

BERICHT

Zum Blendrisiko einer geplanten PV-Anlage
in Osterburken, Baden-Württemberg



BERICHT AMK293-AA-2131-V2.0

28.09.2021

Alfons Armbruster

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, ISE
Heidenhofstraße 2, 79110 Freiburg, Germany
Fon +49 (0) 761 / 4588 5236
E-Mail alfons.armbruster@ise.fraunhofer.de

Im Auftrag des Kunden: juwi AG, Energie-Alle 1, 55286 Wörrstadt

Dieses Gutachten umfasst 14 Seiten, Anhang ausgenommen. Eine Veröffentlichung der Ergebnisse darf nicht unvollständig oder in sinnentstellendem Zusammenhang erfolgen. Das vorliegende Dokument ist Eigentum des Auftraggebers.

Christian Schill / Karolina Baltins
Gruppenleitung

Alfons Armbruster
Projektleitung

Inhalt

1	Zusammenfassung	4
2	Beschreibung der Anlage	5
3	Detaillierte Ergebnisse.....	6
3.1	Referenzpunkte.....	6
3.2	Ergebnisse Gebäude östlich des PV-Feldes.....	7
3.3	Ergebnisse B292 bei Fahrtrichtung von Osten nach Westen	9
3.4	Ergebnisse B292 bei Fahrtrichtung von Westen nach Osten	13
4	Berechnungsverfahren	14

1 Zusammenfassung

Der Auftraggeber plant die Errichtung einer PV-Anlage in Form einer Freiflächenanlage in 74706 Osterburken, Baden-Württemberg.

Motivation:

Grundsätzlich können PV-Anlagen zu Blendungseffekten führen. Bei der durch die juwi AG, Energie-Alle 1, 55286 Wörrstadt; geplanten PV-Anlage könnte es entsprechend grundsätzlich ebenfalls durch die aufgeständerten, geneigten PV-Module zu Blendungseffekten in der Umgebung kommen, welche in diesem Fall insbesondere Bewohner einiger Gebäude und die Fahrzeugführer auf der Bundesstraße 292 betreffen könnten. Dieses Gefährdungspotenzial gilt es in dem folgenden Gutachten zu untersuchen und zu bewerten.

Bei Bahnlinien und wichtigen Verkehrsstraßen sollten möglichst keine Blendungen auftreten. Bei Gebäuden ist eine Blendung von maximal 30 Minuten Täglich mit einer Obergrenze (nach LAI¹) von maximal 30 Stunden pro Jahr üblich.

Ergebnis und Bewertung:

Insgesamt bewerten wir das Blendrisiko durch die geplante PV-Anlage an allen Immissionspunkten als unkritisch.

Die Gebäudegruppe G01 auftretende Blendrisiko liegt deutlich unterhalb der Grenzwerte nach LAI und kann somit als nicht relevant eingestuft werden.

Bei Fahrtrichtung von Osten nach Westen auf der B292 variiert das Blendrisiko ist insgesamt jedoch gering. An den Immissionspunkten an denen reale Blendung auftreten kann ist die Sonne stets in Hauptblickrichtung des Fahrzeugführers und verursacht somit eine stärkere Blendung als das PV-Feld.

Bei Fahrtrichtung von Westen nach Osten auf der B292 tritt keine relevante Blendung auf.

Die Ergebnisse der Überprüfung sind in Kapitel 3 detailliert aufgeführt.

¹ Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI): Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen

2 Beschreibung der Anlage

Beschreibung der Anlage.....
.....

Name:	PV-Anlage Osterburken
Standort:	74706 Osterburken, Baden-Württemberg
Koordinaten:	49,41 °N; 9,42 °O
Nennleistung PV-Anlage $P_{N,DC}$:	8,9 MWp
Modulneigung:	20 °
Modulausrichtung:	180°
Befestigungsart:	Freifläche, Aufgeständert

Tabelle 1: Prüfobjekt



Abbildung 1
Geplante PV-Anlage und
betrachtete potenzielle
Blendungspunkte der B292
westlich

3 Detaillierte Ergebnisse

3.1 Referenzpunkte

Zur Untersuchung der Blendhäufigkeit wurden verschiedene Referenzpunkte in Absprache mit dem Auftraggeber ausgewählt, für welche die Berechnungen durchgeführt wurden, siehe hierzu Abbildung 1 und Abbildung 2.

