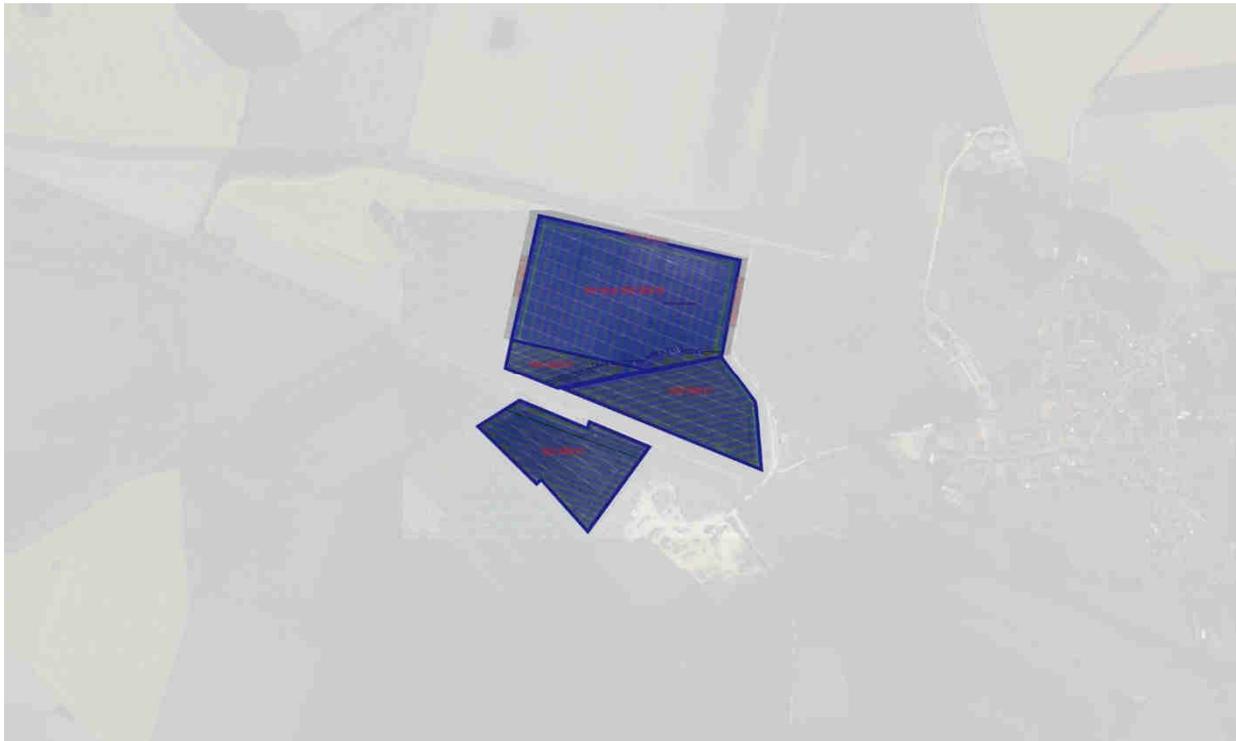


**Gutachten
über die zu erwartende Blendung
durch Sonnenreflexionen
der geplanten
Photovoltaikanlage Steinfeld**



GA-Nummer: Te-240515-S-1

Im Auftrag von
Bürgersolarpark Steinfeld GmbH & Co. KG
Steinfeld

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

Fürth, 30.09.2024

Licht-Immissionsgutachten
Photovoltaikanlage Steinfeld

Auftraggeber:

Bürgersolarpark Steinfeld GmbH & Co. KG

Steinfelder Dorfstraße 5
39628 Bismark OT Steinfeld

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	6
2.1 Aufgabenstellung, Zweck des Gutachtens	6
2.2 Tatsachenfeststellung, Beschreibung der Situation	7
2.3 Zur Verfügung stehende Unterlagen	11
2.4 Verwendete Hilfsmittel	11
2.5 Verwendetes Schrifttum und Quellen	12
3 Vorgehensweise Berechnung und Bewertung der Sonnenreflexion an den Photovoltaikmodulen	13
3.1 Grundlegende Methodik	13
3.2 Ortstermin, beteiligte Personen	14
4 Schutzgut Mensch: Ergebnisse und Auswertung der an den Immissionsorten erreichten Reflexionswerte	15
4.1 Ermittlung der Eckpunkte des Reflexionsverhaltens der Photovoltaikmodule	15
4.2 Ermittlung der möglicherweise relevanten Immissionsorte	17
4.3 Ermittlung der Störungen durch Direktreflexion und durch Streulicht durch Bündelaufweitung	20
5 Schutzgut Fauna: Auswirkungen der Lichtimmissionen durch Sonnenreflexion auf Tiere	36
6 Zusammenfassung und Erörterung der Ergebnisse	37

1 Extrakt

Im Auftrag der Bürgersolarpark Steinfeld GmbH & Co. KG in Steinfeld wurde die geplante Photovoltaik-Freiflächenanlage Steinfeld südlich der Landesstraße L15, nördlich und südlich der Bahnstrecke und westlich der Ortschaft Steinfeld (Altmark) und der Straße „Zur Sandgrube“ hinsichtlich der auf der Landesstraße L15, der Bahnstrecke, der östlich der Fläche verlaufenden Straße „Zur Sandgrube“ und in der nordöstlich der Fläche liegenden Wohnbebauung von Steinfeld zu erwartenden Blendung durch Sonnenreflexion untersucht.

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

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

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

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

Durch die Realisierung der untersuchten Photovoltaik-Freiflächenanlage sind bei Ausführung der Anlage gemäß des uns vorliegenden, im Vorfeld bzgl. der Blendung optimierten Konzeptes und bei Realisierung der vorgesehenen Ausrichtung der Modulreihen keine störenden oder unzumutbaren Blendwirkungen durch Sonnenlichtreflexionen auf der Landesstraße L15, der Bahnstrecke, der östlich der Fläche verlaufenden Straße „Zur Sandgrube“ und in der nordöstlich der Fläche liegenden Wohnbebauung von Steinfeld zu erwarten.

Möglicherweise auftretende Reflexionen in Richtung der Bahnstrecke, der Straße „Zur Sandgrube“ und der östlich 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.

In Richtung der nordöstlich der Fläche liegenden Wohnbebauung von Steinfeld können bei entsprechenden Sonnenständen kleinflächige Direktreflexionen des Sonnenlichtes auftreten,

Licht-Immissionsgutachten
Photovoltaikanlage Steinfeld

die auf Grund der vorliegenden großen Entfernung von mehr als ca. 800 m zu den relevanten Modulen nicht als unzumutbare Störung eingeschätzt wird.

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 Bürgersolarpark Steinfeld GmbH & Co. KG in Steinfeld war die geplante Photovoltaik-Freiflächenanlage Steinfeld südlich der Landesstraße L15, nördlich und südlich der Bahnstrecke und westlich der Ortschaft Steinfeld (Altmark) und der Straße „Zur Sandgrube“ auf folgende Punkte hin zu prüfen:

- Prüfung der geplanten Anlagen-Ausführung auf mögliche Störwirkungen durch direkte Sonnenreflexion an den möglichen Immissionsorten auf der Landesstraße L15, der Bahnstrecke, der östlich der Fläche verlaufenden Straße „Zur Sandgrube“ und in der nordöstlich der Fläche liegenden Wohnbebauung von Steinfeld bei statischer Ausführung der Anlage
- Prüfung der geplanten Anlagen-Ausführung auf mögliche Störwirkungen durch Streuwirkung der Sonnenreflexion auf der Glasoberfläche oder des Rahmens der Module an den festgelegten möglichen Immissionsorten

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

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

2.2 Tatsachenfeststellung, Beschreibung der Situation

Bei der zu betrachtenden geplanten Anlage handelt es sich um eine Photovoltaik-Freiflächenanlage, die auf einer momentan noch landwirtschaftlich genutzten Fläche Steinfeld südlich der Landesstraße L15, nördlich und südlich der Bahnstrecke und westlich der Ortschaft Steinfeld (Altmark) und der Straße „Zur Sandgrube“ in dem gekennzeichneten Bereich montiert werden soll.

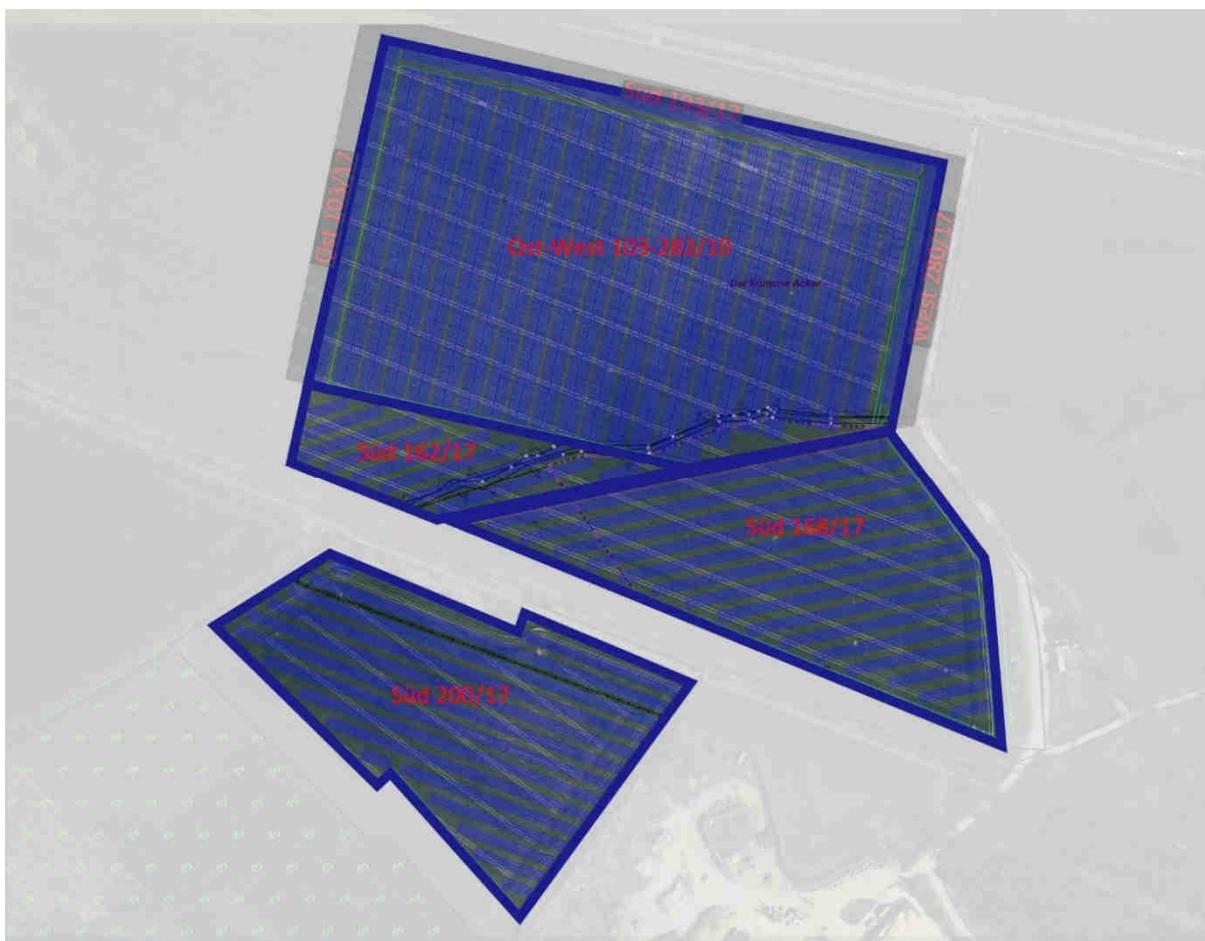
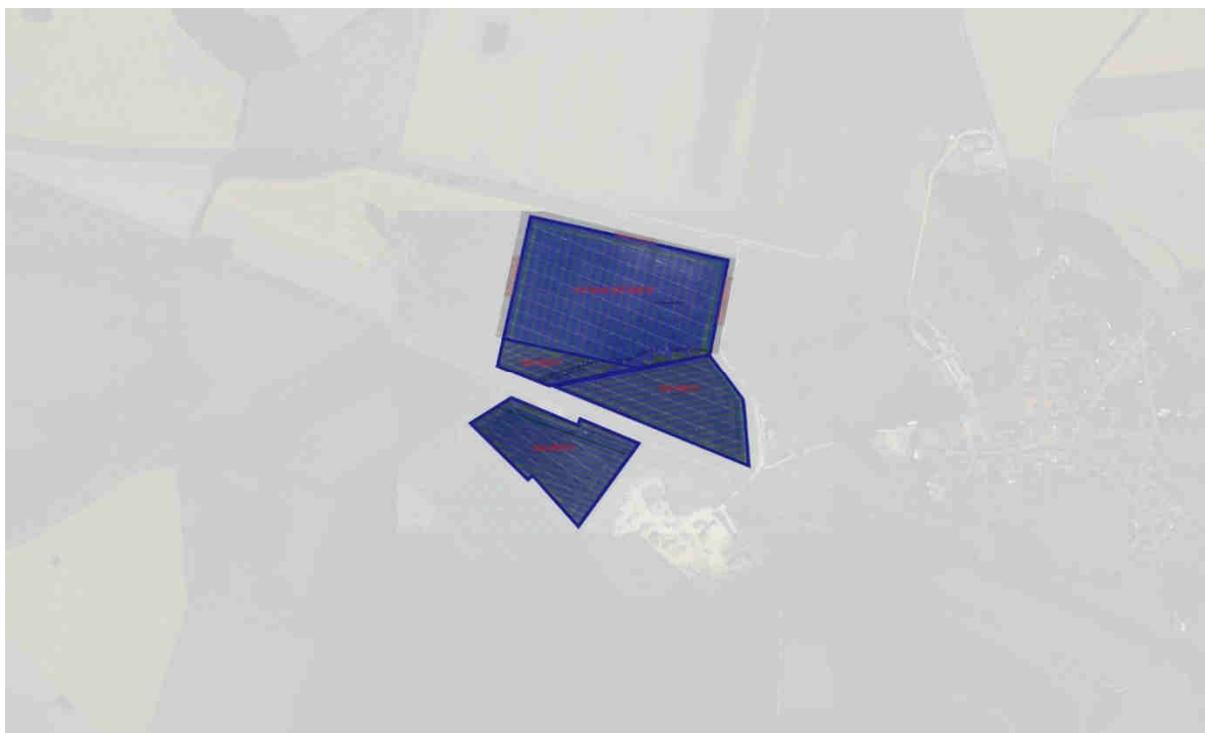
Die Ausrichtung der Modulreihen wurde im Vorfeld über ein iteratives Rechenverfahren hinsichtlich der Blendwirkung durch Sonnenlichtreflexionen zu den umliegenden Immissionsorten hin optimiert.

