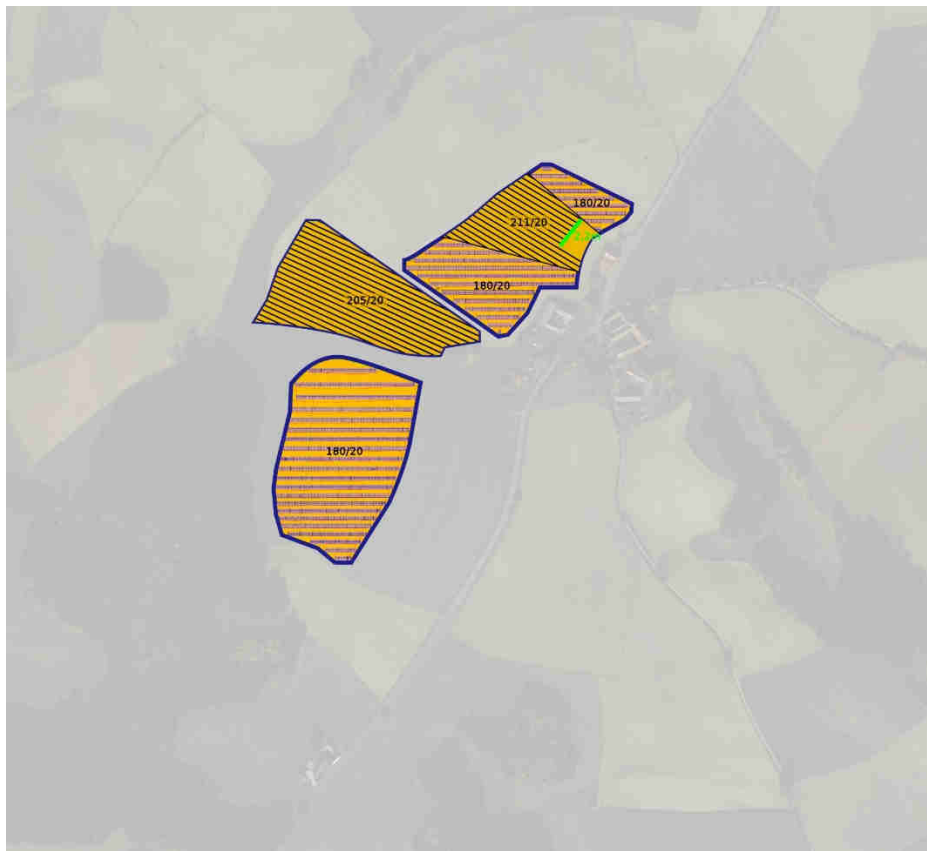


**Gutachten
über die zu erwartende Blendung
durch Sonnenreflexionen
der geplanten
Photovoltaikanlage Eppenreuth**



GA-Nummer: Te-200909-E-1

Im Auftrag von
Bos.ten AG
Regensburg

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

Fürth, 18.09.2020

Te200909E1 Photovoltaikanlage Eppenreuth Gutachten über Lichtimmission durch Sonnenreflexion.docx

Licht-Immissionsgutachten
Photovoltaikanlage Eppenreuth

Auftraggeber:

Bos.ten AG

Franz-von-Taxis-Ring 30-32
93049 Regensburg

Auftragnehmer:

Dipl.-Ing. Jens Teichelmann

IBT 4Light GmbH

Ingenieur- und Sachverständigenbüro
für Licht- und Beleuchtungstechnik

Boenerstraße 34
90765 Fürth

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| 1 Extrakt | 4 |
| 2 Allgemeines | 5 |
| 2.1 Aufgabenstellung, Zweck des Gutachtens | 5 |
| 2.2 Tatsachenfeststellung, Beschreibung der Situation | 6 |
| 2.3 Zur Verfügung stehende Unterlagen | 10 |
| 2.4 Verwendete Hilfsmittel | 10 |
| 2.5 Verwendetes Schrifttum und Quellen | 11 |
| 3 Vorgehensweise Berechnung und Bewertung der Sonnenreflexion an den Photovoltaikmodulen | 12 |
| 3.1 Grundlegende Methodik | 12 |
| 3.2 Ortstermin, beteiligte Personen | 13 |
| 4 Schutzgut Mensch: Ergebnisse und Auswertung der an den Immissionsorten erreichten Reflexionswerte | 14 |
| 4.1 Ermittlung der Eckpunkte des Reflexionsverhaltens der Photovoltaikmodule | 14 |
| 4.2 Ermittlung der möglicherweise relevanten Immissionsorte | 16 |
| 4.3 Ermittlung der Störungen durch Direktreflexion und durch Streulicht durch Bündelaufweitung | 18 |
| 5 Schutzgut Fauna: Auswirkungen der Lichtimmissionen durch Sonnenreflexion auf Tiere | 29 |
| 6 Zusammenfassung und Erörterung der Ergebnisse | 30 |

1 Extrakt

Im Auftrag der Bos.ten AG in Regensburg in wurde die geplante Photovoltaik-Freiflächenanlage Eppenreuth nordwestlich und westlich der Ortschaft Eppenreuth und westlich der Bundesstraße B15 hinsichtlich der auf der Bundesstraße B15 und in der als relevant definierten östlich liegenden Wohnbebauung 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 vorgeschlagenen Sichtschutzmaßnahme keine störenden oder unzumutbaren Blendwirkungen durch Sonnenlichtreflexionen auf der Bundesstraße B15 oder in der relevanten untersuchten Wohnbebauung von Eppenreuth zu erwarten.

Möglicherweise auftretende Reflexionen liegen an den untersuchten Immissionsorten auf der Bundesstraße B15 außerhalb des relevanten Sichtfeldes und sind somit für die Sicherheit des Verkehrs auf dieser Straße von untergeordneter Bedeutung.

Möglicherweise auftretende Reflexionen in Richtung der relevanten, östlich der Anlage liegenden 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. 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 Bos.ten AG in Regensburg war die geplante Photovoltaik-Freiflächenanlage Eppenreuth nordwestlich und westlich der Ortschaft Eppenreuth und westlich der Bundesstraße B15 auf folgende Punkte hin zu prüfen:

- Prüfung der geplanten Anlagen-Ausführung auf mögliche Störwirkungen durch direkte Sonnenreflexion an den möglichen Immissionsorten auf der Bundesstraße B15 und in der festgelegten Wohnbebauung von Eppenreuth 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 aus 3 Modulfeldern bestehende Photovoltaik-Freiflächenanlage, die auf einer momentan noch landwirtschaftlich genutzten Fläche nordwestlich und westlich der Ortschaft Eppenreuth und westlich der Bundesstraße B15 in dem gekennzeichneten Bereich montiert werden soll.

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

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

Die nachfolgende Grafik zeigt die vorgesehenen Ausrichtungen der einzelnen Anlagenteile.



Die Schraffur zeigt jeweils symbolisch den Verlauf der Modulreihen in der Draufsicht.

Die Modulreihennormalen des nördlichen Modulfeldes sollen gemäß der oben gezeigten Darstellung im nördlichen und südlichen Bereich auf entsprechenden Unterkonstruktionen mit einer Ausrichtung auf 180° Süd bei einer Aufneigung auf 20° montiert werden.

