

Blendgutachten

PV-Anlage

Fischbach, Gemeinde Niedereschach

Bericht Nr. 770-01218-2

im Auftrag von

Ramona und Tobias Engesser

D-78166 Donaueschingen-Heidenhofen

München, im Mai 2024

Blendgutachten

PV-Anlage

Fischbach, Gemeinde Niedereschach

Bericht-Nr.: 770-01218-2

Dieser Bericht ersetzt den Bericht Nr. 770-01218-1 vom 30.04.2024.

Datum: 17.05.2024

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	19
6. Beurteilung der Blendeinwirkung.....	21
6.1 Nachbarschaft	21
6.2 Verkehr	21
6.3 Wirksamkeit von Maßnahmen	22
7. Anlagen	25

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 11 Absatz 3 des Gesetzes vom 26. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 202) 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] Modullageplan des Planvorhabens im dwg-Format, übermittelt von EngCon GmbH am 24.04.2024
- [12] Höhenmodell des Plangebiets und der umliegenden Nachbarschaft in Fischbach, bestellt beim Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg am 26.06.2023
- [13] Fotos von der Nachbarschaft in Fischbach, übermittelt per E-Mail von Solarcomplex AG am 19., 21. und 23.06.2023
- [14] Unfallatlas des statistischen Bundesamtes, <https://unfallatlas.statistikportal.de/>, letzter Zugriff am 26.07.2023
- [15] Blendgutachten, PV-Anlage Fischbach, Gemeinde Niedereschach, Bericht Nr. 770-01218, erstellt durch Möhler und Partner Ingenieure GmbH, Stand: 03.08.2023
- [16] Blendgutachten, PV-Anlage Fischbach, Gemeinde Niedereschach, Bericht Nr. 770-01218-1, erstellt durch Möhler und Partner Ingenieure GmbH, Stand: 30.04.2024

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. In der Untersuchung wurde auf der sicheren Seite liegend ganzjährig von einem wolkenlosen Himmel ausgegangen. Ferner wurden in den Berechnungen mögliche sichtabschirmende Einflüsse von Vegetation nicht berücksichtigt. Die in der vorliegenden Untersuchung prognostizierten Blendungsdauern stellen also maximal mögliche Blendungen dar, die ggf. teilweise in Realität geringer sein können. Die Untersuchung kommt zu folgenden Ergebnissen:

Nachbarschaft

In der Nachbarschaft werden Blendungsdauern von bis zu 25 Minuten am Tag und 27 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 untersuchten Nachbarschaft ganzheitlich und zuverlässig eingehalten.

Verkehr

Es werden in der direkt westlich verlaufenden Ortsverbindungsstraße Im Vogelsang keine Blendungen prognostiziert, die im fovealen Sichtbereich von Verkehrsteilnehmern liegen.

An der nördlich verlaufenden untergeordneten Gemeindestraße werden Blendungen prognostiziert, die im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer liegen können. Bei dieser untergeordneten Straße ist von einem reduzierten Verkehrsaufkommen und geringen Fahrgeschwindigkeiten auszugehen. Aus Gutachtersicht erscheinen aufwendige Blendschutzmaßnahmen für die untergeordnete Straße daher nicht zwingend erforderlich zu sein.

Zur Vermeidung von Blendungen im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer auf der nördlich verlaufenden untergeordneten Gemeindestraße oder Verminderung der Blendungen werden dennoch Maßnahmen vorgeschlagen.

Als Maßnahme ist im vorliegenden Projekt die Verwendung von reflexionsarmen Solarmodulen vorgesehen. Eine Verwendung von reflexionsarmen Modulen leistet einen Beitrag zur Blendungsreduzierung.

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 und südlich Bestandsgebäude.

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.

Um die Blendungskonflikte, die in der blendungstechnischen Untersuchung vom August 2023 [15] prognostiziert wurden, in der Nachbarschaft lösen zu können, wurde eine Änderung der Planung [11] und damit einhergehend eine Überarbeitung der blendungstechnischen Untersuchung [16] vorgenommen. Die blendungstechnische Untersuchung vom 30.04.2024 [16] wurde im Zuge der aktuellen Anpassung diversen redaktionellen Änderungen unterzogen.

Mit der Durchführung der Untersuchung wurde die Möhler + Partner Ingenieure AG durch die Solarcomplex AG am 09.05.2023 beauftragt.

