



Gesellschaft für Solarenergie Berlin mbH
Unternehmen des DGS Landesverbandes Berlin Brandenburg e.V.

DGS Gesellschaft für Solarenergie Berlin mbH
Erich-Steinfurth-Str. 8
10243 Berlin

Phone +49 (030) 29 38 12 60

Fax +49 (030) 29 38 12 61

Email dgs@dgs-berlin.de

Web www.dgs-berlin.de

**Nachtrag zum Fachgutachten A18.160/015 zur Bewertung der
Blendwirkung durch Reflexion an PV-Modulen (Blendgutachten)
durch Erweiterung der PV – Freiflächenanlage in Blankenhof**

Anlage: PV Freiflächenanlage
17039
Blankenhof

in Auftrag gegeben von: AKE Projekt UG
Eric Kalke
Zu den Linden 29
17192 Waren (Müritz)

Projektnummer: A-GmbH22056

Gutachter: M. Sc. Lorenz Groß

Bearbeiter: M. Sc. Christoph Johann

Berlin, 16.12.2022

Handelsregister:
Amtsgericht
Charlottenburg
HRB 90823 B

Bankverbindung:
Bank für Sozialwirtschaft
BLZ 100 205 00
Konto 130 96 00

U-ID-Nr.: DE 813844044
Steuer-Nr.: 37/259/32257
BIC: BFSWDE33BER
IBAN: DE 84 1002 0500 00013 09600

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Darstellung der Erweiterung	4
3	Beschreibung der PV-Anlage	5
4	Simulation	6
	4.1 PV-Anlage.....	6
	4.2 Wohngebäude: OP1 – OP4.....	7
	4.3 Ergebnisse.....	8
5	Auswertung	9
	5.1 Kritische Immissionsorte: Wohngebäude OP2.....	9
	5.2 Kritische Immissionsorte: Wohngebäude OP2.....	10
6	Schlussbemerkung	12
7	Literaturverzeichnis.....	13

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: PV-Fläche (blau) wird um zusätzliche PV-Flächen (rot) erweitert (Quelle: Auftraggeber, Google Maps).....	4
Abbildung 2: Geplante Modulaufständerung und Tischbelegung (Quelle: Auftraggeber)	5
Abbildung 3: Anlage der PV-Freiflächenanlage und der relevanten Beobachter in der Simulationssoftware „ForgeSolar“	6
Abbildung 4: Filterung durch Sichtunterbrechung (orange) zwischen 64,7-85,2° (als rote Linien) für OP 2	9
Abbildung 5: Blendung auf OP 2	10
Abbildung 6: Filterung durch Sichtunterbrechung (orange) zwischen 58,3-75,0° und 83,8°-93,8° (als rote Linien) für OP 4	10
Abbildung 7: Blendung auf OP 2	11

1 Einleitung

In diesem Nachtrag wird auf das Blendgutachten A18.160/015 aus dem Jahr 2021 Bezug genommen. Es wurde dort die potenzielle Blendwirkung der PV-Freiflächenanlage südlich der Gemeinde Blankenhof untersucht und beurteilt. Dieses Nachtragsgutachten untersucht die potenzielle Blendwirkung bei der nun geplanten Erweiterung dieser PV-Anlage.

2 Darstellung der Erweiterung

Die PV-Freiflächenanlage liegt südlich der Gemeinde Blankenhof, siehe Abbildung 1. In blau sind Teile der PV-Anlage dargestellt, welche im Blendgutachten A18.160/015 betrachtet wurde. In rot sind die Modulreihen der geplanten Anlagenerweiterung dargestellt.

