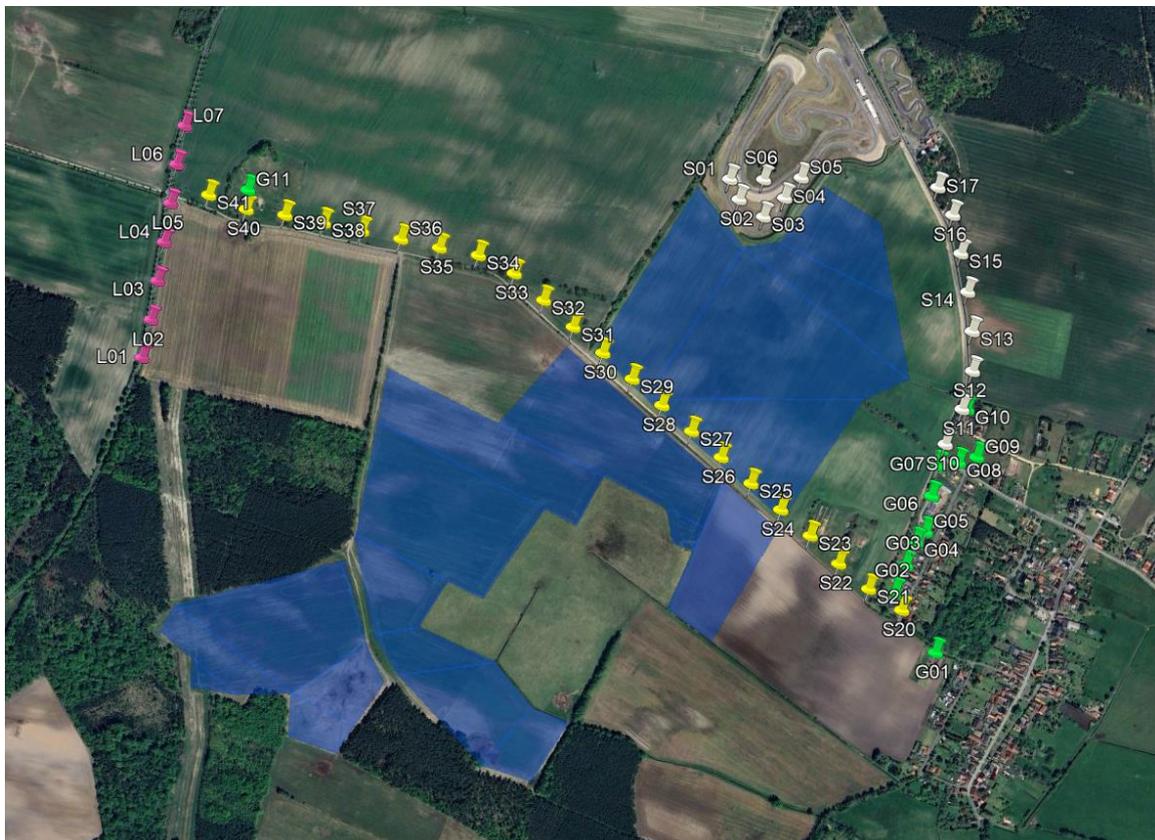


BERICHT

Zum Blendrisiko der geplanten PV-Anlage
Solarpark Waldow Brand, Brandenburg



BERICHT AMK293-AA-2409-V1.1

19.02.2024

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

Im Auftrag des Kunden: NOTUS energy Plan GmbH & Co. KG, Parkstraße 1, 14469 Potsdam

Dieses Gutachten umfasst 18 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 im Umfeld der PV-Anlage.....	7
3.3	Landstraße L711 westlich der PV-Anlage.....	9
3.4	Spreewaldring am Nordrand der PV-Anlage	11
3.5	Straße östlich der PV-Anlage	13
3.6	„Feuerwehrezufahrt“ durch das PV-Feld.....	15
4	Berechnungsverfahren	18

Der Auftraggeber plant die Errichtung einer PV-Anlage (Solarpark Waldow Brand) in Form einer Freiflächenanlage in 15910 Waldow, Brandenburg.

Motivation:

Grundsätzlich können PV-Anlagen zu Blendungseffekten führen. Bei der durch die NOTUS energy Plan GmbH & Co. KG, Parkstraße 1, 14469 Potsdam; 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 und Fahrzeuge auf den Straßen in der Nähe der PV-Anlage 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 $\pm 30^\circ$). 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:

Bei allen Gebäuden liegt die zu erwartende Blenddauer deutlich unterhalb der Obergrenze nach LAI. Nach aktuellem Stand sind keine relevanten Blendungen an den Gebäuden im Umfeld der PV-Anlage zu erwarten.

