Blendgutachten

BV Solarpark Stockach

nördlich der A 98 und westlich der B 313

Bericht Nr. 740-5892-1

im Auftrag der

solarcomplex AG

78224 Singen am Hohentwiel

München, im April 2019

MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

Blendgutachten

BV Solarpark Stockach
nördlich der A 98 und westlich der B 313

Bericht-Nr.: 740-5892-1

Datum: 03.04.2019

Dieser Bericht ersetzt den Bericht Nr. 740-5892 vom 06.03.2019

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 8

4. Berechnungen zur Blendung 11

4.1 Berechnungsmethode 11

4.2 Immissionsorte 12

4.3 Blendquelle – Photovoltaikelemente 13

4.4 Blendungen an den Immissionsorten 14

4.5 Beurteilung der Blendung und Vorschlag von Optimierungsmöglichkeiten sowie Maßnahmen 15

5. Anlagen 18

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Übersichtslageplan [6] 8

Abbildung 2: Maßgebliche Immissionsorte und Höhenmodell 13

Abbildung 3: Lage und Beschriftung der Paneele [6] 14

Abbildung 4: Sichtunterbrechende Maßnahme (Westabschnitt) 16

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Schwellenwerte verursacht durch Blendung [2] 10

Tabelle 2: Blendungen an den Immissionsorten IO 1 bis IO 13 14

Grundlagenverzeichnis:

[1] Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771) 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, 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] Lageplan, Projekt: 750 kW Anlage Stockach, erstellt durch solarcomplex AG, Maßstab: 1:2964, Stand: 13.03.2019

[7] PV-Freiflächenanlage 750 kW, erstellt durch solarcomplex AG, Maßstab: 1:2250, Stand: 17.10.2018

[8] DIN EN 13201-2: Straßenbeleuchtung-Teil 2: Gütermerkmale, Juni 2016

[9] DIN 5034, Teil 2: Tageslicht in Innenräumen: Grundlagen, Februar 1985

[10] Höhenmodell des Plangebiets in Stockach, bestellt beim Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg am 10.12.2018

[11] Vorentwurf, Vorhabenbezogener Bebauungsplan "Großflächige PV-Anlage an der A81-Flur 3435 und 3436 in Engen", erstellt von: 365° freiraum + umwelt, Stand: 21.06.2018

[12] Sichtanalyse im Pkw unter Berücksichtigung von Bewegung und individuellen Körpercharakteriestika, Jörg Hudelmaier, 31.10.2002

[13] Augenbewegungen und visuelle Aufmerksamkeit, Uni Bielefeld, Juli 2011,Link: https://www.techfak.uni-bielefeld.de/~ihkoesli/vab2011/07-vab2011-hk-augenbewegungen-sw.pdf

[14] Blend- und Lärmschutz, Beeinträchtigungen und Verkehrssicherheit, Visuelle Informationsträger für verkehrsfremde Zwecke, Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr (FSV), November 2003

[15] Telefonat mit Herrn Dürr-Pucher bezüglich der Variante und der Paneelneigung am 15.03.19

Zusammenfassung:

Die Firma Solarcomplex AG plant nördlich der A 98 und westlich der B 313 in der Gemeinde Stockach die Errichtung eines Solarparks. In der folgenden Untersuchung wurde die Blendung ausgehend von Solarpaneelen des geplanten Solarparks in Stockach auf die benachbarte Bundesautobahn BAB 98 und der Bundesstraße B 313 berechnet und bewertet. Die Untersuchung kommt zu folgenden Ergebnissen:

Durch die geplanten Photovoltaikanlagen sind Blendungen an der A 98 zu erwarten, nicht jedoch an der B 313. Die Blendungen treten ausschließlich abends auf und können die Verkehrsteilnehmer, die von Osten nach Westen unterwegs sind, beeinträchtigen. Zum Schutz der Verkehrsteilnehmer vor Blendung wird ein Sichtschutz empfohlen. Es wurde eine mögliche Ausrichtung und Dimensionierung dieser abschirmenden Elemente erarbeitet, sodass Blendeffekte nicht mehr zu erwarten sind

1. Aufgabenstellung

Die Firma solarcomplex AG plant entlang der A 98 und der B 313 in Stockach die Errichtung eines Solarparks. Die Planung sieht eine zusammenhängende Fläche mit Photovoltaikanlagen vor. Die Anlage soll auf dem Flurstück 2707 errichtet werden. Die Fläche befindet sich nördlich der A98, westlich der Bundesstraße 313 und südlich/östlich der Verbindungsstraße zwischen Autobahn und Bundesstraße. Die Solarpaneele sollen nach Südosten orientiert werden, nahezu parallel zu der Straßenführung der nördlichen und südlichen Straßen. Durch die Photovoltaikelemente können Blendungseffekte bedingt durch Sonnenlicht auf die umschließenden Straßen auftreten und damit einhergehend eine Beeinflussung des Straßenverkehrs nicht ausgeschlossen werden. In der angebotenen Untersuchung sollen die durch das Planvorhaben entstehenden Auswirkungen auf den Straßenverkehr A 98, der B 313 und der Zu-/Abbringer untersucht werden.

Im Rahmen einer lichttechnischen Untersuchung ist daher zu prüfen, ob durch die geplanten Photovoltaikanlagen keine Blendungen der B 313, der A 98 und der Verbindungsstraße auftreten. Ggf. sind Dauer und das Ausmaß der Blendung zu prognostizieren und nach den einschlägigen Regelwerken zu beurteilen. Ggf. sind Schutzmaßnahmen in Abstimmung mit dem Auftraggeber zu erarbeiten. In der vorliegenden Überarbeitung des Berichts wird eine weitere Variante untersucht. Auf der Grundlage neuer Planungsgrundlagen (veränderte Ausrichtung und Neigungswinkel der Paneele [6] ist eine Überarbeitung des Gutachtens vom 06.03.2019 erforderlich geworden.

Mit der Durchführung der Untersuchung wurde die Möhler + Partner Ingenieure AG am 22.11.2018 von der solarcomplex AG beauftragt.