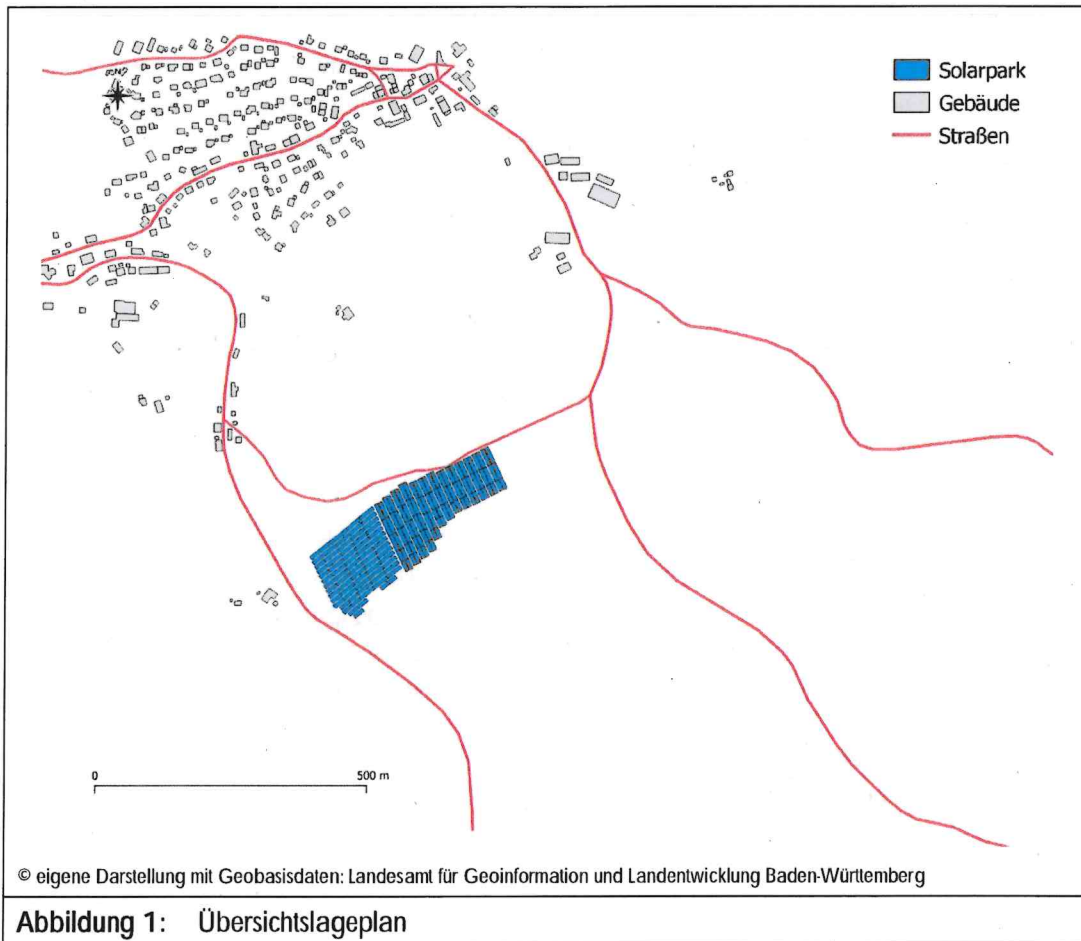
2. Örtliche Gegebenheiten

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 untergeordnete 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 und südlich in einem Abstand von ca. 700 m Bestandsgebäude.

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 statisch 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/m^2] 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:

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

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 [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)	96	64	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
Kleinsiedlungsgebiete (§ 2) Erholungsgebiete (§ 10)			
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 ($L_{u, \text{mess}} \leq 0,1 \text{ cd/m}^2$) 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 Pannefläche) 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

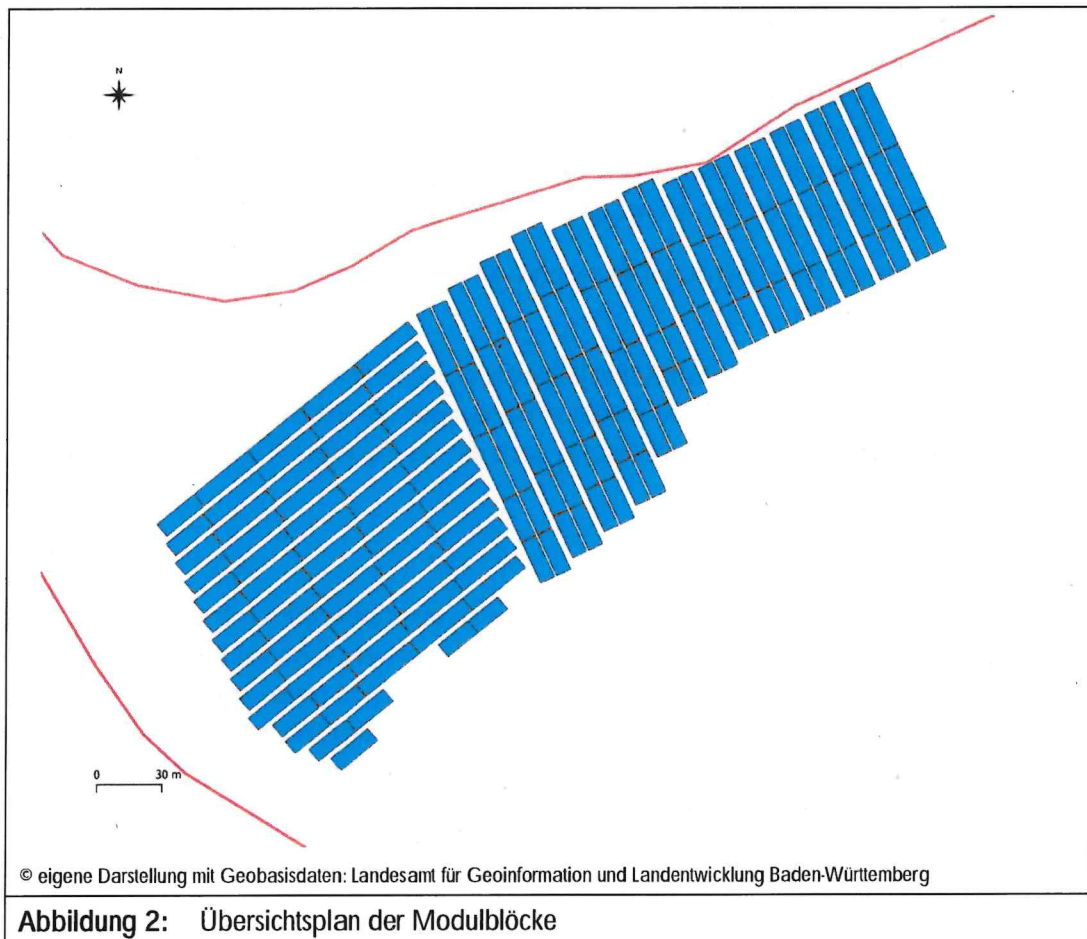
Die Berechnung der möglichen Blendung erfolgt unabhängig vom möglichen Bedeckungsgrad des Himmels. In Anlehnung an das Berechnungsverfahren nach Schierz [5] werden anhand von Ortsvektoren ausgehend von der Photovoltaikfläche und von dem zu untersuchenden Immissionsort die maßgebenden Azimut- und Höhenwinkel 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 [11] und Geodaten des Landesamts für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg [12] vor. Die Solarpaneele sind beim östlichen Solarparkteil nach Nordosten und Südwesten sowie beim westlichen Solarparkteil nach Südosten orientiert.

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



Die Azimutwinkel der Modulblöcke, die die horizontale Orientierung der Photovoltaikelementflächen beschreiben, sind nicht einheitlich. Der Azimutwinkel eines jeden Solarpaneelblocks wurde anhand des Flächennormalenvektors berechnet. Ist ein Solarpaneel nach Süden orientiert und das darunterliegende Gelände eben (keine Höhenunterschiede in Ost-West-Richtung im Bereich des Solarpaneels), so beträgt der Azimutwinkel dieses Solarpaneels 0° . Eine Ausrichtung nach Westen entspricht bei 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. Der westliche Solarparkteil, der nach Südosten ausgerichtet ist, weist Azimutwinkel zwischen -35° und 8° auf. Die Azimutwinkel der nordöstlich orientierten Modulblöcke des östlichen Solarparkteils bewegen sich abhängig vom Gelände im Bereich -141° und -81° sowie die Azimutwinkel der westlich orientierten Modulblöcke im Bereich 30° und 91° . Es zeigt sich, dass abhängig vom Gelände teils größere 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 beim westlichen Solarparkteil, der nach Südosten ausgerichtet ist zwischen 9° bis 15° . Für die nach Nordosten und Südwesten ausgerichteten Module des östlichen Solarparkteils bewegen sich die Neigungswinkel in einem Bereich zwischen 9° und 13° . 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

