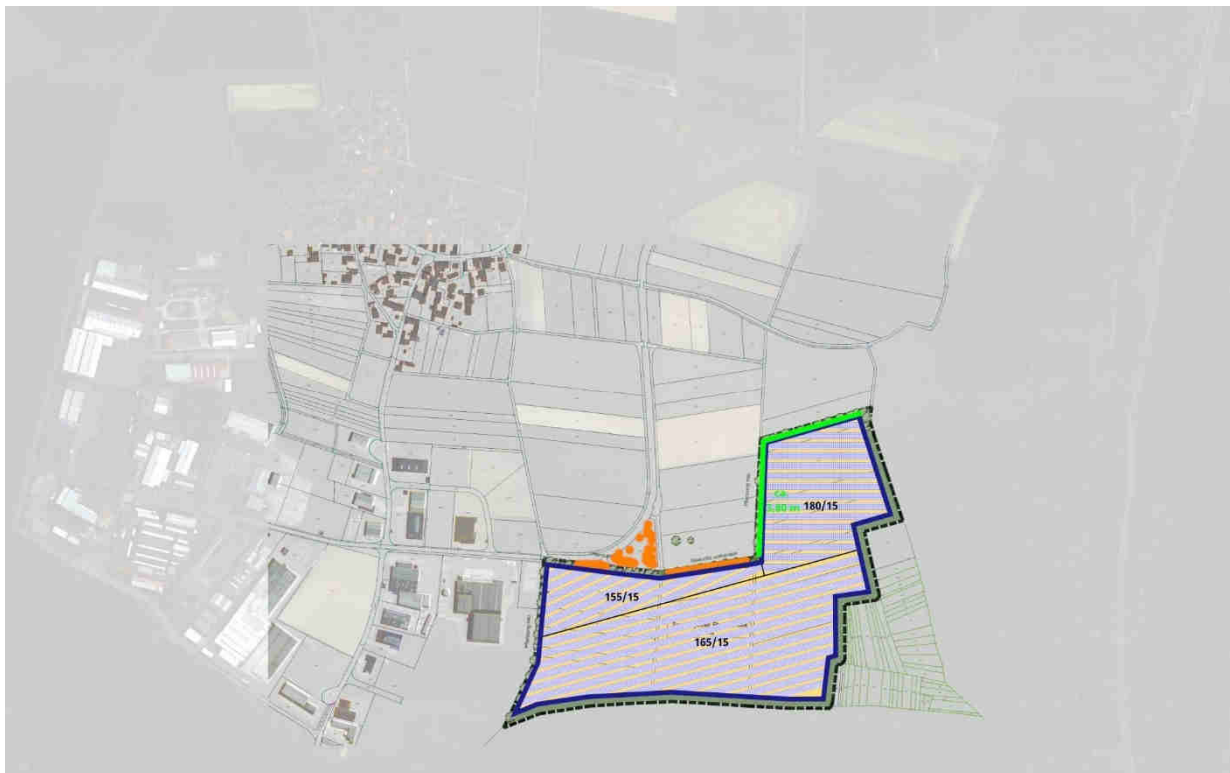


Anlage 04  
zur  
Aufstellung des Bebauungsplans  
„Solarpark Wiebelbach“

Gutachten  
über die zu erwartende Blendung  
durch Sonnenreflexionen  
der geplanten  
Photovoltaikanlage Wiebelbach

Licht-Immissionsgutachten  
Photovoltaikanlage Wiebelbach

## Gutachten über die zu erwartende Blendung durch Sonnenreflexionen der geplanten Photovoltaikanlage Wiebelbach



GA-Nummer: Te-231020-W-1

Im Auftrag von  
Main-Spessart-Solar GmbH  
Bessenbach

Verfasser  
Jens Teichelmann, Dipl.-Ing. Lichttechnik  
IBT 4Light GmbH  
Fürth

Fürth, 11.11.2023

Te231020W1 Photovoltaikanlage Wiebelbach Gutachten über Lichtimmission durch Sonnenreflexion.docx

Licht-Immissionsgutachten  
Photovoltaikanlage Wiebelbach

**Auftraggeber:**

Main-Spessart-Solar GmbH

Im Halenfeld 2  
63856 Bessenbach

**Auftragnehmer:**

Dipl.-Ing. Jens Teichelmann

IBT 4Light GmbH

Ingenieur- und Sachverständigenbüro  
für Licht- und Beleuchtungstechnik

Boenerstraße 34  
90765 Fürth

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Extrakt</b>	<b>4</b>
<b>2 Allgemeines</b>	<b>5</b>
2.1 Aufgabenstellung, Zweck des Gutachtens	5
2.2 Tatsachenfeststellung, Beschreibung der Situation	6
2.3 Zur Verfügung stehende Unterlagen	11
2.4 Verwendete Hilfsmittel	12
2.5 Verwendetes Schrifttum und Quellen	12
<b>3 Vorgehensweise Berechnung und Bewertung der Sonnenreflexion an den Photovoltaikmodulen</b>	<b>13</b>
3.1 Grundlegende Methodik	13
3.2 Ortstermin, beteiligte Personen	14
<b>4 Schutzgut Mensch: Ergebnisse und Auswertung der an den Immissionsorten erreichten Reflexionswerte</b>	<b>15</b>
4.1 Ermittlung der Eckpunkte des Reflexionsverhaltens der Photovoltaikmodule	15
4.2 Ermittlung der möglicherweise relevanten Immissionsorte	17
4.3 Ermittlung der Störungen durch Direktreflexion und durch Streulicht durch Bündelaufweitung	20
<b>5 Schutzgut Fauna: Auswirkungen der Lichtimmissionen durch Sonnenreflexion auf Tiere</b>	<b>34</b>
<b>6 Zusammenfassung und Erörterung der Ergebnisse</b>	<b>35</b>

## 1 Extrakt

Im Auftrag der Main-Spessart-Solar GmbH in Bessenbach wurde die geplante Photovoltaik-Freiflächenanlage Wiebelbach südöstlich der Bebauung der Ortschaft Kreuzwertheim und östlich des Gewerbegebietes Wiebelbach hinsichtlich der auf der Kreisstraße MSP35 und in der umliegenden Wohn- und Nutzbebauung von Kreuzwertheim bzw. Wiebelbach zu erwartenden Blendung durch Sonnenreflexion untersucht.

Da es sich um eine noch nicht realisierte Anlage handelt wurde über eine Worst-Case-Betrachtung anhand der vorliegenden Angaben eine rechnerische Bewertung der geplanten Anlage durchgeführt.

Hierzu wurden in Ermangelung produktspezifischer Reflexionsdaten der vorgesehenen Photovoltaikmodule vom Hersteller Eckdaten für das Reflexionsverhalten der Moduloberflächen aus anderen, vergleichbaren Situationen herangezogen.

Die Betrachtung der zu erwartenden Blendung erfolgte durch eine Bewertung der bei dieser Anlagengeometrie möglichen Effekte durch Direktreflexion des Sonnenlichtes sowie durch eine Bewertung des bei der Reflexion auf der Oberfläche des Photovoltaikmoduls gestreuten Sonnenlichtanteils mittels einer Reflexionsberechnung im dreidimensionalen Raum und unter Berücksichtigung des Reflexionsverhaltens der Oberfläche.

Es wurde jeweils untersucht, inwieweit mögliche Blendwirkungen durch Sonnenlichtreflexionen an den Oberflächen der Photovoltaikmodule als relevant wahrgenommen werden und ob diese die für das Führen von Fahrzeugen auf den betreffenden Verkehrswegen relevanten Sichtfelder betreffen.

Durch die Realisierung der untersuchten Photovoltaik-Freiflächenanlage sind bei Ausführung der Anlage gemäß des uns vorliegenden, im Vorfeld bzgl. der Blendung optimierten Konzeptes und bei Realisierung der vorgesehenen Ausrichtung der Modulreihen und der vorgesehenen Sichtschutzmaßnahme keine störenden oder unzumutbaren Blendwirkungen durch Sonnenlichtreflexionen auf der Kreisstraße MSP35 und in der umliegenden Wohn- und Nutzbebauung von Kreuzwertheim bzw. Wiebelbach zu erwarten.

Möglicherweise auftretende Reflexionen in Richtung der Kreisstraße MSP35 in Fahrtrichtung West und der westlich liegenden Industriebauung werden unter kleinen Blickwinkel-differenzen zur Sonne gesehen, so daß diese durch die natürliche Direktblendung der Sonne überlagert werden und nicht als eigenständige Blendquelle wahrgenommen werden. Solche Reflexionen sind nach dem zu Grunde liegenden Bewertungsverfahren /1/ nicht als Blendung zu qualifizieren.

Eventuell auftretende kleinflächige Highlights durch Reflexionen an Biege- oder Schnittkanten z.B. des Rahmens oder der Leiterbahnen werden in größerer Entfernung gemittelt wahrgenommen und sind als unkritisch anzusehen.

Größere gerundete reflektierende Oberflächen in der Konstruktion sollten jedoch nach Möglichkeit vermieden werden.

## 2 Allgemeines

Licht gehört zu den Emissionen bzw. Immissionen im Sinne des Bundesimmissionsschutzgesetzes. Sofern Immissionen „nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen“, so gelten sie im Sinne dieses Gesetzes als schädliche Umwelteinwirkungen. Dies betrifft neben anderen Immissionsarten auch die Lichtimmissionen.

Laut Bundesimmissionsschutzgesetz sind sowohl bei genehmigungsbedürftigen als auch bei nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen mit Ausnahme der Anlagen des öffentlichen Straßenverkehrs geeignete Maßnahmen nach Stand der Technik zu treffen, um Lichtimmissionen zu vermeiden bzw. auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Dies betrifft insbesondere Sportstättenbeleuchtungen, Beleuchtungen in Bau, Industrie und Gewerbe, Anstrahlungen sowie Reklamebeleuchtungen.

Technische oder bauliche Anlagen, die das Sonnenlicht reflektieren, sind nach Baurecht zu behandeln und so auszuführen, dass durch die Sonnenlichtreflexionen keine Störungen bei Anwohnern, auf Verkehrsstraßen oder in sicherheitsrelevanten Einrichtungen erzeugt werden.

### 2.1 Aufgabenstellung, Zweck des Gutachtens

Im Auftrag der Main-Spessart-Solar GmbH in Bessenbach war die geplante Photovoltaik-Freiflächenanlage Wiebelbach südöstlich der Bebauung der Ortschaft Kreuzwertheim und östlich des Gewerbegebietes Wiebelbach auf folgende Punkte hin zu prüfen:

- Prüfung der geplanten Anlagen-Ausführung auf mögliche Störwirkungen durch direkte Sonnenreflexion an den möglichen Immissionsorten auf der Kreisstraße MSP35 und in der umliegenden Wohn- und Nutzbebauung von Kreuzwertheim bzw. Wiebelbach bei statischer Ausführung der Anlage
- Prüfung der geplanten Anlagen-Ausführung auf mögliche Störwirkungen durch Streuwirkung der Sonnenreflexion auf der Glasoberfläche oder des Rahmens der Module an den festgelegten möglichen Immissionsorten

Die Bewertung weiterer Auswirkungen neben den genannten war nicht Bestandteil dieser Untersuchung.

Das Gutachten wurde zur Klärung der zu erwartenden Störungen durch eine dauerhaft installierte Photovoltaikanlage im Rahmen der Erteilung der Baugenehmigung in Auftrag gegeben. Andere Nutzungen dieses Gutachtens sind nicht zugelassen.

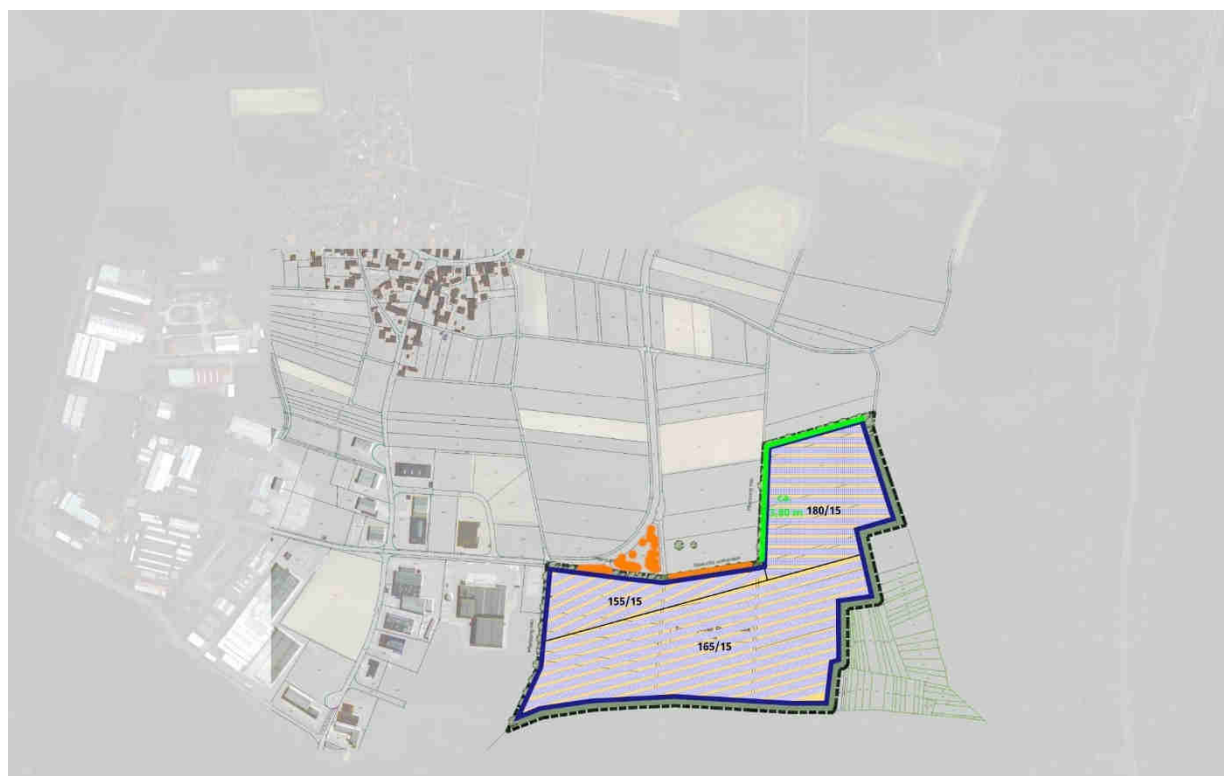
## 2.2 Tatsachenfeststellung, Beschreibung der Situation

Bei der zu betrachtenden geplanten Anlage handelt es sich um eine Photovoltaik-Freiflächenanlage, die auf einer momentan noch landwirtschaftlich genutzten Fläche südöstlich der Bebauung der Ortschaft Kreuzwertheim und östlich des Gewerbegebietes Wiebelbach in dem gekennzeichneten Bereich montiert werden soll.

Die Ausrichtung der Modulreihen wurde im Vorfeld über ein iteratives Rechenverfahren hinsichtlich der Blendwirkung durch Sonnenlichtreflexionen zur umliegenden Bebauung hin optimiert.

