Natur+Text

Gutachten

Maßnahmenkonzept für artenschutzrechtliche Vermeidungs- und Ausgleichsmaßnahmen

B-Plan 4 „Solarpark Rasthof Fläming Süd"

Artenschutzmaßnahmen

Artengruppe: Reptilien; Brutvögel

Auftraggeber: **Bruckbauer & Hennen GmbH**
Schillerstraße 44
14913 Jüterbog

Bearbeitung: **Natur+Text GmbH**
Forschung und Gutachten
Friedensallee 21
15834 Rangsdorf
Tel. 033708 / 20431
info@naturundtext.de
www.naturundtext.de

Sophia Stankewitz, Brutvögel
Mirko Krowiorz, Reptilien

Projektnummer: 22-127N

Rangsdorf, 27. April 2023

Inhaltsverzeichnis

1 Anlass 4
1.1 Vorhabenfläche 4
1.2 Rechtliche Grundlagen 5
1.3 Wirkfaktoren 7

2 Reptilien 8
2.1 Zauneidechse (*Lacerta agilis*) – Artenportrait 8
2.2 Nachweise und Lebensräume im Vorhabengebiet 9
2.2.1 Habitatbewertung 10

3 Brutvögel 12
3.1 Bestand und Betroffenheit 12
3.1.1 Gehölzgebundene Arten 12
3.1.2 Offenlandarten (hier: Feldlerche) 12

4 Maßnahmen zur Vermeidung und Kompensation 15
4.1 Maßnahmen zur Vermeidung 15
4.2 Vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen (CEF-Maßnahmen) 16
4.3 FCS-Maßnahmen und Sonstige Kompensatorische Ausgleichsmaßnahmen 17

5 Maßnahmenkonzeption 18
5.1 Zielsetzung und Umsetzungszeitraum 18
5.2 Ersatzstrukturen für Zauneidechsen (CEF1) 18
5.3 Vermeidungsmaßnahmen Reptilien 22
5.3.1 Reptilienschutzzäune (V3) 22
5.3.2 Fang und Umsetzen von Reptilien (V4) 24
5.4 Ersatzmaßnahmen für Brutvögel 26
5.4.1 Anlage von Schutzstreifen für die Feldlerche (FCS 1) 26
5.4.2 Entwicklung von extensivem Grünland auf der PV-Fläche (FCS 2) 27
5.4.3 Monitoring von Feldlerchenrevieren nach Abschluss der Baumaßnahmen (FCS 3) 28

6 Quellenverzeichnis 29

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Schutzstatus der Zauneidechse 8

Tabelle 2: Habitatbewertung (nach Sachteleben et al. (2009)) 11

Tabelle 3: Materialbedarf für die Strukturen 19

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage des B-Plangebietes 5

Abbildung 2: adultes Zauneidechsenmännchen (Foto: Natur+Text) 9

Abbildung 3: Nachweise Zauneidechsen 10

Abbildung 4: Lage der Feldlerchenreviere 14

Abbildung 5: Aufwertungsmaßnahmen Teilfläche West 20

Abbildung 6: Beispiel Habitatstruktur 20

Abbildung 7: Aufwertungsmaßnahmen Teilfläche Ost 21
Abbildung 8: Lage und Länge der Reptilienschutzzäune Teilgebiet West 23
Abbildung 9: Lage und Länge der Reptilienschutzzäune Teilgebiet Ost..... 24
Abbildung 10: Lage der Feldlerchen-Schutzstreifen zwischen den Modulreihen 27

1 Anlass

Der Vorhabenträger, die Solarpark Fläming-West GmbH & Co KG plant, nachdem die Gemeindevertretung Mühlenfließ am 16.02.2021 die Aufstellung des Bebauungsplanes Nr. 4 „Solarpark Rasthof Fläming Süd" (Bruckbauer & Hennen GmbH, 2022) beschlossen hat, die Errichtung von Freiflächenphotovoltaikanlagen (PV-Freiflächenanlagen) an der BAB 9.

Im Rahmen der Erstellung eines Tierökologisches Gutachten zur Brutvogel- und Reptilienfauna (UmLand Büro für Umwelt- und Landschaftsplanung, 2021) erfolgte im Frühjahr/ Sommer 2021 eine entsprechende faunistische Erfassung im B-Plangebiet. Im Ergebnis wurden in beiden Teilen des B-Plangebietes Nachweise der Zauneidechse erbracht sowie 27 Brutvogelarten nachgewiesen.

Durch die Überplanung der Vorhabenfläche ist von einer Betroffenheit von gemeinschaftsrechtlich geschützten Arten (Arten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie (FFH-RL, 1992) und Arten des Artikel 1 der EU-Vogelschutz-Richtlinie (VS-RL, 2009)) auszugehen. Im Detail ist mit einer Beeinträchtigung von Fortpflanzungs- und Ruhestätten der Zauneidechse sowie von Brutvogelarten zu rechnen.

Um Verbotstatbestände nach § 44 Abs. 1 i. V. m. Abs. 5 des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG, 2009) bezüglich der gemeinschaftsrechtlich geschützten Arten zu vermeiden, sind Maßnahmen zur Vermeidung und Kompensation zu planen und umzusetzen. Das vorliegende Maßnahmenkonzept stellt die vorgezogenen Ausgleichmaßnahmen auf den Ersatzflächen sowie die Vermeidungs- und Unterhaltungsmaßnahmen für die relevanten Arten(gruppen) (Zauneidechse und Brutvögel) dar.

1.1 Vorhabenfläche

Das zweiteilige B-Plangebiet befindet sich nördlich der Ortslage Grabow, östlich und westlich der BAB 9 (siehe

Abbildung 1 und Abbildung 2), in der Gemeinde Mühlenfließ im Landkreis Potsdam-Mittelmark. Der ca. 14,2 ha große Geltungsbereich umfasst die Flurstücke 103, 104, 105, 106, 302, 303, 304, 319 und 320 der Flur 2 in der Gemarkung Grabow.

Der zu entwickelnde B-Planbereich unterliegt bis auf den im Südosten gelegenen Kiefernforst einer intensiven landwirtschaftlichen Nutzung. An die beiden, im Sommer 2022 mit Sonnenblumen bestandenen, Ackerschläge grenzen fast vollständig Forstflächen an. Bei diesen handelt es sich überwiegend um ältere Kiefernforste, im Nordosten auch um Aufforstungen mit Laubgehölzen. Entlang der Autobahn sind beide Teilgebiete durch Gehölzpflanzungen abgegrenzt. Die westliche Ackerfläche grenzt an weitere Ackerflächen.

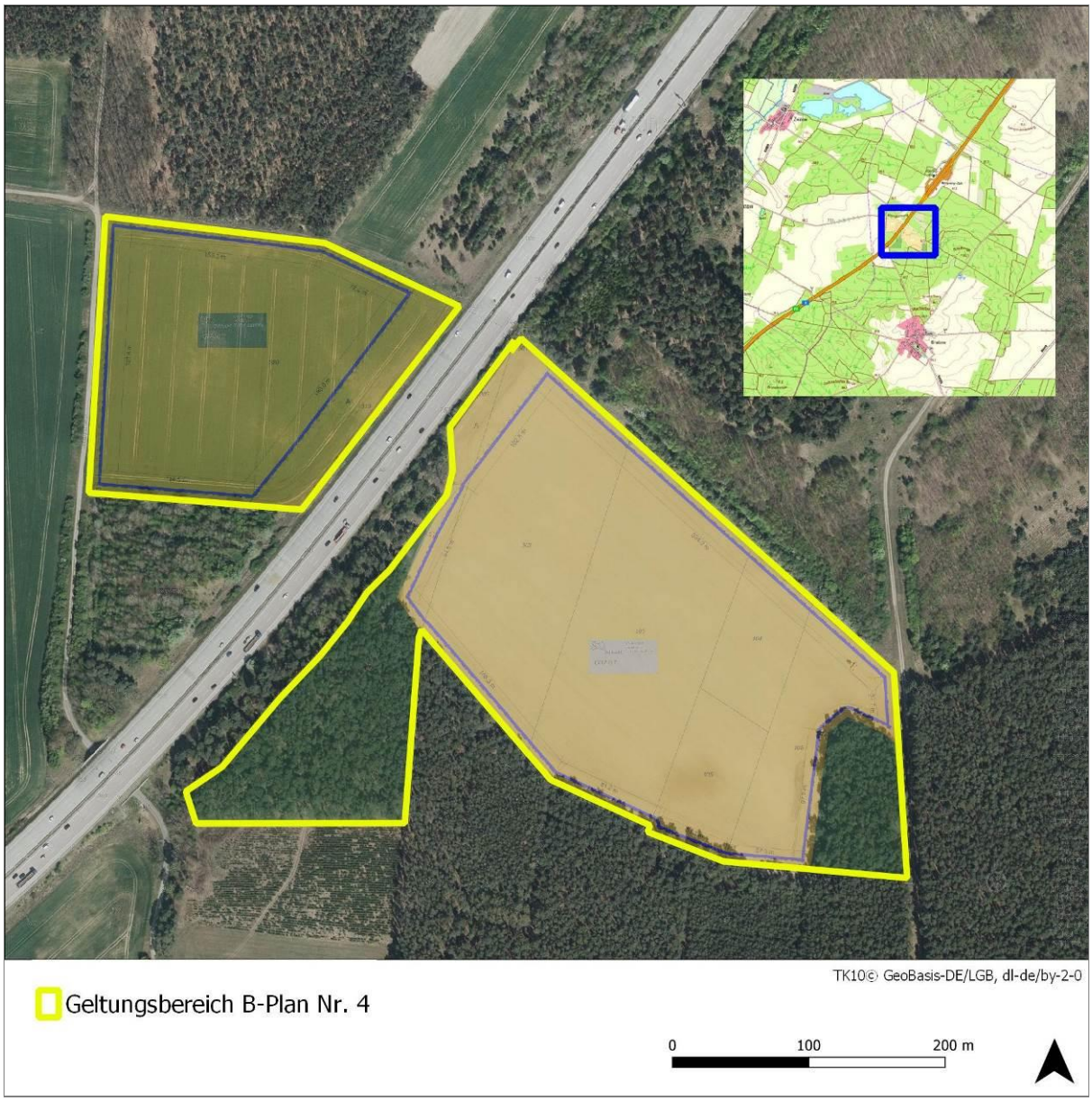


Abbildung 1: Lage des B-Plangebietes

1.2 Rechtliche Grundlagen

Die rechtlichen Grundlagen für den Artenschutz sind die EU-Richtlinien 92/43/EWG (FFH-RL, 1992) und 2009/147/EG (Vogelschutzrichtlinie, (VS-RL, 2009) sowie das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG, 2009).

Das deutsche Naturschutzrecht unterscheidet zwischen besonders geschützten Arten und streng geschützten Arten. Alle Arten des Anhang IV der Richtlinie 92/43/EWG und alle europäischen Vogelarten gemäß Artikel 1 der Richtlinie 2009/147/EG sind durch § 7 Abs. 2 Nr.13 Buchstabe b BNatSchG besonders geschützt. Die Arten des Anhang IV der Richtlinie 92/43/EWG sind durch § 7 Abs. 2 Nr.14 Buchstabe b BNatSchG zudem streng geschützt.

Gemäß § 44 Abs. 1 BNatSchG ist es verboten:

1. *wild lebenden Tieren der besonders geschützten Arten nachzustellen, sie zu fangen, zu verletzen oder zu töten oder ihre Entwicklungsformen aus der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören,*
2. *wild lebende Tiere der streng geschützten Arten und der europäischen Vogelarten während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderungszeiten erheblich zu stören; eine erhebliche Störung liegt vor, wenn sich durch die Störung der Erhaltungszustand der lokalen Population einer Art verschlechtert,*
3. *Fortpflanzungs- oder Ruhestätten der wild lebenden Tiere der besonders geschützten Arten der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören,*
4. *wild lebende Pflanzen der besonders geschützten Arten oder ihre Entwicklungsformen aus der Natur zu entnehmen, sie oder ihre Standorte zu beschädigen oder zu zerstören*
5. Weiterhin ist § 44 Abs. 5 BNatSchG zu beachten:

Für nach § 15 zulässige Eingriffe in Natur und Landschaft sowie für Vorhaben im Sinne des § 18 Absatz 2 Satz 1, die nach den Vorschriften des Baugesetzbuches zulässig sind, gelten die Zugriffs-, Besitz- und Vermarktungsverbote nach Maßgabe der Sätze 2 bis 5.

2. *Sind in Anhang IV Buchstabe a der Richtlinie 92/43/EWG aufgeführte Tierarten, europäische Vogelarten oder solche Arten betroffen, die in einer Rechtsverordnung nach § 54 Absatz 1 Nummer 2 aufgeführt sind, liegt ein Verstoß gegen das Verbot des Absatzes 1 Nr. 3 und im Hinblick auf damit verbundene unvermeidbare Beeinträchtigungen wild lebender Tiere auch gegen das Verbot des Absatzes 1 Nr. 1 nicht vor, soweit die ökologische Funktion der von dem Eingriff oder Vorhaben betroffenen Fortpflanzungs- oder Ruhestätten im räumlichen Zusammenhang weiterhin erfüllt wird.*
3. *Soweit erforderlich, können auch vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen festgesetzt werden.*
4. *Für Standorte wildlebender Pflanzen der in Anhang IV Buchstabe b der Richtlinie 92/43/EWG aufgeführten Arten gelten die Sätze 2 und 3 entsprechend.*
5. *Sind andere besonders geschützte Arten betroffen, liegt bei Handlungen zur Durchführung eines Eingriffs oder Vorhabens kein Verstoß gegen die Zugriffs-, Besitz- und Vermarktungsverbote vor*

1.3 Wirkfaktoren

Nachfolgend werden diejenigen Wirkfaktoren aufgeführt, die Beeinträchtigungen und Störungen der europarechtlich geschützten Tier- und Pflanzenarten verursachen können. Die vom Vorhaben ausgehenden Projektwirkungen lassen sich differenzieren in:

- baubedingte Wirkungen (vorübergehend)
- anlagenbedingte Wirkungen (dauerhaft)
- betriebsbedingte Wirkungen (dauerhaft wiederkehrend)

Baubedingte Wirkfaktoren

Baubedingte Wirkungen entstehen im Zuge der Baufeldfreimachung, insbesondere bei der Anlage von Zuwegungen zur Erschließungen der PV-Freiflächenanlage sowie im Zuge der Modulerrichtung. Neben dem Verlust an Lebensraum, insbesondere Fortpflanzungs- und Ruhestätten, können geschützte Arten hierbei verletzt oder getötet werden. Zudem sind Störungen durch Lärm, Erschütterungen oder optische Störungen zu erwarten.

Anlagebedingte Wirkfaktoren

Mit der Errichtung des „Solarparks Rasthof Fläming Süd" kann es, abhängig von der technischen Planung (bspw. Moduldichte, Modulhöhe, Verschattung), zum Verlust vorhandener Lebensräume (insbesondere für die Feldlerche) kommen.

Betriebsbedingte Wirkfaktoren

Die betriebsbedingten Wirkfaktoren resultieren überwiegend aus den zweckdienlichen Nutzungen der beanspruchten Flächen, also dem Betrieb der Anlage sowie der Nutzung zusätzlich ausgebauter Infrastruktur, wie Wartungswege und Trafo-Standorte. Es ist zeitweise insbesondere mit Störungen in Form von Lärm, Licht, Bewegung und Anwesenheit von Menschen im Rahmen der regelmäßigen technischen Wartungen zu rechnen.

2 Reptilien

Im Ergebnis der faunistischen Untersuchung wurde lediglich die Zauneidechse im Vorhabengebiet nachgewiesen. Artbezogene Angaben zu Gefährdung und Schutz können der Tabelle 1 entnommen werden.

Tabelle 1: Schutzstatus der Zauneidechse

Art, deutsch	Art, wiss.	RL BB	RL D	FFH-RL Anhang	GS
Zauneidechse	*Lacerta agilis*	3	V	IV	§§

Bedeutung der Signaturen:

RL D Rote Liste Deutschland (Rote-Liste-Gremium Amphibien und Reptilien, 2020)
1: Vom Aussterben bedroht; 2: Stark gefährdet; 3: Gefährdet; R: Extrem selten; V: Vorwarnliste; *: Ungefährdet

RL BB Rote Liste Brandenburg (Schneeweiß et al., 2004):
1: Vom Aussterben bedroht; 2: Stark gefährdet; 3: Gefährdet; G: Gefährdung anzunehmen; R: Extrem seltene Arten und Arten mit geografischer Restriktion; V: Zurückgehend, Arten der Vorwarnliste; D: Daten defizitär; *: Derzeit nicht als gefährdet anzusehen; **: Ungefährdet

FFH FFH-Richtlinie - Schutzstatus nach Anhang II oder IV (FFH-RL, 1992)

GS Gesetzlicher Schutz (BArtSchV, 2005; BNatSchG, 2009): §§ - streng geschützt

2.1 Zauneidechse (*Lacerta agilis*) – Artenportrait

Die Zauneidechse besiedelt wärmebegünstigte, strukturreiche Habitate mit hoher Grenzliniendichte, beispielsweise Heiden, Ränder von Trockenrasen, Waldlichtungen, Wegraine, Bahntrassen und Wegböschungen (Elbing et al., 1996). Wichtig ist dabei ein kleinräumiges Nebeneinander von Jagdhabitaten, Verstecken und sich rasch erwärmenden, günstig exponierten Sonnenplätzen. Diese können unter anderem aus sandigem Offenboden, Totholz und Schotter bestehen; Verstecke in Kleintierbauen, dichter Vegetation oder dem Inneren von Totholz- und Steinhaufen.

Zauneidechsen werden je nach Witterung zwischen Ende Februar und Anfang April aktiv. Zwischen Ende April und Mitte Juni kommt es zur Paarung, woraufhin meist zwischen Anfang Juni und Mitte Juli die Eiablage erfolgt. Hierbei werden 9 - 14 Eier in sonnenexponiertem, lockerem Bodensubstrat vergraben. Seltener erfolgt die Ablage unter Brettern, Planen oder Steinen. Der Schlupf der Jungtiere erfolgt nach ca. 50 Tagen zwischen Ende Juli und Anfang September (Elbing et al., 1996).

Wenn Zauneidechsen genügend Fettreserven aufgebaut haben, suchen sie ihre Winterquartiere auf. Dies kann bei den Männchen bereits Mitte August geschehen. Während Jungtiere mitunter noch bis in den Oktober aktiv sind. Zauneidechsen ernähren sich vorwiegend von Arthropoden wie Käfern, Heuschrecken und Spinnen (Blanke, 2010).

Abbildung 2: adultes Zauneidechsenmännchen (Foto: Natur+Text)

2.2 Nachweise und Lebensräume im Vorhabengebiet

Im Ergebnis der Reptilienerfassung aus dem Sommer 2021 wurden einzelne adulte und juvenile Zauneidechsen randlich der 14,2 ha großen Vorhabenfläche nachgewiesen (siehe Abbildung 3).

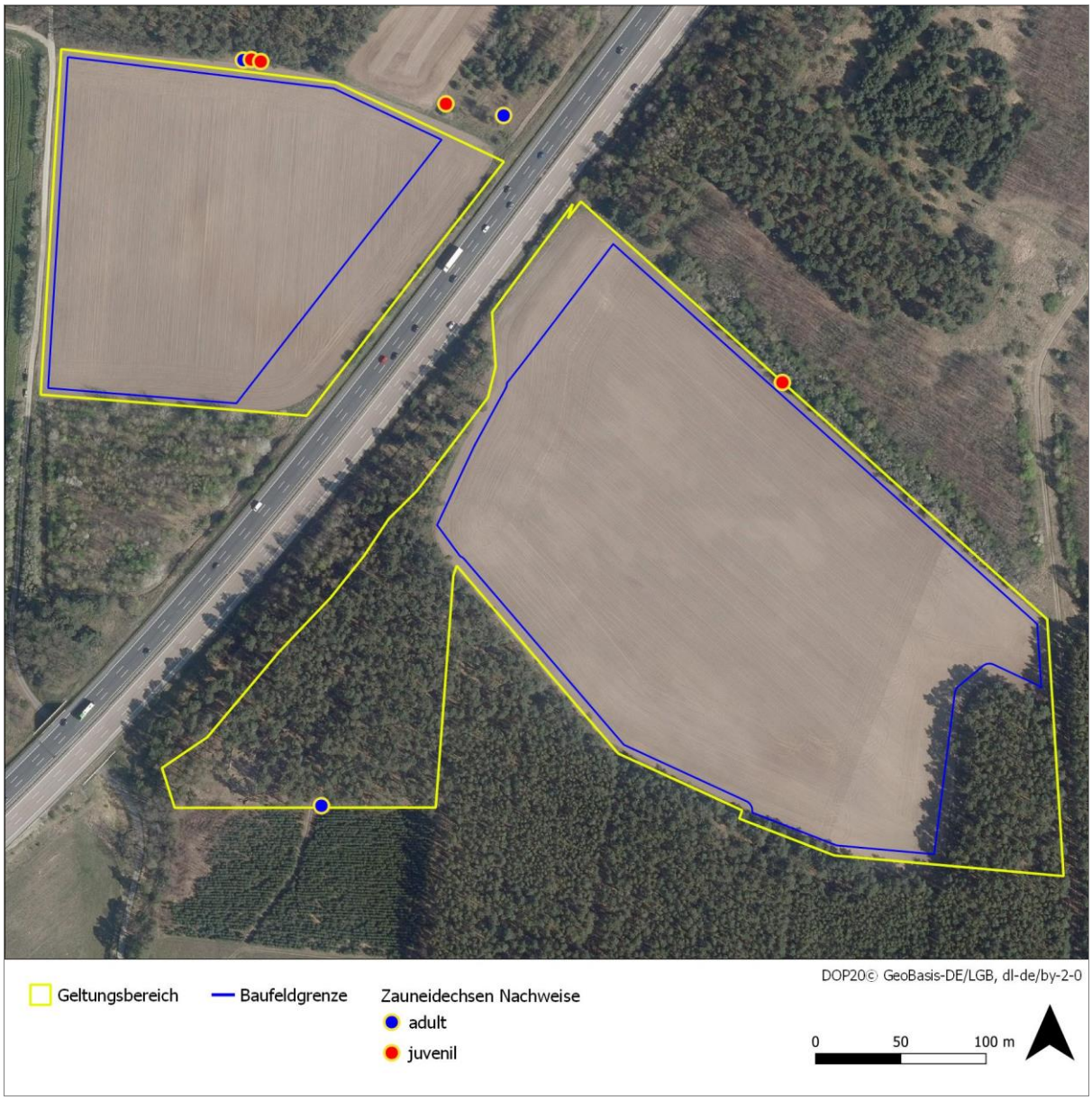


Abbildung 3: Nachweise Zauneidechsen

2.2.1 Habitatbewertung

Die beiden Teilflächen des B-Plangebietes werden vorwiegend von Intensivacker geprägt. Insgesamt kann der künftige Eingriffsbereich innerhalb des B-Plangebietes kaum Lebensraumfunktionen für die Zauneidechse übernehmen. Durch die typische landwirtschaftliche Bewirtschaftung fehlen geeignete Habitatrequisiten, wie Versteck- und Überwinterungsstrukturen, fast vollständig (siehe Tabelle 2).

Vorzugslebensräume der Zauneidechse finden sich vor allem in den Randbereichen, insbesondere die südexponierten Waldrandbereiche, bieten den Reptilien geeignete heterogene Habitatrequisiten (siehe Kapitel 2.2).

Entsprechend wird der vorgefundene Lebensraum in der Habitatbewertung für Reptilien als eher negativ eingeschätzt (siehe nachfolgende Tabelle).

Tabelle 2: Habitatbewertung (nach Sachteleben et al. (2009))

Bewertung:	A	B	C
Habitatstruktur			
Strukturierung des Lebensraums	☐ kleinflächig mosaikartig	☐ großflächiger	**X** mit ausgeprägt monotonen Bereichen
Wärmebegünstigte Teilflächen	☐ >70%	**X** 30%-70%	☐ <30%
Häufigkeit von Stubben/Totholz/Gebüschen/Grashorsten	☐ >10/ha	☐ 5-10/ha	**X** <5/ha
Relative Anzahl geeigneter Sonnenplätze	**X** >10/ha	☐ 5-10/ha	☐ <5/ha
Eiablageplätze: Offene, lockere, grabfähige Bodenstellen	**X** >5/ha und >50 m^2/ha	☐ 2–5/ha oder 20–50 m^2/ha	☐ <1/ha oder <10 m^2/ha
Beeinträchtigungen			
Sukzession	**X** keine wegen Pflege	☐ geringe Verbuschung	☐ Voranschreitende Verbuschung
Isolation durch Fahrwege im Lebensraum	**X** keine	☐ vorhanden wenig frequentiert	☐ vorhanden mäßig bis häufig frequentiert
Bedrohung durch Haustiere (Hund/Katze), Marderhund, etc.	☐ keine	☐ geringe Bedrohung	**X** starke Bedrohung

Auf Grund der aktuellen Nutzungsart und der eher ungünstigen Lebensraumeignung kommt es nur zu geringen baubedingten sowie später anlagebedingten Beeinträchtigungen für Reptilien. Die oben dargestellten randlich des B-Planbereiches befindlichen Vorzugslebensräume bleiben auch nach der Flächenentwicklung weitestgehend erhalten und erfüllen weiterhin ihre Lebensraumfunktion für Reptilien. Zudem werden durch die spätere Errichtung der PV-Freiflächenanlage Habitatrequisiten entstehen, welche im Ergebnis Vorzugslebensräume für die Reptilien darstellen können.

Auf Grund des nach Bundesfernstraßengesetz (FStrG, 2007) bestehenden Anbauverbotes an BAB, können autobahnseitig später zusätzliche für Reptilien geeignete Habitatbereiche entstehen.

Anlagebedingt ist mit einer günstigen Vegetationsentwicklung und darüber hinaus anschließenden Zunahme von für Reptilien geeigneten Lebensräumen zu rechnen. Lediglich die Nutzung der geplanten Fahr- und Wartungswege sowie eventuelle Vegetationspflegemaßnahmen können temporär zu Beeinträchtigungen führen.

Die für Reptilien geplanten Ersatz- und Vermeidungsmaßnahmen können die bau- und anlagebedingten Beeinträchtigungen mindern.

3 Brutvögel

3.1 Bestand und Betroffenheit

Im Untersuchungsgebiet und in direkt angrenzenden Lebensräumen wurden insgesamt 32 Vogelarten nachgewiesen. Von diesen sind 27 als Brutvögel einzustufen und weitere fünf Arten wurden als Durchzügler oder Nahrungsgäste registriert (vgl. Tabelle 1 des Tierökologischen Gutachtens (UmLand Büro für Umwelt- und Landschaftsplanung, 2021)). Die Lage der Revierzentren der nachgewiesenen Brutvogelarten ist in Abbildung 3 des Gutachtens (UmLand Büro für Umwelt- und Landschaftsplanung, 2021) dargestellt.

Die Betroffenheit der Avifauna wird auf Grundlage des Modullageplans mit Planungsstand vom 17.01.2023 (vgl. Darstellung in Abbildung 10 im Kapitel 5.4) eingeschätzt.

3.1.1 Gehölzgebundene Arten

Der Großteil der Brutvogelnachweise betraf gehölzgebundene Arten – die festgestellten Reviere konzentrierten sich damit auf die Waldflächen sowie auf die an das B-Plangebiet angrenzenden Waldränder und die Gehölzbestände entlang der Feldwege und Autobahnränder. Nutzungsänderungen sind für das B-Plangebiet im Bereich von derzeit als Acker genutzten Flächen vorgesehen, auf denen Photovoltaikanlagen errichtet werden sollen. Die Reviere der gehölzgebundenen Arten liegen damit außerhalb der künftigen Eingriffsbereiche und bleiben prognostisch erhalten. Dies gilt auch für die im Übergangsbereich zwischen Gehölzen und Offenland siedelnde Heidelerche (*Lullula arborea*), deren Revierzentren sich in drei Fällen innerhalb des Geltungsbereichs befanden. Die maßgeblichen Reviercharakteristika ändern sich für diese Art nicht, da im Bereich der Reviere ausreichend breite Streifen (mehr als 10 m) zwischen der überplanten Fläche und den angrenzenden Gehölzen unberührt bleiben. Es ergibt sich für diese Gruppe der Brutvögel insgesamt keine Betroffenheit nach § 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG.

Baubedingte Verletzungen und Tötungen von Individuen der o. g. Arten (auch Gelegen/ Jungvögeln) können dennoch insbesondere für die bodenbrütenden Arten nicht ausgeschlossen werden, wenn die Arbeiten während der Brutzeit (März bis September) durchgeführt werden. Hier sind daher Maßnahmen zur Vermeidung zu treffen, um den Verbotstatbestand nach § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG nicht auszulösen. Dies soll durch eine Bauzeitenregelung realisiert werden, die damit gleichzeitig baubedingte Störungen während der Brutsaison ausschließt. Erhebliche betriebsbedingte Störungen werden für diese Arten jedoch nicht erwartet, da sie nicht als besonders störungsempfindlich gelten (Flade, 1994) und die Störwirkungen durch z. B. Wartungsarbeiten als gering eingeschätzt werden. Verbotstatbestände nach § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG werden unter Beachtung der Bauzeitenregelung (V1; siehe folgendes Kapitel) nicht ausgelöst.

3.1.2 Offenlandarten (hier: Feldlerche)

Von einer direkten Überplanung ihrer Revierflächen ist dagegen die Feldlerche (*Alauda arvensis*) betroffen, die sowohl in Brandenburg als auch deutschlandweit als „bedroht" eingestuft wird (Kategorie 3 nach Roter Liste Deutschland (Ryslavy et al., 2020)) und nach Roter Liste Brandenburg (Ryslavy et al., 2019). Als charakteristische Offenlandart siedelte sie mit je einem Revier in den zentralen Bereichen der beiden vom Vorhaben betroffenen Ackerflächen. Die Lage der Revierzentren ist in Abbildung 4 dargestellt.

Insbesondere für diese Art ist mit durch baubedingte Aktivitäten ausgelösten Tötungen oder Verletzungen von Individuen zu rechnen, wenn die Arbeiten während der Brutzeit (März bis September) durchgeführt werden. Eine entsprechende Bauzeitenregelung kann hier dem Verbotstatbestand nach § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG entgegenwirken und gleichzeitig baubedingte Störungen ausschließen. Betriebsbedingte Störungen können nicht ausgeschlossen werden, wenn z. B. Menschen zu Wartungs- oder Pflegezwecken die Betriebsflächen während der Brutzeit betreten. Diese bleiben aber prognostisch unter der Erheblichkeitsschwelle, zumal bei gelegentlichem Betreten auch der Nahbereiche der Nester eine Aufgabe von Bruten nicht erwartet wird. Auch die Feldlerche gilt zudem nach Flade (1994) als nicht besonders störungsempfindlich. Der Verbotstatbestand nach § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG wird somit nicht ausgelöst.

Anlagebedingt kann es für die Feldlerche zum Verlust der genannten Reviere kommen, wenn sich durch die geänderte Flächeninanspruchnahme die Gebietscharakteristika des Offenlandes derart verändern, dass eine Besiedlung dann nicht mehr anzunehmen ist. Dies würde den Verbotstatbestand der Schädigung nach § 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG auslösen. Eine im Vorhinein angepasste Planung kann dies verhindern (siehe Maßnahmenbeschreibungen im Kapitel 5.4). Feldlerchen besiedeln weiträumige Offenflächen – dies sind in Brandenburg überwiegend Grünland- oder Ackergebiete. Sie halten dabei Abstände von Wäldern, Gehölzreihen, bebauten Gebieten oder sonstigen Vertikalstrukturen von in der Regel 60 bis 100 m (Glutz von Blotzheim & Bauer, 1997) ein.

Als Bodenbrüter legen Feldlerchen ihre Nester in Gras- und niedriger Krautvegetation mit bevorzugt ca. 15-20 cm Höhe an. Es ist bekannt, dass bei passender Ausgestaltung der Binnenflächen eines PV-Freiflächenfeldes eine Besiedlung dieser durch die Feldlerche prinzipiell erfolgen kann (u.a. (BNE, 2019; Tröltzsch & Neuling, 2013). Werden die Modulreihen gemäß den Maßnamenbeschreibungen im Folgekapitel angelegt, können beide Reviere auf den Flächen prognostisch langfristig gesichert werden. Darüber hinaus kann von einer Aufwertung dieser Reviere ausgegangen werden, da sich die Nahrungsverfügbarkeit durch die Abkehr von intensiver Landwirtschaft hin zu extensiv gepflegter standortangepasster Grünlandvegetation mit entsprechendem Insektenangebot erhöhen dürfte.

Die kontinuierliche ökologische Funktionalität der Fortpflanzungsstätten der Feldlerche ist für die erste Brutsaison nach Fertigstellung der Bauarbeiten voraussichtlich dennoch nicht gegeben, da zum Zeitpunkt der Revierbesetzung ab Anfang März die gerade neu aufwachsende Vegetation in ihrer Struktur noch nicht den Ansprüchen zur Nestanlange genügt. Mit fortschreitender Vegetationsdichte ist dann mit einer Wiederbesiedlung der Reviere im Folgejahr nach Errichtung der PV-Anlagen zu rechnen. Aufgrund der zeitlichen Lücke in der Verfügbarkeit der Habitate ist eine Ausnahme von den Verboten nach § 44 Abs. 1 BNatSchG zu beantragen. Die Voraussetzung für die Erteilung einer Ausnahmegenehmigung ist, dass sich der Erhaltungszustand der lokalen Feldlerchenpopulation hierdurch nicht verschlechtert. Es ist davon auszugehen, dass die im ersten Jahr vergrämten Feldlerchen zunächst auf Flächen im näheren Umfeld ausweichen (mit ggf. niedrigerem Bruterfolg durch Besiedlung nicht optimaler Habitate) und dann auf die Vorhabenfläche zurückkehren. Unter Berücksichtigung der geplanten Vermeidungsmaßnahmen ist eine allgemeine Aufwertung der Fläche für die Feldlerche durch die Nutzungsänderung zu erwarten, diese wird prognostisch die lokale Feldlerchenpopulation langfristig stärken. Damit ist die Voraussetzung für die Erteilung einer Ausnahmegenehmigung gegeben.

Abbildung 4: Lage der Feldlerchenreviere

4 Maßnahmen zur Vermeidung und Kompensation

4.1 Maßnahmen zur Vermeidung

Folgende Maßnahmen zur Vermeidung sollen durchgeführt werden, um Gefährdungen von Tier- und Pflanzenarten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie und von Vogelarten gemäß VS-Richtlinie zu vermeiden oder zu mindern. Die Ermittlung der Verbotstatbestände gem. § 44 Abs. 1 i.V. m. Abs. 5 BNatSchG erfolgt unter Berücksichtigung dieser Vorkehrungen:

V 1 *Ökologische Baubegleitung*

Für die Baumaßnahmen und Bauvorbereitungen ist eine ökologische Baubegleitung (ÖBB) vorgesehen. Die ÖBB hat die Aufgabe, die bauvorbereitenden Arbeiten (z. B. Baufeldfreimachung) und anschließenden Bautätigkeiten hinsichtlich der Einhaltung der speziellen Schutz- und Vermeidungsmaßnahmen zu überwachen.

V 2 *Baufeldfreimachung außerhalb der Brutperiode von Vögeln*

Um Tötungen von vorkommender Avifauna sowie Störungen während der Fortpflanzungszeit im Rahmen der Baufeldmaßnahmen zu vermeiden, erfolgt die Entfernung der bodennahen, krautigen Vegetation, der Wegebau, die Modul- und Zaunerrichtung etc. in der Zeit von Anfang Oktober bis Ende Februar. Die Durchführung dieser Maßnahme erfolgt unter Einbeziehung einer ÖBB (Maßnahme V1).

V 3 *Stellung von Reptilienschutzzäunen*

In den Bereichen, bei denen die Baufelder an Reptilienlebensräume angrenzen, sind zum Schutz vor Einwanderungen von Reptilien (insbesondere Zauneidechsen) ins Baugebiet Reptilienschutzzäune (Standhöhe mind. 60 cm) in ausreichender Länge zu errichten.

Die genaue Lage und Länge der Zäune wird in Abstimmung mit der zuständigen Naturschutzbehörde und der ÖBB (Maßnahme V1) in den Bauanträgen benannt. Diese Maßnahme dient der Vermeidung von potentiellen Tötungen von Reptilien.

Auf eine sachgerechte Ausführung der Zaunstellung ist zu achten: senkrechte und faltenfreie Errichtung, Abdichten der Verbindungsstellen der einzelnen Teilstücke, Eingraben des Zaunes mind. 10 cm in den Boden als Schutz vor Unterwanderung. Zudem ist der Zaun den örtlichen Gegebenheiten anzupassen. Ggf. ist der Reptilienschutzzaun mit einem Bauzaun vor Beschädigungen durch Baufahrzeuge zu schützen. Die Zaunstellung ist vor Beginn der Aktivitätsphase der Zauneidechse (i. d. R. ab Anfang/ Mitte Februar) abzuschließen.

V 4 *Abfang und Umsetzen von Reptilien*

Aus den überplanten Lebensräumen sind die vorhanden Reptilien abzufangen und in die im Vorfeld errichteten Ersatzstrukturen (CEF1) umzusetzen. Es sind geeignete, gängige Standard-Methoden für den Fang der Reptilien anzuwenden, z. B. Handfang, Fallenfang oder Fang mittels Reptilienangeln. Zur Erhöhung des Fangerfolgs können zudem künstliche Verstecke (KV) zum Einsatz kommen. Die Ausbringung der KV erfolgt mit der Errichtung der Reptilienschutzzäune. Für den Fang der Reptilien muss eine Genehmigung der zuständigen Naturschutzbehörde vor-

liegen. Eine Dokumentation der Maßnahme hat zu erfolgen und ist der zuständigen Naturschutzbehörde zu übergeben.

Diese Maßnahme dient der Vermeidung von potentiellen Tötungen von Reptilien.

Der Abfang und die Umsiedlung der Reptilien erfolgen nach dem Errichten der Schutzzäune (Maßnahme V 3) und mit Beginn der Aktivitätsphase der Zauneidechse. Die abgefangenen Tiere werden einzeln in Stoffbeuteln, nicht länger als 2 Stunden, gehalten und anschließend in das bestehende, erweiterte Ersatzhabitat gesetzt. Ein Sammeln von besetzten Stoffbeuteln in einem Eimer ist zulässig. Ein Ablegen gefangener Tiere im Stoffbeutel bzw. des Eimers darf nur im Schatten geschehen, niemals in der Sonne. Zu Dokumentationszwecken ist jedes gefangene Tier zu fotografieren (Kopf- bzw. Rückenzeichnung). Der Abfang der Reptilien ist so lange durchzuführen, bis 3 Tage hintereinander keine Tiere mehr gesichtet werden. Hierzu erfolgt eine enge Abstimmung mit der zuständigen Naturschutzbehörde und der ÖBB (Maßnahme V1). Diese Maßnahme hat i. d. R. in dem Zeitraum von April bis einschließlich September zu erfolgen.

4.2 Vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen (CEF-Maßnahmen)

Es werden Maßnahmen zur Sicherung der kontinuierlichen ökologischen Funktionalität (CEF-Maßnahmen) durchgeführt, um Gefährdungen lokaler Populationen zu vermeiden. Folgende CEF-Maßnahmen sind im Rahmen des Vorhabens geplant:

CEF 1 Errichtung von Reptilienstrukturen

Der in den Übergangsbereichen entstehende Verlust an Lebensraum für Reptilien wird dadurch gemindert, dass als vorgezogene Ausgleichsmaßnahme 17 kombinierte Totholz-, Sand-/ Lesesteinstrukturen errichtet werden; sieben Strukturen im westlichen und zehn Strukturen im östlichen Plangebiet. Die Strukturen werden je nach örtlichen Gegebenheiten in einem maximalen Abstand von 30 m zur nächsten Struktur errichtet.

Die genaue Verortung der Maßnahme ist dem Kapitel 5.2 zu entnehmen.

