

Dr. Hans Meseberg  
 LSC Lichttechnik und Straßenausstattung Consult  
 Fährstr. 10  
 D-13503 Berlin  
 Tel.: 030/82707832  
 Mobil: 0177/3733744  
 Email: hmeseberg@t-online.de

Berlin, den 24. 5. 2022

**G u t a c h t e n**  
**G17/2022**  
**zur Frage der eventuellen Blend- und Störwirkung von Nutzern**  
**der BAB A 20 durch eine bei Thelkow zu installierende Photovoltaikanlage**

(Dieses Gutachten besteht aus 9 Seiten  
 und einem Anhang mit weiteren 6 Seiten)

### **1 Auftraggeber**

Den Auftrag zur Erarbeitung des Gutachtens erteilte die WIND-projekt Ingenieur- und Projektentwicklungsgesellschaft mbH, Am Strom 1 - 4 in 18119 Rostock.

Auftragsdatum: 7. 4. 2022

### **2 Auftragsache**

Die Fa. WIND-projekt plant die Errichtung einer Freiflächen-Photovoltaikanlage in Thelkow in unmittelbarer Nähe der BAB A 20. Es stellt sich die Frage, ob Autobahnnutzer durch die PV-Anlage in unzumutbarer Weise geblendet oder belästigt werden könnten. Dieses Gutachten dient der Untersuchung der Frage, ob und mit welcher Häufigkeit solche Situationen entstehen können und falls ja, welche Abhilfemöglichkeiten bestehen.

### **3 Definitionen**

Im Folgenden wird der Richtung Nord der horizontale Winkel  $\alpha = 0^\circ$  zugeordnet; der Winkel steigt mit dem Uhrzeigersinn (Ost:  $\alpha = 90^\circ$ ; Süd:  $\alpha = 180^\circ$  usw.).

Es werden folgende Winkel verwendet:

Sonnenhöhenwinkel (vertikaler Sonnenwinkel)	$\gamma$
Azimut (horizontaler Sonnenwinkel) bzw. momentane Fahrtrichtung eines Kraftfahrers	$\alpha$
Orientierung der Modultischreihen gegen Ost oder West	$\nu$
vertikaler Winkel des von den Solarmodulen reflektierten Lichts	$\delta$
Neigung der PV-Module gegen Süd	$\varepsilon$
vertikaler Blickwinkel Kraftfahrer - vor ihm liegende Fahrbahn	$\sigma$
im Raum liegender Blickwinkel (gebildet durch die Blickrichtung eines Kraftfahrers - Richtung reflektiertes Sonnenlicht)	$\theta$
horizontaler Blickwinkel Mitte Kraftfahrer - PV-Anlage	$\tau$

Differenz  $\alpha - \tau$  (horizontaler Blickrichtung Kraftfahrer - PV-Anlage  
vertikaler Blickwinkel Kraftfahrer - PV-Anlage

$\psi$   
 $\lambda$

#### 4 Informationen zur Photovoltaik-Anlage

Die topografischen Daten und die Beschreibung der Anlage beruhen auf folgenden Informationen, die von der Fa. WIND-projekt zur Verfügung gestellt wurden:

- Modulbelegungsplan
- Modultischquerschnitt
- Höhenplan
- Fotos mit Höhendaten der BAB
- Mündliche und Emailinformationen durch Herrn Gabriel zum Winkel, Fa. WIND-projekt

Die Geländehöhen wurden dem Höhenplan bzw. den Metadaten der Fotos entnommen. Die Entfernungen und horizontalen Winkel wurden mit google earth ermittelt. Der monatliche Sonnenstand für Thelkow (Sonnenhöhe und -azimut) wurde mit der Website [www.stadtklima-stuttgart.de](http://www.stadtklima-stuttgart.de) bestimmt. Die Berechnung der Winkel des reflektierten Sonnenlichts erfolgte mit eigenen Excel-Programmen.

#### 5 Beschreibung der PV-Anlage Thelkow und topografische Daten

##### 5.1 Die PV-Anlage

Die PV-Anlage wird auf einem bisher landwirtschaftlich genutzten Gelände errichtet, s. Bild 1 im Anhang. Die Anlage besteht aus drei Baufeldern nördlich sowie zwei weiteren Baufeldern südlich der BAB. Die Gesamtfläche der PV-Anlage beträgt ca. 24 ha. Die Grenzen der einzelnen Baufelder verlaufen parallel zur Autobahn in einem Abstand von 20 m. Die Anlage wird mit einem 2 m hohen Zaun eingefriedet. Das Anlagengelände nördlich der Autobahn liegt am östlichen Ende auf einer Höhe von ca. 47 m über Normalhöhennull (NHN) und sinkt bis zum westlichen Ende auf ca. 44 m. Das Anlagengelände südlich der Autobahn liegt auf ca. 44 m.

Es ist geplant, Solarmodule vom Typ Canadian Solar CS3W-450MC mit einer Modulleistung von  $450 W_{\text{peak}}$  einzusetzen. Die installierte Leistung liegt bei ca.  $30 MW_{\text{peak}}$ . Die Module werden auf sogenannten Modultischreihen montiert, die nicht in Ost-West-Richtung ausgerichtet werden, sondern um mehrere Grad entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht sind. In Tabelle 1 ist die Orientierung  $\nu$  der einzelnen Baufelder verzeichnet.

Baufeld	Orientierung $\nu$
1	-21,2°
2	-19,9°
3	-14,5°
4	-21,2°
5	-12,5°

Tabelle 1: Orientierung der einzelnen Baufelder

Die Länge der Modultischreihen entspricht der jeweils verfügbaren Breite der Anlagenfläche in Ost-West-Richtung. Die Modulneigung  $\varepsilon$  gegen Süd beträgt  $17^\circ$ , die Höhe der Moduloberkante (MOK) über der Geländeoberkante (GOK) liegt bei 2,92 m, die Höhe der Modulunterkante (MUK) über GOK 0,80 m.

