

Blendungsuntersuchung

Solarpark Berghof in der
Gemeinde Tengen

Bericht Nr. 770-6562

im Auftrag der

Solarcomplex AG

78224 Singen am Hohentwiel

München, im September 2021

Blendungsuntersuchung

Solarpark Berghof in der
Gemeinde Tengen

Bericht-Nr.: 770-6562

Datum: 02.09.2021

Auftraggeber: solarcomplex AG
Ekkehardstr. 10
78224 Singen am Hohentwiel

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

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

Inhaltsverzeichnis:

1. Aufgabenstellung	7
2. Örtliche Gegebenheiten	7
3. Grundlagen.....	9
4. Blendungsberechnung.....	12
4.1 Berechnungsmethode.....	12
4.2 Blendquellen.....	12
4.3 Maßgeblich Immissionsorte	15
4.4 Blendeinwirkungen an den Immissionsorten	18
4.5 Beurteilung der Blendeinwirkung	21
4.6 Maßnahmen.....	23
5. Anlagen	27

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1:	Übersichtslageplan und Höhenverlauf im Plangebiet und der umliegenden Nachbarschaft.....	8
Abbildung 2:	Belegungsplan des geplanten Solarparks [2] und Benennung.....	13
Abbildung 3:	Immissionsorte in der bewohnten Nachbarschaft (IO Nachbarschaft)	16
Abbildung 4:	Immissionsorte im Straßenbereich (IO S(trasse)).....	18
Abbildung 5:	Lage der Sichtunterbrechung von Maßnahme 2.....	25

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1:	Immissionsrichtwerte k für Blendung [5]	10
Tabelle 2:	Schwellenwerte verursacht durch Blendung [5]	11
Tabelle 3:	Blendungen in der bewohnten Nachbarschaft.....	19
Tabelle 4:	Blendungen im Verkehrsraum	20
Tabelle 5:	Blendungen im Verkehrsraum	23

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 14 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436) geändert worden ist
- [2] Modullageplan des Planvorhabens im DWG-Format, übermittelt durch Herrn Hallier der engcon GmbH am 20.08.2021
- [3] Information zur Neigung der Modultische, übermittelt durch Herrn Hallier der engcon GmbH am 29.07.2021
- [4] Data-Sheet Q.PEAK DUO XL-G11.7 570-590, Hersteller: Q CELLS, Mai 2021
- [5] 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
- [6] Lichtimmissionen, Messung, Beurteilung und Verminderung, Gemeinsamer Runderlass des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz und des Ministeriums für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr in Österreich, Stand: 11.12.2014
- [7] Blendung durch natürliche und neue künstliche Lichtquellen und ihre Gefahren, Strahlenschutzkommission, 16./17. Februar 2006
- [8] Über die Blendungsbewertung von reflektiertem Sonnenlicht bei Solaranlagen, Schierz, Tagung LICHT, 2012
- [9] DIN EN 13201-2: Straßenbeleuchtung-Teil 2: Gütermerkmale, Juni 2016
- [10] DIN 5034, Teil 2: Tageslicht in Innenräumen: Grundlagen, Februar 1985
- [11] Höhenmodell des Plangebiets und der umliegenden Nachbarschaft in Tengen, übermittelt durch Herrn Hallier der engcon GmbH am 01.08.2021
- [12] Flurkarte des Plangebiets und der umliegenden Nachbarschaft in Tengen, übermittelt durch Herrn Wiemhoff von der Solarcomplex AG am 30.07.2021
- [13] Sichtanalyse im Pkw unter Berücksichtigung von Bewegung und individuellen Körpercharakteristika, Jörg Hudelmaier, 31.10.2002
- [14] Augenbewegungen und visuelle Aufmerksamkeit, Uni Bielefeld, Juli 2011, Link: <https://www.techfak.uni-bielefeld.de/~ihkoesli/vab2011/07-vab2011-hk-augenbewegungen-sw.pdf> (letzter Zugriff am 18.05.2020)
- [15] Blend- und Lärmschutz, Beeinträchtigungen und Verkehrssicherheit, Visuelle Informationsträger für verkehrsfremde Zwecke, Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr (FSV), November 2003

Zusammenfassung:

Die Solarcomplex AG plant im Zuge der Aufstellung des vorhabenbezogenen Bebauungsplans „Solarpark Berghof“ in der Gemeinde Tengen im Landkreis Konstanz die Errichtung eines Solarparks. Der geplante Solarpark ist auf der Fläche mit der Flurnummer 1251 der Gemarkung Tengen vorgesehen, welche momentan landwirtschaftlich genutzt wird.

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

Straßenverkehr

Vom östlichen Solarparkteil gehen keine Blendungen aus. Ausgehend von dem westlichen Solarparkteil gehen physiologische – die Sehfunktion des Verkehrsteilnehmers einschränkende – und psychologische Blendungen aus. Um vor allem die physiologische Blendung auf Verkehrsteilnehmer auf der Leipferdingerstraße, die sich von Norden nach Süden bewegen, und auf der Zubringer Straße, die sich von Westen nach Osten bewegen, zu vermeiden, sind Maßnahmen zur Entschärfung der Blendungssituation erforderlich.

Es wurden zwei Maßnahmen auf deren Wirksamkeit untersucht.

- Maßnahme 1: Veränderung der Neigungswinkel der Modulblöcke von 10 ° auf 15 °
- Maßnahme 2: Konzipierung von Sichtunterbrechungen

Durch die Kombination dieser zwei Maßnahmen kann erreicht werden, dass auf den westlich gelegenen Straßen (Leipferdingerstraße und Zubringerstraße) keine Blendungen mehr auftreten.

Nachbarschaft

In der nordwestlichen/nördlichen Nachbarschaft treten keine Blendungen auf.

1. Aufgabenstellung

Die Solarcomplex AG plant im Zuge der Aufstellung des vorhabenbezogenen Bebauungsplans „Solarpark Berghof“ in der Gemeinde Tengen im Landkreis Konstanz die Errichtung eines Solarparks. Der geplante Solarpark ist auf der Fläche mit der Flurnummer 1251 vorgesehen. Das Plangebiet sowie die umliegenden Nachbarflächen werden landwirtschaftlich genutzt. Westlich der Plangebietsfläche verläuft die Leipferdinger Straße in Nord-Süd-Richtung und südlich des Plangebiets in südöstliche Richtung. Westlich des Plangebiets befindet sich eine weitere Straße, die sich von Westen nach Osten erstreckt. Nordwestlich des Plangebiets befinden sich mehrere Gebäude (landwirtschaftliche Betriebe und Wohngebäude). Durch den geplanten Solarpark können negative Einflüsse in Form von Blendung entstehend durch Sonnenreflexion an den Solarpaneelen auf die beiden Straßen sowie die nordwestlich gelegene bewohnte Nachbarschaft nicht ausgeschlossen werden. 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.

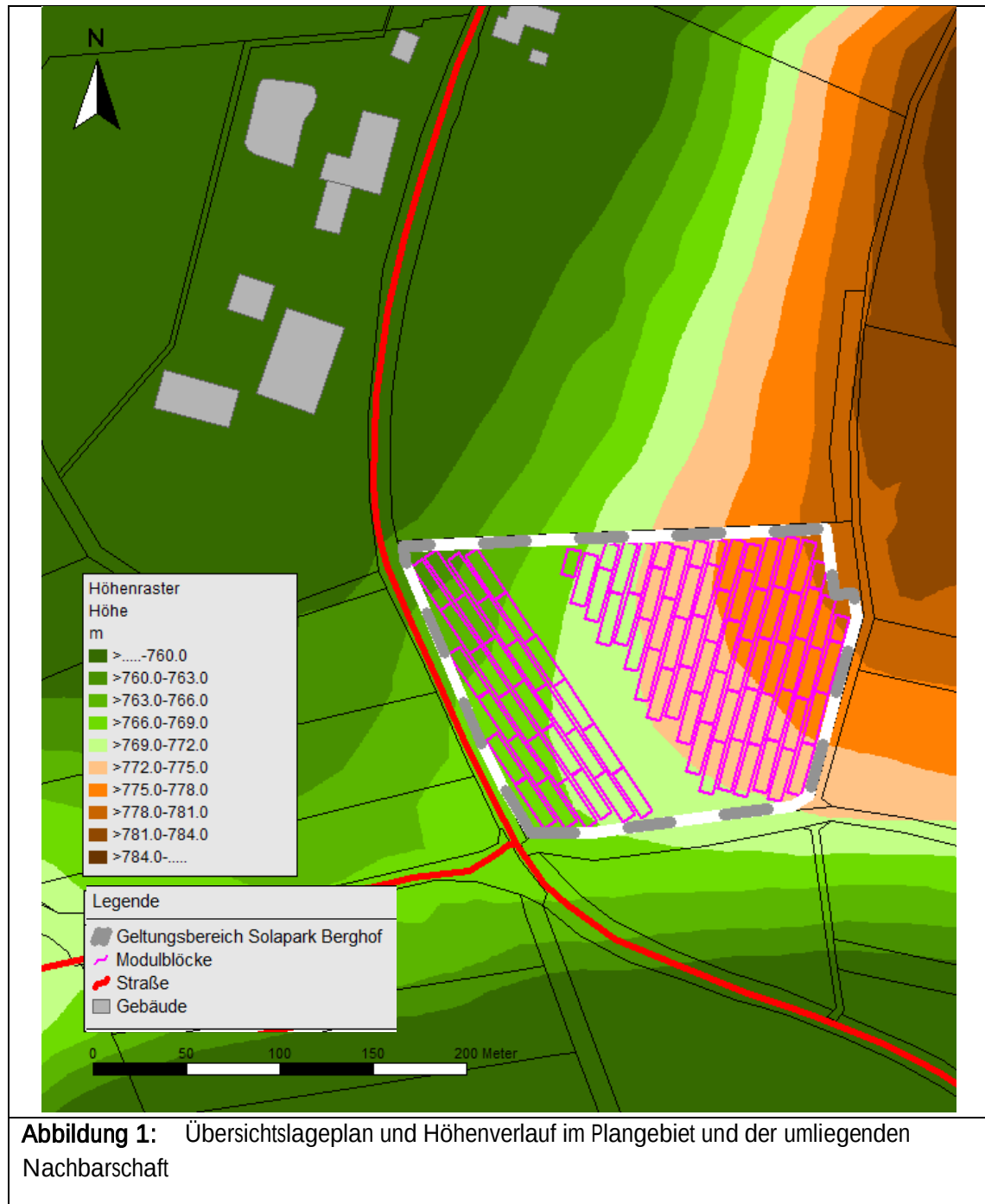
Mit der Durchführung der Untersuchung wurde die Möhler + Partner Ingenieure AG mit Schreiben vom 15.07.2021 von der Firma Solarcomplex AG beauftragt.

2. Örtliche Gegebenheiten

Das Plangebiet, auf dem der Solarpark entstehen soll, befindet sich auf dem Grundstück mit der Flurnummer 1251 am nördlichen Rand des Landstadtgebiets Tengen im Hegau im baden-württembergischen Landkreis Konstanz.

Das Plangebiet grenzt östlich bzw. nördlich (die Straße ändert im Bereich des Plangebiets ihren Straßenverlauf) an die Leipferdingerstraße an. Auf Höhe des südlichen Plangebietsrands mündet eine von Westen kommende Straße in die Leipferdingerstraße. Andere relevante Verkehrswege in der näheren Umgebung konnten nicht identifiziert werden. Nordöstlich des Plangebiets befindet sich ein auf einer Anhöhe gelegener Waldstreifen. Sonst befinden sich im direkten Anschluss an das Plangebiet landwirtschaftlich genutzte Flächen. Nordwestlich des Plangebiets – durch landwirtschaftliche Flächen und - bis auf ein Wohnhaus, welches sich östlich der Leipferdingerstraße befindet - durch die Leipferdingerstraße getrennt - befinden sich Landwirtschaftsbetriebe und Wohngebäude. Das Gelände im Plangebiet und der näheren Nachbarschaft ist nach Osten hin aufsteigend.

Das Gelände ist im Bereich des Plangebiets Veränderungen des Höhenverlaufs unterworfen. Die genauen örtlichen Gegebenheiten und der Höhenverlauf des Geländes sind aus nachfolgender Abbildung 1 und aus Anlage 1 ersichtlich.



Es zeigt sich, dass das Gelände innerhalb des Geltungsbereichs des Bebauungsplans nach Osten hin aufsteigend ist. Die nordwestlich gelegene Bebauung befindet sich gegenüber dem Plangebiet auf einem niedrigeren Höhenniveau.

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 [5]. 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 ([5], [6]) werden mittlerweile statisch technische und bauliche Einrichtungen, die das Sonnenlicht reflektieren, ebenfalls nach der „Licht-Richtlinie“ beurteilt.

Die Beurteilung von Lichtimmissionen umfasst nach [5] zwei Wirkungsbereiche, durch die sich Betroffene belästigt fühlen können. Zum einen wird die Raumaufhellung betrachtet, d.h. Beleuchtungsanlagen können zu einer Aufhellung von Aufenthaltsräumen (Schlaf-/Wohnzimmer), der Terrasse oder des Balkons und damit zu einer eingeschränkten Nutzung dieser Wohnbereiche führen. Zum anderen kann es zu Blendungen durch Lichtquellen kommen. Dabei unterscheidet man physiologische, das Sehvermögen mindernde und psychologische Blendungen, die auch ohne Minderung des Sehvermögens auftreten, jedoch trotzdem zu erheblichen Belästigungen führen. Belästigungen entstehen z. B. durch ständige Adaptionen des Auges an verändernde Lichtbedingungen und können auch ohne eine Aufhellung des Wohnbereiches auftreten, z. B. wenn die Blickrichtung ständig und ungewollt auf die Lichtquelle gelenkt wird. Im Verkehr sind sowohl die physiologische als auch die psychologische Blendung zu untersuchen, weshalb eine Bestimmung aller auftretenden Blendungen notwendig ist. Die Aufhellung von Aufenthaltsräumen ist in vorliegendem Fall nicht Bestandteil der Untersuchung und wird demnach nicht berücksichtigt.