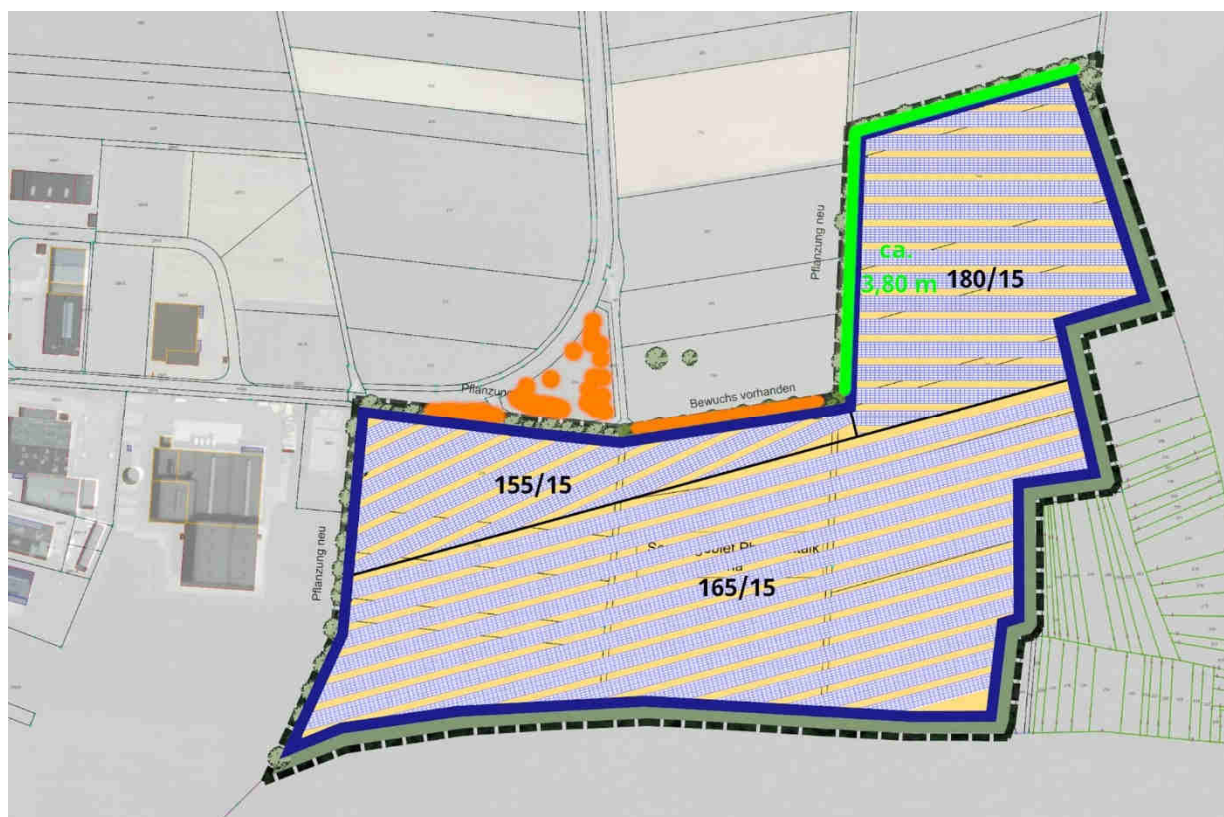
Die Modulreihennormalen sollen auf entsprechenden Unterkonstruktionen mit den nachfolgenden Ausrichtungen montiert werden:

- Nordöstliches Modulfeld: Ausrichtung der Modulreihennormalen auf  $180^\circ$  Süd bei einer Aufneigung der Moduloberflächen auf  $15^\circ$  mit einer Bepflanzung in entsprechend wirksamer Höhe und Ausführung als Sichtschutz an der westlichen und der nördlichen Geländekante
- Nordwestliches Modulfeld: Ausrichtung der Modulreihennormalen auf  $155^\circ$  Südsüdost bei einer Aufneigung der Moduloberflächen auf  $15^\circ$
- Südliches Modulfeld: Ausrichtung der Modulreihennormalen auf  $165^\circ$  Südsüdost bei einer Aufneigung der Moduloberflächen auf  $15^\circ$



Hauptvariante

## Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wiebelbach



Hauptvariante

Die symbolisch eingezeichneten Modulkonstruktionen zeigen den Richtungsverlauf Modulreihen, nicht aber deren genaue Art oder Lage innerhalb der Fläche.

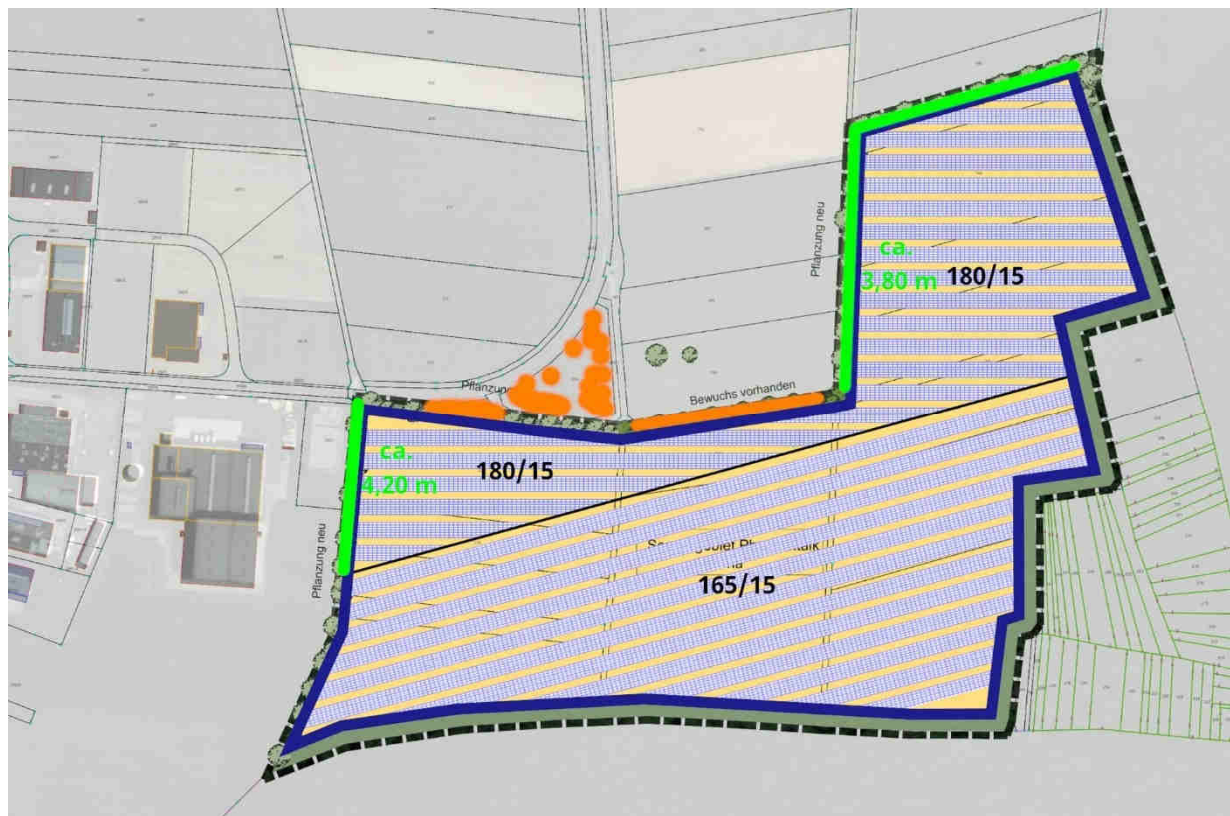
Die an der westlichen und nördlichen Geländekante des nordöstlichen Modulfeldes vorgesehene Sichtschutzpflanzung ist grün markiert.

Der im Kurvenbereich der Kreisstraße MSP35 vorhandene Bewuchs wird in dieser Grafik orange dargestellt.



Licht-Immissionsgutachten  
Photovoltaikanlage Wiebelbach

Als Planungsalternative soll weiterhin die nachfolgend gezeigte Anordnung der Modulreihen des nordwestlichen Modulfeldes auf 180° Süd bei 15° Aufneigung und einem Sichtschutz in entsprechend wirksamer Höhe und Ausführung an der westlichen Geländekante in Richtung der nahe westlich liegenden Industriebebauung untersucht werden.



Alternativvariante

Die Ausführung des nordöstlichen und des südlichen Modulfeldes entspricht bei dieser Variante der untersuchten Hauptvariante.

Es sollen monokristalline Photovoltaikmodule Verwendung finden, deren genaue Type zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Gutachtens noch nicht feststand.

Die maximale Höhe der Module mit den vorgesehenen Unterkonstruktionen soll laut Planung ca. 2,80 m mit entsprechenden Toleranzen zum Geländeausgleich betragen.

Höhere oder niedrigere Bauhöhen sind grundsätzlich ebenfalls möglich.

Bei Ausführung einer Sichtschutzmaßnahme verändert sich die wirksame Höhe des Sichtschutzes bei einer anderen Bauhöhe der Modulkonstruktionen entsprechend. Diese ist ggf. neu zu ermitteln.

Es soll hier eine statische Anlage betrachtet werden.

## Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wiebelbach

Das Gelände fällt von West nach Ost um einige Meter ab und hat in sich einige Unebenheiten. Es ist davon auszugehen, daß bei Montage der Modulreihen in der vorgesehen Ausrichtung entsprechende Querneigungen zwischen ca.  $+0,7^\circ$  ...  $+2,3^\circ$  auftreten werden, die die resultierende Ausrichtung der Einzelmodule beeinflussen und die bei den weiteren Betrachtungen berücksichtigt werden müssen.

Westlich angrenzend an das Gelände befindet sich ein Betriebsgelände mit einem Gebäude und Fenstern nach Osten in Richtung der gegenständlichen Anlage.



Foto vom Ortstermin: westlich der Anlage liegendes Betriebsgebäude

Südwestlich dieses Betriebsgeländes befinden sich in ca. 250 ... 300 m weitere Betriebsgebäude.



Foto vom Ortstermin: südwestlich der Anlage liegendes Betriebsgebäude

Westlich des nördlichen Modulfeldes liegt in ca. 500 m Entfernung weitere Industriebauung sowie nördlich davon die Wohnbebauung von Kreuzwertheim.



Foto vom Ortstermin: westlich des Nordteils der Anlage liegendes Betriebsgebäude und Wohnbebauung

Vom Gewerbegebiet Wiebelbach aus führt die Kreisstraße MSP35 erst nach Osten in Richtung der gegenständlichen Anlage und biegt dann im Bereich der geplanten PV-Anlage nach Norden ab. Der Abbiegebereich ist mit dichtem und hohem Bestandsbewuchs versehen, durch den in diesem Bereich keine Sichtverbindungen auf die Moduloberflächen der gegenständlichen Anlage vorliegen.

Von der nordwestlich der Anlage liegenden Wohnbebauung von Kreuzwertheim aus führt eine Straße nach Osten, die nordwestlich der betrachteten Anlage auf die Kreisstraße MSP35 stößt.

Die für die Berechnungen der Blendwirkung erforderlichen Beobachter-Azimet- und -Elevationswinkel wurden bei einem Ortstermin per Peilwinkelmessung sowie durch Berechnung ermittelt und gehen in die weiteren Betrachtungen ein.

Die nachfolgende Bewertung bezieht sich auf die gesamte zu Grunde gelegte Fläche und auf die genannten Rahmenbedingungen (Ausrichtung und Aufneigung der Module, Bauhöhe der Modulkonstruktionen, Querneigung, Art der Module usw.). Kleine Änderungen innerhalb dieser Parameter wie z.B. leicht veränderte Modulanordnungen, andere Reihenabstände, niedrigere oder geringfügig höhere Bauhöhen, Modulanordnungen quer oder hochkant usw. wirken sich auf die ermittelten Ergebnisse nicht aus.

Die nachfolgenden Aussagen gelten also für alle Anlagengeometrien innerhalb der oben genannten Fläche mit den oben genannten Ausrichtungen und Aufneigungen der Modulreihen, den benannten Modultypen und innerhalb der genannten Bauhöhe der Modulkonstruktionen in gleichem Maße.

An der westlichen und nördlichen Geländekante des nordöstlichen Modulfeldes der Anlage sind entsprechende Anpflanzungen als Sichtschutzmaßnahmen vorgesehen.

Die erforderlichen Daten zur exakten Festlegung der wirksamen Sichtschutzhöhen lagen zur Erstellung des Gutachtens nicht vor, so daß diese Festlegung im weiteren Verlauf der Planung vorgenommen werden muß.

Licht-Immissionsgutachten  
Photovoltaikanlage Wiebelbach

Die wirksame Höhe dieses Sichtschutzes muß entweder durch Berechnung oder durch Anpeilen über eine Meßlatte anhand der nach Realisierung der Photovoltaikanlage vorliegenden Geländehöhen und der sichtbaren Modulflächen ermittelt werden. Eine überschlägige Ermittlung der wirksamen Höhen auf Basis der Geländehöhen aus Google Earth ergab bei der geplanten Bauhöhe der Modulkonstruktionen eine Höhe dieses Sichtschutzes von ca. 3,80 m. Auch die Höhen für den in der Alternativvariante geplanten Sichtschutz konnten nur überschlägig mit ca. 4,20 m ermittelt werden. Dies ist vor Realisierung des Sichtschutzes noch zu prüfen und ggf. anzupassen.

Ein solcher Sichtschutz kann durch eine entsprechend hohe und dichte, im betreffenden Zeitraum belaubte Bepflanzung oder durch bauliche Maßnahmen am Zaun wie Wellblech- oder Kunststoffplatten, textiler Sicht- oder Sonnenschutz usw. realisiert werden.

Dieser Sichtschutz ist nur in den Bereichen erforderlich, in denen die entsprechenden Sichtverbindungen tatsächlich vorliegen. Sofern die relevanten Sichtachsen bereits durch vorhandene Gegebenheiten wie z.B. Bewuchs, Verbauung oder den Geländeverlauf unterbrochen werden, so ist in diesen Bereichen kein zusätzlicher Sichtschutz erforderlich. Sofern sich die Situation diesbezüglich im Laufe der Betriebsdauer der Anlage verändert, so sind ggf. nachträglich ergänzende Sichtschutzmaßnahmen vorzusehen.

Mit dieser Maßnahme können die festgestellten Blendwirkungen bei entsprechender Ausführung und Höhe des Sichtschutzes vermieden bzw. stark gemindert werden, so daß von einer Einhaltung der Richtwerte ausgegangen werden kann.

