

**G u t a c h t e n G20/2023**  
**zur Frage der eventuellen Blend- und Störwirkung**  
**von Lokführern sowie von sich in Gebäuden aufhaltenden Personen**  
**durch eine in Oberahrain zu installierende Photovoltaikanlage**

(Dieses Gutachten besteht aus 9 Seiten  
und einem Anhang mit weiteren 3 Seiten)

**1 Auftraggeber**

Den Auftrag zur Erarbeitung des Gutachtens erteilte die BürgerEnergie Niederbayern e.G., Landshuter Str. 12 in 84051 Essenbach.

Auftragsdatum: 11. 3. 2023

**2 Auftragsache**

Die BürgerEnergie Niederbayern plant die Errichtung einer Freiflächen-Photovoltaikanlage in Oberahrain, Ortsteil des Marktes Essenbach. Es stellt sich die Frage, ob Lokführer der an der PV-Anlage vorbeiführenden Bahnstrecke Deggen-dorf-Landshut durch die PV-Anlage geblendet werden können. Zusätzlich ist zu klären, ob sich Personen, die sich in Gebäuden in der Nähe der PV-Anlage (Immission-sorte) aufhalten, durch die PV-Anlage in unzumutbarer Weise geblendet oder beläs-tigt werden können. Dieses Gutachten dient der Untersuchung der Frage, ob und mit welcher Häufigkeit solche Situationen entstehen können und falls ja, welche Abhilfe-möglichkeiten 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)	$\alpha$
Orientierung der Modultischreihen gegen Ost oder West	$\nu$
vertikaler Winkel des von den Solarmodulen reflektierten Lichts	$\delta$
Neigung der PV-Module gegen Süd	$\varepsilon$
horizontaler Blickwinkel Mitte Lokführer/Fensterfläche der Immissions-	

orte - PV-Anlage	$\tau$
Differenz $\alpha - \tau$ (horizontaler Blickrichtung Lokführer/Anwohner - PV-Anlage	$\psi$
vertikaler Blickwinkel Lokführer/Anwohner - PV-Anlage	$\lambda$
im Raum liegender Blickwinkel (gebildet durch die Blickrichtung eines Lokführers - Richtung reflektiertes Sonnenlicht)	$\theta$

#### 4 Topografische Daten und Informationen zur Photovoltaik-Anlage

Die topografischen Daten und die Beschreibung der Anlage beruhen auf folgenden Informationen, die von der BürgerEnergie Niederbayern zur Verfügung gestellt wurden:

- Lageplan
- Modulbelegungsplan
- Modultischquerschnitt
- Fotos und ein Video
- Mündliche und Emailinformationen durch Herrn Martin Hujber, BürgerEnergie Niederbayern e.G.

Die Höhen der Schienenoberkante, die Geländehöhen der PV-Anlage und der Häuser sowie die Entfernungen und horizontalen Winkel wurden mit google earth ermittelt. Die Fensterhöhen der Immissionsorte wurden aus den Fotos abgeschätzt und dem Video. Der monatliche Sonnenstand für Oberahrain (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 und topografische Daten

##### 5.1 Die PV-Anlage

Die PV-Anlage wird auf einer bisher landwirtschaftlich genutzten Fläche errichtet, s. Bild 1 im Anhang. Im Osten und Westen der PV-Anlage befindet sich Ackerland, im Süden ebenfalls Ackerland sowie im Südwesten, westlich der Markierung B in Bild 1, ein ca. 50 m breiter Gehölzstreifen, im Norden grenzt die PV-Anlage an die BAB A 92. Zwischen der A 92 und der geplanten PV-Anlage befindet sich ein über 6 m hoher Lärmschutzwall, der die Einsicht von der Autobahn zur PV-Anlage komplett verhindert. Der Lärmschutzwall ist an seiner Südseite ebenfalls mit einer PV-Anlage belegt. Die Grundfläche der PV-Anlage ist etwa rechteckig. Die Anlagenfläche ist praktisch eben; die Höhe der Geländeoberkante (GOK) liegt auf ca. 377 m über Normalhöhennull (NHN), nur die Nordostecke liegt auf 378 m. Die Fläche der PV-Anlage beträgt ca. 110 000 m<sup>2</sup>.

