

Dr. Hans Meseberg
LSC Lichttechnik und Straßenausstattung Consult
Fährstr. 10
13503 Berlin
Tel. und Fax +49 30/82707832
Email: hmeseberg@t-online.de

Berlin, den 17. Februar 2012

K u r z g u t a c h t e n
G05/2012
zur Frage der eventuellen Blend- und Störf Wirkung von Kraftfahrern
durch eine bei Gundelfingen-Peterswörth
installierte Photovoltaik-Anlage

(Dieses Kurzugutachten besteht aus 5 Seiten)

1 Auftraggeber

Den Auftrag zur Erarbeitung des Kurzugutachtens erteilte die Kling Consult GmbH, Postfach 1251, 86370 Krumbach

Auftragsdatum: 17. Januar 2012

2 Auftragsache

Die Kling Consult GmbH plant die Errichtung einer Photovoltaik-Anlage in Gundelfingen-Peterswörth zwischen der Bahnstrecke Ulm-Donauwörth und der Ortschaft Gundelfingen-Peterswörth. Es besteht die Besorgnis, dass Kraftfahrer, die die südlich bis südwestlich der PV-Anlage vorbeiführende Offinger Straße benutzen, bei der Vorbeifahrt an der PV-Anlage durch Sonnenlicht, das von der Oberfläche der PV-Module reflektiert wird, geblendet oder in sonst unzumutbarer Weise gestört werden. Dieses Kurzugutachten dient der Klärung der Frage, ob und mit welcher Häufigkeit solche Situationen entstehen können und falls ja, welche Abhilfemöglichkeiten bestehen.

3 Die PV-Anlage

Geplante Leistung: ca. 1,5 MWpeak. Es werden polykristalline Module verwendet, der Typ steht noch nicht fest. Modulneigung nach Süden: 25°. Ausrichtung: Ost-West. Form der Anlage: Unregelmäßig; Gesamtfläche 26 831 m². Geländehöhe: Im Mittel ca. 431 m. Die PV-Anlage hat eine maximale Länge von ca. 310 m (in Richtung Längsachse, in Richtung der Bahntrasse ausgerichtet) und eine Breite von ca. 110 m (in Richtung senkrecht zur Längsachse). Um die gesamte Anlage soll eine laubabwerfende Hecke gepflanzt werden. In der Umgebung der PV-Anlage befinden sich weder hohe Gebäude noch Bäume, die die Anlage bei niedrigem Sonnenstand abschatten könnten.

4 Blendung, Blendwahrscheinlichkeit

Um die evtl. von der PV-Anlage ausgehende Blendung zu bewerten, ist es notwendig, die Wahrscheinlichkeit dafür zu ermitteln, dass von der Anlage reflektiertes Licht ins Auge eines Kraftfahrers gelangt. Ist eine gewisse Wahrscheinlichkeit gegeben, muss

die Intensität des ins Kraftfahrerauge reflektierten Lichts ermittelt werden. Das Blendrisiko insgesamt ergibt sich aus der Bewertung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens und der Intensität des ins Auge eines Kraftfahrers reflektierten Sonnenlichts. Nur Sonnenlicht, das ins zentrale Blickfeld des Kraftfahrers reflektiert wird, erzeugt eine merkliche Blendung und kann das Sehvermögen und damit evtl. die Verkehrssicherheit beeinträchtigen. Deshalb sind nur Blickwinkel θ bis 20° in die Untersuchungen einzubeziehen. Der Winkel θ wird gebildet durch die Blickrichtung des Kraftfahrers (Blick auf einen Punkt der vor ihm liegenden Fahrbahn, der 50 m vom Kraftfahrer entfernt ist) und die Richtung des von der PV-Anlage reflektierten Sonnenlichts.