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

- Nördliches Modulfeld: Anordnung der PV-Module in einer um 13° verdrehten Ost-West-Anordnung mit Ausrichtung der Modulreihennormalen auf 283° Westnordwest bzw. auf 103° Ostsüdost bei einer Aufneigung der Giebelflanken auf 10°
 - o Dieses nördliche Modulfeld soll an der westlichen, nördlichen und östlichen Seite von jeweils einer Modulreihe eingerahmt werden, die mit den Moduloberflächen in Richtung des Inneren der Fläche und somit mit den Rückseiten der Modulkonstruktionen nach außen zeigen.
 - o Daraus ergeben sich für diese Einzelreihen die folgenden Ausrichtungen:
 - West: Ausrichtung der Modulreihennormalen auf 103° Ostsüdost bei einer Aufneigung auf 17°
 - Nord: Ausrichtung der Modulreihennormalen auf 193° Südsüdwest bei einer Aufneigung auf 17°
 - Ost: Ausrichtung der Modulreihennormalen auf 280° West bei einer Aufneigung auf 17°
- Mittleres östliches Modulfeld: Ausrichtung der Modulreihennormalen auf 168° Südsüdost bei einer Aufneigung auf 17°
- Mittleres westliches Modulfeld: Ausrichtung der Modulreihennormalen auf 162° Südsüdost bei einer Aufneigung auf 17°
- südliches Modulfeld: Ausrichtung der Modulreihennormalen auf 200° Südsüdwest bei einer Aufneigung auf 17°

Die geplante Anordnung der Modulreihen wird nachfolgend gezeigt.

Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Steinfeld



Te240515S1 Photovoltaikanlage Steinfeld Gutachten über Lichtimmission durch Sonnenreflexion.docx

Licht-Immissionsgutachten
Photovoltaikanlage Steinfeld

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

Die maximale Höhe der Module mit den vorgesehenen Unterkonstruktionen soll laut Planung ca. 2,50 m (Ost-West-ausgerichteter Teil der Anlage) bzw. von 3,30 m bei den auf 17° aufgeneigten Modulreihen mit entsprechenden Toleranzen zum Geländeausgleich betragen.

Höhere oder niedrigere Bauhöhen sind grundsätzlich ebenfalls möglich.

Bzgl. der Ausführung der Modulreihen, die die Funktion einer Sichtschutzmaßnahme haben, verändert sich die wirksame Höhe dieser Modulreihen bei einer anderen Bauhöhe der dahinter liegenden Modulkonstruktionen entsprechend. Diese Höhen sind dann ggf. neu zu ermitteln.

Es soll hier eine statische Anlage betrachtet werden.

Das Gelände ist in sich sehr eben ohne nennenswerte Unebenheiten. Es ist davon auszugehen, daß bei Montage der Modulreihen in der vorgesehen Ausrichtung nur leichte Querneigungen zwischen ca. -1,7° ... 0° auftreten werden, die die resultierende Ausrichtung der Einzelmodule beeinflussen und die bei den weiteren Betrachtungen berücksichtigt werden müssen.

Südlich angrenzend an das Gelände verläuft von Nordost nach Südwest eine Bahnstrecke auf etwa gleichem Höhenniveau wie das jeweils angrenzende Gelände.

Östlich der Fläche verläuft in einer S-Kurve annähernd in Nord-Süd-Richtung die Straße „Zur Sandgrube“.

Nördlich der Fläche verläuft von Westen kommend und in Richtung Ostsüdost nach Steinfeld führend die Landesstraße L15.

Östlich des Geländes befindet sich die Bebauung der Ortschaft Steinfeld mit Wohn- und Nutzgebäuden.

Von hier aus werden mögliche Sichtverbindungen zu den gegenständlichen Moduloberflächen zum großen Teil durch dazwischenliegenden Bewuchs und Verbauung unterbrochen, so daß nach den bekannten Daten nur von einigen Punkten aus Sichtverbindungen zu jeweils Teilen der gegenständlichen PV-Anlage vorliegen.

Östlich des südlichen Modulfeldes befindet sich eine Kiesgrube.

Im östlichen und südlichen Bereich der Anlage befindet sich teilweise mehrreihiger dichter und hoher Bewuchs, dessen sichtachsenunterbrechende Wirkung nachfolgend mit berücksichtigt wird.

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

Licht-Immissionsgutachten
Photovoltaikanlage Steinfeld

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

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

An der westlichen, nördlichen und östlichen Geländekante des nördlichen Modulfeldes sind entsprechend ausgerichtete Modulreihen als Sichtschutzmaßnahmen vorgesehen.

Die beiden mittleren Modulfelder mit Ausrichtung der Modulreihen auf 162° Südsüdost bzw. 168° Südsüdost bei 17° Aufneigung erfüllen diese Funktion ebenfalls.

Grundsätzlich können diese Sichtschutzaufgaben auch durch andere Sichtschutzmaßnahmen realisiert werden.

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

Die wirksame Höhe dieses Sichtschutzes muß entweder durch Berechnung oder durch Anpeilen über eine Meßlatte anhand der nach Realisierung der Photovoltaikanlage vorliegenden Geländehöhen und der sichtbaren Modulflächen ermittelt werden. Eine überschlägige Ermittlung der wirksamen Höhen auf Basis der Geländehöhen aus Google Earth ergab bei der geplanten Bauhöhe der Modulkonstruktionen eine Höhe des Sichtschutzes von ca. 3,30 m.

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

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

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

Sofern punktuell über den Sichtschutz hinweg kleine Teile der PV-Anlage zu sehen sein können, so sind die bei solchen Situationen möglicherweise sichtbaren Reflexe in der Regel wegen der

Licht-Immissionsgutachten
Photovoltaikanlage Steinfeld

kleinflächigen und kurzzeitigen Wahrnehmung solcher Reflexionen vergleichbar mit alltäglichen Sonnenlichtreflexionen an gekippten Fenstern, Windschutzscheiben von Fahrzeugen oder ähnlichem. Bei solchen kleinflächigen und kurzzeitigen Reflexionen sind keine störenden oder unzumutbaren zu erwarten.

2.3 Zur Verfügung stehende Unterlagen

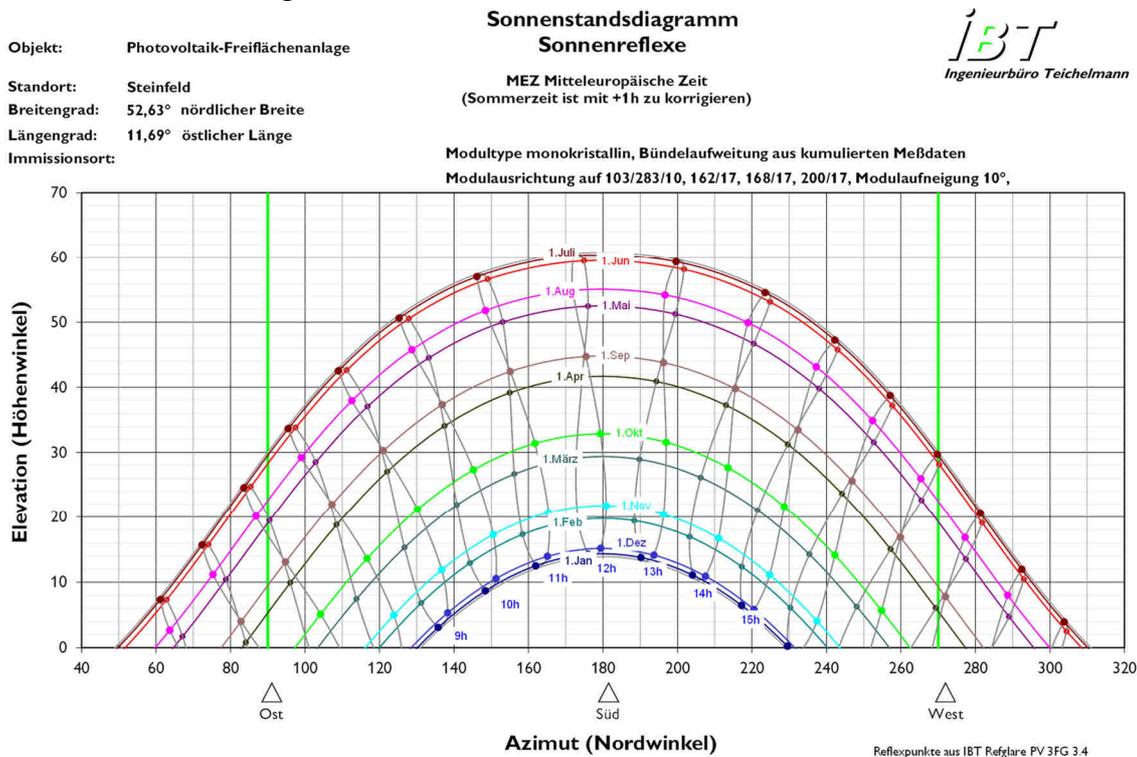
Die Begutachtung wurde anhand folgender vorliegender Unterlagen durchgeführt:

