

Blendgutachten

Analyse der Blendwirkung
für die Photovoltaikanlage Martinshaun

Im Auftrag von

OneSolar International GmbH
z.H. Hr. Johannes Bögeholz
Monbijouplatz 4
10178 Berlin

Gutachten ZE24242
Dezember 2024



INHALT

1	Situationsbeschreibung.....	4
1.1	PROBLEMBESCHREIBUNG	4
1.2	ORTSBEZEICHNUNG UND LAGE DER PV-ANLAGE	4
1.3	MODELLIERUNG	4
1.4	PLANUNGS-ÄNDERUNGEN	6
1.5	MODULTYPE	6
1.6	UNTERSUCHTER RAUM	6
1.7	ABSCHATTUNGEN & VERDECKUNGEN	7
1.7.1	<i>Geländeprofil</i>	7
1.7.2	<i>Horizont</i>	8
1.7.3	<i>Bewuchs</i>	8
1.7.4	<i>Künstliche Abschattungen</i>	8
2	Blendberechnung	8
2.1	BEDINGUNGEN FÜR DIE BERECHNUNG.....	8
2.2	REFLEXIONSBERECHNUNG	9
2.3	ERKLÄRUNG DER ERGEBNISSE	10
2.4	SICHTBEZUG.....	11
2.5	BLENDWIRKUNG	12
2.5.1	<i>Größenverhältnisse</i>	12
2.5.2	<i>Richtung der Blendung</i>	12
2.5.3	<i>Blendstärke</i>	13
2.5.4	<i>Blenddauer</i>	14
2.5.5	<i>Subjektive Faktoren</i>	14
2.5.6	<i>Verkehrskritische Punkte</i>	14
2.5.7	<i>Ursprung der Reflexionen</i>	15
3	Beurteilung & Empfehlungen.....	16
3.1	BLENDREDUZIERENDE MAßNAHMEN.....	16
3.1.1	<i>Allgemeine Anmerkungen zur Blendreduktion</i>	17
3.1.2	<i>Evaluierung mit blendreduzierenden Maßnahmen</i>	18
	ANHANG 1 Definitionen	19
	ANHANG 2 Richtlinien, Vorschriften und Gesetze.....	20
	ANHANG 3 Methodik der Berechnung	22
	ANHANG 4 Vermessung der Umgebung.....	23
	ANHANG 5 Detail-Ergebnisse der Berechnungen.....	24
	ANHANG 5.1 ERGEBNISSE MIT BLENDREDUZIERENDEN MAßNAHMEN	39

Zusammenfassung

Im Bauverfahren einer Freiflächen-Photovoltaikanlage ist zu prüfen, ob eine Blendwirkung in Richtung des Straßenverkehrs, oder der Nachbarschaft besteht.

Durch die PV-Anlage würden Blendungen des Straßenverkehrs auftreten, weshalb blendreduzierende Maßnahmen zu empfehlen sind.

Bei Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen besteht keine Gefahr durch Blendung des Straßenverkehrs und keine erhebliche Blendwirkung in Richtung der Nachbarschaft.

Versionsverlauf

Version	Datum	Beschreibung
1.0	4.12.2024	ursprüngliche Fassung

Haftungsausschluss

Die Simulationsmodelle werden mit aller notwendigen Sorgfalt erstellt. Auf Grund unvermeidbarer Abweichungen zwischen Modell und tatsächlicher Situierung der reflektierenden Oberflächen, kann es aber, insbesondere bei der Bestimmung der Zeitpunkte von Blendungen, aber auch bei der Bestimmung von Blenddauern und Winkeln der Lichtstrahlen zu geringen, messbaren Abweichungen kommen. Die simulierten, lichttechnischen Werte basieren auf durchschnittlichen Reflexionsfaktoren. Das Gutachten gilt ausschließlich für die untersuchten, reflektierenden Flächen und Immissionspunkte mit der entsprechend notierten Lage. Die Wirksamkeit von eventuellen Sichtschutzmaßnahmen hängt stark von den relativen Höhen von Sichtschutz, Reflektoren und Immissionspunkten ab, deren Genauigkeit in diesem Fall beim Bau zu prüfen ist.

Copyright

Dieses Gutachten ist das geistige Eigentum der Zehndorfer Engineering GmbH. Seine Verwendung ist nur dem Auftraggeber, seinen Beauftragten und den Behörden für die Zwecke gemäß Kapitel 1 gestattet. Jede andere Verwendung wird untersagt.

1 Situationsbeschreibung

1.1 Problembeschreibung

Menschen, die Fahrzeuge lenken, sind auf gute Sicht angewiesen. Blendung kann das „Fahren auf Sicht“ und das Erkennen von Signalen behindern, wodurch es zu Verkehrsbehinderungen und Unfällen kommen kann.

Blendung aus ungewohnten Richtungen können Menschen bei Arbeiten behindern, sowie den Erholungswert im Freien, auf Balkonen oder sogar in den Wohnräumlichkeiten derart verringern, dass von Unzumutbarkeit gesprochen werden kann. Speziell dort wo der Sichtbezug zu einem bestimmten Objekt wesentlich für die Ausführung der Tätigkeiten ist, können Blendungen Störungen darstellen, die Fehleinschätzungen herbeiführen.

Ziel dieses Gutachtens ist die Prüfung, ob der Straßenverkehr, oder die Nachbarschaft von den Reflexionen der PV-Module geblendet werden könnten.

1.2 Ortsbezeichnung und Lage der PV-Anlage

Die geplante Freiflächen-Photovoltaik-Anlage befindet sich in der Gemeinde 54061 Ergoldsbach, Landkreis Landshut (Gemarkung Martinshaun, Flurstücke 192 u 194).

Abbildung 1 Situation



1.3 Modellierung

Für die Simulation werden die reflektierenden Flächen modelliert (d.h. mathematisch beschrieben). Je nach Nähe und Sichtbeziehung der Immissionspunkte, kommen dabei ebene Vierecke, oder Prismen (mit Höhe), in unterschiedlicher Lage im Raum, zum Einsatz. Falls es für den Gutachter relevant erscheint, werden auch

Abschattungen (z.B. Geländekanten oder Häuser) und Fernverschattungen (z.B. durch nahe Berge) modelliert.

Die Modelle dienen ausschließlich dem Zweck der Blindberechnung und stellen die Geometrien der Flächen nur in jenem Umfang dar, in dem es für die Blindberechnung relevant ist. Dabei werden signifikante Vereinfachungen getroffen (die jedoch keine bedeutsame Auswirkung auf die Blindberechnung haben). Die Modelle weichen daher immer von der Realität ab. Sie ersetzen weder eine detaillierte Planung, noch die notwendige Ingenieursarbeit zur baulichen Realisierung der Anlagen.

Abbildung 2 Modellierung der reflektierenden Flächen



Abbildung 3 Ausrichtung der PV-Module (nicht maßstabsgetreu)

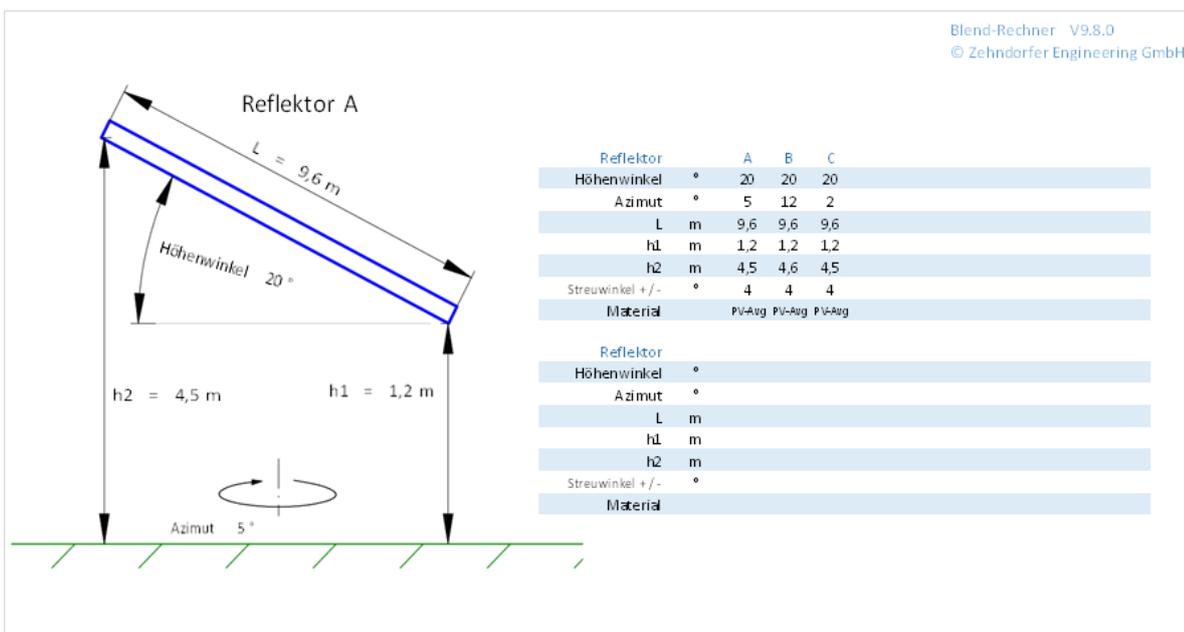


Abbildung 2 und Abbildung 3 zeigen die Ausrichtung des PV-Feldes im Raum¹.

Die tatsächliche Neigung der PV-Module resultiert aus den Winkeln der Modultische und des Untergrunds. Sie wurde mit entsprechenden Drehmatrizen berechnet und ist in Anhang 4 zu sehen. Für die Ausrichtung der PV-Modul-Unterkonstruktion ist Tabelle 4 (Anhang 4) heranzuziehen.

1.4 Planungs-Änderungen

Im Zuge der späteren Ausführungsplanung des Projektes, kann es für den Planer erforderlich werden, die Parameter der Anlage zu ändern, sodass diese von der Modellierung abweichen. Wenn diese Änderungen gering sind, werden keine wesentlichen Auswirkungen auf die Blendwirkung zu erwarten sein und das Blendgutachten behält weiterhin Gültigkeit. Bei größeren Änderungen ist eine Aktualisierung der Blendberechnung zu empfehlen.

Beispiele für kleine Änderungen:

- geringe Änderungen des Modulhöhen- oder Seitenwinkels (bis 3°)
- beliebige Änderungen des Modullayouts innerhalb des modellierten Umfangs
- geringe seitliche Abweichungen des Umfangs der Modulbelegung (bis 1m)
- Änderung der Modultype (es sei denn, in Kapitel 3 wird explizit eine bestimmte Modultype gefordert)
- für Freiflächenanlagen: Änderungen in Modultisch-Oberkante oder -Unterkante (bis zu 50cm)
- für Freiflächenanlagen: Beliebige Änderung des Modultisch-Reihenabstandes

1.5 Modultype

Für die Blendberechnung wird a priori von durchschnittlichen PV-Modulen ausgegangen, sodass die tatsächliche Wahl der PV-Module durch das Gutachten nicht wesentlich eingeschränkt wird. Für die Streuung an den PV-Modulen wurde ein üblicher Streuwinkel von +/- 4° angenommen.

1.6 Untersucher Raum

Die Immissionspunkte (IP) sind jene Punkte, für die die Blendberechnung durchgeführt wird. Die zu untersuchenden Punkte liegen in diesem Fall:

- an den Häusern der Nachbarschaft
- auf der Bundesstraße B15n
- auf den umliegenden Straßen

¹ Der Seitenwinkel (Azimut) wird dabei mit Süd = 0, Ost negativ und West positiv angegeben. Der Höhenwinkel (Elevation) wird als Differenz der Reflexionsebene und der Horizontalen angegeben.

Abbildung 4 Immissionspunkte

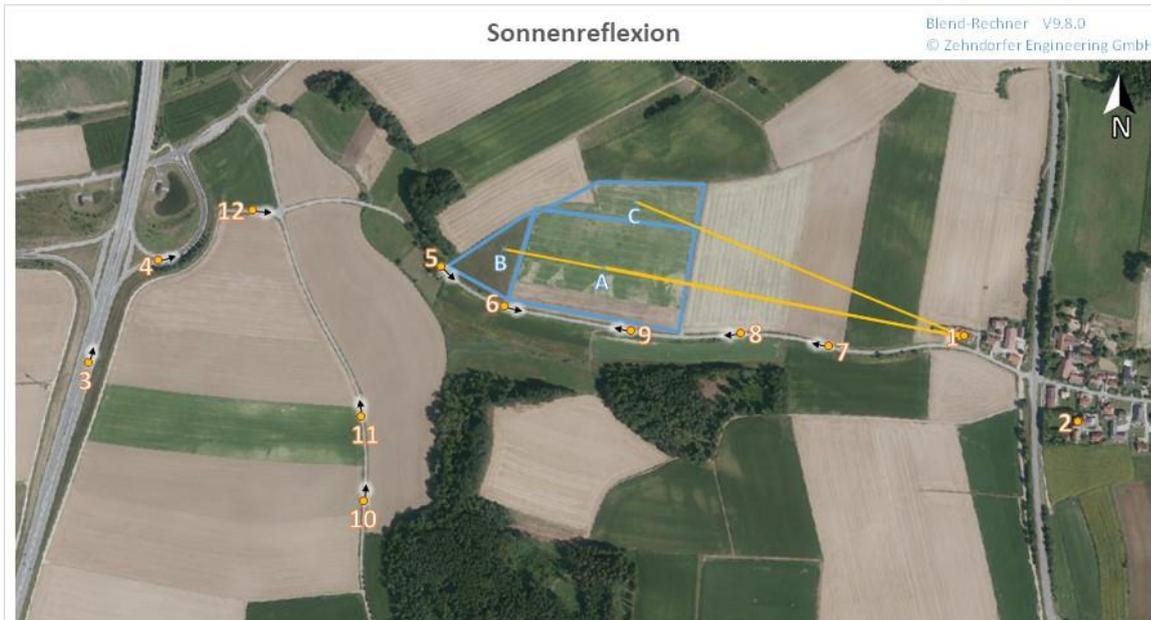


Abbildung 4 zeigt die Lage der Immissionspunkte (IP) und des PV-Feldes. Die Immissionspunkte wurden unter dem Kriterium ausgewählt, dass eine Sichtverbindung zur Vorderseite der PV-Module gegeben sein muss. Die detaillierte Vermessung der relevanten Umgebung ist in Anhang 4 zu finden.

1.7 Abschattungen & Verdeckungen

1.7.1 Geländeprofil

Das umliegende Geländeprofil ist hügelig. Die PV-Anlage befindet sich auf einem Südhang.

Die Bundesstraße liegt an der fraglichen Stelle um einige Meter niedriger als die Fläche auf der sich die PV-Anlage befindet, weshalb von dort aus (IP3 und 4) keine Sichtverbindung besteht.

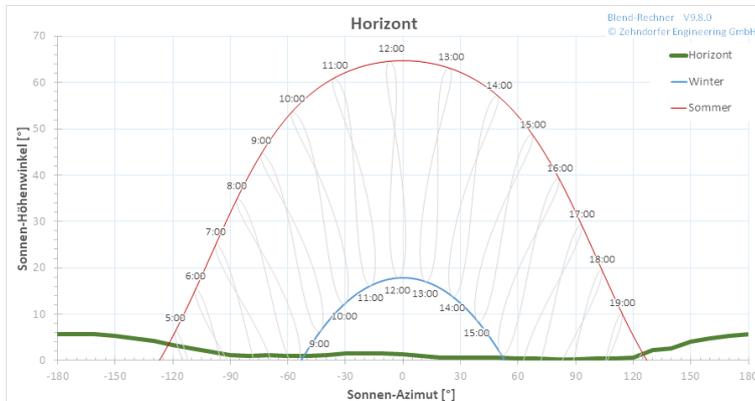
Abbildung 5 Gelände-schummerung



1.7.2 Horizont

Der Horizont ist relativ flach. Die Sonnenstunden werden nicht dadurch reduziert.

Abbildung 6 Horizont



1.7.3 Bewuchs

Zwischen der Reflexionsfläche und den gibt es keine Vegetation die den Blick auf die PV-Anlage verhindern würden.

1.7.4 Künstliche Abschattungen

Zwischen den IP und der Solaranlage gibt es keine Gebäude, die die Sichtbeziehung zur PV-Anlage unterbrechen würden.

2 Blendberechnung

2.1 Bedingungen für die Berechnung

Als Eingabe für die Blendberechnung wurden die Rahmenbedingungen der LAI-2012 Richtlinie (siehe Anhang 2) herangezogen. Diese sind insbesondere:

- Die Sonne ist als punktförmiger Strahler anzunehmen
- Das Modul ist ideal verspiegelt (keine Streublendung)
- Die Sonne scheint von Aufgang bis Untergang (keine Ausnahme von Schlechtwetter)
- Blickwinkel zwischen Sonne und Modul mindestens 10°
- Erhebliche Blendung ab 30 Minuten am Tag oder 30 Stunden pro Kalenderjahr

Streulicht wird, gemäß Richtlinie, in der Bewertung der Blendwirkung in Richtung der Nachbarschaft nicht berücksichtigt, damit die errechneten Werte der Blenddauern mit den Grenzwerten der Richtlinie vergleichbar sind. Es wird also nur die Dauer der direkt spiegelnden Kernblendung für den Vergleich mit den Grenzwerten herangezogen.

2.2 Reflexionsberechnung

Die Reflexionsberechnung basiert auf der Methode Raytracing (siehe Anhang 3). Die Reflexionen werden für jeden Immissionspunkt einzeln berechnet. Beispielhaft werden hier die Ergebnisse der Berechnungen für den IP2 betrachtet.

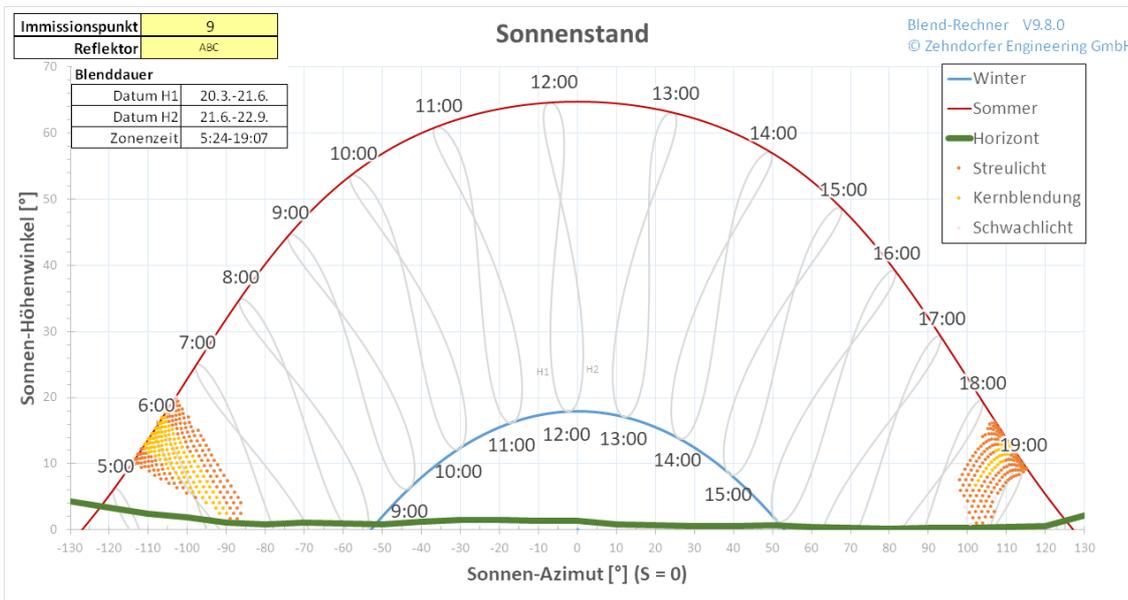
Abbildung 7 Reflexion der Solar Anlage



Abbildung 7 stellt die Immissionspunkte und den Strahlengang von eventuellen Reflexionen dar.

Abbildung 8 zeigt zu welchem Zeitpunkt (Jahres- und Uhrzeit) Reflexionen auftreten. An den Achsen sind jene Sonnenhöhenwinkel und Sonnenseitenwinkel ablesbar, bei welchen Reflexionen am Immissionspunkt auftreten.

Abbildung 8 Sonnenwinkel bei Blendung



Es ist also morgens und abends von März bis September mit Reflexionen zu rechnen. Die Resultate der Berechnung sind in folgender Tabelle zusammengefasst. Alle weiteren Ergebnisse sind in Anhang 5 zu finden.