### **2.3 Zur Verfügung stehende Unterlagen**

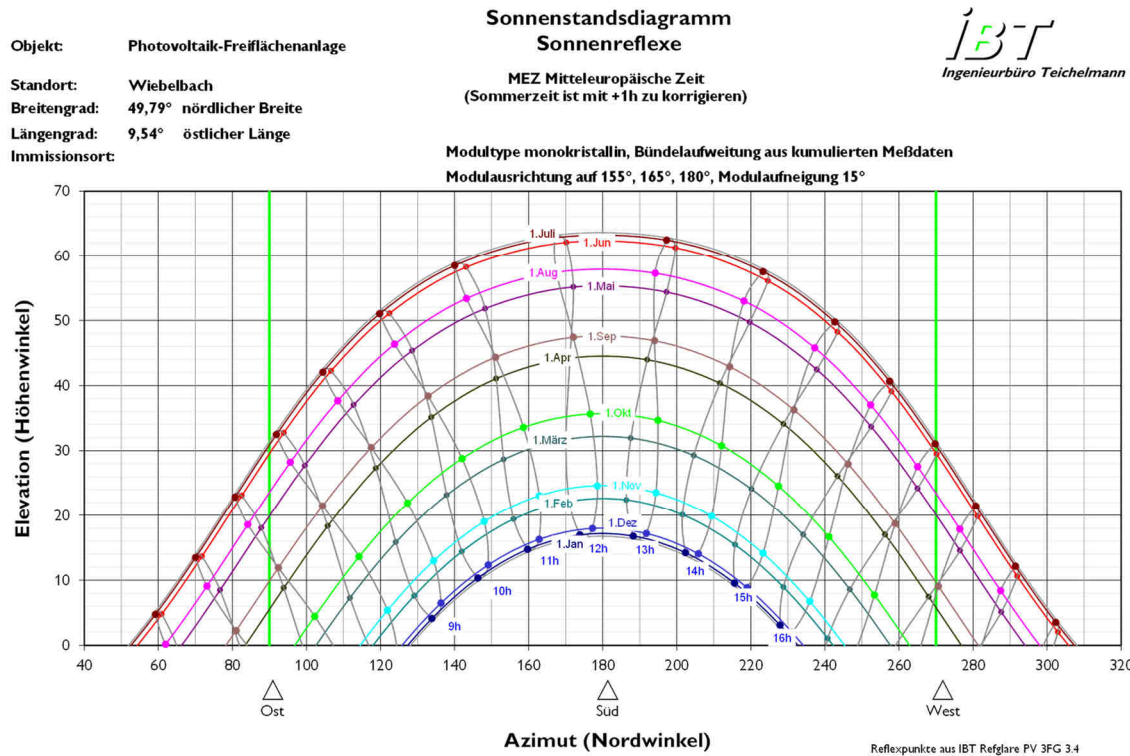
Die Begutachtung wurde anhand folgender vorliegender Unterlagen durchgeführt:

- Modulbelegungspläne/Pläne:
  - o Wiebelbach Orientierungsplan.pdf
  - o Wiebelbach Sondergebiet PV J&E 16.6.2023.pdf
- Luftbild des Geländes, vom AG bereitgestellt
- Fotos von der Ortsbegehung durch den AG am 19.10.23 sowie durch den Ersteller dieses Gutachtens am 3.11.23

## 2.4 Verwendete Hilfsmittel

Für die Begutachtung wurden folgende Hilfsmittel verwendet:

- Sonnenstandsdiagramm MEZ für die Ortskoordinaten des Geländes



- Excel
- Reflexionsmatrixsoftware Refglare PV 3FG 3.4
- Sonnenbahnsoftware Sunway PV 1.11 MEZ
- Expositionsermittlungssoftware Sunway Exposure 1.1 MESZ
- Eckdaten aus Messungen der Reflexionsindikator und des Reflexionsgrades zur Ermittlung der Bündelaufweitung/Streuung an der Moduloberfläche an diversen poly- und monokristallinen Testmodulen verschiedener Typen und Hersteller mit Standard-Solarglas

## 2.5 Verwendetes Schrifttum und Quellen

Auf folgende Quellen wurde bei der Bewertung Bezug genommen:

- Messwerte des Reflexionsverhaltens von Probemodulen aus anderen, ähnlichen Untersuchungen
- Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI), Beschluß der LAI vom 13.9.2012 /1/

### 3 Vorgehensweise Berechnung und Bewertung der Sonnenreflexion an den Photovoltaikmodulen

#### 3.1 Grundlegende Methodik

Das Gutachten bezieht sich auf eine Worst-Case-Betrachtung der relevanten Eckpunkte der noch nicht realisierten Photovoltaikanlage. Die Bewertung beruht ausschließlich auf der im Plan vorgesehenen Ausführung hinsichtlich Montage und Ausrichtung der Module. Es wurde jeweils das direkt in Hauptreflexionsrichtung reflektierte Sonnenlicht und die dadurch verursachte Abbildung der Sonnenscheibe sowie das anhand von verschiedenen Messwerten aus früheren Untersuchungen abgeschätzte Streulicht betrachtet.

Die Begutachtung der Lichtimmission beruht ausschließlich auf rechnerischen Ergebnissen auf Basis der vorliegenden Daten. Veränderungen in der Ausführung oder Anordnung der Anlage müssen ggf. nochmals geprüft werden.

Die Sonnenscheibe im Zenit hat bei klarer Sicht eine Leuchtdichte von ca. 1,6 Mrd cd/m<sup>2</sup>, am Horizont noch ca. 6 Mio cd/m<sup>2</sup>.

Die Absolutblendung des menschlichen Auges, die eine nachwirkende Störung der Sehfähigkeit (z.B. helle Punkte im Sichtfeld, nachdem man in die Sonne geschaut hat) bewirkt, beginnt bei ca. 100.000 cd/m<sup>2</sup>.

Je nach Adaptationszustand des Auges können bereits bei punktuellen Leuchtdichteerhöhungen um das ca. 3...5-fache der Umgebungshelligkeit Blendwirkungen erzeugt werden. Wenn durch diese die Sehfähigkeit kurzzeitig gestört wird nennt man dies physiologische Blendung. Bei Blendungen, die die Sehfähigkeit zwar nicht beeinträchtigen, aber störend wirken, spricht man von psychologischer Blendung.

Je nach Reflexionsverhalten der Umgebung kann die Adaptationsleuchtdichte des Auges an einem hellen Sommertag außen ca. 5.000...8.000 cd/m<sup>2</sup> betragen. Bei Aufenthalt in einem Raum ist diese wesentlich niedriger, so dass eine Blendquelle hier deutlich stärker blendet als im Außenbereich.

Auch bei Oberflächen, die nur einen geringen Anteil dieser hohen Leuchtdichte in eine bestimmte Richtung reflektieren, können durch die Reflexion in diese Richtung noch sehr hohe Leuchtdichten entstehen, die eine physiologische Blendung, u.U. auch eine Absolutblendung bewirken.

Die Bewertung des direkt reflektierten Sonnenlichtes erfolgt über entsprechende Winkelberechnungen im dreidimensionalen Raum zwischen der geplanten Anordnung und Ausrichtung der vorgesehenen Photovoltaikmodule, deren winkelabhängig differenzierten Reflexionseigenschaften, den von der Jahres- und Tageszeit abhängigen möglichen Sonnenständen sowie der geografischen Lage der festgelegten zu betrachtenden möglichen Immissionsorte.

Licht-Immissionsgutachten  
Photovoltaikanlage Wiebelbach

In der Reflexionsmatrixsoftware wird für jeden an diesem Standort möglichen Sonnenstand die mögliche Blendwirkung für den betreffenden Beobachter ermittelt und im Sonnenbahn-diagramm dargestellt. Diese Darstellungsform hat sich als sehr praktikabel erwiesen, weil hier sowohl die Winkelverhältnisse der Sonne mit den entsprechenden Azimut- und Elevationswinkeln als auch die relevanten Tages- und Jahreszeiten des Auftretens der Reflexionen darstellbar sind.

Für die korrekte Berechnung des bei der Reflexion von der Oberfläche der Module gestreuten Lichtes werden Angaben zum Reflexionsverhalten des Materials - insbesondere der Reflexionsgrad und die Reflexionsindikatrix - benötigt.

Diese lagen im konkreten Fall nicht vor. Die Bewertung des Streulichtanteils erfolgte somit anhand von Reflexionswerten anderer Module aus vorangegangenen Untersuchungen.

Für Wohnbebauung erfolgt die Bewertung der Blendung nach Richtwerten, die von der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz und den Landesumweltämtern als zumutbare Grenze festgelegt wurden. Nach diesen werden Blendwirkungen durch Sonnenlichtreflexionen als zumutbar angesehen, wenn die astronomisch mögliche Einwirkzeit als wetterunabhängige Größe 30 min pro Tag und 30 h pro Jahr nicht überschreitet.

Diese Richtwerte werden auch hier angesetzt.

Die zu Grunde liegende, von der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz verabschiedete Leitlinie /1/, die diese Richtwerte beinhaltet, wurde zwar von den Ministerien der meisten Bundesländer nicht veröffentlicht, kann aber in Ermangelung anderer Richtlinien zu diesem Thema informativ herangezogen werden.

### **3.2 Ortstermin, beteiligte Personen**

Ein Ortstermin wurde am 19.10.2023 durch den Auftraggeber dieses Gutachtens sowie am 3.11.2023 durch H. Teichelmann, IBT 4Light GmbH, durchgeführt.

Die nachfolgenden Betrachtungen wurden auf Basis der bei diesem Ortstermin erhobenen Daten sowie auf Basis von vom Auftraggeber bereitgestellten Daten, Angaben und Fotos durchgeführt, die für diese Bewertung hinreichend genau und aussagekräftig vorlagen.

## 4 Schutzgut Mensch: Ergebnisse und Auswertung der an den Immissionsorten erreichten Reflexionswerte

### 4.1 Ermittlung der Eckpunkte des Reflexionsverhaltens der Photovoltaikmodule

Als Basis für die Bewertung wurden Eckdaten des Reflexionsverhaltens verschiedener vergleichbarer Testmodule herangezogen.

Die vermessenen Photovoltaikmodule mit einer simulierten Verschmutzung unterscheiden sich in ihrem Reflexionsverhalten deutlich.

Die Moduloberflächen weisen bei steilen Einstrahlwinkeln ein stark gerichtetes Reflexionsverhalten mit einer mittleren Bündelaufweitung von ca. 4° ... 6° Halbwinkel auf. Der partielle Reflexionsgrad in Hauptreflexionsrichtung beträgt bei den vermessenen Modulen zwischen ca. 0,3 ... 0,5% bei steilem Einstrahlwinkel.

Außerhalb der genannten Bündelaufweitung sinkt der partielle Reflexionsgrad stark ab, so dass im übrigen Halbraum keine störenden Reflexleuchtdichten erzeugt werden. Ein kleiner Teil des auftreffenden Lichtes wird mit einer Lambertcharakteristik streuend reflektiert.

Bei flacheren Einstrahlwinkeln ab ca. <math>40^\circ</math> zur Modulebene verändert sich das Reflexionsverhalten der Oberflächen. Insbesondere in diesem Einstrahlbereich unterscheiden sich die vermessenen Module in ihren Reflexionsdaten.

Der Reflexionsgrad der Oberflächen steigt bei beiden Modultypen stark an. Die Streuung nimmt – hauptsächlich durch die Verschmutzung und die Struktur der Oberflächen – ebenfalls stark zu. Dies hat zur Folge, dass die Abbildung der Sonnenscheibe unschärfer wird und aus einem größeren Winkelkorridor wahrgenommen werden kann. Durch die stärkere Streuung bei diesen flachen Einstrahlwinkeln ist die Leuchtdichte der Abbildung gleichzeitig stark reduziert. In der Regel steigt die Bündelaufweitung, in der noch nennenswerte Reflexleuchtdichten erreicht werden, ab einem Einstrahlwinkel von ca. 40° zur Modulebene deutlich an und hat im Bereich zwischen ca. 10° und 25° ein unterschiedlich stark ausgeprägtes Minimum, teilweise einhergehend mit einer Reduzierung des partiellen Reflexionsgrades in diese Reflexionsrichtungen.



Licht-Immissionsgutachten  
Photovoltaikanlage Wiebelbach

Bündelaufweitung beim Sonnentest eines polykristallinen Moduls,  
Einstrahlwinkel ca. 20°, Reflexleuchtdichte ca. 8 Mio cd/m<sup>2</sup>

Außerhalb der genannten Reflexionsbündel konnten in den Messungen keine nennenswerten Leuchtdichteerhöhungen mehr festgestellt werden.

Die ermittelten partiellen Reflexionsgrade sowie die Bündelaufweitungen stellen die Basis für die weiteren Untersuchungen der erreichten Blendwerte dar.

Vor allem bei größeren Entfernungen zwischen Immissionsort und Blendquelle ist die Bündelaufweitung eine wichtige Größe der Beurteilung.

Diese lagen im konkreten Fall für die verwendete Modultype von Seiten des Herstellers nicht vor. Für die Untersuchung wurde eine kumulierte Rechendatei aus den Reflexionsdaten diverser kristalliner Modultypen mit Standard-Solarglas mit einem Sicherheitspuffer von 2° verwendet. Die zu Grunde liegenden Reflexionsdaten dieser Modultypen wurden in partiellen Vermessungen der Reflexionsdaten im Rahmen vorangegangener ähnlicher Untersuchungen ermittelt.

Diese Modultypen weisen mittlere, typische Reflexionsdaten mit den typischen Minima und Maxima auf, so daß von einer guten Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere, vergleichbare Modultypen ausgegangen werden kann.

Die in den damaligen Untersuchungen nicht aufgenommenen Winkel konnten interpoliert werden.

Bei der hier betrachteten konkreten Situation ergaben sich durch sehr flache Einstrahlwinkel jedoch Blickwinkel, in die das reflektierte Sonnenlicht stark gestreut wird, so dass sich durch Differenzen im Reflexionsverhalten in erster Linie die Einwirkzeit und die Helligkeit der Blenderscheinung ändert, die geometrische Situation aber nur geringfügig beeinflusst wird.

Licht-Immissionsgutachten  
Photovoltaikanlage Wiebelbach

Die Messungen beziehen sich jeweils auf Oberflächen mit einer leichten Staubauflagerung, die bei der Messung simuliert wurde. Entsprechende stärkere Verschmutzungen, die in der Realität durchaus vorkommen, wirken sich mindernd auf die Leuchtdichte der Reflexion des Sonnenlichtes und stärker streuend aus.

Die Rahmen bestanden bei den Testmodulen meist aus gebürstetem Aluminium, das in den Messungen eine in Hauptreflexionsrichtung leicht gerichtete und ansonsten sehr gleichmäßige, fast lambertartige Reflexionsindikatrix mit einem geringen Reflexionsgrad von ca. 2 ... 5% aufwies.

## 4.2 Ermittlung der möglicherweise relevanten Immissionsorte

Auftragsgemäß waren die möglicherweise relevanten Immissionsorte auf der Kreisstraße MSP35 und in der umliegenden Wohn- und Nutzbebauung von Kreuzwertheim bzw. Wiebelbach zu untersuchen.

Möglicherweise relevante Immissionsorte können auf Grund der geometrischen Situation und der vorliegenden Sichtachsen auf und zwischen den markierten Punkten liegen:



Hauptvariante

Für weiter entfernt liegende Beobachter liegen keine Sichtverbindungen zu den Moduloberflächen vor.

Licht-Immissionsgutachten  
Photovoltaikanlage Wiebelbach

Teilweise können die Modulkonstruktionen im relevanten Sichtfeld der Beobachter nur von hinten gesehen werden, so daß hier keine von den Moduloberflächen ausgehende Blendwirkung erfolgen kann.

Bei der Bewertung von Blendwirkungen in Richtung von KFZ-Führern wird jeweils das relevante Sichtfeld bis maximal 30° Abweichung von der Hauptblickrichtung herangezogen.

Weiter von der Hauptblickrichtung abweichende Blickwinkel werden hinsichtlich der Blendwirkung in der Regel als unkritisch eingeschätzt.

In Kreuzungs- oder Abbiegebereichen wird wegen dem dann schweifenden Blick der Fahrer ein entsprechend weiteres relevantes Sichtfeld angesetzt.

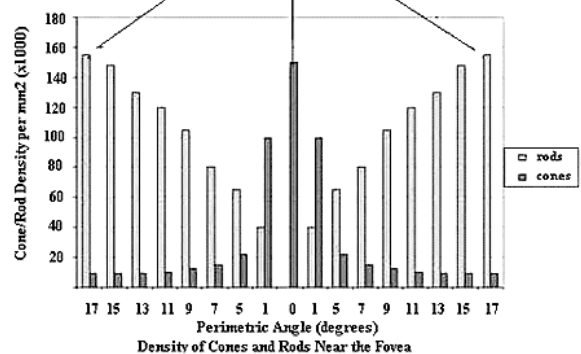
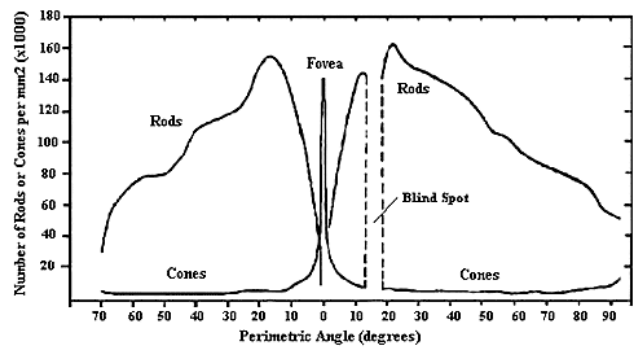
Für diesen Ansatz eines relevanten Sichtfeldes bei der Bewertung von Lichtreflexionen für Fahrer, Lokomotivführer, Piloten oder ähnliches gibt es in Deutschland langjährige Erfahrungen. Dieser Ansatz erfolgt dabei in Anlehnung an verschiedene Richtlinien wie z.B. die in Österreich zur Bewertung von Blendung durch Sonnenlicht verwendete OVE-Richtlinie R 11-3 oder der ECE-Regelung für das vordere Sichtfeld bei KFZ und wird in ähnlicher Form mit einem kleineren Winkelbereich z.B. auch bei den autobahneigenen Blendschutzzäunen angewendet. Durch den langjährigen Ansatz dieser Prämisse und die Tatsache, daß mittlerweile viele tausend PV-Anlagen unter Ansatz eines solchen relevanten Sichtfeldes auf den privilegierten Flächen entlang von Autobahnen, Verkehrsstraßen, Bahnstrecken, Flughäfen oder ähnlichem realisiert worden sind, entspricht dieser Ansatz dem Stand der Technik.

Es sind keine Fälle bekannt, bei denen durch Sonnenlichtreflexionen außerhalb dieses relevanten Sichtfeldes verkehrsgefährdende Situationen, Unfälle oder ähnliches verursacht worden sind.

Der Reflex wird bei stark von der Hauptblickrichtung abweichenden Blickwinkeln in der Regel nur am Rand des Sichtfeldes peripher oder bei kurzzeitigen Veränderungen der Blickrichtung z.B. beim Überholen oder beim Spurwechsel nur kurzzeitig und erwartbar wahrgenommen und behindert die für eine sichere Fahrt auf dieser Fahrspur erforderliche Blickrichtung in der Regel nicht.

Bei der für einen Fahrer in dieser Situation typischen Blickrichtung wird der Reflex in einem Bereich zwischen 10° ... 20° abweichend von der Fovea Centralis, dem Ort der scharfen Abbildung sowie der höchsten Konzentration an Zapfen im Auge, abgebildet.

Hier ist die Konzentration der für eine Blendwirkung verantwortlichen Zapfen („Cones“ – die für das Tagsehen verantwortlichen Rezeptoren



Distribution of Rods and Cones on the Human Retina

(From Osterberg, G. "Topography of the Layer of Rods and Cones in the Human Retina", Acta Ophthalmologica, Supplement, Vol. 6, 1-103, 1935)

Figure 2

Licht-Immissionsgutachten  
Photovoltaikanlage Wiebelbach

im Auge) sehr gering, so dass eine Blendung in diesem peripheren Sehbereich stark vermindert wahrgenommen wird.

Man geht hier auf Grund der Konzentration der Rezeptoren von einer um ca. 90% ... 95% reduzierten Blendwirkung aus.

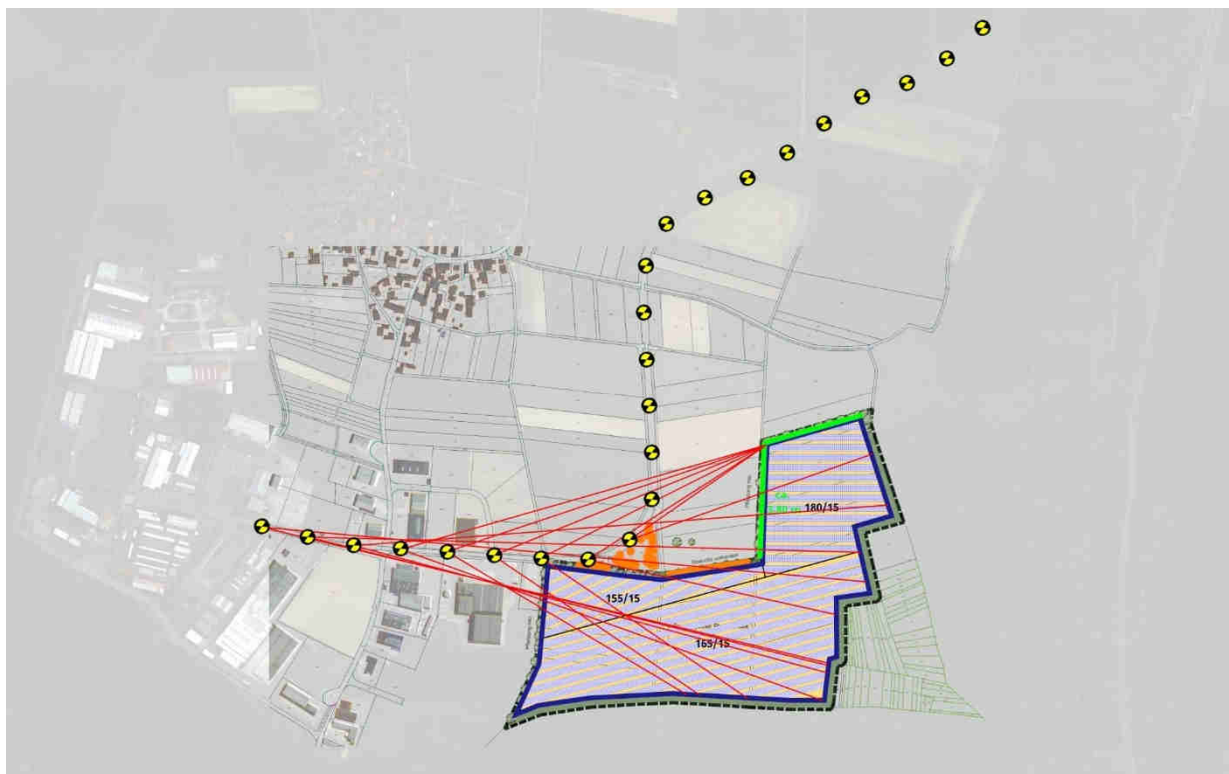
Daher sind bei stärker von der Hauptblickrichtung abweichenden Blickwinkeln keine störenden Direktblendung durch die Sonnenlichtreflexionen an den Moduloberflächen zu erwarten. Insofern ist davon auszugehen, daß eine Differenzierung möglicher Direktreflexionen des Sonnenlichtes in kritische Blendreflexionen innerhalb des angesetzten relevanten Sichtfeldes der Fahrer und weitestgehend unkritische Sonnenlichtreflexionen außerhalb des relevanten Sichtfeldes der Fahrer die Relevanz dieser Reflexionen auf mögliche Beeinträchtigungen des Verkehrs in der Realität gut abgebildet und daß mögliche Gefährdungen der Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs auf den betreffenden Verkehrswegen durch diesen Ansatz gut eingeschätzt werden können.

Weitere mögliche und relevante Immissionsorte, die der Spezifikation der Aufgabenstellung entsprechen, wurden auf in diesen Bereichen nicht festgestellt.

## 4.3 Ermittlung der Störungen durch Direktreflexion und durch Streulicht durch Bündelaufweitung

### Kreisstraße MSP35

Für die möglichen Immissionsorte auf der Kreisstraße MSP35 in Fahrtrichtung Ost können im relevanten Sichtfeld der Fahrer bis maximal 30° Abweichung von der Hauptblickrichtung Sichtverbindungen zur geplanten Photovoltaikanlage mit Beobachter-Azimutwinkeln zwischen ca. 235° Südwest und 304° Nordwest bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca. +0,3° und +2,6° vorliegen.



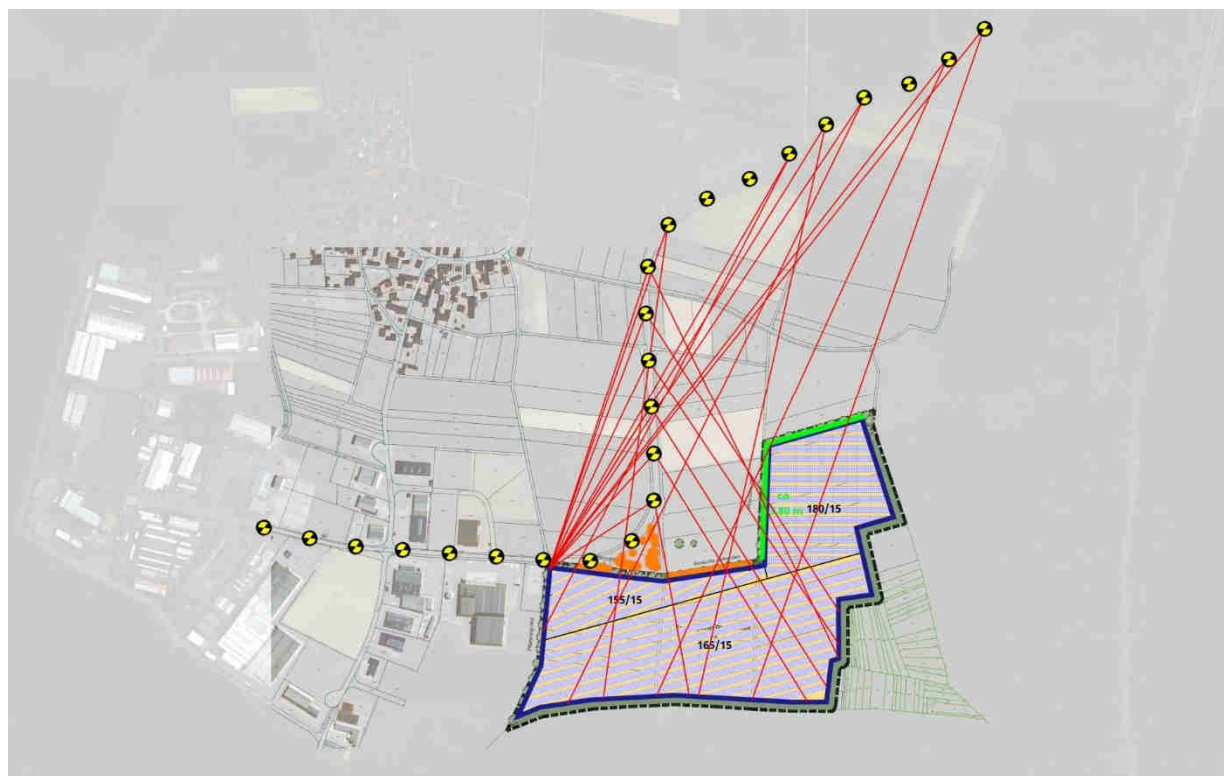
Hauptvariante

In dieser Fahrtrichtung werden mögliche Sichtachsen auf die Moduloberflächen des nordöstlichen Modulfeldes durch den vorhandenen Bewuchs und die an der westlichen Geländekante dieses Modulfeldes vorgesehene Anpflanzung unterbrochen, so daß hier keine störenden Blendwirkungen zu erwarten sind.

Die Moduloberflächen der südlich der Kreisstraße MSP35 liegenden Modulreihen können aus diesen Richtungen nicht gesehen werden, so daß störende Blendwirkungen hier bereits aus diesem Grund ausgeschlossen werden können.

## Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wiebelbach

In der entgegengesetzten Fahrtrichtung auf dieser Kreisstraße MSP35 nach Süden können innerhalb des relevanten Sichtfeldes der Fahrer auch bei freien Sichtachsen nur die Rückseiten der Modulkonstruktionen gesehen werden, so daß störende Blendwirkungen an den Moduloberflächen in diesem nach Südwesten und Süden führenden Teil der Kreisstraße MSP35 Bereich ausgeschlossen werden können.

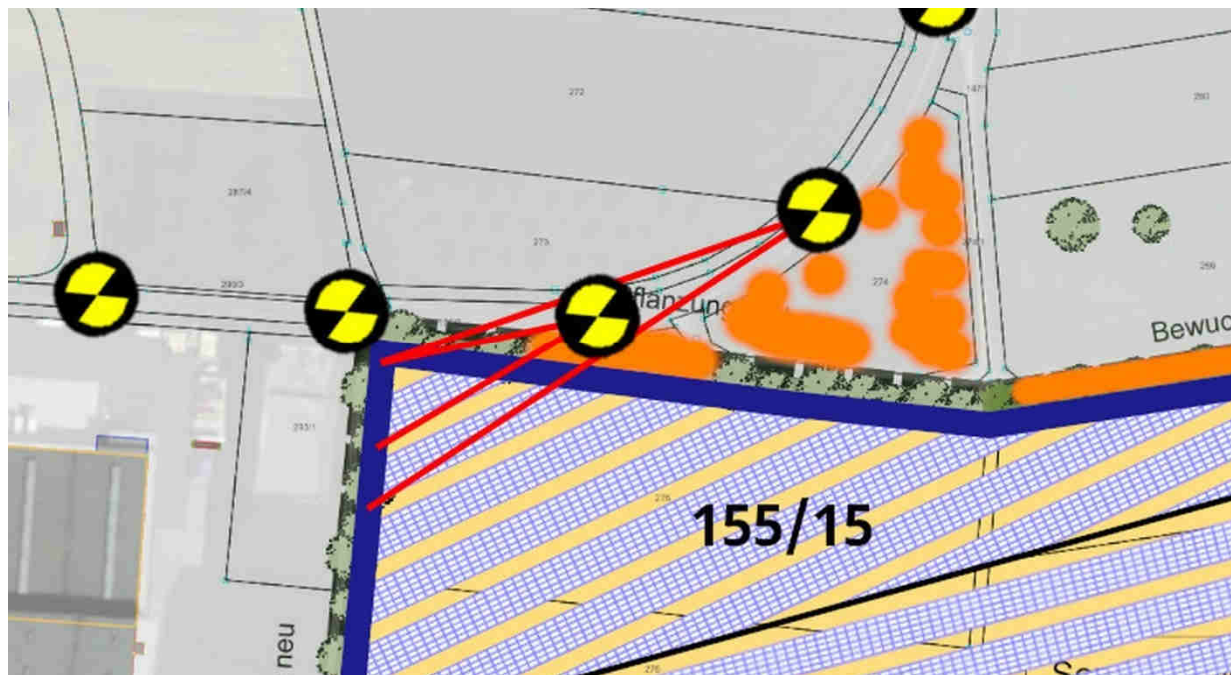


Hauptvariante

Dies trifft jeweils auf beide untersuchten Varianten zu.

Licht-Immissionsgutachten  
Photovoltaikanlage Wiebelbach

Im Kurvenbereich bzw. nach Abbiegung der Kreisstraße MSP35 nach Westen können bei der untersuchten Hauptvariante mit Drehung der Modulreihen des nordwestlichen Modulfeldes auf 155° Südsüdost ggf. durch den vorhandenen Bewuchs hindurch punktuell sehr flache Einblickwinkel auf die Modulreihen der nordwestlichen Ecke dieses Modulfeldes mit Beobachter-Azimutwinkeln zwischen ca. 56° Nordost und 75° Ostnordost und Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca. +0,5° und +1,9° vorliegen.



Hauptvariante

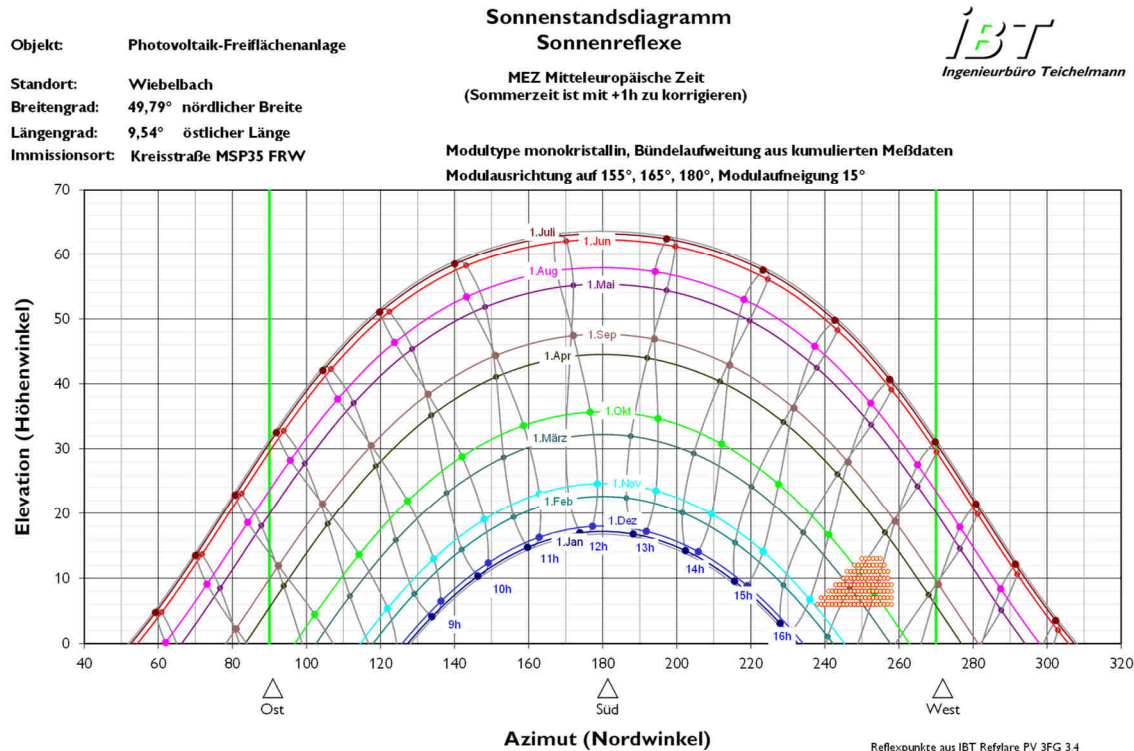
In diese Richtungen könnten bei der Hauptvariante mit den auf 155° Südsüdost ausgerichteten Modulreihen des nordwestlichen Modulfeldes und bei freier Einstrahlung der Sonne aus Azimutwinkeln zwischen ca. 237° Westsüdwest und 260° West und bei Elevationswinkeln bis ca. 13° auf diese Moduloberflächen in der nordwestlichen Ecke dieses Modulfeldes Direktreflexionen in Richtung dieser Beobachter auftreten.

Die für diese Direktreflexionen relevanten Sonnenstände werden durch das westlich liegende hohe Betriebsgebäude bis zu Sonnenelevationen von ca. 5° abgeschattet, so daß diese Reflexionen in der vorliegenden Situation nur kurzzeitig zu bestimmten Uhrzeiten, bei denen die Sonne über das westlich liegende Industriegebäude hinweg auf die nordwestlichsten dieser Moduloberflächen einstrahlen kann, auftreten.

Durch die Ausrichtung der Module auf 155° Südsüdost bei 15° Aufneigung treten in dieser Situation in Richtung der vermerkten Beobachter nur Reflexionen bei tief stehender Sonne auf.

Licht-Immissionsgutachten  
Photovoltaikanlage Wiebelbach

Die Sonnenstände des Auftretens dieser Reflexionen werden im Sonnenbahndiagramm für diesen Standort dargestellt, so dass eine zeitliche Zuordnung möglich ist.



Die Stundenlinien im Sonnenbahndiagramm entsprechen der MEZ (mitteleuropäische Zeit = Winterzeit). Die in diesem Zeitraum gültige Sommerzeit (MESZ) muß mit +1h korrigiert werden. In den gekennzeichneten Zeiträumen der Monate Februar/ März und September/Oktober können in den Abendstunden bei entsprechenden Sonnenständen also Reflexionen mit Leuchtdichten bis zu ca. 1 ... 6 Mio cd/m<sup>2</sup> in Richtung dieses Bereiches der Kreisstraße MSP35 entstehen, die unter sehr kleinen Blickwinkeldifferenzen bis maximal ca. 10,0° zur Sonnenscheibe gesehen werden.

In dieser Situation werden Reflex und Sonne gleichzeitig auf der Netzhaut eines Beobachters abgebildet. Dabei wird der Reflex von der um den Faktor ca. 45 ... 50 wesentlich höheren Leuchtdichte der Sonne überlagert, so dass die Reflexion in der Regel nicht mehr als zusätzliche Blendung wahrgenommen wird.

Nach dem von der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz angesetzten Bewertungsverfahren /1/ sind solche Reflexionen nicht als Blendung zu qualifizieren.

Die Reflexleuchtdichte ist in dieser Situation durch die nachlassende Leuchtdichte der Sonnenscheibe ebenfalls stark gemindert.

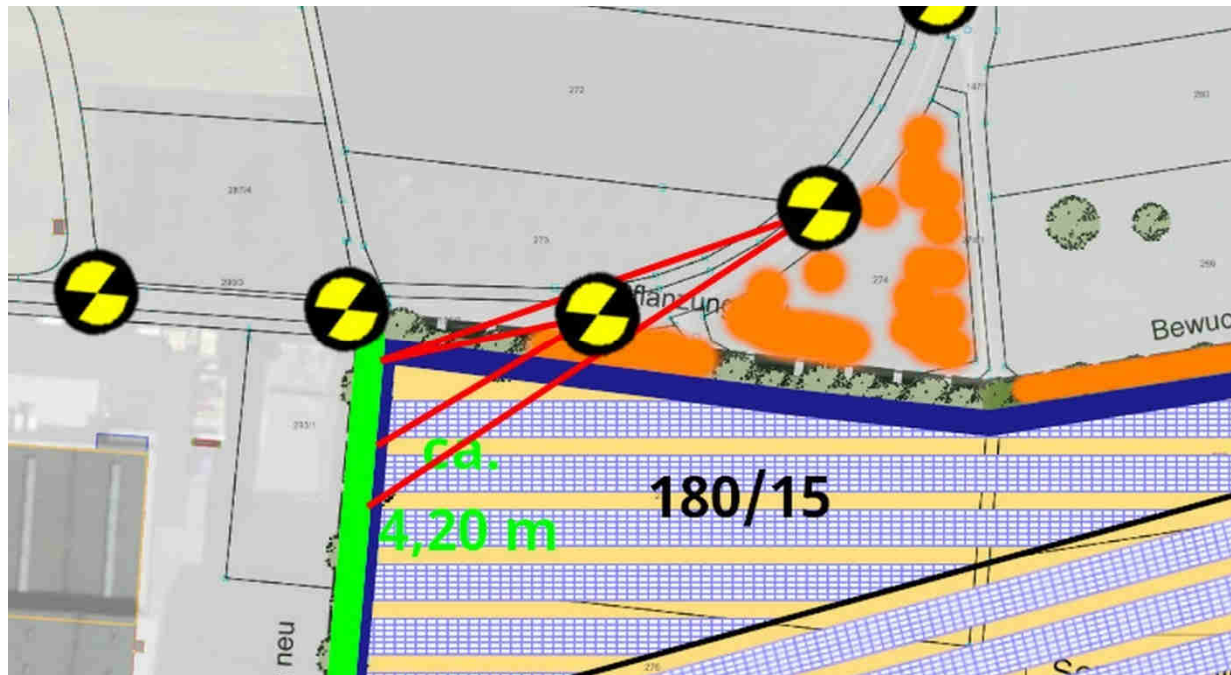
Die teilweise Verdeckung dieser Sonnenlichtreflexionen durch den vorhandenen Bewuchs mindert eine mögliche Wahrnehmung zusätzlich.

Hier wurde also keine Sonnenlichtreflexionen ermittelt, die nach dem zu Grunde liegenden Bewertungsverfahren /1/ nicht als unzumutbare Blendung einzustufen sind.



## Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wiebelbach

Bei der untersuchten Alternativvariante mit Ausrichtung der Modulreihen des nordwestlichen Modulfeldes auf 180° Süd mit Sichtschutz können die Moduloberflächen auch aus diesen Blickrichtungen nicht gesehen werden, so daß störende Blendwirkungen an den Moduloberflächen hier ebenfalls ausgeschlossen werden können.



Alternativvariante

Auf der Kreisstraße MSP35 wurden somit keine störenden oder unzumutbaren, den Verkehr beeinträchtigenden Blendwirkungen an den Moduloberflächen der gegenständlichen Anlage ermittelt.

Licht-Immissionsgutachten  
Photovoltaikanlage Wiebelbach

Wohn- und Nutzbebauung von Kreuzwertheim bzw. Wiebelbach

In der westlich der Anlage liegenden Wohn- und Nutzbebauung der Ortschaft Kreuzwertheim bzw. des Gewerbegebietes Wiebelbach bestehen von einigen Gebäuden aus Sichtverbindungen zu den Moduloberflächen, die hinsichtlich einer möglichen Blendung relevant sein können.

Stellvertretend werden hier einige Punkte berechnet, bei denen beim Ortstermin das Vorliegen der entsprechenden Sichtverbindungen über einen großen Winkelbereich festgestellt wurde. Die Auswirkungen auf die in ähnlichen Winkelbereichen zur Anlage liegenden Gebäude können aus den ermittelten Ergebnissen interpoliert werden.

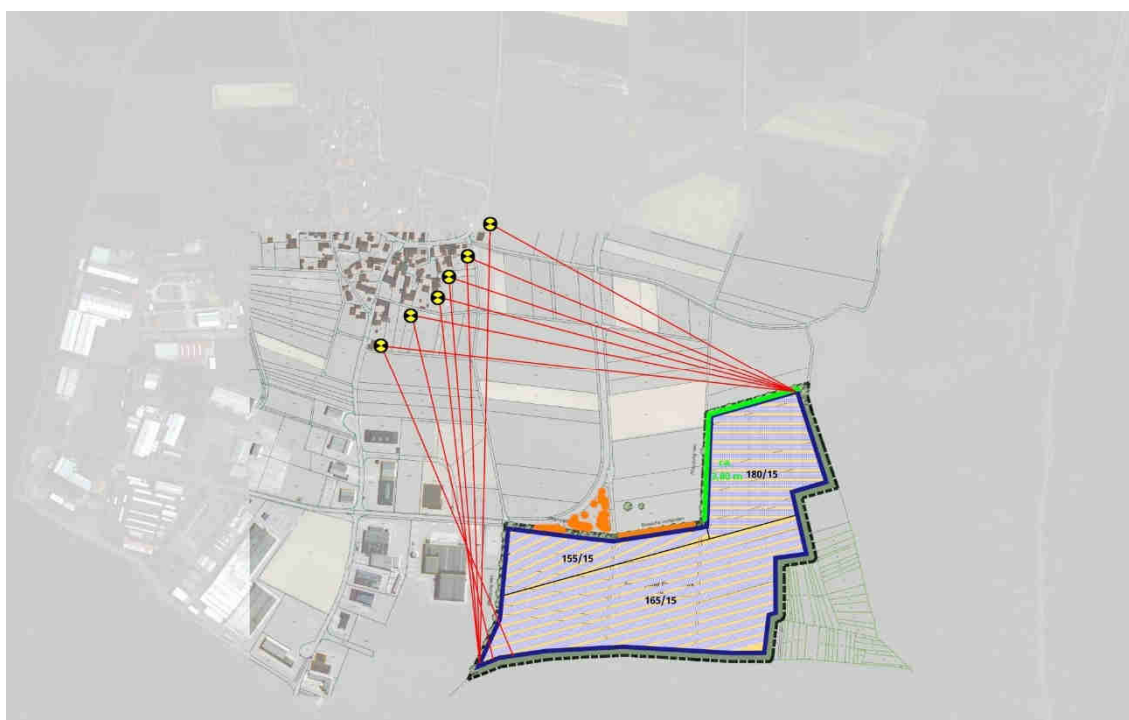
Teilweise sind die Sichtverbindungen zu den Reflexionsflächen der Anlage durch Verbauung oder Bewuchs unterbrochen. Hier wurde jeweils der Worst Case berechnet, in dem der Bewuchs, dessen abschattende Wirkung im Jahresverlauf sowie auch über die Laufzeit der Photovoltaikanlage betrachtet keine konstante Größe ist, nicht berücksichtigt wird.

Hier werden in Anlehnung an das Bewertungsverfahren der Landesumweltämter die zeitlichen Richtwerte einer als noch zumutbar angesehenen astronomisch möglichen Einwirkdauer der Blendwirkung von maximal 30 min/Tag und maximal 30 h/Jahr angesetzt. Die übrigen Punkte können aus diesen Ergebnissen interpoliert werden.