Licht-Immissionsgutachten
Photovoltaikanlage Eppenreuth

In dem mittleren Segment des nördlichen Modulfeldes sollen die Modulreihennormalen auf Azimut 211° Südsüdwest bei 20° Aufneigung ausgerichtet werden.

Mögliche Planungsvarianten wären in diesem mittleren Segment des nördlichen Modulfeldes auf flachere Aufneigungen mit z.B. einer Ausrichtung der Modulreihennormalen auf 206° Südsüdwest bei 15° Aufneigung bzw. einer Ausrichtung der Modulreihennormalen auf 202° Südsüdwest bei 8° Aufneigung. Diese Varianten hätten bei den nachfolgenden Betrachtungen den gleichen Effekt bzgl. der Blendwirkungen.

Weitere Varianten wären vorbehaltlich einer Prüfung der Blendwirkungen ggf. ebenfalls möglich.

Im nördlichen Modulfeld soll ein kleiner, dem Balkon des westlich liegenden Hauses gegenüber liegender Flächenteil ausgespart und mit einem Sichtschutz mit ca. 2,2 m Höhe versehen werden.

Die wirksame Sichtschutzhöhe wurde auf Basis der vorliegenden Höhendaten so ermittelt, die die Höhe ausreichend ist, um die Beobachter-Elevationswinkel für mögliche Beobachter auf dem Balkon des westlich liegenden Hauses auf ca. +5,5° begrenzt wird. Steilere Beobachter-Elevationswinkel werden durch den Sichtschutz abgeschattet.

Ein solcher Sichtschutz kann durch eine entsprechend hohe und dichte, im betreffenden Zeitraum belaubte Bepflanzung, durch bauliche Maßnahmen am Zaun wie Wellblech- oder Kunststoffplatten, textiler Sicht- oder Sonnenschutz usw. oder z.B. auch durch das Belegen der Fläche mit kurzen Modulreihen in entsprechender Höhe und in einer Ausrichtung realisiert werden, bei der Blendung von diesen PV-Modulen in Richtung der betrachteten Immissionsorte ausgeschlossen werden kann.

Hier wären z.B. stärker nach Westen verdrehte Modulreihen mit einer Ausrichtung der Reihennormalen auf Azimut 241° Westsüdwest bei 20° Aufneigung möglich.

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

Die Module des mittleren Modulfeldes sollen mit einer Ausrichtung der Reihennormalen auf Azimut 205° Südsüdwest bei einer Aufneigung auf 20° ausgerichtet werden.

Als hinsichtlich der Blendwirkung gleich wirkende Varianten kommen hier auf Ausrichtungsvarianten mit flacheren Neigungen wie z.B. eine Ausrichtung der Modulreihennormalen auf 203° Südsüdwest bei einer Aufneigung auf 15° oder eine Ausrichtung der Modulreihennormalen auf 201° Südsüdwest bei einer Aufneigung auf 8° in Frage.

Die Module des südlichen Modulfeldes sollen mit einer Aufneigung auf 20° nach Süden ausgerichtet werden.

Die maximale Höhe der Module mit den vorgesehenen Unterkonstruktionen soll laut Planung ca. 2,50 m mit entsprechenden Toleranzen zum Geländeausgleich betragen.

Es soll hier eine statische Anlage betrachtet werden.

Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Eppenreuth

Das Gelände fällt nach Westen und Süden hin deutlich ab und hat in sich diverse Unebenheiten. Es ist davon auszugehen, daß bei Montage der Modulreihen teilweise größere Querneigungen zwischen ca. -7° ... 0° auftreten werden, die die resultierende Ausrichtung der Einzelmodule beeinflussen und die bei den weiteren Betrachtungen berücksichtigt werden müssen.

Östlich angrenzend an die beiden nördlichen Modulfelder der betrachteten Anlage befindet sich Wohnbebauung. Diese liegt teilweise im Eigentum der Verpächter der Flächen der gegenständlichen PV-Anlage. In diesem Fall wird hier nicht von relevanten Immissionsorten ausgegangen.

Die Gebäude, die nicht von den Verpächtern der Anlage genutzt werden, wurden vom Auftraggeber identifiziert und als Position möglicherweise relevanter, hier zu untersuchender Immissionsorte vorgegeben.

Konkret wurden die nachfolgend gezeigten bzw. markierten Gebäude als relevante, nachfolgend zu untersuchende Punkte benannt.



Foto vom Ortstermin, nördlich liegende relevante Bebauung

Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Eppenreuth



Foto vom Ortstermin, südlich liegende relevante Bebauung

Die für die Berechnungen der Blendwirkung erforderlichen Beobachter-Azimet- und -Elevationswinkel wurden 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
Photovoltaikanlage Eppenreuth

2.3 Zur Verfügung stehende Unterlagen

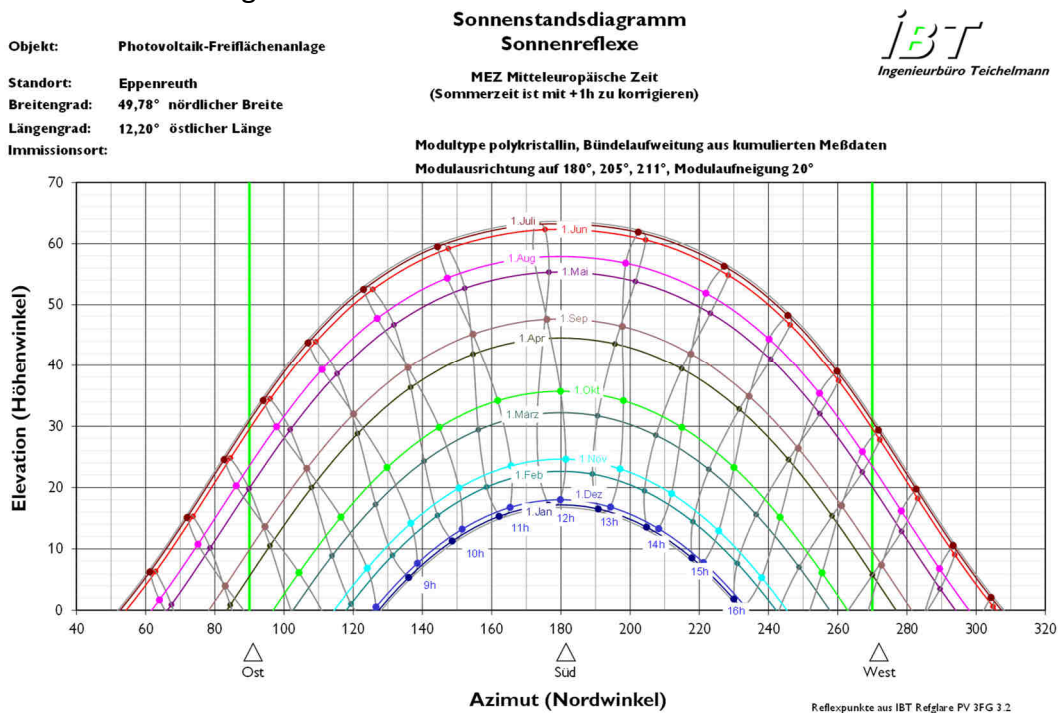
Die Begutachtung wurde anhand folgender vorliegender Unterlagen durchgeführt:

- Pläne:
 - o 277_VE_PV-Eppenreuth_Dwg.dwg
 - o digi. Flurkarte mit Höhenprofil-Angerer.dwg
 - o 277_VE_BP_Plan_PV-Eppenreuth_Optimized.pdf
 - o Entwurfsplanung_Eppenreuth-260520-Modulbelegungsplan.pdf
- Luftbild des Geländes, vom AG bereitgestellt
- Fotos von der Ortsbegehung am 25.7.20

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

Te200909E1 Photovoltaikanlage Eppenreuth Gutachten über Lichtimmission durch Sonnenreflexion.docx

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/m², am Horizont noch ca. 6 Mio cd/m².

