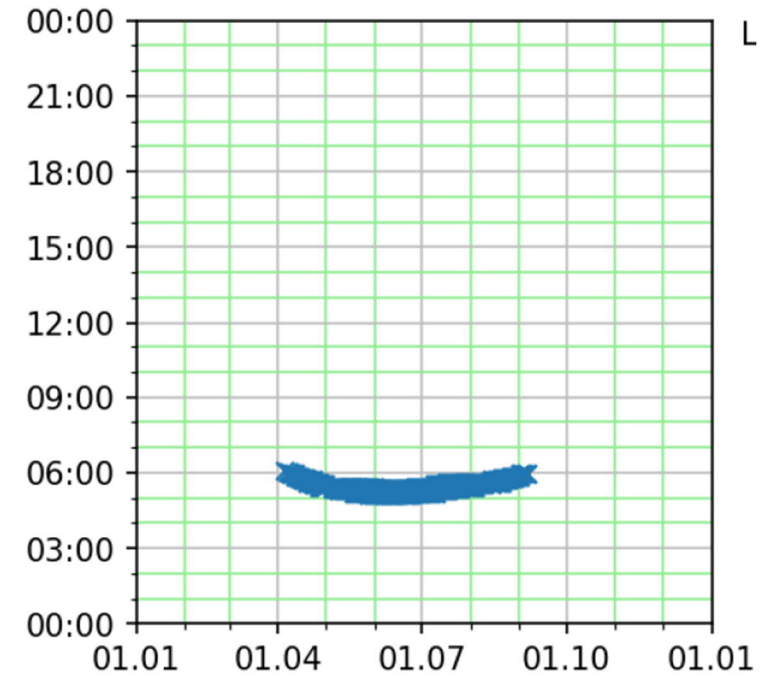
Immissionsort IO 8 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

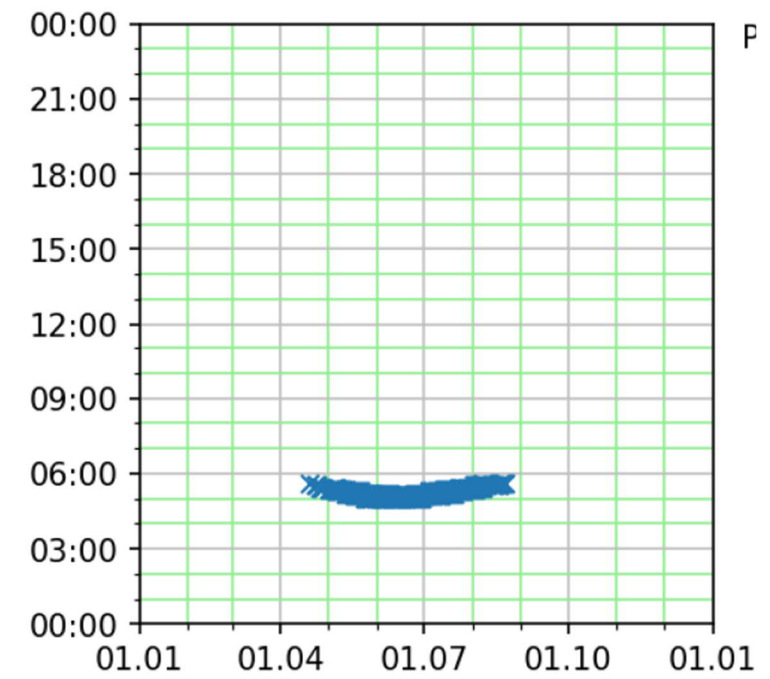


PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten



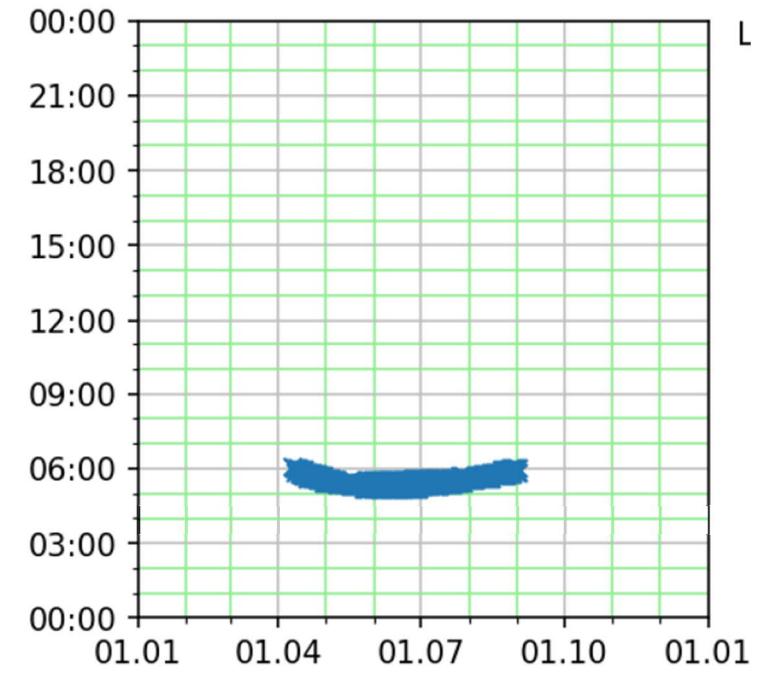
Immissionsort IO 9 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

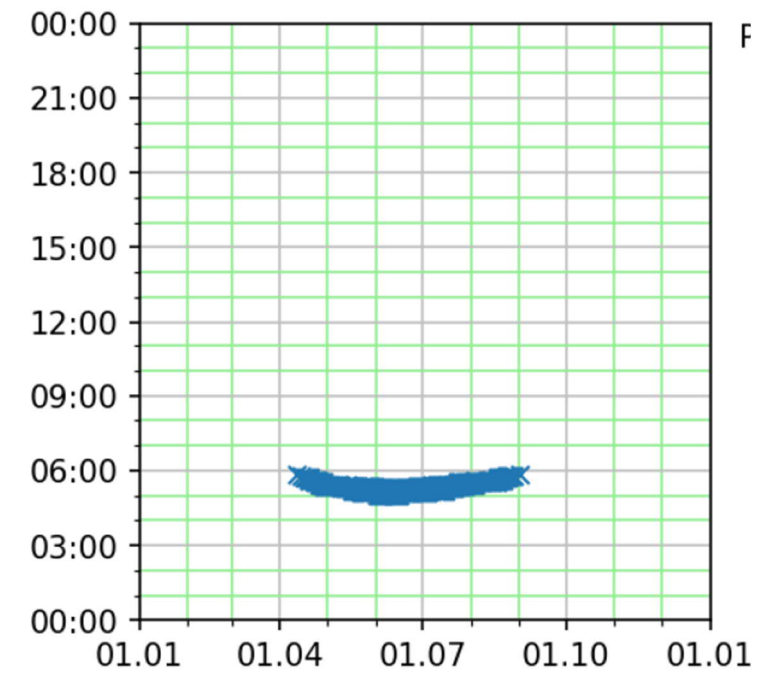


PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten





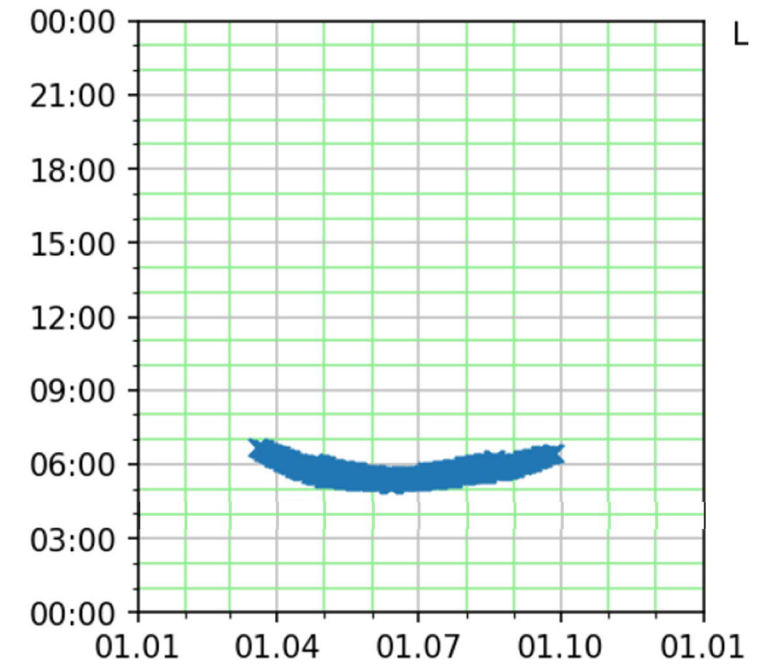
Immissionsort IO 10 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