Bezugsgröße für die Beurteilung der Blendwirkungen ist die Leuchtdichte [cd/m^2] der Lichtquelle. Die „Licht-Richtlinie“ legt hierfür eine maximal tolerable mittlere Leuchtdichte $\bar{L}_{\text{max}}$ fest, die sich aus der wahrnehmbaren Größe der Lichtquelle Ω_s (Raumwinkel in Sr) und der Umgebungsleuchtdichte L_u sowie je nach Gebietsart aus dem Proportionalitätsfaktor k (normiert) ergeben:

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

Die mittlere Leuchtdichte L_s der zu beurteilenden Lichtquelle soll diese berechneten maximalen Werte nicht überschreiten. Der Proportionalitätsfaktor k zur Festlegung der max. zulässigen Blendung kann je nach Gebietsart der folgenden Tabelle aus [5] entnommen werden:

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

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

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

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

Ob eine Lichtquelle blendet, hängt neben der Umgebungsleuchtdichte und dem Raumwinkel auch vom Adaptionszustand des Auges ab. Bei dunkel adaptiertem Auge kann bereits der Vollmond zu einer Blendung führen [7]. Die Strahlenschutzkommission gibt in [7] 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 [5]. 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 [5] 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 [5]	
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 [9] in sogenannten Blendindexklassen erfolgen, obwohl sich die Norm auf die Blendung von künstlichen Lichtquellen bezieht. Zweck der Normenreihe ist die Erhöhung der Sicherheit im Verkehr, die hauptsächlich an die Sehleistung der verschiedenen Verkehrsteilnehmer gekoppelt ist. Die Blendindexklassen stellen den Quotienten aus Lichtstärke in [cd] und der auf die senkrechte Ebene projizierte leuchtende Fläche dar. Die höchste Blendindexklasse hat den Wert von 7.000 cd/m². Wie oben jedoch bereits behandelt, treten bei der Sonne Lichtstärken auf, die den Wert der höchsten Blendindexklasse überschreiten. Deshalb führt eine Bewertung der Blendungen durch Sonnenlicht mithilfe der Blendindexklassen zu keiner Unterscheidbarkeit der Blendungen. Es wird daher wegen der hohen Lichtstärken pro Quadratmeter jeder auftretenden Blendung das Potential attestiert, zu einer physiologischen Blendung führen zu können. In den Berechnungen wurden daher alle auftretenden Blendungen ermittelt.

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

Richtet sich der Blick nicht direkt auf die Blendquelle, ist je nach Richtungswinkel von einer psychologischen Blendung auszugehen. Das menschliche Auge kann peripher und foveal sehen. Beim fovealen Sehen ist die Gesichtslinie des Auges direkt auf das Objekt gerichtet, welches scharf gesehen werden soll. Der horizontale Winkelbereich, in dem mit beiden Augen gemeinsam foveal fixiert gesehen werden kann (binokulares Blickfeld), beträgt ca. 30° links und rechts vom fixierten Punkt. Liegt die Blendquelle in diesem Winkelbereich, muss von einer physiologischen Blendung ausgegangen werden, die zu einer starken Sichteinschränkung führt. Liegt eine Leuchtquelle (z.B. blendende 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 ([13], [14], [15]). Bei den betrachteten Immissionsorten auf den Verkehr kann davon ausgegangen werden, dass der Blick des Fahrzeugführers (Pkw, Lkw, Traktoren, etc) nach vorne in Bezug auf die Fahrtrichtung des Fahrzeugs gerichtet ist und somit diejenigen Blendungen zu beurteilen und zu vermeiden sind, die zu einer physiologischen Blendung führen. Blendungen, die störenden Charakter haben aber die Sicht des Fahrzeugführers nicht einschränken, werden informativ erhoben, werden jedoch als nicht beurteilungsrelevant erachtet. Bei psychologischen Blendungen kann nicht davon ausgegangen werden, dass sie die Reaktionszeit des Fahrzeugführers erhöhen und somit eine Erhöhung einer Unfallwahrscheinlichkeit bedeuten.

4. Blendungsberechnung

4.1 Berechnungsmethode

Die Berechnung der möglichen Blendung erfolgt unabhängig vom möglichen Bedeckungsgrad des Himmels. In Anlehnung an das Berechnungsverfahren nach Schierz [8] 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 [8]. Es wird in der vorliegenden Untersuchung von einem wolkenlosen Himmel ausgegangen. In der Realität kann es also sein, dass an manchen Tagen, an denen ein bewölkter Himmel vorliegt, geringere oder gar keine Blendungen auftreten.

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

4.2 Blendquellen

Mögliche Blendungen können von den Photovoltaikelementen des geplanten Solarparks ausgehen. Als Grundlage liegen der Modul-Belegungsplan [2], Informationen zu Neigung der Paneele [3] und Datenblätter der verwendeten Paneele [4] vor.

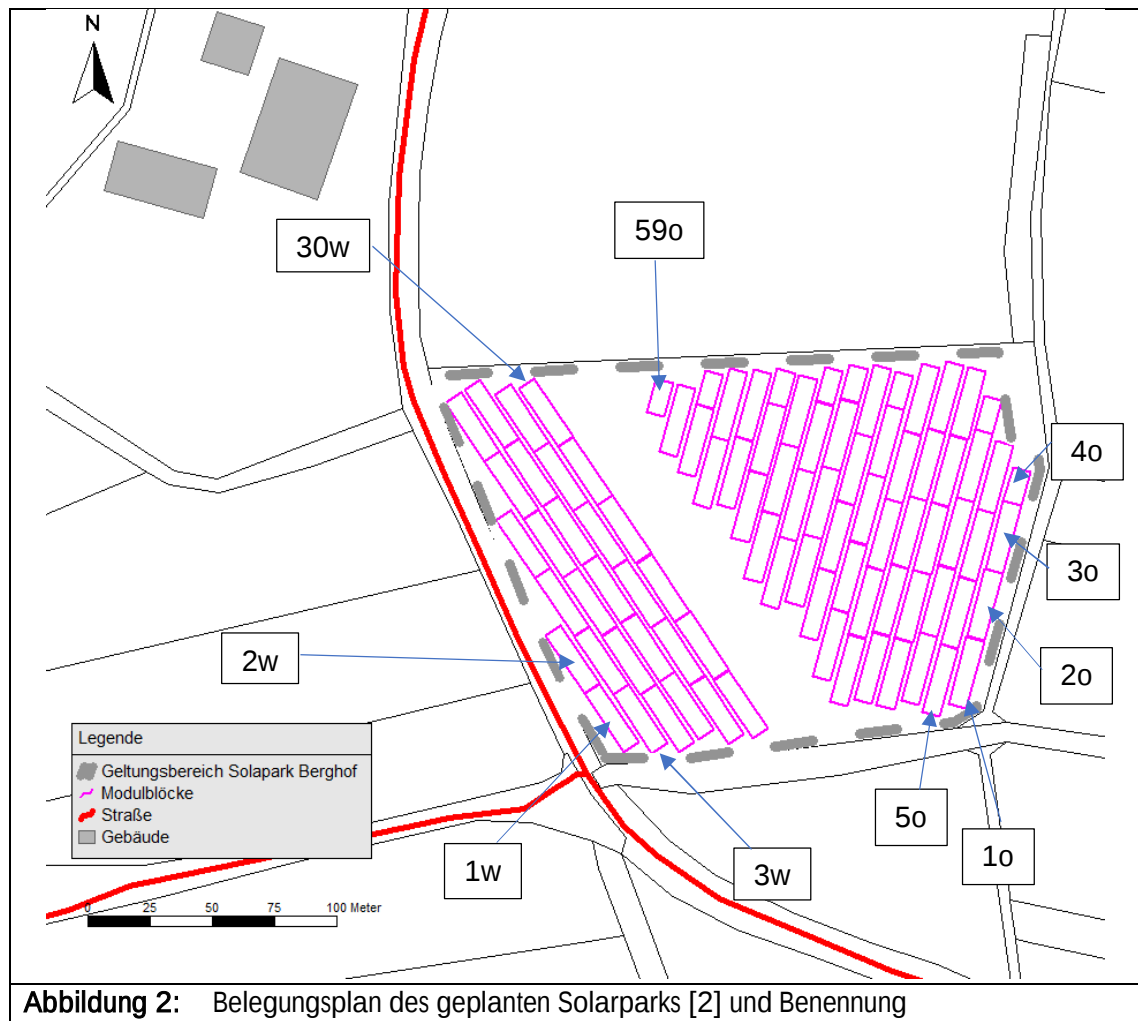
4.2.1 Bezeichnung der Paneele

Der geplante Solarpark setzt sich aus einem westlichen Solarparkteil, dessen Modulblöcke eine Südwest-Orientierung aufweisen, und einem östlichen Solarparkteil, dessen Modulblöcke nach Südosten orientiert sind. Die Benennung der Paneele wurde wie folgt vorgenommen:

Westlicher Solarparkteil: Der südwestlichste Paneelblock wurde 1w genannt. Die Paneelblöcke werden in Nord- und anschließend in Ostrichtung aufsteigend benannt, sodass der nördlich anschließende Paneelblock 2 w und der östlich anschließende Paneelblock 3 w benannt wurden.

Östlicher Solarparkteil: Der südöstlichste Paneelblock wurde 1o genannt. Dann wurde die aufsteigende Benennung angelehnt an die Benennung des westlichen Solarparkteils erst nach Norden und dann nach Westen vorgenommen.

In der nachfolgenden Abbildung ist die Modulbelegung des geplanten Solarparks sowie deren Benennung aufgezeigt.



4.2.2 Anordnung der Paneele im Plangebiet

Der geplante Solarpark in Abbildung 2 besteht aus insgesamt 89 Solarmodulblöcken. Im westlichen Solarparkteil befinden sich 30 Solarmodulblöcke und im östlichen Solarparkteil 59 Solarmodulblöcke.

Die Solarpaneele folgen dem Geländeverlauf. Die Azimutwinkel der Photovoltaikmodule, die die horizontale Orientierung der Photovoltaikmoduleflächen beschreiben, sind nicht einheitlich. Der Azimutwinkel eines jeden Solarpaneelblocks wurde anhand des Flächennormalenvektors berechnet. Ist ein Solarpaneel nach Süden orientiert und das darunterliegende Gelände eben (keine Höhenunterschiede in Ost-West-Richtung im Bereich des Solarpaneels), so beträgt der Azimutwinkel dieses Solarpaneels 0° . Eine Ausrichtung nach Westen entspricht bei ebenen Gelände einem Azimutwinkel von 90° (Drehung im Uhrzeigersinn) und eine Ausrichtung nach Osten einem Azimutwinkel von -90° (Drehung gegen den Uhrzeigersinn). Ist das Gelände in Ost-West-Richtung nicht eben, so kann auch bei einer Südorientierung des Paneels (Vogelperspektive) ein von 0° abweichender Azimutwinkel des Paneels entstehen, da der Flächennormalenvektor, der den Azimutwinkel festlegt, durch die Ost-West-Verkipfung nicht mehr nach Süden orientiert ist. Für den westlichen Solarparkteil, wo die Paneele nach Südwesten orientiert sind, bewegen sich die Azimutwinkel der Modulblöcke abhängig vom Gelände im Bereich von 53 und 83 Grad. Für den östlichen Solarparkteil, wo die Paneele nach Südosten (negativer Winkelbereich) orientiert sind, bewegen sich die Azimutwinkel der Modulblöcke abhängig vom Gelände im Bereich von -80 und -51 Grad. 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, Drehung um Ost-West-Achse) der Photovoltaikflächen, welche den Vertikalwinkeln entsprechen, betragen 10° . Hierbei entspricht eine Ebene mit einem Höhenwinkel von 0° einer Parallelen zur ebenen Grundfläche und 90° einer Senkrechten zur ebenen Grundfläche. Die Paneelreihen werden auf eine Höhe von 0,8 m relativ zum Gelände erhöht, sodass sich jeweils die südwestliche (südwestlicher Solarparkteil) oder südöstliche (östlicher Solarparkteil) Paneelunterkante auf einer Höhe von 0,8 m relativ zum Gelände befindet. Die Paneeloberkante befindet sich auf einer Höhe von 2,07 m relativ zum Gelände.

