

Blendgutachten

PV-Anlage

Fischbach, Gemeinde Niedereschach

Bericht Nr. 770-01218

im Auftrag von

Ramona und Tobias Engesser

D-78166 Donaueschingen-Heidenhofen

München, im August 2023

Blendgutachten**PV-Anlage****Fischbach, Gemeinde Niedereschach**

Bericht-Nr.: 770-01218

Datum: 21.08.2023

Auftraggeber: Ramona und Tobias Engesser
Töllenstraße 6a
D-78166 Donaueschingen-Heidenhofen

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

Bearbeiter: B.Eng. M. Zöls
M.Sc. P. Patsch

Inhaltsverzeichnis:

1. Aufgabenstellung	7
2. Örtliche Gegebenheiten	7
3. Grundlagen.....	8
4. Blendungsberechnung.....	12
4.1 Berechnungsmethode.....	12
4.2 Blendquellen.....	12
4.3 Maßgebliche Immissionsorte	14
5. Blendeinwirkungen an den Immissionsorten	18
5.1 Blendeinwirkungen an den Immissionsorten in der bewohnten Nachbarschaft.....	18
5.2 Blendeinwirkungen an den Immissionsorten im Verkehr	20
6. Beurteilung der Blendeinwirkung.....	22
6.1 Nachbarschaft	22
6.2 Verkehr	22
6.3 Wirksamkeit von Maßnahmen	23
7. Anlagen	26

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1:	Übersichtslageplan.....	8
Abbildung 2:	Übersichtsplan der Modulblöcke.....	13
Abbildung 3:	Übersichtsplan der Immissionsorte in der Nachbarschaft.....	15
Abbildung 4:	Übersichtsplan der Immissionsorte im Straßenverkehr.....	17

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1:	Immissionsrichtwerte k für Blendung [2].....	9
Tabelle 2:	Schwellenwerte verursacht durch Blendung [2].....	10
Tabelle 3:	Immissionsorte in der Nachbarschaft des Solarparks.....	16
Tabelle 4:	Blendungen in der bewohnten Nachbarschaft.....	19
Tabelle 5:	Blendungen im Verkehr.....	20

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 worden ist
- [2] 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
- [3] 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
- [4] Blendung durch natürliche und neue künstliche Lichtquellen und ihre Gefahren, Strahlenschutzkommission, 16./17. Februar 2006
- [5] Über die Blendungsbewertung von reflektiertem Sonnenlicht bei Solaranlagen, Schierz, Tagung LICHT, 2012
- [6] DIN EN 13201-2: Straßenbeleuchtung-Teil 2: Gütermerkmale, Juni 2016
- [7] Sichtanalyse im Pkw unter Berücksichtigung von Bewegung und individuellen Körpercharakteristika, Jörg Hudelmaier, 31.10.2002
- [8] Augenbewegungen und visuelle Aufmerksamkeit, Uni Bielefeld, Juli 2011
- [9] Blendschutz, Visuelle Informationsträger für verkehrsfremde Zwecke, Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr (FSV), Dezember 2019
- [10] Modullageplan des Planvorhabens im dwg-Format, übermittelt von EngCon GmbH am 31.05.2023
- [11] Höhenmodell des Plangebiets und der umliegenden Nachbarschaft in Fischbach, bestellt beim Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg am 26.06.2023
- [12] Fotos von der Nachbarschaft in Fischbach, übermittelt per E-Mail von Solarcomplex AG am 19., 21. und 23.06.2023
- [13] Unfallatlas des statistischen Bundesamtes, <https://unfallatlas.statistikportal.de/>, letzter Zugriff am 26.07.2023

Zusammenfassung:

Die Privatleute Engesser planen mit der Unterstützung der Solarcomplex AG auf dem Grundstück mit den Flurnummern 708 und 711 im Ortsteil Fischbach der Gemeinde Niedereschach im Schwarzwald-Baar-Kreis die Errichtung einer ebenerdigen PV-Anlage.

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

Nachbarschaft

In der Nachbarschaft werden Blendungsdauern von bis zu 35 Minuten am Tag und 59 Stunden im Jahr prognostiziert. Die zulässigen Blendungsdauern gemäß den LAI-Hinweisen von 30 Minuten am Tag und 30 Stunden im Jahr werden somit nicht eingehalten.

Verkehr

Es werden in der direkt westlich verlaufenden Ortsverbindungsstraße Im Vogelsang und an der nördlich verlaufenden Gemeindestraße Blendungen prognostiziert, die im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer liegen können.

Zur Verbesserung der blendungstechnischen Situation in der Nachbarschaft und Vermeidung von Blendungen im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer werden Maßnahmen vorgeschlagen.

1. Aufgabenstellung

Die Privatleute Engesser planen mit der Unterstützung der Solarcomplex AG am südöstlichen Rand des Ortsteils Fischbach in der Gemeinde Niedereschach im Schwarzwald-Baar-Kreis die Errichtung einer PV-Anlage. Das Plangebiet befindet sich auf dem Grundstück mit den Flurstücksnummern 708 und 711 und unterliegt derzeit landwirtschaftlicher Nutzung. Südwestlich des Plangebiets verläuft die Straße Im Vogelsang. Nördlich des Plangebiets verläuft eine weitere Straße. Südwestlich und nordwestlich des Plangebiets befinden sich Wohngebäude. Ferner nördlich befindet sich der Ortsteil Fischbach sowie nordöstlich eine Hofstelle.

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 durch die Solarcomplex AG am 09.05.2023 beauftragt.

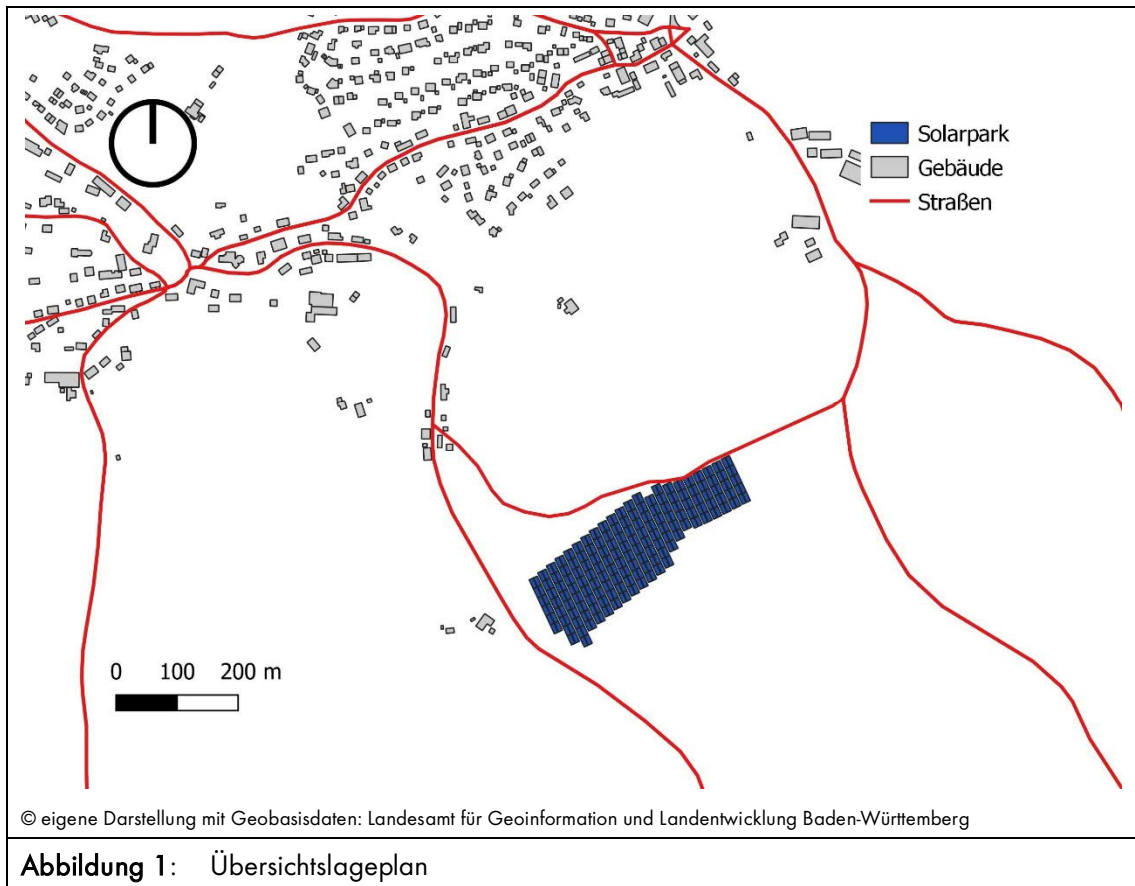
2. Örtliche Gegebenheiten

Das Plangebiet, auf dem der Solarpark entstehen soll, befindet sich auf dem Grundstück mit den Flurnummern 708 und 711 im Ortsteil Fischbach der Gemeinde Niedereschach im Schwarzwald-Baar-Kreis in Baden-Württemberg.

Das Plangebiet wird im direkten Nahbereich von landwirtschaftlichen Flächen umgeben. Südwestlich des Plangebiets verläuft eine Ortsverbindungsstraße in Nord-Süd-Richtung und es befindet sich ein Wohngebäude in einer Entfernung von ca. 80 m. Nordwestlich befinden sich in einem Abstand von ca. 250 m vereinzelt Bestandsgebäude. Des Weiteren verläuft nördlich des Plangebiets eine Gemeindestraße und im nördlichen Anschluss befindet sich in einer Entfernung von ca. 450 m der Ortsteil Fischbach sowie nordöstlich in einem Abstand von ca. 300 m eine Hofstelle.

Das Gelände im Plangebiet sowie der umliegenden Nachbarschaft ist teils größeren Geländeunebenheiten unterworfen. So steigt das Gelände nach Nordosten hin an. Zur treffenden Abbildung der vorliegenden Geländegegebenheiten wurde daher ein Höhenmodell [11] verwendet, auf dessen Grundlage auch die Bestimmung der absoluten Höhen der Immissionsorte vorgenommen wurde.

Die genauen örtlichen Gegebenheiten können der nachfolgenden Abbildung sowie dem Übersichtslageplan (Anlage 1) entnommen werden.



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 [2]. 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 ([2] und [3]) werden mittlerweile statische technische und bauliche Einrichtungen, die das Sonnenlicht reflektieren, ebenfalls nach der „Licht-Richtlinie“ beurteilt.

Die Beurteilung von Lichtimmissionen umfasst nach [2] zwei Wirkungsbereiche, durch die sich Betroffene belästigt fühlen können. Zum einen wird die Raumaufhellung betrachtet, d.h. Beleuchtungsanlagen können zu einer Aufhellung von Aufenthaltsräumen (Schlaf-/Wohnzimmer), der Terrasse oder des Balkons und damit zu einer eingeschränkten Nutzung dieser Wohnbereiche führen. Zum anderen kann es zu Blendungen durch Lichtquellen kommen. Dabei unterscheidet man physiologische, das Sehvermögen mindernde und psychologische Blendungen, die auch ohne Minderung des Sehvermögens auftreten, jedoch trotzdem zu erheblichen Belästigungen führen. Belästigungen entstehen z. B. durch ständige Adaptionen des Auges an verändernde Lichtbedingungen und können auch ohne eine Aufhellung des Wohnbereiches auftreten, z.B. wenn die Blickrichtung ständig und ungewollt auf die Lichtquelle gelenkt wird. Im Verkehr sind sowohl die physiologische als auch die psychologische Blendung zu untersuchen, weshalb eine Bestimmung aller auftretenden Blendungen notwendig ist. Die Aufhellung von Aufenthaltsräumen ist in vorliegendem Fall nicht Bestandteil der Untersuchung und wird demnach nicht berücksichtigt.

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

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

Die mittlere Leuchtdichte L_s der zu beurteilenden Lichtquelle soll diese berechneten maximalen Werte nicht überschreiten. Der Proportionalitätsfaktor k zur Festlegung der max. zulässigen Blendung kann je nach Gebietsart der folgenden Tabelle aus [2] entnommen werden:

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

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

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

²⁾ Kerngebiete können in Einzelfällen bei geringer Umgebungsbeleuchtung ($L_{v,mess} \leq 0,1 \text{ cd/m}^2$) 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 [4]. Die Strahlenschutzkommission gibt in [4] eine noch annehmbare, d. h. blendungsfreie Betrachtung einer Lichtquelle für eine Leuchtdichte von 730 cd/m^2 an. Durch die Reflexion von Sonnenlicht an den glatten Oberflächen von Photovoltaikanlagen können in der unmittelbaren Nachbarschaft hohe Leuchtdichten auftreten, die mit $>10^5 \text{ cd/m}^2$ eine absolute Blendung bei den Betroffenen verursachen können [2]. 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 [2] wird der Immissionsort über schutzwürdige Räume, die sich zum dauerhaften Aufenthalt eignen, definiert. In nachfolgender Tabelle sind die Blenddauern angegeben, die im Sinne der LAI-Hinweise zu erheblichen Belästigungen in Räumen mit dauerhaftem Aufenthalt führen:

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

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

Richtet sich der Blick nicht direkt auf die Blendquelle, ist je nach Richtungswinkel von einer psychologischen Blendung auszugehen. Das menschliche Auge kann peripher und foveal sehen. Beim fovealen Sehen ist die Gesichtslinie des Auges direkt auf das Objekt gerichtet, welches scharf gesehen werden soll. Der horizontale Winkelbereich, in dem mit beiden Augen gemeinsam foveal fixiert gesehen werden kann (binokulares Blickfeld), beträgt ca. 30° links und rechts vom fixierten Punkt. Liegt die Blendquelle in diesem Winkelbereich, muss von einer physiologischen Blendung ausgegangen werden, die zu einer starken Sichteinschränkung führt. Liegt eine Leuchtquelle (z.B. blendende Paneelefläche) 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 ([7] und [8]). 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 [5] werden anhand von Ortsvektoren ausgehend von der Photovoltaikfläche und von dem zu untersuchenden Immissionsort die maßgebenden Azimut- 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 Azimut- und Höhenwinkel der Sonne im Jahresverlauf ermittelt. Dabei wird der Sonnendurchmesser von $0,52^\circ$ berücksichtigt [5]. 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 Photovoltaikelement tritt nicht auf, wenn sich die Blickrichtungen auf die Sonne und auf das Modul um weniger als 10° unterscheiden, da in diesen Fällen die direkte Sonnenblendung überwiegt. Des Weiteren können Sonnenstrahlen, die an der Rückseite der Solarpaneele gespiegelt werden (Beobachter betrachtet die Paneelrückseite), zu keinen Blendungen führen. Es muss eine Sichtverbindung zur Blendungsfläche vorliegen, damit Blendung vorliegen kann.

4.2 Blendquellen

Mögliche Blendungen können von den Photovoltaikelementen des geplanten Solarparks ausgehen. Als Grundlage liegen der Modul-Belegungsplan [10] und Geodaten des Landesamts für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg [11] vor. Die Solarpaneele sind nach Nordosten und Südwesten orientiert.

Die Solarpaneele folgen dem Geländeverlauf. In der nachfolgenden Abbildung sind die in der vorliegenden Untersuchung gewählten Modulblöcke dargestellt.

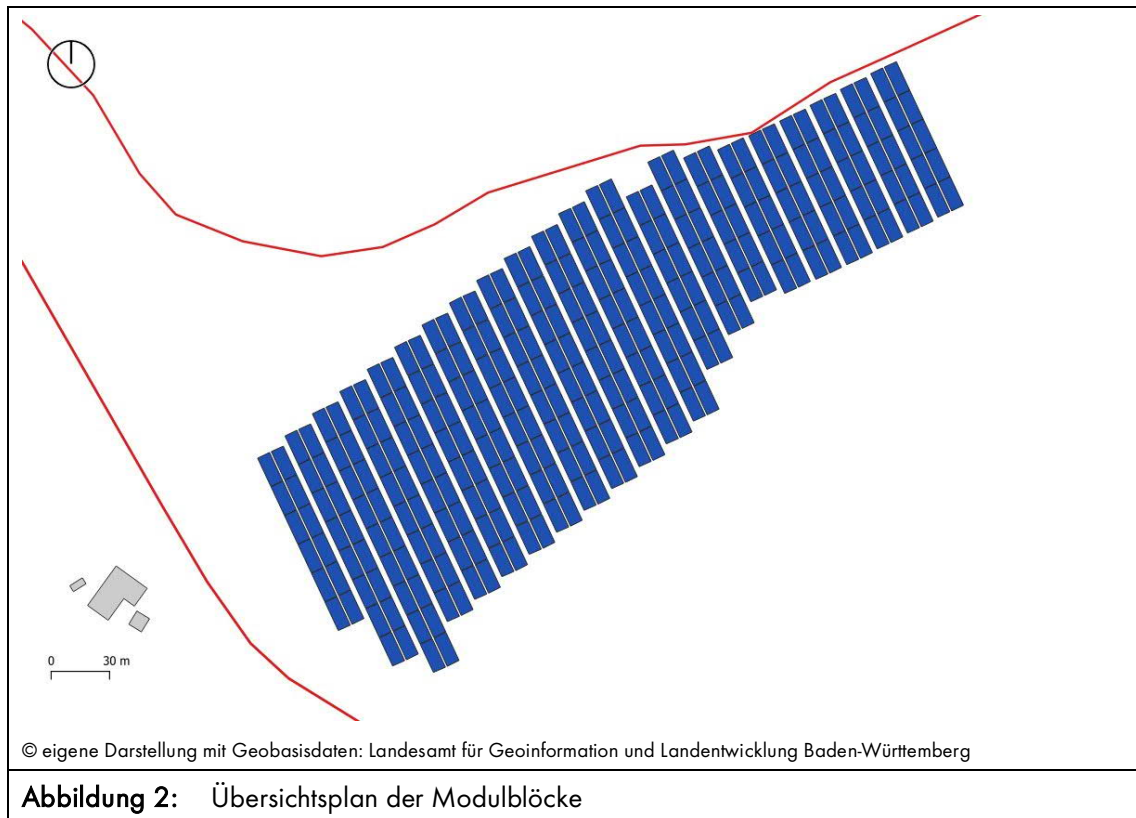


Abbildung 2: Übersichtsplan der Modulblöcke

Die Azimutwinkel der Modulblöcke, die die horizontale Orientierung der Photovoltaik-elementflächen beschreiben, sind nicht einheitlich. Der Azimutwinkel eines jeden Solarpaneelblocks wurde anhand des Flächennormalenvektors berechnet. Ist ein Solarpaneel nach Süden orientiert und das darunterliegende Gelände eben (keine Höhenunterschiede in Ost-West-Richtung im Bereich des Solarpaneels), so beträgt der Azimutwinkel dieses Solarpaneels 0° . Eine Ausrichtung nach Westen entspricht bei ebenem Gelände einem Azimutwinkel von 90° (Drehung im Uhrzeigersinn) und eine Ausrichtung nach Osten einem Azimutwinkel von -90° (Drehung gegen den Uhrzeigersinn). Ist das Gelände in Ost-West-Richtung nicht eben, so kann auch bei einer Südorientierung des Paneels (Vogelperspektive) ein von 0° abweichender Azimutwinkel des Paneels entstehen, da der Flächennormalenvektor, der den Azimutwinkel festlegt, durch die Ost-West-Verkipfung nicht mehr nach Süden orientiert ist. Die Azimutwinkel der östlich orientierten Modulblöcke bewegen sich abhängig vom Gelände im Bereich -165° und -69° sowie die Azimutwinkel der westlich orientierten Modulblöcke im Bereich 19° und 115° . Es zeigt sich, dass abhängig vom Gelände 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 Ost-West-Achse) der Photovoltaikflächen, welche den Vertikalwinkeln entsprechen, liegen bei 10° bis 15° . 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 Maßgebliche Immissionsorte

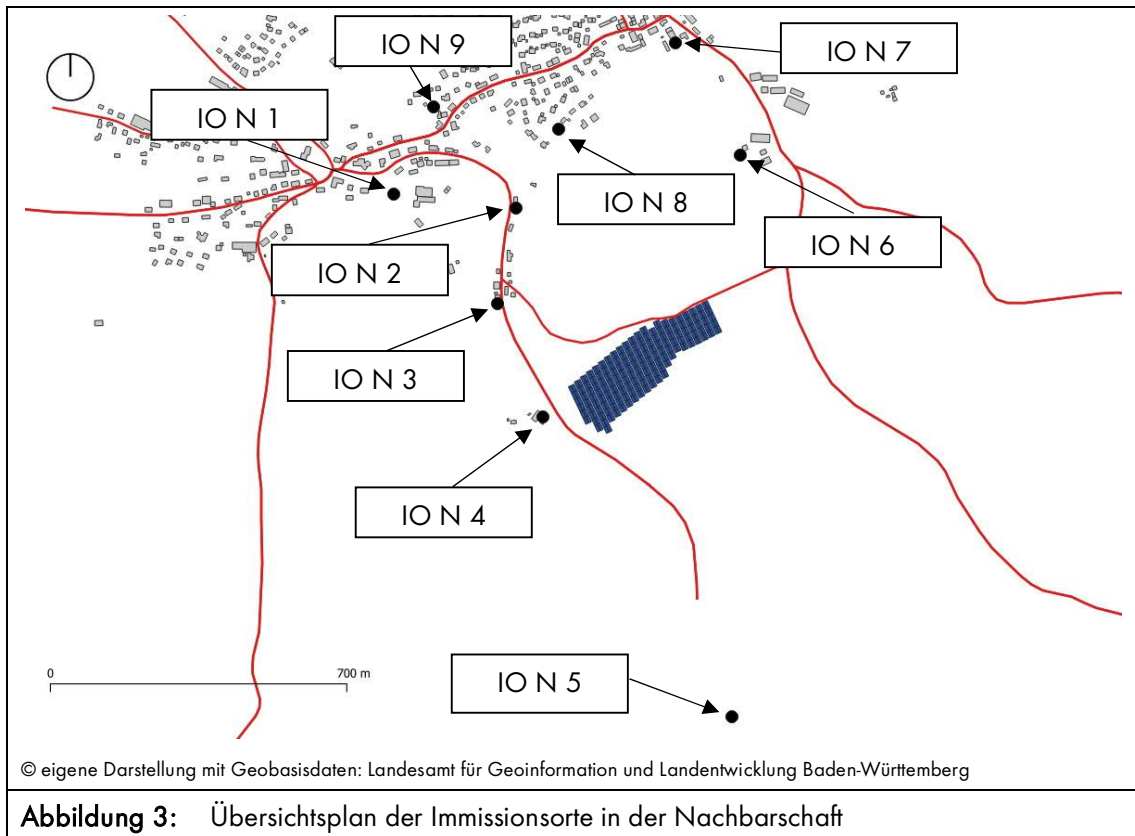
Bei der Wahl der zu untersuchenden Immissionsorte in der Nachbarschaft wurden die aus gutachterlicher Sicht kritischen Immissionsorte in der Nachbarschaft und dem Verkehr gewählt.