Auf der Landstraße L711 konnte keine Blendung festgestellt werden.

Auf dem Spreewaldring kann es zu Blendzeiten von unter einer Stunde im Jahr kommen. Diese Blendung an Position S03 kommt aus Richtung des Sonnenuntergangs und wird von uns deswegen als nicht kritisch betrachtet.

Auf der Straße von Waldow zum Spreewaldring treten bis zu vier Blendstunden pro Jahr auf. Diese tritt jeweils nur kurz vor Sonnenuntergang von außerhalb der Hauptblickrichtung auf. Wir halten diese somit für unbedenklich.

Bei der „Feuerwehruzufahrt“ kann es Abhängig vom endgültigen Nutzungskonzept und der Häufigkeit der Nutzung Sinnvoll werden entlang des Weges einen Blendschutz zu ergänzen.

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:	Solarpark Waldow Brand
Standort:	15910 Waldow, Brandenburg
Koordinaten:	51,99 °N; 13,68 °O
Nennleistung PV-Anlage $P_{N,DC}$:	125 MWp
Modulneigung:	15 °
Modulausrichtung Feld:	180° (West)
Befestigungsart:	Freifläche, Aufgeständert

Tabelle 1: Prüfobjekt

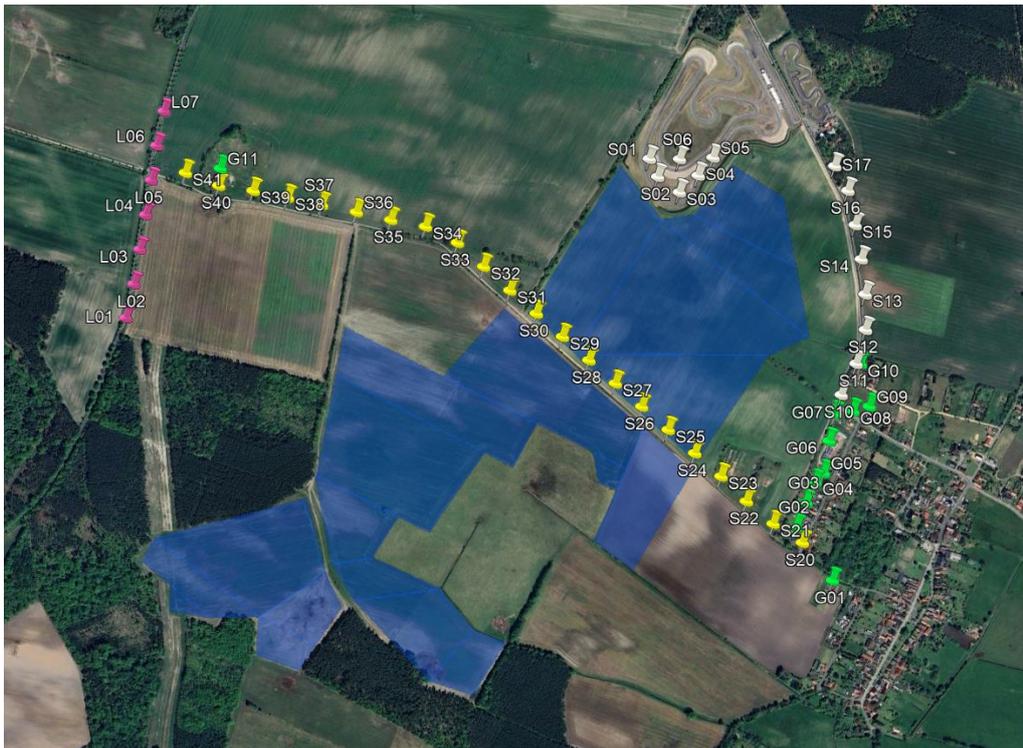


Abbildung 1
PV-Felder der geplanten PV-
Anlage und betrachtete
Immissionspunkte

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.

Als Immissionspunkte wurden elf Gebäuden in der näheren Umgebung definiert, bei diesen wurde jeweils die oberste Etage betrachtet.
Außerdem wurden sieben Positionen auf der Landstraße L711, sechs Positionen auf dem Spreewaldring, acht Positionen auf der Straße von Waldow zum Spreewaldring und 22 Positionen auf der Feuerwehrezufahrt durch das PV-Feld definiert.

3.2 Gebäude im Umfeld der PV-Anlage

Um das Blendrisiko auf Wohngebäude zu untersuchen, wurden elf Gebäude (G01-G11) im näheren Umkreis des PV-Feldes mit erhöhtem potenziellem Blendpotential ausgewählt (siehe Abbildung 1 - Grün).

