

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



GA-Nummer: Te-210302-T-1

Im Auftrag von  
Main-Spessart-Solar GmbH  
Bessenbach

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

Fürth, 09.03.2021

Licht-Immissionsgutachten Erweiterung  
Photovoltaikanlage Triefenstein

**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	18
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 Triefenstein östlich der Bundesautobahn A3 und östlich bzw. südöstlich der Ortschaft Rettersheim hinsichtlich der auf der Autobahn A3 und den Kreisstraßen MSP36 und MSP38 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 Anordnung und Ausrichtung der PV-Module keine störenden oder unzumutbaren Blendwirkungen durch Sonnenlichtreflexionen auf der Autobahn A3 oder den Kreisstraßen MSP36 und MSP38 zu erwarten.

In Richtung der Autobahn A3 und der Kreisstraßen MSP36 und MSP38 wurden teilweise Reflexionen an den Moduloberflächen der gegenständlichen Anlage ermittelt, die unter kleinen Blickwinkeldifferenzen zur Sonne gesehen werden. Diese Sonnenlichtreflexionen werden durch die natürliche Direktblendung der Sonne überlagert und nicht als eigenständige Blendquelle wahrgenommen. Solche Reflexionen sind nach dem zu Grunde liegenden Bewertungsverfahren /1/ nicht als Blendung zu qualifizieren.

Daneben treten weitere Reflexionen an den untersuchten Immissionsorten auf der Autobahn und auf den Kreisstraßen MSP36 und MSP38 außerhalb des relevanten Sichtfeldes der Fahrer auf, die für die Sicherheit des Verkehrs auf der Autobahn von untergeordneter Bedeutung sind.

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 Erweiterung der bereits bestehenden Photovoltaik-Freiflächenanlage Triefenstein östlich der Bundesautobahn A3 und östlich bzw. südöstlich der Ortschaft Rettersheim auf folgende Punkte hin zu prüfen:

- Prüfung der geplanten Anlagen-Ausführung auf mögliche Störwirkungen durch direkte Sonnenreflexion an den möglichen Immissionsorten auf der Bundesautobahn A3 und auf den vorbeiführenden Kreisstraßen MSP36 und MSP38 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 mehrere geplante Erweiterungen bereits bestehender Photovoltaik-Freiflächenanlage, die auf momentan noch landwirtschaftlich genutzten Flächen östlich der Bundesautobahn A3 und östlich bzw. südöstlich der Ortschaft Rettersheim in den nachfolgend gekennzeichneten Bereichen montiert werden sollen.

Die Ausrichtung der Modulreihen wurde im Vorfeld über ein iteratives Rechenverfahren hinsichtlich der Blendwirkung durch Sonnenlichtreflexionen zur Autobahn A3 und der Kreisstraßen hin optimiert.

Die Module der Erweiterungsteile sollen in den einzelnen Teilfeldern wie folgt ausgerichtet werden:

- Feld 2: Ausrichtung der Modulreihennormalen auf 185° Süd bei 20° Aufneigung
- Feld 3:
  - o Ausrichtung der Modulreihennormalen des nördlichen Teils sowie der südlichen Verlängerung des Bestandsteils auf 165° Südsüdost bei 20° Aufneigung
  - o Ausrichtung der Modulreihennormalen des südöstlichen Teils auf 178° Süd bei 20° Aufneigung
  - o Ausrichtung der Modulreihennormalen des mittleren östlichen Teils auf 180° Süd bei 20° Aufneigung
- Feld 4: Ausrichtung der Modulreihennormalen auf 196° Südsüdwest bei 20° Aufneigung oder alternativ Ausrichtung der Modulreihennormalen auf 159° Südsüdost bei 20° Aufneigung
- Feld 5: Ausrichtung der Modulreihennormalen entsprechend dem Bestandsteil auf 158° Südsüdost bei 20° Aufneigung
- Feld 6: Ausrichtung der Modulreihennormalen entsprechend dem Bestandsteil auf 155° Südsüdost bei 20° Aufneigung
- Feld 7: Ausrichtung der Modulreihennormalen auf 155° Südsüdost bei 20° Aufneigung

Die Ausrichtung der jeweiligen Flächen wird nachfolgend gezeigt. Die Schraffur zeigt symbolisch den Verlauf der Modulreihen.

## Licht-Immissionsgutachten Erweiterung Photovoltaikanlage Triefenstein



Die bereits bestehenden Teile der Anlage sind jeweils orange, die neu geplanten Teile weiß dargestellt.

In den grün bzw. gelb markierten Bereichen entlang der Autobahn sollen ca. 3,35 m hohe Modulreihen mit verschlossener Rückseite errichtet werden, die dem Verlauf der Autobahn folgen, dabei jeweils von der Autobahn abgewandt ausgerichtet und mit 25° Neigung montiert werden sollen. Diese Modulreihen sollen in den grün markierten Bereichen mit PV-Modulen mit Standard-Solarglas, in dem gelb markierten Bereich mit PV-Modulen mit tiefstrukturiertem Frontglas Saint Gobain Albarino P oder gleich wirkend belegt werden.

Für den Hauptteil der Anlage sollen poly- oder monokristalline Photovoltaikmodule Verwendung finden, deren genaue Type zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Gutachtens noch nicht feststand.

In dem gelb markierten Bereich beschränkt sich die Festlegung der Type auf die zuvor beschriebene oder vergleichbare Glasart.

Die maximale Höhe der Module mit den vorgesehenen Unterkonstruktionen soll laut Planung maximal ca. 3,35 m mit entsprechenden Toleranzen zum Geländeausgleich betragen.

Es soll hier eine statische Anlage betrachtet werden.

Das Gelände hat in sich diverse Unebenheiten. Es ist davon auszugehen, daß bei Montage der Modulreihen entsprechende Querneigungen je nach Fläche zwischen ca. -1,5° ... +2,5° auftreten werden, die die resultierende Ausrichtung der Einzelmodule beeinflussen und die bei den weiteren Betrachtungen berücksichtigt werden müssen.

## Licht-Immissionsgutachten Erweiterung Photovoltaikanlage Triefenstein

Westlich angrenzend an das Gelände verläuft von Südwesten kommend und im Bereich der gegenständlichen Anlage nach Nordwesten abbiegend die Autobahn A3. Die Fahrbahn der Autobahn steigt von Süd nach Nord an. Durch die Höhenunterschiede des hier betrachteten Geländes liegt die Fahrbahn der Autobahn teilweise höher, teilweise tiefer als die zu betrachtende Fläche.

Zwischen den Modulfeldern 2 und 3 verläuft von Nordosten kommend und in Richtung Südwest nach Rettersheim führend die Kreisstraße MSP36, die die Autobahn durch ein Brückenbauwerk überquert.

Zwischen den Modulfeldern 3 und 4 verläuft von Südwesten kommend und in Richtung Nordost nach Rettersheim führend und dabei die Autobahn unterquerend die Kreisstraße MSP38.

Westlich des Geländes befindet sich die Bebauung der Ortschaft Rettersheim mit Wohn- und Nutzgebäuden, von denen aus mögliche Sichtverbindungen zu den Modulen der geplanten Anlage durch eine Lärmschutzwand vollständig unterbrochen werden.

In östlicher Richtung befindet sich in großer Entfernung > ca. 1.300 m weitere Wohnbebauung. Hier sind bereits durch die große Entfernung keine störenden oder unzumutbaren Blendwirkungen zu erwarten.

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.



Licht-Immissionsgutachten Erweiterung  
Photovoltaikanlage Triefenstein

### 2.3 Zur Verfügung stehende Unterlagen

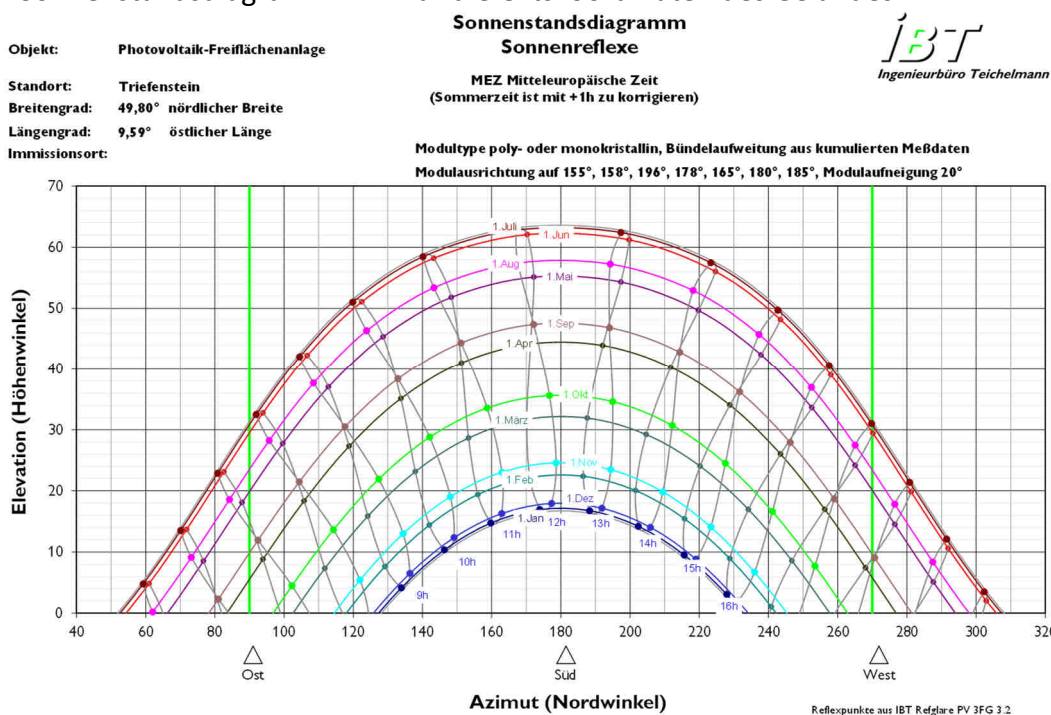
Die Begutachtung wurde anhand folgender vorliegender Unterlagen durchgeführt:

- Pläne:
  - o 20201214\_Sinnvolle Lärmschutzmaßnahmen nach Begehung 10.12.2020.dwg
  - o T20-47\_01FNP\_01fB\_04Zeich\_Erweiterung Triefenstein.pdf
  - o T20-47\_02BP\_01R\_01fB\_04Zeich\_Erweiterung Rettersheim.pdf
  - o T20-47\_02BP\_02T\_01fB\_04Zeich\_Erweiterung Triefenstein.pdf
- Luftbild des Geländes, vom AG bereitgestellt
- Fotos vom Ortstermin am 16.11.2015

### 2.4 Verwendete Hilfsmittel

Für die Begutachtung wurden folgende Hilfsmittel verwendet:

- Sonnenstandsdiagramm MEZ für die Ortskoordinaten des Geländes



- Excel
- Reflexionsmatrixsoftware Refglare PV 3FG 3.3
- 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 Erweiterung  
Photovoltaikanlage Triefenstein

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 Erweiterung Photovoltaikanlage Triefenstein

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 15.12.2020 durch H. Jaklin, Main-Spessart-Solar GmbH und H. Teichelmann, IBT 4Light GmbH, durchgeführt. Ein weiterer Ortstermin fand am 16.11.2015 statt.

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. <40° 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 Erweiterung  
Photovoltaikanlage Triefenstein

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 Erweiterung  
Photovoltaikanlage Triefenstein

Im Zuge der vorangegangenen Optimierung der PV-Anlage hat sich gezeigt, daß die geplante Ausrichtung der Modulreihen bei Verwendung von poly- oder monokristallinen PV-Modulen mit Standard-Solarglas teilweise zu Blendwirkungen auf der Autobahn oder den umliegenden Straßen führen würde.

Deshalb soll hier ein Teil der Anlage unter Verwendung von PV-Modulen mit einem tiefstrukturierten Frontglas der Type Saint Gobain Albarino P bei der jeweils geplanten Ausrichtung betrachtet werden.

Solche PV-Module mit dem prismatisch strukturierten Glas Saint Gobain Albarino P weichen hinsichtlich ihrer Reflexionseigenschaften stark von PV-Modulen mit Standard-Solargläsern ab. Für die nachfolgende Bewertung der vorgesehenen PV-Module mit prismatisch verformtem Glas Saint Gobain Albarino P wurden Eckdaten des Reflexionsverhaltens von Testmodulen der Type ReneSola JC230M-24/Bb bzw. Alpinsun Prisma M60, die in partiellen Messungen der Reflexionsdaten ermittelt wurden, herangezogen. Beide Module sind mit einem Frontglas des gleichen Typs Saint Gobain Albarino P ausgestattet.

Bei der vorgesehenen Modultype handelt es sich um ein polykristallines Photovoltaikmodul mit einer durch eine eingedrückte Prismenstruktur mit ca. 2 mm Kantenlänge sehr grob strukturierten Deckscheibe, hinter dem die energieerzeugenden Siliziumelemente aufgebracht sind.

Durch das verwendete spezielle Frontglas weisen die Reflexionsdaten dieses PV-Moduls einige Besonderheiten auf.

Durch die grobe und geometrische Prismenstruktur des Glases ist das Reflexionsverhalten stark atypisch.

Der Hauptreflex folgt nicht der Regel Einfallswinkel=Ausfallswinkel, sondern er wird sehr stark zur Moduloberfläche hin sowie in zwei Maxima um einige Grad nach oben bzw. unten reflektiert. Die Reflexion erfolgt nicht homogen, sondern mit sich überlappenden Minima und Maxima, die durch die Direktreflexion der eingedrückten Strukturen verursacht werden.

Das Licht wird dabei stark zerlegt und diffus reflektiert, so dass die partiellen Reflexionsgrade in den Beobachterrichtungen stark reduziert sind.

Der Reflexionsgrad steigt bei flachen Einstrahlwinkeln stark an.

Bei Einstrahlwinkeln bis ca. 40° auf die Moduloberfläche können in einem Winkelbereich zwischen 0° und ca. 6,5° zur Moduloberfläche Reflexleuchtdichten über 100.000 cd/m<sup>2</sup> erreicht werden.

Es wurden unter flachen Einstrahlwinkeln partielle Reflexionsgrade bis maximal ca. 0,044% in der jeweiligen Richtung des Hauptreflexes ermittelt.

Durch die Richtung der eingedrückten Strukturen entsteht der Hauptreflex bei dieser Type bei steileren Blickwinkeln in einem ausgeprägten geometrischen Muster.

Sonnentests zeigen bei steilen Blickwinkeln auf die Oberfläche eine mit ca. 20.000 cd/m<sup>2</sup> moderate, relativ gleichmäßige Leuchtdichte mit einer geometrischen Form, die durch die sich überlappenden Reflexionsmaxima erzeugt werden.

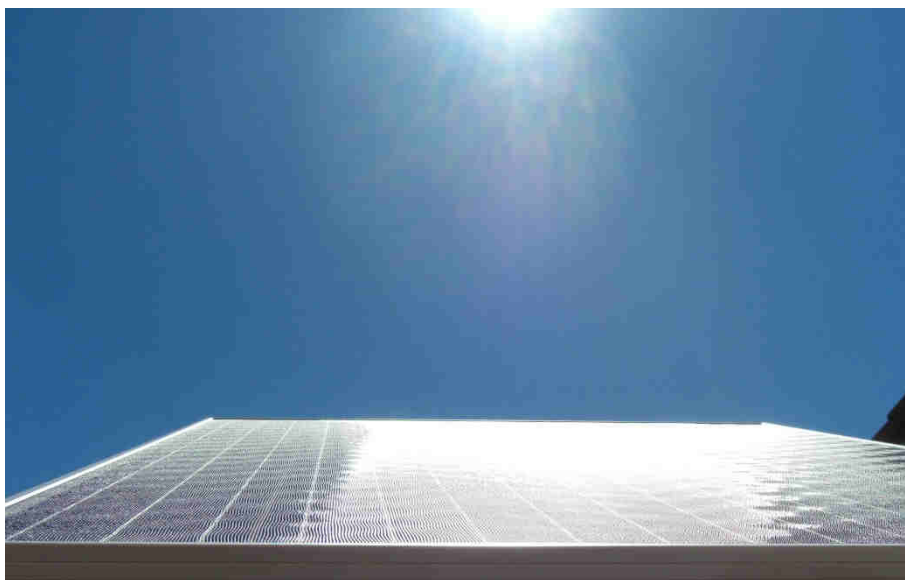


## Licht-Immissionsgutachten Erweiterung Photovoltaikanlage Triefenstein



steiler Einstrahlwinkel, steiler Blickwinkel, maximale Reflexleuchtdichte ca. 20.000 cd/m<sup>2</sup>

Mit zunehmend flachem Blickwinkel sowie mit zunehmend flachem Einstrahlwinkel steigt die Intensität des Reflexes stark an.



Einstrahlwinkel ca. 20°, Blickwinkel ca. 4°, Leuchtdichte des Hauptreflexes ca. 230.000cd/m<sup>2</sup>,  
Maxima am linken bzw. rechten Rand des Reflexes

Bei sonnigem oder schwach bewölktem Himmel kann durch die Moduloberfläche eine Leuchtdichte erzeugt werden, deren Intensität nur bei sehr flachen Einblickwinkeln noch im Grenzbereich der Absolutblendung des menschlichen Auges liegen kann.



Licht-Immissionsgutachten Erweiterung  
Photovoltaikanlage Triefenstein

Testmessungen an verschiedenen Modultypen haben gezeigt, dass hier das Frontglas das bestimmende Element für die Reflexionseigenschaften ist. Es ist also von einer guten Übertragbarkeit der vorliegenden und zu Grunde liegenden Messdaten auf das vorgesehene PV-Modul des Fabrikats Luxor oder auch auf andere PV-Module mit diesem Frontglas auszugehen.

Die vorgenannten Angaben beziehen sich spezifisch auf diese Glastype Saint Gobain Albarino P, für die aussagekräftige und verifizierte Reflexionsdaten aus diversen Messungen vorliegen. Inwieweit andere strukturierte Gläser eine vergleichbare Wirkung haben, das müsste konkret überprüft werden.

Die in der damaligen Untersuchung nicht aufgenommenen Winkel konnten interpoliert werden.