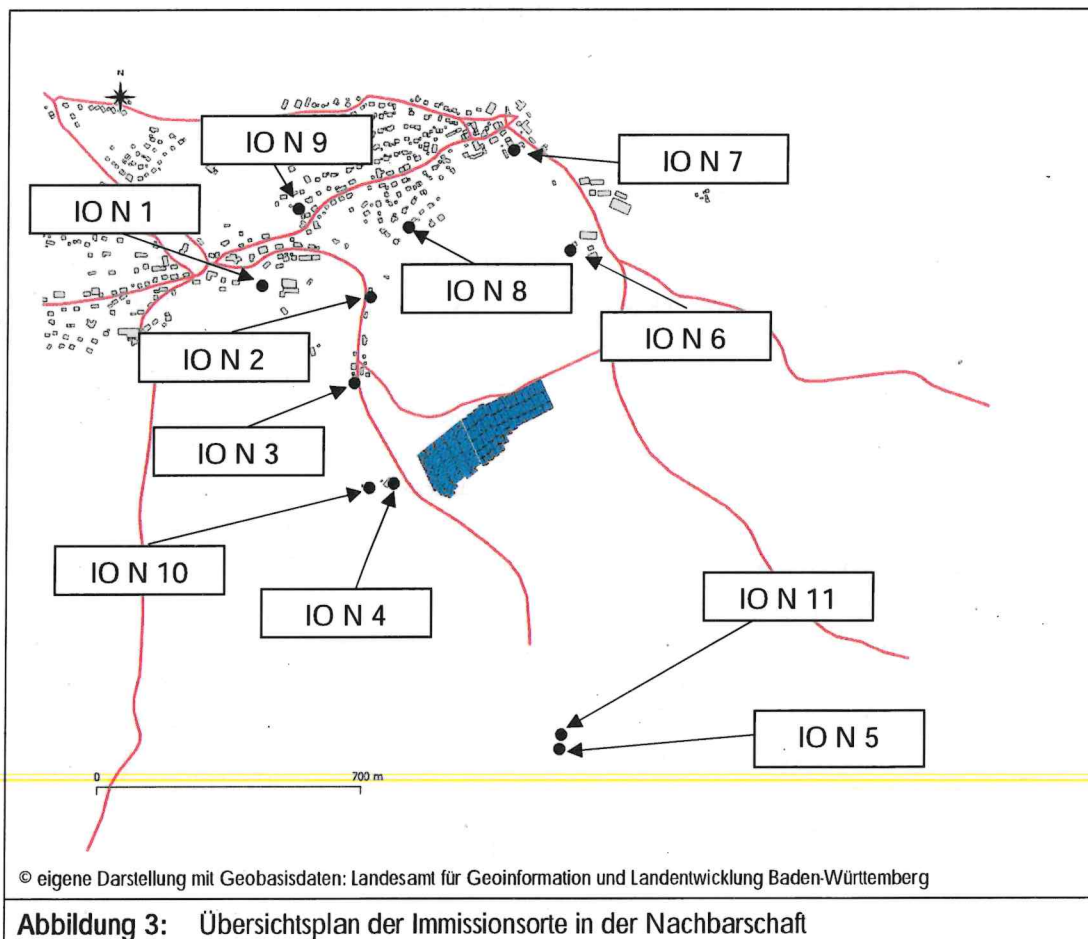
Das Plangebiet ist umgeben von landwirtschaftlichen Grünflächen. Südwestlich des Plangebiets befinden sich Wohngebäude. Des Weiteren befinden sich nordwestlich vereinzelt Bestandsgebäude. Weiter nördlich befindet sich der Ortsteil Fischbach, nordöstlich eine Hofstelle sowie südlich Bestandsgebäude. Um die bestehenden Gebäude in der Nachbarschaft im Berechnungsmodell treffend abbilden zu können, wurde basierend auf Lage (Geodaten, Satellitenfotos) und Fotos [13] die Wahl und Positionierung der Immissionsorte vorgenommen. Die Immissionsorte wurden derartig gewählt, dass diese zum einen die exponierten Gebäude abbilden und zum anderen in Bezug auf Blendungen

auch ein Stück weit repräsentativen Charakter für direkt benachbarte Nachbargebäude haben. So kann beispielsweise durch die blendungstechnische Untersuchung des Immissionsortes IO N 1 und IO N 2 ein blendungstechnischer Rückschluss auf die dazwischenliegende Gemeinschaftsschule Eschach-Neckar am Bodenacker 7 gezogen werden.

Die tatsächliche Stockwerkszahl der einzelnen Gebäude wurde basierend auf den Fotos von vor Ort [13] 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 und für jedes darüberliegende Geschoss wurde eine zusätzliche Höhe von 3 m berücksichtigt.

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.



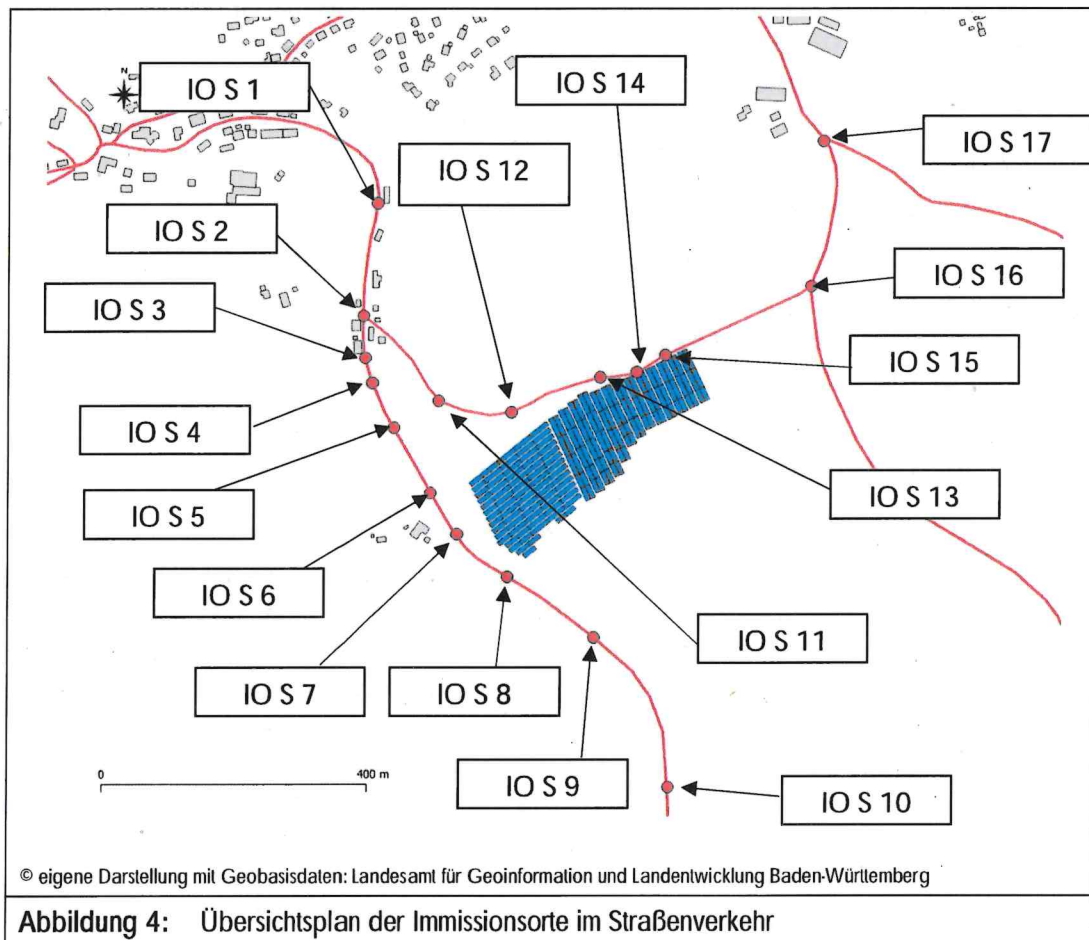
In der nachfolgenden Tabelle sind die untersuchten Immissionsorte in der Nachbarschaft des geplanten Solarparks (i.e. ION1 bis ION11) mit Adresse aufgelistet.

