

Blendungsuntersuchung

Bebauungsplan Sondergebiet  
„Solarpark Rietheim-Weilheim“

Bericht Nr. 770-6922

im Auftrag der

Gemeindeverwaltung Rietheim-Weilheim  
78604 Rietheim-Weilheim

München, im Februar 2023

**Blendungsuntersuchung**

Bebauungsplan Sondergebiet  
„Solarpark Rietheim-Weilheim“

**Bericht-Nr.:** 770-6922

**Datum:** 23.02.2023

**Auftraggeber:** Gemeindeverwaltung Rietheim-Weilheim  
Rathausplatz 3  
78604 Rietheim-Weilheim

**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 .....	9
2. Örtliche Gegebenheiten .....	9
3. Grundlagen.....	10
4. Blendungsberechnung.....	14
4.1 Berechnungsmethode.....	14
4.2 Blendquellen.....	14
4.3 Maßgeblich Immissionsorte .....	15
5. Blendeinwirkungen an den Immissionsorten.....	19
5.1 Blendeinwirkungen an den Immissionsorten in der bewohnten Nachbarschaft und Gewerbe..	19
5.2 Blendeinwirkungen an den Immissionsorten im Verkehrsraum (Straße) .....	21
6. Beurteilung der Blendeinwirkung.....	24
6.1 Bewohnte Nachbarschaft.....	24
6.2 Straßenverkehr.....	24
6.3 Maßnahmenvorschläge und deren Wirksamkeit .....	26
7. Anlagen .....	31

## Abbildungsverzeichnis:

<b>Abbildung 1:</b>	Übersichtslageplan des Solarparks und der näheren Nachbarschaft.....	10
<b>Abbildung 2:</b>	Immissionsorte in der nördlichen Nachbarschaft (IO N(achbarschaft)).....	16
<b>Abbildung 3:</b>	Immissionsorte in der westlichen Nachbarschaft (IO N(achbarschaft)).....	17
<b>Abbildung 4:</b>	Immissionsorte im Straßenbereich (IO S(trabe)) westlicher Bereich.....	18
<b>Abbildung 5:</b>	Immissionsorte im Straßenbereich (IO S(trabe)) östlicher Bereich.....	19
<b>Abbildung 6:</b>	Sichtabschirmung zum Schutz der westlichen Nachbarschaft .....	27
<b>Abbildung 7:</b>	Sichtabschirmung zum Schutz der östlich verlaufenden Straße.....	28

## Tabellenverzeichnis:

<b>Tabelle 1:</b>	Immissionsrichtwerte k für Blendung [3] .....	11
<b>Tabelle 2:</b>	Schwellenwerte verursacht durch Blendung [3] .....	12
<b>Tabelle 3:</b>	Blendungen in der bewohnten Nachbarschaft.....	20
<b>Tabelle 4:</b>	Blendungen im Verkehrsraum .....	21



## 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 Absatz 3 des Gesetzes vom 19. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1792) geändert
- [2] Modullageplan des Planvorhabens im DWG-Format, übermittelt durch Herr Pfohl von der EngCon GmbH am 12.01.2023
- [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 Riethem-Weilheim, übermittelt durch Herr Pfohl von der EngCon GmbH am 12.01.2023
- [9] Flurkarte des Plangebiets und der umliegenden Nachbarschaft in Riethem-Weilheim, übermittelt durch Herr Pfohl von der EngCon GmbH am 12.01.2023
- [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 in Riethem-Weilheim, übermittelt per E-Mail durch Herrn Marquardt der Land- und Forstwirtschaft Oberhof 7 am 24.01.2023
- [14] Vorentwurf: Umweltbericht zum Bebauungsplan „Solarpark Riethem-Weilheim“ der Gemeinde Riethem-Weilheim, Stand: 11.07.2022
- [15] Vorentwurf des Bebauungsplans Sondergebiet „Solarpark Riethem-Weilheim“ der Gemeinde Riethem-Weilheim, Maßstab: 1: 1000, Stand: 27.07.2022

- [16] Unfallatlas, Statistische Ämter des Bundes und der Länder, link: <https://unfallatlas.statistikportal.de/>, letzter Zugriff: 22.02.2023

## Zusammenfassung:

Die Gemeinde Rietheim-Weilheim plant durch den vorhabenbezogenen Bebauungsplan Sondergebiet „Solarpark Rietheim-Weilheim“ Planungsrecht für einen Solarpark zu schaffen.

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 treten lediglich in der westlich zum Planvorhaben gelegenen Nachbarschaft Blendungen auf, die die zulässigen jährlichen Blendungsdauern gemäß den LAI-Hinweisen von 30 Stunden überschreiten. Zum Schutz der Nachbarschaft wurde eine Sichtabschirmung konzipiert, die dazu führt, dass die zulässigen Blendungsdauern eingehalten werden können.

### Straßen

#### *Östliche Straße in Nord-Süd-Richtung*

Auf der direkt östlich gelegenen Straße werden in einem Straßenbereich am nördlichen Rand des Plangebiets Blendungen prognostiziert, die auch im fovealen Sichtbereich von Verkehrsteilnehmern liegen können. Hier handelt es sich um punktuelle Blendungen, da lediglich ein Modulblock im fovealen Sichtbereich zu Blendungen führt. Ferner liegt in diesem Bereich ein gerader Straßenabschnitt ohne Zu- und Abfahrten, Kreuzungsbereiche, etc. vor, weshalb dieser Straßenabschnitt keine besonderen Reaktionszeiten der Straßenteilnehmer erfordert. Dennoch wurde eine Sichtabschirmung konzipiert, die zu einer Vermeidung von Blendungen im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer führt.

#### *Nördliche Straße*

Auf der Straße, die nördlich des Solarparks verläuft, werden westlich des Solarparks Blendungen prognostiziert, die auch im fovealen Sichtbereich von Verkehrsteilnehmern liegen können. Für den Bereich, wo die Blendungen im fovealen Sichtbereich liegen, liegt ein gerader Straßenabschnitt ohne Kreuzungen oder Ähnlichen Randbedingungen vor, die eine unübersichtliche Verkehrssituation schaffen, die erhöhte Reaktionszeiten von den Verkehrsteilnehmern verlangen würde. Dies spiegelt sich auch in der Verkehrssicherheit dieses Straßenabschnitts wider. So wurden gemäß dem deutschen Unfallatlas in diesem Bereich in den letzten 5 Jahren keine Unfälle registriert. Für den Bereich auf der nördlichen Straße, wo eine Kreuzungssituation vorliegt, und somit erhöhte Anforderungen an gute Sichtverhältnisse erforderlich sind, werden keinerlei Blendungen prognostiziert. Dennoch wurde eine Sichtabschirmung vorgeschlagen, die zu einer deutlichen Reduzierung von Blendungen im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer führt. Auch eine Beschilderung an der nördlichen Straße, die auf mögliche kurzzeitige Blendungen hinweist, erscheint aus gutachterlicher Sicht als zielführend.

#### *Östlich gelegene Wirtschaftswege*

An den östlich gelegenen Wirtschaftswegen werden Blendungen prognostiziert, die im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer liegen können. Auf diesen untergeordneten Verkehrswegen (hier vor

allem die beiden Einfahrtsbereiche in die westlich gelegene Straße) erscheint als Maßnahme zum Schutz der Verkehrsteilnehmer eine Beschilderung zielführend, die Verkehrsteilnehmer auf mögliche Blendungen hinweist.

## 1. Aufgabenstellung

Die Solarcomplex AG plant im östlichen Bereich der Gemeinde Rietheim-Weilheim im Landkreis Tuttlingen in Baden-Württemberg die Errichtung eines Solarparks. Planungsrecht soll durch den vorhabenbezogenen Bebauungsplan Sondergebiet „Solarpark Rietheim-Weilheim“ geschaffen werden. Das Plangebiet befindet sich auf dem Grundstück mit den Flurnummern 2233 und 2252 und wird derzeit landwirtschaftlich genutzt. Umgeben wird das Plangebiet von landwirtschaftlichen Flächen. Östlich, nördlich und westlich – durch landwirtschaftliche Flächen vom Plangebiet getrennt – verlaufen Gemeindestraßen. Nördlich und westlich des Plangebiets befinden sich Wohngebäude. Es sind 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 der E-Mail vom 25.10.2022 in Vertretung der Gemeinde Rietheim-Weilheim durch die Solarcomplex AG beauftragt.

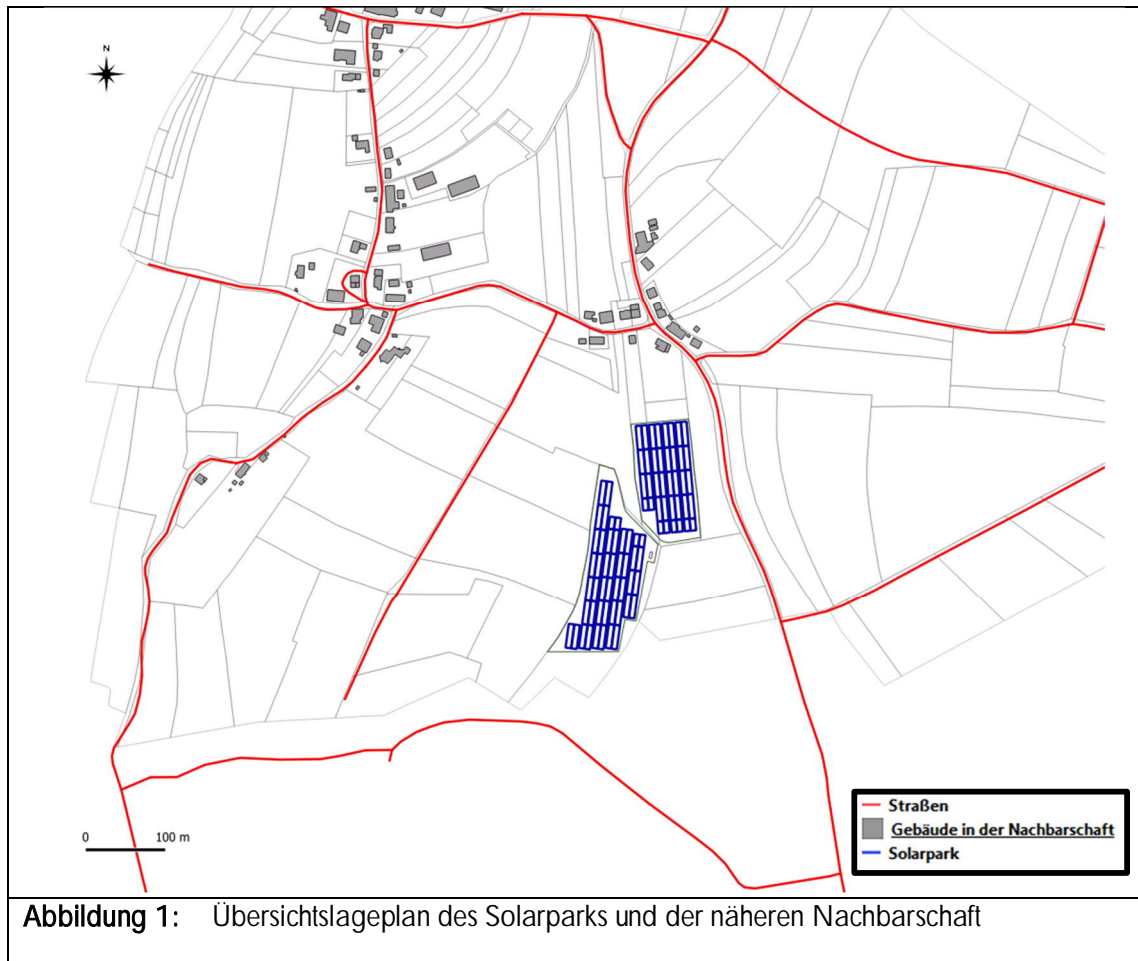
## 2. Örtliche Gegebenheiten

Der Geltungsbereich des vorhabenbezogenen Bebauungsplans wird im weiteren Verlauf der Untersuchung als Plangebiet bezeichnet. Plangebiet, auf dem der Solarpark entstehen soll, befindet sich auf dem Grundstück mit den Flurnummern 2233, 2252 und 2255 in der Gemeinde Rietheim-Weilheim im Landkreis Tuttlingen in Baden-Württemberg.

Das Plangebiet, welches derzeit landwirtschaftlich genutzt wird, wird im direkten Nahbereich von weiteren landwirtschaftlichen Flächen umgeben. Nördlich der Planung in einem Abstand von über 50 m befinden sich Gebäude. Ferner befinden sich nordwestlich des Plangebiets in einem Abstand von mindestens 290 m und westlich von über 400 m weitere Wohngebäude. Östlich und südlich der Planung liegt keine Wohnbebauung vor.

Neben bewohnter Nachbarschaft befinden sich in der näheren Umgebung des Plangebiets noch Straßen. Östlich des Plangebiets in einem Abstand von etwa 40 m verläuft eine Straße in Nord-Süd-Richtung. Ferner verlaufen nördlich und östlich des Plangebiets weitere untergeordnete Straßen in West-Ost-Ausrichtung.

Das Gelände im Plangebiet sowie der umliegenden Nachbarschaft ist teils größeren Geländeunebenheiten unterworfen. So steigt das Gelände nach Norden und Westen hin an. 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] und [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 Adaptationen 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<sup>2</sup>] der Lichtquelle. Die „Licht-Richtlinie“ legt hierfür eine maximal tolerable mittlere Leuchtdichte  $L_{\max}$  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:

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

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) 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 <sup>1)</sup>	32	32	32
2 reine Wohngebiete (§ 3) allgemeine Wohngebiete (§ 4) besondere Wohngebiete (§ 4 a) Kleinsiedlungsgebiete (§ 2) Erholungsgebiete (§ 10)	96	64	32

<b>Tabelle 1:</b> 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
3	Dorfgebiete (§ 5) Mischgebiete (§ 7)	160	160	32
4	Kerngebiete (§ 7) <sup>2)</sup> Gewerbegebiete (§ 8) 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 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:

<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  $7.000 \text{ cd/m}^2$ . 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.  $30^\circ$  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 ([10] und [11]). Bei den betrachteten Immissionsorten auf den Verkehr kann davon ausgegangen werden, dass der Blick des Fahrzeugführers (Pkw, Lkw, Motorrad, 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 Höhendaten des Landesamtes für Geoinformation und Landentwicklung (LGL) Baden-Württemberg [8] vor. Der geplante Solarpark ist in eine nördliche und eine südliche Teilfläche unterteilt. Auf der nördlichen Teilfläche sind die Module Rücken an Rücken leicht nach Nordosten und Südwesten und auf der südlichen Teilflächen Rücken an Rücken leicht nach Nordwesten und 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 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  $0^\circ$ . Eine Ausrichtung nach Westen entspricht bei ebenem 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 nach Westen (i.e. leicht

nach Nordwesten und Südwesten) ausgerichteten Modulblöcke bewegen sich abhängig vom Gelände und der Teilfläche im Bereich von 78 und 97 Grad und der nach Osten (i.e. leicht nach Nordosten und Südosten) ausgerichteten Modulblöcke zwischen -75 und -105 Grad. Es zeigt sich also, dass abhängig vom Gelände und der Teilfläche teils deutliche 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 Südwest-Nordost-Achse) der Photovoltaikflächen, welche den Vertikalwinkeln entsprechen, liegen im Bereich zwischen 10 und 10,2°. Hierbei entspricht eine Ebene mit einem Höhenwinkel von 0° einer Parallelen zur ebenen Grundfläche und 90° 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 Paneelfläche) durchlaufen und an jedem Punkt mögliche Blendungen am Immissionsort bestimmt. Die Blendung wurde in einem weiteren Verfahrensschritt noch um die Eigenverschattung des Solarparks und die Eigenabschirmung erweitert:

#### *Verschattung*

Die blendenden Punkte auf einem Paneel wurden in einem weiteren Schritt einer Prüfung unterzogen, ob diese immer angestrahlt werden können oder ob ggf. verschattende Einflüsse durch umliegende Paneele oder das Gelände vorliegen. Wird ein Blendpunkt zu einem Zeitpunkt, an dem er blendet, durch ein Objekt in der Umgebung verschattet (i.e. die Sichtverbindung der einfallenden Sonne und des Solarpaneels unterbrochen), so kann es an diesem Punkt zu keiner Blendung zu diesem Zeitpunkt mehr kommen. Dieser Methodik folgend wurde für jeden Punkt auf den Paneelen überprüft, ob eine Verschattung vorliegt.

#### *Sichtunterbrechung durch vorgelagerte Paneele*

Neben der Verschattung, wo eine Sichtunterbrechung der einfallenden Sonne und des blendenden Paneels vorliegt, kann auch ein Blendeinfluss 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.

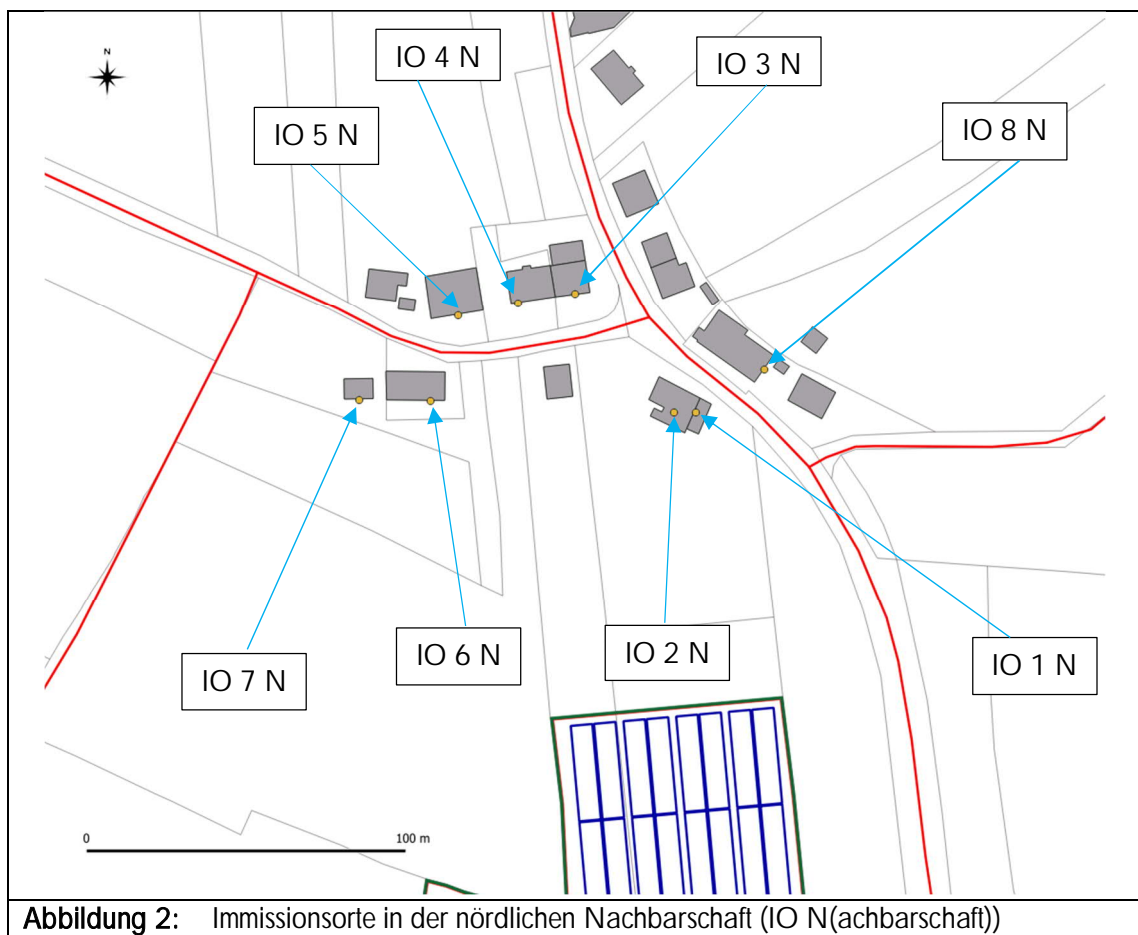
### 4.3 Maßgeblich Immissionsorte

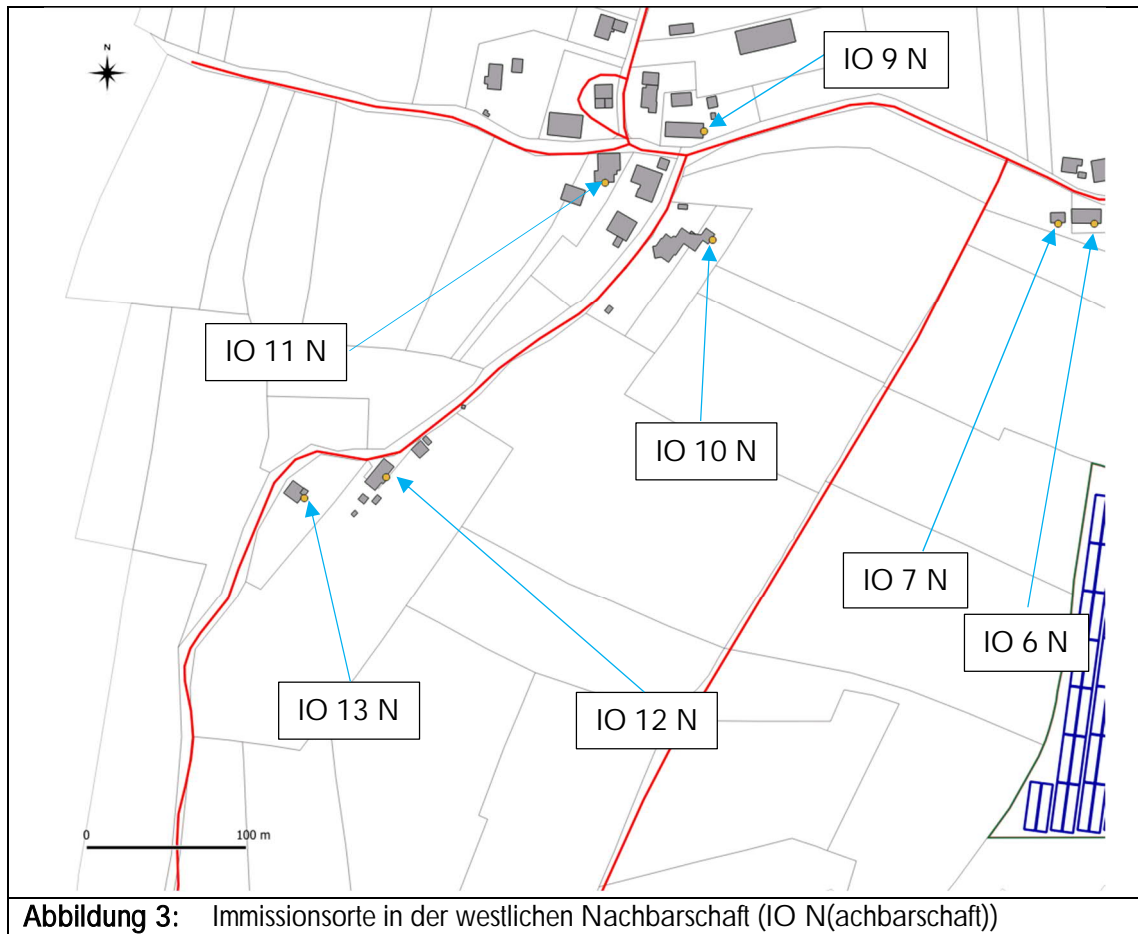
Bei der Wahl der zu untersuchenden Immissionsorte in der Nachbarschaft wurden die aus gutachterlicher Sicht kritischen Immissionsorte in der Nachbarschaft (Wohnen und Büronutzung) und dem Straßenverkehrsraum gewählt.

### Umliegende Bebauung

Die nächste bewohnte Nachbarschaft befindet sich nördlich, nordwestlich und westlich des Plangebiets. Bebauungspläne oder Flächennutzungspläne lagen nicht vor, weshalb die Wahl der Immissionsorte basierend auf Fotos von vor Ort [13] vorgenommen wurde. Auch lagen für die Gebäude in der Nachbarschaft keine Plangrundlagen (Ansichtspläne, ö.Ä.) vor, weshalb auf Basis von Fotos [13] eine Verortung der Immissionsorte vorgenommen wurde. Die Stockwerkshöhen wurden dabei wie folgt gewählt: Erdgeschossbereich: 1,5 m, 1. Obergeschoss: 4,5 m, 2. Obergeschoss (Dachgeschoss): 7,5 m üGOK und 10,5 m üGOK für 3. OG. Hier wird davon ausgegangen, dass dies den Aufenthaltsbereich eines Menschen im Erdgeschossbereich als auch in den Obergeschossen treffend abbilden kann.

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





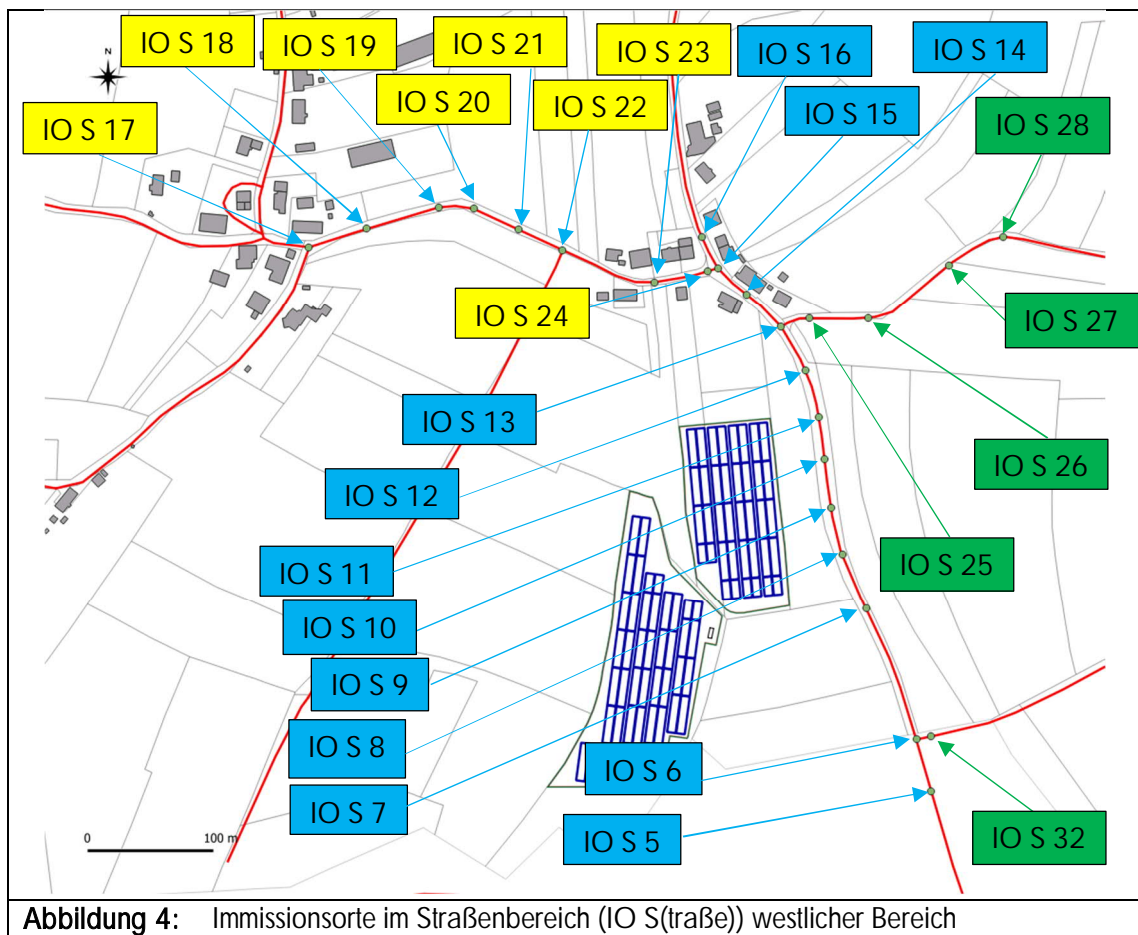
**Abbildung 3:** Immissionsorte in der westlichen Nachbarschaft (IO N(achbarschaft))

### Straßenverkehr

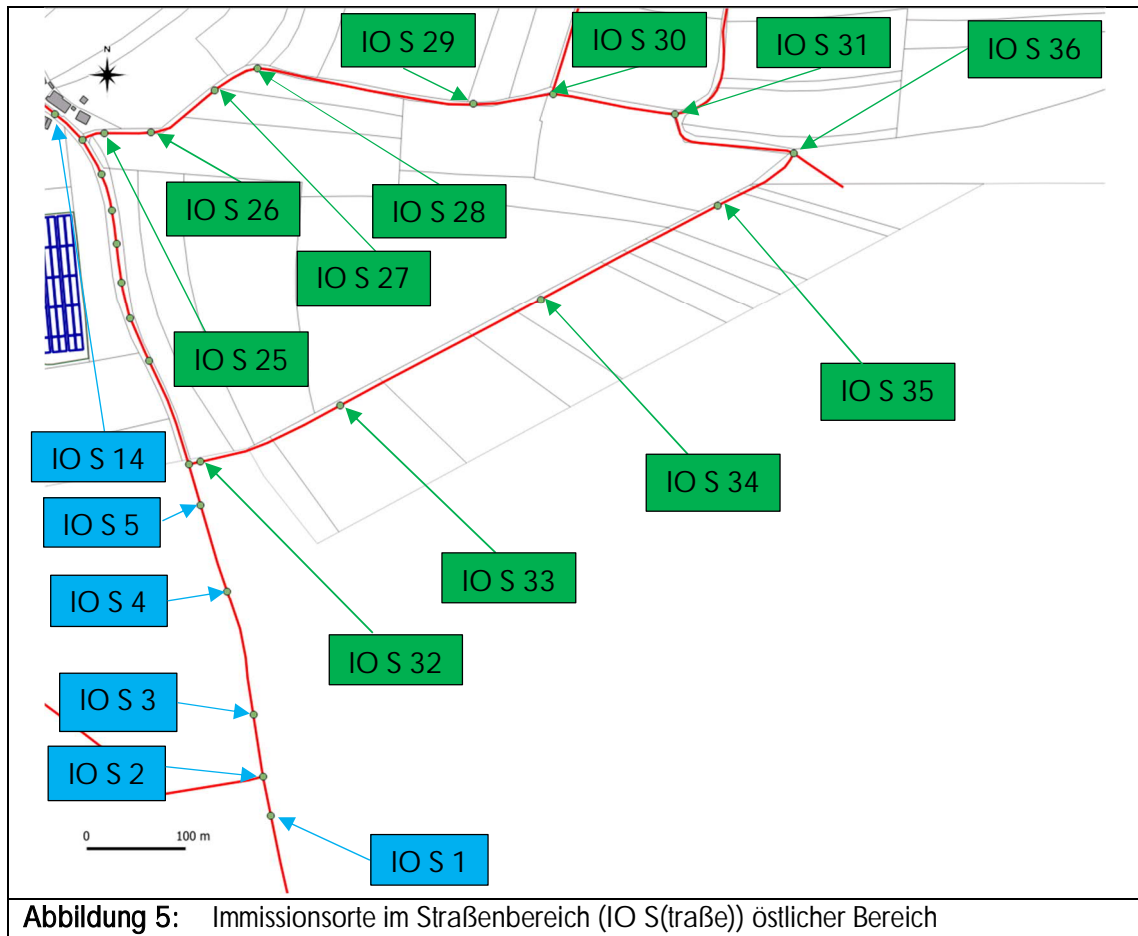
Im direkt umliegenden Straßenverkehr können Blendungen entstehen. Es verlaufen nördlich und östlich des Plangebiets Straßen in West-Ost-Richtung. Ferner verläuft östlich eine Straße in Nord-Süd-Richtung. Da bei einer Straße in den Bereichen, wo Blendungen grundsätzlich möglich sind, an jeder Stelle Blendungen 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.). Derartige Randbedingungen liegen beispielsweise für die Immissionsorte IO 5 S, IO 6 S, IO 13 S, IO 15 S, IO 17 S, IO 24 S, IO 25 S und IO 32 S) vor, wo eine Verflechtung der Verkehrsströme vorliegt. Es wurden daher in der vorliegenden Untersuchung Immissionsorte an Stellen gelegt, die eine maßgebliche Betroffenheit (Straßenbereiche im direkten Nahbereich des Planvorhabens) 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 üGOK repräsentativ für einen Pkw gelegt. In den nachfolgenden beiden Abbildungen sind die Immissionsorte im Verkehrsraum der umliegenden untersuchten Straßen dargestellt. Hierbei wurden zur besseren Übersicht die Immissionsorte auf der östlich des Plangebiets in Nord-Süd-Richtung verlaufenden Straße in blau, die Immissionsorte auf der nördlich gelegenen Straße in gelb und die Immissionsorte auf den östlich gelegenen in West-Ost-Richtung verlaufenden Straßen in grün dargestellt.



**Abbildung 4:** Immissionsorte im Straßenbereich (IO S(trabe)) westlicher Bereich



## 5. 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.

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.

### 5.1 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 umliegende 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 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 je nach Geschossanzahl auf 1,5 m üGOK (repräsentativ für das Erdgeschoss) plus 3 m je oben anschließendes Stockwerk gelegt, was die Höhe des menschlichen Kopfbereichs einer Person, die sich im jeweiligen Stockwerk befindet, darstellt. Die Anzahl der Geschosse wurde Fotos von vor Ort [13] entnommen.

<b>Tabelle 3:</b> Blendungen in der bewohnten Nachbarschaft			
Immissionsorte	Stockwerk	Maximale Blendungszeiten	
		Tag [in Minuten]	Jahr [in Stunden]
IO 1 N bis IO 5 N	über alle Stockwerke	keine Blendung	keine Blendung
IO 6 N	EG	10	9
	OG 1	15	13
IO 7 N	EG	10	11
	OG 1	20	20
IO 8 N	über alle Stockwerke	keine Blendung	keine Blendung
IO 9 N	EG	20	11
	OG 1	20	26
	OG 2	20	27
	OG 3	20	29
IO 10 N	EG	20	31
	OG 1	20	33
IO 11 N	EG	20	18
	OG 1	20	22
	OG 2	20	22
	OG 3	20	23
IO 12 N	EG	10	15
	OG 1	15	16
	OG 2	15	17
IO 13 N	EG	10	14
	OG 1	15	15
	OG 2	10	16

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

Aus den Ergebnissen der oberen Tabelle geht hervor, dass lediglich an den westlich zum Plangebiet gelegenen Immissionsort IO 10 N Blendungen auftreten, die die zulässigen Blendungsdauern der LAI-Hinweise von 30 Stunden im Jahr überschreiten. Die maximalen Blendungen betragen bis zu 20 Minuten am Tag und 33 Stunden im Jahr. Die gemäß der LAI-Hinweise zulässigen Blendungsdauern von 30 Minuten am Tag werden eingehalten. Die zulässigen Blendungsdauern von 30 Stunden im



Jahr werden jedoch mit 33 Stunden im Jahr knapp überschritten. Maßnahmen zum Schutz der Nachbarschaft sind daher erforderlich.

## 5.2 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.

<b>Tabelle 4:</b> Blendungen im Verkehrsraum			
Immissionsort	Fahrzeugtyp	Blendungen Solarpark	
		physiologisch	psychologisch
IO 1 S bis IO 4 S	Lkw	nein	nein
	Pkw	nein	nein
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	nein	ja
	Pkw	nein	ja
IO 9 S	Lkw	nein	ja
	Pkw	nein	ja
IO 10 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 11 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 12 S	Lkw	nein	ja
	Pkw	nein	ja
IO 13 S	Lkw	nein	ja
	Pkw	nein	ja

<b>Tabelle 4: Blendungen im Verkehrsraum</b>			
Immissionsort	Fahrzeugtyp	Blendungen Solarpark	
		physiologisch	psychologisch
IO 14 S und IO 16 S	Lkw	nein	nein
	Pkw	nein	nein
IO 17 S	Lkw	nein	ja
	Pkw	nein	ja
IO 18 S	Lkw	nein	ja
	Pkw	nein	ja
IO 19 S	Lkw	nein	ja
	Pkw	nein	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 und IO 24 S	Lkw	nein	nein
	Pkw	nein	nein
IO 25 S	Lkw	nein	ja
	Pkw	nein	ja
IO 26 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 27 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 28 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 29 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 30 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 31 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 32 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 33 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 34 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 35 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 36 S	Lkw	nein	ja
	Pkw	nein	ja

<b>Tabelle 4:</b> Blendungen im Verkehrsraum			
Immissionsort	Fahrzeugtyp	Blendungen Solarpark	
		physiologisch	psychologisch
Östliche Straße N-S-Ausrichtung			
Nördliche Straße			
Östliche Straßen W-O-Ausrichtung			

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.

#### Östliche Straße in Nord-Süd-Ausrichtung (IO 1 S bis IO 16 S)

Es zeigt sich, dass es an den Immissionsorten auf der östlich des Plangebiets in Nord-Süd-Richtung verlaufenden Straße (i.e. IO 1 S bis IO 16 S) zu Blendungen kommt, die in einem kleinen Bereich (i.e. IO 10 S und IO 11 S) auch im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer liegen. Der Bereich befindet sich auf Höhe der nördlichen Teilfläche im nördlichen Bereich. Südlich davon werden auch Blendungen prognostiziert, die jedoch außerhalb des fovealen Sichtbereichs der Verkehrsteilnehmer liegen und somit eher störenden als sichteinschränkenden Charakter haben. In den südlich und nördlich gelegenen Straßenabschnitten (i.e. IO 1 S bis IO 4 S und IO 14 S bis IO 16 S) treten keine Blendungen auf.

### Nördliche Straße (IO 17 S bis IO 24 S)

Auf der nördlich des Plangebiets gelegenen Straße werden Blendungen prognostiziert, die im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer (i.e. IO 20 S bis IO 22 S) liegen.