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

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

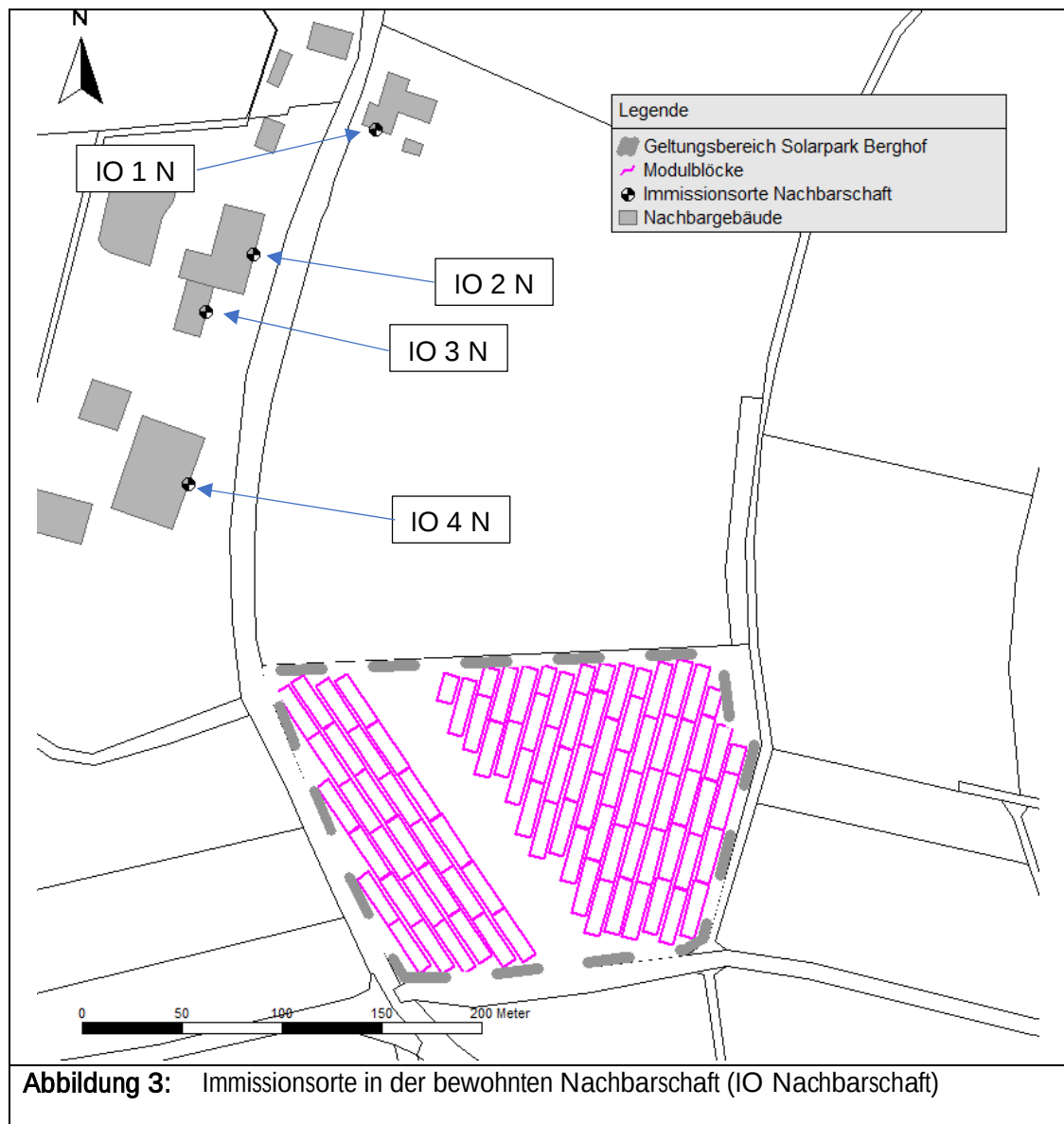
4.3 Maßgeblich Immissionsorte

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

Bewohnte Nachbarschaft

In der nordwestlich gelegenen Nachbarschaft wurden Immissionsorte an die Gebäude in einer Höhe von 1,5 m, 4,5 m und 7,5 m üGOK gelegt. Hiermit soll der Aufenthaltsbereich eines Menschen im Erdgeschossbereich als auch dem 1. und 2. Obergeschoss abgebildet werden.

Da es sich bei den nördlich gelegenen Gebäuden um (einen) landwirtschaftliche(n) Betrieb(e) handelt, wo auch mit großer Maschinerie Arbeiten verrichtet werden, wurden mehrere Immissionsorte gelegt, die eine ausreichende Wohnqualität als auch ein sicheres und störungsfreies Arbeiten sicherstellen sollen. Die Betrachtung der lichttechnischen Auswirkung wurde über das reine Wohnen hinaus auf die bewohnte Nachbarschaft erweitert. Nachfolgende Immissionsorte in der bewohnten Nachbarschaft mit unterschiedlichen Lagebeziehungen zu den Paneelen wurden in der Untersuchung beurteilt.

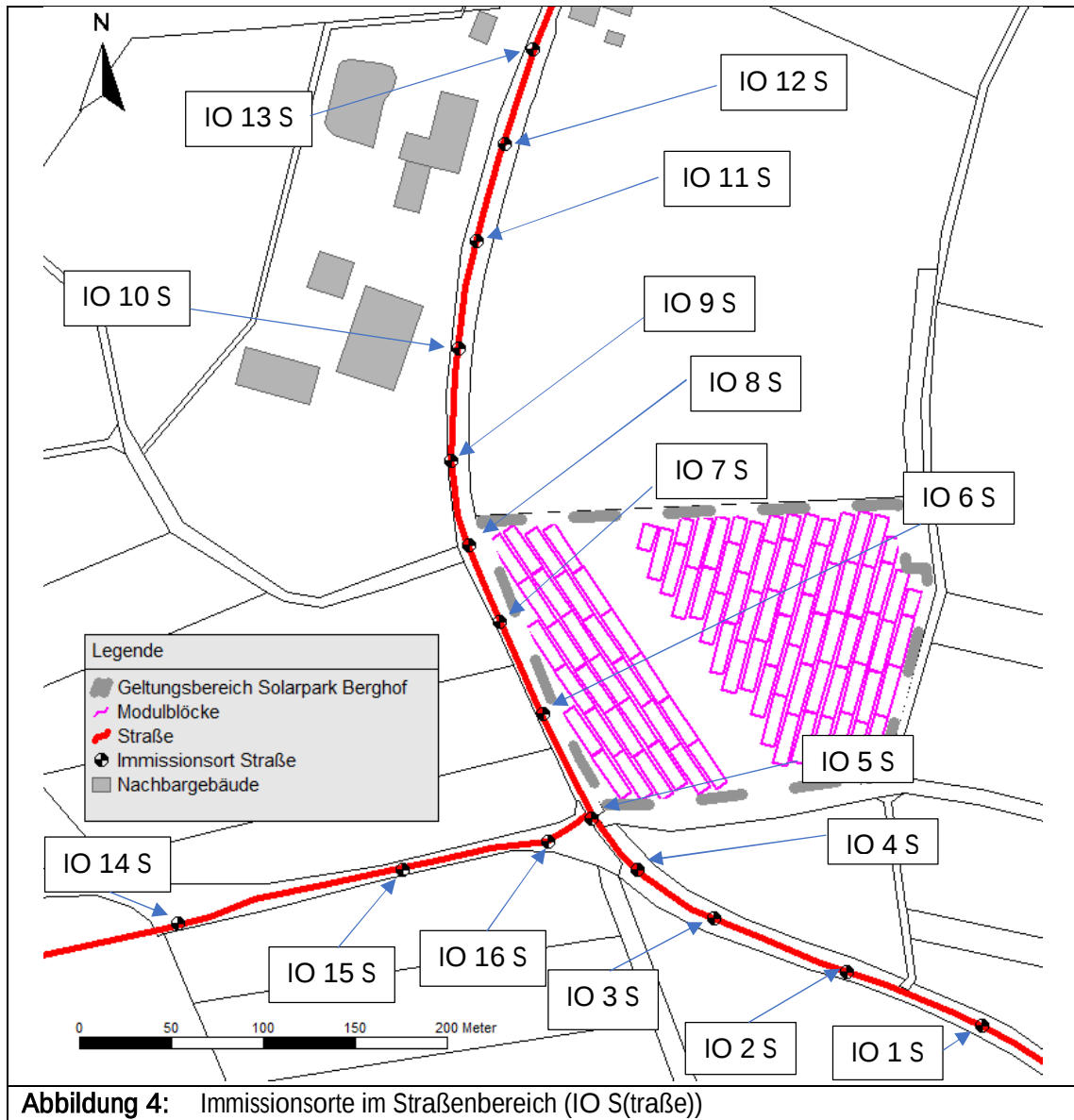


Straßenverkehr

Im Straßenverkehr können an der Leipferdingerstraße, die auf Höhe des Plangebiets eine Nord-Süd-Ausrichtung aufweist und südlich des Plangebiets nach Osten schwenkt, und am Zubringer auf die Leipferdingerstraße, der auf Höhe der südlichen Plangebietskante von Westen in die Leipferdingerstraße mündet, Blendungen entstehen. Da bei einer Straße in den Bereichen, wo Blendungen grundsätzlich möglich sind, an jeder Stelle grundsätzlich 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 (in diesem Bereich stellt sich die Blendungssituation nahezu überall gleich zur Blendungssituation am repräsentativen Immissionsort dar) 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) (vgl. IO 5 S) und daher eine schnelle Reaktionszeit von großer Bedeutung ist, um Unfälle zu vermeiden. Ein Verflechtungsbereich von Verkehrsströmen liegt nur im Einfahrtsbereich der Zubringerstraße in die Leipferdingerstraße vor. Zusätzlich werden Immissionsorte an Stellen gelegt, die eine maßgebliche Betroffenheit erwarten lassen. Hier ist generell bei einem Immissionsort, der im Vergleich zu anderen Immissionsorten näher an der Blendungsquelle gelegen ist, mit einem stärkeren Effekt (i.e. größeren Sichteinschränkung) einer möglichen Blendung zu rechnen, da die Blendung mit zunehmendem Abstand immer punktueller wahrgenommen wird und nur noch bedingt zu einem kompletten Herabsetzen des kontrasthaltigen Sehens führt. Objekte können daher noch besser vom Hintergrund unterschieden und daher wahrgenommen werden. Liegt die Blendquelle sehr nahe am Betrachter, so nimmt die Blendquelle einen großen Teil des Sichtfeldes ein und führt zu einem Verschmelzen des Vordergrundes mit dem Hintergrund. Objekte können ggf. nicht mehr ausreichend vom Hintergrund unterschieden werden. Durch die Anzahl, Wahl und Positionierung der Immissionsorte muss die Straße ausreichend abgebildet werden können und so eine ausreichend genaue Beurteilung der Straße ermöglicht werden.

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



4.4 Blendeinwirkungen an den Immissionsorten

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

Für Immissionsorte gemäß den LAI-Hinweisen [5], die einen dauerhaften Aufenthalt nahelegen und 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.

4.4.1 Blendeinwirkungen an den Immissionsorten in der bewohnten Nachbarschaft

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

Tabelle 3: Blendungen in der bewohnten Nachbarschaft			
Immissionsorte	Stockwerk	Maximale Blendungszeiten	
		Tag [in Minuten]	Jahr [in Stunden]
IO 1 N	EG (1,5 m üGOK)	Keine Blendungen	Keine Blendungen
	OG 1 (4,5 m üGOK)		
	OG 2 (7,5 m üGOK)		
IO 2 N	EG (1,5 m üGOK)		
	OG 1 (4,5 m üGOK)		
	OG 2 (7,5 m üGOK)		
IO 3 N	EG (1,5 m üGOK)		
	OG 1 (4,5 m üGOK)		
	OG 2 (7,5 m üGOK)		
IO 4 N	EG (1,5 m üGOK)		
	OG 1 (4,5 m üGOK)		
	OG 2 (7,5 m üGOK)		

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

Aus den Ergebnissen der oberen Tabelle geht hervor, dass an den vier Immissionsorten (IO 1 N bis IO 4 N) in der Nachbarschaft an keinem Stockwerk Blendungen auftreten. Der Schutzanspruch der bewohnten Nachbarschaft vor Blendungen ist damit erfüllt.

4.4.2 Blendeinwirkungen an den Immissionsorten im Verkehrsraum (Straße)

Nachfolgend wurden die Blendungen ausgehend von den Solarpaneelen auf die Immissionsorte im Straßenraum berechnet. Es wurde ferner bestimmt, ob es sich bei den Immissionsorten im Verkehrsraum um eine physiologische (innerhalb des 60 ° fovealen Sichtbereichs) oder eine psychologische Blendung (außerhalb des 60 ° fovealen Sichtbereichs) handelt. Es wurde die Blendung eines jeden Modulblocks auf jeden Immissionsort ermittelt. Bei der Berechnung der Blendungen, die von einem Solarpaneel ausgehen können, wurden sowohl der abschirmende als auch der verschattende Effekt umliegender Solarpaneele und des Geländes berücksichtigt. In der nachfolgenden Tabelle wurde für jeden Immissionsort im Verkehrsraum ermittelt, ob Blendungen vorliegen und wenn ja, ob diese im fovealen Sichtbereich des Verkehrsteilnehmers liegt. Es wird also zwischen psychologischen Blendungen, die außerhalb des fovealen Sichtbereichs liegen, und physiologischen Blendungen, die innerhalb des fovealen Sichtbereichs liegen, unterschieden. Die Lage der Paneele, die an den einzelnen Immissionsorten zu Blendungen führen, können der Anlage 2 entnommen werden. Hier ist auch aufgezeigt, in welchem Bereich des menschlichen Sichtfeldes (fovealer Sichtbereich oder außerhalb fovealer Sichtbereich) die Blendungen am jeweiligen Immissionsort auftreten. Die Blendungszeiten an den einzelnen Immissionsorten können der Anlage 4 entnommen werden.

Tabelle 4: Blendungen im Verkehrsraum			
Immissionsort	Fahrzeugtyp	Blendungen Solarpark	
		physiologisch	psychologisch
IO 1 S	Lkw	nein	nein
	Pkw	nein	nein
IO 2 S	Lkw	nein	nein
	Pkw	nein	nein
IO 3 S	Lkw	nein	nein
	Pkw	nein	nein
IO 4 S	Lkw	nein	nein
	Pkw	nein	nein
IO 5 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 6 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 7 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 8 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 9 S	Lkw	nein	ja
	Pkw	nein	ja
IO 10 S	Lkw	nein	nein
	Pkw	nein	nein
IO 11 S	Lkw	nein	nein
	Pkw	nein	nein
IO 12 S	Lkw	nein	nein

Tabelle 4: Blendungen im Verkehrsraum			
Immissionsort	Fahrzeugtyp	Blendungen Solarpark	
		physiologisch	psychologisch
IO 13 S	Pkw	nein	nein
	Lkw	nein	nein
	Pkw	nein	nein
IO 14 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 15 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 16 S	Lkw	nein	nein
	Pkw	nein	nein

Aus der obenstehenden Tabelle kann entnommen werden, ob an den jeweiligen Immissionsorten vom geplanten Solarpark Blendungen ausgehen. Ferner ist aufgezeigt, ob Blendungen im fovealen Sichtbereich liegen und somit zu einer physiologischen Blendung führen können oder ob die Blendungen außerhalb des fovealen Sichtbereichs liegen und somit lediglich zu einer den Verkehrsteilnehmer störenden psychologischen Blendung führen. Blendungen gehen lediglich vom westlichen Solarparkteil aus. Der östliche Solarparkteil führt weder im Verkehrsraum noch in der Nachbarschaft zu Blendungen. Es zeigt sich, dass für den Straßenverkehr auf der Leipferdingerstraße lediglich Blendungen für Verkehrsteilnehmer entstehen, die sich von Norden nach Süden bewegen. Die Blendungen beginnen nördlich des Solarparks (IO 9 S) und enden am südlichen Rand des Solarparks (zwischen IO 6 S und IO 5 S). Am Immissionsort IO 5 S liegt der Blendeinfluss außerhalb des fovealen Sichtbereichs, wenn es sich um Verkehrsteilnehmer auf der Leipferdingerstraße handelt. Wenn es sich um Verkehrsteilnehmer handelt, die vom Zubringer auf die Leipferdingerstraße fahren, dann liegen die Blendeinflüsse im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer. Auch an den restlichen Immissionsorten auf der Zubringerstraße (vgl. IO 14 S und IO 15 S) liegen die auftretenden Blendungen im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer. Am Immissionsort IO 9 S liegt die Blendung nicht mehr im fovealen Sichtbereich eines Verkehrsteilnehmers an dieser Stelle. Am weiter nördlich gelegenen Immissionsort IO 10 S tritt schon keine Blendung mehr auf. Für Bewegungsrichtungen von Süden nach Norden auf der Leipferdingerstraße entstehen keine Blendungen für Verkehrsteilnehmer, da die möglichen Blendungen im Rücken des Betrachters liegen. Die Blendungen beschränken sich auf den Morgenzeitraum. In der Anlage 2 sind die Blendungen sowie die Sichtbereiche der Verkehrsteilnehmer graphisch dargestellt.