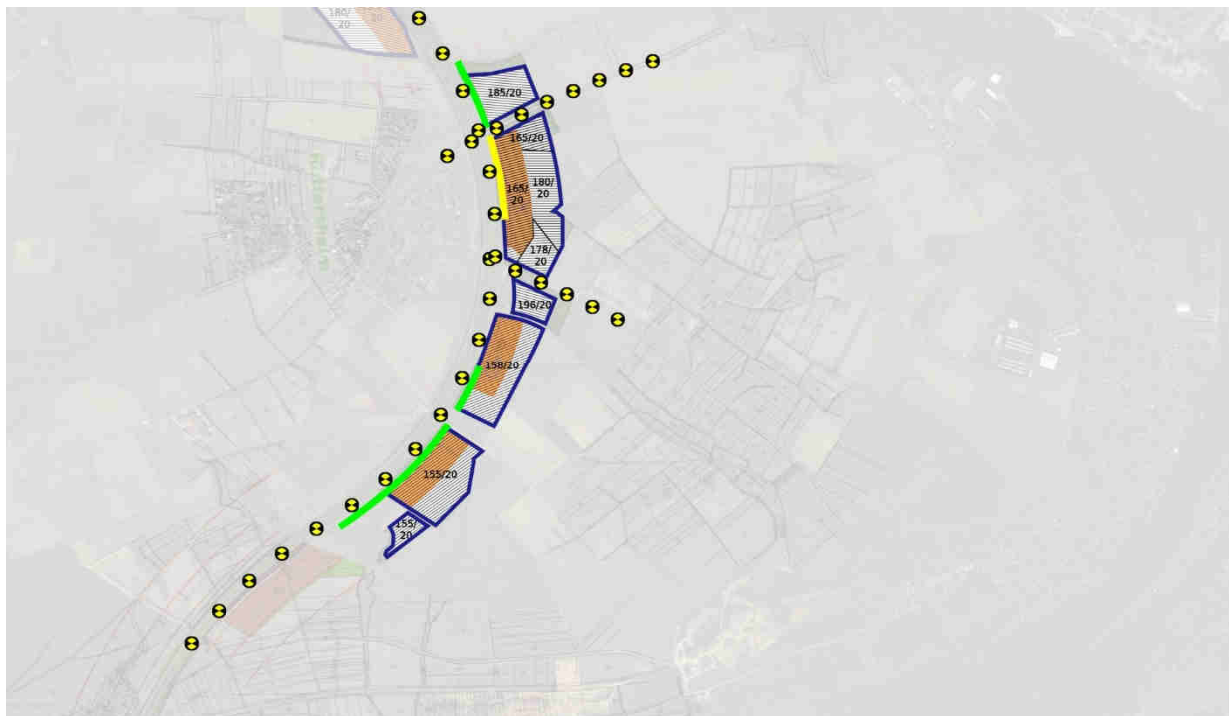
Die Messungen beziehen sich jeweils auf Oberflächen mit einer leichten Staubauflagerung, die bei der Messung simuliert wurde. Entsprechende stärkere Verschmutzungen, die in der Realität durchaus vorkommen, wirken sich mindernd auf die Leuchtdichte der Reflexion des Sonnenlichtes und stärker streuend 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 Reflexionsindikatix mit einem geringen Reflexionsgrad von ca. 2 ... 5% aufwies.

## 4.2 Ermittlung der möglicherweise relevanten Immissionsorte

Auftragsgemäß waren die möglicherweise relevanten Immissionsorte auf der Bundesautobahn A3 und auf den Kreisstraße MSP36 und MSP38 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.

Die weit entfernt östlich bzw. südöstlich der Anlage liegende Bebauung wird nicht spezifisch untersucht, weil hier schon durch die große Entfernung von mehr als ca. 1.300 m keine unzumutbaren Störungen zu erwarten sind und weil sich Art und Intensität der hier untersuchten Erweiterung der gegenständlichen PV-Anlage nicht wesentlich von den bereits durch die Bestandsanlagen verursachten Sonnenlichtreflexionen unterscheiden.

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.

## Licht-Immissionsgutachten Erweiterung Photovoltaikanlage Triefenstein

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.

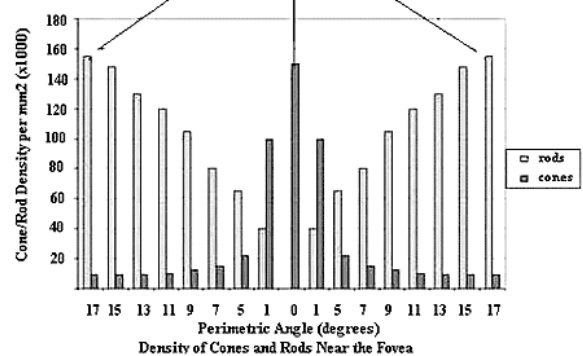
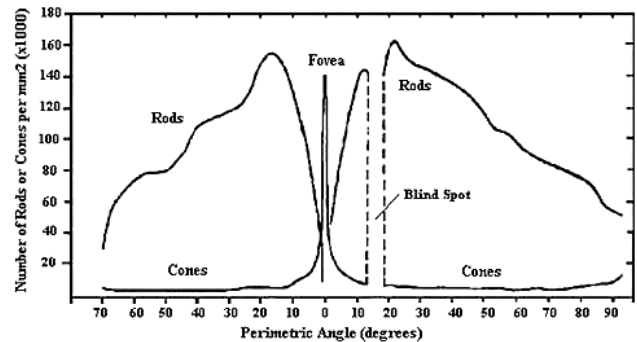
Bei der für einen Fahrer in dieser Situation typischen Blickrichtung wird der Reflex in einem Bereich zwischen 10° ... 20° abweichend von der Fovea Centralis, dem Ort der scharfen Abbildung sowie der höchsten Konzentration an Zapfen im Auge, abgebildet.

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

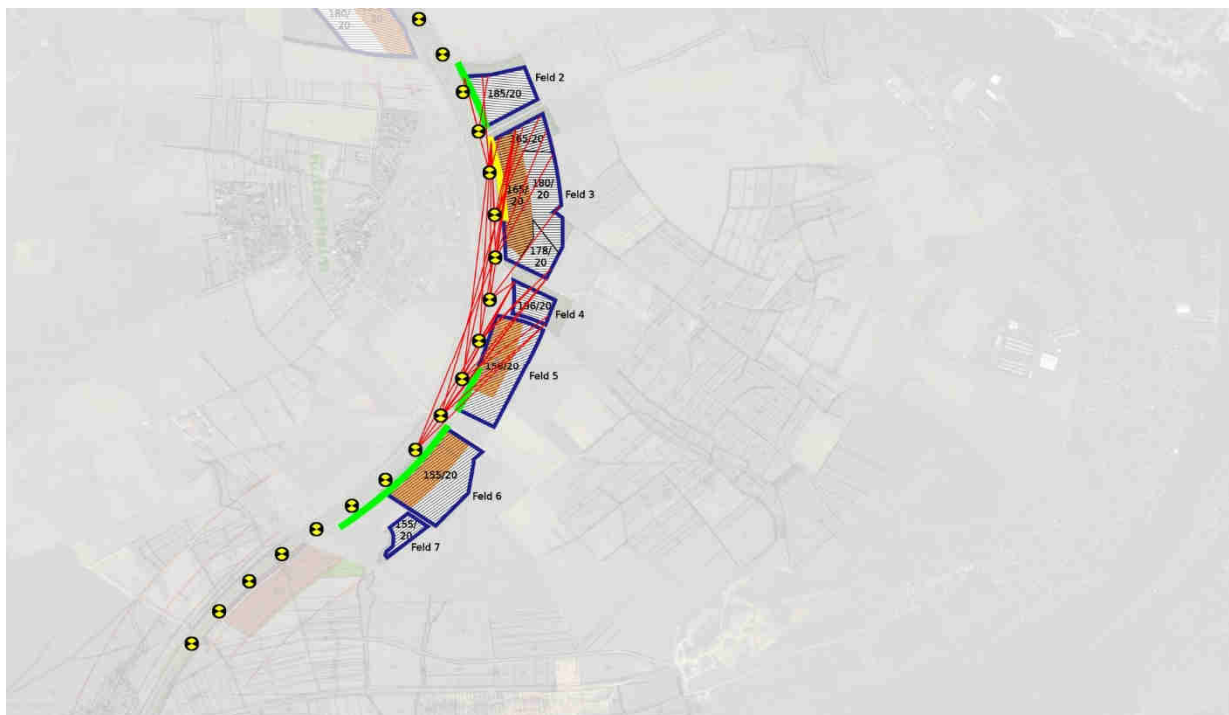
(From Osterberg, G. "Topography of the Layer of Rods and Cones in the Human Retina", Acta Ophthalmologica, Supplement, Vol. 6, 1-103, 1935)

Figure 2

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

#### Autobahn A3

Für die möglichen Immissionsorte auf der Autobahn A3 in Fahrtrichtung Nord können im relevanten Sichtfeld der Fahrer bis maximal 30° Abweichung von der Hauptblickrichtung Sichtverbindungen zu den Moduloberflächen der nördlichen Modulfelder 2, 3 und 4 der geplanten Photovoltaikanlage mit Beobachter-Azimutwinkeln zwischen ca. 165° Südsüdost und 234° Südwest bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca. -1,5° und +3,6° vorliegen.