- Modulbelegungspläne/Pläne:
 - o P23028_Steinfeld_Layout_3_Rev_00.pdf
- Luftbild des Geländes, vom AG bereitgestellt
- Fotos von der Situation vor Ort aus Google Streetview

2.4 Verwendete Hilfsmittel

Für die Begutachtung wurden folgende Hilfsmittel verwendet:

- Sonnenstandsdiagramm MEZ für die Ortskoordinaten des Geländes



- Excel
- Reflexionsmatrixsoftware Refglare PV 3FG 3.4
- Sonnenbahnsoftware Sunway PV 1.11 MEZ

Te240515S1 Photovoltaikanlage Steinfeld Gutachten über Lichtimmission durch Sonnenreflexion.docx

Licht-Immissionsgutachten
Photovoltaikanlage Steinfeld

- Expositionsermittlungssoftware Sunway Exposure 1.1 MESZ
- Eckdaten aus Messungen der Reflexionsindikatrix und des Reflexionsgrades zur Ermittlung der Bündelaufweitung/Streuung an der Moduloberfläche an diversen poly- und monokristallinen Testmodulen verschiedener Typen und Hersteller mit Standard-Solarglas

2.5 Verwendetes Schrifttum und Quellen

Auf folgende Quellen wurde bei der Bewertung Bezug genommen:

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

3 Vorgehensweise Berechnung und Bewertung der Sonnenreflexion an den Photovoltaikmodulen

3.1 Grundlegende Methodik

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

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

Die Sonnenscheibe im Zenit hat bei klarer Sicht eine Leuchtdichte von ca. 1,6 Mrd cd/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 Steinfeld

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 und Angaben sowie auf Basis von Fotos der Situation vor Ort aus Google Streetview 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 Steinfeld



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 Steinfeld

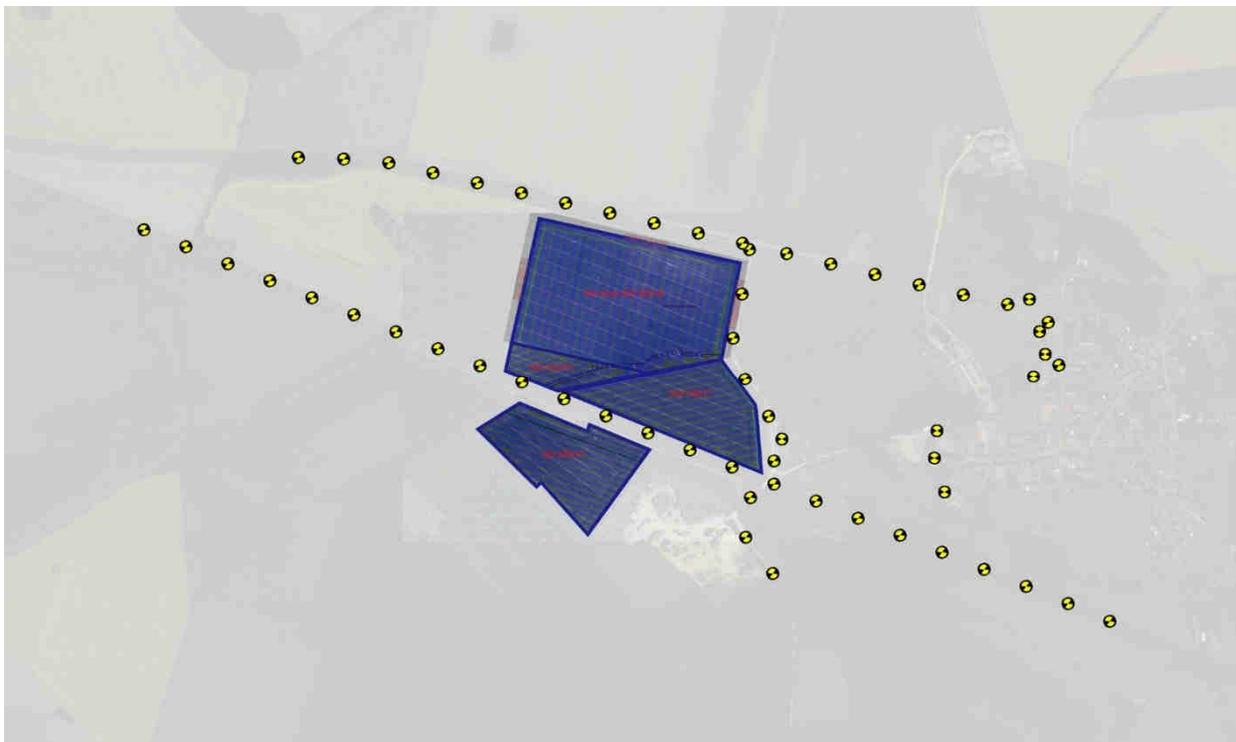
Die Messungen beziehen sich jeweils auf Oberflächen mit einer leichten Staubauflagerung, die bei der Messung simuliert wurde. Entsprechende stärkere Verschmutzungen, die in der Realität durchaus vorkommen, wirken sich mindernd auf die Leuchtdichte der Reflexion des Sonnenlichtes und stärker streuend 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 Landesstraße L15, der Bahnstrecke, der östlich der Fläche verlaufenden Straße „Zur Sandgrube“ und in der nordöstlich der Fläche liegenden Wohnbebauung von Steinfeld 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.

Licht-Immissionsgutachten
Photovoltaikanlage Steinfeld

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

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

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

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

Für diesen Ansatz eines relevanten Sichtfeldes bei der Bewertung von Lichtreflexionen für Fahrer, Lokomotivführer, Piloten oder ähnliches gibt es in Deutschland langjährige Erfahrungen. Dieser Ansatz erfolgt dabei in Anlehnung an verschiedene Richtlinien wie z.B. die Vorgaben des Fernstraßen-Bundesamtes, die in Österreich zur Bewertung von Blendung durch Sonnenlicht verwendete OVE-Richtlinie R 11-3 oder der ECE-Regelung für das vordere Sichtfeld bei KFZ und wird in ähnlicher Form mit einem kleineren Winkelbereich z.B. auch bei den autobahneigenen Blendschutzzäunen angewendet.

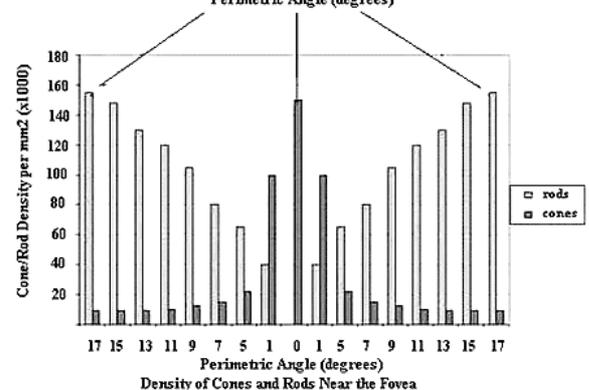
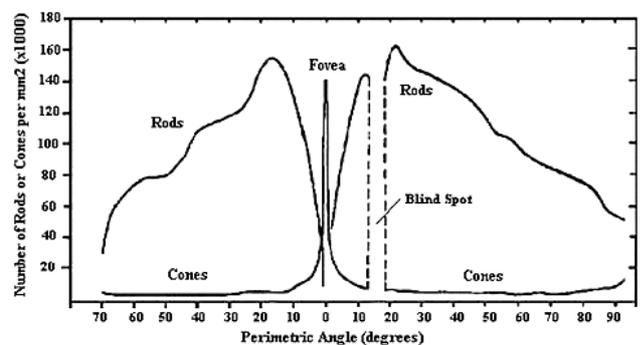
Durch den langjährigen Ansatz dieser Prämisse und die Tatsache, daß mittlerweile viele tausend PV-Anlagen unter Ansatz eines solchen relevanten Sichtfeldes auf den privilegierten Flächen entlang von Autobahnen, Verkehrsstraßen, Bahnstrecken, Flughäfen oder ähnlichem realisiert worden sind, entspricht dieser Ansatz dem Stand der Technik.

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

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

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

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



Distribution of Rods and Cones on the Human Retina

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

Figure 2

Licht-Immissionsgutachten
Photovoltaikanlage Steinfeld

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.

Daher sind bei stärker von der Hauptblickrichtung abweichenden Blickwinkeln keine störenden Direktblendung durch die Sonnenlichtreflexionen an den Moduloberflächen zu erwarten.

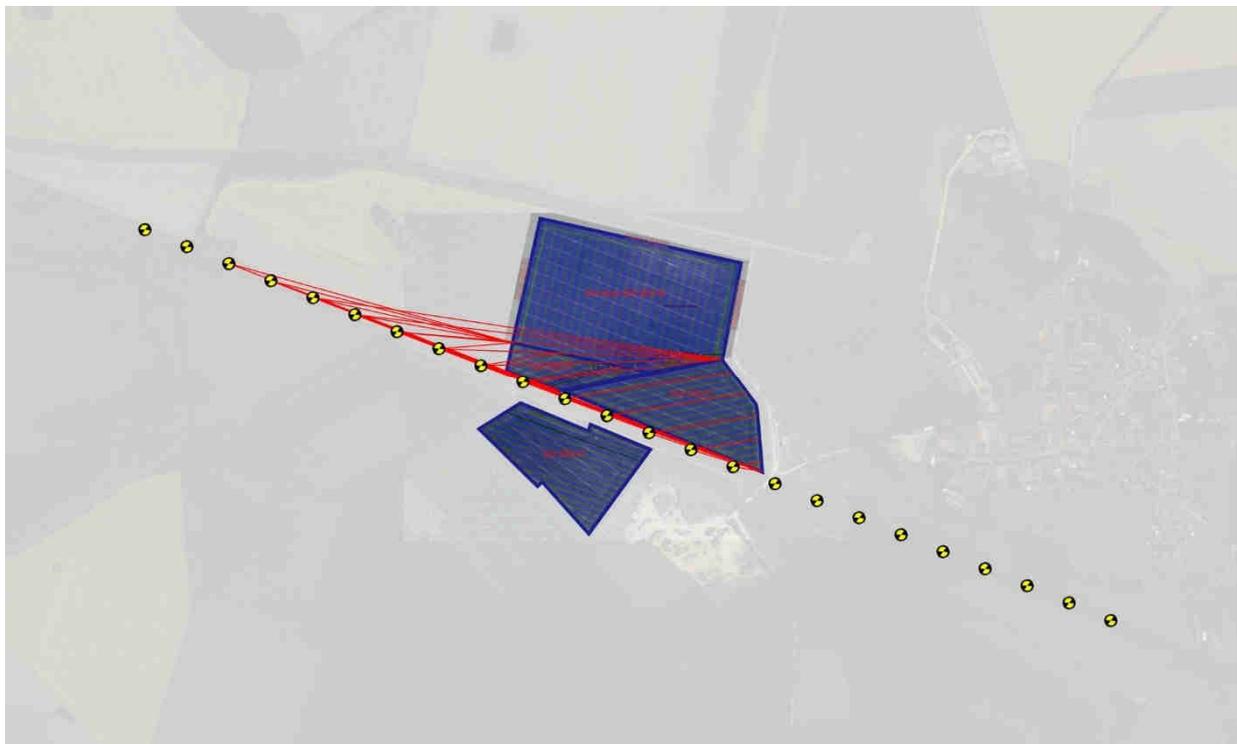
Insofern ist davon auszugehen, daß eine Differenzierung möglicher Direktreflexionen des Sonnenlichtes in kritische Blendreflexionen innerhalb des angesetzten relevanten Sichtfeldes der Fahrer und weitestgehend unkritische Sonnenlichtreflexionen außerhalb des relevanten Sichtfeldes der Fahrer die Relevanz dieser Reflexionen auf mögliche Beeinträchtigungen des Verkehrs in der Realität gut abgebildet und daß mögliche Gefährdungen der Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs auf den betreffenden Verkehrswegen durch diesen Ansatz gut eingeschätzt werden können.

