

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 20. 9. 2024

**G u t a c h t e n**  
**G70/2024**  
**zur Frage der eventuellen Blend- und Störfwirkung von Straßennutzern**  
**durch eine bei Schmadebeck 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 VOSS Energy GmbH, Admannshäger Damm 20 in 18211 Admannshagen-Bargeshagen.

Auftragsdatum: 6. 9. 2024

**2 Auftragsache**

Die VOSS Energy GmbH plant die Errichtung einer Freiflächen-Photovoltaikanlage bei Schmadebeck, einem Ortsteil der Stadt Kröpelin. Es stellt sich die Frage, ob Nutzer der an der PV-Anlage vorbeiführenden Straßen 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 Kfz	$\alpha$
Orientierung der Modultischreihen	$\nu$
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 Kraftfahrer - PV-Anlage	$\tau$
Differenz $\alpha - \tau$ (horizontale Blickrichtung Kraftfahrer - PV-Anlage)	$\psi$
vertikaler Blickwinkel Kraftfahrer - PV-Anlage	$\lambda$

#### 4 Informationen zur Photovoltaik-Anlage

Die topografischen Daten und die Beschreibung der Anlage beruhen auf folgenden Informationen, die von der VOSS Energy GmbH zur Verfügung gestellt wurden:

- Übersichtsplan
- Modulbelegungspläne
- Modultischquerschnitt
- Höhenplan
- Fotos

Die Geländehöhen der PV-Anlage wurden dem Höhenplan entnommen. Die Entfernungen außerhalb der PV-Anlage, alle Entfernungen und horizontalen Winkel wurden mit google earth ermittelt. Der monatliche Sonnenstand für Schmadebeck (Sonnenhöhe und -azimut) wurde mit der Website [www.stadtklima-stuttgart.de](http://www.stadtklima-stuttgart.de) bestimmt. Weitere Informationen wurden mit street view gewonnen. Die Berechnung der Winkel des reflektierten Sonnenlichts erfolgte mit eigenen Excel-Programmen. Weitere Informationen wurden von Herrn Thomas Breitsprecher von der VOSS Energy GmbH zur Verfügung gestellt.

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

##### 5.1 Die PV-Anlage

Die aus den 10 Teilflächen TF1 bis TF10 bestehende PV-Anlage wird auf einem bisher überwiegend landwirtschaftlich genutzten Gelände errichtet, s. Bild 1 im Anhang. Bei den Teilflächen TF 7 bis TF9 werden auch Flächen einer früheren Kiesgrube in die PV-Anlage einbezogen. Das Gelände ist sehr hügelig; die Geländeoberkante (GOK) fällt von ca. 80 m über Normalhöhennull (NHN) an der Nordecke der PV-Anlage auf 68 m an der Westecke, 56 m an der Südecke und 78 m an der Ostecke ab. Eine Kuppe von 75 m Höhe befindet sich in TF3 und eine weitere Kuppe von 82 m in TF10.

Nach aktuellem Planungsstand werden Module des Herstellers Canadian Solar CS7N-670MB-AG mit einer Modulleistung von 670 W<sub>peak</sub> eingesetzt. Die geplante Leistung beträgt ca. 68 MW<sub>peak</sub>. Die Module werden auf sogenannten Modultischreihen montiert, die Module sind entweder nach Süd oder nach Ost und West (Satteldach-Layout) geneigt. Die maximale Länge der Modultischreihen entspricht der jeweils verfügbaren Breite der PV-Fläche. Die Modulneigung  $\varepsilon$  beträgt 17°. Modulober- und -unterkante befinden in einer Höhe von 2,939 m bzw. 0,80 m über GOK.

##### 5.2 Die untersuchten Straßen

###### 5.2.1 Bützower Straße/Satower Straße

Diese Straße verläuft westlich der PV-Anlage etwa von Nordwest nach Südost; die Fahrtrichtung  $\alpha$  der Straße beträgt bei Markierung 1 (s. Bild 1) ca. 149°, dreht bei Markierung C in einer leichten Rechtskurve auf ca. 161° und bei Markierung 2 zurück

auf ca. 142°. Der Blick zur PV-Anlage ist trotz der teilweise vorhandenen Alleebäume gegeben. Die Fahrbahnoberkante (FOK) der Straße fällt von Markierung 1 bis Markierung 2 von 53 m auf 46 m.

