Analyse der Blendwirkung der Solaranlage Schönberg

Im Auftrag von
PV-Anlagen Robert Mittermeier
Staudach 1
D-84543 Winhöring

Gutachten ZE20081-RM
August 2020

Zehndorfer Engineering GmbH
Stift-Viktring-Straße 21/6
9073 Klagenfurt
Österreich

GF: Dipl.-Ing. Jakob Zehndorfer
Tel: +43 (680) 244 3310
office@zehndorfer.at
www.zehndorfer.at

Firmenbuchnummer: 515736k
LG Klagenfurt
UID Nummer: ATU74524829

Bank: Kärntner Sparkasse AG
IBAN: AT34 2070 6046 0001 4676
SWIFT/BIC: KSPKAT2KXXX

INHALT

1 Situationsbeschreibung 4
1.1 Problembeschreibung 4
1.2 Ortsbezeichnung und Lage der PV-Anlage 4
1.3 Untersuchter Raum 6
1.4 Abschattungen & Verdeckungen 6
1.4.1 Geländeprofil 6
1.4.2 Horizont 7
1.4.3 Bewuchs 7
1.4.4 Künstliche Abschattungen 8
2 Blendberechnung 8
2.1 Bedingungen für die Berechnung 8
2.2 Reflexionsberechnung 8
2.3 Erklärung der Ergebnisse 10
2.4 Sichtbezug 11
2.5 Blend-wirkung 11
2.5.1 Größenverhältnisse 12
2.5.2 Richtung der Blendung 12
2.5.3 Blendstärke 12
2.5.4 Blenddauer 13
2.5.5 Mögliche subjektive Effekte 13
2.5.6 Verkehrskritische Punkte 13
3 Beurteilung & Empfehlungen 14
3.1 Blendreduzierende Maßnahmen 15
ANHANG 1 Definitionen 17
ANHANG 2 Richtlinien, Vorschriften und Gesetze 18
ANHANG 3 Methodik der Berechnung 20
ANHANG 4 Vermessung der Umgebung 21
ANHANG 5 Detail-Ergebnisse der Berechnungen 22
Anhang 5.1 Ergebnisse mit blendreduzierenden Maßnahmen 33

Zusammenfassung

Im Bauverfahren einer Freiflächen-Photovoltaikanlage ist zu prüfen, ob eine Blendwirkung auf den Straßenverkehr besteht.

Es kann an einigen Immissionspunkten zu Blendungen des Straßenverkehrs kommen, weshalb blendreduzierende Maßnahmen zu empfehlen sind. Durch die empfohlene Hecke östlich der PV-Anlage wird keine gefährliche Blendwirkung auf den Straßenverkehr stattfinden. Es findet auch keine erhebliche Blendwirkung auf die Anwohner statt.

Versionsverlauf

Version	Datum	Beschreibung
1.0	19.8.2020	ursprüngliche Fassung
1.1	20.8.2020	adaptierte Modultischhöhe

Haftungsausschluss
Die Simulationsmodelle werden mit aller notwendigen Sorgfalt erstellt. Auf Grund unvermeidbarer Abweichungen zwischen Simulationsmodell 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.

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 ein 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 von den Reflexionen der PV-Module geblendet werden könnten.

1.2 Ortsbezeichnung und Lage der PV-Anlage

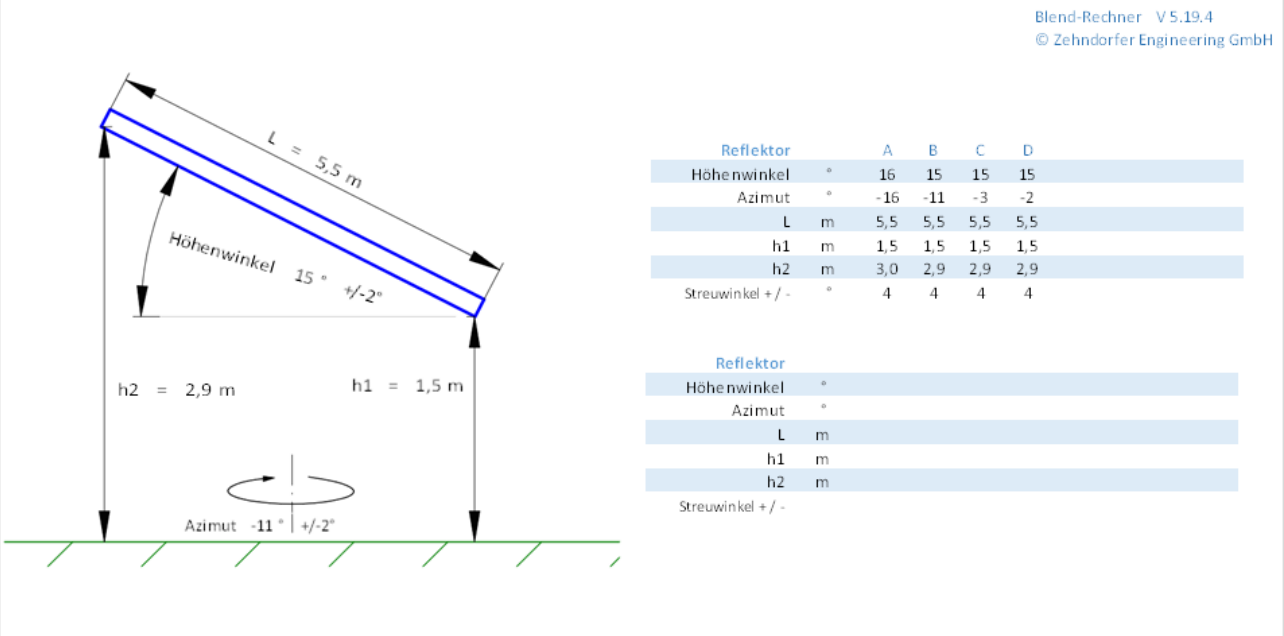
Die geplante Freiflächen-Photovoltaik-Anlage befindet sich in der Gemeinde 84573 Schönberg, Landkreis Mühldorf am Inn (Gemarkung Aspertsham, GPS Koordinaten 48°20'18"N, 12°24'52"O) nord-westlich der Kreisstraße MÜ27.

Abbildung 1 Situation

Abbildung 2 Ausrichtung der Anlage

Die PV-Anlage wurde für die Berechnung ein zwei Vierecken modelliert.

Abbildung 3 Ausrichtung der PV-Module (nicht maßstabsgetreu)



Reflektor		A	B	C	D
Höhenwinkel	°	16	15	15	15
Azimut	°	-16	-11	-3	-2
L	m	5,5	5,5	5,5	5,5
h1	m	1,5	1,5	1,5	1,5
h2	m	3,0	2,9	2,9	2,9
Streuwinkel +/-	°	4	4	4	4

Reflektor	
Höhenwinkel	°
Azimut	°
L	m
h1	m
h2	m
Streuwinkel +/-	

Abbildung 2 und Abbildung 3 zeigen die Ausrichtung des PV-Feldes im Raum. Die Module sind in Richtung -Süden mit 15° geneigt aufgeständert. Sie sind auf dreireihigen Modultischen, hochkant, mit der Oberkante bei ca. 3 m angeordnet. Für die Streuung an den PV-Modulen wurde ein üblicher Streuwinkel von +/- 4° angenommen.

Für Abweichungen des Geländes bzw. der Aufständerung von den angegebenen Winkeln wurde zusätzlich ein Unsicherheitswinkel von +/- 2° angenommen (welcher die Blenddauer der Streuungen rechnerisch verlängert).

Die tatsächliche Neigung der PV-Module resultiert aus den Winkeln der Modultische, sowie des Untergrunds. Sie wurden mit entsprechenden Drehmatrizen berechnet und sind in Anhang 4 zu sehen.

1.3 Untersuchter Raum

Die Immissionspunkte (IP) sind jene Punkte, für die die Blendberechnung durchgeführt wird. Die zu untersuchenden Punkte liegen auf der Kreisstraße MÜ27 (2,5m über der Fahrbahn), sowie bei dem Nachbarn im Osten.

Abbildung 4 Immissionpunkte

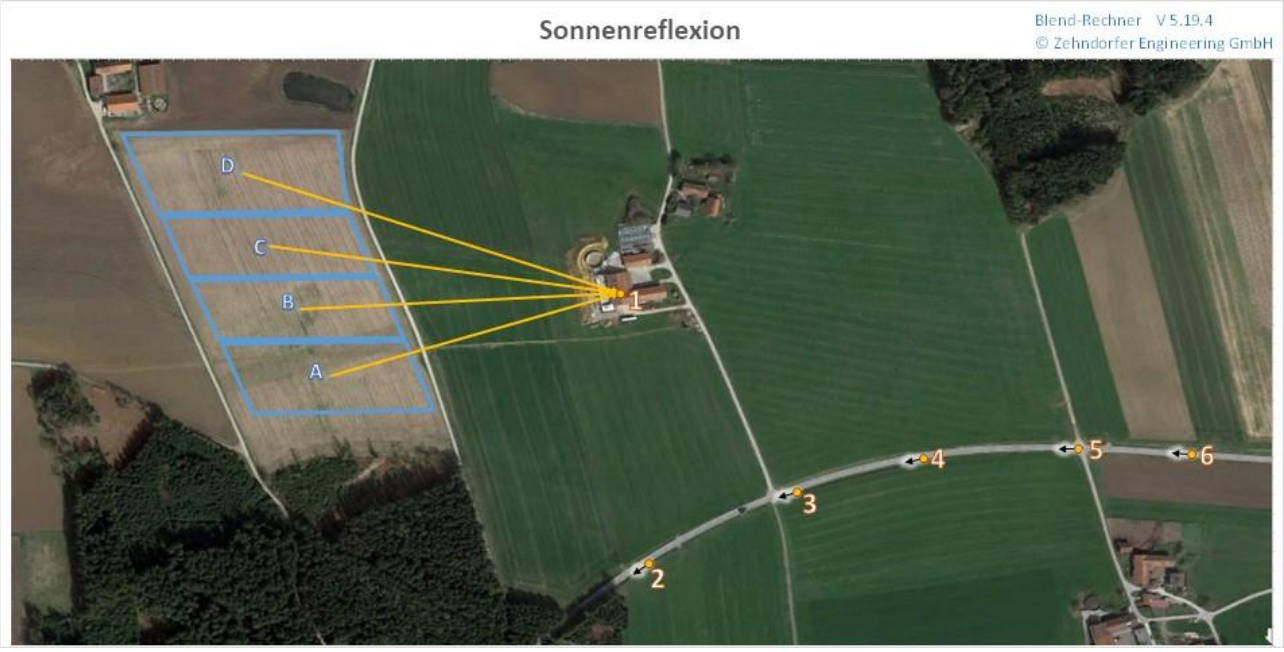


Abbildung 4 und zeigt die Lage der Immissionspunkte (IP) und des PV-Feldes. Die Immissionspunkte wurden unter dem Kriterium ausgewählt, dass eine Sichtverbindung zur Vorderseite der PV-Module gegeben sein muss.

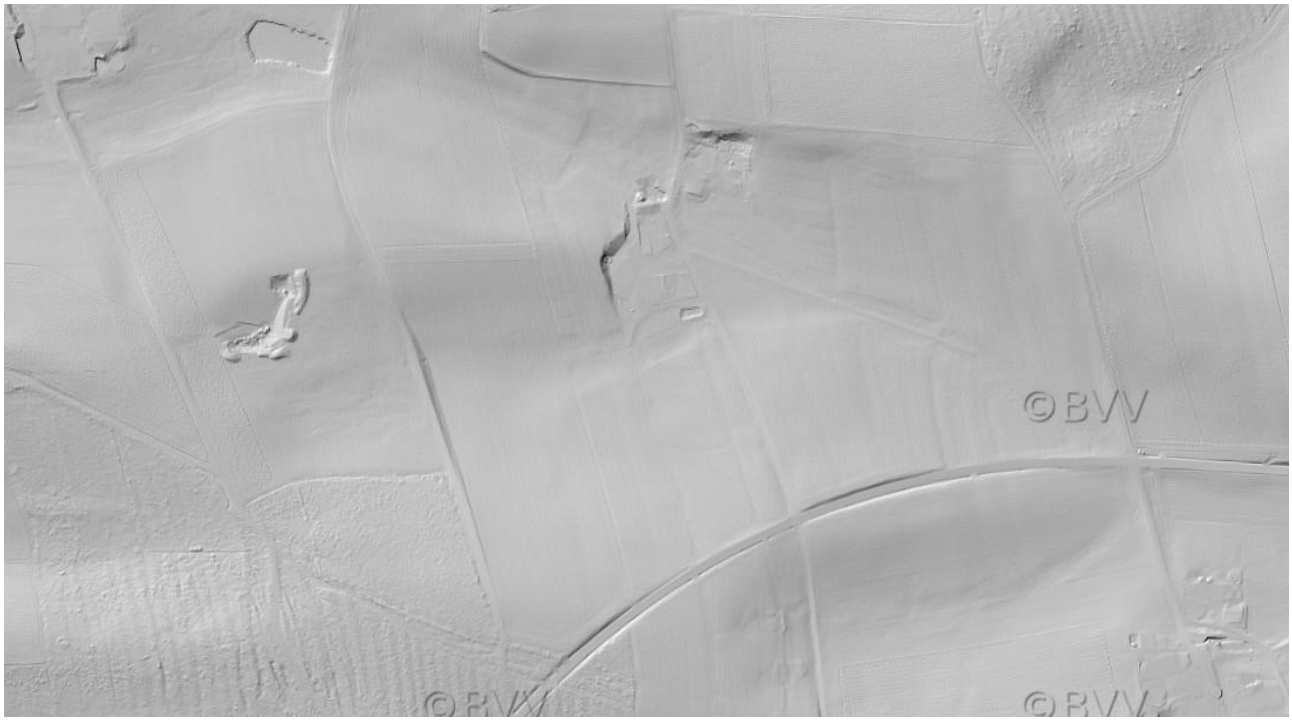
Die detaillierte Vermessung der relevanten Umgebung ist in Anhang 4 zu finden.