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

4.3 Ermittlung der Störungen durch Direktreflexion und durch Streulicht durch Bündelaufweitung

Bahnstrecke

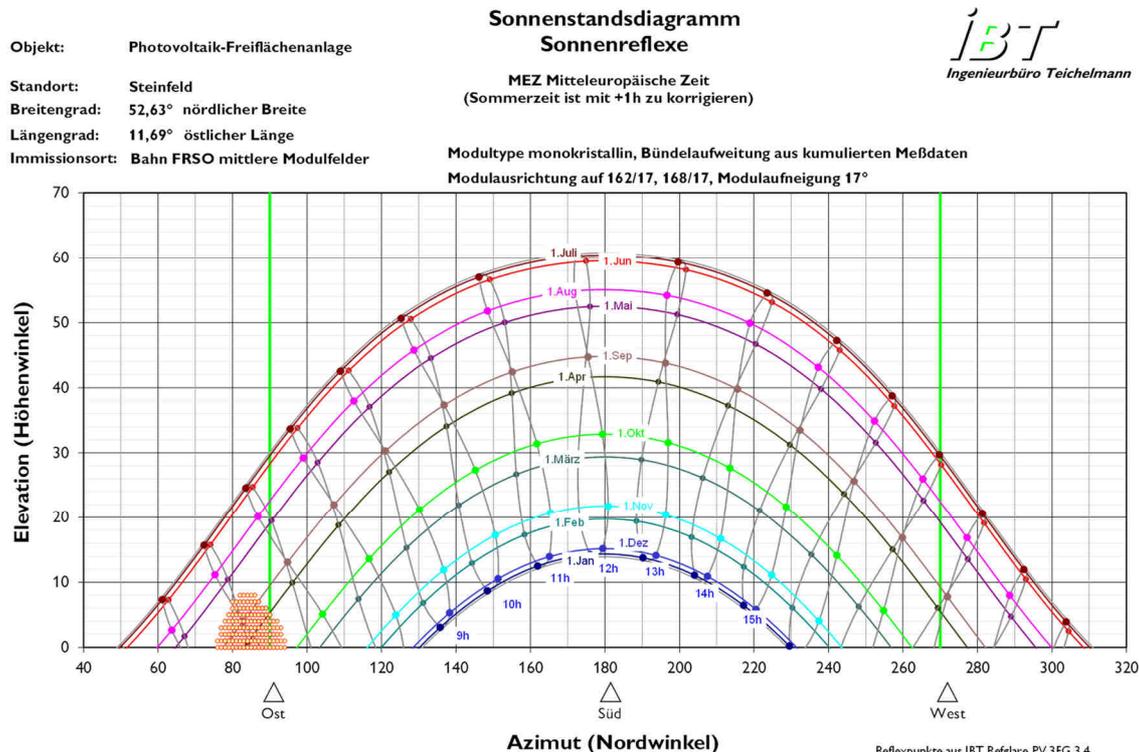
Für die möglichen Immissionsorte auf der Bahnstrecke in Fahrtrichtung Südost können bezogen auf die Moduloberflächen der beiden mittleren Modulfelder im relevanten Sichtfeld der Fahrer bis maximal 30° Abweichung von der Hauptblickrichtung Sichtverbindungen zur geplanten Photovoltaikanlage mit Beobachter-Azimutwinkeln zwischen ca. 261° West und 292° Westnordwest bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca. +0,5° und +5,7° vorliegen.



Durch die Ausrichtung dieser Module auf 162° Südsüdost bzw. 168° Südsüdost bei 127° Aufneigung treten in dieser Situation in Richtung der vermerkten Beobachter nur am äußeren linken Sichtfeldrand Reflexionen bei tief stehender Sonne auf.

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

Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Steinfeld



Die Stundenlinien im Sonnenbahndiagramm entsprechen der MEZ (mitteleuropäische Zeit = Winterzeit). Die in diesem Zeitraum gültige Sommerzeit (MESZ) muß mit +1h korrigiert werden. In den gekennzeichneten Zeiträumen der Monate März/April und August/September können in den frühen Morgenstunden kurz nach Sonnenaufgang bei entsprechenden Sonnenständen also Reflexionen mit Leuchtdichten bis zu ca. 1 ... 3 Mio cd/m² in Richtung dieses Bereiches der Bahnstrecke 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.

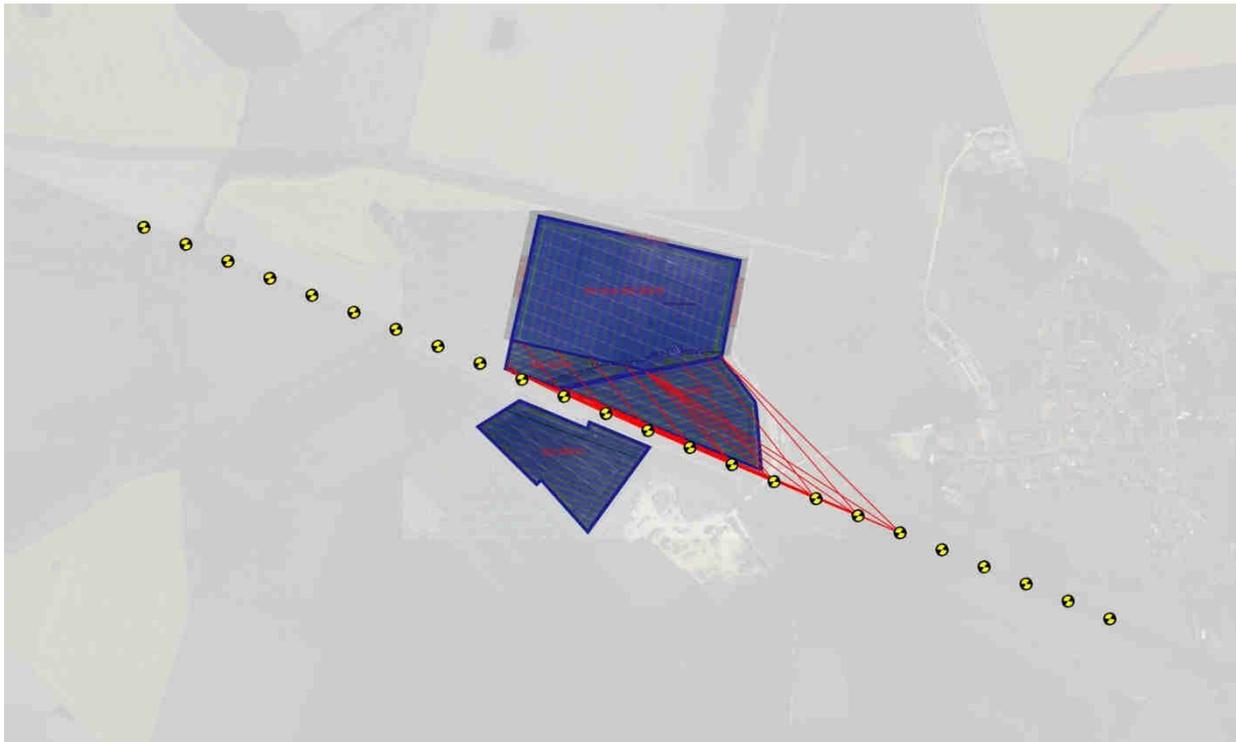
Nach dem von der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz angesetzten Bewertungsverfahren /1/ sind solche Reflexionen nicht als Blendung zu qualifizieren.

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.

Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Steinfeld

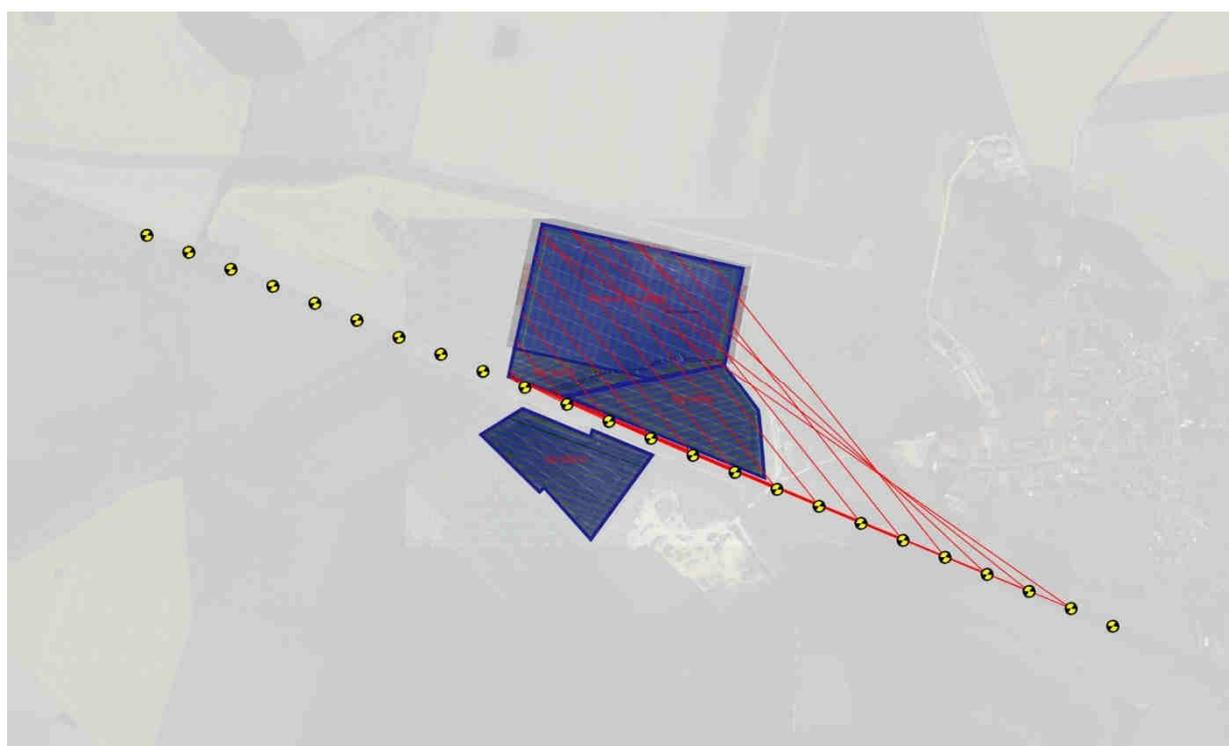
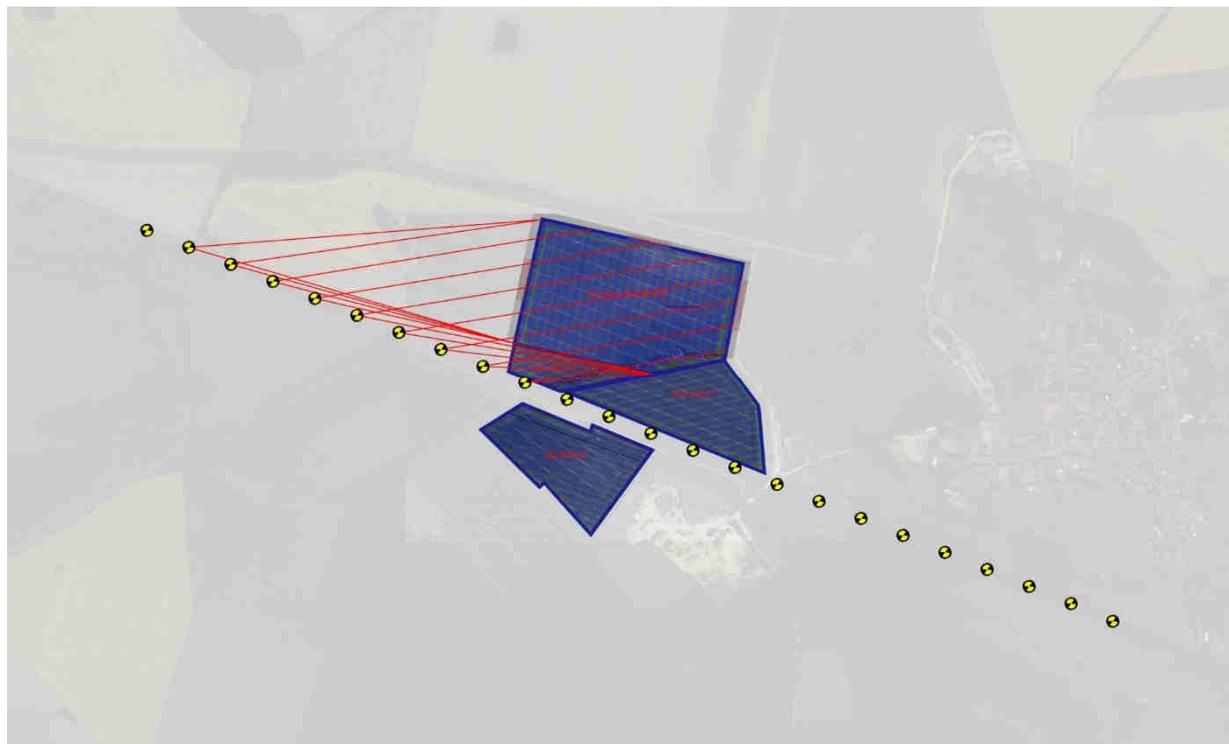
In der entgegengesetzten Fahrtrichtung auf der Bahnstrecke nach Nordwesten können die Moduloberflächen der beiden mittleren Modulfelder unter Beobachter-Azimutwinkeln zwischen ca. 113° Ostsüdost und 143° Südost und Beobachter-Elevationswinkel zwischen ca. $+0,5^\circ$ und $+5,7^\circ$ gesehen werden.