### 5.2.2 Straße Landweg

Diese Straße verläuft östlich der PV-Anlage etwa von Nord nach Süd; die Fahrtrichtung der Straße beträgt bei Markierung 3 ca. 239° und dreht bei Markierung 5 auf ca. 189°. Die FOK der Straße fällt von Markierung 3 bis Markierung 8 von 77 m auf 71 m. Der Blick zur PV-Anlage ist wegen Wohnbebauung nur teilweise gegeben.

### 5.3 Immissionsorte

An der Bützower Straße/Satower Straße liegen mehrere Gehöfte und an der Straße Landweg befindet sich ein Gehöft, die als potentielle Immissionsorte infrage kommen. Die PV-Anlage ist jedoch von diesen Gehöften aus wegen dazwischenliegender Bäume/Waldstücke und Hügel nicht einsehbar. Eine Blend- oder Störwirkung für die Bewohner dortiger Wohngebäude ist daher nicht möglich.

## 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 geringer:

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, so dass verkehrsgefährdende Situationen entstehen können.

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 „auszublenden“: Er muss die vor ihm liegende Straße bzw. den Gleiskörper und dessen Umgebung beobachten und alle Licht- und sonstigen Signale sowie die Anzeigeeinstrumente im Pkw oder der Lok 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 die Beleuchtungsstärke (Lichtintensität) der Blendlichtquelle ins Verhältnis zur Beleuchtungsstärke der Sonne gesetzt werden.

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

### **7.1 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 und 3 zeigen das Sonnenstandsdiagramm für Schmadebeck 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 mittlere Augenhöhe eines 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 2,50 m ein vertikaler Winkel  $\sigma$  von ca.  $-2,9^\circ$  (Blick leicht nach unten). Dieser Winkel  $\sigma$  wurde bei den weiteren Berechnungen zugrunde gelegt.

### **7.2 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 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 Schmadebeck eingetragen. Da die Berechnungen für die gesamte Fläche oder eine Teilfläche der PV-Anlage von einem festen Beobachterstandort aus durchgeführt werden, 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 Polardiagramm abgelesen werden. Bei fehlenden Schnittpunkten ist keine Sonnenlichtreflexion zum Kraftfahrer möglich.

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

Wie in Abschnitt 6 erläutert, wird von der PV-Anlage reflektiertes Sonnenlicht, das aus Kraftfahrerblickwinkeln  $> 20^\circ$  stammt, nicht betrachtet. Die Blickwinkel zu TF2, TF4, TF7 und TF9 liegen von der Bützower/Satower Straße bzw. dem Landweg aus gesehen komplett oberhalb von  $20^\circ$  und müssen daher nicht in die Untersuchungen einbezogen werden. TF6 ist wegen eines dazwischen liegenden Hügels und eine Waldes von der Bützower Straße aus nicht einsehbar. Die Module der Teilflächen TF2, TF4, TF6, TF7 und TF9 können daher sowohl mit der Modulneigung Süd als auch im Satteldach-Layout installiert werden. Deshalb muss das Kraftfahrerblendrisiko auf der Bützower/Satower Straße für TF1 und TF3 und auf der Straße Landweg für TF5, TF8 und TF10 berechnet werden.

#### **7.3.1 Bützower/Satower Straße**

##### **7.3.1.1 Fahrtrichtung Süd**

Die  $\gamma$ -Flächen wurden für den Kraftfahrerblickpunkt bei Markierung 1 für TF1 und TF3 berechnet. Da sich bei der Weiterfahrt über diesen Punkt hinaus die Fahrtrichtung praktisch nicht ändert, ist dieser Punkt repräsentativ für diese Fahrtrichtung. Die  $\gamma$ -Flächen sind in Bild 2 eingezeichnet. Die  $\gamma$ -Flächen für die Modulneigungen Süd und Ost liegen unterhalb der Sonnenstandslinien, sogar unterhalb/außerhalb des Polardiagramms. Sonnenlicht kann gemäß der Erläuterungen in Abschnitt 7.2 bei

diesen Modulneigungen zu keinem Zeitpunkt von der PV-Anlage zum Kraftfahrer auf dieser Straße reflektiert werden, Kraftfahrerblendung tritt nicht auf.

