

BERICHT

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



BERICHT AMK293-AA-2227-V1.0

20.07.2022

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: EE Bürgerenergie Braunsbach GmbH & Co. KG, Weipertstraße 41, 74076 Heilbronn

Dieses Gutachten umfasst 13 Seiten, Anhang ausgenommen. Eine Veröffentlichung der Ergebnisse darf nicht unvollständig oder in sinnentstellendem Zusammenhang erfolgen. Das vorliegende Dokument ist Eigentum des Auftraggebers.

Karolina Baltins/Christian Schill
Gruppenleitung

Alfons Armbruster
Projektleitung

Inhalt

1	Zusammenfassung	4
2	Beschreibung der Anlage	5
3	Detaillierte Ergebnisse.....	6
3.1	Referenzpunkte.....	6
3.2	Gebäude in der Nähe der PV Felder.....	7
3.3	Verbindungsstraße Tierberg zur L1042.....	10
4	Berechnungsverfahren	13

1 Zusammenfassung

Der Auftraggeber plant die Errichtung einer PV-Anlage in Form einer Freiflächenanlage in 74542 Braunsbach-Tierberg, Baden-Württemberg.

Motivation:

Grundsätzlich können PV-Anlagen zu Blendungseffekten führen. Bei der durch die EE Bürgerenergie Braunsbach GmbH & Co. KG, Weipertstraße 41, 74076 Heilbronn in Braunsbach-Tierberg geplanten PV-Anlage könnte es entsprechend durch die aufgeständerten, geneigten PV-Module zu Blendungseffekten in der Umgebung kommen, welche in diesem Fall insbesondere Besucher einiger Gebäude und die Fahrzeugführer auf der L1042 betreffen könnten. Dieses Gefährdungspotenzial gilt es in dem folgenden Gutachten zu untersuchen und zu bewerten.

Bei wichtigen Verkehrsstraßen sollten möglichst geringe Blendungen auftreten. Hierbei sollte vor allen Dingen innerhalb der Hauptblickrichtung (Fahrtrichtung $\pm 30^\circ$) keine Blendung 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:

Für die Häuser im Umfeld des PV-Felde betrachten wir das Blendrisiko als unkritisch.

Am freistehenden Wasserturm (G1) kann es im Sommer in den Morgenstunden zwar zu kurzzeitigen Blendungen kommen, diese betrachten wir jedoch als vertretbar.

Auf der Verbindungsstraße zwischen Tierberg und der L1042 kommt es in den Morgendlichen Sommerstunden zu nicht vernachlässigbaren Blendwirkungen. Wir empfehlen deswegen einen Blendschutz in Form von Bepflanzung oder eines anderen Sichtschutzes wie in Abbildung 4 dargestellt.

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 Braunsbach
Standort:	74542 Braunsbach-Tierberg, Baden-Württemberg
Koordinaten:	49,26 °N; 9,80 °O
Nennleistung PV-Anlage $P_{N,DC}$:	Circa 10 MWp
Feld 1 Modulneigung:	15 °
Feld 1 Modulausrichtung:	180° (Süd)
Befestigungsart:	Freifläche, Aufgeständert

