

**Gutachten  
über die zu erwartende Blendung  
durch Sonnenreflexionen  
der geplanten  
Photovoltaikanlage Schöllkrippen Ernstkirchen**



GA-Nummer: Te-230628-S-1

Im Auftrag von  
Main-Spessart-Solar GmbH  
Bessenbach

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

Fürth, 08.07.2023

Licht-Immissionsgutachten  
Photovoltaikanlage Schöllkrippen Ernstkirchen

**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	9
2.4 Verwendete Hilfsmittel	9
2.5 Verwendetes Schrifttum und Quellen	10
<b>3 Vorgehensweise Berechnung und Bewertung der Sonnenreflexion an den Photovoltaikmodulen</b>	<b>11</b>
3.1 Grundlegende Methodik	11
3.2 Ortstermin, beteiligte Personen	12
<b>4 Schutzgut Mensch: Ergebnisse und Auswertung der an den Immissionsorten erreichten Reflexionswerte</b>	<b>13</b>
4.1 Ermittlung der Eckpunkte des Reflexionsverhaltens der Photovoltaikmodule	13
4.2 Ermittlung der möglicherweise relevanten Immissionsorte	15
4.3 Ermittlung der Störungen durch Direktreflexion und durch Streulicht durch Bündelaufweitung	17
<b>5 Schutzgut Fauna: Auswirkungen der Lichtimmissionen durch Sonnenreflexion auf Tiere</b>	<b>30</b>
<b>6 Zusammenfassung und Erörterung der Ergebnisse</b>	<b>31</b>

## 1 Extrakt

Im Auftrag der Main-Spessart-Solar GmbH in Bessenbach wurde die geplante Photovoltaik-Freiflächenanlage Schöllkrippen Ernstkirchen östlich der Staatsstraße St2305 und zwischen den Ortschaften Schöllkrippen und Ernstkirchen, Vormwald und Sommerkahl hinsichtlich der auf den östlich und westlich der Fläche vorbeiführenden Straßen und in der östlich, südlich und westlich der Anlage liegenden Wohnbebauung von Vormwald, Sommerkahl, Schöllkrippen, Ernstkirchen und Langenborn 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 keine störenden oder unzumutbaren Blendwirkungen durch Sonnenlichtreflexionen auf den östlich und westlich der Fläche vorbeiführenden Straßen und in der östlich, südlich und westlich der Anlage liegenden Wohnbebauung von Vormwald, Sommerkahl, Schöllkrippen, Ernstkirchen und Langenborn zu erwarten.

Möglicherweise auftretende Reflexionen in Richtung der Spessartstraße und der umliegenden Wohnbebauung werden unter kleinen Blickwinkeldifferenzen 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 Schöllkrippen Ernstkirchen östlich der Staatsstraße St2305 und zwischen den Ortschaften Schöllkrippen und Ernstkirchen, Vormwald und Sommerkahl auf folgende Punkte hin zu prüfen:

- Prüfung der geplanten Anlagen-Ausführung auf mögliche Störwirkungen durch direkte Sonnenreflexion an den möglichen Immissionsorten auf den östlich und westlich der Fläche vorbeiführenden Straßen und in der östlich, südlich und westlich der Anlage liegenden Wohnbebauung von Vormwald, Sommerkahl, Schöllkrippen, Ernstkirchen und Langenborn 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.

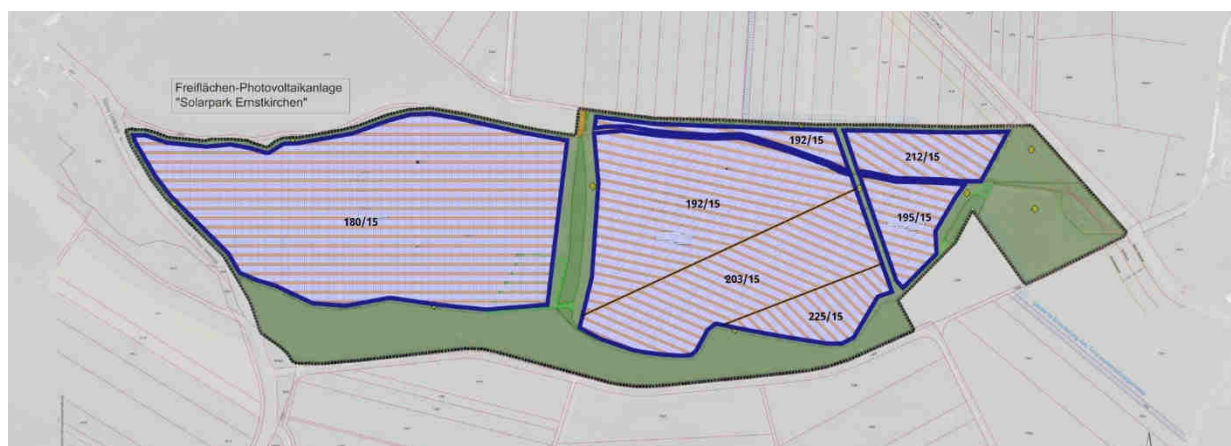
## 2.2 Tatsachenfeststellung, Beschreibung der Situation

Bei der zu betrachtenden geplanten Anlage handelt es sich um eine Photovoltaik-Freiflächenanlage, die auf einer momentan noch landwirtschaftlich genutzten Fläche östlich der Staatsstraße St2305 und zwischen den Ortschaften Schöllkrippen und Ernstkirchen, Vormwald und Sommerkahl 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 Wohnbebauung und der östlich verlaufenden Spessartstraße hin optimiert.

Die Module sollen auf entsprechenden Unterkonstruktionen mit einer Aufneigung auf jeweils 15° mit den folgenden Ausrichtungen der PV-Module montiert werden:

- Westliches Modulfeld: Ausrichtung der Modulreihennormalen auf 180°
- Mittleres Modulfeld: 3-fach segmentiert
  - o Ausrichtung der Modulreihennormalen des nördlichen Teils dieser Fläche auf 192° Südsüdwest
  - o Ausrichtung der Modulreihennormalen des mittleren Teils dieser Fläche auf 203° Südsüdwest
  - o Ausrichtung der Modulreihennormalen des südlichen Teils dieser Fläche auf 225° Südwest
- Östliches Modulfeld: 2-fach segmentiert
  - o Ausrichtung der Modulreihennormalen des nördlichen Teils dieser Fläche auf 212° Südsüdwest
  - o Ausrichtung der Modulreihennormalen des südlichen Teils dieser Fläche auf 195° Südsüdwest



## Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Schöllkrippen Ernstkirchen



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

Es sollen poly- oder 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. 3,0 m mit entsprechenden Toleranzen zum Geländeausgleich betragen.

Es soll hier eine statische Anlage betrachtet werden.

Das Gelände fällt von Nord nach Süd bzw. nach Südwest deutlich ab und hat in sich diverse Unebenheiten. Es ist davon auszugehen, daß bei Montage der Modulreihen entsprechende Querneigungen zwischen ca.  $-6,0^\circ$  ...  $+2,0^\circ$  auftreten werden, die die resultierende Ausrichtung der Einzelmodule beeinflussen und die bei den weiteren Betrachtungen berücksichtigt werden müssen.