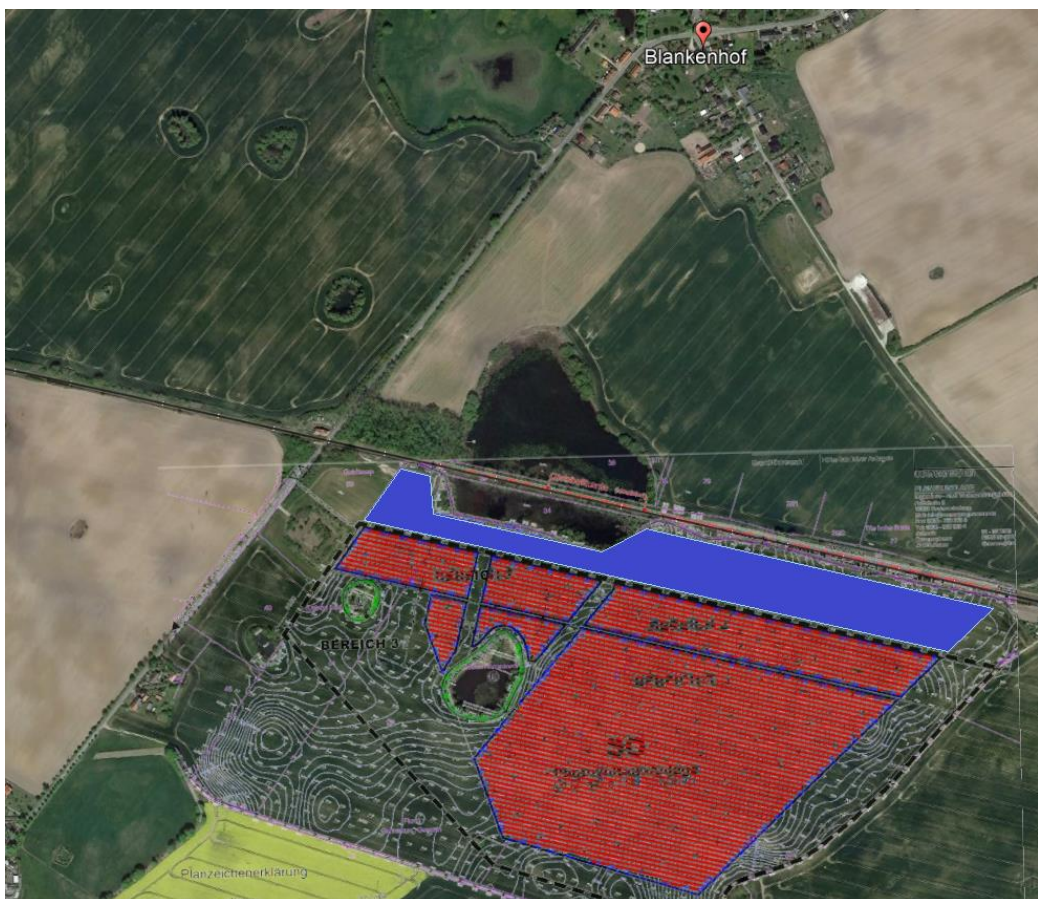


Abbildung 1: PV-Fläche (blau) wird um zusätzliche PV-Flächen (rot) erweitert (Quelle: Auftraggeber, Google Maps)

3 Beschreibung der PV-Anlage

Aus dem aktuellen Vorentwurf der technischen Auslegung der PV-Freiflächenanlage Blankenhof ist zu entnehmen, dass die Verwendung von 450 Wp – Modulen geplant ist. Die untere Modulkante ist auf einer Höhe von ca. 0,8 m und die obere Modulkante von ca. 2,57 m über Grund geplant. Dabei werden vier Module auf einem Tisch horizontal aufgeständert. Der Reihenabstand beträgt voraussichtlich 7,29 m. Die mittlere in der Simulation angenommene Modulhöhe liegt somit bei ca. 1,7 m. Die Aufständering der Module ist in einer Neigung von 25° geplant. Die Azimut-Ausrichtung ist mit 194° (14° gegen Westen gedreht) geplant. Die grafische Darstellung ist aus Abbildung 2 zu entnehmen.