Die Module werden auf sogenannten Modultischreihen montiert, die jedoch nicht in Ost-West-Richtung ausgerichtet sind, sondern um 25° gegen den Uhrzeiger gedreht sind, d.h. parallel zur Autobahn ausgerichtet sind. Die Länge der Modultischreihen entspricht der jeweils verfügbaren Breite der Anlagenfläche. Die Modulneigung nach Süd beträgt 20°, Modulober- und -unterkante (MOK und MUK) betragen 3,19 m bzw. 0,80 m.

## 5.2 Die Bahnstrecke

Im Streckenabschnitt zwischen den Markierungen A und B in Bild 1 verläuft die Bahntrasse geradlinig, der Fahrtrichtungswinkel beträgt  $72,6^\circ/252,6^\circ$ . In diesem Abschnitt befindet sich zwischen PV-Anlage und der Bahntrasse ein schmaler Laubgehölzstreifen, in dem nur kurze Lücken von weniger als 10 m vorhanden sind. Westlich der Markierung B befindet sich wie bereits erwähnt ein ca. 50 m breiter Laubgehölzstreifen, der die Sicht von der Bahntrasse zur PV-Anlage komplett verhindert, so dass im Folgenden nur der Streckenabschnitt zwischen den Markierungen A und B untersucht werden muss. Die Schienenoberkante steigt von ca. 378 m bei Markierung A auf 379 m bei Markierung B an. Der Abstand der Gleismitte des nördlichen Gleises von der Südgrenze der PV-Module beträgt im interessierenden Bereich zwischen den Markierungen A und B ca. 20 m. Die verwendeten Loktypen und damit die Augenhöhen der Lokführer sind nicht bekannt, die nachfolgenden Berechnungen erfolgten mit einer Höhe des Lokführerauges über der Schienenoberkante von 3,30 m (worst case).

## 5.3 Die untersuchten Immissionsorte

Aus dem zur Verfügung gestellten Video und den Fotos wurden zwei Wohngebäude (Immissionsorte) identifiziert, zu denen Sonnenlicht von der PV-Anlage reflektiert werden kann. Das sind die Wohngebäude Deggendorfer Str. 17 und 21, in Bild 1 durch die Markierungen 1 bzw. 2 gekennzeichnet. Bei beiden Wohngebäuden zeigt eine Giebelfassade zur PV-Anlage, die Höhe der Mitte der Fenster im obersten Geschoss beträgt jeweils 5,5 m über Grund. Die Immissionszeit nimmt mit der Höhe der Fenster über Grund zu, deshalb müssen die Berechnungen für das jeweils höchste Fenster eines Gebäudes durchgeführt werden. Die Geländehöhe der Wohngebäude beträgt 379 m. Die im vorangehenden Abschnitt erwähnten Gehölzstreifen schränken auch die Sicht von den Immissionsorten zur PV-Anlage ein.

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

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**. Die bei Tageslicht am häufigsten auftretende Blendung wird von der Sonne verursacht. Befindet sich die Sonne im zentralen Gesichtsfeld des Lokführers/Kraftfahrers (im Folgenden „Beobachter“ genannt), tritt **Absolutblendung** auf, bei der man nicht mehr in der Lage wäre, ein Kfz oder eine Lok sicher zu führen, da im Gesichtsfeld des Beobachters 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.

Häufig wird das Licht der Sonne auch durch glänzende Objekte ins Auge eines Betrachters gespiegelt: Wasseroberflächen bei Windstille, Fensterfronten von Gebäuden, verglaste Treibhäuser oder auch PV-Module. Für die spiegelnde Reflexion gilt das Gesetz Ausfallswinkel = Einfallswinkel, wobei beide Winkel und das Lot auf der spiegelnden Oberfläche in einer Ebene liegen. Gegenüber der direkten Sonnenblendung ist bei dieser indirekten Blendung die tatsächliche Blendefahr geringer:

Ob tatsächlich 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 Beobachters 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 Bewertung von Blend- oder anderen visuellen Störeffekten, die von Bauwerken oder anderen technischen Anlagen bei Tageslicht erzeugt werden, gibt es 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. Kritisch sind **Blendwinkel  $\theta \leq 10^\circ$** , wenn also die störende Lichtquelle direkt im Gesichtsfeld des Beobachters liegt. Ein Beobachter hat nicht mehr unbedingt die Möglichkeit, diese Lichtquelle „auszublenden“, da er z.B. die vor ihm liegende Fahrbahn oder Bahntrasse und deren Umgebung beobachten muss und seinen Blick daher nicht beliebig zur Seite richten kann, um einem evtl. vorhandenen Blendreflex auszuweichen. Ob bei solch kleinen Winkeln tatsächlich Blendung vorliegt, hängt nicht nur von den geometrischen Gegebenheiten, sondern im entscheidenden Maße davon ab, wie hoch die Intensität des Störlichts im Verhältnis zur Umgebungshelligkeit und v.a. zur Intensität des direkten Sonnenlichts ist. Um eine Aussage über die Blendwirkung einer PV-Anlage machen zu können, muss deshalb in jedem einzelnen Fall unter Beachtung des Blickwinkels die Beleuchtungsstärke der Blendlichtquelle ins Verhältnis zur Beleuchtungsstärke der Sonne gesetzt werden.

Um die evtl. von der PV-Anlage ausgehende Störf Wirkung für Lokführer und auch für Anwohner zu bewerten, ist es zunächst notwendig, die zeitliche Wahrscheinlichkeit dafür zu ermitteln, dass von der PV-Anlage reflektiertes Licht ins Auge eines Lokführers oder in die Fensterflächen bzw. die dahinterliegenden Räume der blendgefährdeten Gebäude gelangt. Diese Wahrscheinlichkeit kann mithilfe eines sogenannten Sonnenstandsdiagramms ermittelt werden. Die Bilder 2 und 3 zeigen das Sonnenstandsdiagramm für Oberahrain 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.

Zuerst werden mittels der geometrischen und topografischen Daten die Sonnenhöhe  $\gamma$  und das Sonnenazimut  $\alpha$ , bei denen sich die Sonne befinden müsste, damit reflektiertes Sonnenlicht ins Lokführerauge oder in die Fensterflächen der betroffenen Gebäude gelangen könnte, berechnet. Die Ergebnisse der Berechnungen werden in das Sonnenstandsdiagramm für Oberahrain eingetragen. Die Berechnungen werden für die gesamte Fläche der PV-Anlage durchgeführt, deshalb 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 Schnittmengen mit den roten Sonnenstandslinien, fällt Sonnenlicht ins Lokführerauge oder in die Fensterflächen; die dazugehörigen Jahres- und Tageszeiten können aus dem Polardiagramm abgelesen werden. Bei fehlenden Schnittmengen ist keine Sonnenlichtreflexion ins Lokführerauge oder in die Fensterflächen und damit auch keine Blend- oder Störwirkung möglich.

## **7 Zeitliches Auftreten der Sonnenlichtreflexion ins Auge eines Lokführers**

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

Zunächst muss der im Raum liegende Winkel  $\theta$  zwischen Lokführer 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 Lokführern an der PV-Anlage ermittelt werden.

$\sigma$  ist der Winkel, gebildet durch die Höhe des Lokführerauges  $h_F$  über Schienenoberkante und die Entfernung zum Blickpunkt auf dem Schotterbett. Da nicht im Einzelnen bekannt ist, welche Loks auf der unter Abschnitt 5.2 beschriebenen Strecke eingesetzt werden, wird für  $h_F$  bei den nachfolgenden Berechnungen der Wert 3,30 m verwendet. Es wird weiter vorausgesetzt, dass der Lokführer normalerweise ca. 100 m voraus auf den Gleiskörper schaut. Mit der mittleren Augenhöhe  $h_F$  von 3,30 m ergibt sich daraus ein vertikaler Winkel  $\sigma$  von im Mittel  $1,9^\circ$ , unter dem der Lokführer auf den Gleiskörper blickt.