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/m².

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/m² 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 Eppenreuth

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 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. 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
Photovoltaikanlage Eppenreuth

Bündelaufweitung beim Sonnentest eines polykristallinen Moduls,
Einstrahlwinkel ca. 20°, Reflexleuchtdichte ca. 8 Mio cd/m²

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 Eppenreuth

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

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

4.2 Ermittlung der möglicherweise relevanten Immissionsorte

Auftragsgemäß waren die möglicherweise relevanten Immissionsorte auf der Bundesstraße B15 und in definierten Gebäuden der östlich der geplanten Anlage liegenden Wohnbebauung zu untersuchen.

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



Te200909E1 Photovoltaikanlage Eppenreuth Gutachten über Lichtimmission durch Sonnenreflexion.docx

Licht-Immissionsgutachten
Photovoltaikanlage Eppenreuth

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

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.

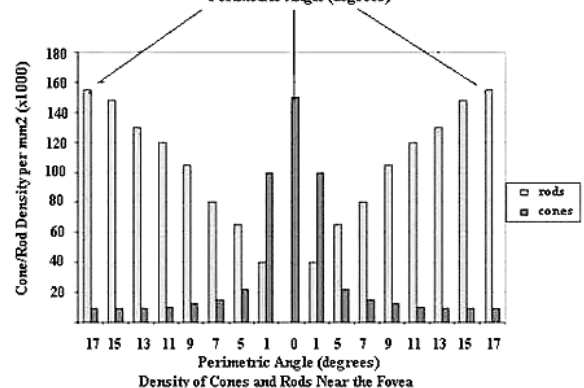
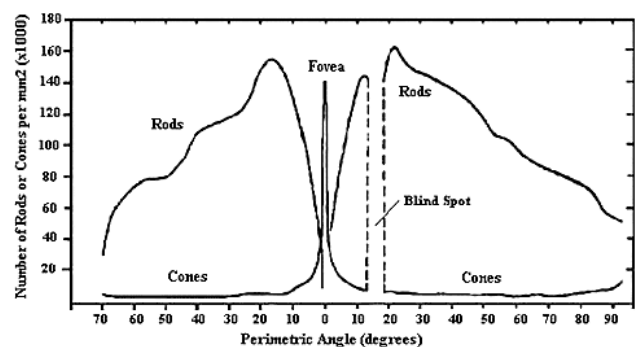
Bei der für einen Fahrer in dieser Situation typischen Blickrichtung wird der Reflex in einem Bereich zwischen 10° ... 20° abweichend von der Fovea Centralis, dem Ort der scharfen Abbildung sowie der höchsten Konzentration an Zapfen im Auge, abgebildet.

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

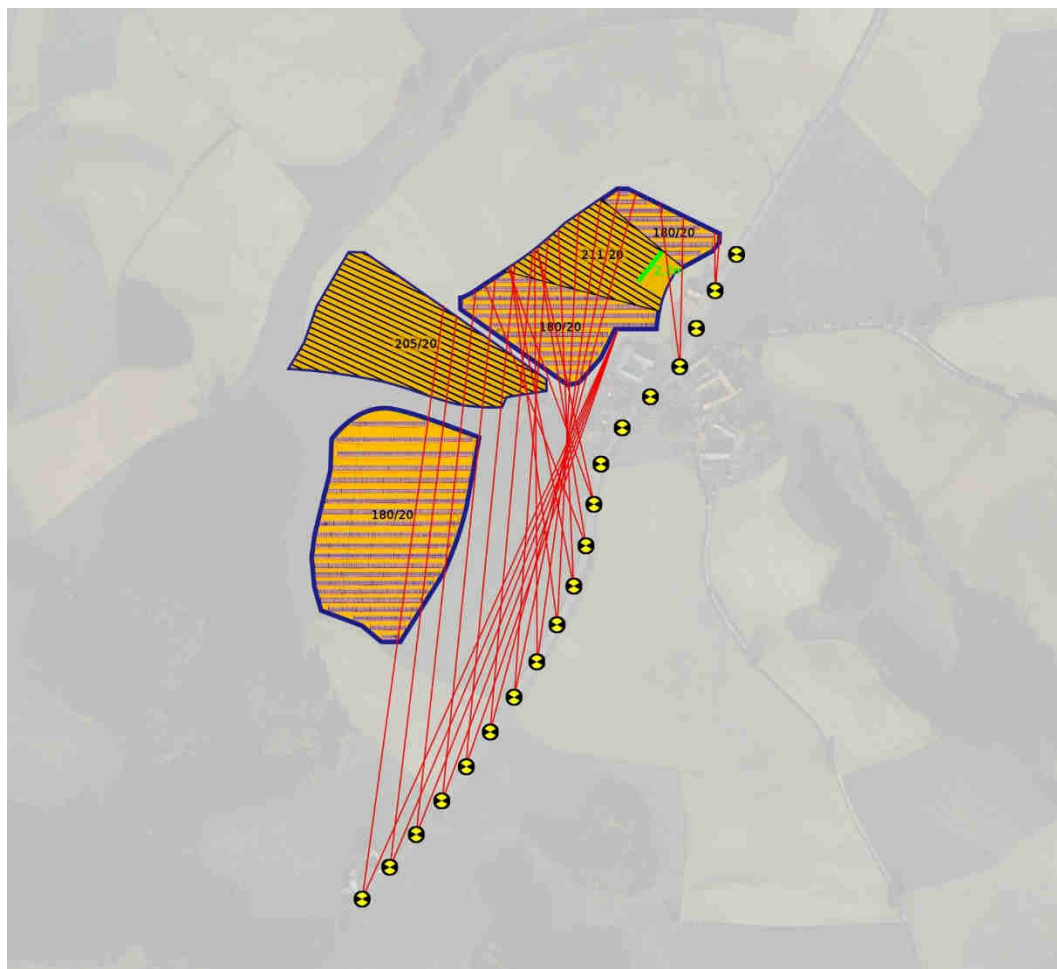
(From Osterberg, G., "Topography of the Layer of Rods and Cones in the Human Retina", Acta Ophthalmologica, Supplement, Vol. 6, 1-103, 1935)

Figure 2

4.3 Ermittlung der Störungen durch Direktreflexion und durch Streulicht durch Bündelaufweitung

Bundesstraße B15

Für die möglichen Immissionsorte auf der Bundesstraße B15 in Fahrtrichtung Nord können im relevanten Sichtfeld der Fahrer bis maximal 30° Abweichung von der Hauptblickrichtung Sichtverbindungen zur geplanten Photovoltaikanlage mit Beobachter-Azimutwinkeln zwischen ca. 159° Südsüdost und 224° Südwest bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca. -0,8° und +2,6° 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 62° von der Hauptblickrichtung der Fahrer abweichen. Diese hohen Reflexleuchtdichten werden zwar im peripheren Sichtfeld wahrgenommen, sie sind für die Sicherheit des Verkehrs auf der Bundesstraße jedoch von untergeordneter Bedeutung.