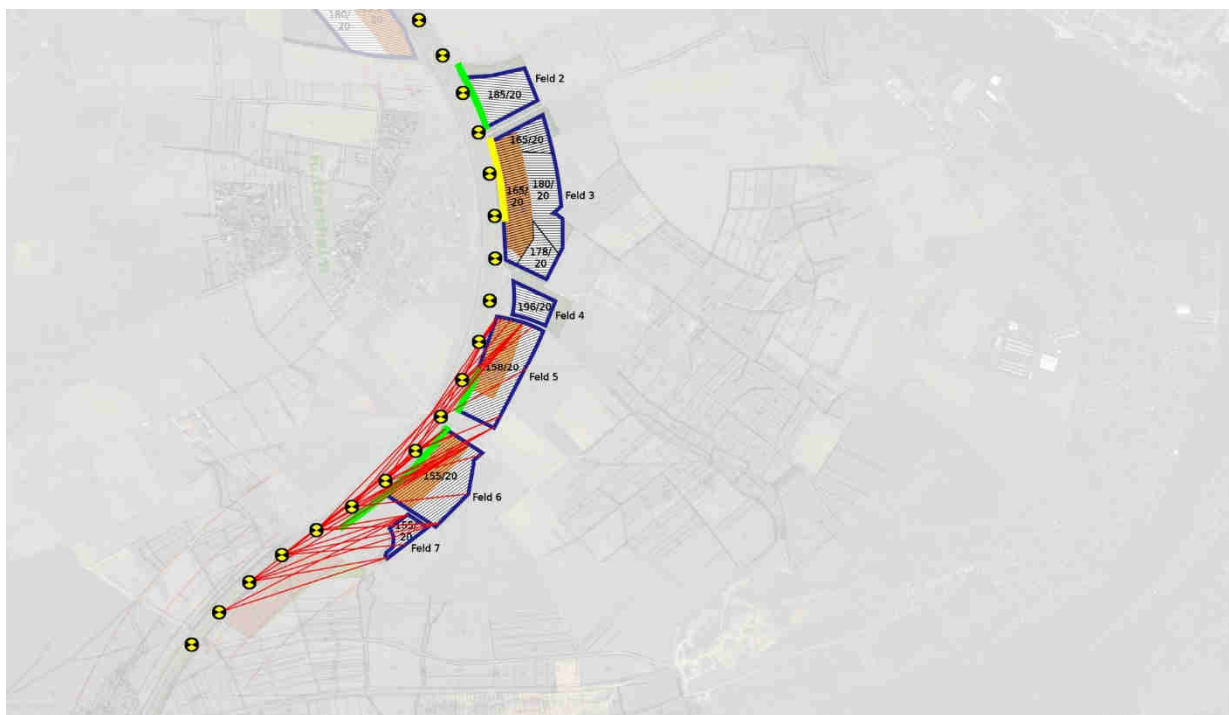


Es wurden keine Sonnenstände ermittelt, die bei der gegebenen Situation und an diesem Standort Blendreflexionen in Richtung der relevanten Blickrichtungen auslösen können. Reflexionen mit höheren Leuchtdichten, die ggf. als Blendung empfunden werden können, treten in dieser Fahrtrichtung erst bei Blickrichtungen auf, die mehr als ca. 46° von der Hauptblickrichtung der Fahrer abweichen. Diese hohen Reflexleuchtdichten werden zwar im peripheren Sichtfeld wahrgenommen, sie sind für die Sicherheit des Verkehrs auf der Autobahn jedoch von untergeordneter Bedeutung. Hier sind keine störenden Blendwirkungen zu erwarten.

## Licht-Immissionsgutachten Erweiterung Photovoltaikanlage Triefenstein

Bei den weiter südlich liegenden Modulfeldern 5, 6 und 7 sollen die Module jeweils mit der gleichen Ausrichtung wie bei den angrenzenden Bestandsanlagen angeordnet werden. Da diese Ausrichtungen bereits hinsichtlich der Blendwirkung auf der Autobahn optimiert und in vorhergehenden Gutachten dahingehend geprüft wurden, werden hier bereits aus diesem Grund keine störenden Blendwirkungen erwartet.

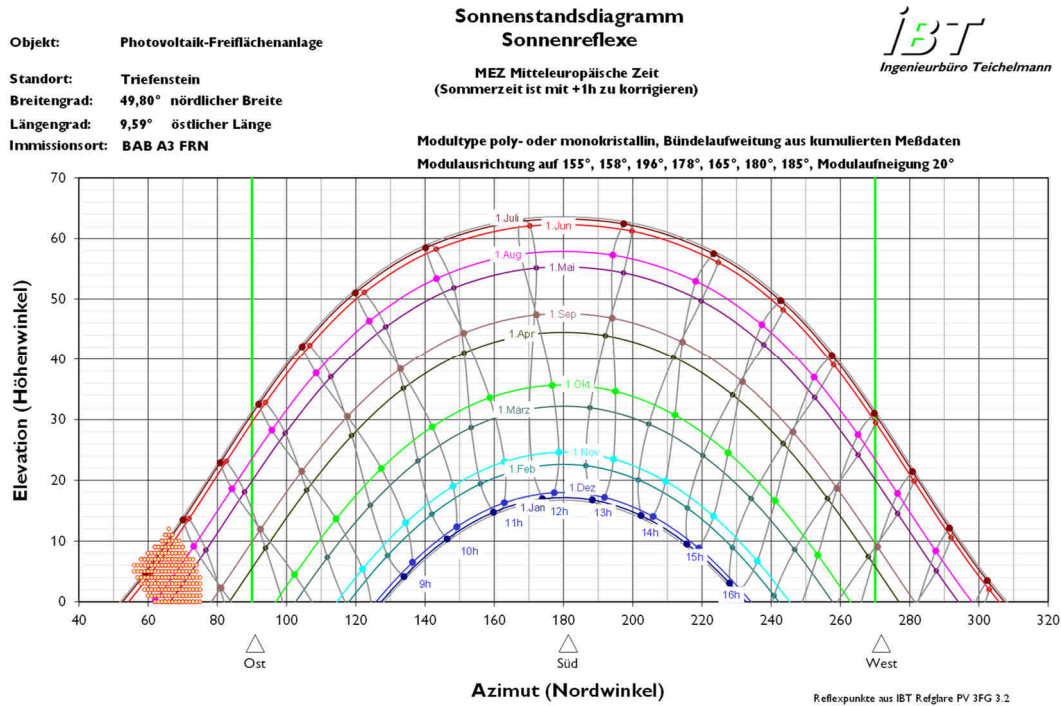
In diesem Bereich der Autobahn können die Module der genannten Modulfelder innerhalb des relevanten Sichtfeldes der Fahrer unter Beobachter-Azimutwinkeln zwischen ca. 208° Südsüdwest und 266° West bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca. -0,6° und +4,5° gesehen werden.



Durch die optimierte Ausrichtung der aus dieser Richtung sichtbaren Module der Flächenanlage auf 155° Südsüdost bzw. 158° Südsüdost bei 20° Aufneigung treten in dieser Situation in Richtung der vermerkten Beobachter nur Reflexionen bei tief stehender Sonne auf.

## Licht-Immissionsgutachten Erweiterung Photovoltaikanlage Triefenstein

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 April bis August können in den frühen Morgenstunden bei entsprechenden Sonnenständen also Reflexionen mit Leuchtdichten bis zu ca. 1 ... 9 Mio cd/m<sup>2</sup> in Richtung dieses Bereiches der Autobahn A3 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 die Eigenverschattung der Modulkonstruktionen teilweise abgeschattet.

In der entgegengesetzten Fahrtrichtung auf der Bundesautobahn A3 können innerhalb der relevanten Sichtfelder der Fahrer jeweils nur die Rückseiten der Modulkonstruktionen gesehen werden, so daß auch hier keine störenden oder unzumutbaren, von den Moduloberflächen der betrachteten Anlage ausgehenden Blendwirkungen zu erwarten sind.