Für die beiden Gebäude östlich des PV-Feldes wurden in 3.2 jeweils Immissionspunkte für Erdgeschoss (2m über dem Boden) und Obergeschoss (5m über dem Boden) betrachtet.

In 3.3 wurden 13 Referenzpunkte auf der Straße B292 bei Fahrtrichtung Osten nach Westen ausgewählt. Als Höhe der Immissionspunkte für die Fahrzeugführer wurden 2,5m für LKWs angenommen.

Zudem wurde in 3.4 für die Fahrtrichtung auf der B292 von Westen nach Osten zwei Immissionspunkte betrachtet.

Auf Grund der Komplexen Form des PV-Feldes wurde für die meisten Rechnungen ein 4-Eck um das Feld als Blendung verursachende Fläche gewählt. Hierdurch ist die potenzielle Blendungsdauer eine Abschätzung nach Oben.



Abbildung 2
Geplante PV-Anlage und
betrachtete potenzielle
Blendungspunkte südlich
und östlich

3.2 Ergebnisse Gebäude östlich des PV-Feldes

Die Berechnungen für die Immissionspunkte an den Gebäuden (G-01 und G-02) östlich vom PV-Feld wurde jeweils für Erdgeschoss bzw. Aufenthalt Draußen (E) und einem potenziellen Obergeschoss (O) durchgeführt. Die Lage der Immissionspunkte sind zu finden in Abbildung 2.

Die Gebäudegruppe G01 hat eine maximale theoretische Blenddauer von 11 Stunden/Jahr und liegt somit deutlich unterhalb des Schwellenwertes von 30 Blendstunden pro Jahr. Hierbei ist der Bewuchs westlich des PV-Feldes noch nicht berücksichtigt.

Bei der Gebäudegruppe G02 tritt keine Blendung auf.

Eine relevante Blendung an den Gebäuden liegt demnach nicht vor.

Pos.	G-1E	G-1O	G-2E	G-2O
Monat				
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	1	0	0	0
5	7	7	0	0
6	0	1	0	0
7	0	0	0	0
8	2	3	0	0
9	0	0	0	0
10	0	0	0	0
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0
Jahr	9	11	0	0

Tabelle 2: Ergebnis Blendhäufigkeiten, klarer Himmel, Gebäudegruppen G01 und G02

Wird durchschnittliche reale Bewölkung entsprechend ihrer Häufigkeit aus Klimadaten vergangener Jahre angenommen, so führen die Berechnungen zu den in Tabelle 3 aufgeführten Blendhäufigkeiten für die Gebäudegruppen G01 und G02. Die Blendhäufigkeiten bei realem Wetter ist eine Teilmenge der potenziellen Blendhäufigkeiten bei klarem Wetter.

Pos.	G-1E	G-1O	G-2E	G-2O
Monat				
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	1	0	0	0
5	4	4	0	0
6	0	1	0	0
7	0	0	0	0
8	1	2	0	0
9	0	0	0	0
10	0	0	0	0
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0
Jahr	6	7	0	0

Tabelle 3: Ergebnis Blendhäufigkeiten, realer Himmel, Gebäudegruppen G01 und G02



Abbildung 3 Foto vom PV-Feld in Richtung Osten auf Gebäude G-01

3.3 Ergebnisse B292 bei Fahrtrichtung von Osten nach Westen

Die Berechnungen für Blendung auf der Bundesstraße 292 wurde für den in Abbildung 2 dargestellten Immissionspunkten S-EW01 bis S-EW13 durchgeführt.

Die Blendhäufigkeit bei klarem Himmel an den Immissionspunkten auf der Bundesstraße B292 sind in den Tabelle 4 und Tabelle 5 aufgelistet.

An den Immissionspunkten S-EW01 bis S-EW07 tritt entweder keine Blendrisiko auf oder das Blendrisiko betrifft nur wenn die Sonne ebenfalls in Hauptblickrichtung des Fahrzeugführers Blendung verursacht.