### Östliche Straßen in West-Ost-Ausrichtung (IO 25 S bis IO 36 S)

Auf den beiden östlich des Plangebiets gelegenen Straßen, die südlich und nördlich des Plangebiets von Osten-nach Westen verlaufen und in die östlich des Plangebiets von Norden nach Süden verlaufenden Straße münden, werden Blendungen prognostiziert, die im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer liegen.

Die Beurteilung der Blendungen und eine Vorstellung möglicher Maßnahmen erfolgt im Kapitel 6.

## 6. Beurteilung der Blendeinwirkung

### 6.1 Bewohnte Nachbarschaft

In der umliegenden Nachbarschaft werden im Zuge des Planvorhabens Blendungen prognostiziert. Es zeigt sich jedoch, dass es lediglich in einem Bereich der westlich zum Planvorhaben gelegenen Nachbarschaft (i.e. IO 10 N) zu Blendungen kommt, die oberhalb der gemäß den LAI-Hinweisen zulässigen Blendungsdauern von 30 Minuten am Tag und 30 Stunden im Jahr liegen. So werden am Immissionsort IO 10 N Blendungen prognostiziert, die im Jahr bis zu 33 Stunden betragen. Die maximal zulässigen Blendungsdauern pro Tag von 30 Minuten können mit maximalen Blendungen von 20 Minuten jedoch konsequent eingehalten werden. Um die Blendungseinflüsse in der westlichen Nachbarschaft auf ein zulässiges Maß (i.e. maximal 30 Stunden im Jahr) zu reduzieren, werden im Kapitel 6.3 Maßnahmen zum Schutz der Nachbarschaft vorgestellt.

### 6.2 Straßenverkehr

#### 6.2.1 Östliche Straße in Nord-Süd-Ausrichtung (IO 1 S bis IO 16 S)

An den Immissionsorten auf der östlich zum Planvorhaben verlaufenden Straße, welches sich von Norden nach Süden erstreckt, treten lediglich auf Höhe der nördlichen Teilfläche im nördlichen Bereich (i.e. IO 10 S und IO 11 S) Blendungen auf, die auch im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer liegen können. Hier sind lediglich Verkehrsteilnehmer betroffen, die sich von Norden nach Süden bewegen. Die Blendungen treten je nach Jahreszeit (in den Wintermonaten früher und in den Sommermonaten später) zwischen 13:00 und 19:00 (Winterzeit) auf und betragen maximal 50 Minuten am Tag. Es zeigt sich, dass an den beiden Immissionsorten lediglich ein Modulblock im fovealen Sichtbereich zu Blendungen führt. Es liegt ein Abstand zum blendenden Modulblock von ca. 100 m vor. Es bleibt daher zu vermuten, dass der blendende Modulblock aufgrund des Abstandes wahrscheinlich eher als punktuelle Blendquelle wahrgenommen wird, die wahrscheinlich nicht zu einer ernstzunehmenden Sichteinschränkung der Verkehrsteilnehmer führt. Auch liegt in dem Bereich, wo die Blendungen im fovealen Sichtbereich liegen, ein gerader Straßenabschnitt ohne Kreuzungen oder

Ähnlichen Randbedingungen vor, die eine unübersichtliche Verkehrssituation schaffen, die erhöhte Reaktionszeiten von den Verkehrsteilnehmern verlangen würde. Auch wenn die Blendungen, wie auch den Abbildungen in der Anlage 3 entnommen werden kann, eher im Randbereich des fovealen Sichtbereichs liegen, so werden dennoch im Kapitel 6.3 Maßnahmen vorgeschlagen, die zu einer Vermeidung der Blendungen im fovealen Sichtbereich führen.

#### 6.2.2 Nördliche Straße (IO 17 S bis IO 24 S)

Auf der nördlichen zur Planung verlaufenden Straße werden für einen Abschnitt westlich des Planvorhabens (i.e. IO 20 S bis IO 22 S) Blendungen prognostiziert, die im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer liegen. Hier sind lediglich Verkehrsteilnehmer betroffen, die sich von Westen nach Osten bewegen. Die Blendungen treten ausschließlich zwischen Oktober bis Februar zwischen 08:00 und 11:00 (Winterzeit) auf und betragen maximal 25 Minuten am Tag. Das nächstgelegene blendende Paneel weist einen Abstand von mindestens 170 m zum betroffenen Straßenbereich auf. Auch liegt in dem Bereich, wo die Blendungen im fovealen Sichtbereich liegen, ein gerader Straßenabschnitt ohne Kreuzungen oder ähnlichen Randbedingungen vor, die eine unübersichtliche Verkehrssituation schaffen, die erhöhte Reaktionszeiten von den Verkehrsteilnehmern verlangen würde. Dies spiegelt sich auch in der Verkehrssicherheit dieses Straßenabschnitts wider. So wurden gemäß dem deutschen Unfallatlas [16] in diesem Bereich in den letzten 5 Jahren keine Unfälle registriert. Für den Bereich, wo eine Verflechtung von Verkehrsströmen vorliegt (Kreuzung mit der östlich gelegenen Straße (i.e. IO 24 S)) werden keinerlei Blendungen prognostiziert. Der als kritisch zu erachtende Bereich auf der nördlich gelegenen Straße (IO 24 S) ist daher nicht von Blendungseinflüssen ausgehend von dem geplanten Solarpark betroffen. Auch ist bei der nördlichen Straße sicherlich von einer untergeordneten Straße zu sprechen, die durch geringes Verkehrsaufkommen geprägt ist. Es bleibt daher auch im betroffenen Bereich zu vermuten, dass die Anforderungen an besonders gute Sichtverhältnisse aufgrund reduzierter Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern sicher geringer als an verkehrsreichen Straßen einzustufen sind. Ob derartige kurzzeitige Blendungen auf der nördlich verlaufenden Straße hinnehmbar sind, erscheint aus gutachterlicher Sicht unter Berücksichtigung o.g. Aspekte abwägbar. Es werden dennoch im Kapitel 6.3 Maßnahmen zur Reduzierung der Blendeinflüsse diskutiert.

#### 6.2.3 Östliche Straßen in West-Ost-Ausrichtung (IO 25 S bis IO 36 S)

Auf den beiden östlich der Planung verlaufenden Straßen, die eine Ost-West-Ausrichtung haben, werden Blendungen prognostiziert, die im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer liegen. Hier sind lediglich Verkehrsteilnehmer betroffen, die sich von Osten nach Westen bewegen. Die Blendungen treten am Nachmittag und frühen Abend auf und dauern an der nördlicheren der beiden Straßen (i.e. IO 25 S bis IO 31 S) maximal 40 Minuten am Tag und an der südlicheren der beiden Straßen (i.e. IO 32 S bis IO 36 S) maximal 10 Minuten an. Bei diesen beiden Straßen ist definitiv von untergeordneten Straßen zu sprechen. Bei diesen beiden Straßen handelt es sich aller Voraussicht nach um Wirtschaftswege. Es ist daher also mit einem sehr geringen Verkehrsaufkommen zu rechnen. Eine Gefahrensituation durch Blendungen auf diesen beiden Wirtschaftswegen wird daher für unwahrscheinlich erachtet. Die einzigen beiden Bereiche, wo ggf. ein erhöhtes Gefahrenpotential unterstellt

werden kann, sind die Einfahrtsbereiche (i.e. IO 25 S und IO 32 S) in die westlich der Wirtschaftswege verlaufende Straße. Für diese Bereiche werden im nachfolgenden Kapitel 6.3 Maßnahmen vorgeschlagen.

### 6.3 Maßnahmenvorschläge und deren Wirksamkeit

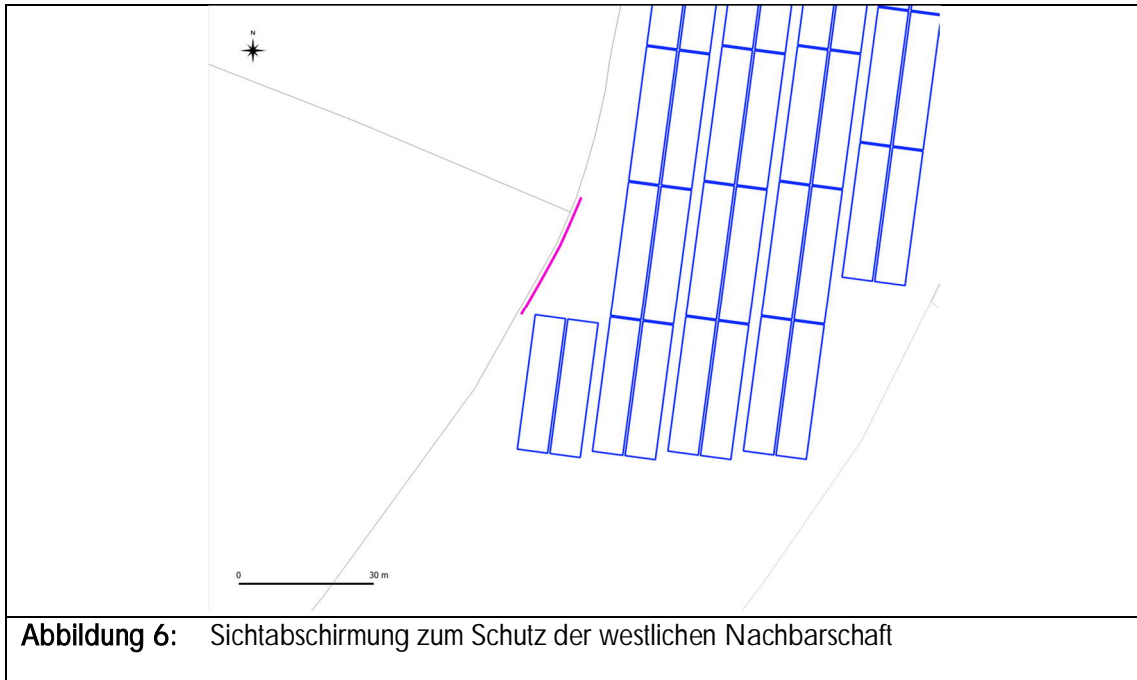
In der westlichen bewohnten Nachbarschaft (i.e. IO 10 N) werden Blendungen prognostiziert, die die jährlich zulässigen Blendungsdauern von 30 Stunden überschreiten. Hier sind Maßnahmen vorzusehen, um die Blendungsdauern zu reduzieren.

Es treten in kleinen Bereichen an der östlich in Nord-Süd-Richtung verlaufenden Straße (i.e. IO 10 S und IO 11 S), an der nördlich verlaufenden Straße und den östlichen beiden Wirtschaftswegen Blendungen im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer auf, denen attestiert wird, die Sicht der Verkehrsteilnehmer ggf. einschränken zu können. Wie im vorliegenden Kapitel andiskutiert, erscheint es jedoch aus gutachterlicher Sicht unwahrscheinlich, dass die auftretenden Blendungen zu einer Reduzierung der Verkehrssicherheit in den umliegenden betroffenen Bereichen führen. Dennoch werden einige Maßnahmen vorgestellt, die sich anbieten würden, um die Blendungssituation in den umliegenden Verkehrsflächen zu verbessern.

Folgende Maßnahmen werden kurz in Bezug auf deren Wirksamkeit beurteilt:

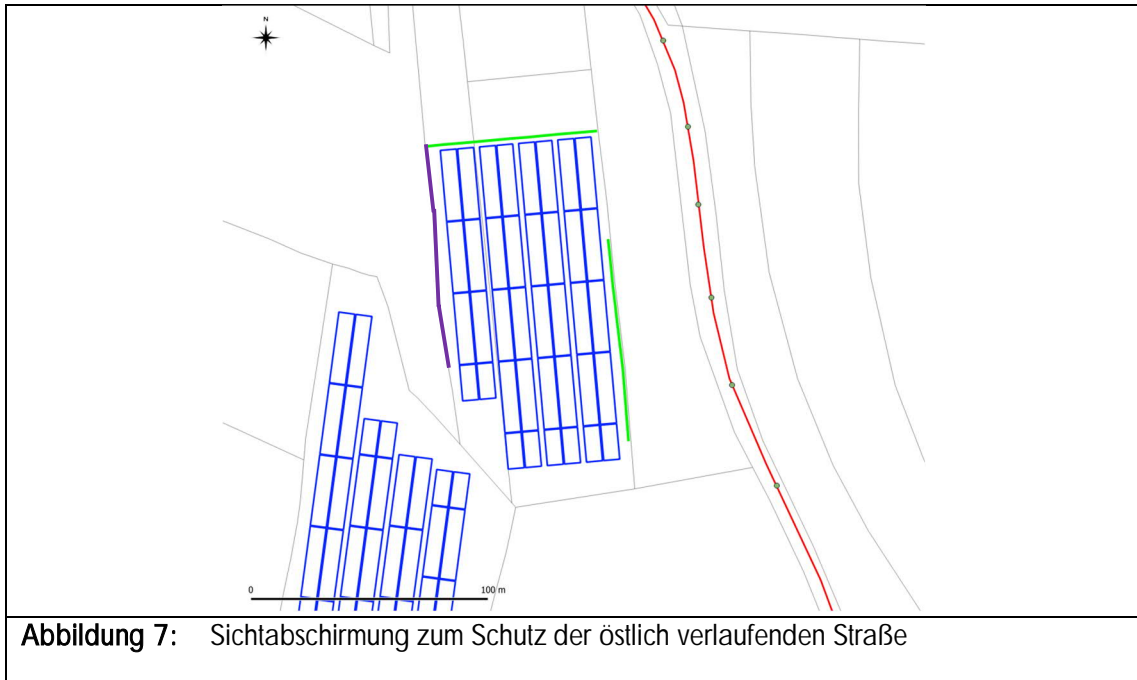
- **Sichtunterbrechende Maßnahmen zwischen den Solarpaneelen und den betroffenen Immissionsorten.** Eine Unterbrechung der Blickbeziehung des blendenden Paneels zum Immissionsort durch eine Wand oder Ähnliches stellt ein effektives Mittel dar, um Blendungen am Immissionsort zu vermeiden. Hier muss die Sichtabschirmung so dimensioniert werden, dass die Blendungen an den betroffenen Immissionsorten nicht mehr sichtbar sind.

**Nachbarschaft:** Die maßgeblichen Blendungen am IO 10 N gehen von den südlich gelegenen Paneelen aus. Um die Blendungen am IO 10 N auf zulässige jährliche Blendungsdauern zu reduzieren, wurde eine Sichtabschirmung mit einer Höhe von 2 m üGOK (über Geländeoberkante) konzipiert, die eine Sichtbeziehung zu den maßgeblich blendenden Paneelen reduziert. In der nachfolgenden Abbildung ist die Sichtabschirmung in rosa dargestellt. Die Sichtabschirmung wurde auf die Lage des Zauns gelegt.



Durch eine derartig dimensionierte Sichtabschirmung reduzieren sich die Blendungsdauern am IO 10 N auf 26 Stunden im Jahr und halten somit die zulässigen Blendungsdauern gemäß den LAI-Hinweisen von 30 Stunden im Jahr ein.

**Verkehr:** Nachfolgend wurde auch zum Schutz der Verkehrswege eine Sichtabschirmung konzipiert, die hauptsächlich darauf abzielt, die betroffenen Immissionsorte auf der direkt östlich von Norden nach Süden verlaufenden Straße (i.e. IO 10 S und IO 11 S) zu schützen und Blendungen im fovealen Sichtbereich zu vermeiden. Ferner wurde eine Sichtabschirmung nördlich der Paneele gelegt, um den Blendeinfluss auf die nördliche Straße weitergehend zu reduzieren. Durch die nördliche Sichtabschirmung verändert sich das Blendbild von einer eher flächendeckenden Blendung im fovealen Sichtbereich zu einer eher punktuellen Blendung, die deutlich geringeren sichteinschränkenden Charakter hat. Die in der nachfolgenden Abbildung in Grün dargestellte Sichtabschirmung wurde auf eine Höhe von 2 m üGOK auf Lage des Zauns konzipiert. Die Ergebnisse sind in der Anlage 4 dokumentiert.



Wie der Anlage 4 entnommen werden kann, können durch eine derartige Sichtabschirmung die Blendungen im fovealen Sichtbereich an den Immissionsorten IO 10 S und IO 11 S vermieden werden. Somit werden an der direkt östlich verlaufenden Straße keine Blendungen mehr im fovealen Sichtbereich prognostiziert. Ferner führt die nördliche Abschirmung zu einer deutlichen Reduzierung der Blendungen auf der nördlichen Straße. Sollte vom Straßenbau- lastträger (hier: die Gemeinde) gefordert werden, dass Blendungen im fovealen Sichtbereich auf der nördlichen Straße komplett vermieden werden müssen, so ist die nördliche Sichtabschirmung am westlichen Rand der nördlichen Teilfläche des Solarparks zu verlängern. Eine westliche Sichtabschirmung müsste bis zum südlichen Rand des 3. Modulblocks (siehe lila Linie in der obigen Abbildung) gezogen werden, um jegliche Blendungen im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer auf der nördlichen Straße zu vermeiden. Die Höhe müsste aufgrund des nach Süden hin leicht abfallenden Geländes nach Süden hin erhöht ( $2\text{ m} + x\text{ m}$ ) werden. Auch zeigt sich aus Luftbildern, dass etwas westlich der möglichen westlichen Abschirmung eine Heckenstruktur vorliegt. Dieser Heckenstruktur kann ein gewisser sichtabschirmender Charakter und damit einhergehend ein gewisser Schutz vor Blendungen zugeschrieben werden. Ob eine derartige Maßnahme am westlichen Rand des Solarparks bei den geringen Blendeinflüssen im fovealen Sichtbereich (siehe Kapitel 6.2.2) auf der nördlichen Straße daher erforderlich ist, ist aus gutachterlicher Sicht zu hinterfragen.

- **Straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen im Verkehrsraum.** Im Verkehrsraum 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 (Wirtschaftswege) und hier maßgeblich den Einfahrtsbereichen (i.e. IO 25 S und IO 32 S) scheint eine entsprechende Beschilderung, die auf mögliche Blendungen hinweist, zielführend. Auch für



den nach der Konzipierung einer nördlichen Sichtabschirmung verbleibenden Betroffenheitsbereich an der nördlich gelegenen Straße bietet sich eine Beschilderung an, die auf Blendungen hinweist und somit eine vorausschauende Fahrweise bezweckt.

- **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.

Dieses Gutachten umfasst 31 Seiten und 4 Anlagen. Die auszugsweise Vervielfältigung des Gutachtens ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure AG gestattet.

München, den 23. Februar 2023

Möhler + Partner  
Ingenieure AG



i. V. M. Sc. C. Bews



i. V. M. Sc. P. Patsch

## 7. Anlagen

Anlage 1: Lagepläne

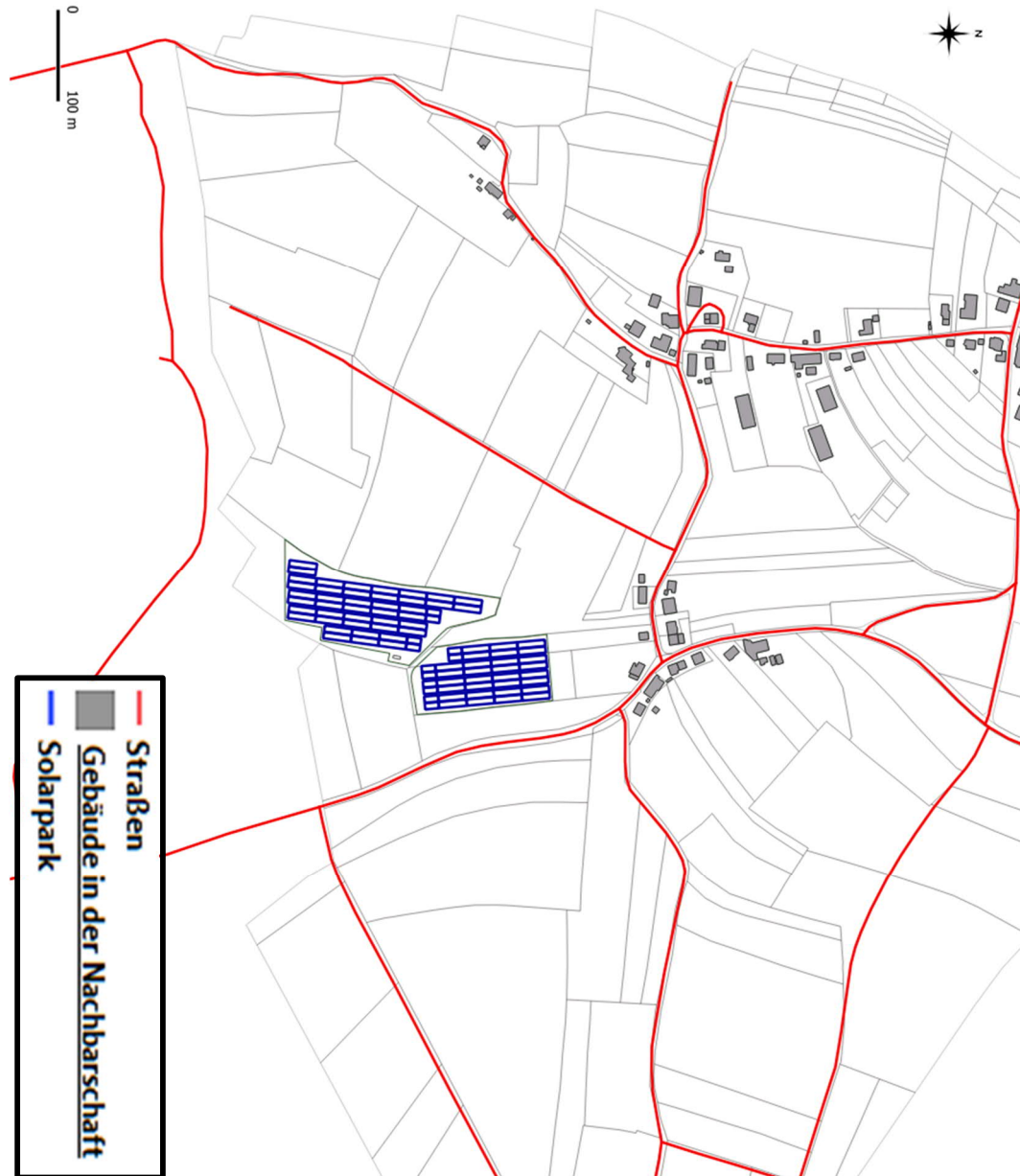
Anlage 2: Blendungen in der bestehenden Nachbarschaft

Anlage 3: Blendungen im umliegenden Verkehrsraum

Anlage 4: Sichtabschirmung für umliegenden Verkehrsraum

Anlage 1: Lagepläne

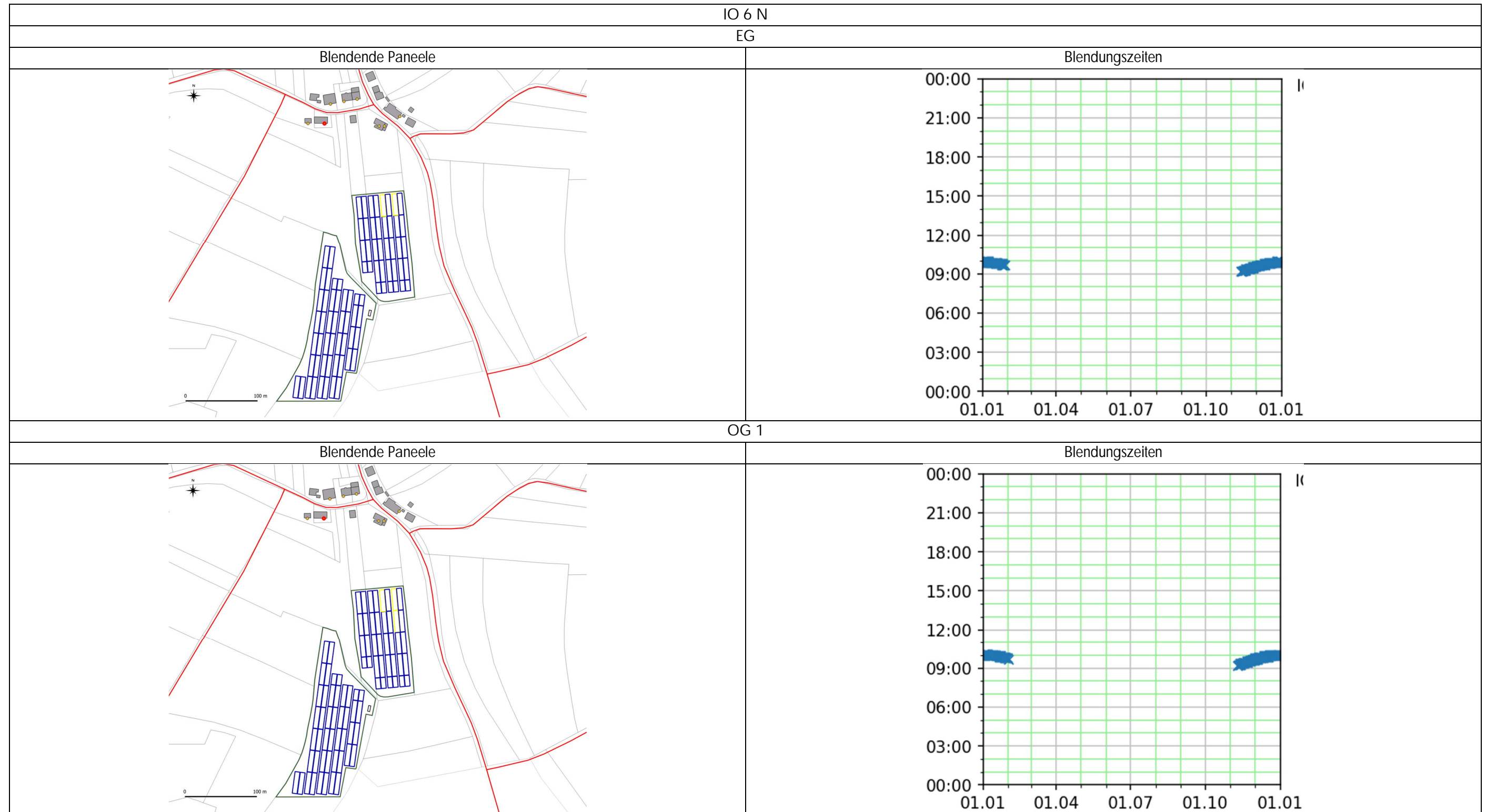
Übersichtslageplan

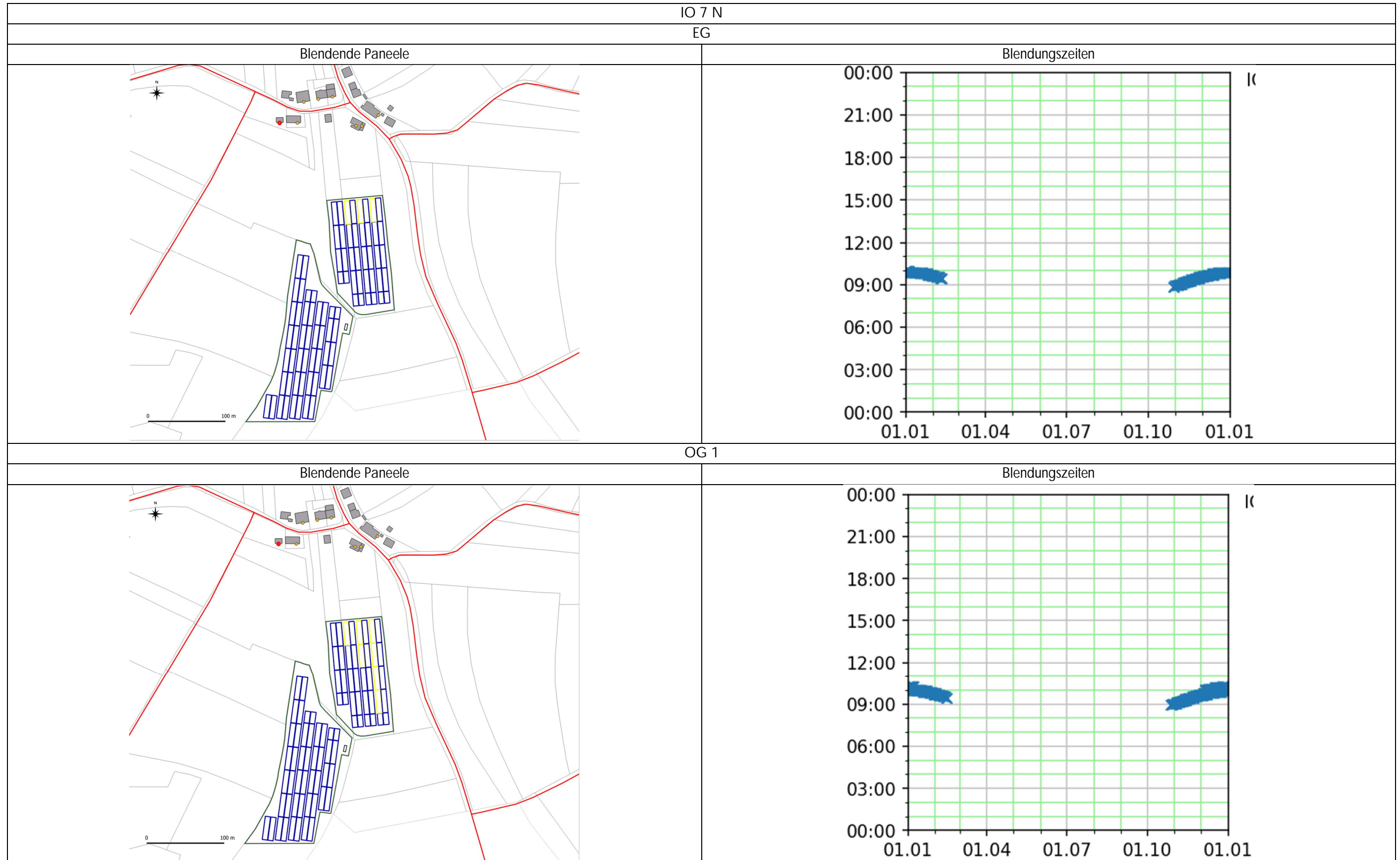


Anlage 2: Blendungen in der bewohnten Nachbarschaft

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. Die Gebäude sind in den nachfolgenden Abbildungen in grauer Farbgebung dargestellt.

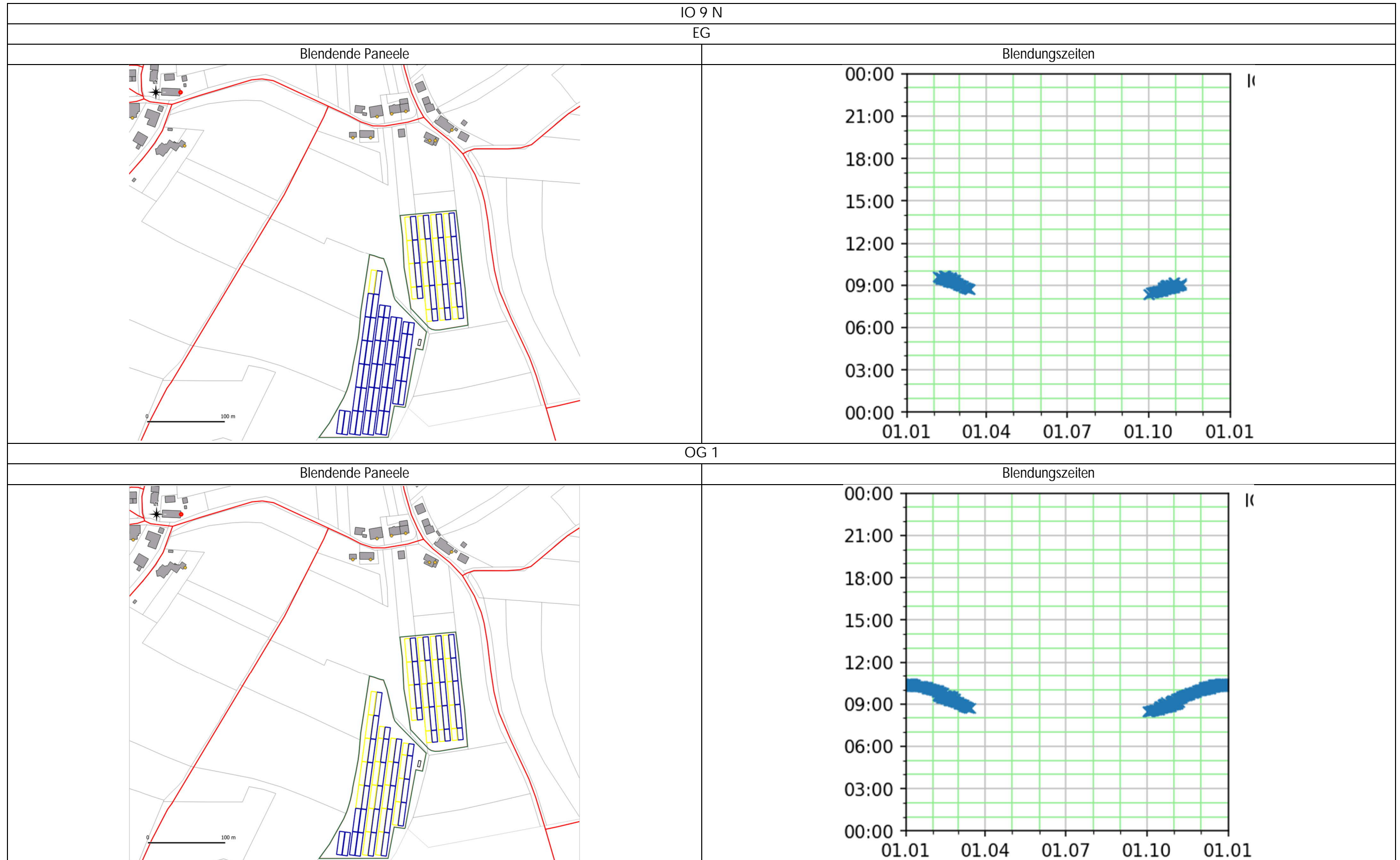
An den Immissionsorten IO 1 N bis IO 5 N treten keine Blendungen auf.