Nachbarschaft

Das Plangebiet ist umgeben von landwirtschaftlichen Grünflächen. Südwestlich des Plangebiets befindet sich ein Wohngebäude. Des Weiteren befinden sich nordwestlich vereinzelt Bestandsgebäude. Weiter nördlich befindet sich der Ortsteil Fischbach, nordöstlich eine Hofstelle sowie südlich ein Bestandsgebäude. Um die bestehenden Gebäude in der Nachbarschaft im Berechnungsmodell treffend abbilden zu können, wurde basierend auf Lage (Geodaten, Satellitenfotos) und Fotos [12] die Wahl und Positionierung der Immissionsorte vorgenommen. Die tatsächliche Stockwerkszahl der einzelnen Gebäude wurde basierend auf den Fotos von vor Ort [12] abgeleitet. Bei der Verortung der Immissionsorte wurde versucht, die Immissionsorte auf die Fensterflächen (Fenstermitte) zu legen. Die Stockwerkshöhen wurden dabei wie folgt gewählt: Erdgeschossbereich: 1,5 m, 1. Obergeschoss 4,5 m und 2. Obergeschoss (Dachgeschoss) 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 [2] 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.



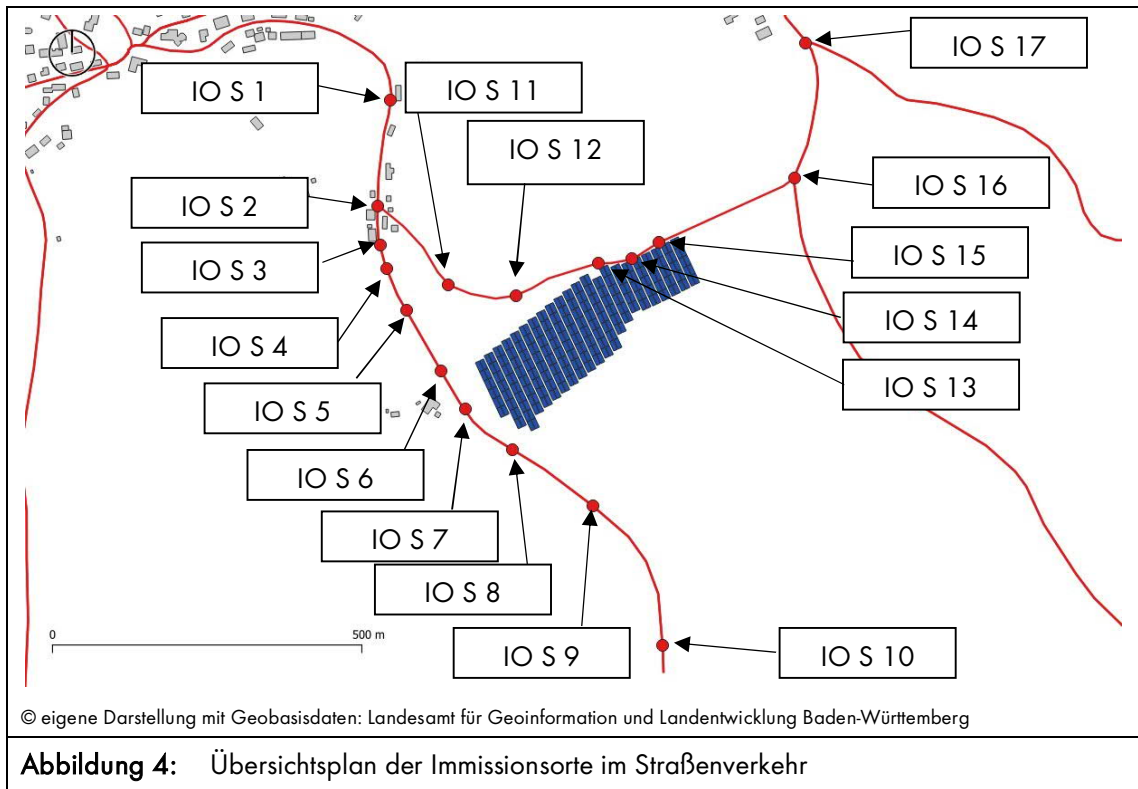
In der nachfolgenden Tabelle sind die untersuchten Immissionsorte in der Nachbarschaft des geplanten Solarparks (i.e. ION1 bis ION9) mit Adresse aufgelistet.

Tabelle 3: Immissionsorte in der Nachbarschaft des Solarparks	
Immissionsort	Adresse
IO N 1	Bodenacker 5, 78078 Niedereschach
IO N 2	Im Vogelsang 13, 78078 Niedereschach
IO N 3	Im Vogelsang 8, 78078 Niedereschach
IO N 4	Vogelsanghof 3, 78078 Niedereschach
IO N 5	Vogelsanghof 1, 78078 Niedereschach
IO N 6	Bantlehof 1, 78078 Niedereschach
IO N 7	Bubenholzweg 4, 78078 Niedereschach
IO N 8	Tummelhalde 19, 78078 Niedereschach
IO N 9	Sandsteinweg 7, 78078 Niedereschach

Verkehr: Straße

Im direkt umliegenden Straßenverkehr können Blendungen entstehen. Südwestlich des Solarparks verläuft die Ortsverbindungsstraße Im Vogelsang 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.) (vgl. IOS2, IOS16 und IOS17) und deswegen eine ausreichende Sicht und 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 ausreichende 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 der nachfolgenden Abbildung sind die Immissionsorte im Verkehrsraum der umliegenden Straßen dargestellt.



5. Blendeinwirkungen an den Immissionsorten

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

Für Immissionsorte gemäß den LAI-Hinweisen [2], 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. Aufgrund nicht vorliegender Bebauungs- und Flächennutzungspläne wird auf die tatsächliche Nutzung abgestellt.

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

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 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 auf 1,5 m üGOK (repräsentativ für das Erdgeschoss), 4,5 m üGOK (repräsentativ für das erste Obergeschoss) und 7,5 m üGOK (repräsentativ für das zweite Obergeschoss oder Dachgeschoss) gelegt, was die Höhe des menschlichen Kopfbereichs einer Person, die sich im jeweiligen Stockwerk befindet, darstellt.

Tabelle 4: Blendungen in der bewohnten Nachbarschaft			
Immissionsort	Stockwerk	Maximale Blendungszeiten	
		Tag [in Minuten]	Jahr [in Stunden]
ION 1	EG	30	29
	OG1	35	36
ION 2	EG	15	8
	OG1	15	8
	OG2	20	8
ION 3	EG	20	22
	OG1	35	46
	OG2	35	49
ION 4	EG	15	29
	OG1	25	45
	OG2	25	59
ION 5	EG	Keine Blendung	Keine Blendung
	OG1	Keine Blendung	Keine Blendung
	OG2	Keine Blendung	Keine Blendung
ION 6	EG	10	4
	OG1	20	8
ION 7	EG	Keine Blendung	Keine Blendung
	OG1	Keine Blendung	Keine Blendung
	OG2	Keine Blendung	Keine Blendung
ION 8	EG	10	2
	OG1	10	4
ION 9	EG	20	16
	OG1	25	17
	OG2	25	17

Aus den Ergebnissen der oberen Tabelle geht hervor, dass in den nordwestlich und westlich gelegenen Gebäuden (i.e. ION1, ION3 und ION4) Blendungen prognostiziert werden, die oberhalb der gemäß den LAI-Hinweisen zulässigen Blendungsdauern liegen. Es werden Blendungsdauern von bis zu 35 Minuten am Tag und 59 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 westlichen Nachbarschaft nicht eingehalten. Maßnahmen zum Schutz der von erhöhten Blendungswerten betroffenen Nachbarschaft werden im Kapitel 6.3 vorgestellt.

5.2 Blendeinwirkungen an den Immissionsorten im Verkehr

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.

Tabelle 5: Blendungen im Verkehr			
Immissionsort	Fahrzeugtyp	Blendungen PV-Anlage	
		physiologisch	psychologisch
<i>Straße</i>			
IO S 1	PKW	Nein	Ja
	LKW	Nein	Ja
IO S 2	PKW	Nein	Ja
	LKW	Nein	Ja
IO S 3	PKW	Keine Blendung	Keine Blendung
	LKW	Ja	Ja
IO S 4	PKW	Ja	Ja
	LKW	Ja	Ja
IO S 5	PKW	Ja	Ja
	LKW	Ja	Ja
IO S 6	PKW	Nein	Ja
	LKW	Nein	Ja
IO S 7	PKW	Nein	Ja
	LKW	Nein	Ja

IO S 8	PKW	Keine Blendung	Keine Blendung
	LKW	Keine Blendung	Keine Blendung
IO S 9	PKW	Keine Blendung	Keine Blendung
	LKW	Keine Blendung	Keine Blendung
IO S 10	PKW	Keine Blendung	Keine Blendung
	LKW	Keine Blendung	Keine Blendung
IO S 11	PKW	Ja	Ja
	LKW	Ja	Ja
IO S 12	PKW	Ja	Ja
	LKW	Ja	Ja
IO S 13	PKW	Ja	Ja
	LKW	Ja	Ja
IO S 14	PKW	Ja	Ja
	LKW	Ja	Ja
IO S 15	PKW	Ja	Ja
	LKW	Ja	Ja
IO S 16	PKW	Ja	Ja
	LKW	Ja	Ja
IO S 17	PKW	Nein	Ja
	LKW	Nein	Ja

Aus der obenstehenden Tabelle kann entnommen werden, ob an den jeweiligen Immissionsorten Blendungen ausgehend vom Solarpark auftreten. Ferner ist aufgezeigt, ob Blendungen im fovealen Sichtbereich liegen und somit zu einer physiologischen Blendung führen können oder ob die Blendungen außerhalb des fovealen Sichtbereichs liegen und somit lediglich zu einer den Verkehrsteilnehmer störenden psychologischen Blendung führen. Es zeigt sich, dass es an den Immissionsorten der südwestlich verlaufenden Straße Im Vogelsang (i.e. IOS3 bis IOS5) sowie der nördlich verlaufenden Gemeindestraße (i.e. IOS11 bis IOS16) zu Blendungen kommt, die im fovealen Sichtbereich liegen. Die Beurteilung der Blendungen und eine Vorstellung möglicher Maßnahmen erfolgt im Kapitel 6.

6. Beurteilung der Blendeinwirkung

6.1 Nachbarschaft

Aus den Ergebnissen im Kapitel 5.1 und den Darstellungen in der Anlage 2 geht hervor, dass in der Nachbarschaft (i.e. ION1, ION3 und ION4) Blendungen auftreten, die oberhalb der gemäß den LAI-Hinweisen zulässigen Blendungsdauern von 30 Minuten am Tag und 30 Stunden im Jahr liegen. Nachfolgend werden die Blendungen beurteilt.

Nordwestliche und südwestliche Wohngebäude (ION1, ION3 und ION4)

Die Blendungen in der westlich liegenden Nachbarschaft betragen bis zu 35 Minuten am Tag und 59 Stunden im Jahr. Die Blendungen treten über die Wintermonate Oktober bis April zwischen 07:00 Uhr und 10:00 Uhr (Winterzeit) auf. Um die Blendungen in der westlichen Nachbarschaft auf ein gemäß den LAI-Hinweisen zuträgliches Maß (30 Minuten am Tag und 30 Stunden im Jahr) zu reduzieren, werden im Kapitel 6.3 Maßnahmen vorgeschlagen. Bei der Diskussion von Maßnahmen sollten allerdings immer auch Aspekte der Verhältnismäßigkeit einer Maßnahme mit einfließen. So bewegen sich die nach der LAI zu beurteilenden Lichteinwirkungen im Bereich der Belästigung. Gesundheitliche Schäden können ausgeschlossen werden.

6.2 Verkehr

Aus den Ergebnissen im Kapitel 5.2 und den Darstellungen in der Anlage 3 geht hervor, dass im Straßenverkehr an der Straße Im Vogelsang südwestlich des Planvorhabens (i.e. IOS3 bis IOS5) und an der nördlich verlaufenden Gemeindestraße (i.e. IOS11 bis IOS16) Blendungen im fovealen Sichtbereich auftreten. Nachfolgend werden die Blendungen beurteilt.

Im Vogelsang (IOS3 bis IOS5)

An den Immissionsorten Straße Im Vogelsang treten ausgehend von nur wenigen Paneelen im südwestlichen Bereich an den Immissionsorten (i.e. IOS3 bis IOS5) Blendungen auf, die im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer liegen. Somit können physiologische Blendungen, die die Sicht maßgeblich einschränken können, nicht ausgeschlossen werden. Am Bereich des Fußgänger- und Radfahrerüberweg (i.e. IOS4), der als kritischer Bereich zu sehen ist, da hier eine Verflechtung des KFZ-Verkehrs mit anderen Verkehrsteilnehmern vorliegt, sowie unmittelbar vor und nach dem Bereich (i.e. IOS3 und IOS5) sollte daher eine gute Sicht vorliegen, um mögliche Unfälle vermeiden zu können. Der Immissionsort (i.e. IOS3) ist zudem aufgrund seiner örtlichen Situation mit den direkt östlich und westlich der Straße angrenzenden Gebäude als kritisch zu beurteilen, da die Blendung sehr abrupt auftreten kann und sich Verkehrsteilnehmer nur bedingt auf mögliche Blendeinflüsse vorbereiten können. Die Blendungen treten zwischen August und Mai in den Morgenstunden (zwischen 07:00 Uhr und 10:00 Uhr (Winterzeit)) auf. Deshalb wurden in Kapitel 6.3 Maßnahmen für diesen Bereich vorgeschlagen. Inwiefern der Blendungseinfluss im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer und damit einhergehend die Sichteinschränkungen reduziert sind, da die Blendungen nicht flächendeckend, sondern von wenigen Modulblöcken ausgehen, kann abschließend nicht bewertet werden.

Auch muss an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass ein Modulblock, der als blendend prognostiziert wird, meist nicht auf der ganzen Fläche blendet, sondern nur in Bereichen. Der flächenhafte Blendungseffekt ist damit sicher weitergehend reduziert und hat oftmals eher punktuellen Charakter.

Gemeindestraße (IOS11 bis IOS16)

An der Gemeindestraße nördlich des Plangebiets (i.e. IOS11 bis IOS16) treten Blendungen auf, die auch im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer liegen können. Die Blendungen treten nahezu bei allen Immissionsorten ganzjährig auf. In den Sommermonaten treten die Blendungen in den Morgenstunden (zwischen 06:00 und 07:00 Uhr (Winterzeit)) auf. In den Wintermonaten treten die Blendungen ganztags (zwischen 07:00 Uhr und 17:00 Uhr (Winterzeit)) sowie in den Sommermonaten in den Morgenstunden (zwischen 06:00 und 07:00 Uhr (Winterzeit)) auf. Hier steht die Sonne in den Morgenstunden tief im Osten und in den Abendstunden tief im Westen. Daher ist davon auszugehen, dass auch ohne Realisierung der Solarpaneele an diesen Immissionsorten zu gesagten Zeitpunkten mit Blendungen im fovealen Sichtfeld der Verkehrsteilnehmer zu rechnen ist. Zudem kann aufgrund der Beschaffenheit der Straße (schmale Straße, keine Anbindung, etc.) von einem untergeordneten Straßenbereich gesprochen werden. Hiermit einhergehend ist mit einem reduzierten Verkehrsaufkommen und niedrigen Geschwindigkeiten zu rechnen. Der Unfallatlas des statistischen Bundesamtes bestätigt diese Einschätzung für diese Bereiche, da hier in den letzten Jahren keine Unfälle [13] registriert wurden. Inwiefern daher Maßnahmen zum Schutz der Verkehrsteilnehmer zu ergreifen sind, ist aus gutachterlicher Sicht zu hinterfragen. Nichtsdestotrotz werden in Kapitel 6.3 Maßnahmen zur Verbesserung der Blendungssituation für die Gemeindestraße aufgezeigt.

6.3 Wirksamkeit von Maßnahmen

Es treten Blendungen in der westlichen Nachbarschaft auf, die oberhalb der gemäß den LAI-Hinweisen zulässigen Blendungsdauern liegen. An der Ortsverbindungsstraße Im Vogelsang südwestlich des Solarparks in Nord-Süd-Richtung und der nördlich liegenden Gemeindestraße treten Blendungen auf, die im fovealen Sichtbereich liegen können. Für die betroffene Nachbarschaft und den Verkehrsraum bieten sich diverse Maßnahmen an, die zur Reduzierung der Blendungsdauern oder Steigerung der Verkehrssicherheit Anwendung finden können.

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. Bei der Errichtung von Abschirmungen ist die Verhältnismäßigkeit, die Ortsüblichkeit und vor allem auch das Kosten-Nutzen-Verhältnis relevant.

Orientierende Berechnungen haben ergeben, dass nordwestlich des Solarparks über die Länge von über 150 m eine hoch dimensionierte Sichtabschirmung zu konzipieren wäre, um die Blendungen im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer auf der Straße im Vogelsang vermeiden und die Blendungsdauern in der nördlichen betroffenen Nachbarschaft auf das gemäß den LAI Hinweisen zuträgliche Maß reduzieren zu können. Um auch noch in der

südwestlichen Nachbarschaft und auch dem westlichen Straßenbereich die Blendungen auf das zuträgliche Maß (Verkehr: keine Blendungen im fovealen Sichtbereich; Nachbarschaft: Blendungsdauern unterhalb von 30 Minuten am Tag und 30 Stunden im Jahr) zu reduzieren, wären auch noch westlich entlang des Solarparks weitere höher zu dimensionierenden Abschirmungen vorzusehen. Ob eine derartige Maßnahme, die sich insgesamt über mehrere hundert Meter erstreckt und hoch dimensioniert werden müsste, eine Maßnahme darstellt, die aus landschaftsästhetischer Sicht und auch in Bezug auf ihr Kosten-Nutzen-Verhältnis eine zielführende Maßnahme darstellt, ist aus gutachterlicher Sicht zu hinterfragen.

- **Straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen im Verkehrsraum**

Im Verkehrsraum an der nördlich verlaufenden Gemeindestraße (i.e. IOS11 bis IOS16) bietet sich ggf. die Anbringung einer Beschilderung an, die die Verkehrsteilnehmer im Bereich der auftretenden Blendungen auf mögliche Blendungen hinweist und somit eine vorausschauende Fahrweise in diesem Bereich zur Folge hat.

- **Reduzierung von Solarpaneelen**

Wenn die Blendungen von vereinzelt Paneelen ausgehen, bietet sich die Reduzierung der Planung um die blendenden Paneele an, um die Blendungen an den Immissionsorten zu vermeiden. In den Anlagen 2 und 3 lässt sich jedoch ablesen, dass mehrere Modulblöcke zur Blendung beitragen und somit ein großer Teil des Solarparks nicht realisiert werden könnte. Ferner stellt sich dann die Frage, ob weitere Paneele erstmals blenden, da der abschirmende Effekt umliegender Paneele entfällt.

- **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 und den störenden Einfluss auf die Nachbarschaft z.T. deutlich 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.