Für diese Winkelkonstellationen wurden keine Sonnenstände ermittelt, die bei der gegebenen Situation und an diesem Standort Direktreflexionen in Richtung der markierten Beobachter auslösen können.

Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Steinfeld

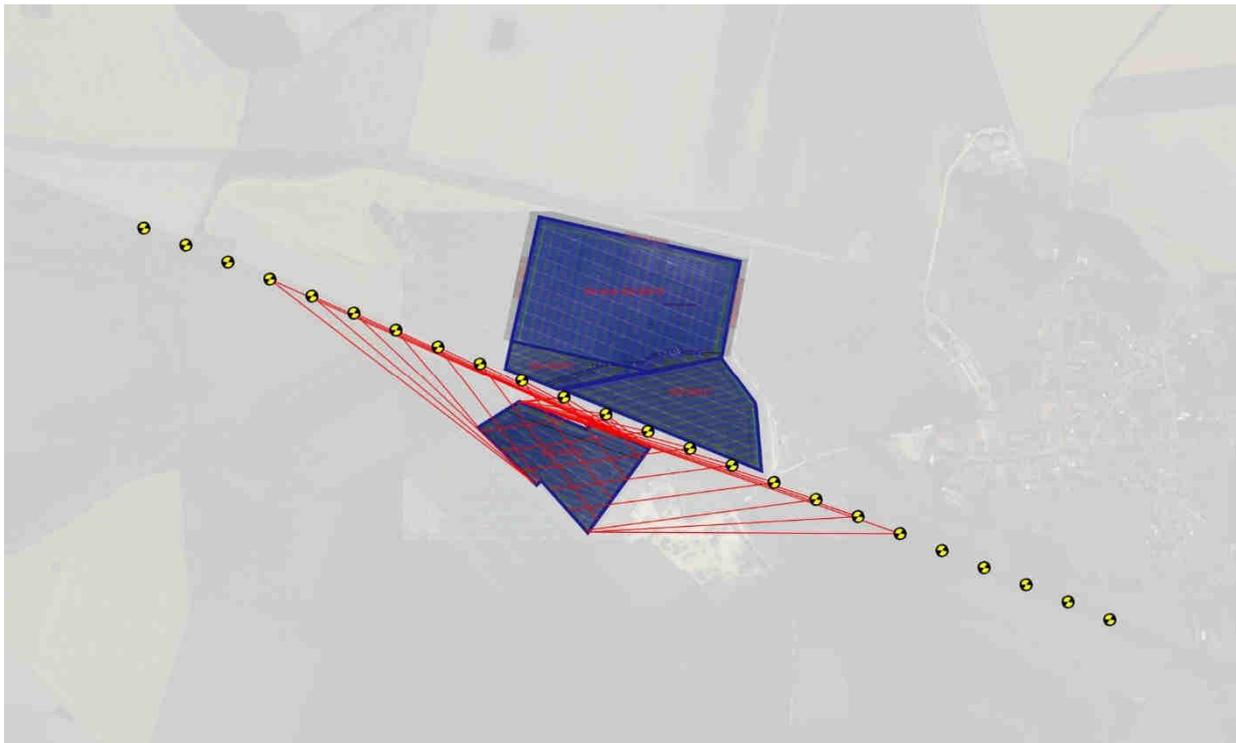
Die Moduloberflächen des nördlichen Modulfeldes werden in beiden Fahrtrichtungen auf der Bahnstrecke durch die aus den jeweiligen Blickrichtungen davor liegenden und höheren Modulkonstruktionen der beiden mittleren Modulfelder bzw. durch die seitlichen, mit der Rückseite nach außen zeigenden Modulkonstruktionen verdeckt.



Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Steinfeld

Hier sind daher wegen der nicht vorhandenen Sichtverbindungen zu den Moduloberflächen keine störenden Blendreflexionen durch Sonnenlichtreflexionen an den Moduloberflächen zu erwarten.

Die Modulkonstruktionen des südlichen Modulfeldes können von der Bahnstrecke aus in beiden Fahrtrichtungen nur von hinten gesehen werden.

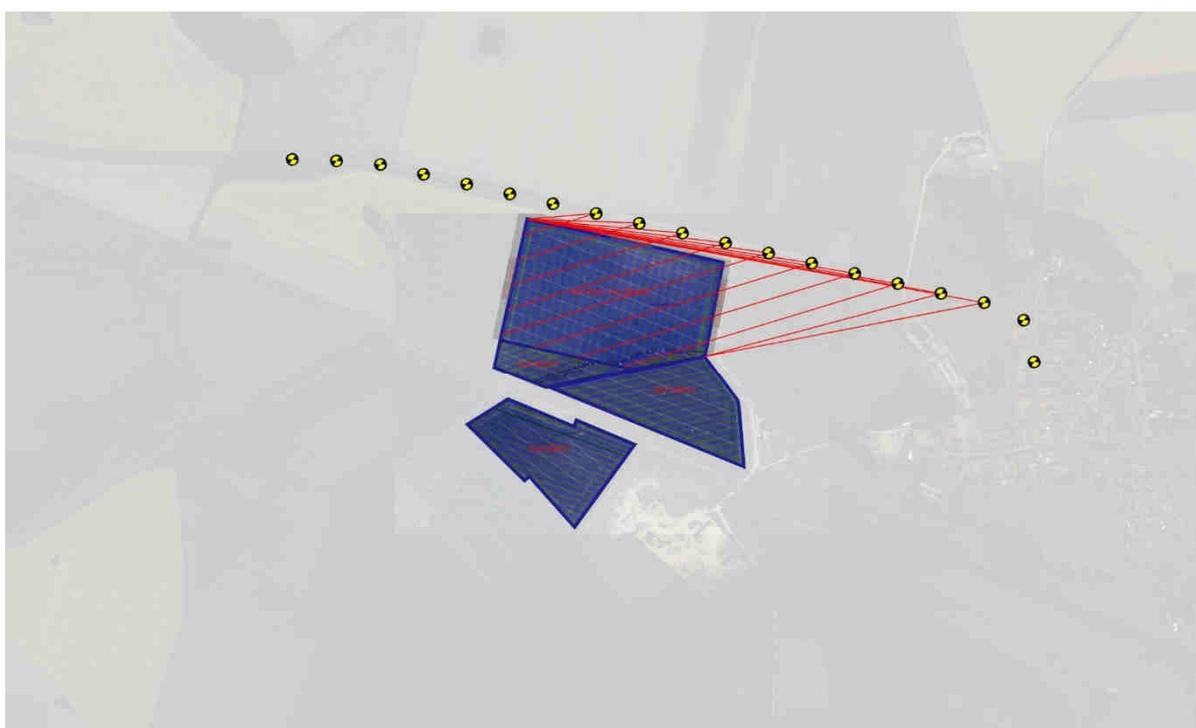
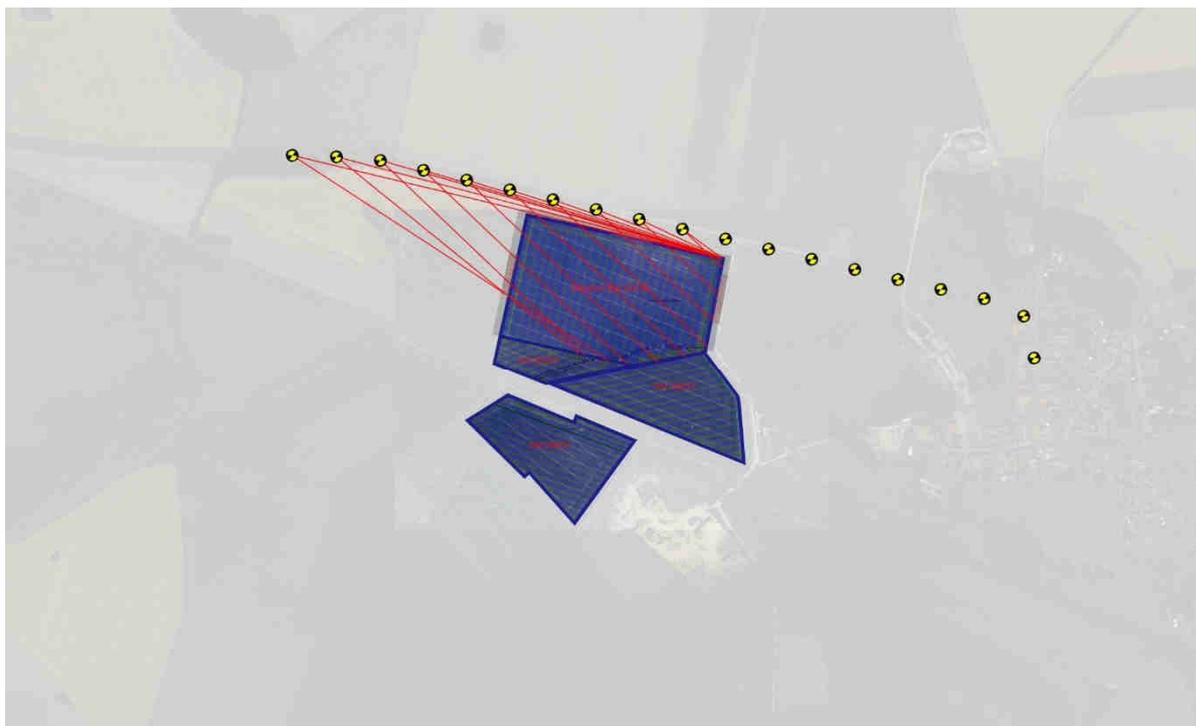


Hier sind daher ebenfalls keine störenden Blendreflexionen an den Moduloberflächen zu erwarten.

Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Steinfeld

Landesstraße L15

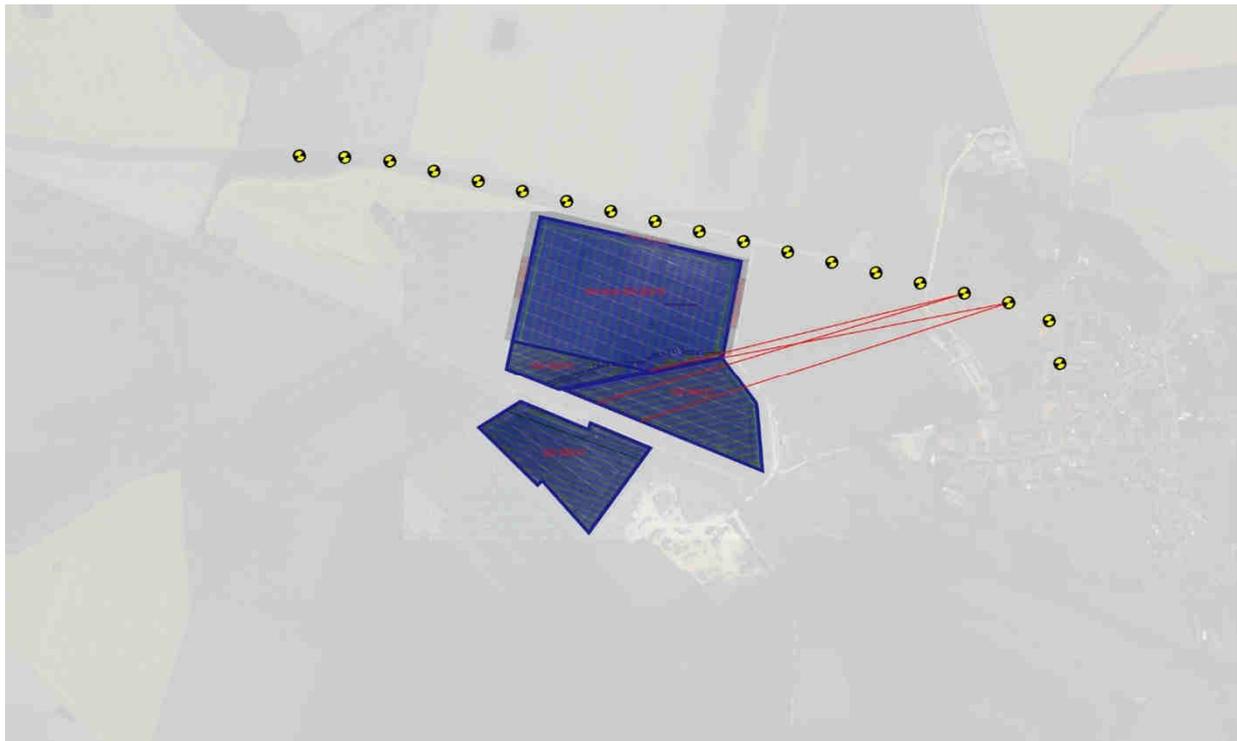
Für Fahrer auf der nördlich der Anlage verlaufenden Landesstraße L15 werden mögliche Sichtachsen zu den Moduloberflächen des nördlichen Modulfeldes durch die mit ihrer Rückseite nach außen hin ausgerichteten Modulreihen verdeckt.



Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Steinfeld

Hier sind daher ebenfalls keine störenden oder unzumutbaren Blendwirkungen an den Moduloberflächen zu erwarten.

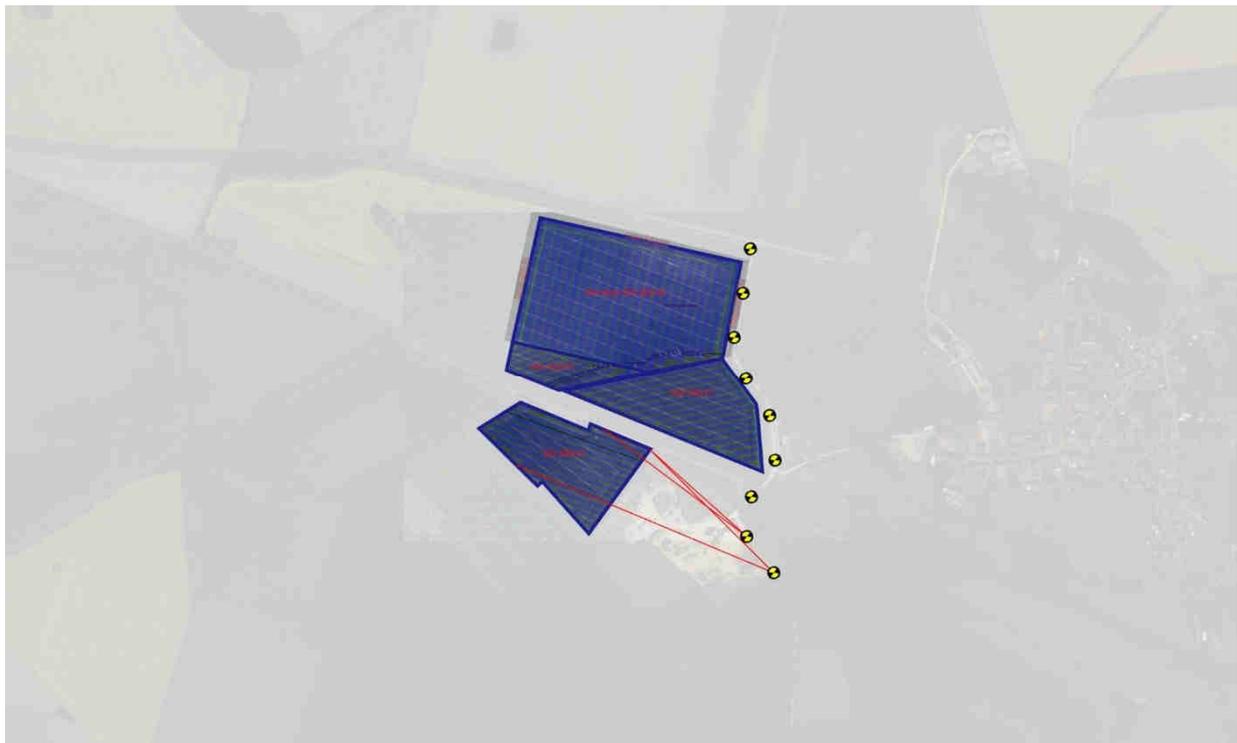
Die Modulkonstruktionen des östlichen mittleren Modulfeldes können von der Landesstraße L15 aus nur von hinten gesehen werden, so daß auch hier keine störenden Direktreflexionen des Sonnenlichtes auftreten können.



Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Steinfeld

Straße „Zur Sandgrube“

Für Fahrer auf der östlich der Fläche nach Norden verlaufenden Straße „Zur Sandgrube“ können die Moduloberflächen des südlichen Modulfeldes bei freien Sichtachsen innerhalb des relevanten Sichtfeldes der Fahrer unter Beobachter-Azimutwinkeln zwischen ca. 113° Ostsüdost und 135° Südost und Beobachter-Elevationswinkel zwischen ca. $+0,6^\circ$ und $+1,3^\circ$ vorliegen.



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 Steinfeld

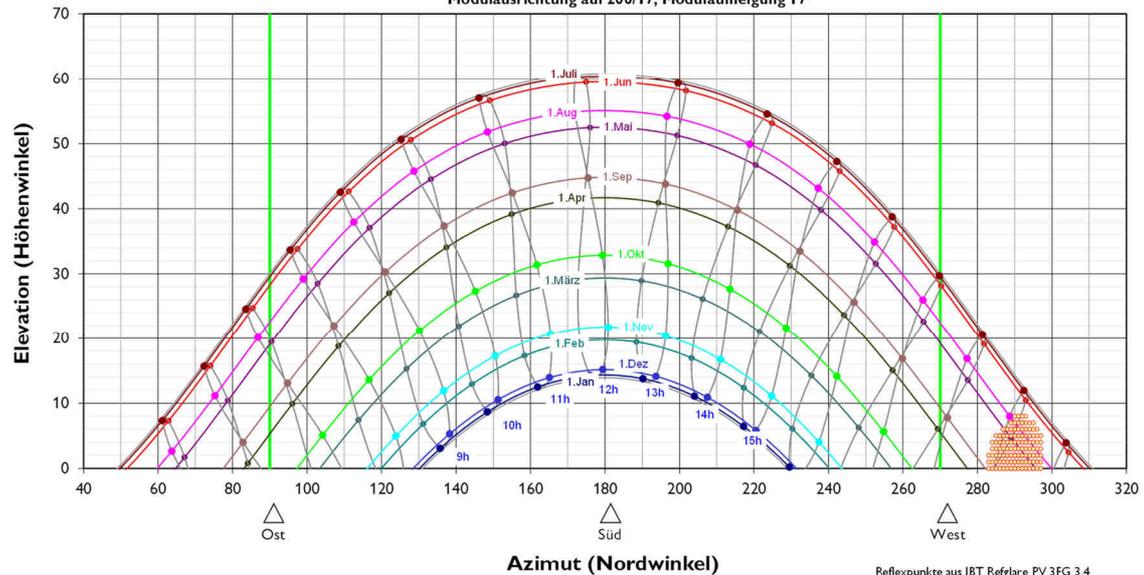
Objekt: Photovoltaik-Freiflächenanlage
Standort: Steinfeld
Breitengrad: 52,63° nördlicher Breite
Längengrad: 11,69° östlicher Länge
Immissionsort: Zur Sandgrube FRN Südfeld

Sonnenstandsdiagramm Sonnenreflexe

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

IBT
Ingenieurbüro Teichmann

Modultype monokristallin, Bündelaufweitung aus kumulierten Meßdaten
Modulausrichtung auf 200/17, Modulaufneigung 17°