2. Örtliche Gegebenheiten

Der geplante Neubau des Solarparks befindet sich auf dem Grundstück mit der Flurnummer 2707 in der Gemeinde Stockach. Die für das Planvorhaben vorgesehene Fläche grenzt direkt nördlich an die A 98 und westlich an die B 313 an. Das Plangebiet ist nicht eben sondern nach Westen hin abfallend. In der näheren Umgebung gibt es keine höheren Berge oder andere topografische Elemente, die zu einer Verminderung der Besonnung der Paneele führen würden. Abschirmende Elemente zwischen den geplanten Solarpaneelen und den umliegenden Verkehrswegen, die eine Sichtunterbrechung darstellen, liegen nicht vor. Vegetation wurde bezüglich ihrer eventuellen Schutzwirkung vor Blendung nicht berücksichtigt, da sie Veränderungen bedingt durch Jahreszeit, Schäden, etc. unterworfen ist und daher keinen konstanten zeitlich unveränderten Schutz aufweist. Die südlich des Plangebiets gelegene A 98 ist von Osten nach Westen hin abfallend. Die Abschnitte der A 98 östlich vom Plangebiet liegen deutlich höher als das Plangebiet währendhingegen die Abschnitte der A 98, welche westlich vom Plangebiet gelegen sind, meist tiefer als das Plangebiet gelegen sind.

Zur besseren Übersicht können die örtlichen Gegebenheiten und die Lage des Solarparks der Abbildung 1 entnommen werden.

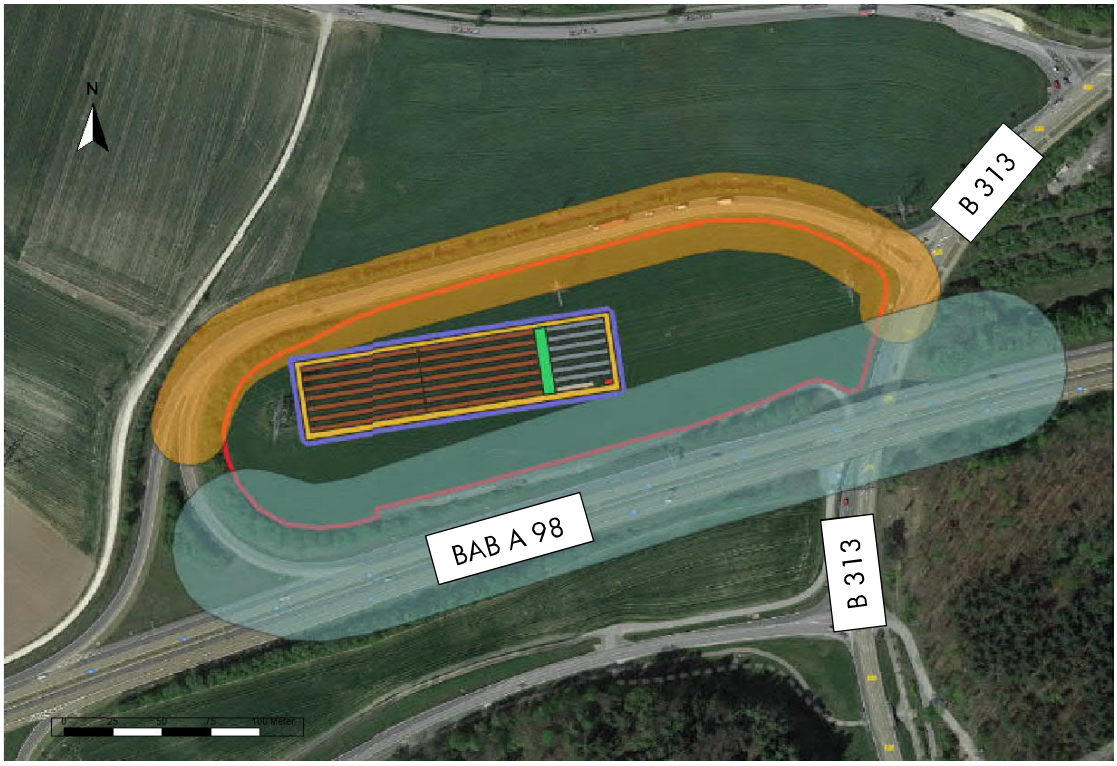


Abbildung 1: Übersichtslageplan [6]

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

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

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:

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 ($L_{u,mess} \le 0{,}1$ cd/m²) 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/m² an. Durch die Reflektion von Sonnenlicht an den glatten Oberflächen von Photovoltaikanlagen können in der unmittelbaren Nachbarschaft hohe Leuchtdichten auftreten, die mit $>10^5$ cd/m² eine absolute Blendung bei den Betroffenen verursachen können [2]. 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 vorliegendem Fall ist jedoch die Blendeinwirkung im öffentlichen Verkehrsraum (Straße, Fahrrad- und Fußweg) zu untersuchen. Ein dauerhafter Aufenthalt findet hier grundsätzlich nicht statt. Es treten vor allem kurze Aufenthaltsdauern durch Vorbeifahrten mit Auto oder Lastkraftwagen auf. Aufgrund einer für den vorliegenden Fall fehlenden Beurteilungsgrundlage von Blendungen durch reflektiertes Sonnenlicht an Immissionsorten mit kurzer Verweildauer, wird hilfsweise auf die von den LAI-Hinweisen festgelegten Empfehlungen zur Beurteilung und Minderung der Blendwirkung von Photovoltaikanlagen (Anhang 2 in [2]) hingewiesen, die jedoch in vorliegender Untersuchung nicht herangezogen werden, da kurze Blendungen ausreichen, um Unfälle zu verursachen und eine untenliegende Beurteilung die Ergebnisse schön reden würden. In nachfolgender Tabelle sind rein informativ die Blenddauern angegeben, die im Sinne der LAI-Hinweise zu erheblichen Belästigungen in Räumen mit dauerhaften Aufenthalt führen:

Tabelle 1: Schwellenwerte verursacht durch Blendung [2]

Zeitraum	Schwellenwert [Zeit]
Tag	30 Minuten
Jahr	30 Stunden

Eine Beurteilung der Blendung von Sonnenlicht kann auch hilfsweise basierend auf der DIN 13201-2 [8] 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 7000 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 bei jeder auftretenden Blendung, bei der der Verkehrsteilnehmer direkt in die Blendung blickt, von einer physiologischen Blendung ausgegangen. In den Berechnungen wurden daher alle auftretenden Blendungen ermittelt.