Da ein Großteil der störenden Blendungseinflüsse im nördlichen/nordwestlichen Straßenbereich und Bereich der Nachbarschaft auftreten, erscheint ein Ausdrehen ausgewählter Modulblöcke in Richtung Süden ein ggf. probates Mittel zur maßgeblichen Reduzierung der Blendungseinflüsse darzustellen. Hier müsste dann jedoch für diese Bereiche höchstwahrscheinlich die Dachstruktur der Modulblöcke (i.e. Paneelrücken an Paneelrücken, welche

eine Art Dach ausbilden) aufgebrochen werden, und eine alleinige Südausrichtung angestrebt werden. Das Ausdrehen einzelner Module nach Süden kann jedoch mit einer Verschlechterung an anderer Stelle (südlich liegende Immissionsorte) einhergehen. Inwiefern daher diese Maßnahme die ganzheitliche Blendungssituation in der betroffenen Umgebung ausschließlich verbessern kann, wird aus gutachterlicher Sicht als unwahrscheinlich erachtet und daher muss diese Maßnahme in Bereichen sicherlich durch eine Kombination mit anderen - oben beschriebenen - Maßnahmen einhergehen.

Dieses Gutachten umfasst 26 Seiten und 3 Anlagen. Die auszugsweise Vervielfältigung des Gutachtens ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure AG gestattet.

München, den 21. August 2023

Möhler + Partner
Ingenieure AG



i.A. B.Eng. M. Zöls

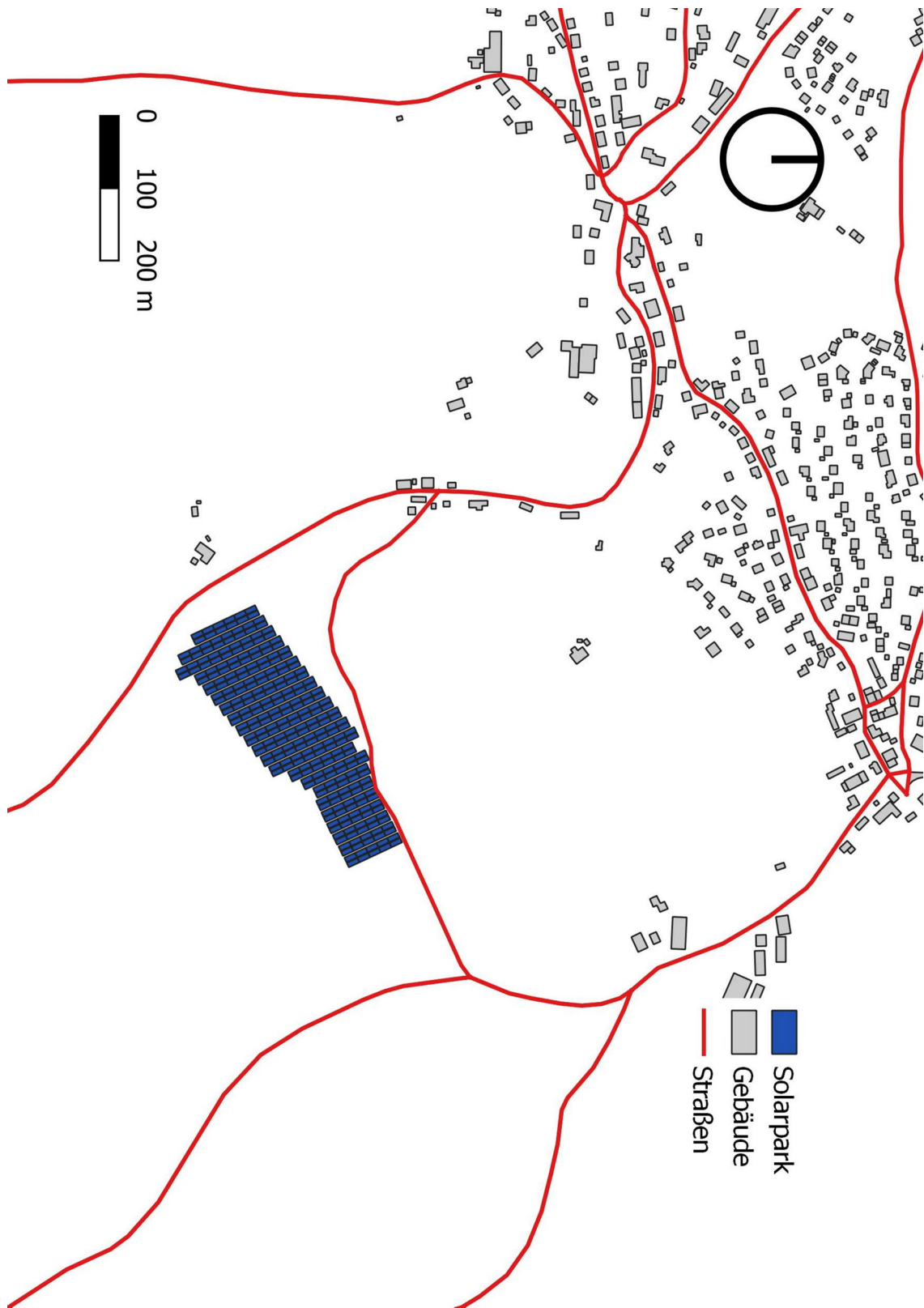


i.V. M.Sc. P. Patsch

7. Anlagen

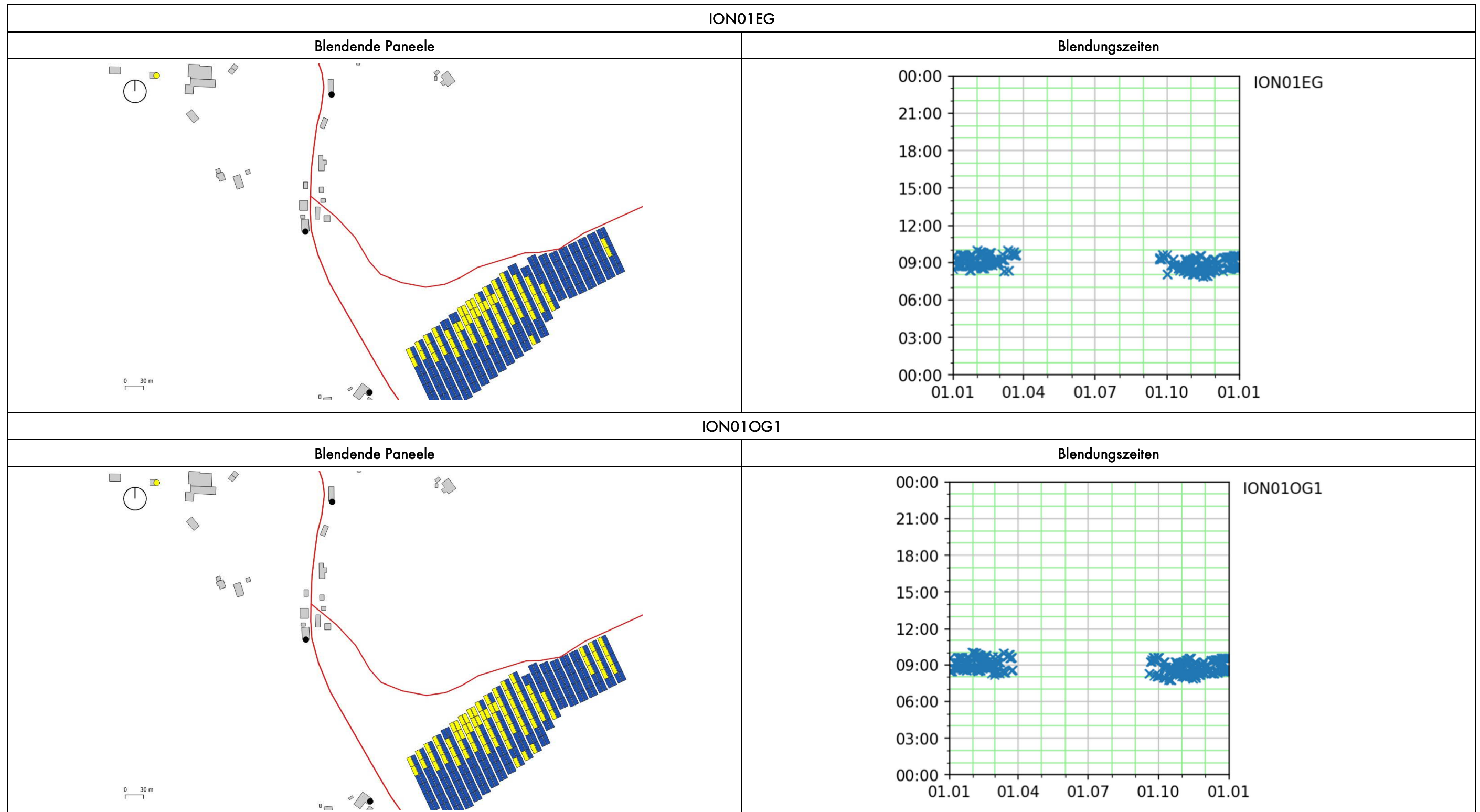
- Anlage 1: Übersichtslageplan
- Anlage 2: Blendungen in der bewohnten Nachbarschaft
- Anlage 3: Blendungen im Verkehr

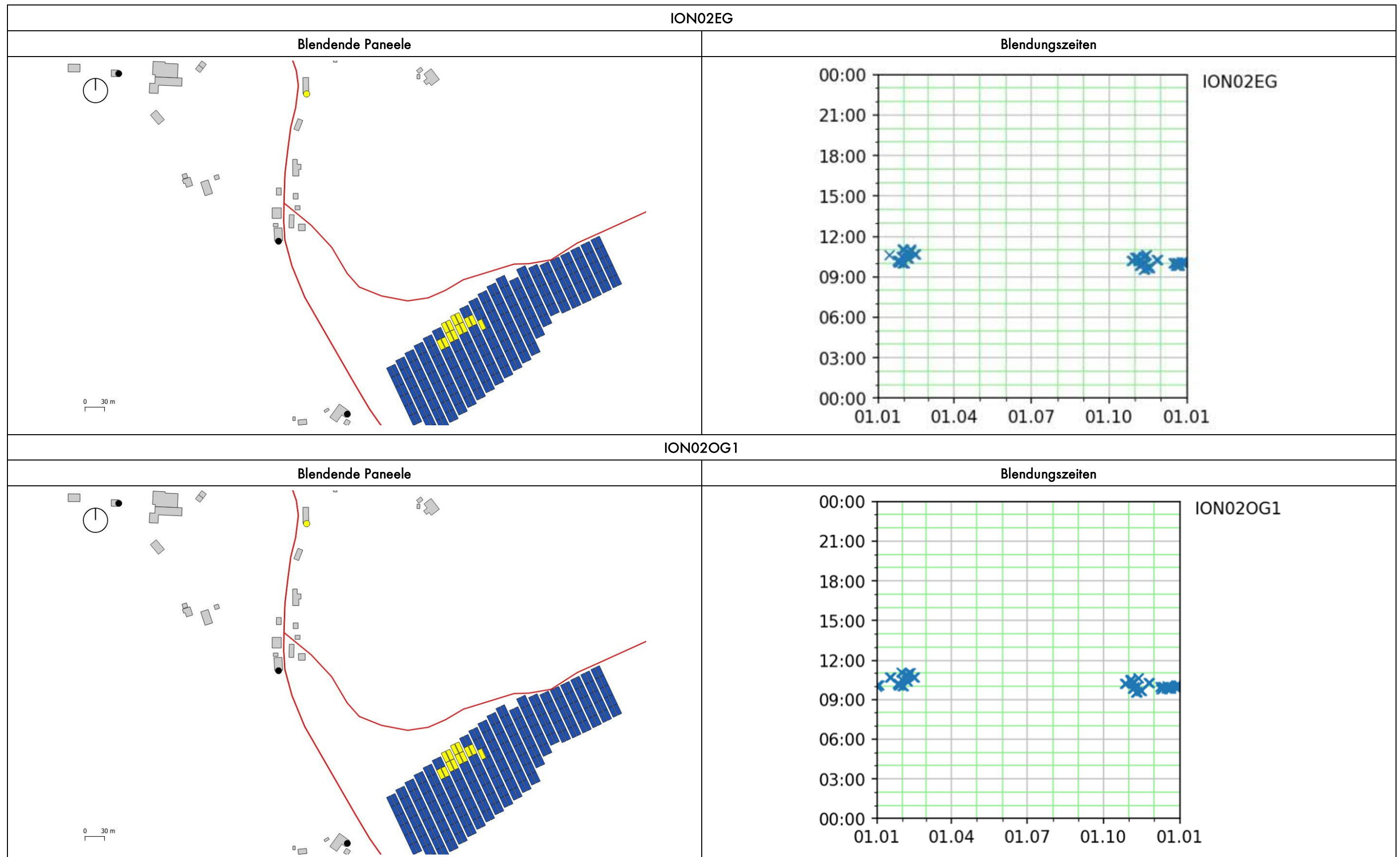
Anlage 1: Übersichtslageplan

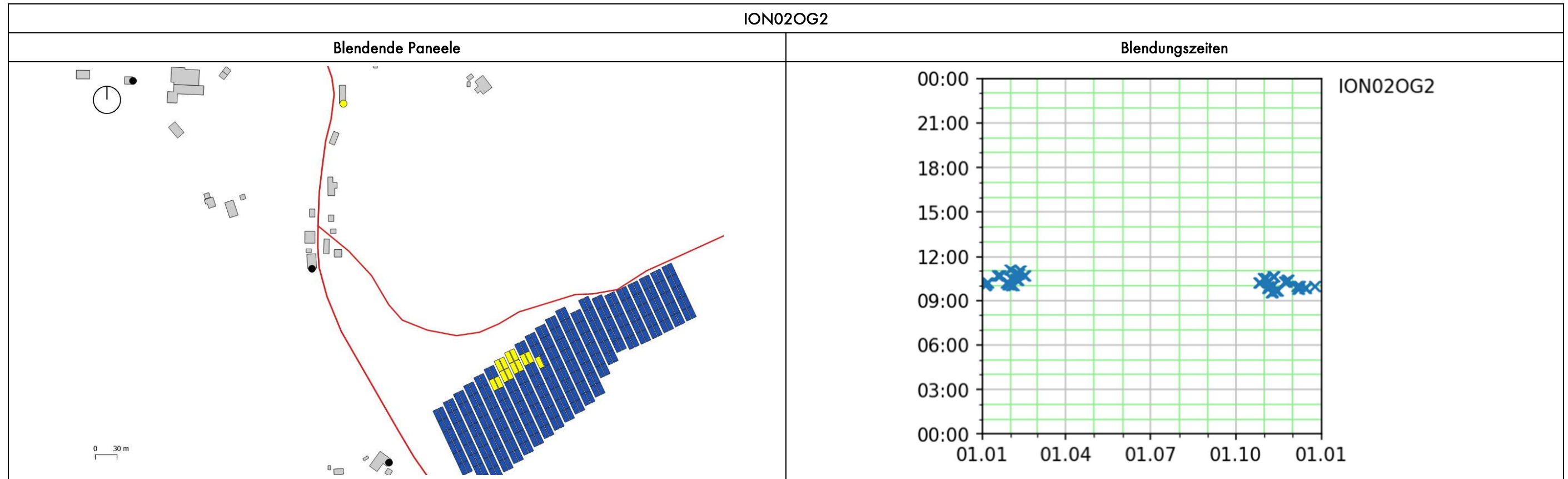


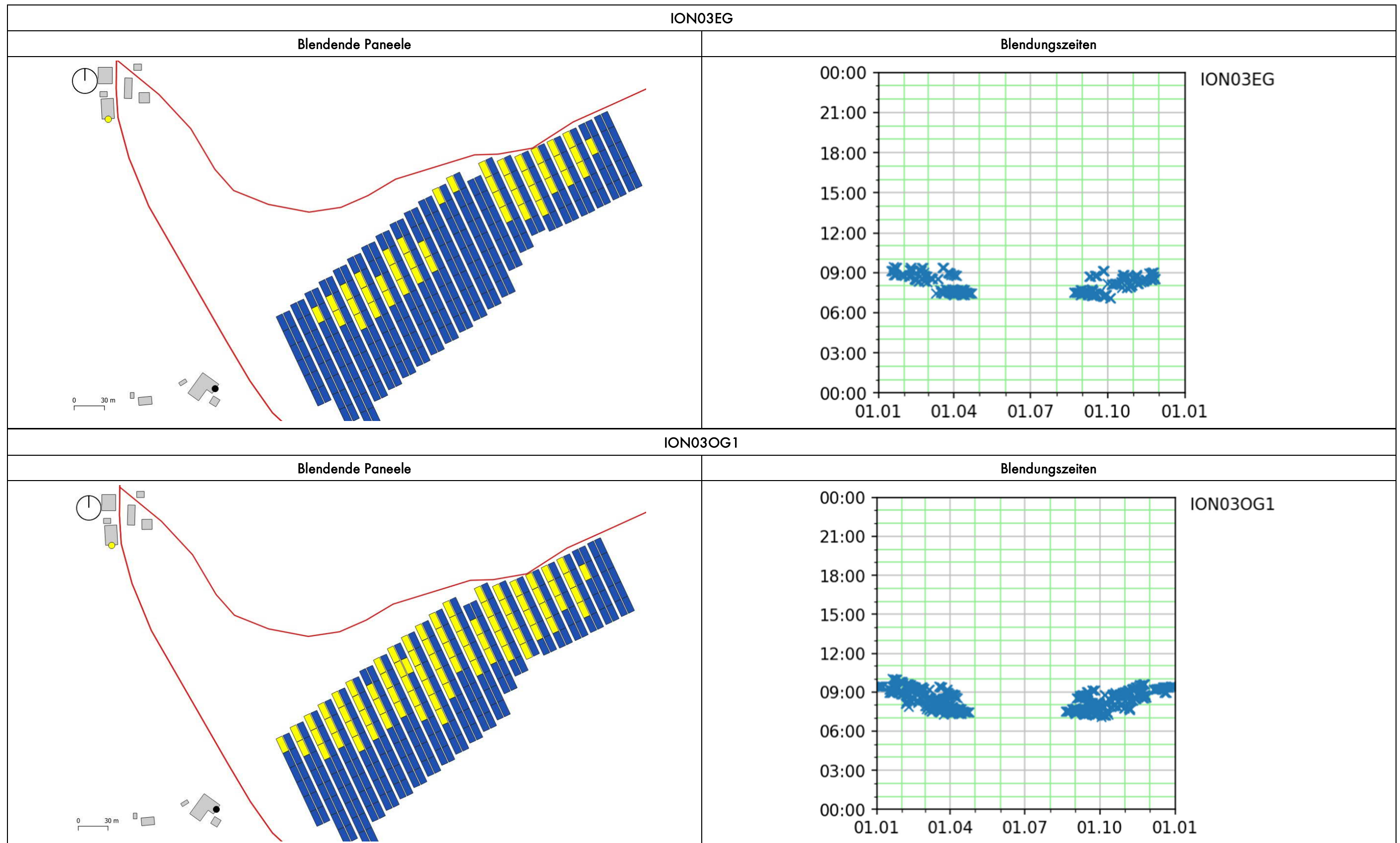
Anlage 2: Blendungen in der bewohnten Nachbarschaft

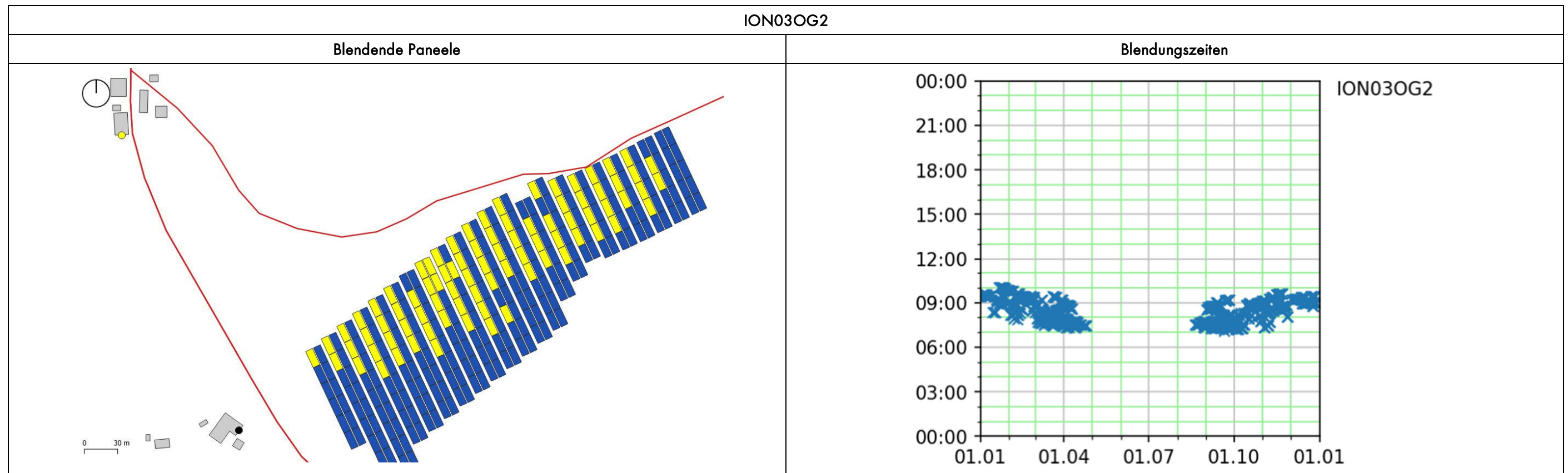
In den nachfolgenden Abbildungen sind die am Immissionsort zu Blendungen führenden Paneele gelb dargestellt. Der jeweilige Immissionsort ist als gelber Punkt dargestellt. Zusätzlich sind die Zeiten dargestellt, zu denen die Blendungen auftreten. Die Blendungszeiten sind in Winterzeit angegeben. An den Immissionsorten (i.e. ION5 und ION7) treten keine Blendungen auf.