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 1/1, 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
IO N 10	Vogelsanghof 4, 78078 Niedereschach
IO N 11	Vogelsanghof 1, 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 gelegt. Für jedes darüberliegende Geschoss wurde eine zusätzliche Höhe von 3 m aufaddiert. Dies bildet in etwa die Höhe des menschlichen Kopfbereichs einer Person ab, die sich im jeweiligen Stockwerk befindet. In der nachfolgenden Tabelle sind die maximalen Blendungsdauern dargestellt.

Tabelle 4: Blendungen in der bewohnten Nachbarschaft			
Immissionsort	Stockwerk	Maximale Blendungszeiten	
		Tag [in Minuten]	Jahr [in Stunden]
IO N 1 bis IO N 3	alle Stockwerke	Keine Blendungen	Keine Blendungen
IO N 4	EG	10	8
	OG1	15	11
	OG2	15	19
IO N 5	alle Stockwerke	Keine Blendungen	Keine Blendungen
IO N 6	EG	10	8
	OG1	10	9
IO N 7 bis IO N 9	alle Stockwerke	Keine Blendungen	Keine Blendungen
IO N 10	EG	20	15
	OG1	15	19
	OG2	25	27
IO N 11	alle Stockwerke	Keine Blendungen	Keine Blendungen

Aus den Ergebnissen der oberen Tabelle geht hervor, dass in der umliegenden Nachbarschaft keine Blendungen prognostiziert werden, die oberhalb der gemäß den LAI-Hinweisen zulässigen Blendungsdauern liegen. Es werden Blendungsdauern von bis zu 25 Minuten am Tag und 27 Stunden im Jahr prognostiziert. Die zulässigen Blendungsdauern gemäß den LAI-Hinweisen von 30 Minuten am Tag und 30 Stunden im Jahr werden somit in der gesamten Nachbarschaft zuverlässig eingehalten. Die Gemeinschaftsschule Eschach-Neckar am Bodenacker 7, welche sich zwischen den Immissionsorten IO N 1 und IO N 2 befindet, die beide nicht von Blendungen betroffen sind, ist mit ziemlicher Sicherheit auch von keinen Blendungen durch den geplanten Solarpark betroffen. Maßnahmen zum Schutz der Nachbarschaft sind daher nicht erforderlich.

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
Im Vogelsang (IO S 1 bis IO S 10)			
IO S 1 bis IO S 3	PKW und LKW	Nein	Nein
IO S 4	PKW	Nein	Ja
	LKW	Nein	Ja
IO S 5	PKW	Keine Blendung	Keine Blendung
	LKW	Keine Blendung	Keine Blendung
IO S 6 bis IO S 7	PKW	Nein	Ja
	LKW	Nein	Ja
IO S 8 bis IO S 10	PKW	Keine Blendung	Keine Blendung
	LKW	Keine Blendung	Keine Blendung
Untergeordnete Gemeindestraße (IO S 11 bis IO S 17)			
IO S 11 bis IO S 16	PKW	Ja	Ja
	LKW	Ja	Ja
IO S 17	PKW	Keine Blendung	Keine Blendung
	LKW	Keine Blendung	Keine Blendung

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 in Bereichen (i.e. IO S 4 und IO S 6 bis IO S 7) zu Blendungen kommen kann, die jedoch außerhalb des fovealen Sichtbereichs der Verkehrsteilnehmer liegen. Für die nördlich und südlich der Planung gelegenen Bereiche der Straße im Vogelsang werden keine Blendungen prognostiziert. An der nördlich verlaufenden untergeordneten Gemeindestraße (i.e. IOS11 bis IOS16) kommt es zu Blendungen, die im fovealen Sichtbereich liegen. Die Beurteilung der Blendungen und eine Vorstellung möglicher Maßnahmen erfolgt im Kapitel 6.

6. Beurteilung der Blendeinwirkung

In der Untersuchung wurde auf der sicheren Seite liegend ganzjährig von einem wolkenlosen Himmel ausgegangen. Ferner wurden in den Berechnungen mögliche sichtabschirmende Einflüsse von Vegetation und Gebäuden unberücksichtigt gelassen. Die in der vorliegenden Untersuchung prognostizierten Blendungsdauern stellen also maximal mögliche Blendungen dar, die ggf. teilweise in Realität geringer sein können.

6.1 Nachbarschaft

Aus den Ergebnissen im Kapitel 5.1 geht hervor, dass in der Nachbarschaft keine Blendungen auftreten, die oberhalb der gemäß den LAI-Hinweisen zulässigen Blendungsdauern von 30 Minuten am Tag und 30 Stunden im Jahr liegen. Die maximalen Blendungen treten am Immissionsort IO N 10 auf und betragen bis zu 25 Minuten am Tag und 27 Stunden im Jahr. Die gemäß den LAI-Hinweisen zulässige Blendungsdauern von 30 Minuten am Tag und 30 Stunden im Jahr werden somit zuverlässig in der gesamten umliegenden Nachbarschaft eingehalten. Maßnahmen zum Schutz der Nachbarschaft sind daher nicht erforderlich.