4.5 Beurteilung der Blendeinwirkung

Aus den Blendungsberechnungen geht hervor, dass es ausschließlich an den umliegenden Straßen (Leipferdingerstraße und Zubringerstraße) des geplanten Solarparks in Tengen zu Blendungen – hervorgerufen durch den geplanten Solarpark – kommt. In der nordwestlich gelegenen Nachbarschaft sind keine Blendungen zu erwarten.

Aus den Ergebnissen im Kapitel 4.4.1 geht hervor, dass die Blendungen auch im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer auftreten können, die die Sicherheit des Straßenverkehrs beeinträchtigen können (z.B. können Signale nicht oder zu spät erkannt werden, Überholvorgänge bei schlechter Sicht, etc.). Die psychologischen und physiologischen Blendungen treten an der Leipferdingerstraße ausschließlich für den Straßenverkehr, der sich von Norden nach Süden bewegt, und für die Zubringerstraße ausschließlich für den Straßenverkehr, der sich von Westen nach Osten bewegt, auf. Für die gegengesetzten Bewegungsrichtungen treten an beiden Straßen keine Blendungen auf. Die Blendungen auf den Straßenverkehr gehen lediglich vom westlichen Bereich des Solarparks aus. Vom östlichen Teil des Solarparks gehen keine Blendungen aus. Die Blendungen erstrecken sich über alle Module des westlichen Solarparks. Die Blendungszeiten beschränken sich je nach Jahreszeit auf den früheren Morgenzeitraum zwischen Sonnenaufgang und 9:00 Uhr (Winterzeit). In den Sommermonaten treten die Blendungen zwischen Sonnenaufgang und 7:00 Uhr auf und verschieben sich zu den Wintermonaten hin nach hinten. Zu anderen Tageszeiten treten keine Blendungen auf. Diese Blendungszeiten fallen mit dem Arbeitsweg-Verkehren zusammen.

Da physiologische Blendungen auftreten, die im fovealen Sichtbereich liegen und somit die Sehfähigkeit der Verkehrsteilnehmer deutlich herabsetzen können, schlagen wir Maßnahmen zum Schutz des Straßenverkehrs vor.

Folgende Maßnahmen werden kurz in Bezug auf deren Wirksamkeit beurteilt:

- **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. Dieser Maßnahme wird aus gutachterlicher Sicht nicht attestiert, die Blendungsproblematik alleinig zu entschärfen und stellt für sich keine ausreichende Maßnahme dar.
- **Veränderung des Azimut- und/oder Neigungswinkels der Solarpaneele.** Eine Veränderung der Azimut- und Neigungswinkel der Solarpaneelreihen stellt eine effektive Maßnahme dar, um gerade die physiologischen Blendungen, die zu Sehbeeinträchtigungen führen können, zu vermeiden. Die Maßnahme wird im Kapitel 4.6.1 behandelt.
- **Straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen im Straßenraum.** Neben den Maßnahmen, die sich zur Blendungsvermeidung anbieten, kann auch durch organisatorische Maßnahmen das Unfallrisiko auf den westlich gelegenen Straßenbereichen deutlich reduziert werden. Hier bieten sich für die betroffenen Straßenbereiche Beschilderungen davor an, die die Verkehrsteilnehmer auf mögliche Blendungen hinweisen und somit ein vorausschauenderes Fahren in diesem Bereichen bezwecken. Auch kann für die betroffenen Straßenbereiche eine Geschwindigkeitsreduzierung sinnvoll sein, die sich auf die Morgenstunden beschränkt. Inwiefern solche Maßnahmen umsetzbar sind, muss mit den zuständigen Straßenbaulastträgern abgestimmt werden.
- **Sichtunterbrechende Maßnahmen zwischen den Solarpaneelen und den Immissionsorten in den Straßen.** 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. Eine Konzipierung einer Sichtunterbrechung wurde im Kapitel 4.6.2 untersucht.

- **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. Da der westliche Solarpark jedoch im vorliegenden Fall ganzheitlich blendet und lediglich über 30 Modulblöcke verfügt, ist eine Reduzierung des westlichen Solarparks um einzelne Modulblöcke nicht zielbringend.

4.6 Maßnahmen

Nachfolgend sollen zum Schutz des Straßenverkehrs Maßnahmen untersucht werden. Wie schon den obenstehenden Maßnahmenkatalogen für den Straßenverkehr entnommen werden kann, wird einer Veränderung der Azimutwinkel oder Neigungswinkel sowie einer Sichtabschirmung größeres Potential für die Entschärfung der Blendproblematik eingeräumt. Die Maßnahmen beschränken sich auf den westlichen Solarparkteil.

4.6.1 Maßnahme 1: Anpassung der Neigungswinkel

Eine geringe Anpassung der Azimutwinkel führt im vorliegenden Fall nicht dazu, dass die Blendungsproblematik auf den westlich benachbarten Straßenabschnitten behoben werden kann. Auch bedeutet eine Veränderung der Azimutwinkel ein deutliches Abweichen von der bestehenden Planung. Es wurde daher eine Veränderung der Neigungswinkel der Paneele untersucht. Durch eine Erhöhung der Neigungswinkel am westlichen Solarparkteil können die Blendeinflüsse auf den Verkehrsraum reduziert werden. Im vorliegenden Fall wurden die Neigungswinkel der Modulblöcke von den ursprünglichen 10 ° auf 15 ° erhöht. In der nachfolgenden Tabelle sind die dadurch verbleibenden Blendungen im Verkehrsraum dargestellt.

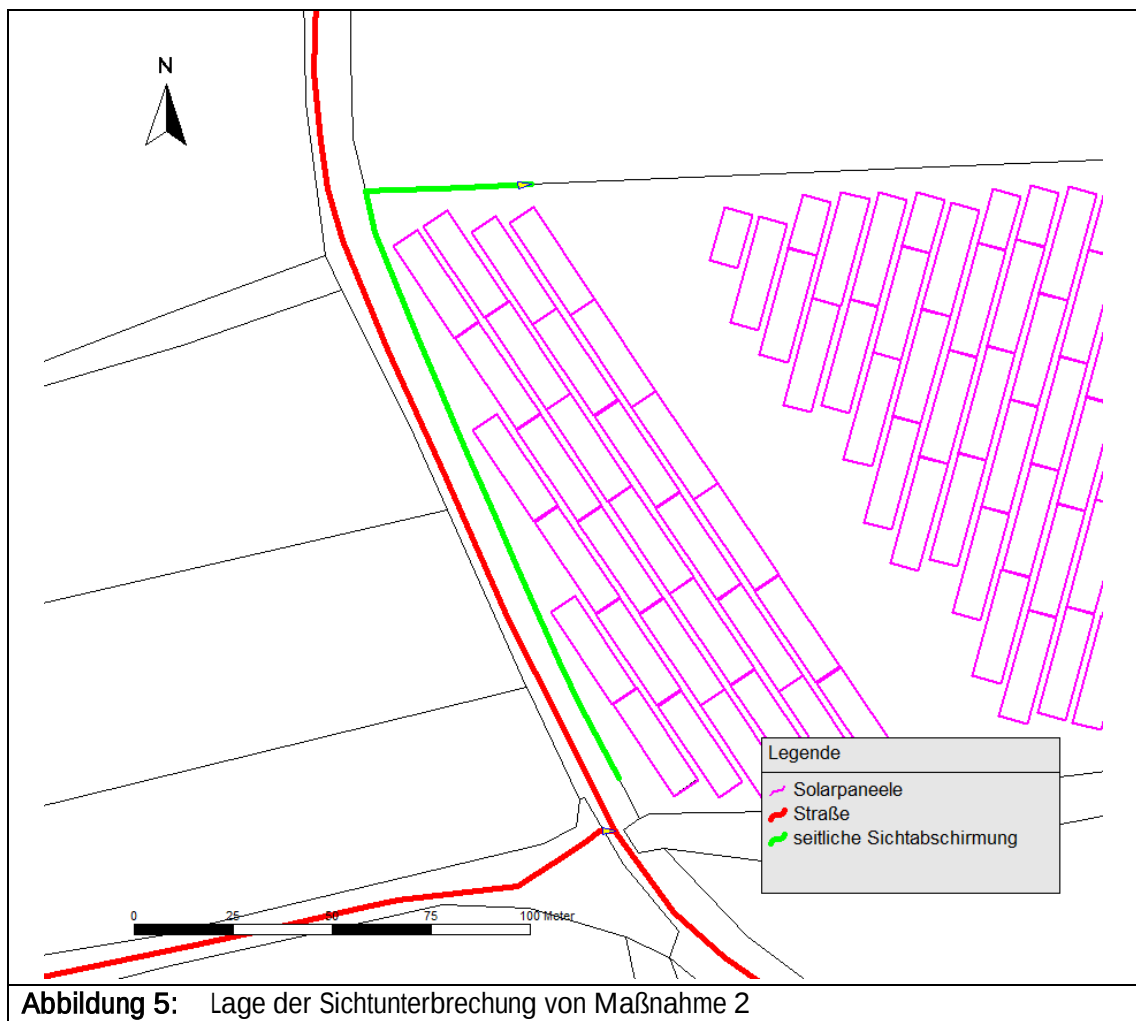
Tabelle 5: Blendungen im Verkehrsraum			
Immissionsort	Fahrzeugtyp	Blendungen Solarpark	
		physiologisch	psychologisch
IO 1 S	Lkw	nein	nein
	Pkw	nein	nein
IO 2 S	Lkw	nein	nein
	Pkw	nein	nein
IO 3 S	Lkw	nein	nein
	Pkw	nein	nein
IO 4 S	Lkw	nein	nein
	Pkw	nein	nein
IO 5 S	Lkw	nein	nein
	Pkw	nein	nein
IO 6 S	Lkw	ja	ja
	Pkw	ja	ja
IO 7 S	Lkw	ja	ja

Tabelle 5: Blendungen im Verkehrsraum			
Immissionsort	Fahrzeugtyp	Blendungen Solarpark	
		physiologisch	psychologisch
IO 8 S	Pkw	ja	ja
	Lkw	ja	ja
IO 9 S	Pkw	ja	ja
	Lkw	nein	ja
IO 10 S	Pkw	nein	ja
	Lkw	nein	nein
IO 11 S	Pkw	nein	nein
	Lkw	nein	nein
IO 12 S	Pkw	nein	nein
	Lkw	nein	nein
IO 13 S	Pkw	nein	nein
	Lkw	nein	nein
IO 14 S	Pkw	nein	nein
	Lkw	nein	nein
IO 15 S	Pkw	nein	nein
	Lkw	nein	nein
IO 16 S	Pkw	nein	nein
	Lkw	nein	nein

Aus den Ergebnissen der obenstehenden Tabelle wird ersichtlich, dass durch die Erhöhung der Neigungswinkel von 10 ° auf 15 ° keine Blendungen mehr auf der Zubringerstraße prognostiziert werden. Auf der Leipferdingerstraße treten jedoch nach wie vor Blendungen im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer auf. Daher wird aufbauend auf der Maßnahme 1 noch ein zusätzlicher Sichtschutz seitlich des westlichen Solarparkteils untersucht.

4.6.2 Maßnahme 2: Anbringung von Sichtschutz

Durch iterative Blendungsberechnungen wurde die minimal erforderliche Höhe sowie horizontale Abmessung eines abschirmenden Elements entlang des westlichen Solarparkteils untersucht. In der nachfolgenden Abbildung ist die Abschirmung dargestellt:



Die in der oberen Abbildung grün gekennzeichnete seitliche Abschirmung muss eine Höhe von 3 m relativ zum Gelände aufweisen. Nach Anbringung des Sichtschutzes können jegliche Blendeinflüsse im benachbarten Verkehrsraum vermieden werden.

Dieses Gutachten umfasst 27 Seiten und 3 Anlagen. Die auszugsweise Vervielfältigung des Gutachtens ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure AG gestattet.