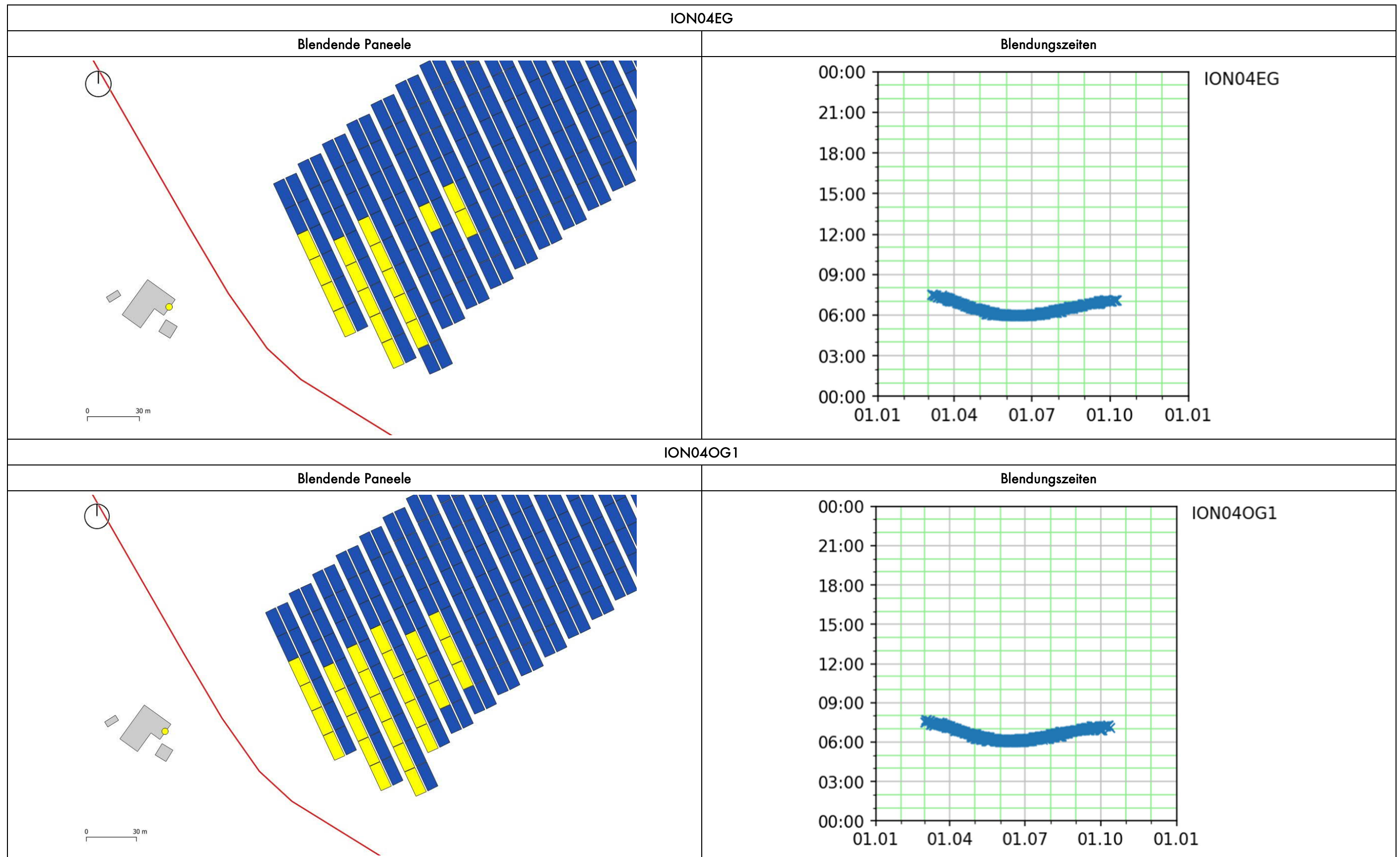


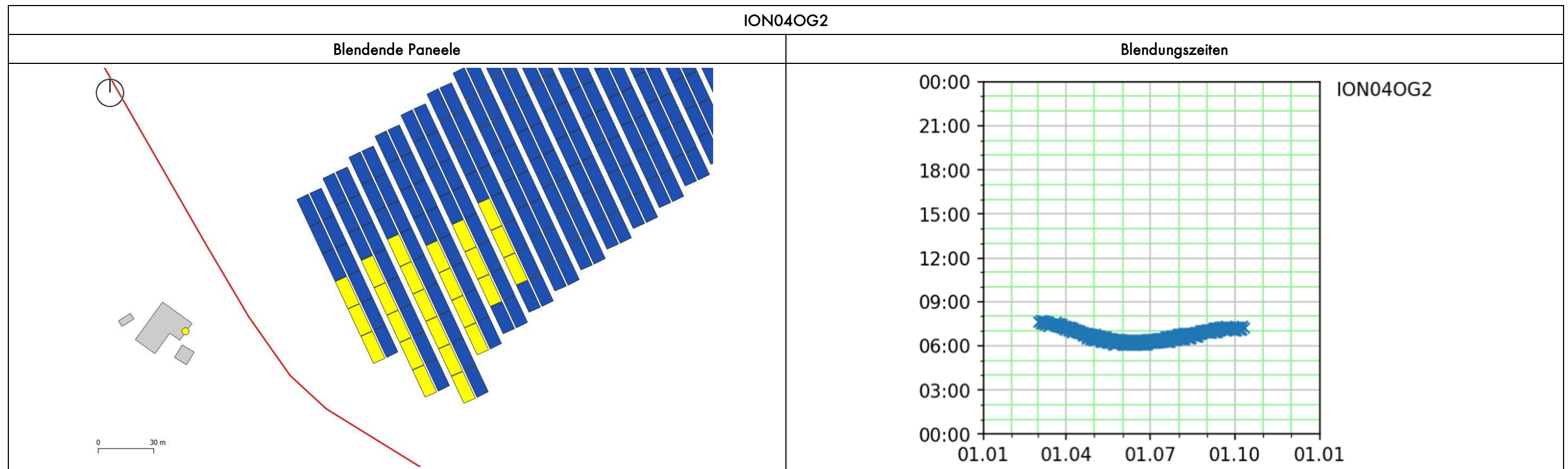


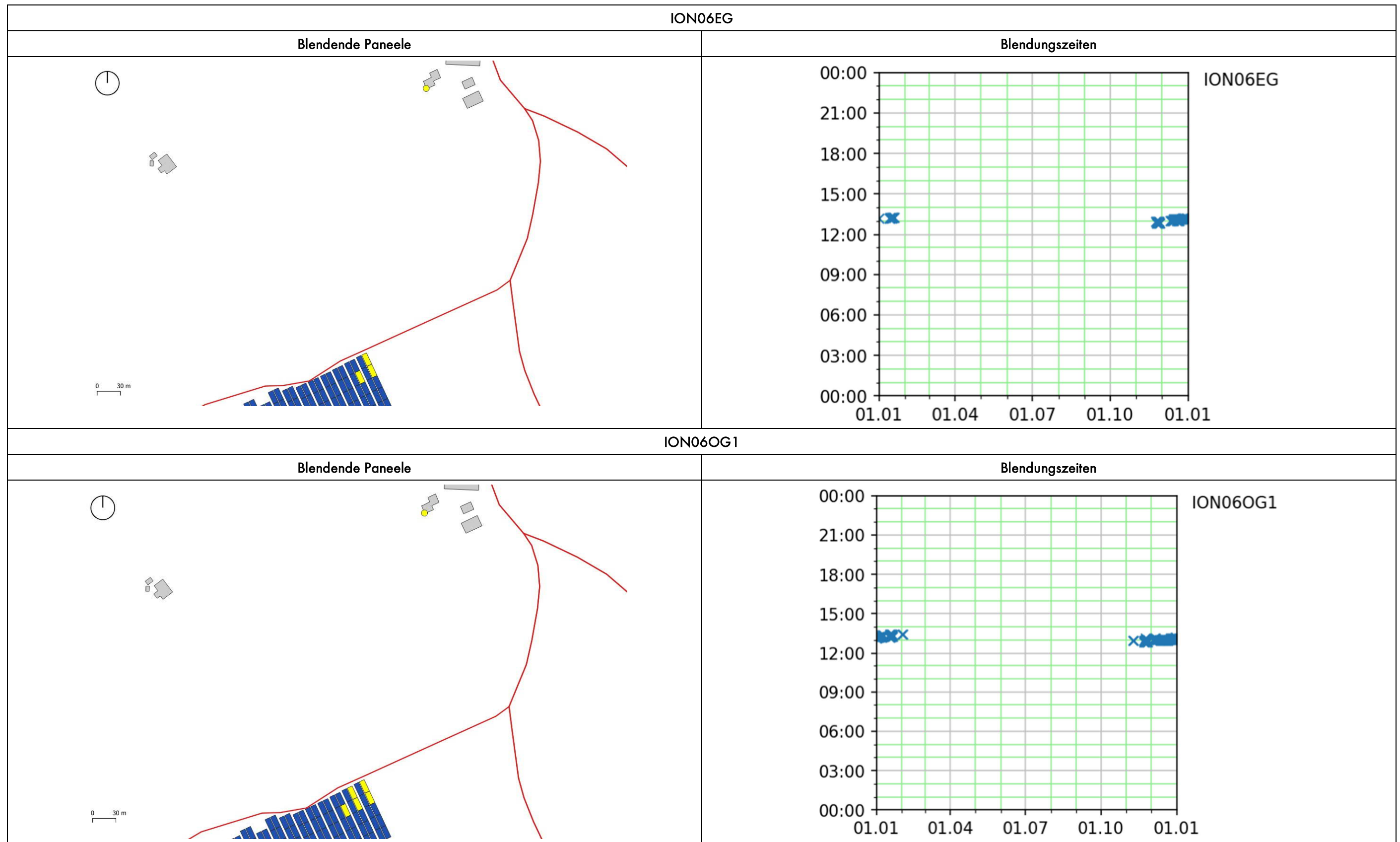


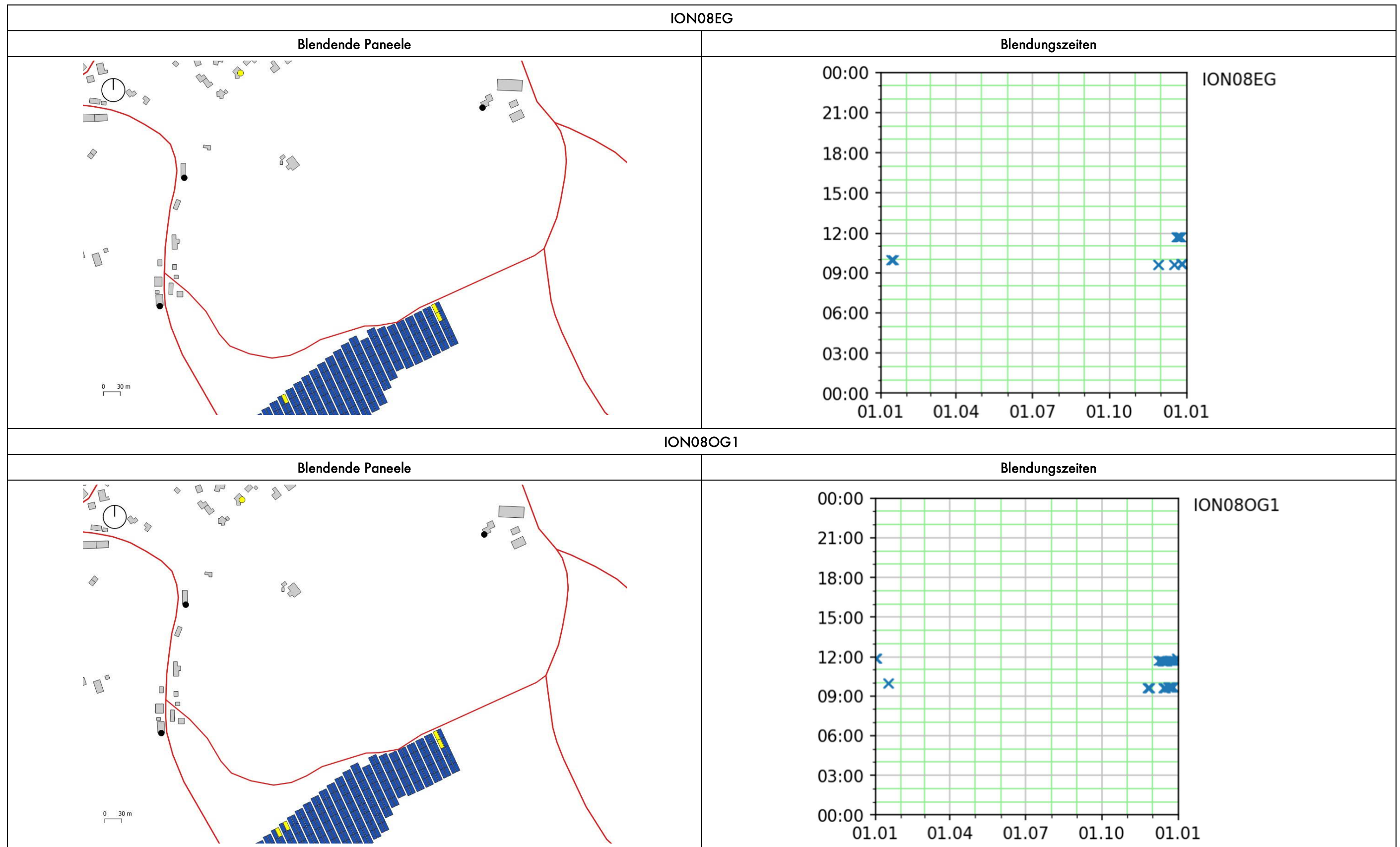






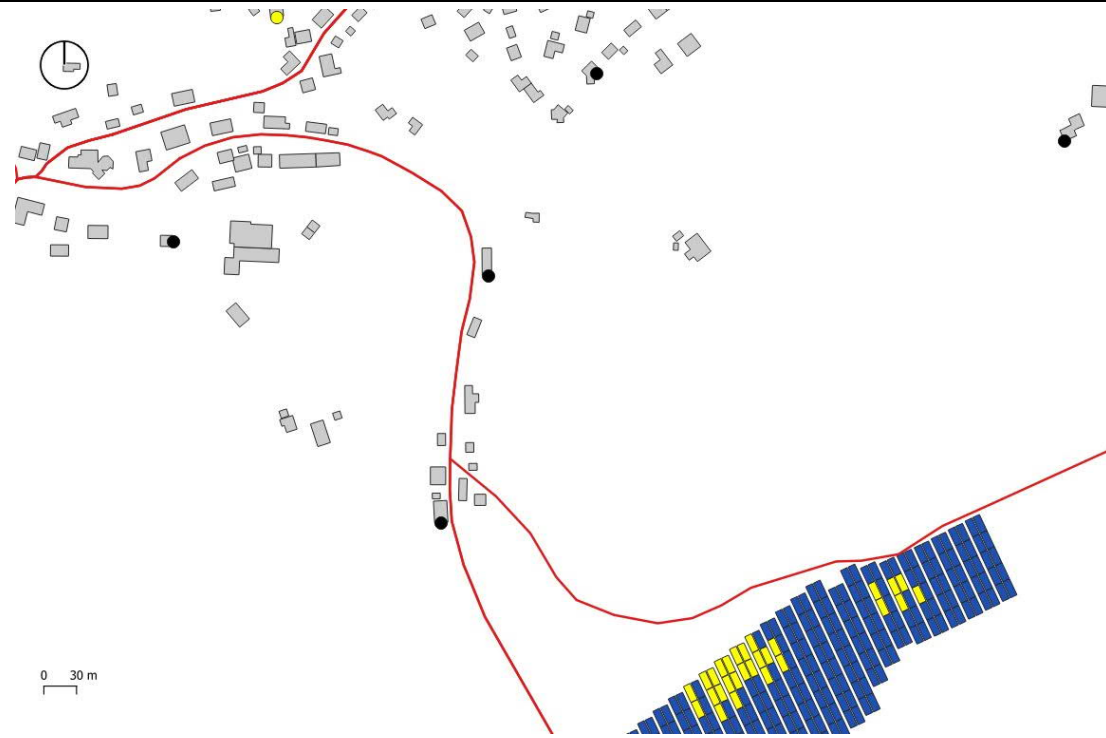




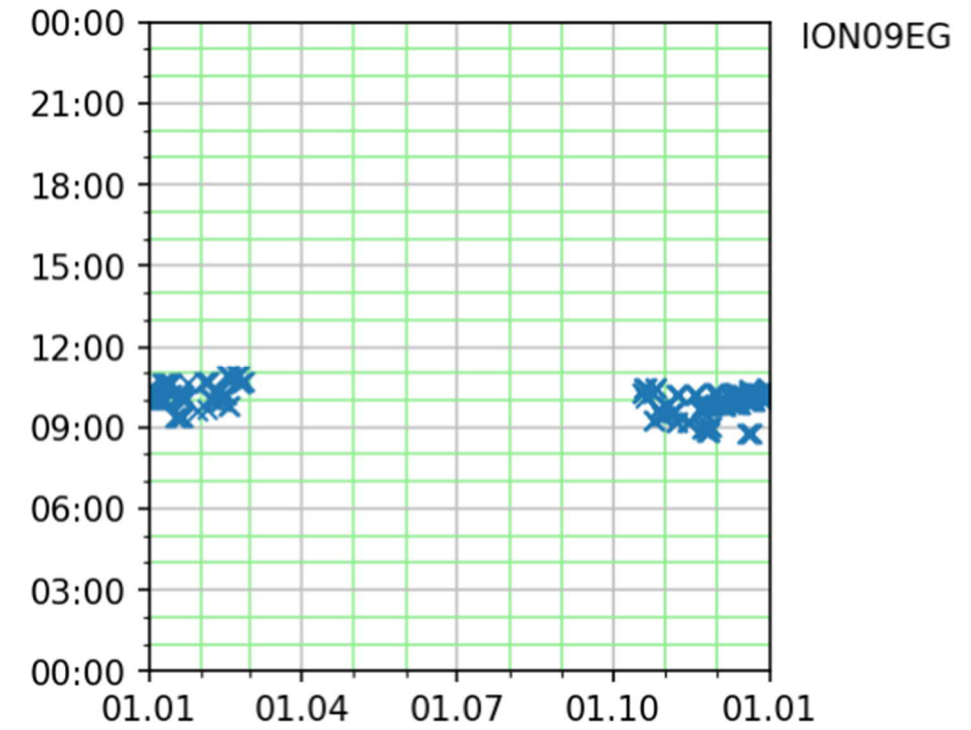


ION09EG

Blendende Paneele

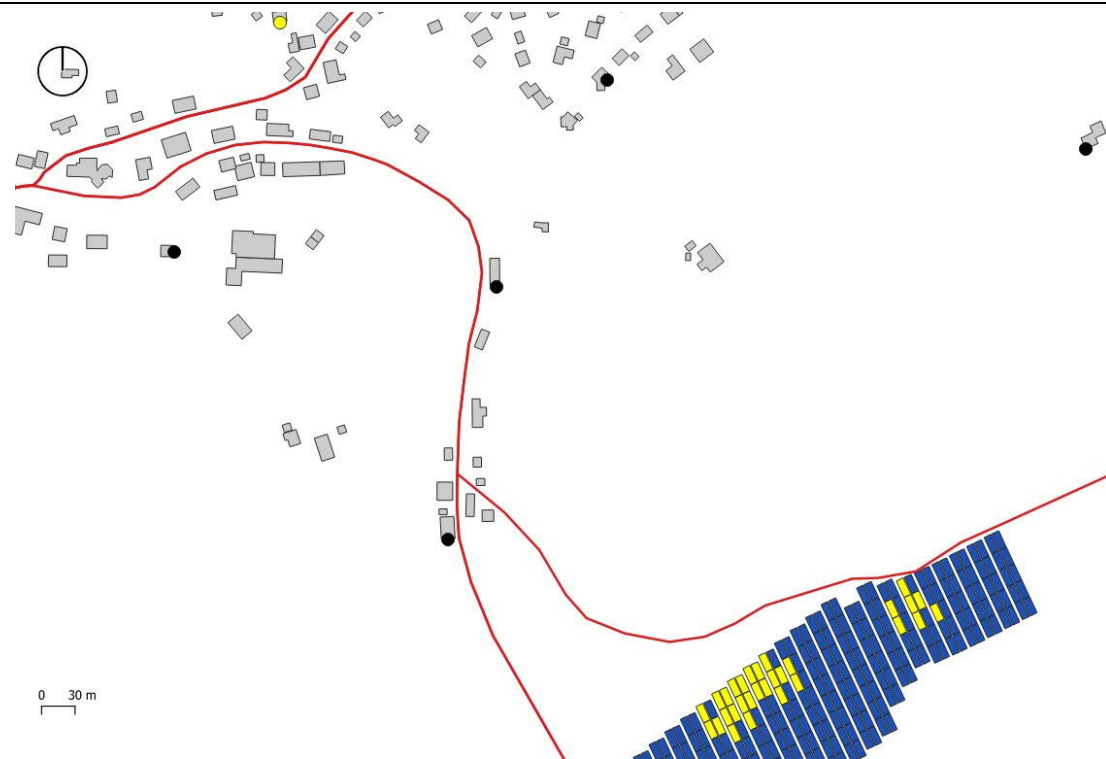


Blendungszeiten

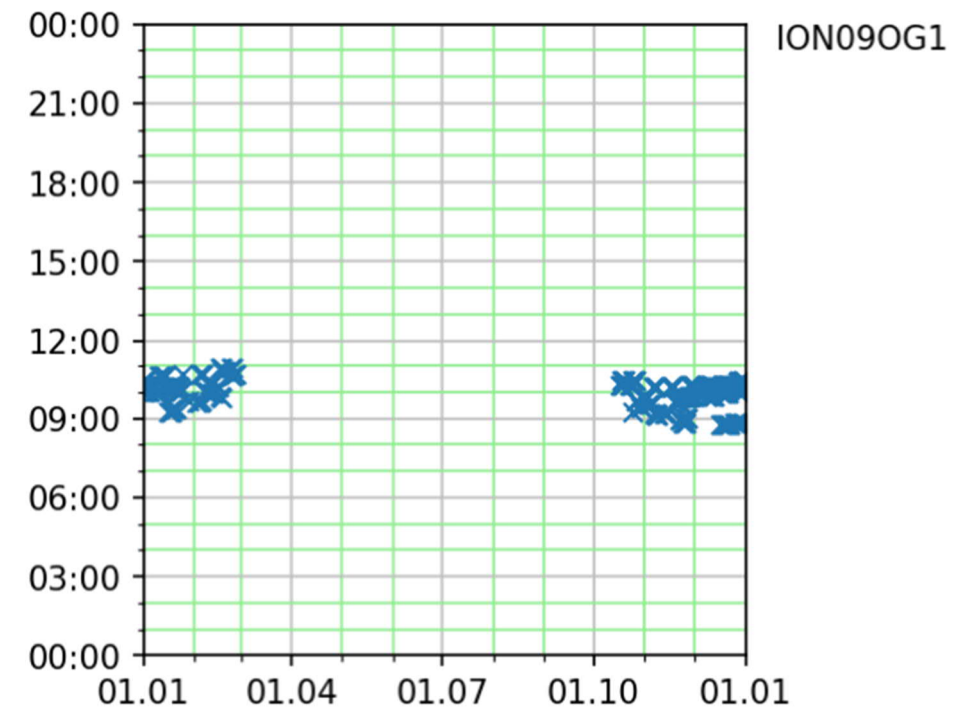


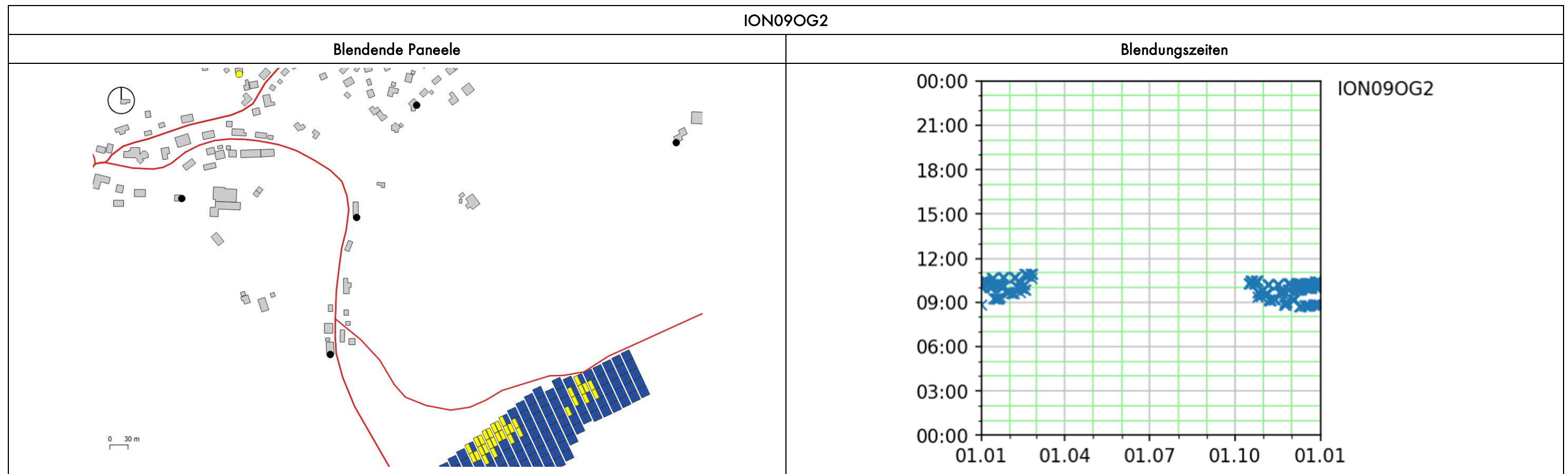
ION09OG1

Blendende Paneele



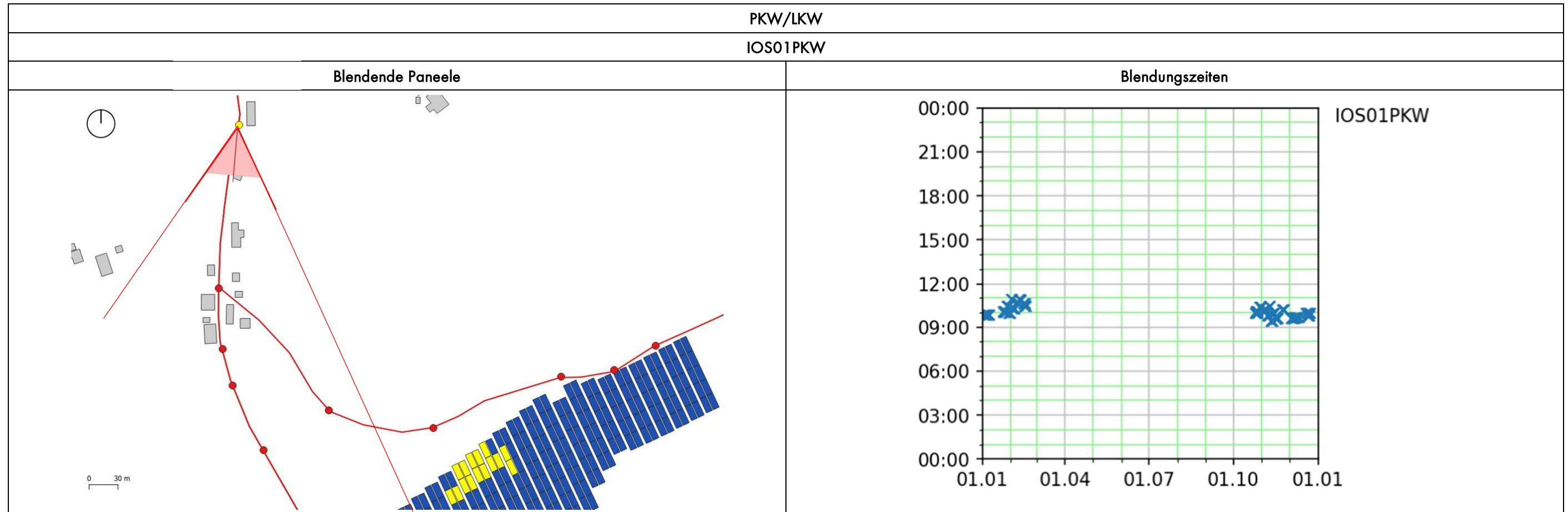