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 keine Blendungen auftreten, die im fovealen Sichtbereich der Verkehrsteilnehmer liegen können. Maßnahmen zum Schutz der Verkehrsteilnehmer auf der Straße Im Vogelsang sind daher nicht erforderlich.

An der nördlich verlaufenden untergeordneten Gemeindestraße (i.e. IOS11 bis IOS16) treten Blendungen im fovealen Sichtbereich auf. Nachfolgend werden die Blendungen auf der nördlich verlaufenden untergeordneten Gemeindestraße beurteilt.

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.

Bei den Blendungen in den frühen Morgenstunden steht die Sonne tief im Osten und in den Abendstunden tief im Westen. Daher ist davon auszugehen, dass je nach Fahrtrichtung auch ohne Realisierung der Solarpaneele an diesen Immissionsorten zu gesagten Zeitpunkten im Morgen- und Abendzeitraum 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 der Verkehrsteilnehmer zu rechnen. Der Unfallatlas des statistischen Bundesamtes bestätigt diese Einschätzung für diese Bereiche, da hier in den letzten Jahren keine Unfälle [14] registriert wurden. Die Notwendigkeit von aufwendigen Maßnahmen

zum Schutz der Verkehrsteilnehmer erscheint daher aus gutachterlicher Sicht nicht zwingend erforderlich zu sein. Nichtsdestotrotz werden in Kapitel 6.3 Maßnahmen zur Verbesserung der Blendungssituation für diese untergeordnete Gemeindestraße aufgezeigt.

6.3 Wirksamkeit von Maßnahmen

In der Nachbarschaft treten keine Blendungen auf, die oberhalb der gemäß den LAI-Hinweisen zulässigen Blendungsdauern liegen. An der Ortsverbindungsstraße Im Vogelsang treten keine Blendungen auf, die im fovealen Sichtbereich liegen können. Für die bewohnte Nachbarschaft als auch für die Ortsverbindungsstraße Im Vogelsang sind daher keine Maßnahmen zu erarbeiten. Sollten Maßnahmen für die nördlich gelegene untergeordnete Gemeindestraße erforderlich sein, so würden sich diverse Maßnahmen anbieten, 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 Paneels zum Immissionsort durch eine Wand oder Ähnliches stellt je nach den vorliegenden örtlichen Randbedingungen 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.

Es wurde zum Schutz der untergeordneten nördlichen Gemeindestraße eine Sichtabschirmung untersucht. Aufgrund des nach Osten aufsteigenden Geländes müsste die Sichtabschirmung nordwestlich entlang des Solarparks sehr hoch (i.e. mehr als 4 m üGOK) konzipiert werden, um ganzheitlich die Blendungen auf der nördlichen untergeordneten Straße vermeiden zu können. Eine derartige Maßnahme erscheint daher als nicht zielführend. Auch ist zu diskutieren, ob auftretende Blendungen für diese gering frequentierte Straße tolerierbar sind. Eine mögliche geplante Einfriedung des Plangebiets sollte jedoch entlang der Nordwestseite des Plangebiets sichtundurchlässig konzipiert werden. Hier bietet sich als landschaftliches Strukturelement ggf. auch die Pflanzung einer Hecke entlang der nordwestlichen Plangebietsgrenze an.

- **Straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen im Verkehrsraum**

Im Verkehrsraum an der nördlich verlaufenden untergeordneten Gemeindestraße (i.e. IOS11 bis IOS16), die voraussichtlich durch ein geringes Verkehrsaufkommen geprägt ist, 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 der Anlage 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. Im Zuge der Planung ist die Verwendung von reflexionsarmen Modulen vorgesehen, um die Blendungseinflüsse auf die umliegende Nachbarschaft und den Verkehr zu reduzieren.

Änderung der Neigungswinkel und/oder Azimutwinkel der Solarpaneele

Eine Veränderung der Neigungswinkel und der Azimutwinkel stellt im Regelfall ein probates Mittel dar, um die Blendungen an bestimmten Immissionsorten zu reduzieren oder gar zu vermeiden. Im Zuge der Änderung der Planung [11] wurde in einem iterativen Verfahren diese Maßnahme zur Reduzierung möglicher Blendeinflüsse in der Umgebung bereits angewandt. Hier wurde eine Planvariante geschaffen, von der ein deutlich reduziertes blendungstechnisches Konfliktpotential ausgeht. Einer weiteren Veränderung von Azimut- und Neigungswinkeln wird in der vorliegenden Untersuchung kein zielführender (i.e. Vermeidung jeglicher Blendungen) Charakter zugeschrieben, da Immissionsorte um die Planung verteilt liegen und somit eine weitergehende Verbesserung an einer Stelle mit einer Verschlechterung an anderer Stelle einhergehen kann.

Dieses Gutachten umfasst 25 Seiten und 3 Anlagen. Die auszugsweise Vervielfältigung des Gutachtens ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure AG gestattet.