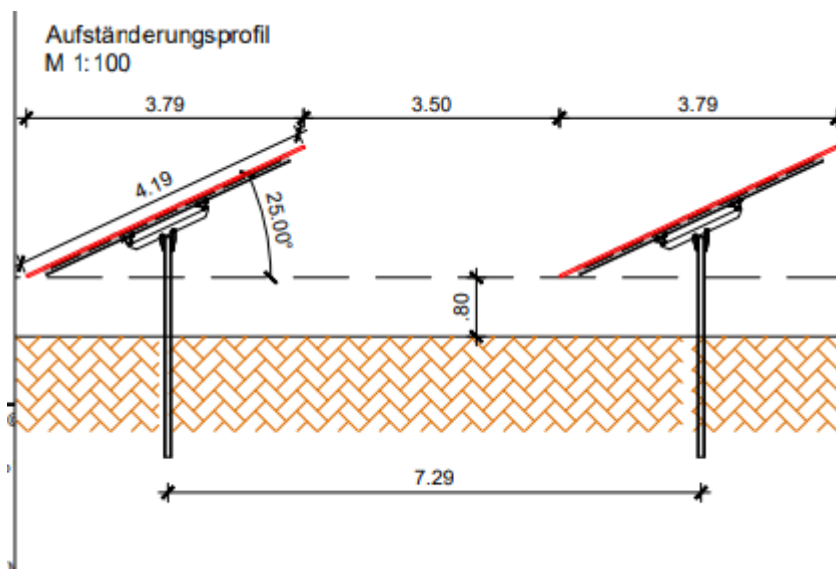


Abbildung 2: Geplante Modulaufständering und Tischbelegung (Quelle: Auftraggeber)

4 Simulation

Die Simulationsparameter und Eingabedaten sind nachfolgend dargestellt. Anhand dieser Daten wird die Simulation durchgeführt.

4.1 PV-Anlage

Zusätzlich zur Erweiterungsfläche der PV-Anlage Blankenhof werden auch die relevanten Teile der bereits untersuchten Anlage in die Simulation miteinbezogen, da nach den LAI-Hinweisen die gesamte Blendung durch PV-Flächen relevant ist.

Die Eckpunkte, die Koordinaten, die Höhe über NN, die mittlere Modulhöhe und die sich daraus ergebende Summe als Gesamthöhe sind Tabelle 1 zu entnehmen. Für die Simulation wurden die Eingabedaten der PV-Anlage mit den Koordinaten und der Höhe über Normalhöhennull ermittelt. Die Neigung beträgt 25°. Die Module aller betrachteten Flächen sind 14° gegen Westen gedreht. Abbildung 3 verdeutlicht die Verortung der PV-Anlage in einem Kartenausschnitt, die PV-Flächen sind dabei blau dargestellt.