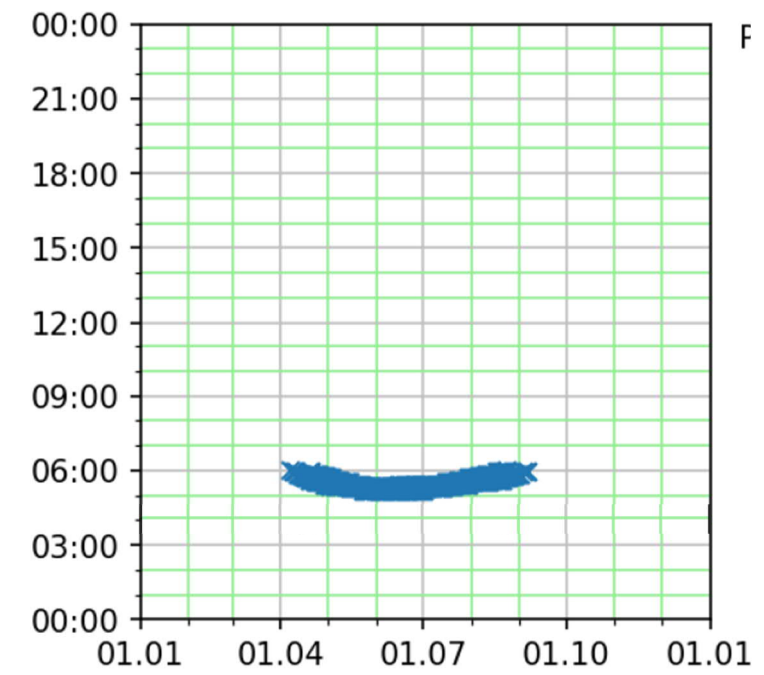


PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten





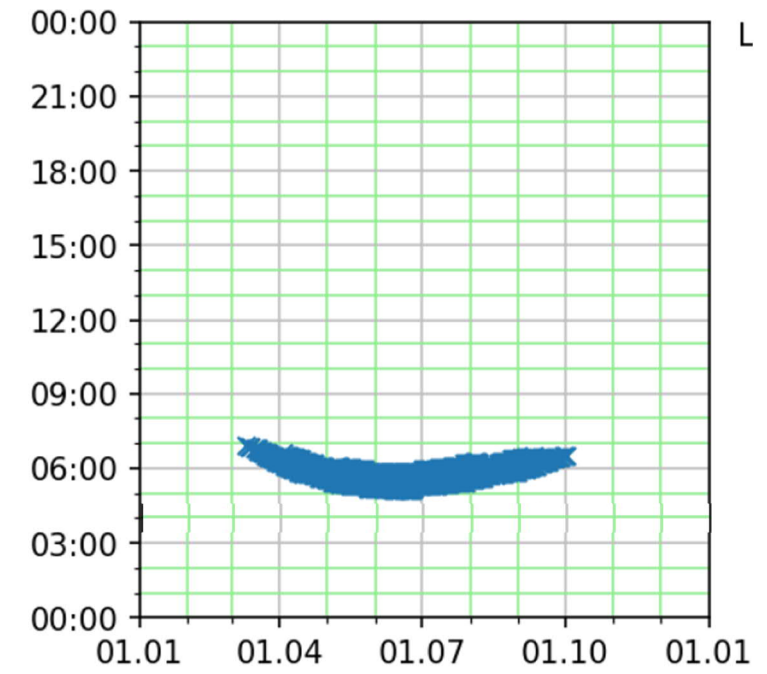
Immissionsort IO 11 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