Reflektor		ABC
Immissionspunkt		9
Distanz	m	15
Höhenwinkel	°	1
Raumwinkel	msr	273
Datum H1		20.3.-21.6.
Datum H2		21.6.-22.9.
Zeit		5:24-19:07
Kernblendung	min / Tag	15
Kernblendung	h / Jahr	17
Streulicht	min / Tag	25
Streulicht	h / Jahr	36
Sonne-Reflektor-Winkel (max)		° 26
Blendung - Blickwinkel (min)		° 4
Leuchtdichte (max)		[k cd/m ²] 8 431
Retinale Einstrahlung (max)		[mW/cm ²] 66
Beleuchtungsstärke (max)		[lx] 18 415

2.3 Erklärung der Ergebnisse

- Distanz** Die Distanz zwischen Mittelpunkt des Reflektors und Immissionspunkt in Meter
- Höhenwinkel** Der Höhenwinkel des Reflektors über dem Immissionspunkt. 0° bedeutet, dass sich der Reflektor auf gleicher Höhe wie der Immissionspunkt befindet.
- Raumwinkel** Der Raumwinkel (gemessen in Milliradian) ist ein Maß für die sichtbare Größe eines Objektes. Er wird berechnet, indem man die sichtbare Fläche eines Objektes durch das Quadrat dessen Abstandes dividiert.
- Datum H1/H2** Gibt genau jene Zeitspanne an, an welcher Blendung über den Reflektor erfolgt
- Zeit** Die maximale Zeitspanne, bei welcher Blendung über den Reflektor erfolgt
- Kernblendung** Die Dauer der Blendung durch direkte Spiegelung der Sonne am Reflektor, in Minuten pro Tag bzw. Stunden pro Jahr
- Streulicht** Die Dauer der Blendung durch gestreutes Licht der Sonne, an der unebenen Oberfläche des Reflektors in Minuten pro Tag bzw. Stunden pro Jahr.
- Sonne-Reflektor-Winkel** Der (zum Blendzeitpunkt), vom Immissionspunkt aus, sichtbare Winkel zwischen Reflektor und Sonnenstand. Ist dieser Winkel klein (also z.B. < 10°), so spielt die Blendung, neben der, in gleicher Richtung stehenden und typischer Weise viel stärkeren Sonne, eine untergeordnete Rolle.
- Blendung-Blickwinkel** Der minimale Winkel zwischen der Blickrichtung (also z.B. Fahrtrichtung) und jener Stelle des Reflektors, von welcher aus Reflexionen stattfinden können. Ist

der Winkel groß (also außerhalb des eines Kegels von 30°), so spielt die Blendung für den Verkehr eine untergeordnete Rolle.

- Leuchtdichte** Das Maximum der errechneten Leuchtdichte der Reflexion in 1.000 cd/m²
- Retinale Einstrahlung** Die maximale Leistungsdichte der reflektierten Strahlen auf der Netzhaut in W/cm²
- Beleuchtungsstärke** Die maximale, zusätzliche Beleuchtungsstärke der reflektierenden Strahlen, am Immissionspunkt in lux.

2.4 Sichtbezug

Um den Sichtbezug zu den reflektierenden Flächen und deren Reflexionen deutlich zu machen, wurde die Darstellung dieser Punkte mit Blick in Fahrtrichtung (bzw. von Nachbargebäuden in Richtung der reflektierenden Flächen) gewählt. Die Winkel der Darstellung sind realistisch, d.h. ein durchschnittlicher Beobachter wird das hier berechnete Gesichtsfeld vor Augen haben.

Abbildung 9 Blickfeld

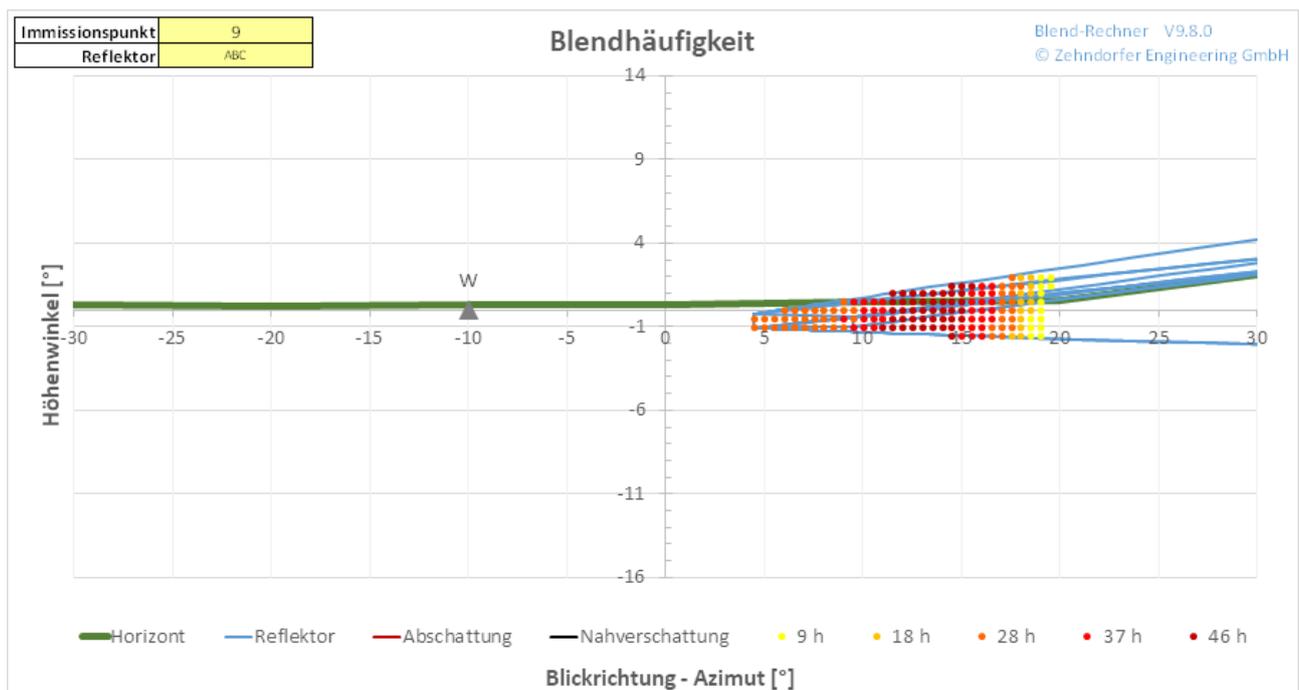


Abbildung 9 zeigt jene Flächen, von denen Reflexionen zu erwarten sind. Es ist die Dauer der Reflexionen in Stunden pro Jahr (inklusive Streublendung) farblich dargestellt. Alle weiteren Ansichten sind in Anhang 5 zu sehen.

2.5 Blendwirkung

Die Auswirkung der Blendung auf den Menschen ist von mehreren Parametern abhängig. Folgende Parameter haben einen Einfluss auf die Blendwirkung beim Menschen:

- Größe der projizierenden Reflexions-Fläche
- Reflexionsfaktor der verwendeten Materialien
- Entfernung zwischen IP und Reflektor
- Winkel zwischen Sonne und Reflexionsfläche
- Häufigkeit und Dauer der Reflexion
- Jahreszeit und Uhrzeit der Reflexion
- Tätigkeit des Menschen bei der die Reflexion wahrgenommen wird
- Möglichkeiten sich vor Blendung zu schützen

2.5.1 Größenverhältnisse

Die hier dargestellten Größenverhältnisse sollen bei der subjektiven Einordnung der Reflexionsfläche helfen. Da das Auge keine Größen, sondern nur optische Winkel wahrnimmt (also das Verhältnis von Größe zur Entfernung²) sind hier alle Größen im Maß des Raumwinkels (Milliradian) umgerechnet.

Sichtbeziehung	Raumwinkel
Gesichtsfeld	2.200 msr
Sonnenscheibe am Himmel	0,068 msr
Ausgestreckter Daumen	1,55 msr

Die maximal sichtbare Größe der Solar-Anlage, vom Immissionspunkt gesehen (273 msr), ist als sehr groß zu bezeichnen.

2.5.2 Richtung der Blendung

Die Richtung, von der Blendung ausgeht, kann eine entscheidende Rolle für die Blendwirkung spielen. Während Blendungen von oben (z.B. Sonne) als normal anzusehen sind und Menschen diesbezüglich nicht sehr empfindlich sind, können waagrecht einfallende Lichtstrahlen Menschen stören. Auch solche Blendungen, die von weiter links oder rechts der Sehachse kommen, werden weniger störend empfunden als jene, die im Zentrum des Gesichtsfeldes auftreten.

Die Richtlinie für die "Beleuchtung von Arbeitsstätten" DIN EN 12464, zum Beispiel, reduziert seitlich auftretende Blendungen mit dem Guth-Positionsindex³.

² Der Mond oder die Sonne sind also z.B. mit dem ausgestreckten Daumen vollständig verdeckbar.

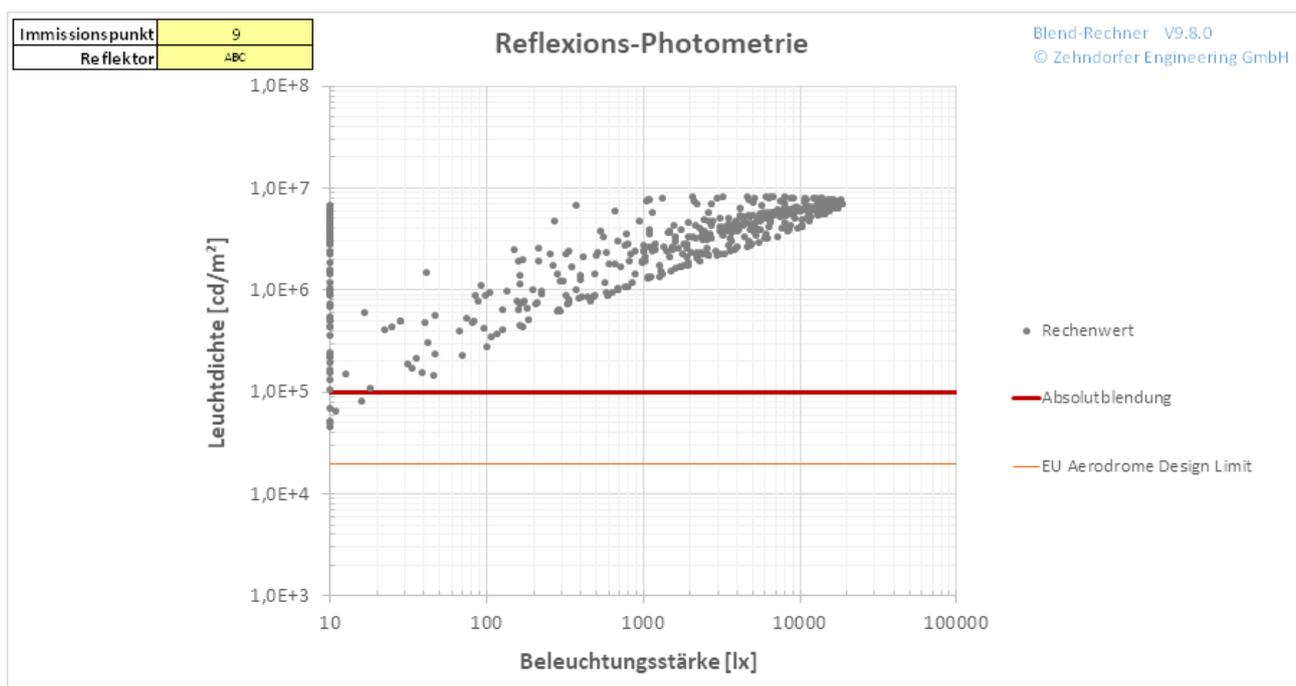
³ In diesem Zusammenhang wird auch auf eine Studie von Natasja van der Leden, Johan Alferdinck, Alexander Toet mit dem Titel „Verhinderung von Sonnenreflexionen in Lärmschutzwällen – ein Laborexperiment“ verwiesen, die zu dem Schluss kommt, dass: „die Fahrleistung bei kleinen Blendungswinkeln von 5 Grad besonders abnimmt.“

Daher werden in diesem Gutachten nur solche Blendungen als relevant für den Verkehr betrachtet, die innerhalb eines Winkels von +/- 30° zur Sehachse (= Fahrtrichtung) liegen. Reflexionen mit Seitenwinkeln von mehr als 15° zur Sichtachse stellen keine Gefahr für den Verkehr dar.

2.5.3 Blendstärke

Die Solar-Module haben bei rechtwinkelig auf die Oberfläche eintreffendem Licht relativ kleine Reflexionsfaktoren, weshalb dabei nur ein Teil des Sonnenlichts reflektiert wird. Bei flacher einfallenden Lichtstrahlen steigt der Anteil des reflektierten Lichtes (der Reflexionsfaktor wird höher). Auch die Stärke des Sonnenlichtes ist vom Sonnenstand abhängig (die Sonne erreicht Leuchtdichten bis zu $1,6 \times 10^9 \text{ cd/m}^2$ und hat bei niedrig stehender Sonne noch eine Leuchtdichte von $6 \times 10^6 \text{ cd/m}^2$). Im Rechenmodell wurden diese Faktoren berücksichtigt. In den meisten Fällen wird bei Reflexionen Absolutblendung erreicht (eine reflektierte Leuchtdichte von über 100.000 cd/m^2). In der Richtlinie LAI-2012 wird davon ausgegangen, dass Leuchtdichten in dieser Größenordnung bei Sonnenreflexionen immer erreicht werden. Die Stärke der Reflexionen ist demnach kein Kriterium in der Richtlinie. Gemäß der Richtlinie ist nur bei einer Dauer von über 30 Minuten pro Tag, bzw. 30 Stunden pro Jahr die Grenze der Zumutbarkeit überschritten.

Abbildung 10 Stärke der Reflexionen



Die Berechnung der Leuchtdichte in Abbildung 10 zeigt, dass bei einigen Sonnenständen Absolutblendung erreicht wird.

2.5.4 Blenddauer

Abbildung 11 Blenddauer

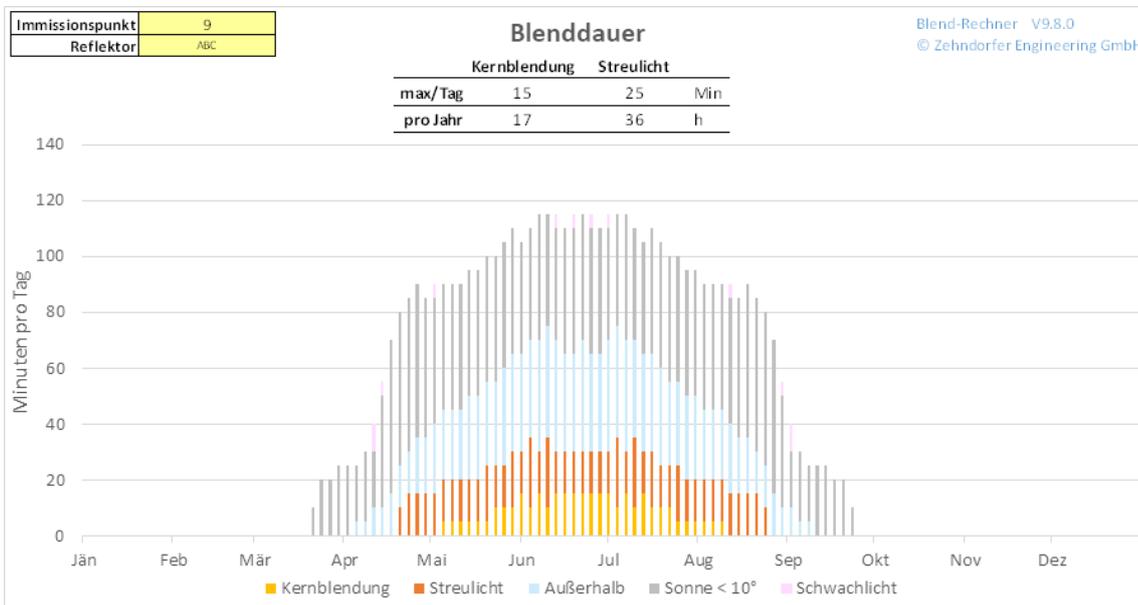


Abbildung 11 zeigt die Verteilung der Blenddauer pro Tag über das ganze Jahr.

Die Farbkennzeichnung der unterschiedlichen Reflexionen haben die folgende Bedeutung:

- gelb: Direkt spiegelnde Kernblendung
- orange: Streulicht
- blau: Reflexionen außerhalb des Gesichtsfeldes (beim Verkehr +/-15° von der Fahrtrichtung)
- grau: Reflexionen bei denen die Sonne in einem geringen Winkel (<10°) zur Reflexion steht und diese daher überstrahlt.
- pink: Reflexionen mit geringer Leuchtdichte (unter 100.000 cd/m²)

Bei der Berechnung der Zeiten für Kernblendung (Reflexion ohne Streuung) wurden weder die verlängernde Wirkung der Streuung des Lichtes an den Modulen, noch die reduzierende Wirkung von Schlechtwetter (Regen, Schnee, Nebel, Hochnebel, Bewölkung) berücksichtigt.

2.5.5 Subjektive Faktoren

Es gibt Tätigkeiten, bei denen die ungestörte Sicht in Richtung der PV-Anlage notwendig ist.

Dies ist bei den Nachbarn nicht der Fall.

Bei Fahrzeuglenkern kann der Blick in Richtung der Reflexionen notwendig sein, falls diese in Fahrtrichtung liegen.

2.5.6 Verkehrskritische Punkte

Für den Verkehr sind folgende Punkte als kritisch zu betrachten:

- Straßen- und Eisenbahnkreuzungen
- Straßenstellen mit Querungsachsen für Fußgänger und Radfahrer
- Unfallhäufungsstellen

- Straßenstellen mit Verflechtungs- und Manöverstrecken
- Stellen mit Geschwindigkeitsinhomogenität

Abbildung 12 Unfälle 2021-23

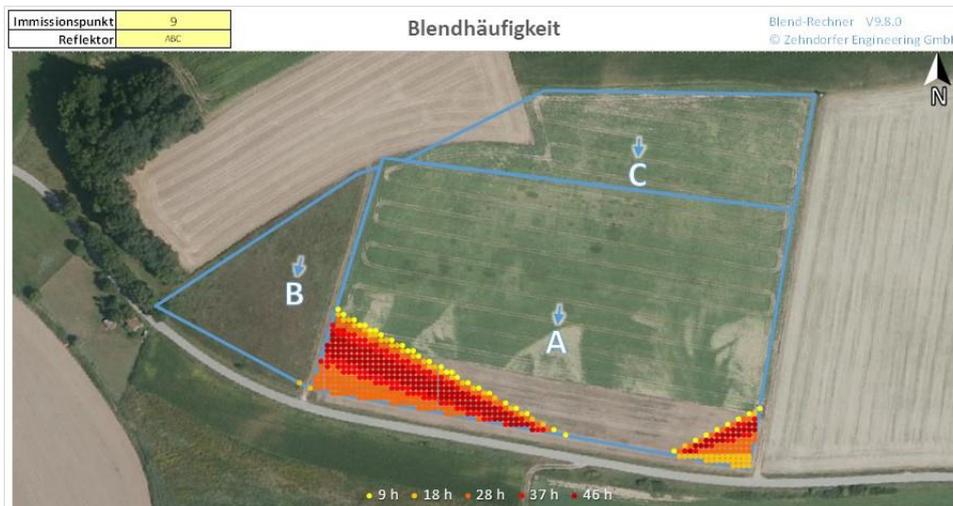


Auf den relevanten Straßenabschnitten wurden in den letzten Jahren einige Unfälle gemeldet. Es liegen jedoch keine Unfallhäufungen vor.

2.5.7 Ursprung der Reflexionen

Um die Wirksamkeit möglicher blendreduzierender Maßnahmen abschätzen zu können, ist es hilfreich den Ursprung der Reflexionen zu kennen⁴. Abbildung 13 zeigt (in den Farben gelb, orange, rot) die ungefähre Dauer der Reflexionen⁵ von bestimmten reflektierenden Flächen, während eines ganzen Jahres.

Abbildung 13 Reflektierende Flächen



⁴ Auf Grund unterschiedlicher Blickwinkel reflektieren nicht alle Flächen gleich.

⁵ In dieser Darstellung wurde Streulicht berücksichtigt. Die dargestellten Dauern sind daher nur als Indikation zu verstehen und nicht für den Vergleich mit den Grenzwerten der Richtlinie geeignet.

3 Beurteilung & Empfehlungen

IP1 und 2 (Nachbarschaft)

Es werden Reflexionen in Richtung der Nachbarschaft auftreten. Die Dauer der direkt spiegelnden Kernblendung liegt jedoch an allen Punkten deutlich unter den Grenzwerten der Richtlinie.

IP3 und 4 (Bundesstraße)

Mangels Sichtverbindung zur PV-Anlage kann keine Blendung an diesen Punkten auftreten.

IP5 bis 12 (Straßen)

Es werden Reflexionen in Richtung der Straße im Süden auftreten. Diese liegen zum Teil auch im inneren Gesichtsfeld der Fahrzeuglenker, **weshalb blendreduzierende Maßnahmen zu empfehlen sind.**

3.1 Blendreduzierende Maßnahmen

Als blendreduzierende Maßnahme wird ein Sichtschutz, oder alternativ, eine blickdichte Hecke empfohlen.

Abbildung 14 Blendreduzierende Maßnahme

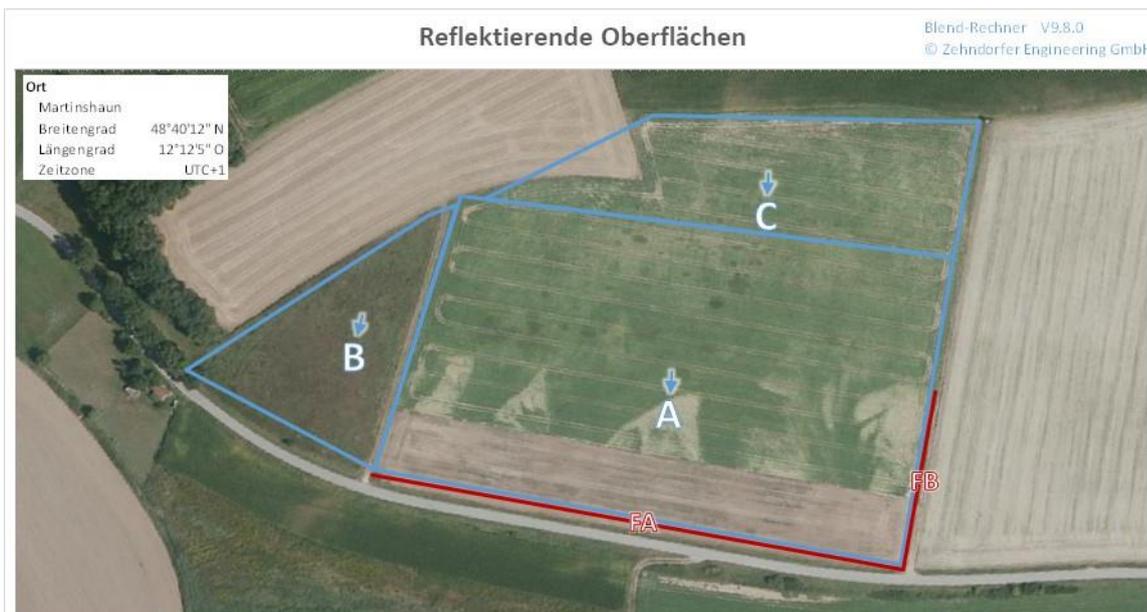


Tabelle 1 Abmessungen Sichtschutz

Sichtschutz	min. Breite [m]	min. Höhe [m]
FA	298	4,5
FB	103	4,5

Tabelle 2 Koordinaten Sichtschutz

Abschattung Eckpunkt	FA				FB			
	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
x	293 847	294 140	294 140	293 847	294 140	294 158	294 158	294 140
y	394 470	394 416	394 416	394 470	394 416	394 517	394 517	394 416
z	441	445	445	441	445	456	456	445
h	0,0	0,0	4,5	4,5	0,0	0,0	4,5	4,5

Abbildung 14, Tabelle 1 und Tabelle 2 zeigen die vorgeschlagenen blendreduzierenden Maßnahmen.