Blendungszeiten





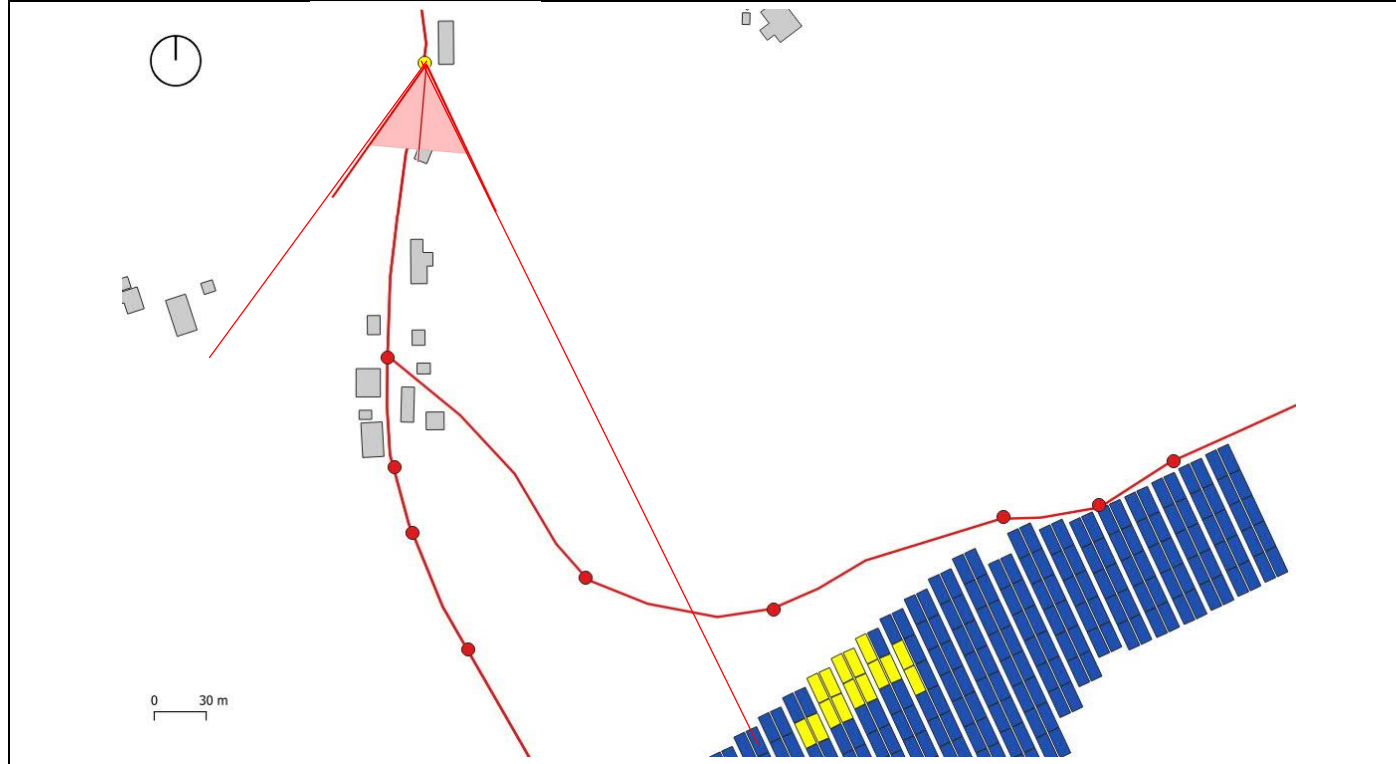
Anlage 3: Blendungen im Verkehr

In den nachfolgenden Abbildungen sind die am Immissionsort zu Blendungen führenden Paneele gelb dargestellt. Der jeweilige Immissionsort ist als gelber Punkt dargestellt. Zusätzlich sind die Zeiten dargestellt, zu denen die Blendungen auftreten. Die Blendungszeiten sind in Winterzeit angegeben. An den Immissionsorten (i.e. IOS03PKW und IOS08 bis IOS10) treten keine Blendungen auf.