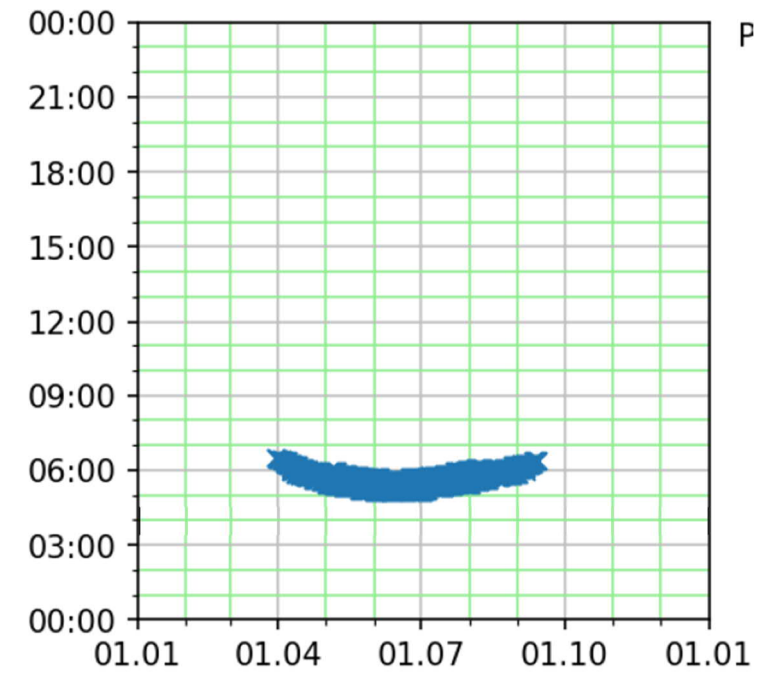


PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten



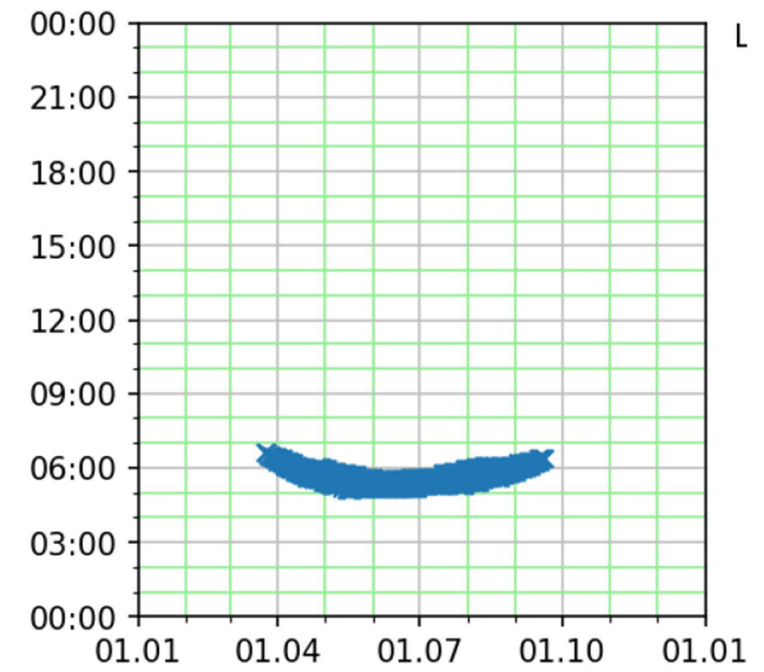
Immissionsort IO 12 S

LKW

Blendende Paneele

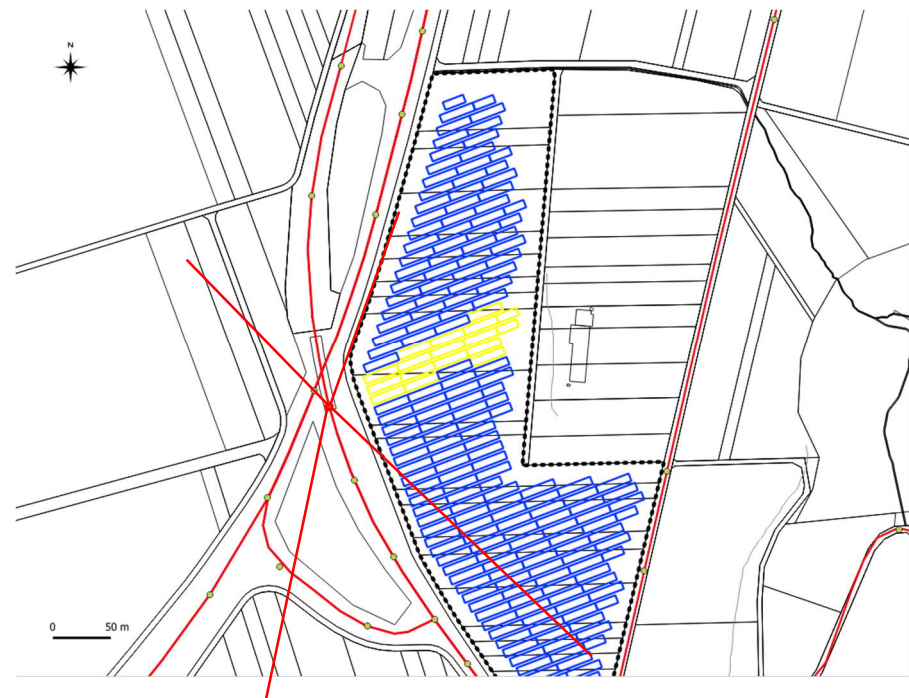


Blendungszeiten

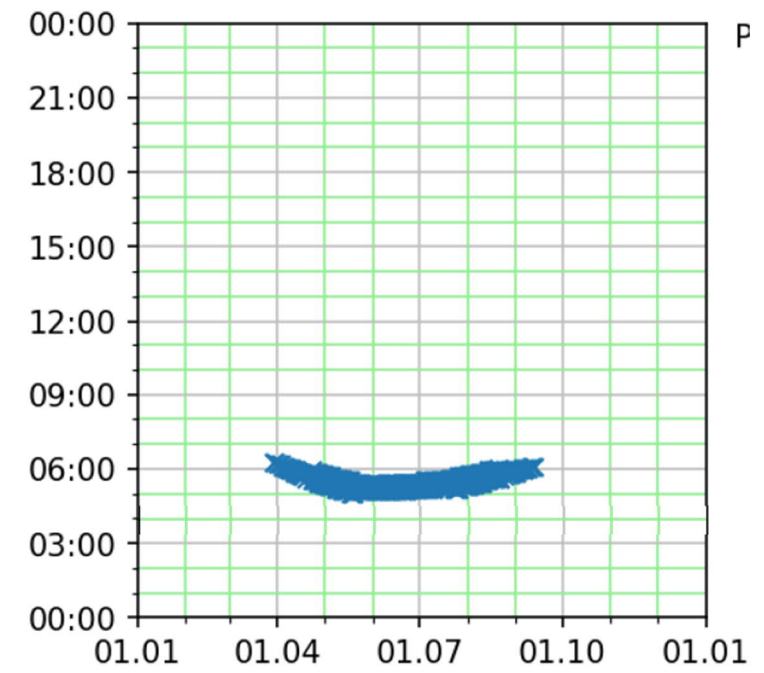


PKW

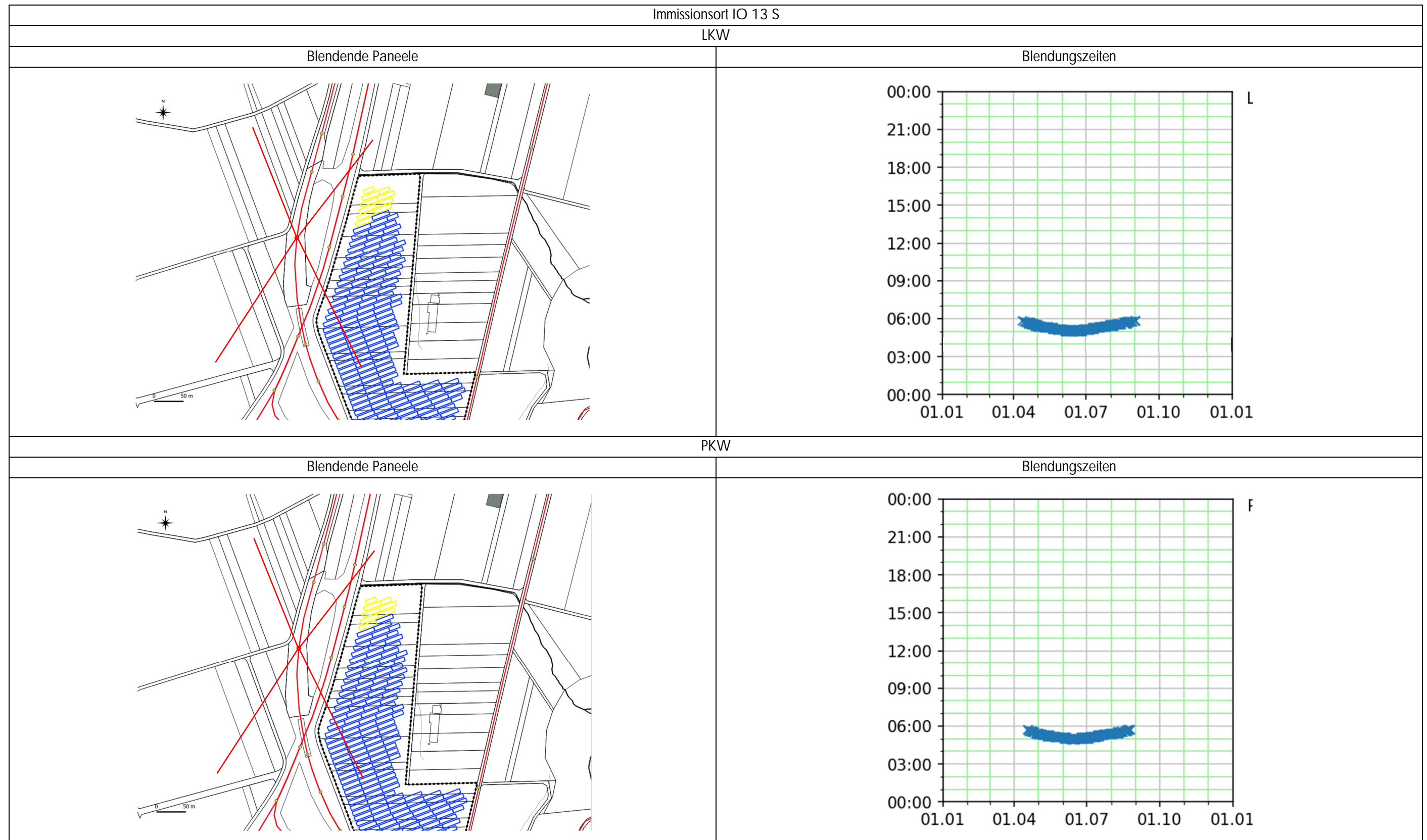
Blendende Paneele



Blendungszeiten





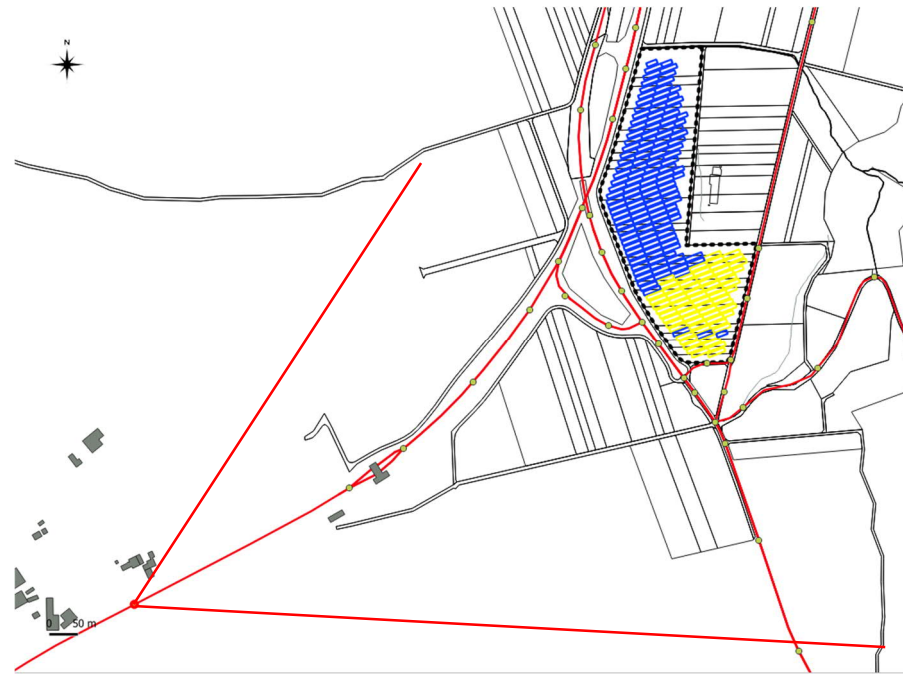


An den Immissionsorten IO 14 S bis IO 18 S treten keine Blendungen auf.

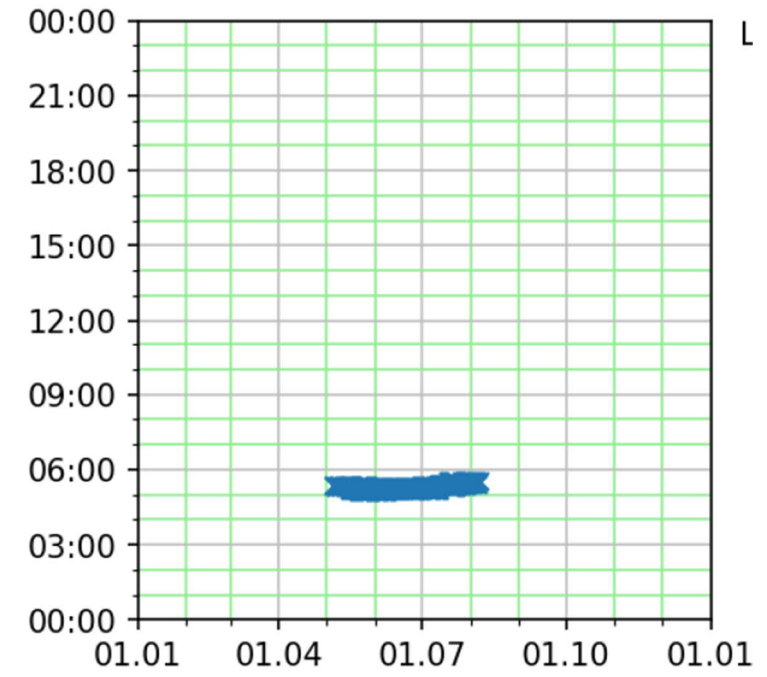
Immissionsort IO 19 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