5 Flimmereffekt

Beim Durchfahren einer lichten Baumallee entsteht bei seitlicher Sonne ein unregelmäßiger Flimmereffekt, der für den Autofahrer zwar unangenehm ist, aber kein Unfallrisiko erzeugt und daher die Verkehrssicherheit nicht beeinträchtigt. Bei der Vorbeifahrt an einer PV-Anlage kann ein Flimmereffekt dadurch entstehen, dass die PV-Module in Reihen mit einem festen, regelmäßigen Abstand voneinander angebracht sind, wodurch es zu einer periodischen Unterbrechung des reflektierten Sonnenlichts kommt. Wenn das unterbrochene Licht ins Auge eines vorbeifahrenden Kraftfahrers fällt, wird es als Flimmern wahrgenommen. Bei der Berechnung des Auftretens eines Flimmereffektes ist zu berücksichtigen, dass - im Gegensatz zur Blendung - periodisches Flimmern als besonders unangenehm empfunden wird, wenn die Störlichtquelle sich nicht im zentralen Blickfeld, sondern seitlich vom Auge des Beobachters befindet. Daher sind bei der Ermittlung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Flimmereffektes Blickwinkel Kraftfahrer - PV-Anlage θ bis $\pm 90^\circ$ zu berücksichtigen. **Periodisches** Flimmern kann bei manchen Epileptikern sogar Anfälle auslösen (photosensitive Epilepsie). Merkbare Störungen durch den Flimmereffekt sind aber erst dann zu erwarten, wenn die Länge des Flimmerns 20 sec überschreitet. Es sind zwar keine Unfälle aus dem Verkehrswesen bekannt, die durch Flimmereffekte hervorgerufen worden sind. Um jedoch z.B. im Straßenverkehr jedes Unfallrisiko durch Flimmereffekte auszuschließen, sollen nach einer Empfehlung der „Commission Internationale d’Eclairage“ (Internationale Beleuchtungskommission) die Leuchten in Straßentunneln in solchen Abständen angebracht werden, dass bei der Durchfahrt durch Tunnel mit der zulässigen Höchstgeschwindigkeit Flimmerfrequenzen zwischen 4 Hz und 15 Hz vermieden werden. Dieses Frequenzintervall ist auch bei der Bewertung von Flimmereffekten zu berücksichtigen, die durch eine PV-Anlage hervorgerufen werden.

6 Verwendete Unterlagen und Programme

Unterlagen: Lage- und Belegungspläne, Querschnitt der PV-Tische, Fotos, Informationen von Herrn Dipl.-Geogr. Peter Wolpert, Kling Consult.

Programme: Die Geländehöhen, horizontalen Winkel und Entfernungen wurden den o.a. Unterlagen entnommen bzw. mit google earth ermittelt. Die Berechnung des monatlichen Sonnenstandes für Gundelfingen (Sonnenhöhe und -azimut) erfolgte mit der Website www.stadtklima-stuttgart.de. Die Winkel des reflektierten Sonnenlichts wurden mit eigenen excel-Programmen berechnet.

7 Verwendete Parameter

Die Fahrbahn der Offinger Straße liegt im interessierenden Bereich maximal 1 m oberhalb der Geländeoberkante der PV-Anlage. Mittlere Höhe der PV-Tische über

Geländeoberkante: 1,35 m bis 2 m. Mittlere Augenhöhe eines Kraftfahrers über Fahrbahn: 1,12 m. Daraus ergibt sich Augenhöhe des Kraftfahrers von 0,12 m bis 0,97 m über PV-Tischhöhe; in den Berechnungen wurde der Wert 0,5 m verwendet.

8 Berechnungsmethode für die evtl. Blendung

Die Wahrscheinlichkeit der Reflexion von Sonnenlicht ins Fahrerauge kann mithilfe eines sogenannten Sonnenstandsdiagramms ermittelt werden. Bild 1 im Anhang zeigt das Sonnenstandsdiagramm für Gundelfingen in Form eines Polardiagramms. Die roten Linien zeigen den Sonnenstand (Sonnenhöhe γ und Azimut α) 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. Mittels trigonometrischer Berechnungen wurden die vertikalen Sonnenhöhenwinkel γ ermittelt, unter denen das Sonnenlicht auf die PV-Module fallen müsste, damit das reflektierte Licht ins Auge eines Kraftfahrers fallen kann, der die Offinger Straße befährt. Da die Berechnungen für die Fläche der PV-Anlage durchgeführt werden, bilden die ermittelten Winkel γ ebenfalls eine Fläche. Von der PV-Anlage reflektiertes Sonnenlicht kann nur dann in Kraftfahrerauge gelangen, wenn diese γ -Flächen Schnittpunkte mit den roten Sonnenstandslinien haben.