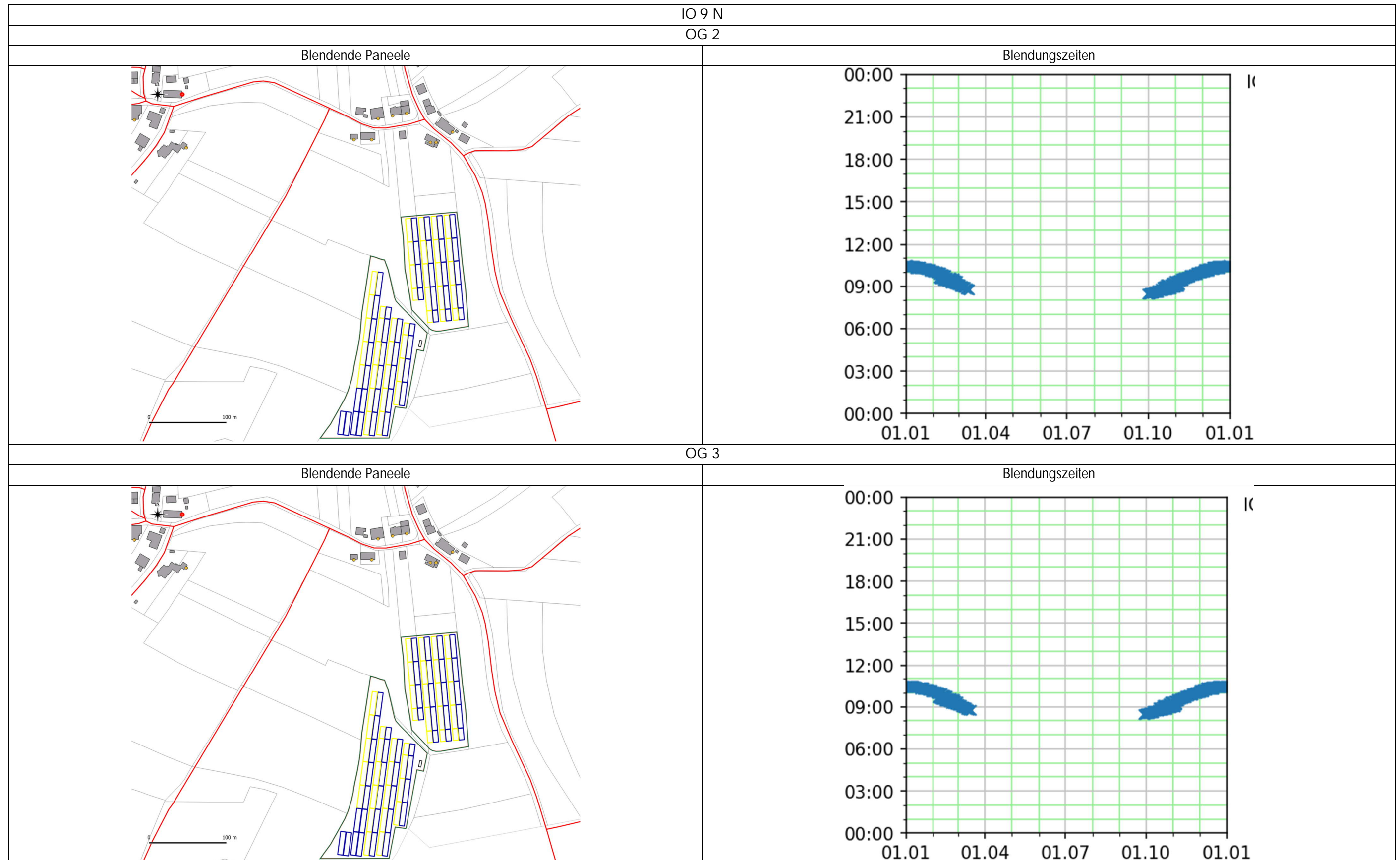




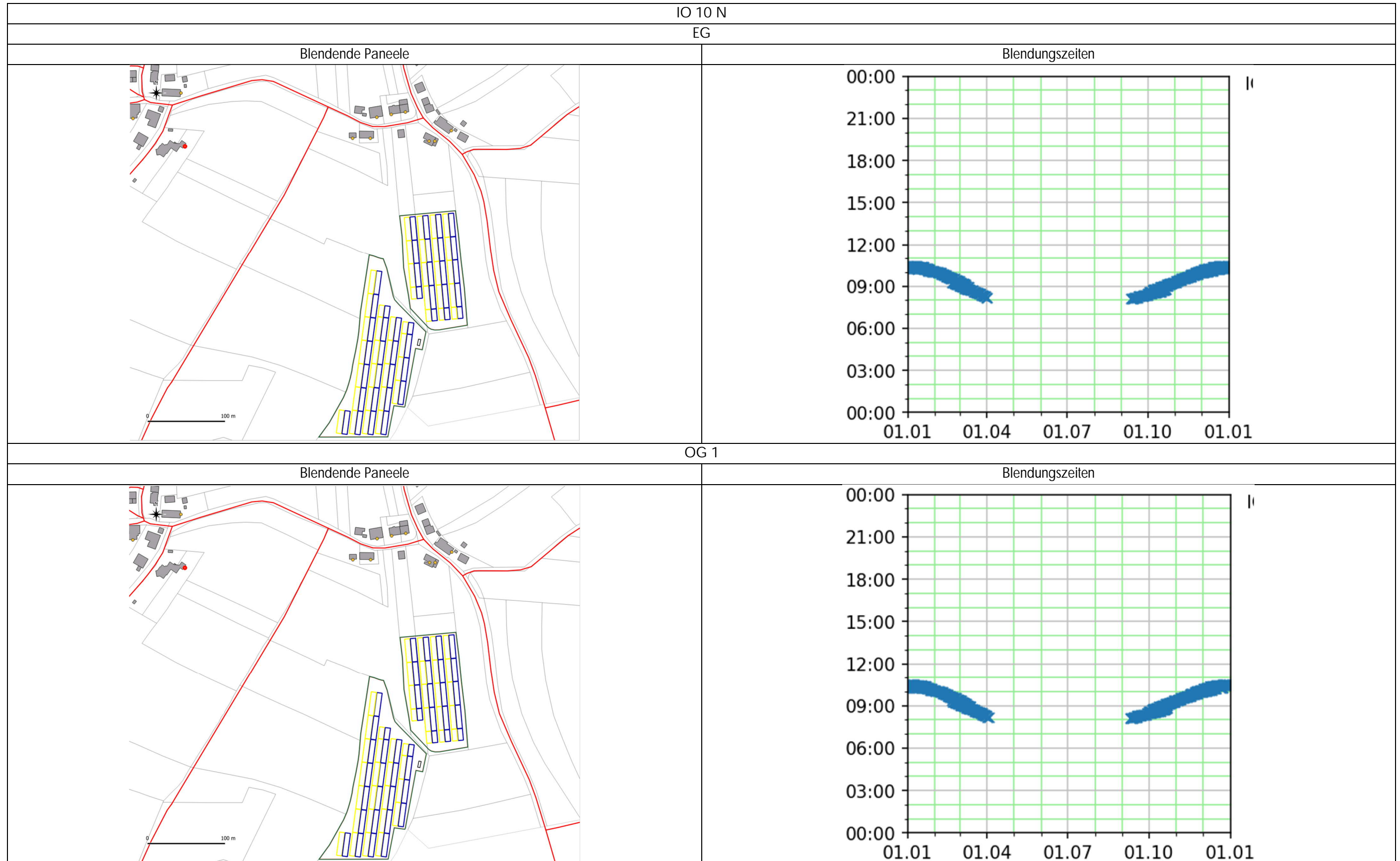
Am Immissionsort IO 8 N treten keine Blendungen auf.

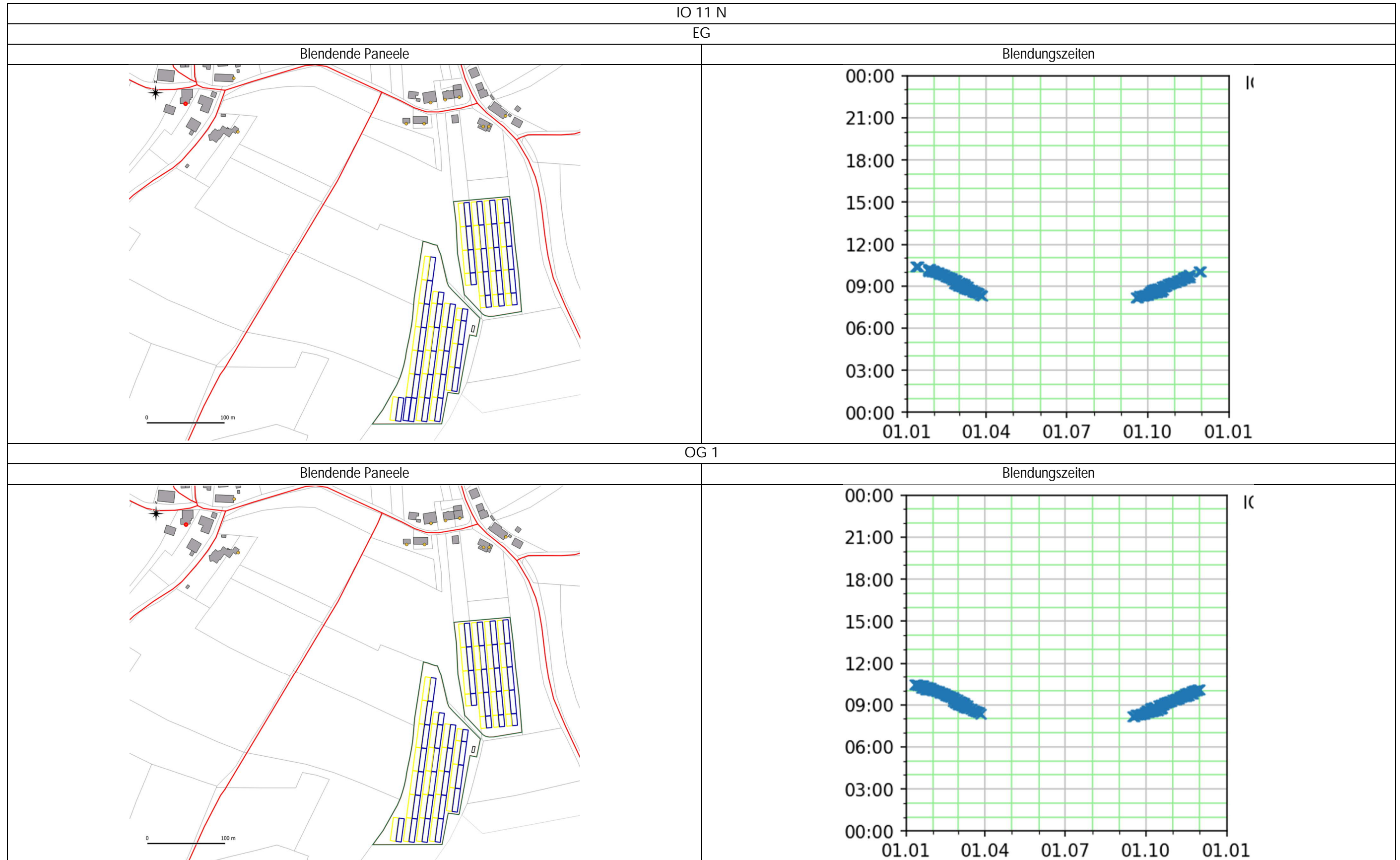


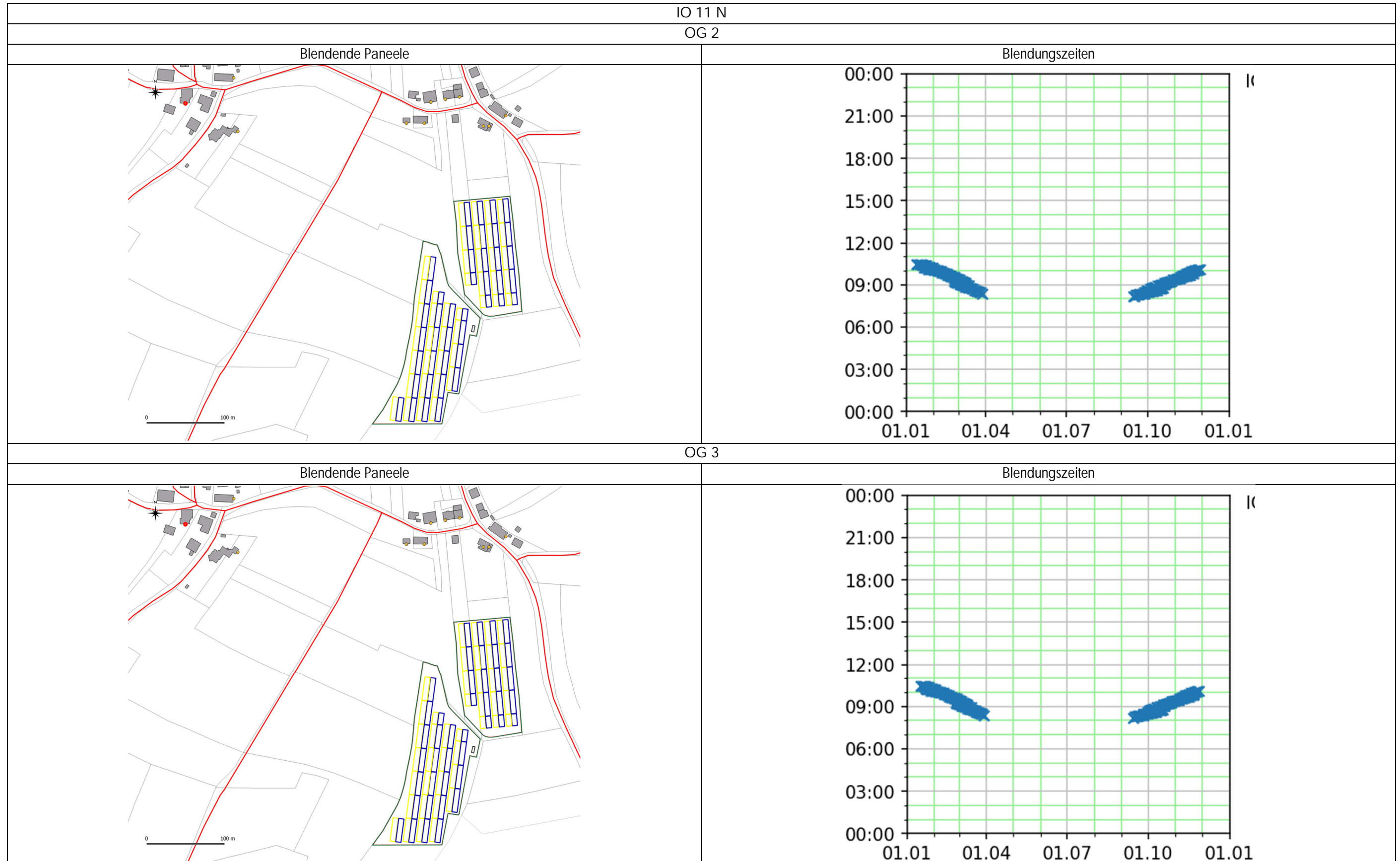




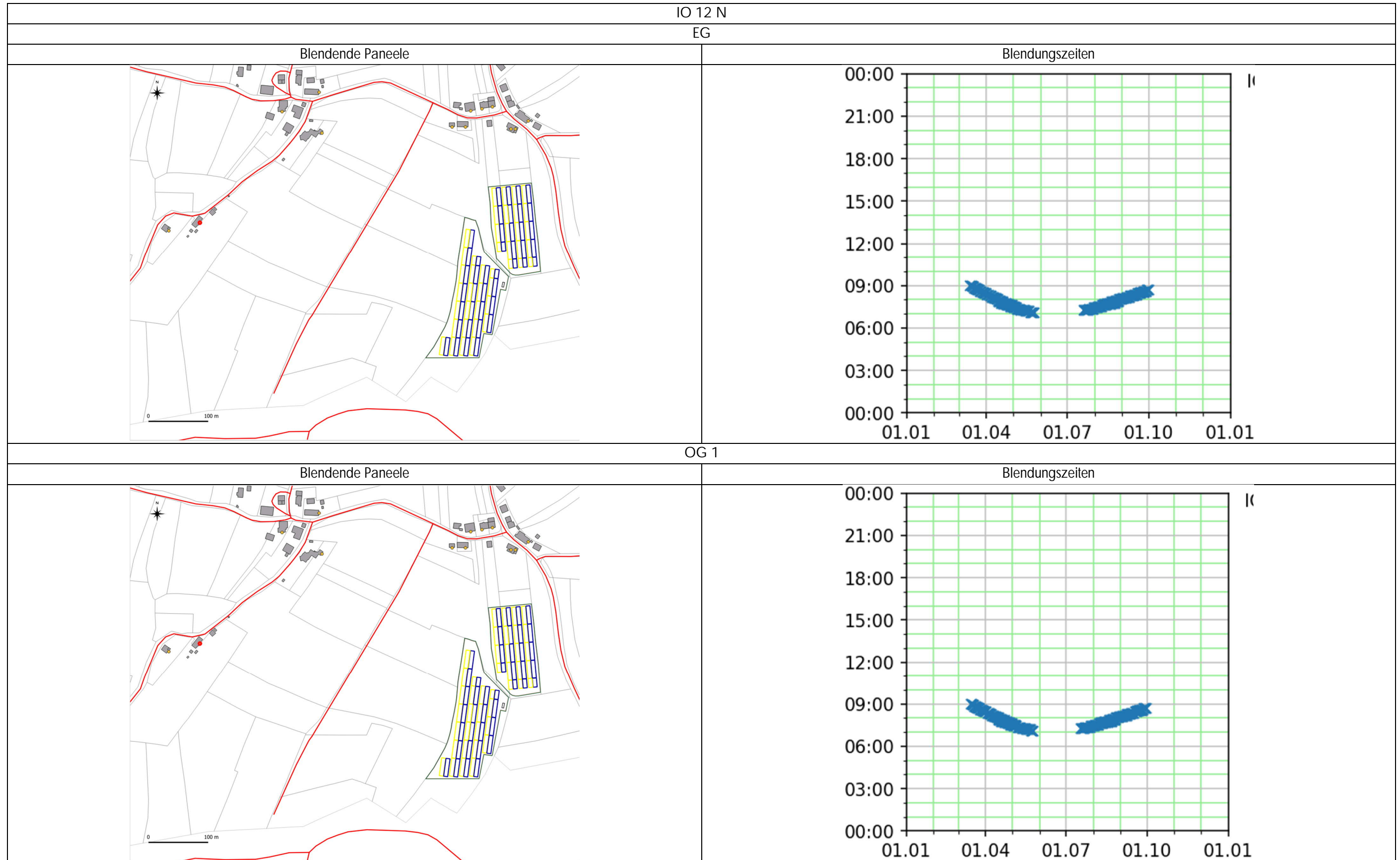








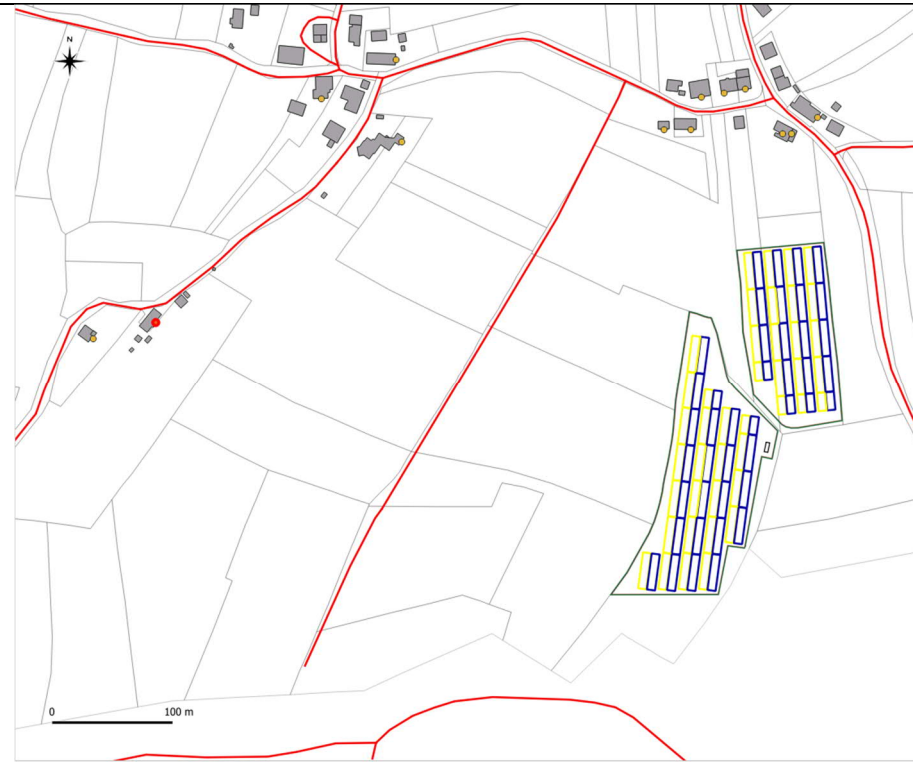




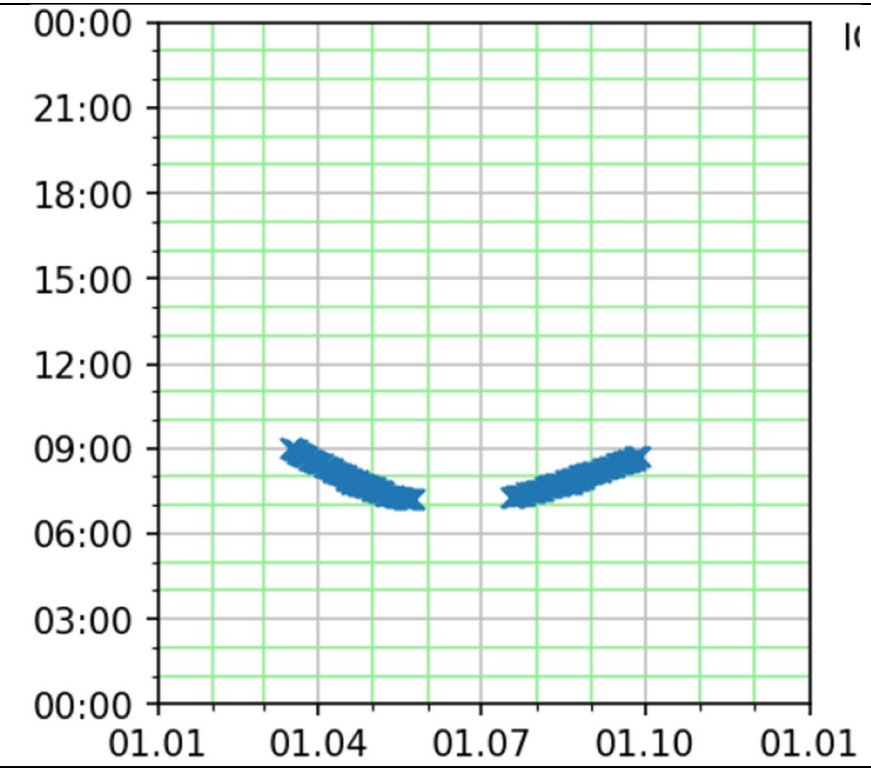
IO 12 N

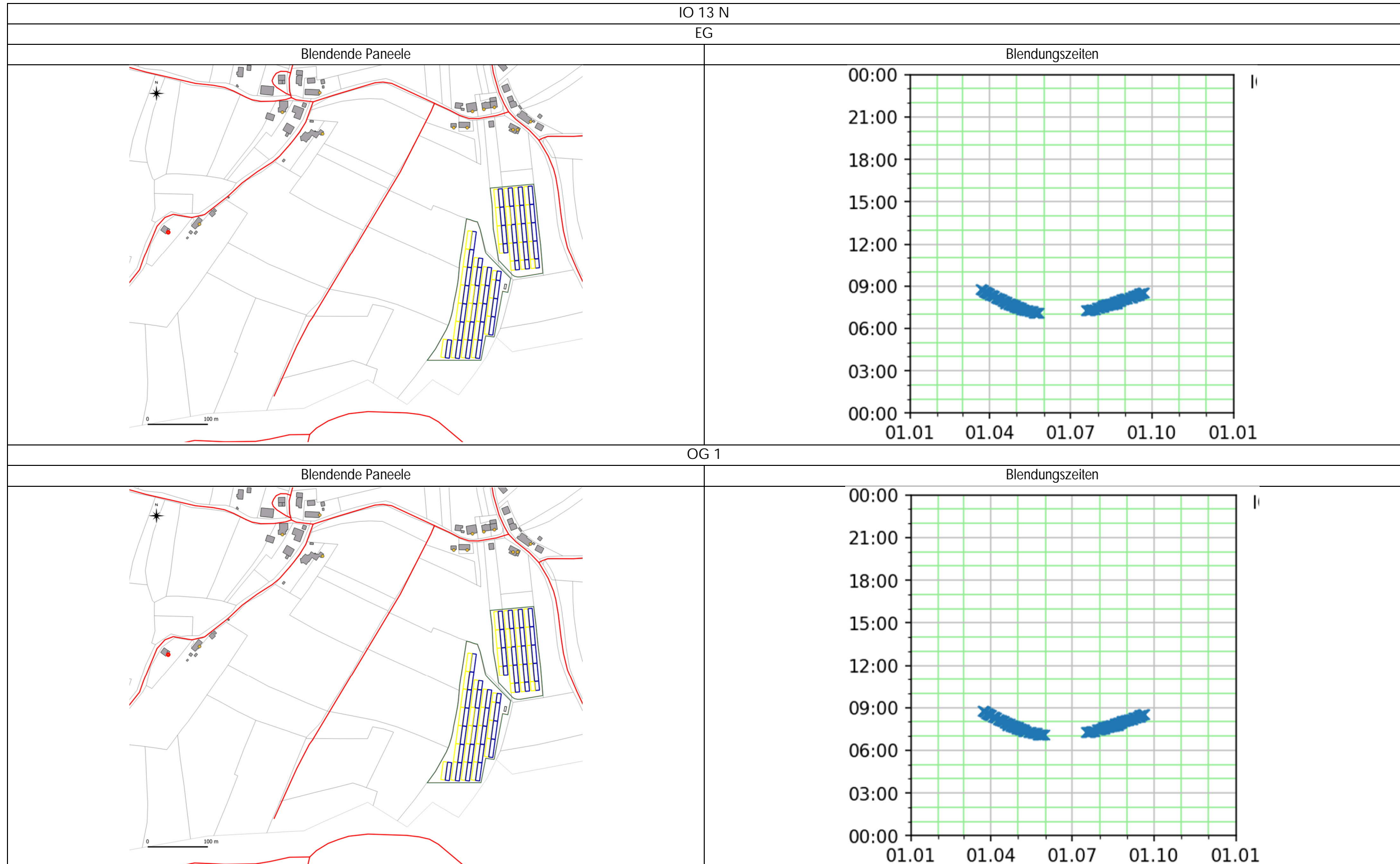
OG 2

Blendende Paneele



Blendungszeiten

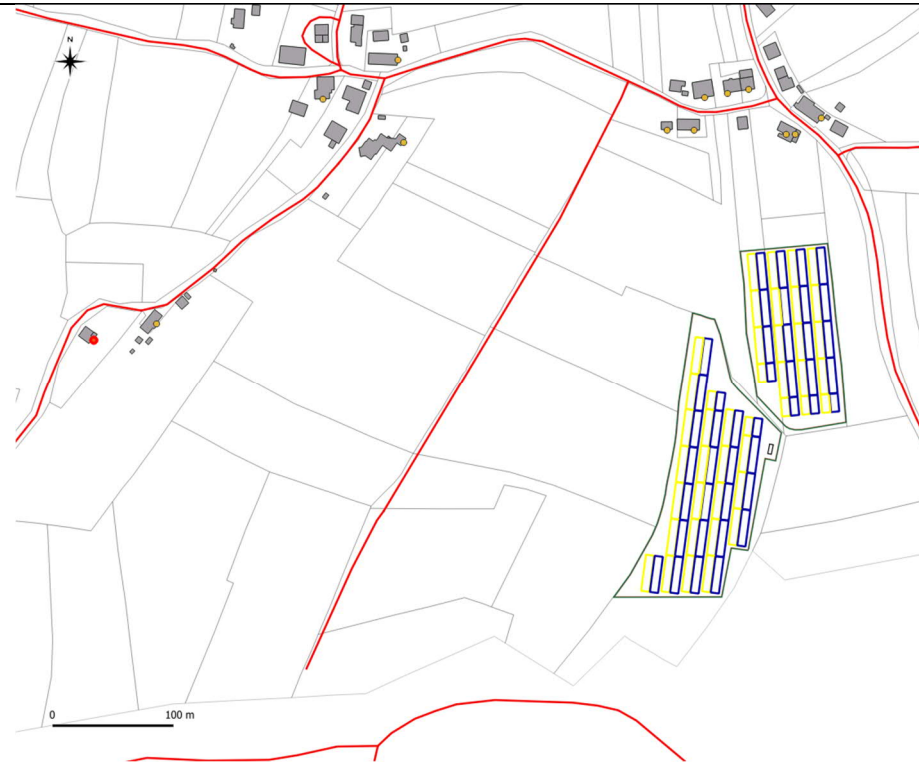




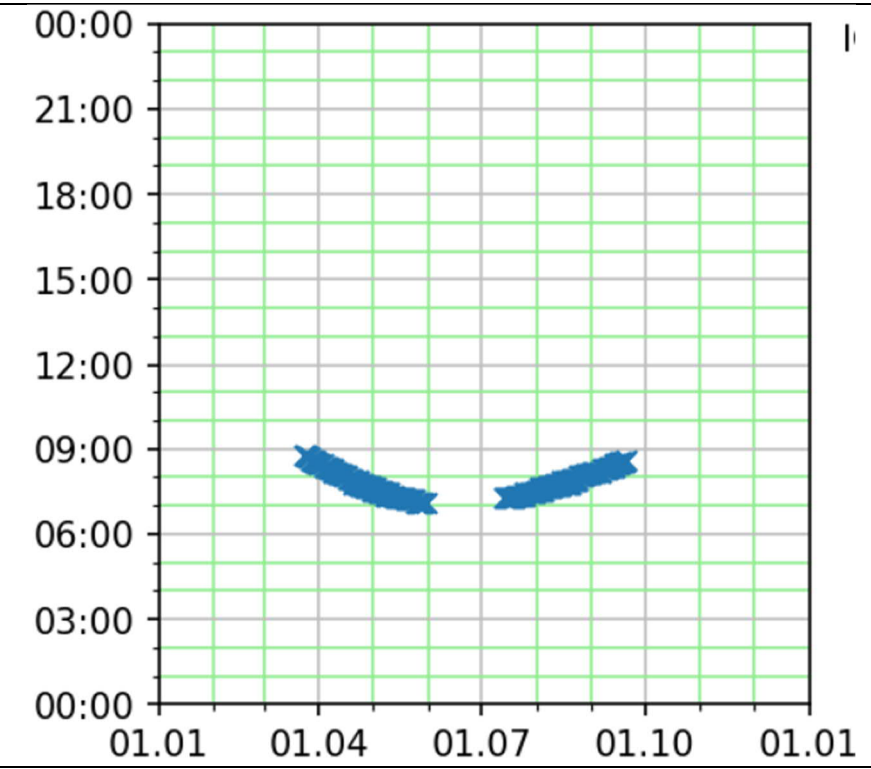
IO 13 N

OG 2

Blendende Paneele



Blendungszeiten

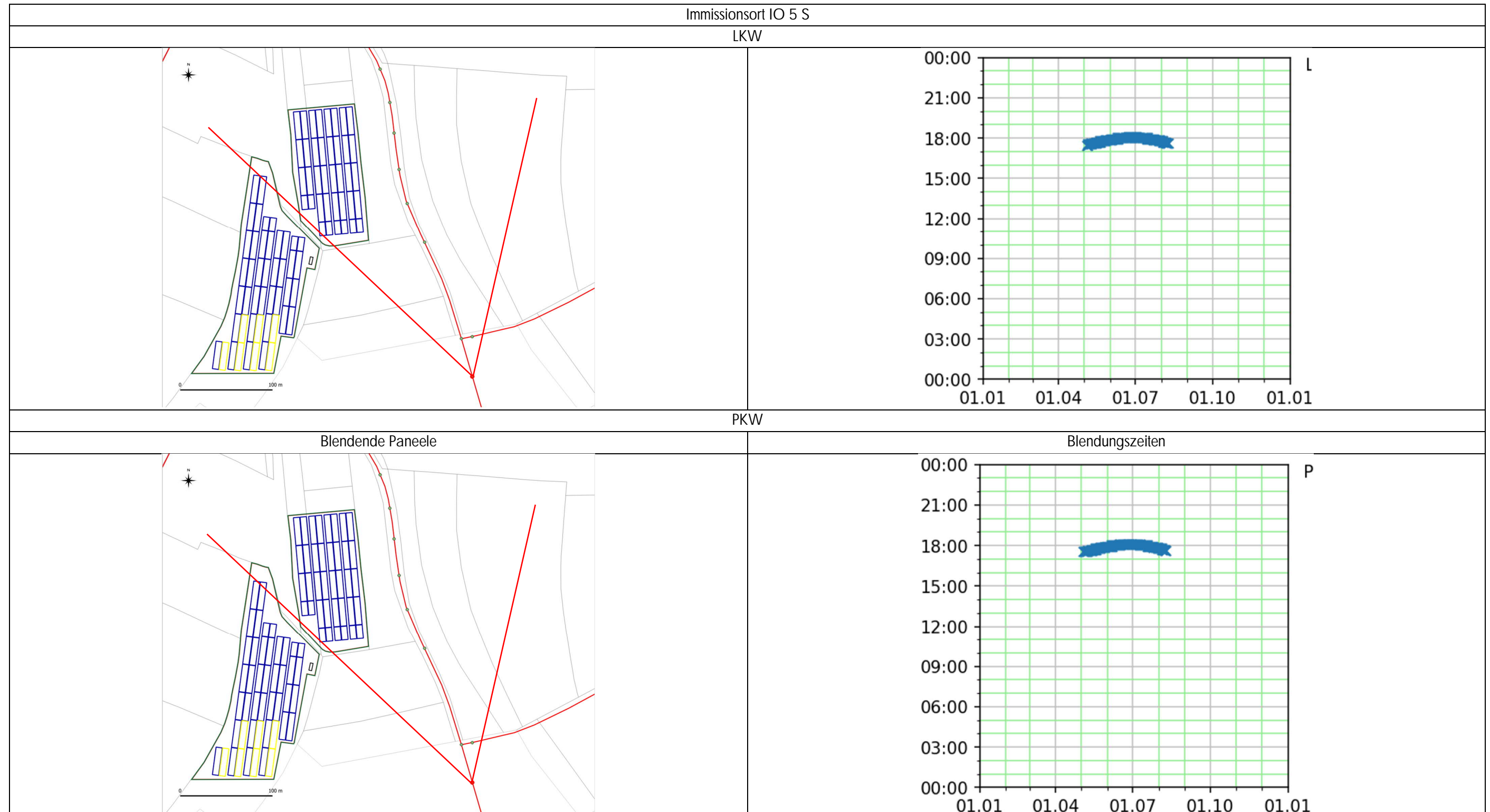




Anlage 3: Blendungen im umliegenden Verkehrsraum

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.

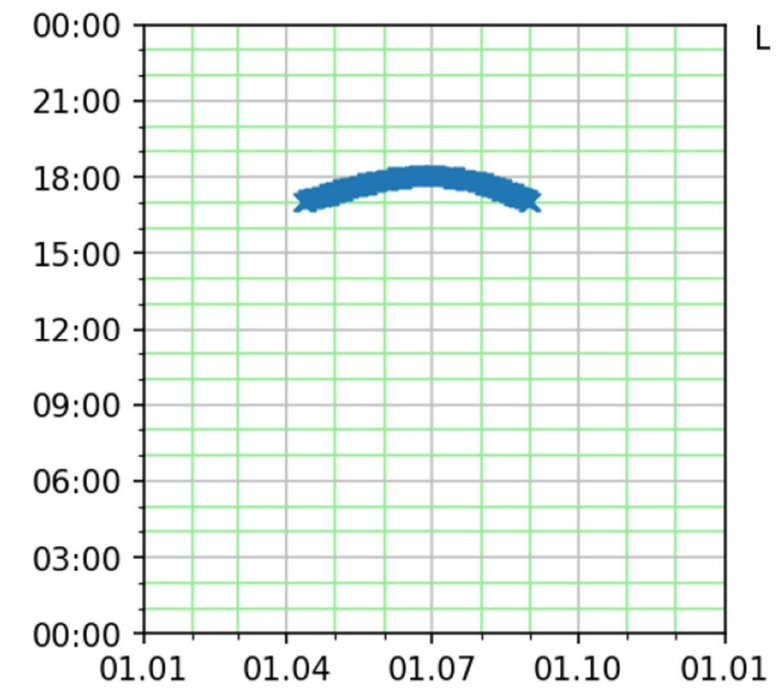
An den Immissionsorten IO 1 S bis IO 4 S treten keine Blendungen auf.