Die Errichtung der Strukturen erfolgt innerhalb des Geltungsbereiches des B-Plans, außerhalb des Baufeldes. Die Durchführung dieser Maßnahme erfolgt unter Einbeziehung einer ÖBB (Maßnahme V1) und unter Beachtung der Bauzeitenregelung (Maßnahme V2) Eine Dokumentation der Maßnahme muss der zuständigen Naturschutzbehörde bereitgestellt werden.

4.3 FCS-Maßnahmen und Sonstige Kompensatorische Ausgleichsmaßnahmen

Nachfolgend werden die FCS-Maßnahmen ([engl. favourable conservation status = Sicherungsmaßnahmen eines günstigen Erhaltungszustands) sowie sonstigen kompensatorischen Maßnahmen, die im Rahmen des Vorhabens geplant sind, aufgeführt:

FCS 1 Anlage von Feldlerchenschutzstreifen innerhalb des B-Plangebietes

Anlage von zwei Feldlerchenschutzstreifen; einer im westlichen Teilgebiet und einer im östlichen Teilgebiet. Die Schutzstreifen haben eine Breite von mindestens 5 m; bei einer günstigen Besonnung eines mindestens 3 m breiten Streifens (abhängig von Höhe, Breite und Neigung der Modultische). Die Lage und Länge der Streifen ist so zu wählen, dass sie:

a) zentral in der Fläche liegen und damit den größtmöglichen Abstand zu Waldkanten und anderen Vertikalstrukturen aufweisen,

b) der ungefähren Lage der ursprünglichen Revierzentren entsprechen,

c) eine Länge von mindestens 80 m pro Revier abdecken.

Die Durchführung dieser Maßnahme erfolgt unter Einbeziehung einer ÖBB (Maßnahme V1). Eine Dokumentation der Maßnahme muss der zuständigen Naturschutzbehörde bereitgestellt werden.

FCS 2 Entwicklung von extensivem Grünland auf der PV-Fläche

Unter und zwischen den Modultischen wird eine hochwertige Grünstruktur durch Aussaat einer regionaltypischen Saatgutmischung angelegt, um ergiebige Nahrungsflächen für die Feldlerche sicherzustellen

FCS 3 Monitoring von Feldlerchenrevieren nach Abschluss der Baumaßnahmen

Zur Erfolgskontrolle der Maßnahme FCS 1 wird nach Fertigstellung des PV-Feldes ein dreijähriges Feldlerchen-Monitoring durchgeführt. Sollte die ursprüngliche Anzahl von zwei Feldlerchenrevieren innerhalb des B-Plangebietes unterschritten bleiben, sind externe Kompensationsmaßnahmen durchzuführen, bis der entsprechende Erfolg eintritt.

Eine Dokumentation der Maßnahme muss der zuständigen Naturschutzbehörde bereitgestellt werden.

5 Maßnahmenkonzeption

5.1 Zielsetzung und Umsetzungszeitraum

Im Sommer 2021 wurde für das B-Plangebiet ein Artenschutzgutachten erstellt. Hierbei wurden eine Teilpopulationen der Zauneidechse sowie zwei zu berücksichtigende Feldlerchenreviere festgestellt (siehe „Tierökologisches Gutachten" (UmLand Büro für Umwelt- und Landschaftsplanung, 2021)).

Durch die geplante Errichtung des Solarparks werden innerhalb der beiden B-Planbaufelder zum Teil Flächen in Anspruch genommen, welche aktuell potentielle Fortpflanzungs- und Ruhestätten bzw. Nahrungsflächen für die Zauneidechse (*Lacerta agilis*) darstellen. Diese begrenzen sich in der Hauptsache auf die Randbereiche und Teile der Zuwegungen und Zufahrten.

Zur Vermeidung von Konflikten nach § 44 Abs. 1, Nr. 1 BNatSchG (Tötungsverbot), werden als Einwanderungsschutz an den Baufeldgrenzen Reptilienschutzzäune (V3) errichtet und während der Bauzeit wirksam erhalten.

Zudem werden mit der Errichtung und der Anordnung zusätzlicher Habitatstrukturen (CEF1) entlang der ausgewählten Bereiche mit Zauneidechsennachweisen mögliche Habitatverluste, insbesondere in den Querungsbereichen der Bauzufahrten und Übergangsbereichen, ausgeglichen. Die Aufwertung von Lebensräumen durch die Anlage von verschiedenen Habitatrequisiten ist vorrangig auf die Zauneidechse ausgerichtet. Jedoch werden Teile dieser Strukturen auch vom Steinschmätzer und der Bachstelze angenommen. Insbesondere stellen die Totholz- und Lesesteinstrukturen wesentliche Habitatelemente für diese Vogelarten dar.

Es ist vorgesehen, dass die für Reptilien geeigneten Lebensraumbereiche in der Hauptaktivitätszeit der Reptilien von April bis September (V4) auf vorkommende Individuen abgesucht werden. Sollten Reptilien festgestellt werden, sind diese in die vorhabennahen Optimierungsflächen einzusetzen.

Die Umsetzung von Aufwertungsmaßnahmen (CEF1) ist vor Beginn des Abfangens der Reptilien vorgesehen. Es ist sicherzustellen, dass mit Beginn des Abfangens von Reptilien die Wirksamkeit und damit die ökologische Funktion der Ersatzstrukturen gegeben sind. Dies ist gegenüber der Genehmigungsbehörde zu dokumentieren. Das Abfangen und die Umsetzung der Reptilien kann nach Zustimmung der Behörde erfolgen.

Somit muss die CEF-Maßnahme (CEF1) mindestens im Herbst/ Winter vor dem Abfangen und Umsetzen von Reptilien umgesetzt werden.

5.2 Ersatzstrukturen für Zauneidechsen (CEF1)

Es wird vorgesehen, dass mit einer Kombination von aufwertenden Strukturmaßnahmen, der mögliche Verlust von potenziellen Zauneidechsenlebensräumen an den beiden nördlichen Waldsaumbereichen ausgeglichen wird.

Zur Aufwertung der randlich bestehenden Zauneidechsenlebensräume, mit der Zielstellung zur Schaffung von Trittsteinbiotopen, werden 17 kombinierte Totholz-, Sand-/ Lesesteinstrukturen errichtet. Sieben Strukturen am westlichen und zehn Strukturen am östlichen Waldsaum, innerhalb des B-Planbereiches. Die Strukturen werden je nach örtlichen Gegebenheiten in einem maximalen Abstand von 30 m zur nächsten Struktur errichtet.

Wegen der bereits jetzt bestehenden heterogenen Ausprägung der Säume und den daraus resultierenden Versteckmöglichkeiten, kann auf eine Aufwertung mit Ganzjahresquartieren verzichtet werden. Durch die im Zuge der Gestaltung des Solarparks geplanten Anpflanzungen sind keine weiteren Aufwertungsmaßnahmen durch Gehölzpflanzungen vorgesehen.

Für die insgesamt 17 Totholz-, Sand-/ Lesesteinhaufwerke werden Wurzelstubben oder Astholz unterschiedlicher Stärke (5 – 15 cm) aufgeschichtet, so dass im Inneren diverse Hohlräume und Spalten entstehen. Die jeweilige Totholzstruktur hat eine Größe von ca. 1 m³. Die Totholzhaufwerke werden so angelegt, dass sich die Strukturen in das Umfeld optisch angepasst einfügen. Zudem werden insgesamt zehn Lesesteinhaufwerke in einer Größe von jeweils einem Raummeter seitlich an den Totholzstrukturen angeordnet. Um den Reptilien optimale Versteckmöglichkeiten zu bieten, sollten die autochthonen Lesesteine eine Größe von jeweils ca. 20 – 60 cm aufweisen.

Wegen der perspektivisch fehlenden Offenbodenflächen und in Funktion als zusätzliche Eiablageplätze, werden an der jeweils südlichen Seite der Totholzstruktur eine Sandlinse in einer jeweiligen Größe von 1 m³ angeordnet. Die Sandauflage bestehend aus mineralischem Sand/ Kies (0 - 6 mm) sollte eine Mindesthöhe von ca. 30 cm aufweisen. Um die Funktion für die Reptilien zu stärken, werden die Sandstrukturen direkt an der Südseite der Totholzhaufwerke angelegt.

Diese für Zauneidechsen geeigneten Versteckstrukturen übernehmen auch eine wichtige Funktion zur Thermoregulierung der Reptilien. Zudem werden die Totholz- und Steinstrukturen auch von dem Steinschmätzer und der Bachstelze als Sitzwarten angenommen.

Tabelle 3: Materialbedarf für die Strukturen

	Stubben/ Totholz (d>10cm)	Totholz 5 – 15 cm	Feldsteine 20-60 cm	Sand 0-6 mm
Mengen	8 m³	9 m³	17 m³	17 m³

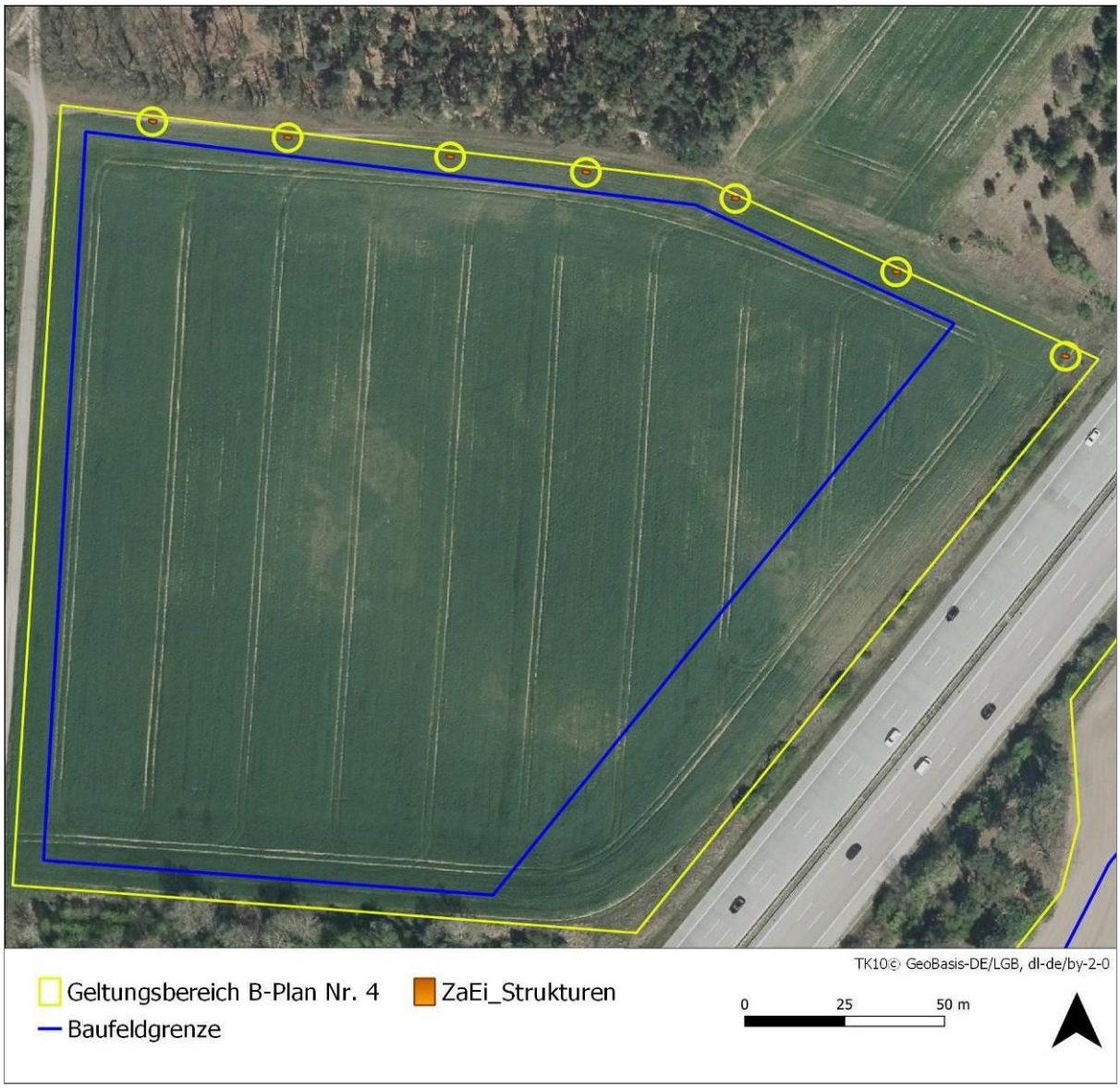


Abbildung 5: Aufwertungsmaßnahmen Teilfläche West

Abbildung 6: Beispiel Habitatstruktur

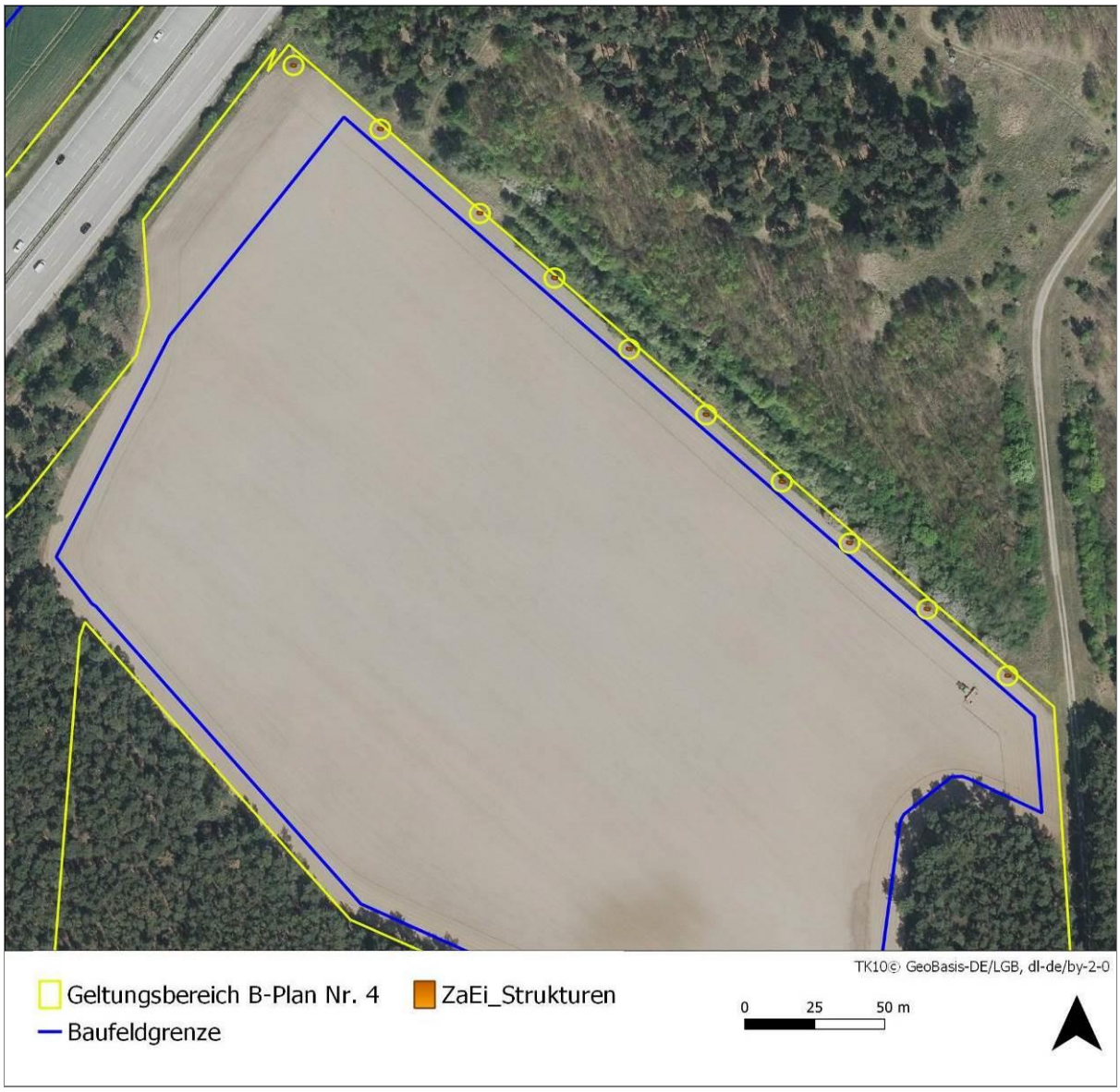


Abbildung 7: Aufwertungsmaßnahmen Teilfläche Ost

In Verbindung der Anzahl sowie der Anordnung der einzelnen Habitatrequisiten werden die Anforderungen an eine erfolgreiche Ausgleichs- bzw. Ersatzmaßnahme erfüllt.

Mit der Anordnung von 17 Habitatstrukturen in unterschiedlicher Lage, Anbindung und bestehenden Vorstrukturierung, können diese die Funktion als Trittsteinbiotop in bestehende benachbarte Lebensräume übernehmen und ein Teillebensraum für weitere Arten darstellen. Zudem werden Verbindungskorridore zu den sich entwickelnden Lebensraumflächen auf dem Gelände des Solarparks geschaffen.

Durch die Anbindung der geplanten Ersatzstrukturen an die an den Waldsäumen vorkommenden Strukturen und Vorzugslebensräume, könnten die Optimierungsflächen bereits kurz nach der Aufwertung im Frühjahr eine ausreichende Nahrungsverfügbarkeit für die Reptilien bieten. Es werden somit die Anforderungen an Vorzugslebensräume und Trittsteinbiotope erfüllt, welche zudem den räumlichen Zusammenhang zum Eingriffsbereich wahren.

5.3 Vermeidungsmaßnahmen Reptilien

5.3.1 Reptilienschutzzäune (V3)

Die für Reptilien zu erwartenden Beeinträchtigungen im Zuge der Entwicklungsmaßnahmen des B-Plangebietes entstehen insbesondere durch baubedingte Maßnahmen. Hier sind die Zuwegungen, Baustelleneinrichtungs- (BE) Flächen und die Errichtung der Zaunanlage relevant. Somit besteht die Notwendigkeit, Reptilienschutzzäune als Einwanderungsschutz zu errichten. Bestehende Zauneidechsenlebensräume sowie die aufgewerteten Ersatzflächen werden durch Reptilienschutzzäune mit einer Gesamtlänge von ca. 450 m im westlichen Vorhabengebiet und 400 m auf der östlichen Vorhabenfläche vollständig abgegrenzt. Diese verhindern eine Migration aus den Ersatzstrukturen in den zukünftigen Eingriffsbereich (Abbildung 8 und Abbildung 9). Es wird dabei berücksichtigt, dass stark beschattete Saumbereiche und strukturfreie Bereiche an der Autobahn eine Barrierewirkung aufweisen.

Die zu errichtenden Amphibien-/ Reptilienschutzzäune bestehen aus:

- blickdichtem, UV- und witterungsbeständigem, reißfestem und formstabilem PE-Bändchengewebe (grün/schwarz mit glatter Oberfläche, Masse 550 g/m²) in einer Breite von ca. 95 cm.

Die Befestigung erfolgt alle zwei bis drei Meter an sägerauen Robinienholzpflöcken (40 x 40 mm). Die Schutzzäune werden ca. 10 cm in den Boden eingraben.

Die ständige Funktionsfähigkeit der Schutzzäune ist durch regelmäßige Kontrollen und ggf. Wartungen zu gewährleisten.

Die Reptilienschutzzäune sind bis zum Abschluss der Bautätigkeiten wirksam zu erhalten.

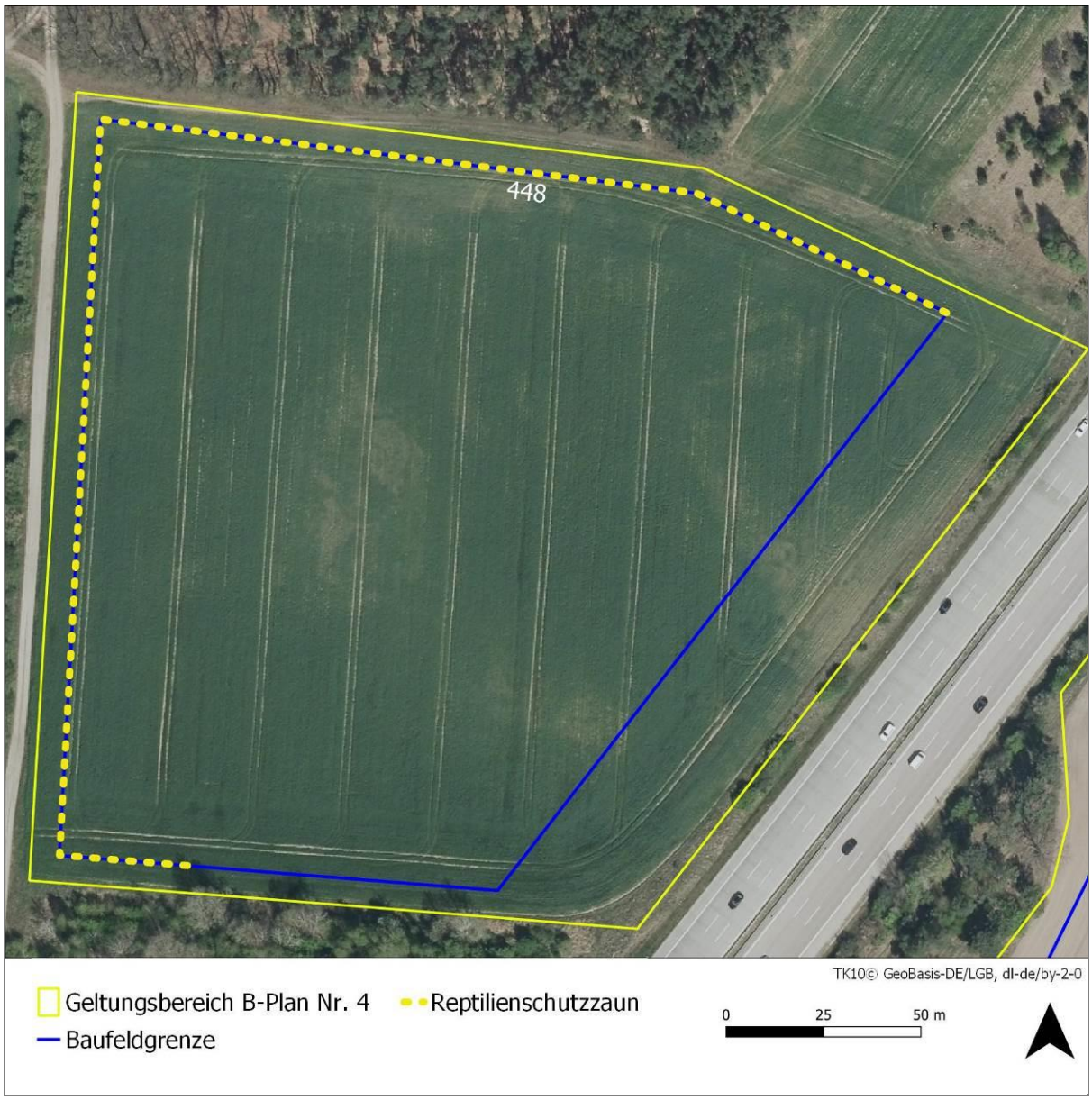


Abbildung 8: Lage und Länge der Reptilienschutzzäune Teilgebiet West

Abbildung 9: Lage und Länge der Reptilienschutzzäune Teilgebiet Ost

5.3.2 Fang und Umsetzen von Reptilien (V4)

Zur Vermeidung von artenschutzrechtlichen Verbotstatbeständen nach § 44 Abs.1 Nr.1 BNatSchG ist der Abfang von Reptilien aus dem Eingriffsbereich sowie die Umsetzung in die jeweiligen Habitatstrukturen vorgesehen. Dies betrifft ausschließlich die Teilbereiche, in welchen durch die Baumaßnahmen eine Beeinträchtigung wahrscheinlich ist. Auf Grund der vorgefundenen Habitatausstattung betrifft dies die besonnten Waldrandbereiche im B-Plangebiet. Für das Abfangen und Umsetzen der Tiere ist bei der Unteren Naturschutzbehörde eine Ausnahmegenehmigung nach § 44 Abs.1 BNatSchG zu beantragen.

5.3.2.1 Vorbereitende Maßnahmen

Zur Optimierung der Fangmethodik wird im Vorfeld des Abfangens und Umsetzens der Zauneidechsen eine Mahd auf der Fangfläche durchgeführt. Die Mahdhöhe sollte 10 cm

nicht unterschreiten. Das Schnittgut ist von der Fläche zu entfernen. Die Mahd der Teilflächen ist vorzugsweise bei für Reptilien ungünstiger Witterung durchzuführen (<15°C, bedeckt, Regen).

Die Wirksamkeit der Ersatzhabitate wird im Vorfeld des Absammelns der Tiere dokumentiert und der Unteren Naturschutzbehörde zur Bestätigung vorgelegt.

Das B-Plangebiet wird zudem in relevanten Bereichen mit Reptilienschutzzäunen als Einwanderungsschutz versehen (siehe Abbildung 8 und Abbildung 9).

5.3.2.2 Fang und Umsetzen von Reptilien

Das Abfangen und Umsetzen der Reptilien erfolgt zur Hauptaktivitätszeit der Zauneidechsen im Zeitraum von April – September bei für Reptilien geeigneten Witterungsbedingungen, durch einen erfahrenen Feldherpetologen.

Für die Zauneidechse gibt BLANKE (2010) an, dass bei Erfassungen mit Temperaturen bis 15°C ein sonniger Himmel und bei Temperaturen darüber eine zunehmende Bewölkung günstig sind. Des Weiteren sind Zauneidechsen im zeitigen Frühjahr sowie im Herbst vor allem während der wärmsten Stunden des Tages aktiv. Bei steigenden Temperaturen werden die Nachtverstecke früher verlassen und später aufgesucht. Bei zu hohen Temperaturen und Trockenheit kann es bei der Zauneidechse zu einem Rückzugsverhalten kommen („Trockenschlaf"), was zur Folge hat, dass einige Zeit keine Zauneidechsenbeobachtungen gemacht werden können. Sobald ein bestimmter Feuchtigkeitsgrad erreicht ist, werden die Tiere wieder aktiv (BLANKE, 2010). Somit ist es sinnvoll, vor allem in trockenen Gebieten, auch nach kurzen Regenschauern abzufangen.

Beim Abfang der Reptilien wird der Methoden-Standard nach Schnitter et al. (2006) angewendet: Die Zauneidechsen werden per Hand, Netzkescher sowie mit speziell entwickelten Zauneidechsen-Lebendfallen abgefangen. Neben der Suche nach frei sichtbaren, sich sonnenden oder jagenden Individuen, werden auch verschiedene Strukturen wie Stubben, Haufwerke und Gräben sowie Betonteile etc. aufgesucht, um zu prüfen, ob sich in deren Nähe Reptilien aufhalten.

Weiterhin werden im Eingriffsbereich nach geeigneten Sommer- und Winterhabitaten gesucht. Diese dienen den Zauneidechsen als Fortpflanzungsstätte, Nahrungshabitat sowie Sonnen- und Überwinterungsplätze.

Werden Tiere gesehen und können zunächst nicht gefangen werden, werden diese Plätze markiert und später wiederholt aufgesucht. Aufgrund der Flächengröße der Vorhabenfläche sind die Habitatstrukturen pro Fangtag mehrfach abzusuchen.

Alle gefangenen Tiere sind hinsichtlich ihrer Altersklasse, Größe, Gewicht und auffälligen Besonderheiten (Autotomie etc.) zu dokumentieren und anschließend in die aufgewerteten Habitatbereiche umzusetzen (siehe Abbildung 5 und Abbildung 7).

Die Witterungsbedingungen für die Vermeidungsmaßnahme sind täglich zu erfassen.

Die Durchführung der Fänge ist so häufig und andauernd fortzusetzen, bis bei optimalen Witterungsbedingungen über einen Zeitraum von 3 Begehungen keine Tiere oder maximal nur noch Einzeltiere gefangen werden (Fangziel). Nach Erreichen des Fangziels wird bei der Unteren Naturschutzbehörde Potsdam - Mittelmark eine artenschutzrechtliche Freigabe beantragt.

Um ein späteres Einwandern von Reptilien in die Eingriffsbereiche zu unterbinden, bleiben die im Vorfeld errichteten Reptilienschutzzäune bis zum Abschluss der Bautätigkeiten wirksam erhalten.

Weiterhin werden die als Reptilienlebensraum infrage kommenden Vegetationsstrukturen im Baufeld sowie in Bereichen der Zuwegungen regelmäßig durch eine angepasste Mahd unattraktiv gehalten. Hierzu ist eine zweischürige Mahd mit Mahdgutberäumung auf der Gesamtfläche vorgesehen.

5.4 Ersatzmaßnahmen für Brutvögel

Um Verstöße gegenüber den artenschutzrechtlichen Bestimmungen durch die Festsetzungen des Bebauungsplans auszuschließen, sind die im Folgenden beschriebenen Maßnahmen zur Vermeidung vorgesehen.

5.4.1 Anlage von Schutzstreifen für die Feldlerche (FCS 1)

Der Verlust von zwei Brutrevieren der Feldlerche lässt sich vermeiden, indem zwischen den Modulreihen ausreichend breite Schutzstreifen mit durchgehender Besonnung zur Nestanlage freigelassen werden. Hierzu ist im zentralen westlichen Teilgebiet ein in Nord-Süd-Richtung verlaufender Schutzstreifen vorgesehen (vgl. Abbildung 10), der Platz für ein Feldlerchenrevierzentrum bietet, im östlichen Teilgebiet ist ein Streifen mit Raum für ein weiteres Revierzentrum geplant (vgl. Abbildung 10). Die in den Abbildungen dargestellten Revierzentren beziehen sich auf die tatsächliche Position der im Erfassungsjahr erhobenen Revierdaten.

Die Schutzstreifen haben eine Breite von mindestens 5 m, so dass von Mitte April bis Mitte September zwischen 9:00 und 17:00 Uhr eine Besonnung eines mindestens 3 m breiten Streifens (abhängig von Höhe, Breite und Neigung der Modultische) für die Nestanlage gewährleistet ist (hohe Populationsdichten bei einer Breite durchgehend besonnter Streifen von mind. 3 m (BNE, 2019)). Die Lage und Länge der Streifen ist so gewählt, dass sie

a) zentral in der Fläche liegen und damit den größtmöglichen Abstand zu Waldkanten und anderen Vertikalstrukturen aufweisen,

b) der ungefähren Lage der ursprünglichen Revierzentren entsprechen,

c) eine Länge von mindestens 80 m pro Revier abdecken und

d) einen Abstand der Revierzentren von ca. 100 m zueinander erlauben.

Die Schutzstreifen verlaufen dabei zum Teil parallel zu den Modulreihen und zum Teil parallel zu geplanten Wirtschaftswegen. Die Lage entlang der Wirtschaftswege bringt Vorteile, da sich so die Breite der besonnten Bereiche noch weiter erhöht, was die Annahmewahrscheinlichkeit durch Feldlerchen-Brutpaare ebenfalls ansteigen lässt. Hierdurch erhöht sich zwar ebenfalls die Attraktivität der Wegbereiche als Nisthabitat, dennoch ist die Anlage von Nestern direkt auf den Fahrstreifen der Wirtschaftswege höchst unwahrscheinlich, da hier durch Befahrung und ggf. Schotterung die Vegetationsentwicklung unterdrückt wird und diese Bereiche somit nicht für die Nestanlage geeignet sind. Ein erhöhtes Risiko von Gelegezerstörung, insbesondere im Vergleich mit dem Risiko bei Ackerbewirtschaftung, ist damit nicht gegeben.

Auf den Schutzstreifen ist eine regionaltypische Saatgutmischung zur Entwicklung einer hochwertigen Grünstruktur anzusäen. Die Schutzstreifen sind erstmalig Mitte Juni jeden

Jahres zu mähen. Falls erforderlich, kann ein zweiter Schnitt nach Mitte August erfolgen. Das Mahdgut ist abzuräumen. Die Mahdhöhe darf 10 cm nicht unterschreiten. Alternativ ist eine Pflege durch extensive Beweidung möglich – diese darf jedoch nur extensiv und wechselnd erfolgen, eine Standbeweidung ist nicht zielführend (Raab, 2015).

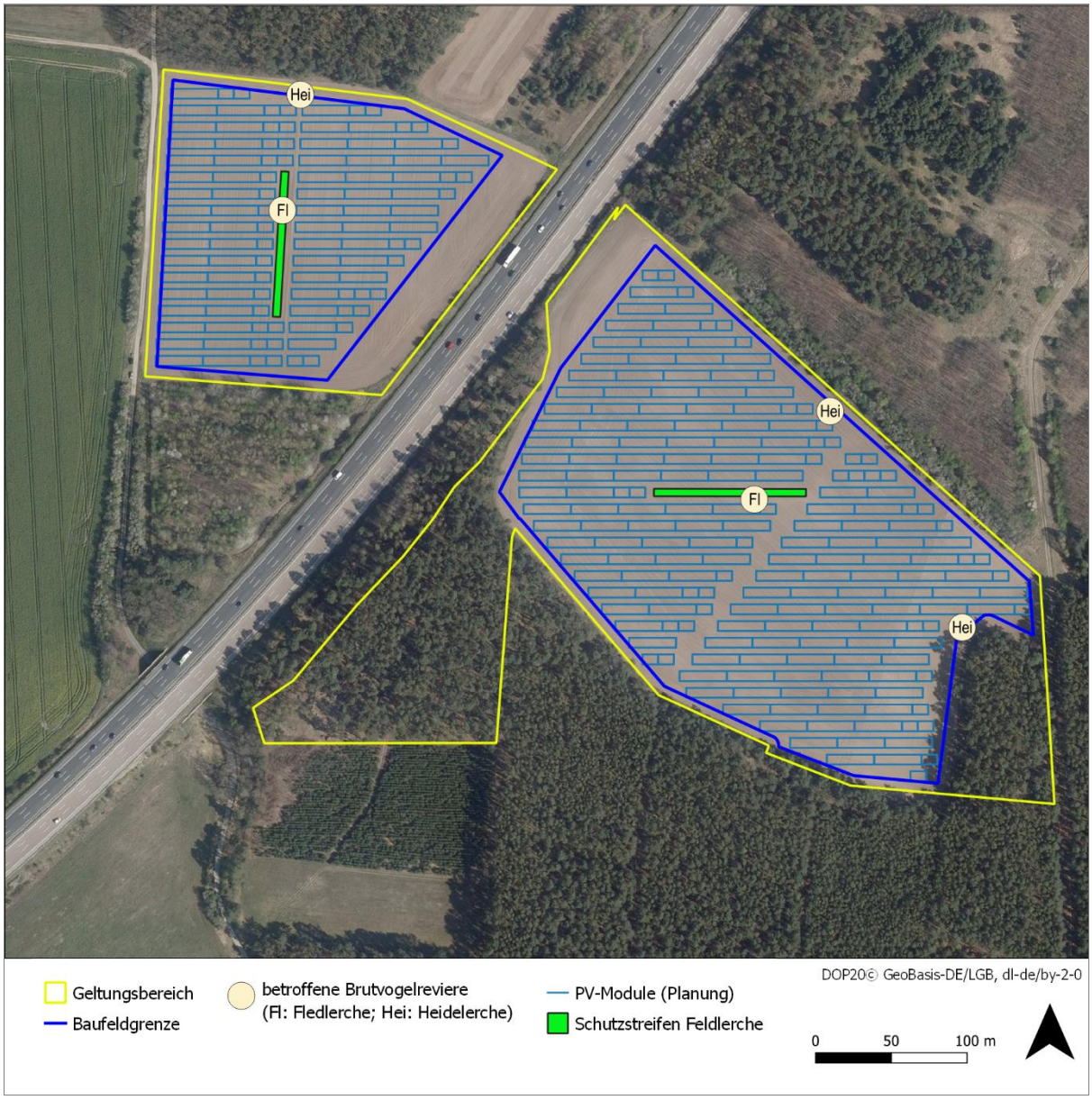


Abbildung 10: Lage der Feldlerchen-Schutzstreifen zwischen den Modulreihen

5.4.2 Entwicklung von extensivem Grünland auf der PV-Fläche (FCS 2)

Neben geeigneten Nistplätzen sind ergiebige Nahrungsflächen essentielle Habitatrequisiten für die Feldlerche. Um die Nahrungsverfügbarkeit für die Brutpaare sicherzustellen, ist unter und zwischen den Modultischen eine hochwertige Grünstruktur durch Aussaat einer regionaltypischen Saatgutmischung anzulegen. Auch hier erfolgt die Pflege durch Mahd, wie in Kapitel 5.4.1 beschrieben, oder Beweidung. Die Ansaat soll nur innerhalb der Baufeldgrenzen erfolgen, um den z. T. schütteren Charakter der Randbereiche als Nahrungshabitat für randlich und knapp außerhalb siedelnde Vogelarten wie z. B. die Heidelerche zu erhalten.

5.4.3 Monitoring von Feldlerchenrevieren nach Abschluss der Baumaßnahmen (FCS 3)

Zur Erfolgskontrolle der Maßnahme FCS 1 wird die Anzahl der Feldlerchenreviere innerhalb des B-Plangebietes ab dem Jahr nach Fertigstellung der Baumaßnahmen für drei aufeinanderfolgende Jahre bestimmt. Dazu erfolgen jährlich innerhalb der Brutzeit der Feldlerche (von Anfang April bis Anfang Mai) drei Begehungen zur Revierkartierung nach Südbeck et al. (2005) durch eine ornithologische Fachperson und eine Auswertung in Hinblick auf Lage und Anzahl der erfassten Reviere.

Sollte die Anzahl von derzeit zwei Revieren am Ende des Monitoringzeitraums unterschritten werden, so ist der erfolgte Ausgleich als ungenügend einzustufen und es sind nachgelagert externe Kompensationsmaßnahmen zu treffen, deren Erfolg wie oben genannt zu kontrollieren und ggf. nachzubessern ist, bis ein Erfolg eintritt. Hierzu sind typischerweise Brachestreifen in der Feldflur anzulegen, die pro Revier eine Ausdehnung von 100 m x 10 m nicht unterschreiten dürfen und einem Mahdregime wie in Kapitel 5.4.1 unterliegen.

6 Quellenverzeichnis

BArtSchV. (2005). Verordnung zum Schutz wild lebender Tier- und Pflanzenarten (Bundesartenschutzverordnung - BArtSchV) vom 16. Februar 2005 (BGBl. I S. 258, 896), die zuletzt durch Artikel 10 des Gesetzes vom 21. Januar 2013 (BGBl. I S. 95) geändert worden ist.

Blanke, I. (2010). Die Zauneidechse: zwischen Licht und Schatten. *Zeitschrift für Feldherpetologie*, *Beiheft 7 (2. Aufl.)*, 176.

BNatSchG. (2009). Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz - BNatSchG) vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), zuletzt geändert durch Artikel 8 des Gesetzes vom 13. Mai 2019 (BGBl. I S. 706).

BNE, B. N. E. (2019). Biodiversität in Solarparks.

Bruckbauer & Hennen GmbH. (2022). Begründung zum Bebauungsplanvorentwurf BEBAUUNGSPLAN NR. 4 „SOLARPARK RASTHOF FLÄMING SÜD" DER GEMEINDE MÜHLENFLIESS. 37.

Elbing, K., Günther, R., & Rahmel, U. (1996). Zauneidechse - *Lacerta agilis* Linnaeus, 1758. In: Günther, R. (Hrsg.): Die Amphibien und Reptilien Deutschlands. 535-557.

FFH-RL. (1992). Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen. Abl. EG Nr. L 206, (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie - FFH-RL), zuletzt geändert durch Art. 1 ÄndRL 2006/105/EG vom 20.11.2006 (ABl. Nr. L363 S.368).

Flade, M. (1994). Die Brutvogelgemeinschaften Mittel- und Norddeutschlands - Grundlagen für den Gebrauch vogelkundlicher Daten in der Landschaftsplanung. 879.

FStrG. (2007). Bundesfernstraßengesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 28. Juni 2007 (BGBl. I S. 1206), das zuletzt durch Artikel 6 des Gesetzes vom 22. März 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 88) geändert worden ist.