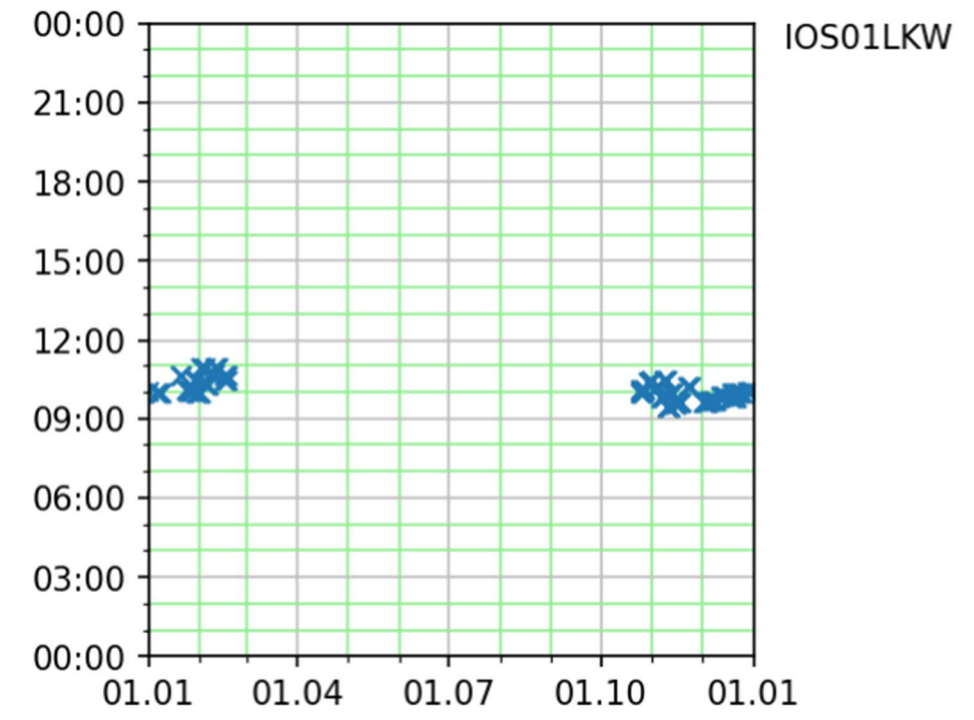


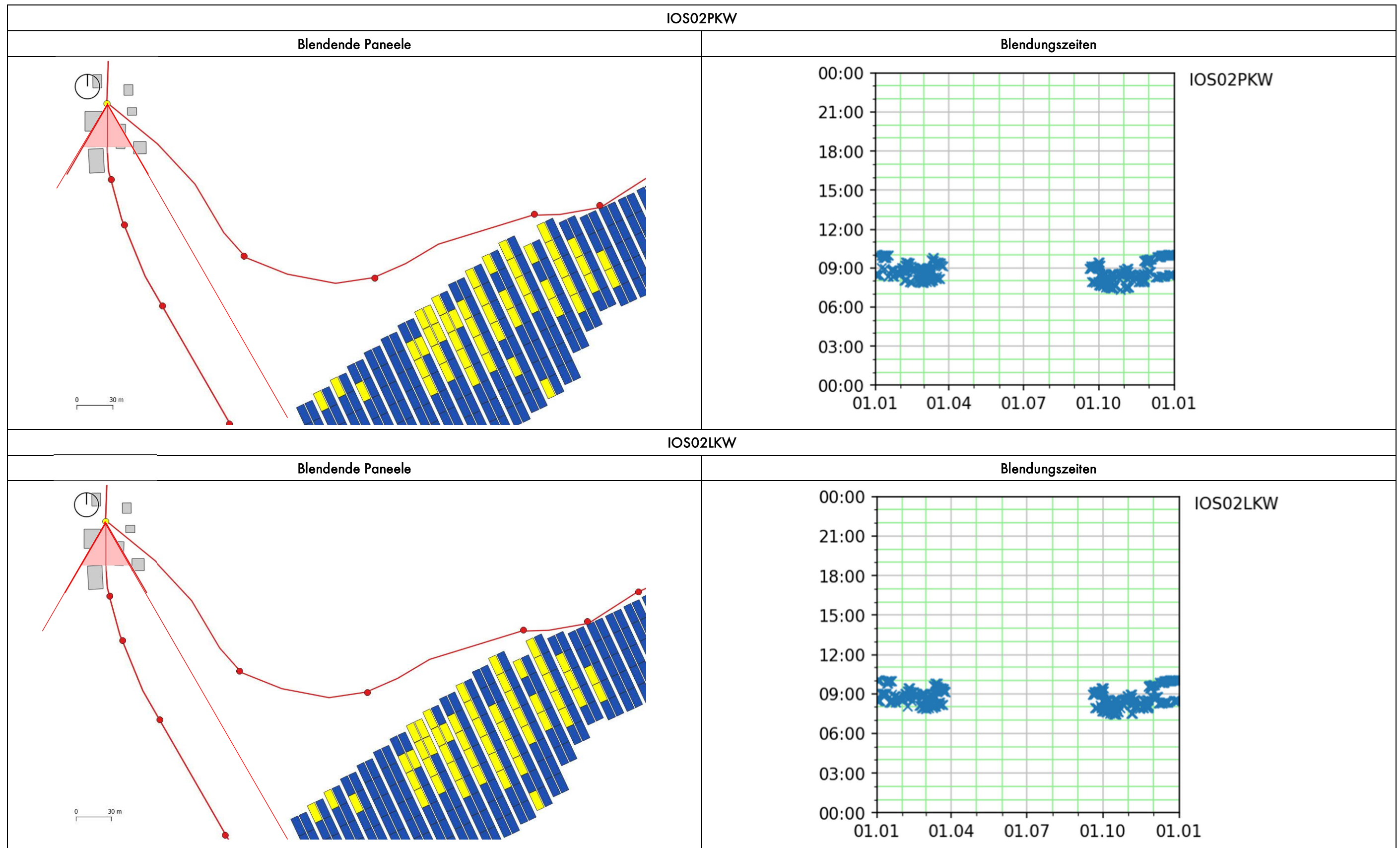
IOS01LKW

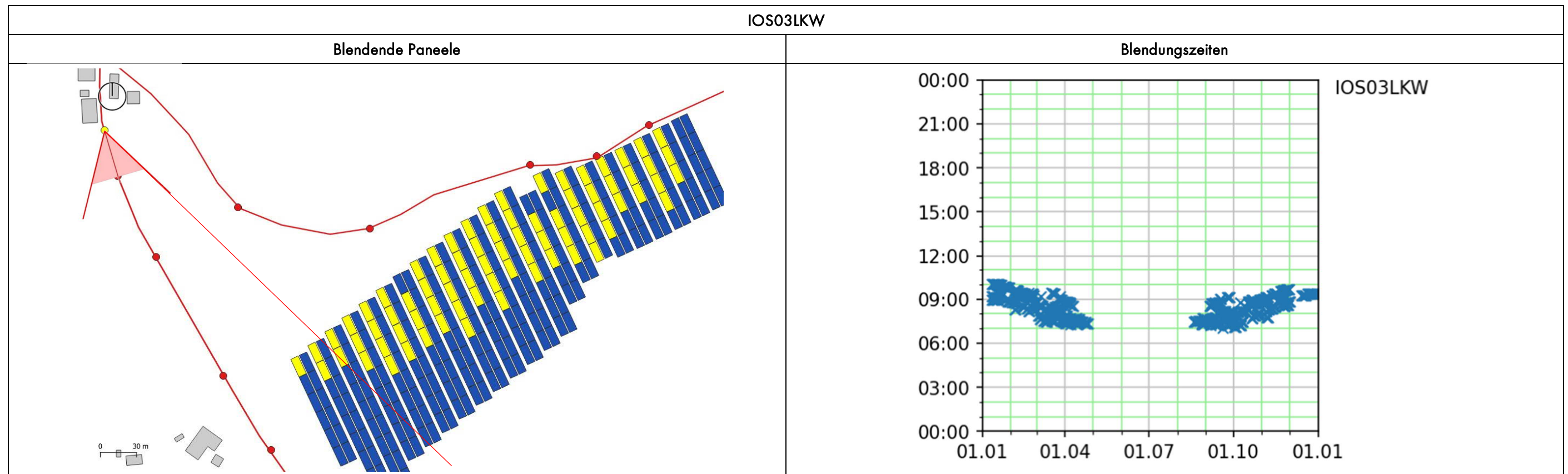
Blendende Paneele

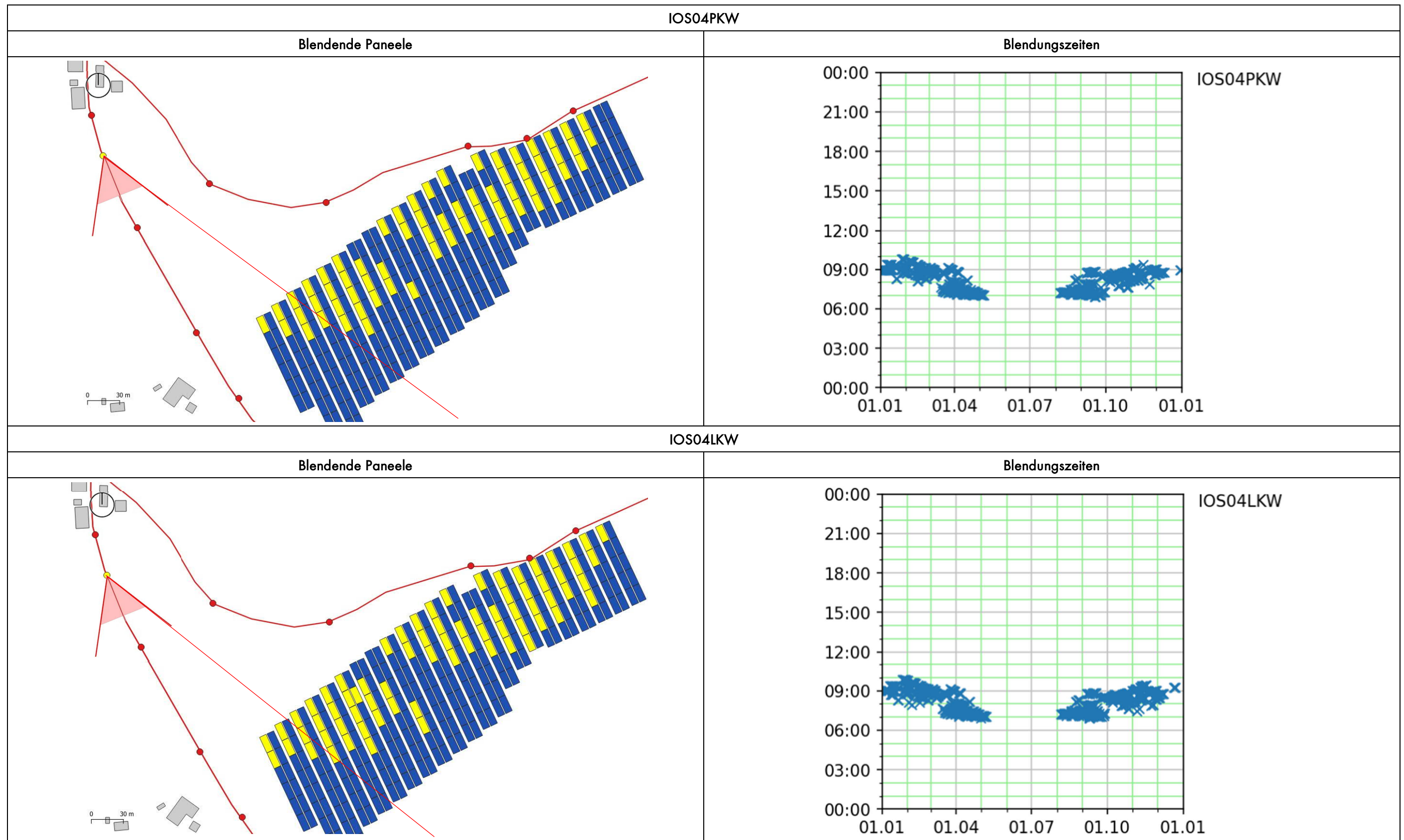


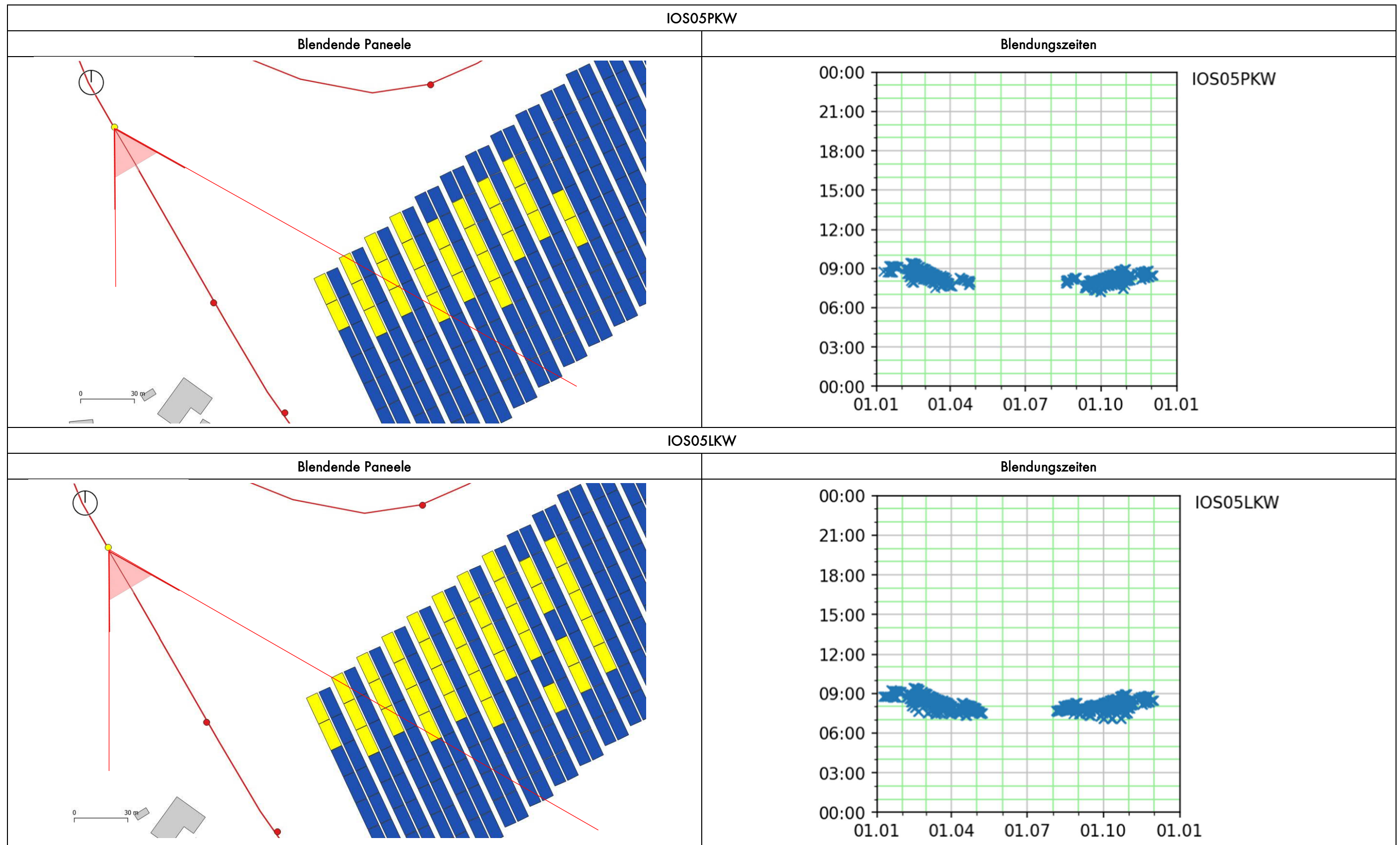
Blendungszeiten

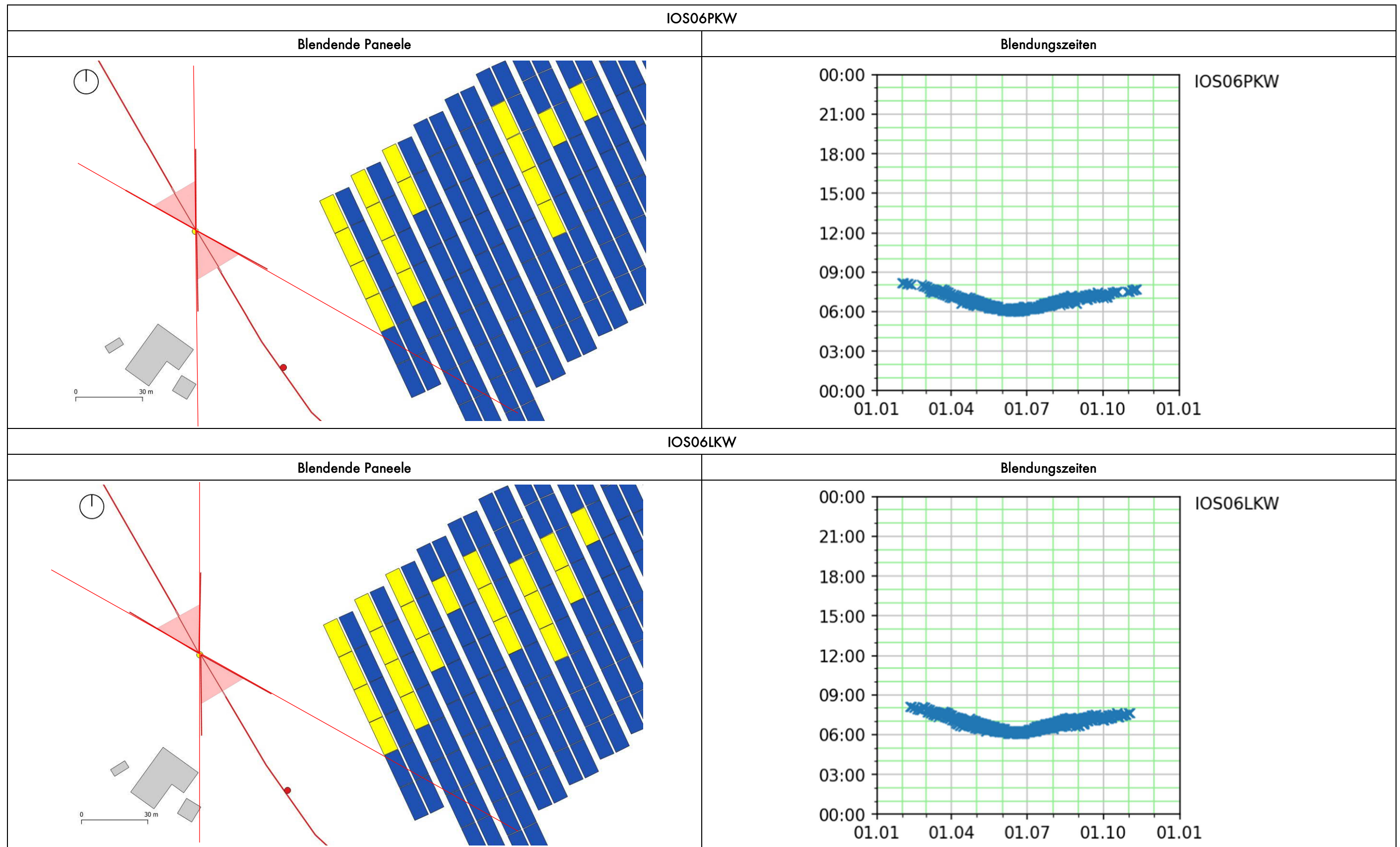


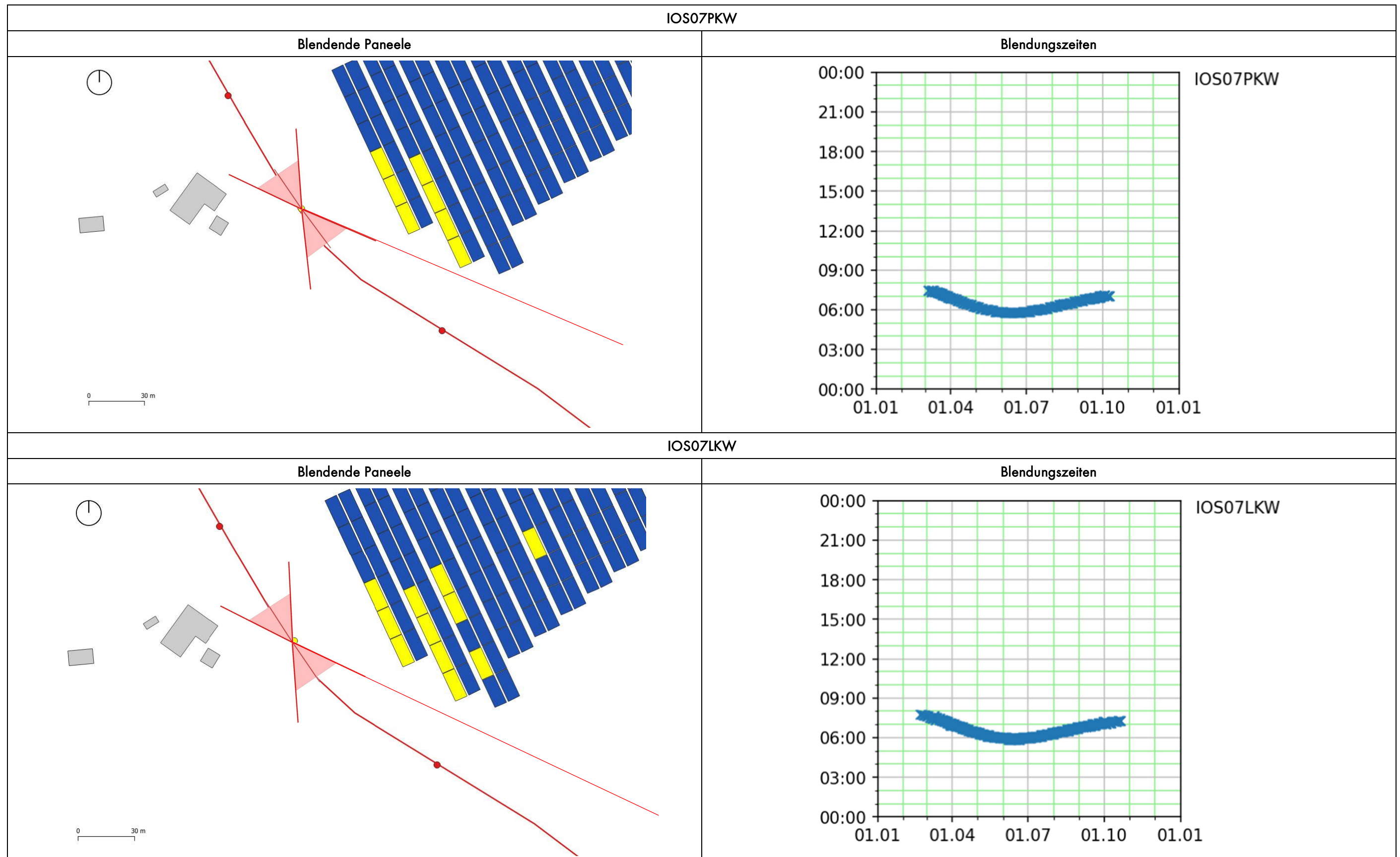


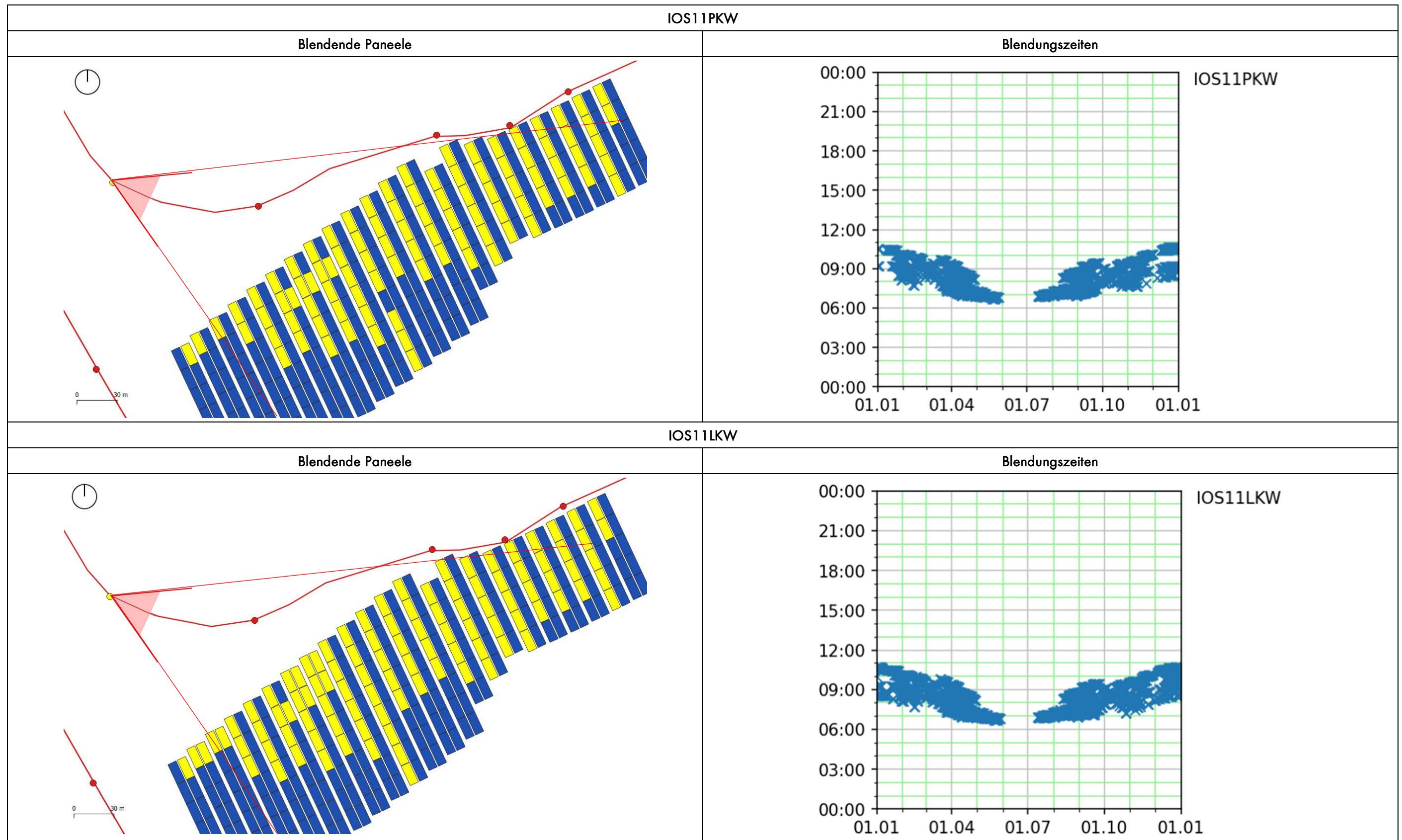






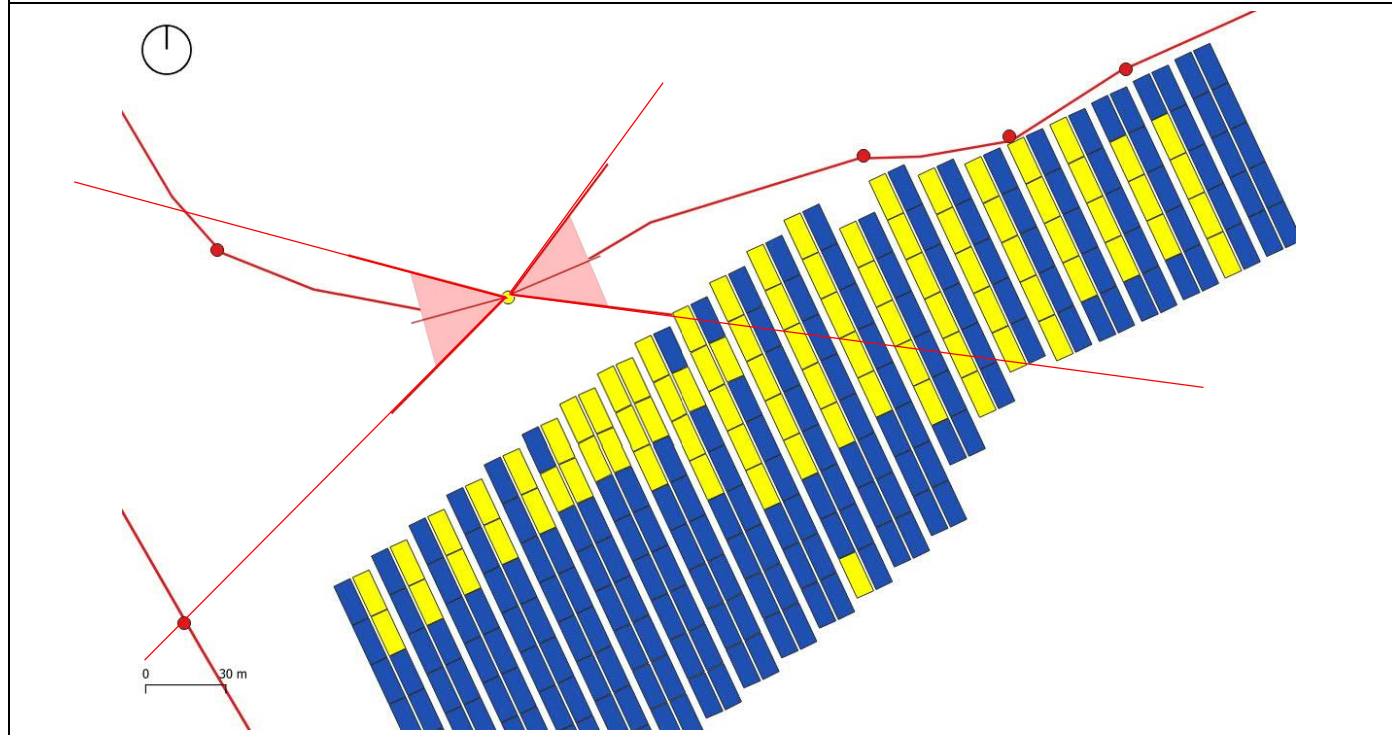