## **8 Blend- und Störwirkung von sich in Gebäuden aufhaltenden Personen**

Lichtimmissionen gehören nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) formal zu den schädlichen Umwelteinwirkungen, wenn sie nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen

für die Allgemeinheit oder für die Anwohner herbeizuführen. Weitere Ausführungen hierzu macht das BImSchG jedoch nicht. Die von PV-Freiflächenanlagen verursachte Blend- und Störwirkung von Personen, die sich in Wohn- oder Gewerbegebäuden aufhalten, wird im Allgemeinen nach den „Hinweisen zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen“ der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionschutz (LAI) vom 13. 9. 2012, Anhang 2, vorgenommen (im Folgenden „LAI-Hinweise“ genannt). Die Blend- und Störwirkung = Lichtimmission ist durch die Zeit definiert, in der Sonnenlicht von der PV-Anlage auf die Fensterflächen der betroffenen Gebäude (Immissionsorte) auftrifft. Diese Zeit, damit ist die astronomisch maximal mögliche Zeit von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang gemeint, darf täglich 30 min und im Kalenderjahr 30 Stunden nicht überschreiten („30 Minuten-/30 Stunden-Regel“).

Die LAI-Hinweise gelten für „schutzwürdige Räume“. Dazu gehören

- Wohnräume
- Schlafräume, einschließlich Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten und Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien
- Unterrichtsräume in Schulen, Hochschulen und ähnlichen Einrichtungen
- Büroräume, Praxisräume, Arbeitsräume, Schulungsräume und ähnliche Arbeitsräume.

Lt. Abschnitt 7e. der LAI-Hinweise sind die Sonne als punktförmig und die Solarmodule als ideal verspiegelt zu betrachten, so dass die Berechnungen gemäß dem Reflexionsgesetz Einfallswinkel = Ausfallswinkel durchgeführt werden können. Tatsächlich wird das Sonnenlicht von den üblicherweise verwendeten Solarmodulen aber auch teilweise gestreut reflektiert. Das führt dazu, dass das Sonnenlicht z.T. spiegelnd (Kernreflex) und z.T. gestreut (Streureflex) reflektiert wird. Der Streureflex kann je nach Entfernung Beobachter - PV-Anlage und Grad der Streuwirkung bis zu 40 min vor dem Kernreflex auftreten und erst bis zu 40 min nach dem Kernreflex verschwinden. Die Intensität des Streureflexes ist aber immer deutlich geringer als die Intensität des Kernreflexes und erzeugt daher keine nennenswerte Störwirkung. Alle durchzuführenden Berechnungen beziehen sich daher nur auf den Kernreflex, die zusätzliche Reflexionszeit durch den Streureflex wird nach den LAI-Hinweisen nicht berücksichtigt.

In den LAI-Hinweisen wird ausgeführt: *„Wirkungsuntersuchungen oder Beurteilungsvorschriften zu diesen Immissionen sind bisher nicht vorhanden.“* Mangels solcher Untersuchungen wurde der Inhalt der Regelungen der LAI-Hinweise daher weitgehend den „Hinweisen zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen“ (WEA-Schattenwurf-Hinweise) des LAI entlehnt. Diese Übertragung ist sehr angreifbar, da die durch den Schattenwurf von Windkraftanlagen erzeugte Störwirkung viel gravierender ist als die Störwirkung, die von PV-Anlagen erzeugt wird. Offensichtlich im Bewusstsein dieses Mangels wird in den LAI-Hinweisen weiter ausgeführt: *„Der genannte Wertungsmaßstab kann allenfalls ein erster Anhaltspunkt für die Beurteilung von Blendungen sein. Im Einzelfall muss dann aber begründet werden, warum eine Übertragbarkeit gegeben, bzw. aufgrund welcher Überlegungen eine ggf. abweichende Bewertung erfolgt ist.“*

Diese Einschränkung der Bewertungsmöglichkeit der Lichtimmissionen durch die LAI-Hinweise führt dazu, dass die LAI-Hinweise nur eine Empfehlung darstellen und deshalb nur in wenigen Bundesländern verbindlich zur Bewertung von Lichtimmissionen vorgeschrieben sind. Sie stellen aber den Stand der Technik dar und können, wenn einige Änderungen an der Bewertungsmethodik vorgenommen werden, durchaus sinnvoll angewendet werden. Folgende Aspekte der LAI-Hinweise werden im Folgenden modifiziert bzw. neu aufgenommen:

- a. Es heißt in den LAI-Hinweisen, dass Immissionsorte, die sich weiter als ca. 100 m von einer Photovoltaikanlage entfernt befinden, erfahrungsgemäß nur kurzzeitige Blendwirkungen erfahren. Nur Immissionsorte, die vorwiegend westlich oder östlich einer Photovoltaikanlage liegen und nicht weiter als ca. 100 m von dieser entfernt sind, seien hinsichtlich einer möglichen Blendung als kritisch zu betrachten. Dieser Aussage ist nicht zuzustimmen, denn nach den Erfahrungen des Unterzeichners bei der Begutachtung anderer PV-Anlagen können PV-Anlagen auch dann eine unzumutbare Störf Wirkung entfalten, wenn ihre Entfernung von Immissionsort beträchtlich größer als 100 m ist, z.B. wenn sich die betroffenen Fenster sehr weit oberhalb des PV-Anlagengeländes befinden, das Anlagengelände ein Gefälle in Richtung Immissionsort aufweist oder die PV-Fläche sehr ausgedehnt ist. Die LAI-Hinweise enthalten auch keine Angaben, wie zu verfahren ist, wenn, wie in vorliegendem Fall, die P-Anlage teilweise innerhalb und teilweise außerhalb der 100 m-Zone liegt. Deshalb wird die evtl. Blendwirkung für Anwohner vom Unterzeichner unabhängig von der Entfernung der betroffenen Gebäude berechnet.
- b. In den WEA-Schattenwurfhinweisen wird Schattenwurf für Sonnenstände  $\gamma \leq 3^\circ$  Erhöhung über Horizont wegen Bewuchs, Bebauung und der zu durchdringenden Atmosphärenschichten in ebenem Gelände vernachlässigt. Gerade diese wichtige, sehr sinnvolle Einschränkung bzw. eine vergleichbare Regelung fehlt in den LAI-Hinweisen. Deshalb wird in diesem Gutachten folgende, den Schattenwurfhinweisen analoge Regelung verwendet: Sonnenlicht, das unter Winkeln  $\gamma \leq 7,5^\circ$  von einer PV-Anlage in Richtung Immissionsort reflektiert wird, wird wegen dessen geringer Intensität (vergleichbar der Intensität des direkten Sonnenlichts, das unter  $\gamma = 3^\circ$  reflektiert wird, d.h. unmittelbar nach Sonnenaufgang oder vor Sonnenuntergang) und wegen Bewuchs, Bebauung und der zu durchdringenden Atmosphärenschichten in ebenem Gelände nicht berücksichtigt.
- c. Sonnenlicht, das sehr streifend in die Fensterflächen betroffener Gebäude fällt, trifft nur auf das Mauerwerk der gegenüberliegenden Seite der Fensteröffnung und kann nicht in den dahinter liegenden Raum eindringen. Der (horizontale) Winkel zwischen Hausfassade bzw. Fensterfläche und der Einfallsrichtung des Sonnenlichts, unter dem das Sonnenlicht nicht in den Raum eindringen kann, hängt von der Fensterbreite und der Dicke des Mauerwerks ab. Bei einer Mauerwerksbreite von 0,41 m (zweischalige Bauweise) und einer Fensterbreite (nur verglaste Fläche, also ohne Fensterrahmen) von z.B. 1,20 m trifft das Sonnenlicht bei Winkeln bis zu ca.  $19^\circ$ , bezogen auf die Hausfassade, auf das Mauerwerk der gegenüberliegenden Seite der Fensteröffnung. Bei Mansardenfenstern mit einer Breite von z.B. nur 0,60 m Breite beträgt der entsprechende Winkel  $35^\circ$ , bei schrägliegenden Dachgeschossfenstern ca.  $10^\circ$ . Bei den Berechnungen ist der für die jeweiligen Fenster maßgebliche Winkelbereich nicht zu berücksichtigen.

Bei vorhandenen Schnittmengen der  $\gamma$ -Flächen mit den Sonnenstandslinien müssen aus den Schnittflächen die Zeiten berechnet werden, zu denen Sonnenlicht von der PV-Anlage in die Fensterflächen der betroffenen Gebäude reflektiert wird.