Glutz von Blotzheim, U. N., & Bauer, K. (1997). Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 14, Passeriformes (5. Teil). I: Passeridae, II: Fringillidae, III: Emberizidae.

Raab, B. (2015). Erneuerbare Energien und Naturschutz: Solarparks können einen Beitrag zur Stabilisierung der biologischen Vielfalt leisten. *ANLiegen Natur: Zeitschrift für Naturschutz und angewandte Landschaftsökologie*, *37*(1), Seite 67-76.

Rote-Liste-Gremium Amphibien und Reptilien. (2020). Rote Liste und Gesamtartenliste der Reptilien (Reptilia) Deutschlands. *Naturschutz und Biologische Vielfalt*, *170*(3), 64.

Ryslavy, T., Bauer, H.-G., Gerlach, B., Hüppop, O., Stahmer, J., Südbeck, P., & Sudfeldt, C. (2020). Rote Liste der Brutvögel Deutschlands - 6. Fassung, 30. September 2020. *Berichte zum Vogelschutz*, *57*, 13-112.

Ryslavy, T., Jurke, M., & Mädlow, W. (2019). Rote Liste und Liste der Brutvögel des Landes Brandenburg 2019. *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg*, *28*(4), 232.

Sachteleben, K., Sachteleben, J., Behrens, M., & Neukirchen, M. (2009). Ziele und Methoden des bundesweiten FFH-Monitorings am Beispiel der Amphibien- und Reptilienarten.

Schneeweiß, N., Krone, A., & Baier, R. (2004). Rote Listen und Artenlisten der Lurche (Amphibia) und Kriechtiere (Reptilia) des Landes Brandenburg. *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg*, *13*(4), 35.

Schnitter, P., Eichen, C., Ellwanger, G., Neukirchen, M., & Schröder, E. (2006). Empfehlungen für die Erfassung und Bewertung von Arten als Basis für das Monitoring nach Artikel 11 und 17 der FFH-Richtlinie in Deutschland. *Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt. Sonderheft*(2/2006), 370.

Südbeck, P., Andretzke, H., Fischer, S., Gedeon, K., Schikore, T., Schröder, K., & Sudfeldt, C. (2005). Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. 792.

Tröltzsch, P., & Neuling, E. (2013). Die Brutvögel großflächiger Photovoltaikanlangen in Brandenburg. *Die Vogelwelt: Beiträge zur Vogelkunde*, *134*(3), Seite 155-179.

UmLand Büro für Umwelt- und Landschaftsplanung. (2021). Tierökologisches Gutachten zur Brutvogel-,Reptilien- und Amphibienfauna 27 S.

VS-RL. (2009). Richtlinie 2009/147/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. November 2009 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (ABl. EU Nr. L 20/7 vom 26.01.2010) (Vogelschutzrichtlinie - VS-RL).

Amt Niemegk, Gemeinde Mühlenfließ
B-Plan 4 „Solarpark Rasthof Fläming Süd“

Tierökologisches Gutachten zur Brutvogel- und Reptilienfauna

Oktober 2021

Amt Niemegk, Gemeinde Mühlenfließ
B-Plan 4 „Solarpark Rasthof Fläming Süd“

Tierökologisches Gutachten zur Brutvogel- und Reptilienfauna

Auftraggeber: **Bruckbauer & Hennen GmbH**
Schillerstraße 44
14913 Jüterbog

Bearbeitung:

Büro für Umwelt- und Landschaftsplanung
Berkenbrücker Dorfstr. 11
14947 Nuthe-Urstromtal

Bearbeiter: **Dipl.-Ing. H. Hartong**
Wolfgang Suckow

Oktober 2021

Inhaltsverzeichnis

1 Anlass, Aufgabenstellung 5

2 Untersuchungsraum 5

3 Untersuchungsmethodik 8

3.1 Brutvögel 8

3.2 Reptilien 9

4 Ergebnisse 9

4.1 Brutvögel 9

4.2 Reptilien 14

5 Voraussichtliche artenschutzrechtliche Betroffenheit und Hinweise zu Vermeidungs- und Ausgleichsmaßnahmen 17

5.1 Voraussichtliche artenschutzrechtliche Betroffenheit 17

5.1.1 Brutvögel, Niststätten 17

5.1.2 Zauneidechse 18

5.2 Vermeidungsmaßnahmen 18

5.2.1 Brutvögel 18

5.2.2 Zauneidechse 19

5.3 Maßnahmen zur Sicherung der kontinuierlichen ökologischen Funktionalität 19

5.3.1 Brutvögel 19

5.3.2 Zauneidechse 21

6 Literatur 22

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage des Untersuchungsraumes 6
Abbildung 2: B-Plan Vorentwurf (Stand Mai 2021) 7
Abbildung 3: Brutvogelreviere 13
Abbildung 4: Zauneidechsennachweise 15

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Brut- und Gastvögel 12
Tabelle 2: Reptilien 15

1 Anlass, Aufgabenstellung

Die Gemeinde Mühlenfließ (Amt Niemegk, Landkreis Potsdam-Mittelmark) plant an der Autobahn A 9 die Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 4 „Solarpark Rasthof Fläming Süd“. Im Rahmen des B-Plans ist die Ausweisung von größeren Flächenanteilen zur Errichtung von Photovoltaikanlagen vorgesehen.

Durch die Aufstellung des Bebauungsplans werden Nutzungsänderungen und Eingriffe, von denen Tiere und deren Lebensräume betroffen sein können, vorbereitet. Im Rahmen des Umweltberichtes zum B-Plan sind diese Belange des Artenschutzes, insbesondere eine mögliche Betroffenheit besonders und streng geschützter Tierarten, zu berücksichtigen.

In dem vorliegenden Gutachten werden für das vorgesehene B-Plangebiet die Untersuchungsergebnisse zum Brutvogelbestand sowie zum Vorkommen von Reptilien, insbesondere der streng geschützten Zauneidechse (*Lacerta agilis*), dargestellt.

Darauf aufbauend werden mögliche Auswirkungen des B-Plans in Bezug auf die artenschutzrechtlichen Vorgaben bewertet und es werden Hinweise zu geeigneten Vermeidungs- und Kompensationsmaßnahmen gegeben.

2 Untersuchungsraum

Der Untersuchungsraum liegt im östlichen Teil des Gemeindegebietes Mühlenfließ, nördlich der Ortschaft Grabow. Das B-Plangebiet setzt sich aus zwei Teilflächen, einer westlich und einer östlich der Bundesautobahn A 9, zusammen. Beide Teilgebiete liegen südwestlich des Autobahnrasthofs Fläming Ost und grenzen direkt an die Autobahn an. Der B-Plan umfasst zusammen eine Fläche von 10,9 Hektar. Davon ist der überwiegende Anteil für die Errichtung von Photovoltaikanlagen vorgesehen. Nur im Nahbereich der Autobahn werden Grünflächen ausgewiesen und vorhandene Waldflächen bleiben erhalten (vgl. Abbildung 1 und Abbildung 2).

Der geplante B-Plan zur Errichtung von Photovoltaikanlagen umfasst fast ausschließlich landwirtschaftlich genutzte Flächen, nur kleinere Gebietsanteile der südöstlichen Teilfläche werden durch Kiefernforste geprägt. Untersucht wurde das gesamte B-Plangebiet unter Einbeziehung direkt angrenzender Bereiche.

An die vergleichsweise kleinflächigen Ackerschläge grenzen zu fast allen Seiten Waldflächen an. Dabei handelt es sich überwiegend um ältere Kiefernforste, teilweise aber auch um durch Laubgehölze geprägte Aufforstungen. Zur Autobahn hin sind beide Teilgebiete durch Gehölzpflanzungen abgegrenzt und nur nach Westen sind angrenzend weitere Ackerflächen vorhanden.

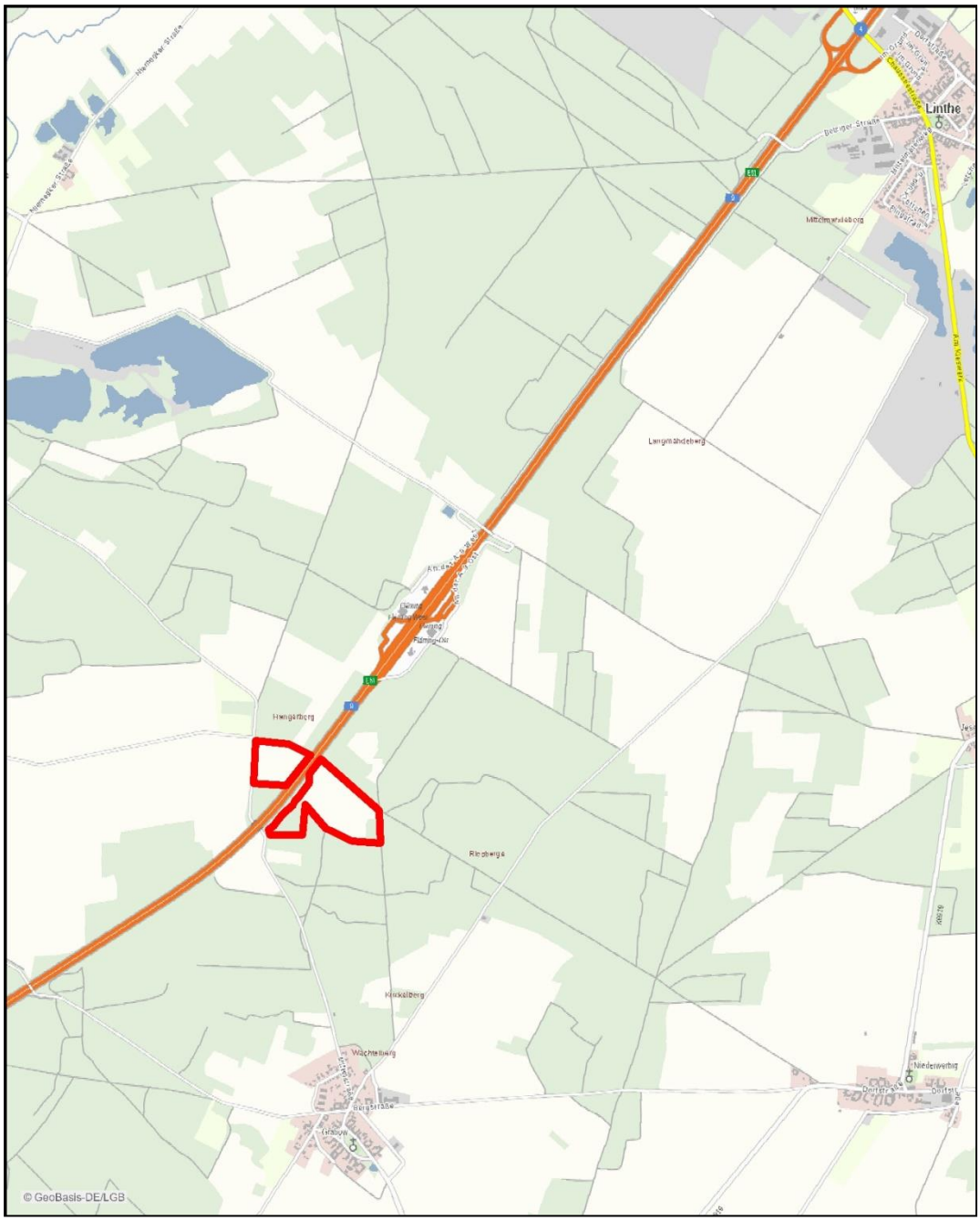


Abbildung 1: Lage des Untersuchungsraumes

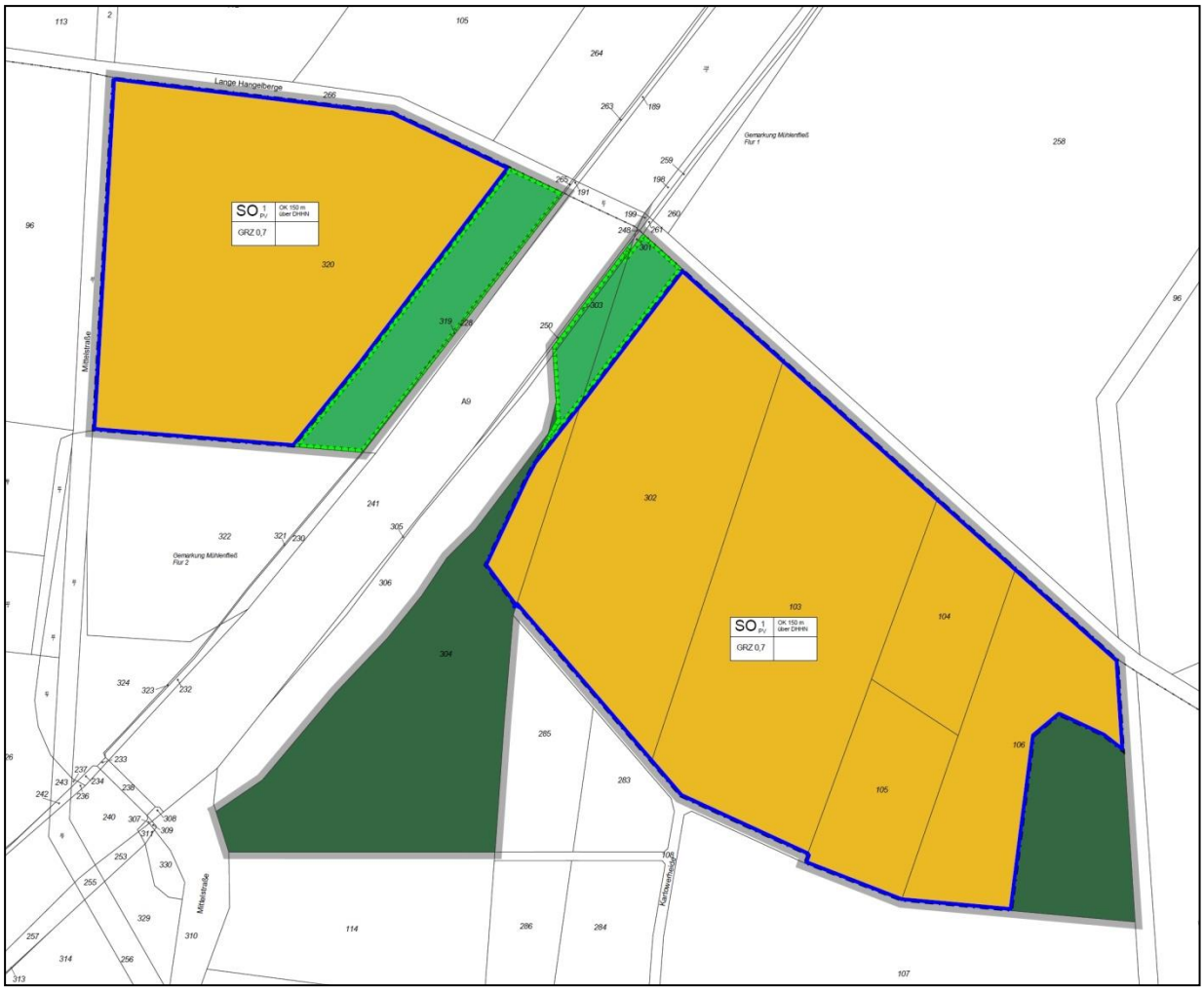


Abbildung 2: B-Plan Vorentwurf (Stand Mai 2021)

Foto 1: Ackerflur mit angrenzenden Waldbereichen im Südosten

Foto 2: Ackerflur mit angrenzenden Waldbereichen im Südosten

Foto 3: Ackerflur mit angrenzenden Waldbereichen im Nordwesten

Foto 4: Ackerflur mit angrenzenden Gehölzen im Nordwesten

Foto 5: Kiefernforst im Süden

Foto 6: Waldrand im Süden

3 Untersuchungsmethodik

3.1 Brutvögel

Die Kartierungen zur Avifauna sind flächendeckend innerhalb des geplanten B-Plangebietes und in direkt angrenzenden Bereichen durchgeführt worden. Dabei wurden sämtliche festgestellten Brut- und Gastvogelarten aufgenommen. Die Erfassung der Brutvögel erfolgte durch die Revierkartierungsmethode (vgl. SÜDBECK et al. 2005). Insgesamt wurden sechs flächendeckende Begehungen, je eine im März und April sowie jeweils zwei im Mai und Juni 2021 durchgeführt. Der Abstand zwischen den einzelnen Begehungen betrug mindestens eine Woche. Die Kartierungen erfolgten überwiegend in den frühen Morgenstunden bei günstigen Witterungsbedingungen (kein starker Wind, kein Regen).

Während der Begehungen wurden alle akustisch oder optisch wahrnehmbaren, an die Fläche gebundenen Vögel punktgenau in Tageskarten eingetragen. Dabei wurde besonderer Wert auf Revier anzeigende Merkmale (v. a. Gesang), Hinweise auf Bruten (Nester, Bruthöhlen, Nestbau, Fütterung von Jungen) und die gleichzeitige Registrierung benachbarter Reviere gelegt. Nachweise von Durchzüglern und Nahrungsgästen wurden ebenfalls aufgenommen und in den Tageskarten verzeichnet.

3.2 Reptilien

Die Kartierungen zur Reptilienfauna konzentrierten sich auf den Nachweis möglicher Vorkommen der Zauneidechse (*Lacerta agilis*). Potenziell geeignete Habitate der Art, wie Gras- und Hochstaudenbestände, Brachen, trocken-warme Säume und Gehölzränder, wurden durch langsames Absuchen, insbesondere von potenziellen Sonnplätzen sowie von natürlichen und künstlichen Verstecken, kontrolliert.

Zur Erfassung der Reptilien fanden sechs Begehungen von April bis September 2021 bei günstigen sonnigen und warmen, aber nicht zu heißen Witterungsbedingungen statt.

4 Ergebnisse

4.1 Brutvögel

Im Untersuchungsgebiet und in direkt angrenzenden Lebensräumen konnten insgesamt 32 Vogelarten nachgewiesen werden. Von diesen sind 27 als Brutvögel einzustufen und weitere 5 Arten wurden als Durchzügler oder Nahrungsgäste registriert.

In Tabelle 1 sind die kartierten Vogelarten mit Angaben zum Gefährdungsgrad in Brandenburg und Deutschland (RYSLAVY, MÄDLOW 20019, RYSLAVY et al. 2020), der Einstufung nach der EU-Vogelschutzrichtlinie und zum Schutzstatus nach dem Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) bzw. der Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV) sowie zur festgestellten Revieranzahl bei den Brutvögeln aufgeführt.

In Brandenburg und deutschlandweit gelten von den nachgewiesenen Brutvögeln der Bluthänfling (*Acanthis cannabina*) und die Feldlerche (*Alauda arvensis*) als gefährdet. In Brandenburg sind zusätzlich Gelbspötter (*Hippolais icterina*) und Neuntöter (*Lanius collurio*) als gefährdet eingestuft.

Baumpieper (*Anthus trivialis*), Heidelerche (*Lullula arborea*) und Kernbeißer (*Coccothraustes coccothraustes*) stehen in Brandenburg auf der Vorwarnliste. Es handelt sich hierbei um Arten mit zurückgehenden Beständen, die aktuell aber noch nicht als gefährdet einzustufen sind. Baumpieper (*Anthus trivialis*) und Heidelerche (*Lullula arborea*) gehören auch bundesweit zu den Arten der Vorwarnliste.

Von den Gastvogelarten stehen Mäusebussard (*Buteo buteo*) und Rauchschwalbe (*Hirundo rustica*) in Brandenburg auf der Vorwarnliste.

Sämtliche nachgewiesenen Vogelarten zählen gemäß Artikel 1 der Vogelschutzrichtlinie zu den europäischen Vogelarten und damit nach dem BNatSchG zu den besonders geschützten Tierarten. Arten des Anhangs I der Vogelschutzrichtlinie kommen mit Heidelerche (*Lullula arborea*) und Neuntöter (*Lanius collurio*) als Brutvögel vor. Diese Arten gelten zudem als streng geschützt. Weitere Arten des Anhangs I der Vogelschutzrichtlinie sowie

streng geschützte Arten, wie der Mäusebussard (*Buteo buteo*) und der Rotmilan (*Milvus milvus*), wurden als Nahrungsgäste registriert.

Die Lage der Revierzentren der nachgewiesenen Brutvogelarten ist in Abbildung 3 dargestellt. Die festgestellten Reviere konzentrieren sich besonders auf die Waldflächen sowie die an das B-Plangebiet angrenzenden Waldränder und die Gehölzbestände entlang der Feldwege und Autobahnränder.

Bewirtschaftete Ackerflächen weisen grundsätzlich sehr viel geringere Arten- und Revierdichten auf, so dass auf den dominierenden Flächenanteilen der Feldflur deutlich weniger Brutvogelarten und Reviere festgestellt wurden.

Die Ackerflächen der beiden Teilgebiete werden jeweils nur von einem Revier der Feldlerche (*Alauda arvensis*) als Bruthabitat genutzt. Nach den aktuellen Roten Listen gilt die Feldlerche aufgrund von deutlichen Bestandsrückgängen sowohl in Brandenburg als auch bundesweit als gefährdet (RYSLAVY, MÄDLOW 2019, RYSLAVY et al. 2020).

Als Offenlandart meidet die Feldlerche vertikale Strukturen, wie Waldränder oder höhere Gehölzbestände. Da die Äcker des B-Plangebietes zu fast allen Seiten an Wälder oder Gehölzbestände angrenzen und die Freiflächen eine relativ geringe Größe aufweisen, sind die Besiedlungsmöglichkeiten für die Art deutlich eingeschränkt und der Grund für die geringe Revierzahl.

Weitere typische und anspruchsvollere Brutvogelarten der Äcker, Ackerränder und Brachen, wie z. B. Wiesenschafstelze (*Motacilla flava*), Wachtel (*Coturnix coturnix*) oder Ortolan (*Emberiza hortulana*), konnten nicht nachgewiesen werden. Die Gründe hierfür dürften ebenfalls in der relativ geringen Flächenausdehnung der Äcker sowie evtl. in den eingeschränkten Habitatbedingungen aufgrund der Nähe zur Autobahn liegen.

Waldränder, Gebüsche und Kleingehölze grenzen in fast allen Teilbereichen an die B-Plangrenzen an. Teile älterer Kieferforste sind zudem auch Bestandteil der südöstlichen B-Plan-Teilfläche.

Die Waldränder und linearen Gehölzstrukturen mit angrenzenden Säumen und Feldfluren bieten besonders Brutvogelarten halboffener Lebensräume geeignete Habitatbedingungen. Es konnten mehrere in Brandenburg gefährdete Arten nachgewiesen werden. So kommen Gelbspötter (*Hippolais icterina*) und Neuntöter (*Lanius collurio*) jeweils mit drei Revieren vor. Auch die auf der Vorwarnliste stehende Heidelerche (*Lullula arborea*) ist mit vier Brutpaaren vertreten. Die beiden letzteren Arten sind in Anhang I der Vogelschutzrichtlinie geführt und gelten als streng geschützt.

Die Heidelerche besiedelt vorzugsweise trocken-warme Gehölzränder, insbesondere Waldränder von Kiefernforsten. Sie konnte an entsprechenden Waldrändern auf beiden Teilflächen festgestellt werden. Der landesweit als gefährdet eingestufte Neuntöter nutzt dagegen dichtere, niedrigwüchsige Gebüsche und Baumbestände mit angrenzenden insektenreichen Offenlandhabitaten. Die drei nachgewiesenen Reviere lagen im Bereich lückiger Strauchgebüsche der nordwestlichen Teilfläche, die sich hier parallel zur Autobahn und dem Feldweg an der westlichen Gebietsgrenze erstrecken.

Der Gelbspötter besiedelt dagegen v. a. dichtere und höherwüchsige Gehölzbestände, insbesondere im Bereich von laubholzreichen Aufforstungen.

Weitere typische Arten halboffener, stärker durch dichte Gebüsche strukturierter Habitate sind Goldammer (*Emberiza citrinella*), Grünfink (*Chloris chloris*) und Stieglitz (*Carduelis carduelis*).

Besonders die Waldränder und strukturreichen Gebüsche mit angrenzenden Gras- und Staudensäumen bieten den genannten Arten derzeit offensichtlich günstige Habitatbedingungen.

Die Kleingehölze werden dabei als Nistplatz sowie als Sitz- und Singwarte genutzt und angrenzende Säume oder Ruderalflächen mit vielfältiger Vegetation sind für die Nahrungssuche von hoher Bedeutung.

Die Kiefernforste und Kleingehölze im Untersuchungsraum werden daneben von verschiedenen in entsprechenden Lebensräumen noch verbreitet vorkommenden Brutvögeln, wie Amsel (*Turdus merula*), Buchfink (*Fringilla coelebs*), Zilpzalp (*Phylloscopus collybita*), Mönchsgrasmücke (*Sylvia atricapilla*) und Rotkehlchen (*Erithacus rubecula*), besiedelt. Der Buchfink ist mit 14 Revieren die häufigste Art des Gebietes.

Mit den beiden auf der Vorwarnliste stehenden Arten Baumpieper (*Anthus trivialis*) und Kernbeißer (*Coccothraustes coccothraustes*) kommen in den Waldbeständen und Gehölzen zudem zwei Arten, die aktuelle Bestandsrückgänge aufweisen, vor. Der Baumpieper tritt mit sechs Revieren in vergleichsweise hoher Dichte auf.

Auch Höhlenbrüter sind mit einer höheren Zahl an Arten vertreten. Es konnten Blaumeise (*Parus caeruleus*), Buntspecht (*Picoides major*), Haubenmeise (*Parus cristatus*), Kohlmeise (*Parus major*), Tannenmeise (*Parus ater*) und Weidenmeise (*Parus montanus*) nachgewiesen werden. Die Arten finden besonders in den älteren Kiefernforste geeignete Höhlenbäume als Nisthabitat.

Von den nachgewiesenen Gastvogelarten nutzen die Greifvogelarten Mäusebussard (*Buteo buteo*) und Rotmilan (*Milvus milvus*) die Ackerflächen als Nahrungshabitat. Vereinzelt wurden zudem an Siedlungsstrukturen gebundene Vogelarten, wie Bachstelze (*Motacilla alba*) und Rauchschwalbe (*Hirundo rustica*), als Nahrungsgäste festgestellt.

Für die genannten Gastvögel sind Brutvorkommen im näheren Umfeld des Untersuchungsgebietes anzunehmen.

Tabelle 1: Brut- und Gastvögel

Art		RL Bbg 1)	RL D 1)	Anhang I VRL 2)	Schutz 3)	Status 4)	Reviere
Amsel	*Turdus merula*				§	B	5
Buchfink	*Fringilla coelebs*				§	B	14
Bachstelze	*Motacilla alba*				§	B	
Blaumeise	*Cyanistes caeruleus*				§	B	3
Baumpieper	*Anthus trivialis*	V	V		§	B	6
Buntspecht	*Dendrocopos major*				§	B	3
Eichelhäher	*Garrulus glandarius*				§	B	1
Fitis	*Phylloscopus trochilus*				§	B	1
Feldlerche	*Alauda arvensis*	3	3		§	B	4
Goldammer	*Emberiza citrinella*				§	B	4
Grünfink	*Chloris chloris*				§	B	1
Gelbspötter	*Hippolais icterina*	3			§	B	3
Grünspecht	*Picus viridis*				§§	B	
Bluthänfling	*Linaria cannabina*	3	3		§	B	1
Heidelerche	*Lullula arborea*	V	V	I	§§	B	4
Haubenmeise	*Lophophanes cristatus*				§	B	1
Kohlmeise	*Parus major*				§	B	9
Kernbeißer	*Coccothraustes coccothraustes*	V			§	B	2
Mäusebussard	*Buteo buteo*	V			§§	B	
Misteldrossel	*Turdus viscivorus*				§	B	1
Mönchsgrasmücke	*Sylvia atricapilla*				§	B	6
Neuntöter	*Lanius collurio*	3		I	§§	B	3
Pirol	*Oriolus oriolus*		V		§	B	2
Rotkehlchen	*Erithacus rubecula*				§	B	4
Rotmilan	*Milvus milvus*			I	§§	B	
Rauchschwalbe	*Hirundo rustica*	V	V		§	B	
Ringeltaube	*Columba palumbus*				§	B	2
Singdrossel	*Turdus philomelos*				§	B	2
Stieglitz	*Carduelis carduelis*				§	B	2
Tannenmeise	*Periparus ater*				§	B	2
Weidenmeise	*Poicile montanus*				§	B	1
Zilpzalp	*Phylloscopus collybita*				§	B	6
Brutvogelarten							**27**
Gesamtartenzahl							**32**

1) nach RYSLAVY, MÄDLOW (2019) und RYSLAVY et al. (2020)
1 = Vom Aussterben bedroht 2 = Stark gefährdet 3 = Gefährdet R = Extrem seltene Arten und Arten mit geografischer Restriktion
V = Arten der Vorwarnliste G = Gefährdung anzunehmen D = Daten defizitär
2) Arten des Anhangs I der Vogelschutz-Richtlinie
3) nach Bundesartenschutzverordnung und Bundesnaturschutzgesetz: § = besonders geschützte Tierarten §§ = streng geschützte Tierarten
4) B = Brutvogel N =Nahrungsgast D = Durchzügler

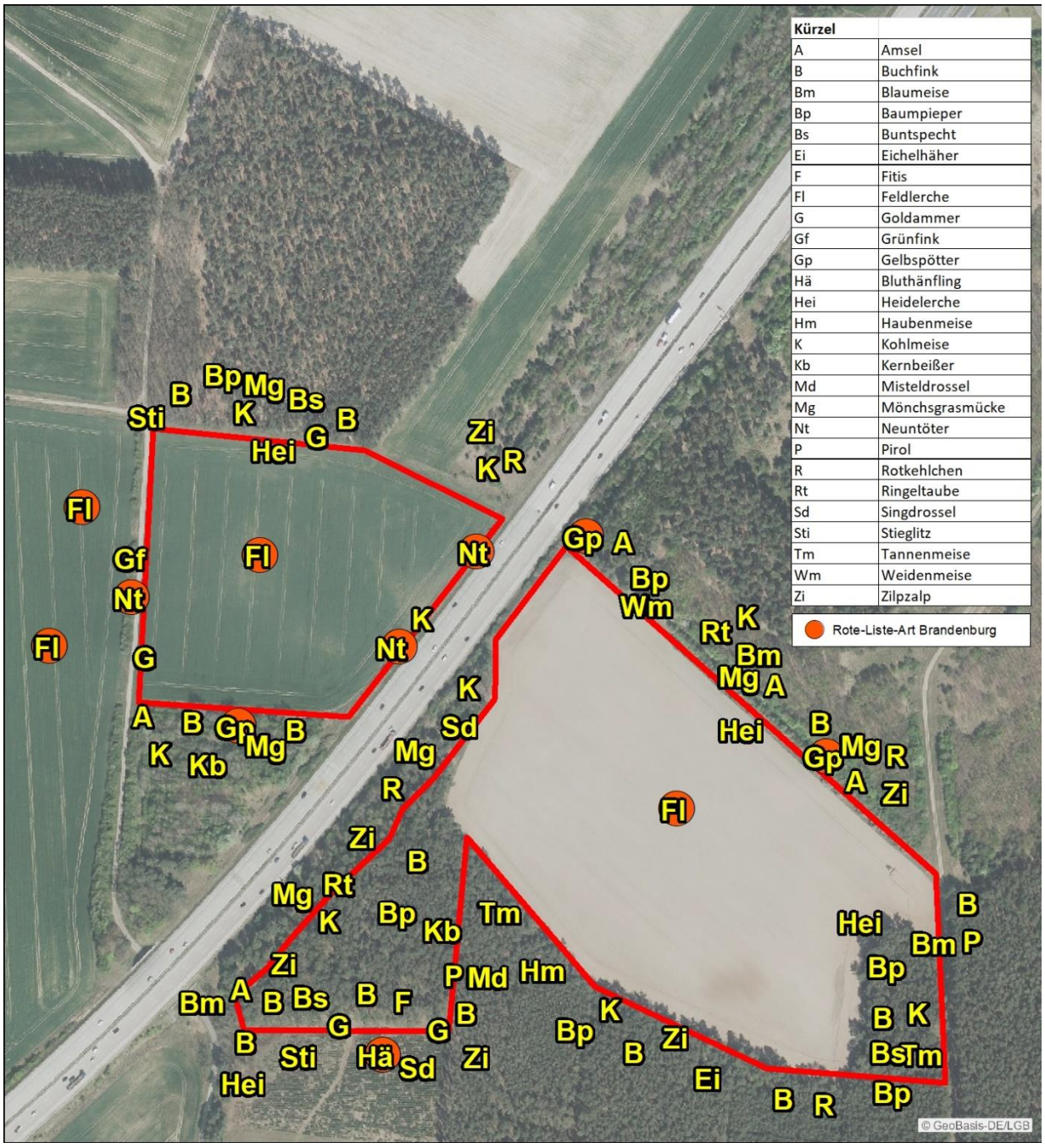


Abbildung 3: Brutvogelreviere

4.2 Reptilien

Als einzige Reptilienart wurde im Untersuchungsraum die Zauneidechse (*Lacerta agilis*) nachgewiesen. Die Zauneidechse gilt in Brandenburg als gefährdet und steht deutschlandweit auf der Vorwarnliste. Sie ist zudem in Anhang IV der FFH-Richtlinie aufgeführt und zählt damit zu den streng geschützten Arten.

Die Zauneidechse besiedelt offene, wärmebegünstigte Habitate auf trockenem Substrat mit kleinräumiger Mosaikstruktur. Typisch sind Lebensräume mit reich strukturierter und dichter, aber nicht vollständig geschlossener Krautschicht, die eine mittlere Vegetationshöhe und -bedeckung aufweist. Häufig werden halboffene Landschaftsräume sowie Grenzbereiche zu Gehölzen oder Wäldern besiedelt, die Schutz vor zu hohen Temperaturen bieten. Wichtig sind für die Zauneidechse Kleinstrukturen, wie Totholz und Altgrasbestände als Sonnplätze sowie trockene Erdspalten, Nagerbauten oder vermoderte Baumstubben als Nachtverstecke und Überwinterungsquartiere. Es müssen zudem unbewachsene Teilflächen mit geeigneten Eiablageplätzen in lockerem, grabbarem Substrat vorhanden sein (BLANKE 2010).

Die Zauneidechse wurde vereinzelt an Waldrändern der beiden Teilflächen festgestellt. Es konnten neben adulten Tieren im Spätsommer auch diesjährige Jungtiere nachgewiesen werden, wodurch eine erfolgreiche Reproduktion der Art im Untersuchungsraum belegt ist.

Eine etwas höhere Nachweisdichte der Art ergab sich an der Nordgrenze des nordwestlichen Teilgebiets des B-Plans (vgl. Abbildung 4). Hier bieten der höhere Anteil an breiten, nicht genutzten Gras- und Staudensäumen der Art günstige Habitatbedingungen. Der überwiegende Teil der Waldränder des Untersuchungsraumes weist dagegen eher schmale Saumstreifen auf oder die Säume sind stärker beschattet und aus diesem Grund nicht oder nur eingeschränkt als Lebensraum geeignet. Potenziell geeignete Habitatstrukturen sind an Gehölzbeständen parallel zur Autobahn vorhanden. Hier konnten keine Zauneidechsen nachgewiesen werden, vereinzelte Vorkommen können aber nicht vollständig ausgeschlossen werden.

Die Zauneidechsennachweise wurden ausschließlich im Randbereichen an den B-Plangrenzen erbracht. Hier befinden sich die von der Art bevorzugt besiedelten Übergangsbereiche von dichter und höherer Vegetation mit Gehölzen zu offeneren Gras- und Staudenfluren. Die sich an diese Saumstrukturen anschließenden Ackerflächen bieten der Art dagegen keine geeigneten Habitatbedingungen.

Genauere Angaben zur Populationsgröße können bei Zauneidechsen nur durch spezielle Methoden, wie z. B. der Fang-Wiederfang-Methode, ermittelt werden (BOSBACH, WEDDELING 2005). Im Ergebnis der durchgeführten Untersuchungen kann daher keine konkrete Individuenzahl für das Untersuchungsgebiet angegeben werden. Aufgrund der besiedelbaren Habitatflächen und der festgestellten Verbreitung ist von einer individuenarmen Teilpopulation auszugehen.

Tabelle 2: Reptilien

Art	RL Bbg 1)	RL D 1)	FFH 2)	Schutz 3)
Zauneidechse *Lacerta agilis*	3	V	IV	§§

1) Rote Liste Brandenburg und Deutschland SCHNEEWEIß et al. (2004) und KÜHNEL et al. (2009a)
1 = Vom Aussterben bedroht 2 = Stark gefährdet 3 = Gefährdet R = Extrem seltene Arten und Arten mit geografischer Restriktion
V = Arten der Vorwarnliste G = Gefährdung anzunehmen, aber Status unbekannt
2) FFH-Richtlinie II = Arten des Anhangs II (Tier- und Pflanzenarten von gemeinschaftlichem Interesse, für deren Erhaltung besondere Schutzgebiete ausgewiesen werden müssen)
IV = Arten des Anhangs IV (Streng zu schützende Tier- und Pflanzenarten von gemeinschaftlichem Interesse)
3) Bundesartenschutzverordnung und Bundesnaturschutzgesetz: § = besonders geschützte Tierarten §§ = streng geschützte Tierarten

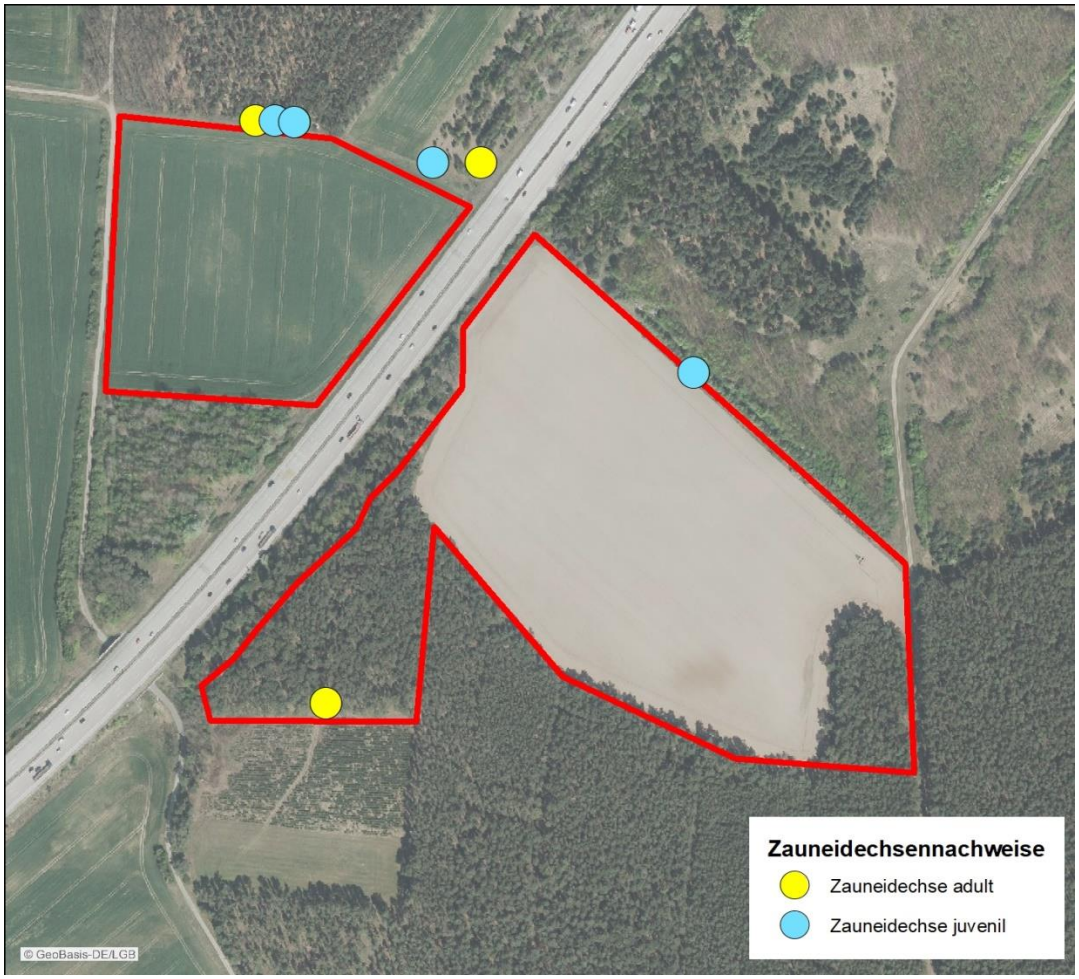


Abbildung 4: Zauneidechsennachweise

Foto 7: Zauneidechsenhabitat Kiefernwaldsaum am nordwestlichen Teil

Foto 8: Zauneidechsenhabitat Saumstreifen am nordwestlichen Teil

Foto 9: Adulte Zauneidechse im Untersuchungsgebiet

Foto 10: Diesjährige Zauneidechse im Untersuchungsgebiet

5 Voraussichtliche artenschutzrechtliche Betroffenheit und Hinweise zu Vermeidungs- und Ausgleichsmaßnahmen

Innerhalb des Geltungsbereichs des Bebauungsplans 4 „Solarpark Rasthof Fläming Süd“ werden Festsetzungen getroffen, durch die eine Änderung der aktuellen landwirtschaftlichen Nutzung vorbereitet wird. Im Bereich der für eine Photovoltaiknutzung vorgesehenen Flächen ist mit einer deutlichen Lebensraumveränderung für die derzeit vorhandenen Tierarten zu rechnen. Weiterhin sind baubedingte Beeinträchtigungen zu erwarten.