Pos.	S-OW1	S-OW2	S-OW3	S-OW4	S-OW5	S-OW6	S-OW7
Monat							
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	1	0
5	0	0	0	1	3	3	5
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	1
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0
Jahr	0	0	0	1	4	5	6

Tabelle 4: Ergebnis Blendhäufigkeiten, klarer Himmel, B292, Immissionspunkte S-OW1-7

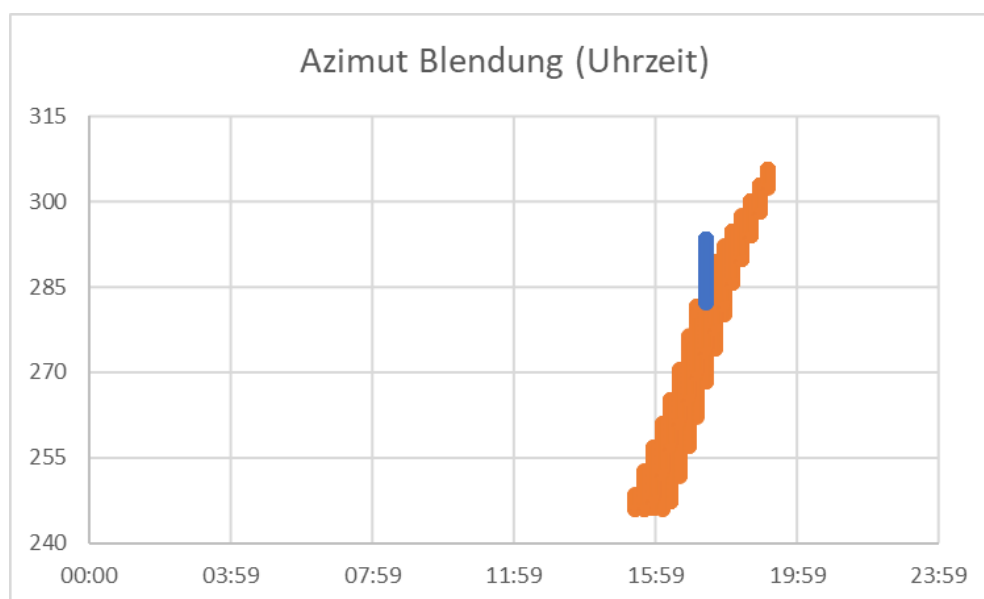
Bei den Immissionspunkten S-EW08 bis S-EW10 ist mit keiner Blendung zu rechnen da, zwischen dem PV-Feld und der B292 noch schützende Bepflanzung vorhanden ist. Die potentielle Blendung kann nur in den Sommermonaten auftreten, in denen die Pflanzen Blätter tragen.

Der Immissionspunkt S-EW11 hat das höchste Blendpotential weswegen die Detailanalyse in Abbildung 4 dargestellt ist. Potenzielle Blendung durch die Sonne ist Orange dargestellt und potenzielle Blendung durch das PV-feld in Blau. Die Analyse ergibt, dass hier Blendung nur dann auftreten kann, wenn die Sonne ebenfalls im Bereich der Hauptblickrichtung der Fahrzeugführer ist, wobei die Blendeffekte durch das PV-Feld immer nördlicher liegen als die der direkten Sonnenblendung und somit

am Rande des Blickfeldes. Da die direkte Sonnenblendung immer stärker ist als die indirekte Blendung durch das PV-Feld ist hier das Blendrisiko als gering einzustufen. An den Immissionspunkten S-EW12 und S-EW13 kann Blendung nur außerhalb der Hauptblickrichtung des Fahrzeugführers auftreten und ist somit nicht relevant.

Pos.	S-OW8	S-OW9	S-OW10	S-OW11	S-OW12	S-OW13
Monat						
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	6	7	5	5	4	1
6	0	0	5	7	7	4
7	0	4	1	8	4	0
8	2	2	5	5	3	0
9	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0
Jahr	8	12	17	25	18	5

**Tabelle 5: Ergebnis
Blendhäufigkeiten, klarer
Himmel, B292,
Immissionspunkte S-OW1-7**



**Abbildung 4
Detailanalyse
Immissionspunkt S-EW11**

Wird durchschnittliche reale Bewölkung entsprechend ihrer Häufigkeit aus Klimadaten vergangener Jahre angenommen, so führen die Berechnungen zu den in aufgeführten Blendhäufigkeiten auf der B292.