## 5.2 Die BAB A 20

Die BAB mit 2 Fahrstreifen und einem Standstreifen je Fahrtrichtung führt in einer langgestreckten S-Kurve an der PV-Anlage vorbei. Von Westen kommend, beträgt die Fahrtrichtung  $\alpha$  zunächst bei Markierung 1 in Bild 1  $57,5^\circ$ , steigt dann auf bis zu ca.  $72^\circ$  und dreht bei der Vorbeifahrt an der Anlage (Markierung 3) zurück auf  $64^\circ$ . Die Höhe der Fahrbahnoberkante (FOK) über NHN beträgt bei Markierung 1 ca. 45 m, steigt zwischen den Markierungen 2 und 6 auf 48 m und fällt bis Markierung 3 wieder auf 44 m ab.

## 6 Beschreibung der eventuell von PV-Anlagen ausgehenden Blend- und Störwirkungen für Kraftfahrer

Unter Blendung versteht man eine vorübergehende Funktionsstörung des Auges, die, ganz allgemein ausgedrückt, durch ein Übermaß an Licht hervorgerufen wird. Liegt eine messbare Beeinträchtigung der Sehleistung vor, spricht man von **physiologischer Blendung**, wird die Blendwirkung dagegen subjektiv als unangenehm, störend oder ablenkend empfunden, ohne dass eine messbare Beeinträchtigung der Sehleistung vorhanden ist, liegt **psychologische Blendung** vor. Sind die Leuchtdichten des Umfeldes so groß, dass das visuelle System nicht mehr in der Lage ist, auf diese zu adaptieren, handelt es sich um **Absolutblendung**, sonst um **Adaptationsblendung**. Weiterhin differenziert man zwischen **direkter Blendung**, die durch eine Lichtquelle selbst ausgelöst wird, und **indirekter Blendung**, die durch das Reflexbild einer Lichtquelle erzeugt wird.

Die bei Tageslicht am häufigsten auftretende Blendung wird von der Sonne verursacht. Befindet sich die Sonne im zentralen Gesichtsfeld eines Beobachters, tritt Absolutblendung auf, bei der man nicht mehr in der Lage wäre, z.B. ein Kfz sicher zu führen, da im Gesichtsfeld des Autofahrers keine Kontraste mehr erkennbar sind. Dieser sehr gefährlichen Situation entzieht man sich, indem die Sonne gegenüber dem Auge durch eine Sonnenblende bzw. Jalousie oder durch eine Hand abgeschattet wird. Das Aufsetzen einer Sonnenbrille hilft hier kaum, da dadurch nicht nur die Intensität des Sonnenlichtes, sondern auch die Helligkeiten aller anderen Objekte im Gesichtsfeld herabgesetzt werden.

Häufig wird das Licht der Sonne auch durch glänzende Objekte ins Auge eines Betrachters gespiegelt: Wasseroberflächen, Fensterfronten von Gebäuden, verglaste Treibhäuser. Gegenüber der direkten Sonnenblendung ist bei dieser indirekten Blendung die tatsächliche Blendefahrer gering:

1. Das reflektierte Sonnenlicht hat immer eine geringere Intensität als das direkte Sonnenlicht, es kommt selten zu einer Absolutblendung, sondern meist „nur“ zu Adaptationsblendung; d.h., die Helligkeitskontraste sind zwar verringert und die Wahrnehmung von Objekten wird erschwert, aber selten so stark, dass verkehrgefährdende Situationen entstehen.

2. Die Blendwirkung durch reflektierende Objekte ist zeitlich und örtlich sehr begrenzt, während die Sonnenblendung über längere Zeit auf den Menschen einwirken kann.

Ob Blendung auftritt, ist sehr stark vom Winkel  $\theta$ , gebildet von der Blickrichtung eines Beobachters und der Verbindungslinie Auge des Beobachters - blendende Lichtquelle (z.B. Auge des Kraftfahrers zur PV-Anlage) abhängig. **Bei Nacht** nimmt die Blendempfindlichkeit  $B$  proportional mit dem reziproken Wert des Winkelquadrats ab:  $B \sim 1/\theta^2$ . Bei Nacht wird physiologische Blendung deshalb nur in einem Winkelbereich  $\theta \pm 30^\circ$ , bezogen auf die Blickrichtung, berücksichtigt; Licht aus größeren Winkeln liefert keinen nennenswerten Betrag zur Blendung. **Bei Tageslicht** hat man andere Verhältnisse: Die Gesamthelligkeit ist um mehrere Zehnerpotenzen höher als bei Nacht. Die evtl. blendenden Objekte werden nicht wie bei Nacht gegen eine meist lichtlose Umgebung gesehen, sondern die Umgebung hat ebenfalls eine gewisse Helligkeit. Diese beiden Unterschiede führen dazu, dass tagsüber Blendungseffekte eher selten auftreten. Die reziprok quadratische Abhängigkeit der Blendung vom Winkel  $\theta$  gilt auch nicht mehr unbedingt; allerdings nimmt auch bei Tageslicht die Blendung deutlich zu, wenn der Blickwinkel  $\theta$  kleiner wird.

Für die Nacht gibt es klare Anforderungen an die Begrenzung der Blendung, die von leuchtenden Objekten ausgeht. Für die Bewertung von Blend- oder anderen visuellen Störeffekten, die von Bauwerken oder anderen technischen Anlagen bei Tageslicht erzeugt werden, gibt es überhaupt keine Regelwerke oder Vorschriften. Deshalb ist man hier auf Einzelfallbetrachtungen und -entscheidungen angewiesen.