Immissionsort IO 6 S

LKW

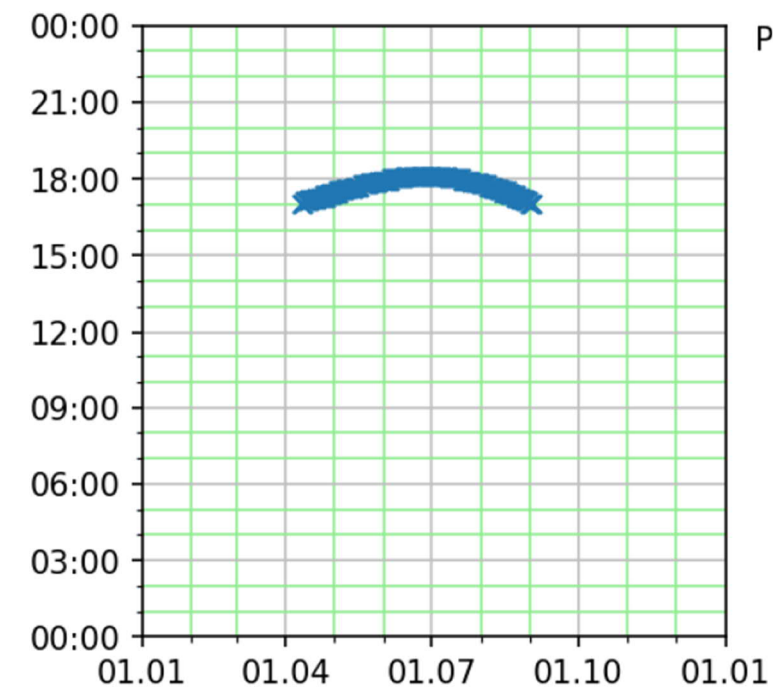


PKW

Blendende Paneele

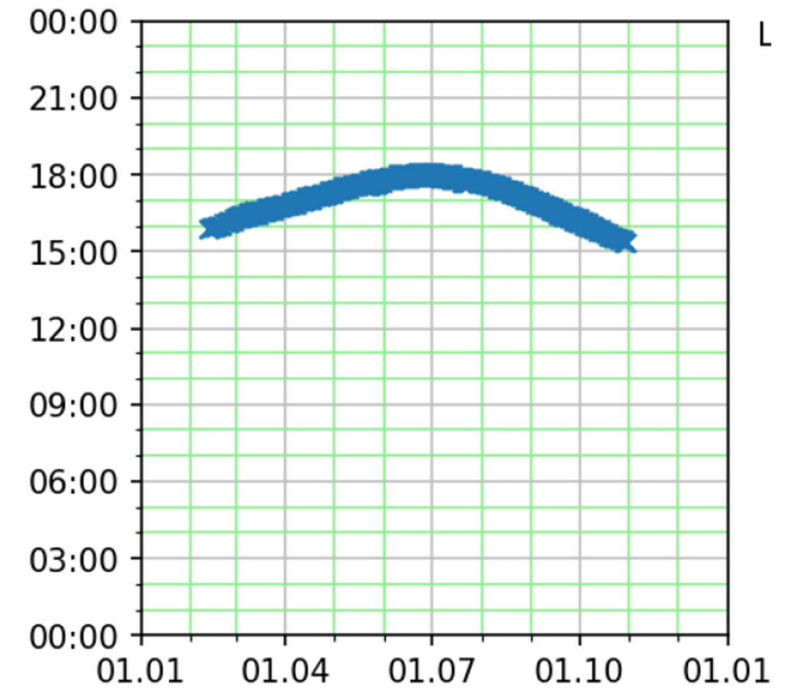


Blendungszeiten



Immissionsort IO 7 S

LKW

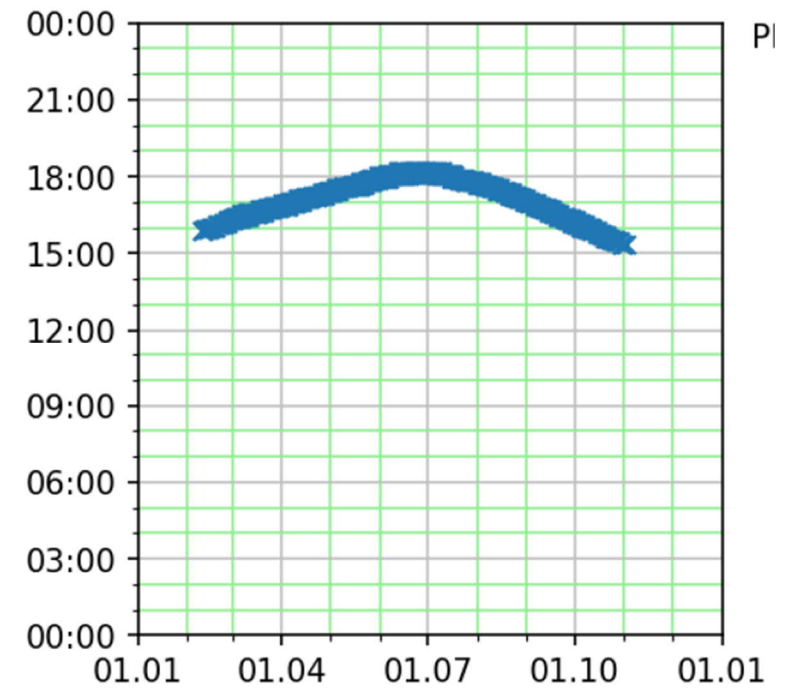


PKW

Blendende Paneele

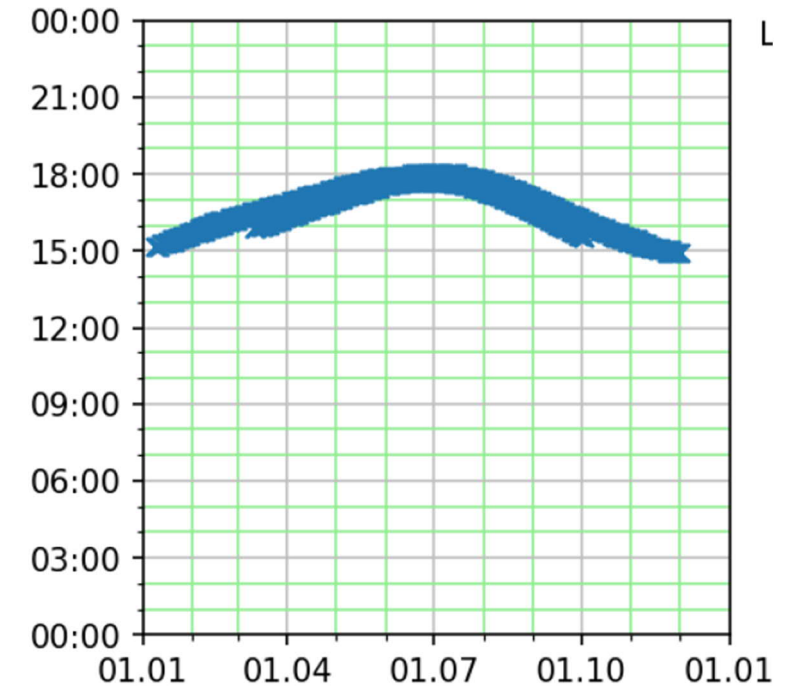


Blendungszeiten



Immissionsort IO 8 S

LKW

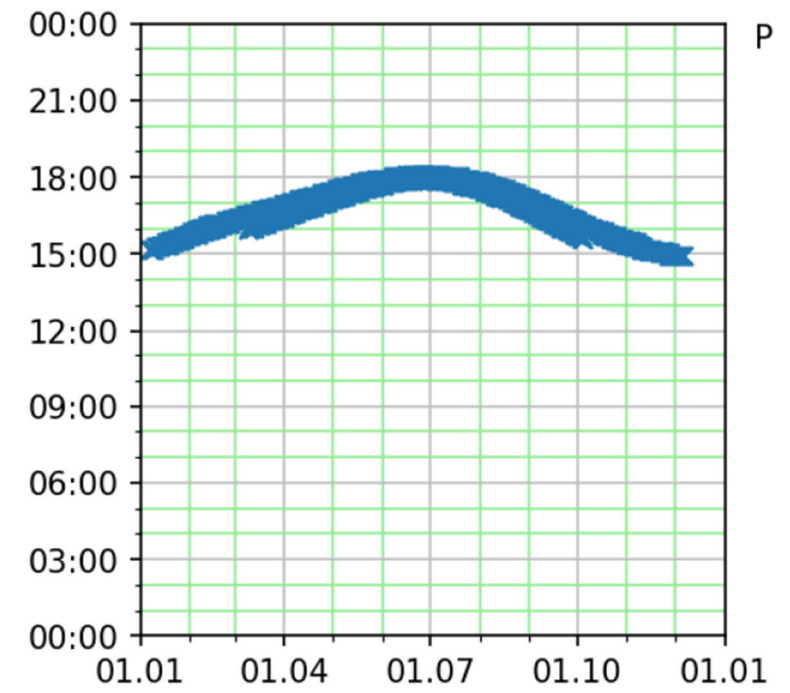


PKW

Blendende Paneele



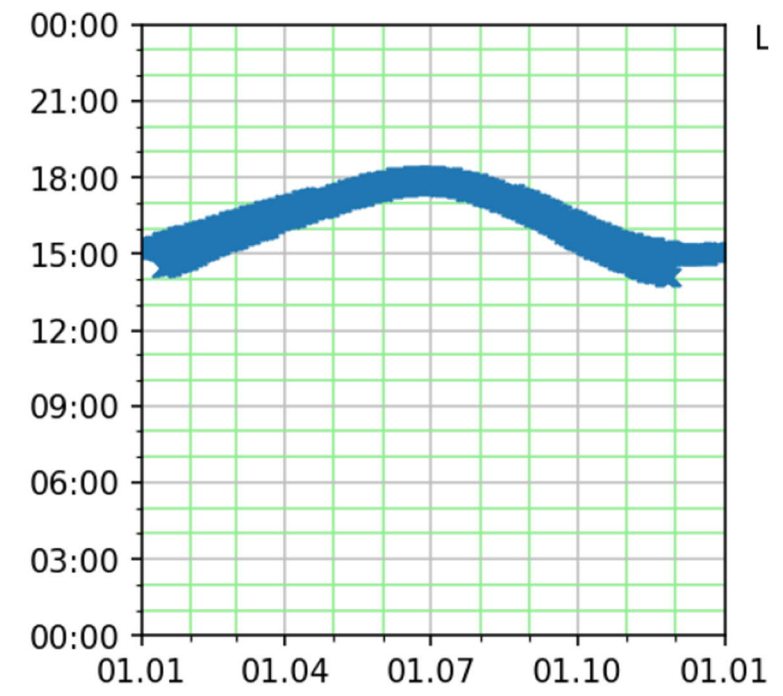
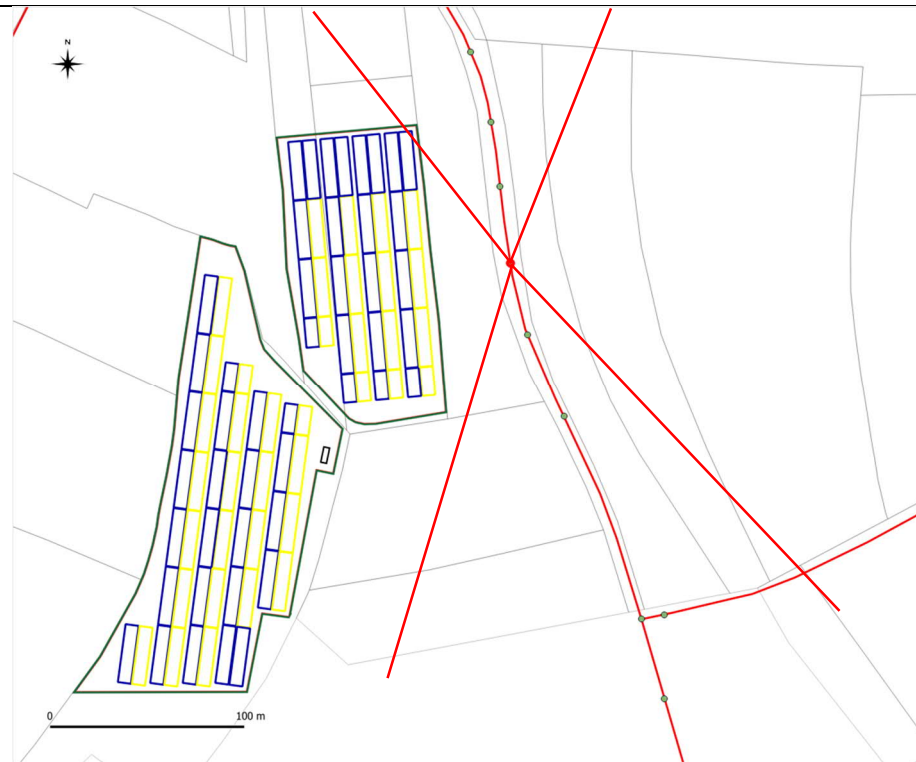
Blendungszeiten





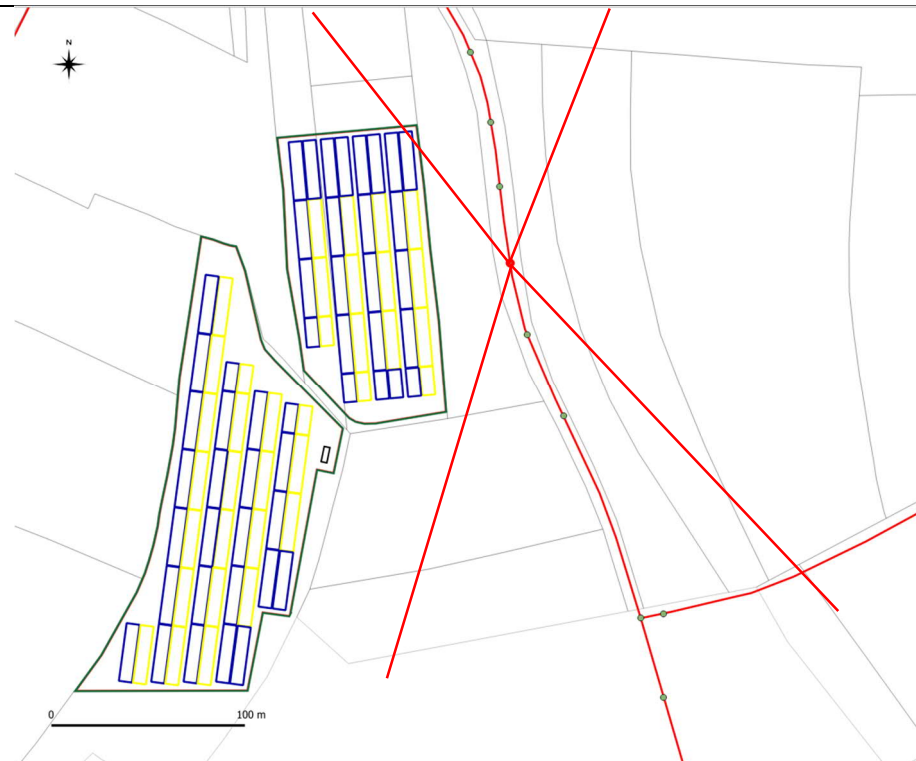
Immissionsort IO 9 S

LKW

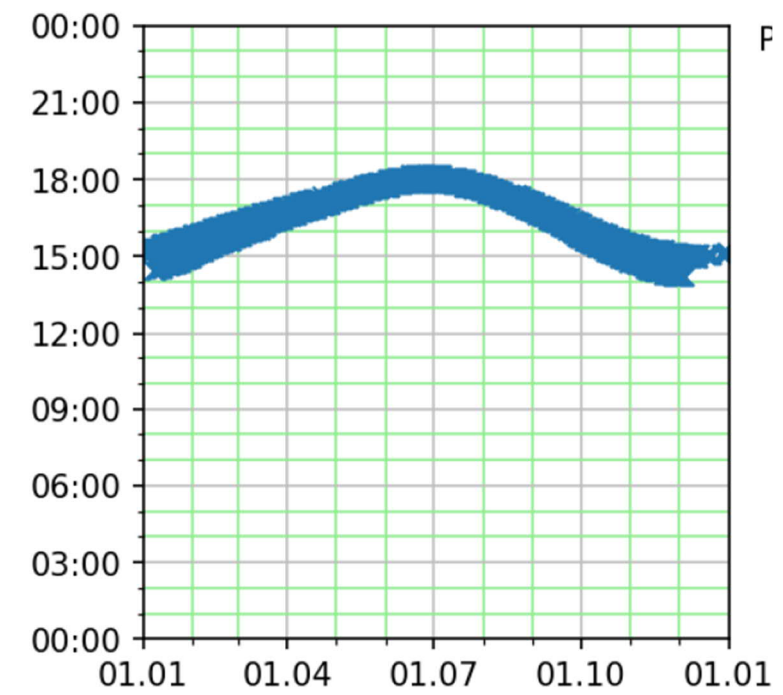


PKW

Blendende Paneele

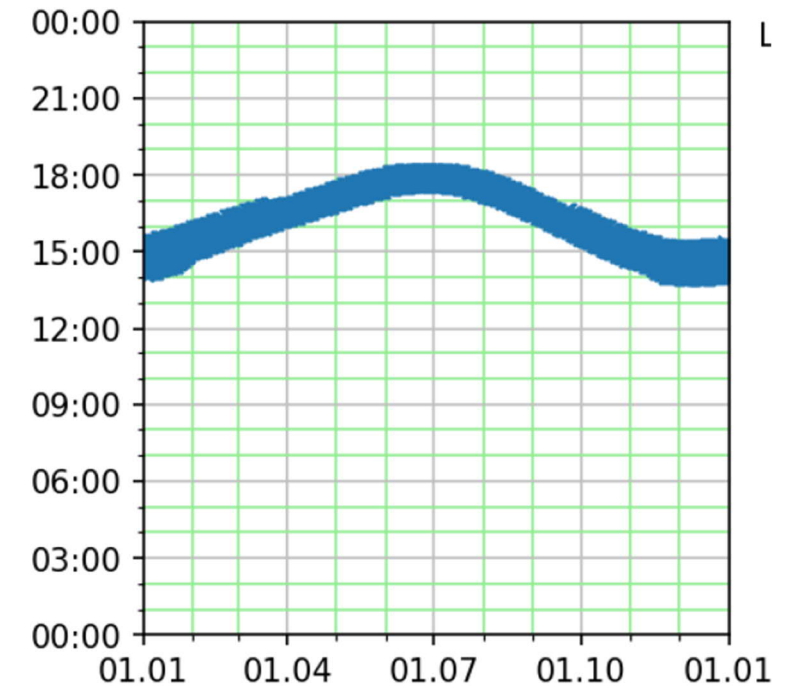


Blendungszeiten



Immissionsort IO 10 S

LKW

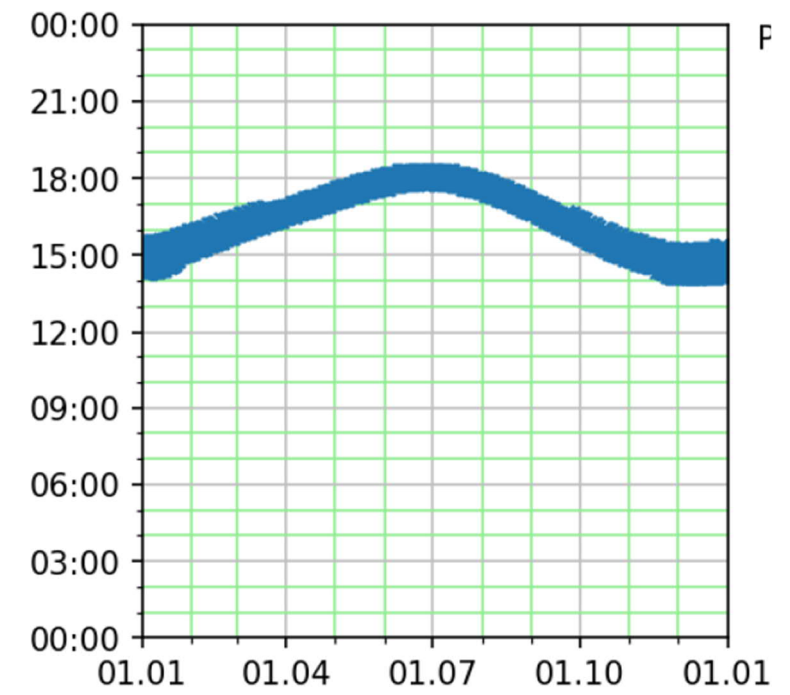


PKW

Blendende Paneele

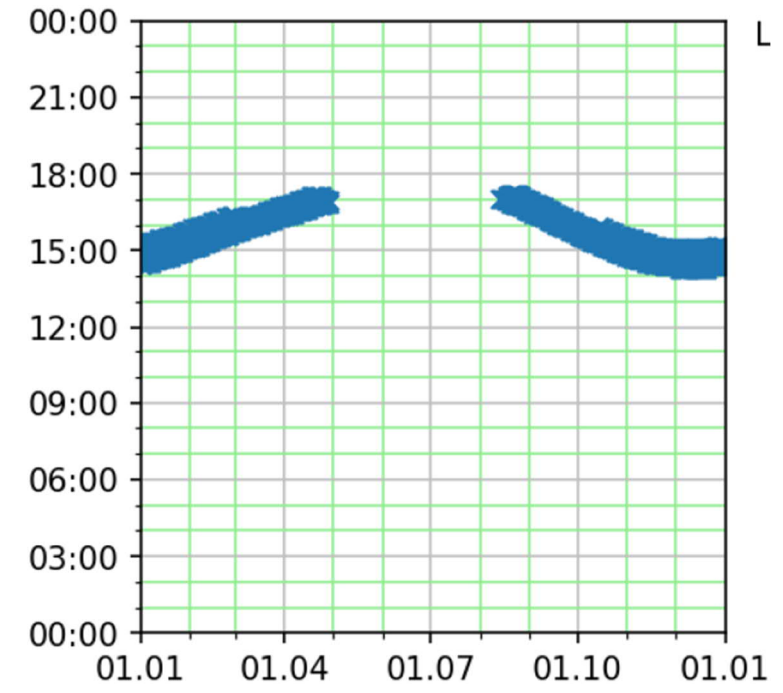


Blendungszeiten



Immissionsort IO 11 S

LKW

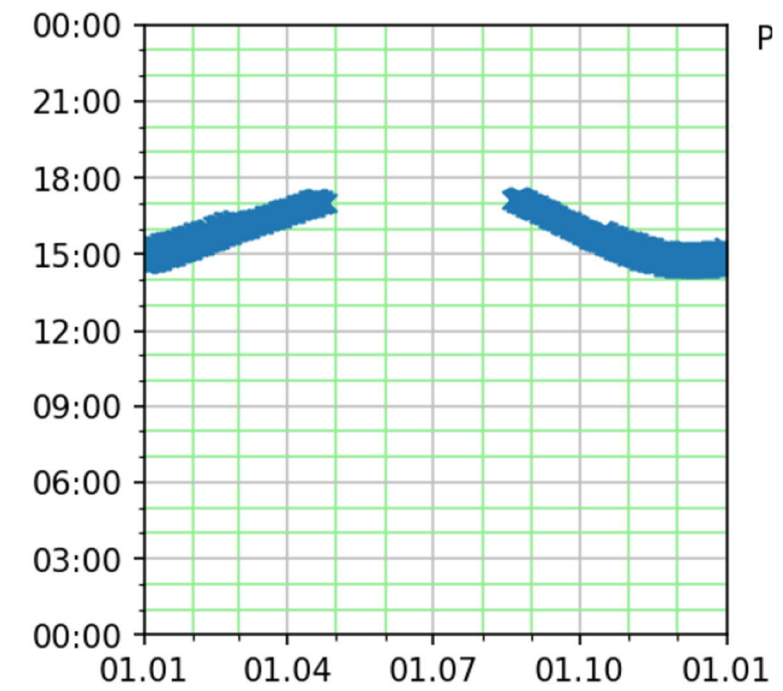


PKW

Blendende Paneele



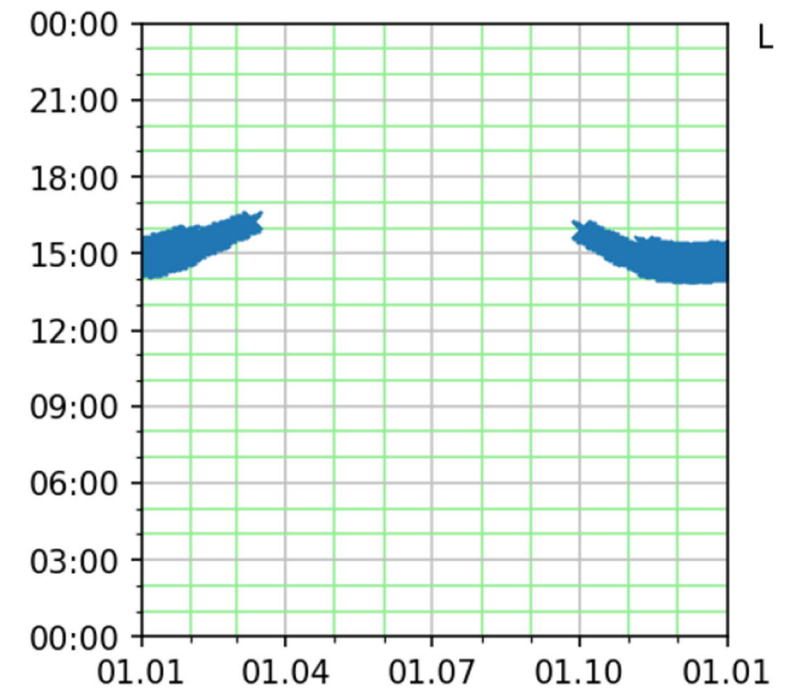
Blendungszeiten





Immissionsort IO 12 S

LKW

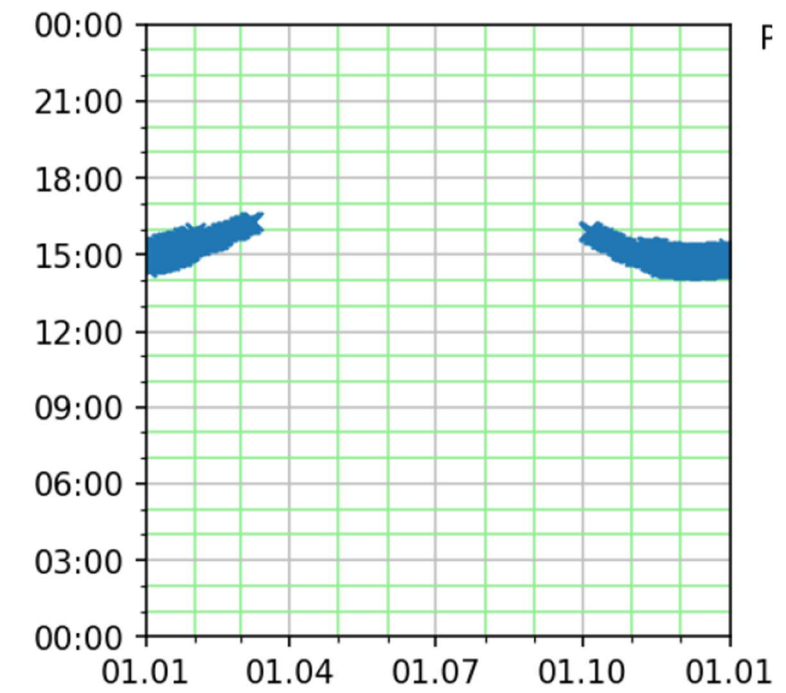


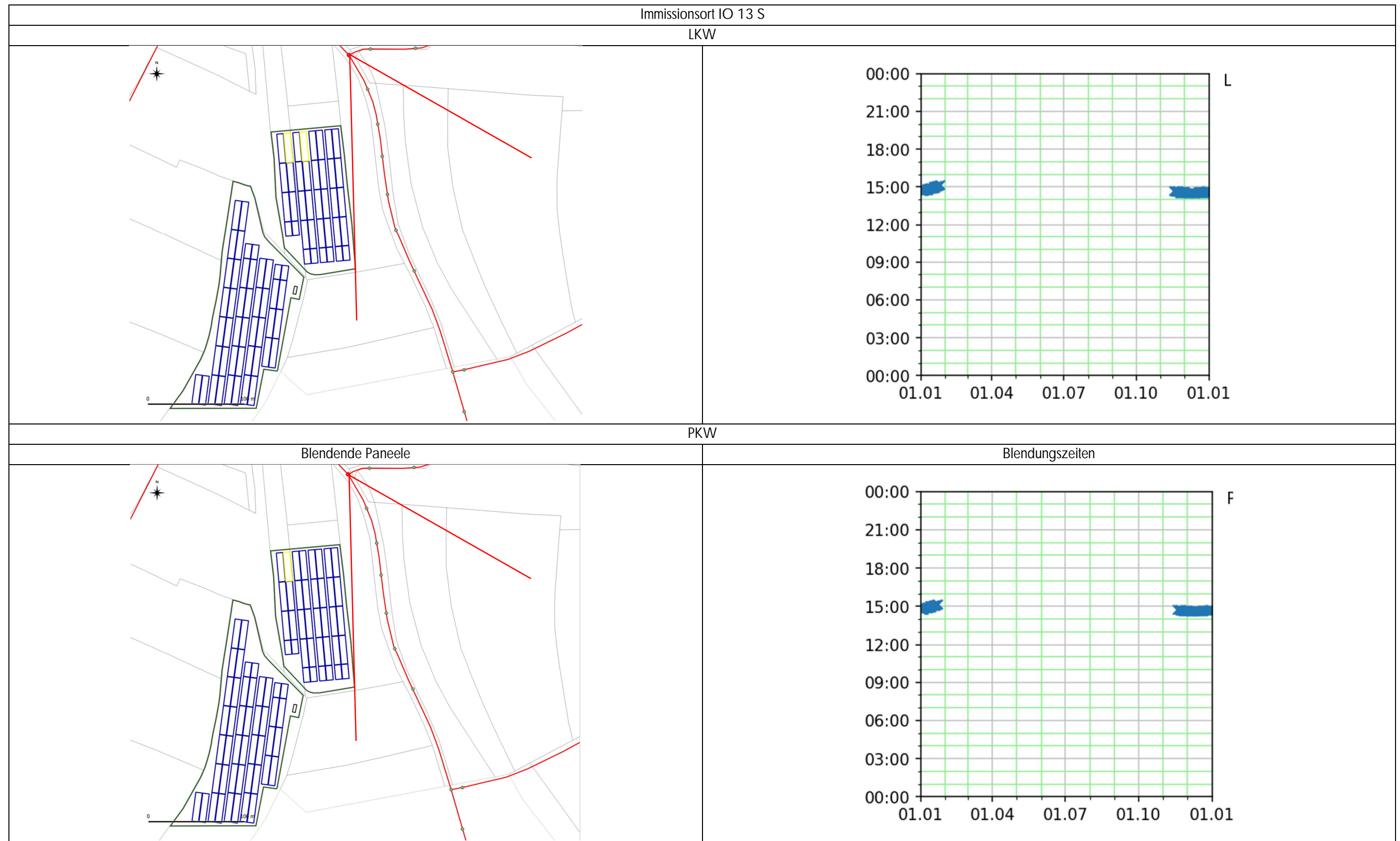
PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten



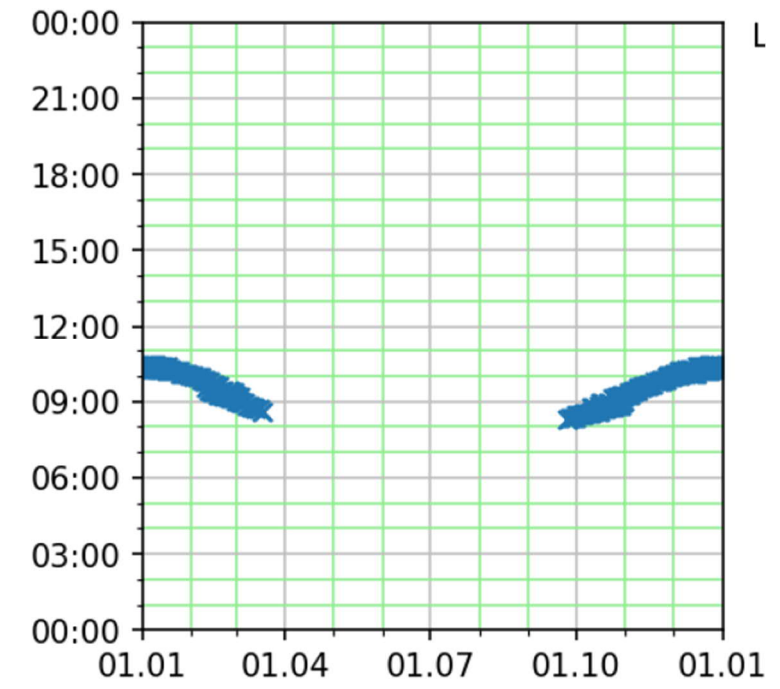
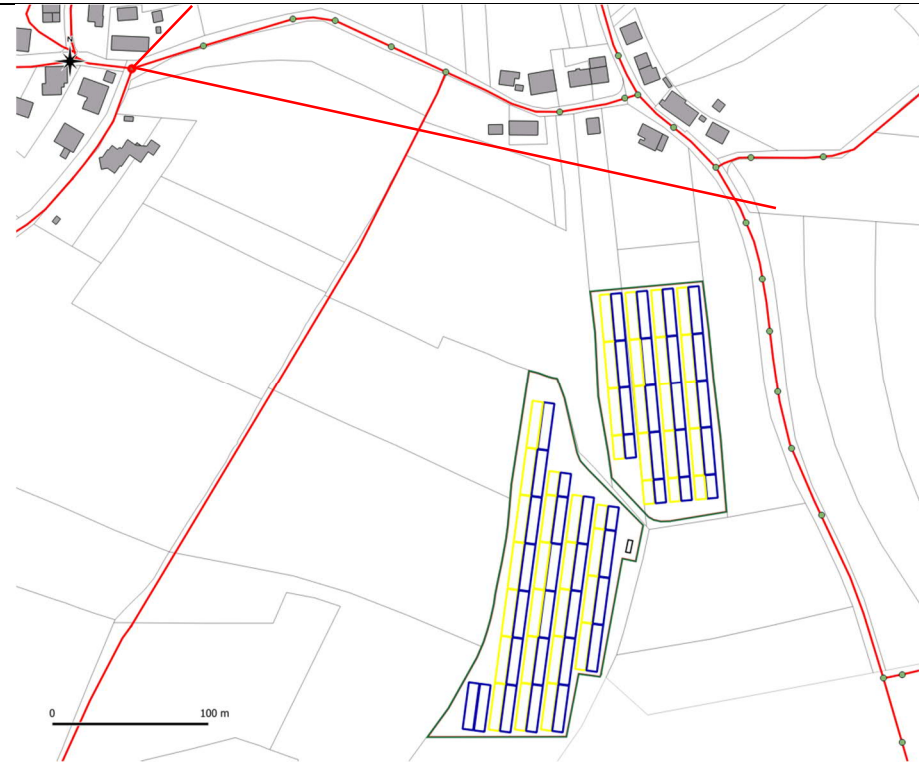


An den Immissionsorten IO 14 S bis IO 16 S treten keine Blendungen auf.



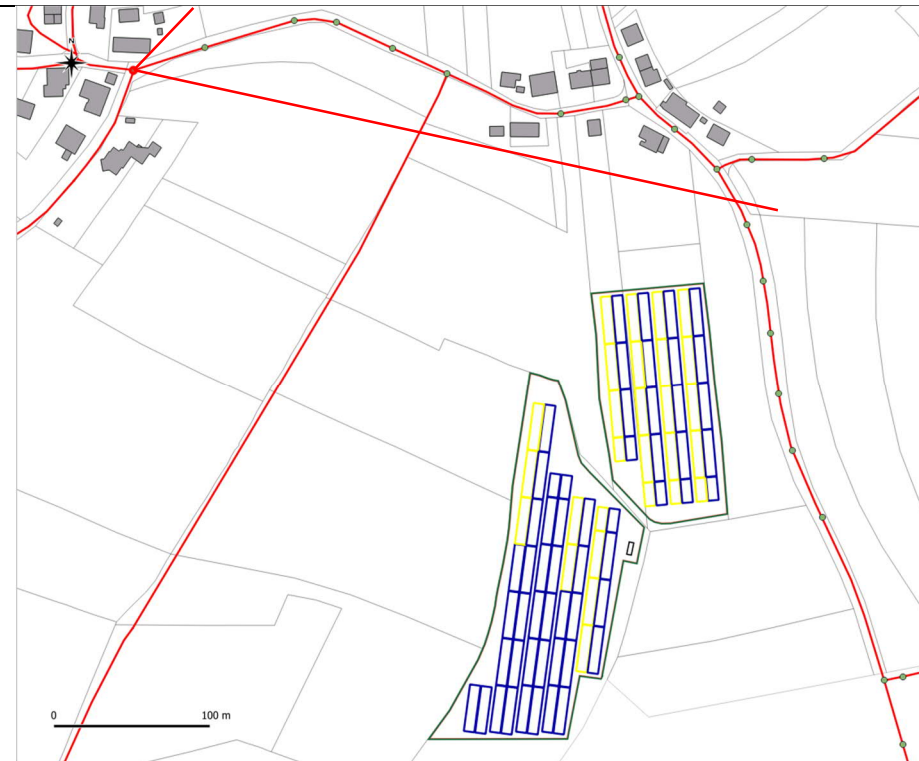
Immissionsort IO 17 S

LKW

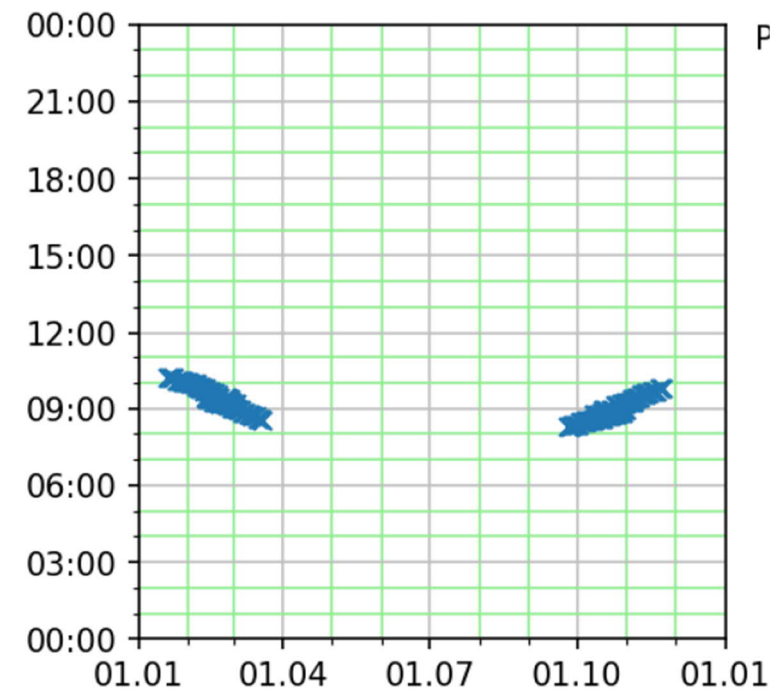


PKW

Blendende Paneele

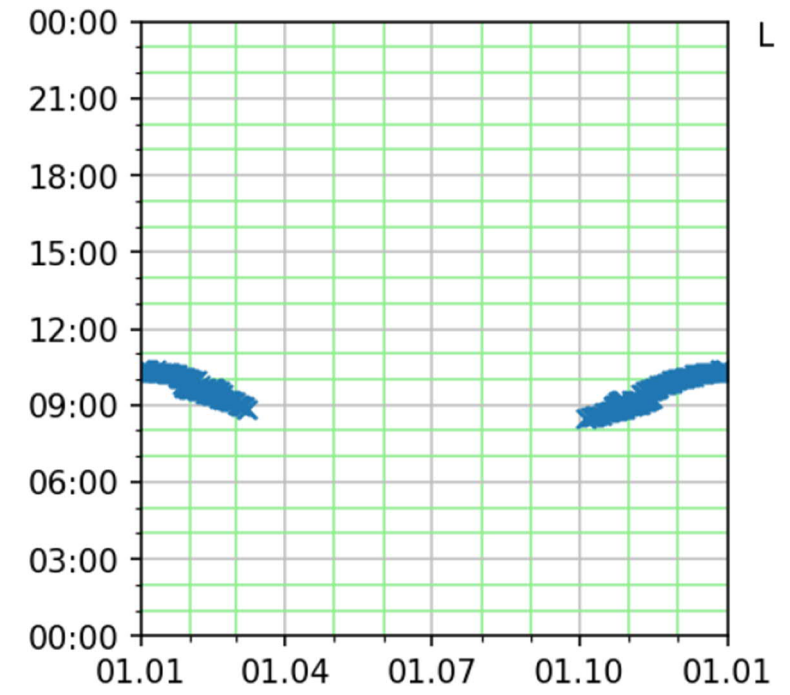
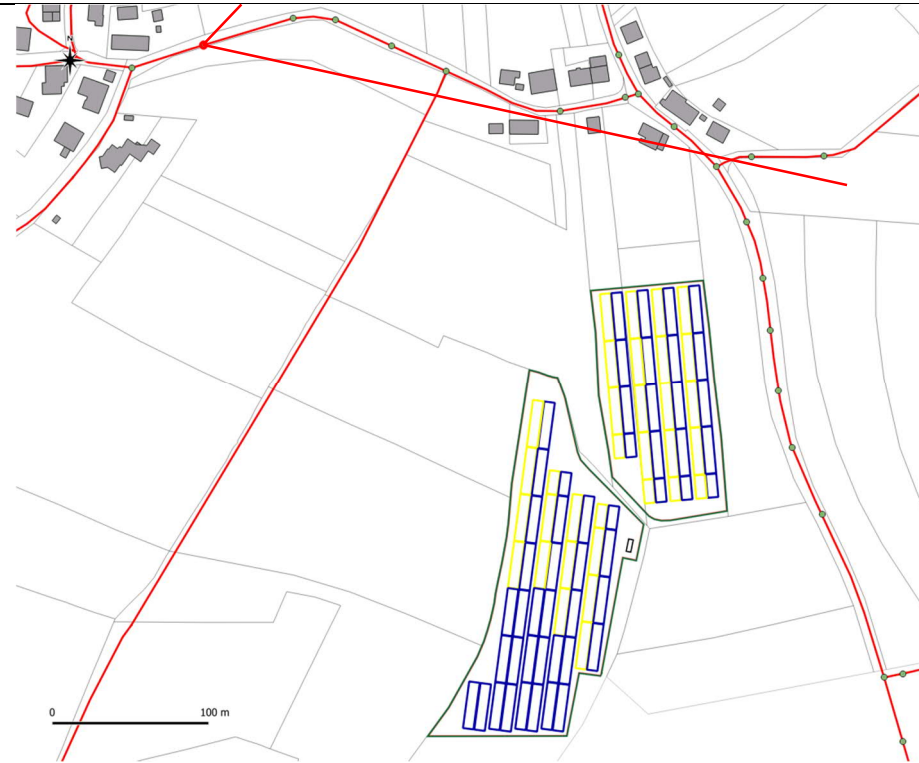