Die Vorschriften des § 44 BNatSchG Abs. 1 Nr. 1 bis 3 i.V.m. Abs. 5 BNatSchG für nach § 18 Abs. 2 Satz 1 BNatSchG zulässige Vorhaben erfordern eine Prüfung, inwieweit durch die Festsetzungen des B-Plans Beeinträchtigungen von besonders und streng geschützten Arten, u. a. Arten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie oder von europäischen Vogelarten, eintreten können.

Dabei ist zu bewerten,

- ob Individuen der entsprechenden Arten verletzt, getötet oder ihre Entwicklungsformen beschädigt oder zerstört werden können (§ 44 Abs. 1, Nr. 1 BNatSchG),
- ob entsprechende Arten erheblich gestört werden können, so dass sich der Erhaltungszustand der lokalen Population verschlechtert (§ 44 Abs. 1, Nr. 2 BNatSchG) und
- ob die Fortpflanzungs- oder Ruhestätten entsprechender Arten beschädigt oder zerstört werden können (§ 44 Abs. 1, Nr. 3 BNatSchG).

5.1 Voraussichtliche artenschutzrechtliche Betroffenheit

5.1.1 Brutvögel, Niststätten

Aufgrund der Besiedlung des B-Plangebietes durch Brutvögel muss während der Brutzeit von Februar bis Oktober bei allen Maßnahmen, die im Bereich von Ackerflächen, Gehölzen, Brachflächen oder Säumen erfolgen, mit einer Verletzung oder Tötung von Tieren (Gelege, Jungvögel) und damit mit Verstößen gegen die Verbote des § 44 Abs. 1 Nr. 1 gerechnet werden.

Weiterhin kann es zu einem Verlust vorhandener Fortpflanzungsstätten der festgestellten Brutvogelarten und damit Verstößen gegen die Verbote des § 44 Abs. 1 Nr. 3 kommen.

Baubedingt ist mit Störwirkungen zu rechnen. Diese können bei störungsempfindlicheren Vogelarten zu einer Aufgabe von Bruten führen.

Betroffen sind potenziell alle nachgewiesenen Brutvogelarten des B-Plangebietes.

Nutzungsänderungen sind für das B-Plangebiet im Bereich von derzeit als Acker genutzten Flächen vorgesehen, auf denen Photovoltaikanlagen errichtet werden sollen. Eine Betroffenheit besteht damit insbesondere für die in diesen Bereichen nachgewiesenen zwei Brutpaare der gefährdeten Feldlerche (*Alauda arvensis*) sowie drei Brutpaare der streng geschützten Heidelerche (*Lullula arborea*).

Der Entwurf des B-Plans sieht eine Errichtung von Photovoltaikanlagen ausschließlich auf derzeit als Acker oder Brachen genutzten Flächenanteilen vor. Die innerhalb des B-Plangebietes liegenden Waldflächen im Süden der südöstlichen Teilfläche, die durch eine artenreichere Brutvogelfauna besiedelt sind, bleiben erhalten. Es ist daher nicht von einer Betroffenheit der derzeit bestehenden Brutvogelhabitate in diesem Bereich auszugehen.

5.1.2 Zauneidechse

Die Zauneidechse besiedelt mit einer kleineren Teilpopulation am Rande des B-Plangebietes strukturreiche Waldränder und Säume. Eine potenzielle Verletzung oder Tötung von Tieren sowie eine Beeinträchtigung von Fortpflanzungs- und Ruhestätten ist bei möglichen Nutzungsänderungen, Befahren mit Fahrzeugen oder Ablagerungen gegeben.

Soweit in den Randbereichen des B-Plans keine Baumaßnahmen, Baustelleneinrichtungsflächen oder andere Beeinträchtigungen innerhalb der Zauneidechsenlebensräume erfolgen, ist hier nicht von einer artenschutzrechtlichen Betroffenheit der streng geschützten Art auszugehen.

5.2 Vermeidungsmaßnahmen

Um Verstöße gegenüber den artenschutzrechtlichen Bestimmungen durch die Festsetzungen des Bebauungsplans zu mindern oder auszuschließen, sollten Maßnahmen zur Vermeidung vorgesehen werden.

5.2.1 Brutvögel

Aufgrund der Besiedlung der für eine Photovoltaiknutzung vorgesehenen Ackerflächen durch die Feldlerche und die Heidelerche muss während der Brutzeit von März bis August bei allen Maßnahmen, die im Bereich der Ackerflächen erfolgen, mit einer Verletzung oder Tötung von Tieren (Gelege, Jungvögel) gerechnet werden. Weiterhin ist von baubedingten Störwirkungen auf angrenzende Bruthabitate, z. B. von streng geschützten Arten wie Neuntöter (*Lanius collurio*) oder Heidelerche (*Lullula arborea*), auszugehen.

Erhebliche Störungen sowie eine Verletzung oder Tötung von Tieren lassen sich durch Regelungen der Bauzeiten vermeiden. Sämtliche Baumaßnahmen im Bereich der geplanten Photovoltaikanlagen sind daher außerhalb der Brutzeit der betroffenen Arten von Oktober bis Februar durchzuführen. Entsprechende Bauzeitenregelungen sollten festgesetzt werden.

5.2.2 Zauneidechse

Nutzungsänderungen, ein Befahren oder die Ablagerung von Baustoffen sollten auf allen nachgewiesenen oder potenziellen Habitatflächen der Zauneidechsen nach Möglichkeit vollständig ausgeschlossen werden.

Soweit sich die geplanten Baumaßnahmen mit Zuwegungen, Baustelleneinrichtungsflächen u. ä. ausschließlich auf die intensiv genutzten Ackerflächen beschränken, ist nicht von einer Betroffenheit der Zauneidechse auszugehen.

Zur Vermeidung einer Einwanderung von Zauneidechsen aus angrenzenden Habitaten ist während der Bauzeit eine Einzäunung von Baubereichen mit Reptilienschutzzäunen vorzusehen.

Um eine Verletzung oder Tötung von Zauneidechsen zu vermeiden, sollten die Tiere bei notwendigen Baumaßnahmen innerhalb der nachgewiesenen Habitate der Art vor Beginn abgefangen und umgesiedelt werden. Im Vorfeld sind geeignete Habitate, möglichst im näheren Umfeld der Eingriffsfläche, in der die Zauneidechsen wieder angesiedelt werden können, neu anzulegen bzw. deutlich aufzuwerten.

5.3 Maßnahmen zur Sicherung der kontinuierlichen ökologischen Funktionalität

5.3.1 Brutvögel

Durch die geplanten Nutzungsänderungen des B-Plans sind ausschließlich die nachgewiesenen Arten der Äcker von einem Verlust ihrer Bruthabitate betroffen.

Im Bereich der Ackerflächen gehen die Niststätten von zwei Brutpaaren der Feldlerche (*Alauda arvensis*) und drei Brutpaaren der Heidelerche (*Lullula arborea*) verloren. Die Feldlerche gilt in Brandenburg als gefährdet, die Heidelerche steht auf der Vorwarnliste und zählt zu den streng geschützten Arten.

Für diese Arten muss damit gerechnet werden, dass sich die ökologische Funktion der Fortpflanzungsstätte bei einem durch den B-Plan vorbereiteten Lebensraumverlust im Bereich der Photovoltaikflächen verschlechtert. Es sind daher vorgezogenen Ausgleichsmaßnahmen (CEF-Maßnahmen), durch die eine kontinuierliche ökologische Funktionalität der Fortpflanzungsstätten sichergestellt wird, vorzusehen. Entsprechende Maßnahmen sollten nach Möglichkeit in räumlicher Nähe des geplanten B-Plangebietes umgesetzt werden.

Sollte ein Ausgleich der Revierverluste nicht vor Beginn der Baumaßnahmen oder nicht vor Ort möglich sein, sind die Voraussetzungen für die Zulässigkeit von Ausnahmen von den Verboten des § 44 BNatSchG zu prüfen. Eine Voraussetzung hierfür ist, dass sich der Erhaltungszustand der Population einer Art nicht verschlechtert. Um eine Verschlechterung des Erhaltungszustandes der Population einer Art zu verhindern, sind kompensierende Ausgleichsmaßnahmen an anderer Stelle notwendig.

Grundsätzlich kann eine großflächige Errichtung von Photovoltaikanlagen zu einer vollständigen Verdrängung oder zur Abnahme der Siedlungsdichten von Offen- und Halboffenlandarten führen (TRÖLTZSCH, NEULING 2013, BNE 2019).

Durch eine extensive Grünlandnutzung unter den Solarmodulen ist aber auch, v. a. in Randzonen, eine Förderung entsprechender Arten möglich (TRÖLTZSCH, NEULING 2013, BNE 2019).

Für Bodenbrüter, wie die Feldlerche oder die Heidelerche, dürfte v. a. der Reihenabstand der Solarmodule ein entscheidender Faktor für eine mögliche Besiedlung sein (TRÖLTZSCH, NEULING 2013, BNE 2019). So ermöglichen erst besonnte Streifen von über 3 Metern vielen Arten eine Nutzung auch zentraler Teile von Solarparks zur Brut (BNE 2019).

Neben geeigneten Ausgleichsmaßnahmen zur Sicherung der kontinuierlichen ökologischen Funktionalität der betroffenen Arten außerhalb des B-Plangebietes, wie die Entwicklung von ein- bis mehrjährig umgebrochenen Ackerrandstreifen, von dauerhaft begrünten Saumstreifen oder Brachflächen im Bereich strukturarmer, intensiv genutzter Ackerfluren bzw. der Anlage von „Feldlerchenfenstern“ in Äckern, könnte auch durch Maßnahmen innerhalb des B-Plangebietes eine vollständige oder teilweise Sicherung der Bruthabitate erfolgen.

So könnten als geeignete Maßnahme im B-Plangebiet über die gesamten Photovoltaikflächen verteilt mindestens zwei größere Reihenabstandflächen, von mindestens 4 Metern Breite oder mehrere Einzelflächen ohne Photovoltaikmodule, die innerhalb des Gebietes verteilt sowohl im Zentrum als auch in Randzonen liegen und eine vergleichbare Flächengröße aufweisen, vorgesehen werden.

Zusätzlich sollten folgende Maßnahmen, die sich auf eine Besiedlung durch Brutvögel des Offen- und Halboffenlandes positiv auswirken, berücksichtigt werden:

- Extensive Pflege des Grünlandes im Bereich der Photovoltaikanlagen durch Mahd oder Beweidung. Keine Bewirtschaftung oder nur Bewirtschaftung von Teilflächen während der Hauptbrutzeit von April bis Juni.
- Belassen von jährlich wechselnden nicht gemähten oder beweideten Teilflächen v. a. im Randbereich der Anlagenstandorte.
- Strukturanreicherung durch Entwicklung von lückigen Kleingehölzen, Stein- und Totholzhaufen und Hochstaudenbeständen v. a. im Randbereich der Anlagenstandorte.
- Möglichst breite Reihenabstände im gesamten Bereich der Photovoltaikflächen.

5.3.2 Zauneidechse

Soweit sich die geplanten Baumaßnahmen mit Zuwegungen, Baustelleneinrichtungsflächen u. ä. ausschließlich auf die intensiv genutzten Ackerflächen beschränken, ist nicht von einer Betroffenheit der Zauneidechse auszugehen, so dass auch keine Ausgleichsmaßnahmen notwendig werden.

Sollten Baumaßnahmen im Bereich von nachgewiesenen oder potenziellen Zauneidechsenhabitaten notwendig sein, ist vor Beginn von Baumaßnahmen eine Umsetzung bzw. Umsiedlung der Zauneidechsen vorzusehen. Im Vorfeld sind geeignete Habitate, möglichst in unmittelbarer Umgebung der Eingriffsfläche, in der die Zauneidechsen wieder angesiedelt werden können, neu anzulegen bzw. deutlich aufzuwerten. Durch die Neuschaffung von Lebensräumen in angrenzenden Flächen kann sichergestellt werden, dass die ökologische Funktion der betroffenen Fortpflanzungsstätte gemäß § 44 Abs. 5 BNatSchG weiterhin erfüllt wird (CEF-Maßnahme).

Geeignete Maßnahmen für die Aufwertung entsprechender Lebensräume sind Strukturanreicherungen durch Stubben-, Totholz- und Feldsteinhaufen, Sandhügel und einzelne Kleingehölze. Nach Möglichkeit sind entsprechende Habitate mindestens eine Vegetationsperiode vor der Umsiedlung der Zauneidechsen anzulegen (SCHNEEWEIß es al. 2014). Die Größe der Ausgleichshabitate sollte dem der derzeit besiedelten Lebensräume entsprechen. Eine günstige Voraussetzung ist zudem, wenn die neugeschaffenen Lebensräume eine Verbindung zu weiteren besiedelten Habitaten aufweisen, um einen Individuenaustausch zu ermöglichen.

Ist die Umsetzung einer entsprechenden Ausgleichsmaßnahme im Umfeld des Eingriffsbereichs nicht möglich, ist eine Ausnahmegenehmigung nach § 45 Abs. 7 BNatSchG notwendig. Auch für den Fang und die Umsiedlung der Zauneidechsen ist eine Ausnahmegenehmigung nach § 45 Abs. 7 BNatSchG erforderlich.

Grundsätzlich kann auch im Bereich der vorgesehenen Standflächen der Photovoltaikanlagen durch eine Strukturanreicherung, wie der Entwicklung von lückigen Kleingehölzen, Stein- und Totholzhaufen und Hochstaudenbeständen v. a. im Randbereich der Anlagenstandorte, eine Neuschaffung von Zauneidechsenhabitaten erfolgen.

6 Literatur

BLANKE, I. 2010: Die Zauneidechse. – Zeitschrift f. Feldherpetologie. Beiheft 7, 176 S.

BOSBACH, G., WEDDELING, K. 2005: Zauneidechse *Lacerta agilis* (Linnaeus, 1758). – in: DOERPINGHAUS, A., EICHEN, C., GUNNEMANN, H., LEOPOLD, P., NEUKIRCHEN, M., PETERMANN, J., SCHRÖDER, E. 2005: Methoden zur Erfassung von Arten der Anhänge IV und V der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie. – Naturschutz u. Biologische Vielfalt H. 20, 449 S.

BUNDESVERBAND NEUE ENERGIEWIRTSCHAFT BNE 2019: Solarparks – Gewinne für die Biodiversität. - https://www.bne-online.de/de/news/detail/studie-photovoltaik-biodiversitaet/

KÜHNEL, K.-D., GEIGER, A., LAUFER, H., PODLUCKY, R., SCHLÜPMANN, M. 2009a: Rote Liste und Gesamtartenliste der Kriechtiere (Reptilia) Deutschlands. – Naturschutz u. Biologische Vielfalt 70 (1): 231-256

KÜHNEL, K.-D., GEIGER, A., LAUFER, H., PODLOUCKY, R., & SCHLÜPMANN, M. 2009b: Rote Liste und Gesamtartenliste der Lurche (Amphibia) Deutschlands. – Naturschutz u. Biologische Vielfalt 70 (1): 259-288

RYSLAVY, T., HAUPT, H. & R. BESCHOW 2011: Die Brutvögel in Brandenburg und Berlin – Ergebnisse der ADEBAR-Kartierung. – Otis 19, Sonderheft, 448 S.

RYSLAVY, T., BAUER, H.-G., GERLACH, B., HÜPPOP, O., STAHMER, J, SÜDBECK, P., SUDFELD, C. 2020: Rote Liste der Brutvögel Deutschlands. 6. Fassung, 30. September 2020. – Berichte zum Vogelschutz, Bd. 57: 13-112

RYSLAVY, T., MÄDLOW, W. 2019: Rote Liste und Liste der Brutvögel des Landes Brandenburg 2019. – Naturschutz u. Landschaftspflege in Brandenburg 28 (4), Beilage

SCHNEEWEIß, N., BLANKE, I., KLUGE, E., HASTEDT, U. & BAIER, R. 2014: Zauneidechsen im Vorhabensgebiet – was ist bei Eingriffen und Vorhaben zu tun? Rechtslage, Erfahrungen und Schlussfolgerungen aus der aktuellen Vollzugspraxis in Brandenburg. – Naturschutz u. Landschaftspflege in Brandenburg 23 (1): 4-23

SCHNEEWEIß, N., KRONE, A., BAIER, R. 2004: Rote Listen und Artenlisten der Lurche (Amphibia) und Kriechtiere (Reptilia) des Landes Brandenburg. - Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 13 (4) Beilage, 33 S.

SÜDBECK, P., ANDRETZKE, H., FISCHER, S., GEDEON, K., SCHIKORE, T., SCHRÖDER, K., SUDFELD, C. 2005: Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. – Radolfzell

TRÖLTZSCH, P. & NEULING, E. 2013: Die Brutvögel großflächiger Photovoltaikanlagen in Brandenburg. – Vogelwelt 134: 155-179

Gesetze, Verordnungen

Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV) – Verordnung zum Schutz wild lebender Tier- und Pflanzenarten. Fassung vom 16. Februar 2005 (BGBl. I Nr. 11 v. 24.2.2005 S. 258; ber. 18.3.2005 S. 896) Gl.-Nr. : 791-8-1

Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz BNatSchG) vom 29.07.2009 (BGBl I S. 2542)

Richtlinie 79/409/EWG des Rates über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (Vogelschutz-Richtlinie) vom 2.4.1979, Abl. EG Nr. L 103, S. 1, zuletzt geändert am 29.7.1997

Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21.5.1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie). Abl. EG Nr. L 305/42

SolPEG
Solar Power Expert Group

SolPEG Blendgutachten

Solarpark Rasthof Fläming

Analyse der potentiellen Blendwirkung einer geplanten PV Anlage in der Nähe von Linthe in Brandenburg

SolPEG GmbH
Solar Power Expert Group
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg

FON: +49 (0)40 79 69 59 36
FAX: +49 (0)40 79 69 59 38
info@solpeg.de
http://www.solpeg.de

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

FON:+49 (0)40 79 69 59 36
FAX:+49 (0)40 79 69 59 38
info@solpeg.de
http://www.solpeg.de

Inhalt

1 Auftrag 3
1.1 Beauftragung 3
1.2 Hintergrund und Auftragsumfang 3
2 Systembeschreibung 4
2.1 Standort Übersicht 4
2.2 Umliegende Gebäude 7
3 Ermittlung der potentiellen Blendwirkung 8
3.1 Rechtliche Hinweise 8
3.2 Blendwirkung von PV Modulen 8
3.3 Technische Parameter der PV Anlage 10
3.4 Berechnung der Blendwirkung 11
3.5 Standorte für die Analyse 12
3.6 Hinweise zum Simulationsverfahren 13
4 Ergebnisse 16
4.1 Ergebnisübersicht 16
4.2 Ergebnisse am Messpunkt P1, A9 Nord 17
4.3 Ergebnisse am Messpunkt P2, Einmündung auf die A9 18
4.4 Ergebnisse am Messpunkt P3, Raststätte Fläming (Ost) 19
4.5 Ergebnisse am Messpunkt P4, A9 Süd 20
4.6 Ergebnisse am Messpunkt P5, A9 Südwest 22
4.7 Ergebnisse am Messpunkt P6, Gebäude Locktow 23
5 Zusammenfassung der Ergebnisse 24
5.1 Zusammenfassung 24
5.2 Beurteilung der Ergebnisse 24
6 Schlussbemerkung 24
7 Anhang ..... 25 - 45

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

FON:+49 (0)40 79 69 59 36
FAX:+49 (0)40 79 69 59 38
info@solpeg.de
http://www.solpeg.de

SolPEG Blendgutachten

Analyse der Blendwirkung der geplanten PV Anlage Rasthof Fläming

1 Auftrag

1.1 Beauftragung

Als unabhängiger Dienstleister im Bereich Photovoltaik ist die SolPEG GmbH beauftragt, die potentielle Blendwirkung der PV Anlage „Rasthof Fläming" für die Verkehrsteilnehmer auf der Bundesautobahn A9 sowie Anwohner der umliegenden Gebäude zu analysieren und die Ergebnisse zu dokumentieren.

1.2 Hintergrund und Auftragsumfang

Die Umsetzung der Energiewende und die Bestrebungen für mehr Klimaschutz resultieren in Erfordernissen und Maßnahmen, die als gesellschaftlicher Konsens und somit als öffentliche Belange gesetzlich festgeschrieben sind. Z.B. im „Gesetz zur Stärkung der klimagerechten Entwicklung in den Städten und Gemeinden" (2011) und im „Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG" (2017). Andererseits soll der Ausbau der erneuerbaren Energien auch die bestehenden Regelungen für den Immissionsschutz berücksichtigen. Dies gilt auch für Lichtimmissionen durch PV Anlagen.

Grundlage für die Berechnung und Beurteilung von Lichtimmissionen ist die sog. Lichtleitlinie[1], die 1993 durch die Bund/Länder - Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) verfasst und 2012 um einen Abschnitt zu PV Anlagen erweitert wurde. Nach überwiegender Meinung von Experten enthält die Lichtleitlinie nicht unerhebliche Defizite bzw. Unklarheiten und ist als Instrument für die sachgerechte Beurteilung von Reflexionen durch PV Anlagen nur bedingt anwendbar. Weitere Ausführungen hierzu finden sich im Abschnitt 4.

Die vorliegende Untersuchung soll klären ob bzw. in wie weit von der PV Anlage „Rasthof Fläming" eine Blendwirkung für schutzbedürftige Zonen im Sinne der Lichtleitlinie ausgehen könnte. Dies gilt insbesondere für Verkehrsteilnehmer auf der A9 und ggf. für Anwohner von umliegenden Gebäuden.

Die zur Anwendung kommenden Berechnungs- und Beurteilungsgrundsätze resultieren im Wesentlichen aus den Empfehlungen in Anhang 2 der Lichtleitlinie in der aktuellen Fassung vom 08.10.2012. Die Berechnung der Blendwirkung erfolgt auf Basis von vorliegenden Planungsunterlagen der PV Anlage. Eine Analyse der potentiellen Blendwirkung vor Ort wird momentan nicht als notwendig angesehen da die Anlagendokumentation ausreichend ist, um einen Eindruck zu vermitteln.

Da aktuell kein angemessenes Regelwerk verfügbar ist, sind die gutachterlichen Ausführungen zu den rechnerisch ermittelten Simulationsergebnissen zu beachten.

Einzelne Aspekte der Lichtleitlinie werden an entsprechender Stelle widergegeben, eine weiterführende Beschreibung von theoretischen Hintergründen u.a. zu Berechnungsformeln kann im Rahmen dieses Dokumentes nicht erfolgen.

[1] Die Lichtleitlinie ist u.a. hier abrufbar: http://www.solpeg.de/LAI_Lichtleitlinie_2012.pdf

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

FON:+49 (0)40 79 69 59 36
FAX:+49 (0)40 79 69 59 38
info@solpeg.de
http://www.solpeg.de

2 Systembeschreibung

2.1 Standort Übersicht

Die Teilflächen des Solarparks befinden sich in einem landwirtschaftlichen Gebiet im Bereich des Rasthofes Fläming an der Autobahn A9 ca. 3 km südwestlich bzw. ca. 4,2 km südwestlich der Ortschaft Linthe in Brandenburg. Zwischen den Flächen verläuft auf einer Länge von 180 m bzw. 210 m die A9. Lt. Planungsunterlagen sind Abstände zur A9 berücksichtigt. Die folgenden Informationen und Bilder geben einen Überblick über den Standort.

Tabelle 1: Informationen über den Standort

Allgemeine Beschreibung des Standortes	Landwirtschaftliche Flächen ca. 3 km und ca. 4,2 km südwestlich der Ortschaft Linthe in Brandenburg. Die Flächen sind überwiegend eben.
Koordinaten (Teilfläche Nordwest)	52.136°N, 12.753°O, 61 m ü.N.N.
Grenzlänge entlang A9	ca. 180 m, 210 m
Abstand zum Fahrbahnrand	ca. 40 m
Entfernung zu umliegenden Gebäuden	ca. 2,1 km (nicht relevant)

Übersicht über den Standort und die PV Anlage (schematisch)

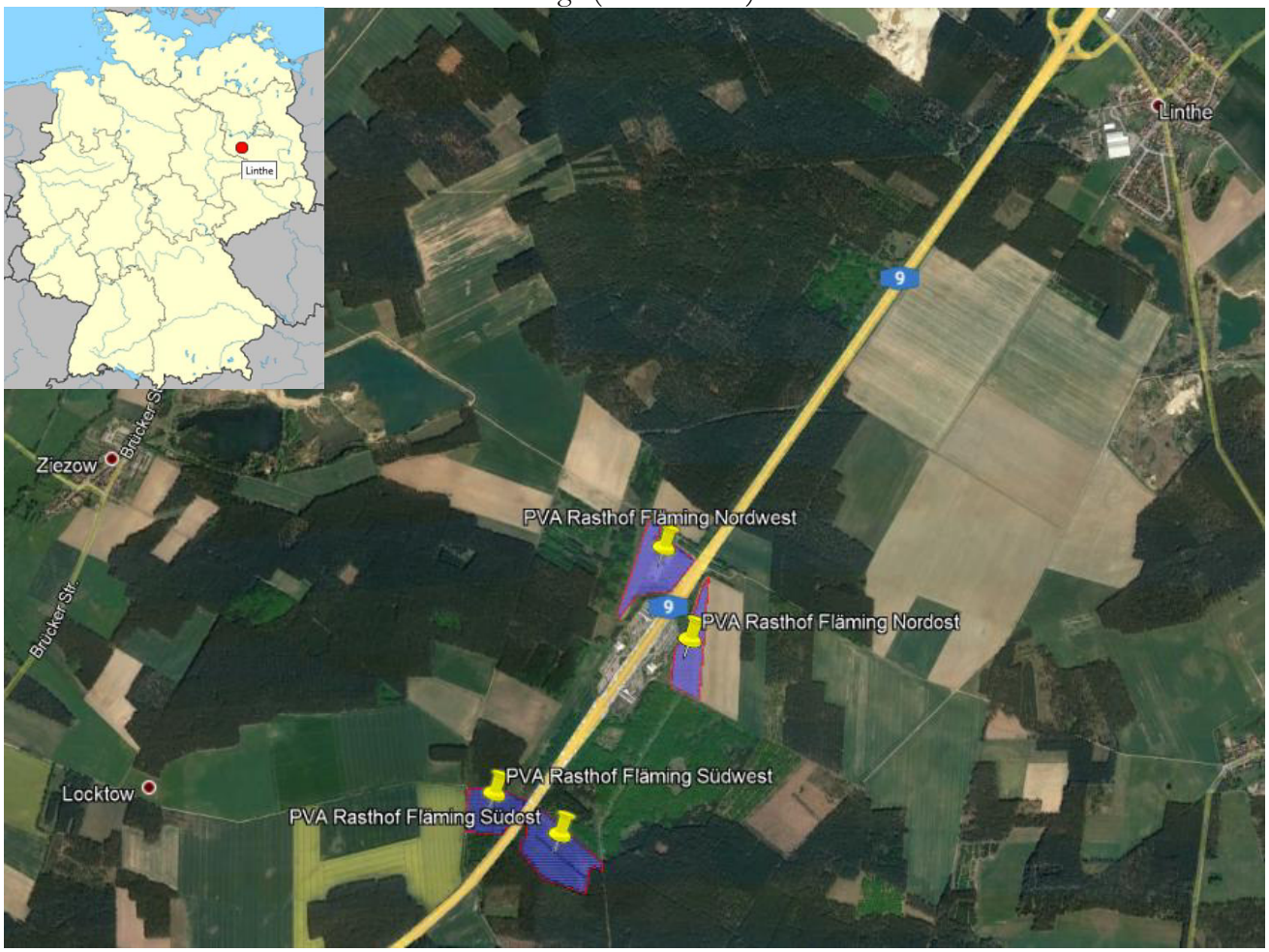


Bild 2.1.1: Luftbild mit Schema der PV Anlage (Quelle: Google Earth/SolPEG)

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

FON:+49 (0)40 79 69 59 36
FAX:+49 (0)40 79 69 59 38
info@solpeg.de
http://www.solpeg.de

Detailansicht der PV Teilflächen Nordwest und Nordost und der Rasthof Fläming.

Bild 2.1.2: Detailansicht der PV Fläche (Quelle: Google Earth/SolPEG)

Detailansicht der PV Teilflächen Südwest und Südost und Umgebung

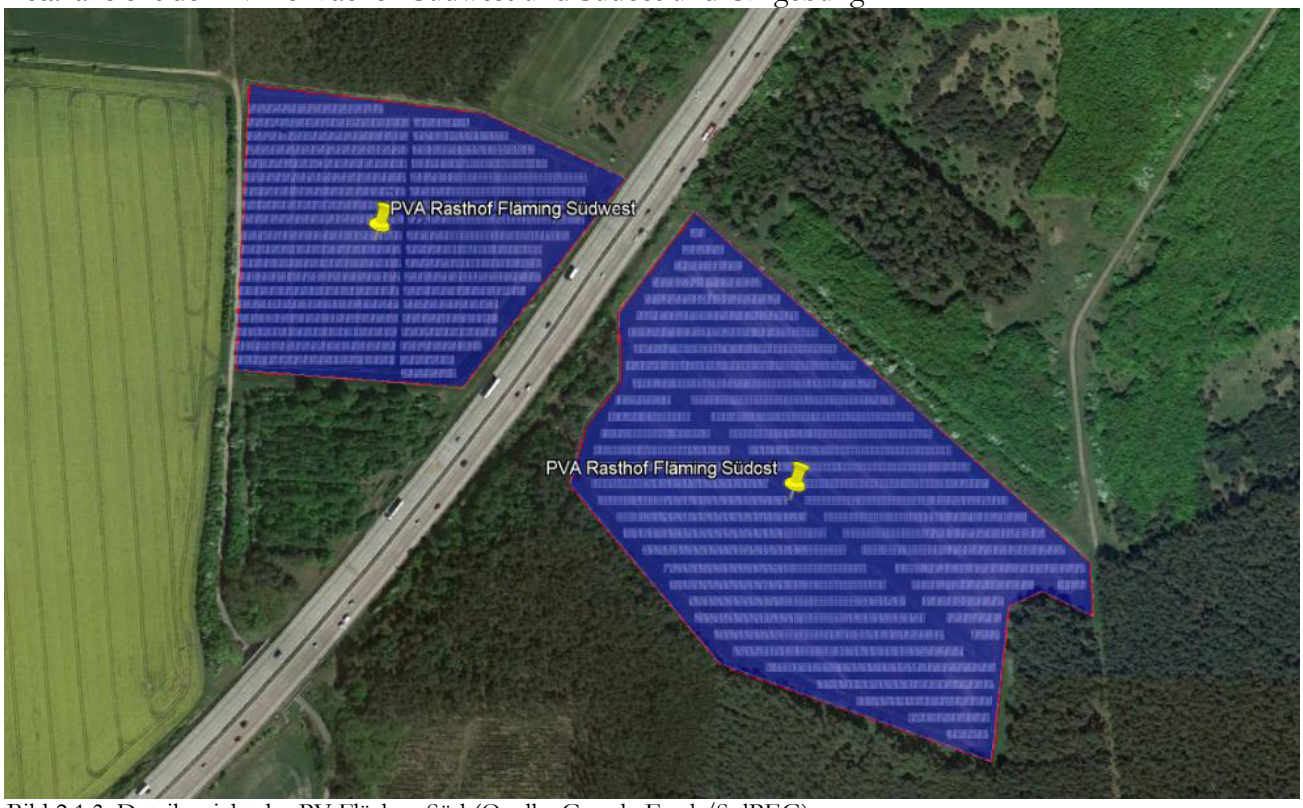


Bild 2.1.3: Detailansicht der PV Flächen Süd (Quelle: Google Earth/SolPEG)

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

FON:+49 (0)40 79 69 59 36
FAX:+49 (0)40 79 69 59 38
info@solpeg.de
http://www.solpeg.de

Fotos von der Umgebung der Raststätte Fläming. Blick von Süden Richtung Norden über den Rasthof Fläming und die PV Teilflächen Nordwest und Nordost.

Bild 2.1.4: Blick von Süden über die Raststätte Fläming (Quelle: Google StreetView, bearbeitet)

Blick von Norden Richtung Süden auf den Rasthof Fläming.

Bild 2.1.5: Blick von Norden Richtung Süden auf die Raststätte Fläming (Quelle: Google StreetView, Ausschnitt)

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

FON:+49 (0)40 79 69 59 36
FAX:+49 (0)40 79 69 59 38
info@solpeg.de
http://www.solpeg.de

2.2 Umliegende Gebäude

Nicht alle wahrnehmbaren Reflexionen haben eine Blendwirkung zur Folge. In der Lichtleitlinie (Seite 23) wird zur Bestimmung einer Blendwirkung folgendes ausgeführt:

Ob es an einem Immissionsort im Jahresverlauf überhaupt zur Blendung kommt, hängt von der Lage des Immissionsorts relativ zur Photovoltaikanlage ab. Dadurch lassen sich viele Immissionsorte ohne genauere Prüfung schon im Vorfeld ausklammern: Immissionsorte

- die sich weiter als ca. 100 m von einer Photovoltaikanlage entfernt befinden erfahren erfahrungsgemäß nur kurzzeitige Blendwirkungen
- die vornehmlich nördlich von einer Photovoltaikanlage gelegen sind, sind meist ebenfalls unproblematisch.
- die vorwiegend südlich von einer Photovoltaikanlage gelegen sind, brauchen nur bei Photovoltaik-Fassaden (senkrecht angeordnete Photovoltaikmodule) berücksichtigt zu werden.

Hinsichtlich einer möglichen Blendung kritisch sind Immissionsorte, die vorwiegend westlich oder östlich einer Photovoltaikanlage liegen und nicht weiter als ca. 100 m von dieser entfernt.

Beispielhaft für umliegende Gebäude zeigt die folgende Skizze die PV Anlage und die relevante Umgebung. Gemäß Reflexionsgesetz könnten einzelne Gebäude der westlich gelegenen Ortschaft Locktow von potentiellen Reflexionen durch die PV Teilfläche Südwest erreicht werden. Eine Beeinträchtigung durch Reflexionen ist allerdings kaum wahrscheinlich da aufgrund der sehr großen Entfernung und aufgrund der Geländestruktur kein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle besteht. Der Standort wird dennoch zu Kontrollzwecken analysiert. Details sind im Abschnitt 4 aufgeführt.

Bild 2.2.1: PV Anlage und Umgebung (Quelle: Google Earth/SolPEG)

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

FON:+49 (0)40 79 69 59 36
FAX:+49 (0)40 79 69 59 38
info@solpeg.de
http://www.solpeg.de

3 Ermittlung der potentiellen Blendwirkung

3.1 Rechtliche Hinweise

Rechtliche Hinweise u.a. zur Lichtleitlinie sind nicht Bestandteil dieses Dokumentes.

3.2 Blendwirkung von PV Modulen

Vereinfacht ausgedrückt nutzen PV Module das Sonnenlicht zur Erzeugung von Strom. Hersteller von PV Modulen sind daher bestrebt, dass möglichst viel Licht vom PV Modul absorbiert wird, da möglichst das gesamte einfallende Licht für die Stromproduktion genutzt werden soll. Die Materialforschung hat mit speziell strukturierten Glasoberflächen (Texturen) und Antireflexionsschichten den Anteil des reflektierten Lichtes auf 1-4 % reduzieren können. Folgende Skizze zeigt den Aufbau eines PV Moduls:

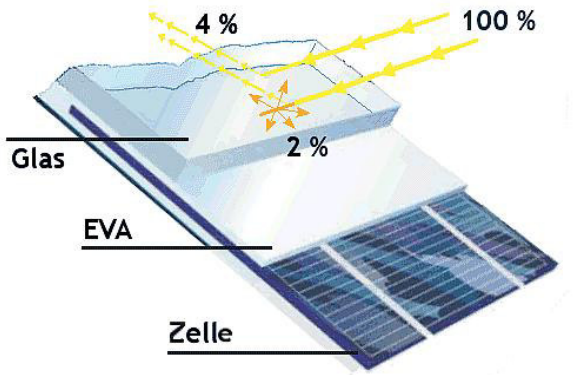


Bild 3.2.1: Anteil des reflektierten Sonnenlichtes bei einem PV Modul (Quelle: Internet/SolPEG)

PV Module zeigen im Hinblick auf Reflexion andere Eigenschaften als normale Glasoberflächen (z.B. PKW-Scheiben, Glasfassaden, Fenster, Gewächshäuser) oder z.B. Oberflächen von Gewässern. Direkt einfallendes Sonnenlicht wird von der Moduloberfläche diffus reflektiert:

Bild 3.2.2: Diffuse Reflexion von direkten Sonnenlicht (Einstrahlung ca. 980 W/m²) auf einem PV Modul (Quelle: SolPEG)

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

FON:+49 (0)40 79 69 59 36
FAX:+49 (0)40 79 69 59 38
info@solpeg.de
http://www.solpeg.de

Das folgende Bild verdeutlicht die Reflexion von verschiedenen Moduloberflächen im direkten Vergleich. Das mittlere Modul entspricht den aktuell marktüblichen PV Modulen wie auch im Bild 3.2.2 dargestellt. Durch die strukturierte Oberfläche wird das Sonnenlicht diffus mit einer stärkeren Streuung reflektiert und die Leuchtdichte ist entsprechend vermindert. Das Modul rechts im Bild zeigt aufgrund der speziellen Oberfläche praktisch keine direkte, sondern durch die starke Bündelaufweitung der Lichtstrahlen, ausschließlich diffuse Reflexion.