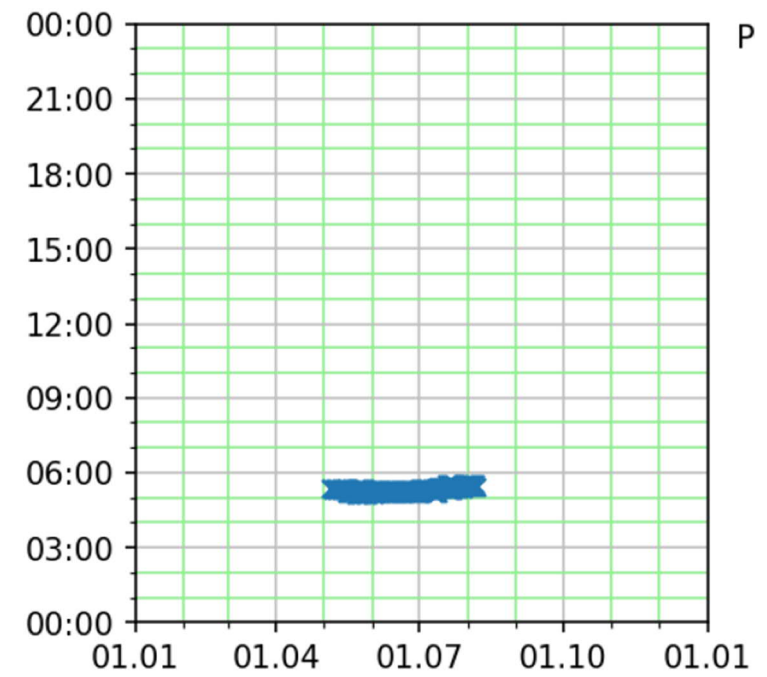


PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten



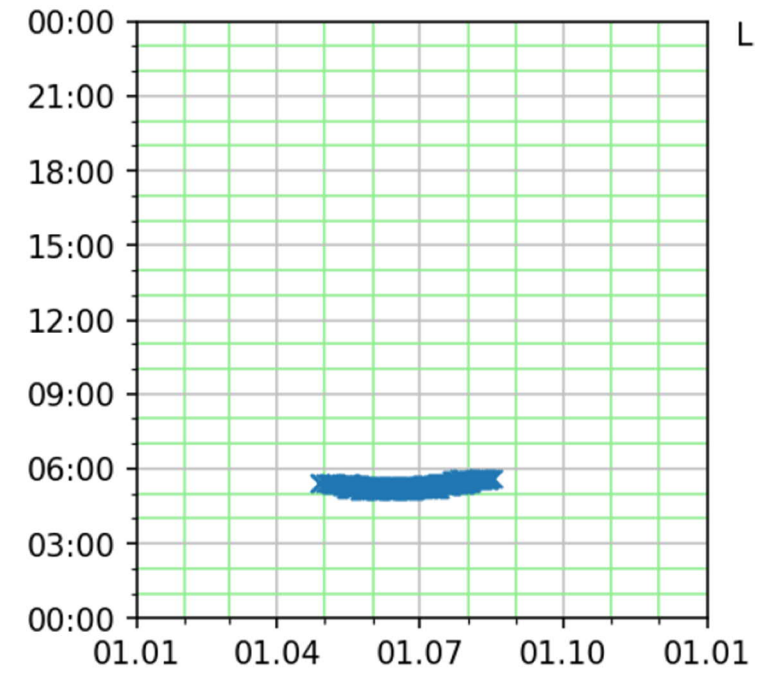
Immissionsort IO 20 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

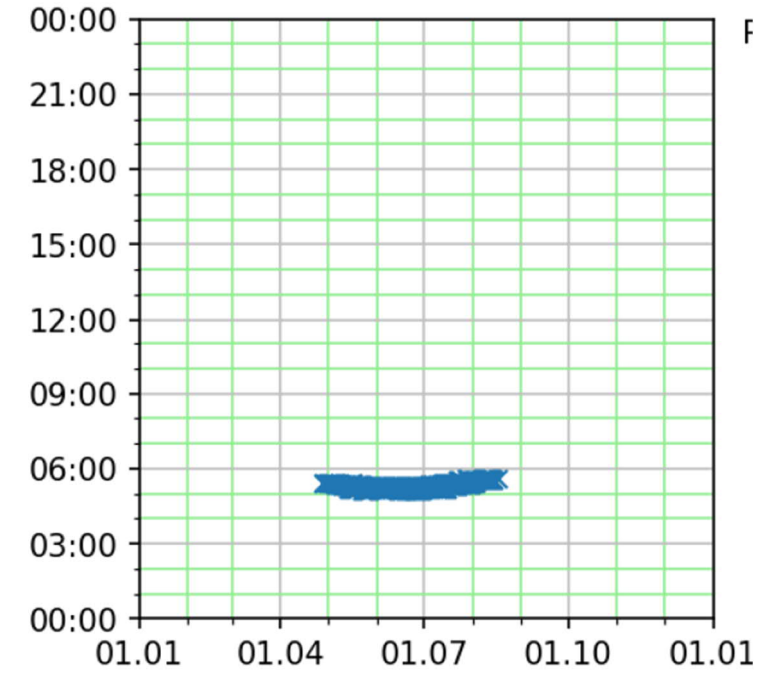


PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

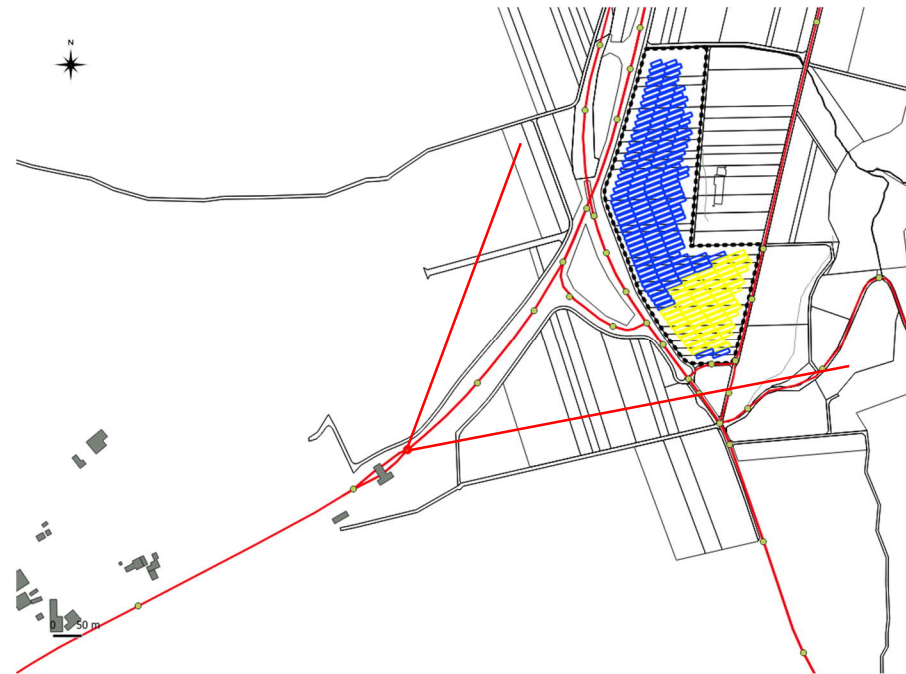




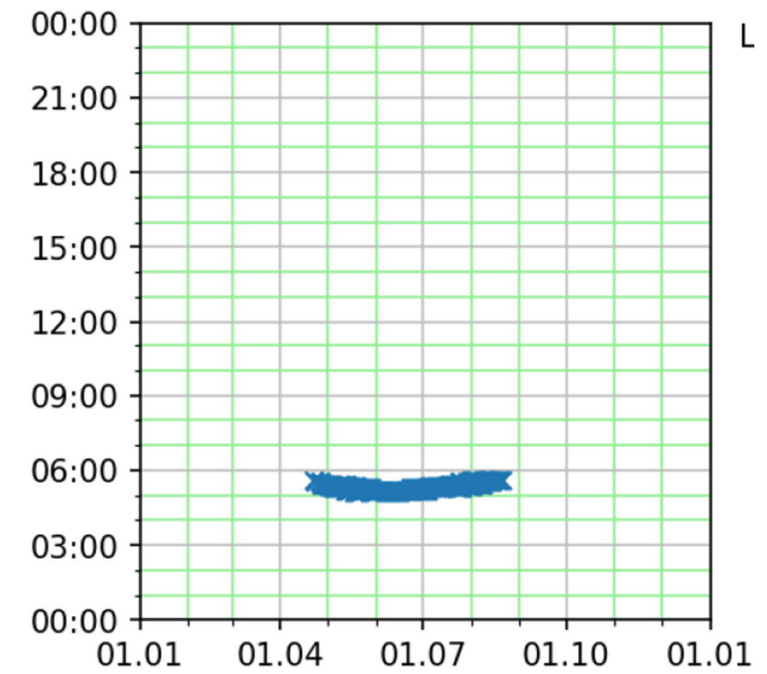
Immissionsort IO 21 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