München, den 17. Mai 2024

Möhler + Partner
Ingenieure AG



i.A. B.Eng. M. Zöls

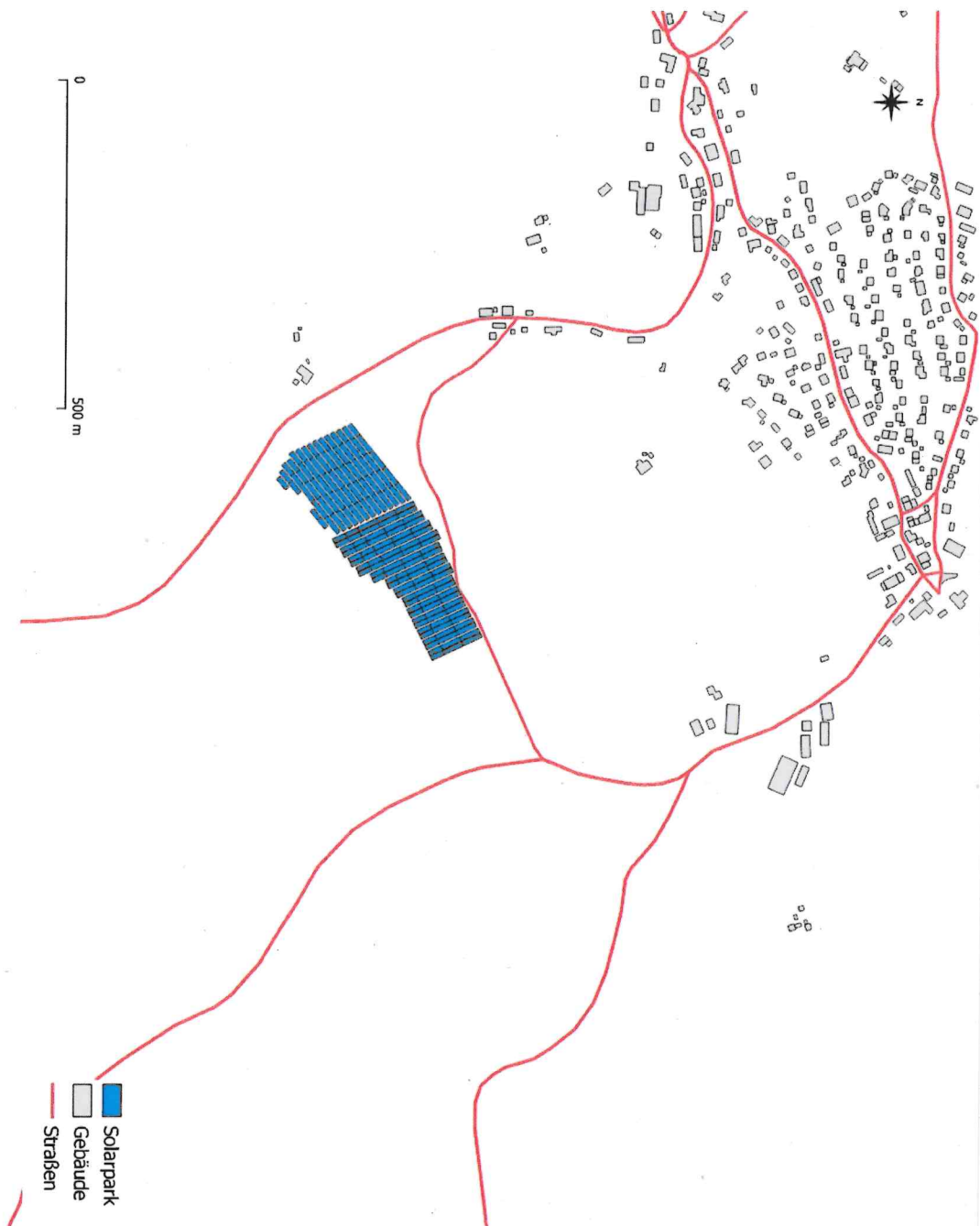


i.V. M.Sc. P. Patsch

7. Anlagen

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