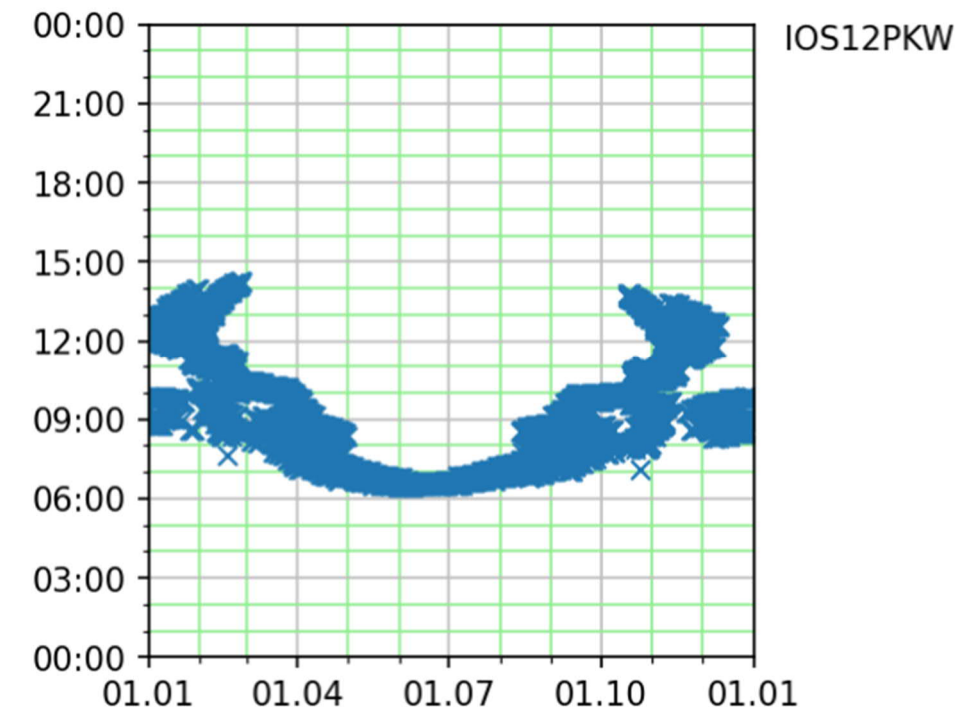


IOS12PKW

Blendende Paneele

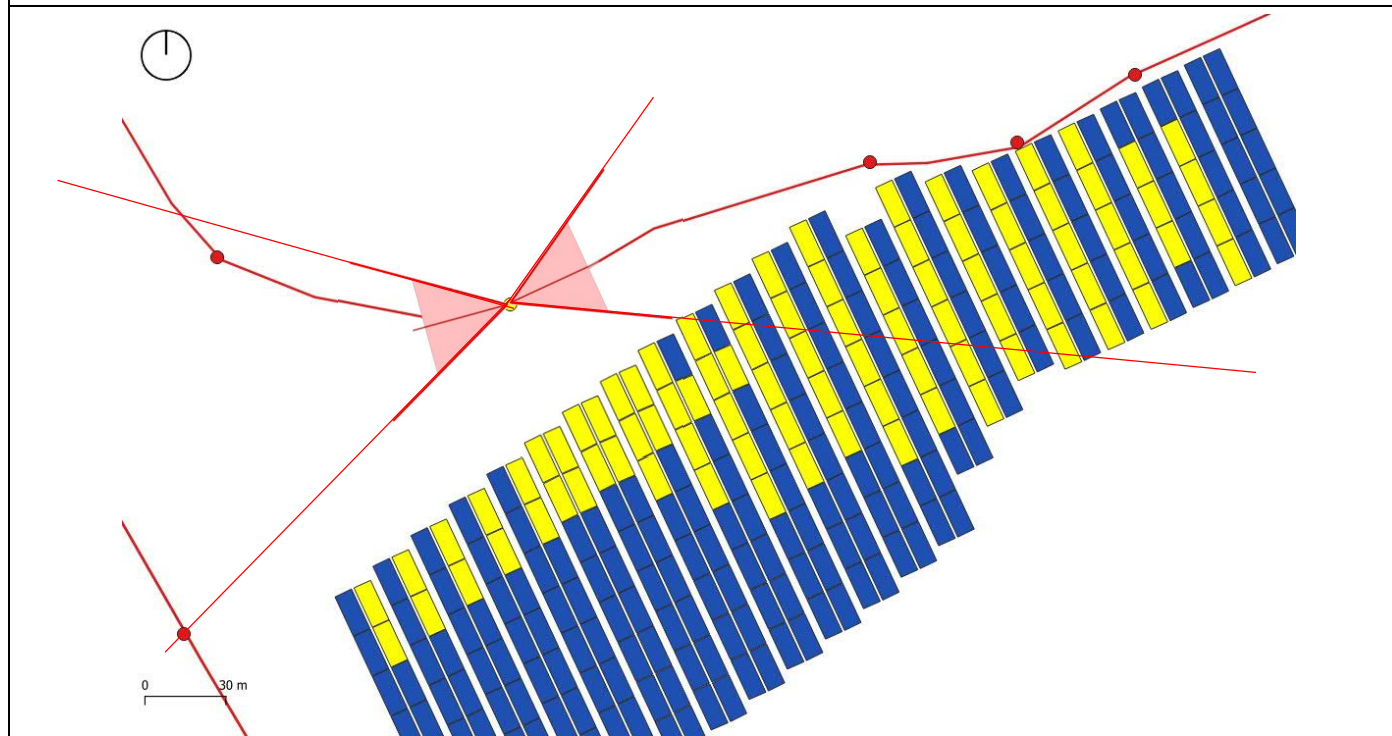


Blendungszeiten

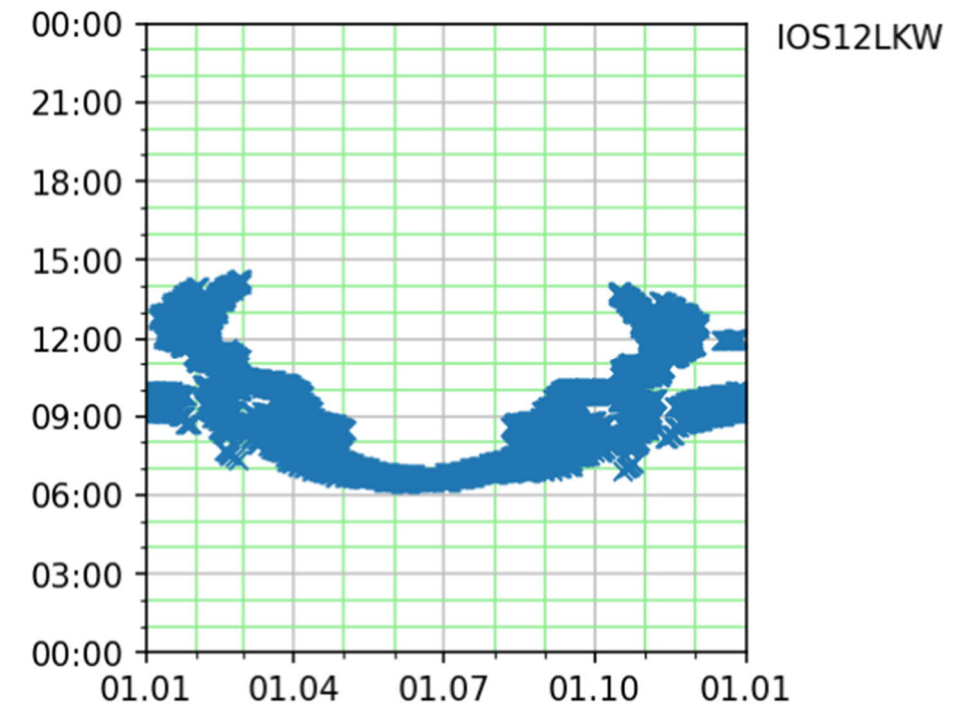


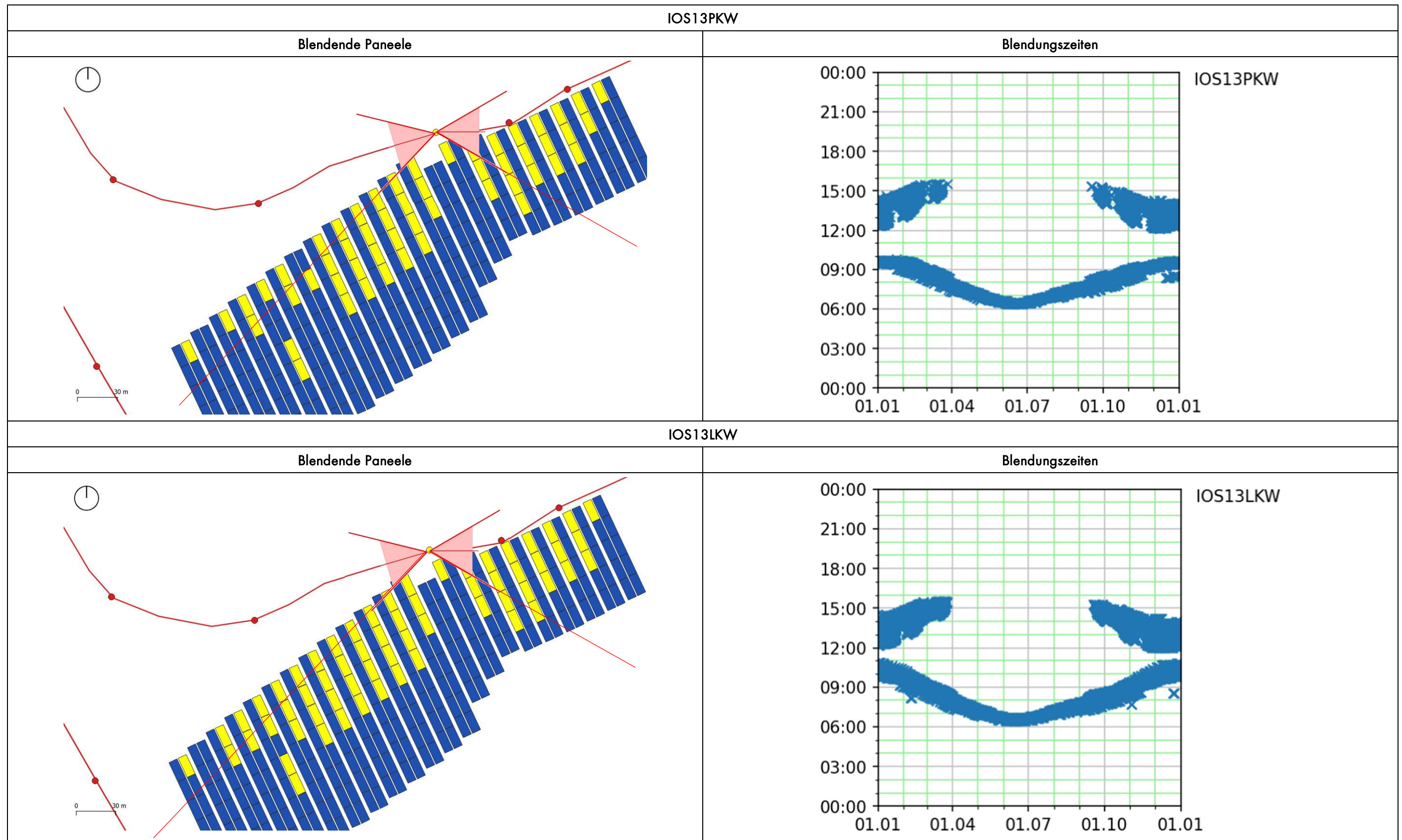
IOS12LKW

Blendende Paneele



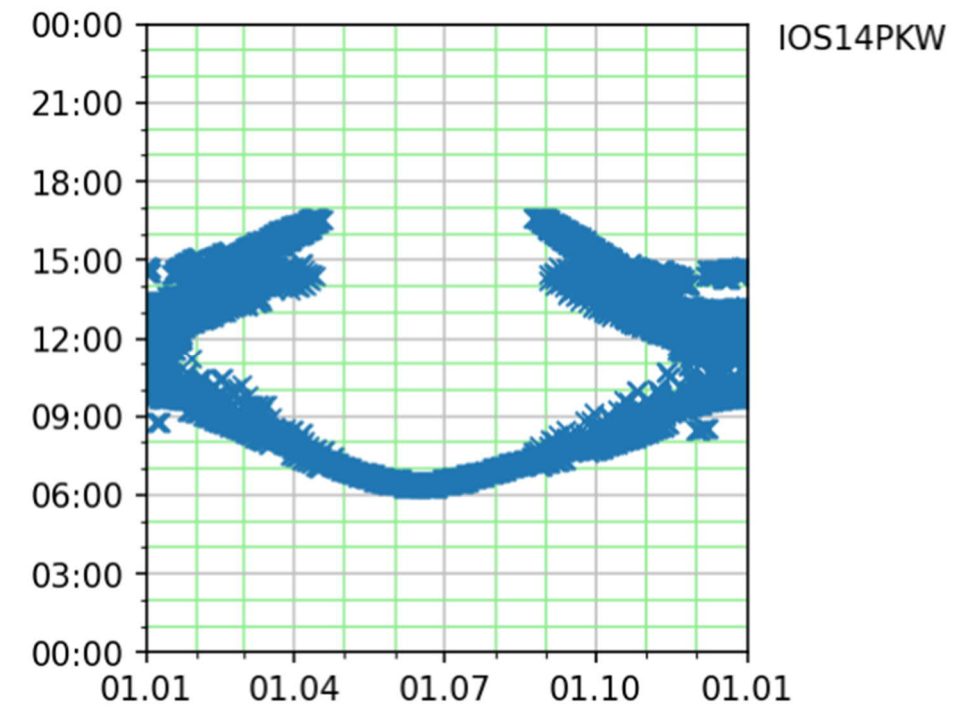
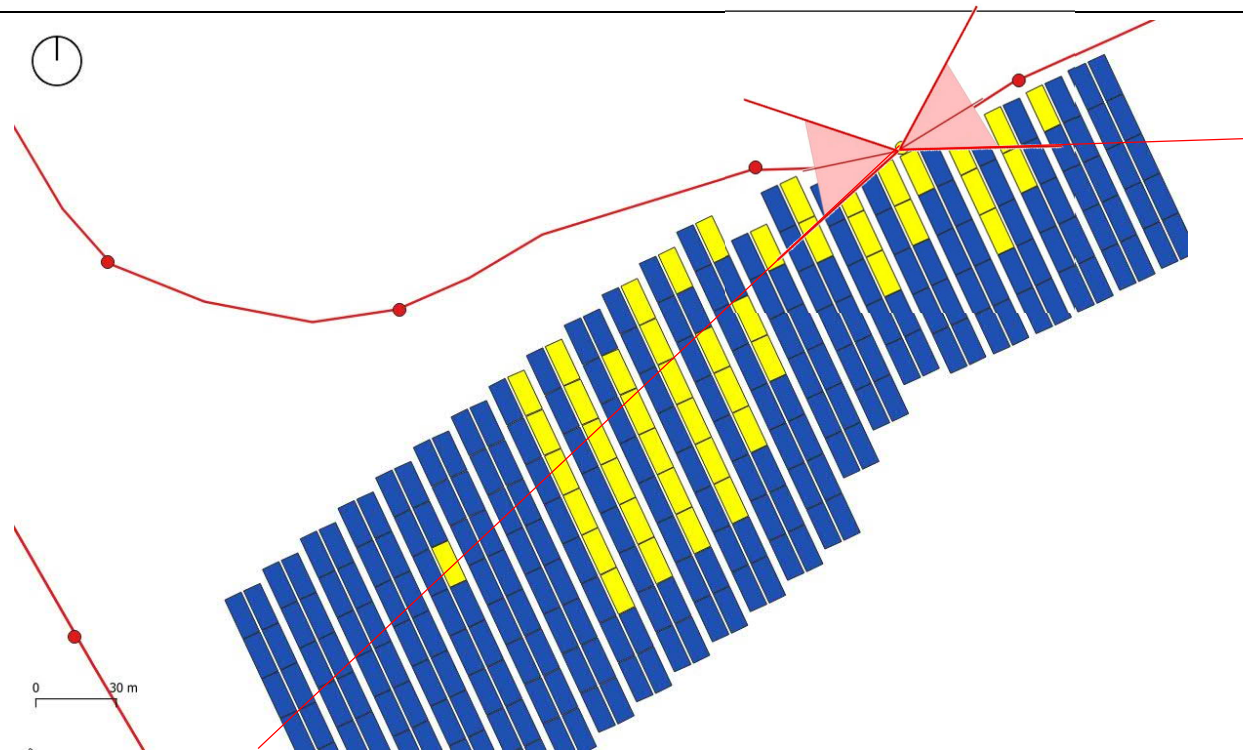
Blendungszeiten





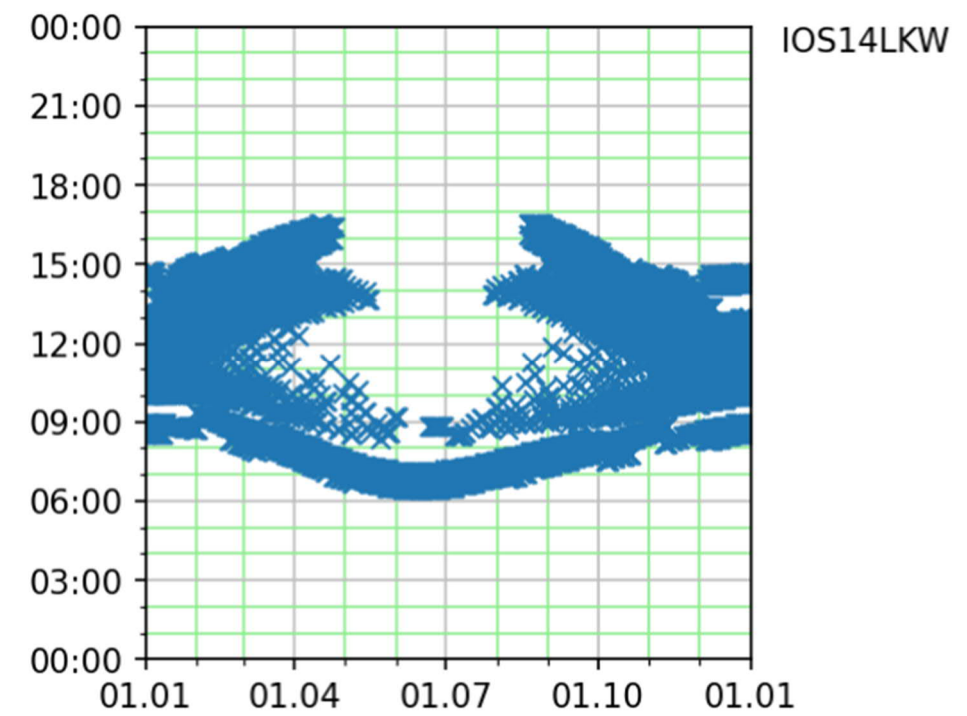
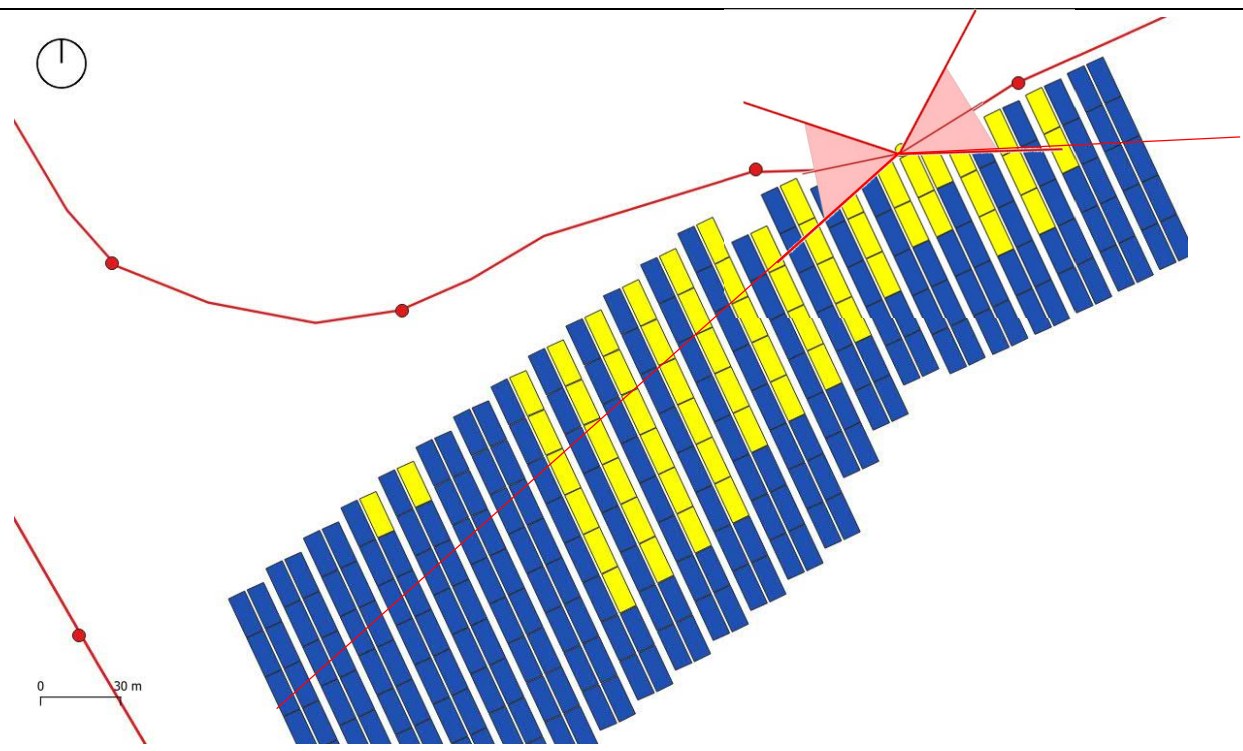
IOS14PKW