Die  $\gamma$ -Fläche für die Modulneigung West hat jedoch Schnittpunkte mit den Sonnenstandslinien, Sonnenlicht kann von Mitte Februar bis Mitte März und von Mitte September bis Mitte Oktober zwischen ca. 8.45 Uhr und 9.50 MEZ zum Kraftfahrer reflektiert werden. Die Sonnenlichtreflexion stammt aus den Teilen von TF1 und TF3, die in Bild 1 rot schraffiert dargestellt sind. Die Sonnenlichtreflexion erfolgt über eine Länge von ca. 350 m. Ein mit Tempo 60 fahrender Lkw-Fahrer durchfährt diese Strecke in 21 sec. Der Blickwinkel des Kraftfahrers zu diesen Teilen beträgt  $9^\circ$  bis  $20^\circ$ , liegt also teilweise noch im blendkritischen Bereich, so dass bei diesem Blickwinkelintervall in Verbindung mit der langen Vorbeifahrtzeit eine verkehrsgefährdende Kraftfahrerblendung nicht ausgeschlossen werden kann.

Abhilfemaßnahme: Ein Blendrisiko bei TF1 und TF3 tritt nicht auf, wenn die Modulneigung Süd gewählt wird. Soll jedoch das Satteldach-Layout gewählt werden, müssen die rot schraffierten Teile von TF1 und TF3 mit der Modulneigung Süd versehen werden. Die östliche Grenze der rot schraffierten Flächen ist definiert durch den Winkel  $\tau = 127^\circ$ , gerechnet von Markierung 1 aus. Dieser Winkel bestimmt die Größe der schraffierten Flächen.

Als alternative Maßnahme zur Verhinderung der Blendung kommt in Betracht, den Zaun an den Westseiten von TF1 und TF3, die parallel zur Bützower Straße verlaufen, in einer Höhe von bis zu 2,90 m zu installieren und mit einem dunklen Kunststoffgewebe zu versehen, das nicht mehr als 30 % Transmission besitzt. Das Kunststoffgewebe muss in der Höhe von 0,80 m (Höhe Modulunterkante) bis zu einer Höhe von 2,90 m (ca. Höhe der Moduloberkante) auf dem Zaun angebracht werden. In Bild 1 ist die Lage der Zäune, die abgeschirmt werden müssen, mit gelben Linien gekennzeichnet. Dann könnten die Module von TF1 und TF3 komplett im Satteldach-Layout installiert werden.-Die Länge der abzuschirmenden Zäune beträgt ca. 70 m und 260 m.

Der Unterzeichner hat ein solches Kunststoffgewebe (s. Bild 5) lichttechnisch geprüft und zum Einsatz an mehreren anderen PV-Anlagen empfohlen; in einem Fall wird es seit ca. sechs 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.

### **7.3.1.2 Fahrtrichtung Nord**

Als relevanter Kraftfahrerblickpunkt wurde Markierung 2 gewählt. Von diesem Blickpunkt aus beträgt der Blickwinkel des Kraftfahrers zu TF1 und TF2  $< 20^\circ$ , und beide TF2 sind durch dazwischenliegende Hügel von Markierung 2 aus gar nicht sichtbar. Das Blendrisiko für diese Fahrtrichtung muss daher nicht untersucht werden.