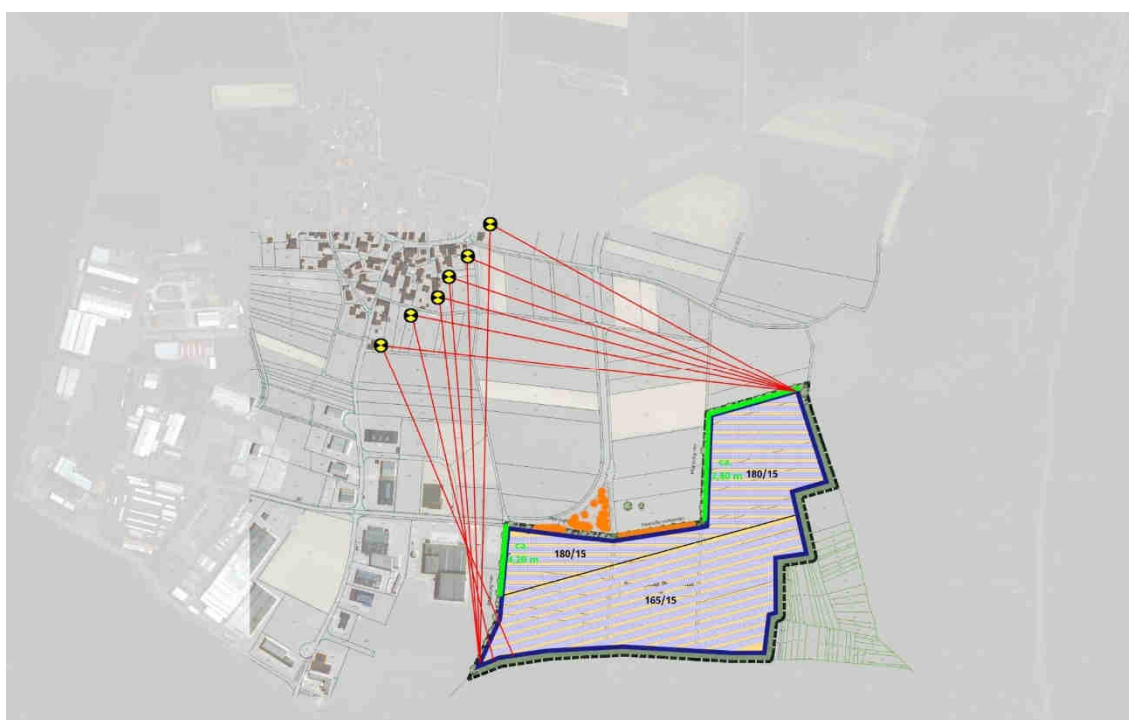
## Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wiebelbach

nordwestlich liegende Wohnbebauung Kreuzwertheim

Hier können beim Blick zu den Moduloberflächen Beobachter-Azimutwinkel zwischen ca. 276° West und 2° Nord bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca. +0,6° und +2,7° bezogen auf die Einzelflächen auftreten.



Hauptvariante



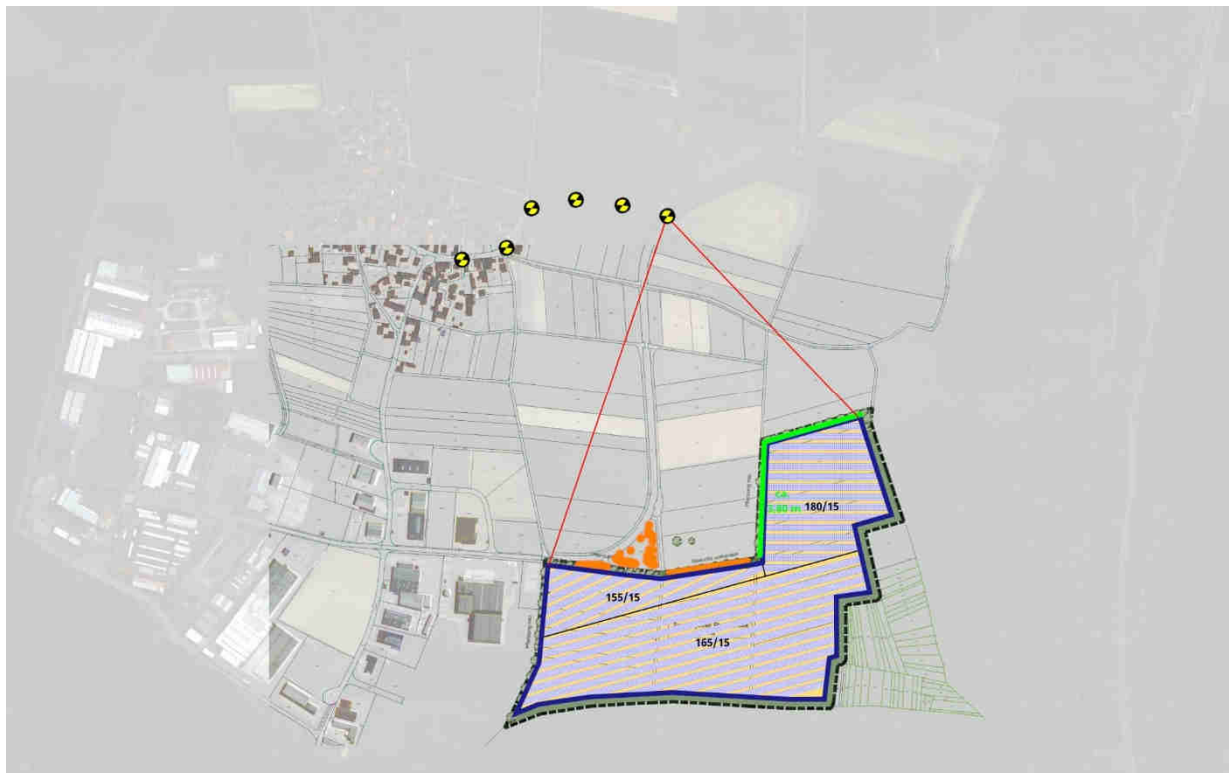
Alternativvariante

## Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wiebelbach

Die Blickwinkel werden durch die Position der Anlage begrenzt.

Aus diesen Richtungen können bei beiden Planungsvarianten nur die Rückseiten der Modulkonstruktionen gesehen werden, so daß hier keine störenden Blendwirkungen an den Moduloberflächen zu erwarten sind.

Gleiches trifft auch auf die von Kreuzwertheim nach Osten zur Kreisstraße MSP35 führende Straße zu.



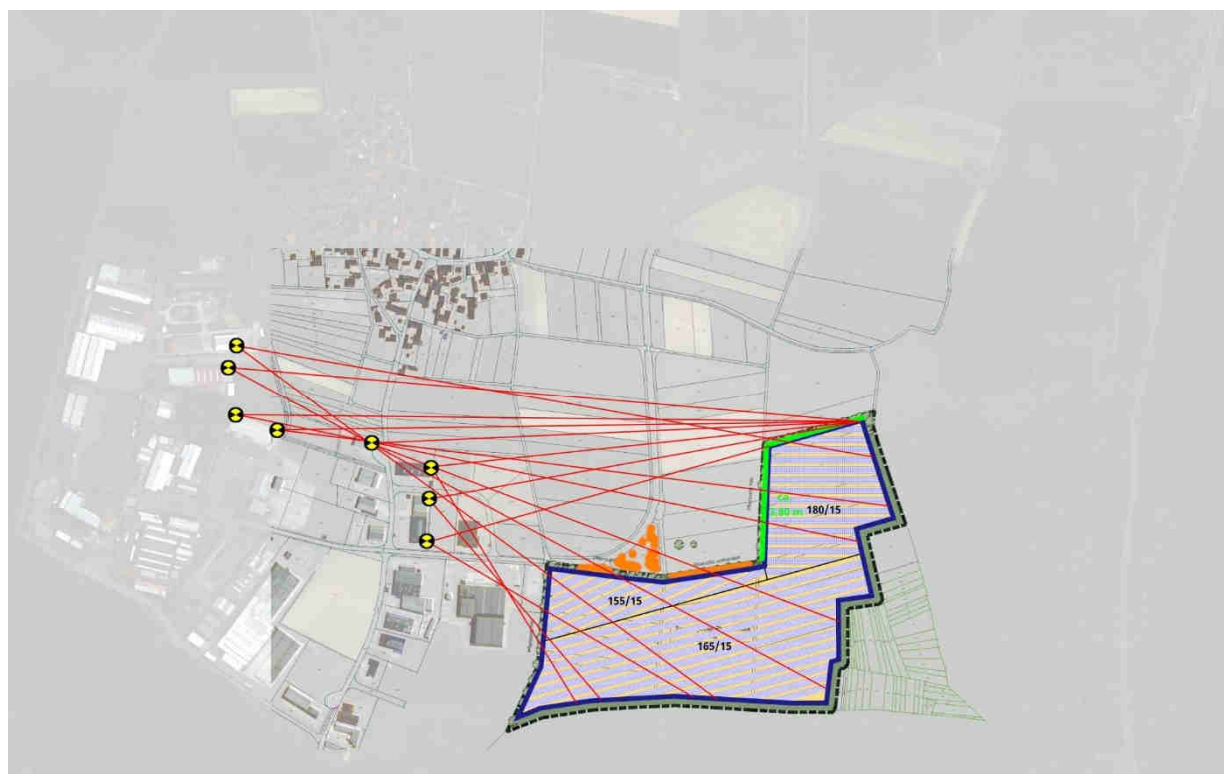
Hauptvariante

Auch von hier aus können die Moduloberflächen der gegenständlichen Anlage nicht gesehen werden, so daß störende Blendwirkungen an den Moduloberflächen bereits aus diesem Grund ausgeschlossen werden können.

## Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wiebelbach

Nördlich der Kreisstraße MSP35 liegende Industriebebauung

Von der nördlich der Kreisstraße MSP35 liegenden Bebauung aus werden mögliche Sichtachsen zu den Moduloberflächen des nordöstlichen Modulfeldes durch die vorgesehene Eingrünung unterbrochen, so daß hier bei Realisierung dieser Sichtschutzanpflanzung in entsprechend wirksamer Höhe und Ausführung keine störenden oder unzumutbaren Blendwirkungen zu erwarten sind.

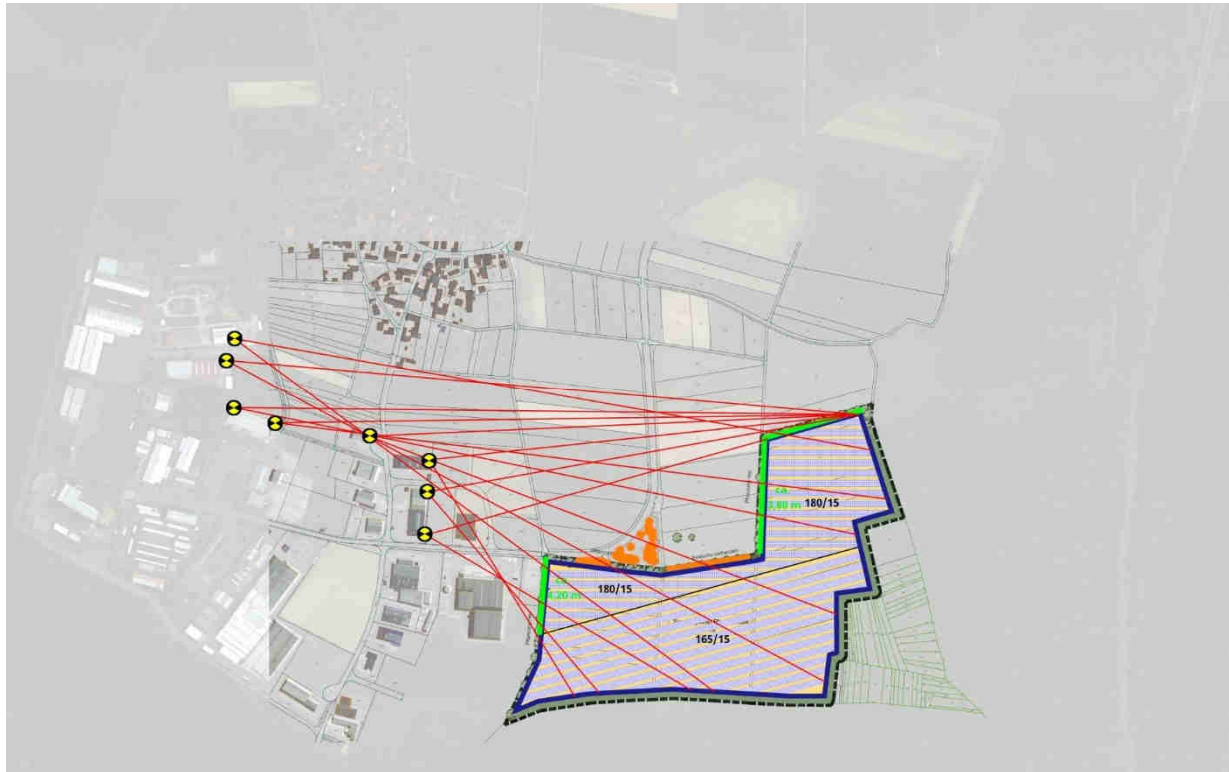


Hauptvariante

Dies betrifft beide untersuchten Planungsvarianten.

## Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wiebelbach

Die Moduloberflächen der südlichen Modulfelder können in beiden Planungsvarianten aus Richtung dieser nördlich liegenden Industriebebauung nicht gesehen werden, so daß hier ebenfalls keine störenden Blendwirkungen zu erwarten sind.