Die Ergebnisse der Blendhäufigkeit in Stunden, für die einzelnen Immissionspunkte bei realer Bewölkung, sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Bei allen Gebäuden liegt die zu erwartende Blenddauer deutlich unterhalb der Obergrenze nach LAI.

Nach aktuellem Stand sind keine relevanten Blendungen an den Gebäuden im Umfeld der PV-Anlage zu erwarten.

Pos.	G01	G02	G03	G04	G05	G06	G07	G08	G09	G10	G11
Monat											
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
6	1	1	1	0	0	0	0	1	1	2	0
7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jahr	1	1	2	1	1	0	0	3	2	4	0

**Tabelle 2: Ergebnis
 Blendhäufigkeiten, realer
 Himmel, Gebäude G01-G11**

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

Detaillierte Ergebnisse

Pos.	G01	G02	G03	G04	G05	G06	G07	G08	G09	G10	G11
Monat											
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
6	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	0
7	0	1	2	0	0	0	0	2	2	3	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jahr	1	2	4	1	1	1	1	3	4	6	0

**Tabelle 3: Ergebnis
 Blendhäufigkeiten, klarer
 Himmel, Gebäude G01-G11**

3.3

Landstraße L711 westlich der PV-Anlage

Um das Blendrisiko auf der Landstraße L711 Straßen westlich der PV-Felder zu untersuchen, wurden insgesamt sieben Positionen (L01-L07) ausgewählt (siehe Abbildung 1 – Pink).

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.

Es konnte keine Blendung auf der Landstraße L711 festgestellt werden.

Pos.	L01	L02	L03	L04	L05	L06	L07
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	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
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	0	0	0

**Tabelle 4: Ergebnis
Blendhäufigkeiten, realer
Himmel, Landstraße L01-L07**

Die Ergebnisse der Blendhäufigkeit in Stunden, für die einzelnen Immissionspunkte bei klarem Himmel, sind in Tabelle 5 dargestellt. Die Blendhäufigkeiten bei klarem Wetter stellt den theoretisch Maximalen Wert der Blenddauer dar.

Detaillierte Ergebnisse

Pos.	L01	L02	L03	L04	L05	L06	L07
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	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
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	0	0	0

**Tabelle 5: Ergebnis
 Blendhäufigkeiten, klarer
 Himmel, Straßen L01-L07**

3.4

Spreewaldring am Nordrand der PV-Anlage

Um das Blendrisiko auf dem Spreewaldring am Nordrand der PV-Anlage zu untersuchen, wurden insgesamt sechs Positionen (S01-S06) auf diesem ausgewählt (siehe Abbildung 1 – Weis).

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 dem Spreewaldring kann es zu Blendzeiten von unter einer Stunde im Jahr kommen. Diese Blendung an Position S03 kommt aus Richtung des Sonnenuntergangs und wird von uns deswegen als nicht kritisch betrachtet.

Pos.	S01	S02	S03	S04	S05	S06
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	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	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	1	0	0	0

**Tabelle 6: Ergebnis
Blendhäufigkeiten, realer
Himmel, Spreewaldring S01-
S06**

Die Ergebnisse der Blendhäufigkeit in Stunden, für die einzelnen Immissionspunkte bei klarem Himmel, sind in Tabelle 5 dargestellt. Die Blendhäufigkeiten bei klarem Wetter stellt den theoretisch Maximalen Wert der Blenddauer dar.

Pos.	S01	S02	S03	S04	S05	S06
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	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	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	1	1	0	0

**Tabelle 7: Ergebnis
 Blendhäufigkeiten, klarer
 Himmel, Spreewaldring S01-
 S06**

3.5

Straße östlich der PV-Anlage

Um das Blendrisiko auf der Straße von Waldow zum Spreewaldring östlich der PV-Felder zu untersuchen, wurden insgesamt acht Positionen (S10-S17) ausgewählt (siehe Abbildung 1 – Weis).

Die Ergebnisse der Blendhäufigkeit in Stunden, für die einzelnen Immissionspunkte bei realer Bewölkung, sind in Tabelle 8 aufgeführten. Hierbei wird die durchschnittliche reale Bewölkung entsprechend ihrer Häufigkeit aus Klimadaten vergangener Jahre angenommen.

Auf der Straße von Waldow zum Spreewaldring treten bis zu vier Blendstunden pro Jahr auf. Diese tritt jeweils nur kurz vor Sonnenuntergang von außerhalb der Hauptblickrichtung auf.

Wir halten diese somit für unbedenklich.