Bild 3.2.3: Diffuse Reflexion von unterschiedlichen Moduloberflächen (Quelle: Sandia National Laboratories, Ausschnitt)

Diese Eigenschaften können schematisch wie folgt dargestellt werden

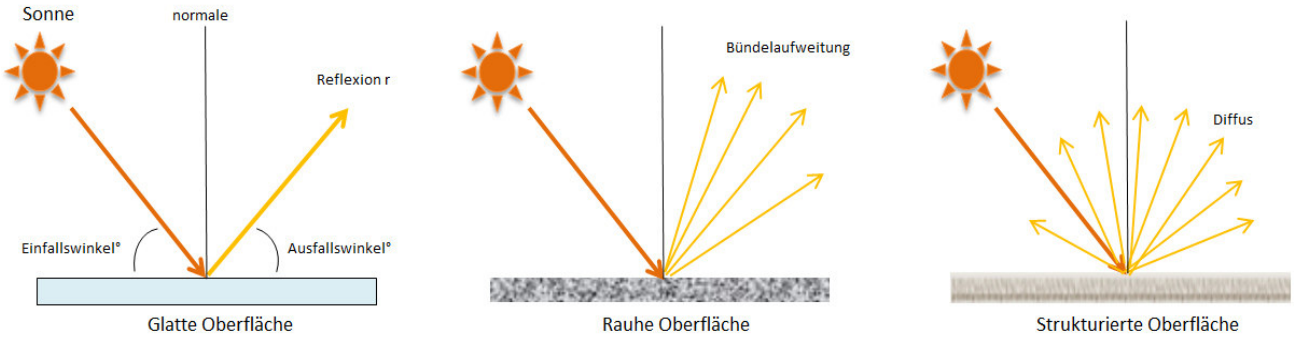


Bild 3.2.4: Reflexion von unterschiedlichen Oberflächen (Quelle: SolPEG)

Lt. Informationen des Auftraggebers sollen PV Module des Herstellers Trina Solar mit Anti-Reflexions-Eigenschaften zum Einsatz kommen. Die Simulationsparameter werden entsprechend eingestellt.
Es können aber auch Module eines anderen Herstellers mit ähnlichen Eigenschaften verwendet werden. Damit kommen die nach aktuellem Stand der Technik möglichen Maßnahmen zur Vermeidung von Reflexion und Blendwirkungen zur Anwendung.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
Cell Orientation	144 cells (6 × 24)
Module Dimensions	2102 ×1040× 35 mm (82.76 × 40.94 × 1.38 inches)
Weight	24.0 kg (52.9lb)
Glass	3.2 mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant Material	EVA
Backsheet	White
Frame	35 mm (1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy

Bild 3.2.5: Auszug aus dem Moduldatenblatt, siehe auch Anhang

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

FON:+49 (0)40 79 69 59 36
FAX:+49 (0)40 79 69 59 38
info@solpeg.de
http://www.solpeg.de

3.3 Technische Parameter der PV Anlage

Die optischen Eigenschaften und die Installation der Module, insbesondere die Ausrichtung und Neigung der Module sind wesentliche Faktoren für die Berechnung der Reflexionen. Lt. Planungsunterlagen werden PV Module mit Anti-Reflex Schicht verwendet, sodass deutlich weniger Sonnenlicht reflektiert wird als bei einfachen Modulen. Dennoch sind Reflexionen nicht ausgeschlossen, insbesondere wenn das Sonnenlicht abends und morgens in einem flachen Winkel auf die Moduloberfläche trifft.
Die folgende Skizze verdeutlicht die Konstruktion der Modulinstallation.

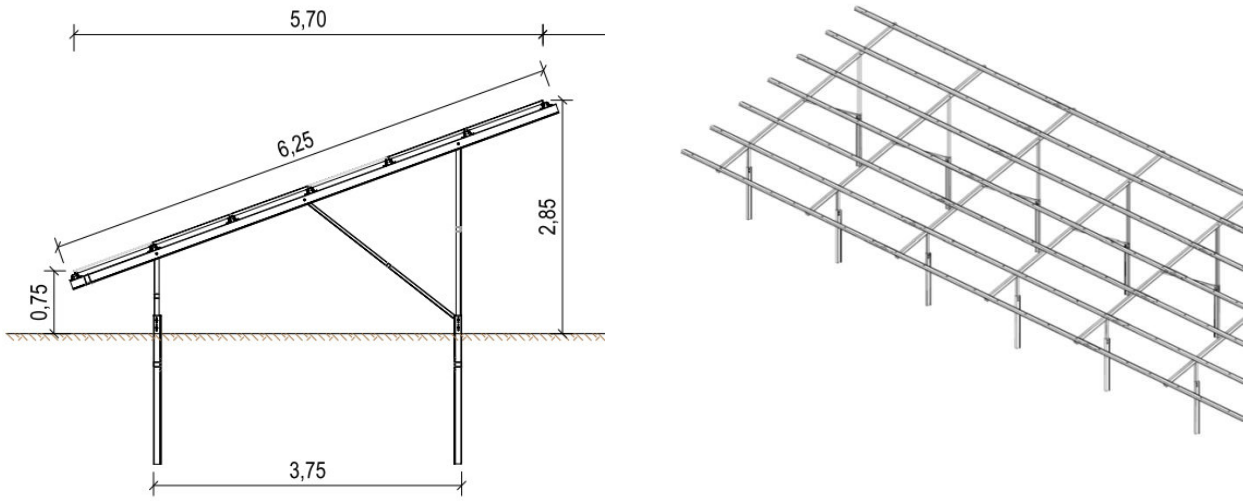


Bild 3.3.1: Skizzen der Modulkonstruktion (Quelle: Systemplanung)

Die für die Untersuchung der Reflexion wesentlichen Parameter der PV Anlage sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 1: Berechnungsparameter

PV Modul	Trina Solar (oder vergleichbar), Polykristallin
Moduloberfläche	Solarglas mit Anti-Reflexionsbehandlung (lt. Datenblatt)
Unterkonstruktion	Modultische, fest aufgeständert
Modulinstallation	3 Module hochkant übereinander
Ausrichtung (Azimut)	Süden (180°)
Modulneigung	20°
Höhe der sichtbaren Modulfläche	min. 0,75 m, max. 2,85 m
Anzahl Messpunkte Teilflächen Nord	3 Messpunkte (siehe Skizze 3.5.1)
Anzahl Messpunkte Teilflächen Süd	2 Messpunkte (siehe Skizze 3.5.2)
Höhe Messpunkte	2 m über Boden
Azimut Blickrichtung Fahrzeugführer[2]	Fahrtrichtung +/- 20°

[2] Überwiegend wird angenommen, dass Reflexionen in einem Winkel von 20° und mehr zur Blickrichtung keine Beeinträchtigung darstellen. In einem Winkel zwischen 10° - 20° können Reflexionen eine moderate Blendwirkung erzeugen und unter 10° werden sie überwiegend als Beeinträchtigung empfunden.
Vor diesem Hintergrund wird der für Reflexionen relevante Blickwinkel als Fahrtrichtung +/- 20° definiert.

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

FON:+49 (0)40 79 69 59 36
FAX:+49 (0)40 79 69 59 38
info@solpeg.de
http://www.solpeg.de

3.4 Berechnung der Blendwirkung

Die Berechnung der Reflexionen von elektromagnetischen Wellen (auch sichtbares Licht) erfolgt nach anerkannten physikalischen Erkenntnissen und den entsprechend abgeleiteten Gesetzen (u.a. Reflexionsgesetz, Lambertsches Gesetz) sowie den entsprechenden Berechnungsformeln.
Darüber hinaus kommen die in Anhang 2 der Lichtleitlinie beschriebenen Empfehlungen (Seite 21ff) zur Anwendung, es werden jedoch aufgrund fehlender Angaben u.a. für Fahrzeuglenker zusätzliche Quellen herangezogen, u.a. die Richtlinien der FAA[3] zur Beurteilung der Blendwirkung für den Flugverkehr.
Eine umfassende Darstellung der verwendeten Formeln und theoretischen Hintergründe der Berechnungen ist im Rahmen dieser Stellungnahme nicht möglich.

Der grundlegende Ansatz zur Berechnung der Reflexion ist wie folgt. Wenn die Position der Sonne und die Ausrichtung des PV Moduls (Neigung: γ_P , Azimut α_P) bekannt sind, kann der Winkel der Reflexion (θ_P) mit der folgenden Formel berechnet werden:

$$\cos(\theta_P) = -\cos(\gamma_S) \cdot \sin(\gamma_P) \cdot \cos(\alpha_S + 180° - \alpha_P) + \sin(\gamma_S) \cdot \cos(\gamma_P)$$

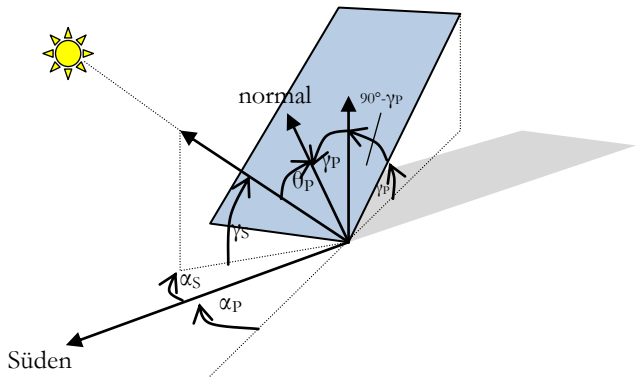


Bild 3.4.1: Schematische Darstellung der Reflexionen auf einer geneigten Fläche (Quelle: SolPEG)

Die unter 3.2 aufgeführten generellen Eigenschaften von PV Modulen (Glasoberfläche, Antireflexionsschicht) haben Einfluss auf den Reflexionsfaktor der Berechnung bzw. entsprechenden Berechnungsmodelle.

Die Simulation von Reflexionen geht zu jedem Zeitpunkt von einem klaren Himmel und direkter Sonneneinstrahlung aus, daher wird im Ergebnis immer die höchst mögliche Blendwirkung angegeben. Dies entspricht nur selten den realen Umgebungsbedingungen und auch Informationen über möglichen Sichtschutz durch Bäume, Gebäude oder andere Objekte können nicht ausreichend verarbeitet werden. Auch Wettereinflüsse wie z.B. Frühnebel/Dunst oder lokale Besonderheiten der Wetterbedingungen können nicht berechnet werden. Die Entfernung zur Blendquelle fließt in die Berechnung ein, jedoch sind sich die Experten uneinig ab welcher Entfernung eine Blendwirkung durch PV Anlagen zu vernachlässigen ist. In der Lichtleitlinie[4] wird eine Entfernung von 100 m genannt.

Die durchgeführten Berechnungen wurden u.a. mit Simulationen und Modellen des Sandia National Laboratories[5], New Mexico überprüft.

[3] US Federal Aviation Administration (FAA) guidelines for analyzing flight paths: https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2013-10-23/pdf/2013-24729.pdf
[4] Lichtleitlinie Seite 22: Immissionsorte, die sich weiter als ca. 100 m von einer Photovoltaikanlage entfernt befinden erfahren erfahrungsgemäß nur kurzzeitige Blendwirkungen.
[5] Webseite der Sandia National Laboratories: http://www.sandia.gov

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

FON:+49 (0)40 79 69 59 36
FAX:+49 (0)40 79 69 59 38
info@solpeg.de
http://www.solpeg.de

3.5 Standorte für die Analyse

Eine Analyse der potentiellen Blendwirkung kann aus technischen Gründen nicht für beliebig viele Messpunkte (Immissionsorte) durchgeführt werden. Je nach Größe und Beschaffenheit der PV Anlage werden in der Regel 4 - 5 Messpunkte gewählt und die jeweils im Jahresverlauf auftretenden Reflexionen ermittelt. Die Position der Messpunkte wird anhand von Erfahrungswertem sowie den Ausführungen der Lichtleitlinie zu schutzwürdigen Zonen festgelegt. U.a. können Objekte im Süden von PV Anlagen aufgrund des Strahlenverlaufs gemäß Reflexionsgesetz nicht von potentiellen Reflexionen erreicht werden und werden daher nicht untersucht.

Da die Teilflächen der PV Anlage weit voneinander entfernt liegen, wurden 3 Messpunkte für die Teilflächen Nord und 3 Messpunkte für die Teilflächen Süd festgelegt und separat untersucht.
Die folgende Übersicht zeigt die PV Teilflächen und die gewählten Messpunkte:

Bild 3.5.1: PV Felder Nordwest und Nordost und die Messpunkte P1–P3 (Quelle: Google Earth/SolPEG)

Bild 3.5.2: PV Felder Südwest und Südost und die Messpunkte P4,P5 (Quelle: Google Earth/SolPEG)

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

FON:+49 (0)40 79 69 59 36
FAX:+49 (0)40 79 69 59 38
info@solpeg.de
http://www.solpeg.de

3.6 Hinweise zum Simulationsverfahren

Lichtleitlinie

Grundlage für die Berechnung und Beurteilung von Lichtimmissionen ist in Deutschland die sog. Lichtleitlinie, die erstmals 1993 durch die Bund/Länder - Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) verfasst wurde. Die Lichtleitlinie ist weder eine Norm noch ein Gesetz sondern lt. LAI Vorbemerkung "... **ein System zur Beurteilung der Wirkungen von Lichtimmissionen auf den Menschen**" welches ursprünglich für die Bemessung von Lichtimmissionen durch Flutlicht- oder Beleuchtungsanlagen von Sportstätten konzipiert wurde. Anlagen zur Beleuchtung des öffentlichen Straßenraumes, Blendwirkung durch PKW Scheinwerfer usw. werden nicht behandelt.
Im Jahr 2000 wurden Hinweise zu schädlichen Einwirkungen von Beleuchtungsanlagen auf Tiere - insbesondere auf Vögel und Insekten - und Vorschläge zu deren Minderung ergänzt. Ende 2012 wurde ein 4-seitiger Anhang zum Thema Reflexionen durch Photovoltaik (PV) Anlagen hinzugefügt.
Lichtimmissionen gehören nach dem BImSchG zu den schädlichen Umwelteinwirkungen, wenn sie nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, **erhebliche Nachteile** oder **erhebliche Belästigungen** für die Allgemeinheit oder für die Nachbarschaft **herbeizuführen**. Bedauerlicherweise hat der Gesetzgeber die immissionsschutzrechtliche **Erheblichkeit** für Lichtimmissionen bisher nicht definiert und eine Definition auch nicht in Aussicht gestellt.
Für Reflexionen durch PV Anlagen ist in der Lichtleitlinie ein Immissionsrichtwert von maximal 30 Minuten pro Tag und maximal 30 Stunden pro Jahr angegeben. Diese Werte wurden nicht durch wissenschaftliche Untersuchungen mit entsprechenden Probanden in Bezug auf Reflexionen durch PV Anlagen ermittelt, sondern stammen aus einer Untersuchung zur Belästigung durch periodischen Schattenwurf und Lichtreflexe ("Disco-Effekt") von Windenergieanlagen (WEA).
Auch in diesem Bereich hat der Gesetzgeber bisher keine rechtsverbindlichen Richtwerte für die Belästigung durch Lichtblitze und bewegten, periodischen Schattenwurf durch Rotorblätter einer WEA erlassen oder in Aussicht gestellt. Die Übertragung der Ergebnisse aus Untersuchungen zum Schattenwurf von WEA Rotoren auf unbewegliche Installationen wie PV Anlagen ist unter Experten äußerst umstritten und vor diesem Hintergrund hat eine individuelle Bewertung von Reflexionen durch PV Anlagen Vorrang vor den rechnerisch ermittelten Werten.

Allgemeiner Konsens ist die Notwendigkeit von weiterführenden Forschung und Konkretisierung der vorhandenen Regelungen. U.a.

Christoph Schierz, TU Ilmenau, FG Lichttechnik, 2012:
Welches die zulässige Dauer einer Blendwirkung sein soll, ist eigentlich keine wissenschaftliche Fragestellung, sondern eine der gesellschaftlichen Vereinbarung: Wie viele Prozent stark belästigter Personen in der exponierten Bevölkerung will man zulassen? Die Wissenschaft müsste aber eine Aussage darüber liefern können, welche Expositionsdauer zu welchem Anteil stark Belästigter führt. Wie bereits erwähnt, stehen Untersuchungen dazu noch aus. .. Es existieren noch keine rechtlichen oder normativen Methoden zur Bewertung von Lichtimmissionen durch von Solaranlagen gespiegeltes Sonnenlicht.

Michaela Fischbach, Wolfgang Rosenthal, Solarpraxis AG:
Während die Berechnungen möglicher Reflexionsrichtungen klar aus geometrischen Verhältnissen folgen, besteht hinsichtlich der Risikobewertung reflektierten Sonnenlichts noch erheblicher Klärungsbedarf...

Im Zusammenhang mit der Übernahme zeitlicher Grenzwerte der Schattenwurfrichtlinie besteht noch Forschungsbedarf hinsichtlich der belästigenden Wirkung statischer Sonnenlichtreflexionen. Da in der Licht-Richtlinie klar unterschieden wird zwischen konstantem und Wechsellicht und es sich beim periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen um das generell stärker belästigende Wechsellicht handelt, liegt die Vermutung nahe, dass zeitliche Grenzwerte für konstante Sonnenlichtreflexionen deutlich über denen der Schattenwurfrichtlinie anzusetzen wären.

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

FON:+49 (0)40 79 69 59 36
FAX:+49 (0)40 79 69 59 38
info@solpeg.de
http://www.solpeg.de

Schutzwürdige Räume

In der Lichtleitlinie sind einige "schutzwürdige Räume" - also ortsfeste Standorte - aufgeführt, für die zu bestimmten Tageszeiten störende oder belästigende Einflüsse durch Lichtimmissionen zu vermeiden sind. Es fehlt[6] allerdings eine Definition oder Empfehlung zum Umgang mit Verkehrswegen und auch zu Schienen- und Kraftfahrzeugen als "beweglichen" Räumen. Eine Blendwirkung an beweglichen Standorten ist in Bezug zur Geschwindigkeit zu sehen, d.h. eine Reflexion kann an einem festen Standort über mehrere Minuten auftreten, ist jedoch bei der Vorbeifahrt mit 100 km/h ggf. nur für Sekundenbruchteile wahrnehmbar. Aber trotz einer physiologisch unkritischen Leutdichte kann die Blendwirkung durch frequente Reflexionen subjektiv als störend empfunden werden (psychologische Blendwirkung). Vor diesem Hintergrund kann die Empfehlung der Lichtleitlinie in Bezug auf die maximale Dauer von Reflexionen in "schutzwürdigen Räumen" nicht ohne weiteres auf Fahrzeuge übertragen werden. Die reinen Zahlen der Simulationsergebnisse sind immer auch im Kontext zu verstehen.

Einfallswinkel der Reflexion

Die Fachliteratur enthält ebenfalls keine einheitlichen Aussagen zur Berechnung und Beurteilung der Blendwirkung von Fahrzeugführern durch reflektiertes Sonnenlicht und auch unter den Experten gibt es bislang keine einheitliche Meinung, ab welchem Winkel eine Reflexion bei Tageslicht als objektiv störend empfunden wird. Dies hängt u.a. mit den Abbildungseigenschaften des Auges zusammen wonach die Dichte der Helligkeitsrezeptoren (Zapfen) außerhalb des zentralen Schärfepunktes (Fovea Centralis) abnimmt.
Überwiegend wird angenommen, dass Reflexionen in einem Winkel ab 20° zur Blickrichtung keine Beeinträchtigung darstellen. In einem Winkel zwischen 10° - 20° können Reflexionen eine moderate Blendwirkung erzeugen und unter 10° werden sie überwiegend als Beeinträchtigung empfunden.
Vor diesem Hintergrund ist in dieser Untersuchung der für Reflexionen relevante Blickwinkel als Fahrtrichtung +/- 20° definiert.

Entfernung zur Immissionsquelle

Lt. Lichtleitlinie "erfahren Immissionsorte, die sich weiter als ca. 100 m von einer Photovoltaikanlage entfernt befinden, erfahrungsgemäß nur kurzzeitige Blendwirkungen. Lediglich bei ausgedehnten Photovoltaikparks **könnten** auch weiter entfernte Immissionsorte noch relevant sein."

In der hier zur Anwendung kommenden Simulationssoftware werden alle Reflexionen berücksichtigt, die aufgrund des Strahlenverlaufs gemäß Reflexionsgesetz physikalisch auftreten können. Daher sind die reinen Ergebniswerte als konservativ/extrem anzusehen und werden ggf. relativiert bewertet. Insbesondere werden mögliche Reflexionen geringer gewichtet wenn die Immissionsquelle mehr als 100 m entfernt ist.

[6] Lichtleitlinie "2. Anwendungsbereich", Seite 2 ff., bzw. Anhang 2 ab Seite 22

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

FON:+49 (0)40 79 69 59 36
FAX:+49 (0)40 79 69 59 38
info@solpeg.de
http://www.solpeg.de

Sonstige Einflüsse

Aufgrund von technischen Limitierungen geht die Simulationssoftware zu jedem Zeitpunkt von sog. clear-sky Bedingungen aus, d.h. einem wolkenlosen Himmel und entsprechender Sonneneinstrahlung. Daher stellt das Simulationsergebnis immer die höchst mögliche Blendwirkung dar.
Dies entspricht nicht den realen Wetterbedingungen insbesondere in den Morgen- oder Abendstunden, in denen die Reflexionen auftreten können. Einflüsse wie z.B. Frühnebel, Dunst oder besondere, lokale Wetterbedingungen können nicht berechnet werden.
In der Lichtleitlinie gibt es keine Hinweise wie mit meteorologischen Informationen zu verfahren ist obwohl zahlreiche Datenquellen und Klima-Modelle (z.B. TMY[7]) vorhanden sind. Der Deutsche Wetterdienst DWD hat für Deutschland für das Jahr 2019 eine mittlere Wolkenbedeckung[8] von ca. 60 % ermittelt. Der Durchschnittswert für den Zeitraum 1982-2009 liegt bei 62,5 % - 75 %.
Aber auch der Geländeverlauf und Informationen über möglichen Sichtschutz durch Hügel, Bäume oder andere Objekte können nicht ausreichend verarbeitet werden.
Es handelt sich dabei allerdings um Limitierungen der Software und nicht um Vorgaben für die Berechnung von Reflexionen. Eine realitätsnahe Simulation ist mit der aktuell verfügbaren Simulationssoftware nur begrenzt möglich.

Kategorien von Reflexionen

Fachleute sind überwiegend der Meinung, dass die sog. Absolutblendung, die eine Störung der Sehfähigkeit bewirkt, ab einer Leuchtdichte von ca. 100.000 cd/m^2 beginnt. Störungen sind z.B. Nachbilder in Form von hellen Punkten nachdem in die Sonne geschaut wurde. Auch in der LAI Lichtleitlinie ist dieser Wert angegeben (S. 21, der Wert ist bezogen auf die Tagesadaption des Auges).
Aber nicht alle Reflexionen führen zwangsläufig zu einer Blendwirkung, da es sich neben den messbaren Effekten auch in einem hohen Maß um eine subjektiv empfundene Erscheinung/Irritation handelt (Psychologische Blendwirkung). Das Forschungsinstitut Sandia National Labortories (USA) hat verschiedene Untersuchungen auf diesem Gebiet analysiert und eine Skala entwickelt, die die Wahrscheinlichkeit für Störungen/Nachbilder durch Lichtimmissionen in Bezug zu ihrer Intensität kategorisiert. Diese Kategorisierung entspricht dem Bezug zwischen Leuchtdichte (W/cm^2) und Ausdehnung (Raumwinkel, mrad). Die folgende Skizze zeigt die Bewertungsskala in der Übersicht und auch das hier verwendete Simulationsprogramm stellt die jeweiligen Messergebnisse in ähnlicher Weise dar.

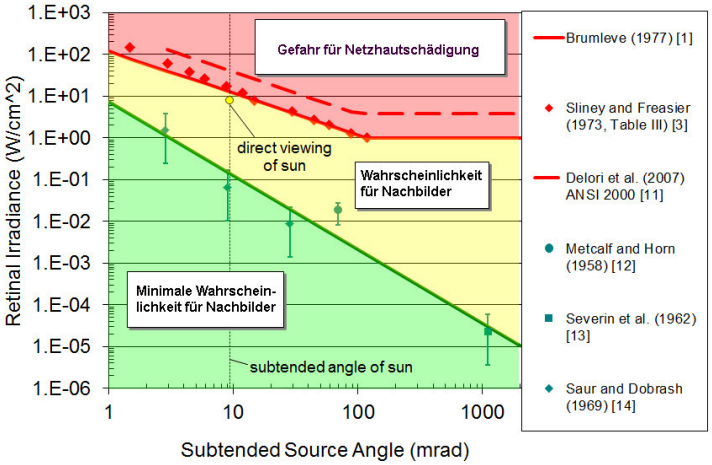


Bild 3.6.1: Kategorisierung von Reflexionen (Quelle: Sandia National Labortories, siehe auch Diagramme im Anhang)

[7] Handbuch: https://www.nrel.gov/docs/fy08osti/43156.pdf
[8] DWD Service: https://www.dwd.de/DE/leistungen/rcccm/int/rcccm_int_cfc.html
Bild: https://www.dwd.de/DWD/klima/rcccm/int/rcc_eude_eur_cfc_mean_2019_17.png

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

FON:+49 (0)40 79 69 59 36
FAX:+49 (0)40 79 69 59 38
info@solpeg.de
http://www.solpeg.de

4 Ergebnisse

4.1 Ergebnisübersicht

Die Berechnung der potentiellen Blendwirkung der PV Anlage Rasthof Fläming wird für 5 exemplarisch gewählte Messpunkte durchgeführt. Das Ergebnis ist die Anzahl von Minuten pro Jahr, in denen eine Blendwirkung der Kategorien „Minimal“ und „Gering“ auftreten kann.
Die Kategorien entsprechen den Wertebereichen der Berechnungsergebnisse in Bezug auf Leuchtdichte und -dauer. Die Wertebereiche sind im Diagramm 3.6.1 auch als farbige Flächen dargestellt:

- ■ Minimale Wahrscheinlichkeit für temporäre Nachbilder
- ■ Geringe Wahrscheinlichkeit für temporäre Nachbilder

Die unbereinigten Ergebnisse (Rohdaten) beinhalten alle rechnerisch ermittelten Reflexionen, auch solche, die lt. Ausführungen der LAI Lichtleitlinie zu schutzwürdigen Zonen zu vernachlässigen sind. U.a. sind Reflexionen mit einem Differenzwinkel zwischen Sonne und Immissionsquelle von weniger als 10° zu vernachlässigen, da in solchen Konstellationen die Sonne selbst die Ursache für eine mögliche Blendwirkung darstellt. Auch Reflexionen die im „nächtlichen Zeitfenster“ von 22:00 – 06:00 Uhr auftreten würden (sofern möglich), sind zu relativieren bzw. zu vernachlässigen. Nach Bereinigung der Rohdaten sind die Ergebnisse üblicherweise um ca. 20 - 50% geringer und es sind nur noch Werte der Kategorie „Gelb“ vorhanden. D.h. es besteht eine geringe Wahrscheinlichkeit für temporäre Nachbilder.

Die folgende Tabelle zeigt die Ergebniswerte nach Bereinigung der Rohdaten und Anmerkungen zu weiteren Einschränkungen. Die Zahlen dienen der Übersicht aus formellen Gründen und sind nur im Kontext und mit den genannten Einschränkungen zu verwenden. Details zu den jeweiligen Messpunkten werden im weiteren Verlauf von Abschnitt 4 beschrieben.

Tabelle 2: Potentielle Blendwirkung an den jeweiligen Messpunkten [Kategorie ■, Minuten pro Jahr]

Messpunkt	**PV Feld Nordwest**	**PV Feld Nordost**
P1 A9 Nord	1838[W]	-
P2 A9 Mitte	1695[WG]	-
P3 Gebäude Raststätte Fläming		-

Messpunkt	**PV Feld Südwest**	**PV Feld Südost**
P4 A9 Süd	21[W]	-
P5 A9 Südwest	3304[WG]	-
Gebäude Locktow (Kontrolle)	-	-

[W] Aufgrund des Einfallswinkels zu vernachlässigen
[E] Aufgrund der Entfernung zur Immissionsquelle zu vernachlässigen
[G] Aufgrund der Geländestruktur oder Hindernissen/Sichtschutz zu vernachlässigen

Die unbereinigten Daten sind im Anhang aufgeführt.

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

FON:+49 (0)40 79 69 59 36
FAX:+49 (0)40 79 69 59 38
info@solpeg.de
http://www.solpeg.de

4.2 Ergebnisse am Messpunkt P1, A9 Nord

Am Messpunkt P1 auf der A9 können bei der Fahrt Richtung Südwesten theoretisch Reflexionen durch die PV Teilfläche Nordwest auftreten. Diese können rein rechnerisch zwischen dem 22. April und dem 20. August abends zwischen 18:00 - 18:33 Uhr für maximal 17 Minuten pro Tag auftreten. Die Einfallswinkel von potentiellen Reflexionen liegen mit ca. +55° bis +78° rechts (westlich) der Fahrtrichtung deutlich außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels. Eine Beeinträchtigung für Fahrzeugführer kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Zur Veranschaulichung verdeutlicht die folgende Skizze dennoch die Situation am Messpunkt P1 in Bezug auf die unbereinigten Rohdaten.

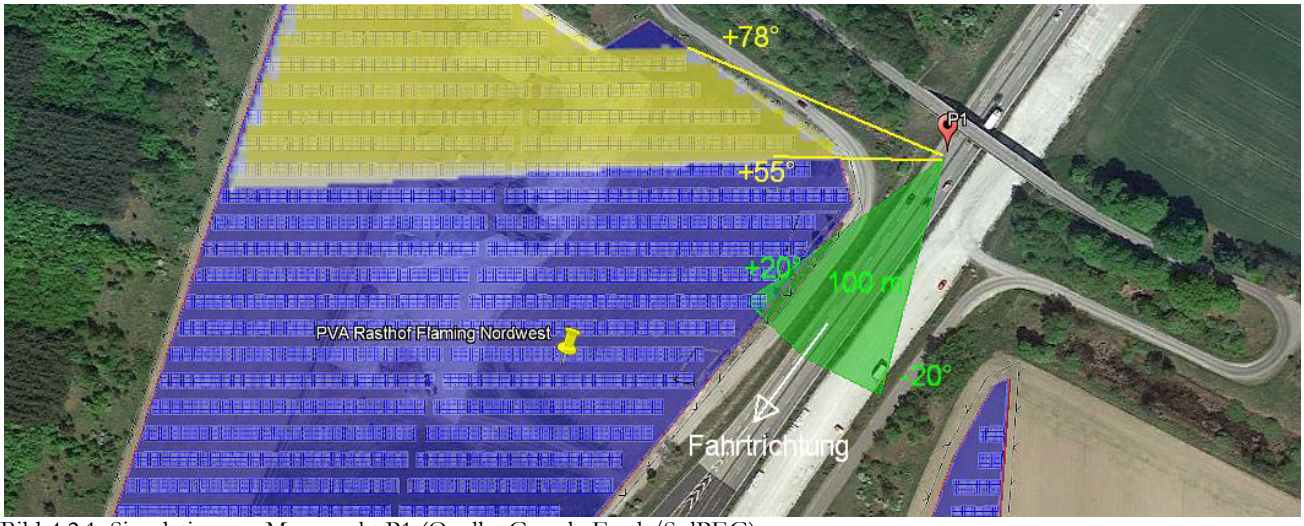


Bild 4.2.1: Simulation am Messpunkt P1 (Quelle: Google Earth/SolPEG)

Der grün markierte Bereich symbolisiert den für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkel (Fahrtrichtung +/-20°, ca. 100m). Im gelb/weiß markierten Bereich westlich der Fahrbahn können bei der Fahrt Richtung Südwesten theoretisch abends Reflexionen durch die PV Anlage auftreten. Nach Bereinigung der Rohdaten ist die Fläche entsprechend kleiner bzw. schmaler.

Das folgende Foto zeigt den Bereich am Messpunkt P1 bei der Fahrt Richtung Südwesten. Die Flächen der PV Anlage liegen außerhalb des relevanten Sichtwinkels (leicht heller dargestellt).

Bild 4.2.2: Messpunkt P1, Fahrt Richtung Südwesten (Quelle: Google StreetView, Ausschnitt)

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

FON:+49 (0)40 79 69 59 36
FAX:+49 (0)40 79 69 59 38
info@solpeg.de
http://www.solpeg.de

4.3 Ergebnisse am Messpunkt P2, Einmündung auf die A9

Am Messpunkt P2 bei der Auffahrt auf die A9 handelt es sich um einen sicherheitsrelevanten Bereich an dem erhöhte Aufmerksamkeit erforderlich ist. Nach Bereinigung der Rohdaten sind in diesem Bereich keine Reflexionen durch die PV Anlage mehr nachweisbar. Dies ist überwiegend damit begründet, dass potentielle Reflexionen nur in den frühen Morgenstunden aus östlicher Richtung auftreten können. In solchen Konstellation steht die Sonne dicht über dem Horizont (<10°) und wäre überwiegend selbst die Ursache für Blendwirkungen.
Zu Kontrollzwecken wurden Messpunkt P2 auch anhand der unbereinigten Daten analysiert. Dabei zeigt sich, dass die Einfallswinkel von potentiellen Reflexionen mit ca. +27° bis +38° rechts (östlich) der Fahrtrichtung außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels liegen und somit zu vernachlässigen sind.
Aufgrund der ermittelten Ergebnisse kann eine Beeinträchtigung für Fahrzeugführer durch Reflexionen durch die PV Anlage (Teilfläche Nordost) mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Zur Veranschaulichung verdeutlicht die folgende Skizze dennoch die Situation am Messpunkt P2 in Bezug auf die unbereinigten Rohdaten (PV Fläche Nordost).

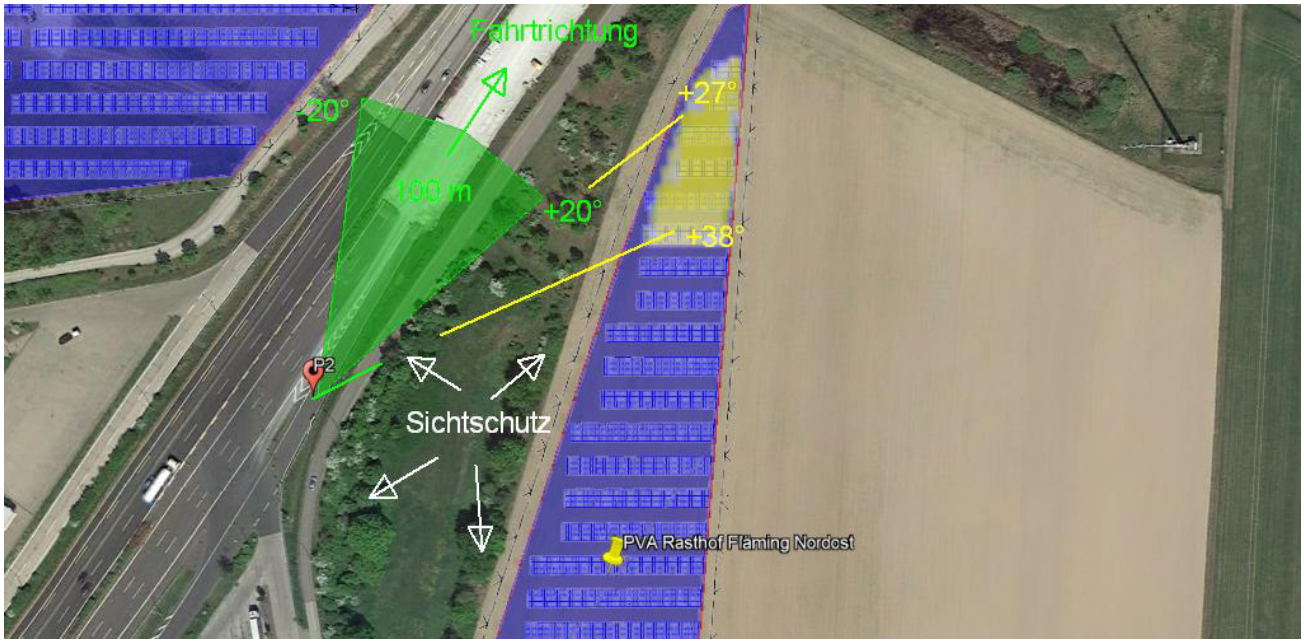


Bild 4.3.1: Simulation am Messpunkt P2 (Quelle: Google Earth/SolPEG)

Darüber hinaus befindet sich zwischen Fahrbahn und PV Anlage ein Bewuchs aus Büschen und Bäumen wodurch ein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle verhindert wird. Für die Bewertung einer potentiellen Blendwirkung wurde dieser Umstand allerdings nicht weiter berücksichtigt.

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

FON:+49 (0)40 79 69 59 36
FAX:+49 (0)40 79 69 59 38
info@solpeg.de
http://www.solpeg.de

Das folgende Foto zeigt den Bereich am Messpunkt P2 bei der Fahrt Richtung Nordosten und verdeutlicht, dass die PV Anlage außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels liegt und darüber hinaus hinter Büschen und Bäumen verborgen. Der relevante Sichtwinkel ist leicht heller dargestellt.

Bild 4.3.2: Messpunkt P2, Fahrt Richtung Nordosten (Quelle: Google StreetView, Ausschnitt)

Rein rechnerisch könnten am Messpunkt P2 auch Reflexionen durch das westlich der A9 gelegene PV Feld West auftreten. Nach Bereinigung der Rohdaten sind allerdings auch hier keine Reflexionen mehr nachweisbar. Wie bei PV Feld Nordost würden potentielle Reflexionen auch hier deutlich außerhalb des relevanten Sichtwinkels liegen und wären auch unter diesem Aspekt zu vernachlässigen.

4.4 Ergebnisse am Messpunkt P3, Raststätte Fläming (Ost)

Am Messpunkt P3 im Bereich der Gebäude Raststätte Fläming (Ost) sind nach der Bereinigung der Rohdaten keine Reflexionen durch die PV Anlage (Teilfläche Nordost) mehr nachweisbar. Eine Beeinträchtigung im Sinne der LAI Lichtleitlinie von Gästen und Mitarbeitern durch Reflexionen durch die PV Anlage kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Das gilt gleichermaßen für den Außen- und auch für Innenbereich der Raststätte.

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

FON:+49 (0)40 79 69 59 36
FAX:+49 (0)40 79 69 59 38
info@solpeg.de
http://www.solpeg.de

4.5 Ergebnisse am Messpunkt P4, A9 Süd

Am Messpunkt P4 auf der A9 können bei der Fahrt Richtung Südwesten rein rechnerisch insgesamt nur an 21 Minuten pro Jahr und maximal 6 Minuten pro Tag[9] Reflexion durch die PV Teilfläche Südwest auftreten und sind daher zu vernachlässigen.

Die folgende Tabelle zeigt dennoch die Ergebnisse in der Übersicht.

Tabelle 3: Mögliches Auftreten und Dauer von Reflexionen am Messpunkt P4

Zeitraum Beginn	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag (max.)	Minuten im Zeitraum	Erstes Auftreten	Letztes Auftreten
04. Mai	05. Mai	5	10	18:18	18:23
07. August	08. August	6	11	18:27	18:33

Das folgende Diagramm verdeutlicht die Verteilung der aufgeführten Minuten pro Tag im Jahresverlauf bzw. im relevanten Zeitraum Mai bzw. August.