1.4 Abschattungen & Verdeckungen

1.4.1 Geländeprofil

Das umliegende Geländeprofil ist hügelig, sodass nicht immer alle Teile der PV-Anlage sichtbar sein werden. Die Blendberechnung wurde ohne Abschattungen durch Geländekanten durchgeführt.

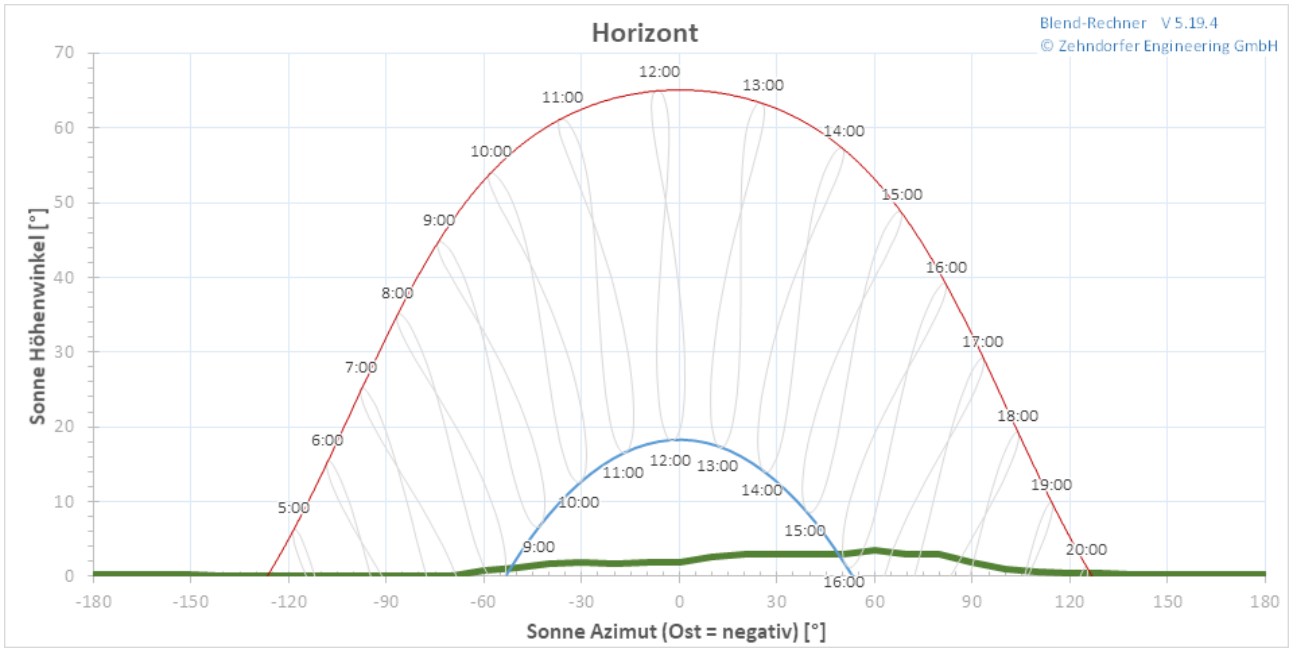
Abbildung 5 Gelände-schummerung



1.4.2 Horizont

Die Umgebung der PV-Anlage ist hügelig, die Sonnenstunden werden dadurch jedoch kaum begrenzt.

Abbildung 6 Horizont



1.4.3 Bewuchs

Zwischen der Reflexionsfläche und den IP gibt es keinen Bewuchs der die Blickverbindung unterbrechen würde.

1.4.4 Künstliche Abschattungen

Zwischen einigen 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

2.2 Reflexionsberechnung

Die Reflexionsberechnung basiert auf der Methode Raytracing (siehe Anhang 3). Die Reflexionen werden für jeden Immissionspunkt einzeln berechnet.

Abbildung 7 Reflexion der Solar Anlage zum IP5

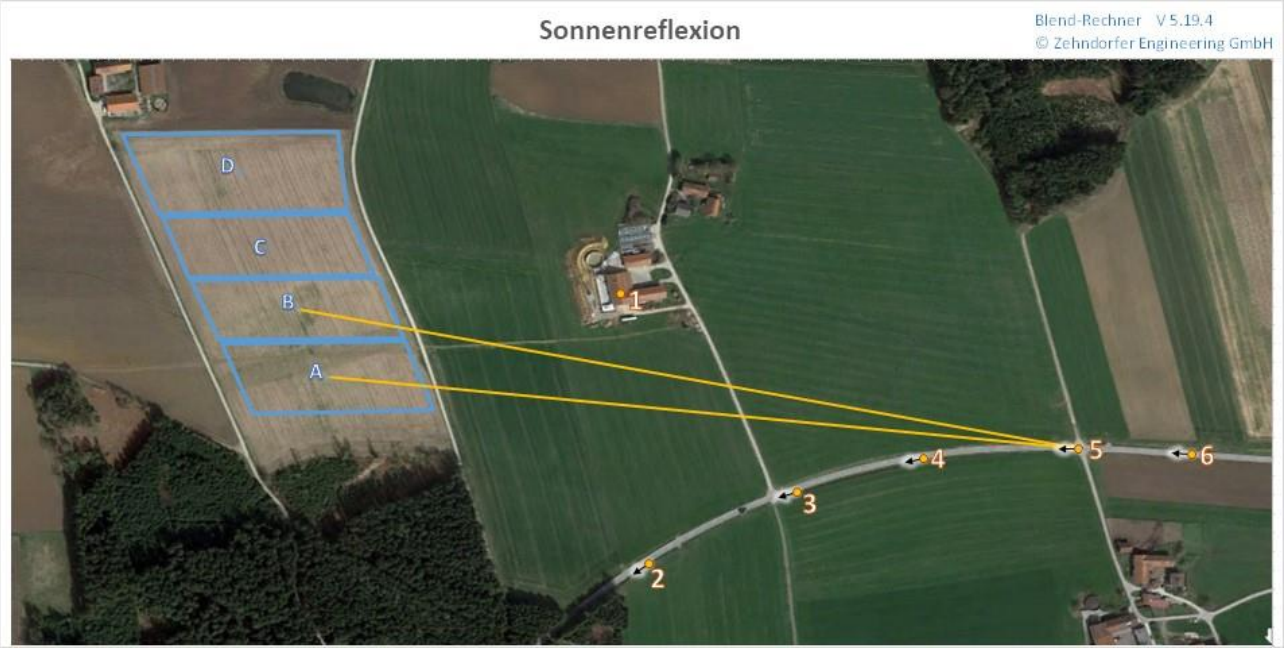
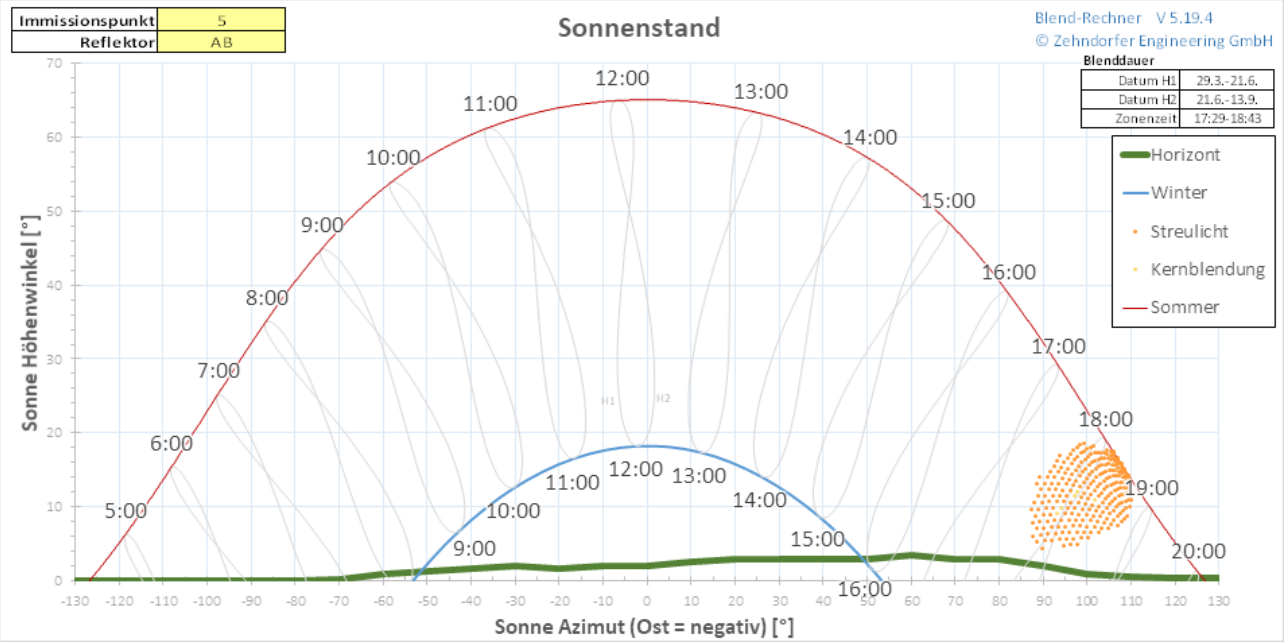


Abbildung 7 stellt die Immissionspunkte und den Strahlengang von eventuellen Reflexionen dar.

Abbildung 8 zeigt zu welchem Zeitpunkt (Jahres- und Uhrzeit) Reflexionen auftreten. Es ist auch jener Sonnen-höhenwinkel und der Sonnen-azimut dargestellt, bei denen Reflexionen in Richtung des Immissionspunktes ausgestrahlt werden.

Abbildung 8 Sonnenwinkel bei Blendung am IP 5



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

Reflektor		AB
Immissionspunkt		**5**
Distanz	m	744
Höhenwinkel	°	2
Raumwinkel	msr	1
Datum H1		29.3.-21.6.
Datum H2		21.6.-13.9.
Zeit		17:29-18:43
Kernblendung	min / Tag	5
Kernblendung	h / Jahr	1
Streulicht	min / Tag	40
Streulicht	h / Jahr	44
Sonnen Höhenwinkel (Mittel)	°	12
Sonnen Azimut (Mittel)	°	99
Sonne-Reflektor Winkel (max)	°	23
Blendung - Blickwinkel (min)	°	5

2.3 Erklärung der Ergebnisse

Distanz	Ist die Distanz zwischen Mittelpunkt des Reflektors und Immissionspunkt in Meter.
Höhenwinkel	Der Höhenwinkel des Reflektors über dem Immissionspunkt. 0° bedeutet, dass sich der Reflektor am Horizont befindet.
Raumwinkel	Der Raumwinkel, gemessen in Millisteradiant. Der Raumwinkel 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	Jene maximale Zeitspanne bei der die 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, für den Fall, dass das Streulicht (nach Vorgabe) unberücksichtigt bleibt, steht hier derselbe Wert wie bei der Kernblendung
Dauer	Die Anzahl jener Tage im Jahr (Frühjahr und Herbst), an denen zu irgendeiner Uhrzeit eine Blendung auftreten kann. Außerhalb dieser Tage steht die Sonne zu hoch oder zu flach um am Immissionspunkt zu blenden, oder es findet eine Verschattung durch den Horizont oder künstliche Hindernisse statt.
Sonnen Höhenwinkel	Durchschnittlicher Sonnen-höhenwinkel zum Zeitpunkt der Blendung
Sonnen Azimut	Durchschnittlicher Sonnen-Azimut zum Zeitpunkt der Blendung
Sonne-Reflektor Winkel	Der vom Immissionspunkt aus, sichtbare Winkel zwischen Reflektor und Sonnenstand bei Blendung. 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 könnten. Ist der Winkel groß (also außerhalb des eines Kegels von 30°), so spielt die Blendung eine untergeordnete Rolle.

2.4 Sichtbezug

Um den Sichtbezug zur PV Anlage, sowie zur Reflexion und zum Sonnenstand deutlich zu machen, wurde die Darstellung dieser Punkte mit Blick in Fahrtrichtung gewählt. Die Winkel der Darstellung sind realistisch, d.h. ein durchschnittlicher Beobachter wird das hier berechnete Gesichtsfeld vor Augen haben.