Der Blickwinkel  $\theta$  ist bei Tageslicht weniger kritisch zu sehen als bei Nacht. Bei Tageslicht liefert störendes Licht aus **Winkeln  $\theta > 20^\circ$**  keinen merklichen Beitrag zur Blendung und kann außer Betracht bleiben. Störendes Licht aus einem **Winkelbereich  $10^\circ < \theta \leq 20^\circ$**  kann u.U. eine moderate Blendung erzeugen. I.a. kann man Blendung wie oben beschrieben durch leichtes Zur-Seite-Schauen oder „Ausblenden“ der störenden Lichtquelle vermeiden. Dieser Winkelbereich sollte aber bei einer Blendungsbewertung mit in Betracht gezogen werden. Kritischer sind **Blickwinkel  $5^\circ \leq \theta \leq 10^\circ$** , und besonders kritisch Winkel  $\theta \leq 5^\circ$ , wenn also die störende Lichtquelle direkt im Gesichtsfeld des Beobachters liegt. Ein Kraftfahrer hat nicht mehr die Möglichkeit, diese Lichtquelle „auszublenen“: Er muss den vor ihm liegende Gleiskörper bzw. die Straße und dessen Umgebung beobachten und alle Licht- und sonstigen Signale sowie die Anzeigeeinstrumente im Pkw eindeutig erkennen können. Deshalb kann man in solchen Situationen seinen Blick nicht beliebig zur Seite richten, um einem evtl. vorhandenen Blendreflex auszuweichen.

Bei allen Situationen, in denen evtl. eine Blendgefahr besteht, ist jedoch zu berücksichtigen, dass sich die Sonne ebenfalls im Blickfeld des Beobachters befindet und das direkte Sonnenlicht **gleichzeitig** mit dem Blendreflex auf den Beobachter einwirkt.

Um eine Aussage über die Blendwirkung einer PV-Freiflächenanlage machen zu können, muss im Zweifelsfall, unter Beachtung des Blickwinkels und der Einwirkzeit des von der PV-Anlage reflektierten Sonnenlichts auf den BAB-Benutzer, die Be-

leuchtungsstärke der Blendlichtquelle ins Verhältnis zur Beleuchtungsstärke der Sonne gesetzt werden.

## **7 Blend- und Störpotential der geplanten PV-Anlage für Kraftfahrer**

### **7.1 Zeitliche Wahrscheinlichkeit der Sonnenlichtreflexion ins Auge eines Kraftfahrers**

#### **7.1.1 Sehbedingungen eines Kraftfahrers**

Um die evtl. von der PV-Anlage ausgehende Blendung zu bewerten, ist es zunächst notwendig, die Wahrscheinlichkeit dafür zu ermitteln, dass von der Anlage reflektiertes Licht in die Blickrichtung eines Kraftfahrers gelangt. Ist eine gewisse Wahrscheinlichkeit gegeben, muss die Intensität des reflektierten, ins Auge des Vorbeifahrenden gerichteten Lichts ermittelt werden. Das Blendrisiko insgesamt ergibt sich aus der Bewertung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens und der Intensität des ins Auge eines Vorbeifahrenden reflektierten Sonnenlichts.

Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Blendrisikos kann mithilfe eines so genannten Sonnenstandsdiagramms ermittelt werden. Die Bilder 2 bis 4 zeigen das Sonnenstandsdiagramm für Thelkow in Form eines Polardiagramms. Die roten Linien zeigen den Sonnenstand (Sonnenhöhe  $\gamma$  und Azimut  $\alpha$ ) für den 15. Tag jedes Monats in Abhängigkeit von der Uhrzeit an. Die Darstellung erfolgt für die Mitteleuropäische Zeit (MEZ) ohne Berücksichtigung der Mitteleuropäischen Sommerzeit (MESZ). Die Uhrzeit ist durch blaue und grüne Punkte gekennzeichnet.

Zunächst muss der im Raum liegende Winkel Blickwinkel  $\theta$  zwischen Kraftfahrer und PV-Anlage ermittelt werden.  $\theta$  ergibt sich aus folgender Formel:

$$\cos \theta = \cos \sigma \cdot \cos \lambda \cdot \cos \psi \quad (1)$$

Die in dieser Formel genannten Winkel müssen gemäß den Sehbedingungen für bestimmte Situationen der Vorbeifahrt von Kraftfahrern an der PV-Anlage ermittelt werden.

Die Berechnungen wurden für die Sehbedingungen eines Lkw-Fahrers durchgeführt, die hinsichtlich einer Sonnenlichtreflexion ins Fahrerauge kritischer anzusehen sind als die Bedingungen für einen Pkw-Fahrer: Die maximale Augenhöhe eines Lkw-Fahrers beträgt ca. 2,40 m, die des Pkw-Fahrers ca. 1,12 m; deshalb kann eine PV-Anlage vom höher sitzenden Lkw-Fahrer u.U. zeitlich eher und auf größere Entfernungen gesehen werden, wodurch theoretisch die Sonnenlichtreflexion zum Kraftfahrer erhöht werden kann. Es kann angenommen werden, dass der Fahrer bei einer Fahrt auf einer Straße normalerweise auf einen Punkt auf der Fahrbahn blickt, der etwa 50 m vor ihm liegt. Daraus ergibt sich mit der mittleren Augenhöhe eines Lkw-Fahrers  $h_F$  von 2,40 m ein vertikaler Winkel  $\sigma$  von ca.  $-2,9^\circ$  (Blick leicht nach unten). Dieser Winkel  $\sigma$  wurde bei den weiteren Berechnungen zugrunde gelegt.