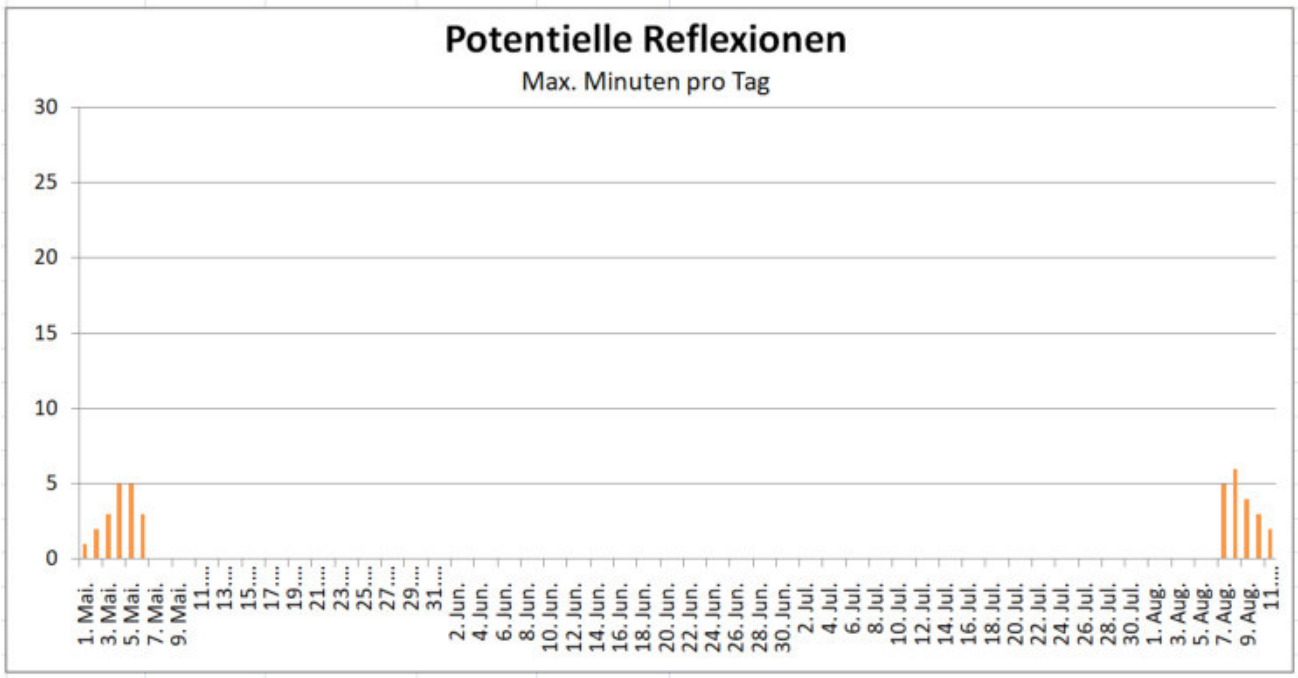


Bild 4.5.1: Reflexionen pro Tag im Jahresverlauf (Quelle: Simulationsergebnisse, aufbereitet)

Potentielle Reflexionen sind aufgrund der zeitlichen Dauer im Sinne der LAI Lichtleitlinie zu vernachlässigen. Entscheidend für die Beurteilung einer potentiellen Blendwirkung ist aber der Umstand, dass auch in diesem Bereich die Einfallswinkel von potentiellen Reflexionen außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels liegen.

Eine Beeinträchtigung für Fahrzeugführer durch Reflexionen durch die PV Anlage (Teilfläche Südwest) kann mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden.

[9] Generell wird das Auftreten von Reflexionen an weniger als 5 Minuten pro Tag nicht berücksichtigt (Messunsicherheit)

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

FON:+49 (0)40 79 69 59 36
FAX:+49 (0)40 79 69 59 38
info@solpeg.de
http://www.solpeg.de

Beispielhaft für die Simulationsergebnisse zeigen die folgenden Diagramme das Auftreten der Reflexionen im Tages- bzw. im Jahresverlauf am Messpunkt P4. Die jeweiligen Farben (hier nur gelb) symbolisieren die Kategorie der potentiellen Blendwirkung in Bezug zur Leuchtdichte der Reflexionen. Wie bereits in Abschnitt 3.6 ausgeführt sind jeweils die Rohdaten mit den theoretischen Maximalwerten dargestellt die nicht ohne Einschränkungen verwendet werden können. Die im Ergebnis gezeigten 1031 Minuten wären allerdings auch ohne Bereinigung der Daten deutlich unterhalb der Empfehlungen der Lichtleitlinie.

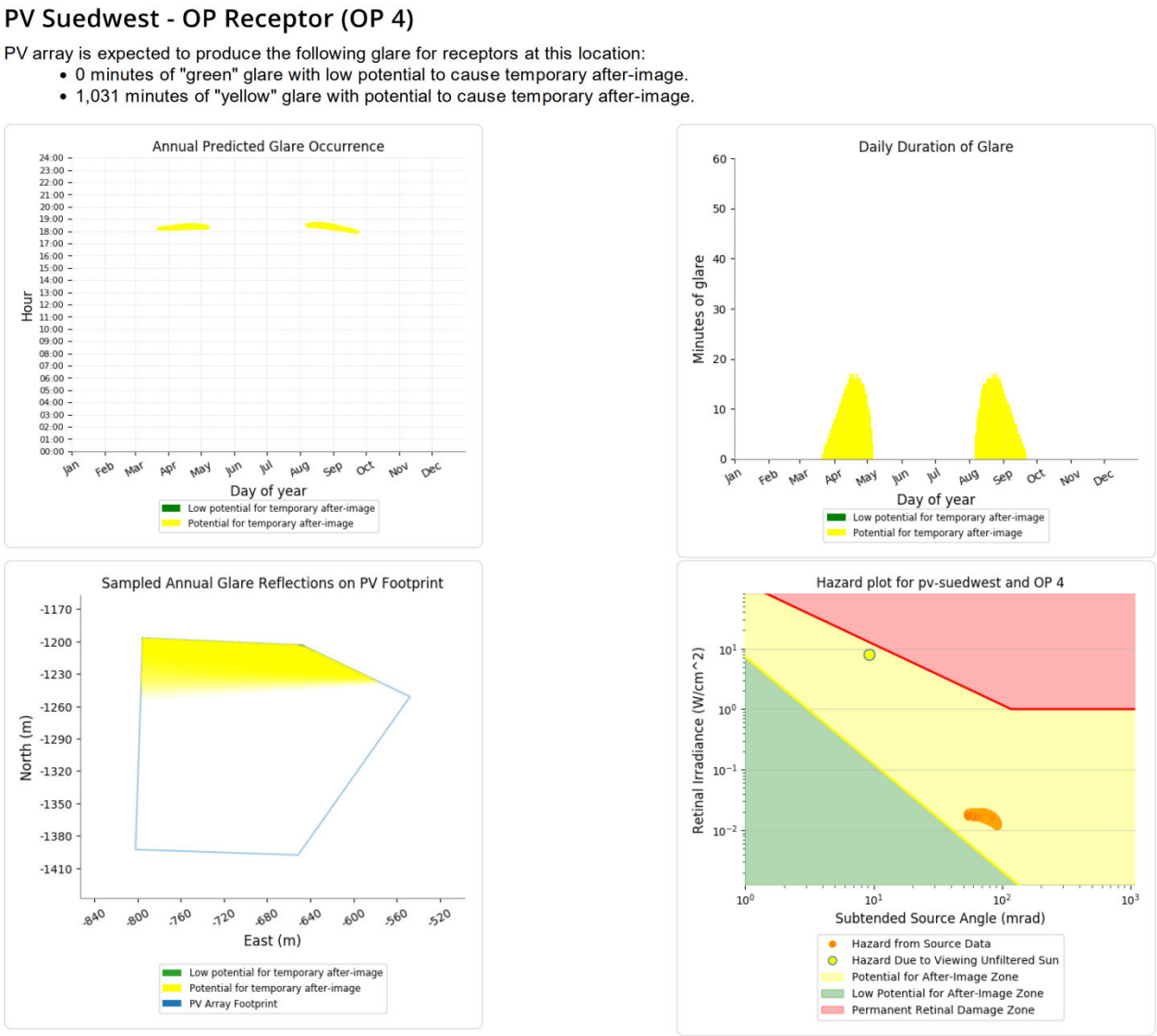


Bild 4.5.2: Ergebnisdetails für Messpunkt P4 (Quelle: Simulationsergebnisse)

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

FON:+49 (0)40 79 69 59 36
FAX:+49 (0)40 79 69 59 38
info@solpeg.de
http://www.solpeg.de

4.6 Ergebnisse am Messpunkt P5, A9 Südwest

Am Messpunkt P5 auf der A9 können rein rechnerisch Reflexionen durch die PV Teilflächen Südwest und Südost auftreten, morgens östlich der Fahrtrichtung und abends aus westlicher Richtung. Die Einfallswinkel von potentiellen Reflexionen liegen allerdings sowohl morgens und auch abends teils deutlich außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Blickwinkels. Eine Beeinträchtigung von Fahrzeugführern kann daher mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Zur Veranschaulichung werden dennoch in der folgenden Skizze die potentiellen Reflexionen am Messpunkt P5 auf Bass der unbereinigten Rohdaten dargestellt. Nach Bereinigung der Rohdaten ist der Bereich entsprechend kleiner bzw. schmaler und die Einfallswinkel entsprechend größer.

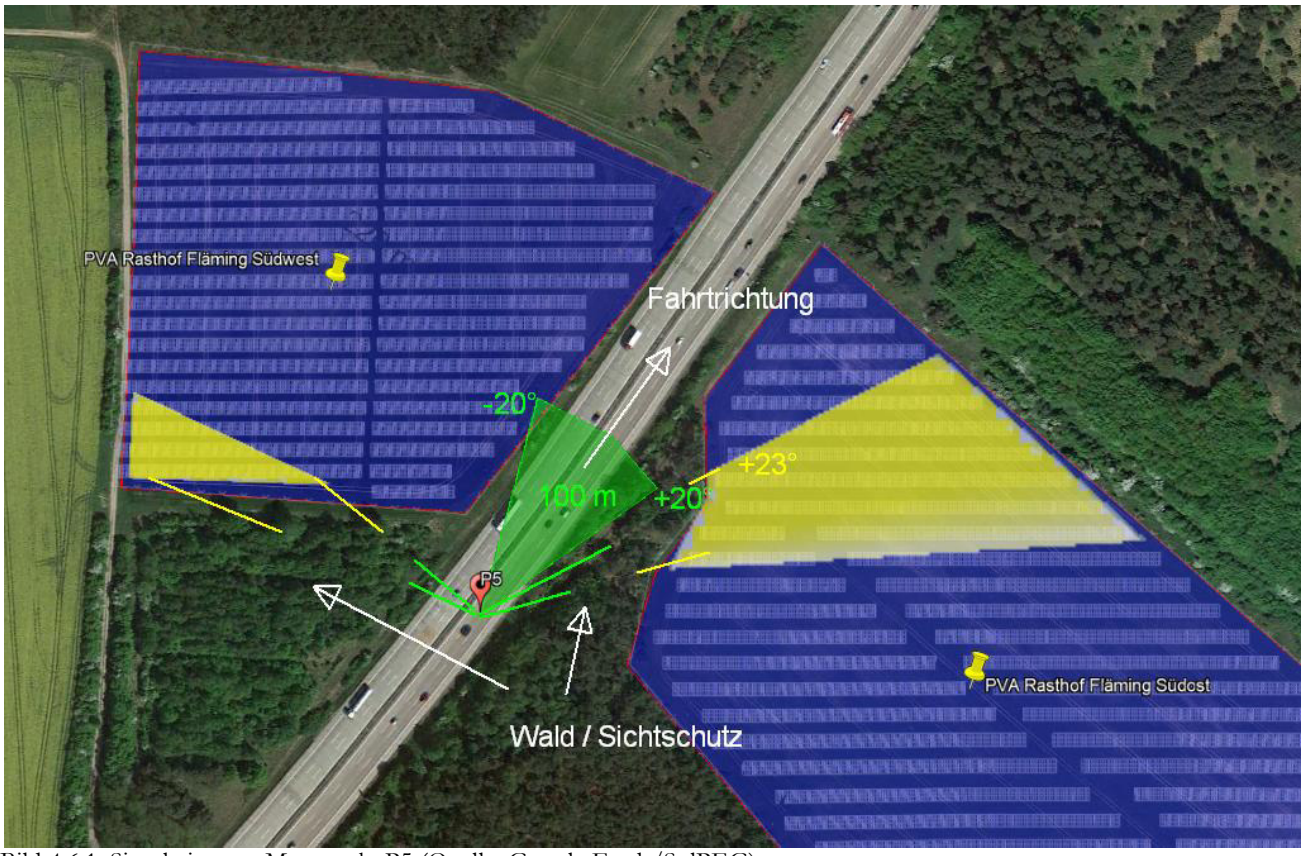


Bild 4.6.1: Simulation am Messpunkt P5 (Quelle: Google Earth/SolPEG)

Der grün markierte Bereich symbolisiert den für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkel. Im gelb/weiß markierten Bereich können bei der Fahrt Richtung Nordosten theoretisch Reflexionen durch die PV Anlage auftreten. Zwischen der Fahrbahn und den Flächen der PV Anlage befindet sich allerdings ein ausgeprägter Bewuchs durch Büsche und Bäume, sodass kein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle vorhanden ist.

Allgemein wird angenommen, dass ein Sichtschutz durch unbelaubte Baumstämme, Äste und Zweige in der Zeit zwischen Oktober bis Mai bereits mit ca. 20-30% anzusetzen ist. Ein Sichtschutz bzw. eine Reduzierung der Lichtdurchlässigkeit durch ausgeprägtes Blattwerk in der Zeit zwischen Anfang Juni bis Ende August wird mit mindestens 50-70% angenommen. Wald wird als nahezu lichtundurchlässig angesehen (horizontaler Blick).

Das folgende Bild zeigt den Bereich am Messpunkt P5 bei der Fahrt Richtung Nordosten. Der relevante Sichtwinkel ist leicht heller dargestellt. Das Foto verdeutlicht, dass die Flächen der PV Anlage nicht einsehbar sind.

Bild 4.6.2: Messpunkt P5, Fahrt Richtung Nordosten (Quelle: Google StreetView, Ausschnitt)

Im weiteren Verlauf der A9 sind die örtlichen Gegebenheiten kaum verändert und daher gelten die Ausführungen auch für die weitere Fahrt Richtung Nordosten.

4.7 Ergebnisse im Bereich der Gebäude Locktow

Der Bereich der Gebäude der westlich gelegenen Ortschaft Locktow wurde zu Kontrollzwecken untersucht aber aufgrund der sehr großen Entfernung zur Immissionsquelle sind Beeinträchtigungen durch die PVB Anlage kaum zu erwarten. Die Simulationsergebnisse zeigen erwartungsgemäß keine Reflexionen und daher können Beeinträchtigungen bzw. „erheblichew Belästigungen“ für Anwohner im Sinne der LAI Lichtleitlinie mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden.

SolPEG GmbH
Normannenweg 17-21
D-20537 Hamburg
Germany

FON:+49 (0)40 79 69 59 36
FAX:+49 (0)40 79 69 59 38
info@solpeg.de
http://www.solpeg.de

5 Zusammenfassung der Ergebnisse

5.1 Zusammenfassung

Die Analyse von insgesamt 2 x 3 exemplarisch gewählten Messpunkten im Bereich der 4 Teilflächen der geplanten PV Anlage Rasthof Fläming zeigt für Verkehrsteilnehmer auf der A9 eine geringfügige, theoretische Wahrscheinlichkeit für Reflexionen. Diese liegen allerdings überwiegend deutlich außerhalb des für Fahrzeugführer relevanten Sichtwinkels und sind daher zu vernachlässigen. Darüber hinaus ist im Randbereich der A9 ein Bewuchs aus Büschen und Bäumen vorhanden, sodass überwiegend kein direkter Sichtkontakt zur Immissionsquelle vorhanden ist. Eine Beeinträchtigung von Fahrzeugführern (PKW/LKW) durch Reflexionen durch die geplante PV Anlage kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.
Dies gleichermaßen auch gilt auch für Gäste oder Mitarbeiter der Raststätte Fläming sowie für Anwohner der westlich gelegenen Ortschaft Locktow. Eine „erhebliche Belästigung" im Bereich von schutzwürdigen Zonen im Sinne der LAI Lichtleitlinie ist nicht gegeben.
Es ist davon auszugehen, dass die theoretisch berechneten Reflexionen in der Praxis keine Blendwirkung entwickeln werden. Details zu den Ergebnissen an den jeweiligen Messpunkten finden sich in Abschnitt 4.

5.2 Beurteilung der Ergebnisse

Die potentielle Blendwirkung der hier betrachteten PV Anlage „Rasthof Fläming" kann als „geringfügig" klassifiziert[10] werden. Im Vergleich zur Blendwirkung durch direktes Sonnenlicht oder durch Spiegelungen von Windschutzscheiben, Wasserflächen, Gewächshäusern o.ä. ist diese „vernachlässigbar". Unter Berücksichtigung von weiteren Einflussfaktoren wie z.B. Geländestruktur, lokalen Wetterbedingungen (Frühnebel, etc.) kann die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Reflexion der PV Anlage als äußerst gering eingestuft werden. Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse sind keine speziellen Sichtschutzmaßnahmen erforderlich bzw. angeraten.

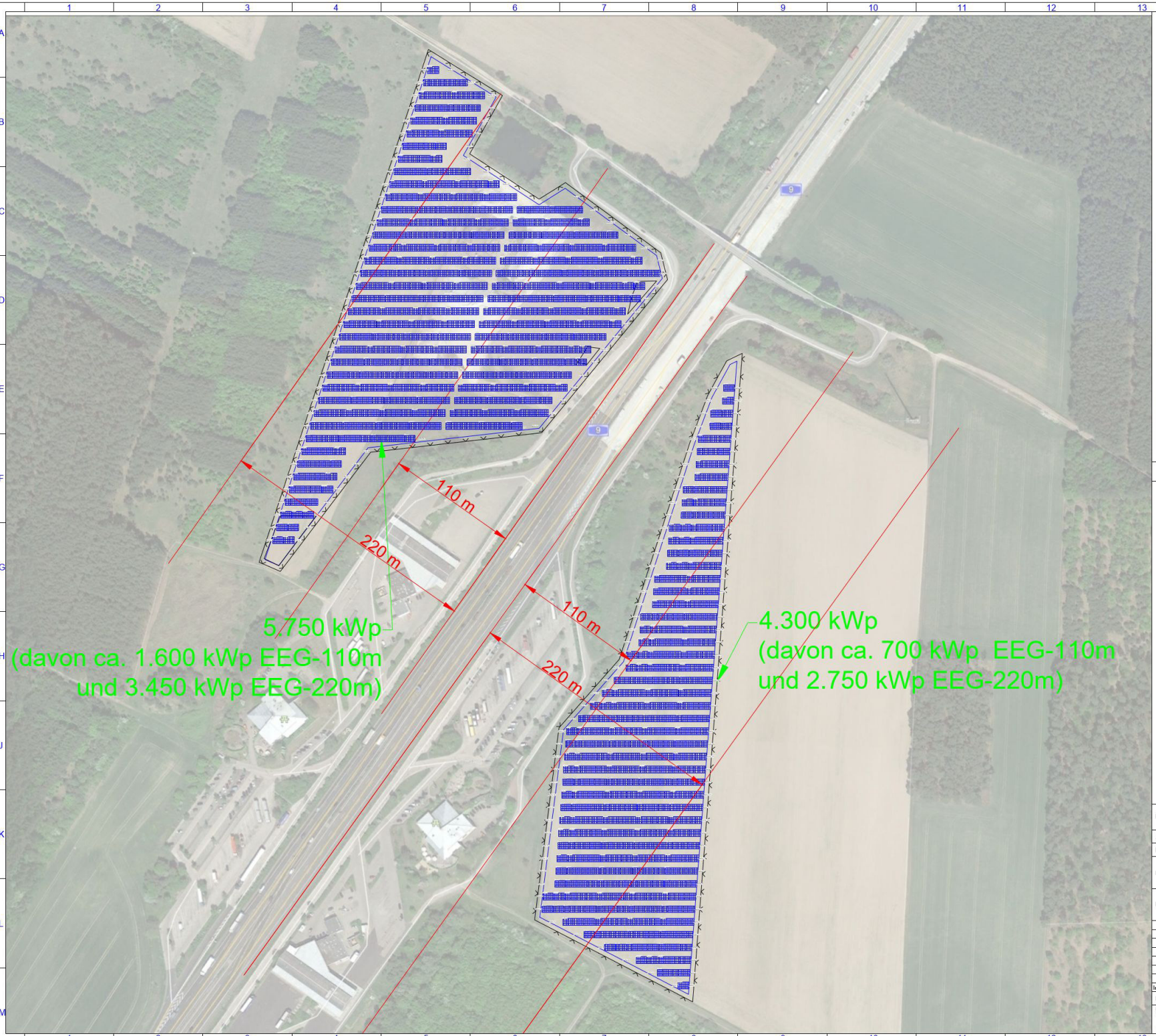
6 Schlussbemerkung

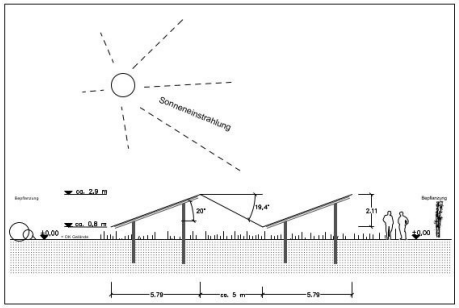
Die hier dargestellten Untersuchungen, Sachverhalte und Einschätzungen wurden nach bestem Wissen und Gewissen und anhand von vorgelegten Informationen, eigenen Untersuchungen und weiterführenden Recherchen angefertigt. Eine Haftung für etwaige Schäden, die aus diesen Ausführungen bzw. weiterer Maßnahmen erfolgen, kann nicht übernommen werden.

Hamburg, den 20.09.2021

Dieko Jacobi / SolPEG GmbH

[10] Die Klassifizierung entspricht den Wertebereichen der Simulationsergebnisse





Alle Maße sind eigenverantwortlich vor Ort zu prüfen

GP JOULE
TRUST YOUR ENERGY.

GP JOULE EPC GmbH & Co. KG
Adlerstraße 2
73312 Geislingen/Steige
Telefon: +49 7331-3035-0 Telefax: +49 7331-3035-399
email: anlagenbau@gp-joule.de web:www.gp-joule.de

Anlagenübersicht:		Unterkonstruktion:	
Gesamtleistung:	10,05 MWp	Hersteller:	----
Trafoleistung AC:	9,25 MVA	Modulneigung:	20° +/-1°
Modulverschaltung:	27	Schattenwinkel:	----
	----	Moduleaufständerung:	3-reihig hochkant
Module:		**Wechselrichter:**	
Hersteller:	Trina oder vgl.	Hersteller:	Huawei oder vgl.
Typ 1:	TSM-DE15M(II) 415Wp	Typ 1:	185 KTL
Anzahl 1:	24.219	Anzahl 1:	50
Typ 2:	----	Typ 2:	----
Anzahl 2:	----	Anzahl 2:	----

LEGENDE

N W O S

- Baugrenze
- Kabelgraben DC
- Modulreihen
- Zaun
- Kabelgraben AC
- Cluster
- privater Fahrweg
- 233 Vermessungspunkt
- Übergabestation
- Weg unbefestigt
- Modulfeldgrenze
- Trafo-Gebäude
- Grünflächen
- Mittelspannung

Projekt	Linthe	Projekt Nr.	DEPV_000x
Adresse	----	Umfang	1.223 m & 1.285m
Koordinaten	52.13°N 12.754°E	Fläche	4,1 ha & 6,1 ha
Bauherr	----	Telefon:	----
	----	E-Mail:	----

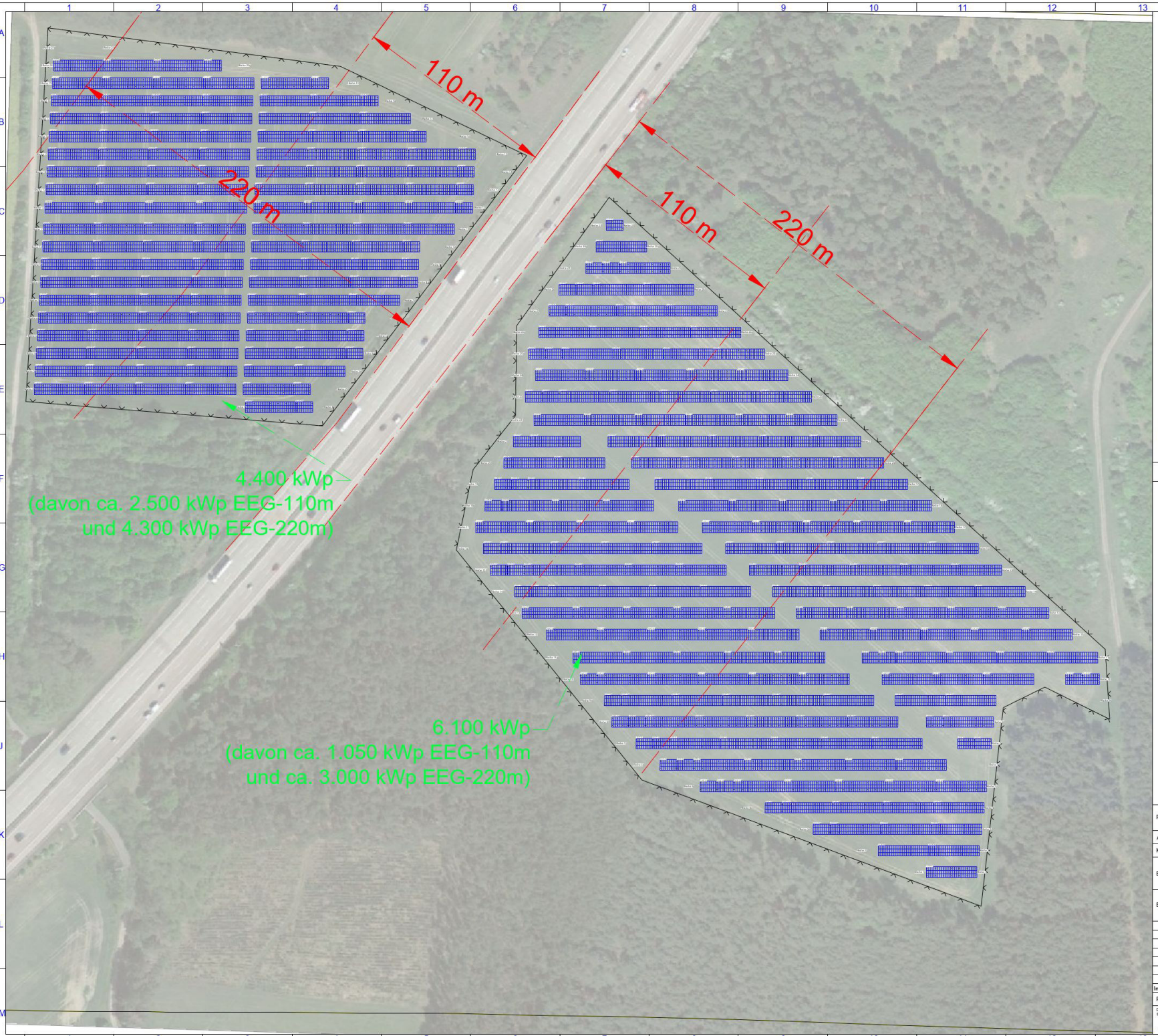
Bauleitung	----	Telefon:	----
	----	E-Mail:	----

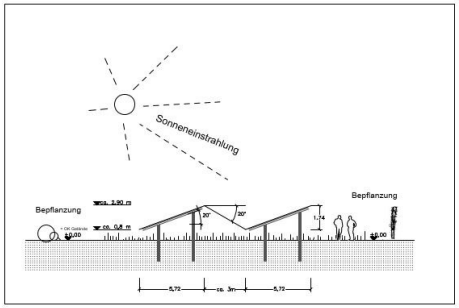
Index	Änderung	Datum	Name
7	----	----	----
6	----	----	----
5	----	----	----
4	----	----	----
3	----	----	----
2	----	----	----
1	----	----	----

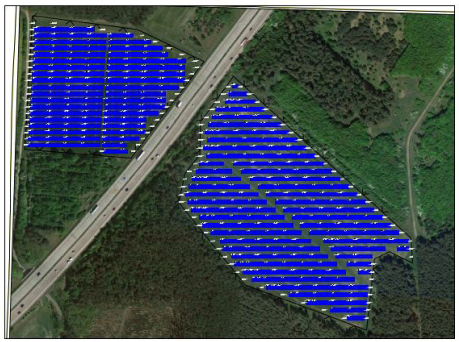
Planinhalt	MLP Linthe Vorentwurf			
Durch den Bauherren geprüft und freigegeben	Maßstab	erstellt/geändert	Revision	Datum erstellt/geändert
Datum	Benutzerspezifisch	Yannick Martok	----	17.09.2020 / 17.09.2020
Unterschrift				

Diese Zeichnung ist urheberrechtlich geschützt und darf ohne unsere schriftliche Zustimmung keinen Dritten inhaltlich mitgeteilt noch ausgehändigt werden !

LINTHE(2)







Alle Maße sind eigenverantwortlich vor Ort zu prüfen

GP JOULE
TRUST YOUR ENERGY.

GP JOULE EPC GmbH & Co. KG
Adlerstraße 2
73312 Geislingen/Steige
Telefon: +49 7331-3035-0 Telefax: +49 7331-3035-399
email: anlagenbau@gp-joule.de web:www.gp-joule.de

Anlagenübersicht:		Unterkonstruktion:	
Gesamtleistung:	10,499 MWp	Hersteller:	----
Trafoleistung AC:	9,62 MVA	Modulneigung:	3-reihig hochkant
Modulverschaltung:	27	Schattenwinkel:	unteres Modul halb-verschattet
	----	Moduleaufständerung:	20° +/-1°
Module:		**Wechselrichter:**	
Hersteller:	Trina oder vgl.	Hersteller:	Huawei oder vgl.
Typ 1:	TSM-DE15M(II) 415Wp	Typ 1:	185 KTL
Anzahl 1:	25.299	Anzahl 1:	52
Typ 2:	----	Typ 2:	----
Anzahl 2:	----	Anzahl 2:	----

LEGENDE

N W O S

- Baugrenze
- Modulreihen
- Cluster
- Übergabestation
- Trafo-Gebäude
- Kabelgraben DC
- Zaun
- privater Fahrweg
- Weg unbefestigt
- Grünflächen
- Kabelgraben AC
- Vermessungspunkt
- Modulfeldgrenze
- Mittelspannung

Projekt	Linthe 2.Fläche	Projekt Nr.	DEPV_000x
Adresse	----	Umfang	1.160 m & 830 m
Koordinaten	52.124°N 12.7472°E	Fläche	6,63 ha & 4,27 ha
Bauherr	----	Telefon:	----
	----	E-Mail:	----

Bauleitung	----	Telefon:	----
	----	E-Mail:	----

Index	Änderung	Datum	Name
7	----	---	---
6	----	---	---
5	----	---	---
4	----	---	---
3	----	---	---
2	----	---	---
1	----	---	---

Planinhalt	MLP Linthe 2.Fläche Vorentwurf			
Durch den Bauherren geprüft und freigegeben	Maßstab	erstellt/geändert	Revision	Datum erstellt/geändert
Datum	Benutzerspezifisch	Yannick Martok	---	17.09.2020 / 17.09.2020
Unterschrift				

Diese Zeichnung ist urheberrechtlich geschützt und darf ohne unsere schriftliche Zustimmung keinen Dritten inhaltlich mitgeteilt noch ausgehändigt werden !

LINTHE 2.B(1)

THE TALLMAX™

FRAMED 144 LAYOUT MODULE

144 LAYOUT
MONOCRYSTALLINE MODULE

430-450W
POWER OUTPUT RANGE

20.6%
MAXIMUM EFFICIENCY

0~+5W
POSITIVE POWER TOLERANCE

PRODUCTS	POWER RANGE
TSM-DE17M(II)	430-450W

Founded in 1997, Trina Solar is the world's leading total solution provider for solar energy. With local presence around the globe, Trina Solar is able to provide exceptional service to each customer in each market and deliver our innovative, reliable products with the backing of Trina as a strong, bankable brand. Trina Solar now distributes its PV products to over 100 countries all over the world. We are committed to building strategic, mutually beneficial collaborations with installers, developers, distributors and other partners in driving smart energy together.

Comprehensive Products and System Certificates

IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716
ISO 9001: Quality Management System
ISO 14001: Environmental Management System
ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification
OHSAS 18001: Occupation Health and Safety Management System

High power

- Up to 450W front power and 20.6% module efficiency with half-cut and MBB (Multi Busbar) technology bringing more BOS savings
- Lower resistance of half-cut and good reflection effect of MBB ensure high power

High reliability

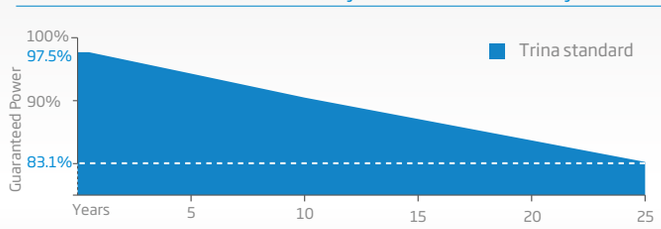
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to salt, acid and ammonia
- Mechanical performance: Up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load

High energy generation

- Excellent IAM and low light performance validated by 3rd party with cell process and module material optimization
- Lower temp coefficient (-0.36%) and NMOT bring more energy leading to lower LCOE
- Better anti-shading performance and lower operating temperature

PERFORMANCE WARRANTY

10 Year Product Warranty · 25 Year Power Warranty



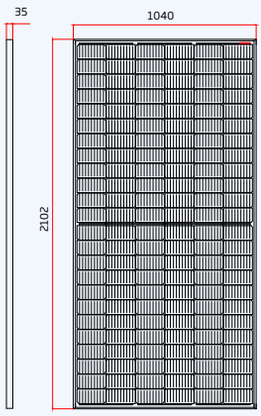
From the 2nd year to the 25th year, the average annual power decline will be no more than 0.6%.

Trinasolar

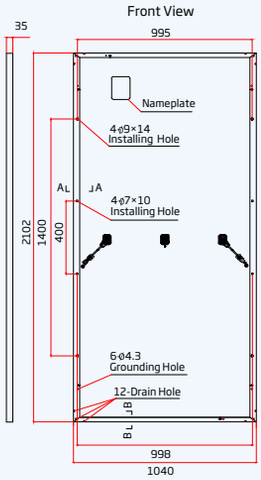
TALLMAX M

144 LAYOUT MODULE

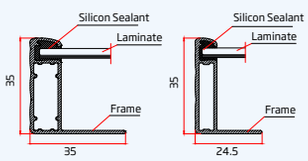
DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)



Front View

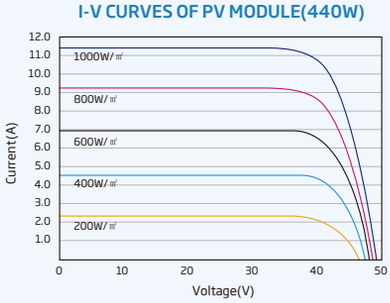


Back View

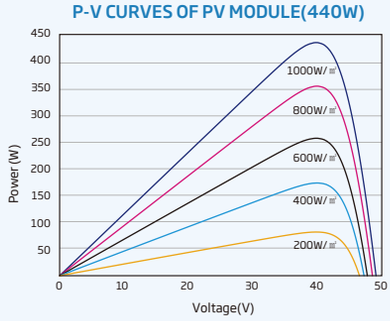


A-A B-B

I-V CURVES OF PV MODULE(440W)



P-V CURVES OF PV MODULE(440W)



ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts-P_{MAX} (Wp)*	430	435	440	445	450
Power Output Tolerance-P_{MAX} (W)	0 ~ +5				
Maximum Power Voltage-V_{MPP} (V)	40.3	40.5	40.7	40.8	41.0
Maximum Power Current-I_{MPP} (A)	10.67	10.74	10.82	10.90	10.98
Open Circuit Voltage-V_{OC} (V)	48.7	49.0	49.2	49.4	49.6
Short Circuit Current-I_{SC} (A)	11.22	11.31	11.39	11.46	11.53
Module Efficiency η_m (%)	19.7	19.9	20.1	20.4	20.6

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5.
*Measuring tolerance: ±3%.

ELECTRICAL DATA (NMOT)

Maximum Power-P_{MAX} (Wp)	325	329	333	336	340
Maximum Power Voltage-V_{MPP} (V)	38.0	38.2	38.4	38.5	38.7
Maximum Power Current-I_{MPP} (A)	8.56	8.61	8.68	8.73	8.80
Open Circuit Voltage-V_{OC} (V)	46.0	46.3	46.4	46.6	46.8
Short Circuit Current-I_{SC} (A)	9.03	9.11	9.17	9.23	9.28

NMOT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
Cell Orientation	144 cells (6 × 24)
Module Dimensions	2102 ×1040× 35 mm (82.76 × 40.94 × 1.38 inches)
Weight	24.0 kg (52.9lb)
Glass	3.2 mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant Material	EVA
Backsheet	White
Frame	35 mm (1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm² (0.006 inches²), Portrait: N 280mm/P 280mm(11.02/11.02inches) Landscape: N 1400 mm /P 1400 mm (55.12/55.12 inches)
Connector	MC4 EVO2 / TS4*

*Please refer to regional datasheet for specified connector.

TEMPERATURE RATINGS

NMOT (Nominal Module Operating Temperature)	41℃ (±3℃)
Temperature Coefficient of P_{MAX}	- 0.36%/℃
Temperature Coefficient of V_{OC}	- 0.26%/℃
Temperature Coefficient of I_{SC}	0.04%/℃

MAXIMUMRATINGS

Operational Temperature	-40~+85℃
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC)
Max Series Fuse Rating	20A

(Do not connect Fuse in Combiner Box with two or more strings in parallel connection)

WARRANTY

10 year Product Workmanship Warranty
25 year Power Warranty

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGUREATION

Modules per box: 30 pieces
Modules per 40' container: 660 pieces

Trinasolar

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.