Abbildung 9 Blickfeld am IP 5

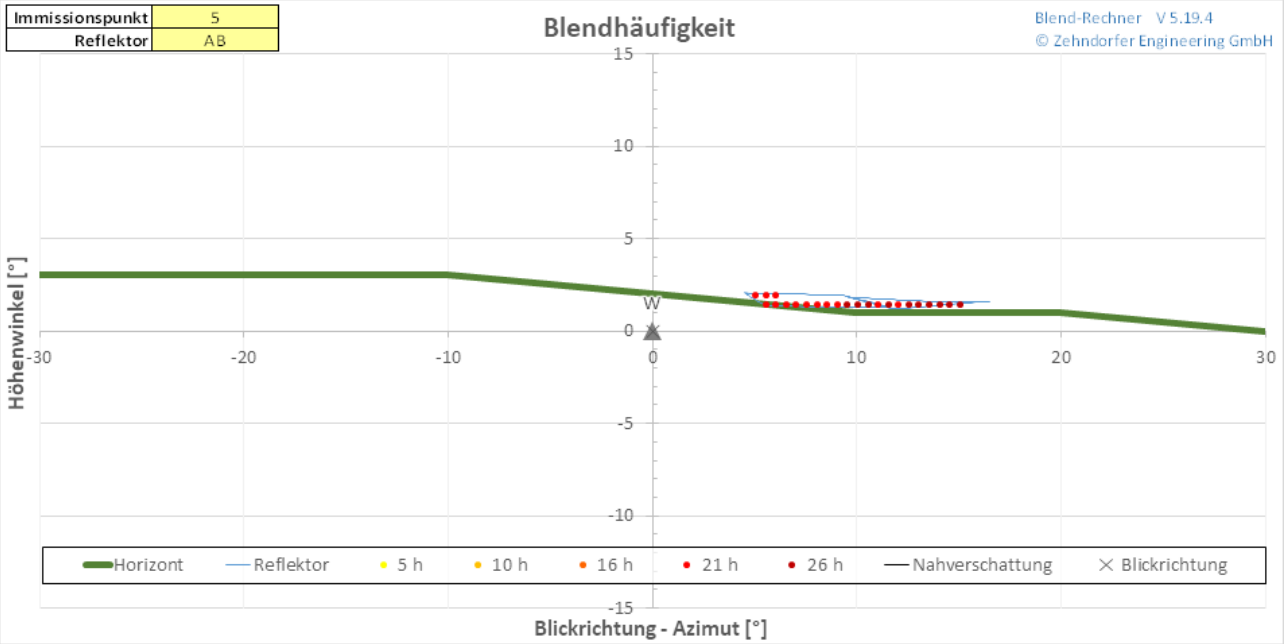


Abbildung 9 zeigt jene Flächen, von denen Reflexionen zu erwarten sind. Es ist die Dauer der Reflexionen in Stunden pro Jahr (inklusive Streublendung) farblich dargestellt. Alle weiteren Ansichten sind in Anhang 5 zu sehen.

2.5 Blend-wirkung

Die Auswirkung der Blendung auf den Menschen ist von mehreren Parametern abhängig. Folgende Parameter haben einen Einfluss auf die Blend-wirkung 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 Entfernung[1]) sind hier alle Größen im Maß des Raumwinkels (milli Steradiant) 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 IP 5 (1 msr) ist als sehr klein 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 weitere 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-Positionsindex[2].

Daher werden in diesem Gutachten nur solche Blendungen als relevant für den Verkehr betrachtet, die innerhalb eines Winkels von +/- 15° zur Sehachse (= Fahrtrichtung) liegen.

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. In diesem konkreten Fall ist der Reflexionswinkel jedoch (zur Normalen auf die Solar-Module) hoch (d.h. relativ flach zur Glasoberfläche), wodurch ein großer Teil des Sonnenlichts reflektiert wird.

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

[2] 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.“

2.5.4 Blenddauer

Abbildung 10 Blenddauer am IP 5

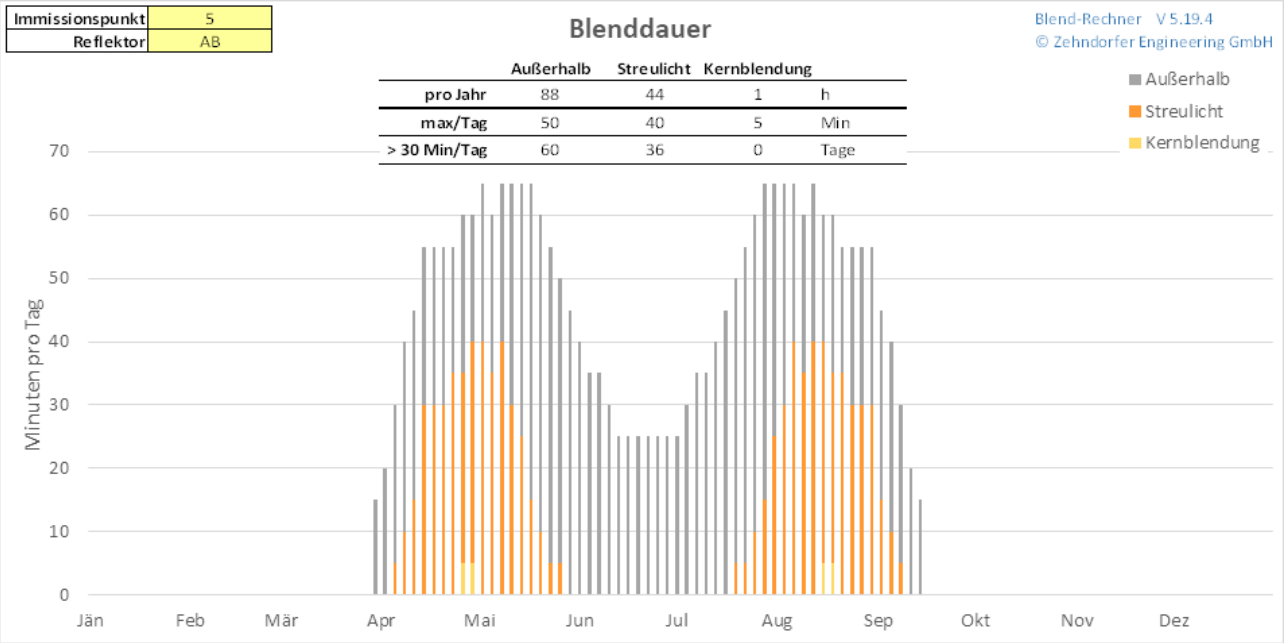


Abbildung 10 zeigt die Verteilung der Blenddauer pro Tag über das ganze Jahr.

Orange Linien kennzeichnen Streulicht, eventuelle gelbe Linien stellen direkte Spiegelungen dar.

Eventuell grau unterlegte Bereiche sind jene Zeiten zu denen zwar Reflexionen stattfinden, diese werden jedoch auf Grund der 10°-Regel gemäß LAI-2012 (Blickwinkel zwischen Sonne und Modul mindestens 10°) beziehungsweise des inneren Gesichtsfeldes (+/-15° von der Blickrichtung) nicht in der Summe der Blenddauer berücksichtigt.

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 Mögliche subjektive Effekte

Es gibt Tätigkeiten, bei denen die ungestörte Sicht in Richtung der PV Anlage notwendig ist. Für den Verkehr kann der Blick in Richtung der Blendung notwendig sein, falls diese in Fahrtrichtung liegt.

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 11 Unfälle 2019

In den letzten Jahren gab es auf dem relevanten Streckenabschnitt keine eingetragenen Unfälle mit Personenschaden.

An den IP liegen keine verkehrskritischen Punkte vor.

3 Beurteilung & Empfehlungen

IP1 (Anwohner)

Es wird zu kurzen Reflexionen in Richtung des IP kommen, deren Dauer jedoch deutlich unter den Grenzwerten der Richtlinie liegt.

IP2 bis 4

In Richtung dieser IP können kurzfristig Reflexionen auftreten. Diese stellen jedoch keine Gefährdung für den Straßenverkehr dar, da die Reflexionen nie im inneren Gesichtsfeld eines Fahrers auftreffen, der seinen Blick auf der Straße hält.

IP5 und 6

Es werden Blendungen in Richtung dieser IP auftreten, die zum Teil im inneren Gesichtsfeld der Fahrzeuglenker liegen. Daher werden blendreduzierende Maßnahmen empfohlen.

3.1 Blendreduzierende Maßnahmen

Als blendreduzierende Maßnahmen wird die Ausführung der geplanten Hecke (blickdicht) mit einer Höhe von 8m (östlich von den Teilen A und B) sowie 5m (östlich von den Anlageteilen C und D) empfohlen. Die Hecke hat die Koordinaten wie in Tabelle 1 angeführt.

Tabelle 1 blickdichte Hecke

Abschattung	I				II			
Eckpunkt	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
x	308 531	308 484	308 484	308 531	308 481	308 449	308 449	308 481
y	357 011	357 154	357 154	357 011	357 151	357 296	357 296	357 151
z	478	481	481	478	481	471	471	481
h	0,0	0,0	8,0	8,0	0,0	0,0	5,0	5,0

Abbildung 12 Hecke (rot)

Abbildung 13 ursprüngliche Blenddauer

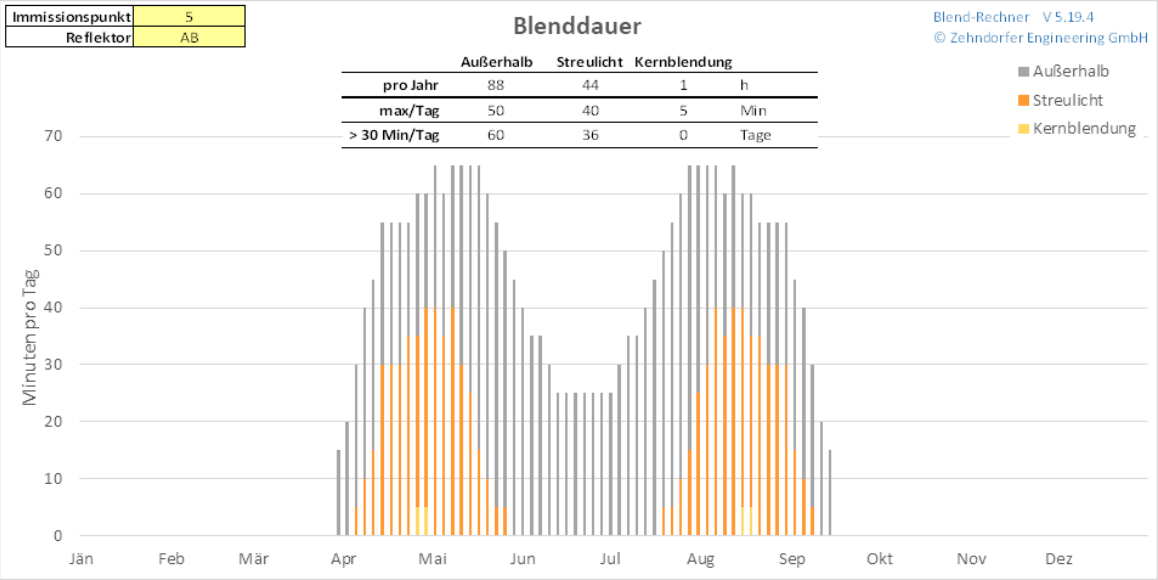
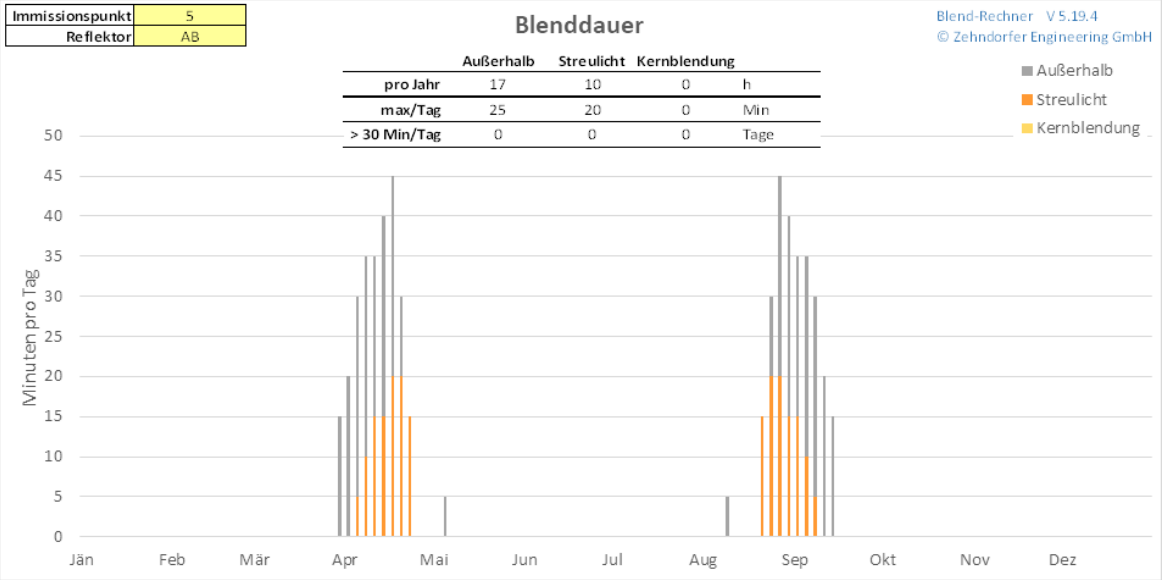


Abbildung 14 Blenddauer mit Hecke



Durch die Hecke werden die Reflexionen in Richtung der IP deutlich reduziert. Insbesondere die spiegelnde Kernblendung wird vollständig vermieden. Die verbleibenden Streuungen sind sehr kurzzeitig und unter den folgenden Gesichtspunkten als ungefährlich einzustufen:

- Der Raumwinkel der reflektierenden Flächen ist sehr klein (1msr)
- Die Distanz zu den reflektierende Flächen ist groß (741m)
- Die Sonne steht zu Blendzeitpunkt in einer ähnlichen Richtung (max. 19° Abweichung)

Die Berechnungsergebnisse aller Immissionspunkte sind in Anhang 5.1 zu sehen.

Durch die empfohlene Hecke östlich der PV-Anlage wird also keine gefährliche Blendwirkung auf den Straßenverkehr stattfinden. Es findet auch keine erhebliche Blendwirkung auf die Anwohner statt.