## **9 Ergebnisse**

### **9.1 Lokführerblendung**

Die  $\gamma$ -Flächen wurden in Fahrtrichtung West für den Blickpunkt eines Lokführers bei Markierung A und in Fahrtrichtung Ost für den Blickpunkt bei Markierung B berechnet, ohne Berücksichtigung der Gehölze zwischen PV-Anlage und Bahntrasse. Die  $\gamma$ -Flächen sind in Bild 2 eingetragen. Beide  $\gamma$ -Flächen haben Schnittpunkte mit den Sonnenstandslinien, Sonnenlicht kann von der PV-Anlage theoretisch in Fahrtrichtung West in den Monaten Mitte März bis April und Mitte August bis September zwischen 16.45 Uhr und 17.15 Uhr MEZ und in Fahrtrichtung Ost in den Monaten Mai bis Juli zwischen 5.30 Uhr und 5.45 Uhr zum Kraftfahrer reflektiert werden. Der Blick des Kraftfahrers zur PV-Anlage verläuft aber unter einem Blickwinkel  $\theta$  von max.  $20^\circ$ , also sehr streifend. Der Kraftfahrer blickt durch den nur 5 m bis 10 m breiten Gehölzstreifen ebenfalls unter diesem streifenden Winkel, d.h. sein Blick dringt zur PV-Anlage, und demzufolge auch das von dort zu ihm reflektierte Sonnenlicht, über eine effektive Länge von mindestens 30 m. Bei einer solchen Länge sorgen allein die Äste und Zweige selbst in der noch unbelaubten zweiten Märzhälfte für eine solche Abschirmung, dass kein reflektiertes Sonnenlicht das Kraftfahrerauge erreichen kann. Damit kann insgesamt ein Lokführer von der geplanten PV-Anlage nicht geblendet werden.

### **9.2 Lichtimmission**

Die  $\gamma$ -Flächen für die Immissionsorte 1 und 2 wurden wieder ohne Berücksichtigung der Gehölzstreifen berechnet. Die  $\gamma$ -Flächen sind in Bild 3 wiedergegeben. Sie liegen oberhalb der roten Sonnenstandslinien und haben keine Schnittpunkte mit diesen, Sonnenlichtreflexion kann von der PV-Anlage nicht zu diesen Immissionsorten reflektiert werden. Eine Blend- oder Störwirkung für Anwohner tritt nicht auf, die PV-Anlage erfüllt die Anforderungen der LAI-Hinweise.

Die fehlende Sonnenlichtreflexion in Richtung der Immissionsorte ergibt sich aus der astronomischen Tatsache, dass auf der nördlichen Erdhalbkugel die Sonne nicht aus nördlichen Richtungen scheint und dass das Sonnenlicht daher nicht in südliche Richtungen reflektiert werden kann, d.h. nicht in die Fensterflächen der betroffenen Gebäude gelangen kann, von denen aus man in nördliche Richtungen schaut.



## 10 Zusammenfassung

Es wurde untersucht, ob von der geplanten PV-Anlage Oberahrain Blendung für einen die Bahnstrecke Deggendorf-Landshut befahrenden Lokführer ausgehen kann. Die zwischen der PV-Anlage und der Bahntrasse vorhandenen Gehölzstreifen schirmen unter den gegebenen geometrischen Bedingungen die PV-Anlage komplett gegen den Einblick von der Bahntrasse ab, so dass trotz vorhandener Sonnenlichtreflexion keine Lokführerblendung auftreten kann.

Weiter wurde untersucht, ob eine Blend- oder Störwirkung für Personen auftreten kann, die sich in Wohngebäuden (Immissionsorten) südlich der geplanten PV-Anlage aufhalten. Untersucht wurden die Wohngebäude Deggendorfer Str. 17 und 21. Zu keinem dieser Gebäude wird Sonnenlicht von der PV-Anlage reflektiert, eine Blend- oder Störwirkung für Anwohner tritt nicht auf, die PV-Anlage erfüllt die Anforderungen der LAI-Hinweise.

Aus Sicht des Unterzeichners ist gegen die Errichtung der PV-Anlage Oberahrain nichts einzuwenden.



---

Dieses Gutachten wurde nach bestem Wissen und Gewissen angefertigt.