## 7.3.2 Straße Landweg

### 7.3.2.1 TF5

Die für diese TF berechneten  $\gamma$ -Flächen sind in Bild 3 eingezeichnet. Sie haben für Fahrtrichtung Nord, beide Modullayouts, und für Fahrtrichtung Süd, Modulneigung Süd und West, keine Schnittpunkte mit den Sonnenstandslinien, aber solche Schnittpunkte bei der Modulneigung Ost. Sonnenlicht wird von Mitte Januar bis Mitte Februar und im Oktober von 14 Uhr bis 14.20 Uhr zum Kraftfahrer reflektiert. Die Sonnenlichtreflexion stammt aus dem Teil von TF5, der in Bild 1 wieder rot schraffiert dargestellt ist. Die Sonnenlichtreflexion erfolgt über eine Länge von ca. 120 m. Ein mit Tempo 60 fahrender Lkw-Fahrer durchfährt diese Strecke in 7,2 sec. Der Blickwinkel des Kraftfahrers zu diesem Teil beträgt  $11^\circ$  bis  $20^\circ$ , liegt zwar im weniger blendkritischen Bereich, aber bei diesem Blickwinkelintervall in Verbindung mit der immer noch langen Vorbeifahrtzeit ist auch in dieser Situation mit einer verkehrsgefährdenden Kraftfahrerblendung zu rechnen.

Abhilfemaßnahme: Ein Blendrisiko bei TF5 tritt nicht auf, wenn die Modulneigung Süd gewählt wird. Soll jedoch das Satteldach-Layout gewählt werden, muss der rot schraffierte Teil von TF5 mit der Modulneigung Süd versehen werden. Dieser Streifen ist aber nur maximal 12 m breit, so dass es vermutlich unwirtschaftlich wäre, diesen schmalen Streifen mit nach Süd geneigten Modulen zu versehen; wirtschaftlicher wäre es vermutlich, diesen Streifen nicht mit Modulen zu bestücken.

Auch hier kommt alternativ infrage, den Zaun an der Ostgrenze von TF5 auf 2,90 m zu erhöhen und mit dem Kunststoffgewebe auszurüsten. Die Zaunlänge beträgt ca. 120 m (s. gelbe Linie).

### 7.3.2.2 TF8 und TF10

Die Sichtbedingungen eines Kraftfahrers, der an TF8 vorbeifährt, unterscheiden sich nicht von denen bei der Vorbeifahrt an TF10. Deshalb werden wegen der längeren Strecke und Vorbeifahrtzeit die  $\gamma$ -Flächen für TF10 berechnet. Die  $\gamma$ -Flächen sind in Bild 4 eingezeichnet. Sie haben wieder für Fahrtrichtung Nord, beide Modullayouts, und für Fahrtrichtung Süd, Modulneigung Süd und West, keine Schnittpunkte mit den Sonnenstandslinien, aber solche Schnittpunkte bei der Modulneigung Ost. Sonnenlicht wird ca. vom 5. November bis 10. Februar von 13.45 Uhr bis 14.45 Uhr zum Kraftfahrer reflektiert. Die Sonnenlichtreflexion stammt aus dem Teil von TF10, der in Bild 1 wieder rot schraffiert dargestellt ist. Die Sonnenlichtreflexion erfolgt über eine Länge von ca. 150 m. Ein mit Tempo 60 fahrender Lkw-Fahrer durchfährt diese Strecke in 9 sec. Der Blickwinkel des Kraftfahrers zu diesem Teil beträgt  $5^\circ$  bis  $20^\circ$  und liegt damit im teilweise blendkritischen Bereich. Bei diesem Blickwinkelintervall in Verbindung mit der langen Vorbeifahrtzeit ist auch in dieser Situation mit einer verkehrsgefährdenden Kraftfahrerblendung zu rechnen.

Abhilfemaßnahme: Ein Blendrisiko bei TF10 tritt nicht auf, wenn die Modulneigung Süd gewählt wird. Soll jedoch das Satteldach-Layout gewählt werden, muss der rot schraffierte Teil von TF10 mit der Modulneigung Süd versehen werden. Die westliche Grenze der rot schraffierten Fläche ist definiert durch den Winkel  $\tau = 206^\circ$ , gerechnet von Markierung 5 aus.

Auch hier kommt alternativ infrage, den Zaun an der Ostgrenze von TF10 auf 2,90 m zu erhöhen und mit dem Kunststoffgewebe auszurüsten. Die Zaunlänge beträgt ca. 150 m (s. gelbe Linie).

Die für TF10 berechneten  $\gamma$ -Flächen gelten auch für TF8; d.h., dass in Fahrtrichtung Süd von den nach Ost gerichteten Modulen Blendung verursacht wird. Die Fahrtstrecke, bei der die Blendung auftritt, ist allerdings nur ca. 12 m lang. Ein mit Tempo 60 fahrender Lkw-Fahrer durchfährt diese Strecke in 0,75 sec. Diese Zeit ist zu kurz, um eine verkehrsgefährdende Blendung zu erzeugen. Deshalb können in TF8 Module in beiden Modullayouts installiert werden.