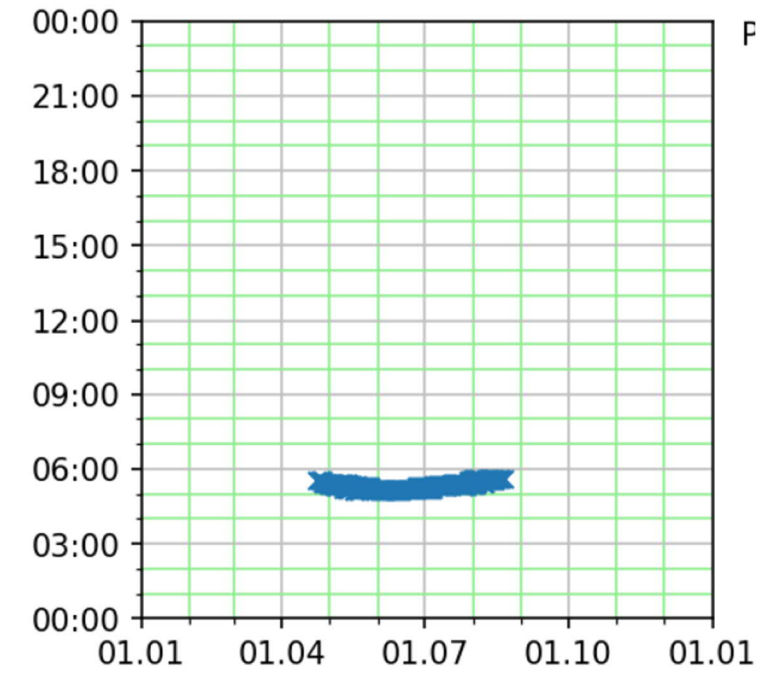


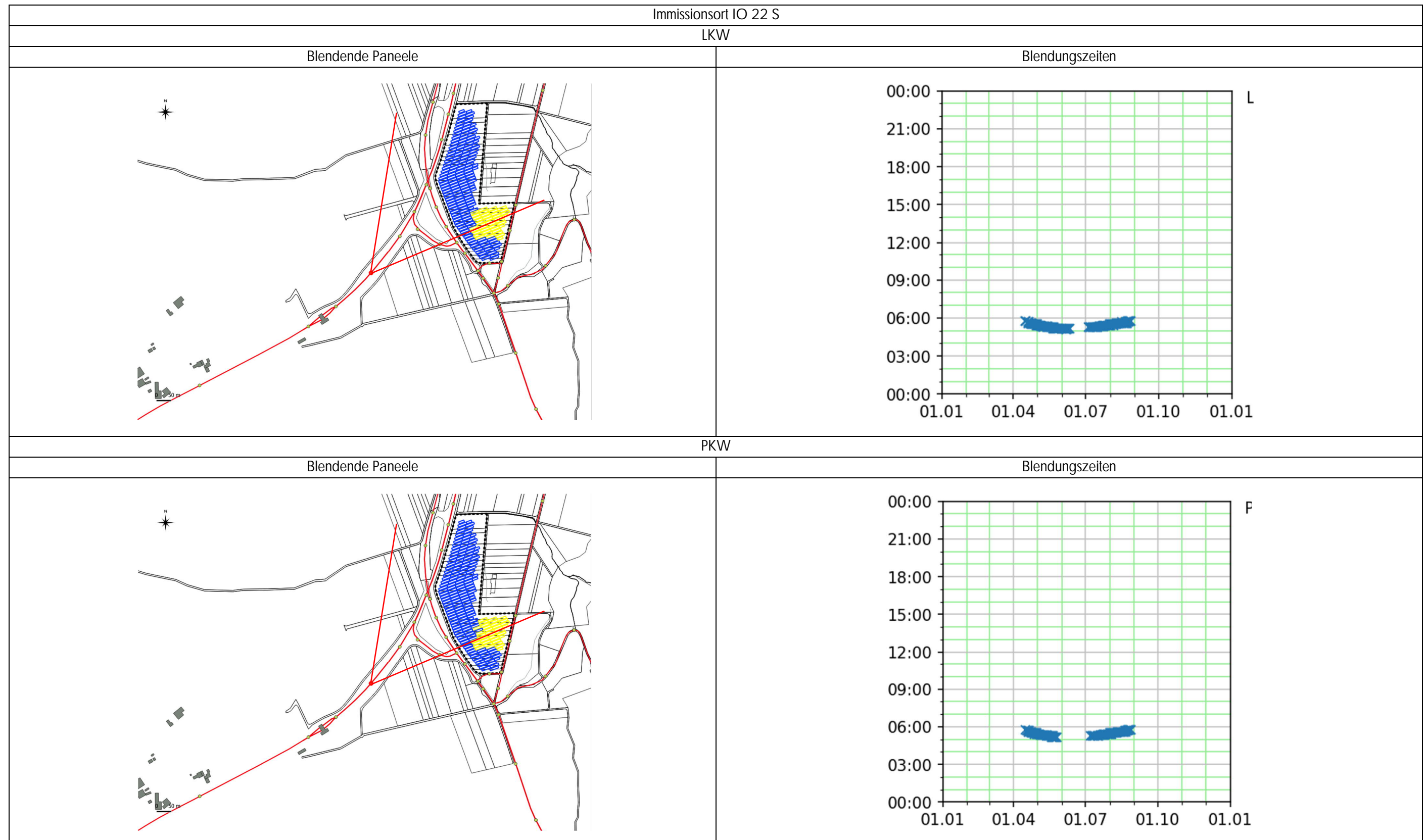
PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten





An den Immissionsorten IO 23 bis IO 25 S treten keine Blendungen auf.

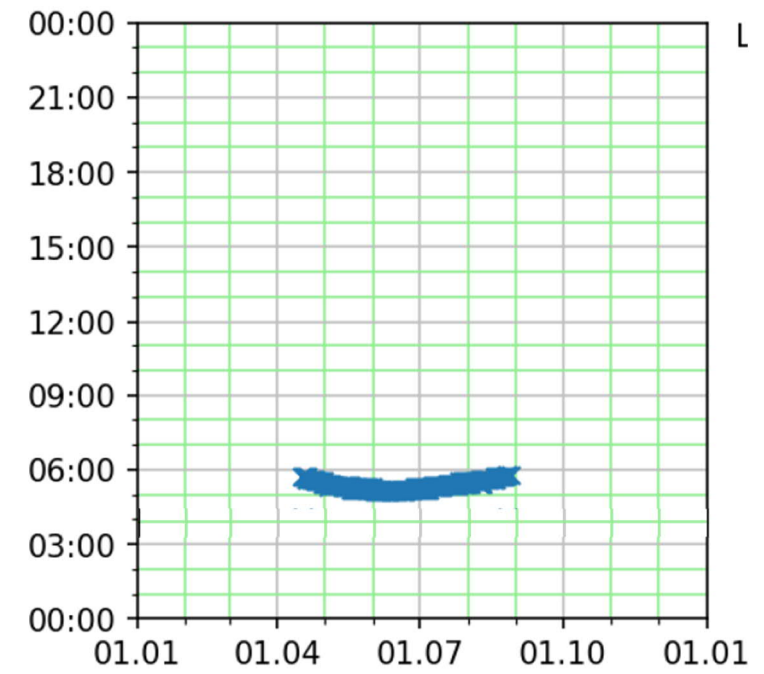
Immissionsort IO 26 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