#### **7.1.2 Auswertung mittels des Sonnenstandsdiagramms**

$\psi$  ist der horizontale Winkel zwischen der momentanen Fahrtrichtung  $\alpha$  und der horizontalen Blickrichtung  $\tau$  Kraftfahrerauge - bestimmter Punkt der PV-Anlage. Fährt ein

Kfz an der PV-Anlage vorbei, ändert sich ständig die Blickrichtung  $\tau$  des Kraftfahrerauges zur Anlage und damit auch der Winkel  $\psi$ .

Damit Sonnenlicht in Richtung Kraftfahrerauge reflektiert werden kann, muss der vertikale Blickwinkel des Kraftfahrerauges  $\lambda$  dem vertikalen Winkel des von den Solarmodulen reflektierten Lichts  $\delta$  entsprechen:  $\lambda = -\delta$  (wenn  $\lambda$  abwärts gerichtet ist, muss  $\delta$  aufwärts gerichtet sein und umgekehrt).

Für bestimmte Punkte der Annäherung eines Kfz an die bzw. Vorbeifahrt an der PV-Anlage werden nun mittels google earth die Winkel  $\tau$ ,  $\alpha$ ,  $\psi$  bestimmt, dann wird nach obiger Formel (1) der Winkel  $\theta$  berechnet. Mit den weiteren Parametern Orientierung  $\nu$  der Modultischreihen, Neigung der Module  $\varepsilon = 17^\circ$  nach Süd und dem vertikalen Winkel  $\lambda$  werden dann die trigonometrischen Berechnungen zur Ermittlung des Sonnenazimuts  $\alpha$  und der vertikalen Sonnenhöhenwinkel  $\gamma$  durchgeführt, unter denen das Sonnenlicht auf die PV-Module fallen müsste, damit das reflektierte Licht ins Auge eines Kraftfahrers fallen kann.

Die Ergebnisse der Berechnungen für  $\alpha$  und  $\gamma$  werden in das Sonnenstandsdiagramm für Thelkow eingetragen. Die Berechnungen werden jeweils für die gesamte Fläche eines Baufeldes von einem festen Beobachterstandort aus durchgeführt, daher stellen die ermittelten  $\alpha/\gamma$ -Werte Flächen in Form von geschlossenen Polygonzügen dar, die im Folgenden als  $\gamma$ -Flächen bezeichnet werden. Haben diese  $\gamma$ -Flächen Schnittpunkte mit den roten Sonnenstandslinien, fällt Sonnenlicht ins Auge eines Kraftfahrers; die dazugehörigen Jahres- und Tageszeiten können aus dem Polardigramm abgelesen werden. Bei fehlenden Schnittpunkten ist keine Sonnenlichtreflexion zum Kraftfahrer möglich.

Berücksichtigt wurden alle Blickwinkel Kraftfahrer - PV-Anlage  $\theta \leq 20^\circ$ , weil nach Abschnitt 6 nur in diesem Winkelbereich reflektiertes Sonnenlicht störende Blendung erzeugen kann.

## 7.2 Ergebnisse

### 7.2.1 Fahrtrichtung Ost

Die für alle Baufelder berechneten  $\gamma$ -Flächen für diese Fahrtrichtung sind in Bild 2 eingezeichnet. Die  $\gamma$ -Flächen für die südlich der BAB gelegenen Baufelder 4 und 5 haben keine Schnittpunkte mit den Sonnenstandslinien, nach den Ausführungen in Abschnitt 7.12.1 erreicht kein von den beiden Baufeldern reflektiertes Sonnenlicht den Kraftfahrer, Blendung eines Kraftfahrers ist daher nicht möglich.

Die  $\gamma$ -Flächen für die nördlich der BAB gelegenen Baufelder 1 bis 3 haben jedoch Schnittpunkte mit den Sonnenstandslinien, Sonnenlicht wird von diesen Baufeldern etwa vom 15. April bis 30. August zwischen 5 Uhr und 5.45 Uhr MEZ zum Kraftfahrer reflektiert. Das Sonnenlicht wird teilweise unter Blickwinkeln des Kraftfahrers  $\theta$  von  $1^\circ$  bis  $2^\circ$  von den Baufeldern zum Kraftfahrer reflektiert, d.h., dass dieser das reflektierte Sonnenlicht im direkten Blickfeld hat. Ferner ist zu berücksichtigen, dass das Sonnenlicht über lange Strecken - bei Baufeld 1 und 2 sind es ca. 500 m, bei Baufeld ca. 860 m - auf den Kraftfahrer einwirkt. Aus diesen beiden Gründen ist eine verkehrsgel-

fährdende Blendung des Kraftfahrers zu erwarten. Zu Abhilfemaßnahmen zur Vermeidung der Blendung s. Abschnitt 7.2.3.

### 7.2.2 Fahrtrichtung West

Die für alle Baufelder berechneten  $\gamma$ -Flächen für diese Fahrtrichtung sind in Bild 3 eingezeichnet. Die  $\gamma$ -Flächen für die Baufelder 4 und 5 haben wieder keine Schnittpunkte mit den Sonnenstandslinien, damit tritt auch in dieser Fahrtrichtung keine Kraftfahrerblendung durch die Baufelder 4 und 5 auf.

Die  $\gamma$ -Flächen für die Baufelder 1 bis 3 haben auch in dieser Fahrtrichtung Schnittpunkte mit den Sonnenstandslinien, Sonnenlicht wird von diesen Baufeldern etwa vom 10. Februar bis 15. April und 1. September bis 5. November zwischen 16.30 Uhr und 17.30 Uhr MEZ zum Kraftfahrer reflektiert. Das Sonnenlicht wird teilweise unter Blickwinkeln des Kraftfahrers  $\theta$  von  $2^\circ$  bis  $3^\circ$  von den Baufeldern zum Kraftfahrer reflektiert, dieser hat das reflektierte Sonnenlicht auch in dieser Fahrtrichtung im direkten Blickfeld. Wegen des kleinen Blickwinkels und der langen Einwirkzeit des reflektierten Sonnenlichts auf den Kraftfahrer muss auch in Fahrtrichtung West mit einer verkehrsgefährdenden Blendung des Kraftfahrers durch die Baufelder 1 bis 3 gerechnet werden.