Durch die vorgeschlagenen Maßnahmen werden Blendungen am IP9 effektiv verhindert, wie der Vergleich von Abbildung 15 und Abbildung 16 zeigt.

Die restlichen Ergebnisse der Berechnungen sind in Anhang 5.1 auf Seite 39 zu sehen.

Abbildung 15 Blickfeld (original)

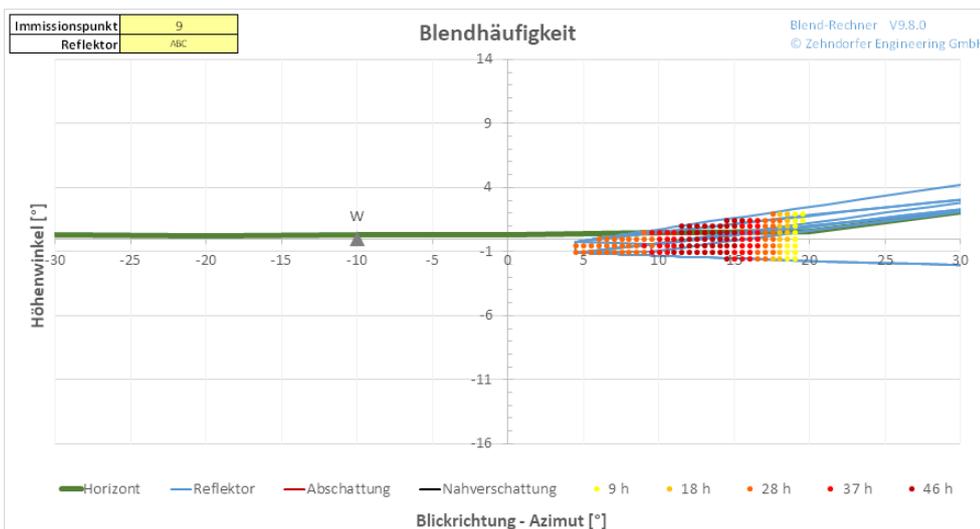
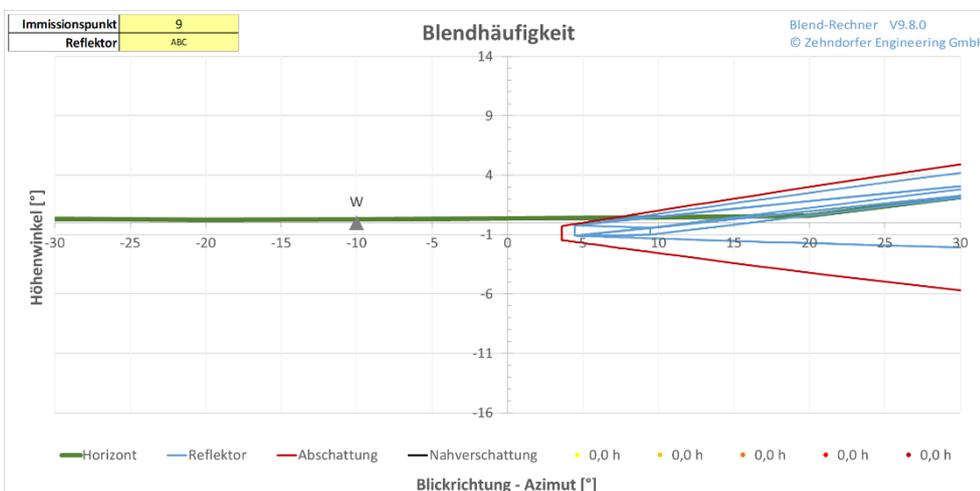


Abbildung 16 Blenddauer (mit Maßnahmen)



3.1.1 Allgemeine Anmerkungen zur Blendreduktion

PV-Module mit Anti-Reflexionsschicht stellen in der Regel keine ausreichende Lösung zur Blendreduzierung dar. Die Blendberechnung wurde bereits mit den partiellen Reflexionswerten solcher PV-Module durchgeführt. Die Leuchtdichte der Reflexionen kann im Diagramm der Reflexions-Photometrie (Abbildung 10 auf Seite 13) abgelesen werden. Nur wenn es gelingt, die berechneten Punkte unter die Grenze für Absolutblendung zu bringen, kann von einer erfolgreichen Blendreduktion gesprochen werden. In den meisten Fällen wären hier Verbesserungen des Reflexionsfaktors mit dem Faktor 10 bis 100 erforderlich. Hier sind daher andere Maßnahmen (wie oben beschrieben) umzusetzen.

3.1.2 Evaluierung mit blendreduzierenden Maßnahmen

IP1 und 2 (Nachbarschaft)

Es werden Reflexionen in Richtung der Nachbarschaft auftreten. Die Dauer der direkt spiegelnden Kernblendung liegt jedoch an allen Punkten deutlich unter den Grenzwerten der Richtlinie.

IP3 und 4 (Bundesstraße)

Mangels Sichtverbindung zur PV-Anlage kann keine Blendung an diesen Punkten auftreten.

IP5 bis 12 (Straßen)

Es werden Reflexionen in Richtung der Straße im Süden auftreten. Diese liegen bis auf den IP7 an allen Punkten außerhalb des inneren Gesichtsfeldes der Fahrzeuglenker. Am IP7 haben die Reflexionen die folgenden Eigenschaften:

- Sie treten nur kurz auf (35 Minuten)
- Sie bestehen ausschließlich aus Streulicht
- Sie stammen von den (kleinen) Anlageteilen die den Sichtschutz überragen und treten daher nicht großflächig auf (Raumwinkeln maximal 1msr)

Mit diesen Eigenschaften stellen die restlichen Reflexionen keine Gefahr für den Straßenverkehr dar.

Durch die PV-Anlage würden also Blendungen des Straßenverkehrs auftreten, weshalb blendreduzierende Maßnahmen zu empfehlen sind.

Bei Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen besteht keine Gefahr durch Blendung des Straßenverkehrs und keine erhebliche Blendwirkung in Richtung der Nachbarschaft.

Datum: 04.12.2024

Gutachter:

**Zehndorfer
Engineering**
+43 (680) 244 3310
office@zehndorfer.at
www.zehndorfer.at
FN 516736k
UID-ATU74524829
Zehndorfer Engineering GmbH
Stift-Viktring-Straße 21/6
9073 Klagenfurt
Austria

Jakob Zehndorfer
Zehndorfer Engineering GmbH

ANHANG 1 DEFINITIONEN

Blendung (allgemein)	Eine Störung der visuellen <i>Wahrnehmung</i> , verursacht durch eine helle Lichtquelle im Gesichtsfeld
Psychologische Blendung	Eine Form von Blendung, welche als <i>unangenehm oder ablenkend</i> empfunden wird. Sie stört häufig nur unbewusst die Aufnahme von visueller Information, ohne die Wahrnehmung von Details wirklich zu verhindern.
Physiologische Blendung	Eine Form von Blendung, welche die Wahrnehmung von visueller Information <i>technisch messbar</i> reduziert. Sie wird durch Streulicht innerhalb des Auges verursacht, welches die wahrnehmbaren Kontraste durch seine Schleierleuchtdichte reduziert.
Blendwirkung	Die Auswirkung der Blendung auf ein Individuum
tolerierbare Grenze	In den genannten Vorschriften und Gesetzestexten wird die „tolerierbare Grenze“ für die Blendung nicht näher definiert.
Reflexion (Physik)	Das Zurückwerfen von Wellen an einer Grenzfläche
Gerichtete Reflexion	Für (nahezu) glatte Oberflächen gilt das <i>Reflexionsgesetz</i>
Immissionspunkt	Punkt, auf welchen Strahlung einwirkt
Emissionsfläche	Fläche, von welcher Strahlung ausgesendet wird
Leuchtdichte	Ein Maß für den <i>Helligkeitseindruck</i> . Gibt die Lichtstärke pro Fläche, in Candela pro Quadratmeter an [cd/m ²] bzw. den Lichtstrom pro sichtbarer Flächeneinheit des Reflektors und Raumwinkel (des entfernt stehenden Auges) [lm/m ² sr] an.
Lichtstärke	Der Lichtstrom pro Raumwinkel [lm/sr]
IP	Die Immissionspunkte sind jene Punkte, für welche die Blendberechnung durchgeführt wird
PV	Photovoltaik
Azimut	Seitenwinkel (horizontal) zwischen Objekt und Südrichtung
Elevation	auch <i>Höhenwinkel</i> , gemessen von der Horizontalen zur Objektoberfläche
Koordinatensystem	Das verwendete Koordinatensystem verläuft in x/y-Ebene parallel zur Erdoberfläche, der z-Vektor zeigt senkrecht in die Höhe. In der Berechnung finden verschiedene andere Koordinatensysteme Anwendung, was für das Endergebnis jedoch irrelevant ist.
Prismierung	PV-Glas hat, neben seiner besonderen chemischen Zusammensetzung und einer eventuellen anti-reflex Beschichtung, in vielen Fällen auch noch die Eigenschaft einer „rauen“ Oberfläche – kleine Prismen, die die Reflexion verringern und die Transmission des Lichts in das Glas verstärken sollen. An diesen kleinen, unterschiedlich geneigten Flächen entsteht Streulicht.

ANHANG 2 RICHTLINIEN, VORSCHRIFTEN UND GESETZE

Bundes-Immissionsschutzgesetz (2016)

§ 5 (1) Genehmigungsbedürftige Anlagen sind so zu errichten und zu betreiben, dass zur Gewährleistung eines hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt 1. schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft nicht hervorgerufen werden können; ...

§ 22 (1) Nicht genehmigungsbedürftige Anlagen sind so zu errichten und zu betreiben, dass 1. schädliche Umwelteinwirkungen verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind, ...

Bürgerliches Gesetzbuch 2015, § 906

(1) Der Eigentümer eines Grundstücks kann die Zuführung von Gasen, Dämpfen, Gerüchen, Rauch, Ruß, Wärme, Geräusch, Erschütterungen und ähnliche von einem anderen Grundstück ausgehende Einwirkungen insoweit nicht verbieten, als die Einwirkung die Benutzung seines Grundstücks nicht oder nur unwesentlich beeinträchtigt. Eine unwesentliche Beeinträchtigung liegt in der Regel vor, wenn die in Gesetzen oder Rechtsverordnungen festgelegten Grenz- oder Richtwerte von den nach diesen Vorschriften ermittelten und bewerteten Einwirkungen nicht überschritten werden. Gleiches gilt für Werte in allgemeinen Verwaltungsvorschriften, die nach § 48 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes erlassen worden sind und den Stand der Technik wiedergeben.

(2) Das Gleiche gilt insoweit, als eine wesentliche Beeinträchtigung durch eine ortsübliche Benutzung des anderen Grundstücks herbeigeführt wird und nicht durch Maßnahmen verhindert werden kann, die Benutzern dieser Art wirtschaftlich zumutbar sind. Hat der Eigentümer hiernach eine Einwirkung zu dulden, so kann er von dem Benutzer des anderen Grundstücks einen angemessenen Ausgleich in Geld verlangen, wenn die Einwirkung eine ortsübliche Benutzung seines Grundstücks oder dessen Ertrag über das zumutbare Maß hinaus beeinträchtigt.

Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI-2012), 13.09.2012

3. Maßgebliche Immissionsorte und –Situationen

Maßgebliche Immissionsorte sind a) schutzwürdige Räume, die als Wohnräume, Schlafräume, einschließlich Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten und Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien, Unterrichtsräume in Schulen, Hochschulen und ähnlichen Einrichtungen, Büroräume, Praxisräume, Arbeitsräume, Schulungsräume und ähnliche Arbeitsräume genutzt werden. An Gebäuden anschließende Außenflächen (z. B. Terrassen und Balkone) sind schutzwürdigen Räumen tagsüber zwischen 6:00 – 22:00 Uhr gleichgestellt. b) unbebaute Flächen in einer Bezugshöhe von 2 m über Grund an dem am stärksten betroffenen Rand der Flächen, auf denen nach Bau- oder Planungsrecht Gebäude mit schutzwürdigen Räumen zugelassen sind.

Zur Ermittlung der Immissionen (Blendzeiträume) wird von idealisierten Annahmen ausgegangen

- Die Sonne ist punktförmig
- Das Modul ist ideal verspiegelt, d.h. es kann das Reflexionsgesetz „Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel“ angewendet werden.
- Die Sonne scheint von Aufgang bis Untergang d.h. die Berechnung liefert die astronomisch maximal möglichen Immissionszeiträume.

In den Immissionszeiten sollten nur solche Konstellationen berücksichtigt werden, in denen sich die Blickrichtungen zur Sonne und auf das Modul um mindestens 10° unterscheiden.

Eine erhebliche Belästigung im Sinne des BImSchG durch die maximal mögliche astronomische Blenddauer unter Berücksichtigung aller umliegenden Photovoltaikanlagen kann vorliegen, wenn diese mindestens 30 Minuten am Tag oder 30 Stunden pro Kalenderjahr beträgt.

Bundesfernstraßengesetz (2007)

§ 9 Bauliche Anlagen an Bundesfernstraßen - (2) Im Übrigen bedürfen Baugenehmigungen oder nach anderen Vorschriften notwendige Genehmigungen der Zustimmung der obersten Landesstraßenbaubehörde, wenn 1. bauliche Anlagen längs der Bundesautobahnen in einer Entfernung bis zu 100 Meter und längs der Bundesstraßen außerhalb der zur Erschließung der anliegenden Grundstücke bestimmten Teile der Ortsdurchfahrten bis zu 40 Meter, gemessen vom äußeren Rand der befestigten Fahrbahn, errichtet, erheblich geändert oder anders genutzt werden sollen, ...

(3) Die Zustimmung nach Absatz 2 darf nur versagt oder mit Bedingungen und Auflagen erteilt werden, soweit dies wegen der Sicherheit oder Leichtigkeit des Verkehrs, der Ausbauabsichten oder der Straßenbaugestaltung nötig ist.

ANHANG 3 METHODIK DER BERECHNUNG

Die Berechnung wird mittels *Raytracing* durchgeführt. Dabei wird der errechnete Sonnenstand für ein ganzes Jahr in der Auflösung von 1 bis 5 Minuten, in einen Einfallswinkel auf der Reflexionsfläche umgerechnet und mathematisch gespiegelt. Streublendungen werden als Strahlaufweitung an der Reflexionsoberfläche modelliert. Alle Zeitpunkte, bei denen Reflexionen in Richtung der Immissionsunkte auftreten, werden notiert und grafisch im Blendverlauf dargestellt. Die Blenddauer wird als tägliche und jährliche Akkumulation der Blendzeitpunkte errechnet. Alle Berechnungen werden unter Zuhilfenahme von vorteilhaften Koordinatensystemen, mittels entsprechender Drehmatrizen durchgeführt.

Für eine eventuelle Berechnung der photometrischen Daten (Leuchtdichte und Beleuchtungsstärke) wird die, vom Sonnenstand abhängige, Einstrahlung mit dem winkelabhängigen Reflexionsfaktor multipliziert. Auch die Strahlaufweitung an der reflektierenden Oberfläche wird berücksichtigt. Die Beleuchtungsstärke wird mit der, zu jedem Zeitpunkt reflektierenden, Oberfläche berechnet.

In den Berechnungen und grafischen Darstellungen wurden die folgenden Datenquellen eingesetzt:

Copyright				
	Daten Quelle	©	Link	Höhe
	Orthofoto Bayernatlas	CC BY 4.0	geodaten.bayern.de	
	Geländemodell Bayernatlas	CC BY 4.0	geodaten.bayern.de	DHHN2016
	Oberflächenmodell N/A			
	Verwaltungsgrenzen Bayernatlas	CC BY 4.0	geodaten.bayern.de	

ANHANG 4 VERMESSUNG DER UMGEBUNG

Tabelle 3 Koordinaten der reflektierenden Flächen

EPSG	Koordinatensystem	False Northing	False Easting	Höhe
25833	UTM 33N	5 000 000	0	DHHN2016

Reflektor Eckpunkt	A				B				C			
	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
x	293 848	294 139	294 168	293 896	293 745	293 848	293 894	293 878	293 909	294 168	294 182	294 002
y	394 473	394 419	394 595	394 630	394 530	394 473	394 625	394 619	394 628	394 595	394 673	394 676
z	441	446	464	462	439	441	462	460	463	464	469	469
h	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2

Tabelle 4 Winkel der reflektierenden Flächen

	Montagesystem		Untergrund		Resultierende	
	Höhenwinkel	Seitenwinkel	Höhenwinkel	Seitenwinkel	Höhenwinkel	Seitenwinkel
A	20	0	7	15	20	5
B	20	0	8	33	20	12
C	20	0	5	7	20	2

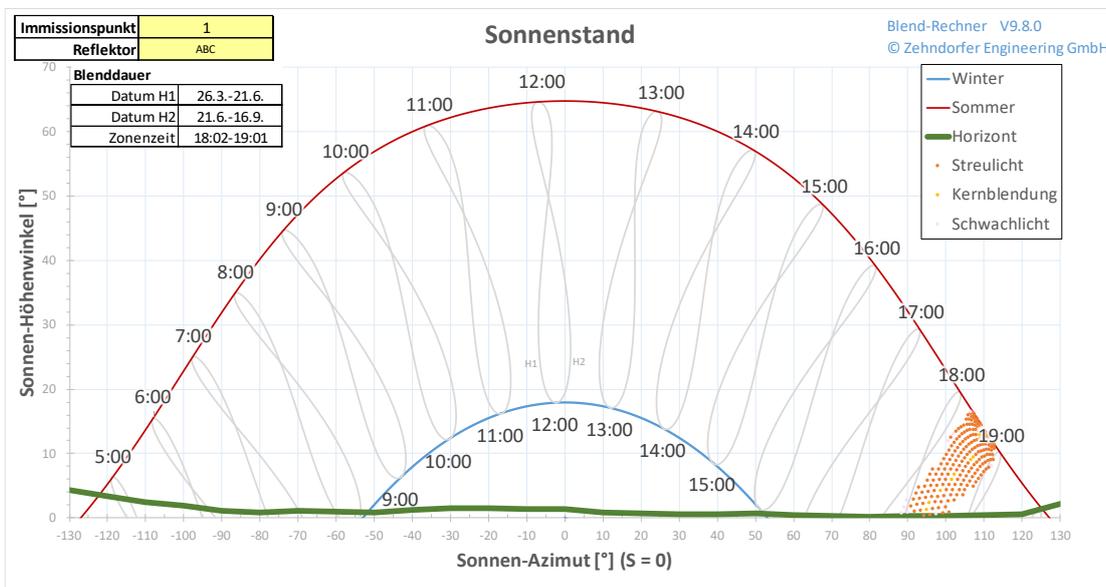
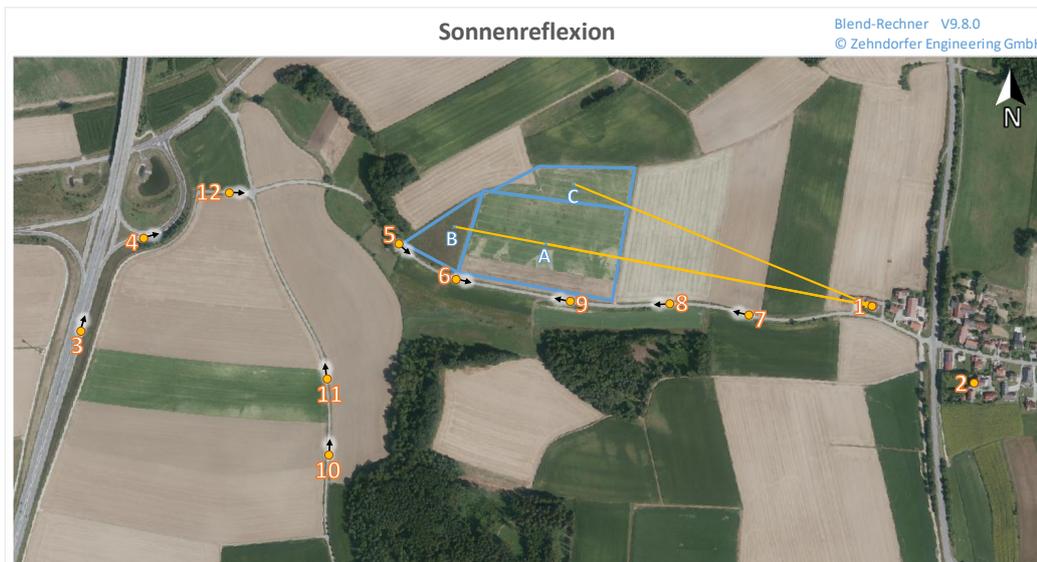
Tabelle 5 Immissionspunkte

Immissionspunkt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bezeichnung	IP1	IP2	IP-S1	IP-S2	IP-S3	IP-S4	IP-S5	IP-S6	IP-S7	IP-S8	IP-S9	IP-S10
x	294 629	294 822	293 135	293 254	293 736	293 844	294 397	294 248	294 060	293 604	293 600	293 415
y	394 409	394 262	394 362	394 540	394 528	394 461	394 392	394 413	394 418	394 125	394 270	394 626
z	457	460	446	438	438	440	450	447	444	440	440	436
h	5,0	5,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Blickrichtung - Az			-164	-106	-49	-75	104	86	100	-177	172	-88

ANHANG 5 DETAIL-ERGEBNISSE DER BERECHNUNGEN

Reflektor	ABC	ABC	ABC	ABC	ABC						
Immissionspunkt	1	2	5	6	7	8	9	10	11	12	
Distanz m	485	701	9	13	259	109	15	423	297	343	
Höhenwinkel °	0	0	3	4	0	0	1	1	1	2	
Raumwinkel msr	1	2	45	199	3	9	273	18	23	4	
Datum H1	26.3.-21.6.	10.4.-21.6.	8.3.-21.6.	20.3.-21.6.	29.3.-21.6.	26.3.-21.6.	20.3.-21.6.	-	25.4.-21.6.	17.3.-7.4.	
Datum H2	21.6.-16.9.	21.6.-1.9.	21.6.-4.10.	21.6.-22.9.	21.6.-13.9.	21.6.-16.9.	21.6.-22.9.	-	21.6.-17.8.	4.9.-25.9.	
Zeit	18:02-19:01	18:07-19:13	5:36-7:06	5:24-6:41	18:03-19:22	18:02-19:12	5:24-19:07	-	5:44-6:32	6:18-6:56	
Kernblendung min / Tag	5	5	0	5	5	5	15	-	0	0	
Kernblendung h / Jahr	2	4	0	1	4	4	17	-	0	0	
Streulicht min / Tag	35	40	0	15	35	20	25	-	0	5	
Streulicht h / Jahr	52	64	0	12	50	36	36	-	0	0	
Sonne-Reflektor-Winkel (max) °	21	22	24	24	19	18	26	-	24	10	
Blendung - Blickwinkel (min) °	0	0	32	13	1	7	4	-	75	4	
Leuchtdichte (max) [k cd/m²]	6 506	6 116	10 306	8 678	6 453	6 671	8 431	-	6 702	2 690	
Retinale Einstrahlung (max) [mW/cm²]	3	6	80	68	13	42	66	-	52	3	
Beleuchtungsstärke (max) [lx]	1 392	2 260	27 468	20 406	2 328	2 489	18 415	-	5 112	202	

Im Folgenden werden jene Ergebnisse grafisch dargestellt, für welche Reflexionen auftreten können.