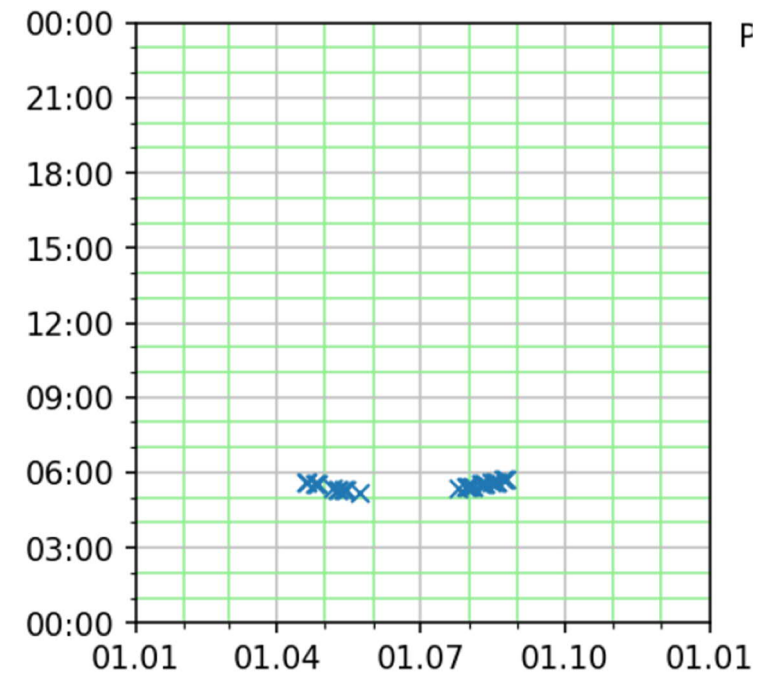


PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

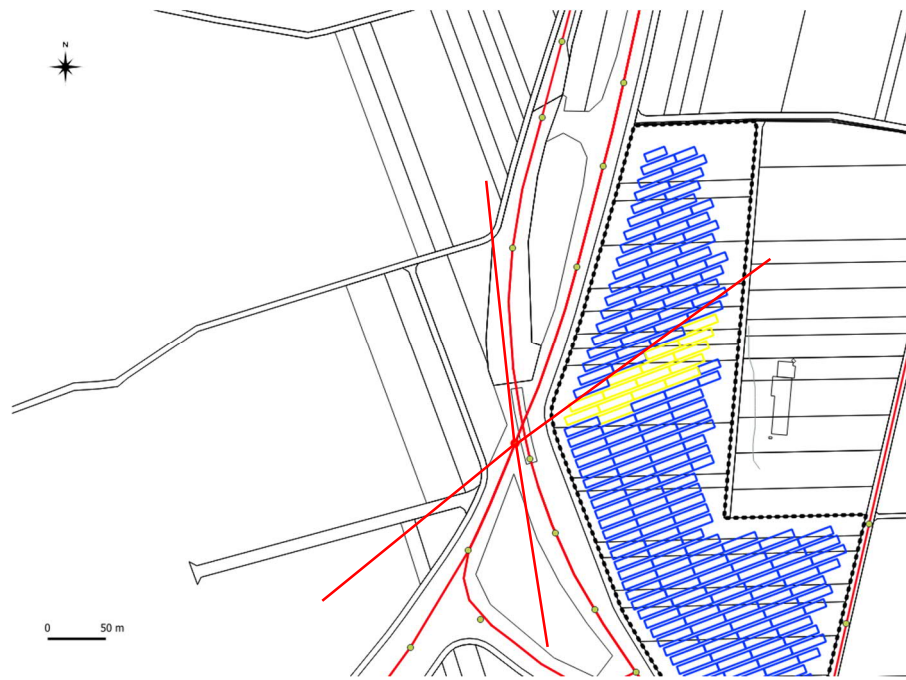




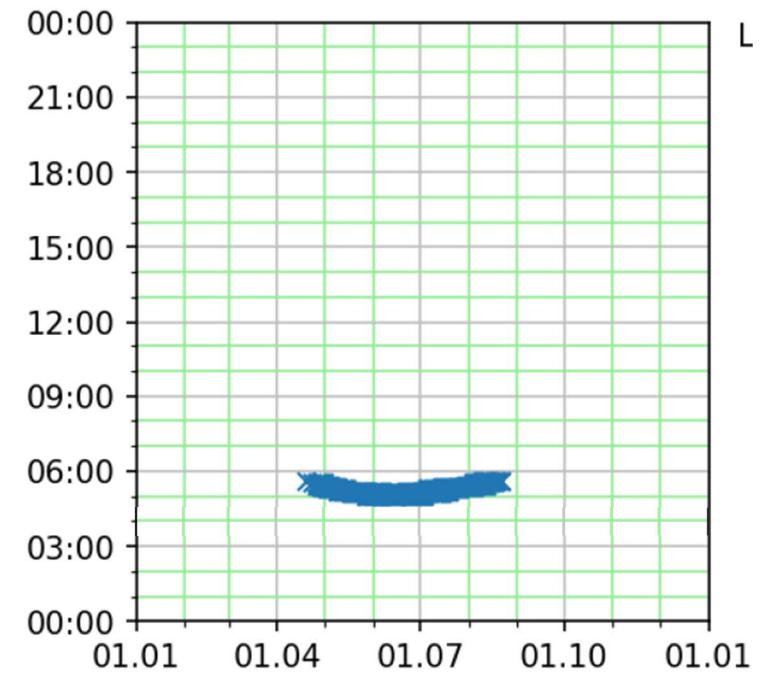
Immissionsort IO 27 S

LKW

Blendende Paneele

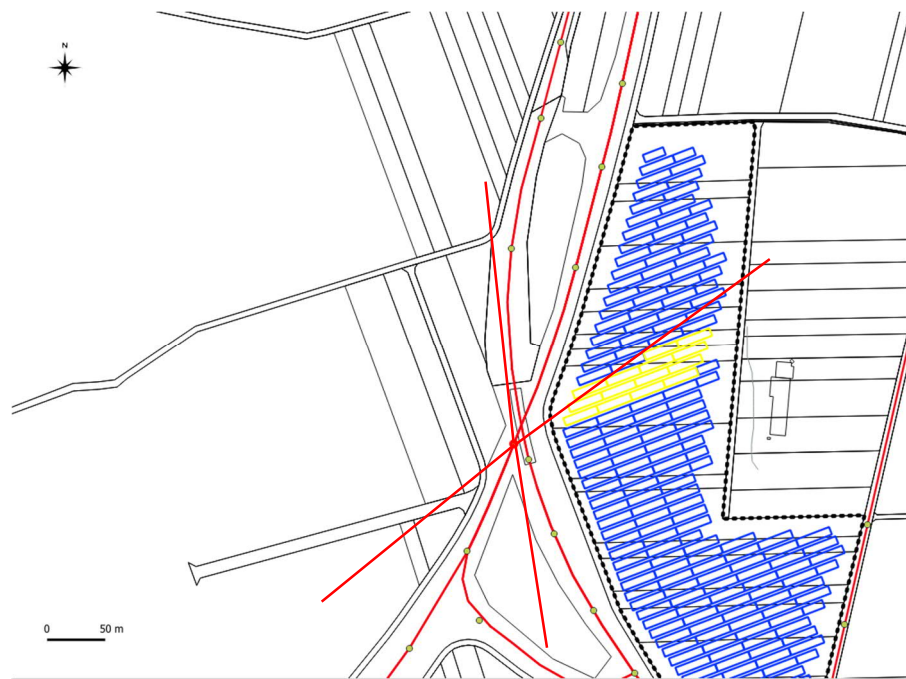


Blendungszeiten

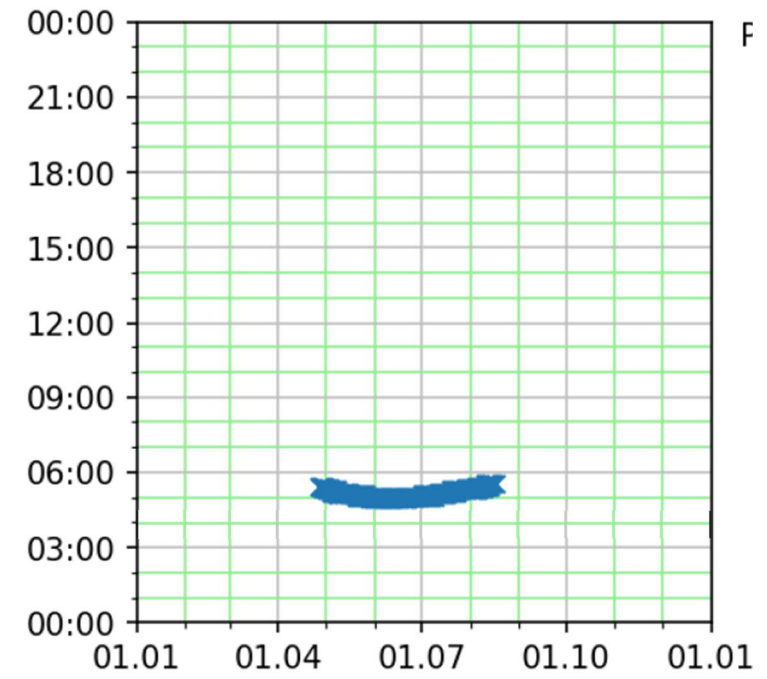


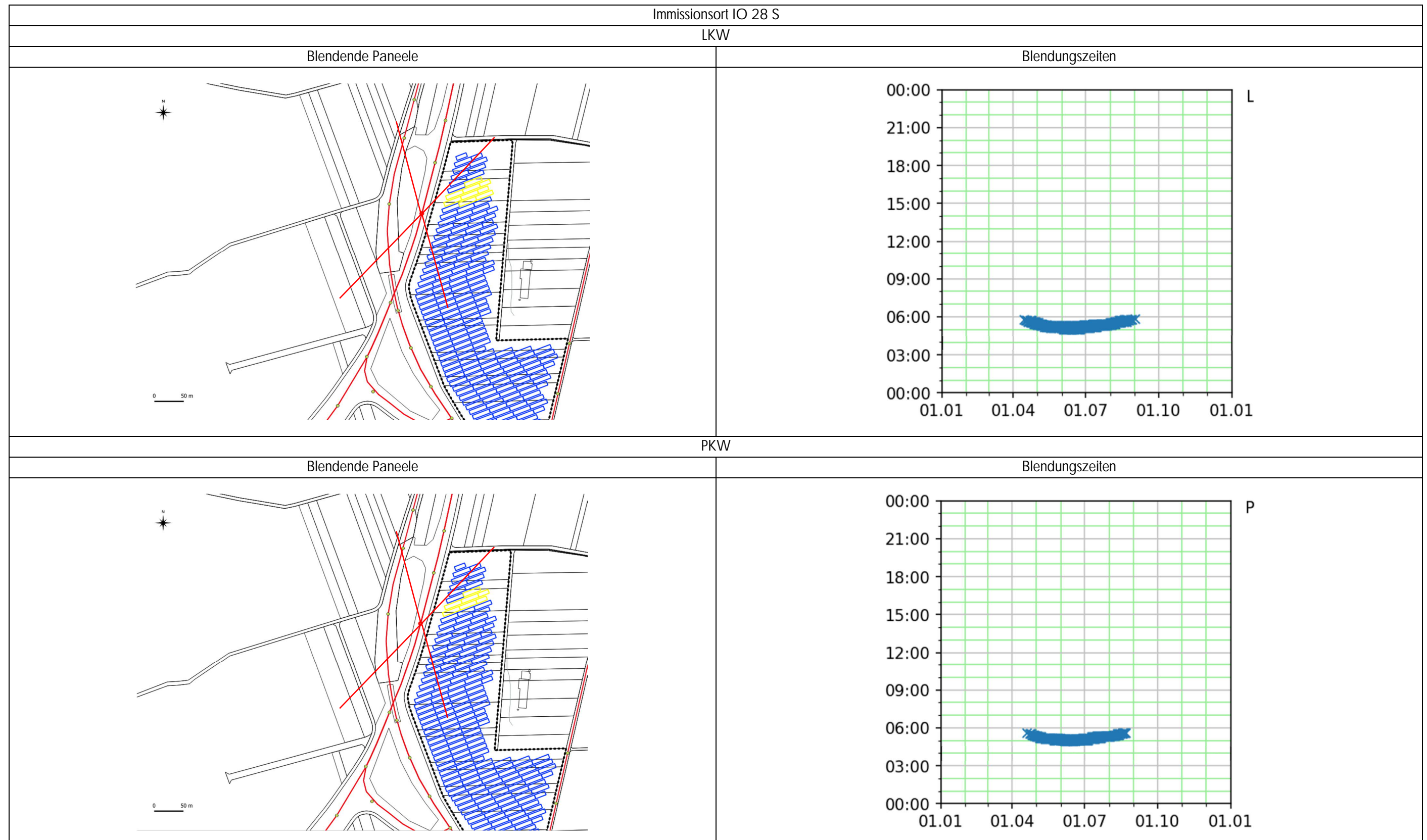
PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten





An den Immissionsorten IO 29 S bis IO 38 S treten keine Blendungen auf.