### 7.2.3 Abhilfemaßnahme zur Vermeidung der Blendung

Baufeld 3: Dieses Baufeld liegt am westlichen Ende etwa auf gleicher Höhe wie die FOK der Autobahn und steigt auf ca. 3 m oberhalb der FOK am östlichen Ende. Um die Kraftfahrer auf der Autobahn gegen die von der PV-Anlage ausgehende Sonnenlichtreflexion abzuschildern, sollte der um die PV-Anlage zu installierende Zaun an der der Autobahn zugewandten Südseite in einer Höhe von 0,8 m (Höhe Modulunterkante) bis zur Zaunhöhe von 2 m mit einem dunklen Kunststoffgewebe versehen werden, das nicht mehr als 30 % Transmission besitzt.

Da die Höhe der Moduloberkante 2,92 m und die Zaunhöhe 2 m beträgt, bleibt am westlichen Ende von Baufeld 3 ein schmaler Streifen am oberen Ende der Modulfläche sichtbar, von dem noch Sonnenlicht zum Kraftfahrer gelenkt werden kann. Die Berechnungen ergeben, dass die Beleuchtungsstärke (Intensität) des reflektierten Sonnenlichts im Bereich 300 lx bis 2000 lx liegt. Das sind 5 % bis 10 % der Beleuchtungsstärke des direkten Sonnenlichts, das ja **gleichzeitig** und unter fast dem gleichen Winkel (die Differenz der Blickwinkel des Kraftfahrers zur Fahrbahn und zu Baufeld 3 beträgt höchstens  $8^\circ$ ) auf den Kraftfahrer einwirkt. 300 lx bis 2000 lx entsprechen der Beleuchtungsstärke des direkten Lichts 5 min bis 10 min nach Sonnenaufgang bzw. vor Sonnenuntergang. Bekanntlich kann man unmittelbar nach Sonnenaufgang/vor Sonnenuntergang direkt in die Sonne schauen, ohne geblendet zu werden. Eine Blendung ist in dieser Situation allenfalls durch das direkte Sonnenlicht möglich, aber nicht durch das von dem schmalen, sichtbar bleibenden Streifen am oberen Rand am westlichen Ende von Baufeld 3 reflektierte Sonnenlicht.

Der Unterzeichner hat das o.a. genannte Kunststoffgewebe (s. Bild 5) lichttechnisch geprüft und zum Einsatz an mehreren anderen PV-Anlagen empfohlen; in einem Fall wird es seit ca. 5 Jahren problemlos an einer Autobahn eingesetzt. Sollte dieses Kunststoffnetz nicht verfügbar sein, kommt als Alternative das in Bild 6 gezeigte

Kunststoffnetz infrage, das etwa die gleichen Eigenschaften hat wie das geprüfte Kunststoffnetz.

Baufelder 1 und 2: Die GOK dieser Baufelder liegen ca. 1 m unterhalb der FOK bis auf gleicher Höhe wie die FOK. Deshalb schaut ein Lkw-Fahrer mit seiner Augenhöhe von 2,40 m und einer Zaunverkleidung, die nur bis 2 m Höhe möglich ist, über die Zaunoberkante hinweg auf einen Großteil der Flächen der Baufelder 1 und 2. Deshalb ist eine Zaunverkleidung bei diesen Baufeldern nicht wirksam.

Berechnungen zeigten, dass eine Erhöhung der Modulneigung gegen Süd die Kraftfahrerblendung erhöht. Eine Verringerung der Modulneigung führt erst dann zu einer wirksamen Reduzierung der Blendwirkung, wenn die Modulneigung bis auf 5° abgesenkt wird. Bei einer solch flachen Modulneigung ist ein wirtschaftlicher Betrieb einer PV-Anlage in Mitteleuropa nicht möglich, die Verringerung der Modulneigung ist daher nicht sinnvoll.

Eine Anordnung der Module im "Satteldach"-Layout (Ausrichtung der Modultischreihen von Nord nach Süd, Neigung der Module je Tischreihe abwechselnd um 17° nach Osten und Westen) bringt ebenfalls keine Verbesserung der Blendsituation, da in Fahrtrichtung West die nach Osten geneigten Module beider Baufelder Sonnenlicht zum Kraftfahrer reflektieren und starke Blendung erzeugen.

Werden die Modultischreihen in Ost-West-Richtung ausgerichtet, ergeben sich die in Bild 4 für Baufeld 1 dargestellten  $\gamma$ -Flächen. Diese  $\gamma$ -Flächen sind auch repräsentativ für Baufeld 2. Die  $\gamma$ -Fläche für die Fahrtrichtung Ost liegt oberhalb der Sonnenstandslinien und hat keine Schnittpunkte mit diesen, Sonnenlichtreflexion zum Kraftfahrer und Blendung eines Kraftfahrers sind ausgeschlossen.

Diese Tatsache ergibt sich daraus, dass auf der nördlichen Erdhalbkugel die Sonne nicht aus nördlichen bis nordöstlichen Richtungen scheint und das Sonnenlicht daher nicht in südliche bis südwestliche Richtungen reflektiert werden kann, d.h. nicht ins Auge eines Kraftfahrers gelangen kann, der in Richtung Norden bis Nordwesten blickt.