## 8 Zusammenfassung

Es wurde untersucht, ob von der geplanten PV-Anlage Schmadebeck Blendwirkungen für Kraftfahrer auf der Bützower/Satower Straße und der Straße Landwehr ausgehen können. Alle Teilflächen können mit Modulen bestückt werden, die nach Süd geneigt sind, ohne dass Kraftfahrerblendung erzeugt wird. Sollte als Modullayout jedoch die Modulneigungen Ost und West (Satteldach-Layout) vorgesehen werden, müssen Teile der Teilflächen TF1, TF3, TF5 und TF10 mit nach Süd geneigten Modulen versehen werden, um verkehrsgefährdende Blendung auf den genannten Straßen zu vermeiden. Als alternative Abhilfemaßnahme kommt in Betracht, den an den in Bild 1 durch gelbe Linien gekennzeichneten Stellen auf 2,90 m zu erhöhen und mit einem dunklen Kunststoffgewebe zu versehen, das nicht mehr als 30 % Transmission besitzt und das in einer Höhe von 0,80 m bis 2,90 m auf dem Zaun angebracht wird.

Gegen die Errichtung der PV-Freiflächenanlage in Schmadebeck unter Berücksichtigung der gegebenen Empfehlungen ist aus Sicht des Unterzeichners nichts einzuwenden.



---

Dieses Gutachten wurde nach bestem Wissen und Gewissen angefertigt.

## Anhang



*Bild 1: Übersicht der geplanten PV-Anlage Schmadebeck mit den Teilflächen TF1 bis TF10 und den untersuchten Kraftfahrer-Blickpunkten 1 bis 8 auf der Bützower/Satower Straße und der Straße Landweg*