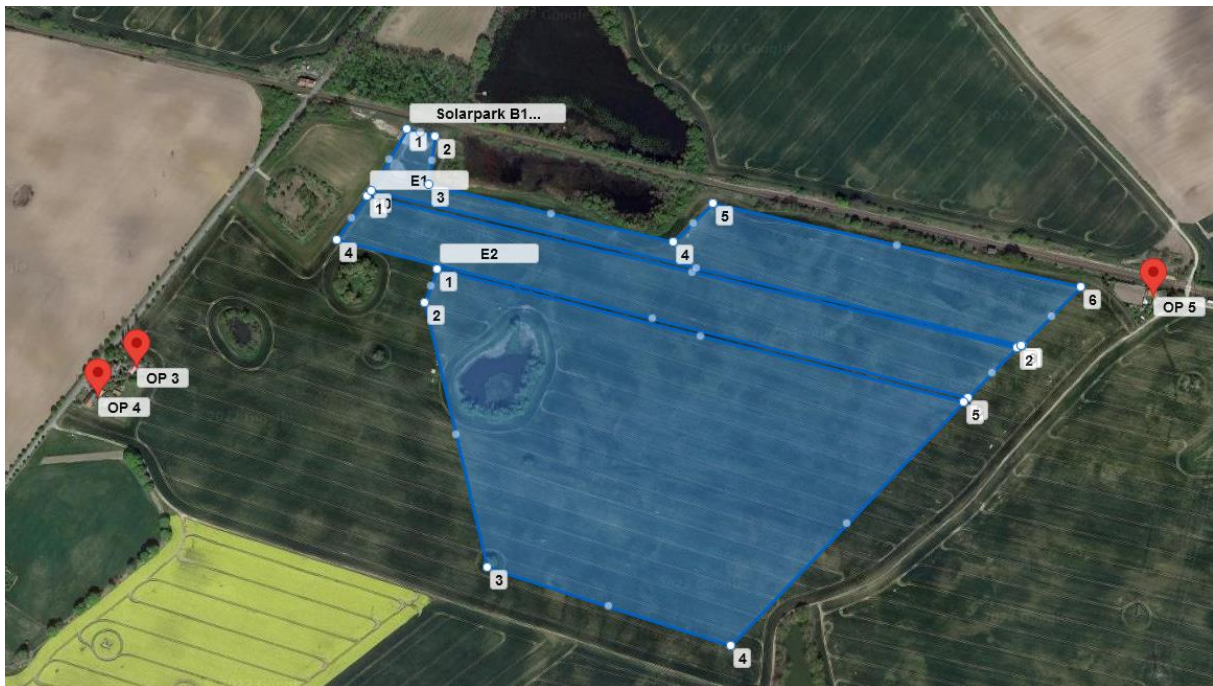


Abbildung 3: Anlage der PV-Freiflächenanlage und der relevanten Beobachter in der Simulationssoftware „ForgeSolar“

Tabelle 1: Verortung der PV-Anlage Blankenhof

Punkt	Breitengrad [°]	Längengrad [°]	Höhe ü. NN [m]	Mittlere Modulhöhe [m]	Höhe ü. NN gesamt [m]
PV-Feld 1					
1	53,57083	13,12472	184,8	1,7	186,5
2	53,57011	13,12389	192,8	1,7	194,5
3	53,56917	13,12994	192,0	1,7	193,7
4	53,56809	13,13690	211,7	1,7	213,4
5	53,56885	13,13818	207,7	1,7	209,4
6	53,56996	13,13073	190,5	1,7	192,2
7	53,56944	13,12975	186,1	1,7	187,8
8	53,57029	13,12495	184,6	1,7	186,3
9	53,57078	13,12526	185,2	1,7	186,9
PV-Feld 2					
1	53,57006	13,12388	193,3	1,7	195,0
2	53,56946	13,12304	195,7	1,7	197,4
3	53,56735	13,13557	219,9	1,7	221,6
4	53,56803	13,13680	213,2	1,7	214,9
PV-Feld 3					
1	53,56898	13,12556	193,1	1,7	194,8
2	53,56866	13,12530	194,7	1,7	196,4
3	53,56585	13,12635	208,7	1,7	210,4
4	53,56489	13,13136	203,4	1,7	205,1
5	53,56732	13,13550	219,5	1,7	221,2

4.2 Wohngebäude: OP1 – OP4

Die angrenzenden Siedlungen bzw. punktuell ausgewählten Wohngebäude sind in Abbildung 3 (OP2, OP4) als rote Stecknadeln dargestellt. Da keine Aufnahmen zu den betroffenen Häusern vorliegen wird eine worst-case-Betrachtung mit schutzwürdigen Räumen im zweiten Obergeschoss mit einer Höhe von 8 m angenommen. Die exakten Koordinaten, Höhe ü. NN, die für die Simulation angenommene Untersuchungshöhe und der daraus resultierende Gesamthöhe sind aus Tabelle 2 zu entnehmen. OP1 und OP3 liegen unterhalb OP2 und OP4 und wurden für eine Höhe von 5 m

simuliert, dem 1. Obergeschoss. Da hier wie zu erwarten niedrigere Werte auftreten werden sie im Folgenden nicht weiter aufgeführt.

Tabelle 2: Koordinaten, Höhe ü. NN, Untersuchungs- und die Gesamthöhe über NN der der OPs 1 - 4

Wohngebäude	Breitengrad [°]	Längengrad [°]	Höhe ü. NN [m]	Untersuchungs- höhe [m]	Höhe ü. NN gesamt [m]
OP1	53,56799	13,11851	184,8	5	189,8
OP2	53,56799	13,11851	184,8	8	192,8
OP3	53,56764	13,11808	181,2	5	186,2
OP4	53,56764	13,11808	181,2	8	189,2
OP5	53,56881	13,13981	186,2	5	191,2