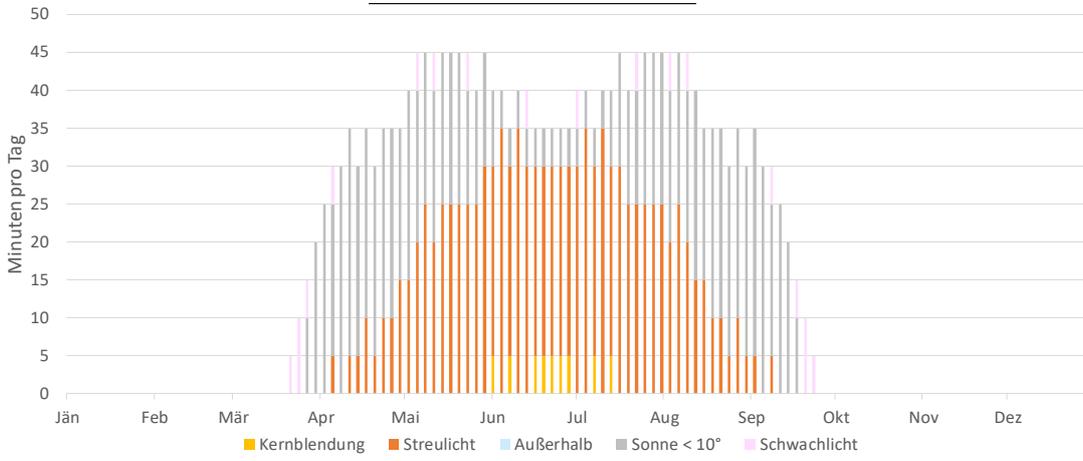


Immissionspunkt	1
Reflektor	ABC

Blenddauer

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH

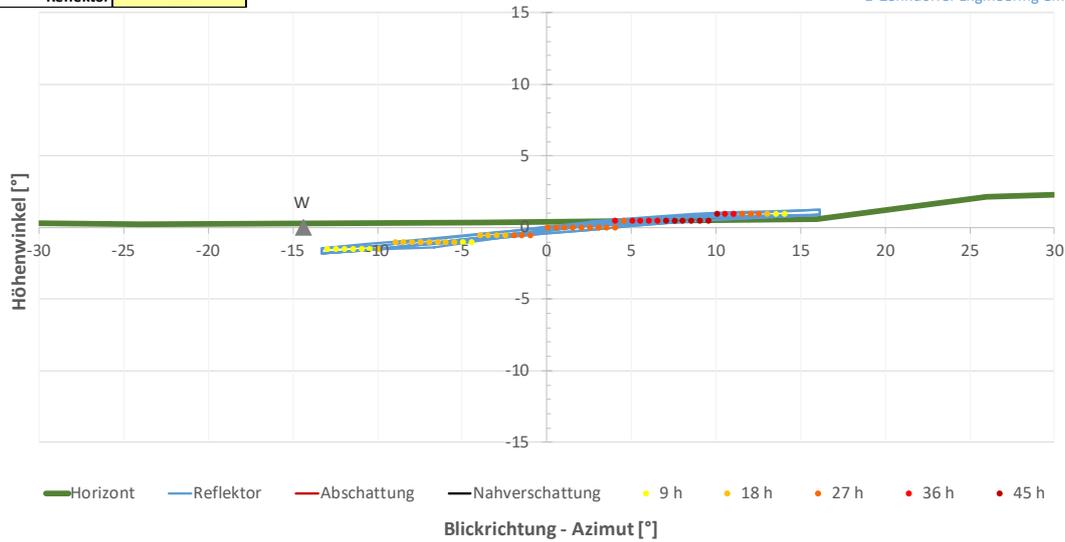
	Kernblendung	Streulicht	Min
max/Tag	5	35	
pro Jahr	2	52	h



Immissionspunkt	1
Reflektor	ABC

Blendhäufigkeit

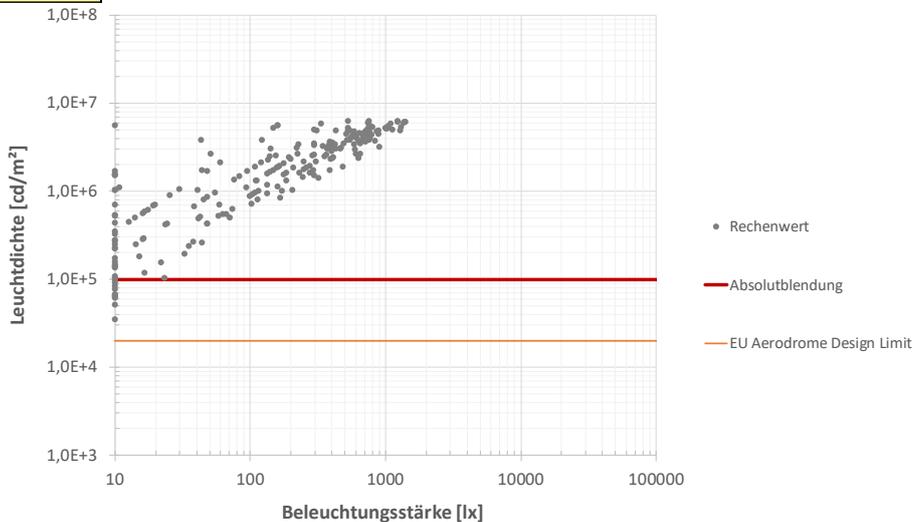
Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	1
Reflektor	ABC

Reflexions-Photometrie

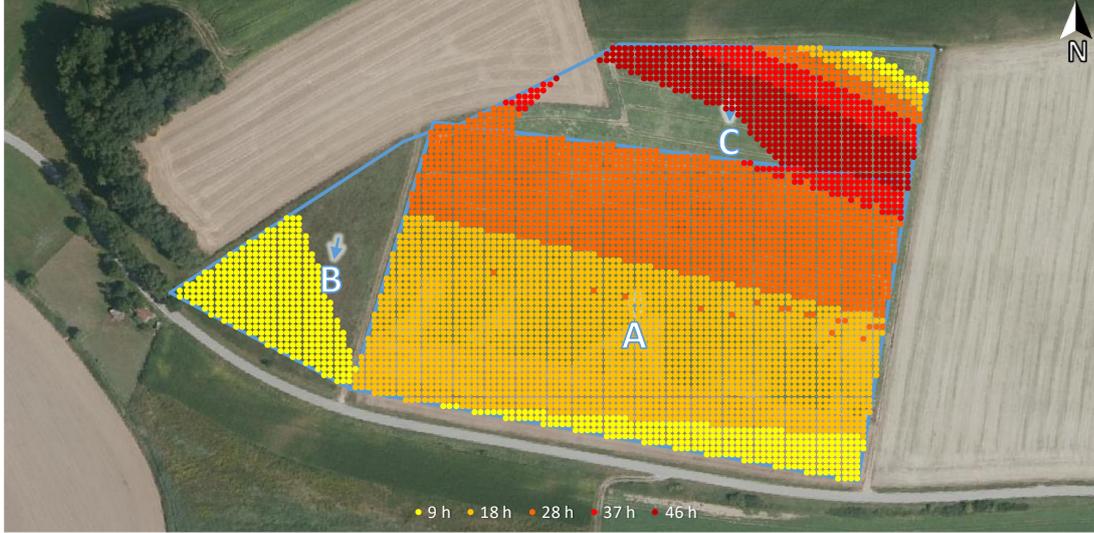
Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	1
Reflektor	ABC

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

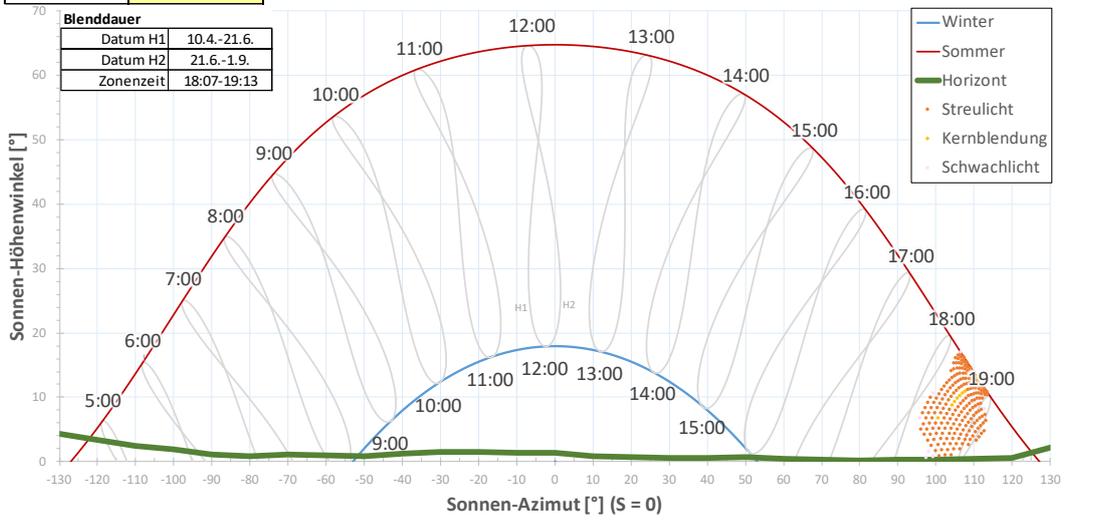
Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	2
Reflektor	ABC

Sonnenstand

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH

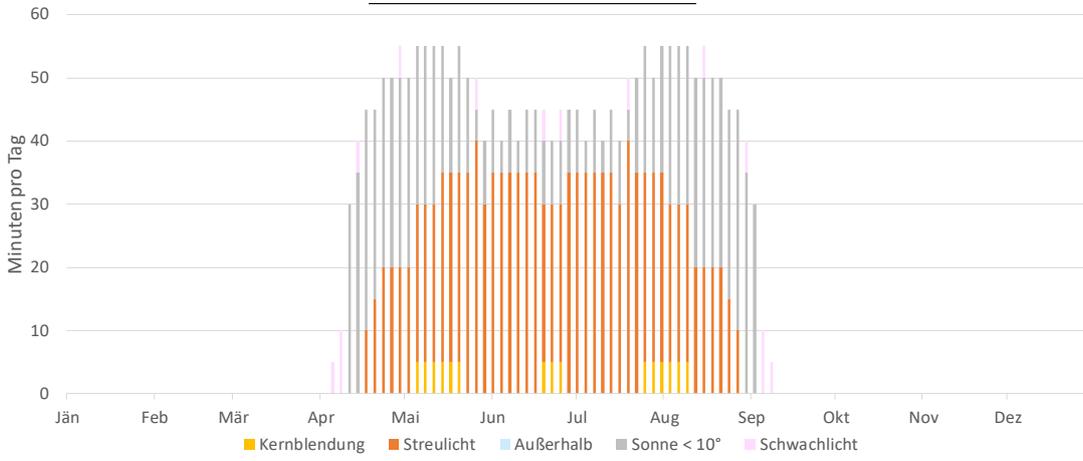


Immissionspunkt	2
Reflektor	ABC

Blenddauer

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH

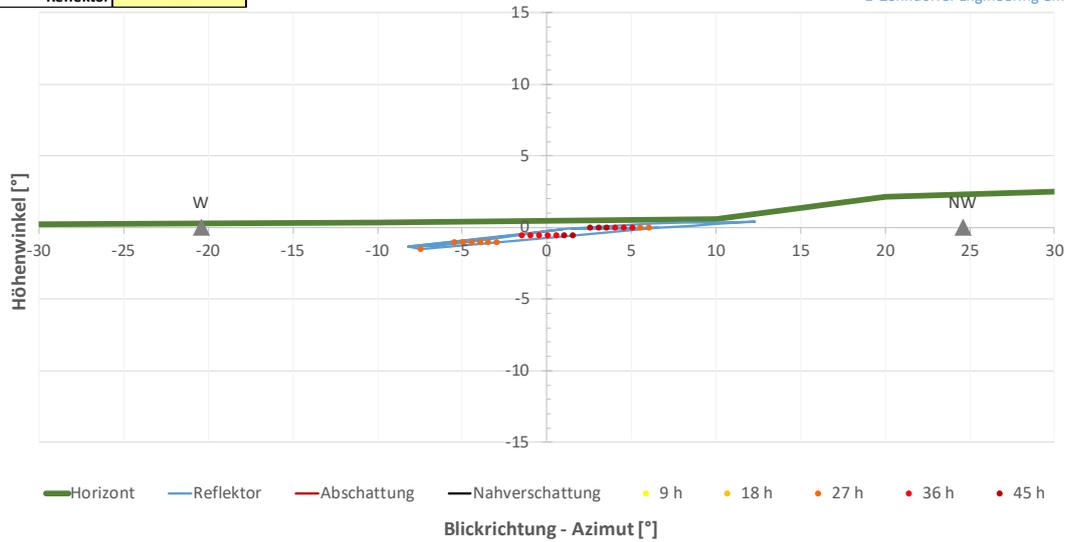
	Kernblendung	Streulicht	Min
max/Tag	5	40	
pro Jahr	4	64	h



Immissionspunkt	2
Reflektor	ABC

Blendhäufigkeit

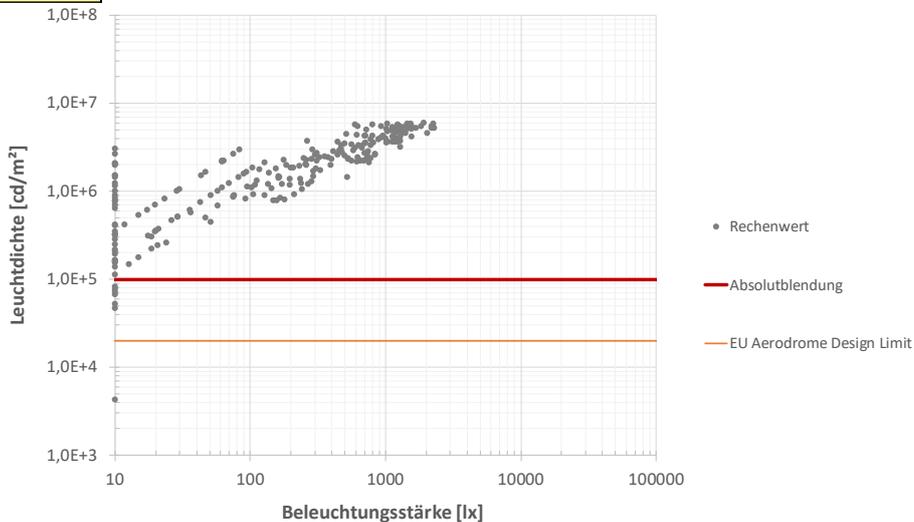
Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	2
Reflektor	ABC

Reflexions-Photometrie

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	2
Reflektor	ABC

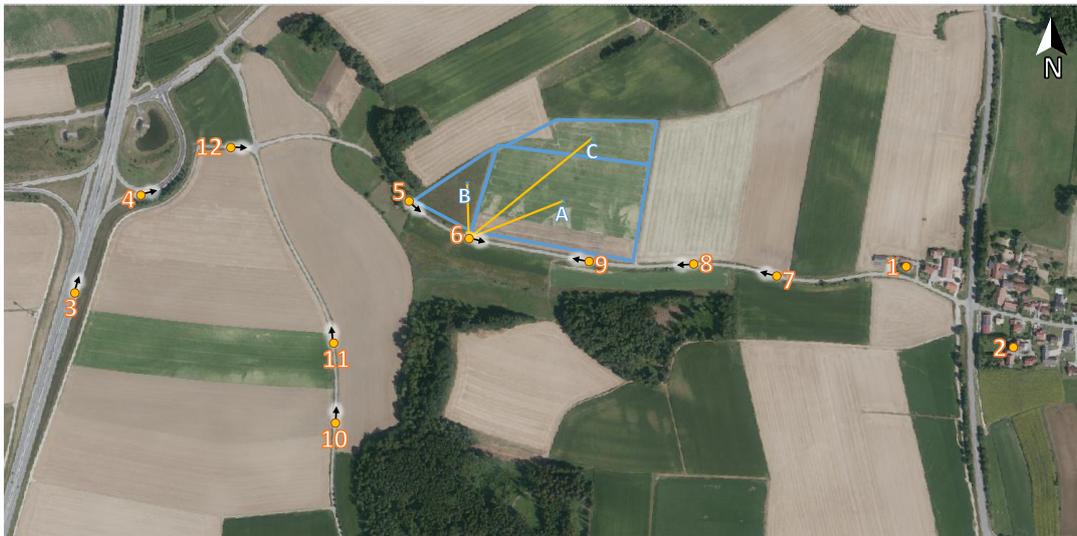
Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

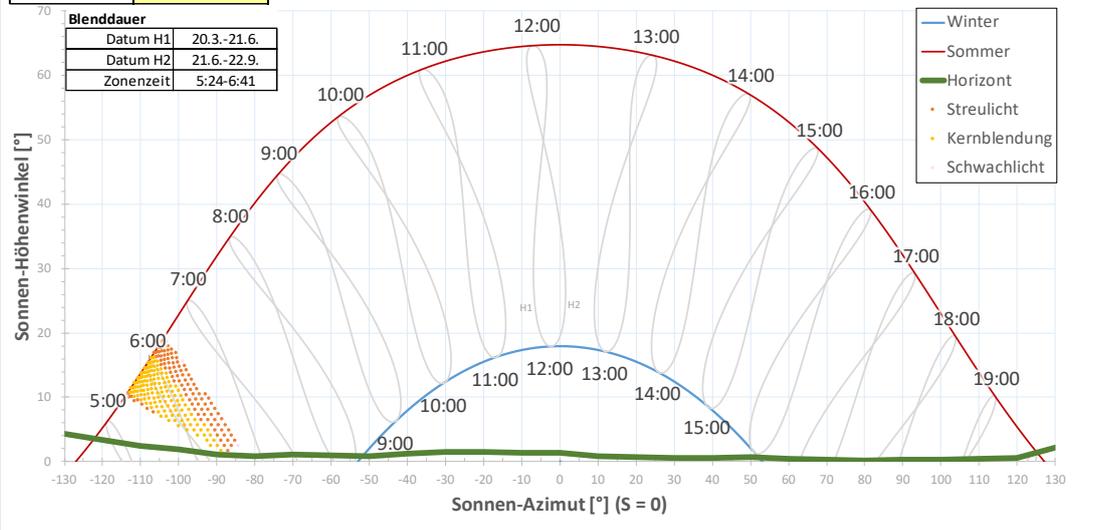
Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	6
Reflektor	ABC

Sonnenstand

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH

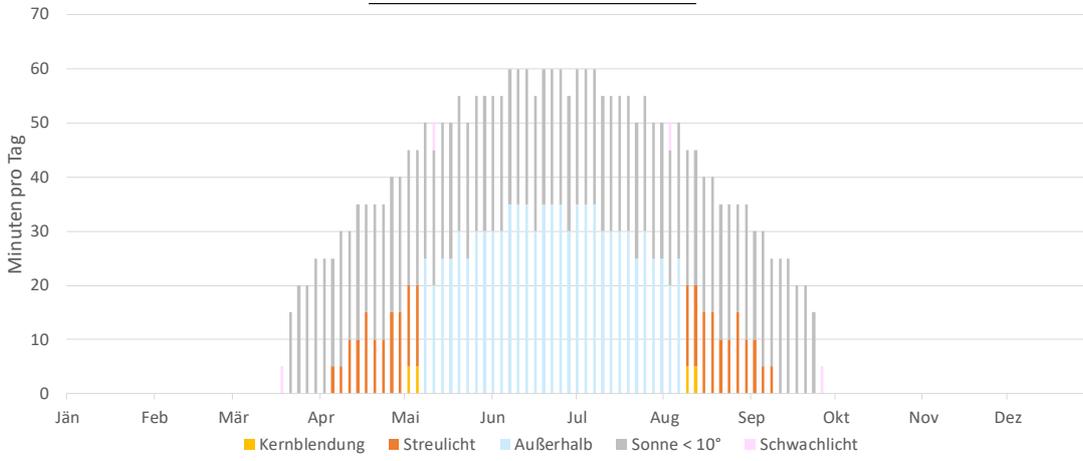


Immissionspunkt	6
Reflektor	ABC

Blenddauer

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH

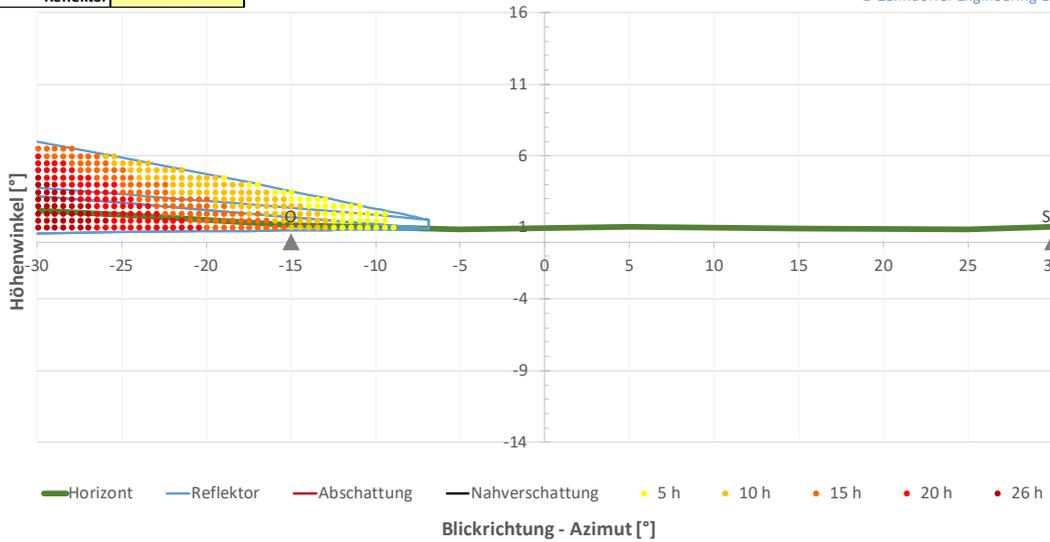
	Kernblendung	Streulicht	Min
max/Tag	5	15	
pro Jahr	1	12	h



Immissionspunkt	6
Reflektor	ABC

Blendhäufigkeit

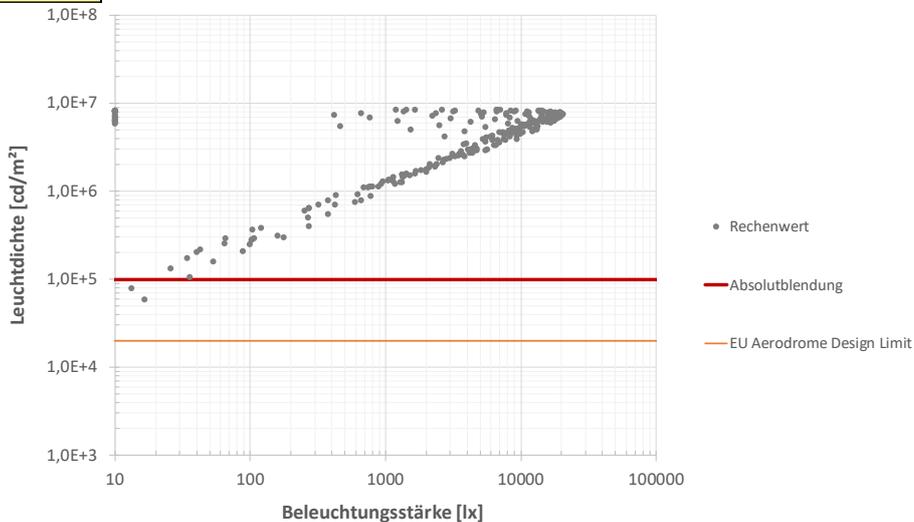
Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	6
Reflektor	ABC

Reflexions-Photometrie

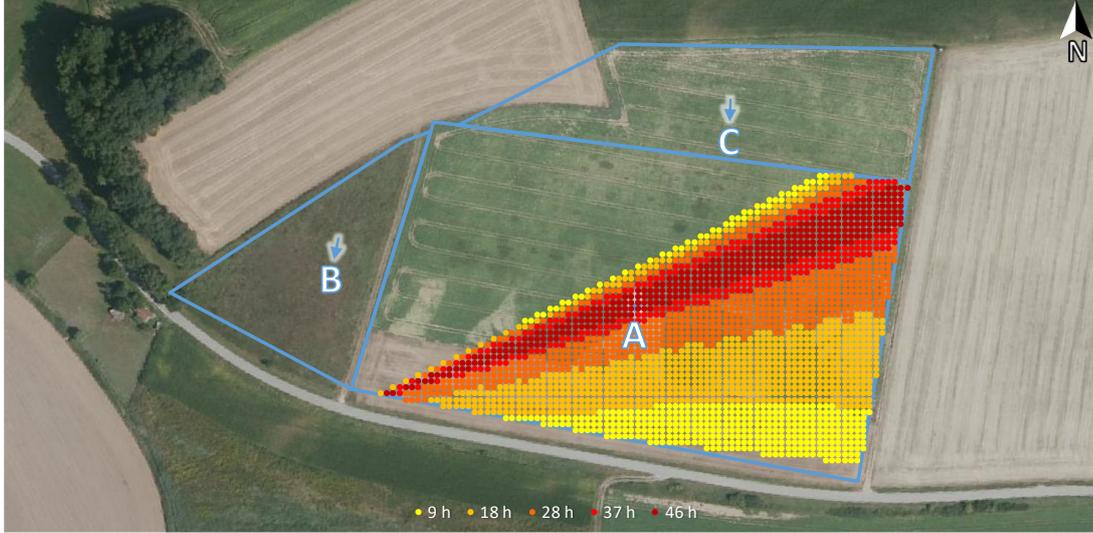
Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	6
Reflektor	ABC

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

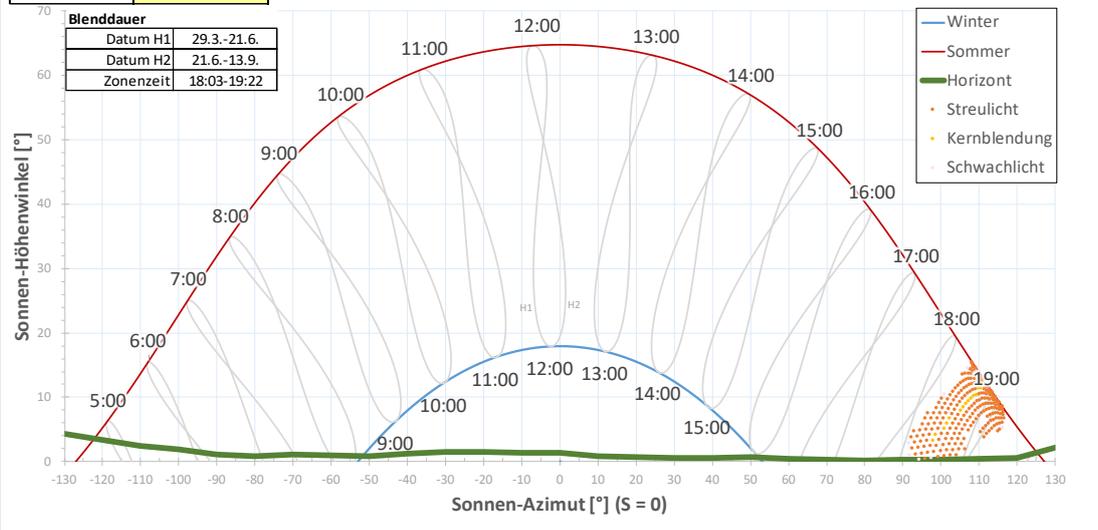
Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	7
Reflektor	ABC

Sonnenstand

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH

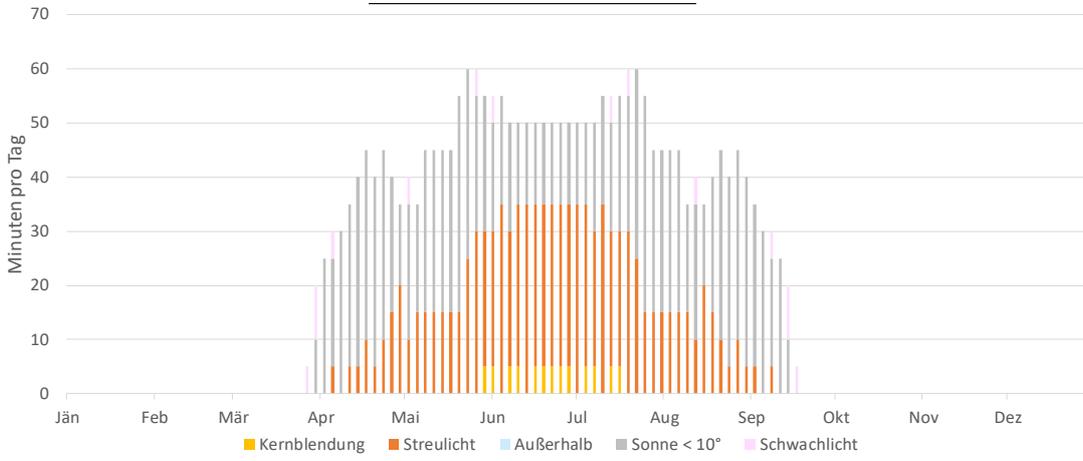


Immissionspunkt	7
Reflektor	ABC

Blenddauer

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH

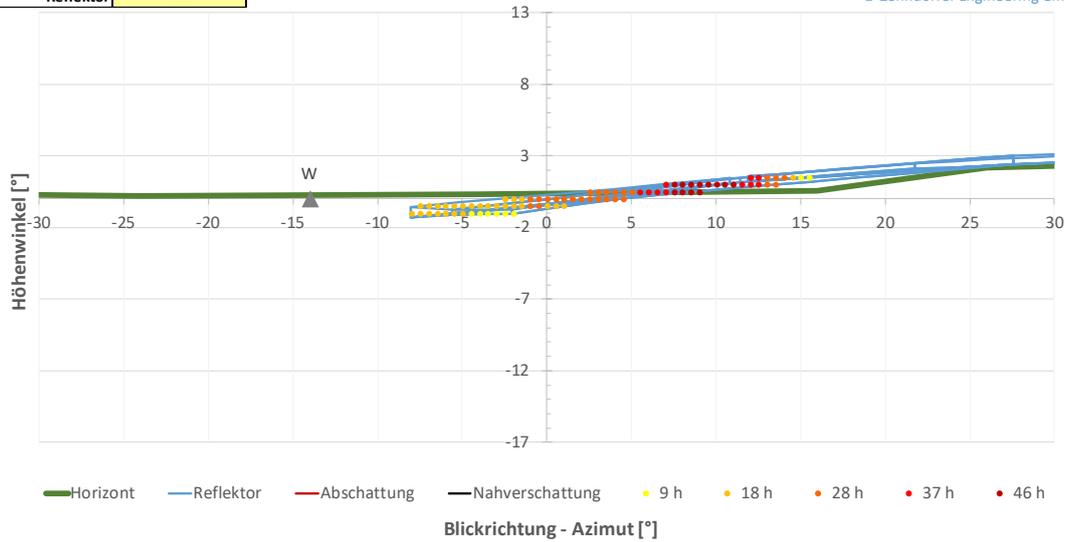
	Kernblendung	Streulicht	Min
max/Tag	5	35	
pro Jahr	4	50	h



Immissionspunkt	7
Reflektor	ABC

Blendhäufigkeit

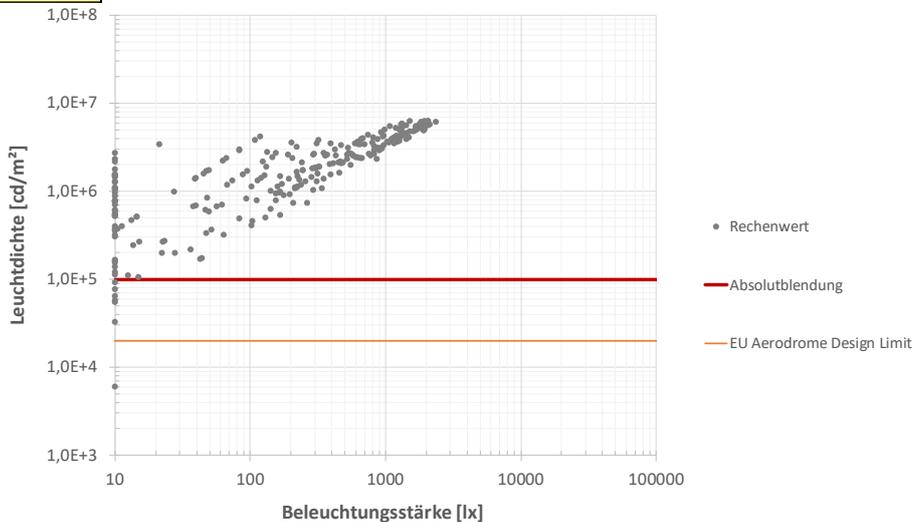
Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	7
Reflektor	ABC

Reflexions-Photometrie

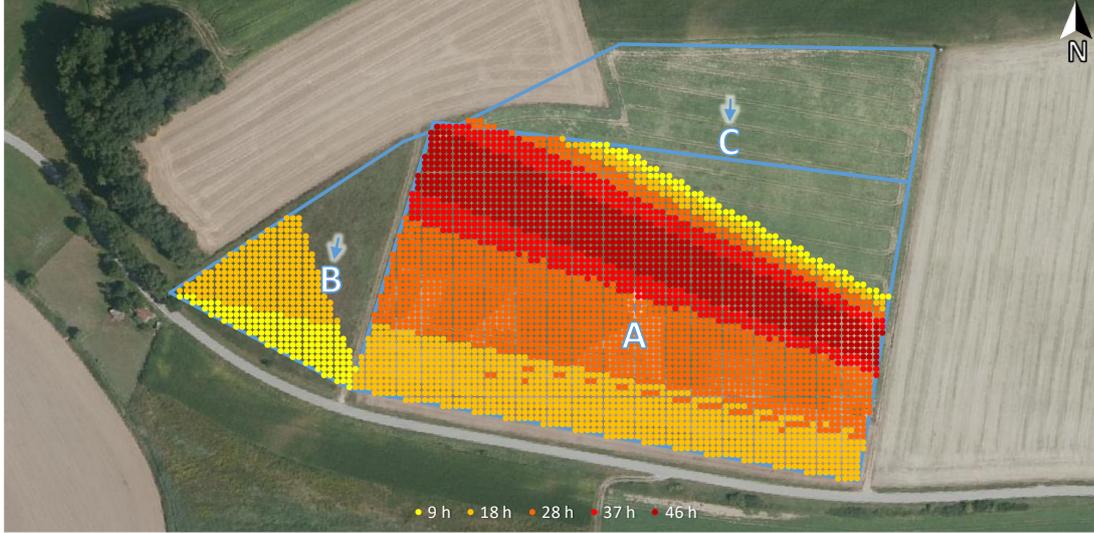
Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	7
Reflektor	ABC

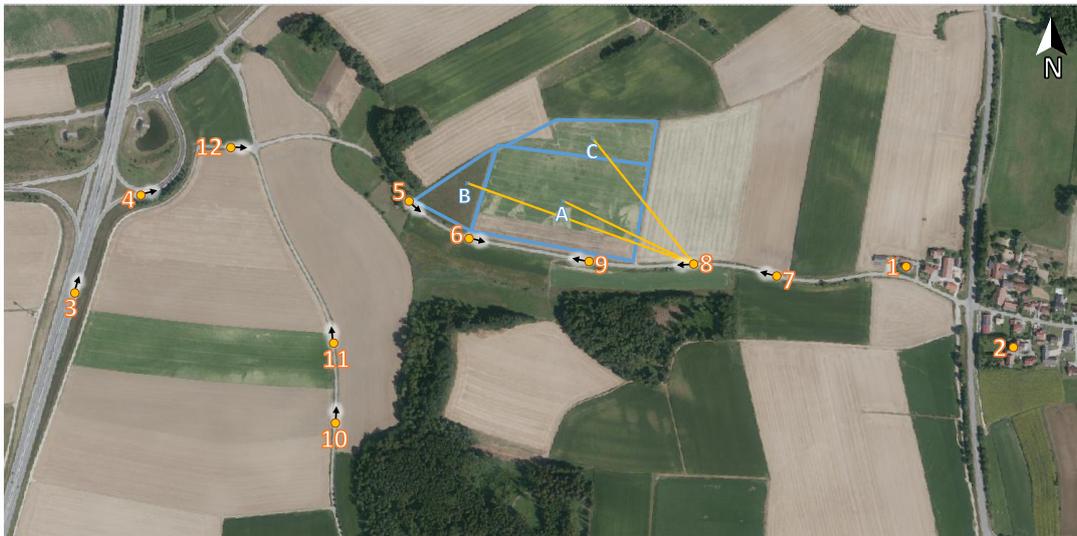
Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

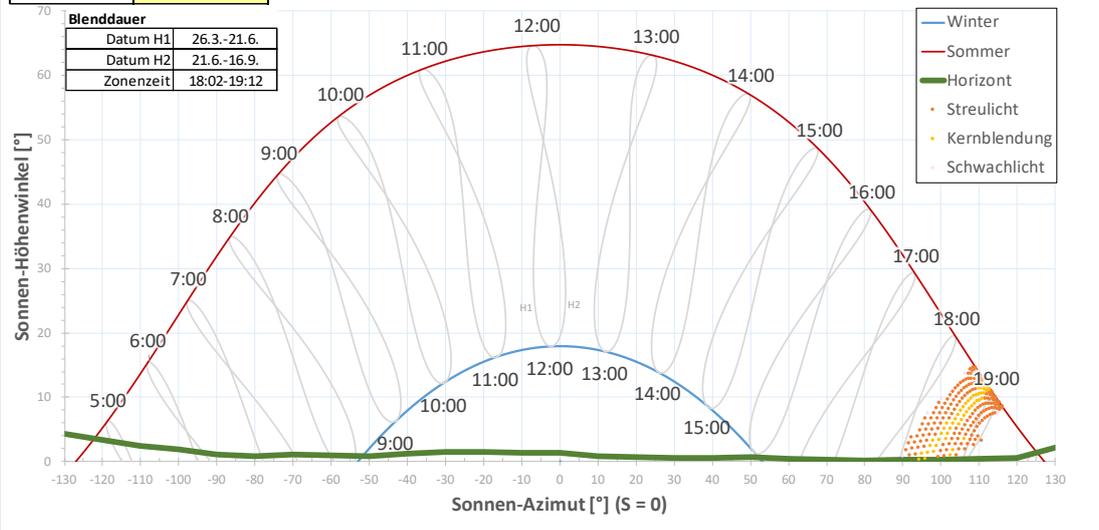
Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	8
Reflektor	ABC

Sonnenstand

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH

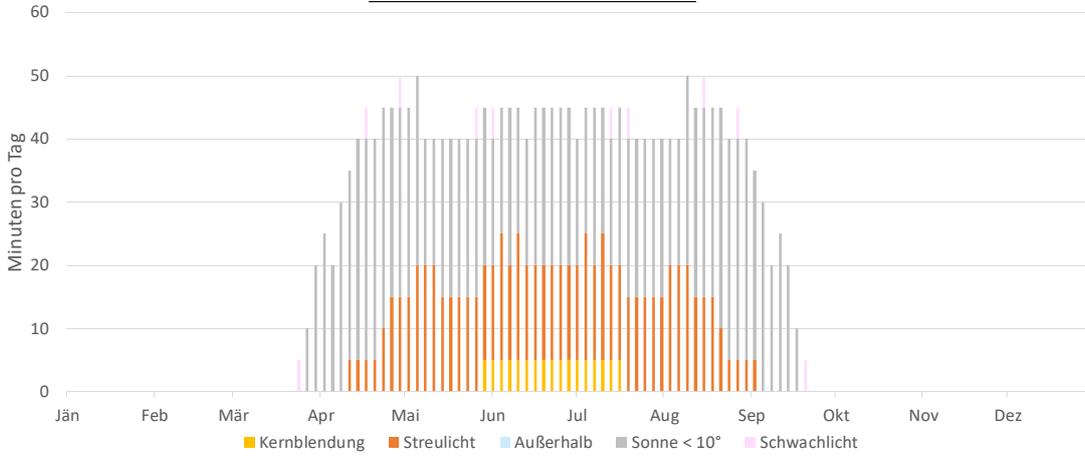


Immissionspunkt	8
Reflektor	ABC

Blenddauer

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH

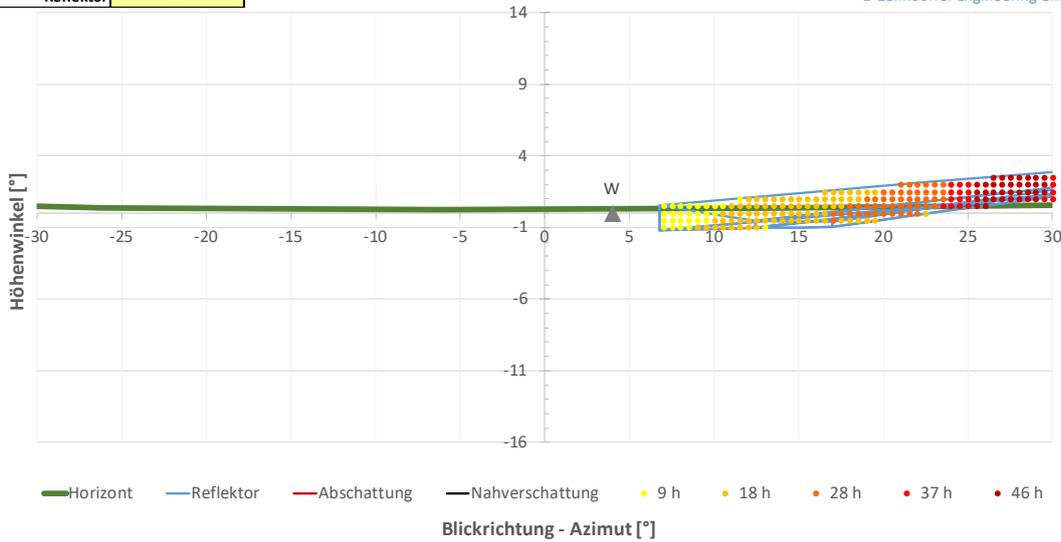
	Kernblendung	Streulicht	Min
max/Tag	5	20	
pro Jahr	4	36	h



Immissionspunkt	8
Reflektor	ABC

Blendhäufigkeit

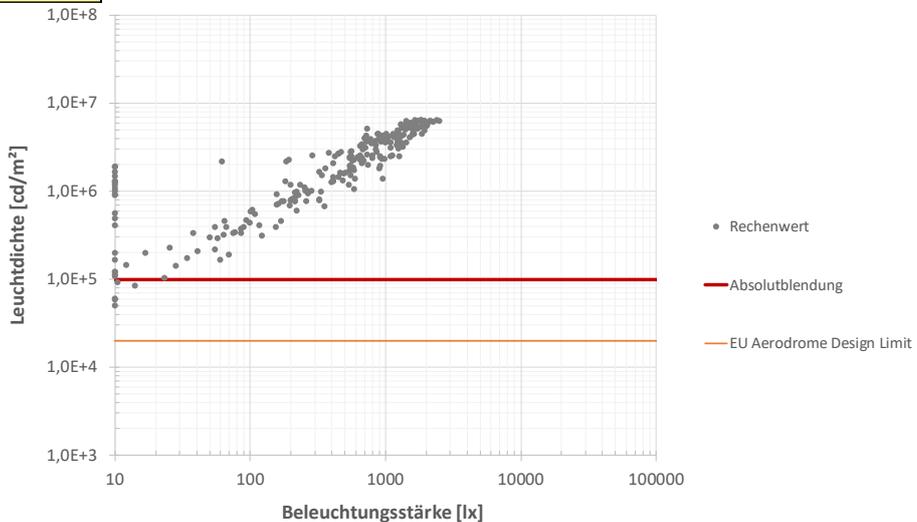
Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	8
Reflektor	ABC

Reflexions-Photometrie

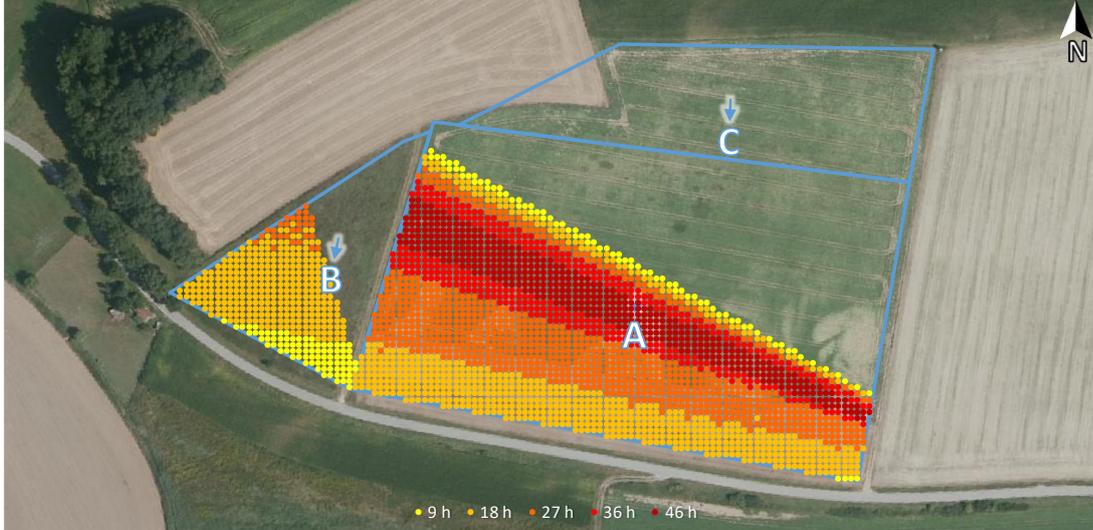
Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	8
Reflektor	ABC

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

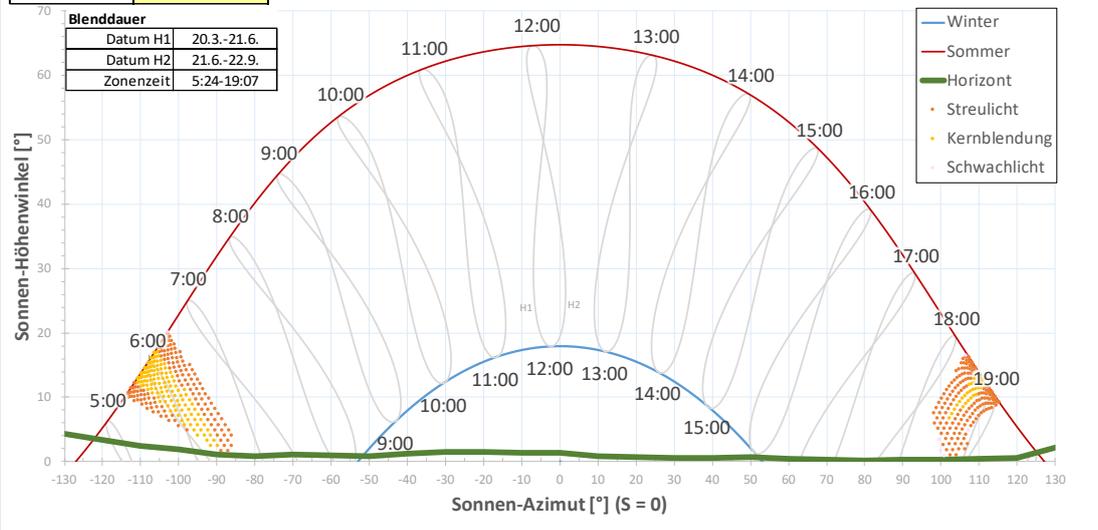
Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	9
Reflektor	ABC

Sonnenstand

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH

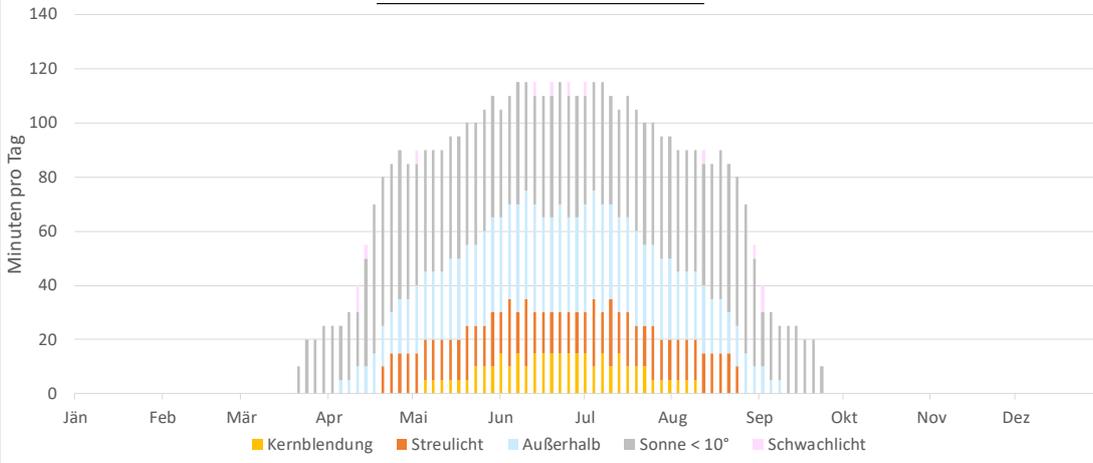


Immissionspunkt	9
Reflektor	ABC

Blenddauer

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH

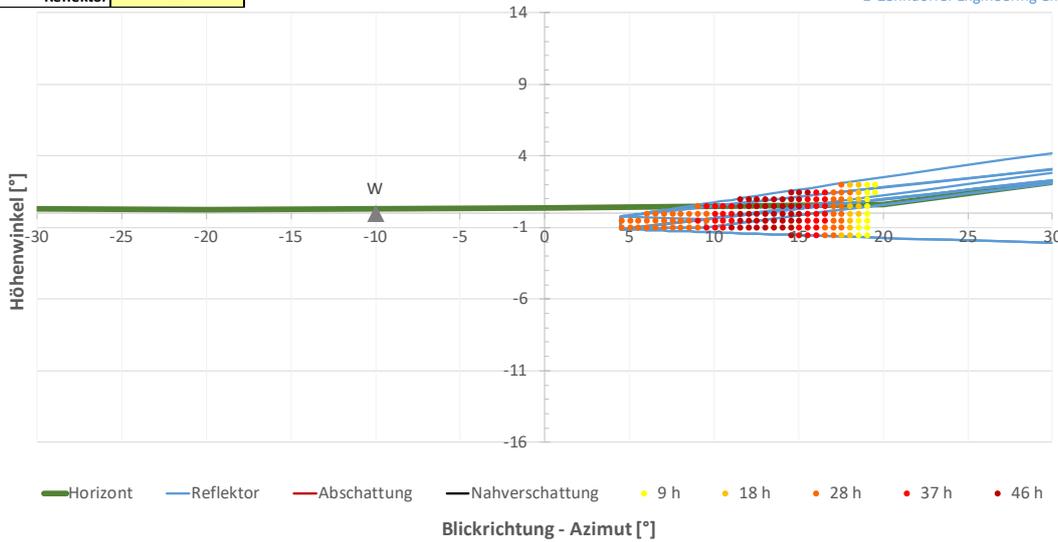
	Kernblendung	Streulicht	Min
max/Tag	15	25	
pro Jahr	17	36	h



Immissionspunkt	9
Reflektor	ABC

Blendhäufigkeit

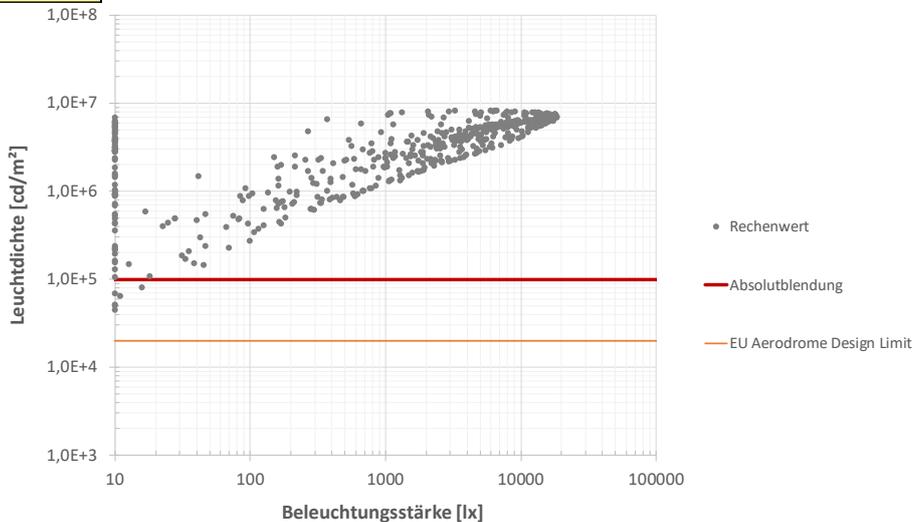
Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	9
Reflektor	ABC

Reflexions-Photometrie

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	9
Reflektor	ABC

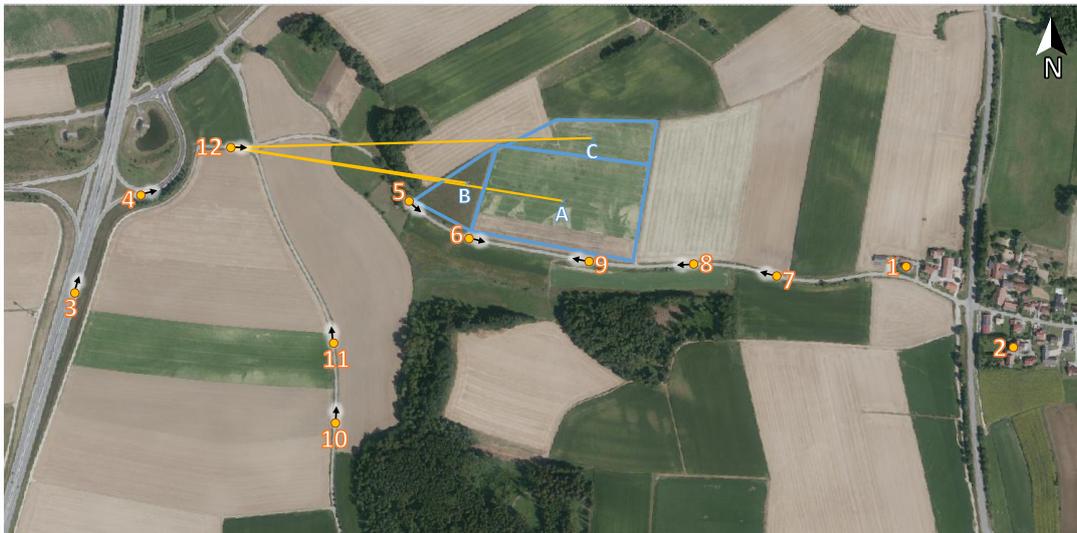
Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

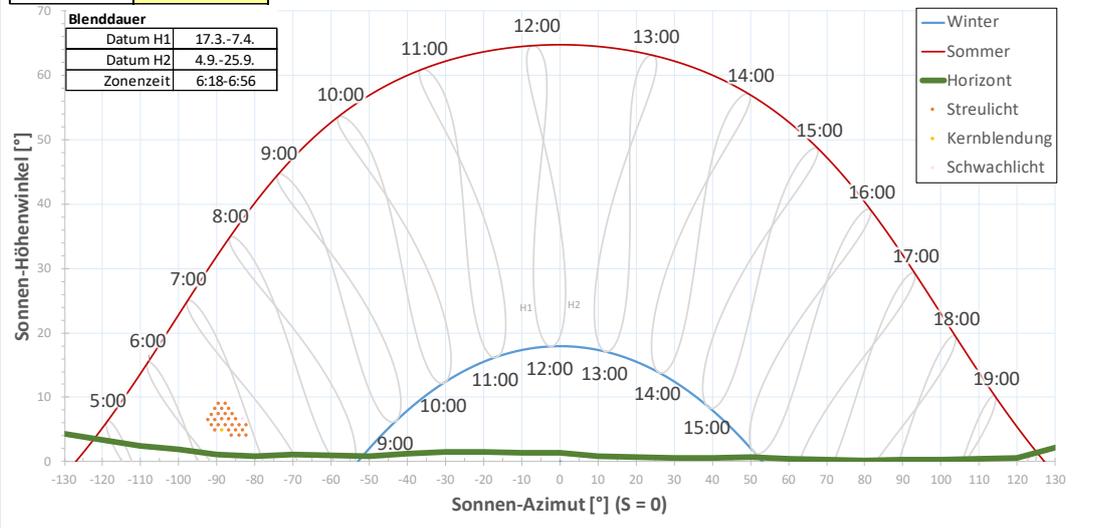
Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	12
Reflektor	ABC

Sonnenstand

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH

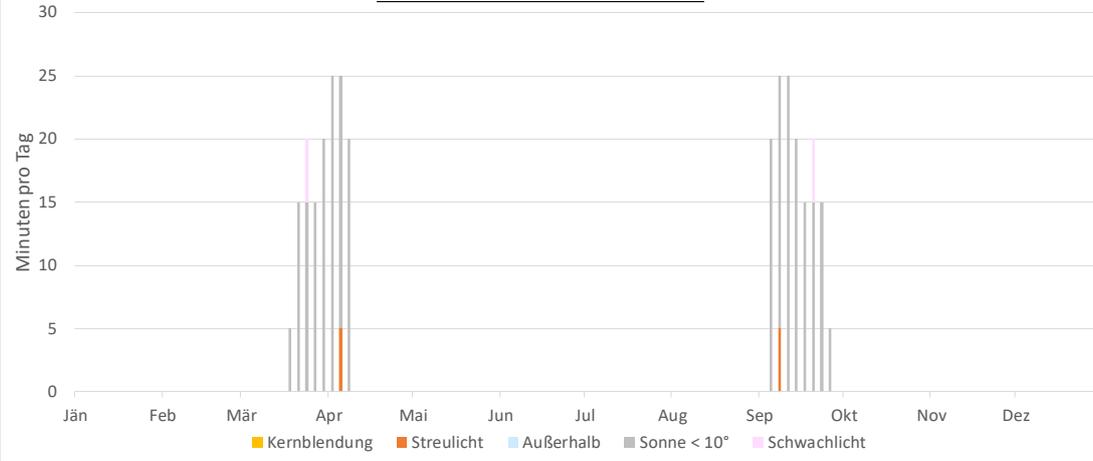


Immissionspunkt	12
Reflektor	ABC

Blenddauer

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH

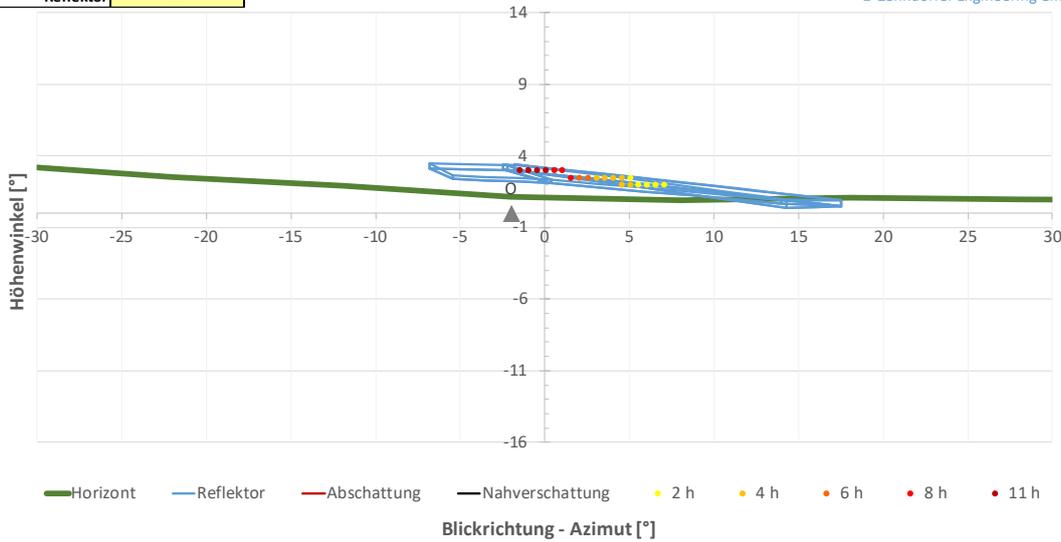
	Kernblendung	Streulicht	Min
max/Tag	0	5	
pro Jahr	0		h



Immissionspunkt	12
Reflektor	ABC

Blendhäufigkeit

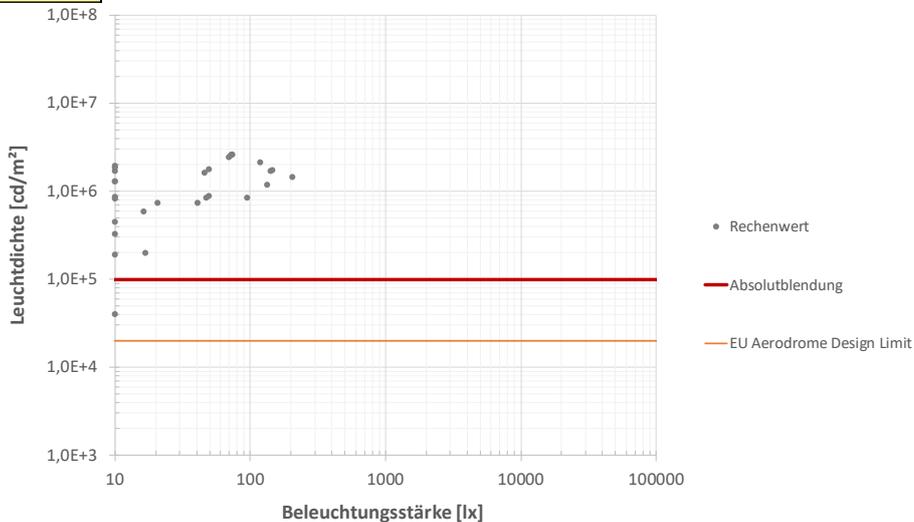
Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	12
Reflektor	ABC