© 2020 Trina Solar Limited. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

Version number: TSM_EN_2020_A

www.trinasolar.com

ForgeSolar

Solarpark

Raststaette Flaeming

Created Sept. 20, 2021
Updated Sept. 20, 2021
Time-step 1 minute
Timezone offset UTC1
Site ID 58833.10413

Project type Advanced
Project status: active
Category 1 MW to 5 MW

Misc. Analysis Settings

DNI: **varies (1,000.0 W/m^2 peak)**
Ocular transmission coefficient: **0.5**
Pupil diameter: **0.002 m**
Eye focal length: **0.017 m**
Sun subtended angle: **9.3 mrad**

Analysis Methodologies:
- Observation point: **Version 2**
- 2-Mile Flight Path: **Version 2**
- Route: **Version 2**

Summary of Results Glare with potential for temporary after-image predicted

PV Name	Tilt	Orientation	"Green" Glare	"Yellow" Glare	Energy Produced
	deg	deg	min	min	kWh
PV Nordost	20.0	180.0	0	5,031	-
PV Nordwest	20.0	180.0	0	6,080	-
PV Suedost	20.0	180.0	0	2,885	-
PV Suedwest	20.0	180.0	0	4,470	-

Component Data

PV Array(s)

Total PV footprint area: 200,191 m^2

Name: PV Nordost
Axis tracking: Fixed (no rotation)
Tilt: 20.0 deg
Orientation: 180.0 deg
Footprint area: 36,653 m^2
Rated power: -
Panel material: Smooth glass with AR coating
Vary reflectivity with sun position? Yes
Correlate slope error with surface type? Yes
Slope error: 8.43 mrad

Vertex	Latitude	Longitude	Ground elevation	Height above ground	Total elevation
	deg	deg	m	m	m
1	52.135652	12.756807	61.43	1.90	63.33
2	52.130898	12.756292	66.18	1.90	68.08
3	52.131424	12.754575	67.03	1.90	68.93
4	52.132886	12.754833	64.99	1.90	66.89
5	52.133321	12.755498	65.00	1.90	66.90

Name: PV Nordwest
Axis tracking: Fixed (no rotation)
Tilt: 20.0 deg
Orientation: 180.0 deg
Footprint area: 56,126 m^2
Rated power: -
Panel material: Smooth glass with AR coating
Vary reflectivity with sun position? Yes
Correlate slope error with surface type? Yes
Slope error: 8.43 mrad

Vertex	Latitude	Longitude	Ground elevation	Height above ground	Total elevation
	deg	deg	m	m	m
1	52.138028	12.753050	57.50	1.90	59.40
2	52.137689	12.753868	58.34	1.90	60.24
3	52.137257	12.753563	58.61	1.90	60.51
4	52.136911	12.754432	59.99	1.90	61.89
5	52.136915	12.754920	61.31	1.90	63.21
6	52.136451	12.756014	61.15	1.90	63.05
7	52.135252	12.754566	60.54	1.90	62.44
8	52.135002	12.752270	58.94	1.90	60.84
9	52.134119	12.751385	63.83	1.90	65.73
10	52.134146	12.751063	64.20	1.90	66.10

Name: PV Suedost
Axis tracking: Fixed (no rotation)
Tilt: 20.0 deg
Orientation: 180.0 deg
Footprint area: 68,560 m^2
Rated power: -
Panel material: Smooth glass with AR coating
Vary reflectivity with sun position? Yes
Correlate slope error with surface type? Yes
Slope error: 8.43 mrad

Vertex	Latitude	Longitude	Ground elevation	Height above ground	Total elevation
	deg	deg	m	m	m
1	52.126566	12.746039	87.75	1.90	89.65
2	52.124412	12.750019	96.05	1.90	97.95
3	52.124057	12.750009	98.35	1.90	100.25
4	52.124261	12.749483	95.83	1.90	97.73
5	52.124109	12.749108	95.71	1.90	97.61
6	52.123181	12.749011	100.51	1.90	102.41
7	52.123780	12.746372	98.60	1.90	100.50
8	52.124827	12.744773	94.06	1.90	95.96
9	52.125203	12.744945	91.19	1.90	93.09
10	52.125493	12.745213	89.82	1.90	91.72
11	52.125934	12.745234	87.92	1.90	89.82

Name: PV Suedwest
Axis tracking: Fixed (no rotation)
Tilt: 20.0 deg
Orientation: 180.0 deg
Footprint area: 38,852 m^2
Rated power: -
Panel material: Smooth glass with AR coating
Vary reflectivity with sun position? Yes
Correlate slope error with surface type? Yes
Slope error: 8.43 mrad

Vertex	Latitude	Longitude	Ground elevation	Height above ground	Total elevation
	deg	deg	m	m	m
1	52.127271	12.741436	83.55	1.90	85.45
2	52.127212	12.743593	88.46	1.90	90.36
3	52.126784	12.745052	85.41	1.90	87.31
4	52.125466	12.743539	85.79	1.90	87.69

5	52.125512	12.741340	80.62	1.90	82.52

Discrete Observation Receptors

Number	Latitude	Longitude	Ground elevation	Height above ground	Total Elevation
	deg	deg	m	m	m
OP 1	52.136537	12.756571	61.00	2.00	63.00
OP 2	52.134712	12.754930	61.98	2.00	63.98
OP 3	52.131933	12.753020	67.79	0.00	67.79
OP 4	52.126920	12.745543	86.04	2.00	88.04
OP 5	52.125148	12.743772	88.16	2.00	90.16

Summary of PV Glare Analysis

PV configuration and total predicted glare

PV Name	Tilt	Orientation	"Green" Glare	"Yellow" Glare	Energy Produced	Data File
	deg	deg	min	min	kWh	
PV Nordost	20.0	180.0	0	5,031	-	
PV Nordwest	20.0	180.0	0	6,080	-	
PV Suedost	20.0	180.0	0	2,885	-	
PV Suedwest	20.0	180.0	0	4,470	-	

Distinct glare per month

Excludes overlapping glare from PV array for multiple receptors at matching time(s)

PV	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
pv-nordost (green)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
pv-nordost (yellow)	0	0	24	400	503	504	508	490	127	0	0	0
pv-nordwest (green)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
pv-nordwest (yellow)	0	0	299	531	511	472	494	533	486	5	0	0
pv-suedost (green)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
pv-suedost (yellow)	0	0	1	361	642	629	645	544	63	0	0	0
pv-suedwest (green)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
pv-suedwest (yellow)	0	0	42	628	902	950	913	871	164	0	0	0

PV & Receptor Analysis Results

Results for each PV array and receptor

PV Nordost potential temporary after-image

Component	Green glare (min)	Yellow glare (min)
OP: OP 1	0	0
OP: OP 2	0	2541
OP: OP 3	0	2490
OP: OP 4	0	0
OP: OP 5	0	0

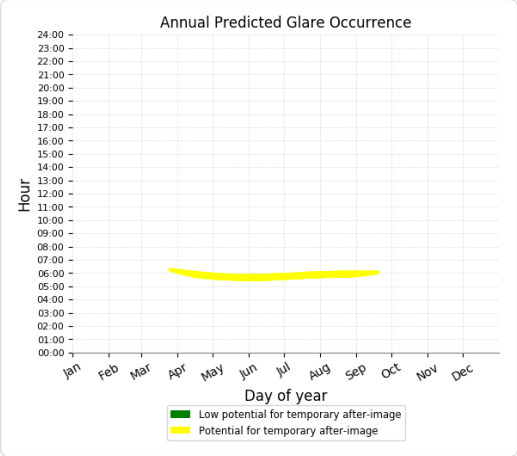
PV Nordost - OP Receptor (OP 1)

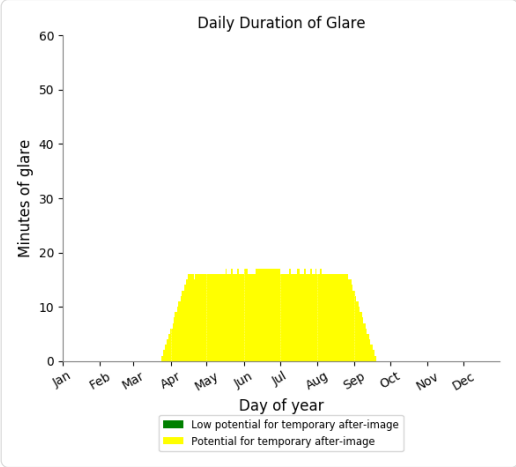
No glare found

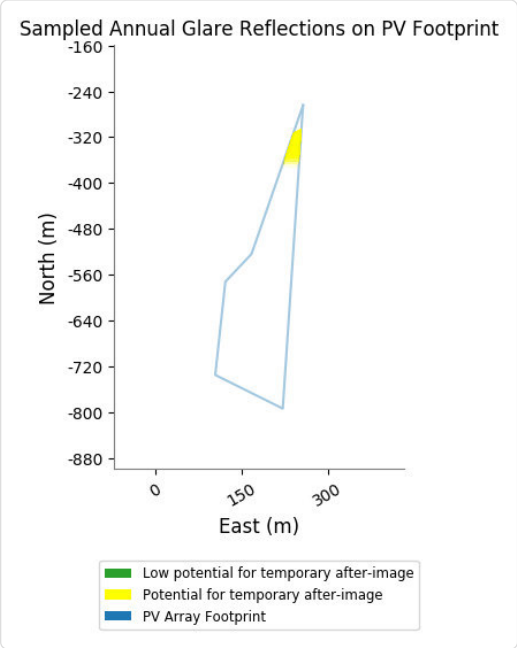
PV Nordost - OP Receptor (OP 2)

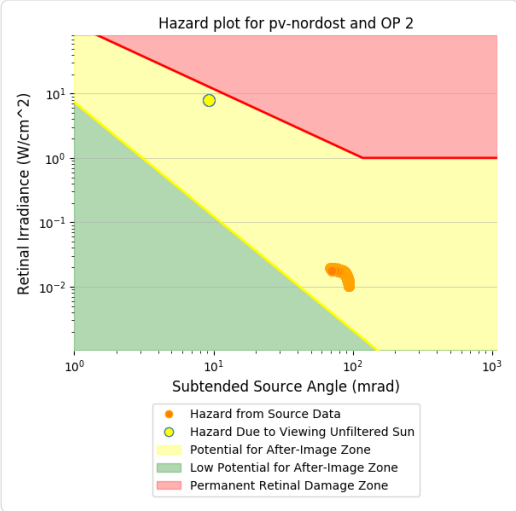
PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 2,541 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.





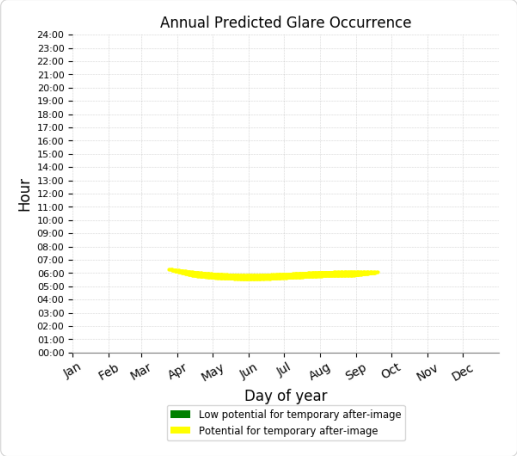


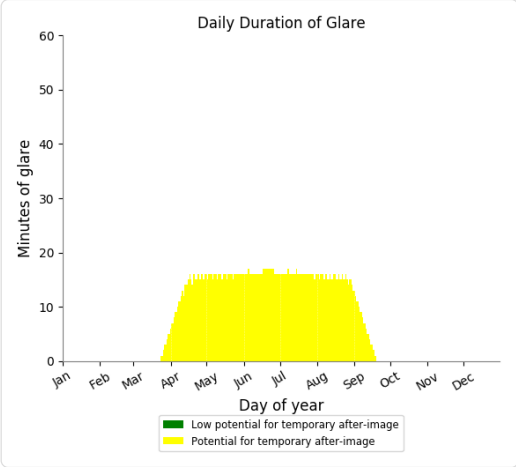


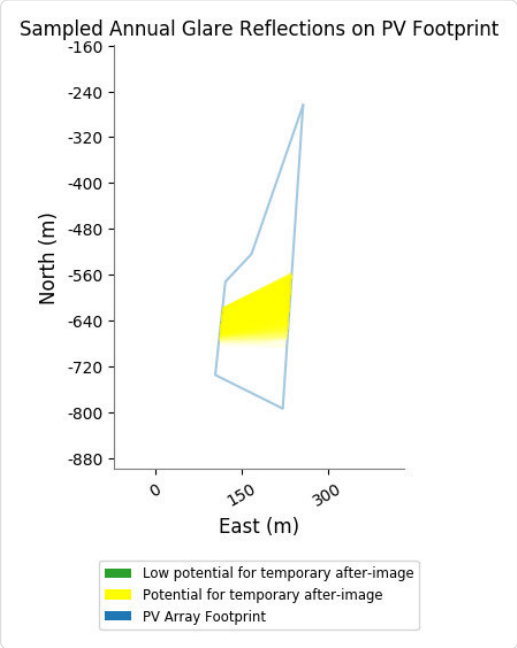
PV Nordost - OP Receptor (OP 3)

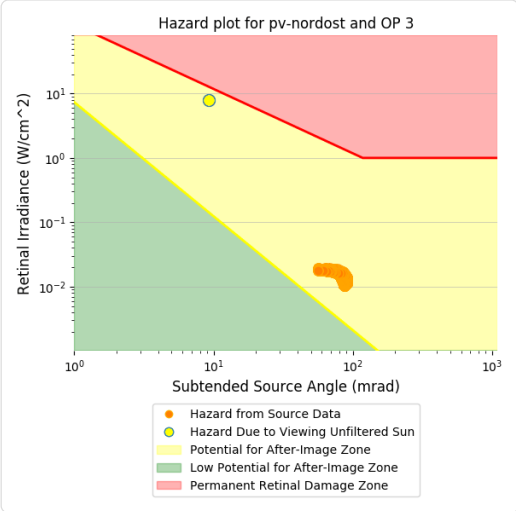
PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 2,490 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.









PV Nordost - OP Receptor (OP 4)

No glare found

PV Nordost - OP Receptor (OP 5)

No glare found

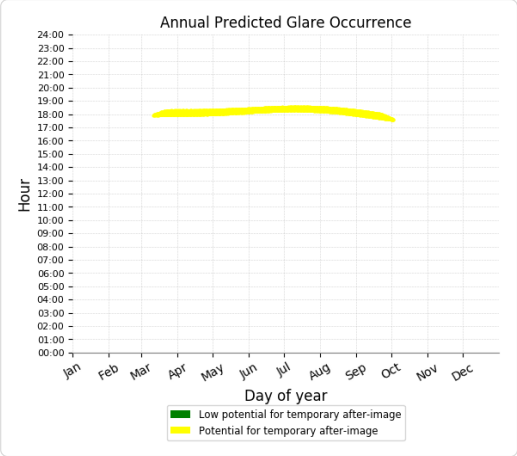
PV Nordwest potential temporary after-image

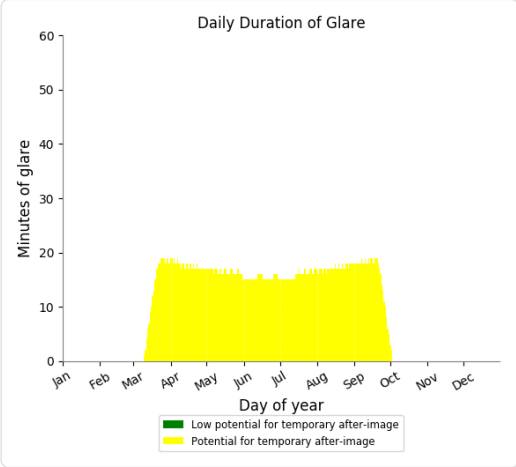
Component	Green glare (min)	Yellow glare (min)
OP: OP 1	0	3312
OP: OP 2	0	2768
OP: OP 3	0	0
OP: OP 4	0	0
OP: OP 5	0	0

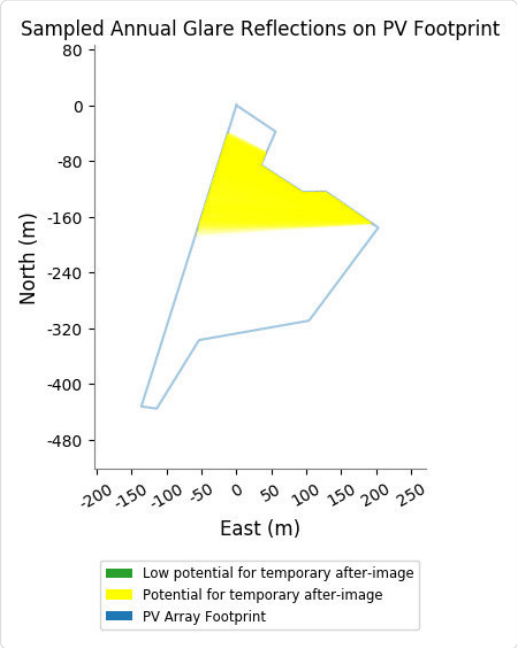
PV Nordwest - OP Receptor (OP 1)

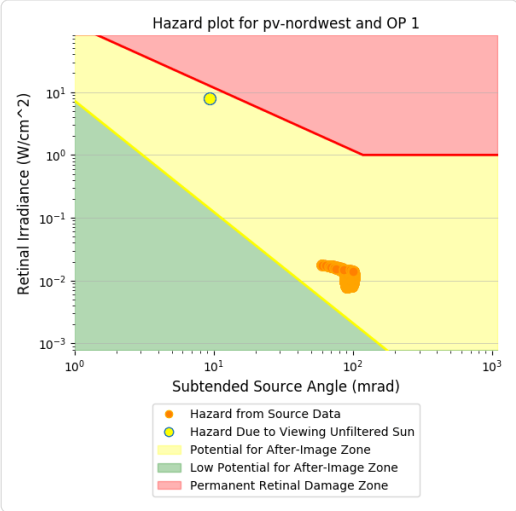
PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 3,312 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.





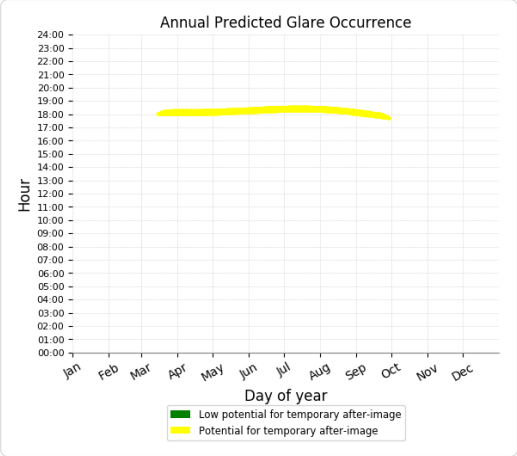


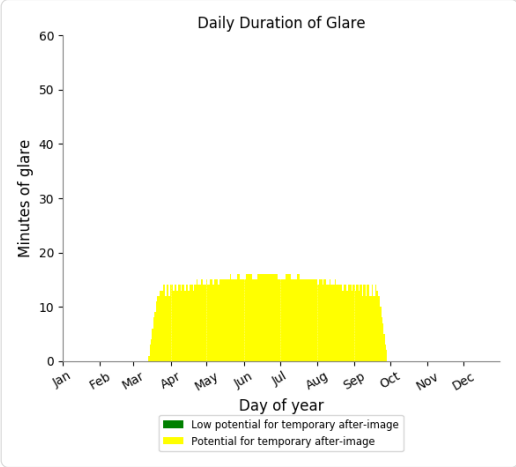


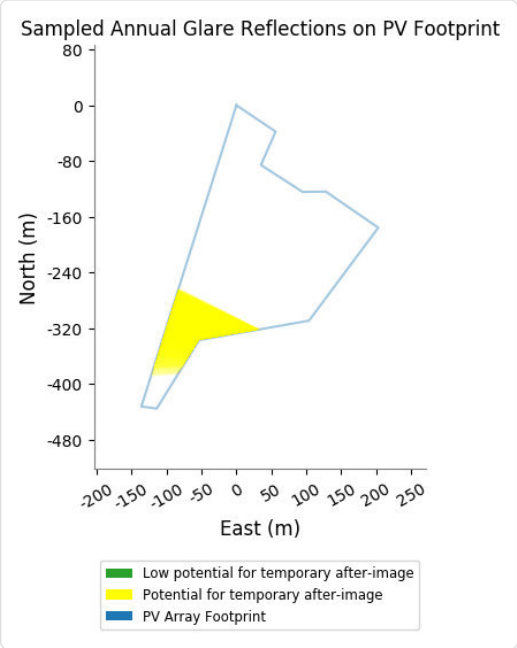
PV Nordwest - OP Receptor (OP 2)

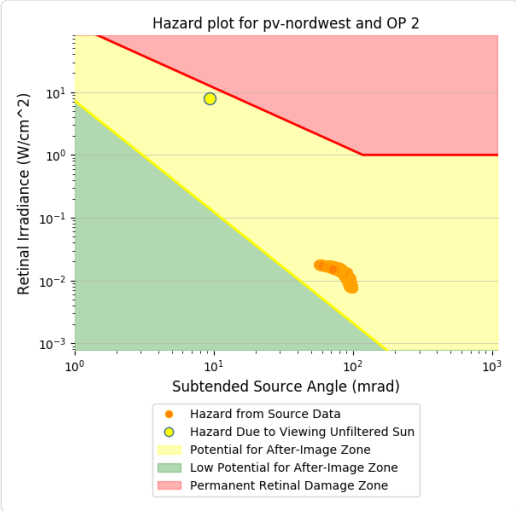
PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 2,768 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.









PV Nordwest - OP Receptor (OP 3)

No glare found

PV Nordwest - OP Receptor (OP 4)

No glare found

PV Nordwest - OP Receptor (OP 5)

No glare found

PV Suedost potential temporary after-image

Component	Green glare (min)	Yellow glare (min)
OP: OP 1	0	0
OP: OP 2	0	0
OP: OP 3	0	0
OP: OP 4	0	0
OP: OP 5	0	2885

PV Suedost - OP Receptor (OP 1)

No glare found

PV Suedost - OP Receptor (OP 2)

No glare found

PV Suedost - OP Receptor (OP 3)

No glare found

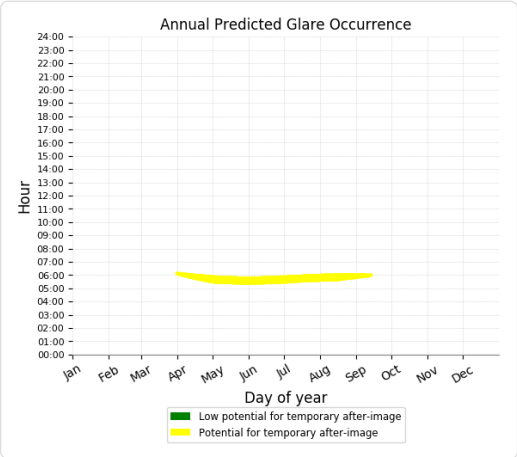
PV Suedost - OP Receptor (OP 4)

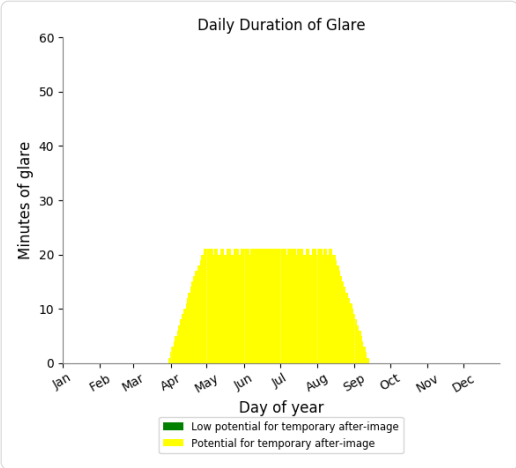
No glare found

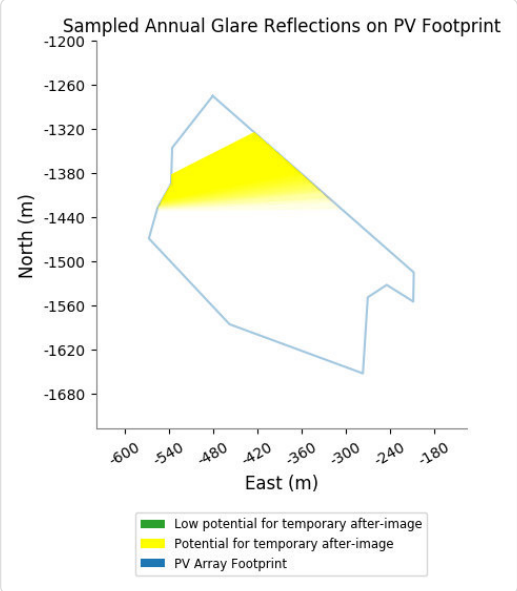
PV Suedost - OP Receptor (OP 5)

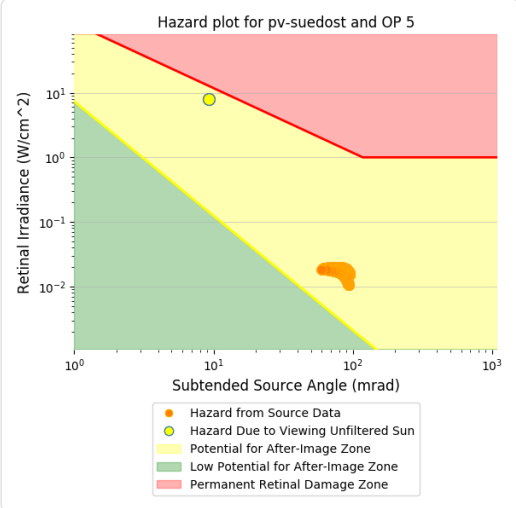
PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 2,885 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.









PV Suedwest potential temporary after-image

Component	Green glare (min)	Yellow glare (min)
OP: OP 1	0	0
OP: OP 2	0	0
OP: OP 3	0	0
OP: OP 4	0	1031
OP: OP 5	0	3439

PV Suedwest - OP Receptor (OP 1)

No glare found

PV Suedwest - OP Receptor (OP 2)

No glare found

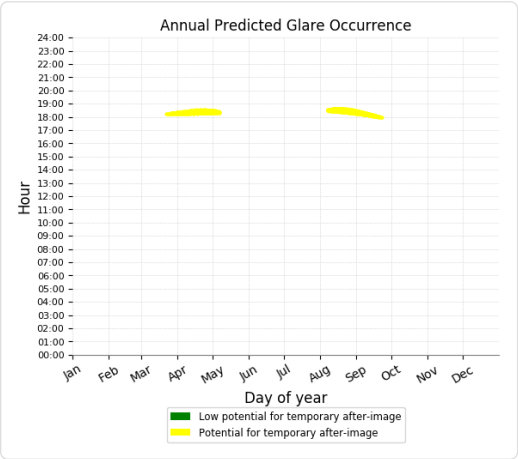
PV Suedwest - OP Receptor (OP 3)

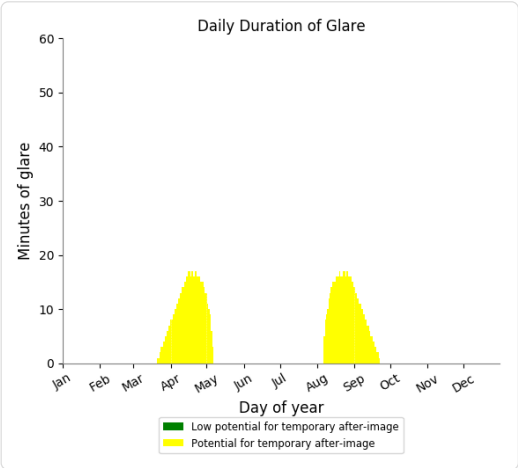
No glare found

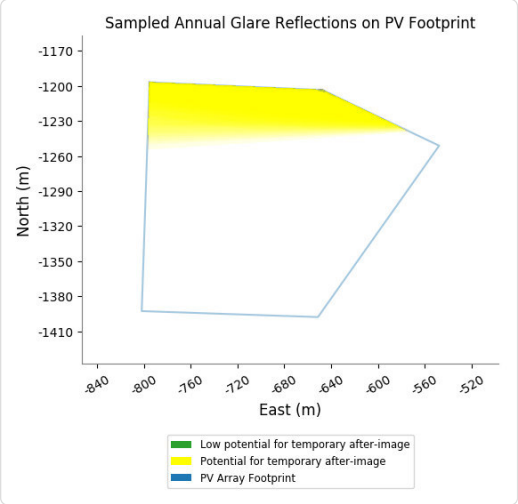
PV Suedwest - OP Receptor (OP 4)

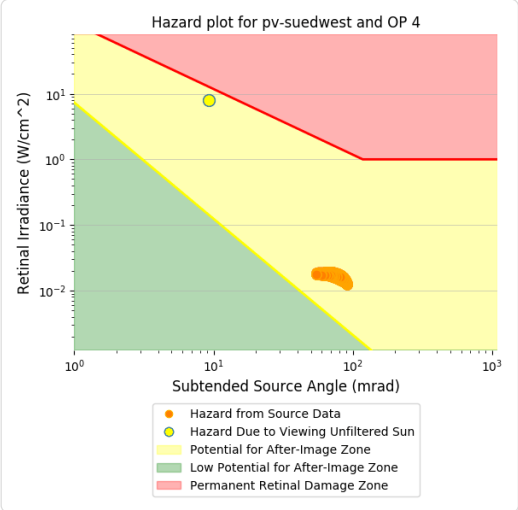
PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 1,031 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.





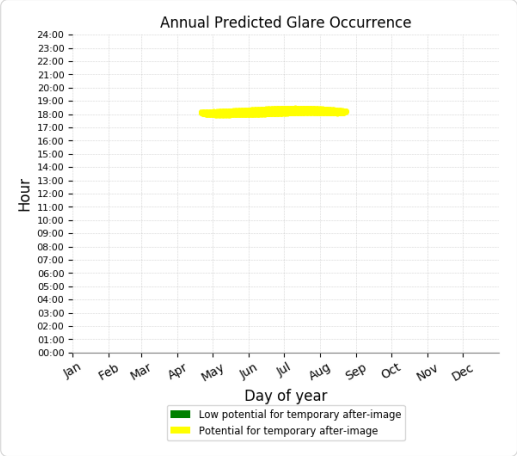


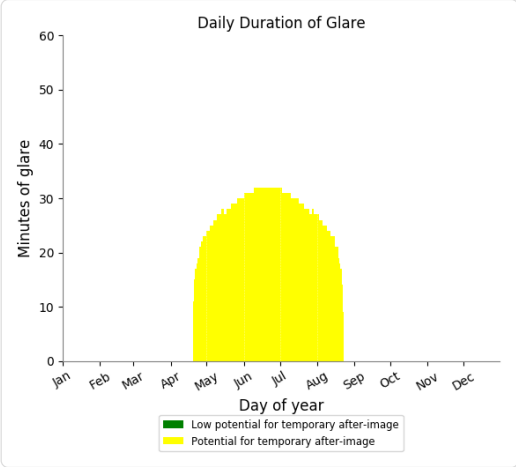


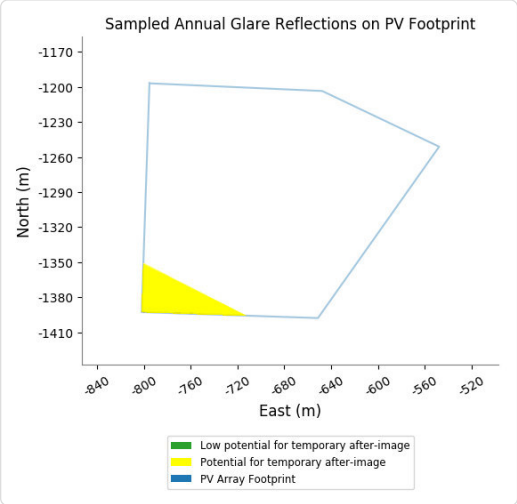
PV Suedwest - OP Receptor (OP 5)

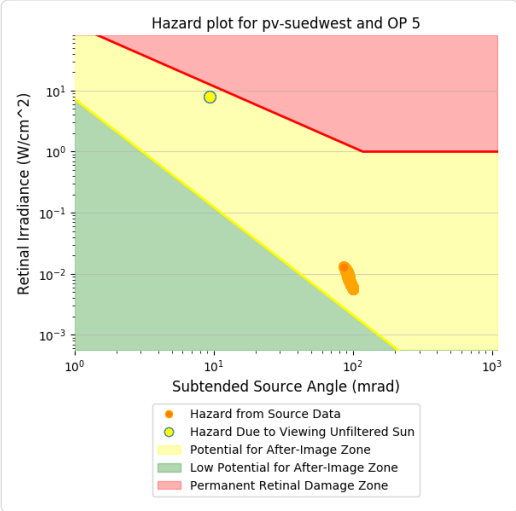
PV array is expected to produce the following glare for receptors at this location:

- 0 minutes of "green" glare with low potential to cause temporary after-image.
- 3,439 minutes of "yellow" glare with potential to cause temporary after-image.









Assumptions

- Times associated with glare are denoted in Standard time. For Daylight Savings, add one hour.
- Glare analyses do not account for physical obstructions between reflectors and receptors. This includes buildings, tree cover and geographic obstructions.
- Detailed system geometry is not rigorously simulated.
- The glare hazard determination relies on several approximations including observer eye characteristics, angle of view, and typical blink response time. Actual values and results may vary.
- The system output calculation is a DNI-based approximation that assumes clear, sunny skies year-round. It should not be used in place of more rigorous modeling methods.
- Several V1 calculations utilize the PV array centroid, rather than the actual glare spot location, due to algorithm limitations. This may affect results for large PV footprints. Additional analyses of array sub-sections can provide additional information on expected glare.
- The subtended source angle (glare spot size) is constrained by the PV array footprint size. Partitioning large arrays into smaller sections will reduce the maximum potential subtended angle, potentially impacting results if actual glare spots are larger than the sub-array size. Additional analyses of the combined area of adjacent sub-arrays can provide more information on potential glare hazards. (See previous point on related limitations.)
- Hazard zone boundaries shown in the Glare Hazard plot are an approximation and visual aid. Actual ocular impact outcomes encompass a continuous, not discrete, spectrum.
- Glare locations displayed on receptor plots are approximate. Actual glare-spot locations may differ.
- Glare vector plots are simplified representations of analysis data. Actual glare emanations and results may differ.
- Refer to the **Help page** for detailed assumptions and limitations not listed here.

	Corneal Irradiance	DNI (W/m^2)	Ocular Hazard #	Reflectivity	Retinal Irradiance	Subtended Glare Angle	Sun Azimuth	Sun Altitude	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	S
2021-03-10 17:55:00	0,021215	540,2224	2	0,457848	0,014029	0,101651	262,1	0	-0,991	-0,137	0	0,991	0,105	0,088	
2021-03-11 17:56:00	0,021151	542,0822	2	0,457706	0,014073	0,101284	262,6	0,2	-0,992	-0,13	0,003	0,992	0,097	0,086	
2021-03-11 17:57:00	0,021161	539,5862	2	0,467929	0,014321	0,100262	262,8	0	-0,992	-0,126	0,001	0,992	0,096	0,081	
2021-03-12 17:56:00	0,021004	546,3735	2	0,44755	0,013869	0,101734	262,8	0,5	-0,992	-0,125	0,009	0,992	0,09	0,087	
2021-03-12 17:57:00	0,02106	543,9005	2	0,457553	0,014115	0,100843	263	0,3	-0,993	-0,122	0,006	0,993	0,089	0,083	
2021-03-12 17:58:00	0,021007	541,4228	2	0,467782	0,014365	0,099633	263,2	0,2	-0,993	-0,118	0,003	0,993	0,089	0,079	
2021-03-12 17:59:00	0,020771	538,9403	2	0,478243	0,014619	0,097873	263,4	0	-0,993	-0,115	0,001	0,993	0,088	0,075	
2021-03-13 17:56:00	0,02083	550,5847	2	0,437594	0,013665	0,102122	263	0,8	-0,993	-0,121	0,014	0,993	0,084	0,089	
2021-03-13 17:57:00	0,020927	548,1343	2	0,447381	0,013909	0,101345	263,2	0,7	-0,993	-0,118	0,012	0,993	0,083	0,084	
2021-03-13 17:58:00	0,020932	545,6792	2	0,457389	0,014156	0,100301	263,4	0,5	-0,993	-0,114	0,009	0,993	0,082	0,08	
2021-03-13 17:59:00	0,02079	543,2194	2	0,467624	0,014408	0,098822	263,6	0,4	-0,994	-0,111	0,006	0,994	0,081	0,076	
2021-03-13 18:00:00	0,020393	540,7549	2	0,47809	0,014663	0,096547	263,8	0,2	-0,994	-0,107	0,004	0,994	0,08	0,072	
2021-03-13 18:01:00	0,019497	538,2858	2	0,488794	0,014923	0,092601	264	0,1	-0,995	-0,104	0,001	0,995	0,079	0,068	
2021-03-14 17:56:00	0,020859	554,7182	2	0,437413	0,013762	0,101784	263,5	1	-0,993	-0,113	0,017	0,993	0,076	0,086	
2021-03-14 17:57:00	0,020912	552,2901	2	0,447205	0,014009	0,100874	263,7	0,8	-0,994	-0,11	0,014	0,994	0,075	0,082	
2021-03-14 17:58:00	0,020847	549,8573	2	0,457218	0,014259	0,099616	263,9	0,7	-0,994	-0,107	0,012	0,994	0,074	0,078	
2021-03-14 17:59:00	0,020577	547,4198	2	0,467457	0,014514	0,097738	264,1	0,5	-0,995	-0,103	0,009	0,995	0,073	0,073	
2021-03-14 18:00:00	0,019925	544,9777	2	0,477928	0,014773	0,094628	264,3	0,4	-0,995	-0,1	0,006	0,995	0,072	0,069	
2021-03-14 18:01:00	0,018448	542,5309	2	0,488636	0,015036	0,088504	264,5	0,2	-0,995	-0,096	0,004	0,995	0,071	0,065	
2021-03-14 18:02:00	0,016115	540,0795	2	0,499586	0,015303	0,077989	264,7	0,1	-0,996	-0,093	0,001	0,996	0,07	0,061	
2021-03-15 17:56:00	0,020675	558,7767	2	0,42765	0,013553	0,102168	263,7	1,3	-0,994	-0,109	0,023	0,994	0,069	0,087	
2021-03-15 17:57:00	0,020767	556,3705	2	0,437228	0,013797	0,10137	263,9	1,1	-0,994	-0,106	0,02	0,994	0,068	0,083	
2021-03-15 17:58:00	0,020763	553,9597	2	0,447023	0,014045	0,100288	264,1	1	-0,995	-0,102	0,017	0,995	0,067	0,079	
2021-03-15 17:59:00	0,020596	551,5442	2	0,45704	0,014297	0,098717	264,3	0,8	-0,995	-0,099	0,015	0,995	0,066	0,075	
2021-03-15 18:00:00	0,020133	549,1241	2	0,467283	0,014554	0,096217	264,5	0,7	-0,995	-0,095	0,012	0,995	0,065	0,071	
2021-03-15 18:01:00	0,019061	546,6994	2	0,477758	0,014814	0,091617	264,7	0,5	-0,996	-0,092	0,009	0,996	0,065	0,066	
2021-03-15 18:02:00	0,016518	544,27	2	0,48847	0,015079	0,080784	264,9	0,4	-0,996	-0,089	0,007	0,996	0,064	0,062	
2021-03-15 18:03:00	0,015949	541,8361	2	0,499424	0,015348	0,077037	265,1	0,2	-0,996	-0,085	0,004	0,996	0,063	0,058	
2021-03-15 18:04:00	0,01579	539,3977	2	0,510626	0,015622	0,075033	265,3	0,1	-0,997	-0,082	0,001	0,997	0,062	0,054	
2021-03-16 17:57:00	0,020598	560,378	2	0,427459	0,013586	0,101801	264,2	1,5	-0,995	-0,101	0,025	0,995	0,061	0,085	
2021-03-16 17:58:00	0,020643	557,9889	2	0,43704	0,013831	0,100861	264,4	1,3	-0,995	-0,098	0,023	0,995	0,06	0,081	
2021-03-16 17:59:00	0,020557	555,595	2	0,446838	0,014081	0,099532	264,6	1,2	-0,995	-0,095	0,02	0,995	0,06	0,076	
2021-03-16 18:00:00	0,02024	553,1966	2	0,456858	0,014335	0,097487	264,8	1	-0,996	-0,091	0,017	0,996	0,059	0,072	
2021-03-16 18:01:00	0,019466	550,7936	2	0,467104	0,014592	0,09393	265	0,8	-0,996	-0,088	0,015	0,996	0,058	0,068	
2021-03-16 18:02:00	0,01762	548,386	2	0,477582	0,014854	0,086249	265,2	0,7	-0,996	-0,084	0,012	0,996	0,057	0,064	
2021-03-16 18:03:00	0,016081	545,9739	2	0,488297	0,015121	0,078693	265,4	0,5	-0,997	-0,081	0,009	0,997	0,056	0,059	
2021-03-16 18:04:00	0,015913	543,5572	2	0,499254	0,015392	0,076669	265,6	0,4	-0,997	-0,077	0,007	0,997	0,055	0,055	
2021-03-16 18:05:00	0,015808	541,136	2	0,510459	0,015667	0,074905	265,8	0,2	-0,997	-0,074	0,004	0,997	0,054	0,051	
2021-03-16 18:06:00	0,015702	538,7103	2	0,521918	0,015947	0,073111	266	0,1	-0,998	-0,071	0,001	0,998	0,053	0,047	
2021-03-17 17:57:00	0,020408	564,315	2	0,417896	0,013376	0,102179	264,4	1,8	-0,995	-0,097	0,031	0,995	0,055	0,086	
2021-03-17 17:58:00	0,020493	561,9471	2	0,427268	0,013618	0,101356	264,6	1,6	-0,995	-0,094	0,028	0,995	0,054	0,082	
2021-03-17 17:59:00	0,020473	559,5747	2	0,436852	0,013865	0,100218	264,8	1,5	-0,996	-0,09	0,026	0,996	0,053	0,078	
2021-03-17 18:00:00	0,020269	557,1977	2	0,446652	0,014116	0,098521	265	1,3	-0,996	-0,087	0,023	0,996	0,052	0,074	
2021-03-17 18:01:00	0,019717	554,8161	2	0,456674	0,014371	0,095705	265,2	1,2	-0,996	-0,083	0,02	0,996	0,051	0,069	
2021-03-17 18:02:00	0,018398	552,43	2	0,466922	0,01463	0,090128	265,4	1	-0,997	-0,08	0,018	0,997	0,05	0,065	
2021-03-17 18:03:00	0,016232	550,0393	2	0,477403	0,014894	0,080425	265,6	0,9	-0,997	-0,077	0,015	0,997	0,049	0,061	
2021-03-17 18:04:00	0,016001	547,6441	2	0,48812	0,015162	0,078147	265,8	0,7	-0,997	-0,073	0,012	0,997	0,048	0,057	
2021-03-17 18:05:00	0,015913	545,2444	2	0,499079	0,015434	0,076472	266	0,6	-0,998	-0,07	0,01	0,998	0,047	0,052	
2021-03-17 18:06:00	0,015846	542,8402	2	0,510287	0,015711	0,074874	266,2	0,4	-0,998	-0,066	0,007	0,998	0,046	0,048	