Die  $\gamma$ -Fläche für die Fahrtrichtung West liegt unterhalb der Sonnenstandslinien, sogar unterhalb/außerhalb des Polardiagramms; sie hat keine Schnittpunkte mit den Sonnenstandslinien, Sonnenlicht kann nicht von der PV-Anlage zum Kraftfahrer gelenkt werden, Kraftfahrerblendung ist nicht möglich.

Die Tatsache, dass  $\gamma$ -Flächen unterhalb der Sonnenstandslinien liegen, gibt den Sachverhalt wieder, dass ein Kraftfahrer, der in Richtung Süd bis Südwest auf die PV-Anlage blickt, überwiegend nur die Modulrückseiten sieht und dass das Sonnenlicht immer über den Kraftfahrer hinweg reflektiert wird.

Fazit: Die einzige Möglichkeit, eine Sonnenlichtreflexion von den Baufeldern 1 und 2 in Richtung der Autobahnutzer zu vermeiden, besteht darin, die Modultischreihen in Ost-West-Richtung auszurichten.



## 8 Zusammenfassung

Bei Vorbeifahrt an der geplanten PV-Anlage Thelkow auf der BAB A 20 ist in beiden Fahrtrichtungen beim bisher geplanten Modullayout eine verkehrsgefährdende Blendung durch die drei nördlich der Autobahn gelegenen Baufelder 1 bis 3 zu rechnen.

Die Blendung bei den Baufeldern 1 und 2 kann verhindert werden, wenn die Modultischausrichtung genau in Ost-West-Richtung erfolgt, d.h., die Module exakt unter  $17^\circ$  nach Süden geneigt werden.

Die Blendung bei Baufeld 3 kann verhindert werden, wenn der um die PV-Anlage zu installierende Zaun an der der Autobahn zugewandten Südseite in einer Höhe von 0,8 m (Höhe Modulunterkante) bis zur Zaunhöhe von 2 m mit einem dunklen Kunststoffgewebe (s. Bilder 5 und 6) versehen wird, das nicht mehr als 30 % Transmission besitzt.

Von den südlich der Autobahn gelegenen Baufeldern 4 und 5 wird beim geplanten Modullayout in beiden Fahrtrichtungen kein Sonnenlicht zu einem Autobahnnutzer reflektiert, Kraftfahrerblendung ist nicht möglich.

Bei Änderung der Modultischausrichtung bei den Baufeldern 1 und 2 und Installation des empfohlenen Kunststoffnetzes am südlichen Zaun bei Baufeld 3 ist gegen die Errichtung der PV-Freiflächenanlage in Thelkow aus Sicht des Unterzeichners nichts einzuwenden.



---

Dieses Gutachten wurde nach bestem Wissen und Gewissen angefertigt.

## Anhang



*Bild 1: Die geplante PV-Anlage Thelkow (rot umrandet) mit den Baufeldern BF 1 bis 5 und den Markierungen 1 bis 6 (Blickpunkte eines Kraftfahrers von der BAB A 20 zur PV-Anlage)*