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° (15 ° 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 und somit zu Unfällen führen kann. 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 mehr störenden Charakter aufweist ([12], [13], [14]).

Die Ermittlung der Blendung erfolgt anhand dem in Abschnitt 4.1 dargestellten Berechnungsverfahren. Eine Beurteilung der Blendung wird nicht getroffen, wenn sich die Blendung im fovealen Sichtfeld des Autofahrers (Straßenachse) befindet, da jegliche Blendung durch Sonnenlicht in diesem Bereich zu einer absoluten Blendung führt, und vor diesem Hintergrund zu vermeiden gilt. Befindet sich die Blendung im peripheren Sichtfeld des menschlichen Auges, wird diese als Blendung identifiziert und behandelt, jedoch bedarf es für diese Art von Blendungen keiner Maßnahmen, da davon ausgegangen wird, dass keine unmittelbare Gefahr für den Straßenverkehr vorliegt.

4. Berechnungen zur Blendung

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 der Ortsvektoren der Photovoltaikelemente und des zu untersuchenden Immissionsortes die Verbindungsvektoren ermittelt. Jede Photovoltaikfläche wird in 0,2 m Schritten in x und y Richtung unterteilt und der jeweilige Ortsvektor bestimmt. Eine weitere Verfeinerung der Schrittweite hat keine Veränderungen des Ergebnisses zur Folge gehabt, weshalb eine Schrittweite von 0,2 m als hinreichend genau erachtet werden kann. Diese Verbindungsvektoren symbolisieren die Blickverbindung des Verkehrsteilnehmers (Immissionsort) zum Solarpaneel. In Kombination mit der Solarpaneelorientierung (Höhenwinkel und Azimutwinkel) werden mithilfe der Verbindungsvektoren die kritischen Höhenwinkel und Azimutwinkel bestimmt, die zu einer Blendung führen können. In weiterer Folge werden auf Grundlage der DIN 5034 Teil 2 [9] die an dem Standort des Neubaus der Solaranlage auftretenden Azimut- und Höhenwinkel der Sonne im Jahresverlauf ermittelt. Dabei wird der Sonnendurchmesser von 0,52° berücksichtigt.

Liegen kritische Sonnenstände im Intervallbereich der Höhenwinkel und Azimutwinkel der Sonne, so entsteht zu diesem Zeitpunkt an dem jeweiligen Paneelpunkt eine Sonnenlichtreflexion, die zu einer

Blendung am Immissionsort führt. Die mögliche Blendung wird im Jahresverlauf in 10-Minuten-Schritten dargestellt. Eine Verfeinerung der Zeitschritte hat keine merkliche Veränderung der Ergebnisse zur Folge gehabt. Eine Blendung durch die geplanten Photovoltaikelemente tritt nicht auf, wenn sich die Blickrichtungen auf die Sonne und auf das Modul um weniger als 10° voneinander unterscheiden, da in diesen Fällen die Sonnenblendung überwiegt, da sie direkt im Hintergrund der blendenden Fläche liegt.

Die Höheninformationen für die Solarpaneele und die Immissionsorte lieferte ein DGM des Landesamtes für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg [10].

4.2 Immissionsorte

Durch die Ausrichtung der Photovoltaikelemente im vorliegenden Fall und damit einhergehend der Blendungsfläche nach Südosten sind Blendungen möglich. Aufgrund der großen Ost- West-Ausdehnung des Plangebiets (damit einhergehend lange Solarpaneellängen) und der Höhenänderung im Plangebiet (von Westen nach Osten abfallend, vgl. Abb. 2) können Beeinträchtigungen der Verkehrsteilnehmer durch Blendung in beide Richtungen auf der A 98 und der B 313 grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden. Aus gutachterlicher Sicht sind voraussichtlich vor allem Verkehrsteilnehmer, die auf der A 98 von Ost nach West unterwegs sind, aufgrund der höheren Lage dieses Straßenabschnitts, Blendungen ausgehend von den Solarpaneelen ausgesetzt. Generell werden bei der Wahl der Immissionsorte Bereiche gewählt, innerhalb welcher entweder große Betroffenheiten durch Blendungen zu erwarten sind (östlicher Bereich der A 98) oder innerhalb Straßenabschnitte, die gute Sichtverhältnisse erforderlich machen (z.B. Kreuzungsbereiche). Solche Bereiche liegen an der B 313 nördlich der A 98, wo der Zubringer der A 98 an die B 313 anschließt, oder an den Ein- und Ausmündungen des Autobahnzubringers auf Höhe der Solarpaneele. Es finden Verkehrsverflechtungen von verschiedenen Verkehrsströmen statt und damit einhergehend vermehrte Spurenwechsel auf der Autobahn bzw. Bundesstraße. Hier sind gute Sichtverhältnisse und damit einhergehend gute Reaktionszeiten ebenfalls wichtig, um Gefahrensituationen bzw. Unfälle vermeiden zu können.

Die Höhe der Immissionsorte wurde bei 1,5 m und 3,0 m üGOK gewählt, um die Betroffenheit der Verkehrsteilnehmer (Pkw 1,5 m und Lkw 3,0 m) wiederspiegeln zu können. Hier wurde vor allem die Betroffenheit von Lkw-Fahrern untersucht, da durch ein höheres Fahrerhaus der Immissionsort höher liegt und somit die Wahrscheinlichkeit, durch Blendung betroffen zu sein, größer ist. Tritt für das Lkw-Fahrerhaus keine Blendung auf, ist dies auch für das Pkw-Fahrerhaus nicht der Fall. Die Lage der verschiedenen Immissionsorte kann der nachfolgenden Abbildung entnommen werden.