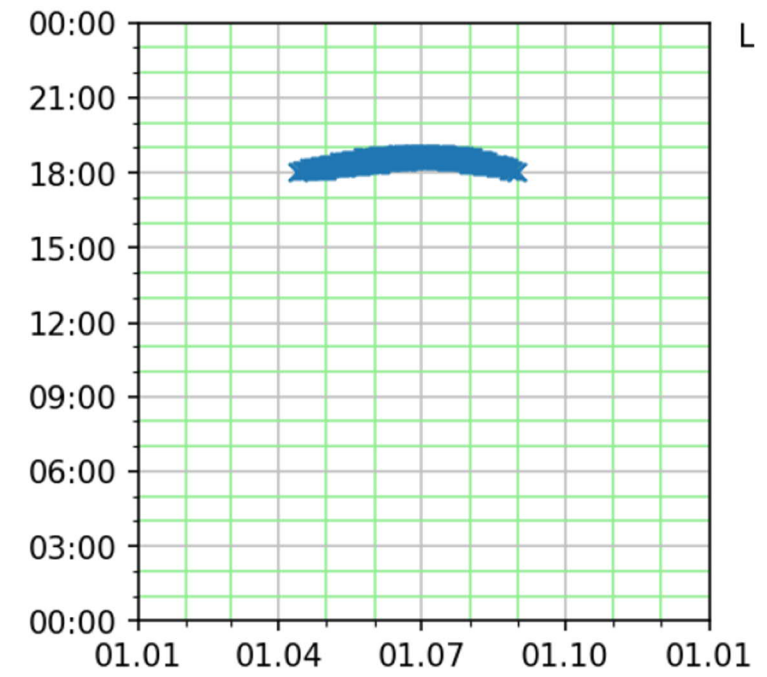
Immissionsort IO 39 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