Blendungszeiten



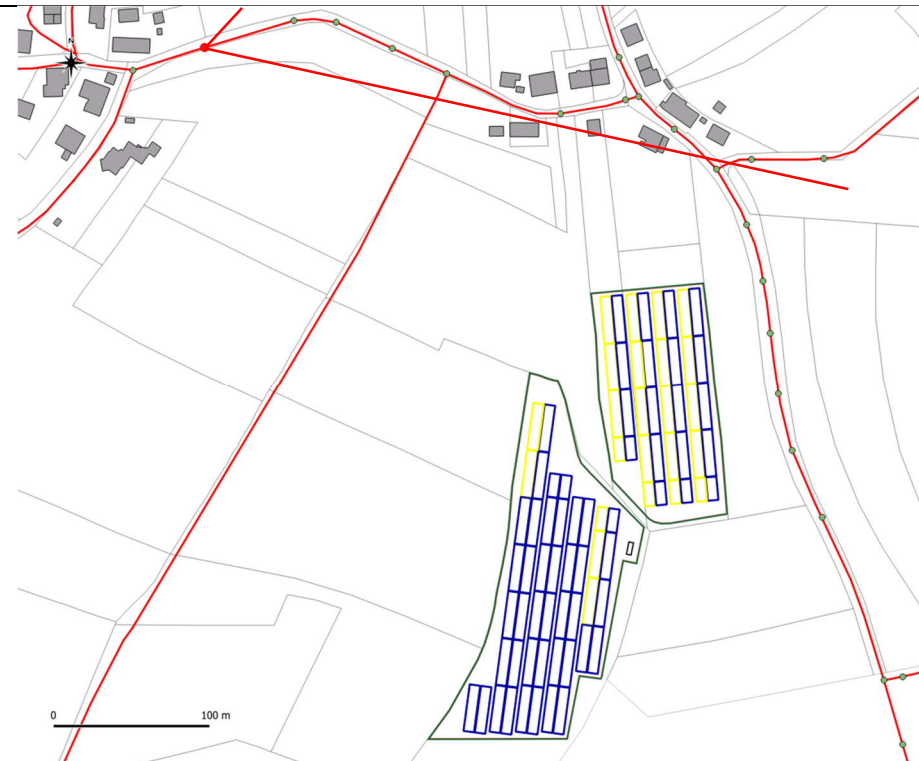
Immissionsort IO 18 S

LKW

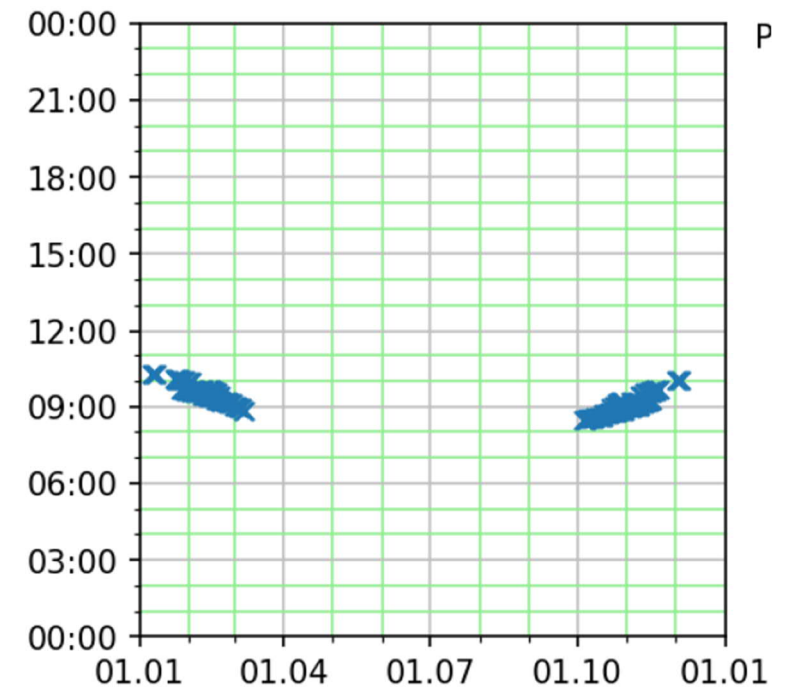


PKW

Blendende Paneele

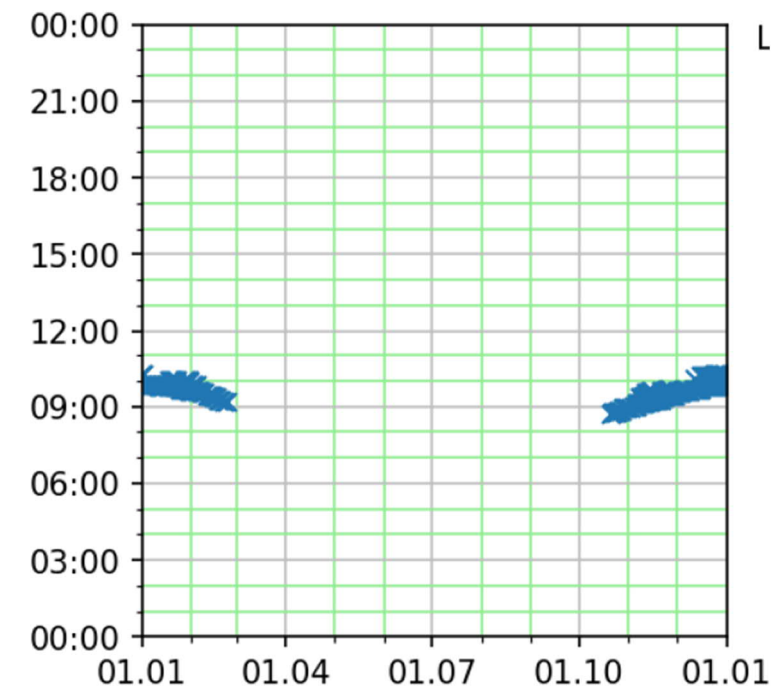
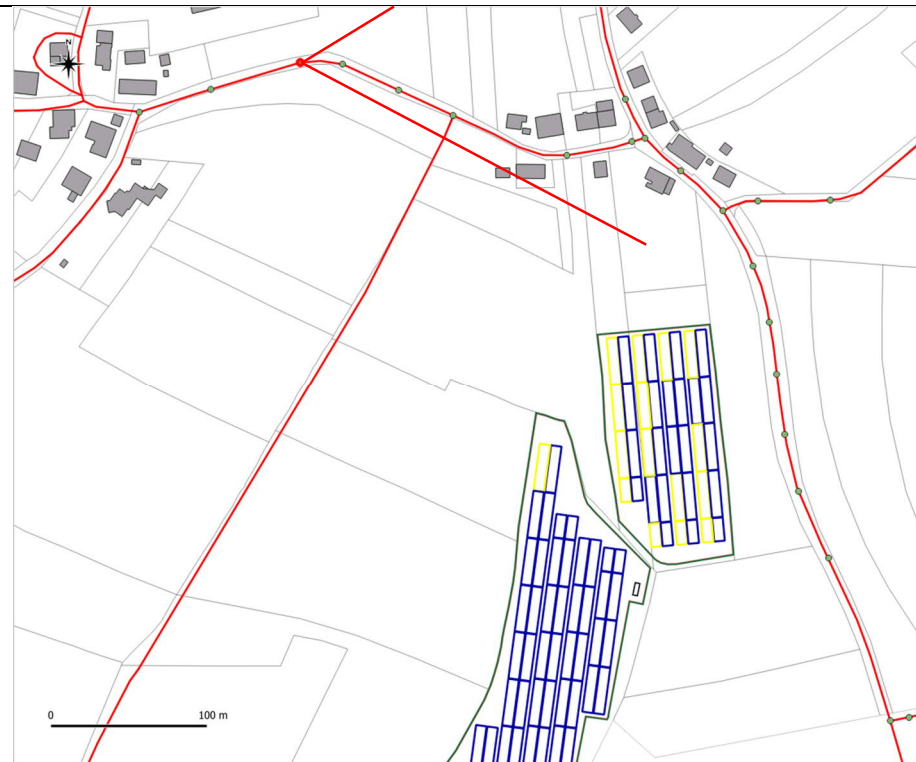


Blendungszeiten



Immissionsort IO 19 S

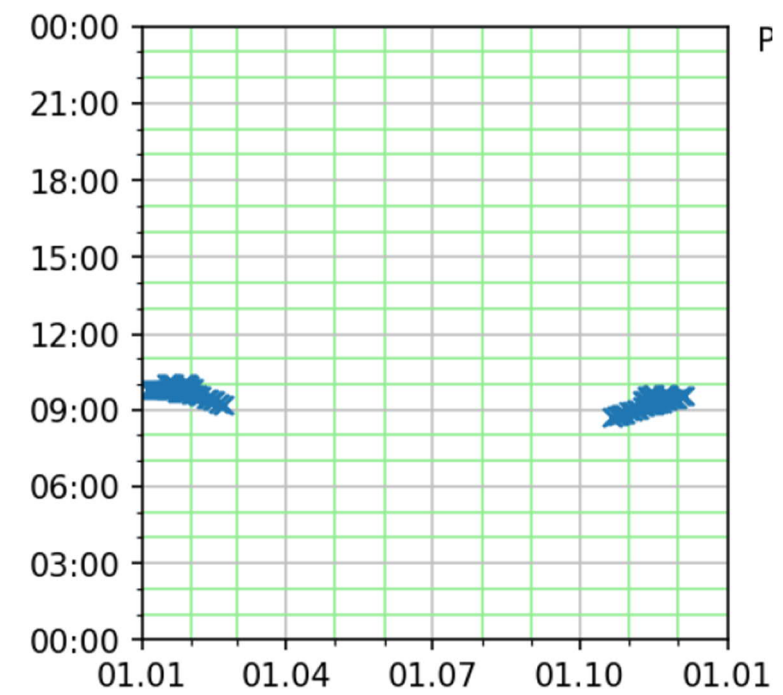
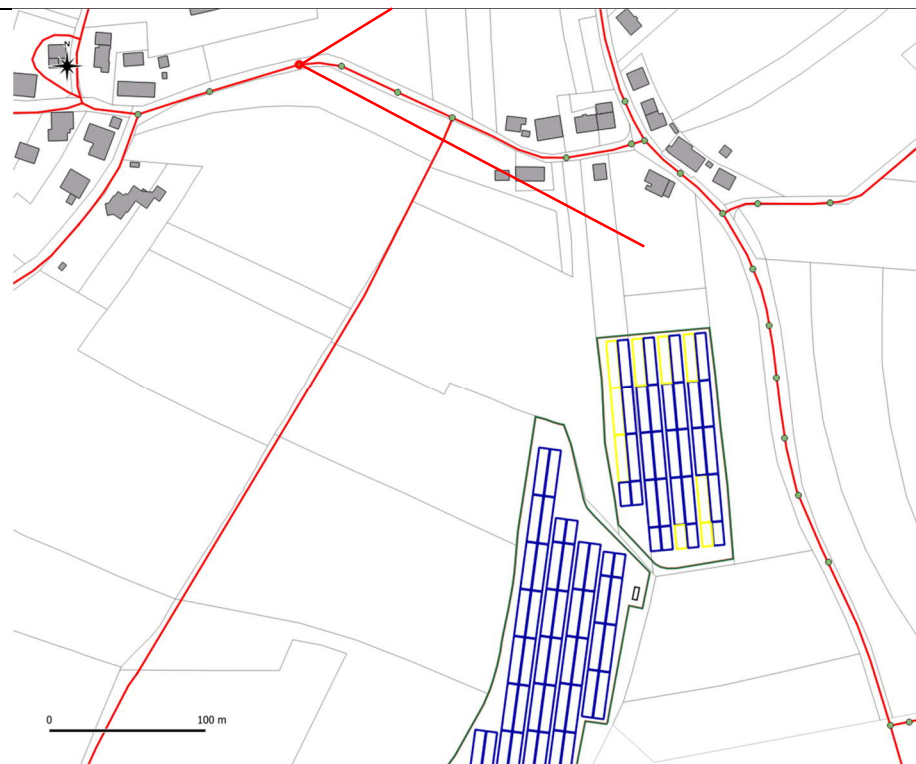
LKW



PKW

Blendende Paneele

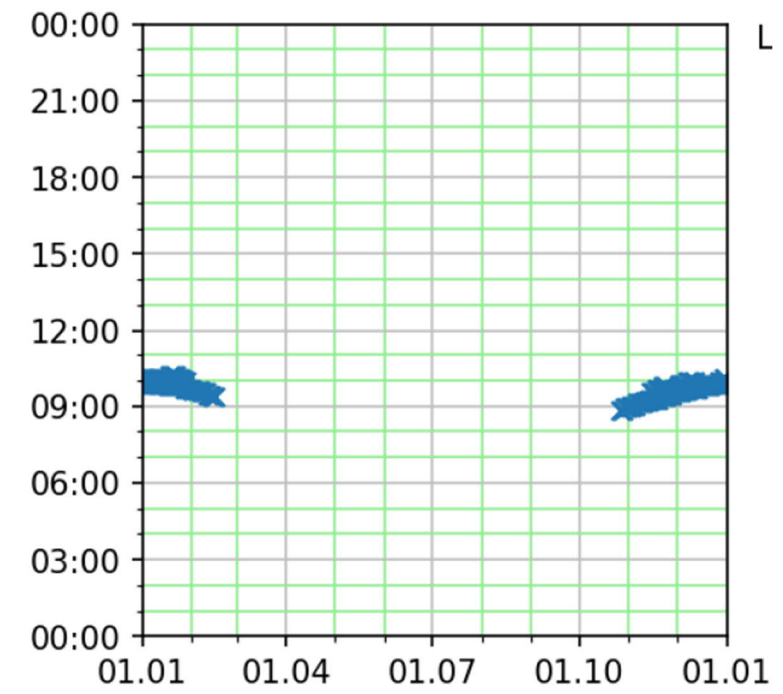
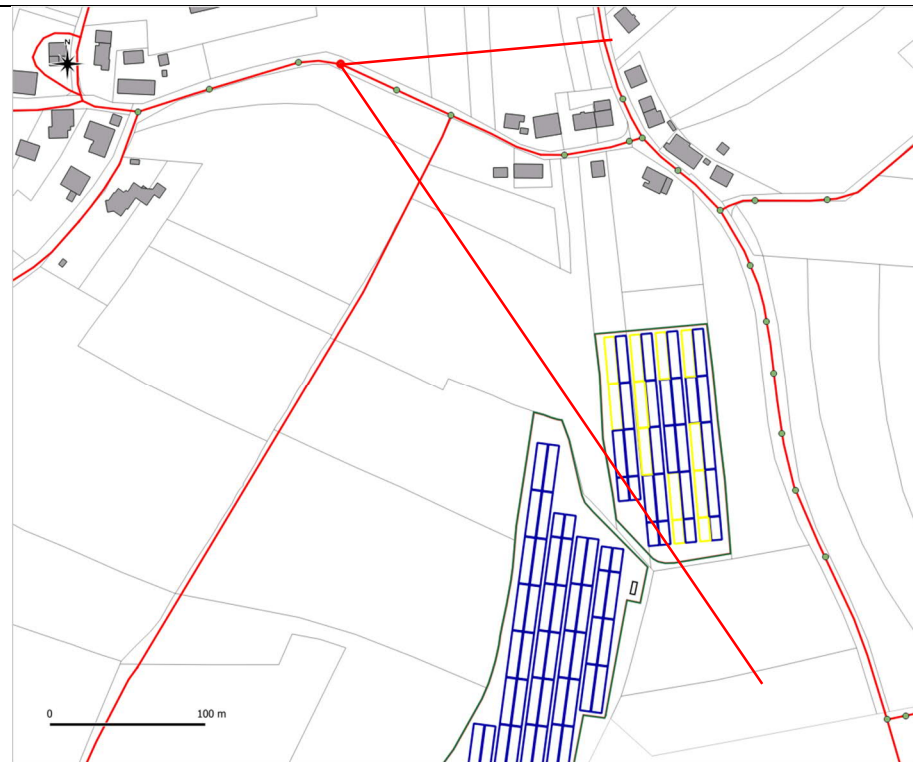
Blendungszeiten





Immissionsort IO 20 S

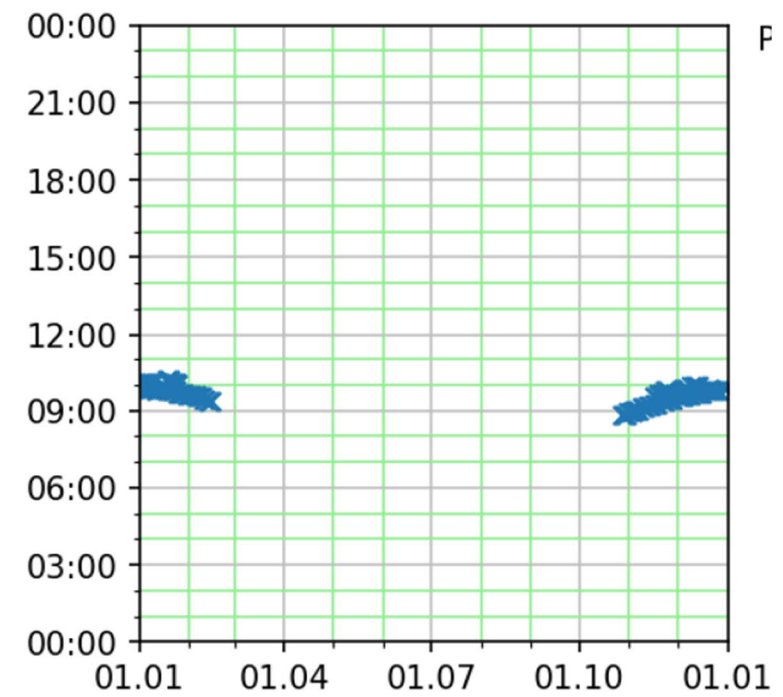
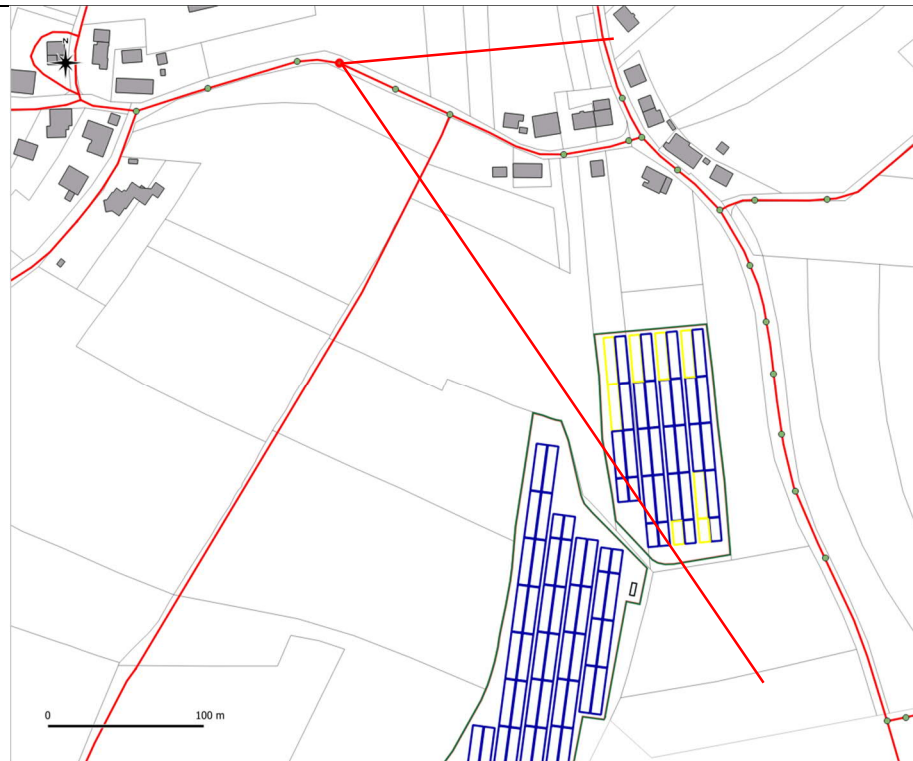
LKW



PKW

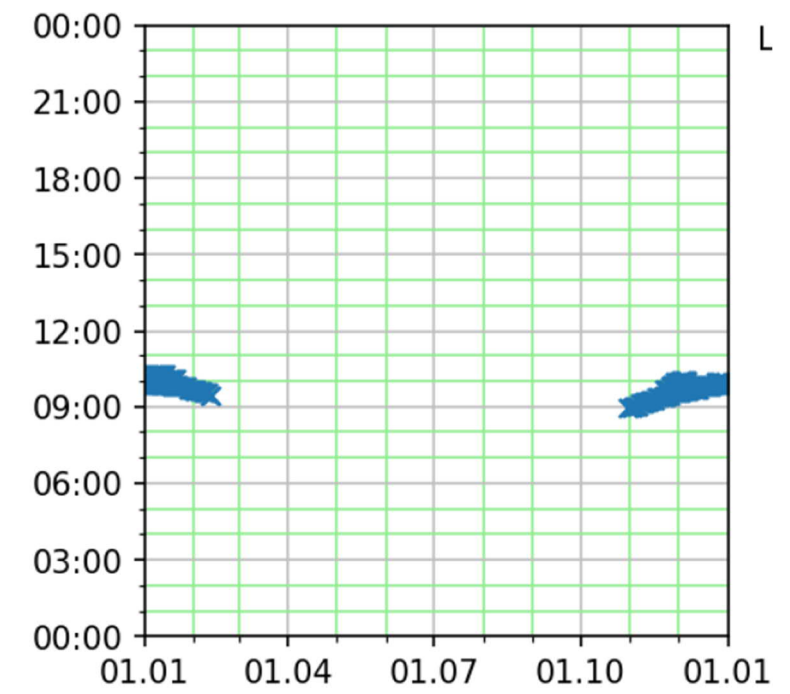
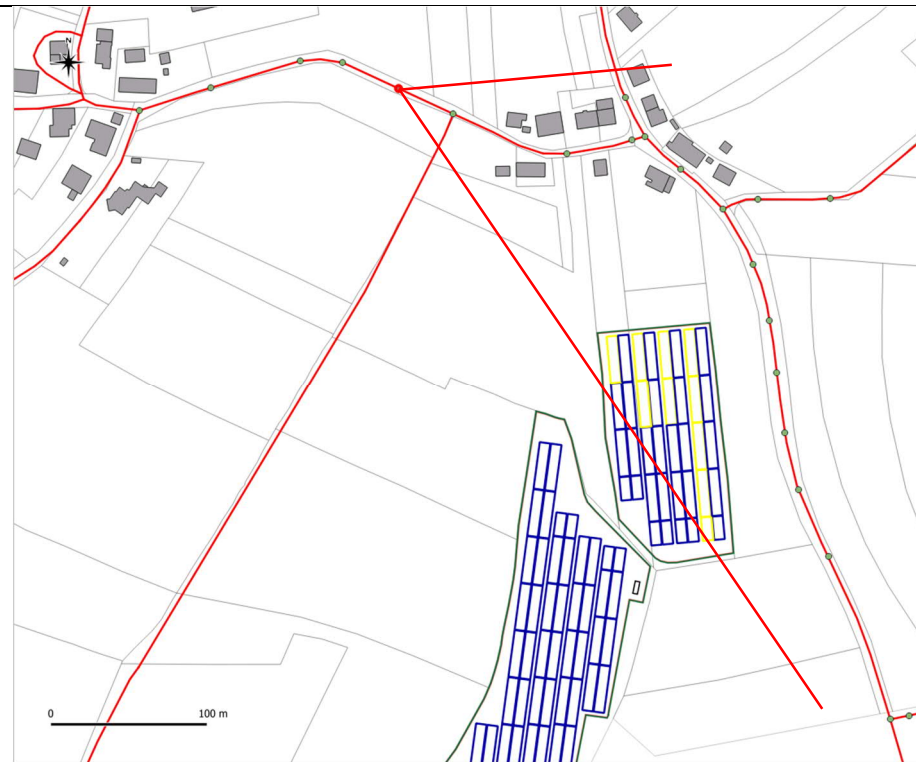
Blendende Paneele

Blendungszeiten



Immissionsort IO 21 S

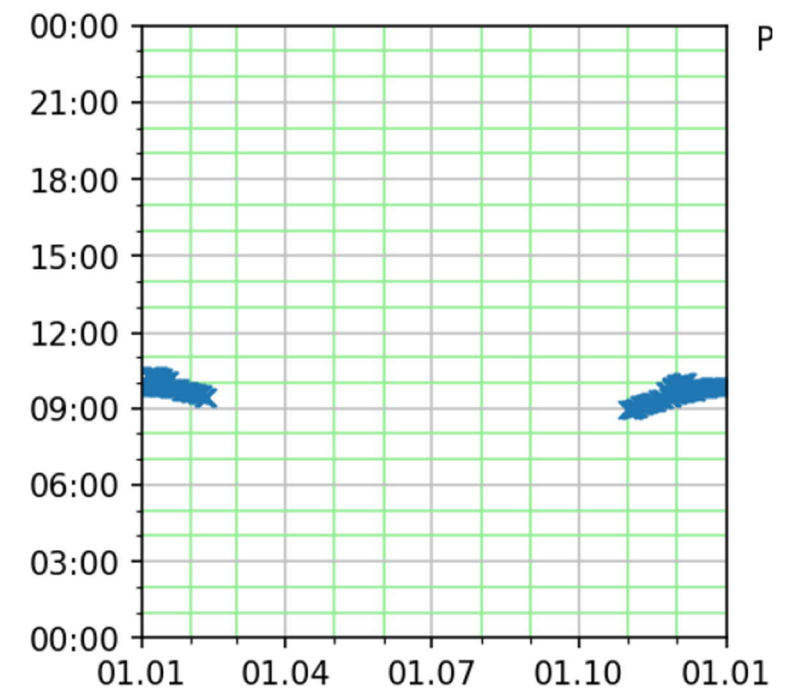
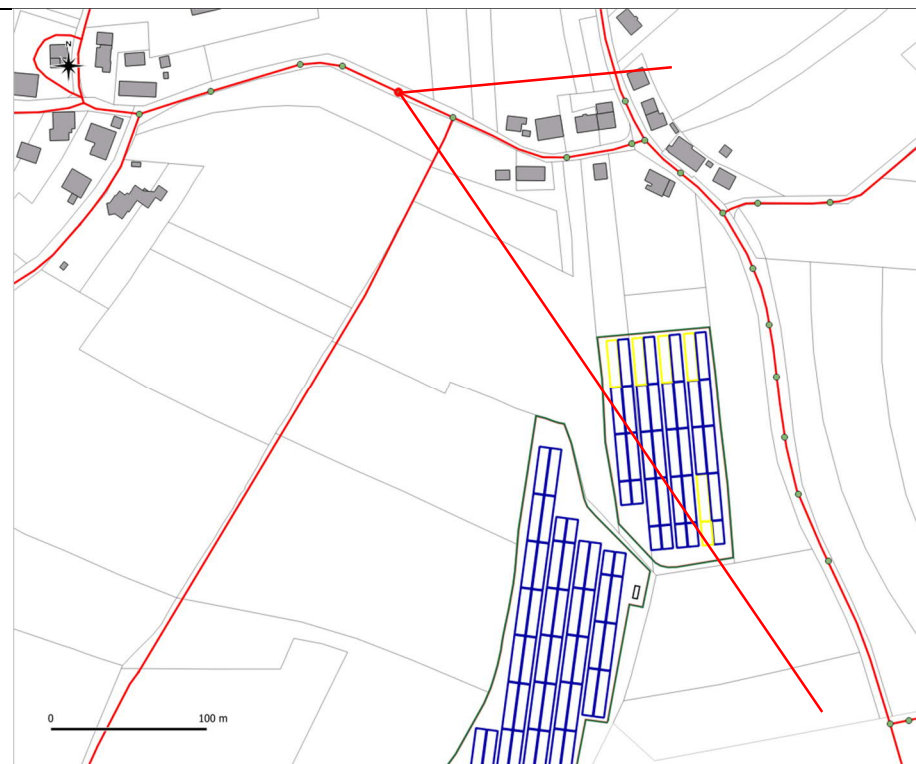
LKW



PKW

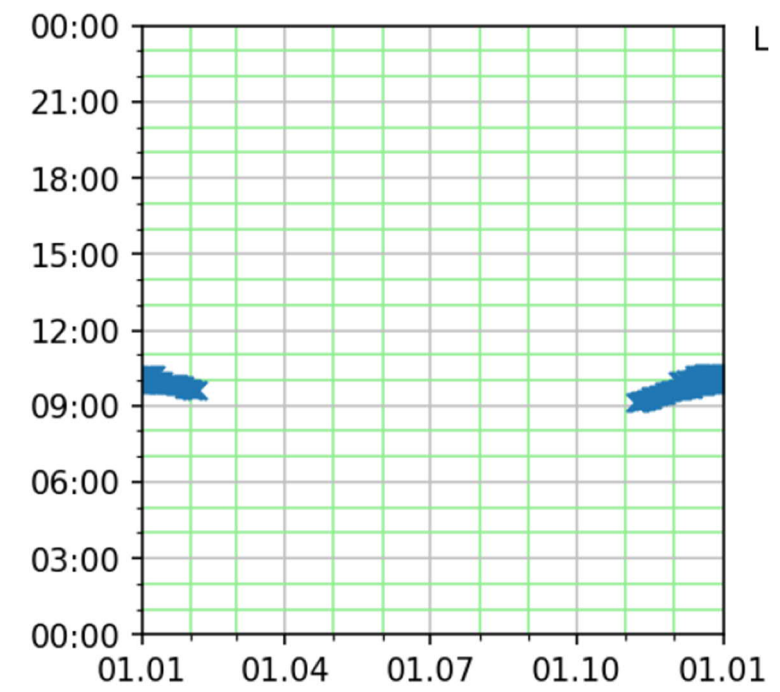
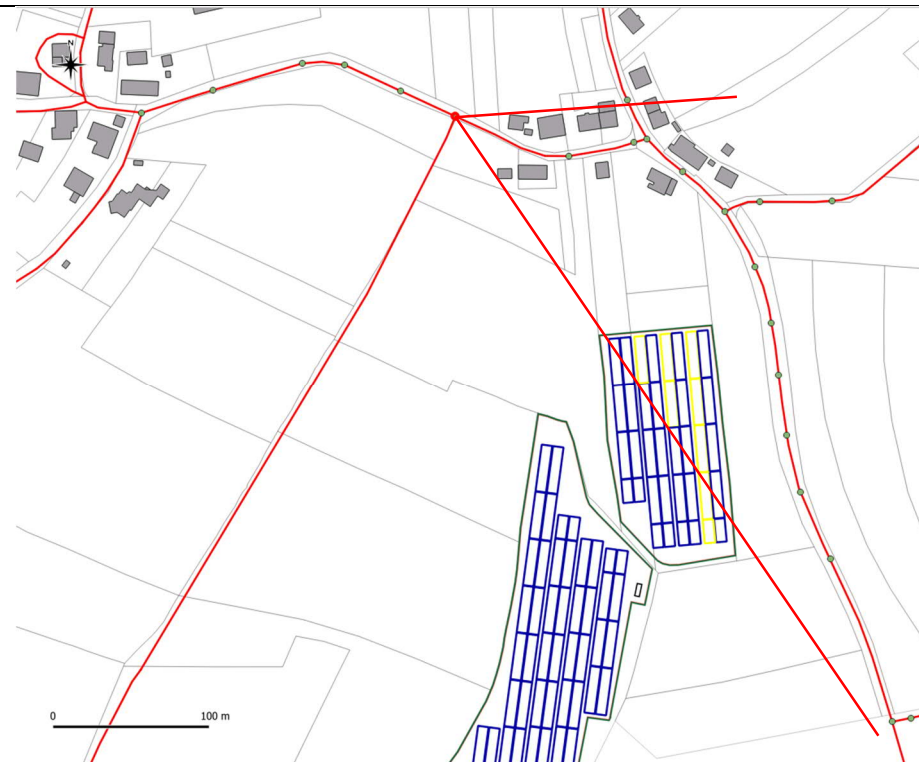
Blendende Paneele

Blendungszeiten



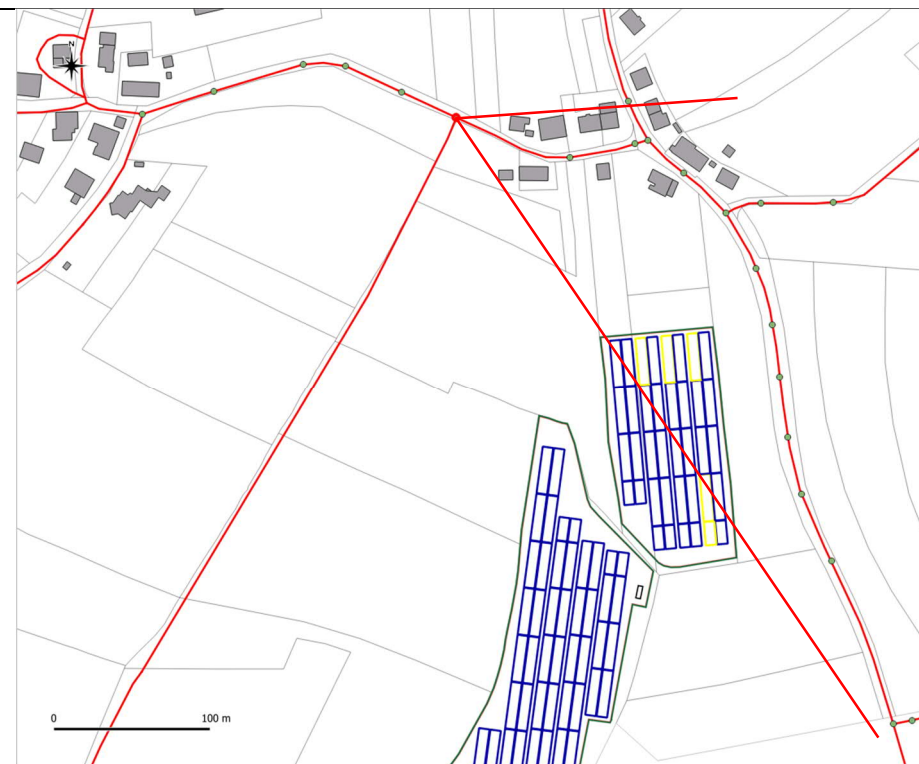
Immissionsort IO 22 S

LKW

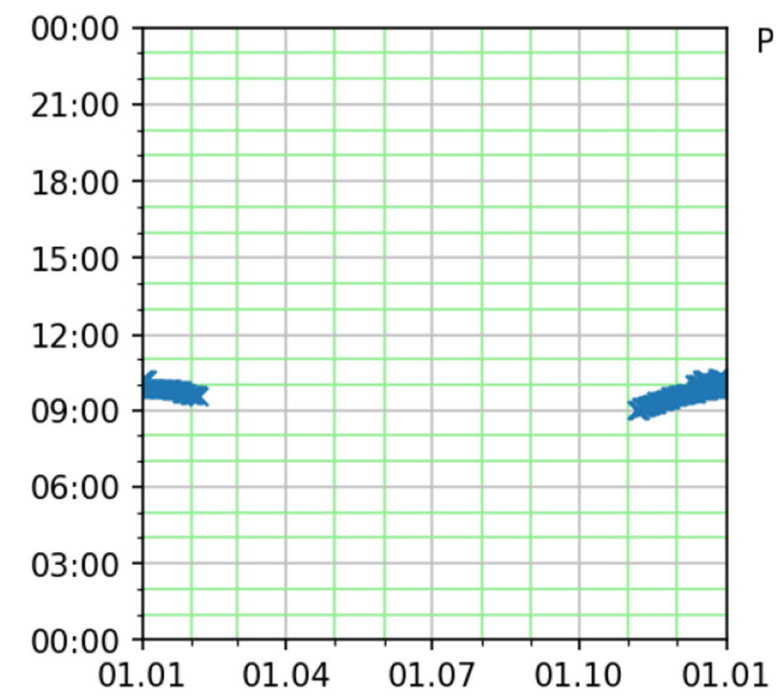


PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

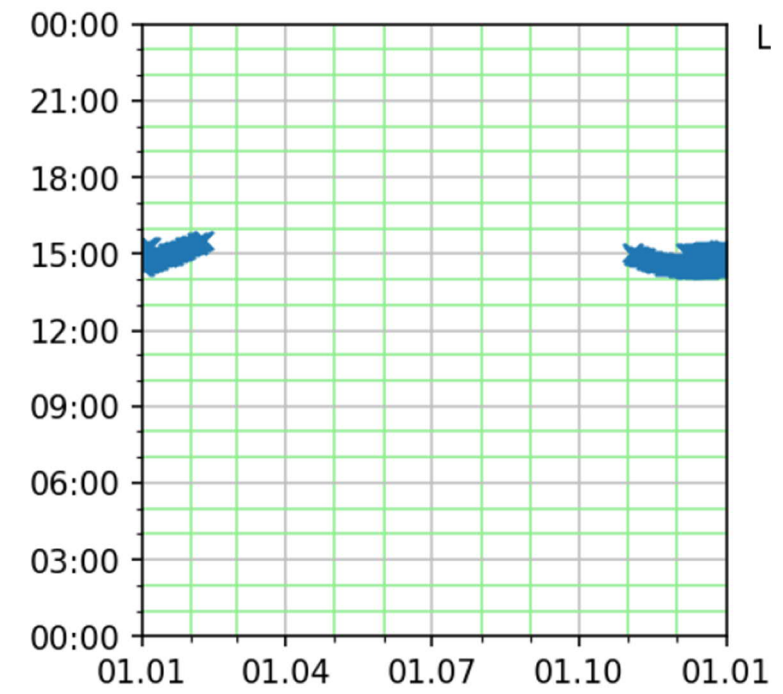
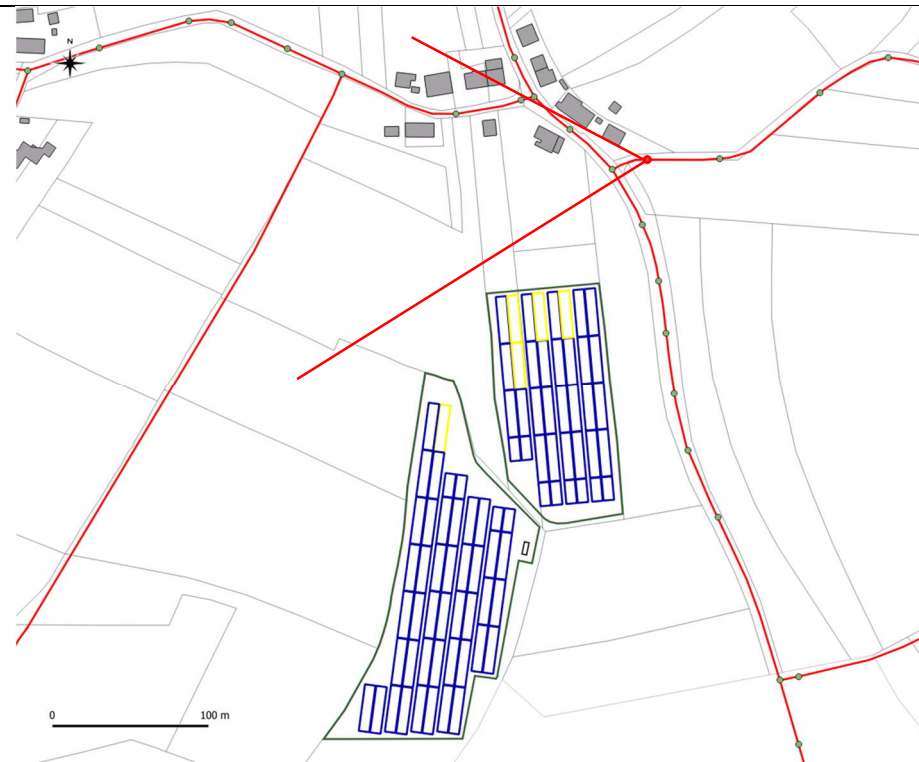


An den Immissionsorten IO 23 S und IO 24 S treten keine Blendungen auf.