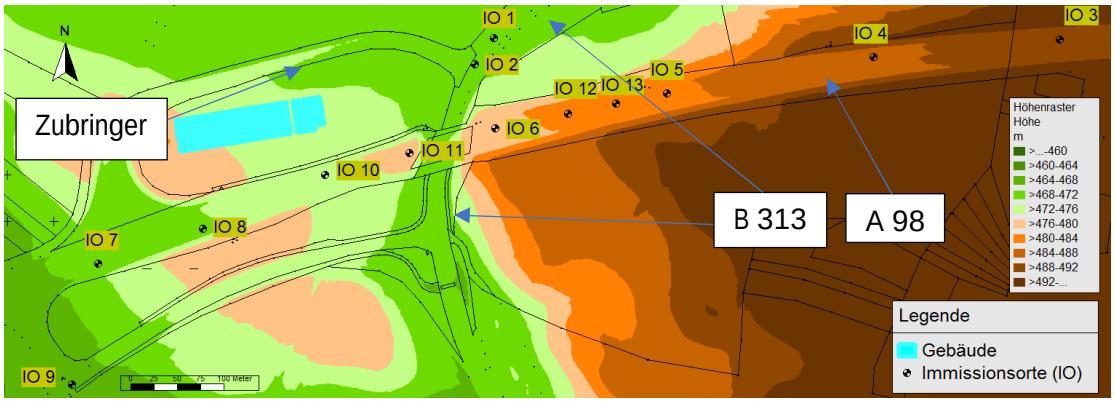


Abbildung 2: Maßgebliche Immissionsorte und Höhenmodell

4.3 Blendquelle – Photovoltaikelemente

Im Vergleich zum Planstand vom Oktober 2018 [7] wurden die Paneele auf blendgutachterliche Empfehlung nach Westen verschoben. Des Weiteren wurde die Neigung der Paneele von 15° auf 10° reduziert. Es wurden in der vorliegenden Untersuchung kritische Photovoltaikelemente für die Blendungsbetrachtung gewählt. Aus gutachterlicher Sicht wurde eine Vorauswahl getroffen, welche Paneele zu untersuchen sind. Die Lage und die Beschaffung der Paneele kann Abb. 3 entnommen werden. Es handelt sich um die Elemente, die besonders nah zur B 313 (Paneel 1 und Paneel 8) liegen, sowie um die Randpaneele 7 und 14, welche von Osten her gut sichtbar sind und von demher für Blendungen sorgen können. Anhand der Blendung dieser Paneele werden im späteren Verlauf die Maßnahmen dimensioniert. Die anderen Paneele wurden nicht berücksichtigt, da sie zur Dimensionierung von Maßnahmen nicht maßgeblich sind. Dies lässt sich folgendermaßen erklären: Das Gelände ist von Süden nach Norden hin abfallend, sodass die Paneele 1 und 8 am höchsten liegen und somit die sichtbaren Paneele für die südlich befindlichen Verkehrsteilnehmer darstellen und die dahinterliegenden Paneele verdecken. Für von Westen kommend auf den Solarpark blickende Verkehrsteilnehmer ist aufgrund der niedrigeren Lage der dortigen Immissionsorte im Vergleich zu den Paneelen mit keiner Blendung zu rechnen, weshalb die Paneele 2-6 nicht eigens betrachtet werden müssen. Die Paneele 7, 8 und 14 werden aus o.g. Gründen betrachtet. Die in der Mitte liegenden Paneele (Paneel 2-6 und Paneel 9-13) wurden nicht eigens berechnet, da die für die spätere Dimensionierung der Maßnahmen die maßgebenden Paneele die äußeren Paneele (Paneel 1 und 7 und Paneel 8 und 14) sind. Es wurde nach Absprache mit Autraggeberseite [15] eine Paneel-Neigung von 10 ° angesetzt. Auch bei geringen Reflexionsanteilen der blendenden Flächen (z.B. Anti-Reflexions-Beschichtungen, etc.) ist aufgrund der hohen Leuchtdichte der Sonne von $0{,}3 \times 10^9$ cd/m² eine absolute Blendung zu erwarten, gerade bei tiefen Sonnenständen und damit einhergehend im flachen Winkel auftreffenden Sonnenstrahlen. Es gilt daher, alle Blendungen zu erfassen und in einem weiteren Schritt zu evaluieren, inwiefern die Blendungen im fovealen Sichtfeld der Verkehrsteilnehmer liegen.

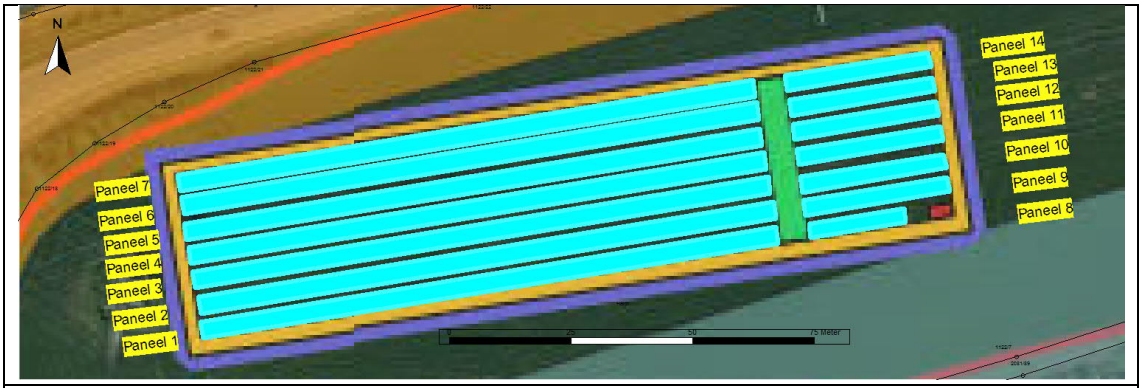


Abbildung 3: Lage und Beschriftung der Paneele [6]