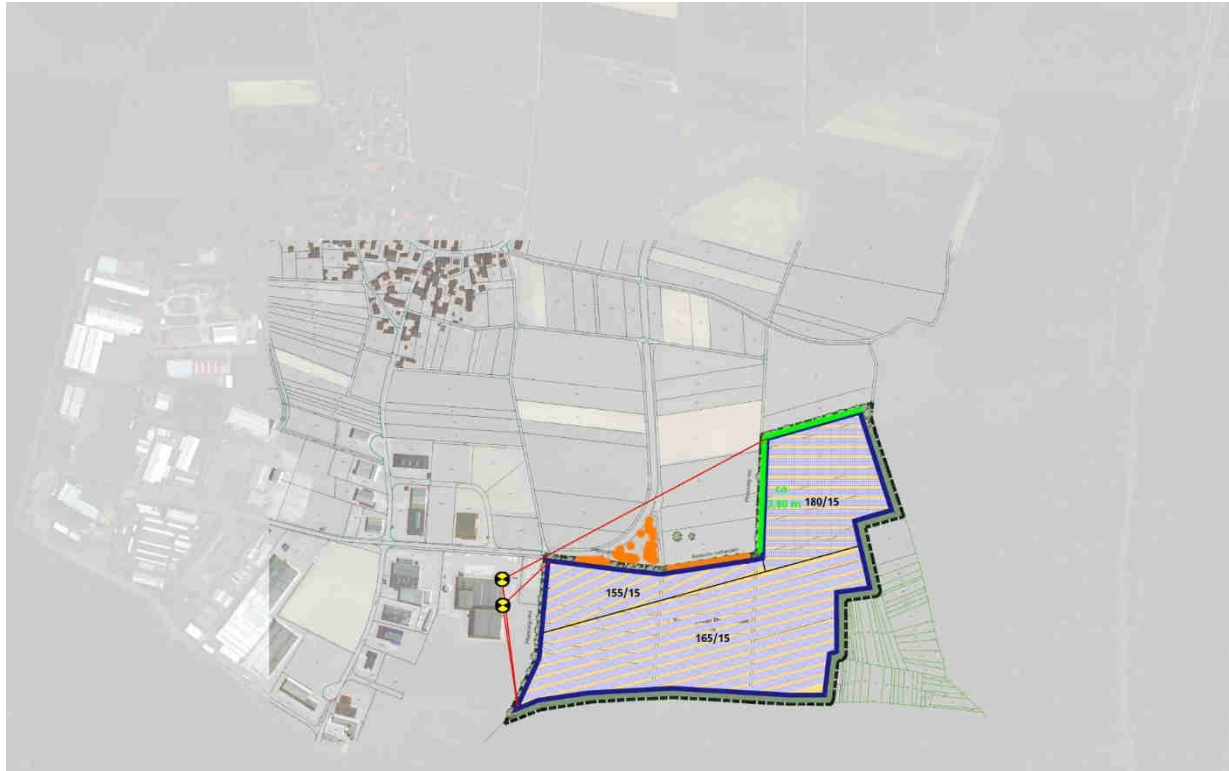


Alternativvariante

## Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wiebelbach

### Westlich liegende Industriebebauung

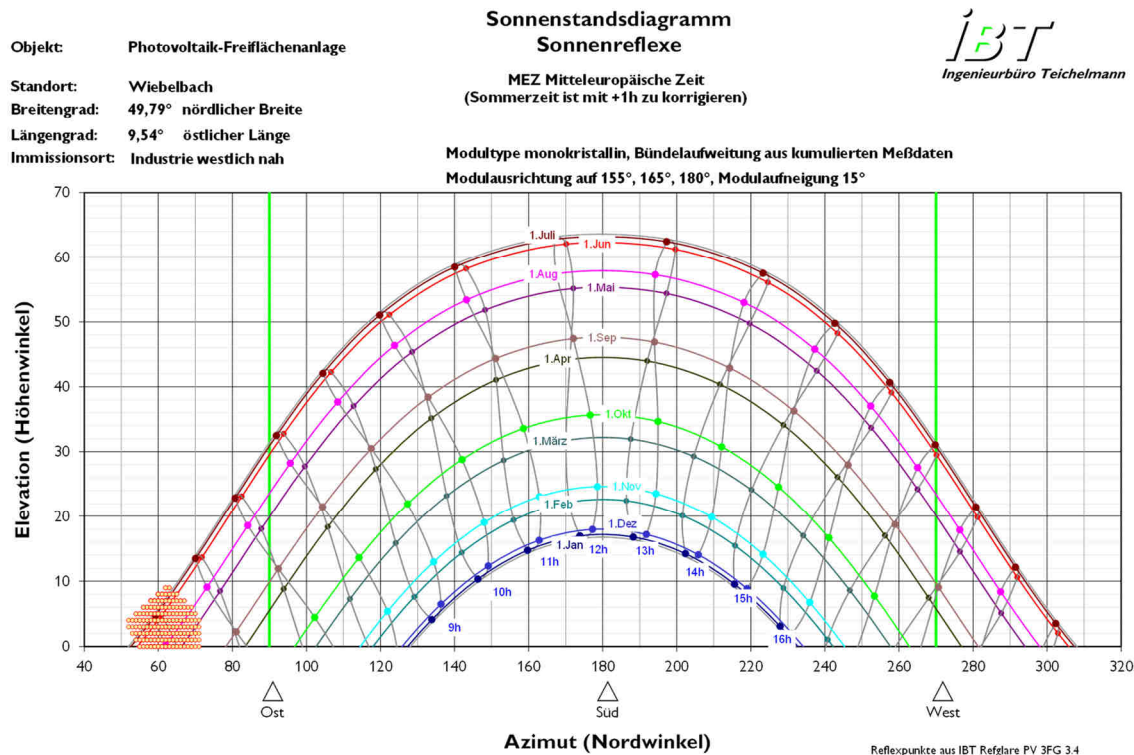
Von den Fenstern der nahe westlich der geplanten PV-Anlage liegenden Industriebebauung aus können bezogen auf die Module des nordwestlichen Modulfeldes der gegenständlichen Anlage Beobachter-Azimutwinkel zwischen ca.  $228^\circ$  Südwest und  $353^\circ$  Nord und Beobachter-Elevationswinkel zwischen ca.  $+0,5^\circ$  und  $+5,2^\circ$  vorliegen.



Hauptvariante

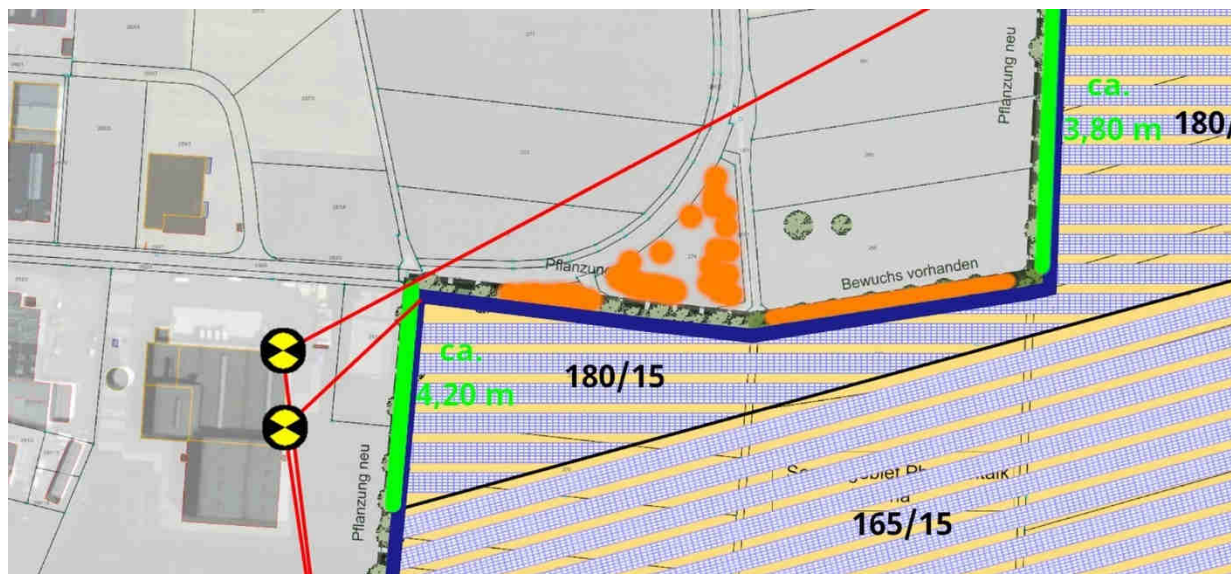
Auch in diese Richtungen wurden bei den Reflexionsberechnungen ausschließlich Sonnenlichtreflexionen ermittelt, die aus Sicht der südlicheren dieser Beobachter bei sehr tiefen Sonnenständen und unter kleinen Blickwinkeldifferenzen zur Sonnenscheibe in den frühen Morgenstunden der Monate April bis August an den nördlichsten Modulreihen gesehen werden.

## Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wiebelbach



Solche Reflexionen werden nach dem zu Grunde liegenden Bewertungsverfahren /1/ wegen der Überlagerung der Reflexion durch die unvermeidbare und wesentlich intensivere Direktblendung der Sonne nicht als eigenständiges Blendereignis wahrgenommen und daher nicht als störende Blendung eingestuft.

Bei der untersuchten Alternativvariante mit Sichtschutzmaßnahme an der westlichen Geländekante in Richtung dieser Fenster werden mögliche Sichtachsen zu den Moduloberflächen durch den vorgesehenen Sichtschutz unterbrochen.



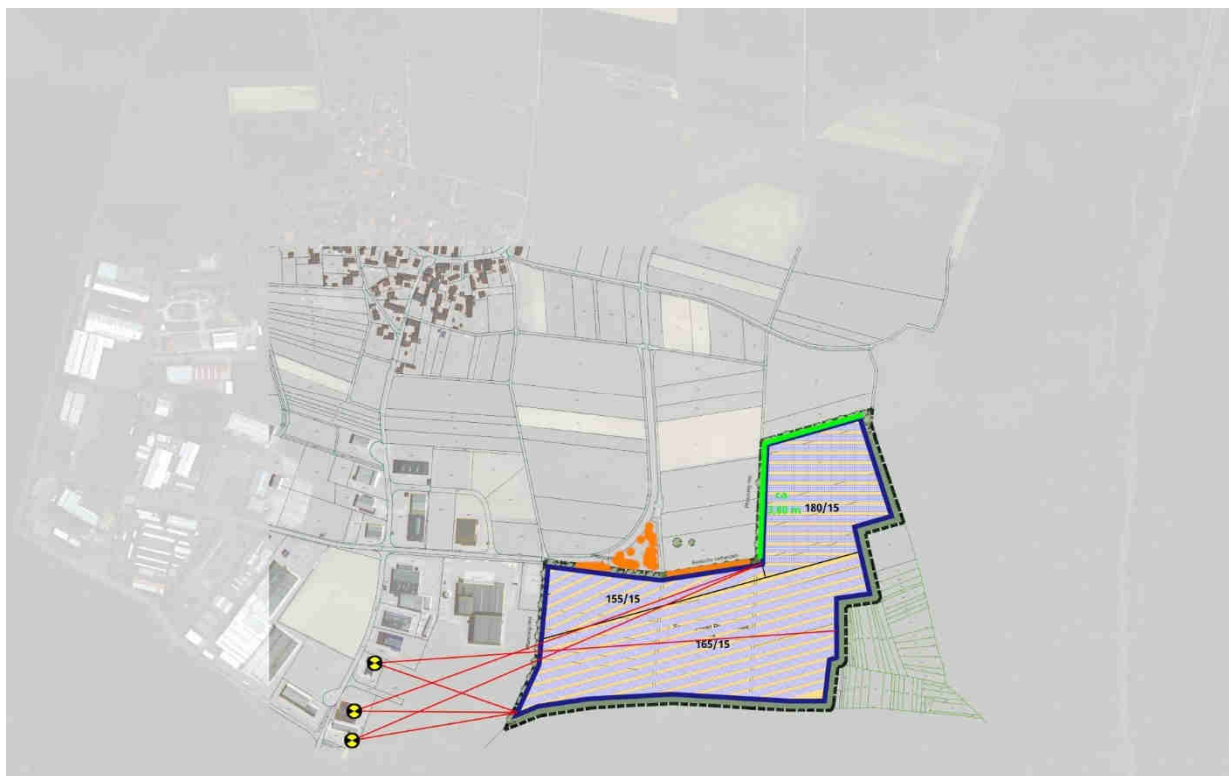


## Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wiebelbach

Bei Ausführung dieser Sichtschutzmaßnahme in entsprechend wirksamer Höhe und Ausführung können störende Blendwirkungen hier daher ebenfalls ausgeschlossen werden. Die wirksame Höhe des Sichtschutzes konnte hier nur überschlägig ermittelt werden, da die Geländehöhen der Bebauung nicht abschließend geklärt werden konnten. Diese sind vor Realisierung des Sichtschutzes ggf. noch zu prüfen und zu verifizieren.

Die Moduloberflächen des nordöstlichen sowie des südlichen Modulfeldes können aus Richtung dieser Bebauung durch die vorgesehene Eingrünung des nordöstlichen Modulfeldes bzw. durch die Ausrichtung des südlichen Modulfeldes nicht gesehen werden. Hier können störende Blendwirkungen an den Moduloberflächen bereits aus diesem Grund ausgeschlossen werden.

Von der südwestlich der Anlage liegenden Industriebebauung aus können die gegenständlichen Moduloberflächen des südlichen Modulfeldes unter Beobachter-Azimutwinkel zwischen ca. 243° Westsüdwest und 290° Westnordwest und Beobachter-Elevationswinkel zwischen ca. +0,8° und +3,3° gesehen werden.



Hauptvariante

Analog zu den vorhergehenden Erläuterungen wurden auch in diese Richtungen ausschließlich Sonnenlichtreflexionen in den frühen Morgenstunden der Monate April bis Anfang September ermittelt, die aus Sicht dieser Beobachterstandorte unter kleinen Blickwinkeldifferenzen <math><10^\circ</math> zur Sonne gesehen werden.

## Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wiebelbach

Objekt: Photovoltaik-Freiflächenanlage

Standort: Wiebelbach

Breitengrad: 49,79° nördlicher Breite

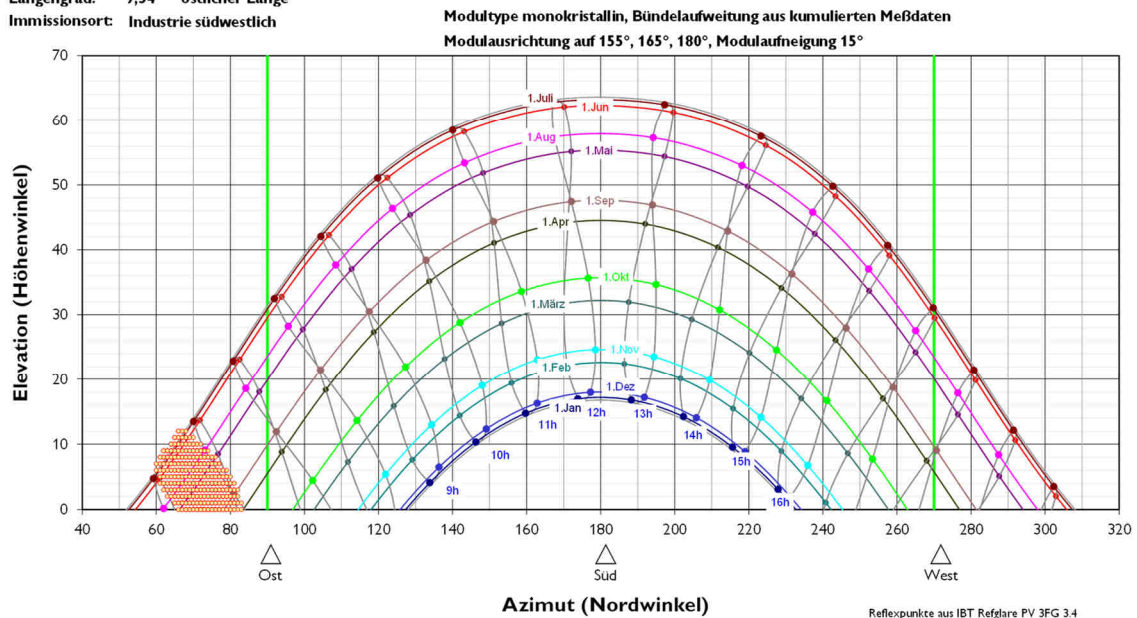
Längengrad: 9,54° östlicher Länge

Immissionsort: Industrie südwestlich

### Sonnenstandsdiagramm Sonnenreflexe

MEZ Mittlereuropäische Zeit  
(Sommerzeit ist mit +1h zu korrigieren)

IBT  
Ingenieurbüro Teichmann



Solche Reflexionen werden wegen der Überlagerung des Reflexes durch die unvermeidbare Direktblendung der Sonne nicht als eigenständige, zusätzlich zur bereits vorhandenen, auch ohne die gegenständliche PV-Anlage einwirkenden Blendung eingestuft.