Pos.	S-OW1	S-OW2	S-OW3	S-OW4	S-OW5	S-OW6	S-OW7
Monat							
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	1	0
5	0	0	0	0	2	2	3
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	1
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0
Jahr	0	0	0	0	2	3	4

**Tabelle 6: Ergebnis
 Blendhäufigkeiten, realer
 Himmel, B292,
 Immissionspunkte S-OW1-7**

Pos.	S-OW8	S-OW9	S-OW10	S-OW11	S-OW12	S-OW13
Monat						
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	4	4	3	3	2	1
6	0	0	3	5	5	3
7	0	3	1	5	3	0
8	2	1	3	3	2	0
9	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0
Jahr	5	8	11	17	12	3

**Tabelle 7: Ergebnis
Blendhäufigkeiten, realer
Himmel, B292,
Immissionspunkte S-OW1-7**

3.4 Ergebnisse B292 bei Fahrtrichtung von Westen nach Osten

Die Berechnungen für Blendung auf der Bundesstraße 292 wurde für den in Abbildung 1 dargestellten Immissionspunkte S-WE01 und S-WE02 durchgeführt. Weiter südlich liegende Positionen werden komplett von den Waldstücken an der B292 verdeckt.

Die Höhe des Fahrzeugführers wird mit 2,5m. (LKW) angenommen.

An S-WE01 und S-WE02 treten keine Blendung auf.

Eine relevante Blendung bei dieser Fahrtrichtung liegt demnach nicht vor.

Pos.	S-WE01		S-WE02	
	klarer Hillel	realer Himmel	klarer Hillel	realer Himmel
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
10	0	0	0	0
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0
Jahr	0	0	0	0

Tabelle 8: Ergebnis Blendhäufigkeiten, klarer und realer Himmel, auf der B292 nach Osten

4 Berechnungsverfahren

Die monatlichen Häufigkeiten möglicher Blendung wurden wie folgt ermittelt:

Als Immissionspunkte wurden 19 Positionen auf der Landstraße B292 und zwei Positionen bei den Gebäuden östlich der PV-Anlage definiert. Bei den Gebäuden wurden sowohl das Erdgeschoss als auch die oberste Etage betrachtet. Für jeden dieser Punkte wurden die folgenden Schritte durchgeführt:

- Für diese 19 Positionen wurde die potenzielle Blendung von der PV-Anlage bestimmt.
- Bestimmung des Sichtbereichs nach Azimut (Richtung) und Elevation (Höhenwinkel), unter welchem die PV-Anlage im Blickfeld an definierten Positionen erscheint.
- Berechnung des Sonnenstands (= der Blickrichtung zur Sonne) für alle Tage eines 10-Jahres-Zeitraums in 15-min-Schritten.
- Berechnung des gespiegelten Sonnenstands, also der Blickrichtung zum Abbild der Sonne, welches sich in einer spiegelnden Oberfläche der gewählten Ausrichtung und Neigung ergibt, für alle Einzel-Zeitschritte.
- Zählung der 15-min-Intervalle, in denen das Spiegelbild der Sonne im oben berechneten Sichtbereich liegt.
- Summierung der gezählten Intervalle aus 10 Jahren zu Werten der maximalen Blendhäufigkeit in Stunden pro Jahr.
- Summierung der gezählten Intervalle ohne Bewölkung aus 10 Jahren zu Werten der realistischen Blendhäufigkeit in Stunden pro Jahr.
- Wenn notwendig wurde für die Immissionspunkte zusätzlich die Blendrichtung bestimmt.
- Bei der verwendeten Software handelt es sich um eine Eigenentwicklung des Fraunhofer ISE.

Die Ergebnisse dieser Rechnungen sind tabellarisch zusammengefasst. Die einzelnen Tabellenspalten stehen für die betrachteten Positionen, die einzelnen Zeilen stehen für die Monate im Jahr, an denen Blendung auftreten kann. Ein einzelner Tabellenwert gibt die Blendhäufigkeit in Stunden pro Jahr an.