Östlich angrenzend an das Gelände verläuft annähernd in Ost-West-Richtung von Südost nach Nordwest die Spessartstraße in erhöhter Lage gegenüber dem betrachteten Gelände. Die Fahrbahn der Spessartstraße fällt von Südost nach Nordwest ab.

Nordöstlich der Spessartstraße liegt die Bebauung der Ortschaft Vormwald mit Wohn- und Nutzgebäuden.

Südlich der Fläche liegt die Ortschaft Sommerkahl. Von hier aus liegen bei einigen Gebäuden der nördlichen Bebauung von Sommerkahl relevante Sichtachsen zu den Moduloberflächen vor. Der Großteil der möglichen Sichtverbindungen von dieser Bebauung zu den Moduloberflächen wird durch eine dazwischenliegende Geländeerhebung unterbrochen.



Licht-Immissionsgutachten  
Photovoltaikanlage Schöllkrippen Ernstkirchen

Westlich und nordwestlich der Fläche liegt die Bebauung der Ortschaften Schöllkrippen bzw. Ernstkirchen und Langenborn, von denen aus die Modulkonstruktionen teilweise gesehen werden können.

Von Sommerkahl aus führt eine Straße nach Norden westlich an der gegenständlichen Anlage vorbei in Richtung Ernstkirchen.

Weiter westlich verläuft die Staatsstraße St2305, von der aus nach den bekannten Daten keine Sichtverbindungen zu den Moduloberflächen vorliegen. Hier sind bereits aus diesem Grund keine störenden Blendwirkungen an den Moduloberflächen der gegenständlichen Anlage zu erwarten.

Südwestlich der Fläche liegt in großer Entfernung von mehr als ca. 2.000 m die Bebauung von Großblankenbach. Hier sind bereits wegen der großen Entfernung und der dadurch eintretenden Minderungseffekte keine störenden oder unzumutbaren Blendwirkungen zu erwarten, so daß diese Bebauung nachfolgend nicht spezifisch betrachtet wird.

Zwischen den Modulfeldern der Anlage sowie umliegend befindet sich mehrreihiger dichter und hoher Bewuchs, dessen sichtachsenunterbrechende Wirkung nachfolgend mit berücksichtigt wird.

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.



## 2.3 Zur Verfügung stehende Unterlagen

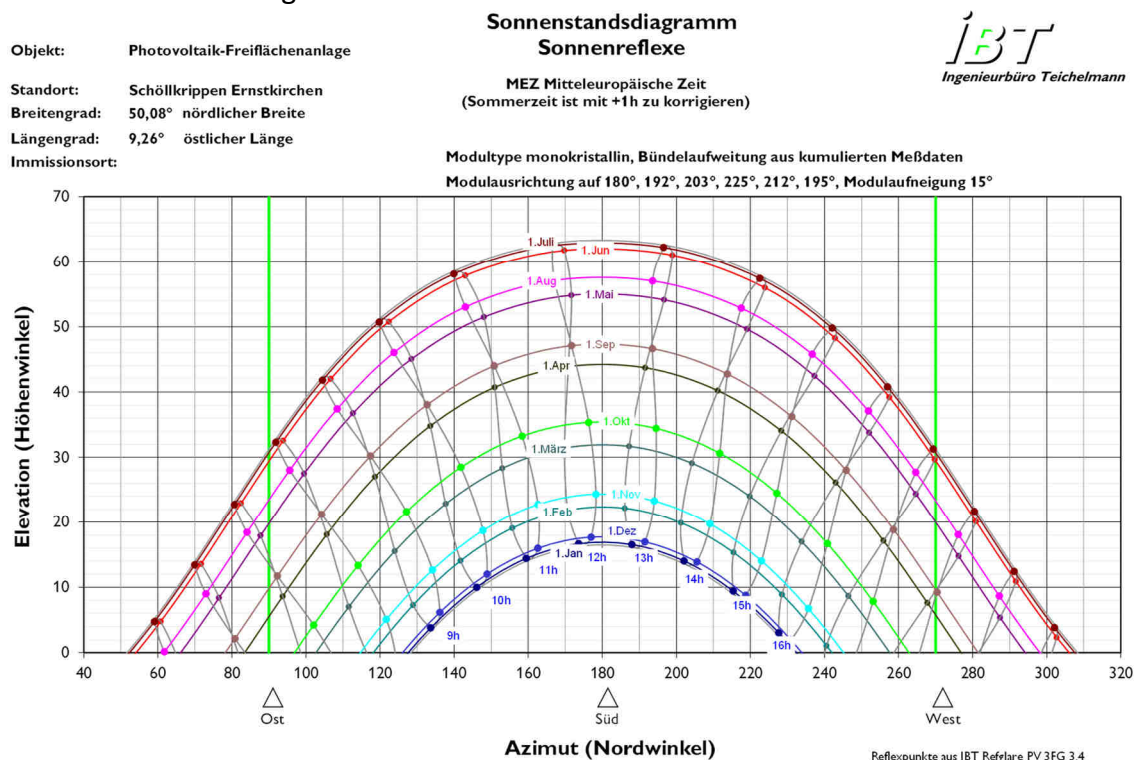
Die Begutachtung wurde anhand folgender vorliegender Unterlagen durchgeführt:

- Modulbelegungspläne/Pläne:
  - o B22-06\_02BP\_20fB\_21PZeich\_BP Solarpark Ernstkirchen-BP1000.pdf
  - o B22-06\_01FNP\_20fB\_21PZeich\_Solarpark Ernstkirchen-FNP 5000.pdf
  - o T22-06\_01FNP\_20fB\_22Begr\_FNP Solarpark Ernstkirchen.pdf
  - o T22-06\_02BP\_20fB\_22Begr\_BP Solarpark Ernstkirchen.pdf
- Luftbild des Geländes, vom AG bereitgestellt
- Fotos von der Ortsbegehung am 19.01.2023

## 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-

Licht-Immissionsgutachten  
Photovoltaikanlage Schöllkrippen Ernstkirchen

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 Schöllkrippen Ernstkirchen

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 19.1.2023 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 Schöllkrippen Ernstkirchen**

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 Schöllkrippen Ernstkirchen

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 den östlich und westlich der Fläche vorbeiführenden Straßen und in der östlich, südlich und westlich der Anlage liegenden Wohnbebauung von Vormwald, Sommerkahl, Schöllkrippen, Ernstkirchen und Langenborn zu untersuchen.

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



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

In südwestlicher Richtung liegen teilweise Sichtachsen von der mehr als ca. 2.000 m entfernt liegenden Bebauung von Großblankenbach aus zu den Moduloberflächen vor. Hier sind wegen der großen Entfernung keine störenden oder unzumutbaren Blendwirkungen an den Moduloberflächen zu erwarten.