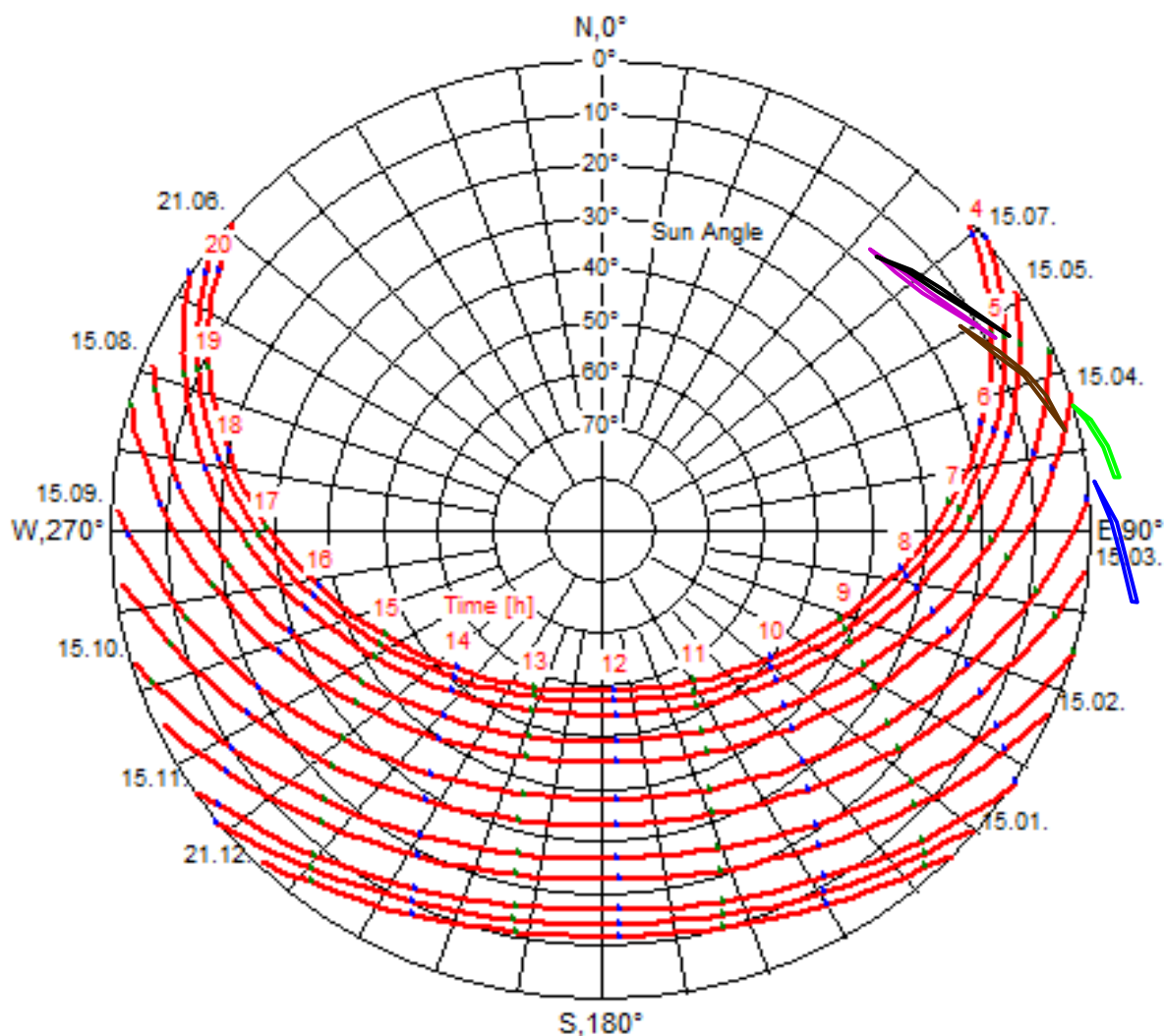


Bild 2: Monatlicher Sonnenstand (Sonnenhöhe und -richtung) für Thelkow mit  $\gamma$ -Flächen zur Bewertung der Vorbeifahrt eines Kfz auf der BAB A 20 an der PV-Anlage, bisherige Planung

Quelle des Sonnenstandsdiagramms: [www.stadtklima-stuttgart.de](http://www.stadtklima-stuttgart.de)

#### Fahrtrichtung Ost

- : Blickpunkt eines Kraftfahrers bei Markierung 1, Baufeld 4
- : Blickpunkt eines Kraftfahrers bei Markierung 2, Baufeld 5
- : Blickpunkt eines Kraftfahrers bei Markierung 1, Baufeld 1
- : Blickpunkt eines Kraftfahrers bei Markierung 1, Baufeld 2
- : Blickpunkt eines Kraftfahrers bei Markierung 2, Baufeld 3

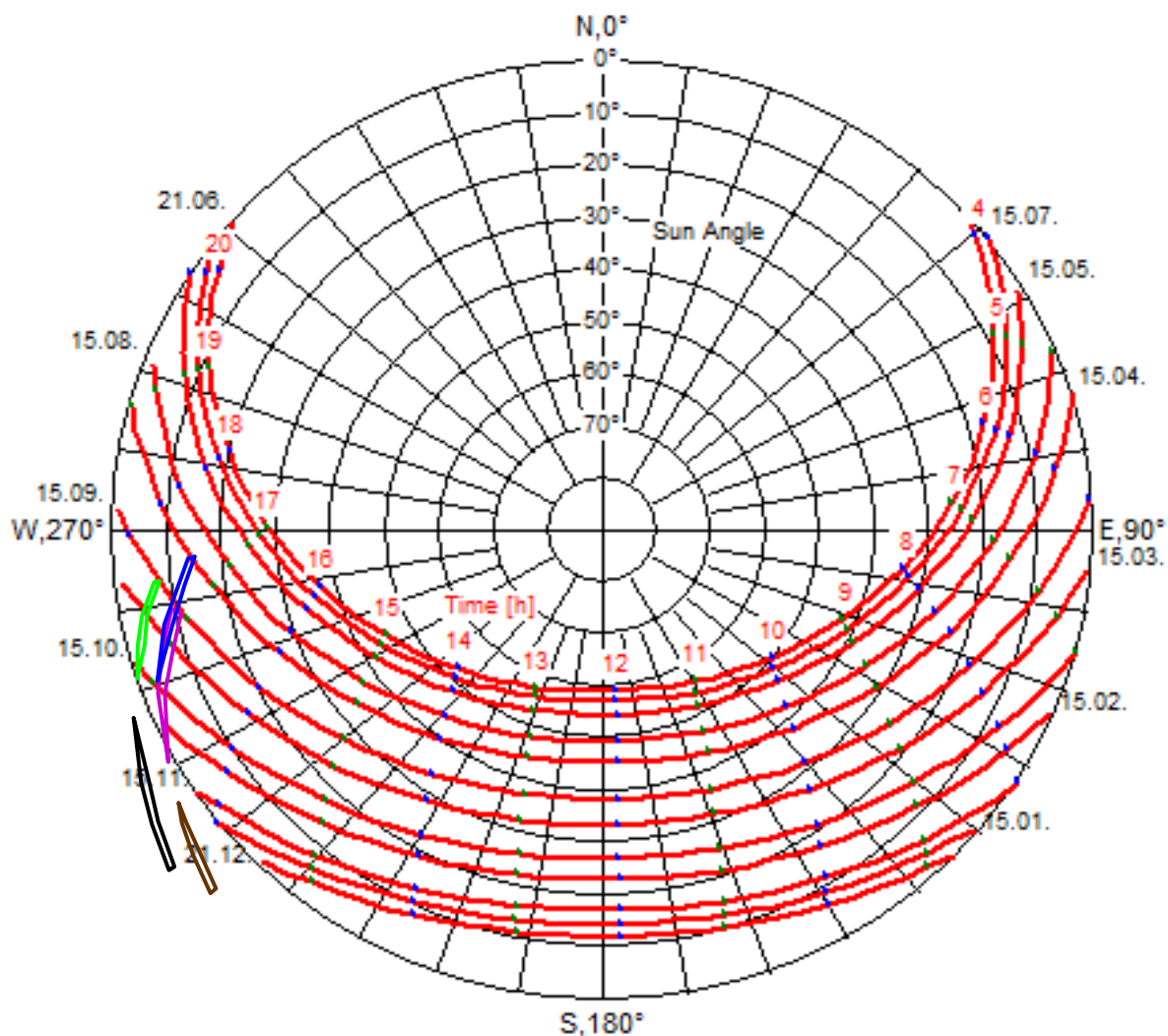


Bild 3: Monatlicher Sonnenstand (Sonnenhöhe und -richtung) für Thelkow mit  $\gamma$ -Flächen zur Bewertung der Vorbeifahrt eines Kfz auf der BAB A 20 an der PV-Anlage, bisherige Planung