4.3 Ergebnisse

Nachfolgend sind die Ergebnisse der simulativen Berechnungen der potenziell auftretenden solaren Blendungen durch Reflexionen dargestellt. Die Simulationsergebnisse werden aufgrund der technischen Limitierung der Simulationssoftware einer weiteren Korrektur unterzogen. So ist keine Blendung gegeben, wenn die Richtung des Vektors der Lichtreflexion sowie des Vektors der Sonnenstrahlung weniger als 10° auseinander liegen. Das bedeutet, dass die Sonne aus nahezu der gleichen Richtung scheint wie die Reflexion der Sonne an den PV-Modulen. Somit wird die Sonne, die eine höhere Lichtintensität aufweist als die Reflexion, als Hauptblendquelle wahrgenommen. Die Reflexion wird sozusagen von der Sonne überstrahlt und erscheint nicht als zusätzliche Blendung. Auch Sichtunterbrechungen werden durch die Simulation nicht ermittelt, sondern müssen nachträglich herausgefiltert werden. Die genaue Vorgehensweise hierzu ist im folgenden Kapitel aufgeführt. In Tabelle 3 sind die ungefilterten Blenddauer der Simulation, sowie die Werte nach den genannten Korrekturen aufgeführt.

Tabelle 3: Blenddauer über das gesamte Jahr

Jährliche akkumulierte Blendung in Stunden	OP2	OP4	OP5
Werte aus Simulation	58,75	57,70	210
Nach Filterung innerhalb 10° zur Sonne	47,2	47,05	171
unter Einbezug von Sichtunterbrechungen	6,33	22,03	171

5 Auswertung

Die unbearbeiteten Ergebnisse zeigen für OP2 & 4 eine Überschreitung des durch die LAI-Hinweise genannten Grenzwertes der über das Jahr zu tolerierenden Blenddauer von bis zu 30 Stunden. Bei Betrachtung der Umgebung und unter Einbeziehung der Moore mit umgebenden Bäumen verringert sich die auftretende Blendung auf ein hinzunehmendes Maß. Für OP5 wurde keine Grenzwertüberschreitung festgestellt, weshalb dieser Immissionsort hier nicht weiter erläutert wird.

5.1 Kritische Immissionsorte: Wohngebäude OP2

Abbildung 4 zeigt die Sichtunterbrechung durch Bäume, welche das orange markierte Moor umgeben. Aus den Simulationsergebnissen werden daher Reflexionswinkel zwischen $64,7^\circ$ und $85,2^\circ$ (aus Sicht des Beobachters) herausgefiltert. Es sind hiervon nur die Sommermonate betroffen, bei welchen auch von einem ausreichenden Sichtschutz durch Laubbäume ausgegangen werden kann.



Abbildung 4: Filterung durch Sichtunterbrechung (orange) zwischen $64,7-85,2^\circ$ (als rote Linien) für OP2

Die Uhrzeiten der noch auftretenden Blendungen sowie deren tägliche Dauer sind in Abbildung 5 gegeben. Diese treten im April und im September zwischen 08:30 und 09:00 Uhr auf. Es treten keine Grenzwertüberschreitungen auf.