Licht-Immissionsgutachten  
Photovoltaikanlage Schöllkrippen Ernstkirchen

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 sind hinsichtlich der Blendwirkung weitgehend unkritisch.

Der Reflex wird bei stark abweichenden Blickwinkeln in der Regel nur am Rand des Sichtfeldes peripher wahrgenommen und behindert die für eine sichere Fahrt auf dieser Fahrspur erforderliche Blickrichtung nicht.

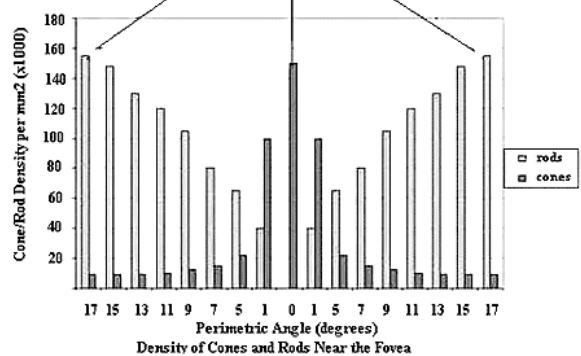
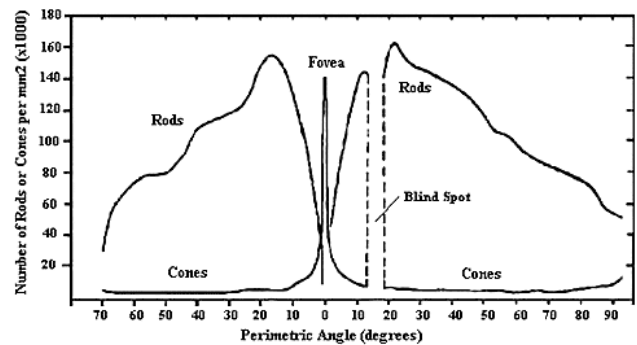
Bei der für einen Fahrer in dieser Situation typischen Blickrichtung wird der Reflex in einem Bereich zwischen 10° ... 20° abweichend von der Fovea Centralis, dem Ort der scharfen Abbildung sowie der höchsten Konzentration an Zapfen im Auge, abgebildet.

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

Insofern ist bei stärker von der Hauptblickrichtung abweichenden Blickwinkeln nicht von einer störenden Direktblendung durch die Sonnenlichtreflexionen an den Moduloberflächen auszugehen.

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



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

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

#### Spessartstraße

Für die möglichen Immissionsorte auf der Spessartstraße in Fahrtrichtung Nordwest können im relevanten Sichtfeld der Fahrer bis maximal 30° Abweichung von der Hauptblickrichtung Sichtverbindungen zur geplanten Photovoltaikanlage mit Beobachter-Azimutwinkeln zwischen ca. 89° Ost und 130° Südost bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca. +3,2° und +4,7° vorliegen.



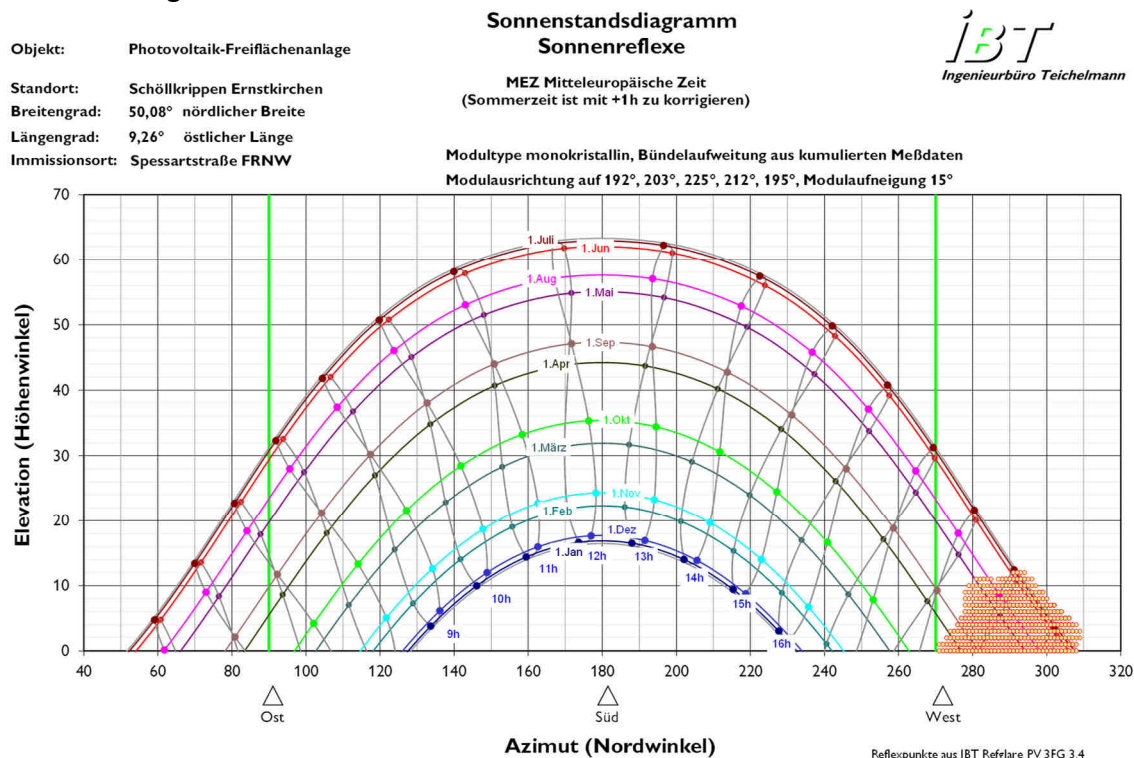
Das westliche Modulfeld ist aus diesen Richtungen durch den dazwischenliegenden Bewuchs und den Geländeverlauf nicht zu sehen.

Durch die optimierte Ausrichtung der Module treten in dieser Situation in Richtung der vermerkten Beobachter nur Reflexionen bei tief stehender Sonne auf, die unter kleinen Blickwinkeldifferenzen zur Sonne gesehen werden.

Licht-Immissionsgutachten  
Photovoltaikanlage Schöllkrippen Ernstkirchen

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

Die Direktreflexionen der verschieden ausgerichteten Anlagenteile treten zu unterschiedlichen Uhr- und Jahreszeiten auf. Diese einzelnen Punktwolken überlappen sich im Sonnenbahndiagramm.



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 März bis September können in den Abendstunden bei entsprechenden Sonnenständen also Reflexionen mit Leuchtdichten bis zu ca. 1 ... 7 Mio cd/m<sup>2</sup> in Richtung dieses Bereiches der Spessartstraße 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.

Darüber hinaus werden die kritischsten Sonnenstände durch den dazwischenliegenden Bewuchs und durch die Eigenverschattung der Modulkonstruktionen teilweise abgeschattet.

## Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Schöllkrippen Ernstkirchen

In der entgegengesetzten Fahrtrichtung nach Süden können im relevanten Sichtfeld der Fahrer Beobachter-Azimutwinkel zwischen ca.  $310^\circ$  Nordwest und  $348^\circ$  Nordnordwest und Beobachter-Elevationswinkel zwischen ca.  $-1,2^\circ$  und  $-0,3^\circ$  vorliegen.



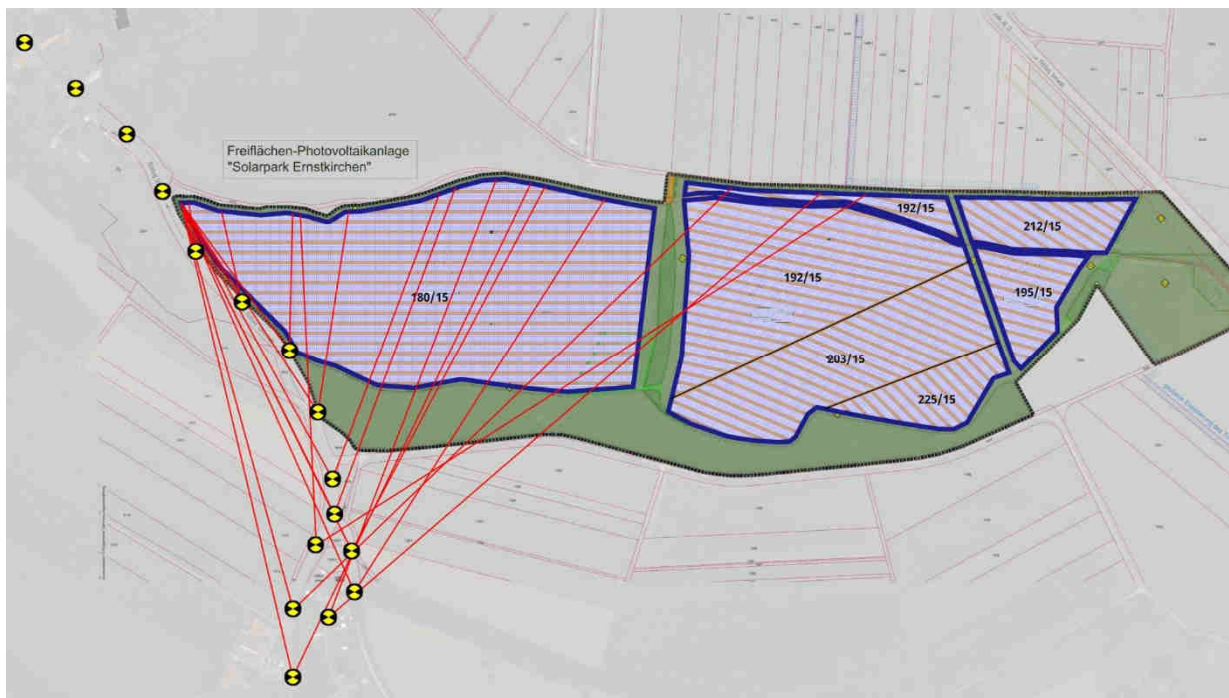
Unter diesen Blickrichtungen können die Modulkonstruktionen nur von hinten gesehen werden, so daß hier keine von den Moduloberflächen ausgehenden Blendwirkungen auftreten können.



## Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Schöllkrippen Ernstkirchen

### Ernstkirchener Straße / Straße Am Böhmerfeld

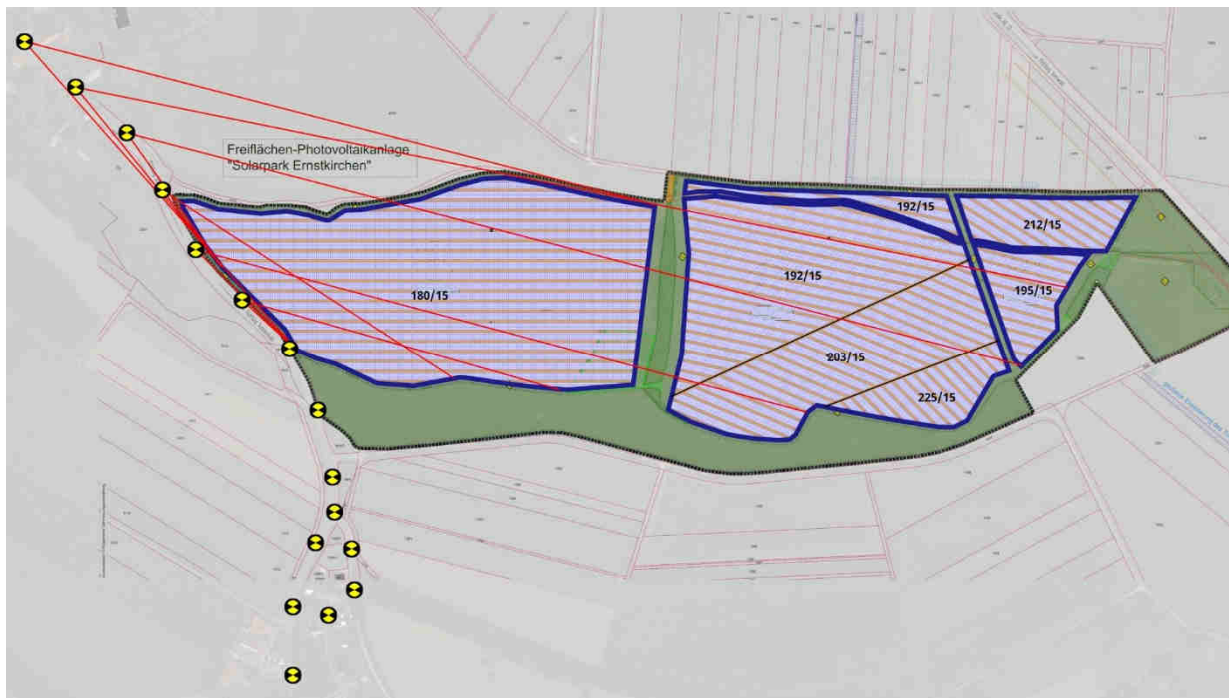
Für Fahrer auf den südlich der Fläche von Sommerkahl nach Norden in Richtung Ernstkirchen führenden Straßen Ernstkirchener Straße bzw. Am Böhmerfeld können die Moduloberflächen der gegenständlichen Anlage bei freien Sichtachsen innerhalb des relevanten Sichtfeldes der Fahrer unter Beobachter-Azimutwinkel zwischen ca.  $143^\circ$  Südost und  $238^\circ$  Westsüdwest und bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca.  $-1,3^\circ$  und  $+5,7^\circ$  zu sehen sein.



