

# BERICHT

Zum Blendrisiko der geplanten PV-Anlage  
Karlsbad-Spielberg, Baden-Württemberg



# BERICHT AMK293-AA-2404-V2.1

01.03.2024

## **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](mailto:alfons.armbruster@ise.fraunhofer.de)

Im Auftrag des Kunden: WEBW Neue Energie GmbH, Herzogstraße 6 A, 70176 Stuttgart

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

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Beschreibung der Anlage .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Detaillierte Ergebnisse.....</b>	<b>6</b>
3.1	Referenzpunkte.....	6
3.2	Bahnlinie westlich der PV-Anlage .....	7
3.3	Landstraße L622 östlich der PV-Anlage .....	9
3.4	Gebäude im Umfeld der PV-Anlage.....	11
<b>4</b>	<b>Berechnungsverfahren .....</b>	<b>13</b>

Der Auftraggeber plant die Errichtung einer PV-Anlage in Form einer Freiflächenanlage in 76307 Karlsbad-Spielberg, Baden-Württemberg

#### Motivation:

Grundsätzlich können PV-Anlagen zu Blendungseffekten führen. Bei der durch die WEBW Neue Energie GmbH, Herzogstraße 6 A, 70176 Stuttgart; 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 im Umfeld der Anlagen, Fahrzeuge auf der Landstraße L622 und die Triebfahrzeugführer der Bahnlinie in der Nähe des PV-Feldes 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, besonders nicht in der Hauptblickrichtung (Fahrtrichtung +/-30°). Bei Gebäuden ist eine Blendung von maximal 30 Minuten täglich mit einer Obergrenze (nach LAI<sup>1</sup>) von maximal 30 Stunden pro Jahr üblich.

#### Ergebnis und Bewertung:

Auf Grund der Bepflanzung zwischen dem PV-Feld und der Bahnlinie ist auf dieser keine Blendwirkung zu erwarten.

Auf der Landstraße L622 kann es zu geringer Blendung in den Sommermonaten kommen. Diese kommt jedoch von außerhalb der Hauptblickrichtung und wird von den Bäumen zwischen der L622 und dem PV-feld größtenteils geblockt. Wir stufen diese deswegen als nicht kritisch ein.

Bei den Gebäuden in der Nähe des PV-Feldes kommt es nur bei G06 zu Blendung; diese liegt jedoch deutlich unterhalb des Grenzwertes von 30 Stunden pro Jahr nach LAI, weswegen wir diese als nicht kritisch einstufen.

Die Ergebnisse der Überprüfung sind in Kapitel 3 detailliert aufgeführt.

---

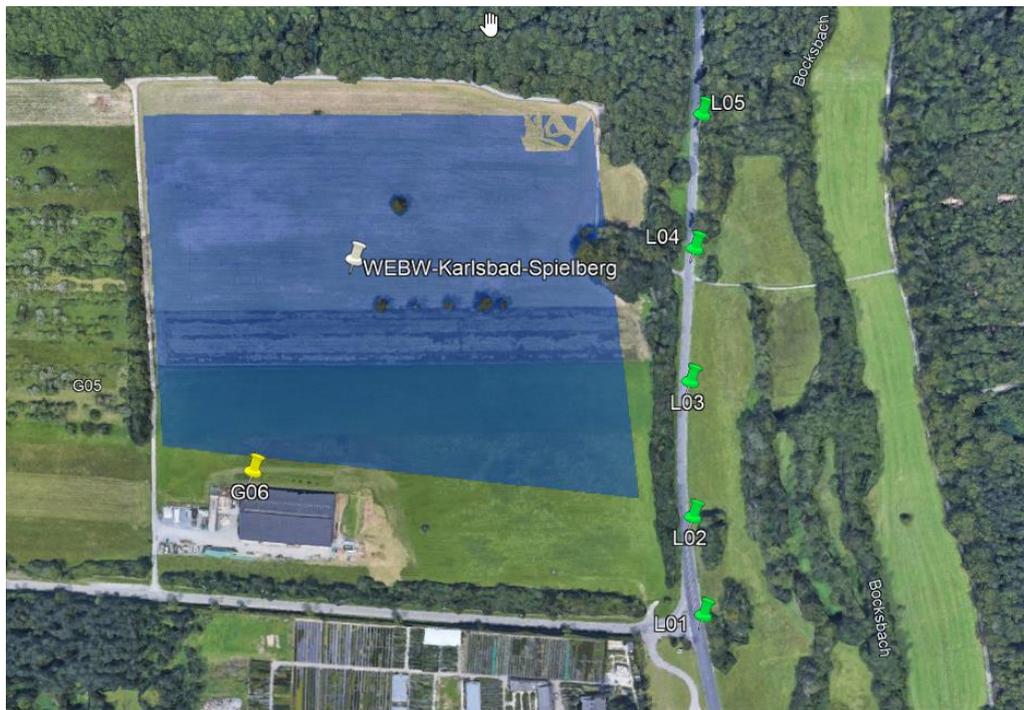
<sup>1</sup> Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI): Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen

## 2 Beschreibung der Anlage

-----  
Beschreibung der Anlage  
-----

Name:	PV Freilandanlage Karlsbad-Spielberg
Standort:	76307 Karlsbad-Spielberg, Baden-Württemberg
Koordinaten:	48,89 °N; 8,49 °O
Nennleistung PV-Anlage $P_{N,DC}$ :	9,2 MWp
Modulneigung:	25 °
Modultisch Traufe:	0,80m
Modultisch First:	3,00m
Modulausrichtung:	180° (Ost)
Befestigungsart:	Freifläche aufgeständert

**Tabelle 1: Prüfobjekt**



**Abbildung 1**  
PV-Feld der geplanten PV-Anlage und betrachtete Immissionspunkte im Osten

### 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 und Abbildung 2.

Es wurden fünf Referenzpunkte auf der Landstraße L622 östlich des PV-Feldes ausgewählt.

Zudem wurden fünf Referenzpunkte auf der Bahnlinie westlich des PV-Feldes ausgewählt.

Als Höhe der Immissionspunkte für die Fahrzeugführer wurden jeweils 2,8m für LKWs und Triebfahrzeugführer angenommen.

Außerdem wurden für sechs Gebäude, im näheren Umkreis des PV-Feldes, mit erhöhtem potenziellen Blendrisiko als Immissionspunkte ausgewählt und dort für die oberste Etage ein Immissionspunkt definiert.



**Abbildung 2**  
PV-Feld der geplanten PV-Anlage und betrachtete Immissionspunkte im Westen

## 3.2

### Bahnlinie westlich der PV-Anlage

-----  
Detaillierte Ergebnisse  
-----

Um das Blendrisiko auf der Bahnlinie westlich des PV-Feldes zu untersuchen, wurden insgesamt fünf Positionen ausgewählt (siehe Abbildung 2).

Die Ergebnisse der Blendhäufigkeit in Stunden, für die einzelnen Immissionspunkte bei realer Bewölkung, sind in Tabelle 2 aufgeführten. Hierbei wird die durchschnittliche reale Bewölkung entsprechend ihrer Häufigkeit aus Klimadaten vergangener Jahre angenommen.

An den Immissionspunkten B04-B06 kann es zu theoretischer Blendung in den Sommermonaten kommen. Der Bereich des PV-Feldes aus der die Blendwirkung kommen könnte ist jedoch durch die Bepflanzung zwischen der Bahnlinie und dem PV-Feld nicht einsehbar.

Es konnte somit keine zu erwartende Blendwirkung an der Bahnlinie festgestellt werden.

Pos.	B01	B02	B03	B04	B05	B06
<b>Monat</b>						
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	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	1
7	0	0	0	2	1	0
8	0	0	0	2	1	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	0	0	0	3	3	1
Real	0	0	0	0	0	0

**Tabelle 2: Ergebnis  
Blendhäufigkeiten, realer  
Himmel, Bahnlinie B01-B06**

Die Ergebnisse der Blendhäufigkeit in Stunden, für die einzelnen Immissionspunkte bei klarem Himmel, sind in Tabelle 3 dargestellt. Die Blendhäufigkeiten bei klarem Wetter stellen den theoretisch maximalen Wert der Blenddauer dar.

-----  
 Detaillierte Ergebnisse  
 -----

<b>Pos.</b>	<b>B01</b>	<b>B02</b>	<b>B03</b>	<b>B04</b>	<b>B05</b>	<b>B06</b>
<b>Monat</b>						
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	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	2
7	0	0	0	3	2	0
8	0	0	0	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	0	0	0	6	5	2

**Tabelle 3: Ergebnis  
 Blendhäufigkeiten, klarer  
 Himmel, Bahnlinie B01-B06**

### 3.3

## Landstraße L622 östlich der PV-Anlage

Um das Blendrisiko auf der Landstraße L622 östlich des PV-Feldes zu untersuchen, wurden insgesamt fünf Positionen auf dieser ausgewählt (siehe Abbildung 1).