4.4 Blendungen an den Immissionsorten

Eine Beurteilung der Blendung an den Immissionsorten erfolgte, ob Blendung auftritt oder nicht. Für die Dimensionierung erforderlicher Maßnahmen wird anschließend zwischen absoluter Blendung (im fovealen Sichtbereich) und psychologischer Blendung (im Peripheriebereich des Auges) unterschieden. An welchem Tag und zu welchen Uhrzeiten Blendungen auftreten, kann der Anlage 1 entnommen werden. Blendungen, wie sie in der nachfolgenden Tabelle dargestellt sind, treten nicht jeden Tag auf, sondern nur an vereinzelten wenigen Tagen im Jahr meist zu kurzen Zeitpunkten. Für die Dimensionierung der Maßnahmen zum Blendschutz reicht jedoch eine kurzauftretende Blendung im fovealen Sichtbereich aus (30° zur Straßenachse bzw. Hauptblickrichtung). Es wurden an den Immissionsorten mögliche Blendungen ausgehend von den Paneelen 1 bis 14 ermittelt. In der nachfolgenden Tabelle sind die durch Blendung betroffenen Immissionsorte dargestellt. Für jeden Immissionsort wurden nur die Paneele aufgeführt, die eine Blendung verursachen können (direkte Sichtbeziehung, innerhalb des fovealen Sichtbereichs, keine Abschirmung, etc.)

Tabelle 2: Blendungen an den Immissionsorten IO 1 bis IO 13

Immissionsort	Paneel	Blendung
IO 6	**8**	**ja**
IO 12	**7**	**ja**
IO 13	**14**	**ja**

Fett: Blendung tritt an entsprechenden IOs auf

Die Ergebnisse zeigen, dass an der A 98 für Verkehrsteilnehmer, die von Osten in Richtungen Westen unterwegs sind, Blendungen auftreten. Besonders betroffen sind in den frühen Abendstunden Verkehrsteilnehmer auf der A 98, die von Osten nach Westen unterwegs sind und sich unmittelbar östlich von den Paneelen befinden (IO 6, IO 12 und IO 13). Wie der Anlage 2 entnommen werden kann, führt die tiefstehende Abendsonne im Westen zu Blendungen. Diese tritt lediglich in den Abendstunden auf und beschränkt sich auf wenige Tage im Jahr (Mitte bis Ende März und Mitte bis Ende September). Für Verkehrsteilnehmer in Richtung Osten sind keine Blendungen zu erwarten. Die höhere Straßenlage der A 98 im östlichen Bereich führt zu vermehrten Blendungen. Im Kreuzungsbereich der

B 313 und des Autobahnzubringers (IO 2) werden keine Blendungen prognostiziert. Blendungen für Verkehrsteilnehmer auf der B 313 südlich der A 98 sind auch nicht zu erwarten.

Genaue Informationen zu den auftretenden Blendungen können den Abbildungen in Anlage 2 entnommen werden. Es treten ausschließlich kurzzeitige Blendeffekte auf.

4.5 Beurteilung der Blendung und Vorschlag von Optimierungsmöglichkeiten sowie Maßnahmen

Durch den geplanten Solarpark entstehen Blendungen, die den nahegelegenen Verkehr auf der A 98 beeinträchtigen können. Die vom LAI vorgeschlagenen Schwellenwerte von maximal 30 Minuten Blendung am Tag und maximal 30 Stunden pro Jahr werden nicht zur Bewertung herangezogen, da eine solche Beurteilung im Verkehrsbetrieb mit charakteristischen kurzen Verweilzeiten der einzelnen Verkehrsteilnehmer aus gutachterlicher Sicht als nicht sinnvoll erachtet wird. Denn es genügt eine sehr kurze Zeitspanne, in Extremfällen ein einzelner Moment mit zu starker Lichteinwirkung in der Sichtachse, um die Sehfähigkeit des Auges für einige Sekunden derart zu beeinträchtigen, sodass die Reaktionsfähigkeit herabgesetzt wird.

Da die Blendung genau mit der abendlichen Hauptverkehrszeit zusammenfällt, wird aus immissionsschutzfachlicher Sicht empfohlen, Maßnahmen zur Blendungsvermeidung umzusetzen. Folgende Maßnahmen werden vorgeschlagen:

1. Verwendung von Glaselementen mit niedrigem Reflexionsgrad bzw. hohem Absorptionsgrad. Gläser mit unterschiedlichen Farbtönen oder Beschichtungen mit niedrigen Reflexionsgraden können im Vergleich zu herkömmlichem Glas die Blendwirkung z.T. wesentlich verringern. Da bei Sonnenlicht jedoch sehr hohe Leuchtdichten auftreten, führen auch Bruchteile der Sonnenreflektion zu absoluten Blendungen, weshalb diese Maßnahme der Vollständigkeit halber aufgeführt wird, die ausreichende Wirksamkeit jedoch zweifelhaft ist.

2. Eine effektive Maßnahme zum Schutz der A 98 vor Blendung stellen abschirmende Elemente dar, die eine Sichtunterbrechung zwischen reflektierten Sonnenlicht vom Paneel und Verkehrsteilnehmer herstellt. Eine Sichtunterbrechung durch Vegetation ist mit einer bestimmten Unsicherheit behaftet. Eine sich ändernde Erscheinungsform der Vegetation bedingt durch Schäden (Wind, Schädlinge, Dürre, Unfälle etc.), Jahreszeiten (besonders bei laubtragenden Pflanzen von Bedeutung) führen zu einer nur schwer zu bewertenden Situation. Es wird daher zumindest eine Kombination aus durchgehender Wand (bzw. Wall) und Bepflanzung empfohlen.

3. Eine Änderung der Neigung der Paneele (niedrigerer Höhenwinkel), eine Aufstelzung der Paneele (höherer Emissionsort), eine Änderung des Azimut-Winkels der Paneele kann auch zu Verbesserungen führen (kann im Rahmen der Untersuchung jedoch nicht beurteilt werden, da hier bedeutend in die Planung eingegriffen wird).

Im Folgenden wurde die Maßnahme einer sichtunterbrechenden Wand (Maßnahme 2) untersucht. In der nachfolgenden Abbildung ist ein Vorschlag für abschirmende Wände/Wälle/Zaun o. Ä. ge-

geben. Diese stellt nicht die einzige Möglichkeit dar, sondern hat als eine mögliche Variante beispielhaften Charakter. Da das Gelände sehr uneben ist, wurden die erforderlichen Höhen der einzelnen sichtunterbrechenden Elemente in absoluten Höhen angegeben.