Es wurden keine Sonnenstände ermittelt, die bei der gegebenen Situation und an diesem Standort Blendreflexionen in Richtung der relevanten Blickrichtungen auslösen können. Reflexionen mit höheren Leuchtdichten, die ggf. als Blendung empfunden werden können, treten in dieser Fahrtrichtung erst bei Blickrichtungen auf, die mehr als  $90^\circ$  von der Hauptblickrichtung der Fahrer abweichen. Diese hohen Reflexleuchtdichten werden zwar im peripheren Sichtfeld wahrgenommen, sie werden für die Sicherheit des Verkehrs auf diesen Straßen jedoch als von untergeordneter Bedeutung eingeschätzt. Hier sind keine störenden Blendwirkungen zu erwarten.

In der entgegengesetzten Fahrtrichtung auf dieser Straße nach Süden sind die Modulkonstruktionen auch bei freien Sichtachsen innerhalb des relevanten Sichtfeldes der Fahrer nur von hinten zu sehen, so daß auch hier keine von den Moduloberflächen ausgehenden Blendwirkungen innerhalb der relevanten Sichtfelder der Fahrer zu erwarten sind.

Licht-Immissionsgutachten  
Photovoltaikanlage Schöllkrippen Ernstkirchen



In Richtung der umliegenden Straßen wurden somit keine störenden oder unzumutbaren, den Verkehr beeinträchtigenden Blendwirkungen an den Moduloberflächen der gegenständlichen Anlage ermittelt.

### Wohnbebauung

In der östlich der Anlage liegenden Wohnbebauung der Ortschaft Vormwald bestehen von einigen Gebäuden aus Sichtverbindungen zu den Moduloberflächen der östlichen Anlagenteile der gegenständlichen PV-Anlage, die hinsichtlich einer möglichen Blendung relevant sein können.

Stellvertretend werden hier einige Punkte berechnet, bei denen nach den bekannten Daten und den Erkenntnissen des Ortstermins vom Vorliegen der entsprechenden Sichtverbindungen über einen großen Winkelbereich ausgegangen werden kann.

Die Auswirkungen auf die in ähnlichen Winkelbereichen zur Anlage liegenden Gebäude können aus den ermittelten Ergebnissen interpoliert werden.

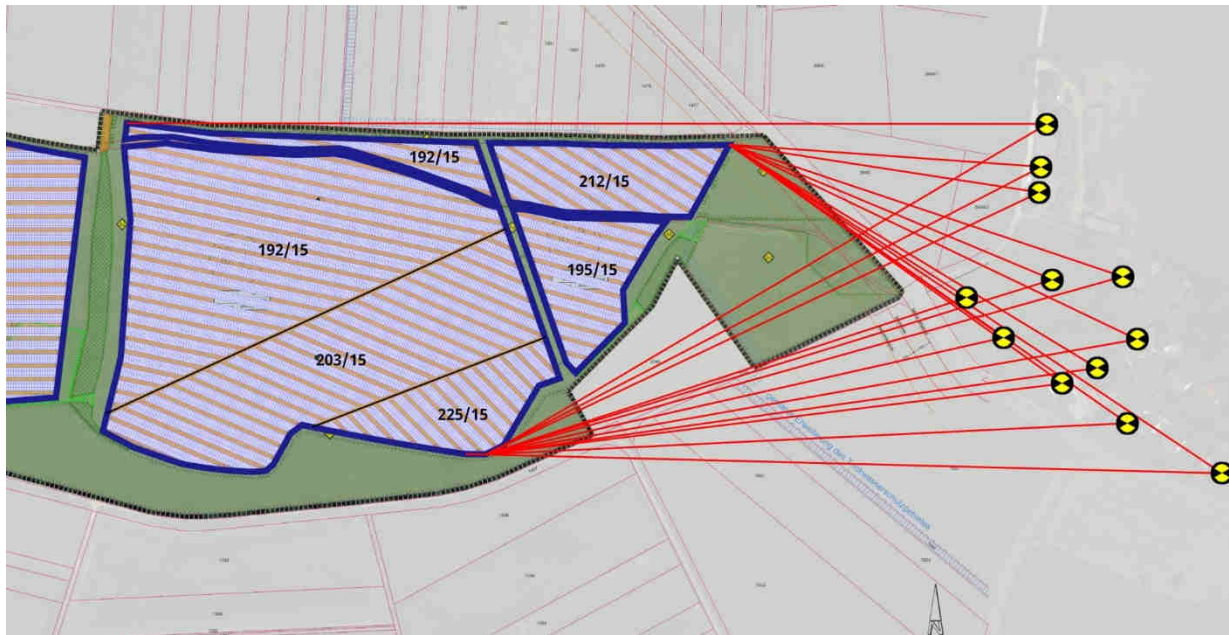
Teilweise sind die Sichtverbindungen zu den Reflexionsflächen der Anlage durch Verbauung oder Bewuchs unterbrochen. Hier wurde jeweils der Worst Case berechnet, in dem der Bewuchs, dessen abschattende Wirkung im Jahresverlauf sowie auch über die Laufzeit der Photovoltaikanlage betrachtet keine konstante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

## Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Schöllkrippen Ernstkirchen

Die übrigen Punkte können aus diesen Ergebnissen interpoliert werden.

Hier können beim Blick zu den Moduloberflächen Beobachter-Azimutwinkel zwischen ca. 60° Ostnordost und 125° Südost bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca. +3,2° und +7,3° bezogen auf die Einzelflächen auftreten.



Die Blickwinkel werden durch die Position der Anlage begrenzt.

Auch in diese Richtungen wurden bei den Reflexionsberechnungen ausschließlich Sonnenlichtreflexionen ermittelt, die aus Sicht dieser Beobachter bei sehr tiefen Sonnenständen und unter kleinen Blickwinkeldifferenzen zur Sonnenscheibe gesehen werden.



## Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Schöllkrippen Ernstkirchen