Datum: 20.8.2020

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 *Wahrnehmung*, verursacht durch eine helle Lichtquelle im Gesichtsfeld
Psychologische Blendung	eine Form von Blendung, welche als *unangenehm oder ablenkend* 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 *technisch messbar* 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 wir die „tolerierbare Grenze“ für die Blendung nicht näher definiert.
Reflexion (Physik)	Das Zurückwerfen von Wellen an einer Grenzfläche
Gerichtete Reflexion	Führ (nahezu) glatte Oberflächen gilt das *Reflexionsgesetz*
Immissionspunkt	Punkt auf den Strahlung (durch Reflexion) einwirkt
Emissionspunkt	Punkt von dem Strahlung (durch Reflexion) ausgesendet wird
Leuchtdichte	Ein Maß für den *Helligkeitseindruck*. Gibt die Lichtstärke pro Fläche in Candela pro Quadratmeter an [cd/m²] bzw. den Lichtstrom pro sichtbarer Fläche des Reflektors und Raumwinkel (des entfernt stehenden Auges) [lm/m²sr].
Lichtstärke	Der Lichtstrom pro Raumwinkel [lm/sr].
IP	Die Immissionspunkte auch „Points of interest“ sind jene Punkte, für die die Blend-berechnung durchgeführt wird
PV	Photovoltaikanlage
Azimut	Winkel (am Boden) zwischen Objekt und Südrichtung
Elevation	zu Deutsch *Höhenwinkel*, gemessen von der Horizontalen zum Objekt
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 aber 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 zu den Immissionsunkten 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 reflektierende Oberfläche berechnet.

ANHANG 4 VERMESSUNG DER UMGEBUNG

Für die Koordinaten wurde das folgende Bezugssystem gewählt: UTM Zone 32, mit false northing -5.000.000

Die PV Anlage befindet sich an folgenden Koordinaten

Reflektor	A				B			
Eckpunkt	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
x	308 359	308 527	308 503	308 331	308 329	308 502	308 480	308 305
y	357 019	357 016	357 086	357 089	357 093	357 089	357 150	357 153
z	491	478	477	490	490	477	481	486
h	1,5	1,5	2,98	2,98	1,5	1,5	2,95	2,95

Reflektor	C				D			
Eckpunkt	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
x	308 302	308 477	308 454	308 280	308 277	308 453	308 448	308 245
y	357 156	357 152	357 213	357 216	357 220	357 218	357 295	357 300
z	486	482	479	479	479	479	471	475
h	1,5	1,5	2,93	2,93	1,5	1,5	2,92	2,92

mit den folgenden Winkeln der reflektierenden Flächen

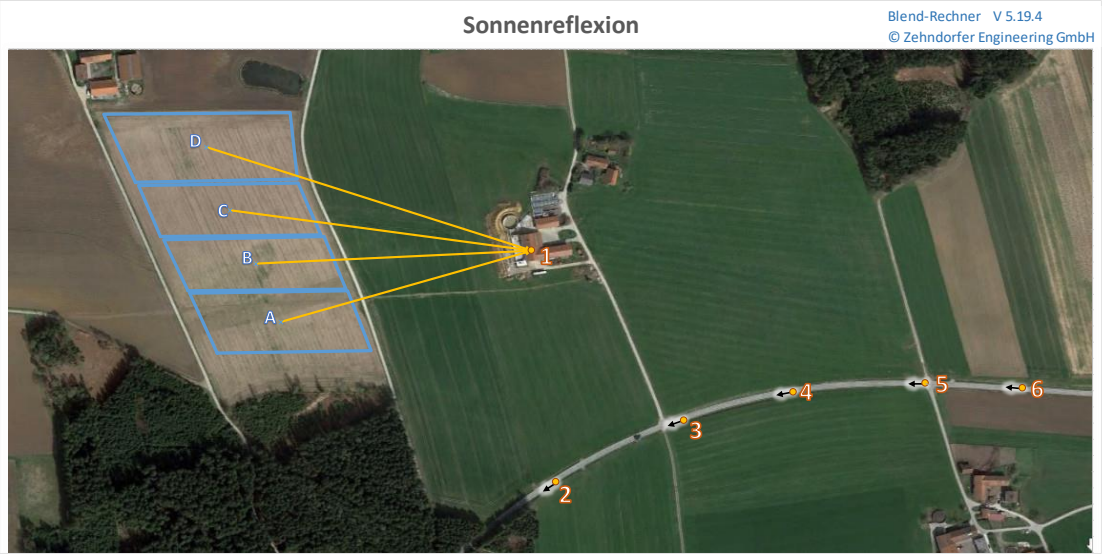
	Modultisch		Untergrund		Resultierende	
	Höhenwinkel	Seitenwinkel	Höhenwinkel	Seitenwinkel	Höhenwinkel	Seitenwinkel
A	**15**	**0**	**5**	**-122**	**16**	**-16**
B	15	0	3	-102	15	-11
C	**15**	**0**	**5**	**-171**	**15**	**-3**
D	15	0	4	-172	15	-2

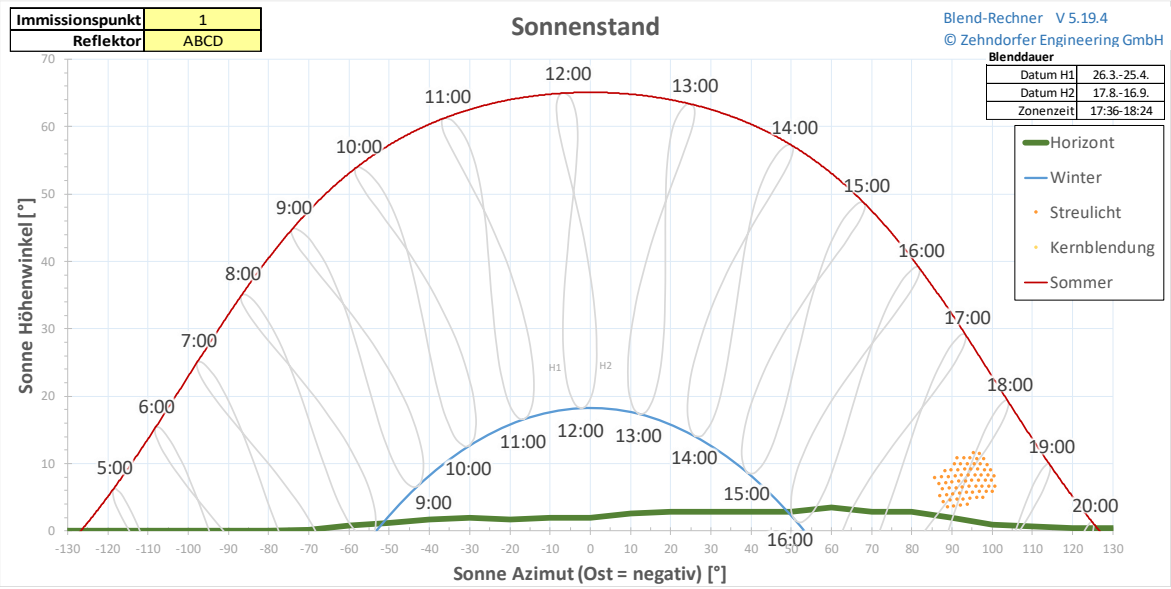
Für diese Berechnung wurden folgende Immissionspunkte betrachtet

Immissionspunkt	1	2	3	4	5	6
Bezeichnung	IP1	IP2	IP3	IP4	IP5	IP6
x	308 706	308 723	308 865	308 985	309 129	309 235
y	357 126	356 856	356 924	356 952	356 958	356 948
z	468	490	478	469	463	462
h	5,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Blickrichtung - Az		53	69	79	90	94

ANHANG 5 DETAIL-ERGEBNISSE DER BERECHNUNGEN

Reflektor		ABCD	ABCD	ABC	ABC	AB	AB
Immissionspunkt		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Distanz	m	302	415	501	605	744	848
Höhenwinkel	°	2	-1	1	1	2	1
Raumwinkel	msr	10	10	7	2	1	0
Datum H1		26.3.-25.4.	28.5.-21.6.	13.4.-21.6.	1.4.-21.6.	29.3.-21.6.	29.3.-6.6.
Datum H2		17.8.-16.9.	21.6.-15.7.	21.6.-29.8.	21.6.-10.9.	21.6.-13.9.	6.7.-13.9.
Zeit		17:36-18:24	17:55-18:33	17:36-18:50	17:34-18:50	17:29-18:43	17:29-18:41
Kernblendung	min / Tag	0	0	0	0	5	0
Kernblendung	h / Jahr	0	0	0	0	1	0
Streulicht	min / Tag	15	0	0	0	40	45
Streulicht	h / Jahr	10	0	0	0	44	68
Sonnen Höhenwinkel (Mittel)	°	8	17	14	13	12	11
Sonnen Azimut (Mittel)	°	93	107	102	100	99	98
Sonne-Reflektor Winkel (max)	°	15	23	29	26	23	23
Blendung - Blickwinkel (min)	°	1	61	32	17	5	2



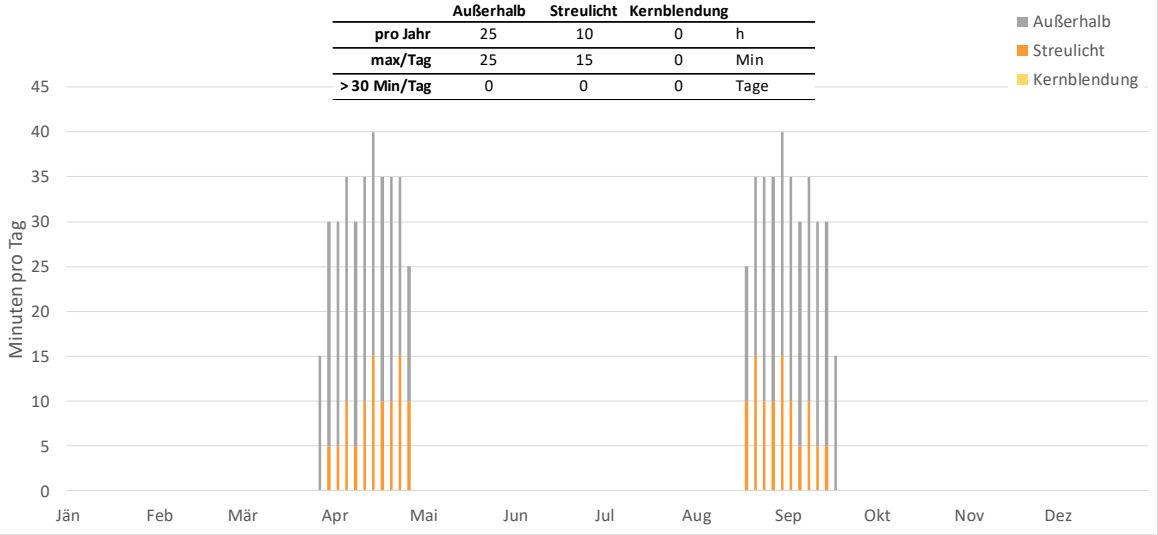


Immissionspunkt	1
Reflektor	ABCD

Blenddauer

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

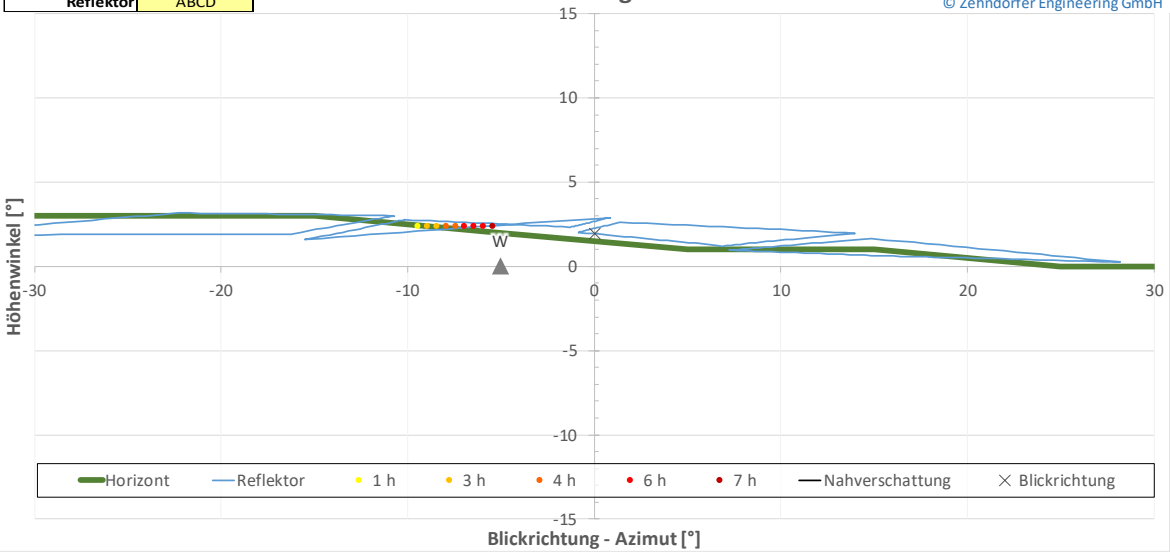
	Außerhalb	Streulicht	Kernblendung	
pro Jahr	25	10	0	h
max/Tag	25	15	0	Min
> 30 Min/Tag	0	0	0	Tage