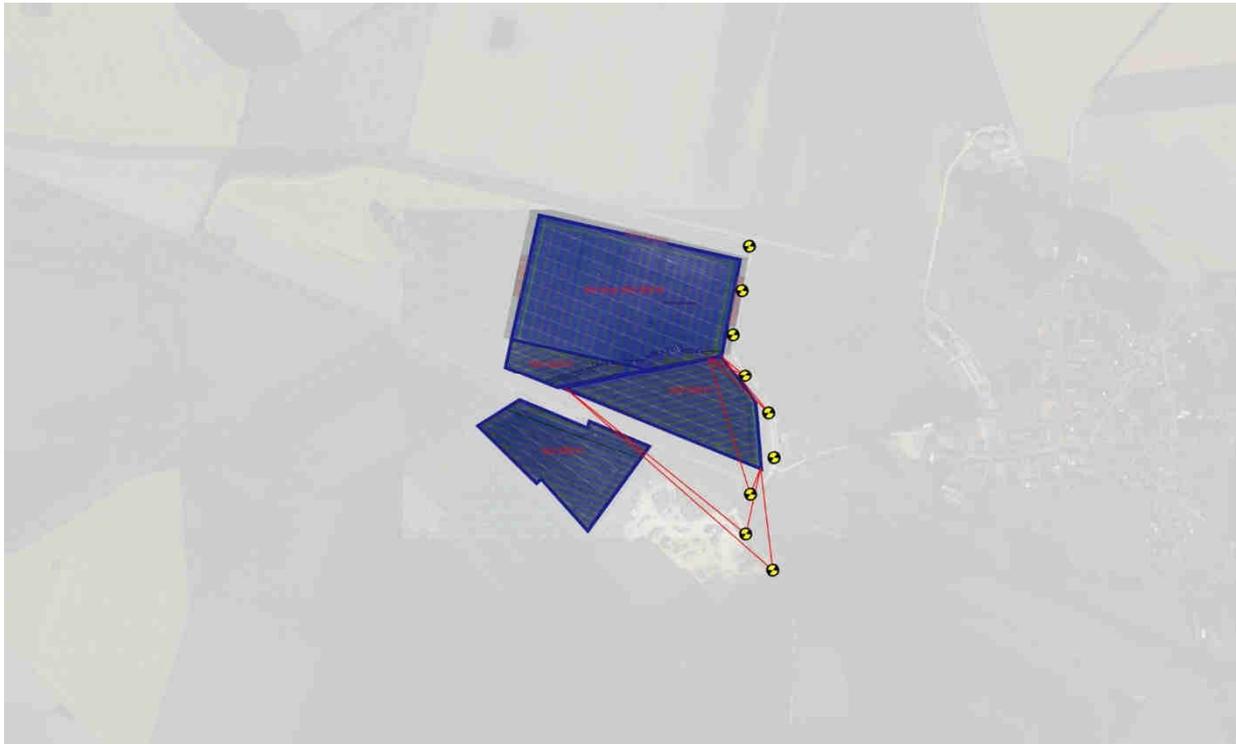


Reflexpunkte aus IBT Refghre PV 3FG 3.4

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

Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Steinfeld

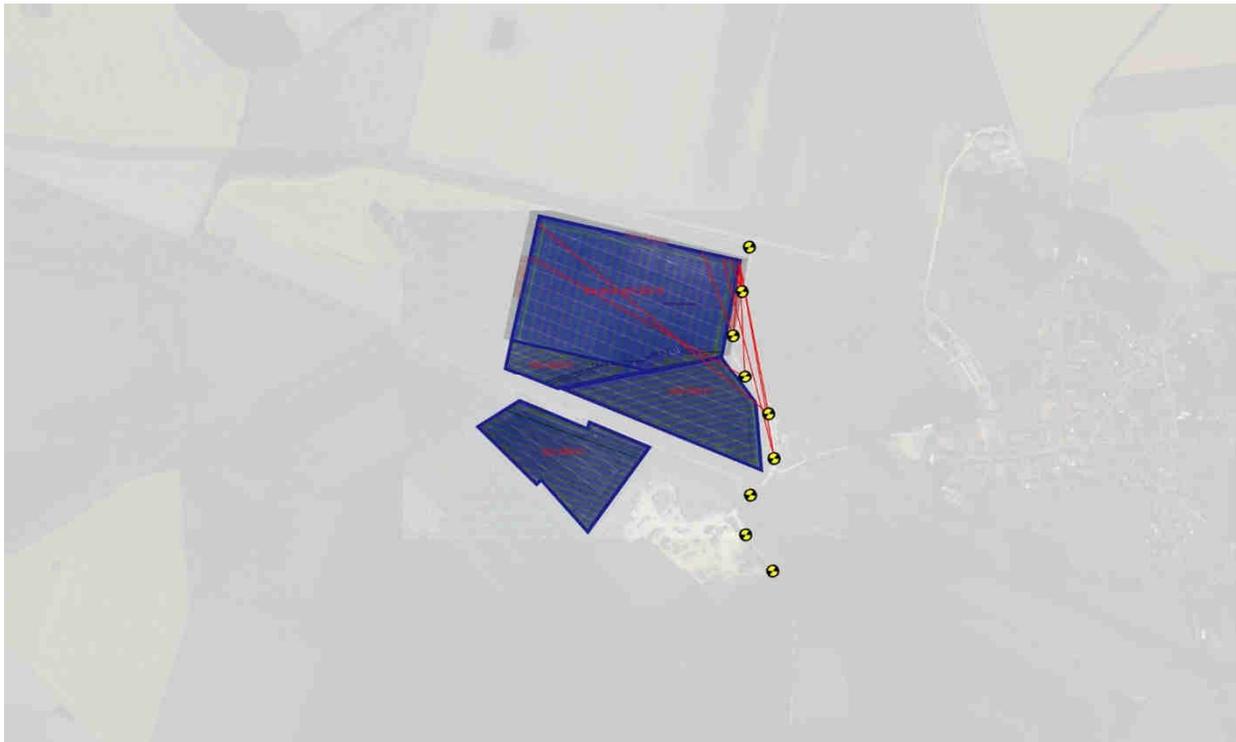
Bei Weiterfahrt auf der Straße „Zur Sandgrube“ nach Norden können bezogen auf das mittlere östliche Modulfeld Beobachter-Azimutwinkel zwischen ca. 118° Ostsüdost und 201° Südsüdwest und Beobachter-Elevationswinkel zwischen ca. $-0,6^\circ$ und $+2,8^\circ$ vorliegen.



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 30° von der Hauptblickrichtung der Fahrer abweichen. Diese hohen Reflexleuchtdichten werden zwar im peripheren Sichtfeld wahrgenommen, sie werden für die Sicherheit des Verkehrs auf dieser Straße jedoch als von untergeordneter Bedeutung eingeschätzt. Hier sind keine störenden Blendwirkungen zu erwarten.

Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Steinfeld

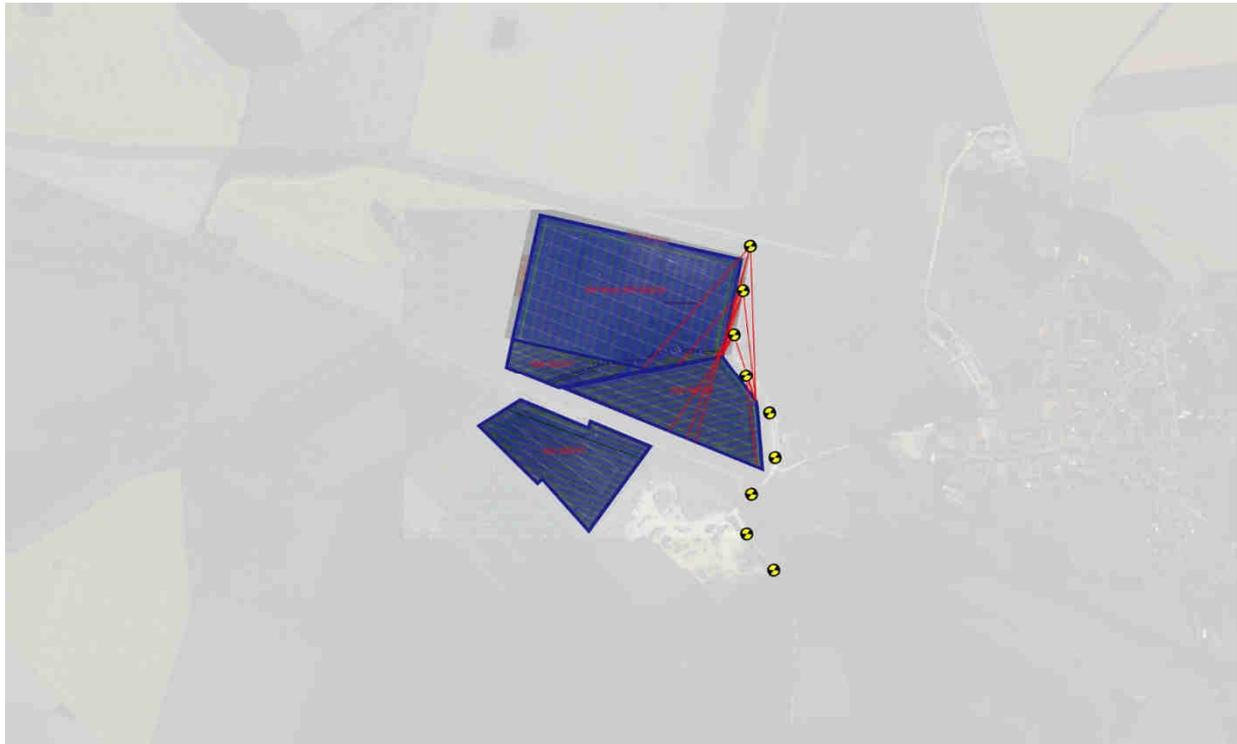
Die Sichtachsen zu den Moduloberflächen des nördlichen Modulfeldes werden durch die jeweils davon liegenden Modulkonstruktionen des mittleren östlichen Modulfeldes bzw. der östlichen, mit ihrer Rückseite nach außen zeigenden Modulreihe des nördlichen Modulfeldes verdeckt.



Hier sind wegen der nicht vorhandenen Sichtverbindungen zu den Moduloberflächen ebenfalls keine störenden oder unzumutbaren Blendwirkungen zu erwarten.

Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Steinfeld

Bei Fahrtrichtung Süd auf der Straße „Zur Sandgrube“ können die Oberflächen der gegenständlichen PV-Anlage innerhalb des relevanten Sichtfeldes der Fahrer nicht gesehen werden.



Hier sind daher ebenfalls keine störenden Blendwirkungen zu erwarten.

Somit wurden in Richtung der umliegenden Verkehrswege keine störenden oder unzumutbaren, den Verkehr beeinträchtigenden Blendwirkungen durch Sonnenlichtreflexionen an den gegenständlichen Moduloberflächen ermittelt.

östlich der Fläche liegenden Wohnbebauung von Steinfeld

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

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

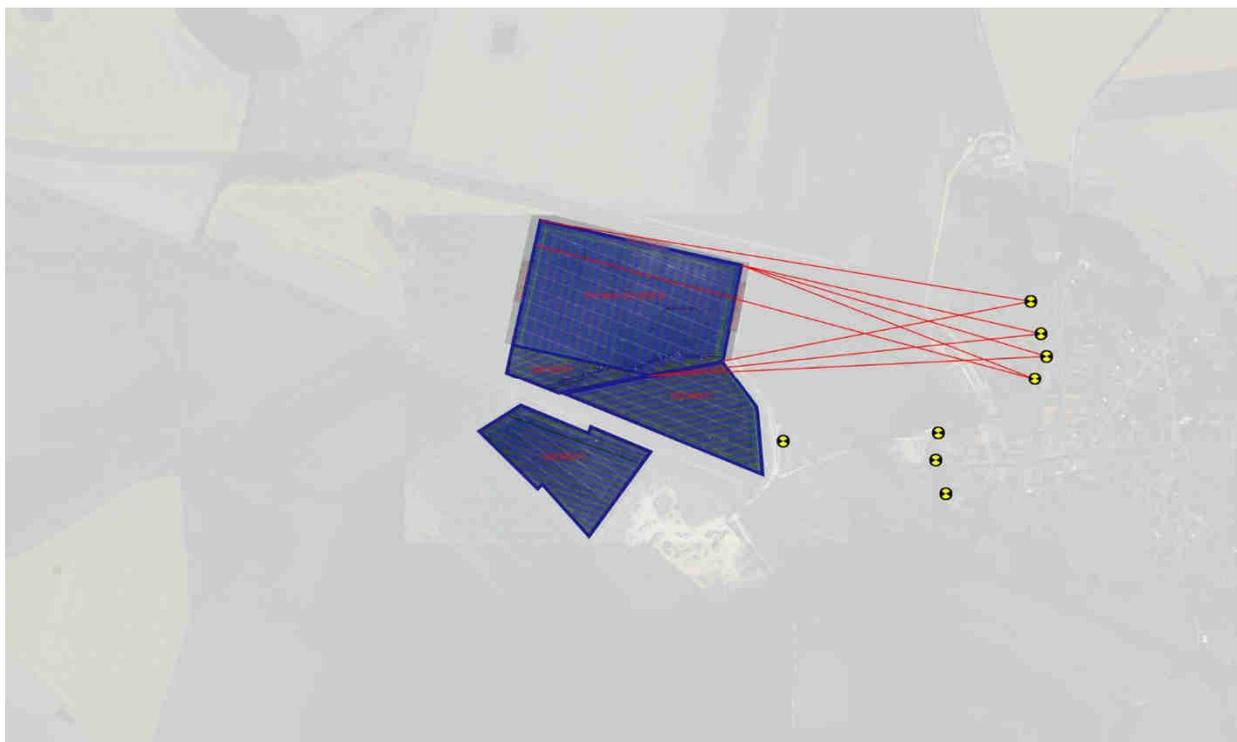
Die Auswirkungen auf die in ähnlichen Winkelbereichen zur Anlage liegenden Gebäude können aus den ermittelten Ergebnissen interpoliert werden.