Objekt: Photovoltaik-Freiflächenanlage

Standort: Schöllkrippen Ernstkirchen

Breitengrad: 50,08° nördlicher Breite

Längengrad: 9,26° östlicher Länge

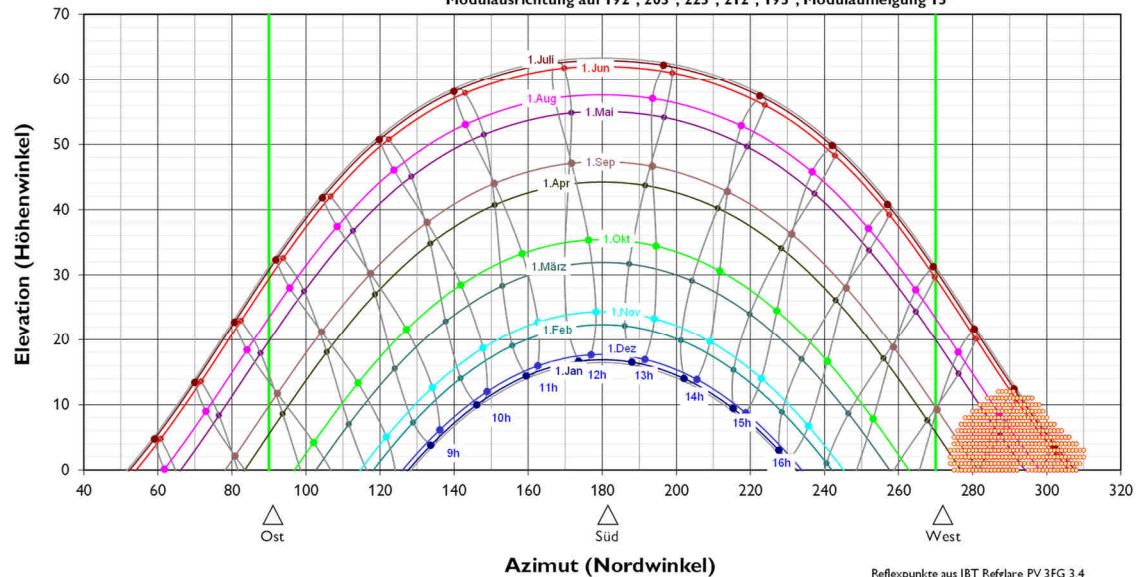
Immissionsort: Wohn Ost Vormwald

### Sonnenstandsdiagramm Sonnenreflexe

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

IBT  
Ingenieurbüro Teichelmann

Modultype monokristallin, Bündelaufweitung aus kumulierten Meßdaten  
Modulausrichtung auf 192°, 203°, 225°, 212°, 195°, Modulaufneigung 15°



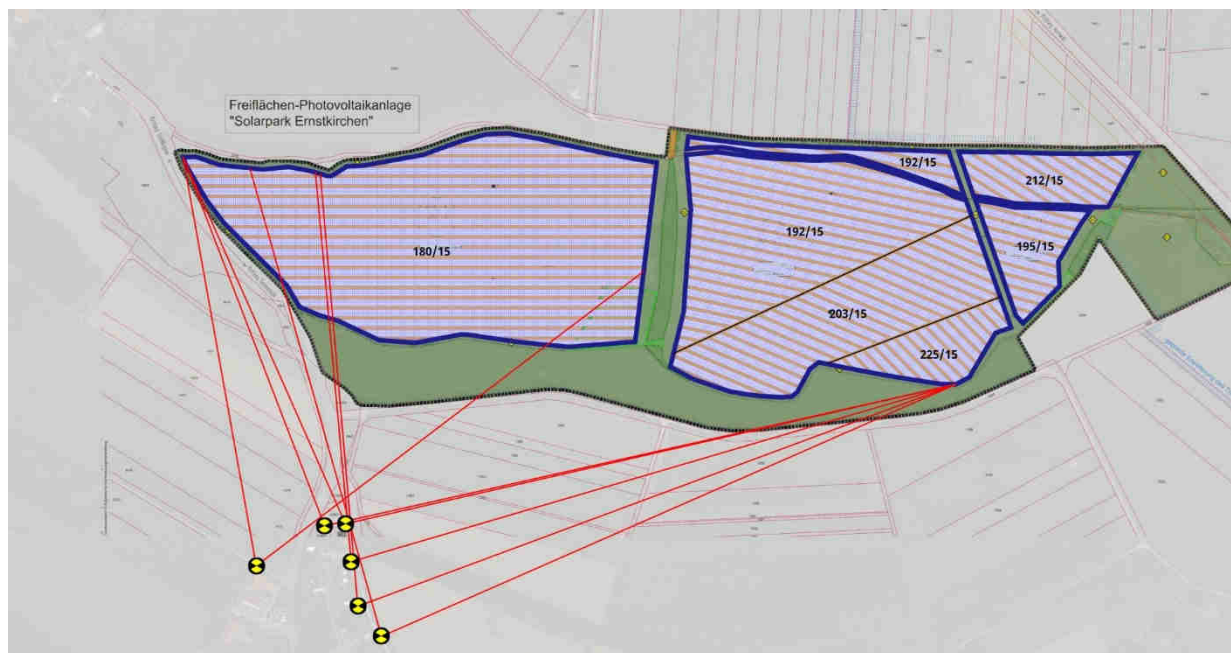
Reflexpunkte aus IBT Refghre PV 3FG 3.4

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.

Licht-Immissionsgutachten  
Photovoltaikanlage Schöllkrippen Ernstkirchen

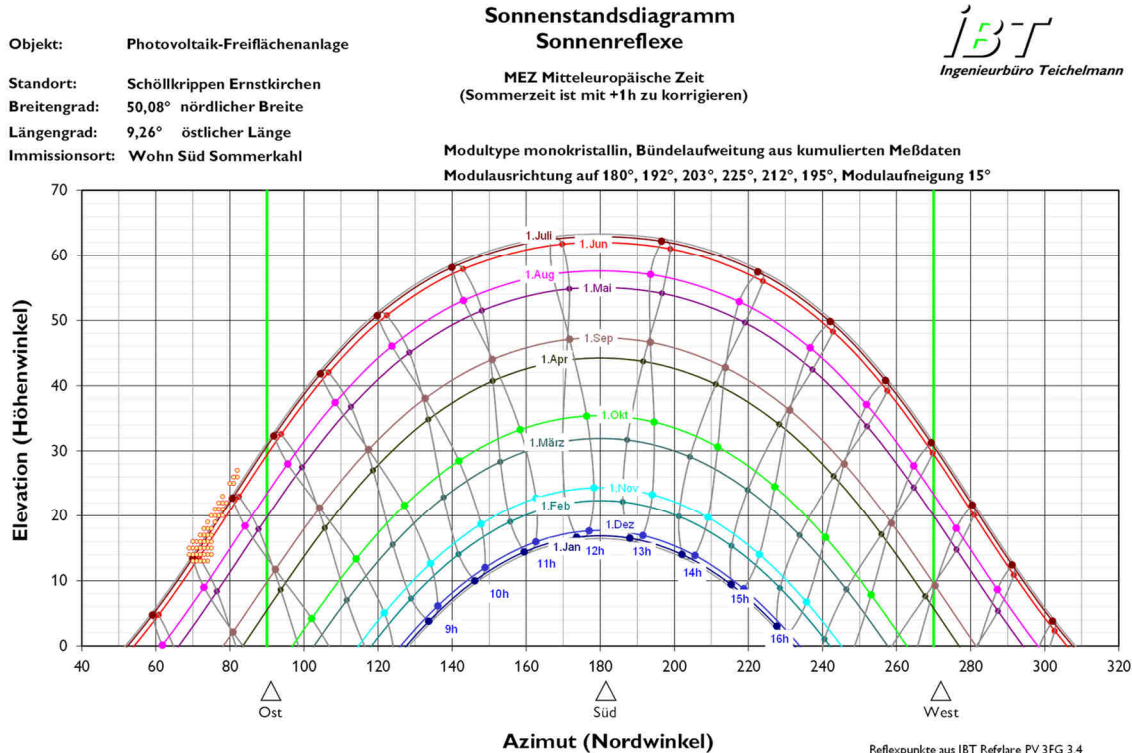
In der südlich der Fläche liegenden Wohnbebauung von Sommerkahl ist die Anlage nur von einigen Gebäuden im nordwestlichen Bereich von Sommerkahl aus zu sehen. Der Großteil der Sichtverbindungen von Sommerkahl aus zur gegenständlichen Anlage wird durch eine dazwischenliegende Geländeerhebung unterbrochen.