Immissionspunkt	1
Reflektor	ABCD

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	1
Reflektor	ABCD

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

Sonnenreflexion

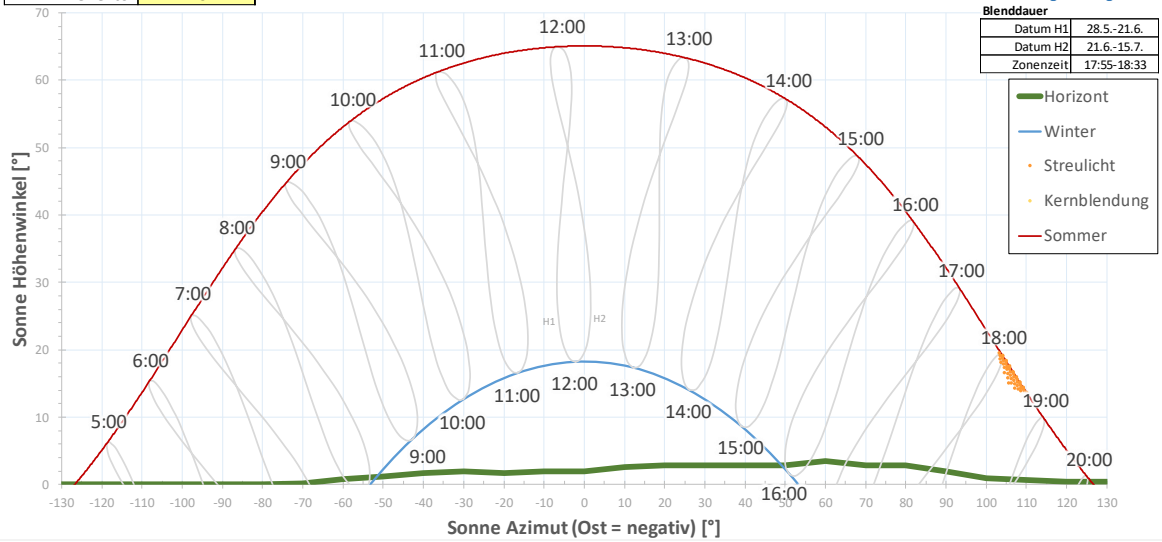
Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

Sonnenstand

Immissionspunkt	2
Reflektor	ABCD

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

Blenddauer	
Datum H1	28.5.-21.6.
Datum H2	21.6.-15.7.
Zonenzeit	17:55-18:33

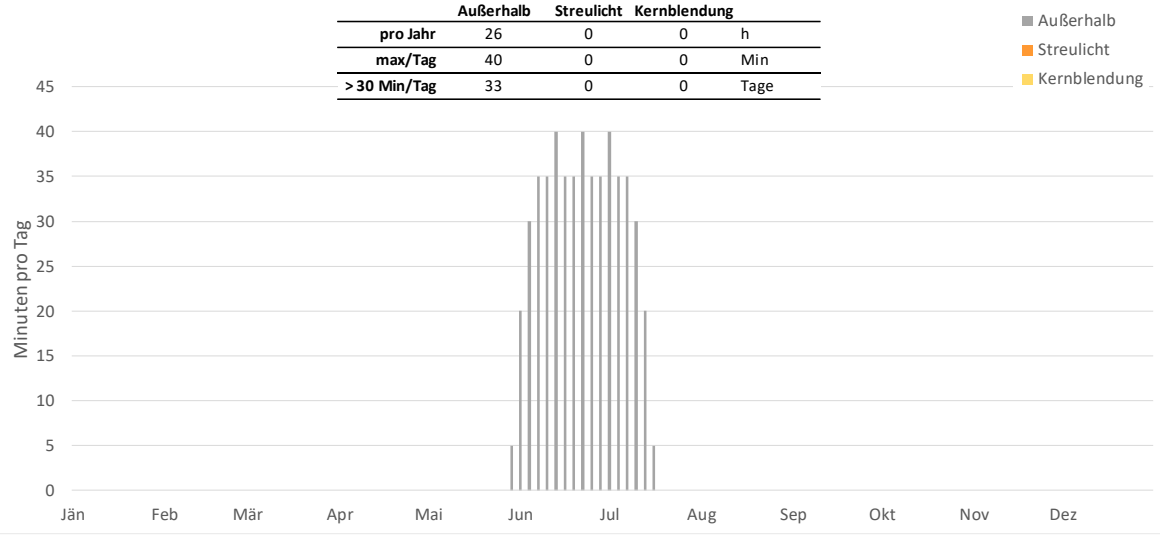


Blenddauer

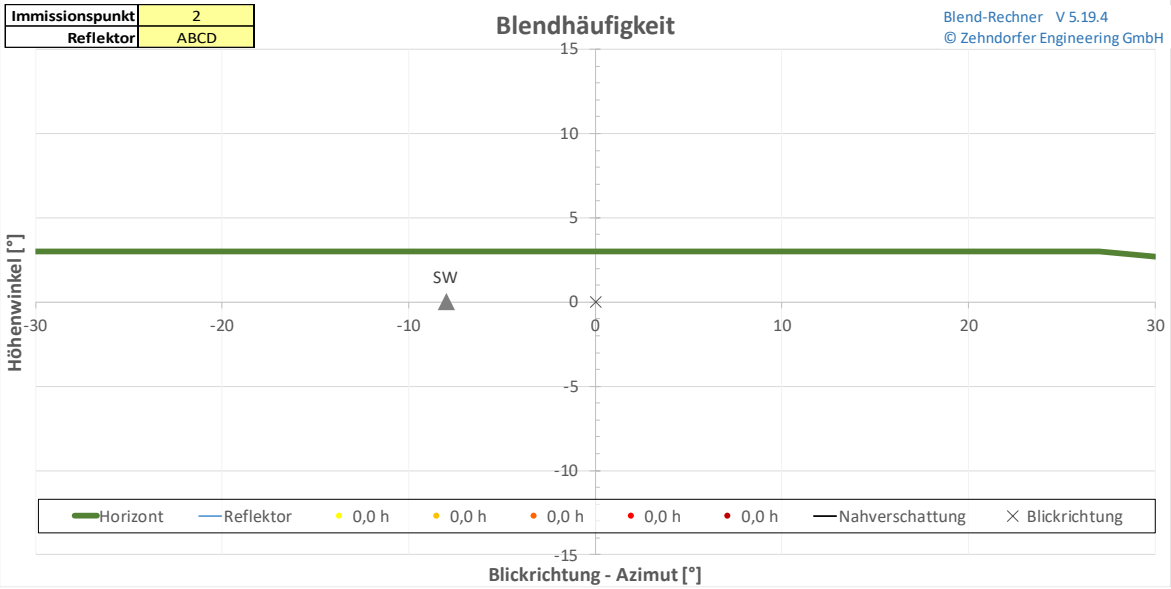
Immissionspunkt	2
Reflektor	ABCD

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

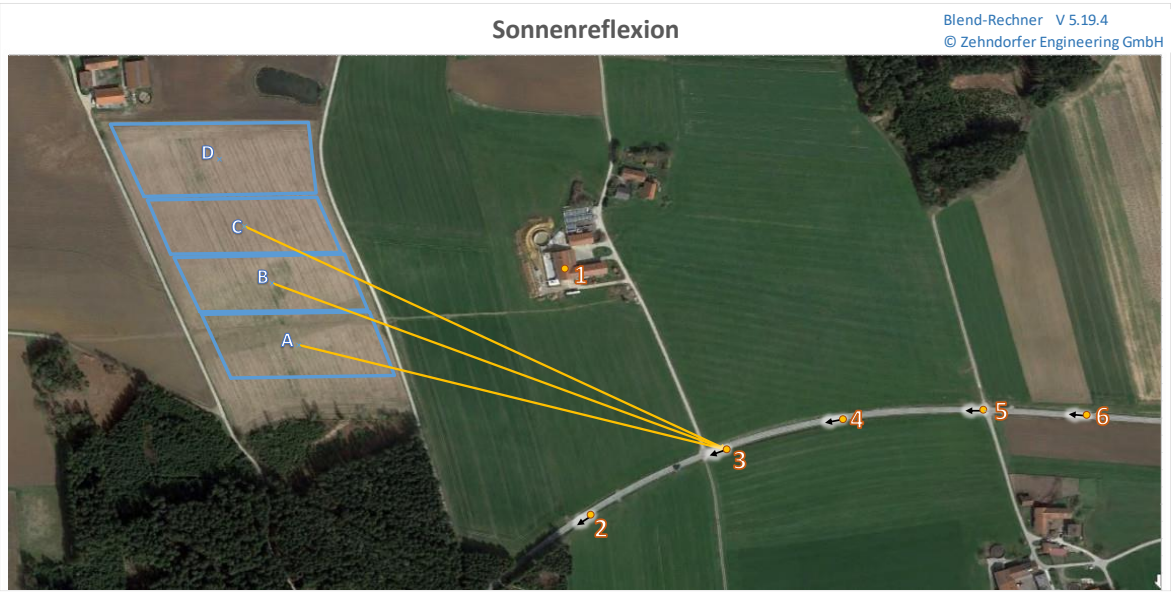
	Außerhalb	Streulicht	Kernblendung	
pro Jahr	26	0	0	h
max/Tag	40	0	0	Min
> 30 Min/Tag	33	0	0	Tage



Immissionspunkt	2
Reflektor	ABCD



Immissionspunkt	2
Reflektor	ABCD

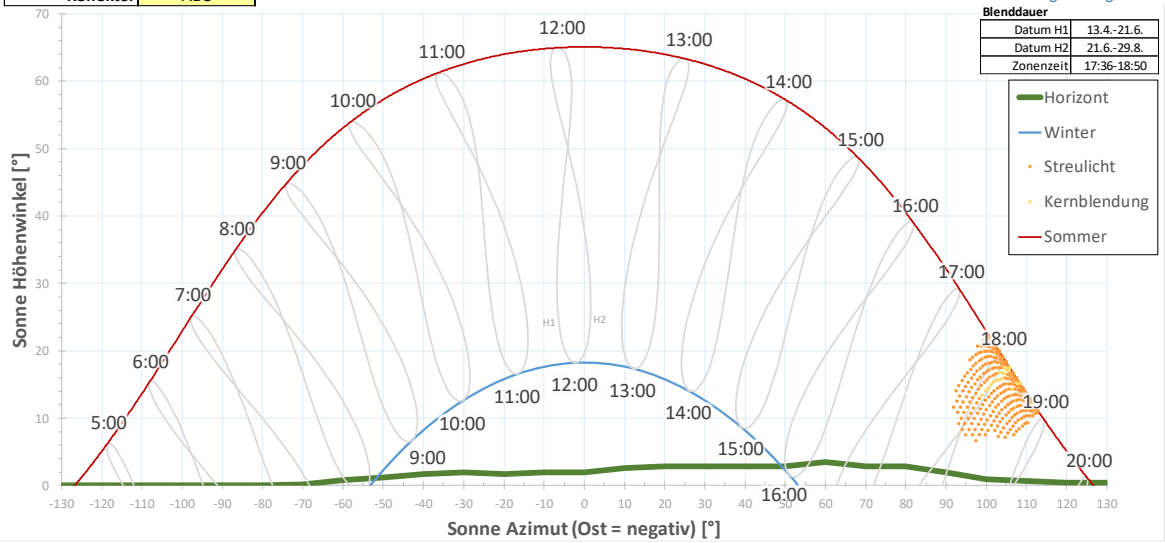


Immissionspunkt	3
Reflektor	ABC

Sonnenstand

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

Blenddauer	
Datum H1	13.4.-21.6.
Datum H2	21.6.-29.8.
Zonenzeit	17:36-18:50

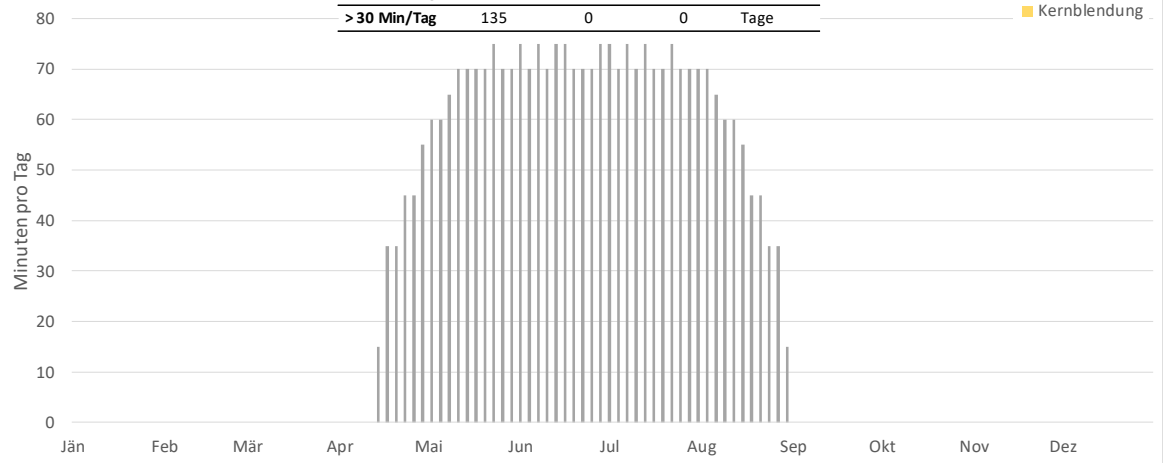


Immissionspunkt	3
Reflektor	ABC

Blenddauer

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

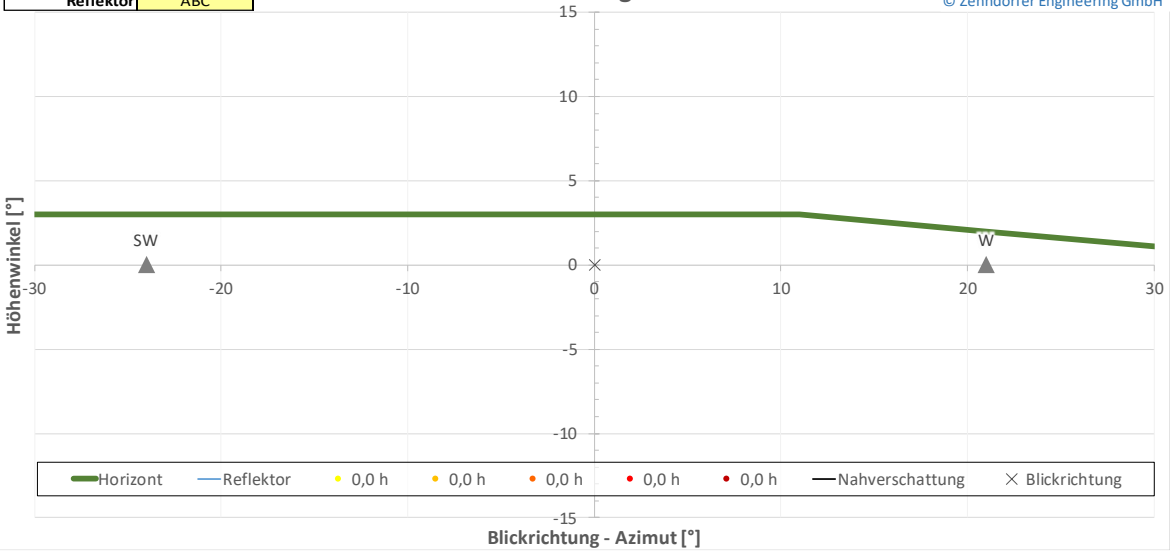
	Außerhalb	Streulicht	Kernblendung	
pro Jahr	146	0	0	h
max/Tag	75	0	0	Min
> 30 Min/Tag	135	0	0	Tage