## Anhang



*Bild 1: Umriss der PV-Anlage Oberahrain mit den untersuchten Blickpunkten eines Lokführers bei den Markierungen 1 und 2 und den untersuchten Immissionsorten A und B*

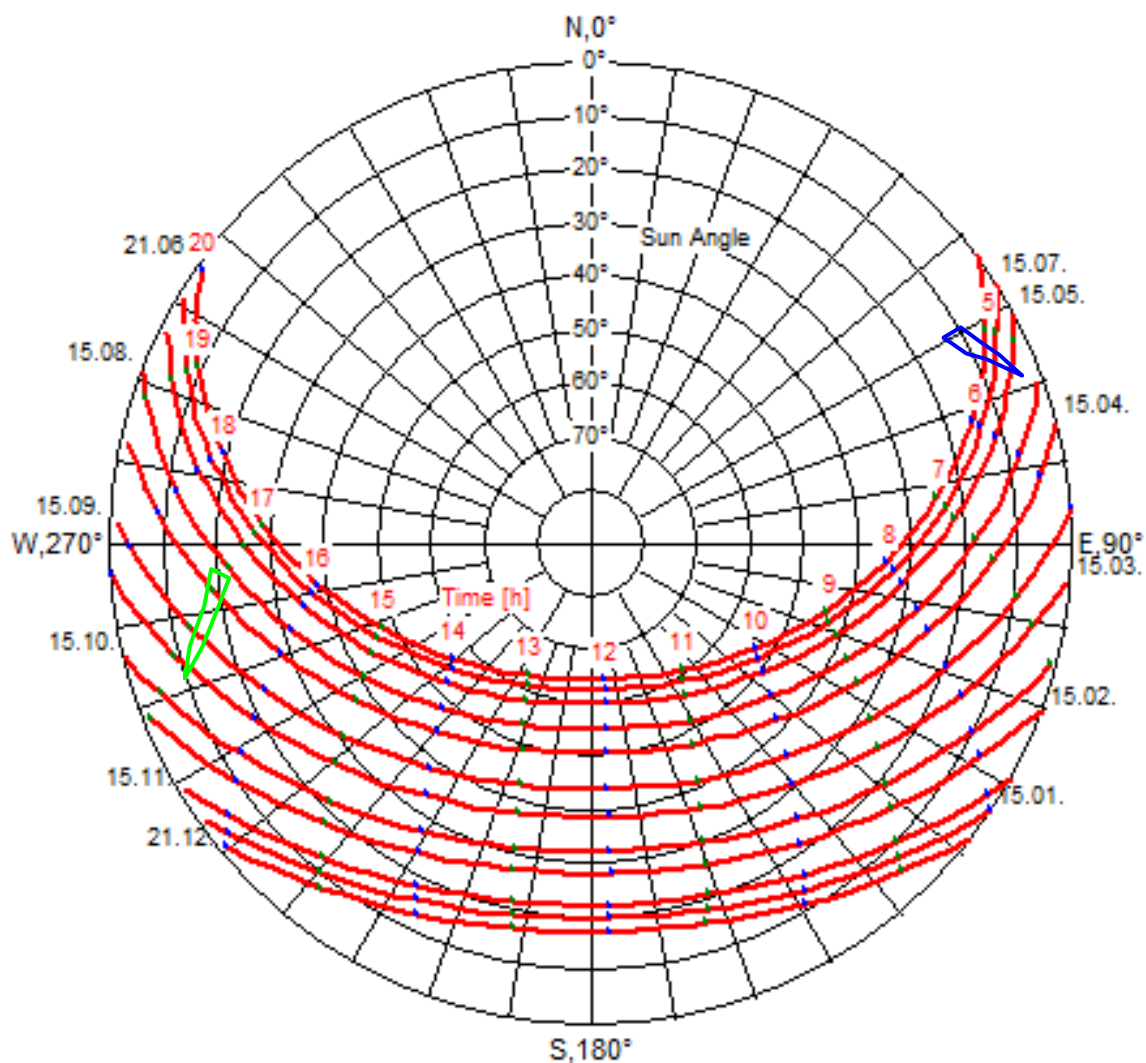


Bild 2: Monatlicher Sonnenstand (Sonnenhöhe und -richtung) für Oberahrain mit  $\gamma$ -Flächen zur Bewertung der Reflexion zu Lokführern der Bahnstrecke Degendorf-Landshut

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

- : Fahrtrichtung West, Lokführerblickpunkt bei Markierung A
- : Fahrtrichtung Ost, Lokführerblickpunkt bei Markierung B