München, den 2. September 2021

Möhler + Partner
Ingenieure AG



i. V. M. Sc. C. Bews



i. A. M. Sc. P. Patsch

5. Anlagen

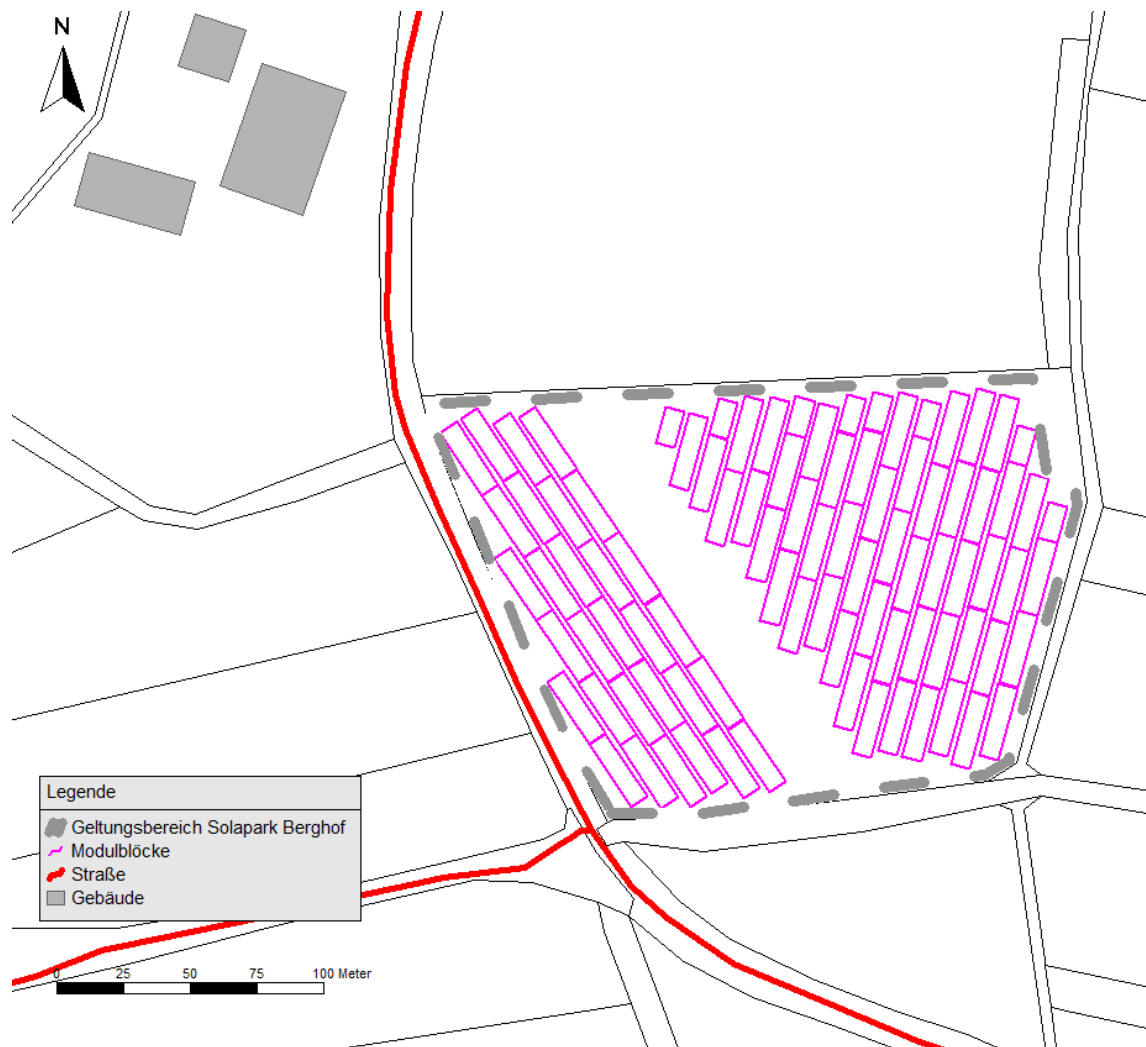
Anlage 1: Übersichtslagepläne

Anlage 2: Blendungen im Verkehrsraum (grafische Darstellung der Blendungen)

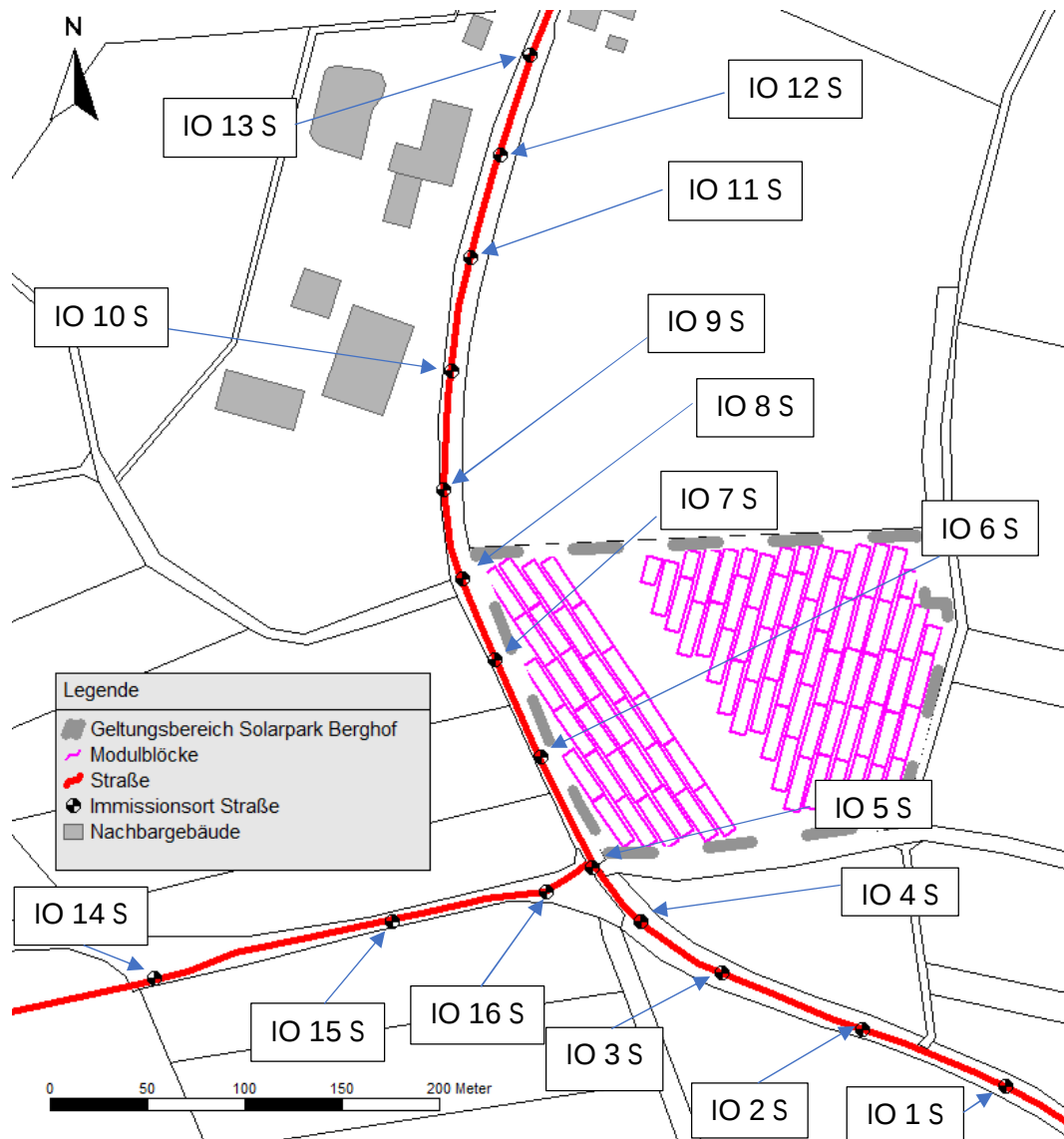
Anlage 3: Blendungszeiten im Verkehrsraum

Anlage 1: Anlagenbezeichnung

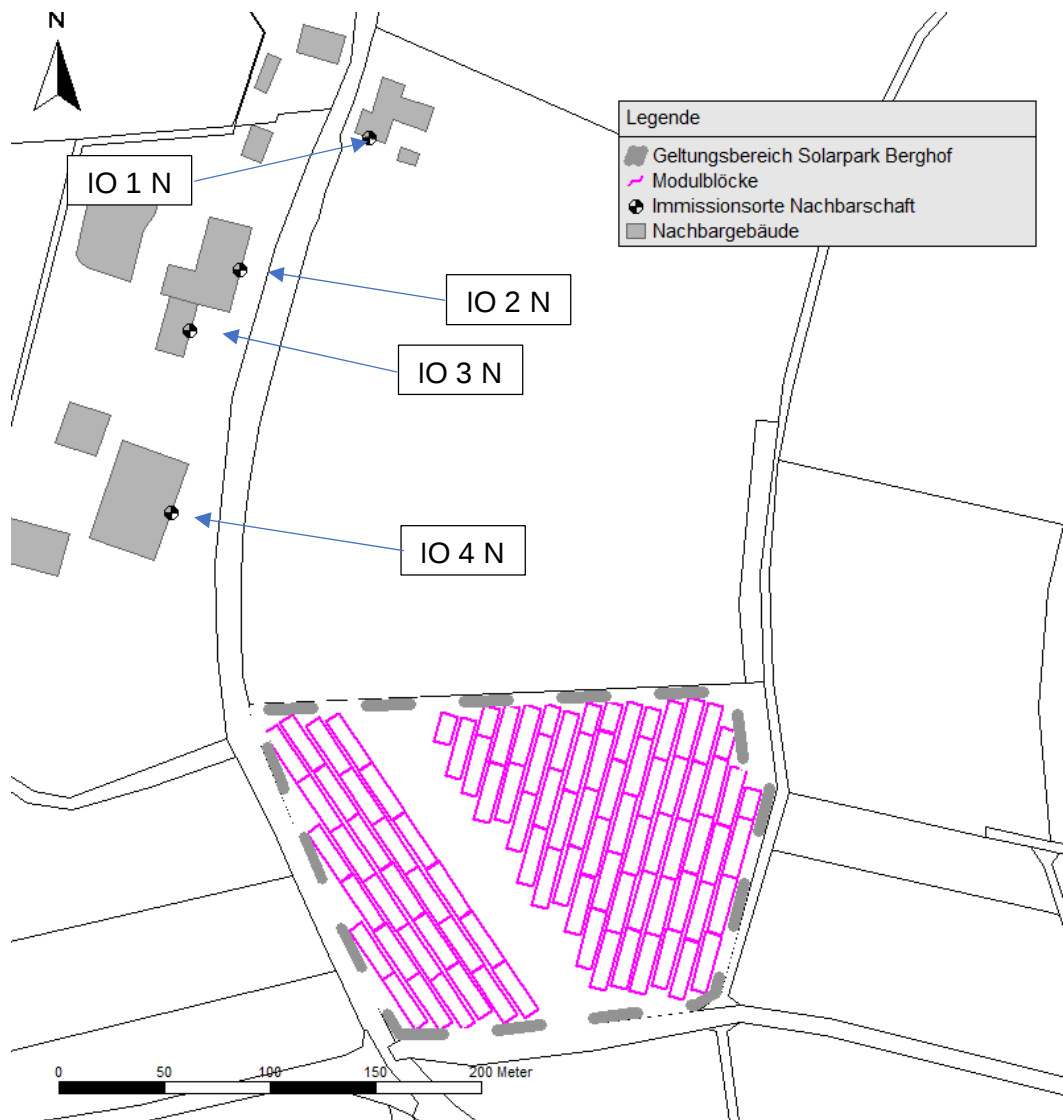
Übersichtslageplan Plangebiet



Übersichtslageplan Immissionsorte Straße (IO S)



Übersichtslageplan Immissionsorte Nachbarschaft (IO N)



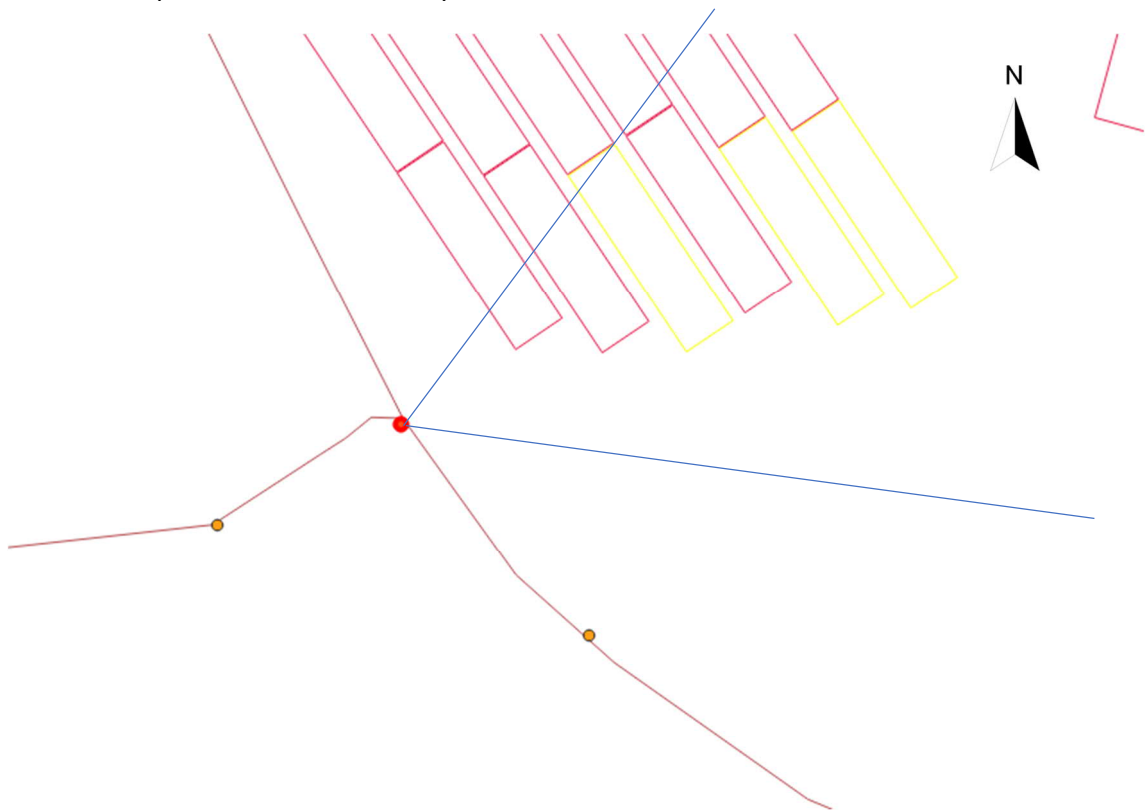
Übersichtslageplan Topographie



Anlage 2: Blendungen im Verkehrsraum (grafische Darstellung der Blendungen)

In den nachfolgenden Abbildungen sind die blendenden Paneele gelb dargestellt. Die blauen Linien symbolisieren den fovealen Sichtbereich eines Verkehrsteilnehmers. Der jeweilige Immissionsorts ist rot markiert.