Aufgrund der kurzen Blendzeiten (wenige Tage im Jahr, maximal 2 Stunden/Tag) wäre eine temporäre Sichtunterbrechung möglich, die zu Blendungszeitpunkten aktiv ist (gegründete Schienen mit fahrbaren Textilelementen). Dabei muss jedoch sichergestellt werden, dass die Maßnahme rechtzeitig aufgebaut wird. Inwiefern diese Maßnahme aus technischer Sicht möglich ist, kann aus immissionsschutzfachlicher Sicht nicht beurteilt werden.

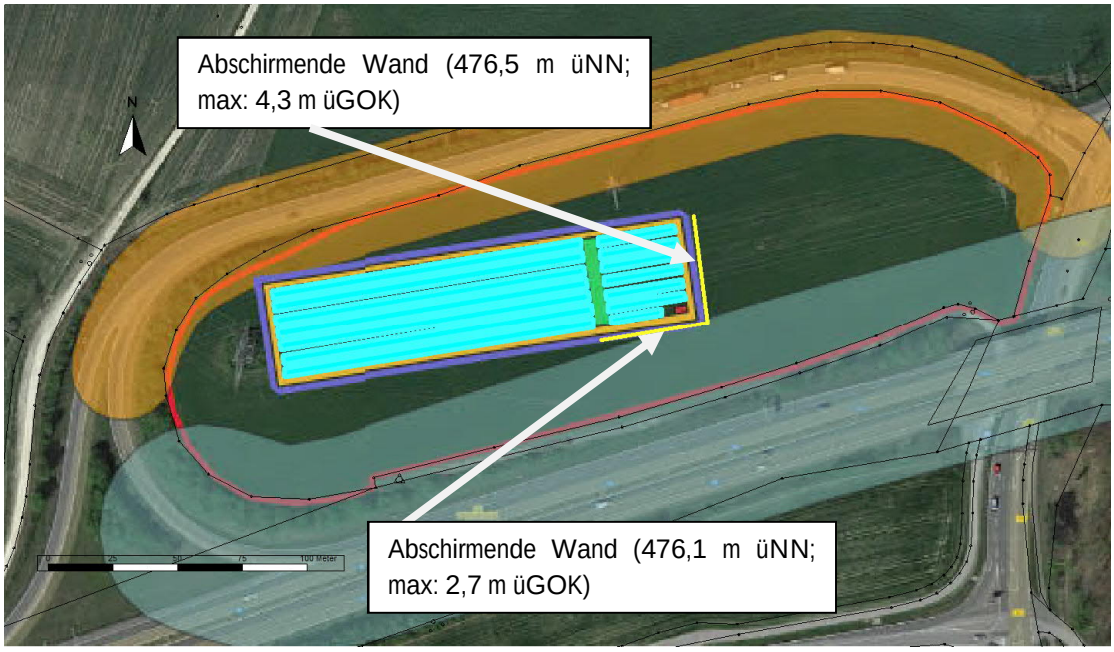


Abbildung 4: Sichtunterbrechende Maßnahme (Westabschnitt)

Die gelben Linien stellen die Abmessungen einer möglichen Abschirmung dar. Die Höhen sollten gemäß der Bemaßung in der Abbildung gewählt werden, die ggf. noch angepasst werden können, wenn z.B. die Paneele nicht bzw. geringer/höher aufgeständert werden. Die Höhen sind in absoluten Höhen angegeben, da das Gelände viele Höhenänderungen aufweist. Die relativen Höhen beziehen sich auf den ungünstigsten (niedrigsten) Punkt des Geländeabschnitts.

Dieses Gutachten umfasst 18 Seiten und 3 Anlagen. Die auszugsweise Vervielfältigung des Gutachtens ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure AG gestattet.