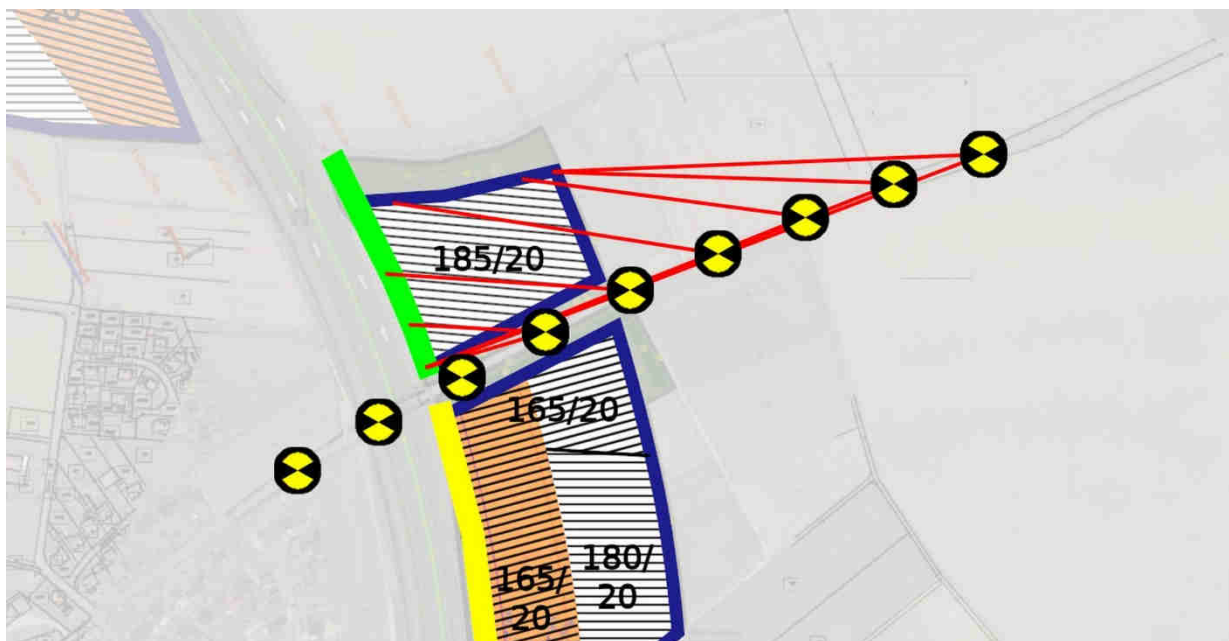
Licht-Immissionsgutachten Erweiterung  
Photovoltaikanlage Triefenstein

Die Moduloberflächen der entlang der Fahrbahn der Autobahn angeordneten, der Autobahn abgewandten Modulreihen sind von der Fahrbahn der Autobahn aus nicht zu sehen, so daß von diesen Moduloberflächen keine störenden Blendwirkungen in Richtung der Autobahn ausgehen können.

In Richtung der Autobahn wurden also keine störenden oder unzumutbaren, den Verkehr beeinträchtigenden und von der gegenständlichen PV-Anlage ausgehenden Blendwirkungen ermittelt.

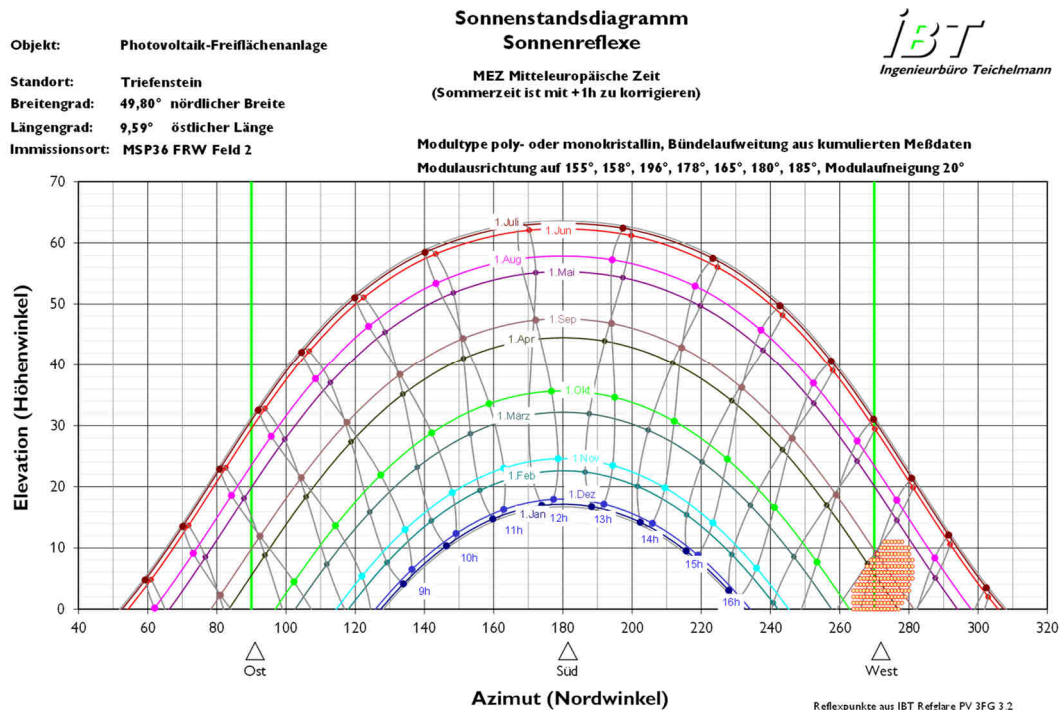
Kreisstraße MSP36

Fahrer auf der Kreisstraße MSP36 können die Module des nördlich der Straße liegenden Modulfeldes 2 mit Ausrichtung auf 185° Süd bei 20° Aufneigung innerhalb des relevanten Sichtfeldes der Fahrer unter Beobachter-Azimutwinkeln zwischen ca. 69° Ostnordost und 99° Ost bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca. +0,5° und +2,4° sehen.



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 Erweiterung Photovoltaikanlage Triefenstein



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.

Reflexionen mit höheren Leuchtdichten und größeren Blickwinkeldifferenzen zur Sonne, die als Blendung wahrgenommen werden könnten, treten in dieser Situation nur bei Blickwinkeln auf, die mehr als 30° von der Hauptblickrichtung der Fahrer abweichen und die somit für die Tätigkeit des Fahrens als von geringerer Relevanz eingeschätzt werden.



## Licht-Immissionsgutachten Erweiterung Photovoltaikanlage Triefenstein

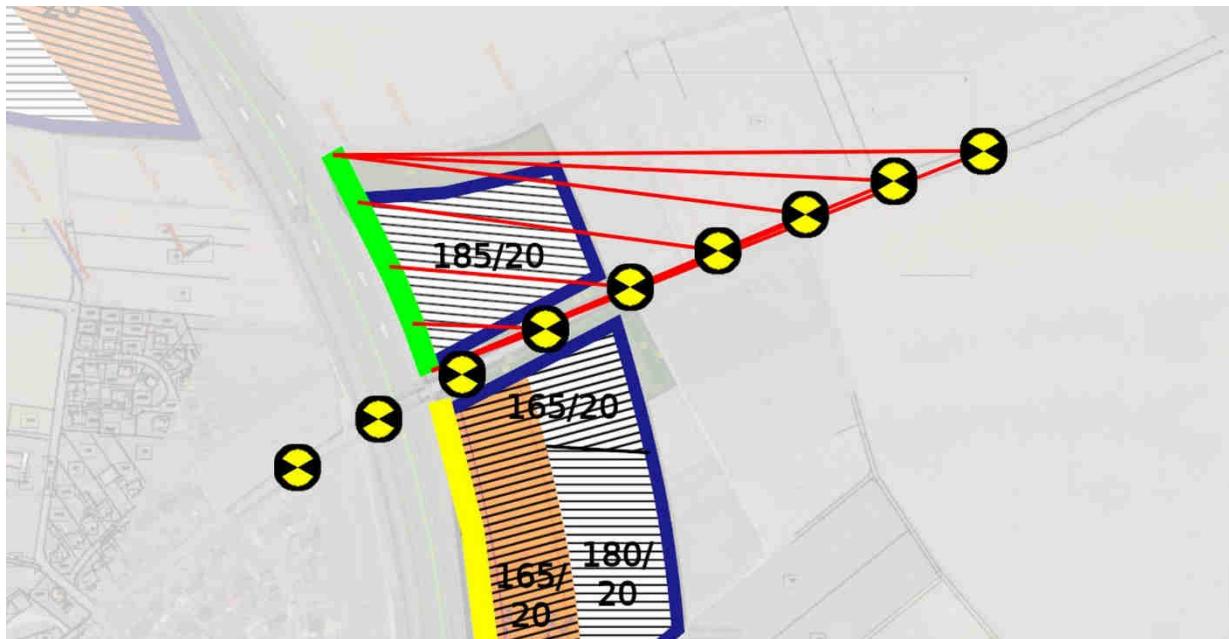
In der entgegengesetzten Fahrtrichtung auf der Kreisstraße MSP36 bei Fahrt über die Brücke sowie bei Vorbeifahrt an der gegenständlichen Anlage können die Module dieses Modulfeldes innerhalb des relevanten Sichtfeldes der Fahrer unter Beobachter-Azimutwinkel zwischen ca. 210° Südsüdwest und 238° Westsüdwest und bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca. +0,5° und +2,8° gesehen werden.



Es wurden keine Sonnenstände ermittelt, die bei der gegebenen Situation und an diesem Standort Blendreflexionen in Richtung der relevanten Blickrichtungen auslösen können.

## Licht-Immissionsgutachten Erweiterung Photovoltaikanlage Triefenstein

Die nördlich der MSP36 entlang der Autobahn verlaufenden Modulreihen mit Ausrichtungen der Modulreihen auf  $64^\circ$  Ostnordost bis  $71^\circ$  Ostnordost bei  $25^\circ$  Aufneigung können von der Kreisstraße MSP36 aus unter Beobachter-Azimutwinkel zwischen ca.  $67^\circ$  Ostnordost und  $98^\circ$  Ost bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca.  $+1,6^\circ$  und  $-0,5^\circ$  gesehen werden.