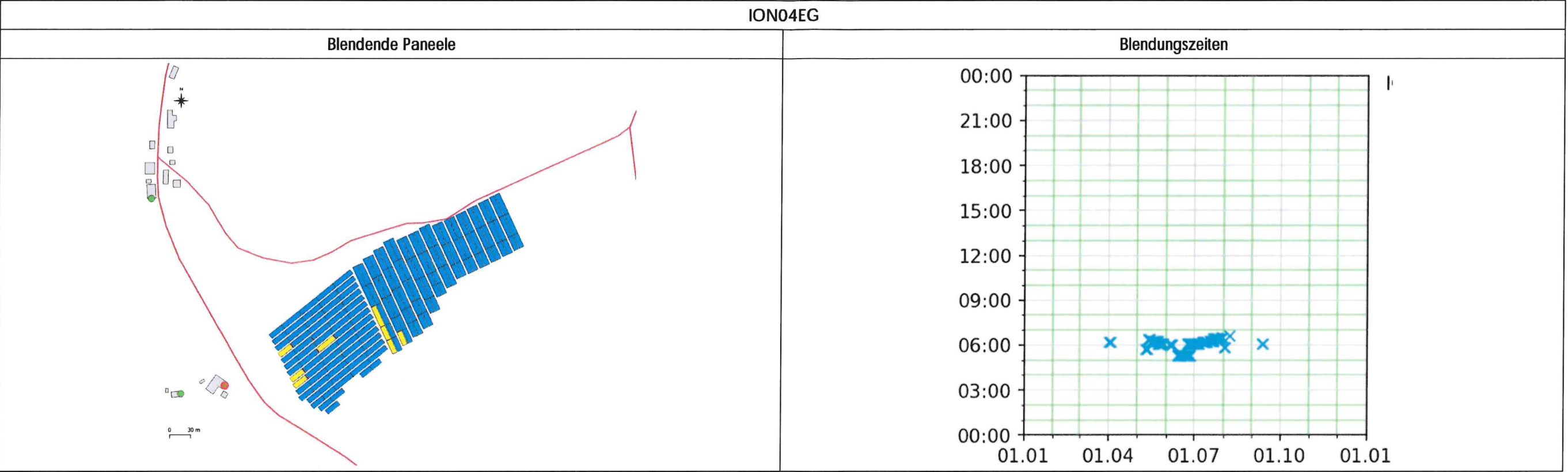
Anlage 1: Übersichtslageplan

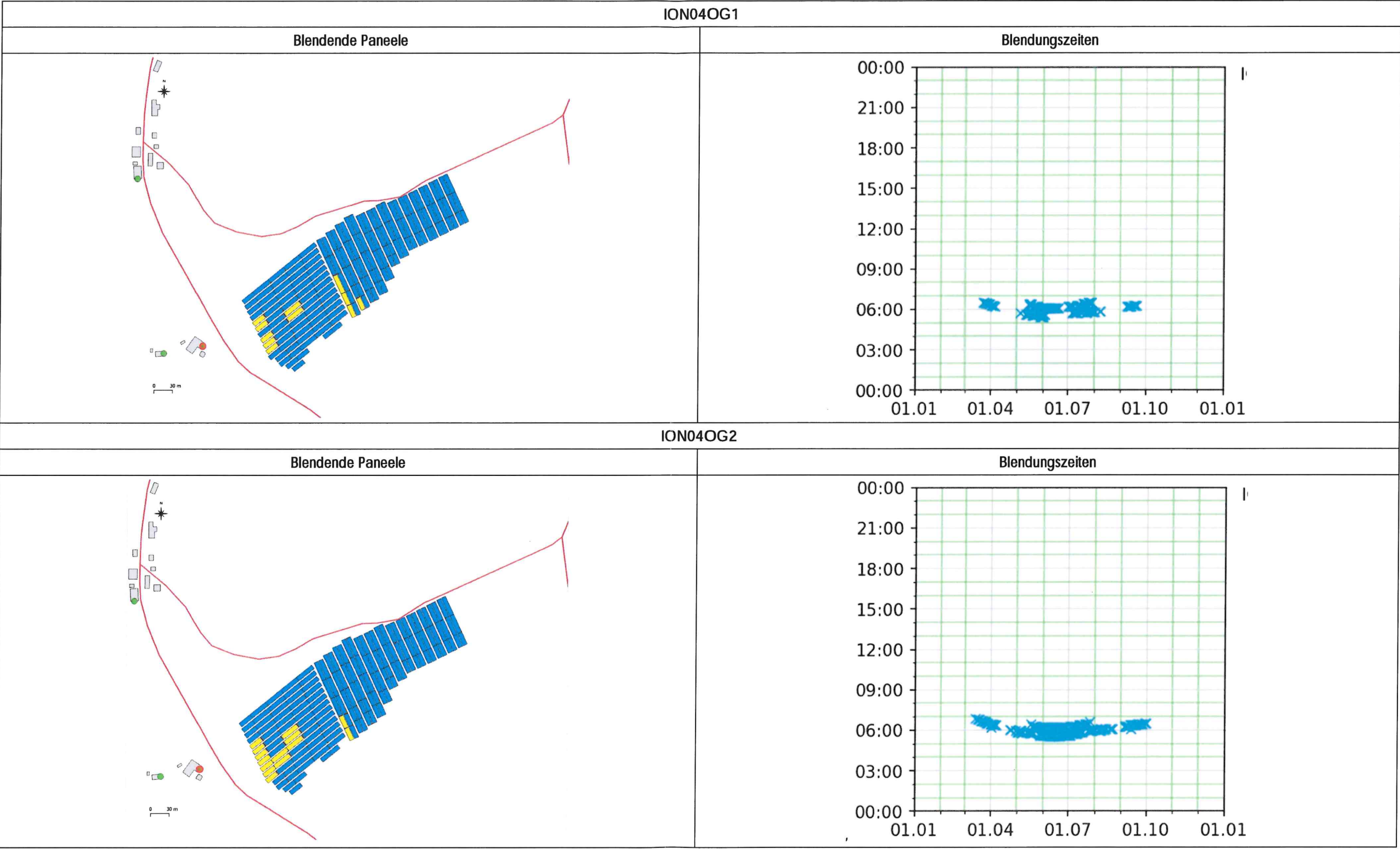


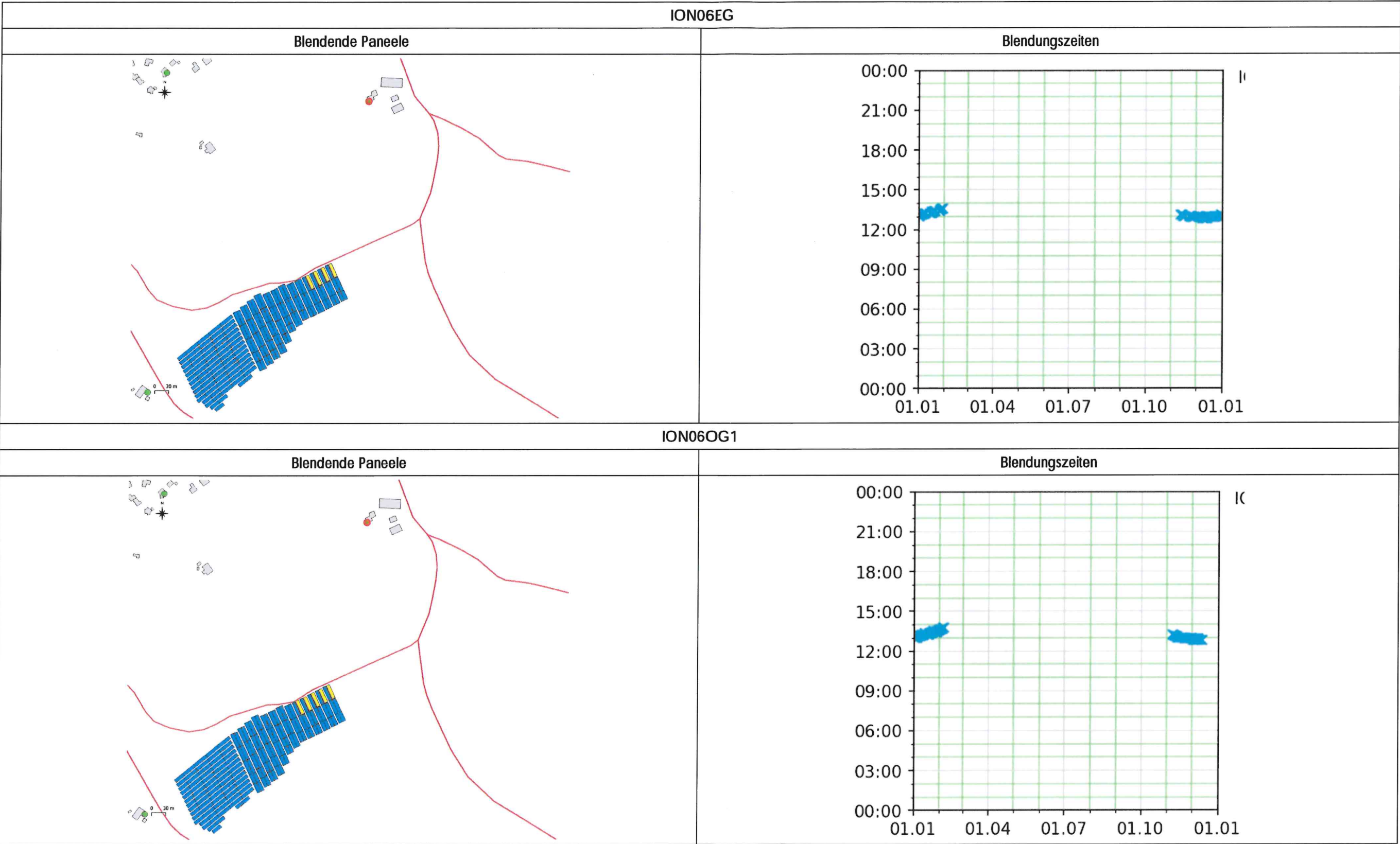
© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg

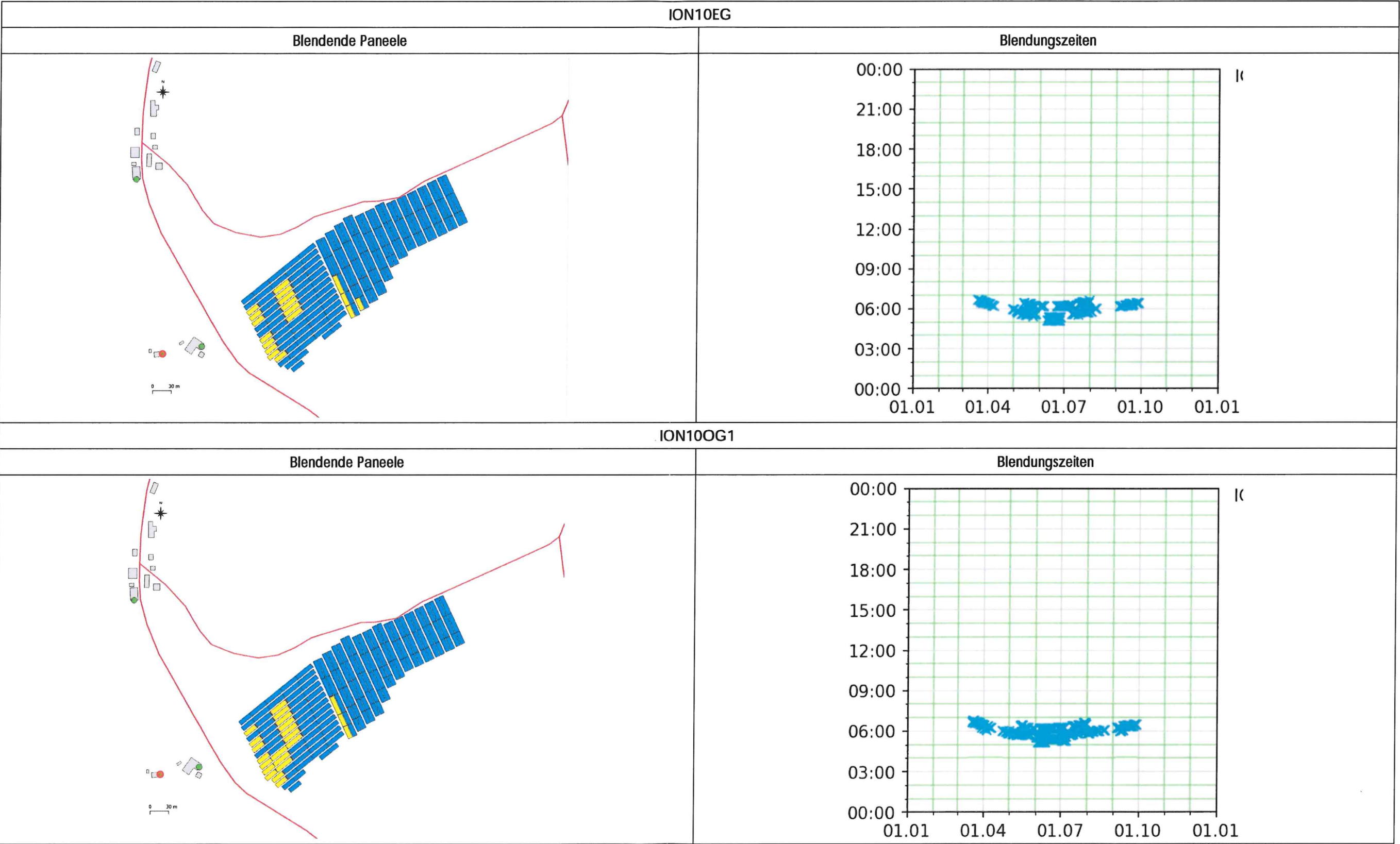
Anlage 2: Blendungen in der bewohnten Nachbarschaft

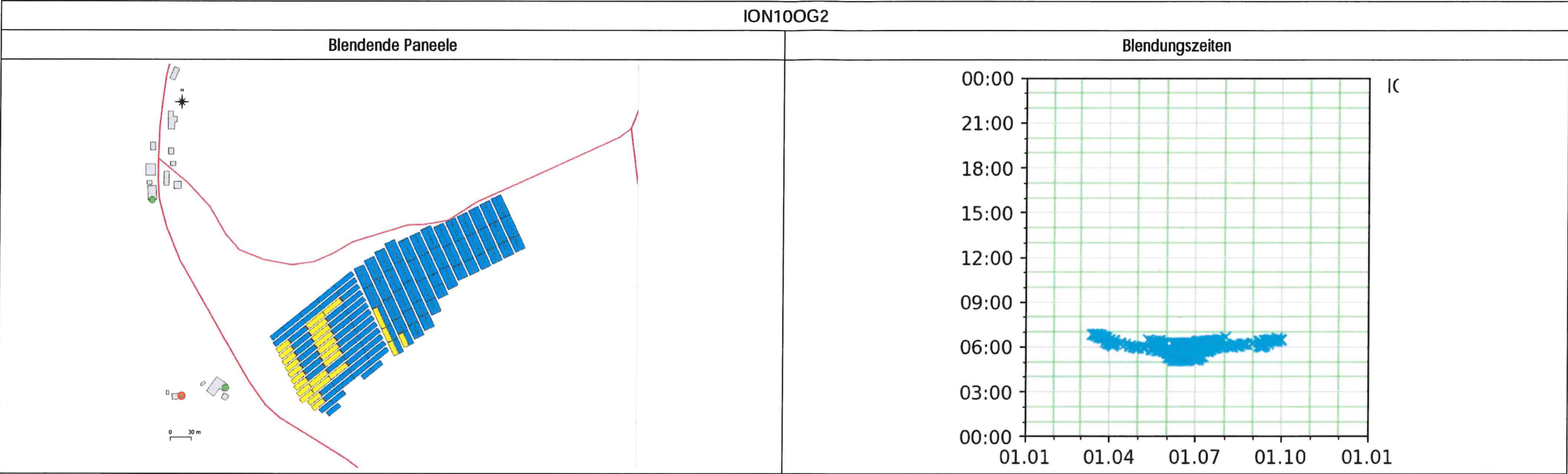
In den nachfolgenden Abbildungen sind die am Immissionsort zu Blendungen führenden Paneele gelb dargestellt. Der jeweilige Immissionsort ist als roter Punkt dargestellt. Zusätzlich sind die Zeiten dargestellt, zu denen die Blendungen auftreten. Die Blendungszeiten sind in Winterzeit angegeben. An den Immissionsorten (i.e. ION1 bis ION3, ION5, ION7 bis ION9 und ION11) treten keine Blendungen auf. Für alle Abbildungen der linken Spalte der Anlage 2 gilt: © eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg











Anlage 3: Blendungen im Verkehr

In den nachfolgenden Abbildungen sind die am Immissionsort zu Blendungen führenden Paneele gelb dargestellt. Der jeweilige Immissionsort ist als roter Punkt dargestellt. Zusätzlich sind die Zeiten dargestellt, zu denen die Blendungen auftreten. Die Blendungszeiten sind in Winterzeit angegeben. An den Immissionsorten (i.e. IOS01 bis IOS03, IOS08 bis IOS10 und IOS17) treten keine Blendungen auf. Für alle Abbildungen der linken Spalte der Anlage 3 gilt: © eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg