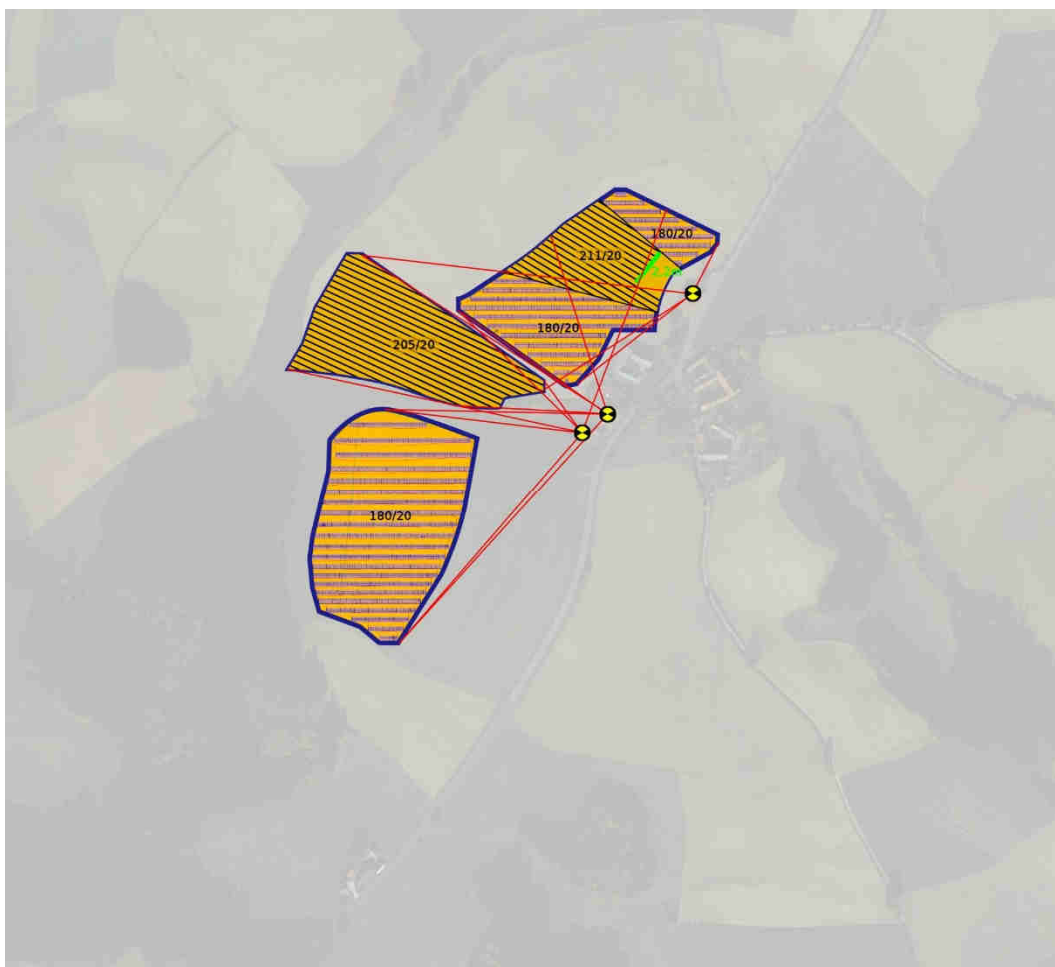
Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Eppenreuth

Hier sind keine störenden Blendwirkungen zu erwarten.

Wohnbebauung Eppenreuth

In der östlich der Anlage liegenden Wohnbebauung der Ortschaft Eppenreuth bestehen von einigen Gebäuden aus Sichtverbindungen zu den Moduloberflächen, die hinsichtlich einer möglichen Blendung relevant sein können.

Vom Auftraggeber wurden die nachfolgend markierten konkreten Punkte benannt, die hier zu untersuchen waren.



Die übrige Wohnbebauung mit relevante Sichtachsen zur gegenständlichen Anlage in diesem Bereich liegt im Eigentum der Verpächter der Flächen der Anlage, so daß hier Einverständnis zu eventuellen Blendwirkungen besteht.

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

Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Eppenreuth

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/Tag angesetzt.

Die übrigen, unter ähnlichen Winkelverhältnissen liegenden Punkte können aus diesen Ergebnissen interpoliert werden.

nördlich liegende Wohnbebauung

Der kritischste Punkt bei diesem Gebäude ist der nach Westen zeigende Balkon.

Die Blickwinkel werden durch die Position der Anlage begrenzt.

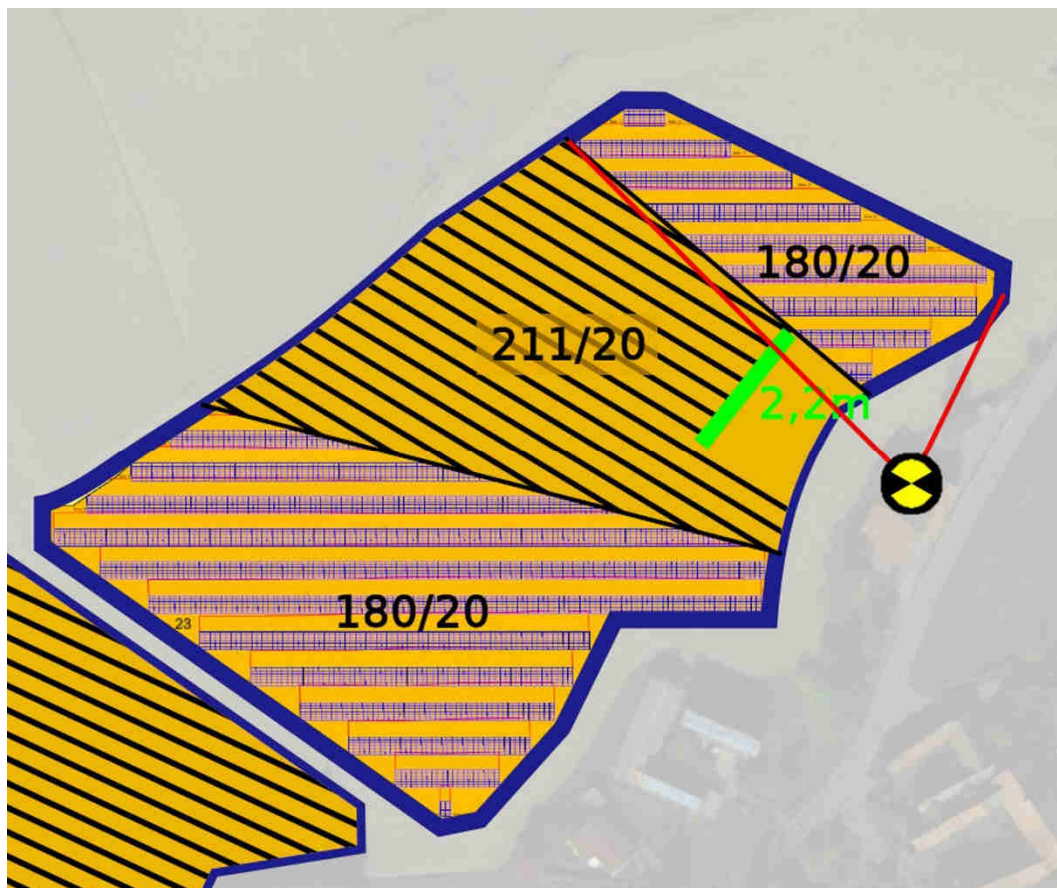
Von hier aus können die Modulkonstruktionen des südlichen und des mittleren Modulfeldes sowie die des südlichen Teils des nördlichen Modulfeldes nur von hinten gesehen werden.



Licht-Immissionsgutachten
Photovoltaikanlage Eppenreuth

Daher wird nachfolgend nur noch das nördliche Modulfeld betrachtet.

Von dem markierten Punkt aus können beim Blick zu den Moduloberflächen des nördlichen Teils dieses Modulfeldes mit Südausrichtung und 20° Aufneigung Beobachter-Azimutwinkel zwischen ca. 135° Südost und 207° Südsüdwest bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca. +0,5° und +8,5° vorliegen.

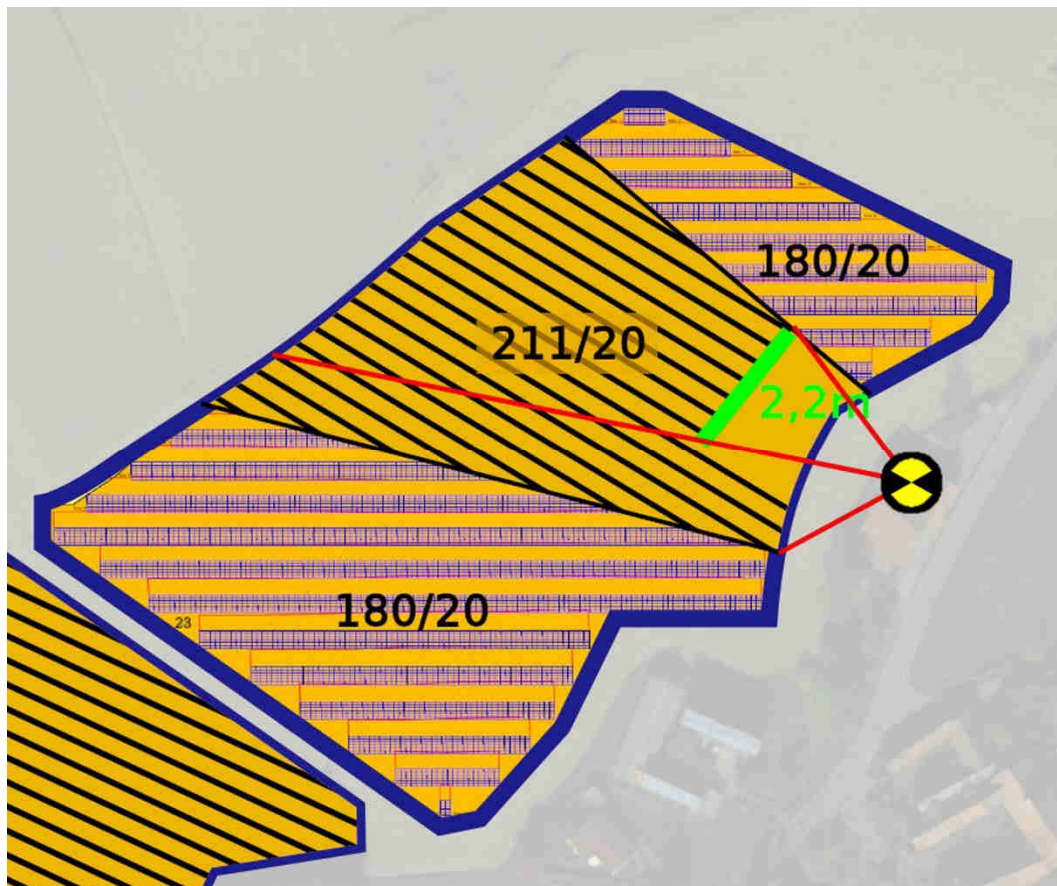


Es wurden keine Sonnenstände ermittelt, die bei der gegebenen Situation und an diesem Standort Blendreflexionen in Richtung der relevanten Blickrichtungen auslösen können.

Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Eppenreuth

Zu den Moduloberflächen des mittleren Segments des nördlichen Modulfeldes sind Sichtverbindungen mit Beobachter-Azimutwinkeln zwischen ca. 61° Ostnordost und 143° Südost bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca. $+3,5^\circ$ und $+6,5^\circ$ vorliegen.

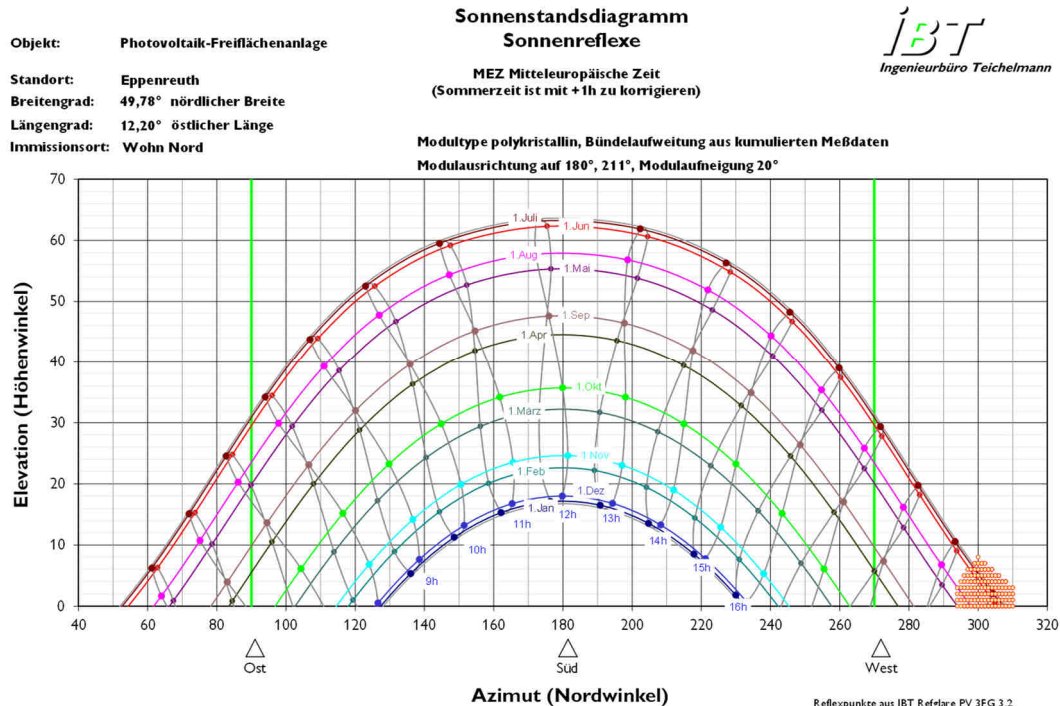
In dem Bereich, in dem der grün markierte Sichtschutz eingezeichnet ist, werden die Beobachter-Elevationswinkel durch diesen Sichtschutz auf maximal ca. $5,5^\circ$ begrenzt.



Durch die optimierte Ausrichtung der Module des mittleren Segments dieses Modulfeldes auf 211° Südsüdwest bei 20° Aufneigung treten in dieser Situation in Richtung der vermerkten Beobachter nur Reflexionen bei sehr tief stehender Sonne auf.

Licht-Immissionsgutachten
Photovoltaikanlage Eppenreuth

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 Mai bis August können bei entsprechenden Sonnenständen in den Abendstunden kurz vor Sonnenuntergang also Reflexionen mit Leuchtdichten bis zu ca. 1 ... 5 Mio cd/m² in Richtung dieses Bereiches der westlich liegenden Wohnbebauung entstehen, die unter sehr kleinen Blickwinkeldifferenzen bis maximal ca. 10° 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 und durch den Sichtschutz zum großen Teil abgeschattet.

Licht-Immissionsgutachten
Photovoltaikanlage Eppenreuth

Die Module des südlichen, mit 20° Aufneigung nach Süden ausgerichteten Teils des nördlichen Modulfeldes können bei freien Sichtachsen unter Beobachter-Azimutwinkeln zwischen ca. 52° Nordost und 96° Ost bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca. +3,5° und +8,5° vorliegen. Unter diesen Blickwinkeln können lediglich von den Modulen am nördlichen Rand dieses Segmentes Sonnenlichtreflexionen auftreten, die aus Sicht dieser Beobachter unter kleinen Blickwinkeldifferenzen < ca. 3,5° zur Sonne gesehen werden.



Analog zu den vorhergehenden Erläuterungen werden solche Reflexionen wegen der Überlagerung durch die Direktblendung der Sonne nicht als zusätzliche Blendung eingestuft.

In Richtung dieses Gebäudes sind somit keine störenden oder unzumutbaren Blendwirkungen an den Moduloberflächen der untersuchten PV-Anlage zu erwarten.

Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Eppenreuth

Südlich liegende Wohnbebauung

Die Module des nördlich liegenden Modulfeldes können von der südlich liegenden Bebauung unter Beobachter-Azimutwinkeln zwischen ca. 124° Südost und 221° Südwest bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca. $-0,8^\circ$ und $+1,4^\circ$ vorliegen.



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

Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Eppenreuth

Die Module des mittleren, mit 20° Aufneigung auf Azimut 205° Südsüdwest ausgerichteten Modulfeldes können von dieser Bebauung aus unter Beobachter-Azimutwinkeln zwischen ca. 93° Ost und 143° Südost bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca. +0,5° und +1,6° gesehen werden.



Zu den Modulen des südlichen Modulfeldes können in dieser Bebauung Beobachter-Azimutwinkel zwischen ca. 41° Nordost und 93° Ost bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca. +1,5° und +4,8° vorliegen.

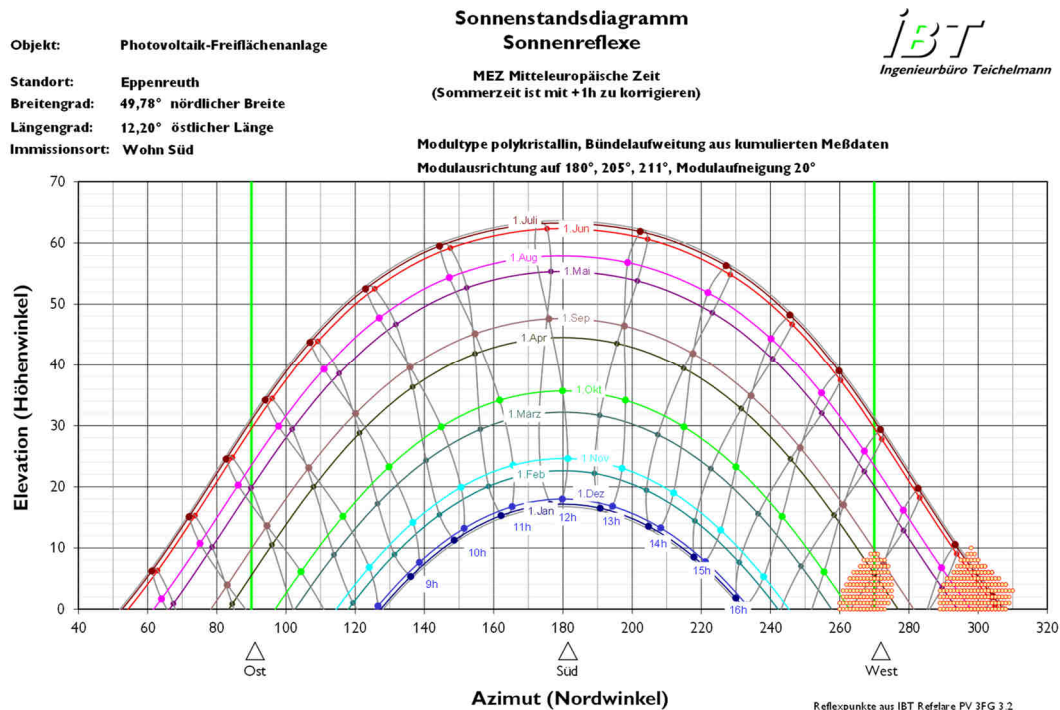
Dabei ist lediglich ein sehr flacher Blick auf die Moduloberflächen der beiden nördlichsten Modulreihen möglich.



Beide Modulfelder werden hier gemeinsam betrachtet.

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 Eppenreuth



Die unterschiedlich ausgerichteten Modulreihen äußern sich in diesem Fall in zwei separaten Punktwolken.

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.

Somit sind bei Ausführung der Photovoltaikanlage nach der vorliegenden Planung und bei Realisierung der vorgesehenen Ausrichtungen der Modulreihen sowie der vorgesehenen Sichtschutzmaßnahmen keine störenden oder unzumutbaren von der geplanten Photovoltaikanlage ausgehenden Blendwirkungen durch Sonnenlichtreflexionen 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 Eppenreuth sind bei Ausführung der Anlage gemäß des vorliegenden, im Vorfeld hinsichtlich der Blendwirkung optimierten Konzeptes und unter Realisierung der vorgesehenen Sichtschutzmaßnahme keine Störungen auf der Bundesstraße B15 oder der östlich liegenden relevanten Wohnbebauung durch von den Moduloberflächen ausgehende Blendreflexionen zu erwarten.

In Richtung der Bundesstraße B15 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 relevante Störung des Verkehrs darstellen.

In Richtung der als relevant festgelegten 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.

18.09.2020
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.