Hier können beim Blick zu den Moduloberflächen Beobachter-Azimutwinkel zwischen ca. 156° Südsüdost und 257° Westsüdwest bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca. -1,8° und +2,1° bezogen auf die Einzelflächen auftreten.



Bei der vorliegenden Geometrie wurden für den Hauptteil der betrachteten Anlage lediglich für die nördlichsten dieser Punkte Streiflichtreflexionen in den frühen Morgenstunden der Tage um die Sommersonnenwende herum an den entfernten, jeweils südlichen Moduloberflächen der einzelnen Segmente des mittleren Modulfeldes ermittelt.

## Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Schöllkrippen Ernstkirchen



Diese werden im Sonnenbahndiagramm als kleine Punktwolken am Rand bzw. außerhalb des Sonnenbahndiagramms bei Sonnen-Azimutwinkeln zwischen ca. 70° ... 85° dargestellt. Unter Streiflichtreflexionen sind Sonnenlichtreflexionen zu verstehen, bei denen der Beobachter lediglich vom Rand der Reflexkeule, nicht aber von deren Maximum erreicht wird. Solche Streiflichtreflexionen werden typischerweise als flächige Aufhellung mit moderater Leuchtdichte ohne nennenswerte Blendwirkung wahrgenommen. Störende Blendwirkungen sind hier nicht zu erwarten.

An der südlich herausragenden Ecke des auf 203° Südsüdwest ausgerichteten Anlagenteils können an einigen Tagen um die Sommersonnenwende herum in den frühen Morgenstunden zwischen ca. 7:40 Uhr ... 8:10 Uhr kurzzeitige und kleinflächige Direktreflexionen in Richtung der 3-4 nördlichen Gebäude von Sommerkahl auftreten, deren maximale astronomisch mögliche Einwirkzeit mit ca. 30 min/Tag und ca. 16 h/Jahr ermittelt wurde.

**Licht-Immissionsgutachten  
Photovoltaikanlage Schöllkrippen Ernstkirchen**

Objekt: Photovoltaik-Freiflächenanlage  
Standort: Schöllkrippen Ernstkirchen  
Breitengrad: 50,08° nördlicher Breite  
Längengrad: 9,26° östlicher Länge  
Immissionsort: Wohn Süd Sommerkahl

**Sunway Exposure  
Sonnenreflexe**

MEZ Mitteleuropäische Zeit  
bzw. MESZ Sommerzeit von 30.3. bis 31.10.  
Rechenunschärfe 5 min



Ingenieurbüro Teichelmann

Modultype monokristallin, Bündelaufweitung aus kumulierten Meßdaten  
Modulausrichtung auf 203°, Modulaufneigung 15°

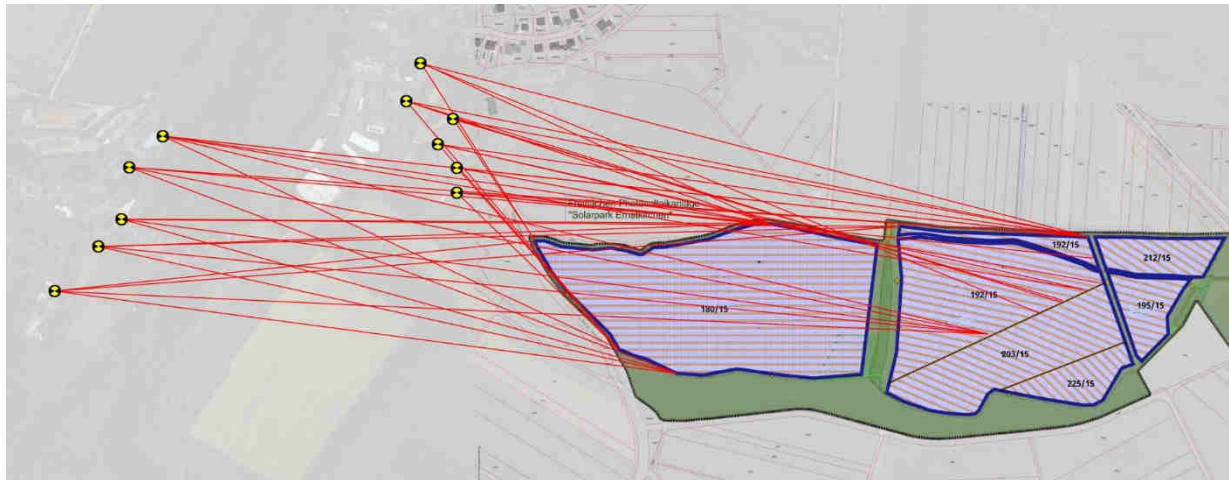


Diese Einwirkungen liegen also innerhalb der nach dem zu Grunde liegenden Bewertungsverfahren /1/ als zumutbar anzusehenden zeitlichen Richtwerte.

Das ausschließliche Auftreten dieser Reflexionen in den frühen Morgenstunden vor ca. 8:10 Uhr (MESZ) mindert eine mögliche Wahrnehmung dieser Reflexionen zusätzlich.

## Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Schöllkrippen Ernstkirchen

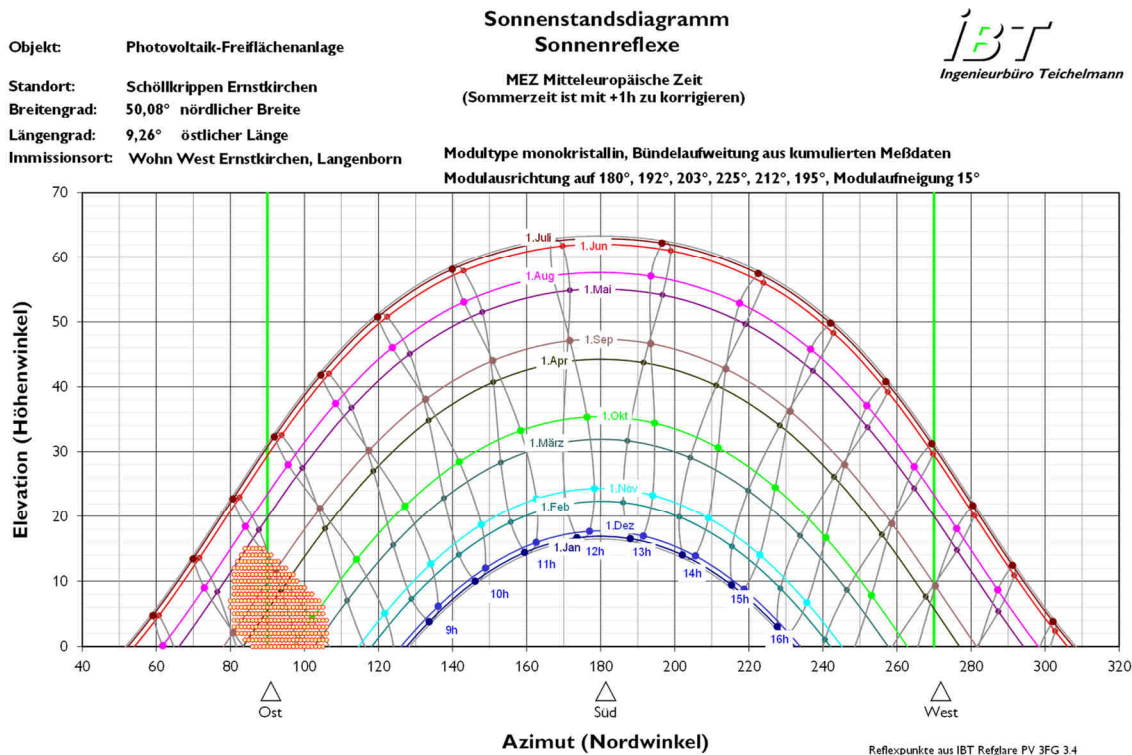
Von der westlich der gegenständlichen Fläche liegenden Bebauung von Ernstkirchen und Langenborn aus können bezogen auf die Moduloberflächen der betrachteten Anlage Beobachter-Azimutwinkel zwischen ca. 265° West und 327° Nordnordwest bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca. -3,9° und -0,5° vorliegen.