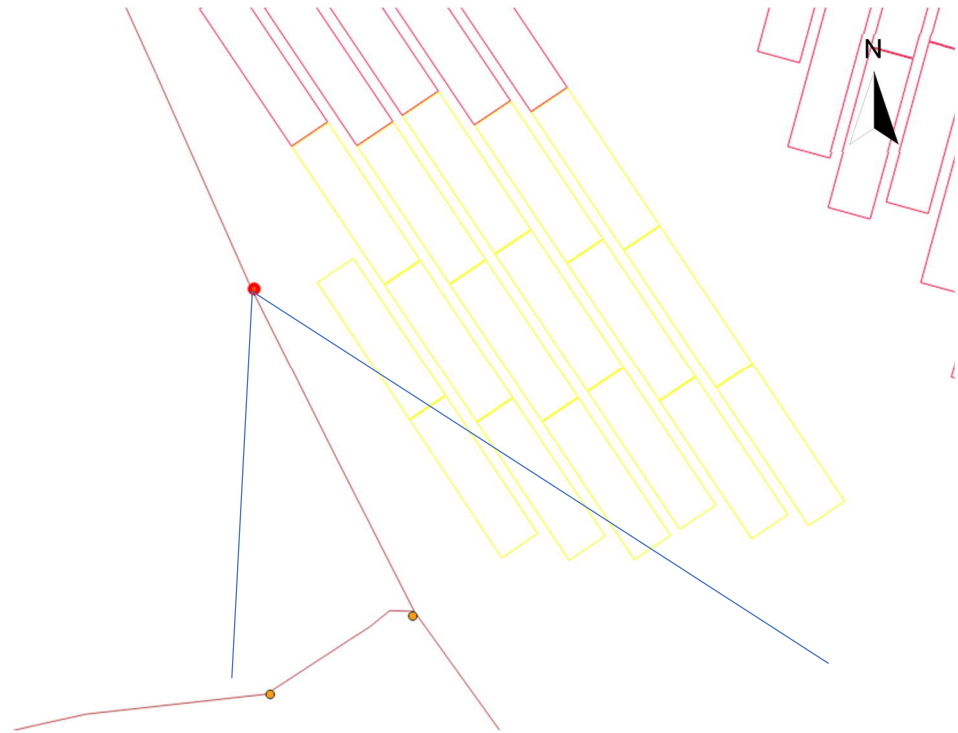
IO 5 S LKW (3 m relativ zum Gelände)



IO 5 S PKW (1,5 m relativ zum Gelände)

Die blendenden Paneele entsprechen IO 5 S LKW

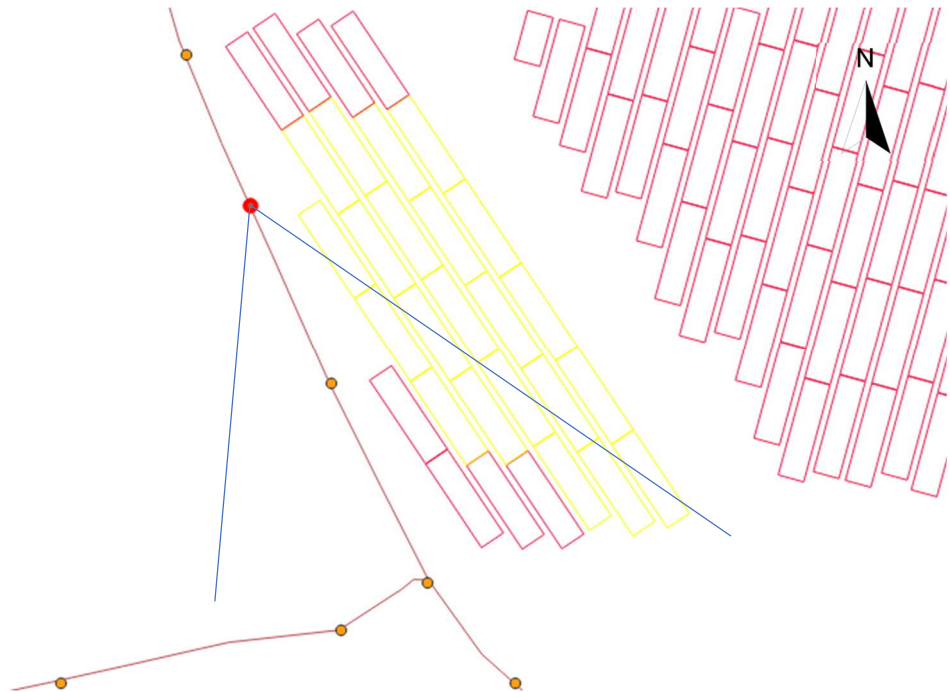
IO 6 S LKW (3 m relativ zum Gelände)



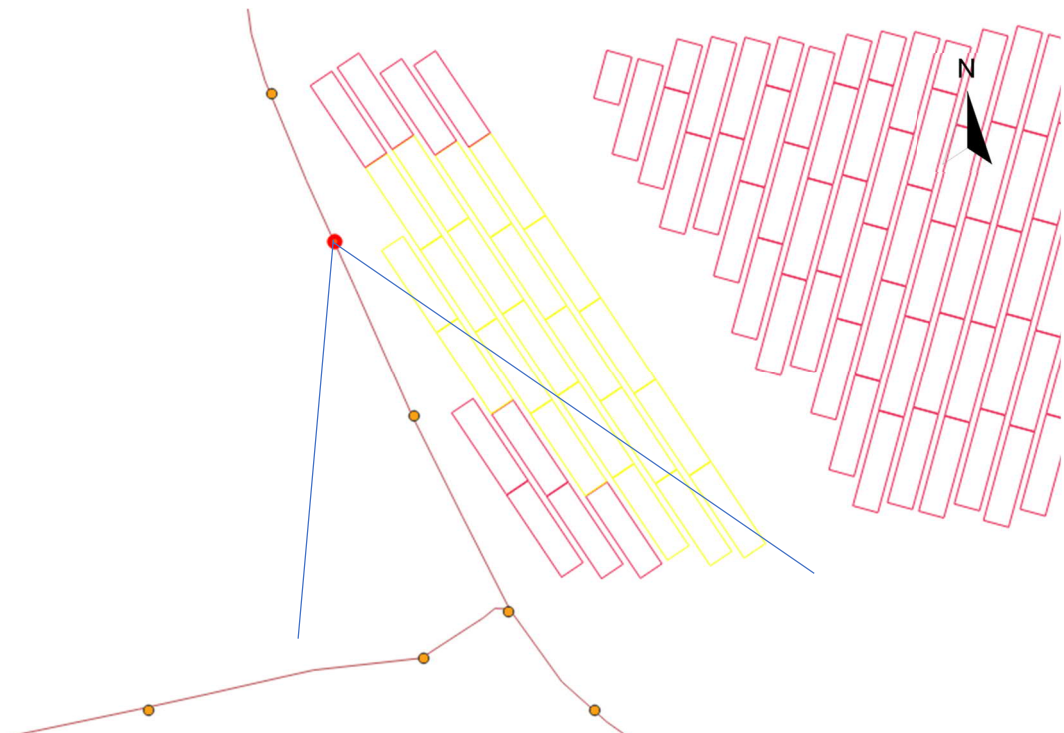
IO 6 S PKW (1,5 m relativ zum Gelände)

Die blendenden Paneele entsprechen IO 6 S LKW

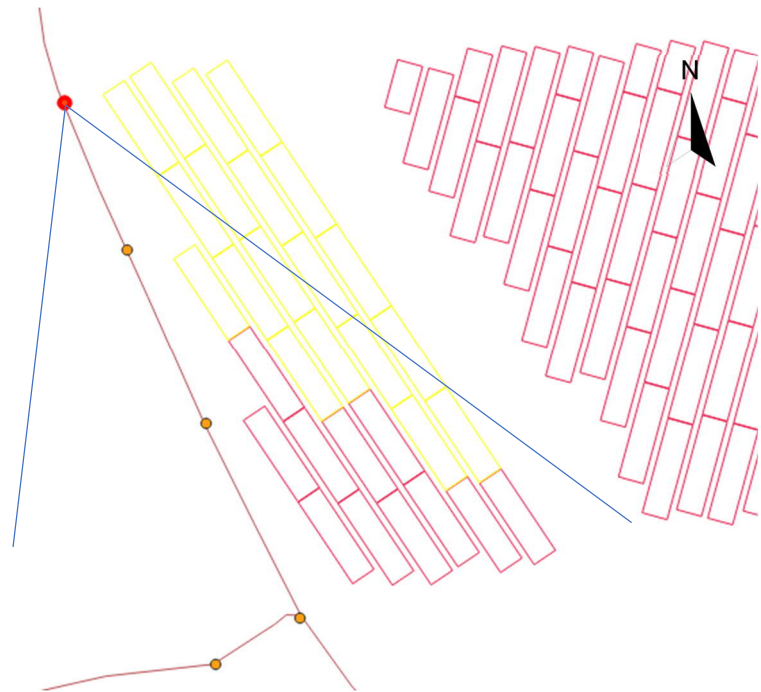
IO 7 S LKW (3 m relativ zum Gelände)



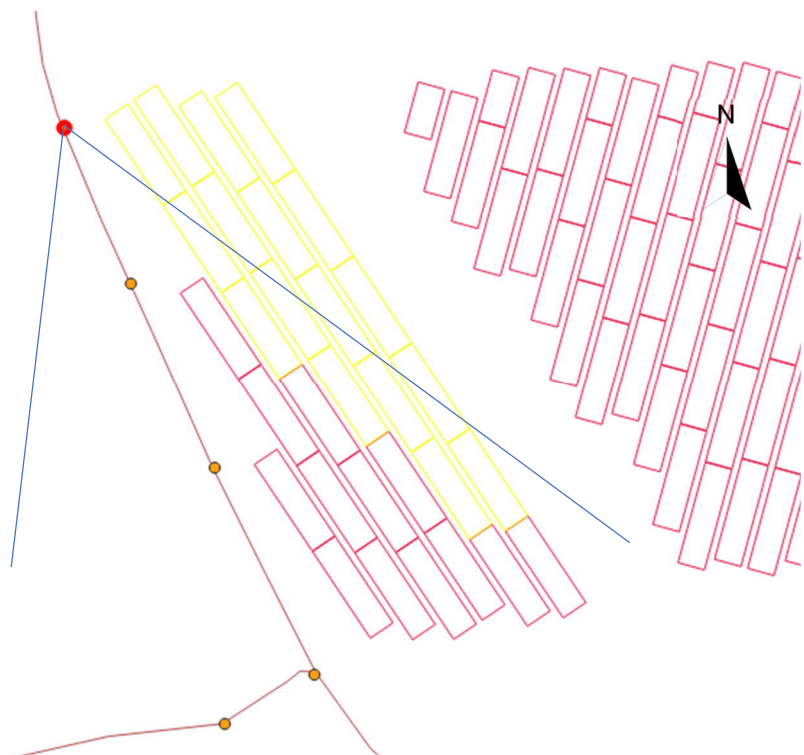
IO 7 S PKW (1,5 m relativ zum Gelände)



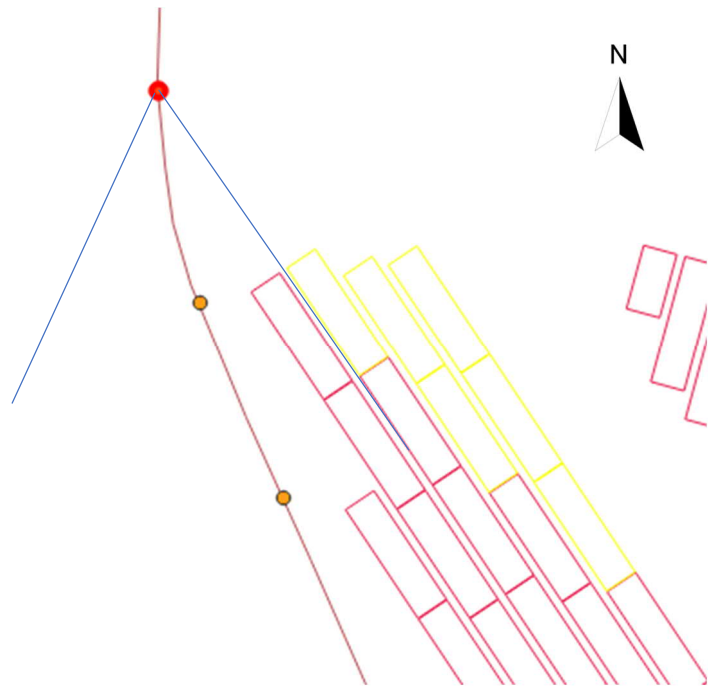
IO 8 S LKW (3 m relativ zum Gelände)



IO 8 S PKW (1,5 m relativ zum Gelände)