**▨** : Bei Satteldach-Layout der Module müssen diese Flächen mit nach Süd geneigten Modulen versehen werden.

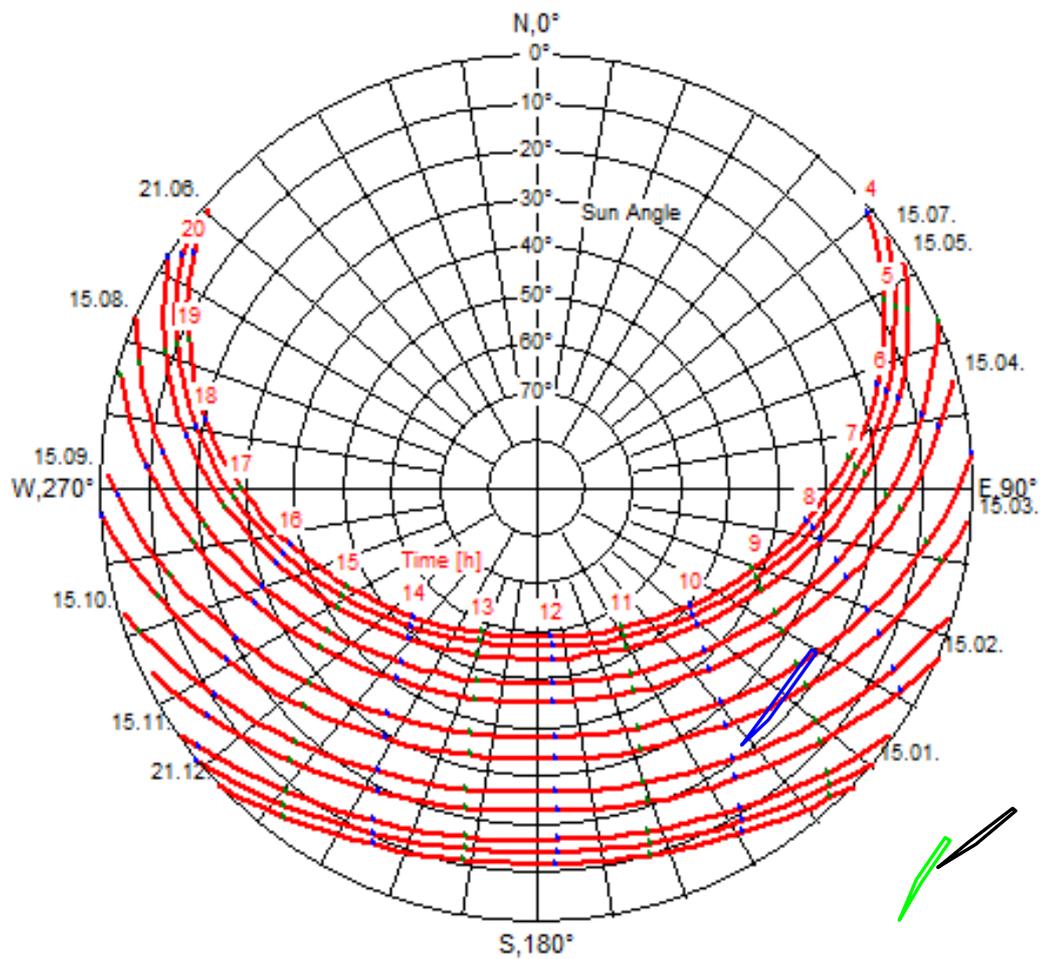


Bild 2: Monatlicher Sonnenstand (Sonnenhöhe und -richtung) für Schmadebeck mit  $\gamma$ -Flächen zur Bewertung der Vorbeifahrt eines Kfz auf der Bützower Straße an TF1 und TF3, Blickpunkt Markierung 1, Fahrtrichtung Süd

- : Modulneigung Süd
- : Modulneigung Ost
- : Modulneigung West

Quelle des Sonnenstandsdiagramms: [www.stadtklima-stuttgart.de](http://www.stadtklima-stuttgart.de);  
Copyright: © Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe 2007