Reflexions-Photometrie

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	12
Reflektor	ABC

Blendhäufigkeit

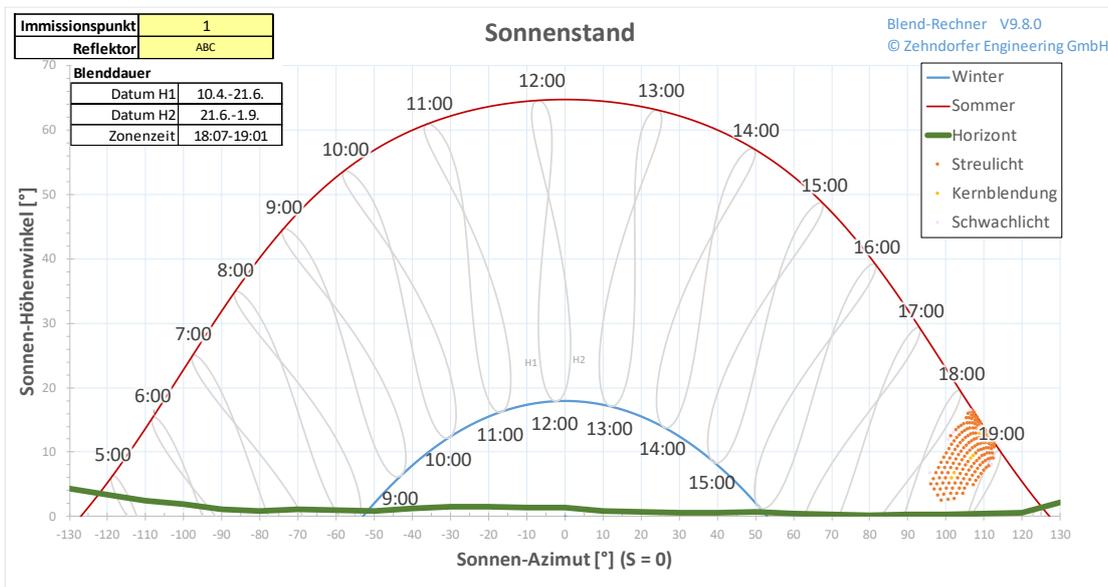
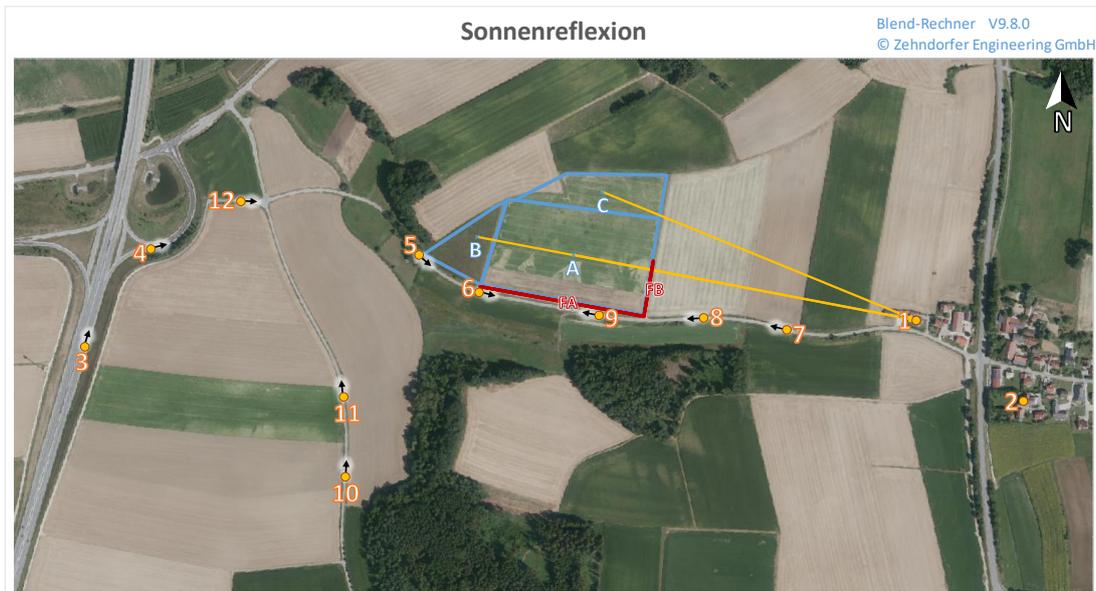
Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Anhang 5.1 Ergebnisse mit blendreduzierenden Maßnahmen

Reflektor	ABC	ABC	ABC	ABC	ABC	ABC	ABC	ABC	ABC	ABC
Immissionspunkt	1	2	5	6	7	8	9	10	11	12
Distanz m	485	701	9	13	259	109	15	423	297	343
Höhenwinkel °	0	0	3	4	0	0	1	1	1	2
Raumwinkel msr	1	1	45	95	1	3	0	15	19	4
Datum H1	10.4.-21.6.	16.4.-21.6.	8.3.-21.6.	-	7.5.-21.6.	-	-	-	25.4.-21.6.	17.3.-7.4.
Datum H2	21.6.-1.9.	21.6.-26.8.	21.6.-4.10.	-	21.6.-5.8.	-	-	-	21.6.-17.8.	4.9.-25.9.
Zeit	18:07-19:01	18:09-19:13	5:36-7:06	-	18:23-19:22	-	-	-	5:44-6:31	6:18-6:56
Kernblendung min / Tag	5	5	0	-	0	-	-	-	0	0
Kernblendung h / Jahr	2	2	0	-	0	-	-	-	0	0
Streulicht min / Tag	35	40	0	-	35	-	-	-	0	5
Streulicht h / Jahr	50	62	0	-	32	-	-	-	0	0
Sonne-Reflektor-Winkel (max) °	21	22	24	-	18	-	-	-	23	10
Blendung - Blickwinkel (min) °	0	0	32	-	10	-	-	-	75	4
Leuchtdichte (max) [k cd/m²]	6 506	6 116	10 306	-	6 453	-	-	-	6 702	2 690
Retinale Einstrahlung (max) [mW/cm²]	3	6	80	-	13	-	-	-	52	3
Beleuchtungsstärke (max) [lx]	1 392	2 229	27 468	-	769	-	-	-	3 179	202

Im Folgenden werden jene Ergebnisse grafisch dargestellt, für welche Reflexionen auftreten können.

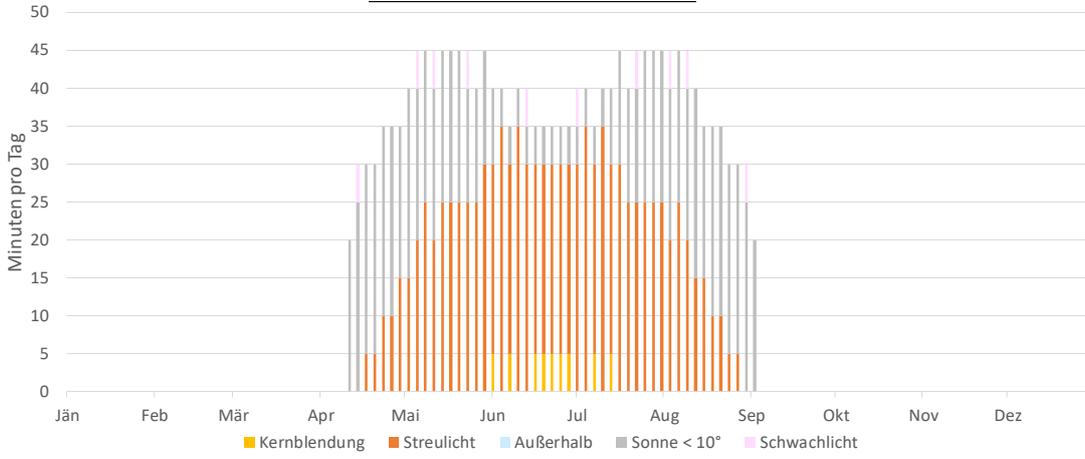


Immissionspunkt	1
Reflektor	ABC

Blenddauer

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH

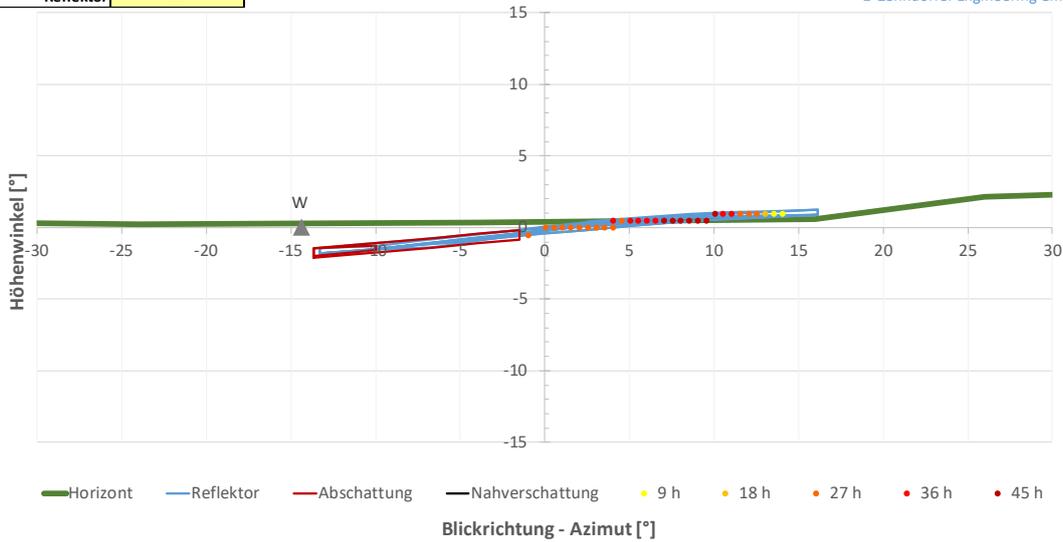
	Kernblendung	Streulicht	Min
max/Tag	5	35	
pro Jahr	2	50	h



Immissionspunkt	1
Reflektor	ABC

Blendhäufigkeit

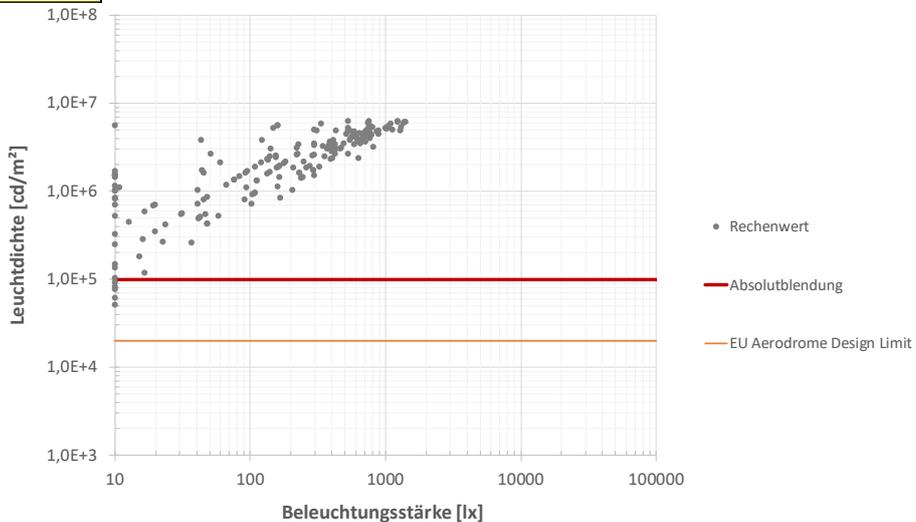
Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	1
Reflektor	ABC

Reflexions-Photometrie

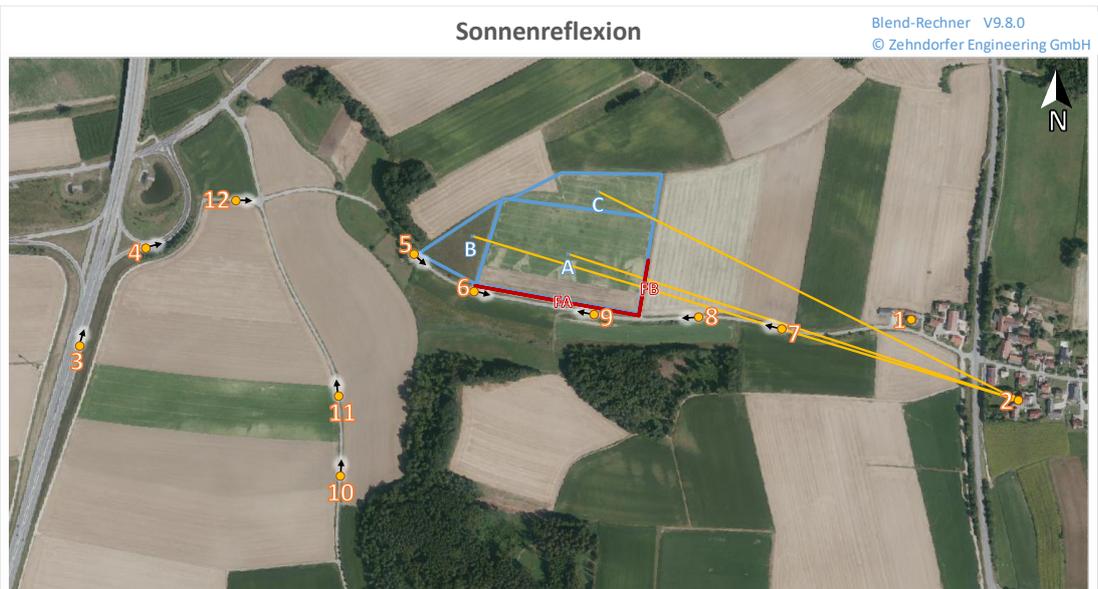
Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	1
Reflektor	ABC

Blendhäufigkeit

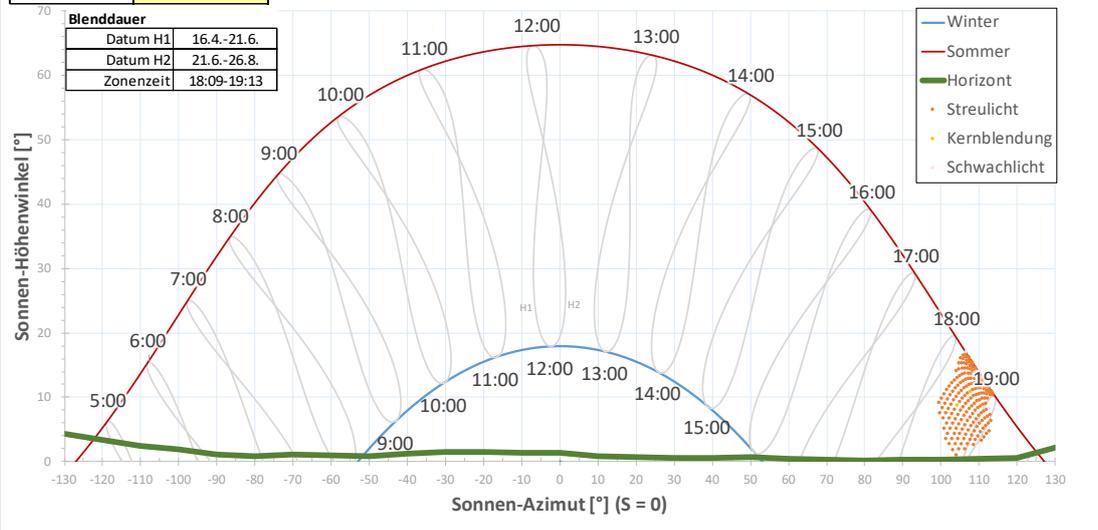
Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	2
Reflektor	ABC

Sonnenstand

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH

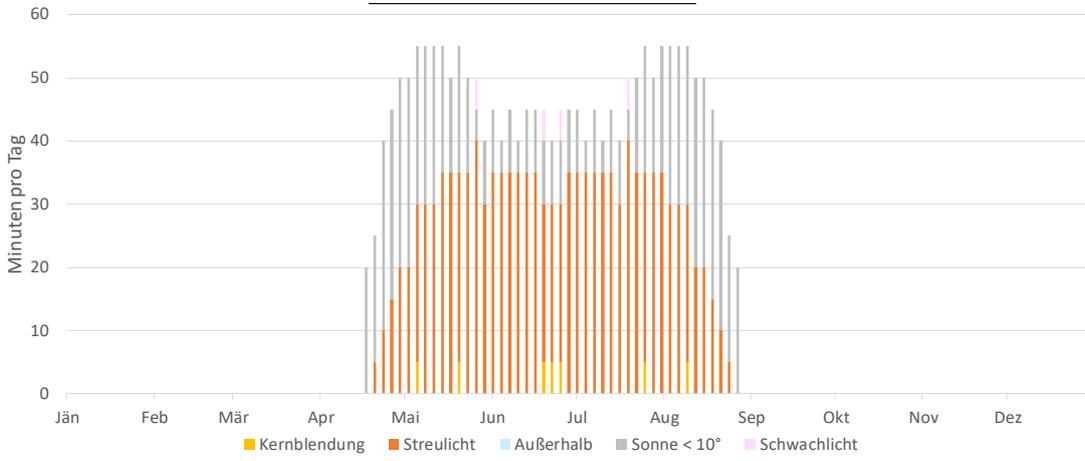


Immissionspunkt	2
Reflektor	ABC

Blenddauer

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH

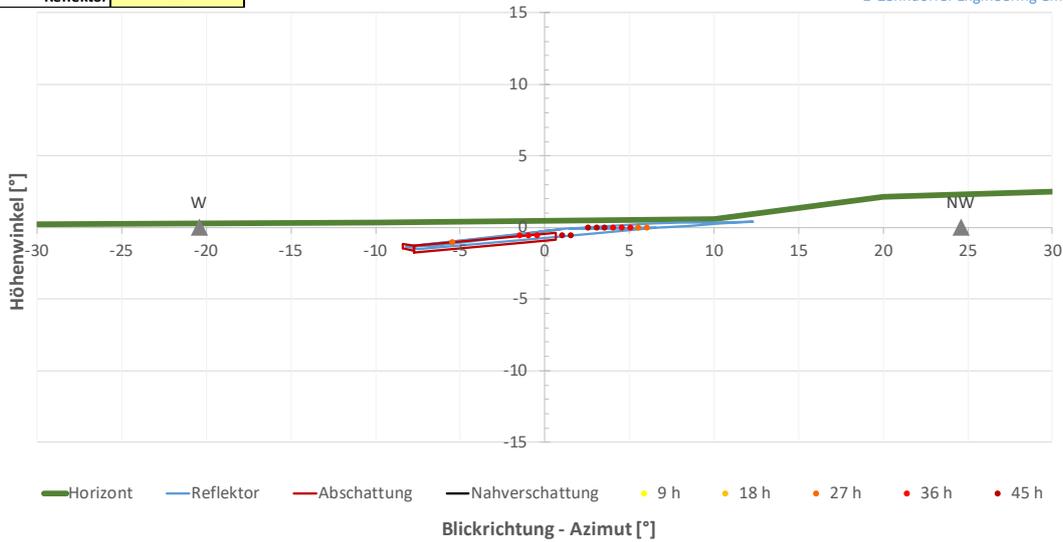
	Kernblendung	Streulicht	Min
max/Tag	5	40	
pro Jahr	2	62	h



Immissionspunkt	2
Reflektor	ABC

Blendhäufigkeit

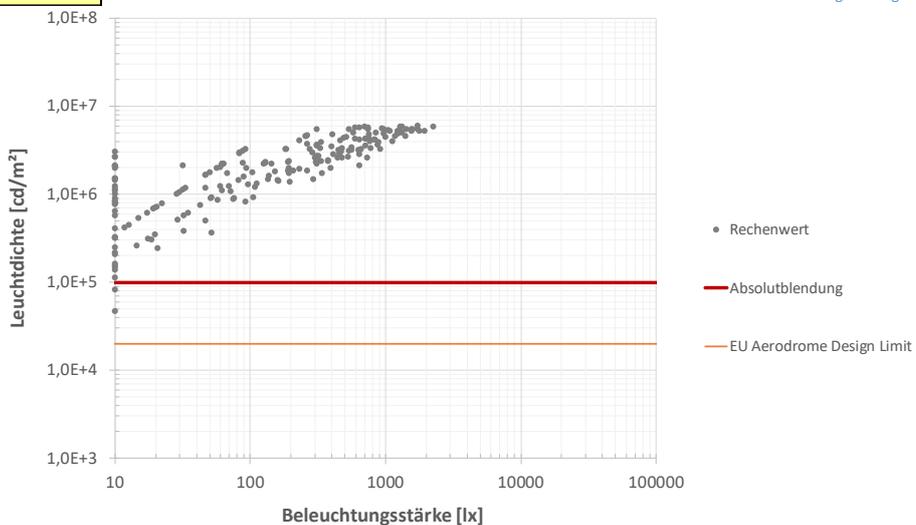
Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	2
Reflektor	ABC