Die geplante Hecke, die um die PV-Anlage gepflanzt werden soll, wird bei den Berechnungen nicht berücksichtigt, weil diese wegen ihrer vermutlich noch niedrigen Höhe unmittelbar nach Anpflanzung die PV-Anlage für einen Kraftfahrer noch nicht verdecken.

Fahrt in Richtung Nordwest

Die Berechnungen wurden für die Sichtbedingungen eines Kraftfahrers durchgeführt, der auf der Offinger Straße den Streckenbereich 400 m vor Überquerung des Bahnübergangs bis zum Bahnübergang befährt. In das Diagramm des Bildes 1 sind die γ -Flächen für die Entfernungen 400 m (blaue Fläche 1), 100 m (blaue Fläche 2) und die Situation der Überquerung des Bahnüberganges (grüne Fläche 3) eingetragen. Auf die Wiedergabe der Flächen für die übrigen betrachteten Entfernungen kann verzichtet werden, da diese mit den in Bild 3 dargestellten γ -Flächen praktisch zusammenfallen. Da der Kraftfahrer die PV-Anlage perspektivisch extrem verkürzt sieht (unter maximal 1 m, s. Abschnitt 7), sind auch die in Bild 1 dargestellten γ -Flächen so schmal, dass sie im Bild nur als Linie erkennbar sind.

Alle γ -Flächen liegen oberhalb der roten Sonnenstandslinien und haben keine Schnittpunkte mit diesen, von der PV-Anlage kann kein Licht in Richtung Kraftfahrer reflektiert werden. Dieser Sachverhalt gibt die Tatsache wieder, dass auf der nördlichen Erdhalbkugel die Sonne nicht aus nördlichen Richtungen scheint und das Sonnenlicht daher nicht in Richtung Süden, d.h. ins Auge eines in Richtung Norden blickenden Kraftfahrers, reflektiert werden kann. Blendung eines Kraftfahrers ist in dieser Situation ausgeschlossen.

Fahrt in Richtung Südost

Für einen in Richtung Südwest fahrenden Kraftfahrer ist die PV-Anlage erst kurz vor Überquerung des Bahnüberganges sichtbar, weil aus größerer Entfernung die PV-Anlage durch den Bahndamm verdeckt ist. In das Diagramm von Bild 1 sind die γ -

Flächen für die Blicksituation 110 m (blaue Kurve 4) bzw. 60 vor dem Bahnübergang (grüne Kurve 5) eingezeichnet.

Die γ -Flächen legen unterhalb des Polardiagramms, sie haben keine Schnittpunkte mit den Sonnenstandslinien, auch in dieser Fahrtrichtung kann kein Sonnenlicht zum Lokführer reflektiert werden. Wenn γ -Kurven unterhalb des Polardiagramms liegen, kann rechnerisch nur bei negativen Sonnenständen (die Sonne steht unterhalb des Horizonts) Sonnenlicht ins Auge eines Kraftfahrers reflektiert werden. In der Realität bedeutet diese Aussage, dass das Sonnenlicht immer weit über das Kfz hinweg reflektiert wird.

Nach der Überquerung des Bahnübergangs überschreiten die Blickwinkel θ deutlich den kritischen Wert 20° , evtl. reflektiertes Licht kann keine Blendung erzeugen.

Fazit

Bei einer Fahrt in beiden Richtungen erreicht kein reflektiertes Sonnenlicht das Auge eines Kraftfahrers, Blendung kann daher ausgeschlossen werden.

Straße Stegweide

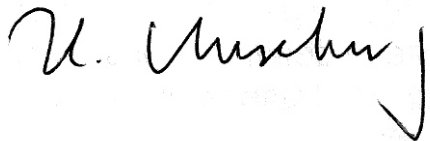
Befährt ein Kraftfahrer die Straße Stegweide, hat er die PV-Anlage immer im Norden, von dort kann kein Sonnenlicht das Auge des Kraftfahrers erreichen.

9 Flimmereffekt

Da zu keiner Zeit Licht von der PV-Anlage zum Kraftfahrer reflektiert wird, kann auch kein Flimmereffekt entstehen.