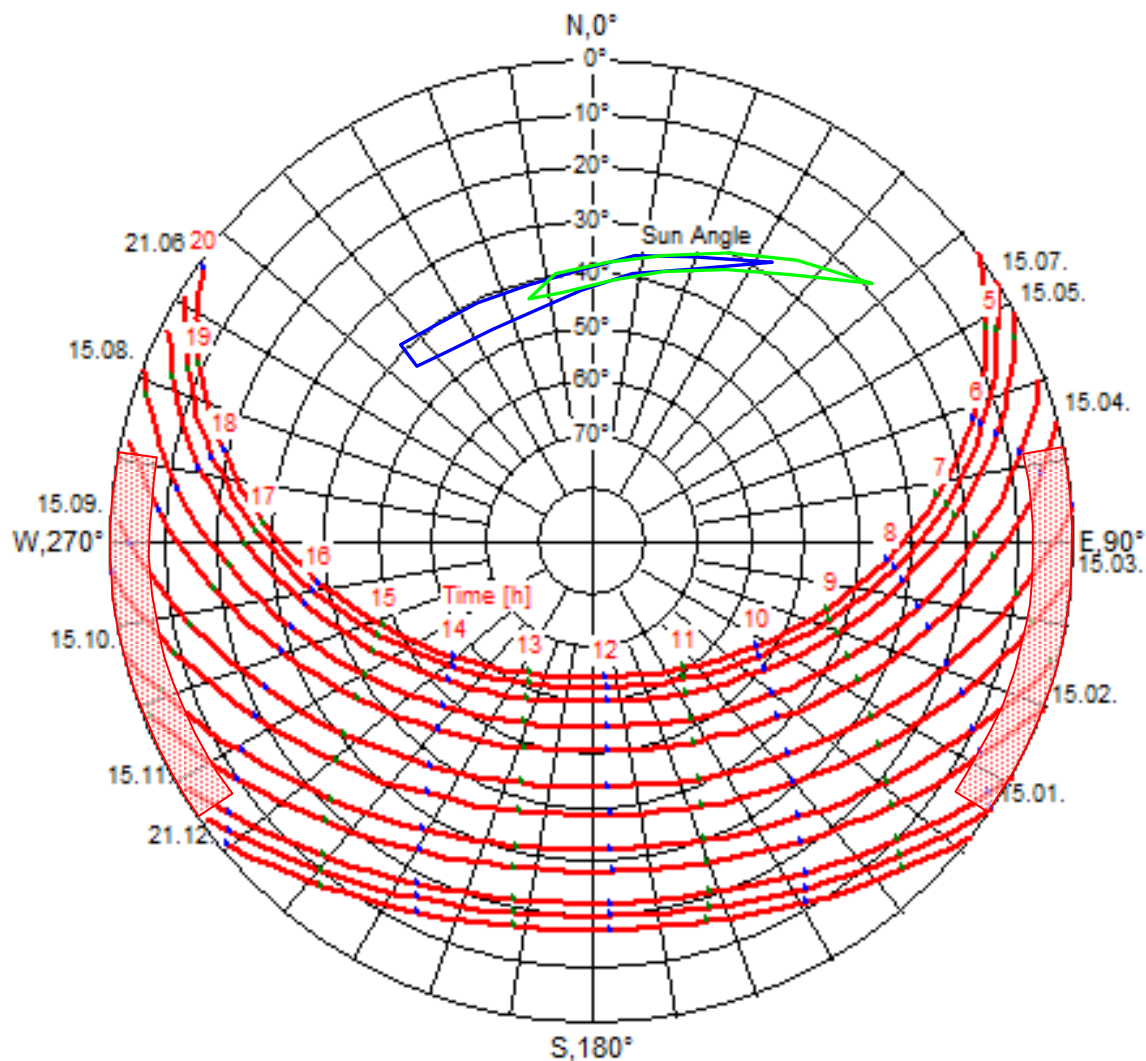


Bild 3: Monatlicher Sonnenstand (Sonnenhöhe und -richtung) für Oberahrain mit  $\gamma$ -Flächen zur Bewertung der Reflexionszeiten zu zwei Immissionsorten

Rot schraffierte Flächen: Bereich des Sonnenhöhenwinkels  $\gamma \leq 7,5^\circ$ , der bei der Bewertung der Reflexionszeiten nicht berücksichtigt wurde

- : Immissionsort 1
- : Immissionsort 2