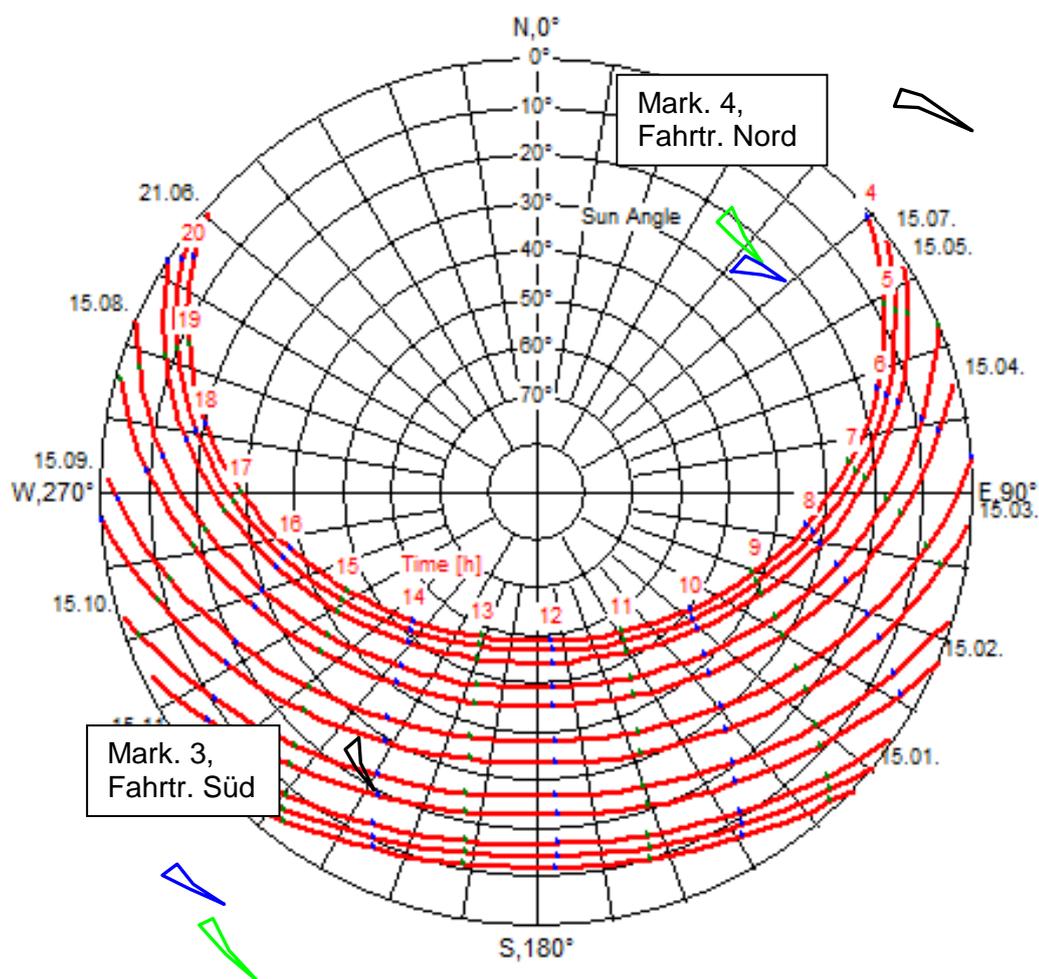


Bild 3: Monatlicher Sonnenstand (Sonnenhöhe und -richtung) für Schmadebeck mit  $\gamma$ -Flächen zur Bewertung der Vorbeifahrt eines Kfz auf der Straße Landweg an TF5