Auch in diese Richtungen wurden keine Sonnenstände ermittelt, die bei der geplanten Ausrichtung dieser PV-Module und an diesem Standort Blendreflexionen in Richtung der relevanten Sichtfelder auf der Kreisstraße MSP36 auslösen können.

## Licht-Immissionsgutachten Erweiterung Photovoltaikanlage Triefenstein

Die Moduloberflächen des südlich der Kreisstraße MSP36 liegenden Modulfeldes 3 können von der Kreisstraße MSP36 in Fahrtrichtung Südwest aus nicht gesehen werden, so daß hier keine von den Moduloberflächen ausgehenden Blendwirkungen zu erwarten sind.

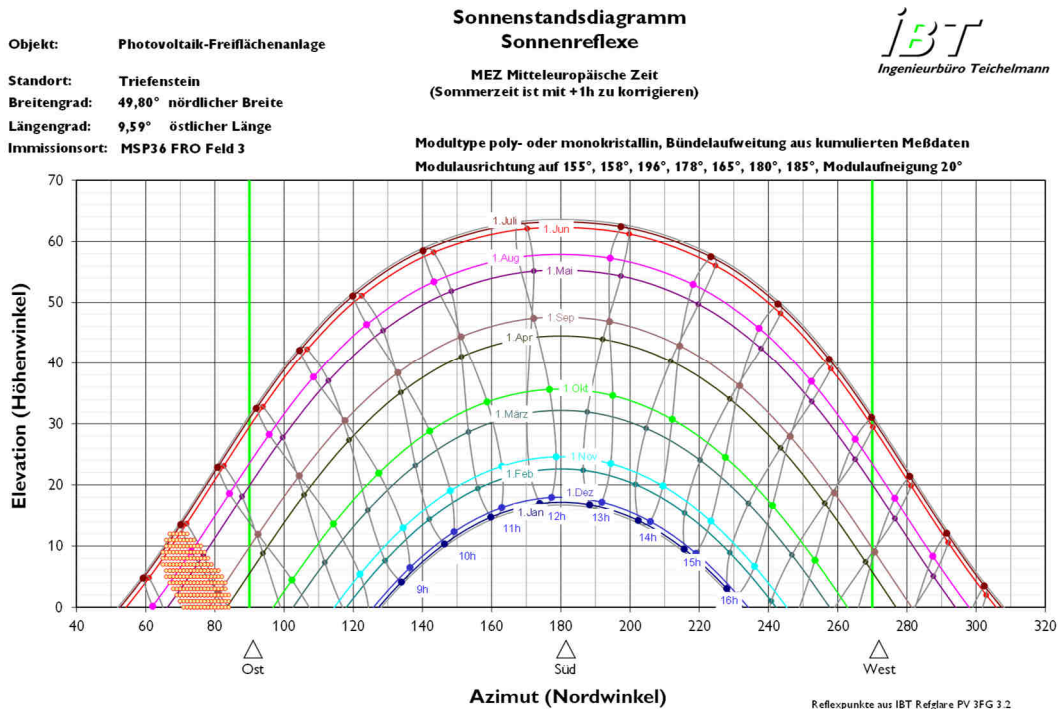


In der entgegengesetzten Fahrtrichtung auf der MSP36 nach Nordosten können innerhalb der relevanten Sichtfelder der Fahrer bezogen auf die Moduloberflächen des Modulfeldes 3 Beobachter-Azimutwinkel zwischen ca.  $246^\circ$  Westsüdwest und  $272^\circ$  West bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca.  $+0,5^\circ$  und  $+2,8^\circ$  vorliegen.



## Licht-Immissionsgutachten Erweiterung Photovoltaikanlage Triefenstein

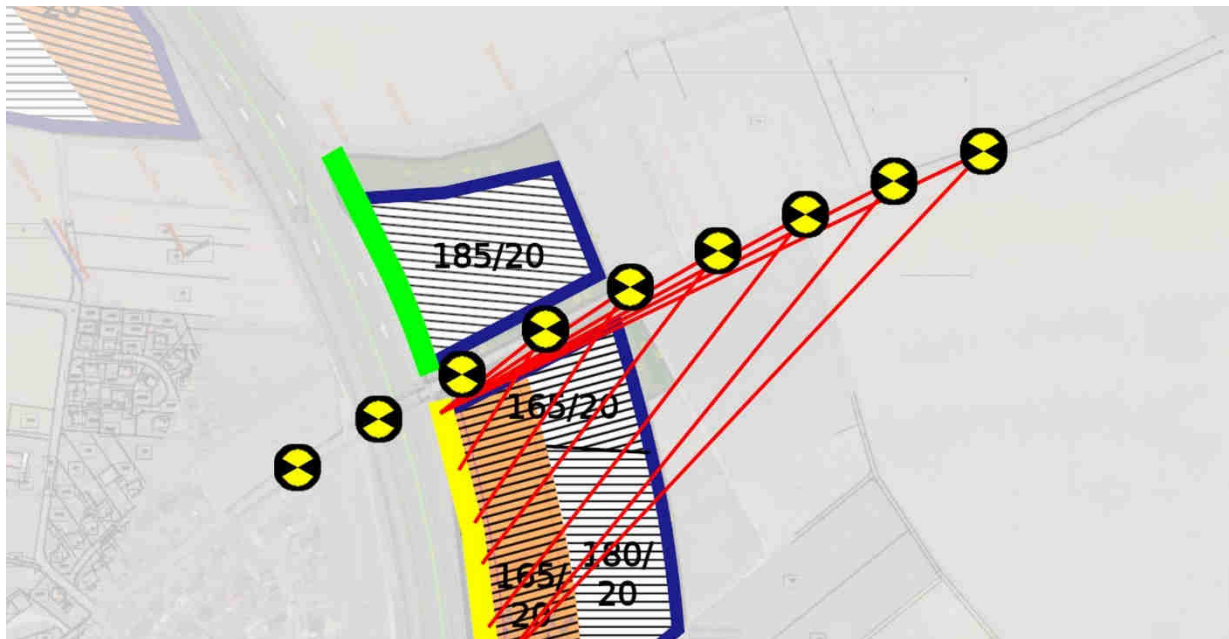
Analog zu den vorhergehenden Erläuterungen wurden auch in diese Richtungen ausschließlich Sonnenlichtreflexionen ermittelt, die aus Sicht dieser Beobachterstandorte unter kleinen Blickwinkeldifferenzen  $<10^\circ$  zur Sonne gesehen werden.



Solche Reflexionen werden wegen der Überlagerung des Reflexes durch die unvermeidbare Direktblendung der Sonne nicht als eigenständige, zusätzlich zur bereits einwirkenden Blendung eingestuft.

## Licht-Immissionsgutachten Erweiterung Photovoltaikanlage Triefenstein

Die Moduloberflächen der südlich der Kreisstraße MSP36 entlang der Autobahn angeordneten Modulreihe können von der Kreisstraße MSP36 aus unter Beobachter-Azimutwinkeln zwischen ca. 37° Nordost und 64° Ostnordost bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca. +0,6° und +1,7° gesehen werden.



In dem betreffenden Teil dieser Modulreihe sollen PV-Module mit prismatisch verformtem Frontglas Saint Gobain Albarino P oder gleich wirkend eingesetzt werden.

Es wurden keine Sonnenstände ermittelt, die bei der gegebenen Geometrie und bei dem spezifischen Reflexionsverhalten dieses Frontglases Blendreflexionen in die relevanten Blickrichtungen auf der Kreisstraße MSP36 auslösen können.

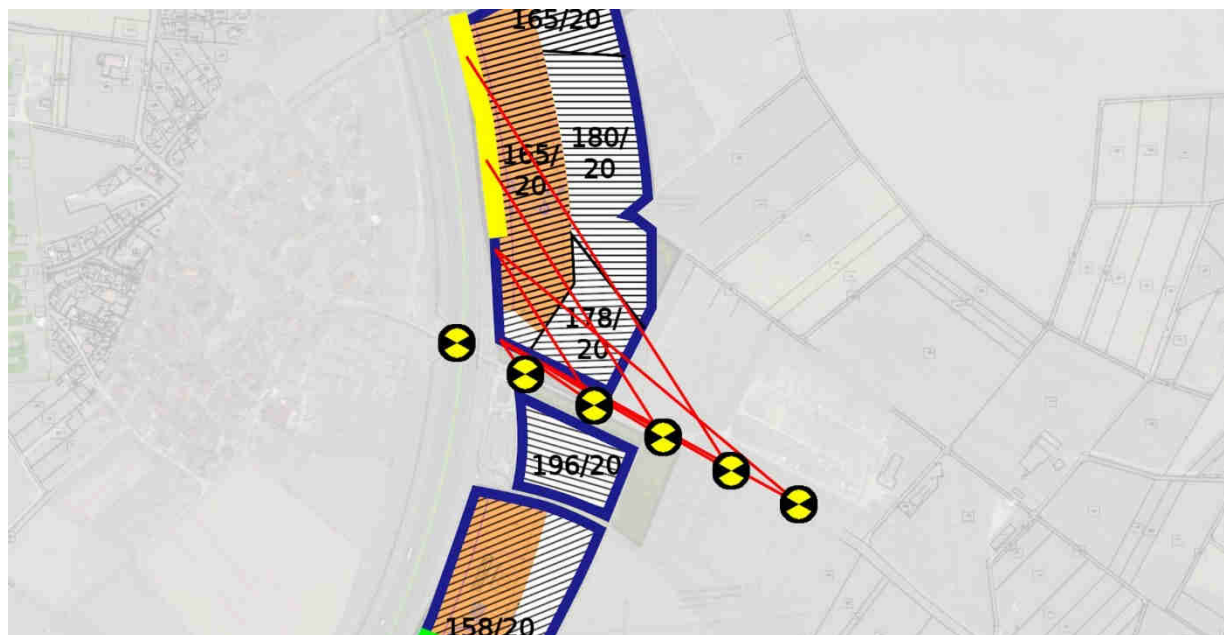
In Richtung der Kreisstraße MSP36 sind also ebenfalls keine störenden oder unzumutbaren, den Verkehr beeinträchtigenden Blendwirkungen an den Moduloberflächen der gegenständlichen Anlage zu erwarten.