IBT 4Light GmbH / Boenerstr. 34 / 90765 Fürth

Bos.ten AG

Franz-von-Taxis-Ring 30-32
93049 Regensburg

IBT 4Light GmbH
Boenerstraße 34
90765 Fürth

Telefon +49 (911) - 979155-91
Telefax +49 (911) - 979155-93

IBT@4Light.de

Ihre Nachricht

Datum
02.11.2020

Lichtimmissionsgutachten PV Eppenreuth mit GA-Nr. Te-200909-E-1: ergänzende Betrachtung der östlich liegenden Wohnbebauung

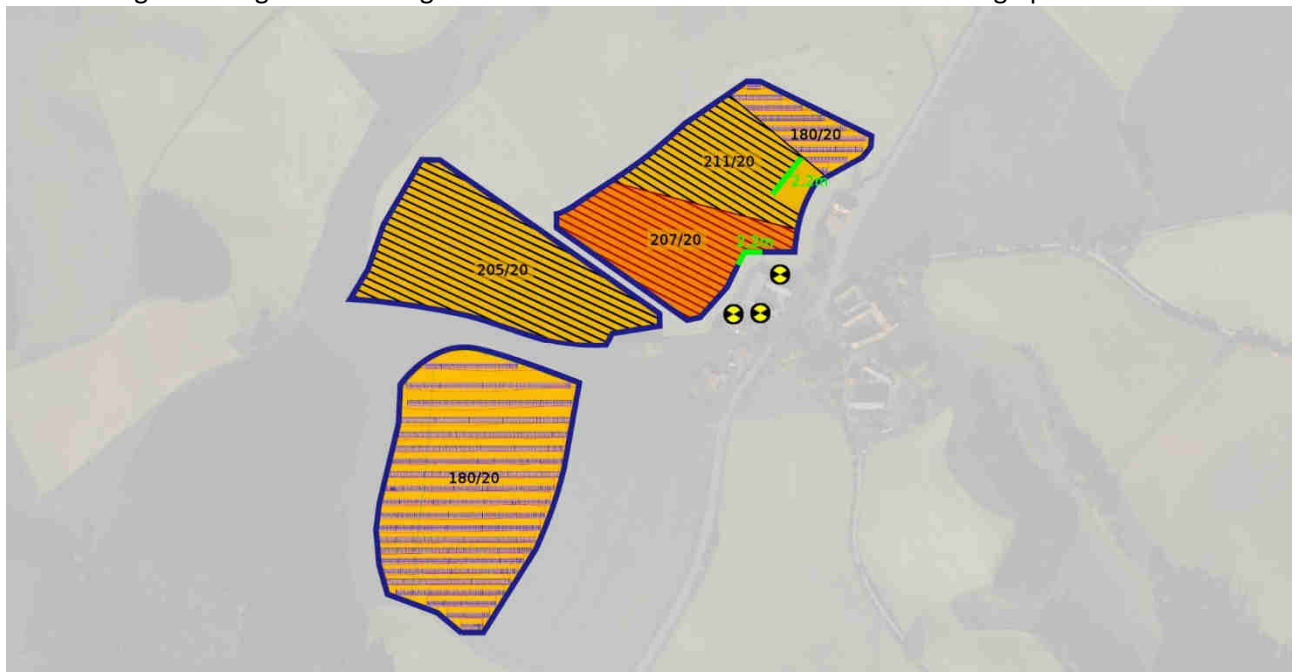
Sehr geehrte Damen und Herren,

wir nehmen Bezug auf Ihre Anfrage bzgl. des durch uns erstellten Lichtimmissionsgutachtens hinsichtlich einer ergänzenden Betrachtung der östlich des nördlichen Modulfeldes der geplanten PV-Anlage Eppenreuth liegenden Wohnbebauung bzgl. der zu erwartenden Blendwirkungen durch Sonnenlicht-reflexionen an den Moduloberflächen.

Diese Wohnbebauung wurde im Hauptgutachten auftragsgemäß nicht mit untersucht, weil es sich hier um Gebäude im Eigentum und in Nutzung der Verpächter der Fläche handelt, bei denen von Einverständnis zur eventuell auftretenden Blendwirkungen auszugehen ist.

Die Rahmenbedingungen der nachfolgenden Betrachtung entsprechen denen des Hauptgutachtens zum oben genannten Projekt mit GA-Nr. Te-200909-E-1.

Die Planung der Anlagenausführung wurde im Vorfeld hinsichtlich der Blendwirkung optimiert.



Te200909E1E1 AS Ergänzung LEM PV Eppenreuth.docx

IBT 4Light GmbH
Boenerstr. 34
90765 Fürth

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

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

Auf konkrete Anforderung sollen die den Verpächtern der Fläche gehörenden Gebäude ebenfalls hinsichtlich der möglichen Blendwirkungen betrachtet und optimiert werden.

Die dem Hauptgutachten zu Grunde liegende Anlagenplanung wurde zur Einhaltung der anzusetzenden Richtwerte an den nun neu zu betrachtenden insofern verändert, daß beim südlichen Teil des nördlichen Modulfeldes (in vorstehender Grafik rot markiert) nun eine Ausrichtung der Modulreihennormalen auf 207° Südsüdwest bei 20° Aufneigung vorgesehen ist.

Weiterhin soll an dem grün markierten Teil der Geländekante auf ca. 30 m Länge ein Sichtschutz mit 2,20 m wirksamer Höhe realisiert werden.

Ein solcher Sichtschutz kann eine bauliche Maßnahme (z.B. Platten oder textiler Sichtschutz am Zaun) oder eine entsprechend hohe und dichte Eingrünung sein, die in dem entsprechenden Zeitraum belaubt ist. Bei Realisierung des Sichtschutzes in Form von Bewuchs sind ggf. bis zum Erreichen des endgültig wirksamen Vegetationszustandes entsprechende Zwischenmaßnahmen zu treffen.

Diese Maßnahmen zur Vermeidung der möglichen Blendwirkung in Richtung der markierten Bebauung ist nur dann erforderlich, wenn sich in dieser Bebauung tatsächlich als relevant im Sinne des zu Grunde liegenden Bewertungsverfahrens des LAI einzuordnende Räume mit relevanten Sichtachsen zu den Moduloberflächen der gegenständlichen Anlage befinden.

Nachdem sich diese Gebäude nach den vorliegenden Angaben im Eigentum und in Nutzung der Verpächter der gegenständlichen Fläche befinden und hier von Einverständnis der Betroffenen mit möglichen Blendwirkungen auszugehen ist, ist dies ggf. noch mal zu prüfen.

Die übrigen Anlagenparameter entsprechen den im Hauptgutachten mit GA-Nr. Te-200909-E-1 erläuterten Gegebenheiten. Es wird diesbezüglich auf die im genannten Hauptgutachten angestellten Erläuterungen und Untersuchungen verwiesen.

Es wurden jeweils Eckpunkt Betrachtungen zur Erlangung einer qualitativen Aussage durchgeführt.

Betrachtet wurden hier auftragsgemäß die oben markierten Punkte in der östlich bzw. südöstlich des nördlichen Modulfeldes liegenden Bebauung.

Durch Berechnungen der Winkelbeziehungen zwischen den möglichen Sonnenständen über den Verlauf des Jahres, die Ausricht- und Neigungswinkel der PV-Module und den festgelegten Beobachtern auf der vorbeiführenden Straße und in der umliegenden Wohnbebauung wurde in Kenntnistiefe einer Kurzstellungnahme untersucht, inwieweit Blendwirkungen in Richtung der festgelegten Beobachter auftreten können.