München, den 3. April 2019

Möhler + Partner
Ingenieure AG

i. A. M.Sc. P. Patsch

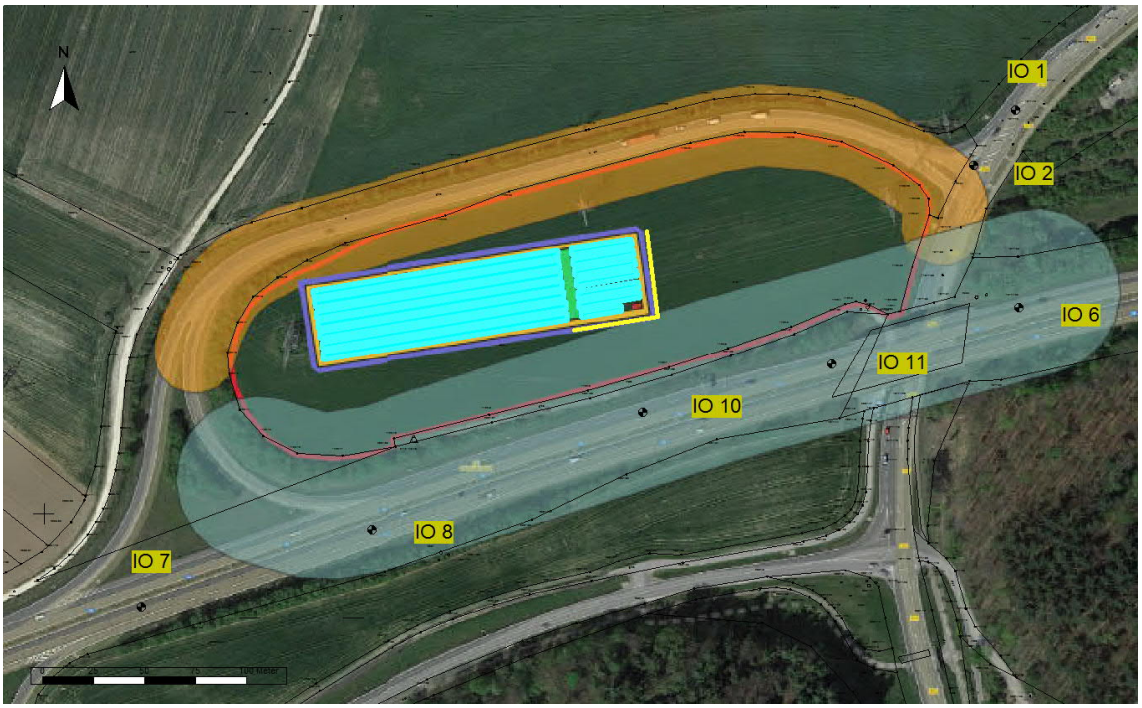
i. V. M.Sc. C. Bews

5. Anlagen

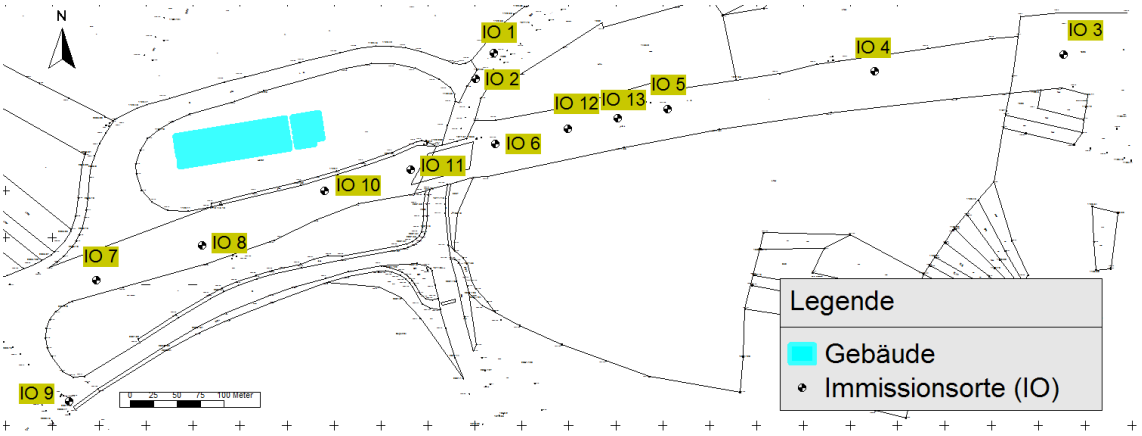
Anlage 1:	Lageplan
Anlage 2:	Blendungszeiten
Anlage 3:	Blendflächen