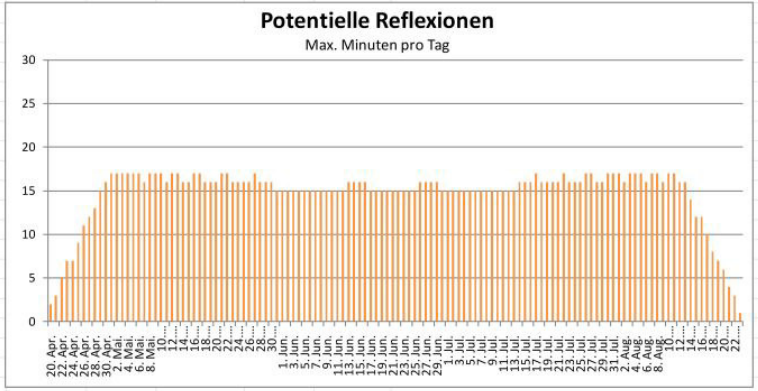
Tag	Anzahl Minuten	Anfang	Ende
20. Apr.	2	17:59	18:00
21. Apr.	3	18:00	18:02
22. Apr.	5	18:00	18:04
23. Apr.	7	18:00	18:06
24. Apr.	7	18:01	18:07
25. Apr.	9	18:00	18:08
26. Apr.	11	18:00	18:10
27. Apr.	12	18:01	18:12
28. Apr.	13	18:01	18:13
29. Apr.	15	18:01	18:15
30. Apr.	16	18:02	18:17
1. Mai.	17	18:01	18:17
2. Mai.	17	18:01	18:17
3. Mai.	17	18:01	18:17
4. Mai.	17	18:02	18:18
5. Mai.	17	18:02	18:18
6. Mai.	17	18:02	18:18
7. Mai.	16	18:03	18:18
8. Mai.	17	18:03	18:19
9. Mai.	17	18:03	18:19
10. Mai.	17	18:03	18:19
11. Mai.	16	18:04	18:19
12. Mai.	17	18:04	18:20
13. Mai.	17	18:04	18:20
14. Mai.	16	18:05	18:20
15. Mai.	16	18:05	18:20
16. Mai.	17	18:05	18:21
17. Mai.	17	18:05	18:21
18. Mai.	16	18:06	18:21
19. Mai.	16	18:06	18:21
20. Mai.	16	18:06	18:21
21. Mai.	17	18:06	18:22
22. Mai.	17	18:06	18:22
23. Mai.	16	18:07	18:22
24. Mai.	16	18:07	18:22
25. Mai.	16	18:07	18:22
26. Mai.	16	18:07	18:22
27. Mai.	17	18:07	18:23
28. Mai.	16	18:08	18:23
29. Mai.	16	18:08	18:23
30. Mai.	16	18:09	18:24
31. Mai.	15	18:10	18:24
1. Jun.	15	18:10	18:24
2. Jun.	15	18:10	18:24
3. Jun.	15	18:11	18:25
4. Jun.	15	18:11	18:25
5. Jun.	15	18:12	18:26
6. Jun.	15	18:12	18:26
7. Jun.	15	18:12	18:26

Zeitraum Start	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	**Messpunkt OP 1**
22.04.2021	20.08.2021	17	1838	18:00	18:33	

Potentielle Reflexionen am Messpunkt OP 1:

1838 Minuten pro Jahr (Summe gesamt)
1232 Minuten pro Jahr mit Sichtschutz durch Blattwerk (Juni-September)
606 Minuten pro Jahr ohne Sichtschutz durch Blattwerk (Oktober-Mai)
17 Minuten pro Tag (Max)

Parameter für Daten Bereinigung (Datensatz mit 3313 Einträgen):
1.: Zeitraum zwischen 06:00 - 22:00 Uhr (bzw. Sonnenuntergang)
2.: Sonnenstand über Horizont ist min. 10° (Standard: min. 10°)
3.: Dauer der Reflexion ist min. 5 Minuten pro Tag (Standard: min. 5 Minuten)



	Corneal Irradiance	DNI (W/m^2)	Ocular Hazard #	Reflectivity	Retinal Irradiance	Subtended Glare Angle	Sun Azimuth	Sun Altitude	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector
2021-03-14 18:02:00	0,014949	540,0795	2	0,499586	0,015303	0,072518	264,7	0,1	-0,996	-0,093	0,001	0,996	0,07	0,061
2021-03-15 18:02:00	0,015338	544,27	2	0,48847	0,015079	0,07549	264,9	0,4	-0,996	-0,089	0,007	0,996	0,064	0,062
2021-03-15 18:03:00	0,015001	541,8361	2	0,499424	0,015348	0,07256	265,1	0,2	-0,996	-0,085	0,004	0,996	0,063	0,058
2021-03-15 18:04:00	0,014964	539,3977	2	0,510626	0,015622	0,071061	265,3	0,1	-0,997	-0,082	0,001	0,997	0,062	0,054
2021-03-16 18:03:00	0,015068	545,9739	2	0,488297	0,015121	0,073991	265,4	0,5	-0,997	-0,081	0,009	0,997	0,056	0,059
2021-03-16 18:04:00	0,015065	543,5572	2	0,499254	0,015392	0,072667	265,6	0,4	-0,997	-0,077	0,007	0,997	0,055	0,055
2021-03-16 18:05:00	0,015032	541,136	2	0,510459	0,015667	0,071183	265,8	0,2	-0,997	-0,074	0,004	0,997	0,054	0,051
2021-03-16 18:06:00	0,014956	538,7103	2	0,521918	0,015947	0,069468	266	0,1	-0,998	-0,071	0,001	0,998	0,053	0,047
2021-03-17 18:03:00	0,015116	550,0393	2	0,477403	0,014894	0,07533	265,6	0,9	-0,997	-0,077	0,015	0,997	0,049	0,061
2021-03-17 18:04:00	0,015128	547,6441	2	0,48812	0,015162	0,074086	265,8	0,7	-0,997	-0,073	0,012	0,997	0,048	0,057
2021-03-17 18:05:00	0,01513	545,2444	2	0,499079	0,015434	0,072782	266	0,6	-0,998	-0,07	0,01	0,998	0,047	0,052
2021-03-17 18:06:00	0,015099	542,8402	2	0,510287	0,015711	0,071303	266,2	0,4	-0,998	-0,066	0,007	0,998	0,046	0,048
2021-03-17 18:07:00	0,01505	540,4316	2	0,521747	0,015993	0,069723	266,4	0,2	-0,998	-0,063	0,004	0,998	0,045	0,044
2021-03-17 18:08:00	0,014893	538,0185	2	0,533466	0,016279	0,067578	266,6	0,1	-0,998	-0,059	0,002	0,998	0,044	0,039
2021-03-18 18:02:00	0,01551	556,4042	2	0,46674	0,014729	0,077987	265,9	1,2	-0,997	-0,072	0,021	0,997	0,042	0,062
2021-03-18 18:03:00	0,015225	554,0347	2	0,477221	0,014996	0,075356	266	1	-0,997	-0,069	0,018	0,997	0,041	0,058
2021-03-18 18:04:00	0,015256	551,6607	2	0,48794	0,015267	0,074194	266,2	0,9	-0,998	-0,065	0,015	0,998	0,04	0,054
2021-03-18 18:05:00	0,01526	549,2822	2	0,498901	0,015543	0,072898	266,4	0,7	-0,998	-0,062	0,013	0,998	0,039	0,049
2021-03-18 18:06:00	0,015231	546,8992	2	0,510109	0,015823	0,071424	266,6	0,6	-0,998	-0,059	0,01	0,998	0,039	0,045
2021-03-18 18:07:00	0,015157	544,5118	2	0,521571	0,016108	0,069718	266,8	0,4	-0,998	-0,055	0,007	0,998	0,038	0,041
2021-03-18 18:08:00	0,014981	542,12	2	0,533292	0,016398	0,067473	267	0,3	-0,999	-0,052	0,005	0,999	0,037	0,037
2021-03-18 18:09:00	0,014842	539,7238	2	0,545277	0,016692	0,065375	267,2	0,1	-0,999	-0,048	0,002	0,999	0,036	0,032
2021-03-19 18:03:00	0,01523	557,9624	2	0,466558	0,014765	0,076505	266,3	1,3	-0,998	-0,065	0,023	0,998	0,034	0,059
2021-03-19 18:04:00	0,015283	555,6093	2	0,47704	0,015033	0,075453	266,5	1,2	-0,998	-0,061	0,021	0,998	0,033	0,055
2021-03-19 18:05:00	0,015317	553,2517	2	0,48776	0,015306	0,074303	266,7	1	-0,998	-0,058	0,018	0,998	0,033	0,051
2021-03-19 18:06:00	0,015323	550,8897	2	0,498721	0,015583	0,073013	266,9	0,9	-0,998	-0,054	0,015	0,998	0,032	0,047
2021-03-19 18:07:00	0,015295	548,5232	2	0,50993	0,015865	0,071542	267,1	0,7	-0,999	-0,051	0,013	0,999	0,031	0,042
2021-03-19 18:08:00	0,015165	546,1524	2	0,521392	0,016151	0,069557	267,3	0,6	-0,999	-0,047	0,01	0,999	0,03	0,038
2021-03-19 18:09:00	0,015074	543,7771	2	0,533113	0,016442	0,067737	267,5	0,4	-0,999	-0,044	0,007	0,999	0,029	0,034
2021-03-19 18:10:00	0,014999	541,3975	2	0,545099	0,016738	0,065977	267,7	0,3	-0,999	-0,041	0,005	0,999	0,028	0,03
2021-03-19 18:11:00	0,014611	539,0136	2	0,557355	0,017039	0,062528	267,9	0,1	-0,999	-0,037	0,002	0,999	0,027	0,025
2021-03-20 18:03:00	0,015224	561,8248	2	0,456127	0,014535	0,077609	266,5	1,7	-0,998	-0,06	0,029	0,998	0,028	0,061
2021-03-20 18:04:00	0,015283	559,4923	2	0,466379	0,0148	0,076588	266,7	1,5	-0,998	-0,057	0,026	0,998	0,027	0,057
2021-03-20 18:05:00	0,015341	557,1553	2	0,476861	0,015069	0,075555	266,9	1,4	-0,998	-0,053	0,024	0,998	0,026	0,052
2021-03-20 18:06:00	0,015377	554,8139	2	0,487581	0,015343	0,074411	267,1	1,2	-0,999	-0,05	0,021	0,999	0,025	0,048
2021-03-20 18:07:00	0,015399	552,4681	2	0,498542	0,015622	0,073193	267,3	1	-0,999	-0,047	0,018	0,999	0,024	0,044
2021-03-20 18:08:00	0,015358	550,1179	2	0,509751	0,015905	0,071657	267,5	0,9	-0,999	-0,043	0,016	0,999	0,023	0,04
2021-03-20 18:09:00	0,015247	547,7634	2	0,521213	0,016193	0,069765	267,7	0,7	-0,999	-0,04	0,013	0,999	0,022	0,035
2021-03-20 18:10:00	0,015161	545,4045	2	0,532933	0,016486	0,067974	267,9	0,6	-0,999	-0,036	0,01	0,999	0,021	0,031
2021-03-20 18:11:00	0,01511	543,0413	2	0,544918	0,016784	0,066339	268,1	0,4	-0,999	-0,033	0,008	0,999	0,02	0,027
2021-03-20 18:12:00	0,014656	540,6738	2	0,557173	0,017086	0,062553	268,3	0,3	-1	-0,029	0,005	1	0,019	0,023
2021-03-20 18:13:00	0,014159	538,302	2	0,569705	0,017394	0,058356	268,5	0,1	-1	-0,026	0,002	1	0,018	0,018
2021-03-21 18:02:00	0,015563	567,9317	2	0,445929	0,014364	0,080012	266,8	2	-0,998	-0,056	0,035	0,998	0,021	0,062
2021-03-21 18:03:00	0,015324	565,624	2	0,455953	0,014628	0,07762	267	1,8	-0,998	-0,053	0,032	0,998	0,02	0,058
2021-03-21 18:04:00	0,015402	563,3118	2	0,466204	0,014895	0,076683	267,2	1,7	-0,998	-0,049	0,029	0,998	0,019	0,054
2021-03-21 18:05:00	0,015463	560,9951	2	0,476687	0,015168	0,075657	267,4	1,5	-0,999	-0,046	0,027	0,999	0,018	0,05
2021-03-21 18:06:00	0,015501	558,6741	2	0,487405	0,015444	0,074518	267,6	1,4	-0,999	-0,042	0,024	0,999	0,017	0,045
2021-03-21 18:07:00	0,01551	556,3487	2	0,498366	0,015726	0,073233	267,8	1,2	-0,999	-0,039	0,021	0,999	0,016	0,041
2021-03-21 18:08:00	0,01544	554,0189	2	0,509574	0,016012	0,071554	268	1,1	-0,999	-0,035	0,019	0,999	0,015	0,037

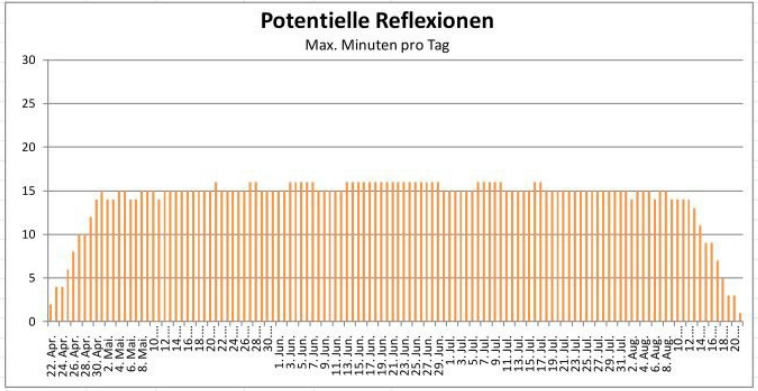
Tag	Anzahl Minuten	Anfang	Ende
22. Apr.	2	18:03	18:04
23. Apr.	4	18:03	18:06
24. Apr.	4	18:04	18:07
25. Apr.	6	18:03	18:08
26. Apr.	8	18:03	18:10
27. Apr.	10	18:03	18:12
28. Apr.	10	18:04	18:13
29. Apr.	12	18:04	18:15
30. Apr.	14	18:04	18:17
1. Mai.	15	18:03	18:17
2. Mai.	14	18:04	18:17
3. Mai.	14	18:04	18:17
4. Mai.	15	18:04	18:18
5. Mai.	15	18:04	18:18
6. Mai.	14	18:05	18:18
7. Mai.	14	18:05	18:18
8. Mai.	15	18:05	18:19
9. Mai.	15	18:05	18:19
10. Mai.	15	18:05	18:19
11. Mai.	14	18:06	18:19
12. Mai.	15	18:06	18:20
13. Mai.	15	18:06	18:20
14. Mai.	15	18:06	18:20
15. Mai.	15	18:06	18:20
16. Mai.	15	18:07	18:21
17. Mai.	15	18:07	18:21
18. Mai.	15	18:07	18:21
19. Mai.	15	18:07	18:21
20. Mai.	15	18:07	18:21
21. Mai.	16	18:07	18:22
22. Mai.	15	18:08	18:22
23. Mai.	15	18:08	18:22
24. Mai.	15	18:08	18:22
25. Mai.	15	18:08	18:22
26. Mai.	15	18:08	18:22
27. Mai.	16	18:08	18:23
28. Mai.	16	18:08	18:23
29. Mai.	15	18:09	18:23
30. Mai.	15	18:10	18:24
31. Mai.	15	18:10	18:24
1. Jun.	15	18:10	18:24
2. Jun.	15	18:10	18:24
3. Jun.	16	18:10	18:25
4. Jun.	16	18:10	18:25
5. Jun.	16	18:11	18:26
6. Jun.	16	18:11	18:26
7. Jun.	16	18:11	18:26
8. Jun.	15	18:12	18:26
9. Jun.	15	18:12	18:26

Zeitraum Start	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	**Messpunkt OP 2**
25.04.2021	18.08.2021	16	1695	18:03	18:33	

Potentielle Reflexionen am Messpunkt OP 2:

1695 Minuten pro Jahr (Summe gesamt)
1172 Minuten pro Jahr mit Sichtschutz durch Blattwerk (Juni-September)
523 Minuten pro Jahr ohne Sichtschutz durch Blattwerk (Oktober-Mai)
16 Minuten pro Tag (Max)

Parameter für Daten Bereinigung (Datensatz mit 2769 Einträgen):
1.: Zeitraum zwischen 06:00 - 22:00 Uhr (bzw. Sonnenuntergang)
2.: Sonnenstand über Horizont ist min. 10° (Standard: min. 10°)
3.: Dauer der Reflexion ist min. 5 Minuten pro Tag (Standard: min. 5 Minuten)



	Corneal Irradiance	DNI (W/m^2)	Ocular Hazard #	Reflectivity	Retinal Irradiance	Subtended Glare Angle	Sun Azimuth	Sun Altitude	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector
2021-03-21 18:13:00	0,014054	542,4146	2	0,56951	0,017521	0,057154	269	0,3	-1	-0,018	0,005	1	0,011	0,016
2021-03-22 18:14:00	0,014164	546,3364	2	0,569331	0,017642	0,057228	269,4	0,5	-1	-0,01	0,008	1	0,003	0,013
2021-03-23 18:14:00	0,014644	550,2029	2	0,55663	0,01737	0,061177	269,7	0,8	-1	-0,006	0,014	1	-0,004	0,014
2021-03-23 18:15:00	0,014321	547,8941	2	0,569155	0,017687	0,057924	269,9	0,6	-1	-0,003	0,011	1	-0,005	0,01
2021-03-24 18:13:00	0,015037	556,2953	2	0,544218	0,017171	0,064188	269,9	1,1	-1	-0,002	0,019	1	-0,011	0,016
2021-03-24 18:14:00	0,01475	554,0102	2	0,556463	0,017485	0,061229	270,1	0,9	-1	0,002	0,016	1	-0,012	0,011
2021-03-24 18:15:00	0,014612	551,721	2	0,568984	0,017805	0,059013	270,3	0,8	-1	0,005	0,014	1	-0,013	0,007
2021-03-25 18:14:00	0,015078	557,7604	2	0,544063	0,017212	0,064218	270,3	1,3	-1	0,006	0,022	1	-0,019	0,013
2021-03-25 18:15:00	0,014972	555,4906	2	0,556304	0,017527	0,062228	270,5	1,1	-1	0,01	0,019	1	-0,02	0,009
2021-03-25 18:16:00	0,014366	553,2166	2	0,56882	0,017848	0,057439	270,7	1	-1	0,013	0,017	1	-0,021	0,004
2021-03-26 18:14:00	0,015304	561,4554	2	0,531953	0,01694	0,066607	270,6	1,6	-1	0,01	0,028	1	-0,026	0,014
2021-03-26 18:15:00	0,015335	559,2047	2	0,54392	0,017252	0,065352	270,8	1,4	-1	0,014	0,025	1	-0,027	0,01
2021-03-26 18:16:00	0,015421	556,9498	2	0,556155	0,017568	0,064371	271	1,3	-1	0,017	0,022	1	-0,028	0,006
2021-03-26 18:17:00	0,014497	554,6908	2	0,568665	0,017891	0,057985	271,2	1,1	-1	0,021	0,02	1	-0,028	0,002
2021-03-27 18:15:00	0,01537	562,8653	2	0,531827	0,016978	0,066767	271	1,7	-0,999	0,018	0,03	0,999	-0,033	0,012
2021-03-27 18:16:00	0,015563	560,6293	2	0,543789	0,017291	0,066319	271,2	1,6	-0,999	0,022	0,028	0,999	-0,034	0,007
2021-03-27 18:17:00	0,014885	558,3893	2	0,556019	0,01761	0,061392	271,4	1,4	-0,999	0,025	0,025	0,999	-0,035	0,003
2021-03-27 18:18:00	0,01499	556,1451	2	0,568523	0,017933	0,060493	271,6	1,3	-0,999	0,028	0,022	0,999	-0,036	-0,001
2021-03-28 18:14:00	0,015553	568,6875	2	0,520023	0,016773	0,068605	271,3	2,1	-0,999	0,022	0,036	0,999	-0,04	0,013
2021-03-28 18:15:00	0,0157	566,4743	2	0,531717	0,017084	0,067921	271,5	1,9	-0,999	0,026	0,033	0,999	-0,041	0,009
2021-03-28 18:16:00	0,01635	564,257	2	0,543673	0,0174	0,069615	271,7	1,8	-0,999	0,029	0,031	0,999	-0,042	0,005
2021-03-28 18:17:00	0,015243	562,0356	2	0,555897	0,017721	0,062775	271,9	1,6	-0,999	0,033	0,028	0,999	-0,043	0
2021-03-28 18:18:00	0,014978	559,8102	2	0,568394	0,018047	0,059922	272,1	1,4	-0,999	0,036	0,025	0,999	-0,044	-0,004
2021-03-29 18:14:00	0,015644	572,2283	2	0,508505	0,016504	0,07027	271,5	2,4	-0,999	0,027	0,041	0,999	-0,047	0,015
2021-03-29 18:15:00	0,015726	570,0335	2	0,519937	0,01681	0,069276	271,7	2,2	-0,999	0,03	0,039	0,999	-0,048	0,01
2021-03-29 18:16:00	0,016223	567,8346	2	0,531625	0,017122	0,070241	271,9	2,1	-0,999	0,034	0,036	0,999	-0,049	0,006
2021-03-29 18:17:00	0,015411	565,6317	2	0,543575	0,017439	0,064899	272,1	1,9	-0,999	0,037	0,033	0,999	-0,05	0,002
2021-03-29 18:18:00	0,015676	563,4247	2	0,555792	0,017761	0,064801	272,3	1,8	-0,999	0,041	0,031	0,999	-0,051	-0,002
2021-03-29 18:19:00	0,014582	561,2137	2	0,568282	0,018089	0,057563	272,5	1,6	-0,999	0,044	0,028	0,999	-0,052	-0,007
2021-03-30 18:15:00	0,015746	573,5447	2	0,508445	0,01654	0,070595	272	2,5	-0,998	0,034	0,044	0,998	-0,055	0,012
2021-03-30 18:16:00	0,016111	571,364	2	0,519871	0,016847	0,070937	272,2	2,4	-0,998	0,038	0,042	0,998	-0,056	0,008
2021-03-30 18:17:00	0,015557	569,1793	2	0,531553	0,01716	0,066877	272,4	2,2	-0,998	0,041	0,039	0,998	-0,057	0,003
2021-03-30 18:18:00	0,015717	566,9905	2	0,543497	0,017478	0,066249	272,6	2,1	-0,998	0,045	0,036	0,998	-0,058	-0,001
2021-03-30 18:19:00	0,015044	564,7978	2	0,555707	0,017802	0,061371	272,8	1,9	-0,998	0,048	0,034	0,998	-0,059	-0,005
2021-03-30 18:20:00	0,014616	562,601	2	0,568189	0,018131	0,057564	273	1,8	-0,998	0,052	0,031	0,998	-0,059	-0,009
2021-03-31 18:14:00	0,015778	579,1681	2	0,497236	0,016334	0,071687	272,2	2,9	-0,998	0,039	0,05	0,998	-0,062	0,013
2021-03-31 18:15:00	0,016037	577,0095	2	0,508407	0,016639	0,071522	272,4	2,7	-0,998	0,042	0,047	0,998	-0,063	0,009
2021-03-31 18:16:00	0,015713	574,8468	2	0,519828	0,016949	0,06859	272,6	2,5	-0,998	0,046	0,044	0,998	-0,064	0,005
2021-03-31 18:17:00	0,015832	572,6801	2	0,531504	0,017264	0,067762	272,8	2,4	-0,998	0,049	0,042	0,998	-0,064	0
2021-03-31 18:18:00	0,015417	570,5093	2	0,54344	0,017585	0,064277	273	2,2	-0,998	0,052	0,039	0,998	-0,065	-0,004
2021-03-31 18:19:00	0,015133	568,3346	2	0,555643	0,017911	0,061354	273,2	2,1	-0,998	0,056	0,036	0,998	-0,066	-0,008
2021-03-31 18:20:00	0,014706	566,1559	2	0,568117	0,018243	0,057559	273,4	1,9	-0,998	0,059	0,034	0,998	-0,067	-0,012
2021-04-01 18:14:00	0,015783	582,5705	2	0,486306	0,016069	0,072929	272,5	3,2	-0,998	0,043	0,055	0,998	-0,068	0,015
2021-04-01 18:15:00	0,015897	580,4296	2	0,497228	0,016369	0,072085	272,7	3	-0,998	0,046	0,053	0,998	-0,069	0,01
2021-04-01 18:16:00	0,016593	578,2847	2	0,508394	0,016675	0,073886	272,9	2,9	-0,998	0,05	0,05	0,998	-0,07	0,006
2021-04-01 18:17:00	0,015993	576,1358	2	0,519809	0,016986	0,069762	273,1	2,7	-0,997	0,053	0,047	0,997	-0,071	0,002
2021-04-01 18:18:00	0,016098	573,9828	2	0,531478	0,017302	0,068862	273,3	2,6	-0,997	0,057	0,045	0,997	-0,072	-0,002
2021-04-01 18:19:00	0,015446	571,8259	2	0,543407	0,017624	0,064247	273,5	2,4	-0,997	0,06	0,042	0,997	-0,073	-0,007
2021-04-01 18:20:00	0,015162	569,6651	2	0,555602	0,017952	0,061323	273,7	2,3	-0,997	0,064	0,039	0,997	-0,074	-0,011

Tag	Anzahl Minuten	Anfang	Ende
1. Mai.	1	18:18	18:18
2. Mai.	2	18:18	18:19
3. Mai.	3	18:18	18:20
4. Mai.	5	18:18	18:22
5. Mai.	5	18:19	18:23
6. Mai.	3	18:19	18:21
7. Aug.	5	18:29	18:33
8. Aug.	6	18:27	18:32
9. Aug.	4	18:27	18:30
10. Aug.	3	18:27	18:29
11. Aug.	2	18:26	18:27

Zeitraum Start	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	**Messpunkt OP 4**
04.05.2021	05.05.2021	5	10	18:18	18:23	
07.08.2021	08.08.2021	6	11	18:27	18:33	

Potentielle Reflexionen am Messpunkt OP 4:

21 Minuten pro Jahr (Summe gesamt)
11 Minuten pro Jahr mit Sichtschutz durch Blattwerk (Juni-September)
10 Minuten pro Jahr ohne Sichtschutz durch Blattwerk (Oktober-Mai)
6 Minuten pro Tag (Max)

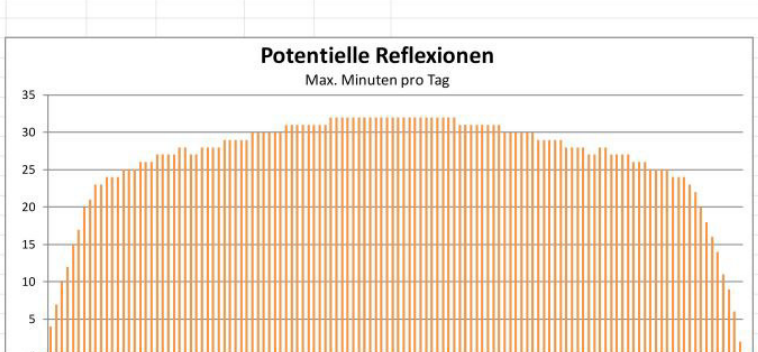
Parameter für Daten Bereinigung (Datensatz mit 1032 Einträgen):
1.: Zeitraum zwischen 06:00 - 22:00 Uhr (bzw. Sonnenuntergang)
2.: Sonnenstand über Horizont ist min. 10° (Standard: min. 10°)
3.: Dauer der Reflexion ist min. 5 Minuten pro Tag (Standard: min. 5 Minuten)

	Corneal Irradiance	DNI (W/m^2)	Ocular Hazard #	Reflectivity	Retinal Irradiance	Subtended Glare Angle	Sun Azimuth	Sun Altitude	Sun Position	Sun Position	Sun Position	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	Reflected Sun Vector	S
2021-04-20 18:03:00	0,013279	662,1079	2	0,285668	0,010728	0,089089	275,8	9,8	-0,981	0,099	0,169	0,981	-0,185	0,066	
2021-04-20 18:04:00	0,013494	660,3174	2	0,292019	0,010937	0,088879	276	9,6	-0,981	0,103	0,167	0,981	-0,186	0,062	
2021-04-20 18:05:00	0,01371	658,5232	2	0,298509	0,011149	0,088652	276,2	9,5	-0,981	0,106	0,164	0,981	-0,187	0,058	
2021-04-20 18:06:00	0,013921	656,7253	2	0,30514	0,011366	0,088393	276,4	9,3	-0,981	0,109	0,162	0,981	-0,188	0,053	
2021-04-20 18:07:00	0,014134	654,9236	2	0,311916	0,011586	0,088122	276,6	9,1	-0,981	0,113	0,159	0,981	-0,189	0,049	
2021-04-20 18:08:00	0,014343	653,1181	2	0,318841	0,011811	0,087824	276,8	9	-0,981	0,116	0,156	0,981	-0,189	0,045	
2021-04-20 18:09:00	0,014552	651,309	2	0,325916	0,01204	0,08751	276,9	8,8	-0,981	0,12	0,154	0,981	-0,19	0,041	
2021-04-20 18:10:00	0,014758	649,4961	2	0,333145	0,012272	0,087167	277,1	8,7	-0,981	0,123	0,151	0,981	-0,191	0,037	
2021-04-20 18:11:00	0,014961	647,6796	2	0,340532	0,01251	0,086805	277,3	8,5	-0,981	0,126	0,148	0,981	-0,192	0,033	
2021-04-20 18:12:00	0,015161	645,8593	2	0,34808	0,012751	0,086411	277,5	8,4	-0,981	0,13	0,146	0,981	-0,193	0,028	
2021-04-20 18:13:00	0,015356	644,0354	2	0,355792	0,012997	0,085987	277,7	8,2	-0,981	0,133	0,143	0,981	-0,194	0,024	
2021-04-21 17:59:00	0,01254	671,7869	2	0,262318	0,009995	0,089975	275,4	10,5	-0,979	0,093	0,182	0,979	-0,188	0,08	
2021-04-21 18:00:00	0,012756	670,0256	2	0,268151	0,01019	0,089825	275,6	10,3	-0,979	0,096	0,179	0,979	-0,189	0,076	
2021-04-21 18:01:00	0,012971	668,2604	2	0,274112	0,01039	0,089652	275,8	10,2	-0,979	0,1	0,177	0,979	-0,19	0,071	
2021-04-21 18:02:00	0,013185	666,4915	2	0,280202	0,010592	0,089457	276	10	-0,979	0,103	0,174	0,979	-0,191	0,067	
2021-04-21 18:03:00	0,0134	664,7188	2	0,286426	0,010799	0,089254	276,2	9,9	-0,979	0,106	0,172	0,979	-0,192	0,063	
2021-04-21 18:04:00	0,013616	662,9423	2	0,292786	0,011009	0,089036	276,4	9,7	-0,979	0,11	0,169	0,979	-0,193	0,059	
2021-04-21 18:05:00	0,013828	661,1621	2	0,299285	0,011223	0,088785	276,6	9,6	-0,98	0,113	0,166	0,98	-0,194	0,055	
2021-04-21 18:06:00	0,014042	659,3782	2	0,305925	0,011441	0,088526	276,8	9,4	-0,98	0,116	0,164	0,98	-0,194	0,051	
2021-04-21 18:07:00	0,014253	657,5906	2	0,31271	0,011663	0,088242	277	9,3	-0,98	0,12	0,161	0,98	-0,195	0,046	
2021-04-21 18:08:00	0,014464	655,7992	2	0,319643	0,011889	0,087942	277,2	9,1	-0,98	0,123	0,158	0,98	-0,196	0,042	
2021-04-21 18:09:00	0,014672	654,0042	2	0,326727	0,01212	0,087615	277,4	9	-0,98	0,127	0,156	0,98	-0,197	0,038	
2021-04-21 18:10:00	0,014879	652,2055	2	0,333965	0,012354	0,087271	277,6	8,8	-0,98	0,13	0,153	0,98	-0,198	0,034	
2021-04-21 18:11:00	0,015082	650,4031	2	0,34136	0,012593	0,086897	277,8	8,7	-0,98	0,133	0,151	0,98	-0,199	0,03	
2021-04-21 18:12:00	0,015281	648,597	2	0,348916	0,012836	0,086495	277,9	8,5	-0,979	0,137	0,148	0,979	-0,2	0,025	
2021-04-21 18:13:00	0,015475	646,7872	2	0,356636	0,013083	0,086058	278,1	8,4	-0,979	0,14	0,145	0,979	-0,201	0,021	
2021-04-22 17:58:00	0,012197	676,0673	2	0,251771	0,009654	0,09043	275,4	10,9	-0,977	0,093	0,189	0,977	-0,193	0,085	
2021-04-22 17:59:00	0,012412	674,3235	2	0,257367	0,009843	0,090305	275,6	10,8	-0,978	0,097	0,187	0,978	-0,194	0,081	
2021-04-22 18:00:00	0,012627	672,5759	2	0,263085	0,010036	0,090158	275,8	10,6	-0,978	0,1	0,184	0,978	-0,195	0,077	
2021-04-22 18:01:00	0,012841	670,8246	2	0,268928	0,010232	0,089994	276	10,5	-0,978	0,103	0,181	0,978	-0,196	0,073	
2021-04-22 18:02:00	0,013054	669,0695	2	0,274899	0,010432	0,089804	276,2	10,3	-0,978	0,107	0,179	0,978	-0,197	0,068	
2021-04-22 18:03:00	0,013269	667,3106	2	0,280999	0,010635	0,089607	276,4	10,2	-0,978	0,11	0,176	0,978	-0,198	0,064	
2021-04-22 18:04:00	0,013484	665,548	2	0,287233	0,010843	0,089397	276,6	10	-0,978	0,113	0,174	0,978	-0,198	0,06	
2021-04-22 18:05:00	0,013696	663,7818	2	0,293603	0,011054	0,089155	276,8	9,8	-0,978	0,117	0,171	0,978	-0,199	0,056	
2021-04-22 18:06:00	0,01391	662,0118	2	0,300112	0,011269	0,088905	277	9,7	-0,978	0,12	0,168	0,978	-0,2	0,052	
2021-04-22 18:07:00	0,014122	660,2381	2	0,306762	0,011487	0,088636	277,2	9,5	-0,978	0,124	0,166	0,978	-0,201	0,048	
2021-04-22 18:08:00	0,014333	658,4607	2	0,313556	0,01171	0,088348	277,4	9,4	-0,978	0,127	0,163	0,978	-0,202	0,043	
2021-04-22 18:09:00	0,014543	656,6796	2	0,320499	0,011937	0,088035	277,6	9,2	-0,978	0,13	0,161	0,978	-0,203	0,039	
2021-04-22 18:10:00	0,014751	654,8949	2	0,327592	0,012168	0,087708	277,8	9,1	-0,978	0,134	0,158	0,978	-0,204	0,035	
2021-04-22 18:11:00	0,014956	653,1064	2	0,334839	0,012403	0,087352	278	8,9	-0,978	0,137	0,155	0,978	-0,205	0,031	
2021-04-22 18:12:00	0,015158	651,3144	2	0,342243	0,012643	0,08697	278,2	8,8	-0,978	0,14	0,153	0,978	-0,206	0,027	
2021-04-22 18:13:00	0,015356	649,5187	2	0,349808	0,012887	0,086558	278,4	8,6	-0,978	0,144	0,15	0,978	-0,207	0,023	
2021-04-22 18:14:00	0,015549	647,7194	2	0,357537	0,013135	0,086113	278,6	8,5	-0,978	0,147	0,147	0,978	-0,207	0,018	
2021-04-23 17:57:00	0,011831	678,8755	2	0,241707	0,009307	0,090831	275,5	11,3	-0,976	0,094	0,197	0,976	-0,198	0,09	
2021-04-23 17:58:00	0,012046	677,1419	2	0,247077	0,009489	0,09074	275,7	11,2	-0,976	0,097	0,194	0,976	-0,199	0,086	
2021-04-23 17:59:00	0,012259	675,4045	2	0,252564	0,009675	0,090618	275,9	11	-0,976	0,1	0,191	0,976	-0,2	0,082	
2021-04-23 18:00:00	0,012471	673,6634	2	0,25817	0,009864	0,090473	276,1	10,9	-0,977	0,104	0,189	0,977	-0,201	0,078	
2021-04-23 18:01:00	0,012684	671,9185	2	0,263899	0,010057	0,090318	276,2	10,7	-0,977	0,107	0,186	0,977	-0,202	0,074	
2021-04-23 18:02:00	0,012895	670,1699	2	0,269753	0,010254	0,090131	276,4	10,6	-0,977	0,11	0,184	0,977	-0,202	0,07	

Tag	Anzahl Minuten	Anfang	Ende
21. Apr.	4	17:59	18:02
22. Apr.	7	17:58	18:04
23. Apr.	10	17:57	18:06
24. Apr.	12	17:56	18:07
25. Apr.	15	17:54	18:08
26. Apr.	17	17:54	18:10
27. Apr.	20	17:53	18:12
28. Apr.	21	17:53	18:13
29. Apr.	23	17:53	18:15
30. Apr.	23	17:53	18:15
1. Mai.	24	17:53	18:16
2. Mai.	24	17:52	18:15
3. Mai.	24	17:52	18:15
4. Mai.	25	17:52	18:16
5. Mai.	25	17:52	18:16
6. Mai.	25	17:52	18:16
7. Mai.	26	17:52	18:17
8. Mai.	26	17:52	18:17
9. Mai.	26	17:52	18:17
10. Mai.	27	17:52	18:18
11. Mai.	27	17:52	18:18
12. Mai.	27	17:52	18:18
13. Mai.	27	17:52	18:18
14. Mai.	28	17:52	18:19
15. Mai.	28	17:52	18:19
16. Mai.	27	17:53	18:19
17. Mai.	27	17:53	18:19
18. Mai.	28	17:53	18:20
19. Mai.	28	17:53	18:20
20. Mai.	28	17:53	18:20
21. Mai.	28	17:53	18:20
22. Mai.	29	17:53	18:21
23. Mai.	29	17:53	18:21
24. Mai.	29	17:53	18:21
25. Mai.	29	17:53	18:21
26. Mai.	29	17:53	18:21
27. Mai.	30	17:53	18:22
28. Mai.	30	17:53	18:22
29. Mai.	30	17:54	18:23
30. Mai.	30	17:54	18:23
31. Mai.	30	17:54	18:23
1. Jun.	30	17:54	18:23
2. Jun.	31	17:54	18:24
3. Jun.	31	17:54	18:24
4. Jun.	31	17:54	18:24
5. Jun.	31	17:55	18:25
6. Jun.	31	17:55	18:25
7. Jun.	31	17:55	18:25
8. Jun.	31	17:55	18:25

Zeitraum Start	Zeitraum Ende	Minuten pro Tag	Minuten im Zeitraum	Erste Zeit	Letzte Zeit	**Messpunkt OP 5**
22.04.2021	21.08.2021	32	3304	17:52	18:32	

Potentielle Reflexionen am Messpunkt OP 5:

3304 Minuten pro Jahr (Summe gesamt)
2306 Minuten pro Jahr mit Sichtschutz durch Blattwerk (Juni-September)
998 Minuten pro Jahr ohne Sichtschutz durch Blattwerk (Oktober-Mai)
32 Minuten pro Tag (Max)

Parameter für Daten Bereinigung (Datensatz mit 3440 Einträgen):
1.: Zeitraum zwischen 06:00 - 22:00 Uhr (bzw. Sonnenuntergang)
2.: Sonnenstand über Horizont ist min. 10° (Standard: min. 10°)
3.: Dauer der Reflexion ist min. 5 Minuten pro Tag (Standard: min. 5 Minuten)