Pos.	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17
Monat								
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	1	0	0	1	0	0	0
7	0	1	0	0	1	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0
Jahr	2	4	1	1	1	1	0	0
HBR	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabelle 8: Ergebnis
 Blendhäufigkeiten, realer
 Himmel, Straße S10-S17**

Die Ergebnisse der Blendhäufigkeit in Stunden, für die einzelnen Immissionspunkte bei klarem Himmel, sind in Tabelle 9 dargestellt. Die Blendhäufigkeiten bei klarem Wetter stellt den theoretisch Maximalen Wert der Blenddauer dar.

Detaillierte Ergebnisse

Pos.	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17
Monat								
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	1	0	0	0	0	0	0
6	2	3	1	1	1	0	0	0
7	1	3	0	1	1	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0
Jahr	4	5	1	2	2	1	0	0

**Tabelle 9: Ergebnis
 Blendhäufigkeiten, klarer
 Himmel, Straßen S10-S17**

3.6

„Feuerwehruzufahrt“ durch das PV-Feld

Um das Blendrisiko auf der „Feuerwehruzufahrt“ von Waldow zur L711 zu untersuchen, wurden 22 Positionen (S20-S41) auf dem Weg ausgewählt (siehe Abbildung 1 (Gelb)). Die „Feuerwehruzufahrt“ stellt einen Sonderfall dar. Es handelt sich derzeit um einen Feldweg, der befestigt werden soll, um Brandschutzrichtlinien umsetzen zu können. Das Endgültige Konzept wird noch verabschiedet.

Die Ergebnisse der Blendhäufigkeit in Stunden, für die einzelnen Immissionspunkte bei realer Bewölkung, sind in Tabelle 10 und Tabelle 11 aufgeführt.

Straßen, die in Ost-West Richtung durch ein PV-Feld führen sind im Allgemeinen nicht blendfrei.

Bei Fahrt von Westen nach Osten können Blendungen kurz nach Sonnenaufgang im Bereich der Immissionspunkte S25-S33 auftreten.

Bei Fahrt von Osten nach Westen können Blendungen kurz vor Sonnenuntergang im Bereich der Immissionspunkte S20-S24 auftreten.

Sämtliche Blendwirkung tritt nur in den Sommermonaten (Mai-Juli) auf.

Abhängig vom endgültigen Nutzungskonzept der „Feuerwehruzufahrt“ und der Häufigkeit deren Nutzung kann es sinnvoll werden entlang des Weges einen Blendschutz zu ergänzen.

Pos.	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30
Monat											
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	2	0	1	2	3	3	3	4
6	1	1	2	5	1	3	3	4	5	4	3
7	1	1	1	5	1	1	3	1	0	2	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jahr	1	2	3	12	3	5	9	8	9	10	8

**Tabelle 10: Ergebnis
 Blendhäufigkeiten, realer
 Himmel, Feuerwehruzufahrt
 S20-S30**

Pos.	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41
Monat											
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jahr	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabelle 11: Ergebnis
 Blendhäufigkeiten, realer
 Himmel, Feuerwehruzufahrt
 S31-S41**

Die Ergebnisse der Blendhäufigkeit in Stunden, für die einzelnen Immissionspunkte bei klarem Himmel, sind Tabelle 12 und Tabelle 13 dargestellt. Die Blendhäufigkeiten bei klarem Wetter stellt den theoretisch Maximalen Wert der Blenddauer dar.

Pos.	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30
Monat											
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	1	3	1	1	4	6	5	5	5
6	1	2	4	8	2	5	6	9	8	7	6
7	1	1	2	8	2	2	5	2	1	3	1
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jahr	2	3	7	20	4	9	15	17	15	17	13

 Detaillierte Ergebnisse

**Tabelle 12: Ergebnis
 Blendhäufigkeiten, klarer
 Himmel, Feuerwehruzufahrt
 S20-S30**

Pos.	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41
Monat											
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jahr	12	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabelle 13: Ergebnis
 Blendhäufigkeiten, klarer
 Himmel, Feuerwehruzufahrt
 S31-S41**

Die monatlichen Häufigkeiten möglicher Blendung wurden wie folgt ermittelt:

Als Immissionspunkte wurden elf Gebäude in der näheren Umgebung, sieben auf der Landstraße L711, sechs Positionen auf dem Spreewaldring, acht Positionen auf der Straße von Waldow zum Spreewaldring und 22 Positionen auf der Feuerwehrezufahrt durch das PV-Feld definiert. Bei den Gebäuden wurde jeweils die oberste Etage betrachtet. Für jeden dieser Punkte wurden die folgenden Schritte durchgeführt:

- Für diese 54 Positionen wurde die potenzielle Blendung von allen Teilfeldern der PV-Anlage bestimmt.
- Bei den Berechnungen wurden die Ergebnisse der Teilfelder aufaddiert.
- 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.