Anlage 1: Lagepläne

Lageplan Plangebiet



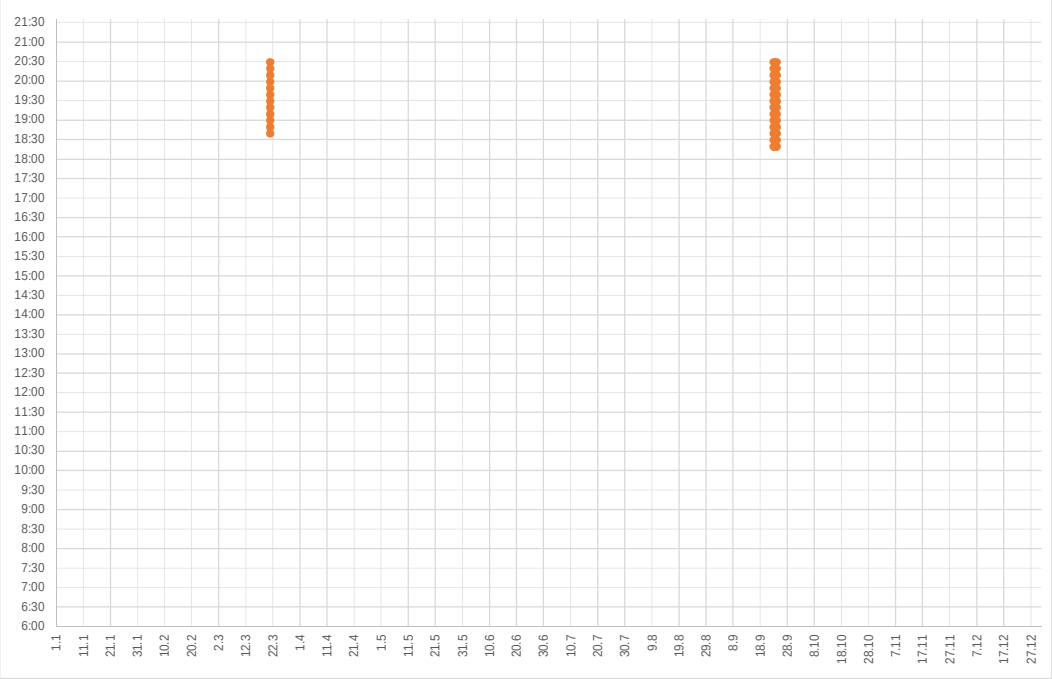
Lageplan Immissionsorte



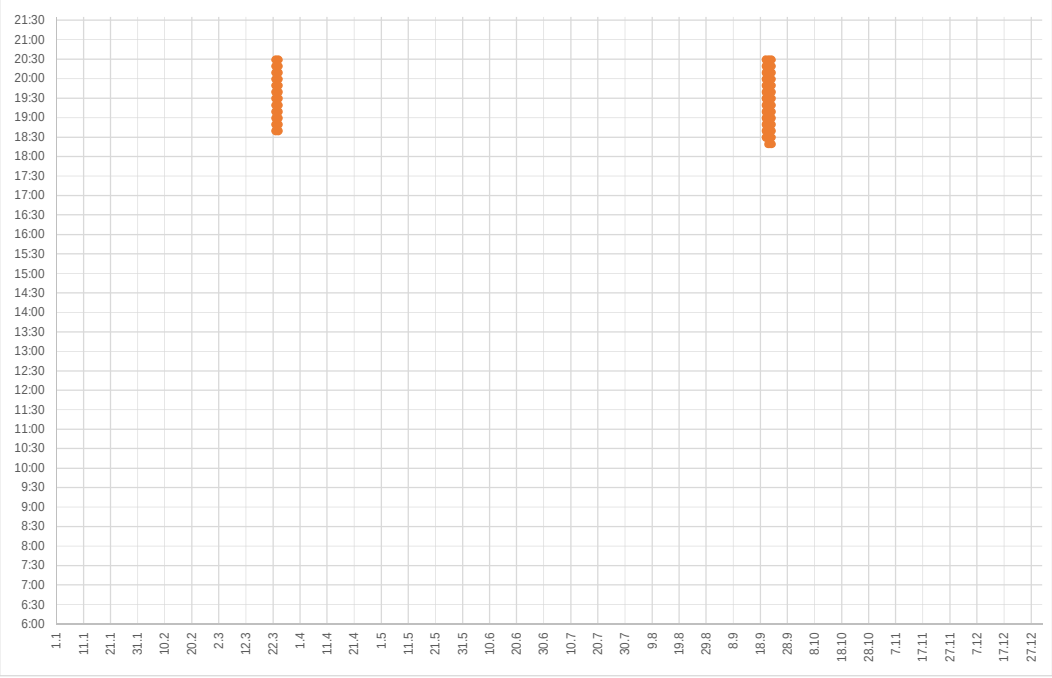
Anlage 2: Blendungszeiten

Information: Es werden nachfolgend lediglich die Blendzeiten für die jeweiligen Immissionsorte dargestellt, an denen Blendung entsteht. Die Blendungszeiten sind in der Winterzeit angegeben. Eine Umrechnung für die Blendungszeiten in Sommerzeit wurde nicht vorgenommen!

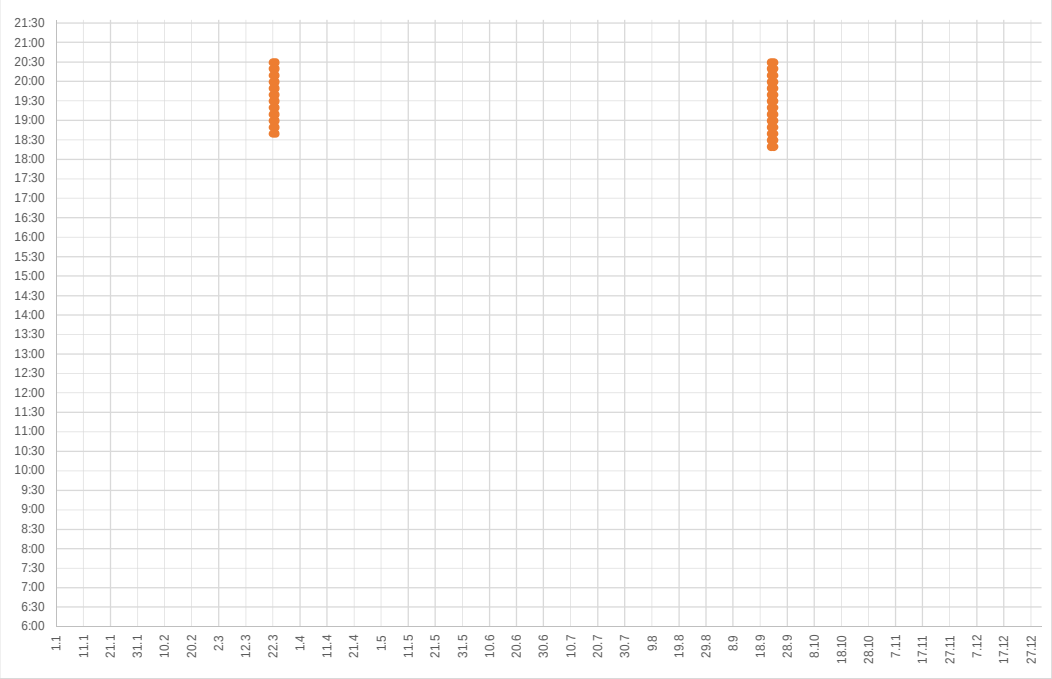
IO 6 Paneel 8



IO 12 Paneel 7

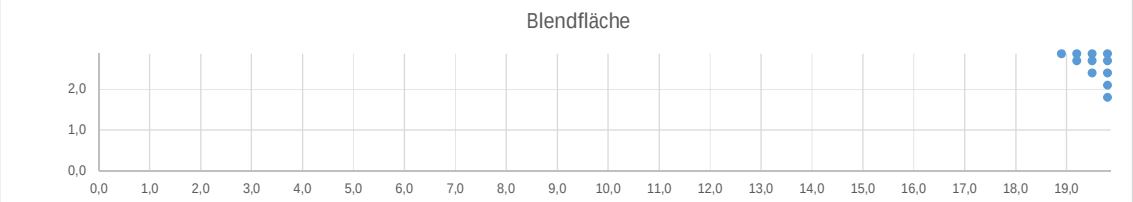


IO 13 Paneel 14

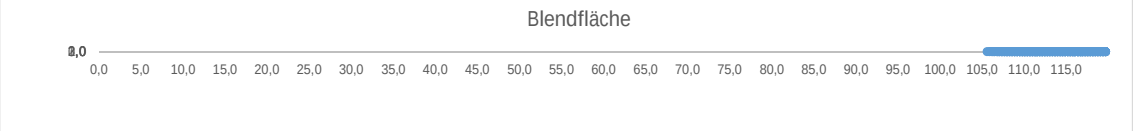
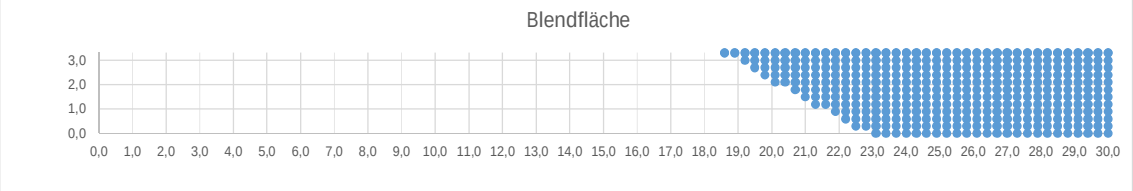


Anlage 2: Blendflächen

IO 6 Paneel 8



IO 12 Paneel 7



IO 13 Paneel 14