Immissionspunkt	3
Reflektor	ABC

Blendhäufigkeit

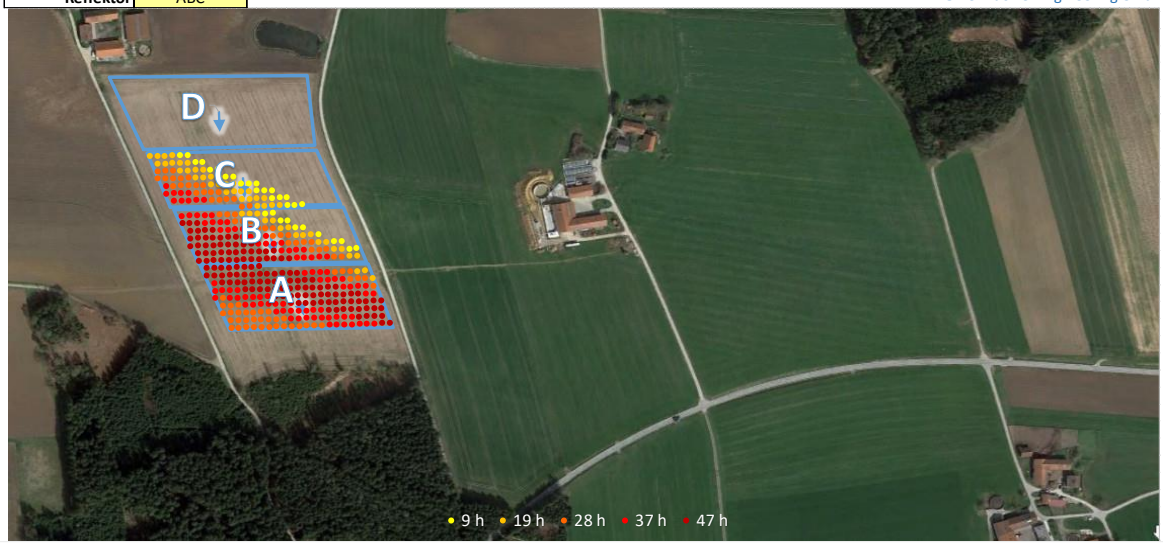
Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	3
Reflektor	ABC

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



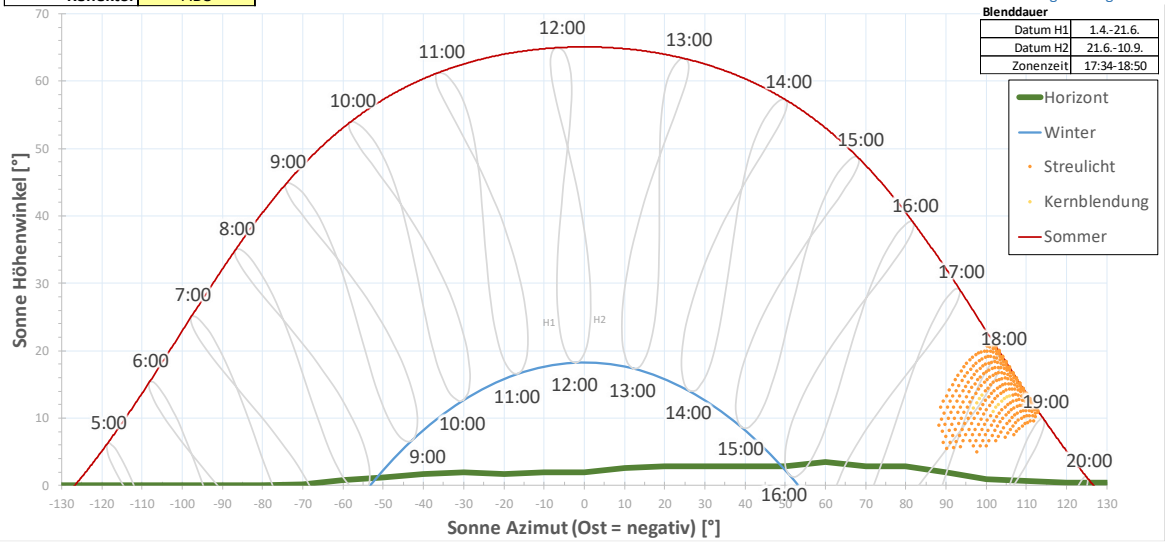
Sonnenreflexion

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

Immissionspunkt	4
Reflektor	ABC

Sonnenstand

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

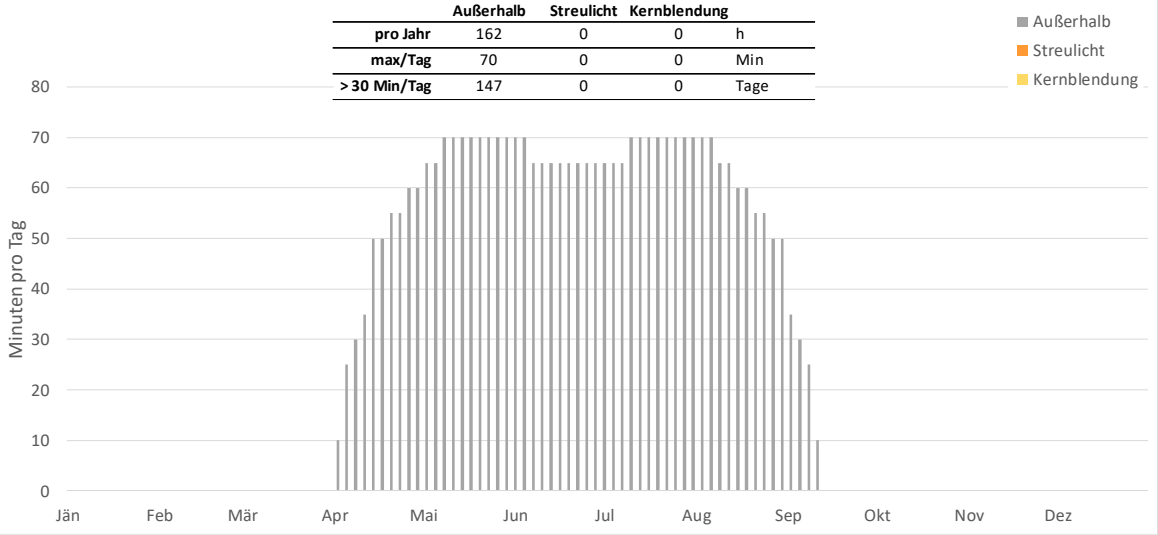


Immissionspunkt	4
Reflektor	ABC

Blenddauer

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

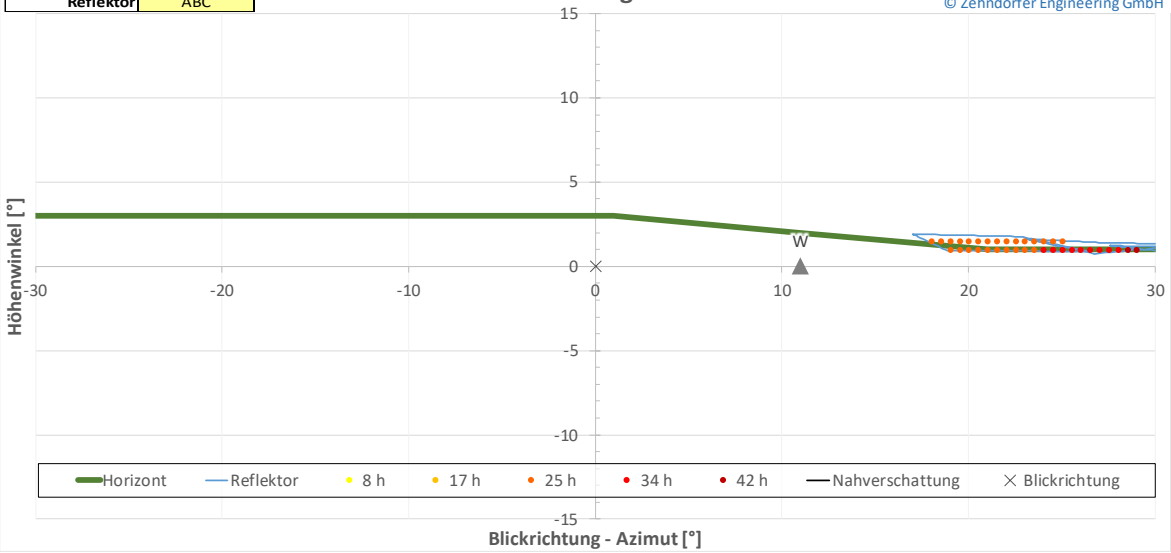
	Außerhalb	Streulicht	Kernblendung	
pro Jahr	162	0	0	h
max/Tag	70	0	0	Min
> 30 Min/Tag	147	0	0	Tage



Immissionspunkt	4
Reflektor	ABC

Blendhäufigkeit

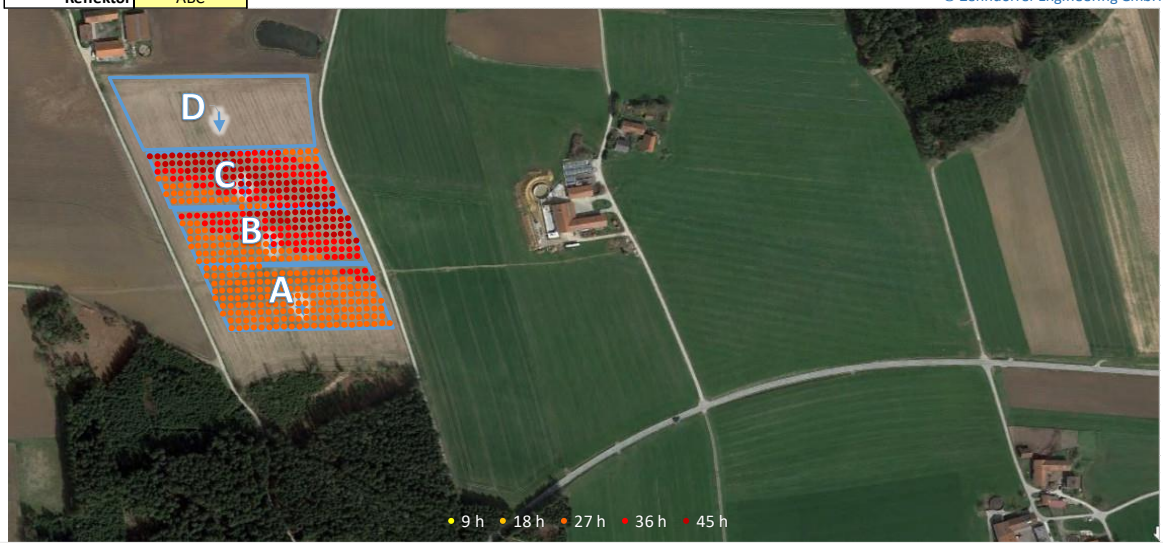
Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	4
Reflektor	ABC

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

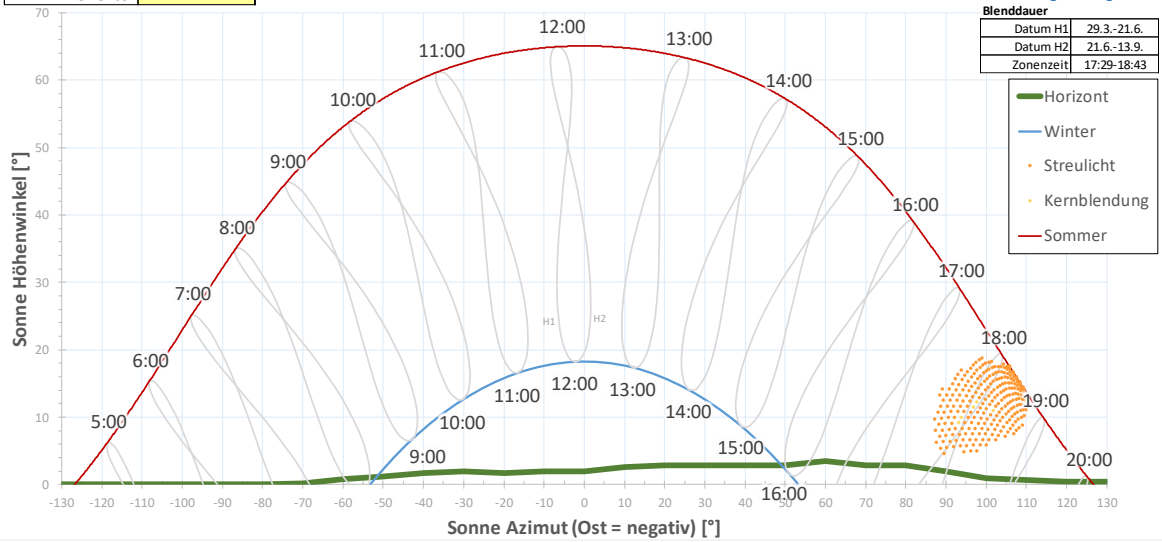
Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