- : Modulneigung Süd
- : Modulneigung Ost
- : Modulneigung West

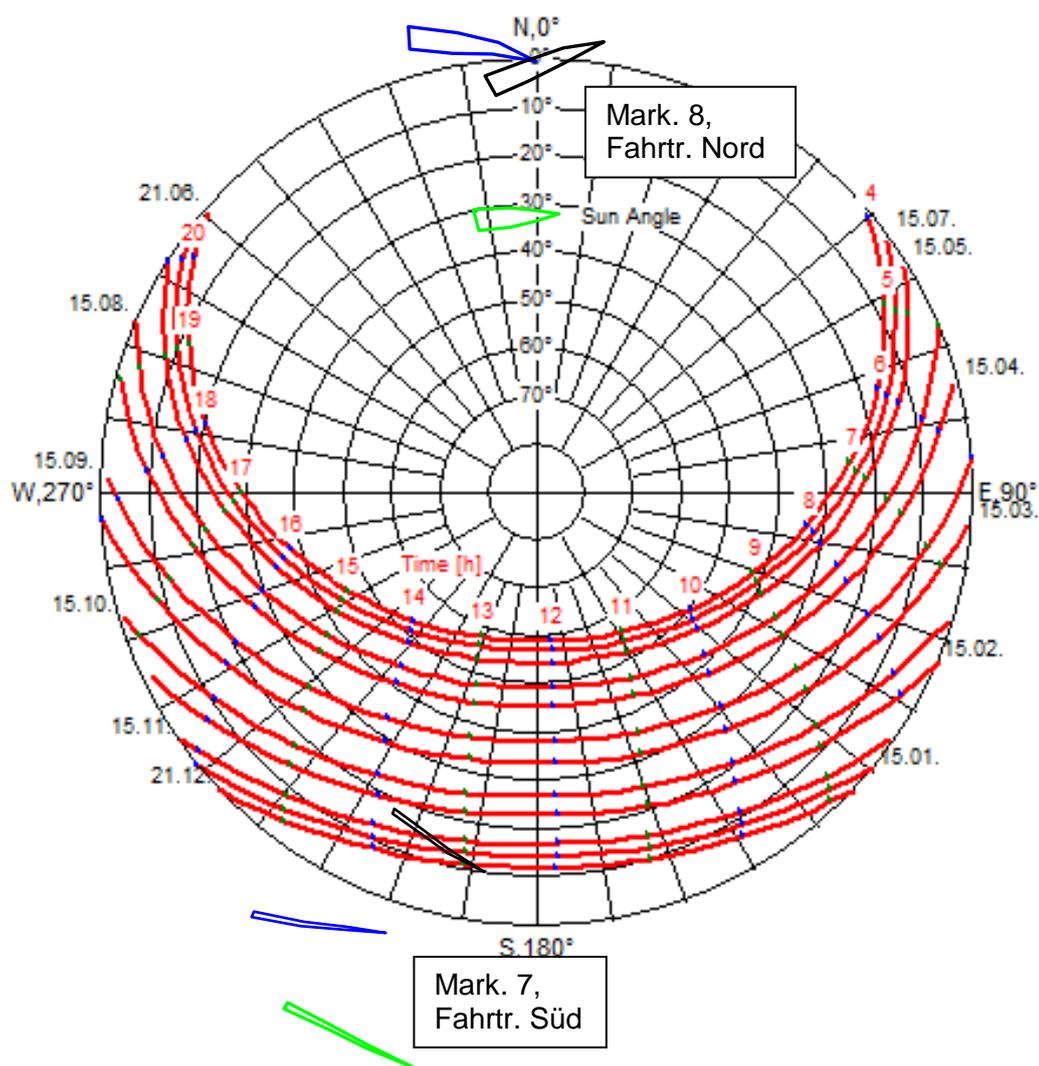
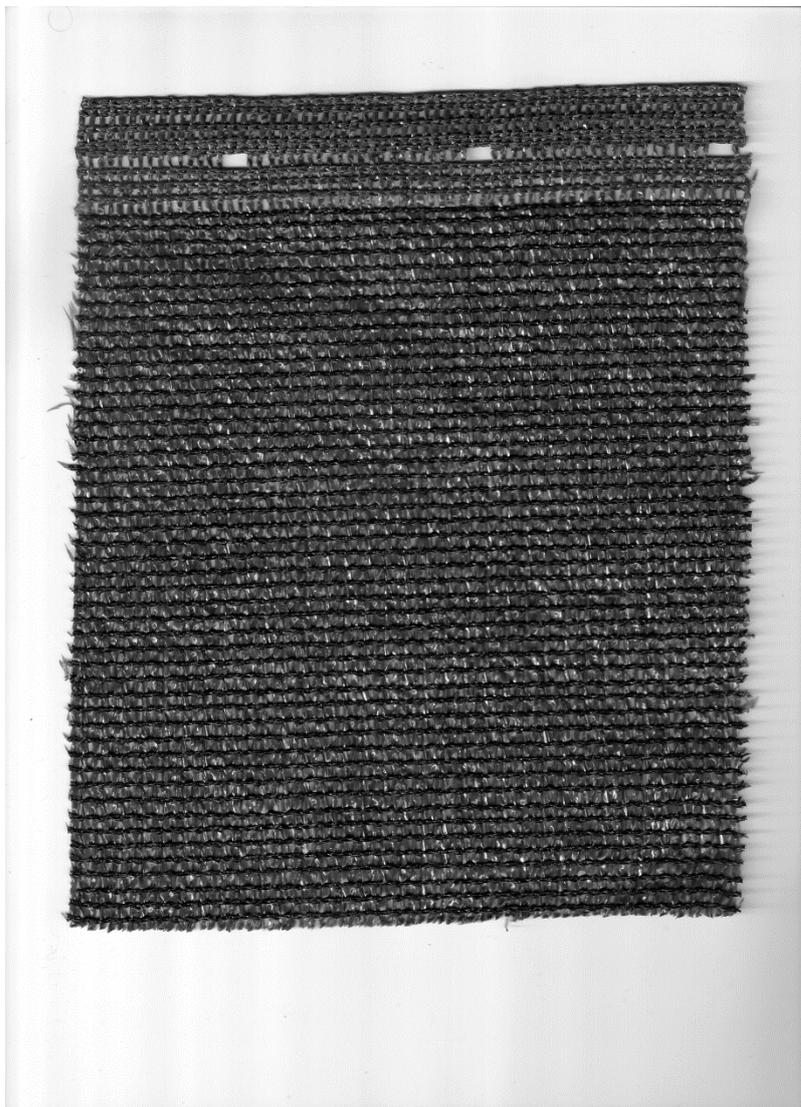


Bild 4: Monatlicher Sonnenstand (Sonnenhöhe und -richtung) für Schmadebeck mit  $\gamma$ -Flächen zur Bewertung der Vorbeifahrt eines Kfz auf der Straße Landweg an TF10

- : Modulneigung Süd
- : Modulneigung Ost
- : Modulneigung West



*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*