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

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

Die übrigen Punkte können aus diesen Ergebnissen interpoliert werden.

Hier können beim Blick zu den Moduloberflächen des nördlichen Modulfeldes Beobachter-Azimutwinkel zwischen ca. 79° Ost und 112° Ostsüdost bei Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca. +0,3° und +1,4° bezogen auf die Einzelflächen auftreten.



Die Blickwinkel werden durch die Position der Anlage begrenzt.

Bei dem nahe der Fläche östlich des mittleren Modulfeldes markierten Punkt handelt es sich um ein Nutzgebäude, bei dem mögliche Sichtachsen zur betrachteten PV-Anlage durch einen dichten und hohen Bewuchsstreifen unterbrochen werden.

Gleiches gilt für die weiter östlich etwa auf Höhe des mittleren Modulfeldes liegende Bebauung. Hier werden mögliche Sichtverbindungen durch dazwischenliegenden Bewuchs oder Verbauung unterbrochen.

Von dieser Bebauung aus liegen nach den bekannten Daten keine relevanten Sichtachsen zu den Moduloberflächen vor.

Sofern hier entgegen den bekannten Daten punktuell doch relevante Sichtachsen vorliegen sollten, so sind hier im Bedarfsfall ggf. ergänzende Sichtschutzmaßnahmen zu treffen.

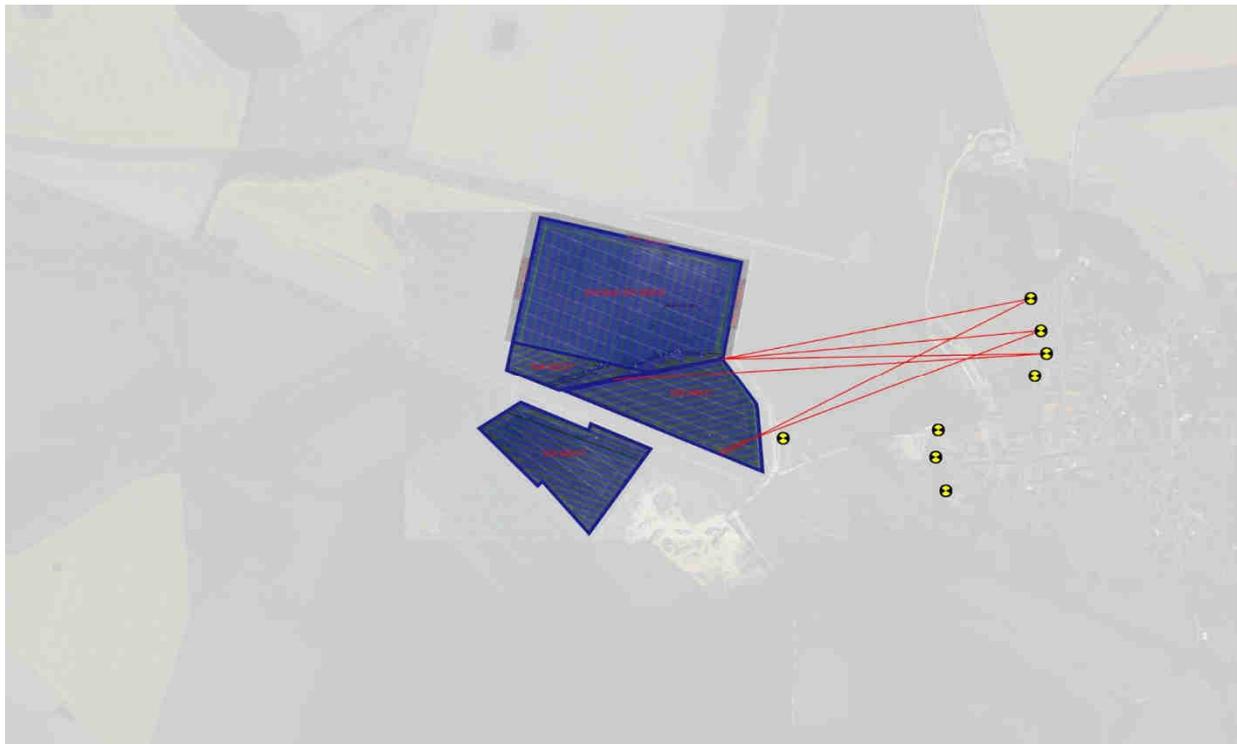
Bei der weiter nordöstlich in großer Entfernung von mehr als ca. 600 m liegenden Bebauung werden mögliche Sichtverbindungen zu den am nächsten liegenden Modulkonstruktionen des nördlichen Modulfeldes durch die davor liegenden Modulkonstruktionen unterbrochen.

Über diese Modulkonstruktionen hinweg können nur die entfernteren Moduloberflächen gesehen werden, die dann mehr als ca. 800 m Abstand zur betrachteten Bebauung haben.

Bei diesen großen Entfernungen treten durch die dann sehr kleinflächige Wahrnehmung der Reflexe und die dadurch nur teilweise Abbildung der Sonnenscheibe, die Minderung der möglichen Einwirkung über die lange Entfernung sowie durch die hohe Wahrscheinlichkeit zumindest teilweiser Unterbrechung der Sichtverbindungen durch dazwischenliegende Verbauung, Bewuchs oder Geländeerhebungen deutliche Minderungseffekte ein, durch die hier keine störenden oder unzumutbaren Blendwirkungen zu erwarten sind.

Licht-Immissionsgutachten Photovoltaikanlage Steinfeld

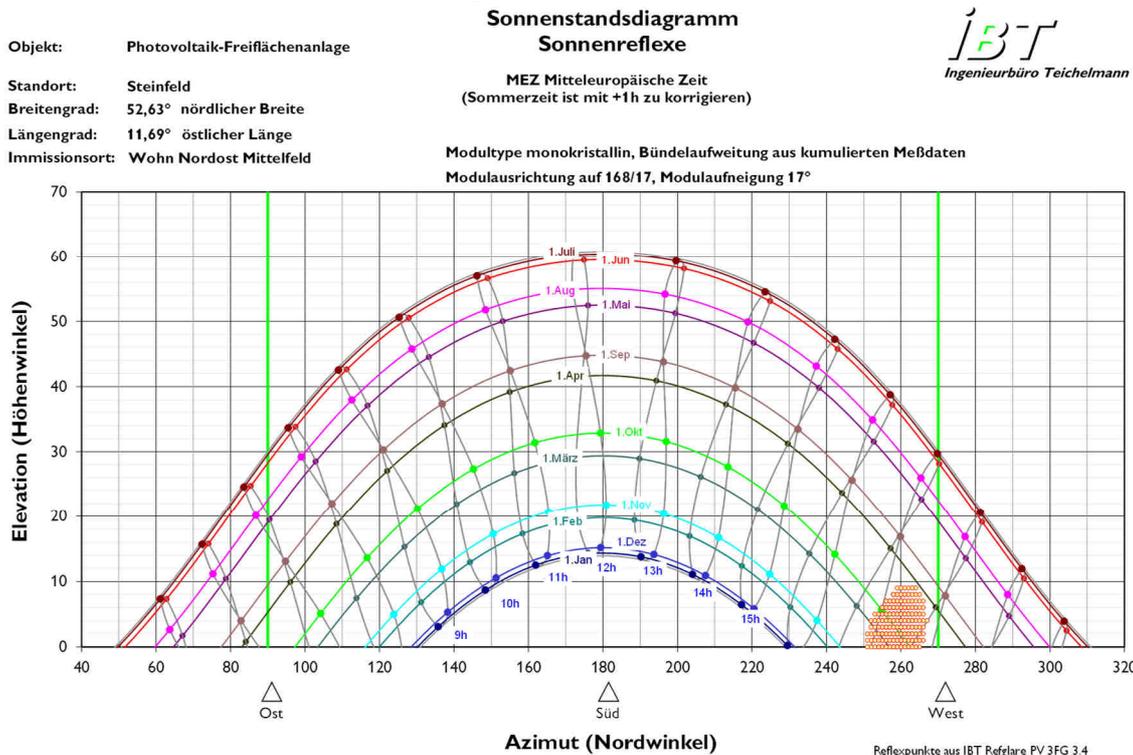
Die Moduloberflächen des mittleren östlichen Modulfeldes können von dieser Bebauung aus unter Beobachter-Azimutwinkeln zwischen ca. 63° Ostnordost und 83° Ost und Beobachter-Elevationswinkeln zwischen ca. $+0,3^\circ$ und $+1,4^\circ$ gesehen werden.



Dabei können von den südlichen dieser Punkte aus flache Einblickwinkel auf die nördlichen Moduloberflächen dieser Teilfläche vorliegen.

Licht-Immissionsgutachten
Photovoltaikanlage Steinfeld

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 vorhandenen, auch ohne die gegenständliche PV-Anlage einwirkenden Blendung eingestuft.

Die Moduloberflächen des südlichen Modulfeldes können von der Wohnbebauung von Steinfeld aus nicht gesehen werden.

Somit sind bei Ausführung der Photovoltaikanlage Steinfeld nach der vorliegenden Planung und bei Realisierung der vorgesehenen Ausrichtung der Modulreihen keine störenden oder unzumutbaren von der geplanten Photovoltaikanlage ausgehenden Blendwirkungen durch Sonnenlichtreflexionen auf der Landesstraße L15, der Bahnstrecke, der östlich der Fläche verlaufenden Straße „Zur Sandgrube“ und in der nordöstlich der Fläche liegenden Wohnbebauung von Steinfeld 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 Steinfeld sind bei Ausführung der Anlage gemäß des vorliegenden, im Vorfeld hinsichtlich der Blendwirkung optimierten Konzeptes und unter Realisierung der vorgesehenen Ausrichtung der Modulreihen keine Störungen auf der Landesstraße L15, der Bahnstrecke, der östlich der Fläche verlaufenden Straße „Zur Sandgrube“ und in der östlich der Fläche liegenden Wohnbebauung von Steinfeld durch von den Moduloberflächen ausgehende Blendreflexionen zu erwarten.

In Richtung der Bahnstrecke, der Straße „Zur Sandgrube“ und der östlich liegenden 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.

In Richtung der nordöstlich der Fläche liegenden Wohnbebauung von Steinfeld können bei entsprechenden Sonnenständen kleinflächige Direktreflexionen des Sonnenlichtes auftreten, die auf Grund der vorliegenden großen Entfernung von mehr als ca. 800 m zu den relevanten Modulen nicht als unzumutbare Störung eingeschätzt wird.

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

30.09.2024
Jens Teichelmann
Dipl.-Ing. Lichttechnik



Urheberschutz:

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

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

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