*Fahrtrichtung West*

- : Blickpunkt eines Kraftfahrers bei Markierung 3, Baufeld 3
- : Blickpunkt eines Kraftfahrers bei Markierung 4, Baufeld 2
- : Blickpunkt eines Kraftfahrers bei Markierung 5, Baufeld 1
- : Blickpunkt eines Kraftfahrers bei Markierung 6, Baufeld 5
- : Blickpunkt eines Kraftfahrers bei Markierung 4, Baufeld 4

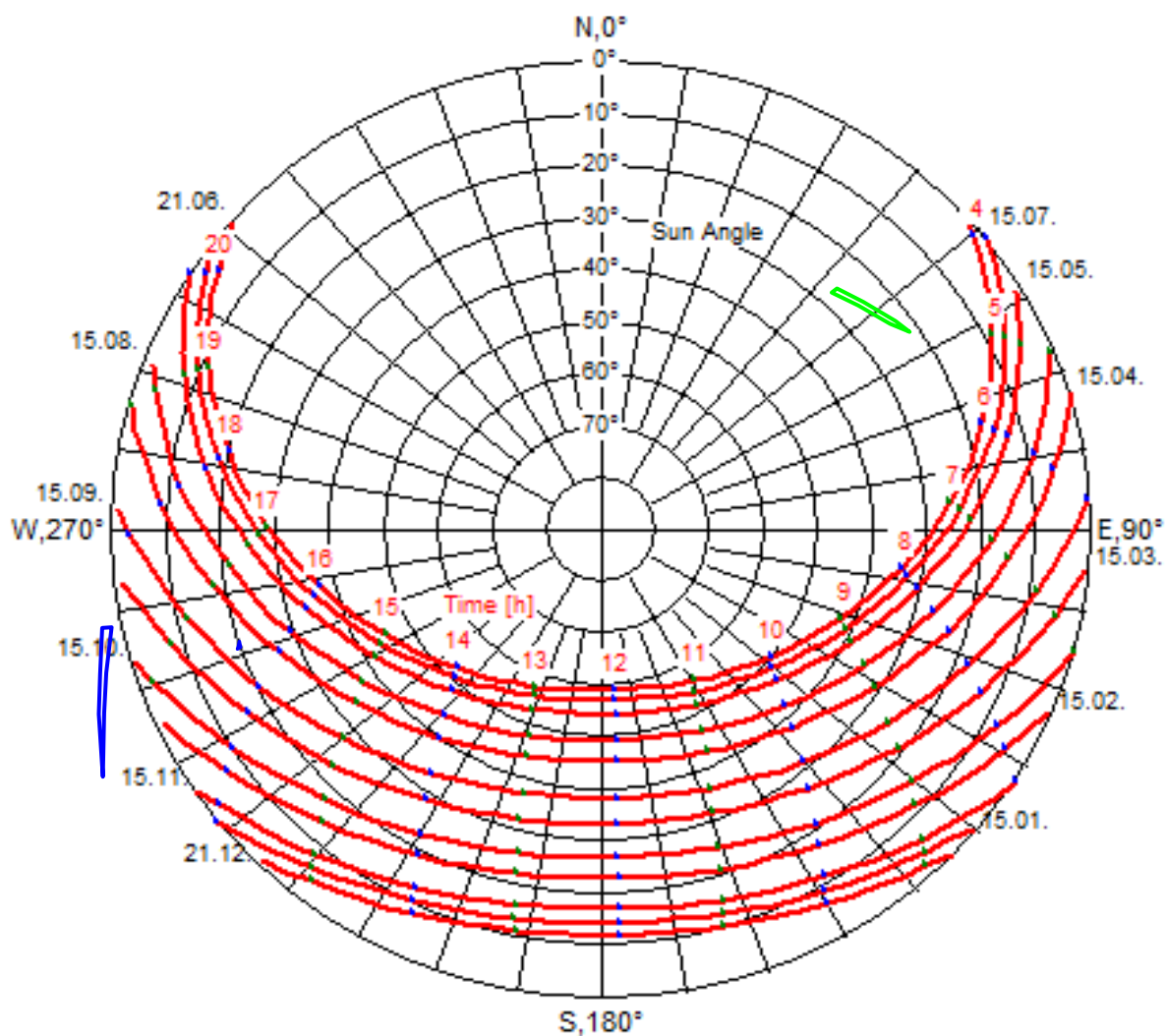


Bild 4: Monatlicher Sonnenstand (Sonnenhöhe und -richtung) für Thelkow mit  $\gamma$ -Flächen zur Bewertung der Vorbeifahrt eines Kfz auf der BAB A 20 an der PV-Anlage

Vorgeschlagene Ausrichtung der Modultischreihen in Ost-West-Richtung

- : Fahrtrichtung Ost, Blickpunkt eines Kraftfahrers bei Markierung 1 zu Bau-feld 1
- : Fahrtrichtung West, Blickpunkt eines Kraftfahrers bei Markierung 5 zu Bau-feld 1



*Bild 5: Untersuchtes Kunststoffgewebe der Fa. Evios Energy Systems GmbH  
Maßstab: ca. 1:2*



*Bild 6: Untersuchtes Kunststoffgewebe, Lieferant Fa. evia Verkehrstechnik GmbH/ACCURA NTV KG  
Maßstab: ca. 1:2*