Tabelle 1: Prüfobjekt

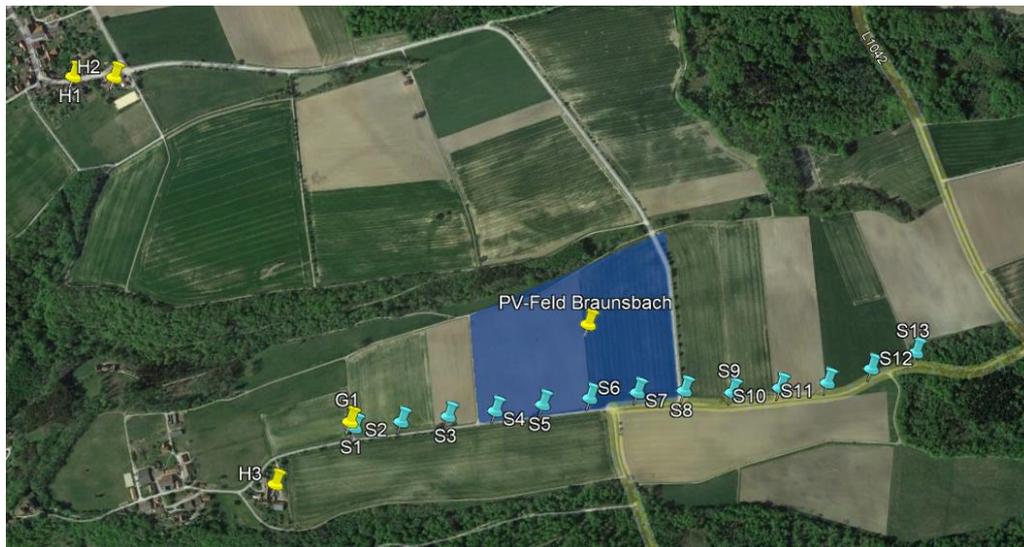


Abbildung 1
PV Feld der geplanten PV-Anlage inkl. der betrachteten potenziellen Blendungspunkte

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 Abbildung 1.

Es wurden 3 Gebäude im näheren Umkreis des PV-Feldes mit erhöhtem potenziellem Blendrisiko als Immissionspunkte ausgewählt. Zwei davon in Vogelsberg (H1 und H2) und das dritte (H3) in Tierberg.

Außerdem wurden 13 Referenzpunkte (S1 bis S13) auf der Zufahrtsstraße von Tierberg zur L1042 ausgewählt sowie der an dieser Straße stehende Wasserturm (G1) betrachtet. Für diese Straße wurde die Blendwirkung in beide Fahrtrichtungen betrachtet. Als Höhe der Immissionspunkte für die Fahrzeugführer wurden 2,8m für LKWs angenommen.

3.2 Gebäude in der Nähe der PV Felder

Um das Blendrisiko auf die Gebäude in der Nähe der PV Felder zu untersuchen, wurden 3 Gebäude im erweiterten Umkreis des PV-Feldes mit erhöhtem Blendpotential ausgewählt.

Dies sind zwei der vom PV-Feld aus sichtbaren Häuser (H1 und H2) in Vogelsberg aus Abbildung 2 und ein Gebäude H1) in Tierberg aus Abbildung 3 sowie der Wasserturm an der Straße zur L1042. Letzterer ist in Abbildung 3 halb verdeckt durch den Baum zu erkennen.

Die Ergebnisse der Blendhäufigkeit in Stunden für die einzelnen Immissionspunkte bei klarem Himmel sind für die nach Süden ausgerichteten PV-Felder in Tabelle 2 dargestellt.

In Vogelsberg tritt wie zu erwartenden keine Blendung auf.

Die meisten Gebäude in Tierberg sind durch den dazwischen liegenden Hügel vor Blendung geschützt. In Abbildung 3 kann man das Dach von H3 erkennen, welche geringer Blendung ausgesetzt ist.

Der Wasserturm an der Straße zur L1042 bekommt bei realem Wetter circa 18 Stunden Blendwirkung im Jahr. Da diese nur in den Morgenstunden auftreten empfehlen wir mit Wartungsarbeiten an dem Gebäude erst eine Stunde nach Sonnenaufgang zu beginnen.

Es ist somit hier mit keiner relevanten Beeinträchtigung zu rechnen.

Pos.	H1	H2	H3	G1
Monat				
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	5
5	0	0	0	6
6	0	0	0	7
7	0	0	2	5
8	0	0	0	6
9	0	0	0	1
10	0	0	0	0
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0
Jahr	0	0	2	30

Tabelle 2: Ergebnis Blendhäufigkeiten, klarer Himmel, Gebäude H1 bis H3 und G1

Wird eine durchschnittliche reale Bewölkung entsprechend ihrer Häufigkeit aus Klimadaten vergangener Jahre angenommen, so führen die Berechnungen zu den in Tabelle 3 aufgeführten Blendhäufigkeiten für die Gebäude H1 bis H3 und G1. Die Blendhäufigkeiten bei realem Wetter ist eine Teilmenge der potenziellen Blendhäufigkeiten bei klarem Wetter.

Detaillierte Ergebnisse.....