Reflexions-Photometrie

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	2
Reflektor	ABC

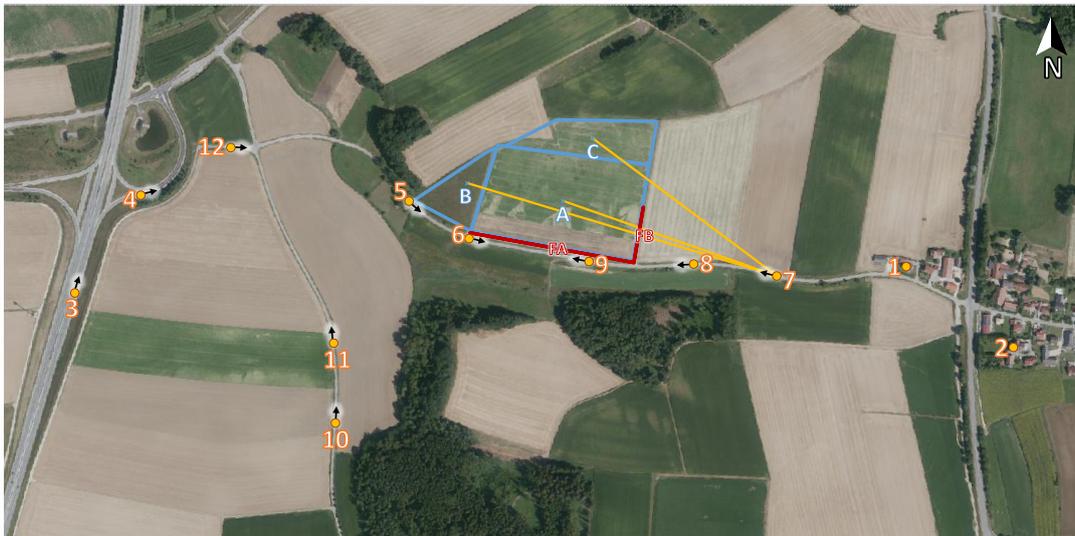
Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

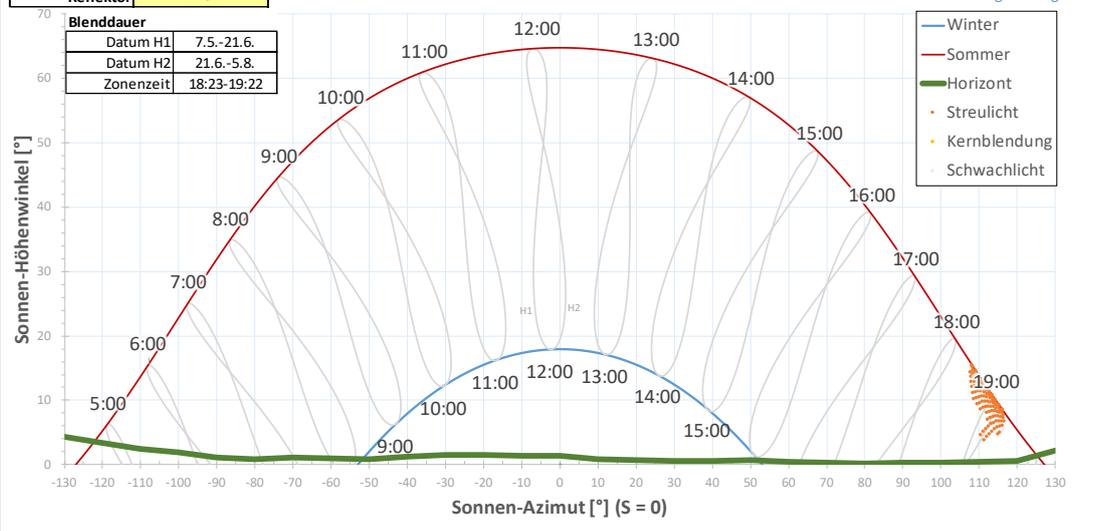
Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH

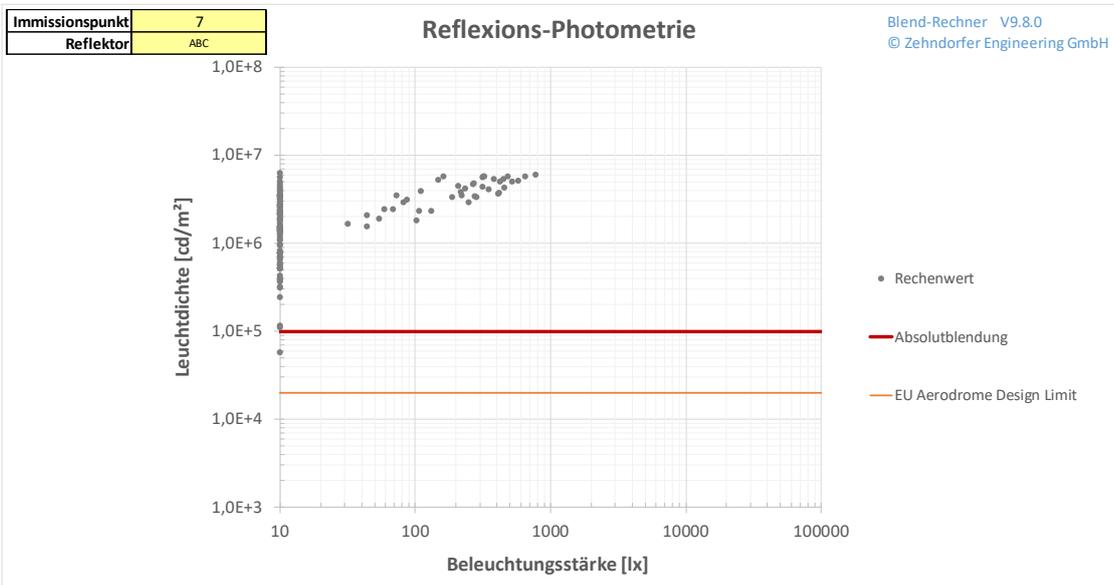
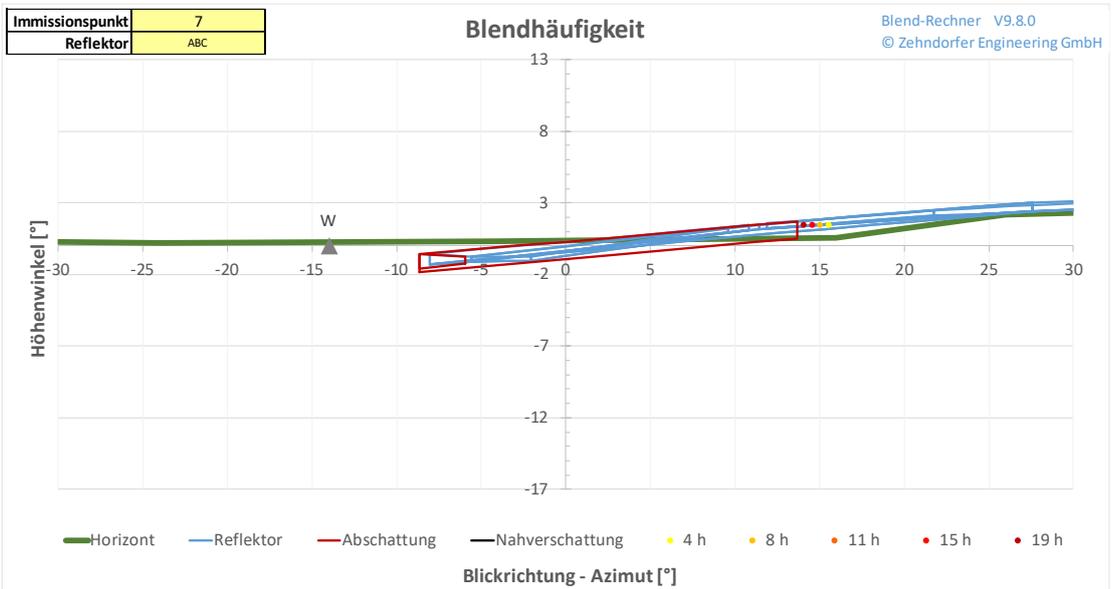
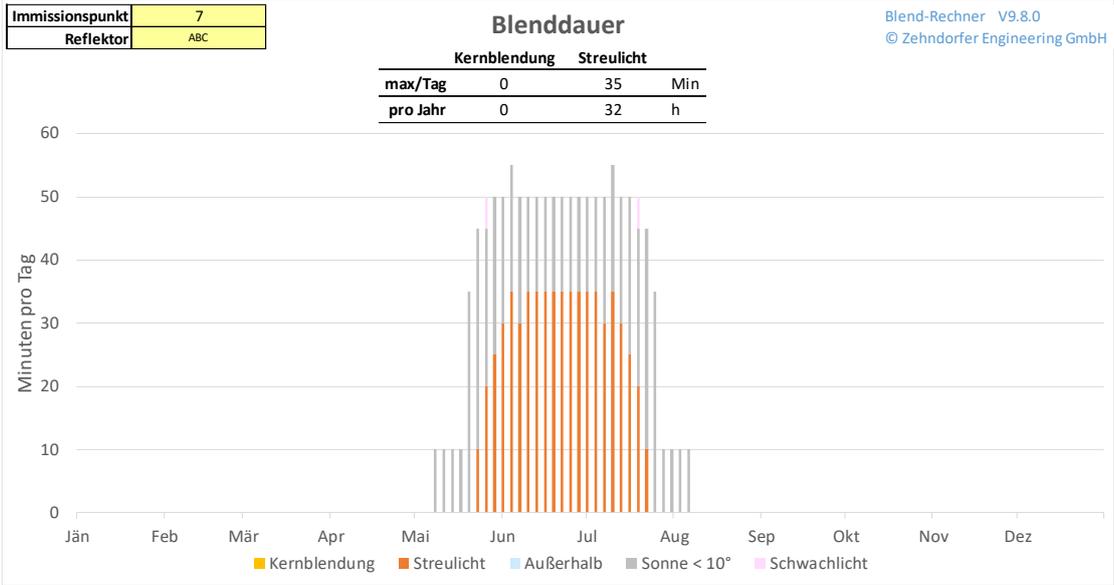


Immissionspunkt	7
Reflektor	ABC

Sonnenstand

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH

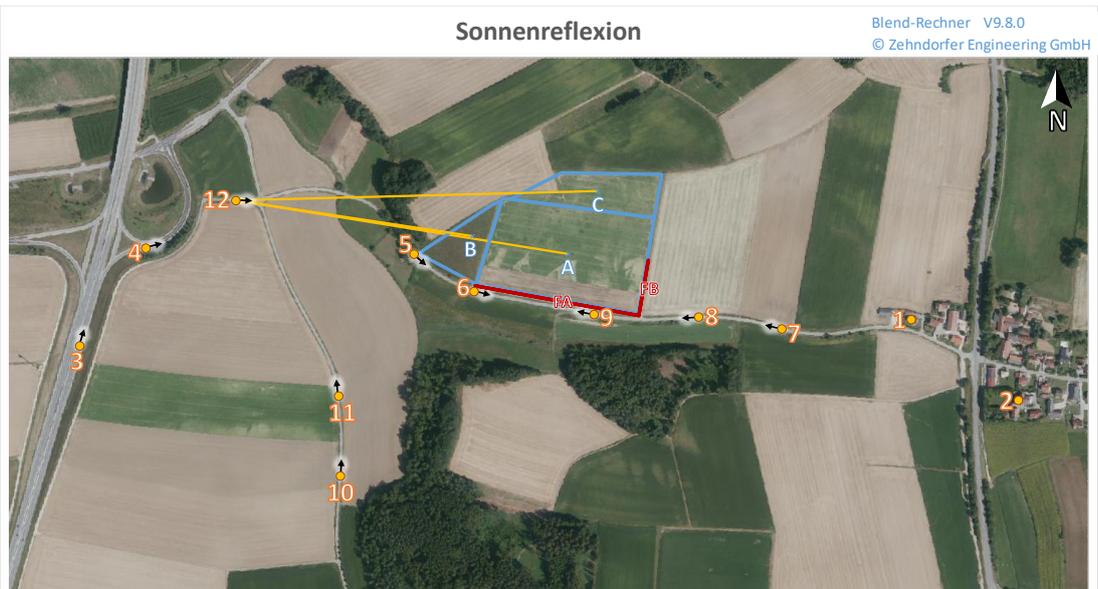




Immissionspunkt	7
Reflektor	ABC

Blendhäufigkeit

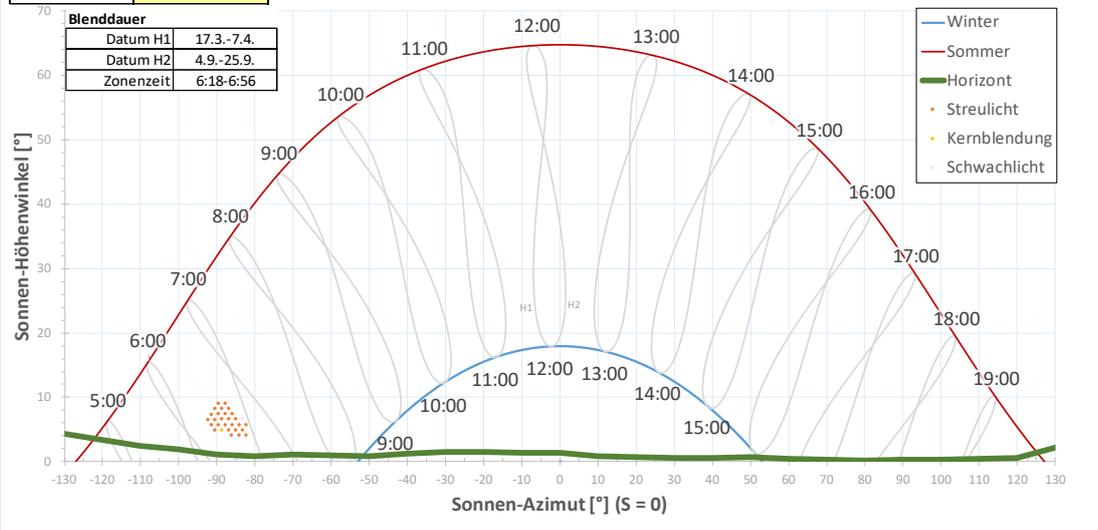
Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	12
Reflektor	ABC

Sonnenstand

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH

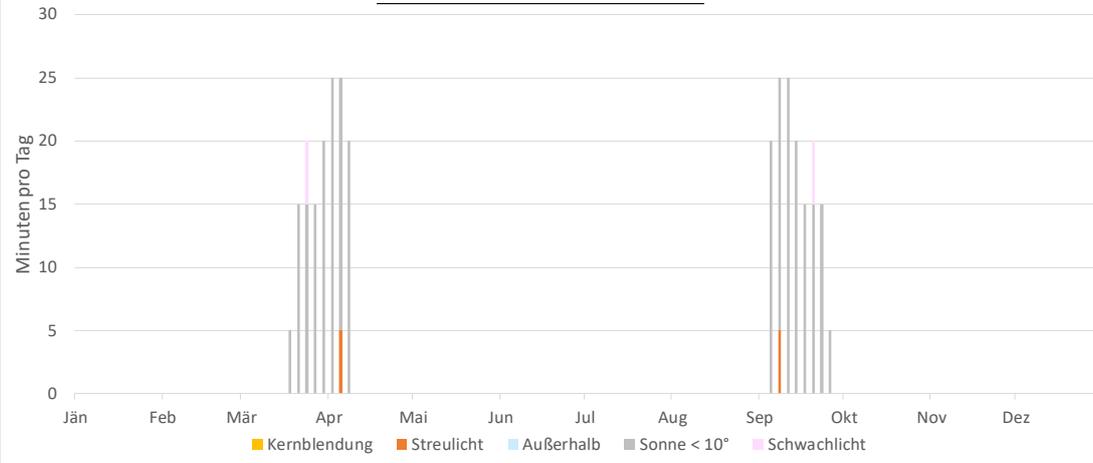


Immissionspunkt	12
Reflektor	ABC

Blenddauer

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH

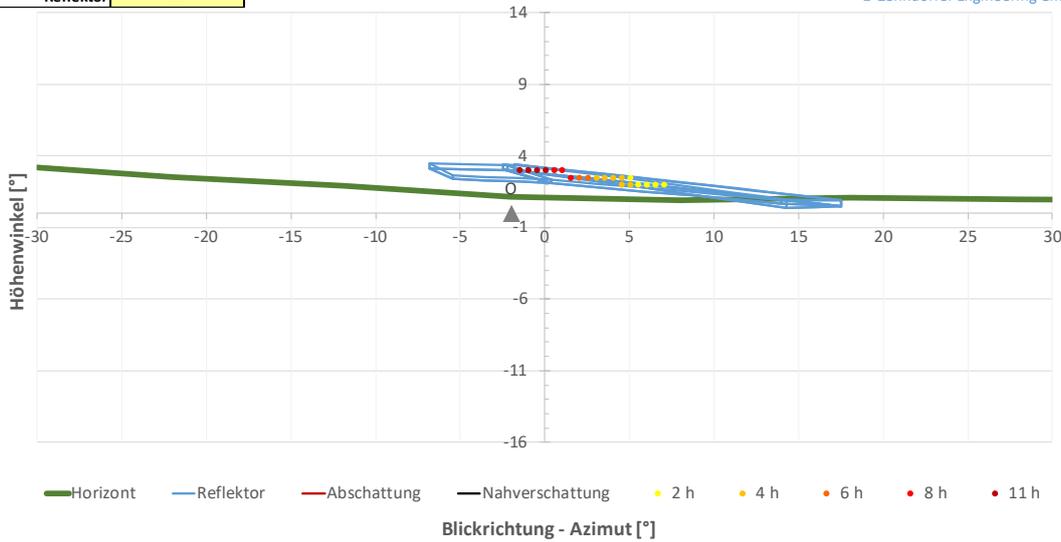
	Kernblendung	Streulicht	Min
max/Tag	0	5	
pro Jahr	0		h



Immissionspunkt	12
Reflektor	ABC

Blendhäufigkeit

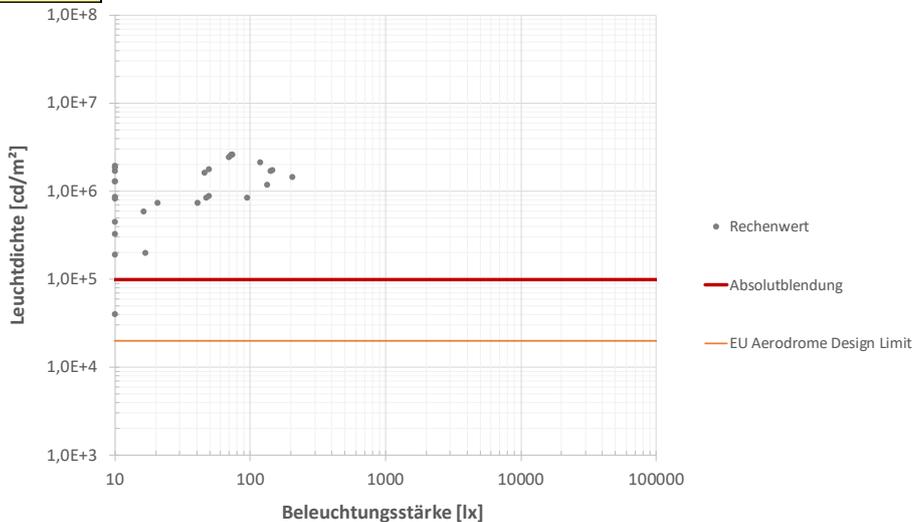
Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH

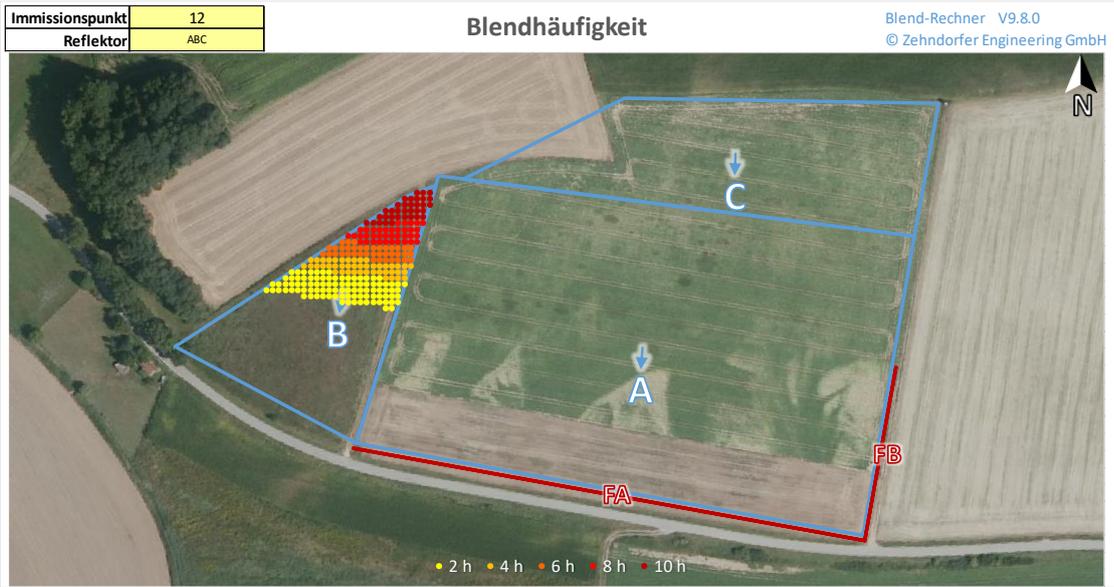


Immissionspunkt	12
Reflektor	ABC

Reflexions-Photometrie

Blend-Rechner V9.8.0
© Zehndorfer Engineering GmbH





Allgemeine Hintergründe, gesetzliche Regelungen und Fallbeispiele zum Thema Blendung finden Sie auf www.zehndorfer.at