Die Modulkonstruktionen des nordwestlichen und des nordöstlichen Modulfeldes werden durch die dazwischen liegende Verbauung, die Bodenaufschüttung des davor liegenden Gebäudes sowie durch die aus Sicht dieser Beobachter davor liegenden Modulkonstruktionen weitestgehend verdeckt.

Das ausschließliche Auftreten in den frühen Morgenstunden mindert eine mögliche Wahrnehmung dieser Reflexionen zusätzlich.

Somit sind bei Ausführung der Photovoltaikanlage Wiebelbach nach der vorliegenden Planung und bei Realisierung der vorgesehenen Ausrichtung der Modulreihen und der vorgesehenen Sichtschutzmaßnahmen keine störenden oder unzumutbaren von der geplanten Photovoltaikanlage ausgehenden Blendwirkungen durch Sonnenlichtreflexionen auf der Kreisstraße MSP35 und in der umliegenden Wohn- und Nutzbebauung von Kreuzwertheim bzw. Wiebelbach zu erwarten.

## **5 Schutzgut Fauna: Auswirkungen der Lichtimmissionen durch Sonnenreflexion auf Tiere**

Von künstlichem Licht verursachte nächtliche Lichtimmissionen wie Blendung, Raumaufhellung und Lichtverschmutzung (Lichtglocke) sind insbesondere für nachtaktive Insekten, Vögel oder Fledermäuse eine zu vermeidende Beeinträchtigung, die durchaus drastische Auswirkungen haben können.

Es sind keine konkreten Erkenntnisse dahingehend bekannt, dass es durch Sonnenreflexionen von Photovoltaikanlagen bei Tag zu nennenswerten Belastungen für die lokale wilde Tierwelt kommt.

Es gibt jedoch Hinweise darauf, dass Tiere, die in ihrer Bewegungsfreiheit eingeschränkt sind und den Blendwirkungen nicht ausweichen können (z.B. Pferdekoppel, betroffene Stallgebäude usw.), teilweise sehr sensibel auf solche Blendwirkungen reagieren. Betroffene Landwirte berichten z.B. von Auswirkungen wie einer höheren Nervosität der Tiere, Schwierigkeiten beim Melken, reduzierten Reproduktions- und Wachstumsraten usw.

Diesbezüglich möglicherweise relevante Punkte liegen in der hier untersuchten Situation nicht vor.

## 6 Zusammenfassung und Erörterung der Ergebnisse

Durch die Realisierung der geplanten Photovoltaik-Freiflächenanlage Wiebelbach sind bei Ausführung der Anlage gemäß des vorliegenden, im Vorfeld hinsichtlich der Blendwirkung optimierten Konzeptes und unter Realisierung der vorgesehenen Ausrichtung der Modulreihen und der vorgesehenen Sichtschutzmaßnahme keine Störungen auf der Kreisstraße MSP35 und in der umliegenden Wohn- und Nutzbebauung von Kreuzwertheim bzw. Wiebelbach durch von den Moduloberflächen ausgehende Blendreflexionen zu erwarten.

In Richtung der Kreisstraße MSP35 und der westlich liegenden Industriebebauung wurden bei Untersuchung der geplanten Anlagengeometrie lediglich Reflexionen in Richtung der entfernten Beobachter ermittelt, die bei tief stehender Sonne unter kleinen Blickwinkeldifferenzen  $<10^\circ$  zur Sonnenscheibe gesehen werden. In dieser Situation wird der Reflex durch die unvermeidbare Direktblendung der Sonne überlagert und deshalb in der Regel nicht als eigenes Blendereignis wahrgenommen. Nach dem zu Grunde liegenden Bewertungsverfahren werden solche Sonnenlichtreflexionen nicht als Blendung eingestuft.

Darüber hinaus wurden keine Sonnenstände ermittelt, die an diesem geografischen Standort und bei der untersuchten Anlage Blendreflexionen in die relevanten Richtungen erzeugen können.

11.11.2023  
Jens Teichelmann  
Dipl.-Ing. Lichttechnik



### Urheberschutz:

Alle Rechte vorbehalten. Das Gutachten ist nur für den Auftraggeber und die direkt am Projekt beteiligten Personen und Behörden und nur für den angegebenen Zweck bestimmt.

Das Gutachten darf in diesem Sinne Bestandteil der gemäß § 3 BauGB im Internet zu veröffentlichenden Planunterlagen sein.

Eine Vervielfältigung, Veröffentlichung oder Verwertung durch Dritte ist nur mit schriftlicher Genehmigung gestattet.

## Ergänzung zum Gutachten über die zu erwartende Blendung durch Sonnenreflexionen der geplanten Photovoltaikanlage Wiebelbach



GA-Nummer: Te-231020-W-1-E1

Im Auftrag von  
Main-Spessart-Solar GmbH  
Bessenbach

Verfasser  
Jens Teichelmann, Dipl.-Ing. Lichttechnik  
IBT 4Light GmbH  
Fürth

Fürth, 19.01.2024

Te231020W1E1 Photovoltaikanlage Wiebelbach Ergänzung zum Gutachten.docx

Ergänzung zum Licht-Immissionsgutachten  
Photovoltaikanlage Wiebelbach

**Auftraggeber:**

Main-Spessart-Solar GmbH

Im Halenfeld 2  
63856 Bessenbach

**Auftragnehmer:**

Dipl.-Ing. Jens Teichelmann

IBT 4Light GmbH

Ingenieur- und Sachverständigenbüro  
für Licht- und Beleuchtungstechnik

Boenerstraße 34  
90765 Fürth

## 1 Ergänzung

Im Auftrag der Main-Spessart-Solar GmbH in Bessenbach wird das erstellte Gutachten zu den zu erwartenden Lichtimmissionen durch Sonnenlichtreflexionen an der geplanten PV-Anlage Wiebelbach mit GA-Nr. Te-231020-W-1 hinsichtlich der Betrachtung einer eventuellen zukünftigen Bebauung auf der Fläche des Gewerbegebietes Wiebelbach III konkretisiert und ergänzt.

Position und Ausdehnung dieses Gewerbegebietes Wiebelbach III ist in folgender Grafik mit beispielhaft festgelegten Punkten jeweils an den Rändern der Fläche vermerkt.

Diese Punkte stellen die Extrempositionen einer möglichen Bebauung auf dieser Fläche dar, für die die möglichen Sichtachsen zu den Moduloberflächen der gegenständlichen Anlage geprüft werden.



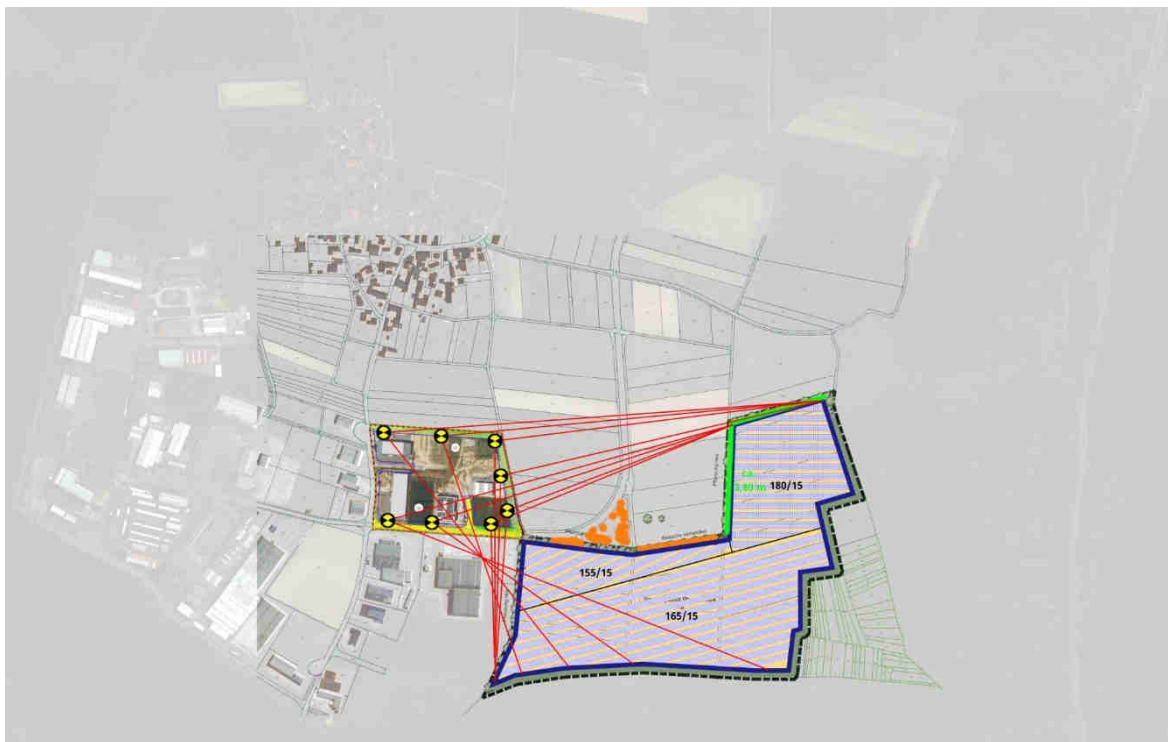
Im Hauptgutachten wurde bei der Bewertung möglicher Blendwirkungen an den Moduloberflächen der gegenständlichen Anlage davon ausgegangen, daß die möglichen Sichtachsen von der in diesem Gewerbegebiet vorhandenen Bebauung durch die Ausrichtung der Modulreihen, die vorgesehenen Sichtschutzanpflanzungen bzw. vorhandenen Bewuchs und teilweise auch durch die Verbauung unterbrochen werden.

Dies trifft auch auf weitere mögliche Bebauung auf der Fläche des Gewerbegebietes Wiebelbach III zu.

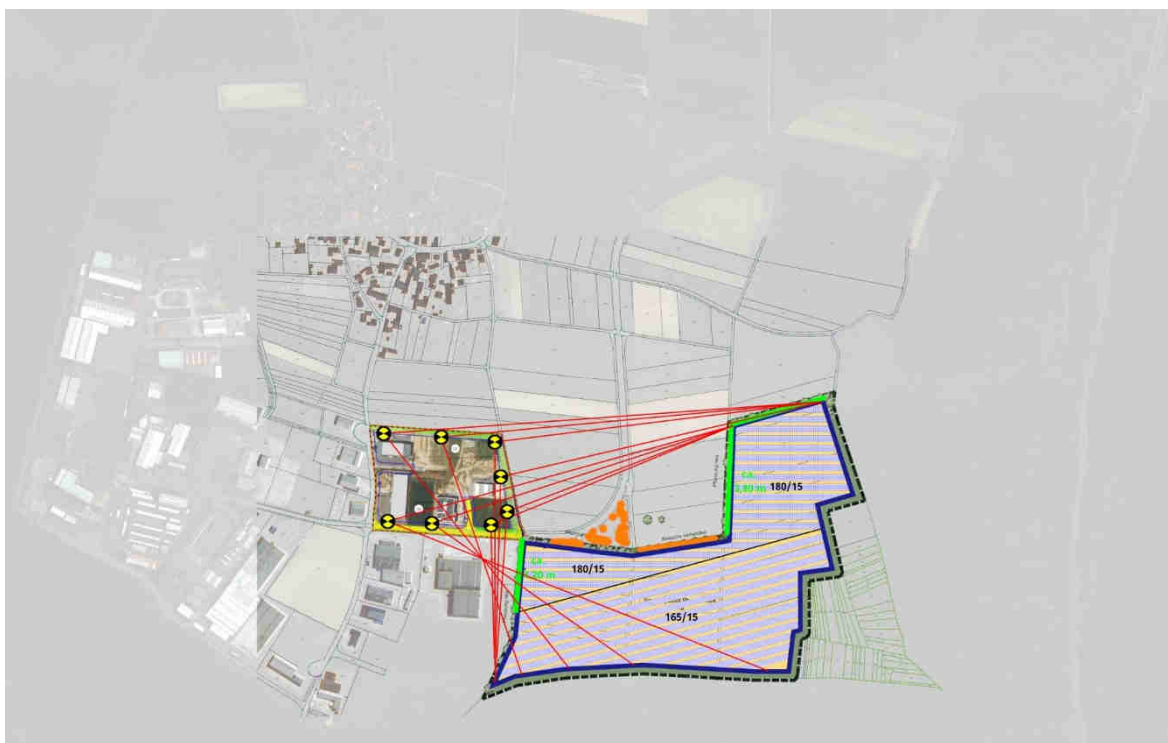
Mögliche Sichtachsen zu den Moduloberflächen des nordöstlichen Modulfeldes werden bei beiden untersuchten Anlagenvarianten durch die vorgesehene Eingrünung unterbrochen, so

## Ergänzung zum Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wiebelbach

daß hier bei Realisierung dieser Sichtschutzanpflanzung in entsprechend wirksamer Höhe und Ausführung keine störenden oder unzumutbaren Blendwirkungen zu erwarten sind.



Hauptvariante



Alternativvariante

Te231020W1E1 Photovoltaikanlage Wiebelbach Ergänzung zum Gutachten.docx

IBT 4Light GmbH  
Boenerstr. 34  
90765 Fürth

Tel. 0911-979155-91  
Fax: 0911-979155-93  
Mail: IBT@4Light.de

Amtsgericht Fürth  
HRB 14663  
Geschäftsführer: Jens Teichelmann  
Ust-ID DE296384486



Ergänzung zum Licht-Immissionsgutachten  
Photovoltaikanlage Wiebelbach

Die Moduloberflächen der südlichen Modulfelder sind bei beiden Varianten vom Gewerbegebiet Wiebelbach III aus nur von hinten zu sehen, so daß hier ebenfalls keine störenden Blendwirkungen zu erwarten sind.

Daher kann hier bestätigt werden, daß die im Gutachten mit GA-Nr. Te-231020-W-1 getroffenen Aussagen auch für mögliche zukünftige Bebauung auf der Fläche des Gewerbegebietes Wiebelbach III in vollem Maße zutreffen.

19.01.2024  
Jens Teichelmann  
Dipl.-Ing. Lichttechnik



#### Urheberschutz:

Alle Rechte vorbehalten. Das Gutachten ist nur für den Auftraggeber und die direkt am Projekt beteiligten Personen und Behörden und nur für den angegebenen Zweck bestimmt.

Das Gutachten darf in diesem Sinne Bestandteil der gemäß § 3 BauGB im Internet zu veröffentlichenden Planunterlagen sein.

Eine Vervielfältigung, Veröffentlichung oder Verwertung durch Dritte ist nur mit schriftlicher Genehmigung gestattet.