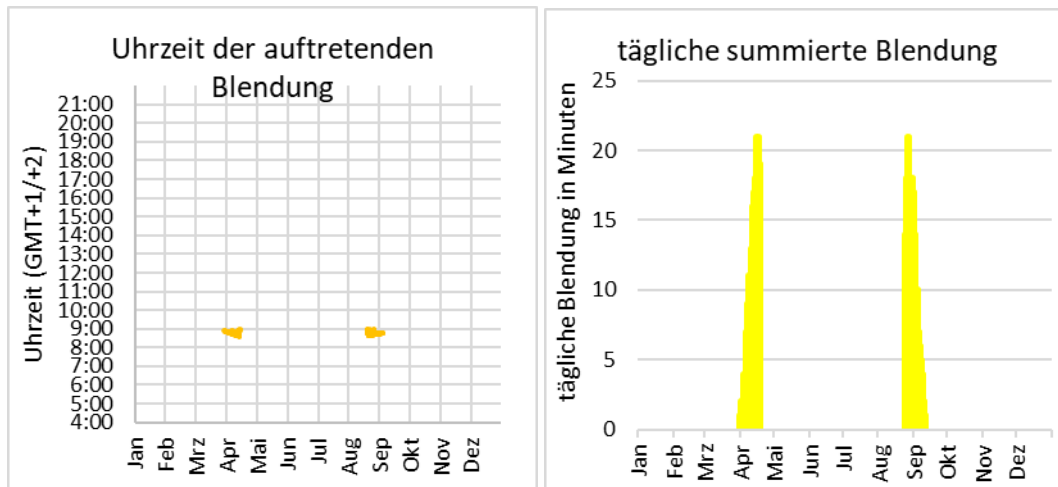


Abbildung 5: Uhrzeit und täglich summierte Blendung auf OP 2

5.2 Kritische Immissionsorte: Wohngebäude OP2

Abbildung 6 zeigt die Sichtunterbrechung durch Bäume, welche das orange markierte Moor umgeben. Aus den Simulationsergebnissen werden daher Reflexionswinkel zwischen $58,3^\circ$ und $75,0^\circ$, sowie zwischen $83,8^\circ$ und $93,8^\circ$ (aus Sicht des Beobachters) herausgefiltert. Es sind hiervon nur die Sommermonate betroffen, bei welchen auch von einem ausreichenden Sichtschutz durch Laubbäume ausgegangen werden kann.

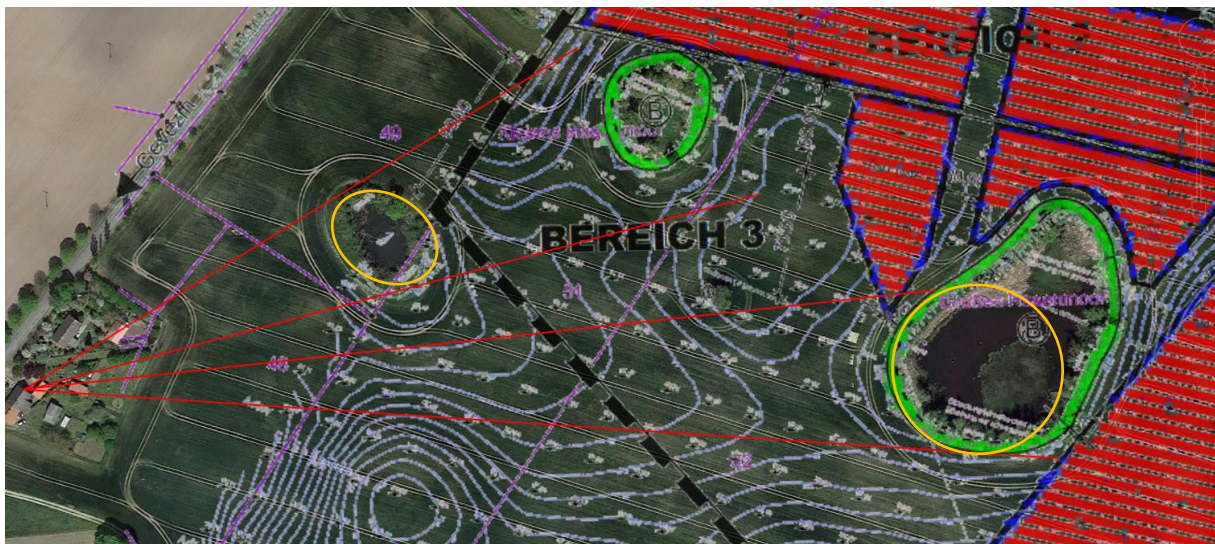


Abbildung 6: Filterung durch Sichtunterbrechung (orange) zwischen $58,3^\circ$ - $75,0^\circ$ und $83,8^\circ$ - $93,8^\circ$ (als rote Linien) für OP 4

Die Uhrzeiten der noch auftretenden Blendungen sowie deren tägliche Dauer sind in Abbildung 7 gegeben. Diese treten von Anfang April bis Ende Mai und von Mitte Juli bis Mitte September zwischen 08:30 und 09:00 Uhr auf. Es treten keine Grenzwertüberschreitungen auf.