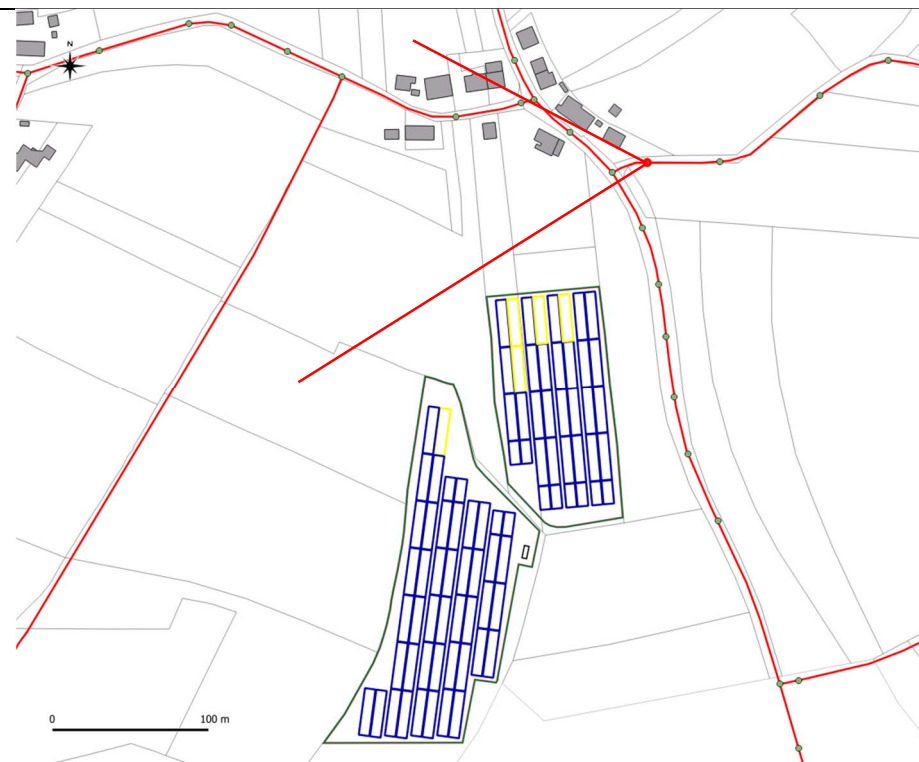
Immissionsort IO 25 S

LKW

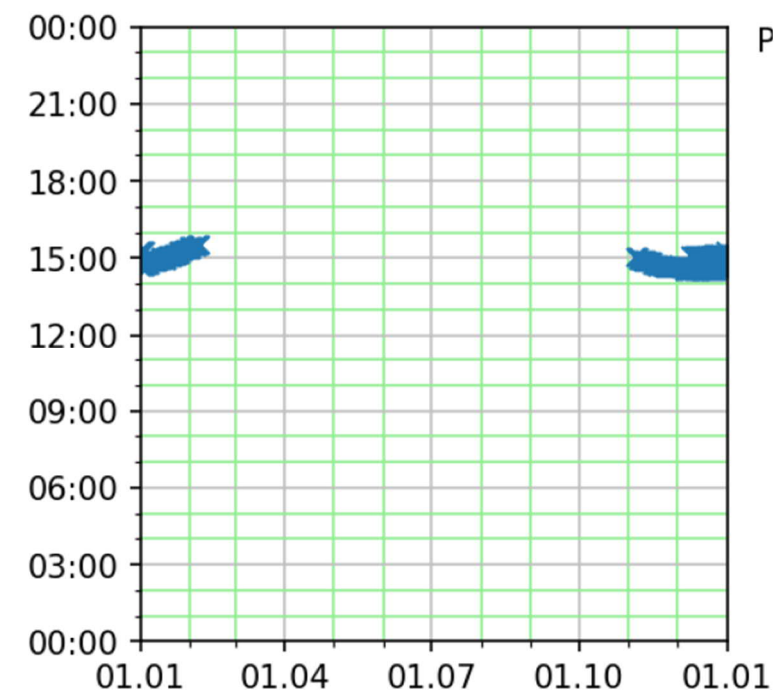


PKW

Blendende Paneele

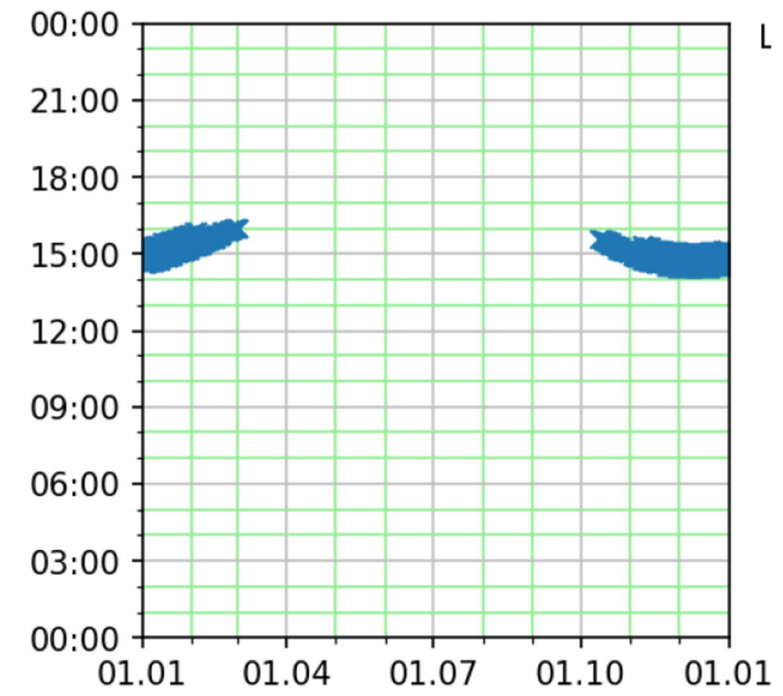
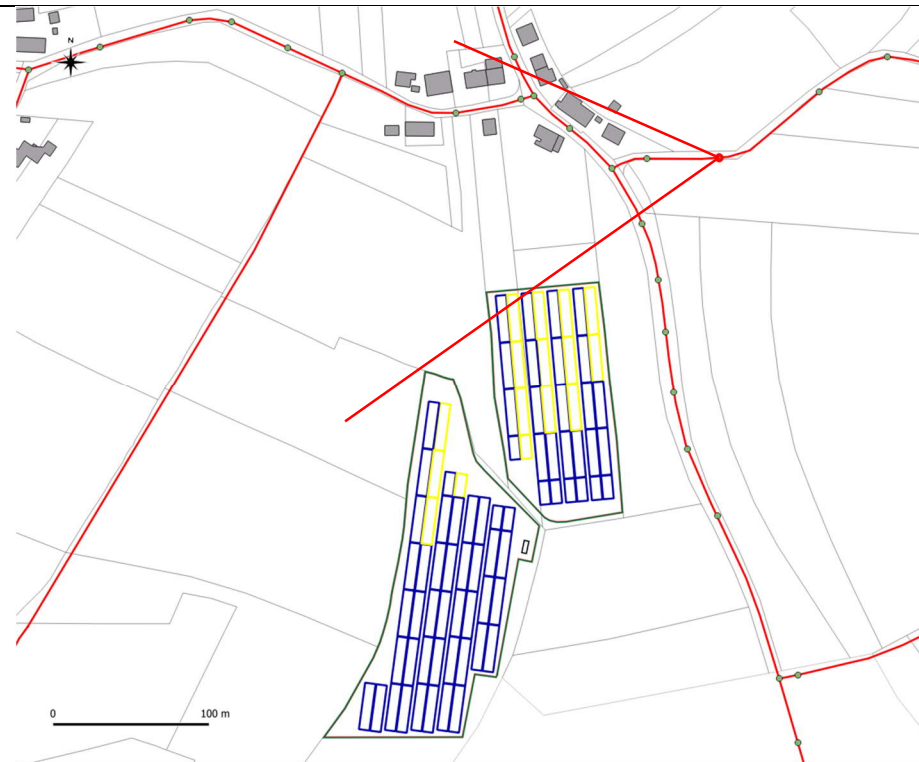


Blendungszeiten



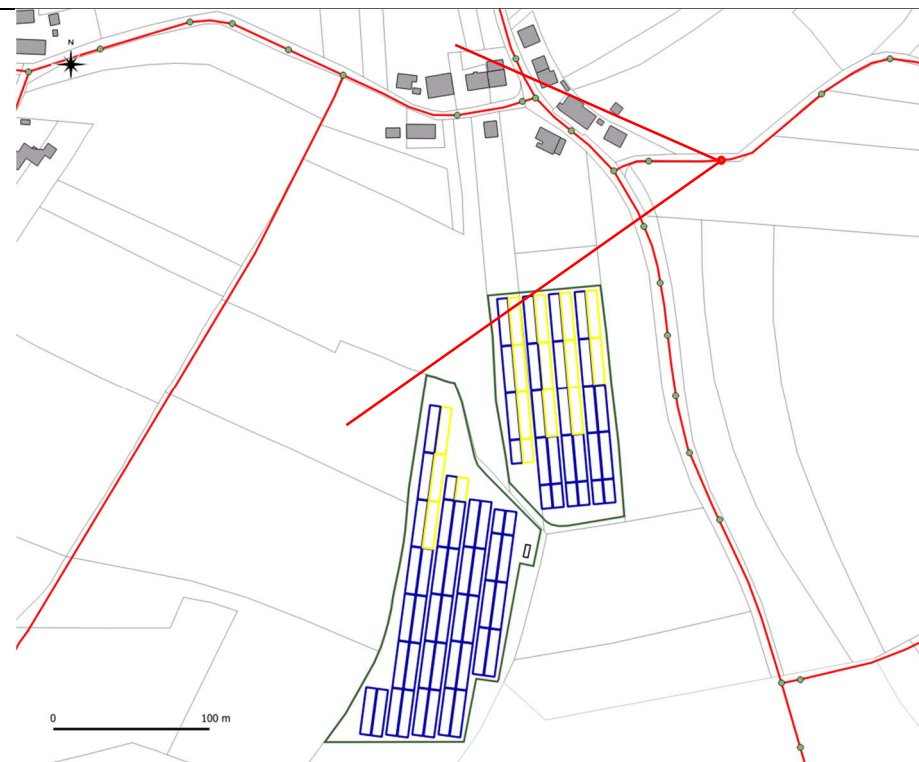
Immissionsort IO 26 S

LKW

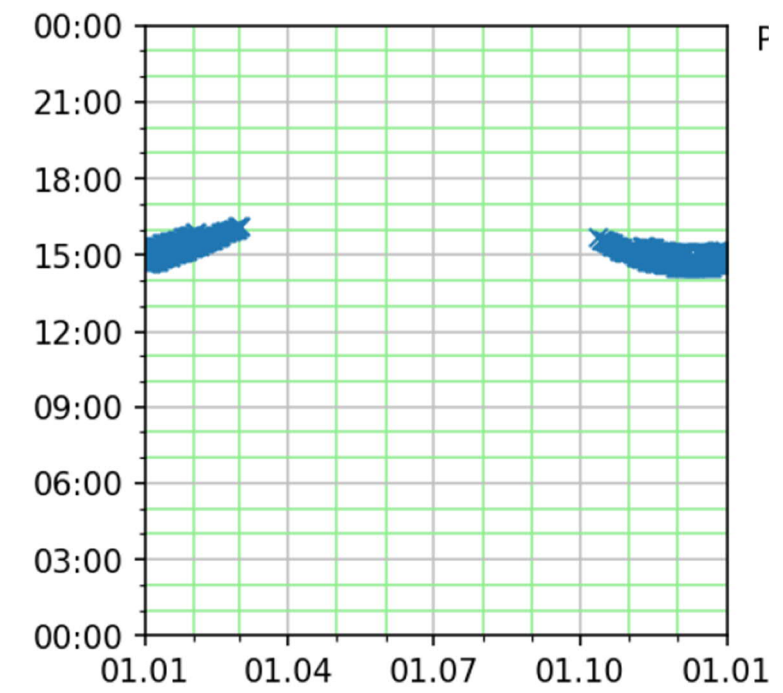


PKW

Blendende Paneele



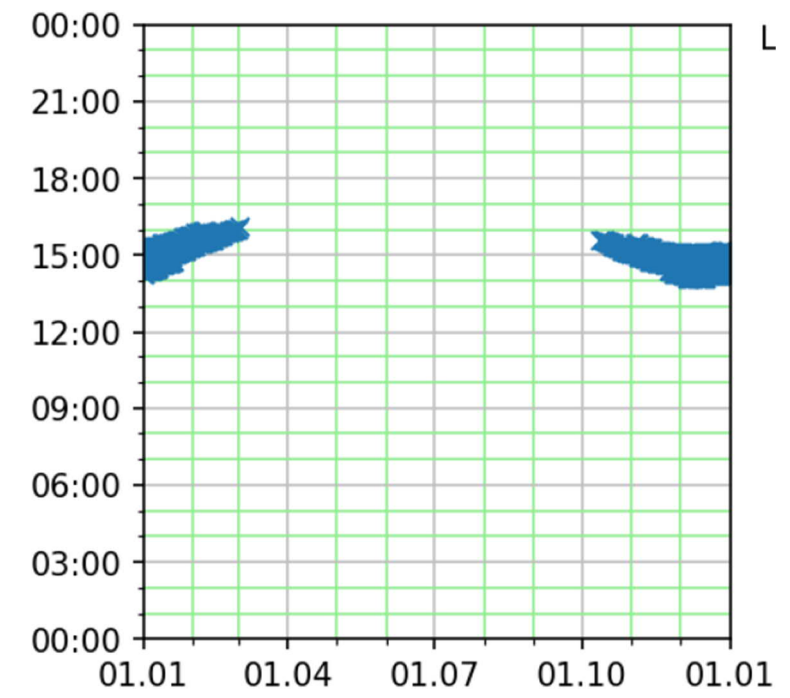
Blendungszeiten





Immissionsort IO 27 S

LKW

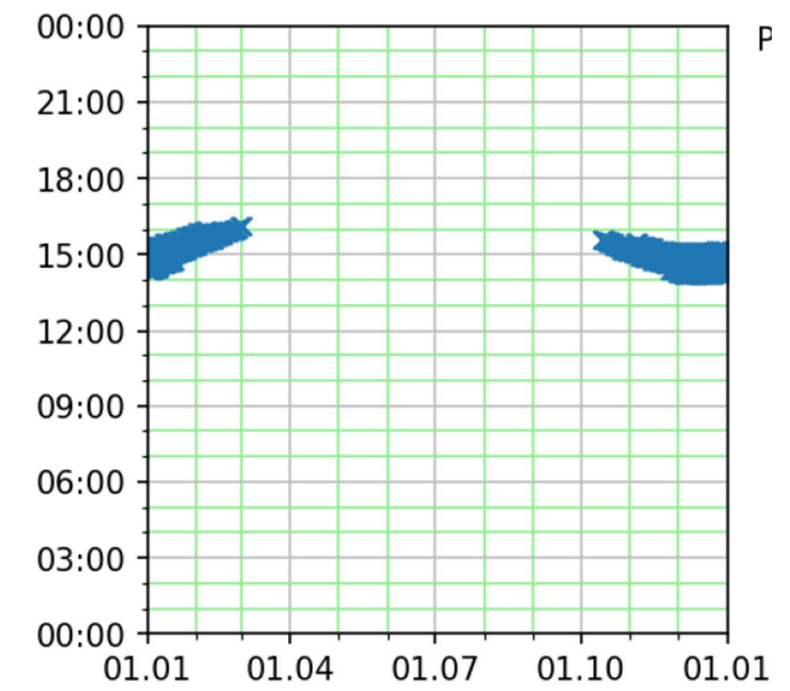


PKW

Blendende Paneele

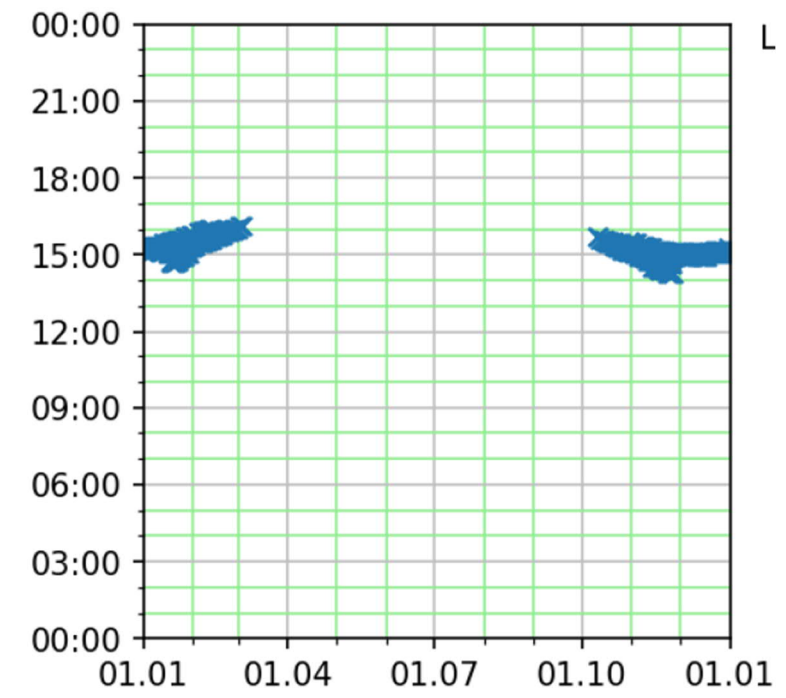


Blendungszeiten



Immissionsort IO 28 S

LKW

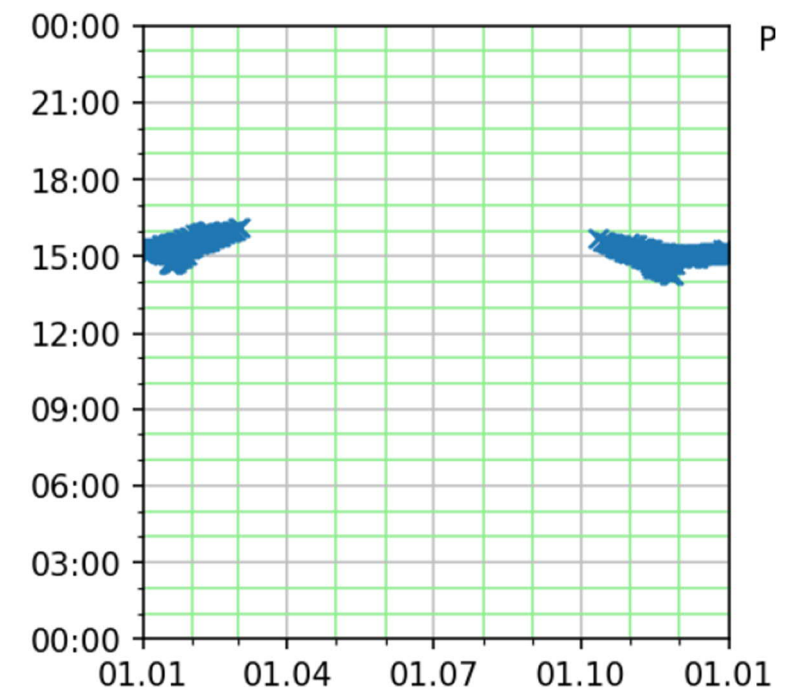


PKW

Blendende Paneele

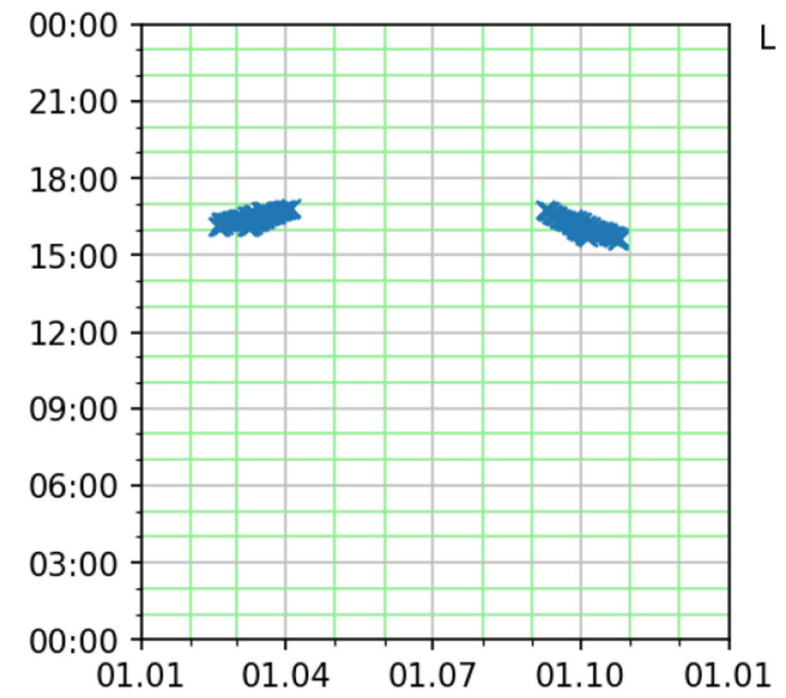
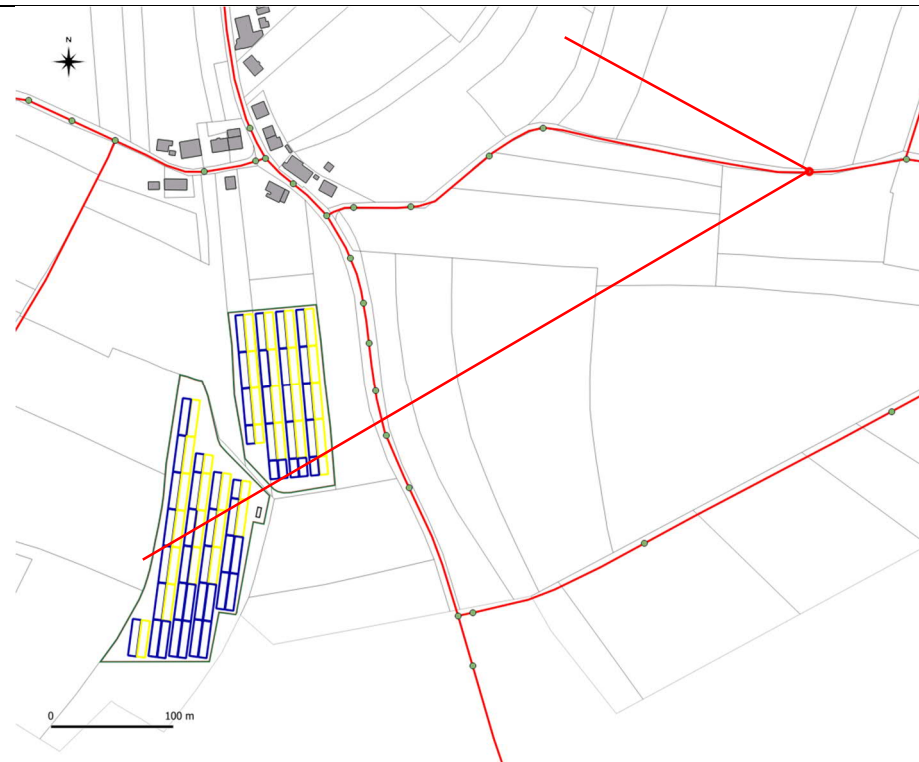


Blendungszeiten



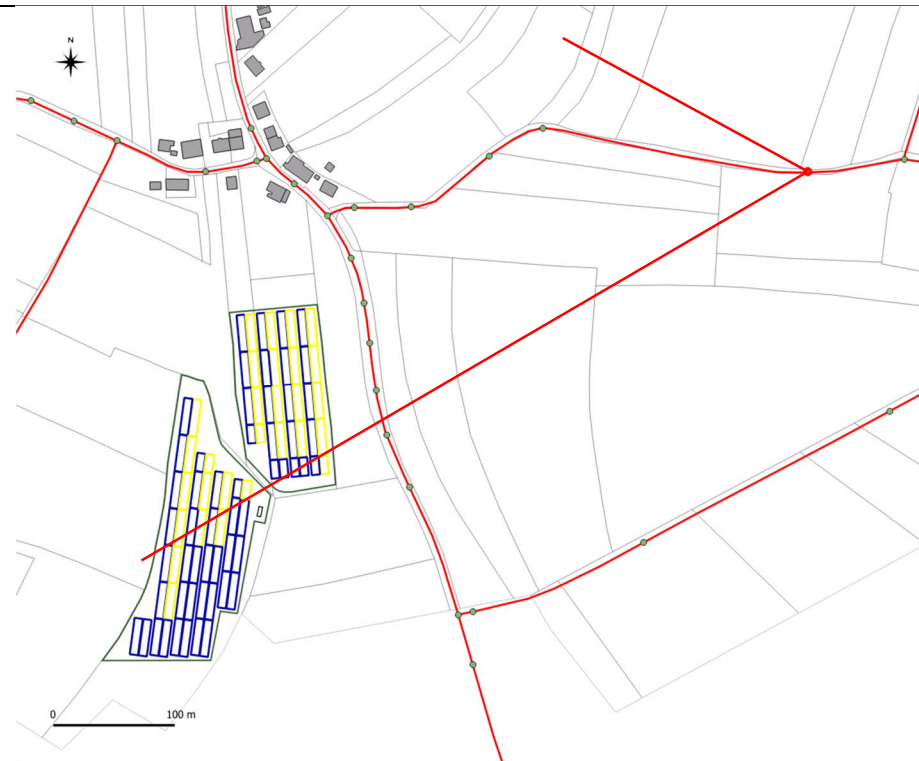
Immissionsort IO 29 S

LKW

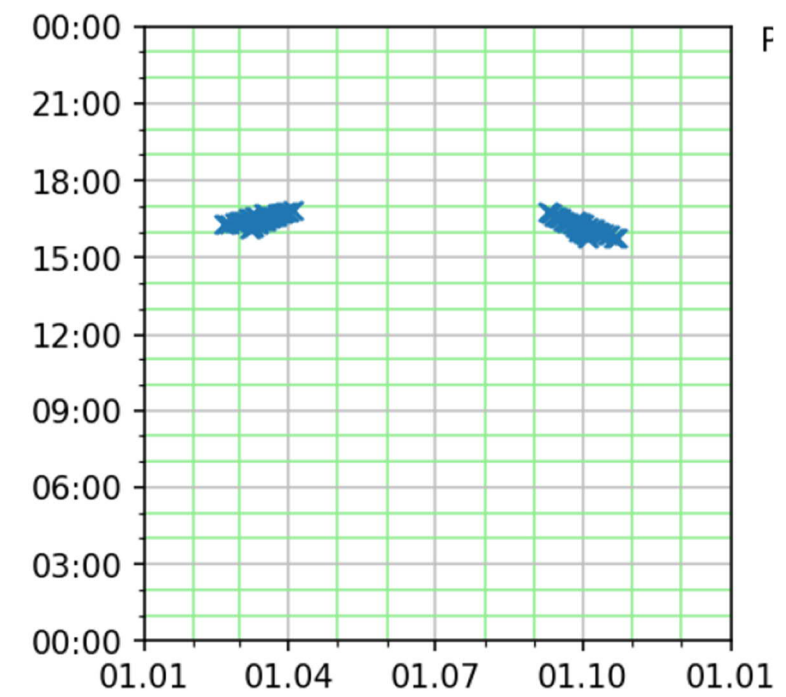


PKW

Blendende Paneele



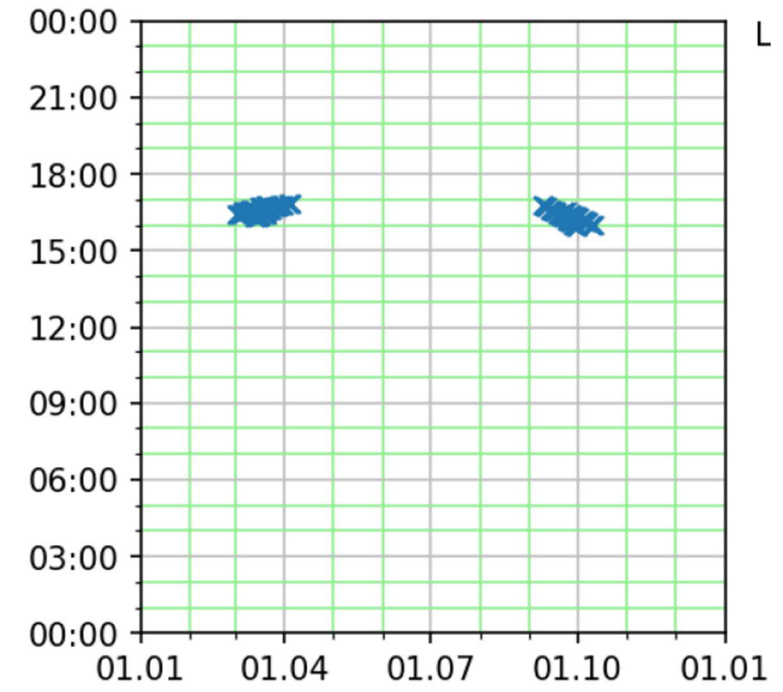
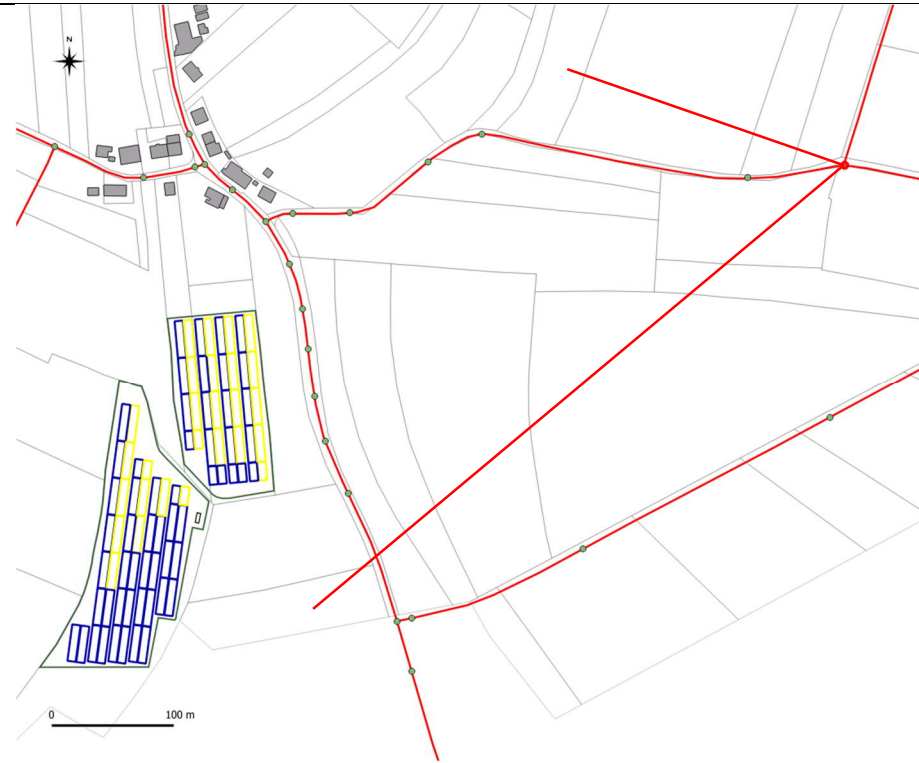
Blendungszeiten