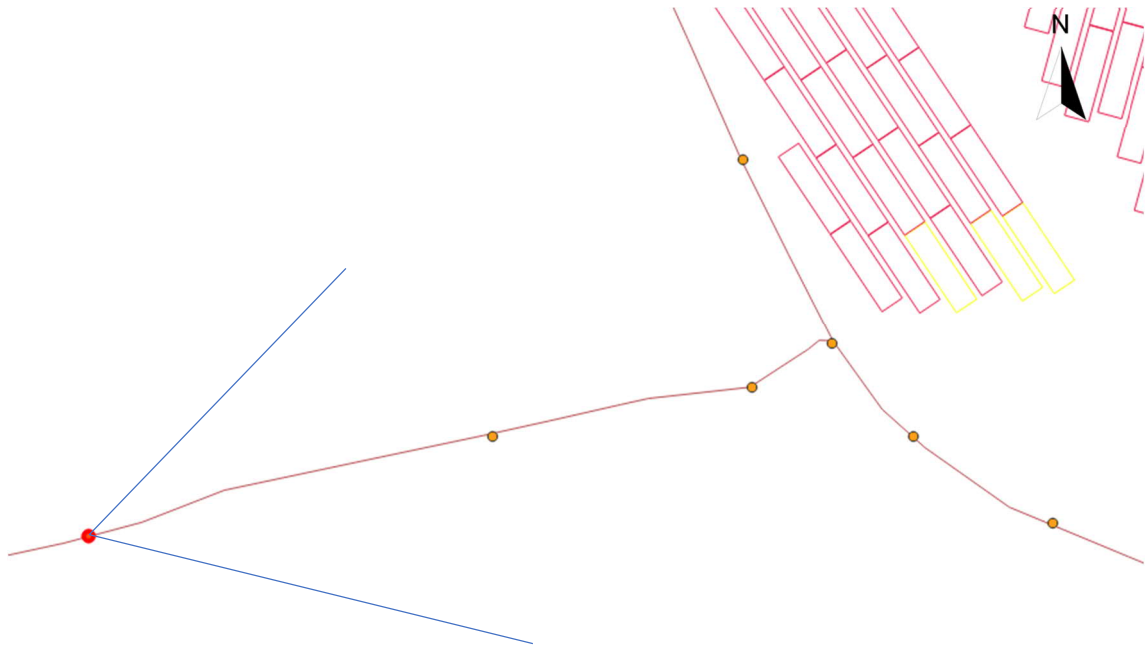
IO 9 S LKW (3 m relativ zum Gelände)



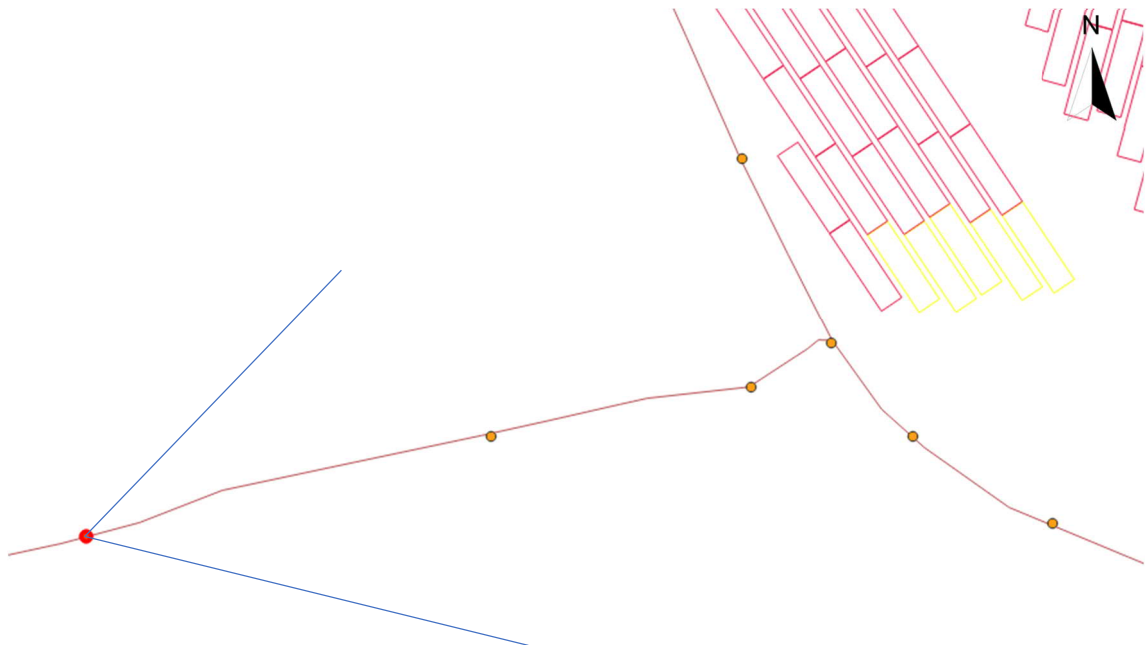
IO 9 S PKW (1,5 m relativ zum Gelände)

Die blendenden Paneele entsprechen IO 9 S LKW

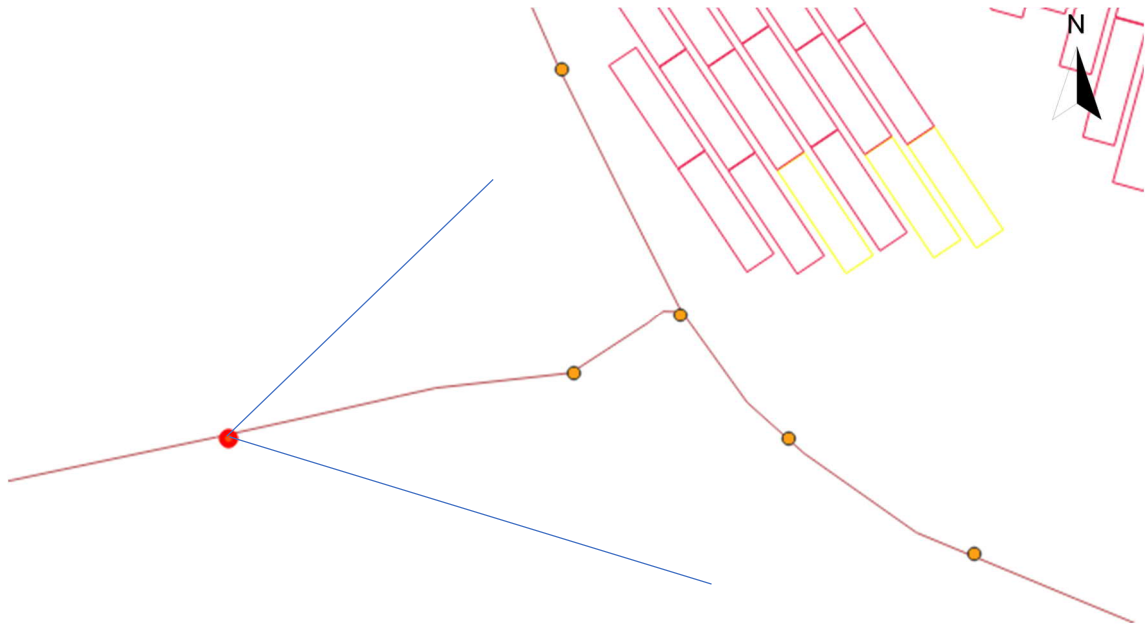
IO 14 S LKW (3 m relativ zum Gelände)



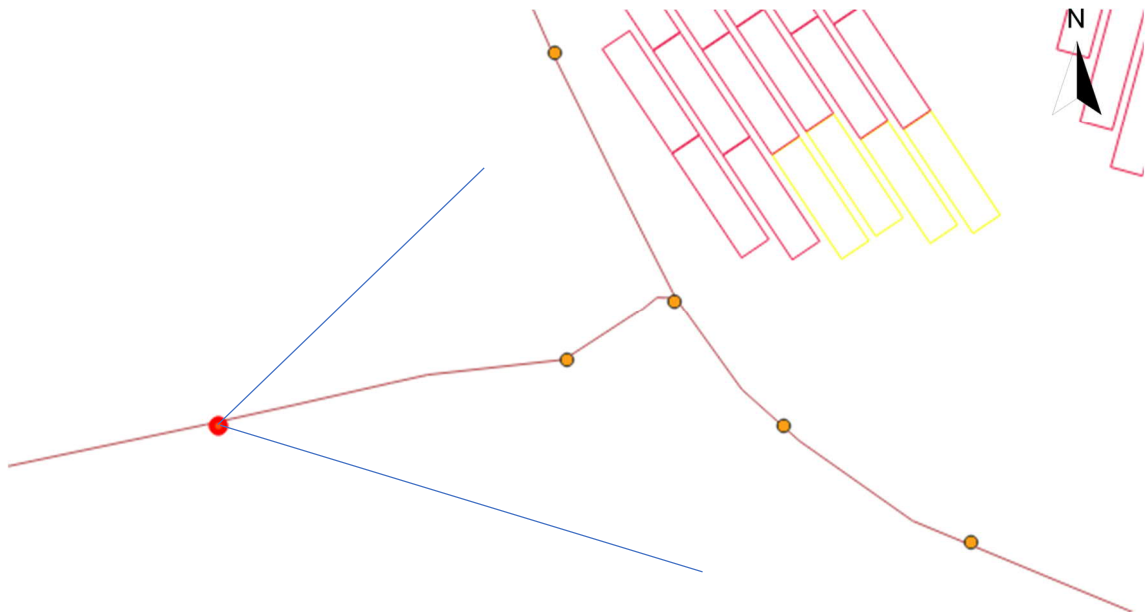
IO 14 S PKW (1,5 m relativ zum Gelände)



IO 15 S LKW (3 m relativ zum Gelände)



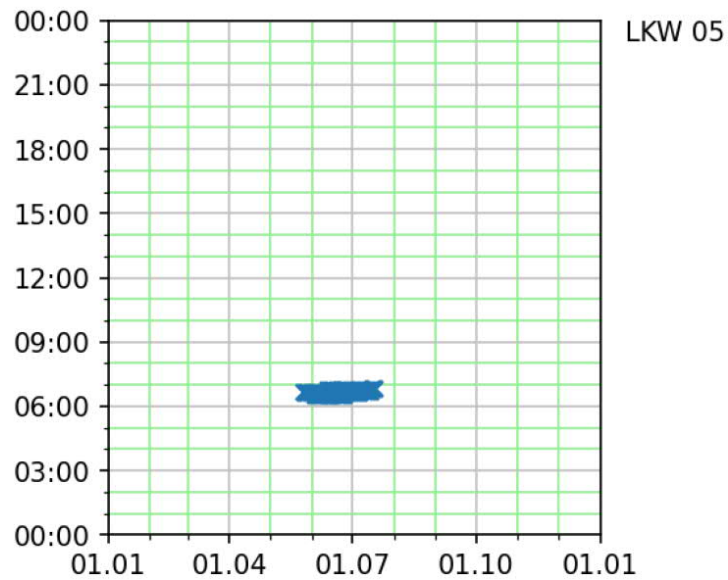
IO 15 S PKW (1,5 m relativ zum Gelände)



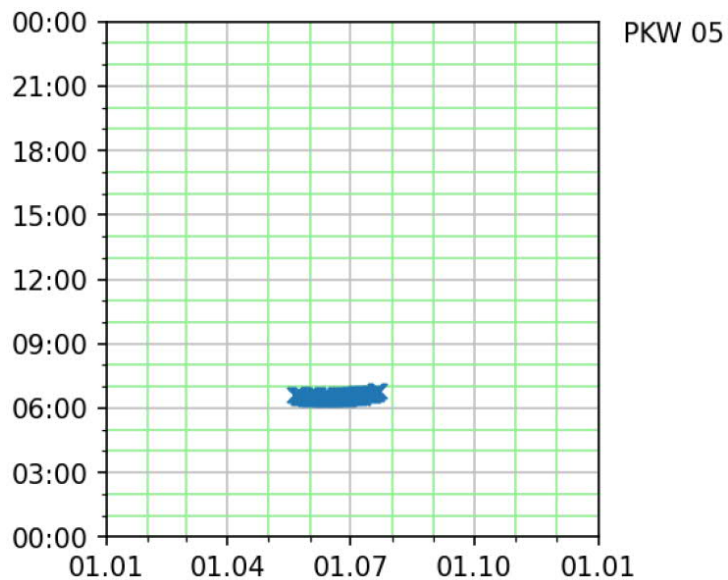
Anlage 3: Blendungszeiten im Verkehrsraum

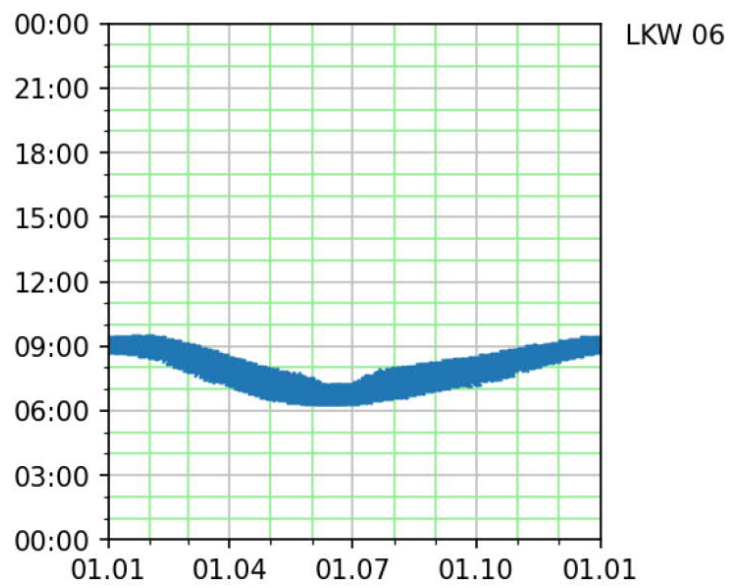
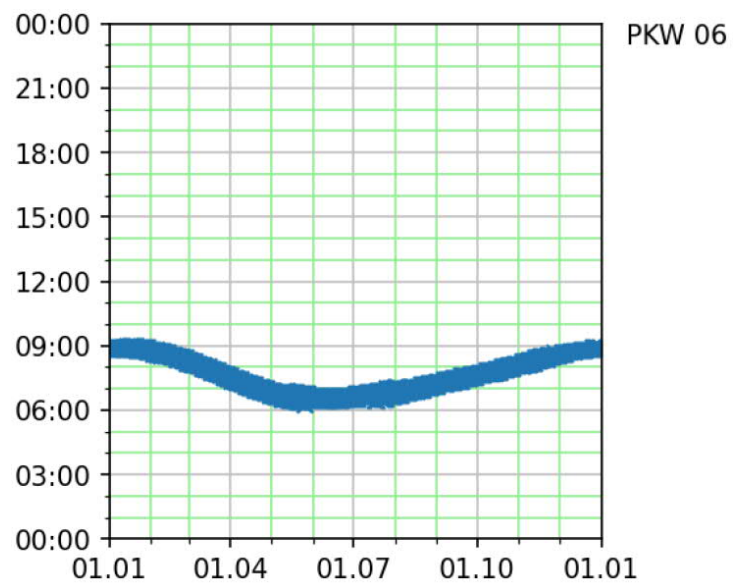
Die Zeitangaben sind in Winterzeit angegeben.