## Licht-Immissionsgutachten Erweiterung Photovoltaikanlage Triefenstein

### Kreisstraße MSP38

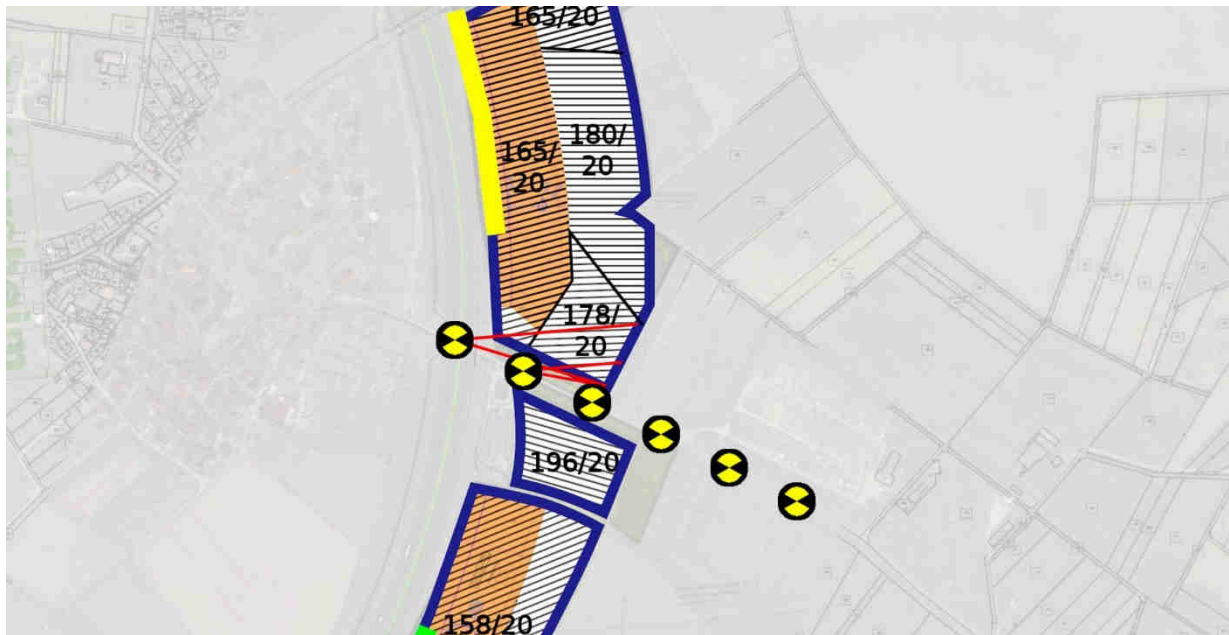
Von der Kreisstraße MSP38 aus können bei Fahrtrichtung West die Module des nördlich der MSP38 liegenden Modulfeldes 3 unter Beobachter-Azimutwinkeln zwischen ca.  $119^\circ$  Ostsüdost und  $148^\circ$  Südsüdost bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca.  $-0,3^\circ$  und  $+2,6^\circ$  gesehen werden.



Es wurden keine Sonnenstände ermittelt, die bei der geplanten Ausrichtung der Modulreihen in diesem Bereich Blendwirkungen in die markierten Blickrichtungen auslösen können.

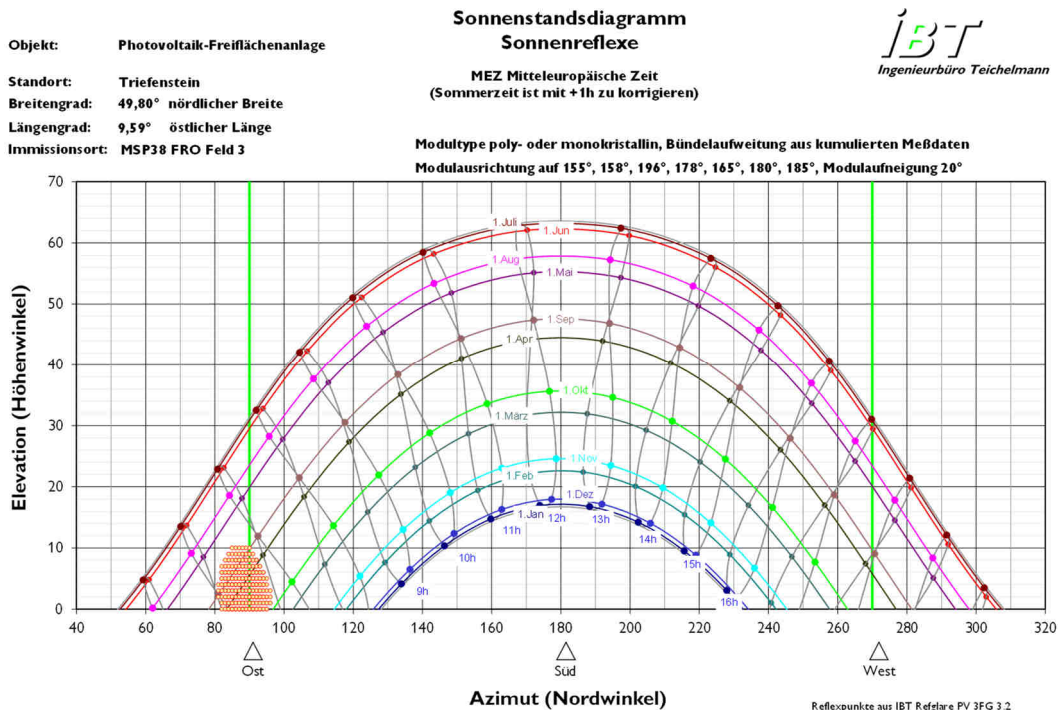
## Licht-Immissionsgutachten Erweiterung Photovoltaikanlage Triefenstein

In der entgegengesetzten Fahrtrichtung auf der Kreisstraße MSP38 können die nördlich der Straße liegenden Moduloberflächen innerhalb des relevanten Sichtfeldes der Fahrer unter Beobachter-Azimutwinkeln zwischen ca. 265° West und 287° Westnordwest bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca. -2,6° und +1,5° gesehen werden.

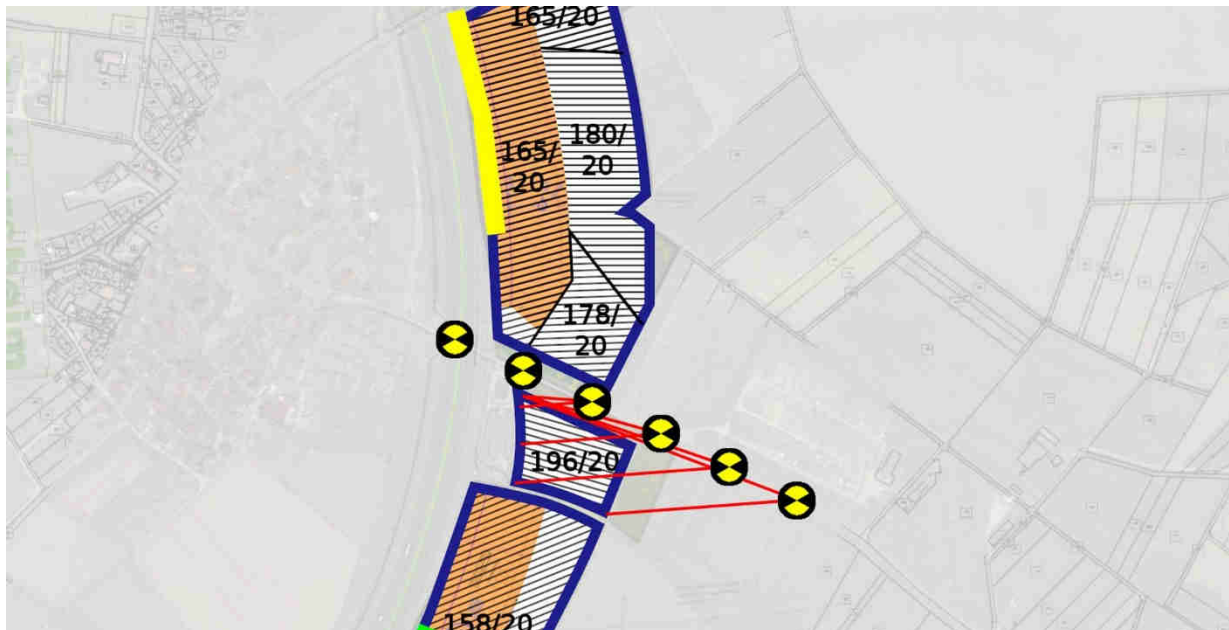


Auch für diese Winkelverhältnisse wurden ausschließlich Direktreflexionen bei sehr tief stehender Sonne ermittelt, die aus Sicht der Beobachter unter kleinen Blickwinkeldifferenzen zur Sonne gesehen werden und die wegen der Überlagerung durch die Direktblendung der Sonne nach dem zu Grunde liegenden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

## Licht-Immissionsgutachten Erweiterung Photovoltaikanlage Triefenstein



Die entfernten Moduloberflächen des südlich der Kreisstraße MSP38 liegenden Modulfeldes 4 können von den östlich liegenden bei Fahrtrichtung West auf der Kreisstraße MSP38 unter sehr flachen Einblickswinkeln, Beobachter-Azimutwinkeln zwischen ca. 86° Ost und 111° Ostsüdost bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca. +0,6° und +2,4° gesehen werden.