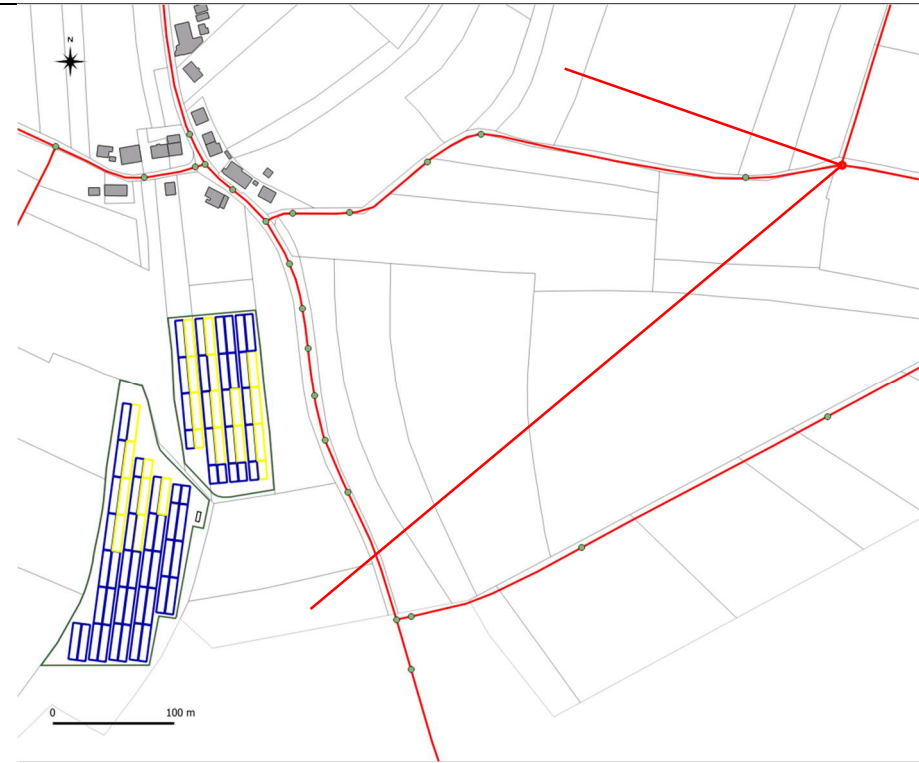
Immissionsort IO 30 S

LKW

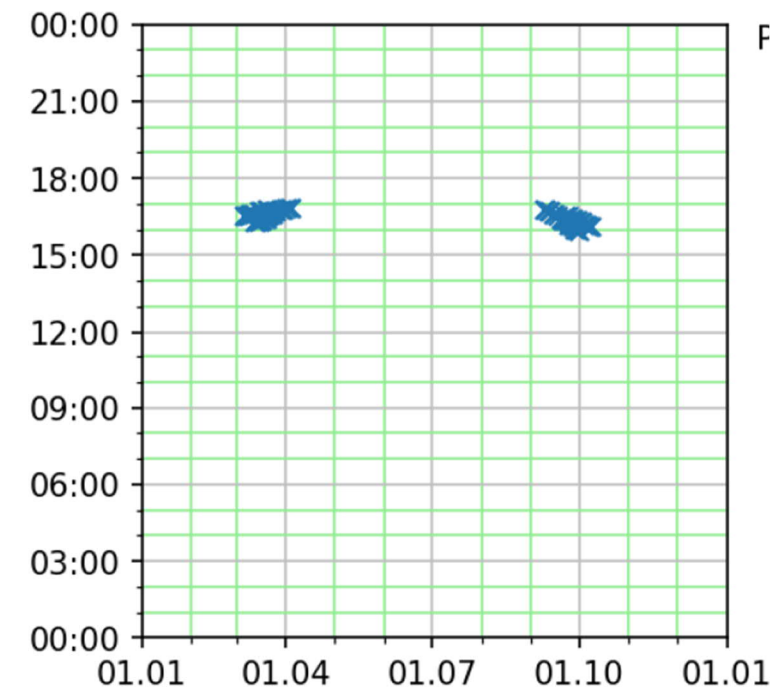


PKW

Blendende Paneele

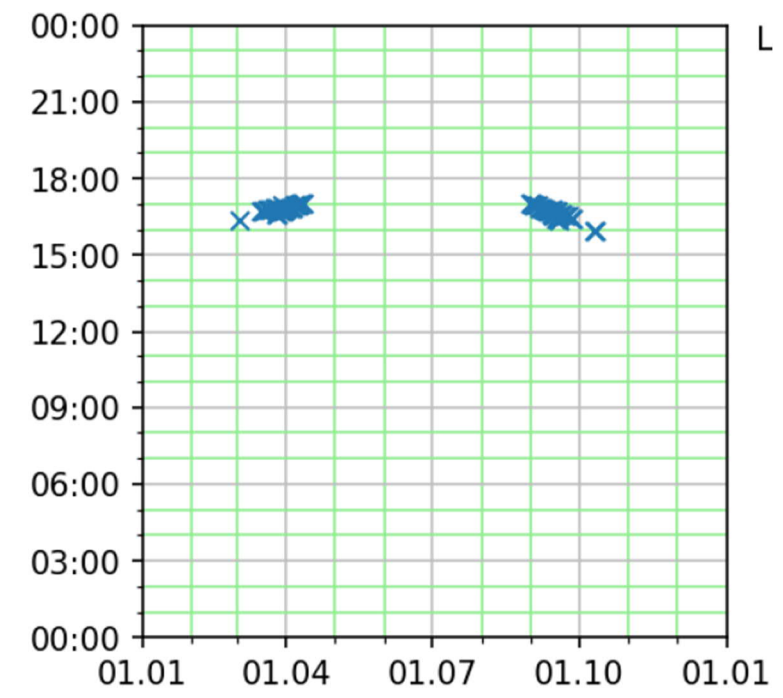
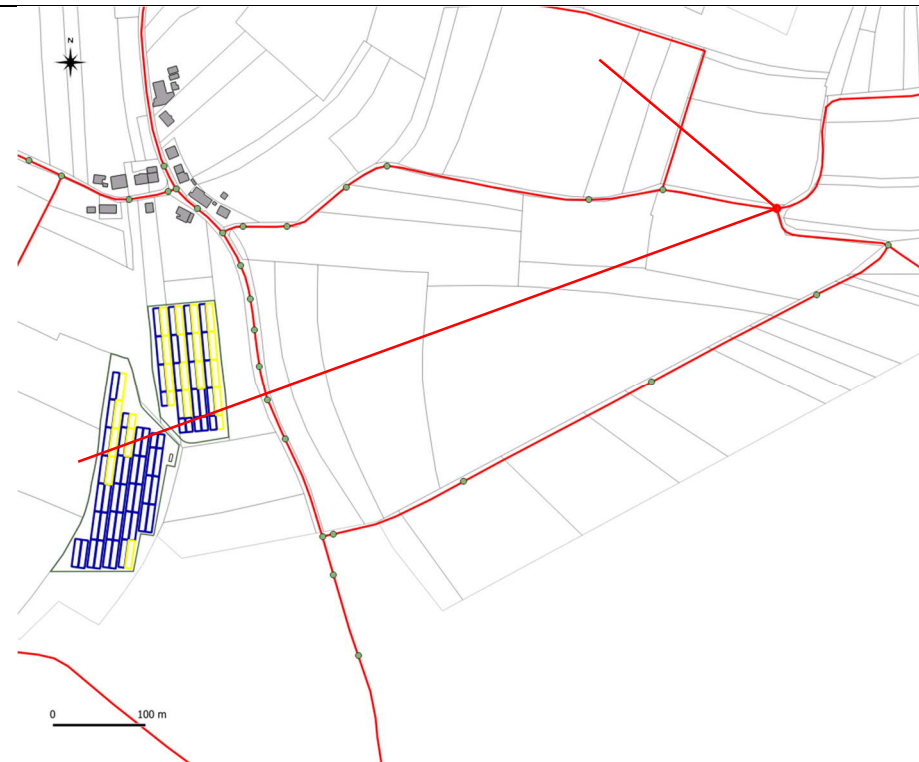


Blendungszeiten



Immissionsort IO 31 S

LKW

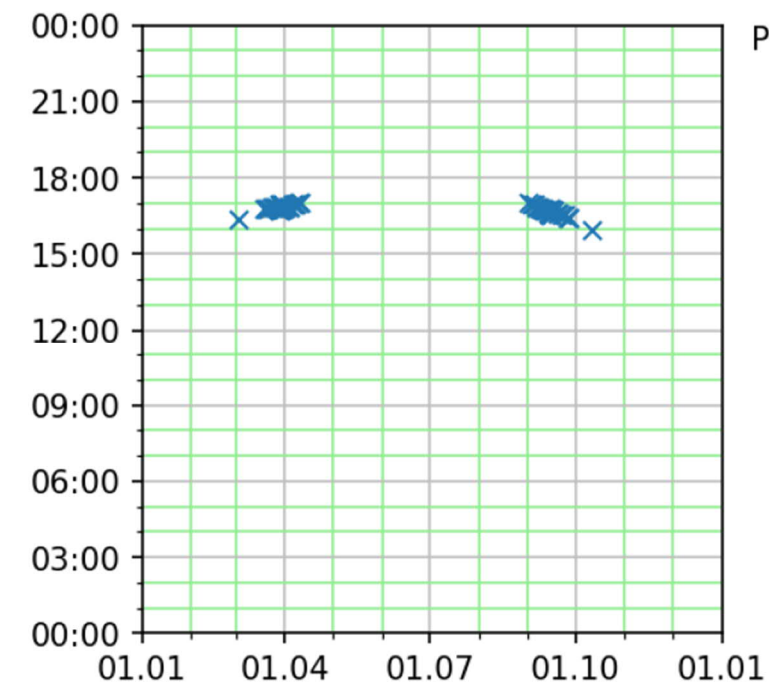


PKW

Blendende Paneele

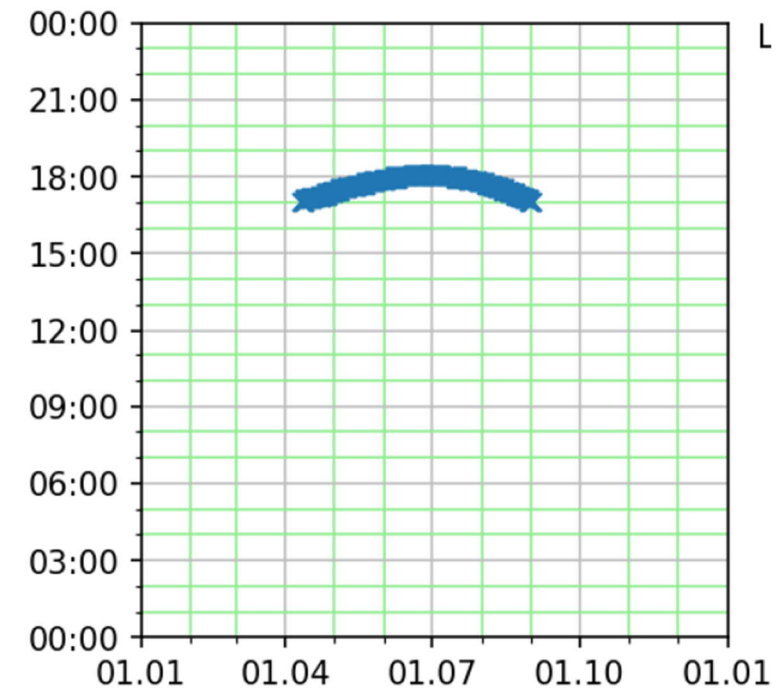


Blendungszeiten



Immissionsort IO 32 S

LKW

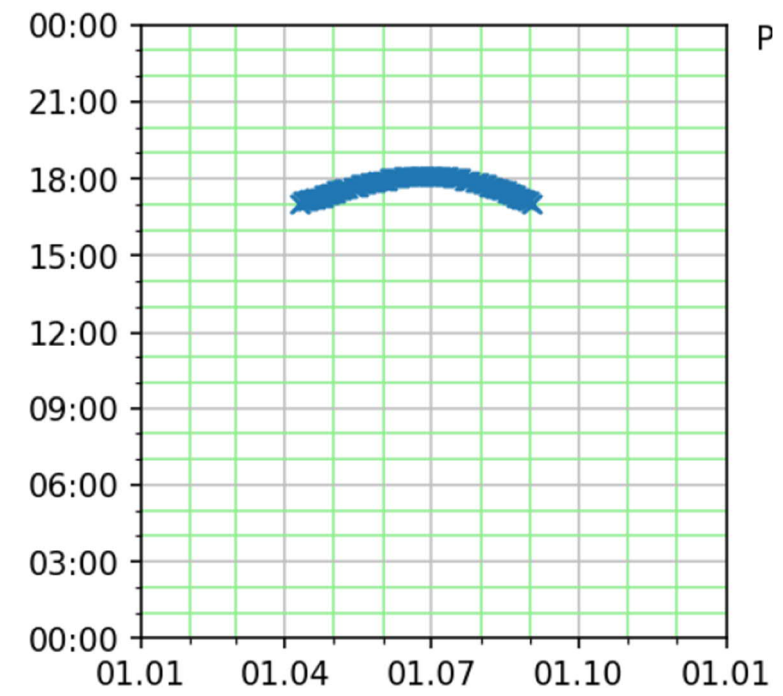


PKW

Blendende Paneele



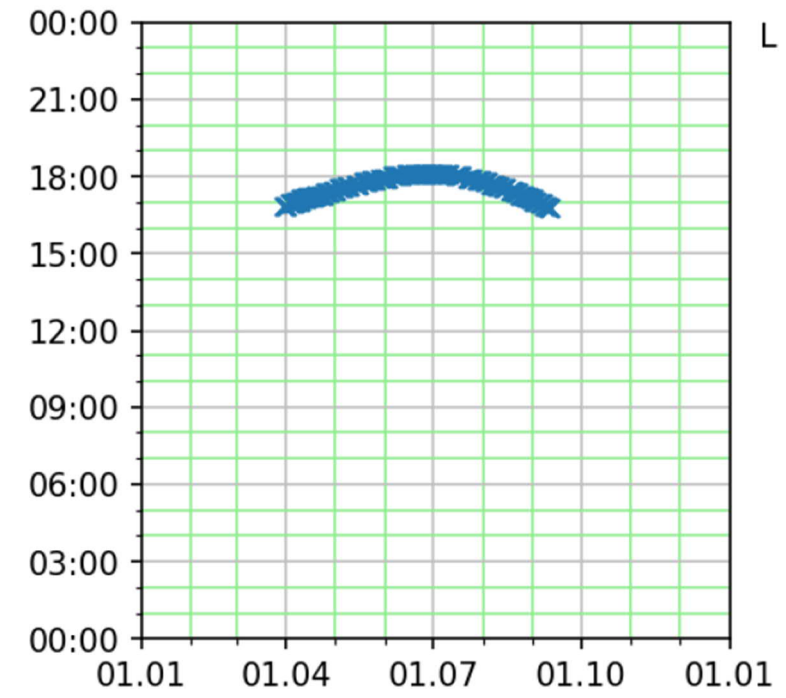
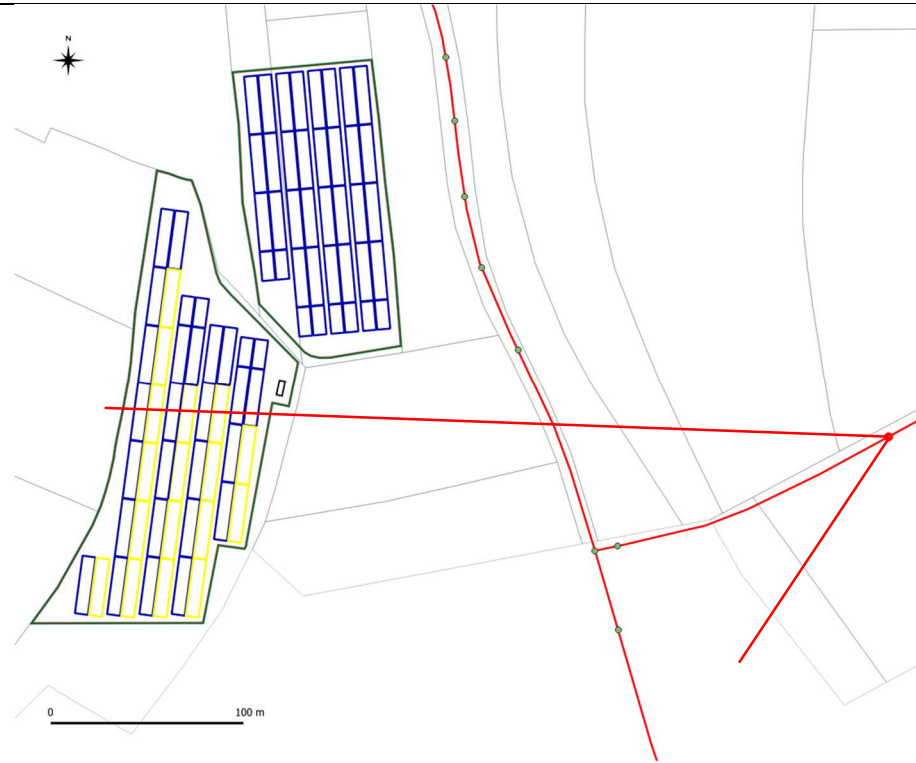
Blendungszeiten





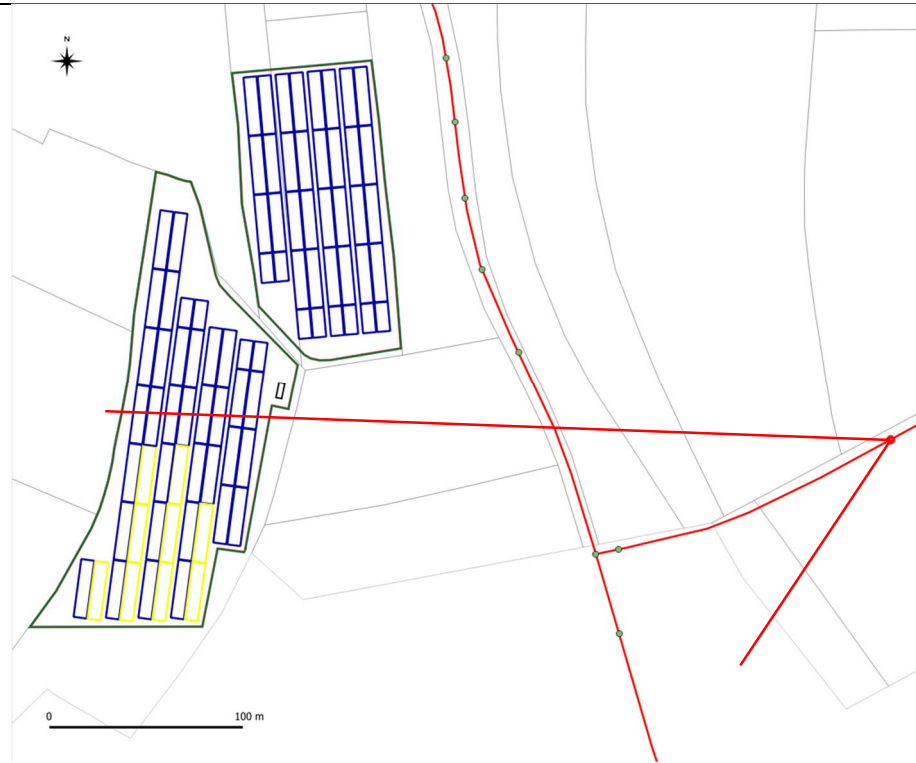
Immissionsort IO 33 S

LKW

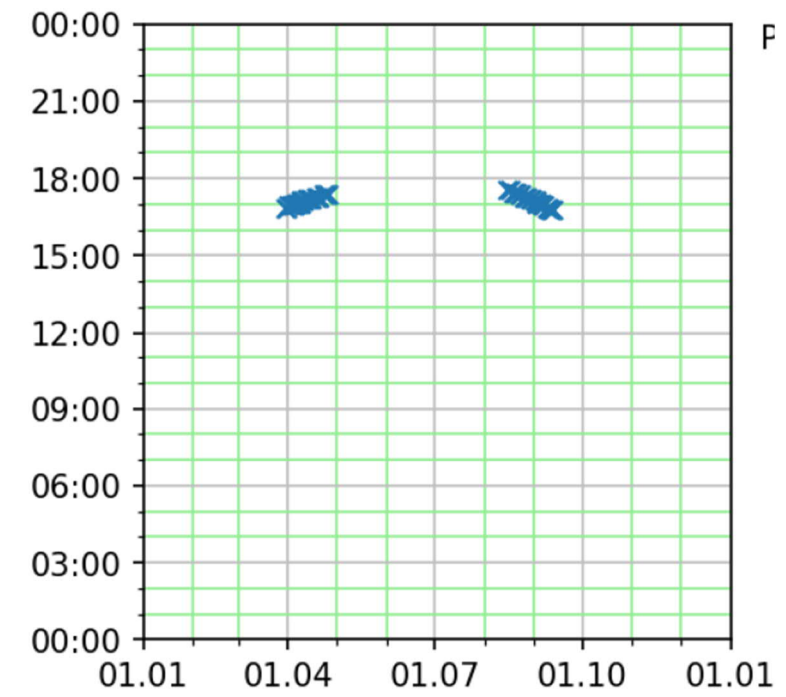


PKW

Blendende Paneele

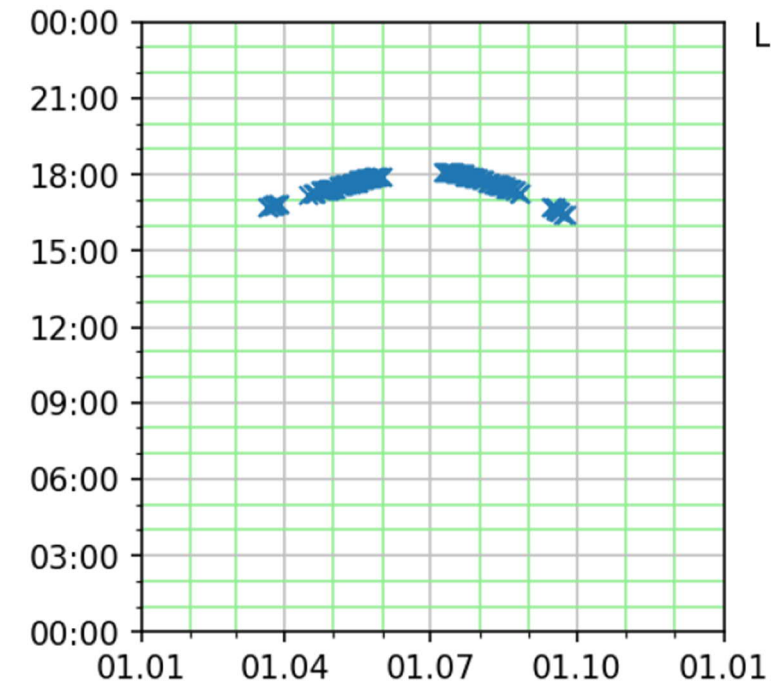
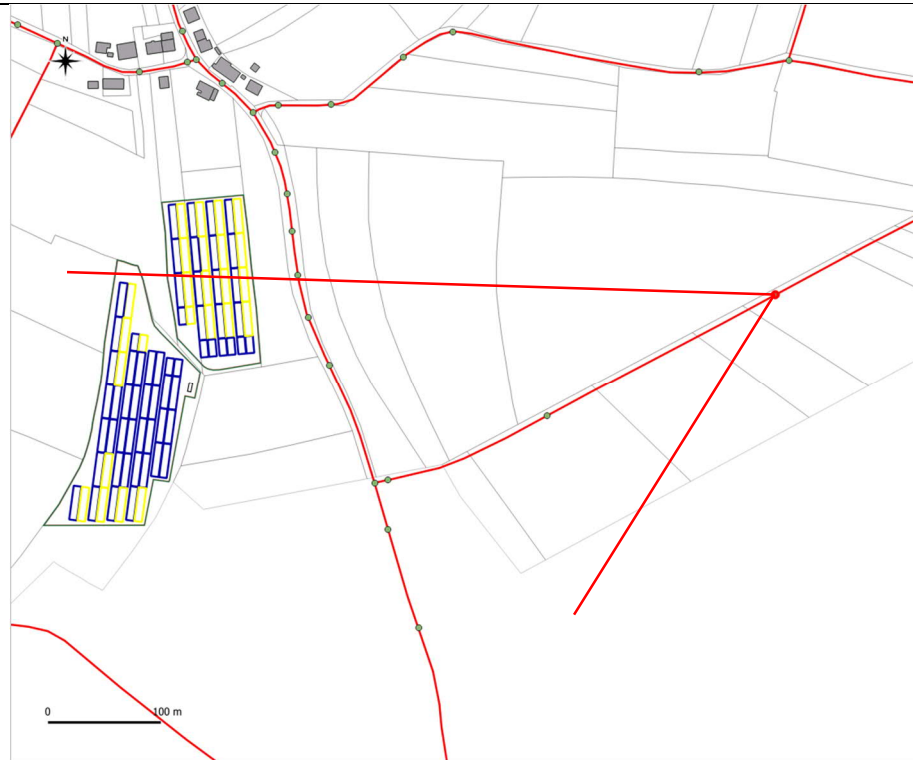


Blendungszeiten



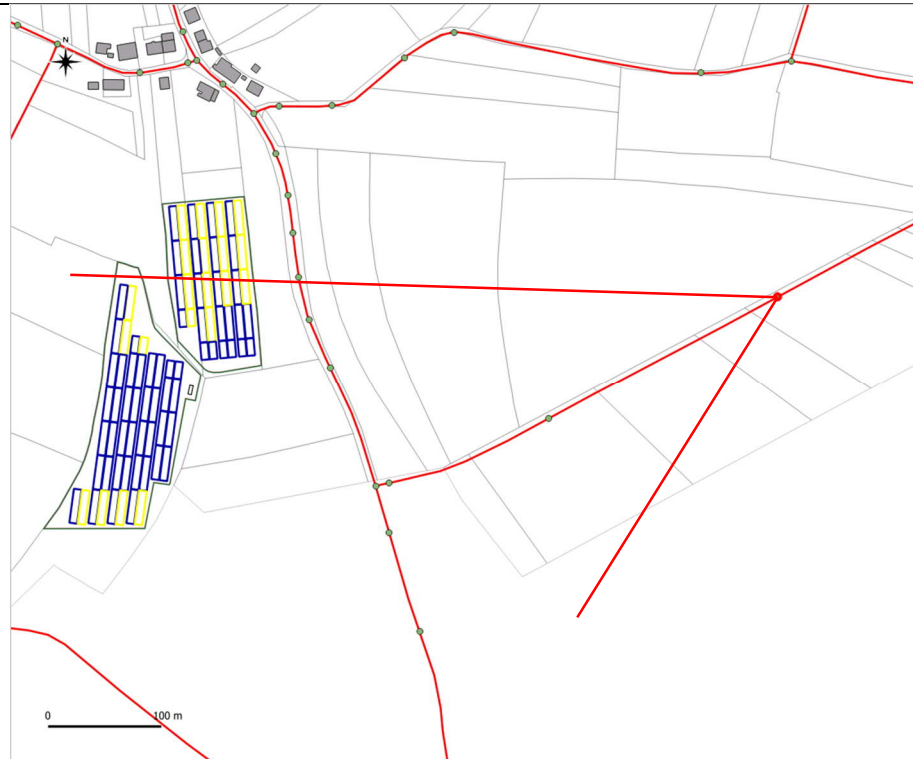
Immissionsort IO 34 S

LKW

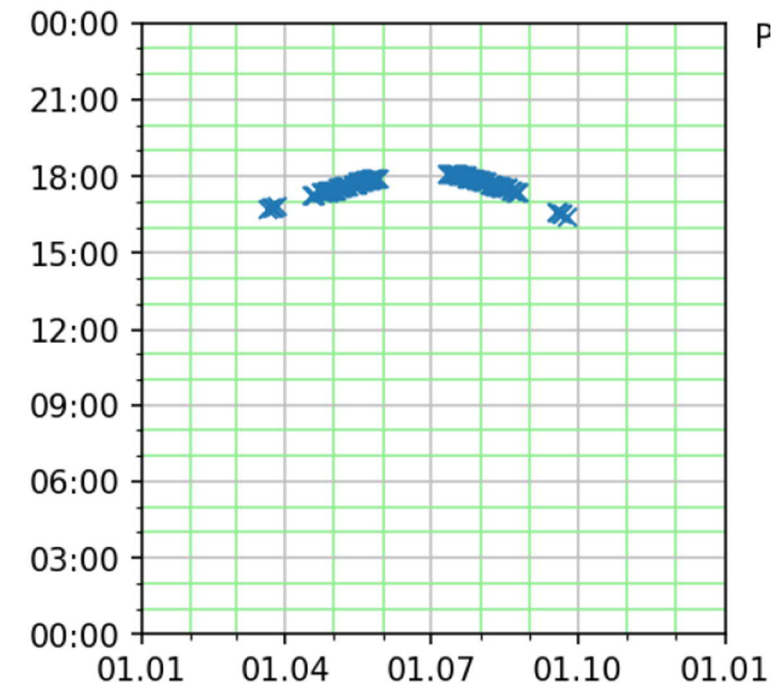


PKW

Blendende Paneele



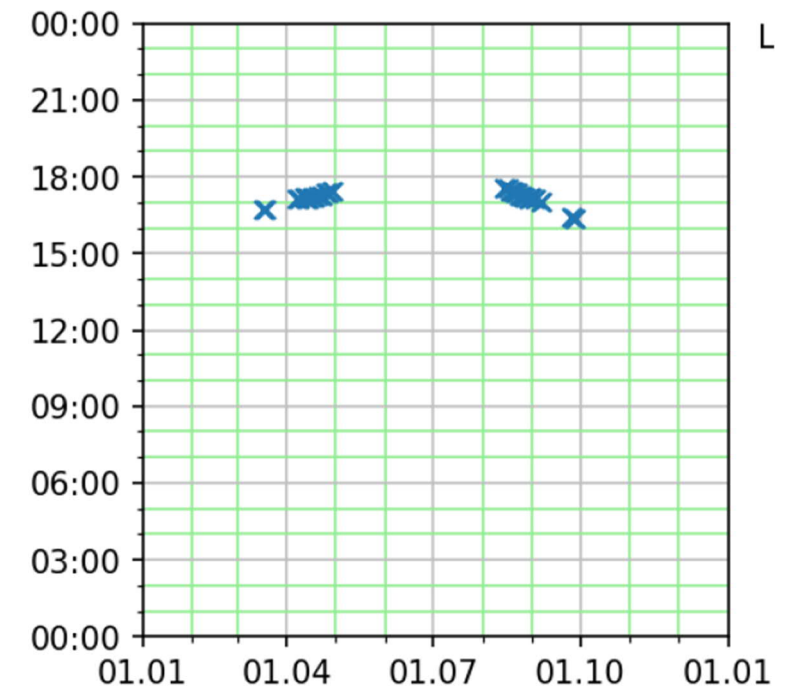
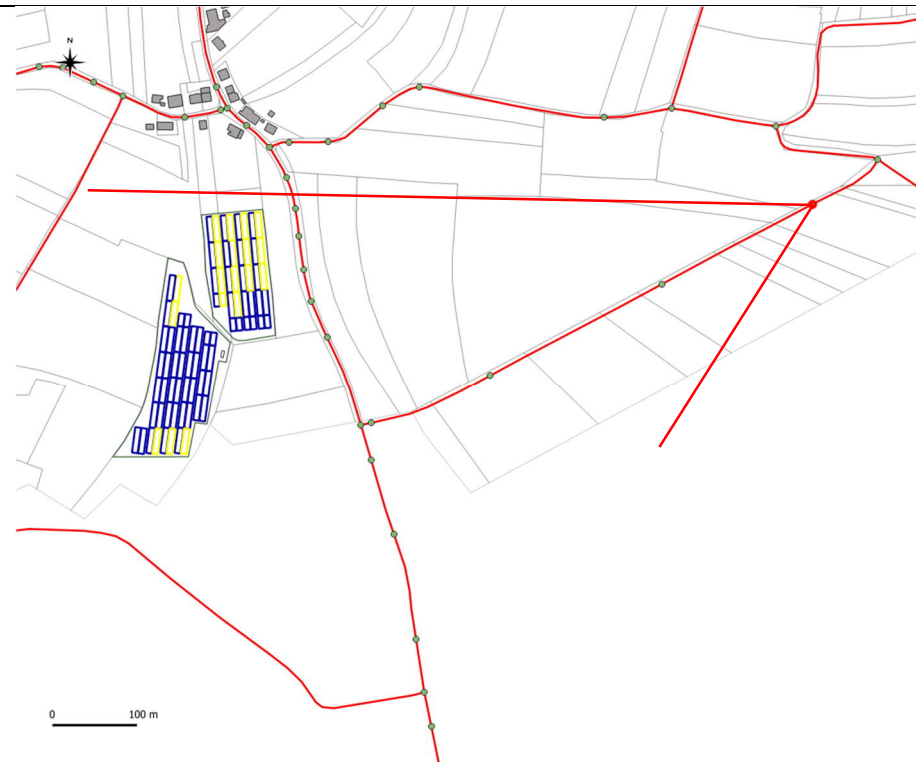
Blendungszeiten





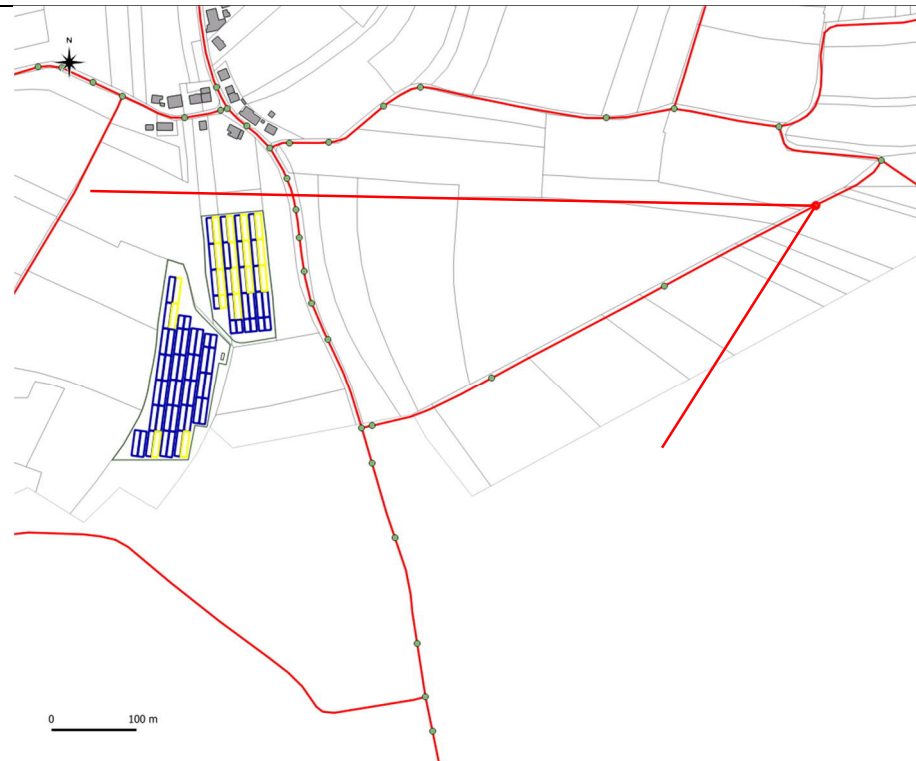
Immissionsort IO 35 S

LKW

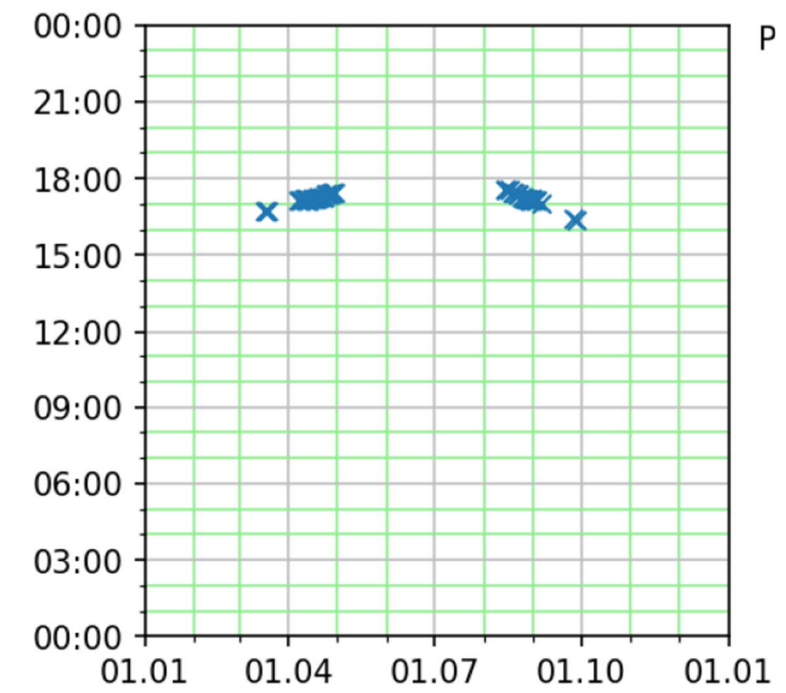


PKW

Blendende Paneele

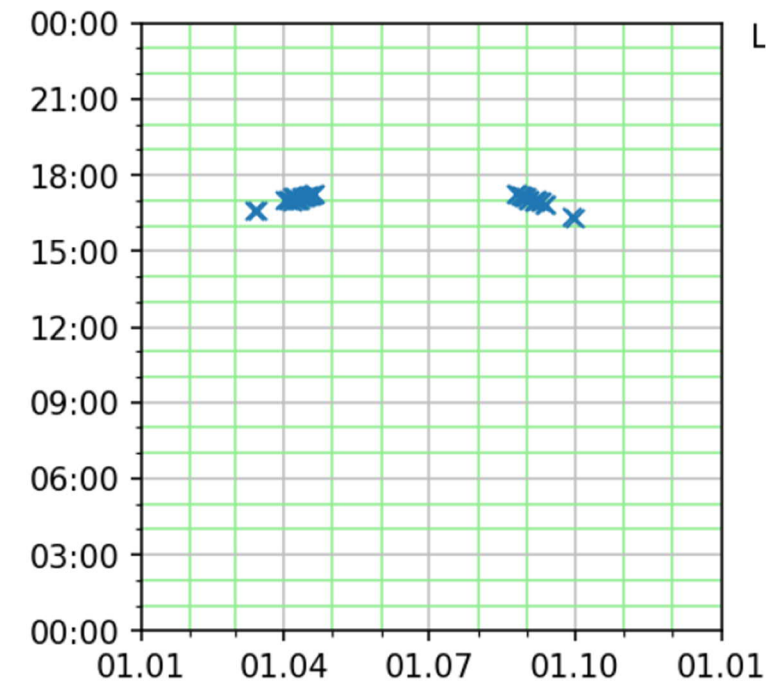
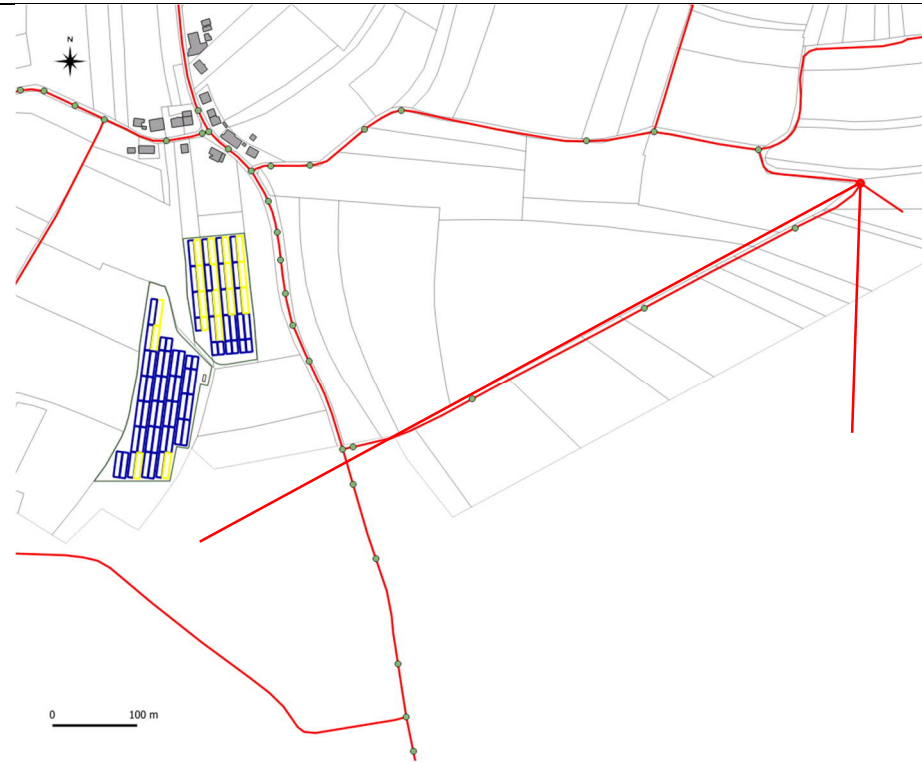