Sonnenstand

Immissionspunkt	5
Reflektor	AB

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

Blenddauer	
Datum H1	29.3.-21.6.
Datum H2	21.6.-13.9.
Zonenzeit	17:29-18:43

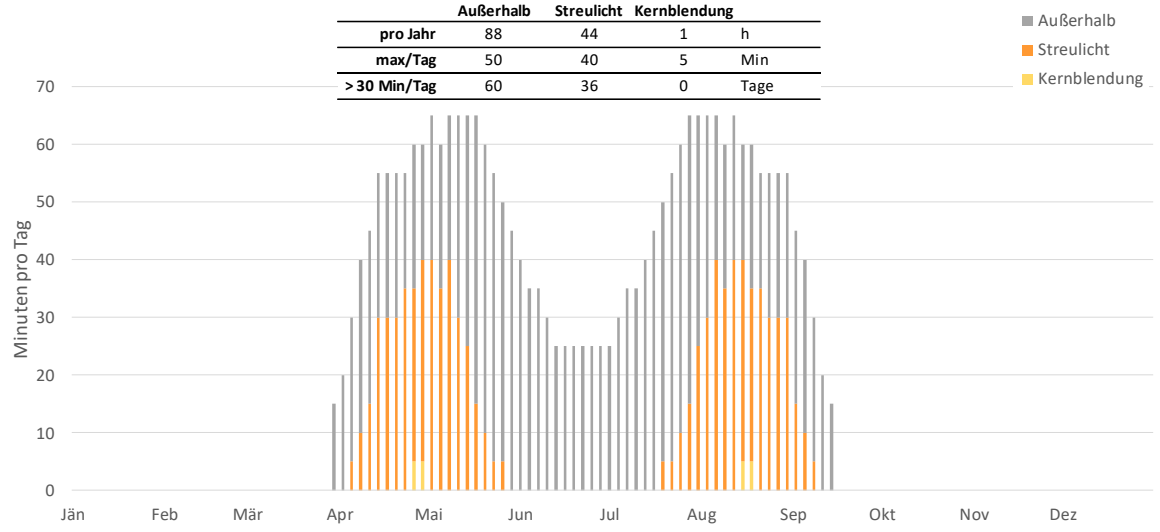


Immissionspunkt	5
Reflektor	AB

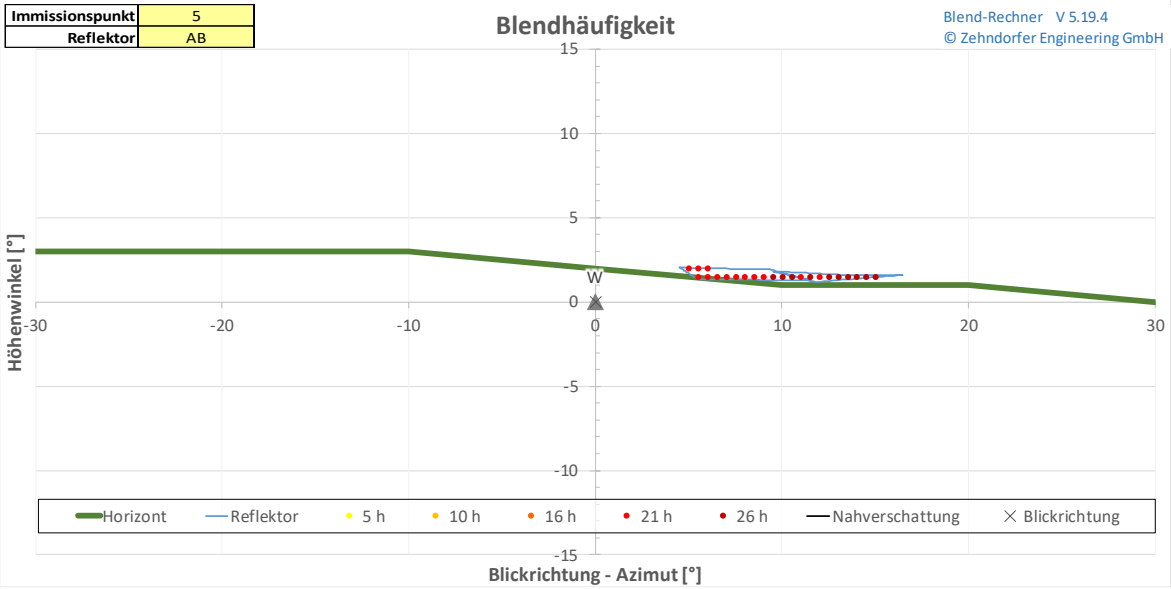
Blenddauer

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

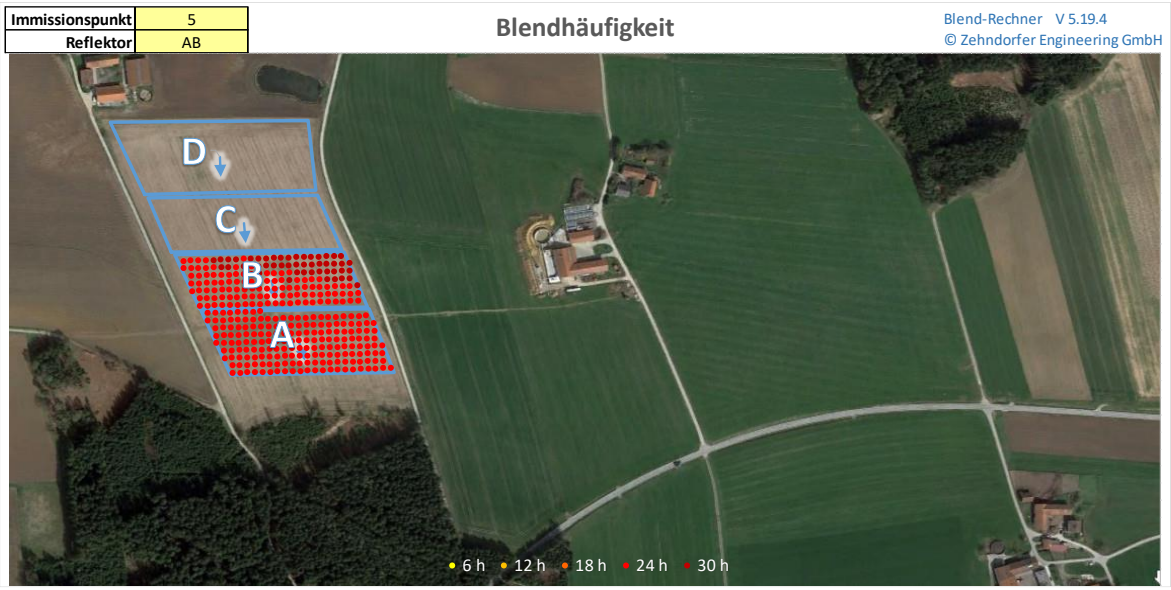
	Außerhalb	Streulicht	Kernblendung	
pro Jahr	88	44	1	h
max/Tag	50	40	5	Min
> 30 Min/Tag	60	36	0	Tage