Auch für diese Winkelverhältnisse wurden ausschließlich Direktreflexionen bei sehr tief stehender Sonne ermittelt, die aus Sicht der Beobachter unter kleinen Blickwinkeldifferenzen zur Sonne gesehen werden und die wegen der Überlagerung durch die Direktblendung der Sonne nach dem zu Grunde liegenden Bewertungsverfahren /1/ nicht als störende Blendung einzustufen sind.



## Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Schöllkrippen Ernstkirchen



Von der nordwestlich der Anlage liegenden Wohnbebauung von Ernstkirchen aus können Teile der Anlage bei freien Sichtverbindungen unter Beobachter-Azimutwinkeln zwischen ca. 284° Westnordwest und 24° Nordnordost bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca. -4,5° und -3,3° gesehen werden.

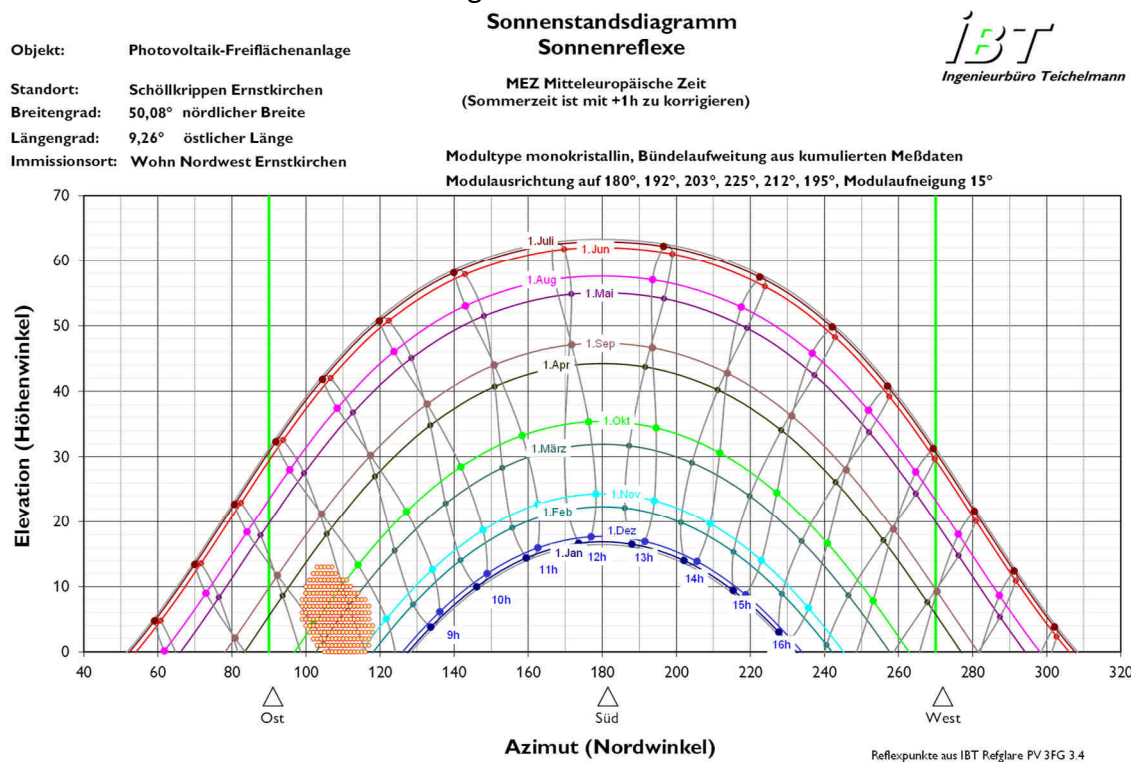


Dabei können nur sehr flache Einblickwinkel auf die Moduloberflächen des weit entfernten nordöstlichen, auf 212° Südsüdwest bei 15° Neigung ausgerichteten Anlagenteils möglich.

Licht-Immissionsgutachten  
Photovoltaikanlage Schöllkrippen Ernstkirchen

An den übrigen Anlagenteilen sind aus dieser Richtung nur die Rückseiten der Modulkonstruktionen zu sehen.

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



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.

Durch die große Entfernung und das ausschließliche Auftreten in den frühen Morgenstunden wird eine mögliche Wahrnehmung dieser Reflexionen zusätzlich gemindert.

Somit sind bei Ausführung der Photovoltaikanlage Schöllkrippen Ernstkirchen nach der vorliegenden Planung und bei Realisierung der vorgesehenen Ausrichtung der Modulreihen keine störenden oder unzumutbaren von der geplanten Photovoltaikanlage ausgehenden Blendwirkungen durch Sonnenlichtreflexionen auf den östlich und westlich der Fläche vorbeiführenden Straßen und in der östlich, südlich und westlich der Anlage liegenden Wohnbebauung von Vormwald, Sommerkahl, Schöllkrippen, Ernstkirchen und Langenborn 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 Schöllkrippen Ernstkirchen sind bei Ausführung der Anlage gemäß des vorliegenden, im Vorfeld hinsichtlich der Blendwirkung optimierten Konzeptes und unter Realisierung der vorgesehenen Ausrichtung der Modulreihen keine Störungen auf den östlich und westlich der Fläche vorbeiführenden Straßen und in der östlich, südlich und westlich der Anlage liegenden Wohnbebauung von Vormwald, Sommerkahl, Schöllkrippen, Ernstkirchen und Langenborn durch von den Moduloberflächen ausgehende Blendreflexionen zu erwarten.

In Richtung der Spessartstraße und der umliegenden Wohnbebauung 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.



08.07.2023  
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.

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