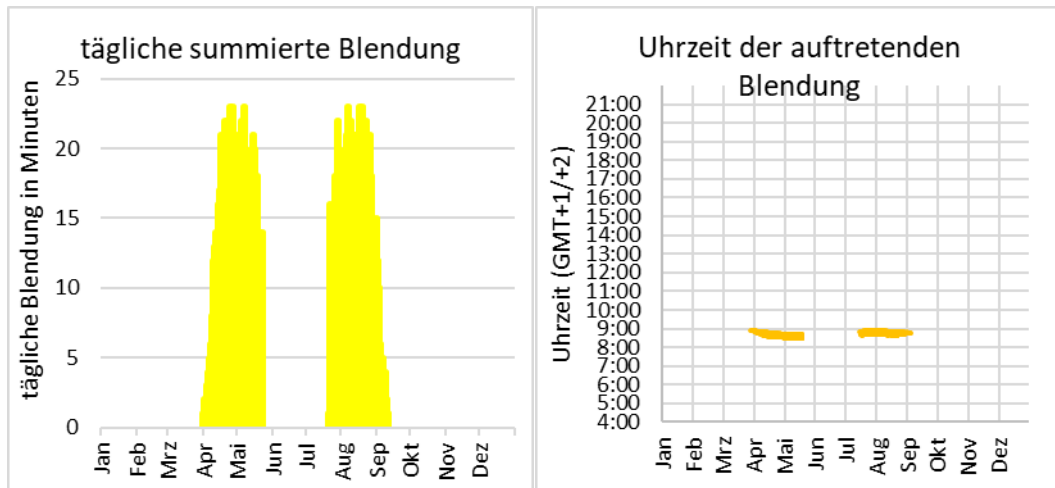


Abbildung 7: Uhrzeit und täglich summierte Blendung auf OP 4

6 Schlussbemerkung

Abschließend kommt das Fachgutachten zu dem Schluss, dass eine erhebliche Beeinträchtigung durch Blendung gemäß den LAI-Hinweisen durch die Erweiterung der PV-Freiflächenanlage Blankenhof gemäß dem vorliegenden Bebauungsplan Nr. 9 für die untersuchten Schutzgebiete auszuschließen ist. Dies gilt unter der Annahme, dass die vorhandenen Moore südwestlich der PV-Anlage, sowie deren Bewuchs bestehen bleiben.

7 Literaturverzeichnis

Boyuan Yan, M. V.-H. (April 2016). Maintaining ocular safety with light exposure, focusing on devices for optogenetic stimulation. *Vision Research*. Elsevier.

DFS Deutsche Flugsicherung GmbH. (2020). *Luftfahrthandbuch Deutschland*.

Diver, C. K. (2011). *Methodology to Assess Potential Glint and Glare Hazards From Concentrating Solar Power Plants: Analytical Models and Experimental Validation*. Albuquerque: Journal of Solar Energy Engineering.

Immissionsschutz, L. f. (2002). *Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immission von Windnergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise), verabschiedet auf der 103. Sitzung*.

Linz, Kunst Universität. (kein Datum). Linz, Kunst Universität.

Ministerium für Umwelt, K. u.-W.-A. (2012). *Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI)*.

OVE, Österreichischer Verband für Elektrotechnik. (1. 11 2016). *Blendung durch Photovoltaikanlagen*. Wien.

Reichenbach H.-D., D. K. (kein Datum). *Blendung durch optische Strahlungsquellen. Bericht der BAUA, Forschung Projekt 2185*. 2008: BAUA.

Schierz, C. (2012). *Über die Blendbewertung von reflektierenden Sonnenlicht bei Solaranlagen*. Ilmenau: TU Ilmenau, FG Lichttechnik.

Sjerps-Koomen E.A., A. T. (1996). *A simple model for PV module reflection losses under field conditions*. Solar Energy V57 N6 P421-32.

Solarglass (matt/matt) SILK. (kein Datum). GMB Solarglas.

Yamada T., N. H. (kein Datum). *Reflection loss analysis by optical modeling of PV module*. Solar Energy Materials and Solar Cells V67 P405-13.

Yellowhair, J. a. (2015). *Assessment of Photovoltaic Surface Texturing on Transmittance Effects and Glint/Glare Impacts*. American Society of Mechanical Engineers: International Conference on Energy Sustainability collocated with the ASME 2015 Power Conference.