

## 2. Gutachten über die zu erwartende Blendung durch Sonnenreflexionen der geplanten Photovoltaikanlage Wittenhagen „Hinter der alten Parkettfabrik“



GA-Nummer: Te-211110-W-1

Im Auftrag von  
Vodasun Freiflächen-Entwicklungs GmbH & Co. KG  
München

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

Fürth, 11.11.2021

Te211110W1 Photovoltaikanlage Wittenhagen 2. Gutachten über Lichtimmission durch Sonnenreflexion.docx

2. Licht-Immissionsgutachten  
Photovoltaikanlage Wittenhagen

**Auftraggeber:**

Vodasun Freiflächen-Entwicklungs GmbH & Co. KG

Hochbrückenstraße 10  
80331 München

**Auftragnehmer:**

Dipl.-Ing. Jens Teichelmann

IBT 4Light GmbH

Ingenieur- und Sachverständigenbüro  
für Licht- und Beleuchtungstechnik

Boenerstraße 34  
90765 Fürth

2. Licht-Immissionsgutachten  
Photovoltaikanlage Wittenhagen

**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	8
2.4 Verwendete Hilfsmittel	9
2.5 Verwendetes Schrifttum und Quellen	9
<b>3 Vorgehensweise Berechnung und Bewertung der Sonnenreflexion an den Photovoltaikmodulen</b>	<b>10</b>
3.1 Grundlegende Methodik	10
3.2 Ortstermin, beteiligte Personen	11
<b>4 Schutzgut Mensch: Ergebnisse und Auswertung der an den Immissionsorten erreichten Reflexionswerte</b>	<b>12</b>
4.1 Ermittlung der Eckpunkte des Reflexionsverhaltens der Photovoltaikmodule	12
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>20</b>
<b>6 Zusammenfassung und Erörterung der Ergebnisse</b>	<b>21</b>

## 2. Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wittenhagen

### 1 Extrakt

Im Auftrag der Vodasun Freiflächen-Entwicklungs GmbH & Co. KG in München wurde die geplante Photovoltaik-Freiflächenanlage Wittenhagen „Hinter der alten Parkettfabrik“ hinsichtlich der auf der westlich der geplanten Anlage verlaufenden Dorfstraße und der östlich der Fläche verlaufenden Bahnstrecke 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 Konzeptes keine störenden oder unzumutbaren Blendwirkungen durch Sonnenlichtreflexionen auf der westlich der Anlage verlaufenden Dorfstraße oder der östlich verlaufenden Bahnstrecke zu erwarten.

Möglicherweise auftretende Reflexionen liegen an den untersuchten Immissionsorten auf der Autobahn außerhalb des relevanten Sichtfeldes und sind somit für die Sicherheit des Verkehrs auf der Autobahn von untergeordneter Bedeutung.

Daneben treten weitere Reflexionen unter kleinen Blickwinkeldifferenzen zur Sonne auf, so daß sie durch die natürliche Direktblendung der Sonne überlagert werden und nicht als eigenständige Blendquelle wahrgenommen werden.

Daneben treten weitere Reflexionen unter kleinen Blickwinkeldifferenzen zur Sonne auf, so daß sie durch die natürliche Direktblendung der Sonne überlagert werden und nicht als eigenständige Blendquelle wahrgenommen werden.

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 vermieden werden.

## 2. Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wittenhagen

### 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. Die 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 Vodasun Freiflächen-Entwicklungs GmbH & Co. KG in München war die geplante Photovoltaikanlage in Wittenhagen „Hinter der alten Parkettfabrik“ westlich Ortschaft Wittenhagen und der Bahnstrecke sowie nördlich bzw. östlich der Dorfstraße auf folgende Punkte hin zu prüfen und zu optimieren:

- Prüfung der geplanten Anlagen-Ausführung auf mögliche Störwirkungen durch direkte Sonnenreflexion an den relevanten möglichen Immissionsorten auf der östlich der PV-Anlage liegenden Bahnstrecke und der westlich der Fläche verlaufenden Dorfstraße 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 relevanten 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. Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wittenhagen

### 2.2 Tatsachenfeststellung, Beschreibung der Situation

Bei der zu betrachtenden geplanten Anlage handelt es sich um eine Photovoltaik-Freiflächenanlage, die auf einer zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Gutachtens brachliegende Fläche westlich der Ortschaft Wittenhagen zwischen dem Anwesen Dorfstraße Nr. 60 und dem Bahngleis in dem in dieser Darstellung orange gekennzeichneten Bereich montiert werden soll.



Es wurde kein Ortstermin durchgeführt, so dass die für dieses Gutachten verwendeten Daten auf Angaben aus Plänen, Fotos und auf Aussagen des Auftraggebers basieren und ggf. noch zu verifizieren bzw. zu konkretisieren sind.

Das vorliegende Gutachten wurde auf Basis eines bereits im Jahr 2013 mit GA-Nr. Te-130705-W erstellten Gutachtens zum gleichen Projekt. Die erneute Betrachtung wurde durch mittlerweile veränderte Rahmenbedingungen erforderlich, die in die nachfolgenden Betrachtungen einfließen.

Te211110W1 Photovoltaikanlage Wittenhagen 2. Gutachten über Lichtimmission durch Sonnenreflexion.docx

## 2. Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wittenhagen

Die gegenständliche Fläche ist weitgehend von dichtem und hohem Bewuchs umgeben, durch den relevante Sichtachsen von den zu betrachtenden Immissionsorten aus teilweise unterbrochen werden.

Die Module sollen auf entsprechenden Unterkonstruktionen mit einer Ausrichtung auf 180° Süd bei einer Aufneigung auf 20° ... 25° montiert werden. Die nachfolgenden Aussagen beziehen sich gleichermaßen auf diesen Aufneigungsbereich zwischen 20° ... 25°.

Die Schraffur in oben gezeigter Darstellung zeigt symbolisch den Richtungsverlauf der Modulreihen in der Draufsicht.

Es sollen poly- oder monokristalline Photovoltaikmodule mit Standard-Solarglas 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. 3,50 m mit entsprechenden Toleranzen zum Geländeausgleich betragen.

Es soll hier eine statische Anlage betrachtet werden.

Das Gelände hat in seiner nordöstlichen Ecke eine ca. 4 m hohe Erhebung und ist ansonsten in sich sehr eben ohne nennenswerte Unebenheiten. Es ist davon auszugehen, daß bei Montage der Modulreihen auf der Hauptfläche keine größeren Querneigungen auftreten werden.

Lediglich im Bereich der Böschung an der Erhebung im nordöstlichen Teil der Fläche sind Querneigungen zwischen ca. -13,0° ... -3,5° zu erwarten.

Westlich des Modulfeldes verläuft annähernd in Nord-Süd-Richtung die Dorfstraße, die hier die Funktion der Erschließung der westlich der Fläche liegenden Grundstücke hat.

Die Gebäude der westlich und südwestlich liegenden Grundstücke werden auftragsgemäß nicht betrachtet, weil diese teilweise im Eigentum des Bauherrn der gegenständlichen PV-Anlage liegen bzw. weil beim Eigentümer des westlich an die gegenständliche Fläche angrenzenden Gebäudes nach den vorliegenden Daten und Angaben Einverständnis mit dem Bauvorhaben vorliegt.

Östlich des Geländes verläuft von Südsüdwest nach Nordnordost eine Bahnstrecke, die hier ebenfalls als möglicher Immissionsort berücksichtigt wird.

An dem Bahngleis südöstlich angrenzend an das Gelände der PV-Anlage befindet sich das Gebäude des ehemaligen Bahnhofes, das zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Gutachtens seit längerem leersteht und für das mögliche Nutzungsgenehmigungen abgelaufen sind.

Dieses wird nachfolgend auftragsgemäß nicht als relevanter Immissionsort betrachtet.

Die weiteren angrenzenden Bereiche sind landwirtschaftlich genutzte Flächen.

Die für die Berechnungen der Blendwirkung erforderlichen Beobachter-Azimet- und -Elevationswinkel wurden durch Berechnung ermittelt und gehen in die weiteren Betrachtungen ein.

## 2. Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wittenhagen

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:

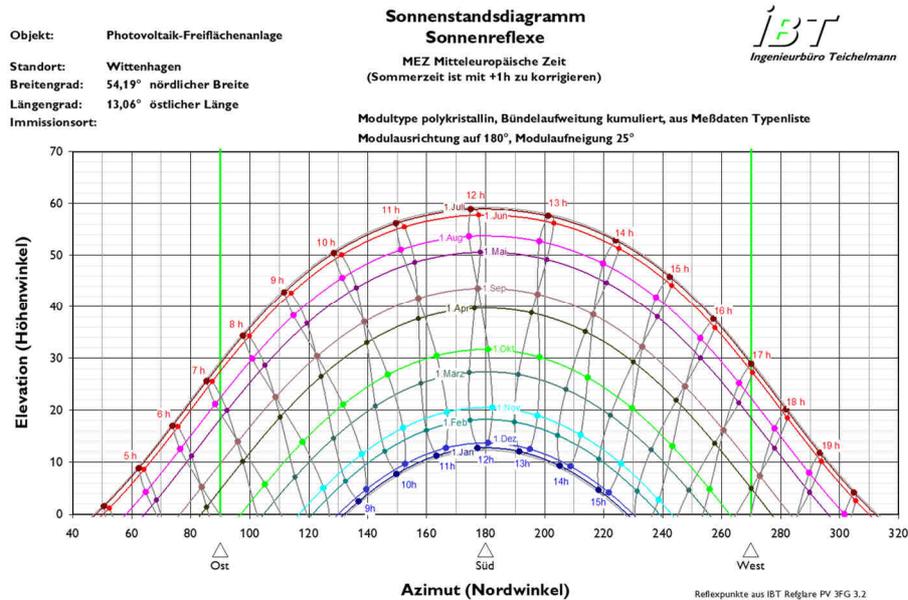
- Pläne:
  - o B-Plan 03 - PV Wittenhagen A1+ 2013-06-27 Entwurf.pdf
  - o L+H-Plan-LP1.pdf
- Luftbild des Geländes "Luftbild mit B-Plan 03.jpg", vom AG bereitgestellt
- Fotos der Gebäude mit Höhenangaben, vom AG bereitgestellt

## 2. Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wittenhagen

### 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- 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/

2. Licht-Immissionsgutachten  
Photovoltaikanlage Wittenhagen

### **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  $\text{cd}/\text{m}^2$ , am Horizont noch ca. 6 Mio  $\text{cd}/\text{m}^2$ .

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  $\text{cd}/\text{m}^2$ .

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  $\text{cd}/\text{m}^2$  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.

## 2. Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wittenhagen

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.

### 3.2 Ortstermin, beteiligte Personen

Ein Ortstermin wurde nicht durchgeführt. Die nachfolgenden Betrachtungen wurden 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.

## 2. Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wittenhagen



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.

## 2. Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wittenhagen

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 Reflexionsindikator mit einem geringen Reflexionsgrad von ca. 2 ... 5% aufwies.

## 2. Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wittenhagen

### 4.2 Ermittlung der möglicherweise relevanten Immissionsorte

Auftragsgemäß waren die möglicherweise relevanten Immissionsorte auf der östlich vorbeiführenden Dorfstraße und der westlich vorbeilaufenden Bahnstrecke zu untersuchen. Möglicherweise relevante Immissionsorte können auf Grund der geometrischen Situation und der vorliegenden Sichtachsen auf und zwischen den markierten Punkten liegen:



Teilweise sind die Sichtverbindungen von den Immissionsorten zu den Moduloberflächen durch den vorhandenen bzw. vorgesehenen Bewuchs stark eingeschränkt.

Weitere Punkte wurden auftragsgemäß nicht betrachtet.

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.

2. Licht-Immissionsgutachten  
Photovoltaikanlage Wittenhagen

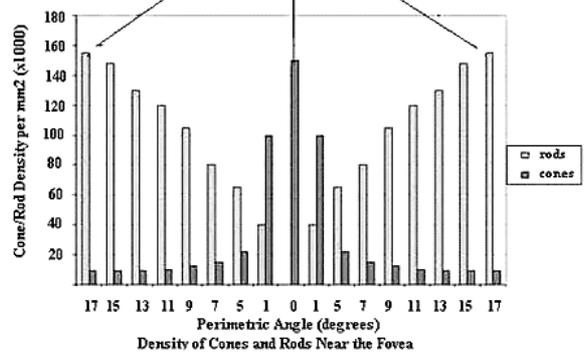
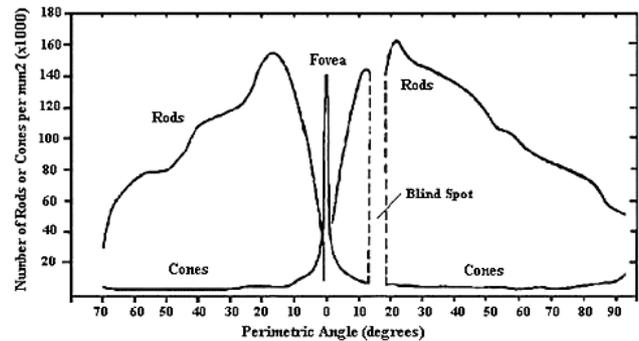
Weiter von der Hauptblickrichtung abweichende Blickwinkel sind hinsichtlich der Blendwirkung weitgehend unkritisch.

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.



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

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.

## 2. Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wittenhagen

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

Dorfstraße westlich der Anlage

Für die möglichen Immissionsorte auf der Dorfstraße in Fahrtrichtung Nord können im relevanten Sichtfeld der KFZ-Fahrer Beobachter-Azimutwinkel zwischen ca.  $188^\circ$  Süd und ca.  $217^\circ$  Südwest bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca.  $-3,5^\circ$  und  $+1^\circ$  bezogen auf die Moduloberflächen auftreten.



Es wurden keine Sonnenstände ermittelt, die bei diesen Winkelverhältnissen und an diesem Standort Blendreflexionen in Richtung der gekennzeichneten Blickwinkel auslösen können.

Reflexionen mit höheren Leuchtdichten, die ggf. als Blendung wahrgenommen werden können, treten hier erst bei Blickrichtungen auf, die mehr als ca.  $61^\circ$  von der Hauptblickrichtung der Fahrer abweichen. Solche Reflexionen werden zwar im peripheren Sichtfeld oder beim Blick

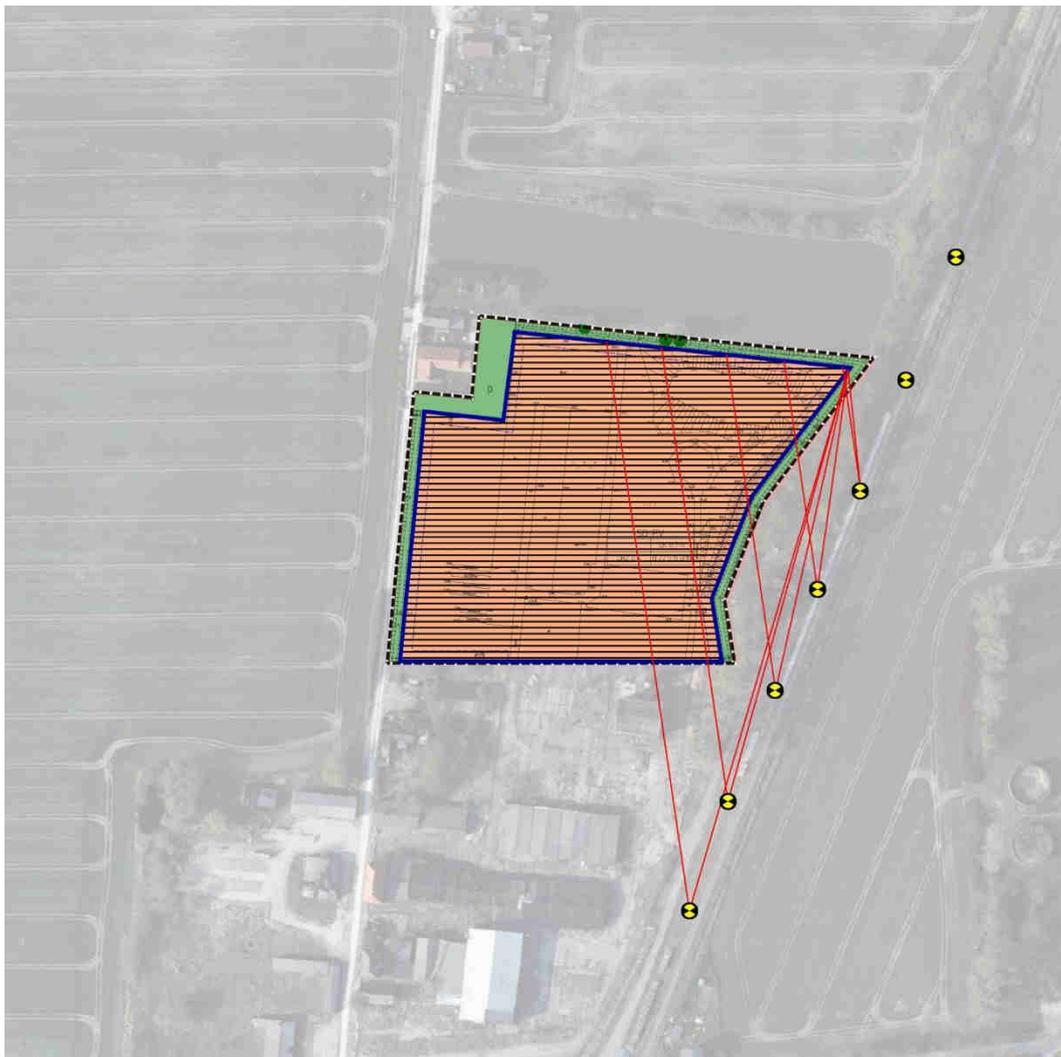
## 2. Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wittenhagen

aus dem rechten Seitenfenster wahrgenommen - sie stellen jedoch nach den gängigen Bewertungsverfahren keine Beeinträchtigung oder Störung der Sicherheit des Verkehrs auf diesem Verkehrsweg dar.

In der entgegengesetzten Fahrtrichtung auf der Dorfstraße können die Modulkonstruktionen im relevanten Sichtfeld der Fahrer nur von hinten gesehen werden, so dass auch hier keine von den Moduloberflächen ausgehenden Blendwirkungen zu erwarten sind.

### Bahnstrecke

Für Fahrer auf der östlich des Geländes verlaufenden Bahnstrecke in Fahrtrichtung Nordnordost können die Moduloberflächen unter Beobachter-Azimutwinkeln zwischen ca.  $173^\circ$  Süd und  $196^\circ$  Südsüdwest bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca.  $+0,1^\circ$  und  $+4,0^\circ$  gesehen werden.



## 2. Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wittenhagen

Auch für diese Winkelkonstellationen wurden keine Sonnenstände ermittelt, die bei der gegebenen Situation Blendreflexionen in Richtung der gekennzeichneten Sichtfelder erzeugen können.

Die möglichen Reflexe treten in Sichtachsen auf, die mehr als  $85^\circ$  von der Hauptblickrichtung der Fahrer abweichen und somit nach den zu Grunde liegenden Prämissen für die Ausführung der Fahrtätigkeit auch dieser Bahnstrecke von untergeordneter Bedeutung sind.

In der entgegengesetzten Fahrtrichtung nach Südsüdwest können die Modulkonstruktionen im relevanten Sichtfeld der Fahrer nur von hinten gesehen werden, so daß hier ebenfalls keine von den Moduloberflächen ausgehenden Blendwirkungen auftreten können.



Der Blick auf die Moduloberflächen ist erst bei Blickwinkeln mit mehr als ca.  $73^\circ$  Abweichung von der Hauptblickrichtung möglich.

## 2. Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wittenhagen

Somit sind bei der gegebenen Anlagengeometrie an den untersuchten Immissionsorten auf den umliegenden Verkehrswegen keine störenden oder unzumutbaren, den Verkehr auf diesen Verkehrswegen beeinträchtigenden und von der gegenständlichen PV-Anlage ausgehenden Blendreflexionen 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 auch 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.

## 2. Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Wittenhagen

### 6 Zusammenfassung und Erörterung der Ergebnisse

Durch die Realisierung der geplanten Photovoltaikanlage Wittenhagen „Hinter der alten Parkettfabrik“ sind bei Ausführung der Anlage gemäß des uns vorliegenden Konzeptes keine störenden Blendwirkungen in Richtung der Dorfstraße oder der Bahnstrecke zu erwarten.

Sowohl in Richtung der Bahnstrecke als auch in Richtung der Dorfstraße wurden bei Untersuchung der geplanten Anlagengeometrie lediglich 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.



11.11.2021  
Jens Teichmann  
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.