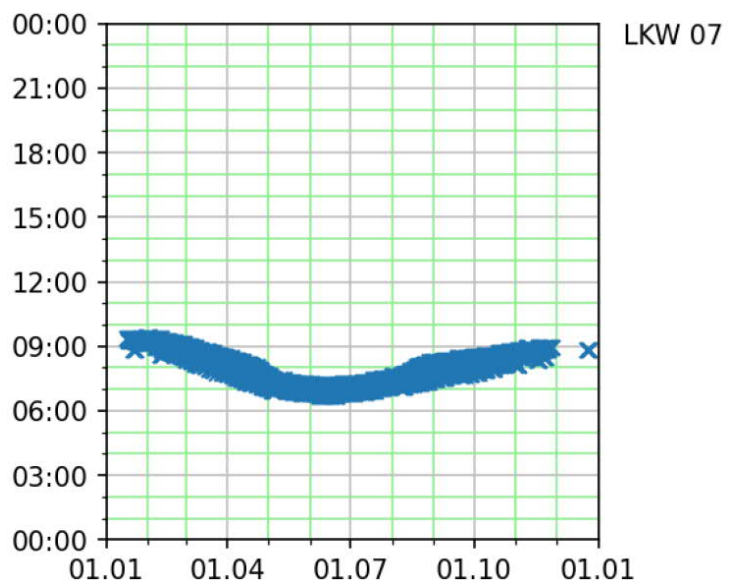
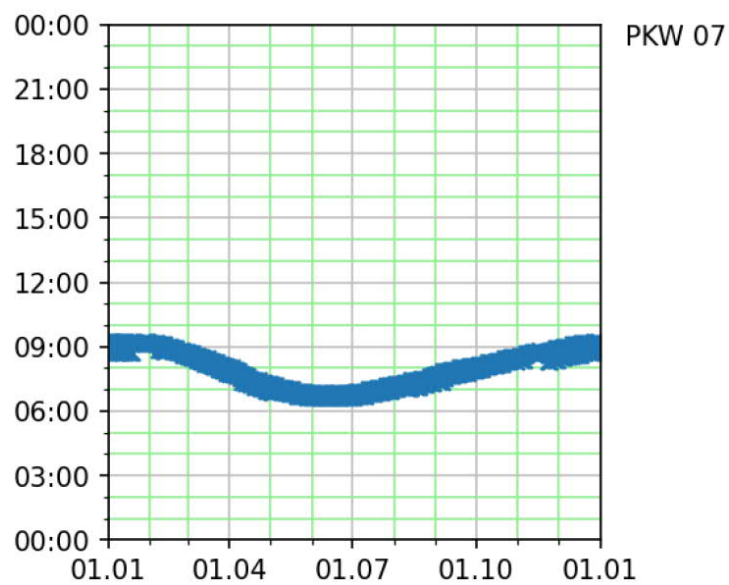
IO 5 S LKW (3 m relativ zum Gelände)

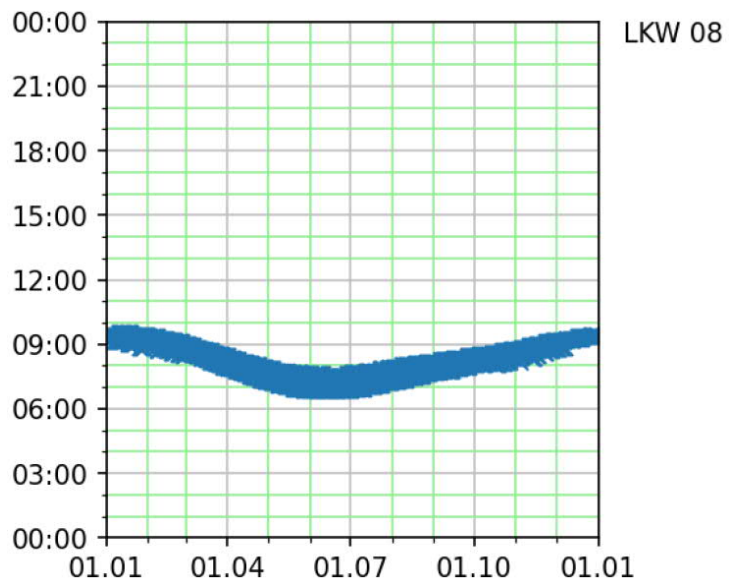
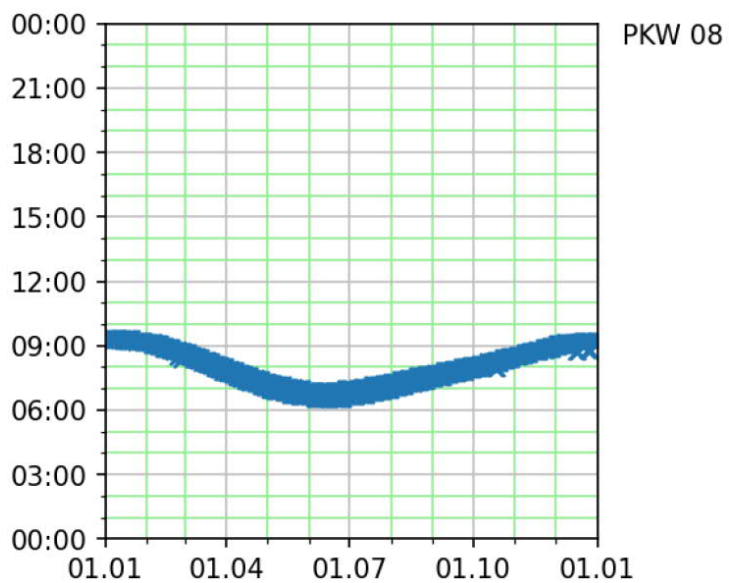


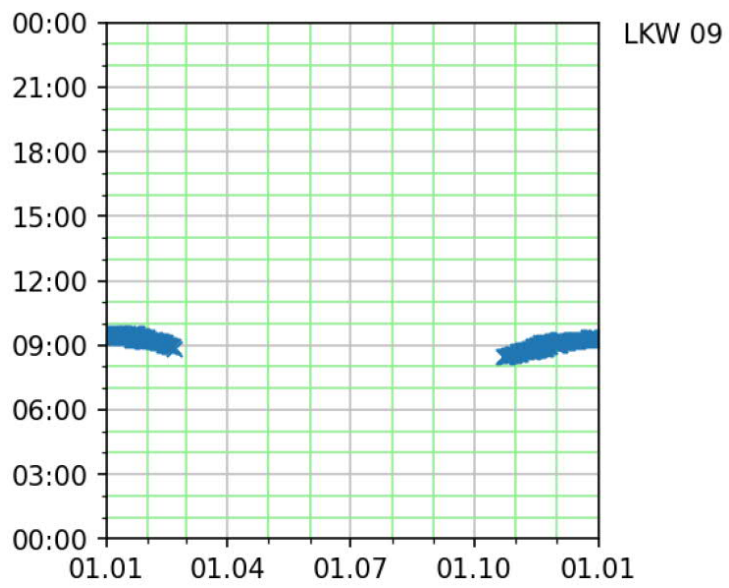
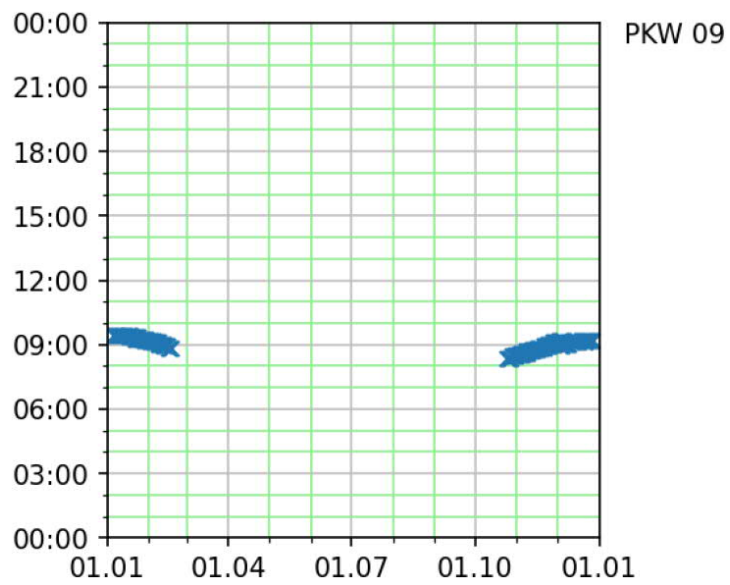
IO 5 S PKW (1,5 m relativ zum Gelände)

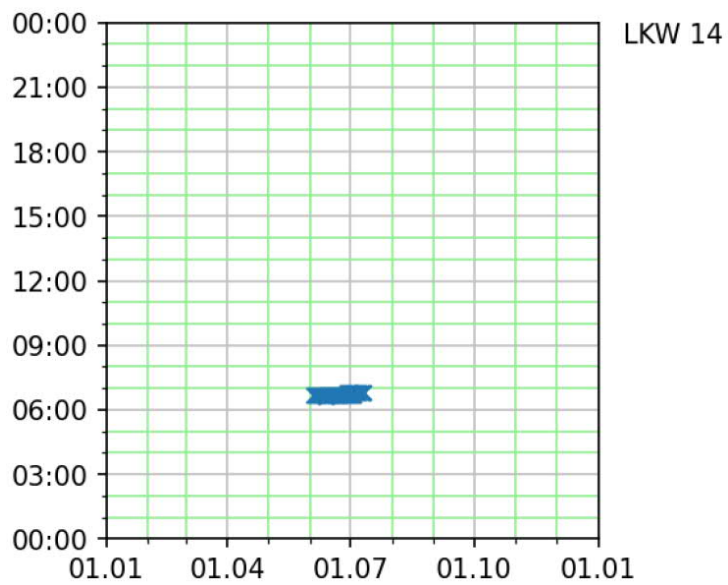
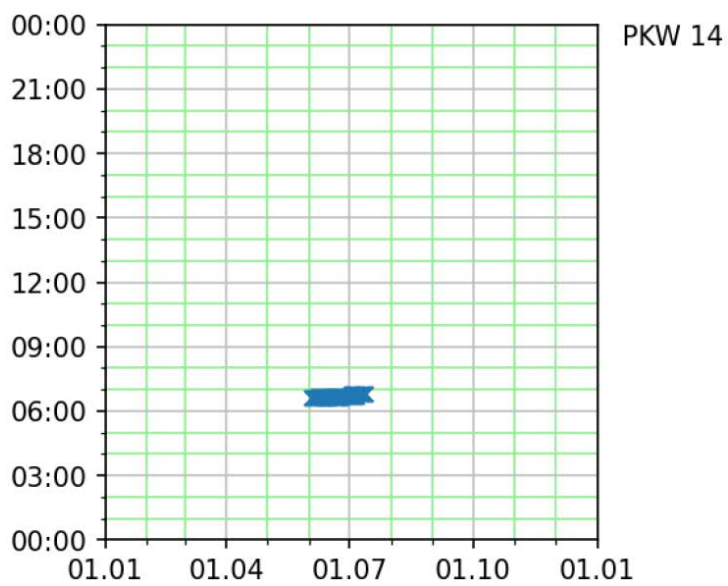


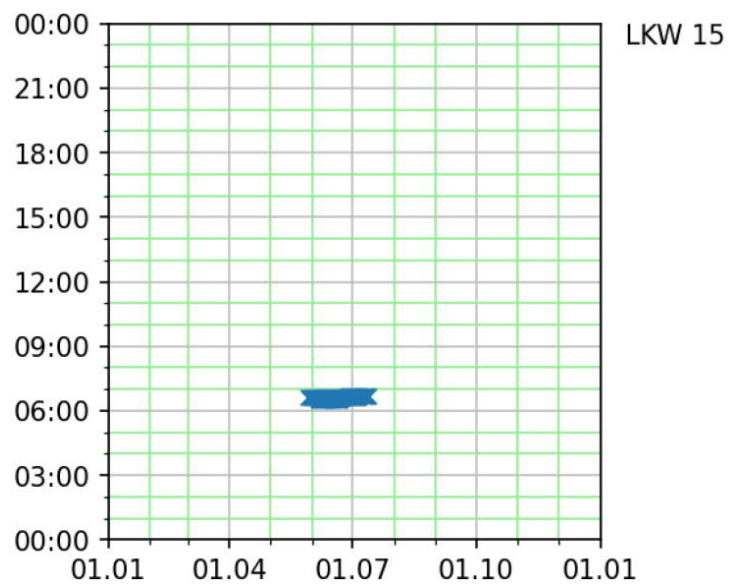
IO 6 S LKW (3 m relativ zum Gelände)*IO 6 S PKW (1,5 m relativ zum Gelände)*

IO 7 S LKW (3 m relativ zum Gelände)*IO 7 S PKW (1,5 m relativ zum Gelände)*

IO 8 S LKW (3 m relativ zum Gelände)*IO 8 S PKW (1,5 m relativ zum Gelände)*

IO 9 S LKW (3 m relativ zum Gelände)*IO 9 S PKW (1,5 m relativ zum Gelände)*

IO 14 S LKW (3 m relativ zum Gelände)*IO 14 S PKW (1,5 m relativ zum Gelände)*

IO 15 S LKW (3 m relativ zum Gelände)*IO 15 S PKW (1,5 m relativ zum Gelände)*