Blendungszeiten



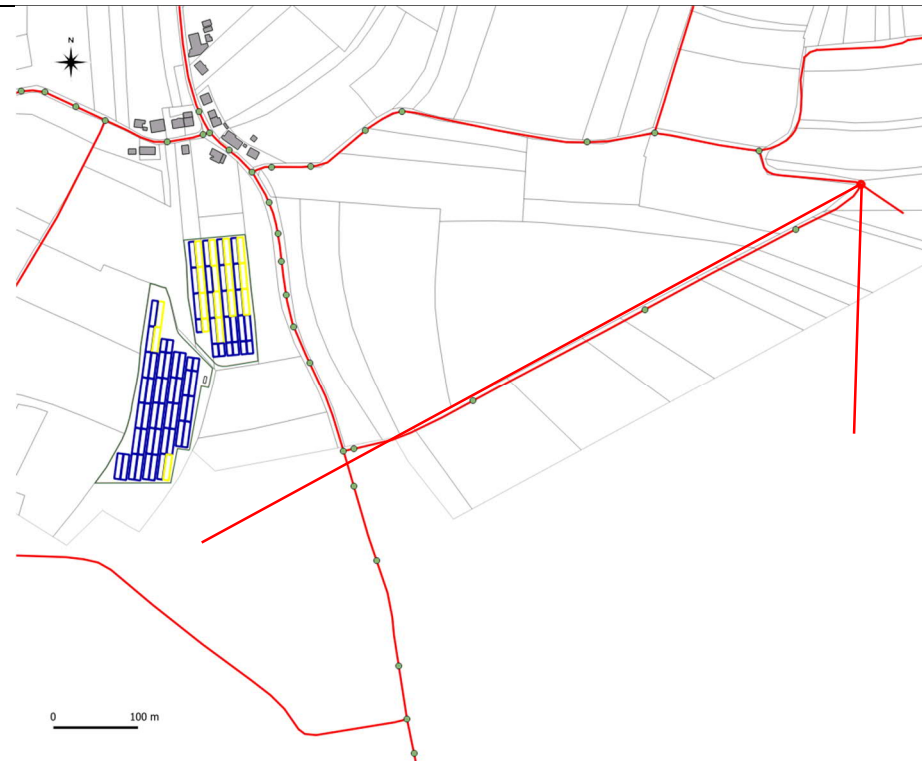
Immissionsort IO 36 S

LKW

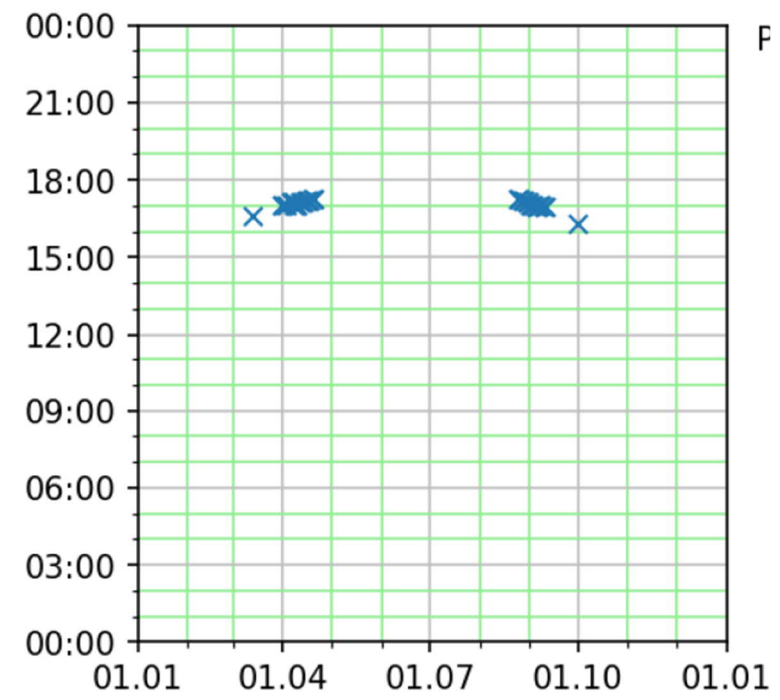


PKW

Blendende Paneele

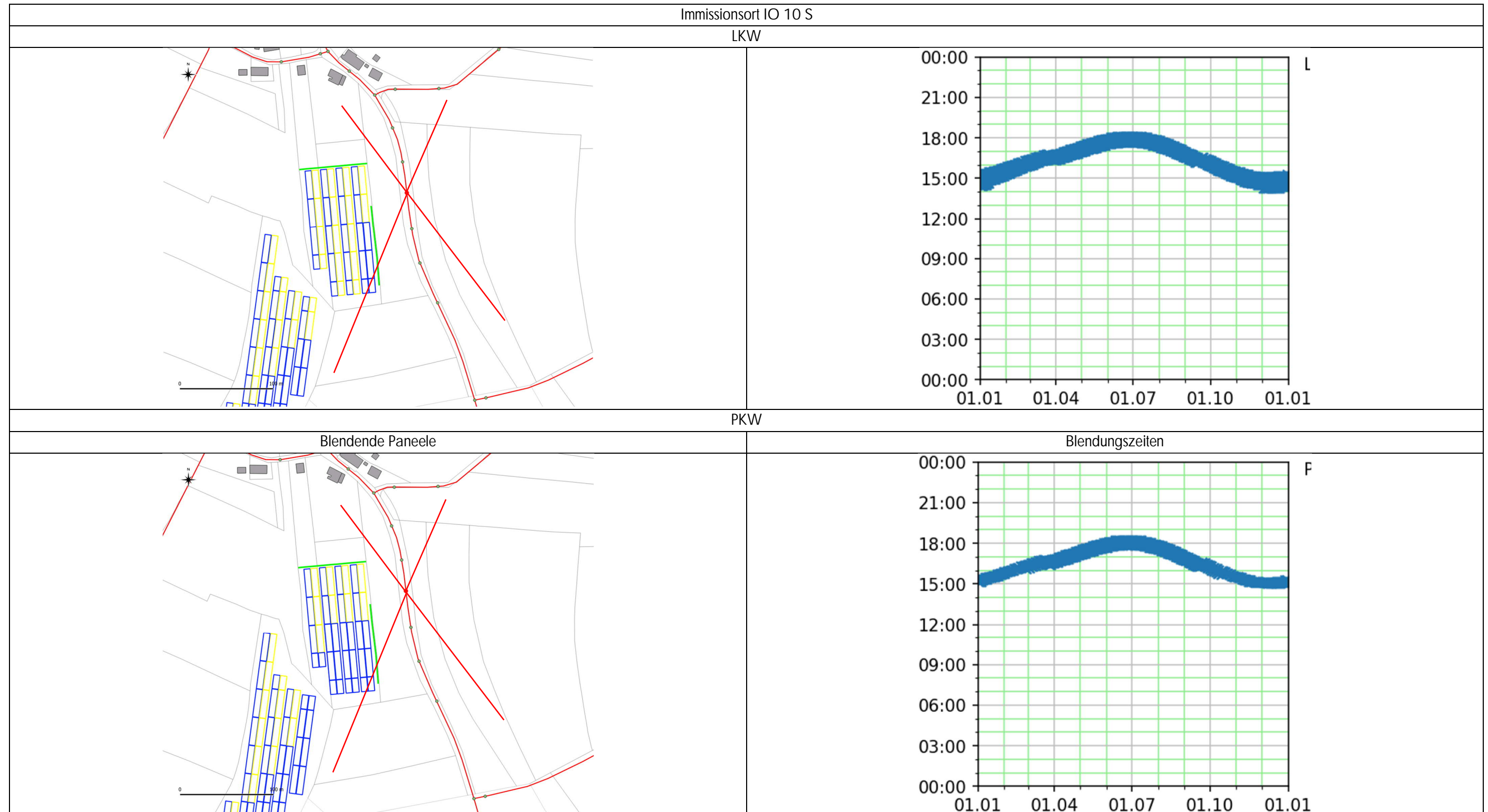


Blendungszeiten



Anlage 4: Sichtabschirmung Blendungen im umliegenden Verkehrsraum

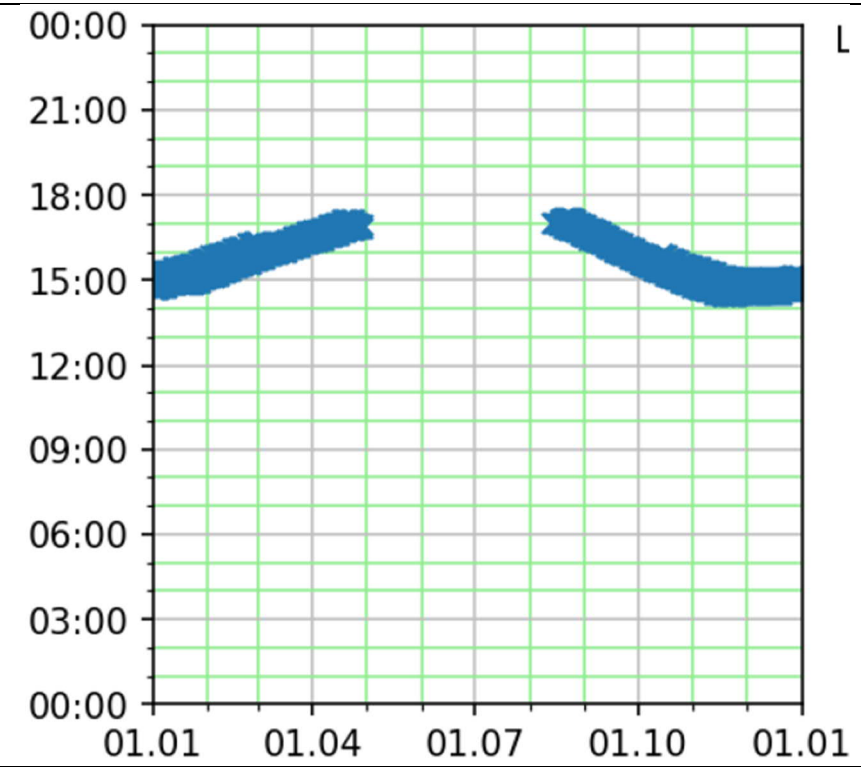
In den nachfolgenden Abbildungen sind für die betroffenen Immissionsorte auf den umliegenden Straßen (i.e. IO 10 S und IO 11 S und IO 20 S bis IO 22 S) die Blendungen aufgezeigt, die sich nach Umsetzung einer 2 m hohen Sichtabschirmung einstellen. Am Immissionsort sind die Paneele gelb dargestellt, die zu Blendungen führen. 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.





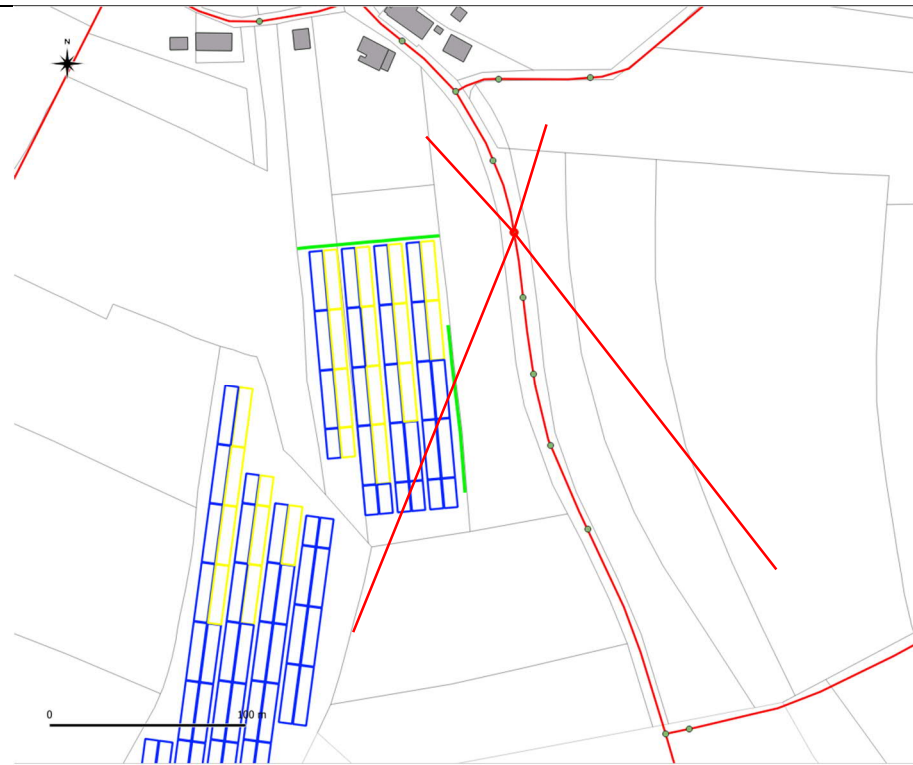
Immissionsort IO 11 S

LKW

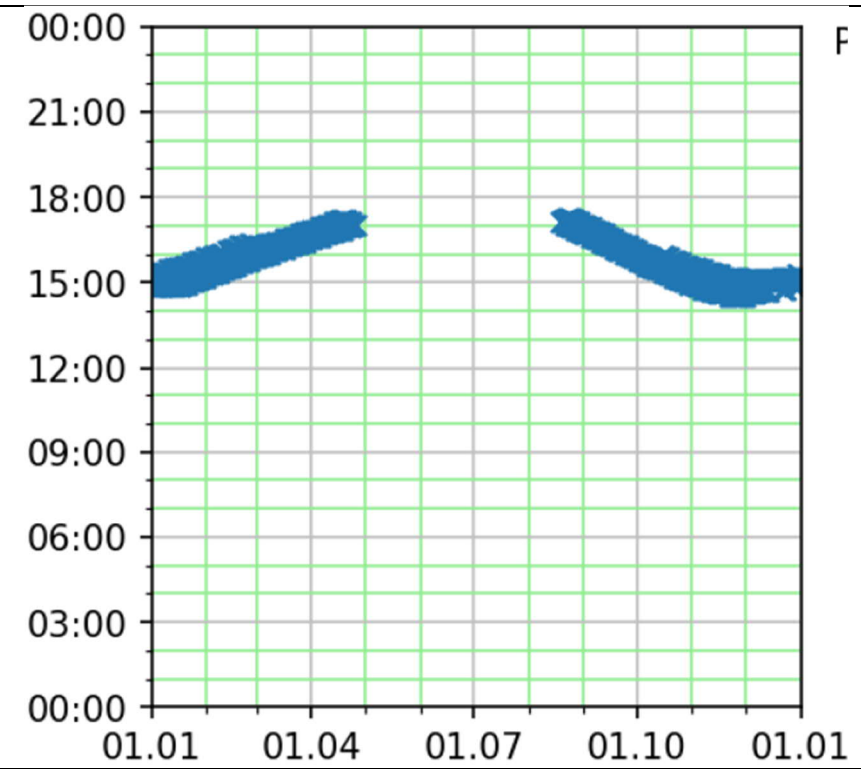


PKW

Blendende Paneele

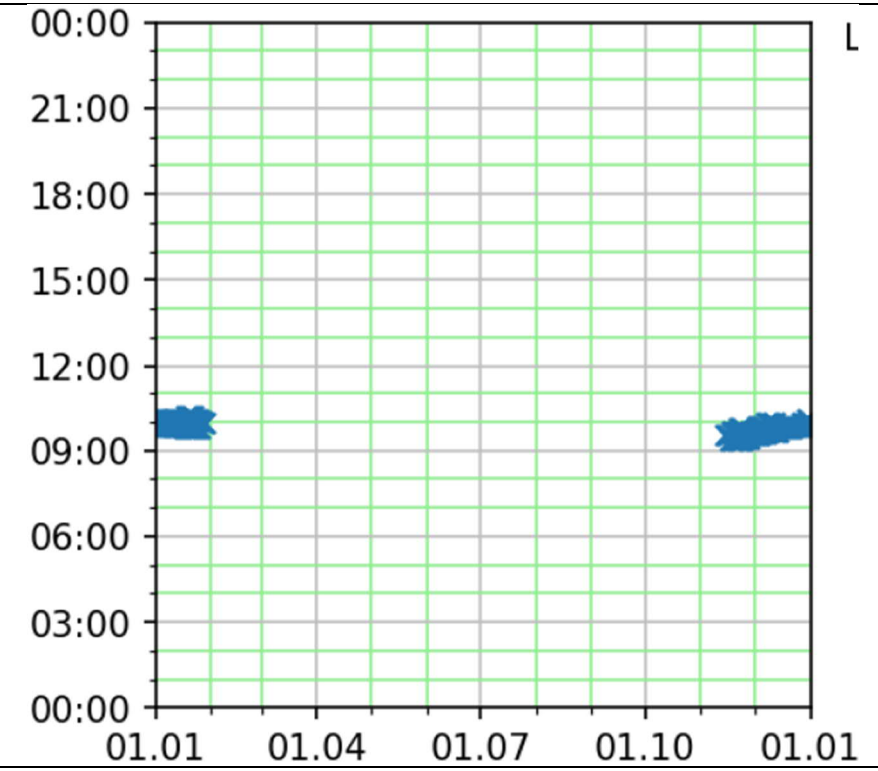


Blendungszeiten



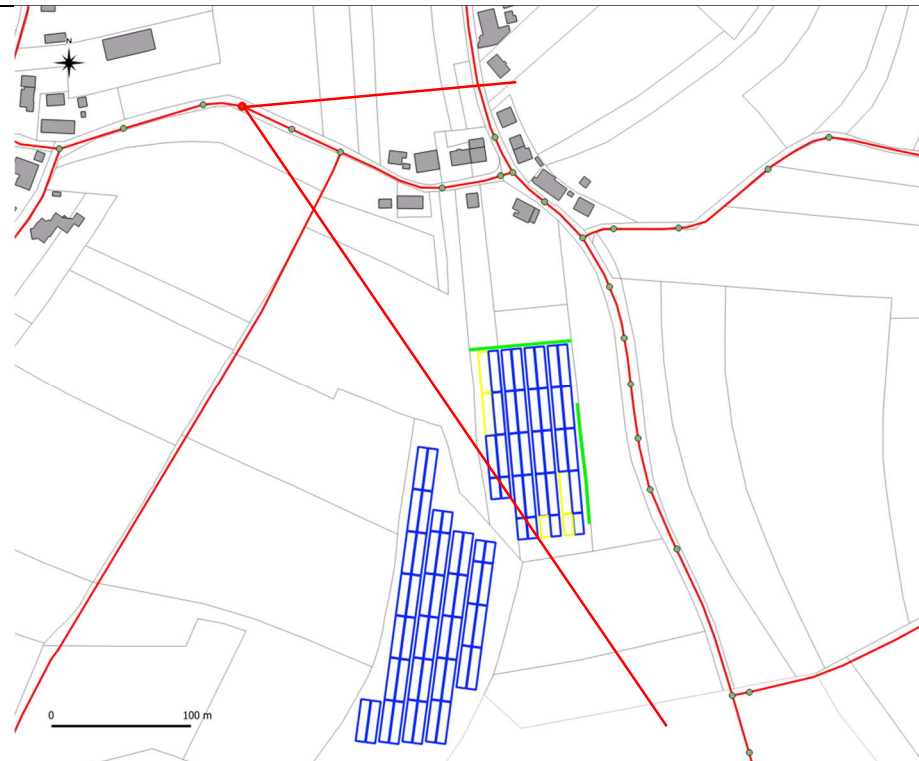
Immissionsort IO 20 S

LKW

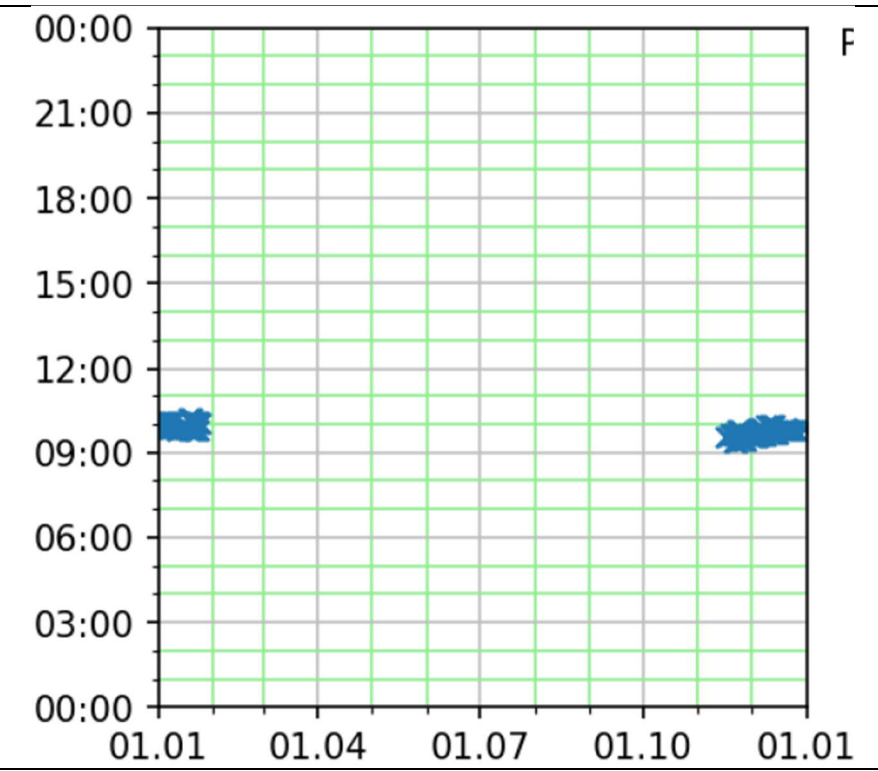


PKW

Blendende Paneele



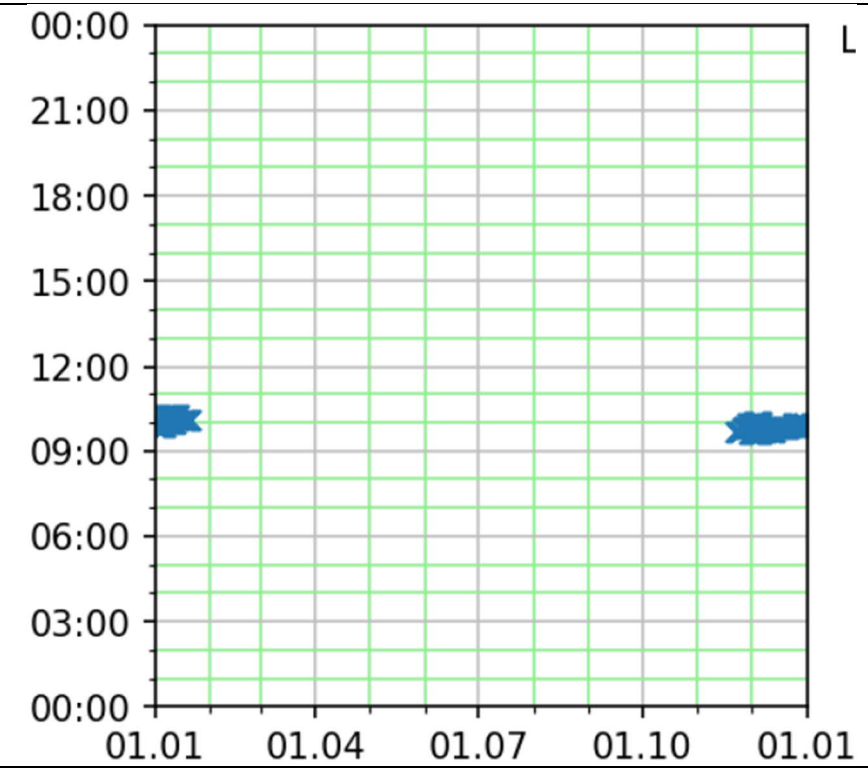
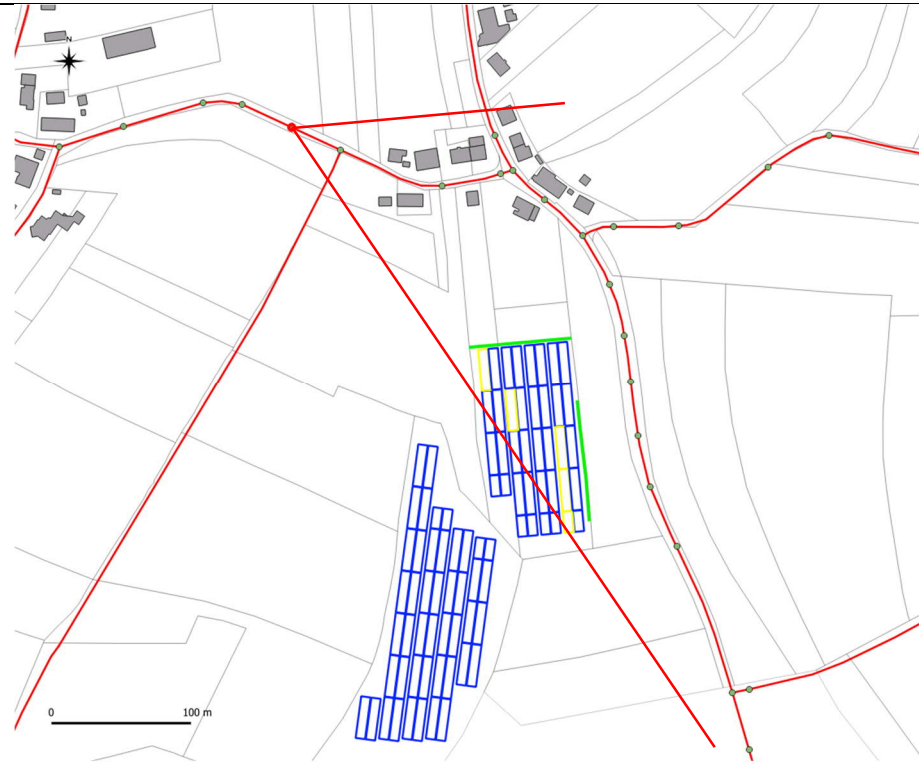
Blendungszeiten





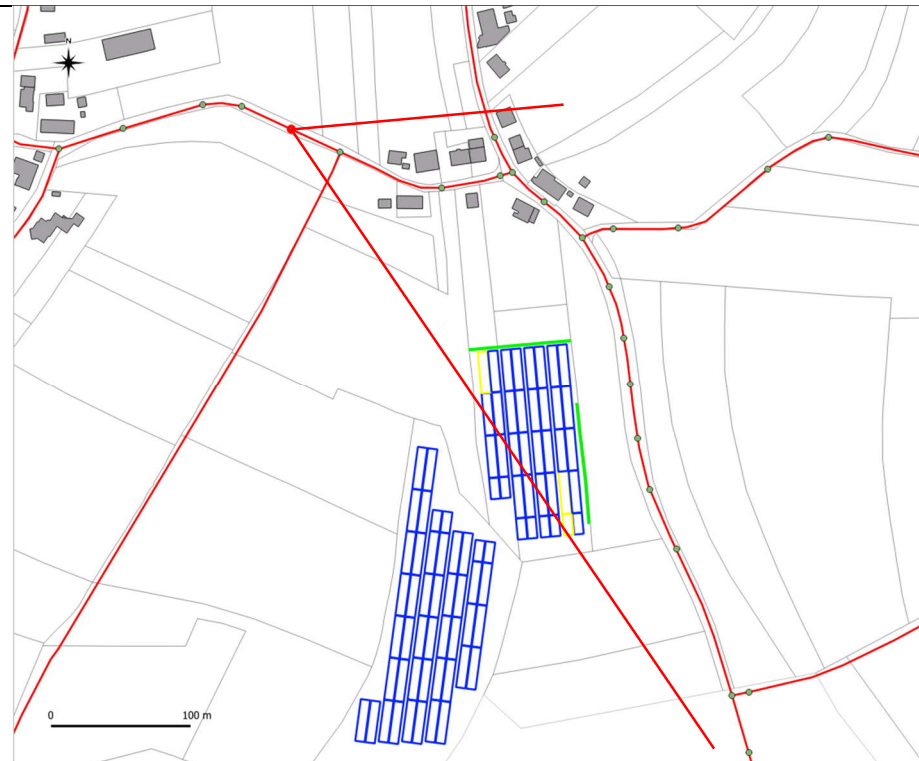
Immissionsort IO 21 S

LKW

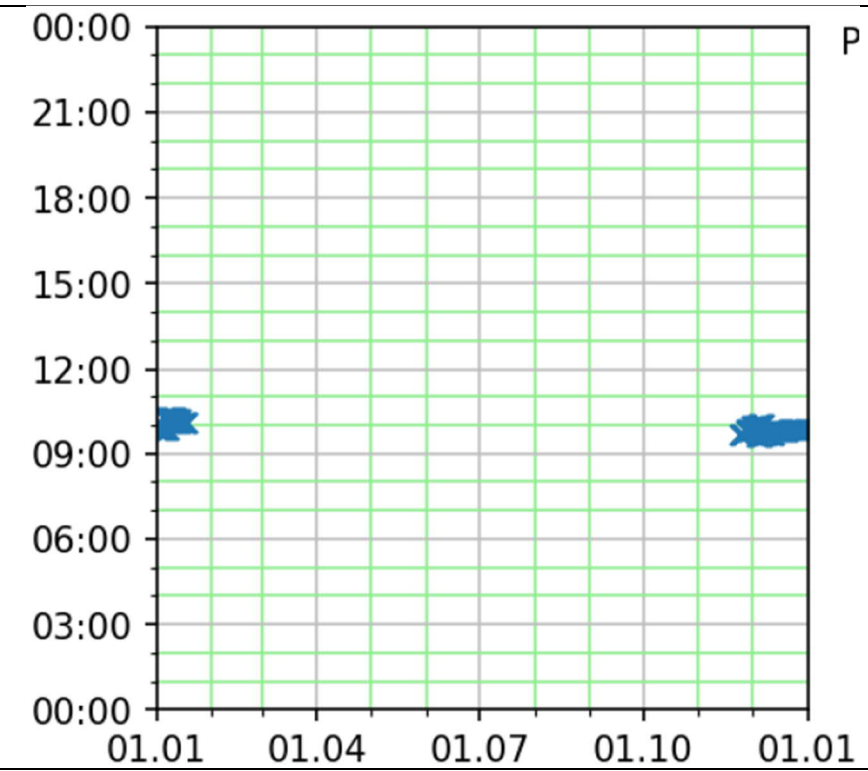


PKW

Blendende Paneele

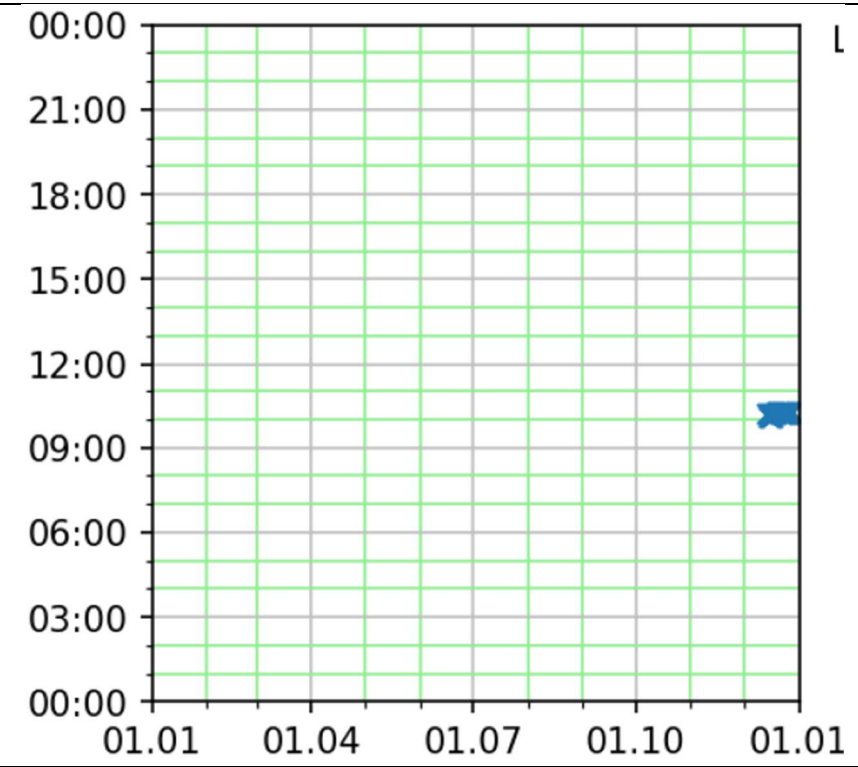
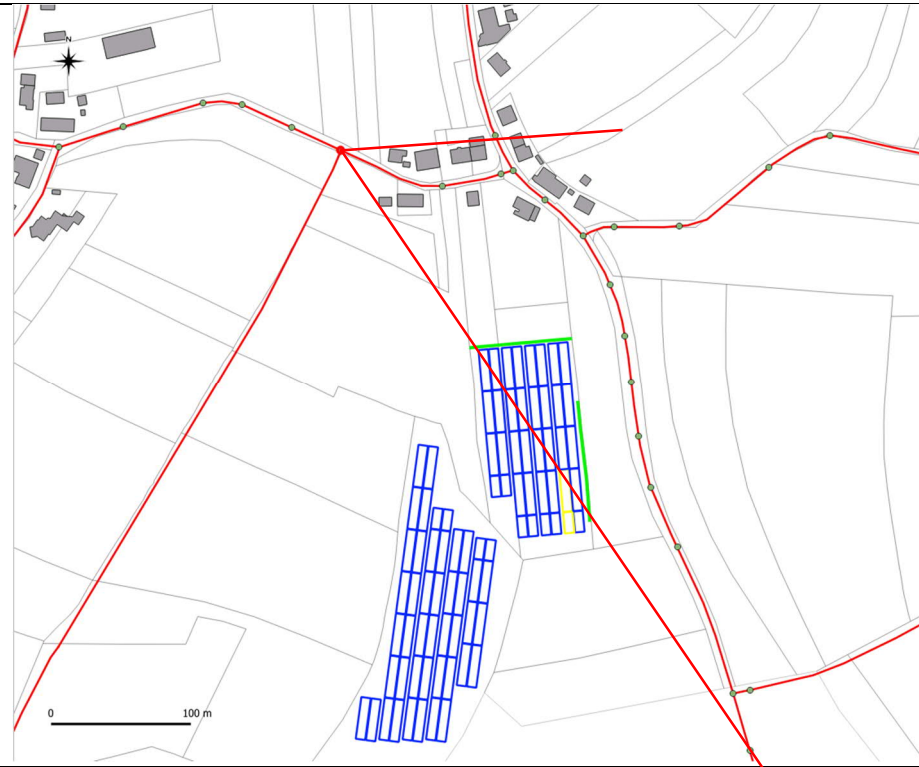


Blendungszeiten



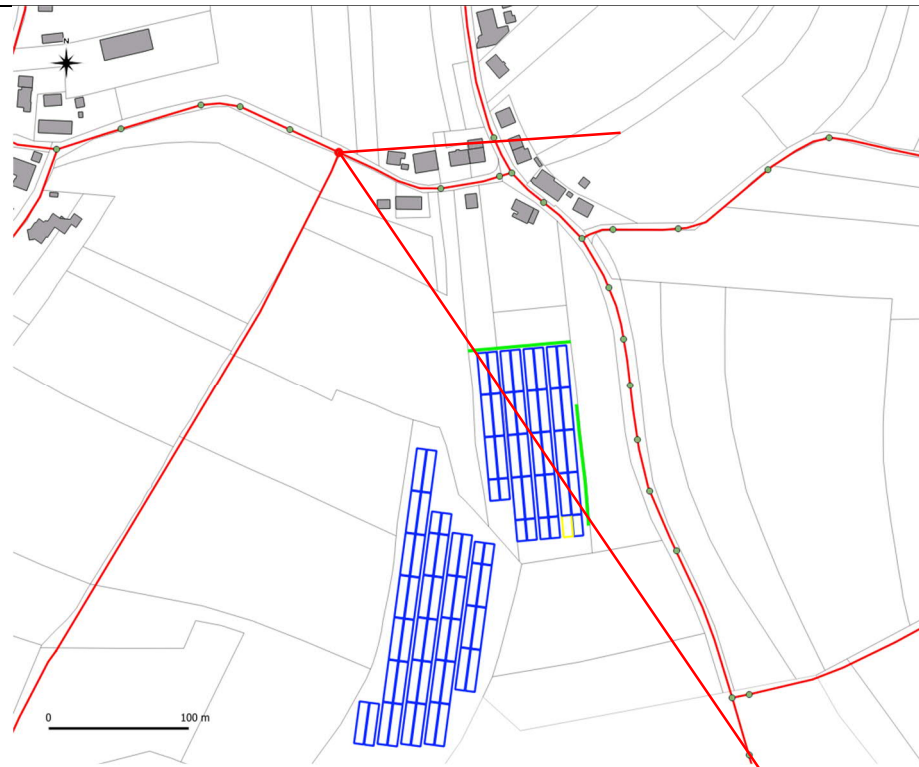
Immissionsort IO 22 S

LKW



PKW

Blendende Paneele



Blendungszeiten