Die Ergebnisse der Blendhäufigkeit in Stunden, für die einzelnen Immissionspunkte bei realer Bewölkung, sind in Tabelle 4 aufgeführten. Hierbei wird die durchschnittliche reale Bewölkung entsprechend ihrer Häufigkeit aus Klimadaten vergangener Jahre angenommen.

Auf der Landstraße L622 kann es zu geringer theoretischer Blendung in den Sommermonaten kommen. Der Großteil hiervon wird jedoch von den Bäumen zwischen der Landstraße und dem PV-Feld geblockt. Zudem kommt sämtliche Blendung von außerhalb der Hauptblickrichtung.

Es konnte somit keine relevante Blendwirkung auf der Landstraße L622 festgestellt werden.

Pos.	L01	L02	L03	L04	L05
<b>Monat</b>					
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	2	0	0	0
6	0	2	3	4	0
7	0	0	4	4	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0
Jahr	0	4	7	8	0

**Tabelle 4: Ergebnis  
Blendhäufigkeiten, realer  
Himmel, L622 L01-L05**

Die Ergebnisse der Blendhäufigkeit in Stunden, für die einzelnen Immissionspunkte bei klarem Himmel, sind in Tabelle 3 dargestellt. Die Blendhäufigkeiten bei klarem Wetter stellen den theoretisch maximalen Wert der Blenddauer dar.

-----  
 Detaillierte Ergebnisse  
 -----

<b>Pos.</b>	<b>L01</b>	<b>L02</b>	<b>L03</b>	<b>L04</b>	<b>L05</b>
<b>Monat</b>					
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	3	0	0	0
6	0	4	4	5	0
7	0	0	5	5	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0
Jahr	0	7	9	10	0

**Tabelle 5: Ergebnis  
 Blendhäufigkeiten, klarer  
 Himmel, L622 L01-L05**

### 3.4 Gebäude im Umfeld der PV-Anlage

Um das Blendrisiko auf Wohngebäude zu untersuchen, wurden sechs Gebäude (G01-G06) im näheren Umkreis des PV-Feldes mit erhöhtem potenziellem Blendpotential ausgewählt (siehe Abbildung 2).

Die Ergebnisse der Blendhäufigkeit in Stunden, für die einzelnen Immissionspunkte bei realer Bewölkung, sind in Tabelle 6 aufgeführt.

Die theoretische Blendwirkung bei G05 ist auf Grund der Bepflanzung zwischen dem Gebäude und dem PV-Feld real nicht vorhanden.  
 Die Blendwirkung bei Gebäude G06 liegt deutlich unter dem Grenzwert nach LAI. Die geplante Heckenpflanzung (\*Pfg1 laut Bebauungsplan) wird den Werte in der noch etwas reduzieren.

Es konnte somit keine relevante Blendwirkung an den Gebäuden in der Näher des PV-Feldes festgestellt werden.

Pos.	G01	G02	G03	G04	G05	G06
<b>Monat</b>						
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	1	2
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	2	5
7	0	0	0	0	0	6
8	0	0	0	0	0	5
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	0	0	0	0	3	19
Real	0	0	0	0	0	19*

**Tabelle 6: Ergebnis  
 Blendhäufigkeiten, realer  
 Himmel, Gebäude G01-G06**

Die Ergebnisse der Blendhäufigkeit in Stunden, für die einzelnen Immissionspunkte bei klarem Himmel, sind Tabelle 7 dargestellt. Die Blendhäufigkeiten bei klarem Wetter stellt den theoretisch Maximalen Wert der Blenddauer dar.

<b>Pos.</b>	<b>G01</b>	<b>G02</b>	<b>G03</b>	<b>G04</b>	<b>G05</b>	<b>G06</b>
<b>Monat</b>						
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	1	2
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	3	8
7	0	0	0	0	0	10
8	0	0	0	0	1	9
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	0	0	0	0	5	29

**Tabelle 7: Ergebnis  
 Blendhäufigkeiten, klarer  
 Himmel, Gebäude G01-G06**

Die monatlichen Häufigkeiten möglicher Blendung wurden wie folgt ermittelt:

Als Immissionspunkte wurden fünf Positionen auf der Landstraße L622, fünf Positionen auf der Bahnlinie und sechs Positionen bei den Gebäuden in der näheren Umgebung der PV-Felder definiert. Bei den Gebäuden wurde jeweils die oberste Etage betrachtet. Für jeden dieser Punkte wurden die folgenden Schritte durchgeführt:

- Für diese 16 Positionen wurde die potenzielle Blendung von allen Teilfeldern 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.
- Für alle Immissionspunkte wurden zusätzlich die Blendrichtung 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.