Pos.	H1	H2	H3	G1
Monat				
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	3
5	0	0	0	3
6	0	0	0	4
7	0	0	1	3
8	0	0	0	3
9	0	0	0	1
10	0	0	0	0
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0
Jahr	0	0	1	18

**Tabelle 3: Ergebnis
 Blendhäufigkeiten, realer
 Himmel, Gebäude H1 bis H3
 und G1**



Abbildung 2
Foto vom Süden des PV-
Feldes in Richtung
Vogelsberg



Abbildung 3
Foto vom Süden des PV-
Feldes in Richtung Tierberg

3.3 Verbindungsstraße Tierberg zur L1042

Um das Blendrisiko auf der Verbindungsstraße von Tierberg zur L1042 zu untersuchen, wurden 13 Positionen (S1-S13 siehe Abbildung 1) auf der Straße ausgewählt.

Die Ergebnisse der Blendhäufigkeit in Stunden, für die einzelnen Immissionspunkte bei klarem Himmel, sind für die Immissionspunkte S1 bis S7 in Tabelle 4 und für die Immissionspunkte S8 und S13 in Tabelle 6 dargestellt. Die Zeile HBR gibt dabei die Blendhäufigkeit des Fahrzeugführers in Hauptblickrichtung an.

Die Ergebnisse bei durchschnittlichem realem Wetter sind in Tabelle 5 und Tabelle 7 aufgelistet.

Die Tabellen zeigen, dass in den Monaten April bis August die Blendhäufigkeiten so hoch sind, dass ein Blendschutz notwendig wird. Auch eine geringe Variation der Modulneigung und Modulausrichtung ergaben keine deutliche Verbesserung.

Wir empfehlen deswegen einen Sichtschutz in Form von Bepflanzung oder einen Sichtschutzzaun wie in Abbildung 4 als hellgrüner Balken eingezeichnet. Dort sind die Richtungsbereiche aus der die Blendung auf die untersuchten Immissionspunkte auf der Straße trifft eingezeichnet; Für Fahrten von Ost nach West (S13 bis S8) in Rot, Von West nach Ost (S1 bis S3) in Grün.

Pos.	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Monat							
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	1	0	0
4	0	4	10	2	3	1	3
5	3	7	22	9	6	9	10
6	0	7	22	16	11	10	7
7	3	6	20	16	12	10	11
8	2	6	17	3	4	6	5
9	0	0	0	0	1	1	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	9	31	91	47	38	38	37

Tabelle 4: Ergebnis Blendhäufigkeiten, klarer Himmel, Straße S1 bis S7

Pos.	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Monat							
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	1	0	0
4	0	2	6	1	2	1	2
5	1	4	12	5	4	6	6
6	0	4	13	9	7	7	5
7	2	4	12	9	8	7	8
8	1	3	11	2	3	4	4
9	0	0	0	0	1	1	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	5	18	54	27	25	25	25

**Tabelle 5: Ergebnis
Blendhäufigkeiten, realer
Himmel, Straße S1 bis S7**

Pos.	S8	S9	S10	S11	S12	S13
Monat						
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	2	1	1	0	0	0
4	22	17	8	3	2	1
5	42	23	10	6	3	2
6	45	18	7	2	0	0
7	47	18	8	5	0	0
8	32	21	10	1	3	2
9	6	6	3	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	196	103	48	19	9	4

**Tabelle 6: Ergebnis
Blendhäufigkeiten, klarer
Himmel, Straße S8 bis S13**

Pos.	S8	S9	S10	S11	S12	S13
Monat						
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	0
4	16	12	6	2	1	0
5	26	14	7	4	2	1
6	30	12	5	2	0	0
7	32	13	6	1	0	0
8	22	15	7	4	2	1
9	0	4	2	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	132	71	34	13	6	3

**Tabelle 7: Ergebnis
Blendhäufigkeiten, realer
Himmel, Straße S8 bis S13**



**Abbildung 4
Bild mit empfohlenem
Verlauf des Blendschutzes**

4 Berechnungsverfahren

Die monatlichen Häufigkeiten möglicher Blendung wurden wie folgt ermittelt:

Als Immissionspunkte wurden vier Gebäude in der Nähe des PV-Feldes und 13 Positionen auf der Verbindungsstraße von Tierberg zur L1042 definiert. Für jeden dieser Punkte wurden die folgenden Schritte durchgeführt:

- Für diese 17 Positionen wurde die potenzielle Blendung von dem PV-Feld 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.
- Für alle Immissionspunkte wurden zusätzlich die Blendrichtungen bestimmt.
- Bei den Immissionspunkten mit Blendung wurde die Blenddauer innerhalb der Hauptblickrichtung bestimmt.

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.