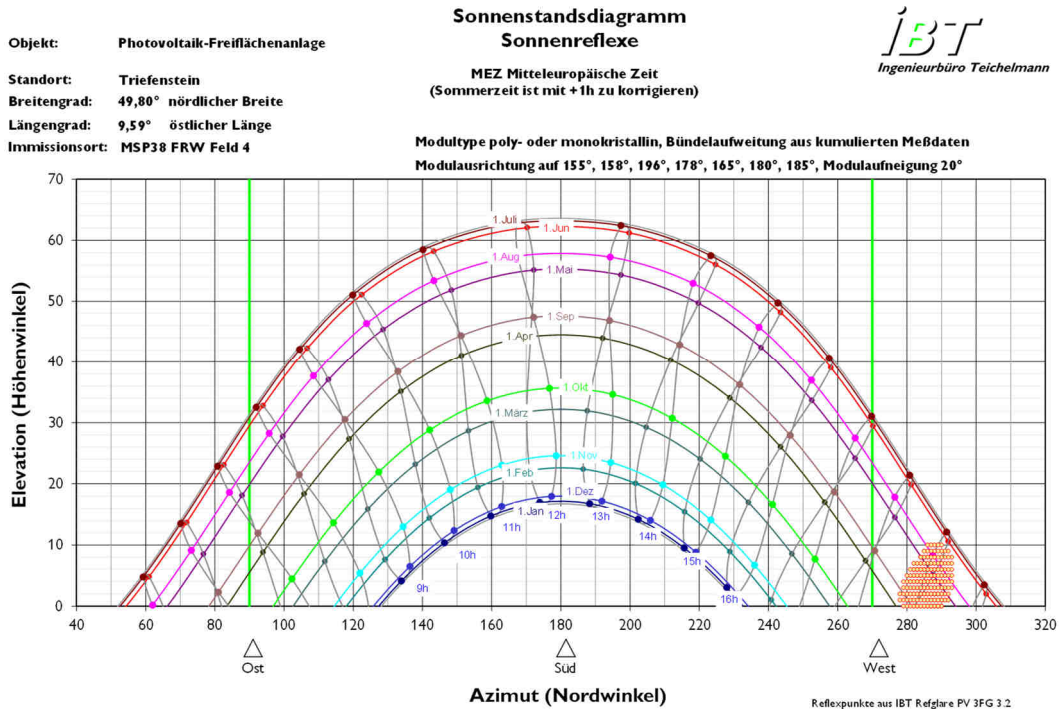
Auch für diese Winkelkonstellation wurden ausschließlich Sonnenlichtreflexionen ermittelt, die aus Sicht der betreffenden Beobachter unter kleinen Blickwinkeldifferenzen zur Sonne gesehen und die durch die Überlagerung des Reflexes durch die unvermeidbare Direktblendung der

Te210302T1 Erweiterung Photovoltaikanlage Triefenstein Gutachten über Lichtimmission durch Sonnenreflexion.docx

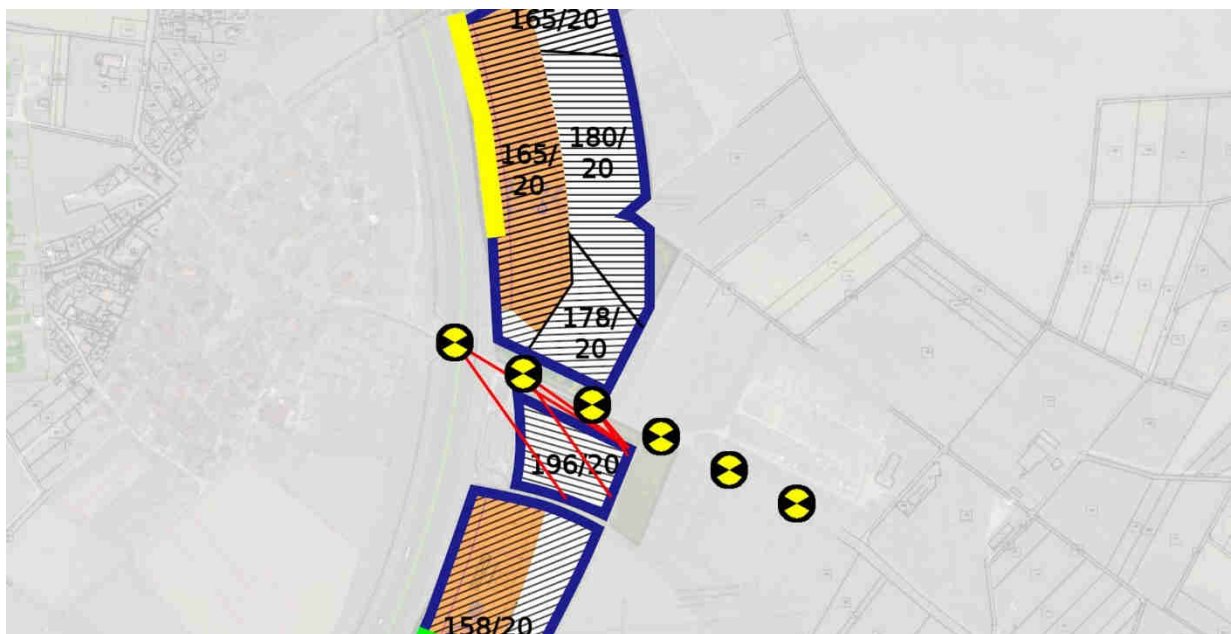


## Licht-Immissionsgutachten Erweiterung Photovoltaikanlage Triefenstein

Sonne nach dem zu Grunde liegenden Bewertungsverfahren /1/ nicht als störende Blendung zu qualifizieren sind.



In der entgegengesetzten Fahrtrichtung auf der Kreisstraße MSP38 nach Südosten können die Modulkonstruktionen aus diesen Richtungen nur von hinten gesehen werden, so daß auch hier keine störenden Blendwirkungen zu erwarten sind.



## Licht-Immissionsgutachten Erweiterung Photovoltaikanlage Triefenstein

Somit sind bei Ausführung der Photovoltaikanlage nach der vorliegenden Planung und unter Realisierung der vorgesehenen Anordnung und Ausrichtung der Modulreihen keine störenden oder unzumutbaren, von der geplanten Photovoltaikanlage ausgehenden Blendwirkungen durch Sonnenlichtreflexionen in Richtung der vorbeiführenden Bundesautobahn A3 oder der Kreisstraßen MSP36 und MSP38 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.

Licht-Immissionsgutachten Erweiterung  
Photovoltaikanlage Triefenstein

## 6 Zusammenfassung und Erörterung der Ergebnisse

Durch die Realisierung der geplanten Photovoltaik-Freiflächenanlage Triefenstein sind bei Ausführung der Anlage gemäß des vorliegenden, im Vorfeld hinsichtlich der Blendwirkung optimierten Konzeptes und unter Realisierung der vorgesehenen Anordnung und Ausrichtung der Modulreihen keine Störungen auf der Bundesautobahn A3 oder der Kreisstraßen MSP36 und MSP38 durch von den Moduloberflächen ausgehende Blendreflexionen zu erwarten.

In Richtung der Autobahn und der Kreisstraßen MSP36 und MSP38 wurden bei Untersuchung der geplanten Anlagengeometrie teilweise Reflexionen in Richtung der relevanten 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.

Daneben wurden bei Untersuchung der geplanten Anlagengeometrie in Richtung der Bundesautobahn A3 und der Kreisstraße MSP36 und MSP38 Reflexionen in Richtung der festgelegten Beobachter ermittelt, die außerhalb des für die Fahrer relevanten Sichtfeldes liegen und somit keine Störung des Verkehrs darstellen.

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



09.03.2021

Jens Teichmann

Dipl.-Ing. Lichttechnik



IBT 4Light GmbH

Boenerstraße 34  
90765 Fürth

Jens Teichmann  
Dipl.-Ing. Lichttechnik  
Geschäftsführung

Tel. +49 (0) 911 - 979155-91  
Mobile: +49 (0) 177 - 1980807  
Fax: +49 (0) 911 - 979155-93  
IBT@4Light.de - www.4Light.de

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.