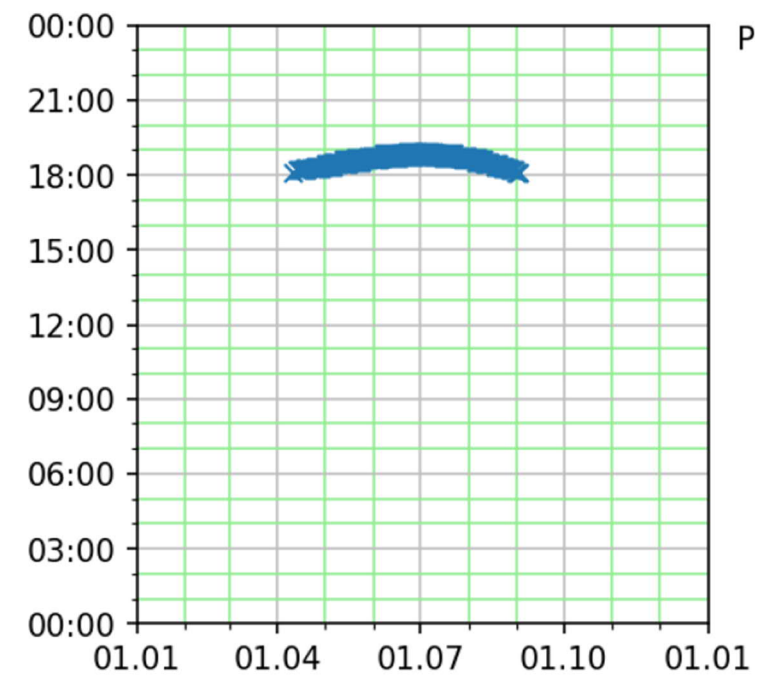


PKW

Blendende Paneele



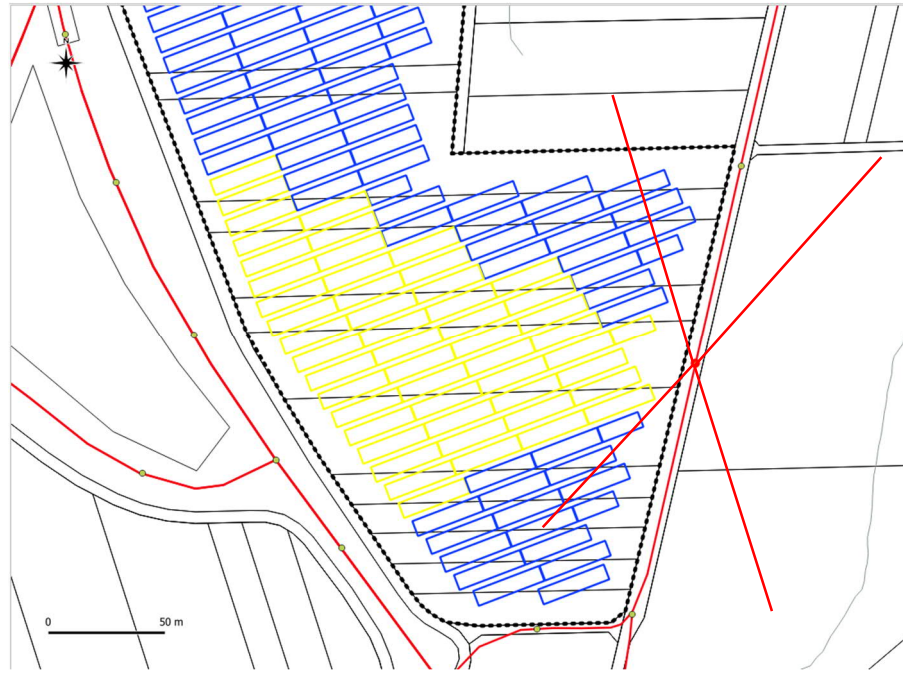
Blendungszeiten



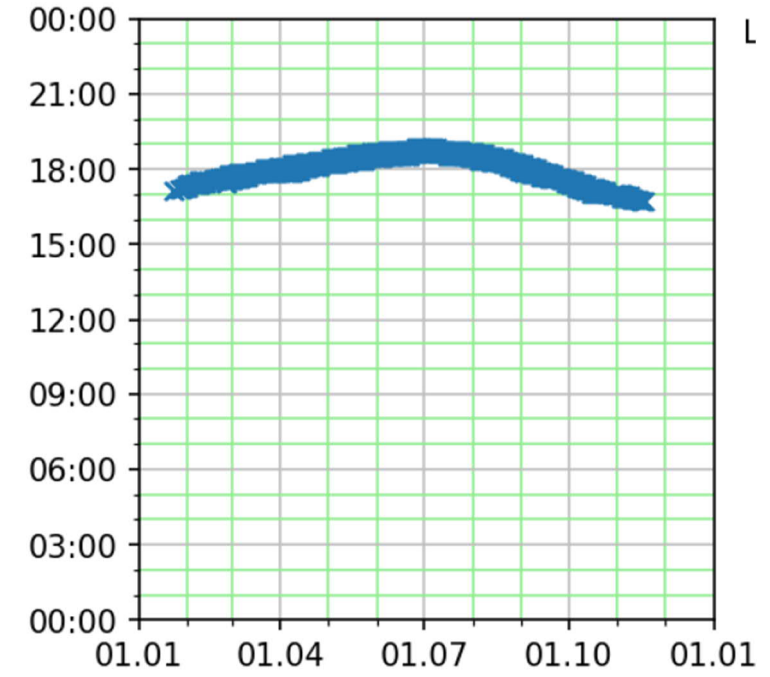
Immissionsort IO 40 S

LKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

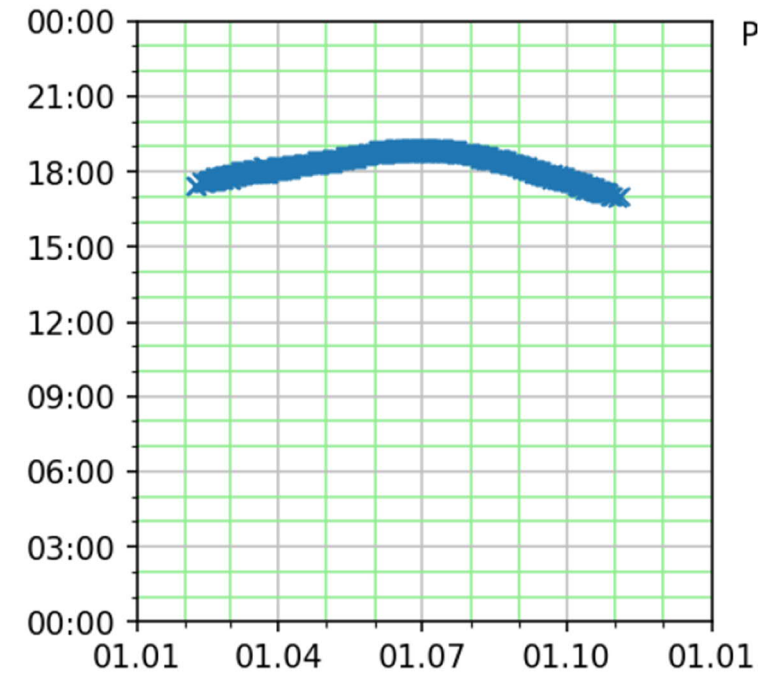


PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten





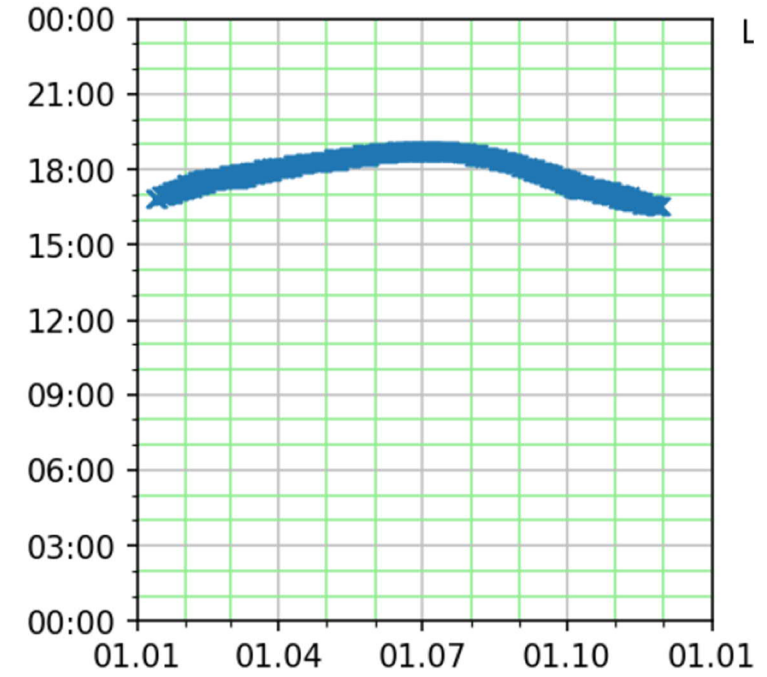
Immissionsort IO 41 S

LKW

Blendende Paneele

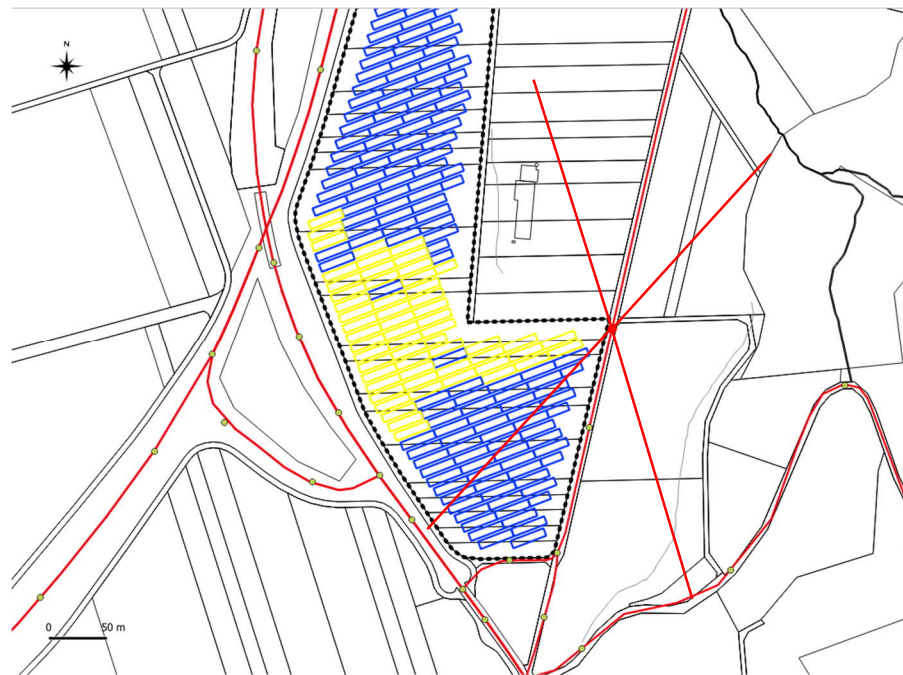


Blendungszeiten

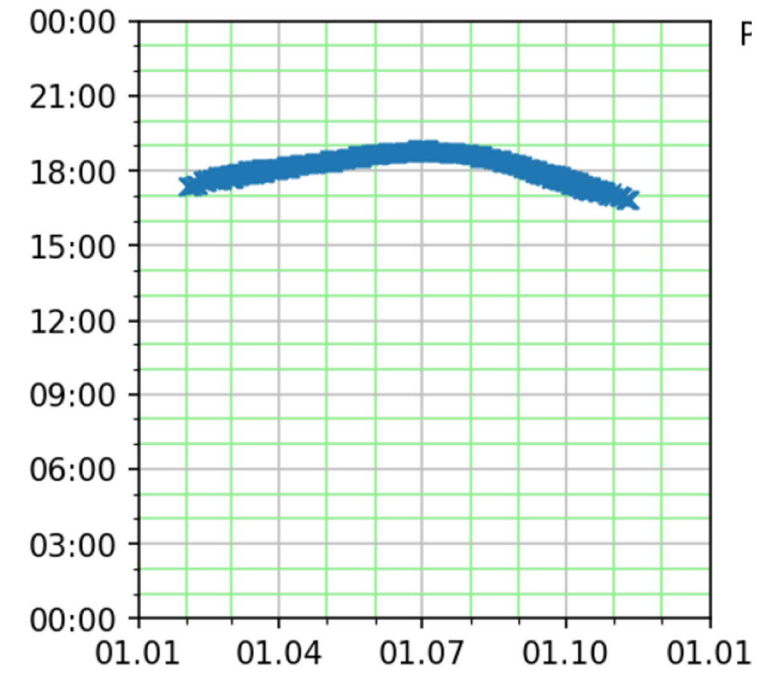


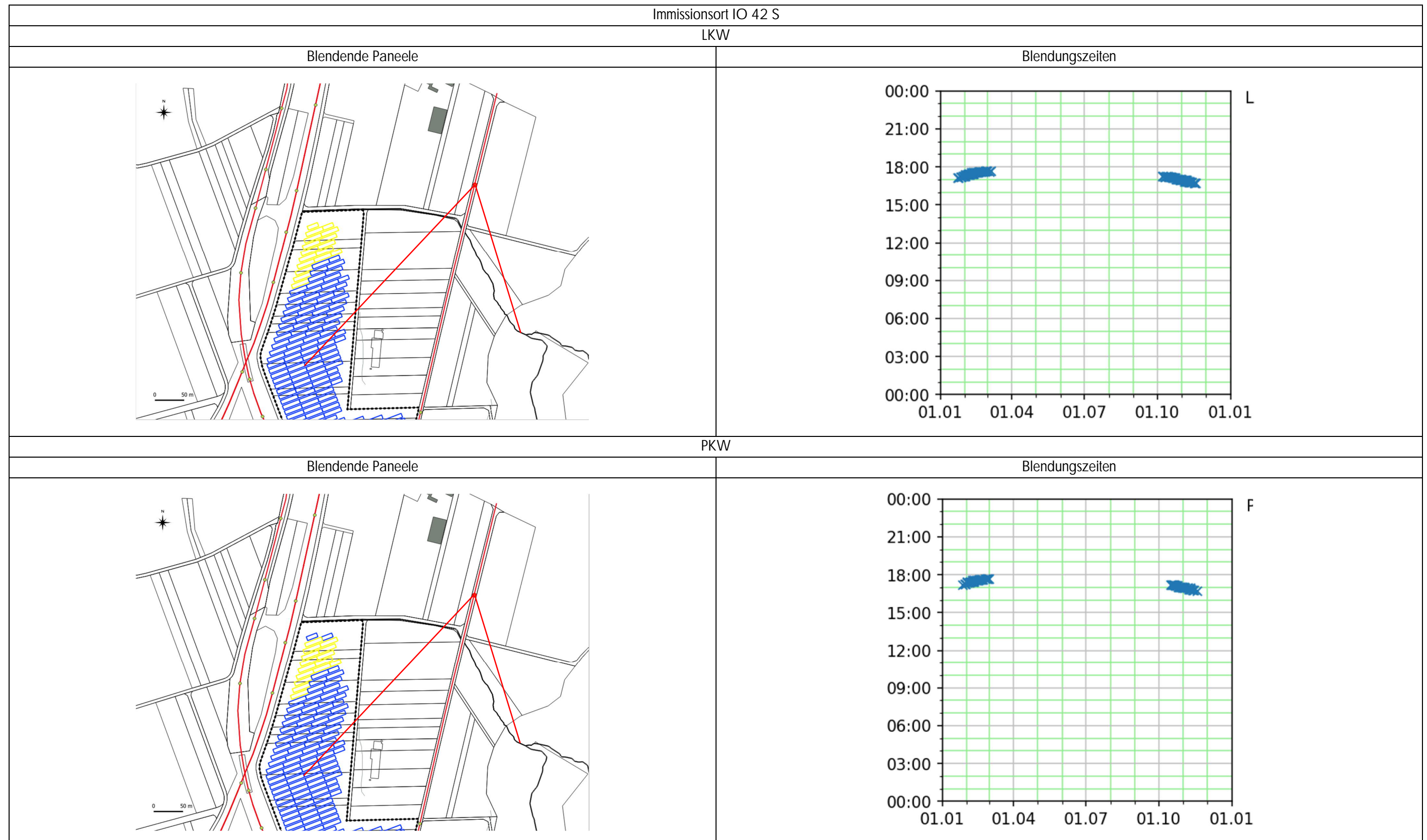
PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten





Am Immissionsort IO 43 S bis IO 45 S treten keine Blendungen auf.