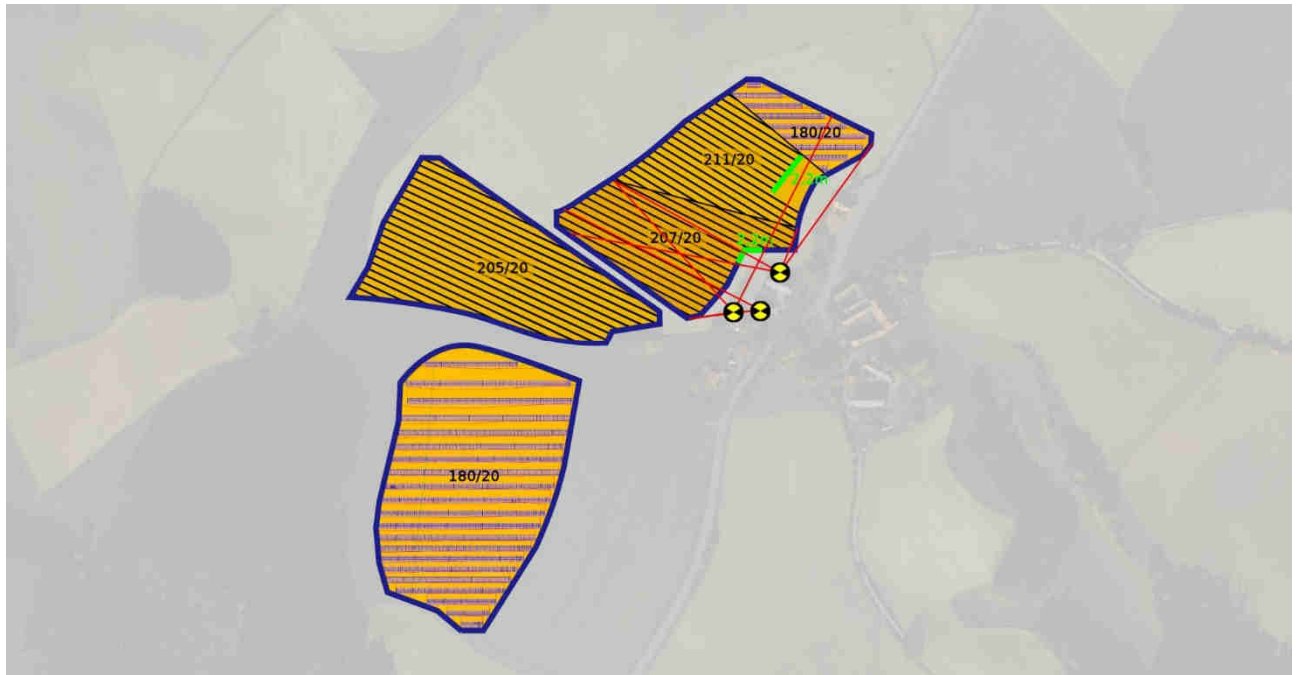
Die nachfolgende Bewertung bezieht sich auf die gesamte zu Grunde gelegte Fläche und auf die genannten Rahmenbedingungen (Ausrichtung und Aufneigung der Module, Bauhöhe der Modulkonstruktionen, Querneigung, Art der Module usw.). Kleine Änderungen innerhalb dieser Parameter wie z.B. leicht veränderte 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.

Nördliches Modulfeld:

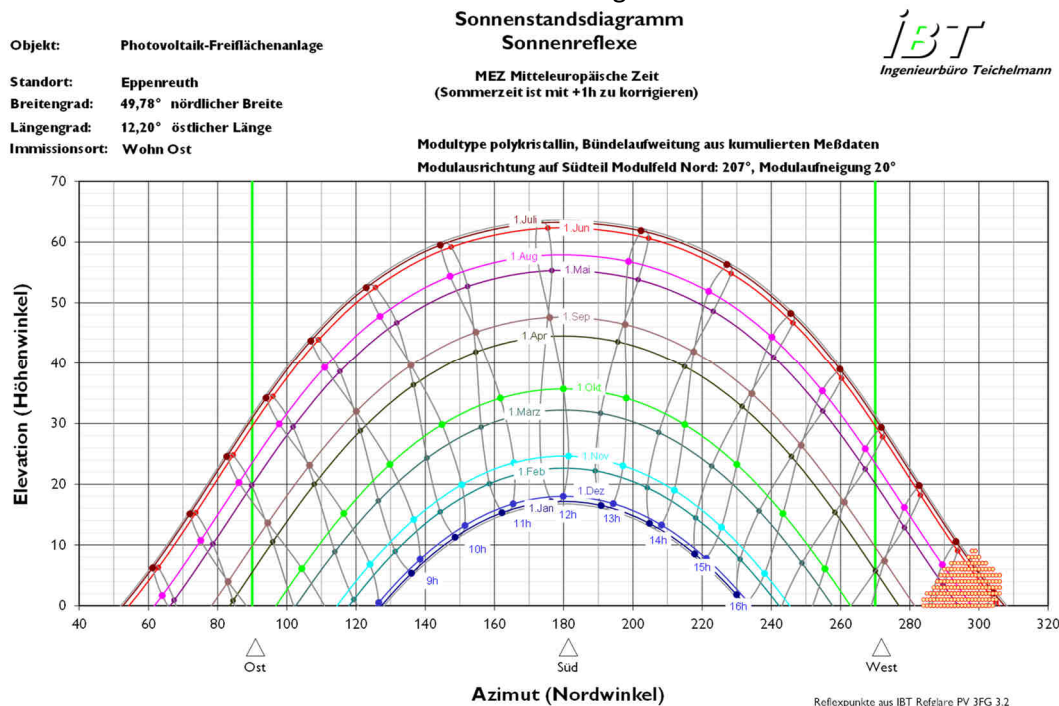
Für Beobachter in der hier untersuchten Bebauung können die PV-Module des südlichen Teils des nördlichen Modulfeldes unter Beobachter-Azimutwinkeln zwischen ca. 82° Ost und 138° Südost und bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca. +1,2° und +7,8° gesehen werden.

Die Blickwinkel werden durch die dazwischenliegende Bebauung teilweise begrenzt und eingeschränkt.



In dem Bereich, in dem der Sichtschutz wirkt, werden die Beobachter-Elevationswinkel auf maximal ca. $4,7^\circ$ begrenzt.

In diese Blickrichtungen können bei freien Sichtachsen und entsprechenden Sonnenständen in den Abendstunden der Monate April bis August Reflexionen bei sehr tief stehender Sonne entstehen, die unter kleinen Blickwinkeldifferenzen zur Sonnenscheibe $< ca. 10^\circ$ 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 sind solche Reflexionen nicht als Blendung zu qualifizieren.

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

Daher sind in diese Richtung bei Ausführung der Modulreihen dieses südlichen Teils des nördlichen Modulfeldes auf 207° Südsüdwest bei 20° Aufneigung und bei Realisierung der vorgesehenen Sichtschutzmaßnahme keine störenden oder unzumutbaren, von der gegenständlichen PV-Anlage ausgehenden Blendwirkungen oberhalb der anzusetzenden Richtwerte zu erwarten.

Für die weiter nördlich liegenden Teile des nördlichen Modulfeldes sowie für das mittlere und das südliche Modulfeld der geplanten Anlage wurden keine Sonnenstände ermittelt, die bei der geplanten Anlagengeometrie und an diesem Standort Blendreflexionen in Richtung der markierten, hier untersuchten Bebauung auslösen können.

Insofern sind bei Ausführung der PV-Anlage nach dem vorgelegten Konzept und bei Realisierung der hier untersuchten Ausrichtung der Modulreihen und Sichtschutzmaßnahmen keine störenden oder unzumutbaren Blendwirkungen oberhalb der anzusetzenden Richtwerte gemäß des Anhangs 2 der „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen“, Anhang 2 (LAI 2012, Stand Anhang 2: 2015) in Richtung der umliegenden Wohnbebauung zu erwarten.

Bitte sprechen Sie uns an, wenn Sie dazu Fragen oder Anmerkungen haben.
Für Rückfragen stehen wir gern zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen



Jens Teichelmann
IBT 4Light GmbH