Blendende Paneele



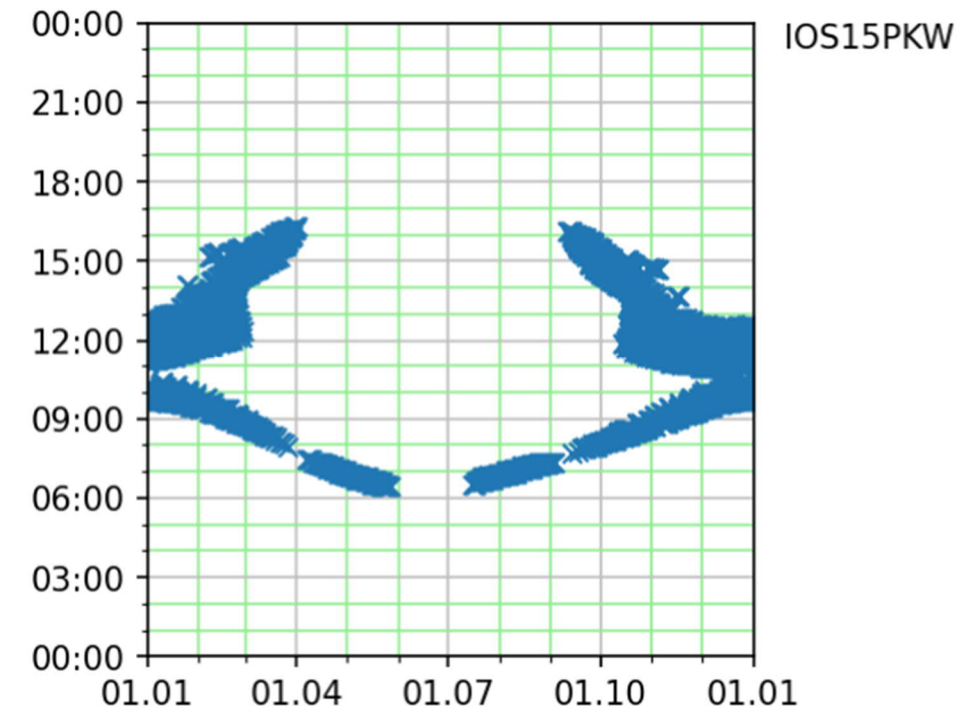
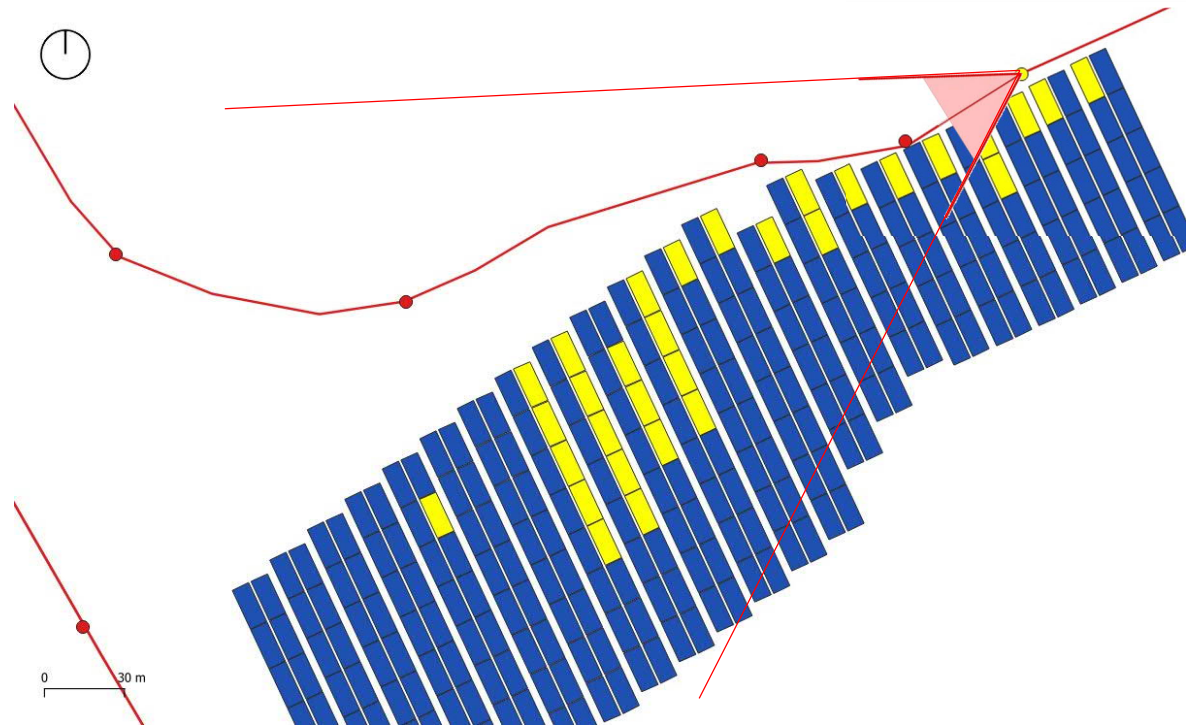
IOS14LKW

Blendende Paneele



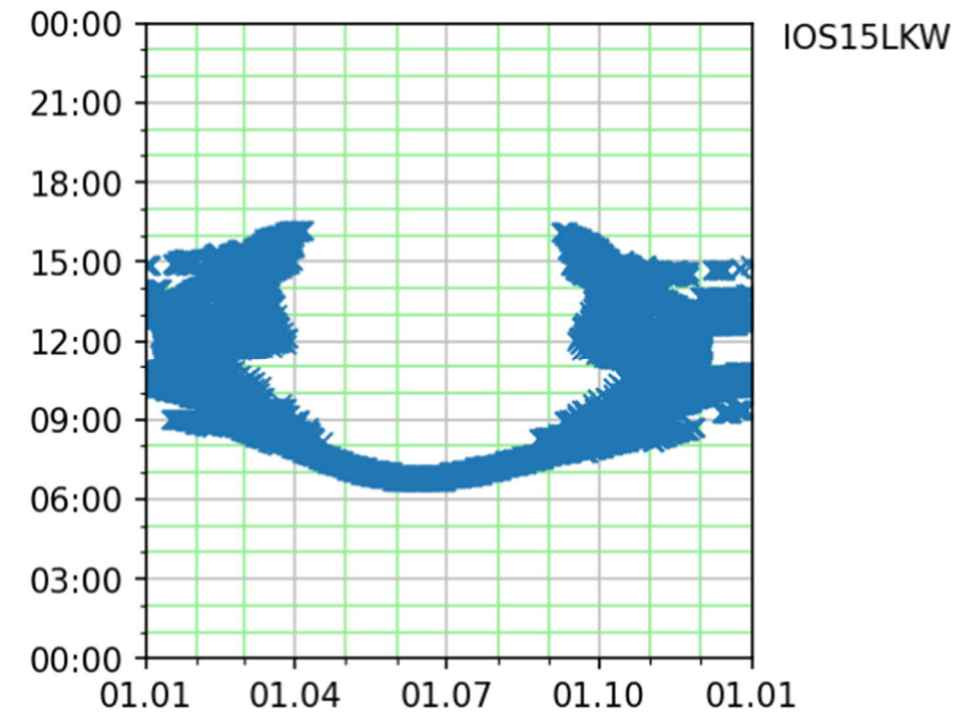
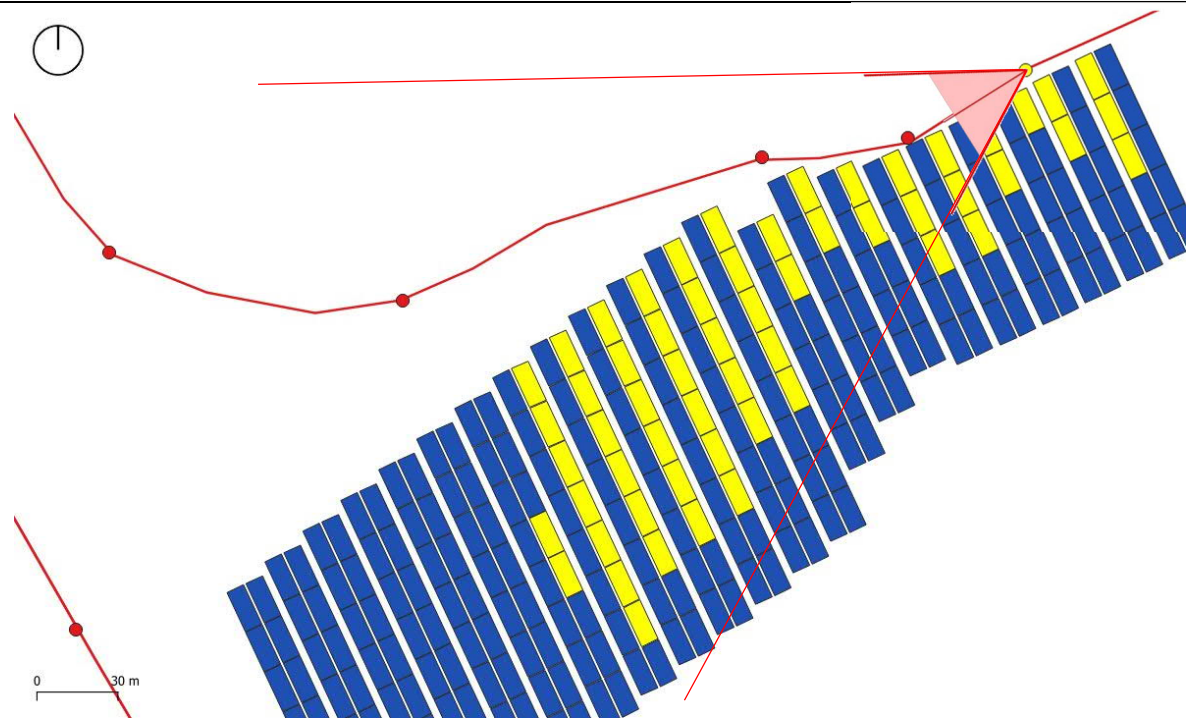
IOS15PKW

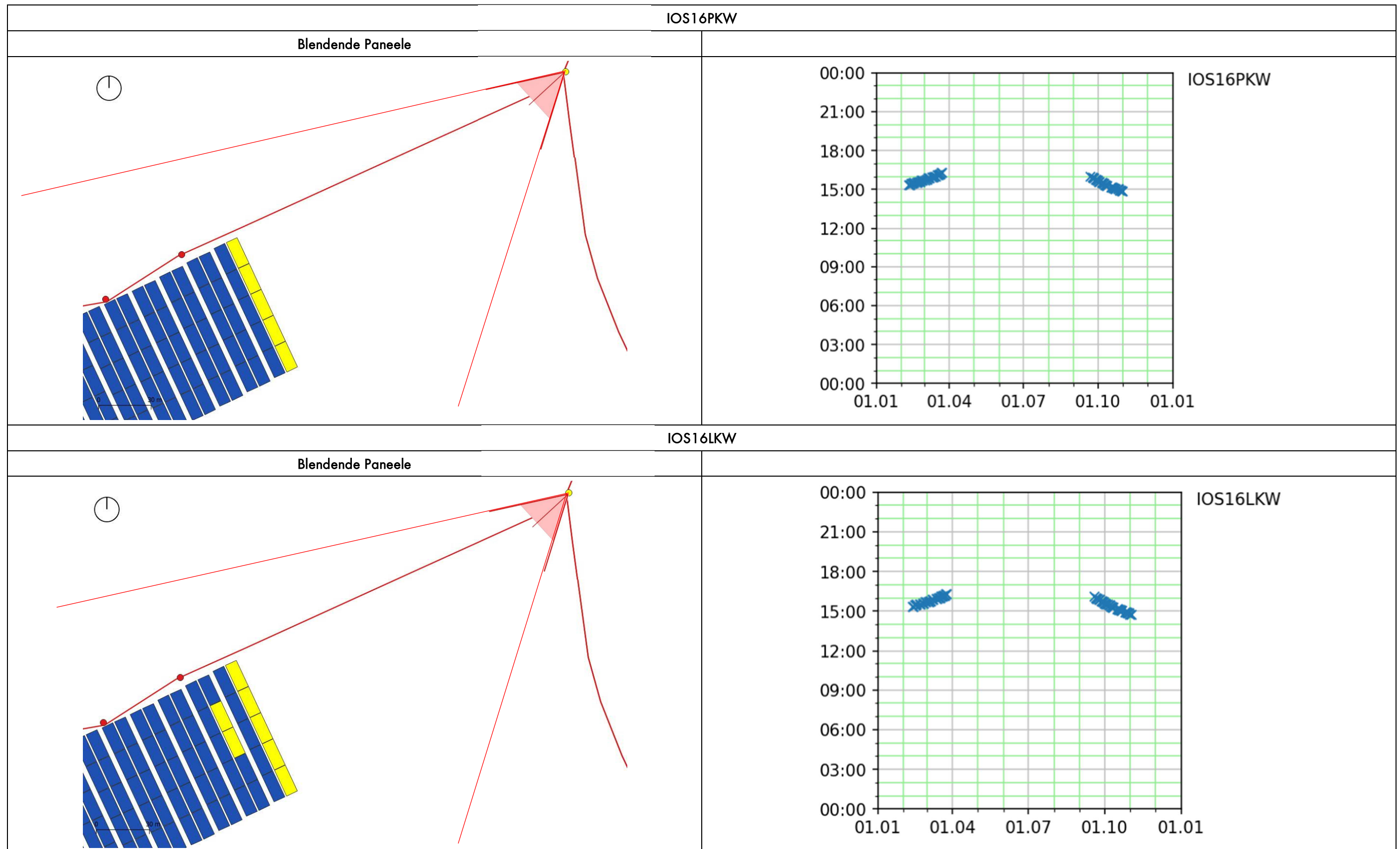
Blendende Paneele



IOS15LKW

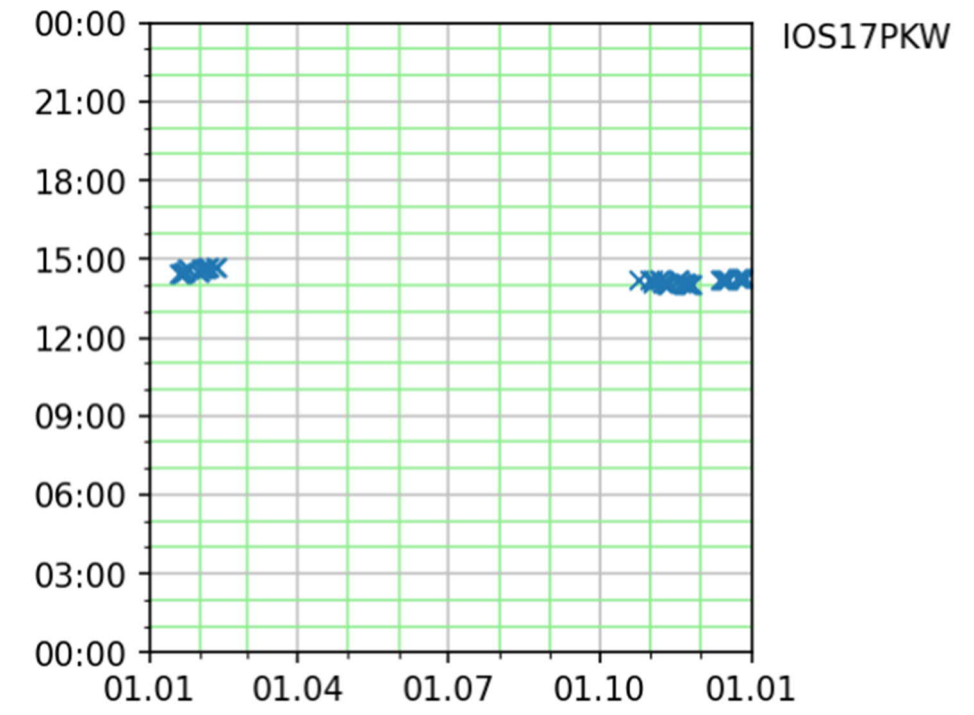
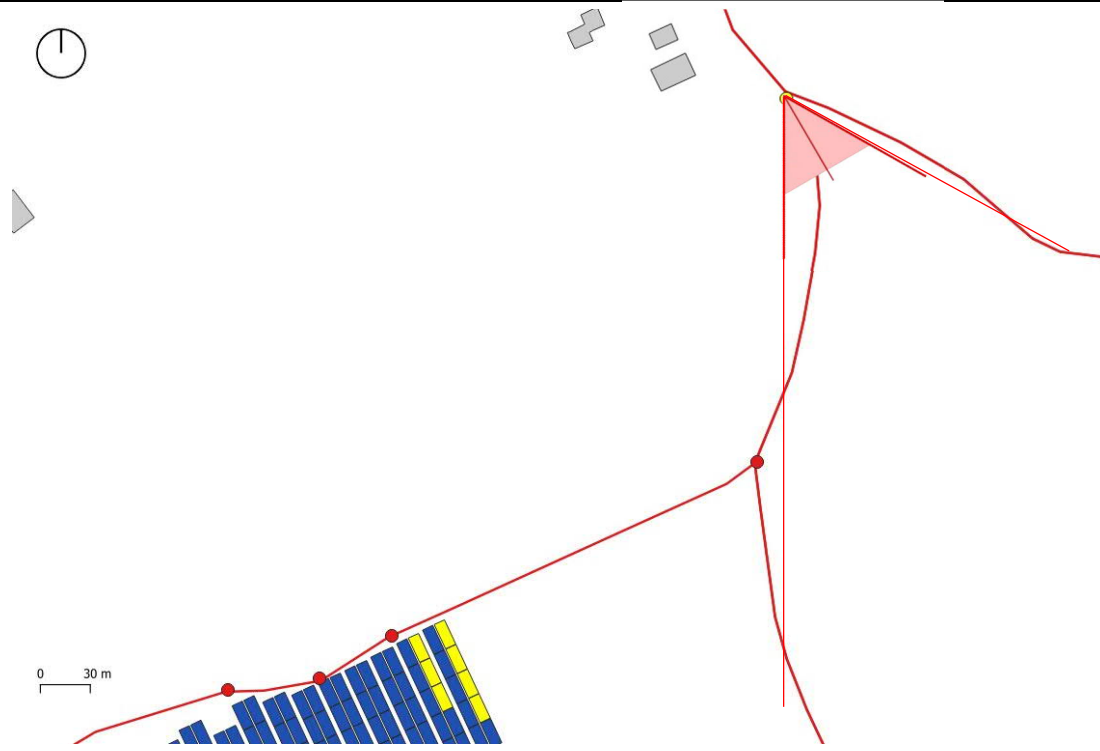
Blendende Paneele





IOS17PKW

Blendende Paneele



IOS17LKW

Blendende Paneele