10 Zusammenfassung

Die in Gundelfingen-Peterswörth geplante Photovoltaik-Anlage erzeugt weder Blendung noch einen Flimmereffekt für Kraftfahrer. Eine Gefährdung des Straßenverkehrs durch die geplante Photovoltaik-Freiflächenanlage in Gundelfingen-Peterswörth kann mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Von daher ist gegen die Errichtung der Anlage nichts einzuwenden.



Dieses Kurzugutachten wurde nach bestem Wissen und Gewissen angefertigt.

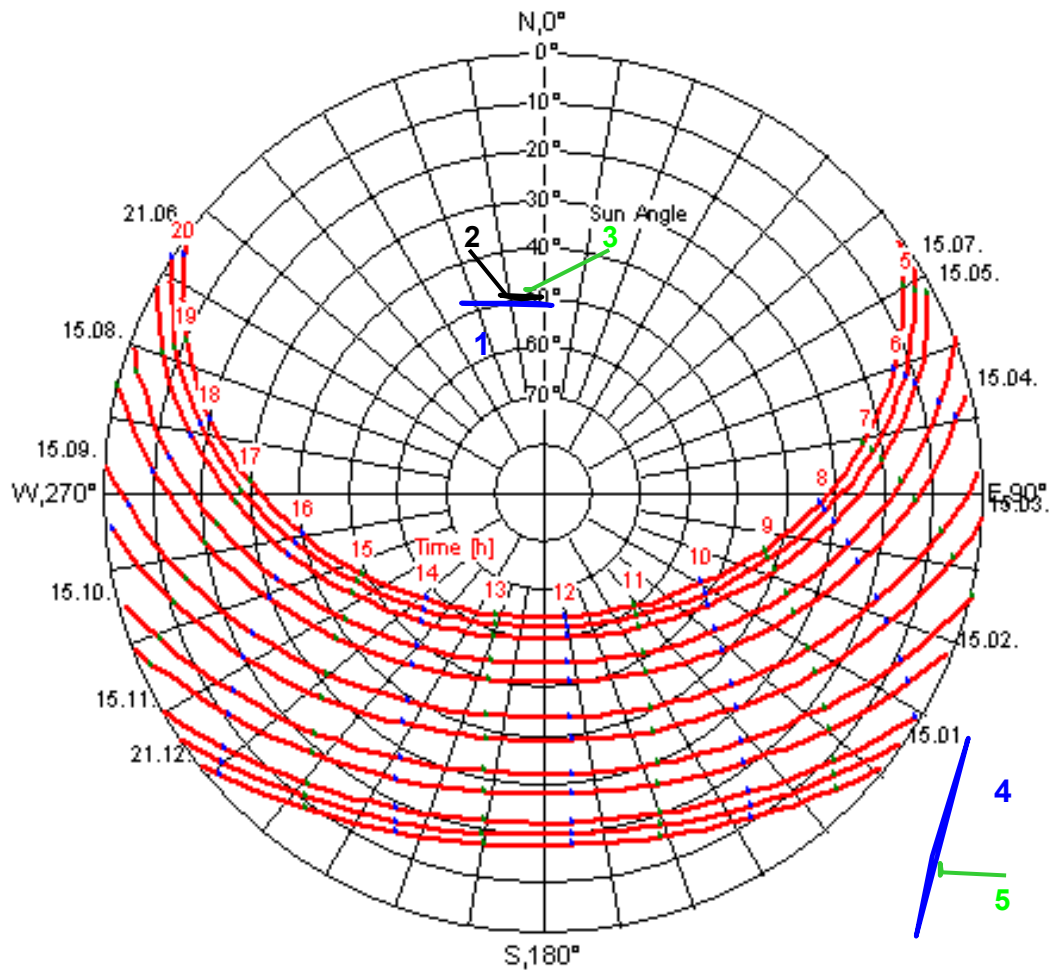


Bild 3: Monatlicher Sonnenstand (Sonnenhöhe und -richtung; rote Linien) für Gundelfingen.

γ -Flächen **1, 2, 3**: Fahrt auf Offinger Str. Richtung Nordwest, Entfernung Kfz - Bahnübergang 400 m, 100 m, 0 m

γ -Flächen **4, 5**: Fahrt auf Offinger Str. Richtung Südost, Entfernung Kfz - Bahnübergang 110 m, 60 m

Quelle des Sonnenstandsdiagramms: www.stadtklima-stuttgart.de