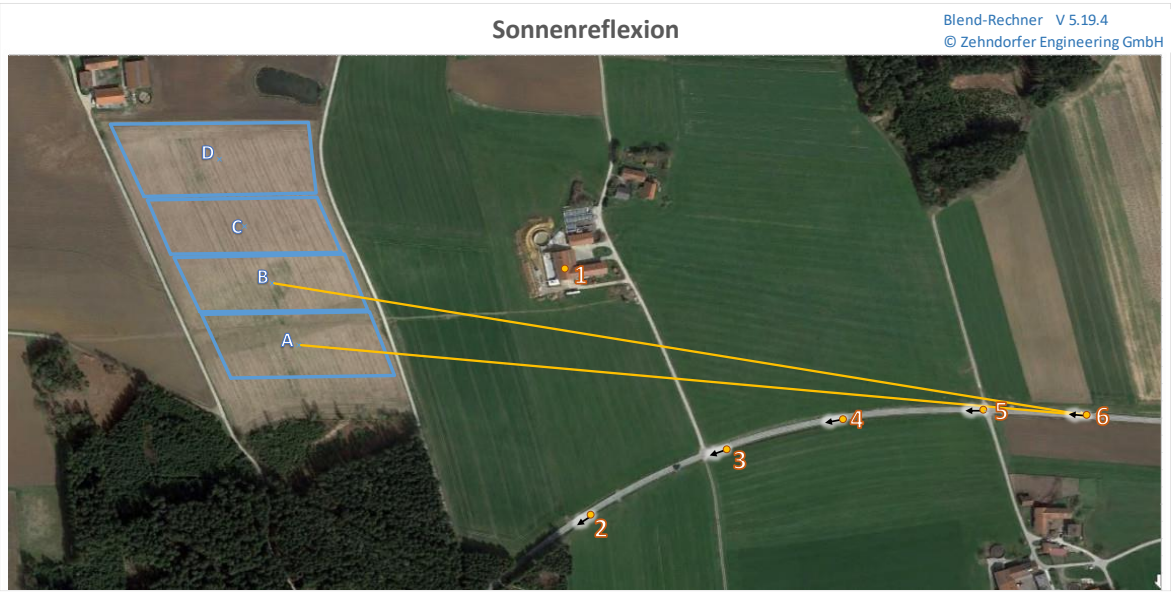


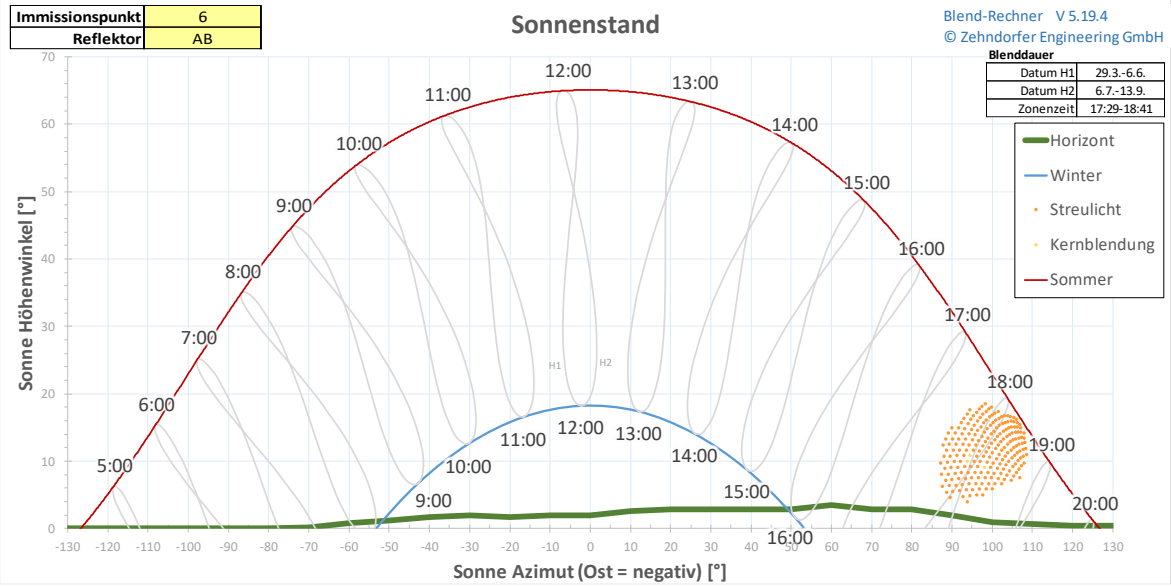
Immissionspunkt	5
Reflektor	AB

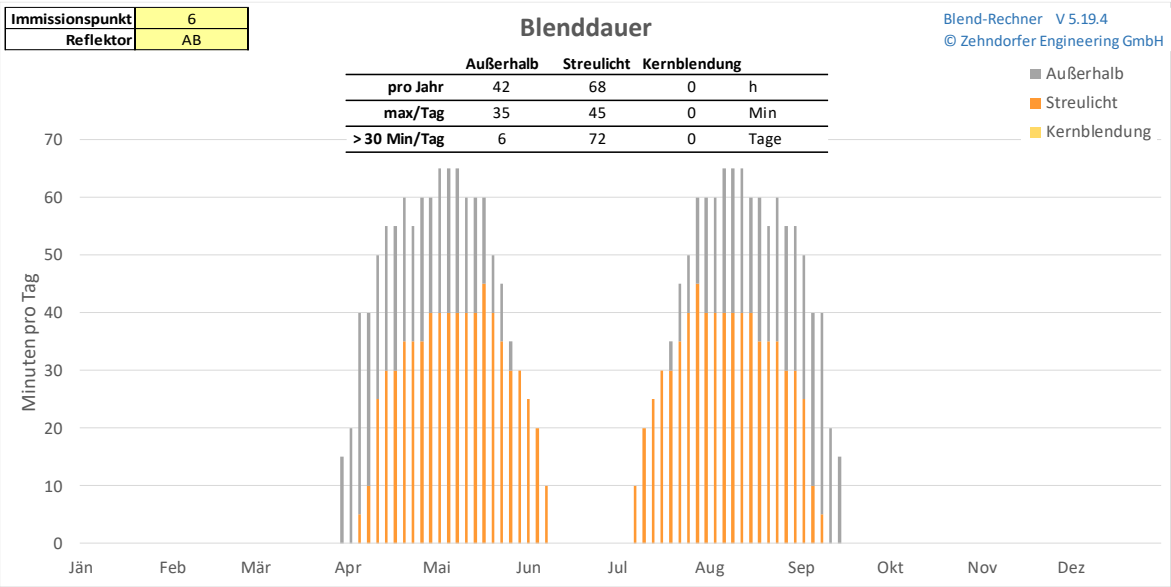


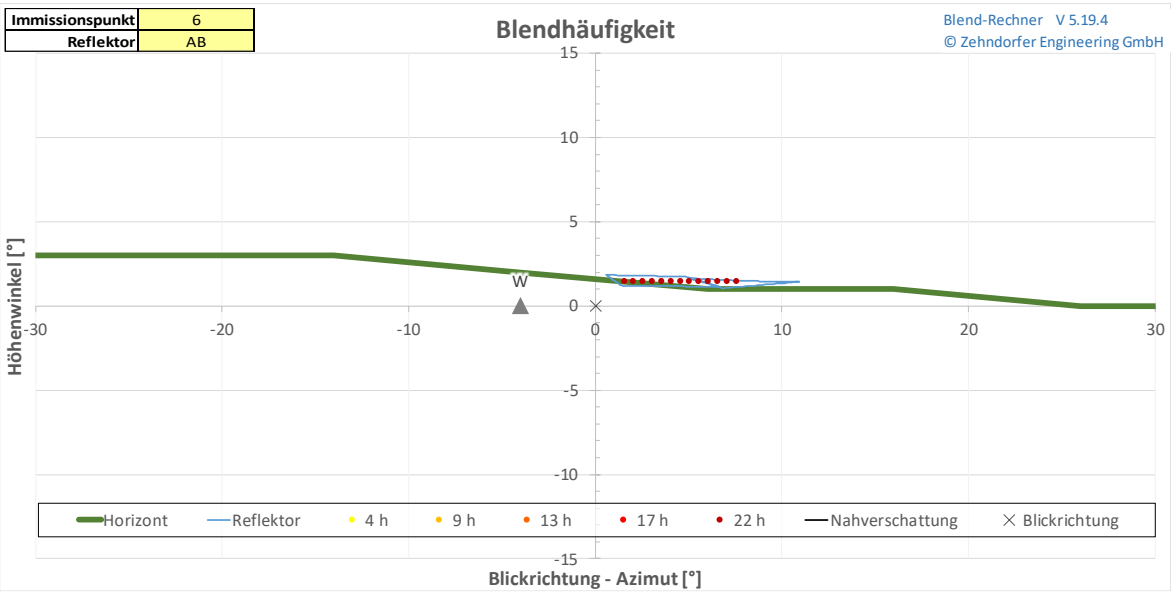
Immissionspunkt	5
Reflektor	AB






Immissionspunkt 6
Reflektor AB
Sonnenstand
Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH
Blenddauer
Datum H1 29.3.-6.6.
Datum H2 6.7.-13.9.
Zonenzeit 17:29-18:41
Horizont
Winter
Streulicht
Kernblendung
Sommer
Sonne Höhenwinkel [°]
Sonne Azimut (Ost = negativ) [°]
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
H1
H2

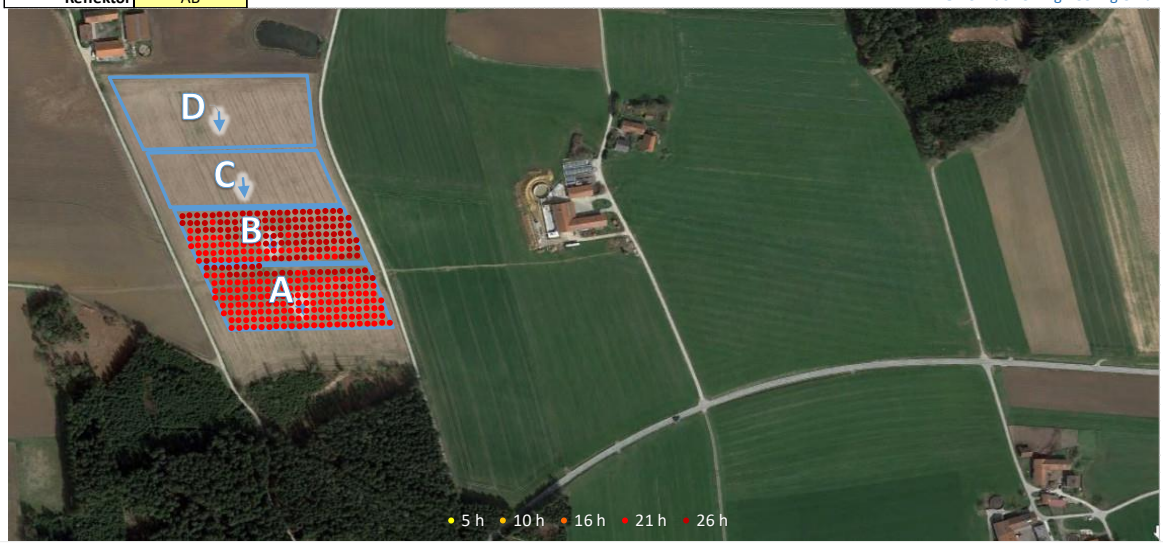

Immissionspunkt 6
Reflektor AB
Blenddauer
Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH
Außerhalb Streulicht Kernblendung
pro Jahr 42 68 0 h
max/Tag 35 45 0 Min
> 30 Min/Tag 6 72 0 Tage
Außerhalb
Streulicht
Kernblendung
Minuten pro Tag
Jän Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez


Immissionspunkt 6
Reflektor AB
Blendhäufigkeit
Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH
Höhenwinkel [°]
W
Horizont
Reflektor
4 h
9 h
13 h
17 h
22 h
Nahverschattung
Blickrichtung
Blickrichtung - Azimut [°]

Immissionspunkt	6
Reflektor	AB

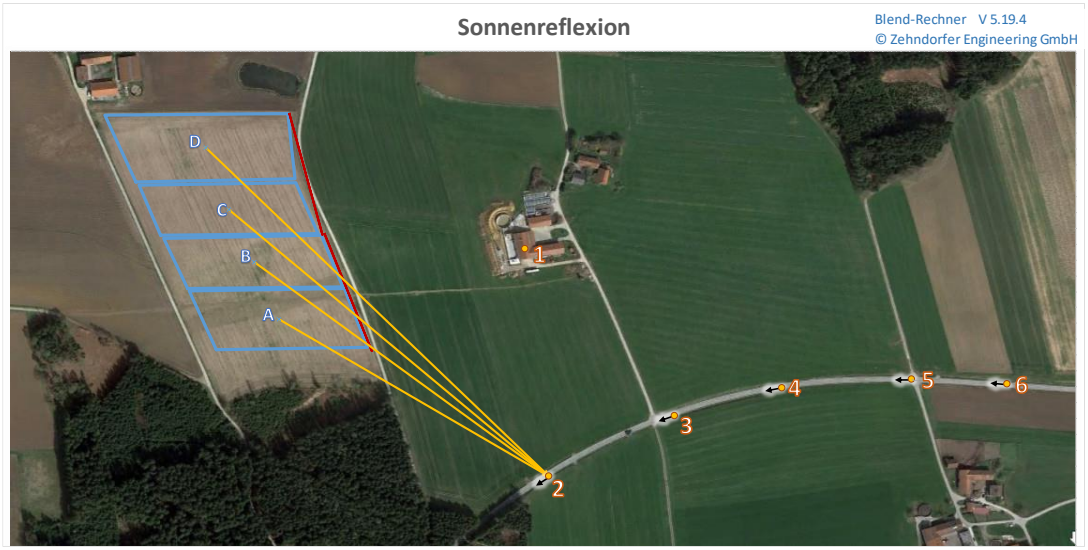
Blendhäufigkeit

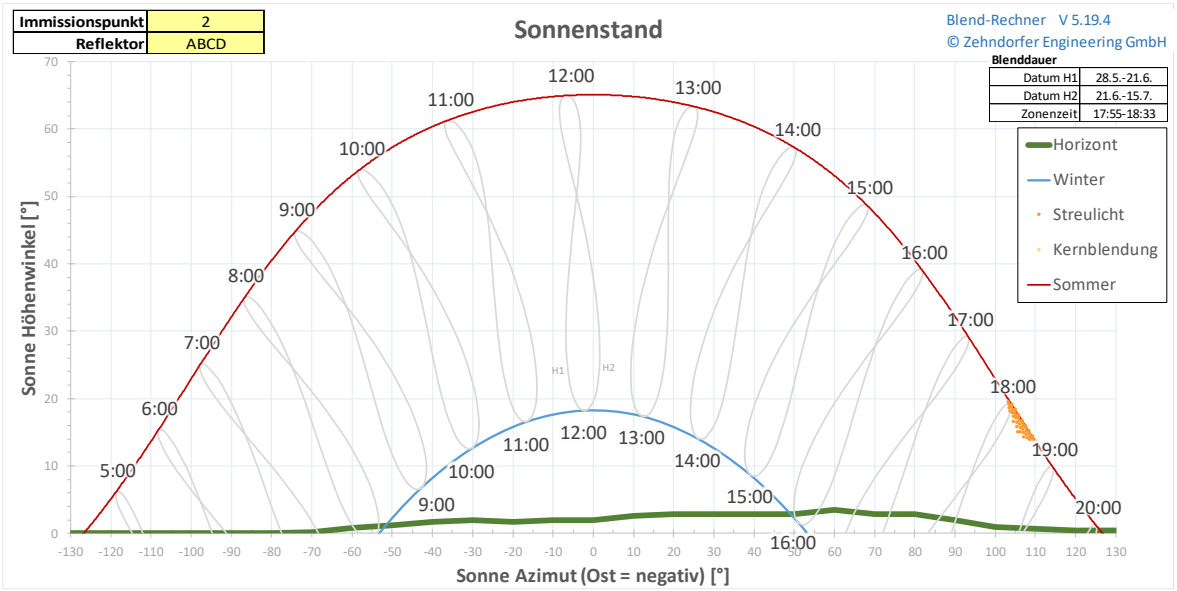
Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Anhang 5.1 Ergebnisse mit blendreduzierenden Maßnahmen

Reflektor		ABCD	ABCD	ABC	ABC	AB	AB
Immissionspunkt		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Distanz	m	302	415	501	605	744	848
Höhenwinkel	°	2	-1	1	1	2	1
Raumwinkel	msr	0	8	4	0	1	0
Datum H1		-	28.5.-21.6.	13.4.-21.6.	1.4.-19.5.	29.3.-4.5.	29.3.-13.5.
Datum H2		-	21.6.-15.7.	21.6.-29.8.	24.7.-10.9.	8.8.-13.9.	30.7.-13.9.
Zeit		-	17:55-18:33	17:39-18:45	17:34-18:20	17:34-18:15	17:30-18:20
Kernblendung	min / Tag	0	0	0	0	0	0
Kernblendung	h / Jahr	0	0	0	0	0	0
Streulicht	min / Tag	0	0	0	0	20	30
Streulicht	h / Jahr	0	0	0	0	10	30
Sonnen Höhenwinkel (Mittel)	°	-	17	14	11	10	11
Sonnen Azimut (Mittel)	°	-	107	101	97	94	95
Sonne-Reflektor Winkel (max)	°	-	23	27	22	19	21
Blendung - Blickwinkel (min)	°	-	61	32	17	5	2



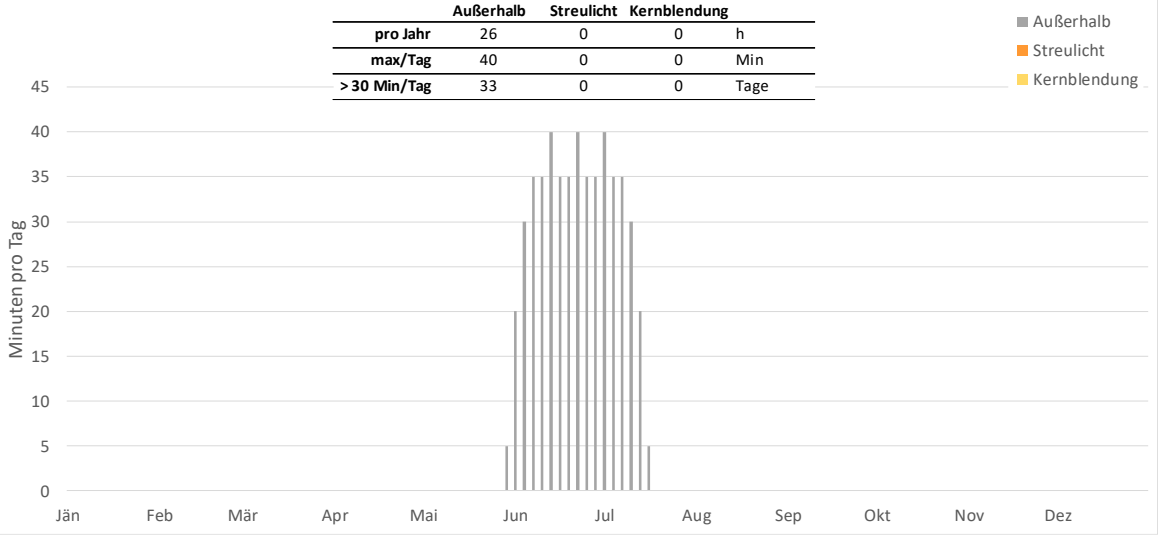


Immissionspunkt	2
Reflektor	ABCD

Blenddauer

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

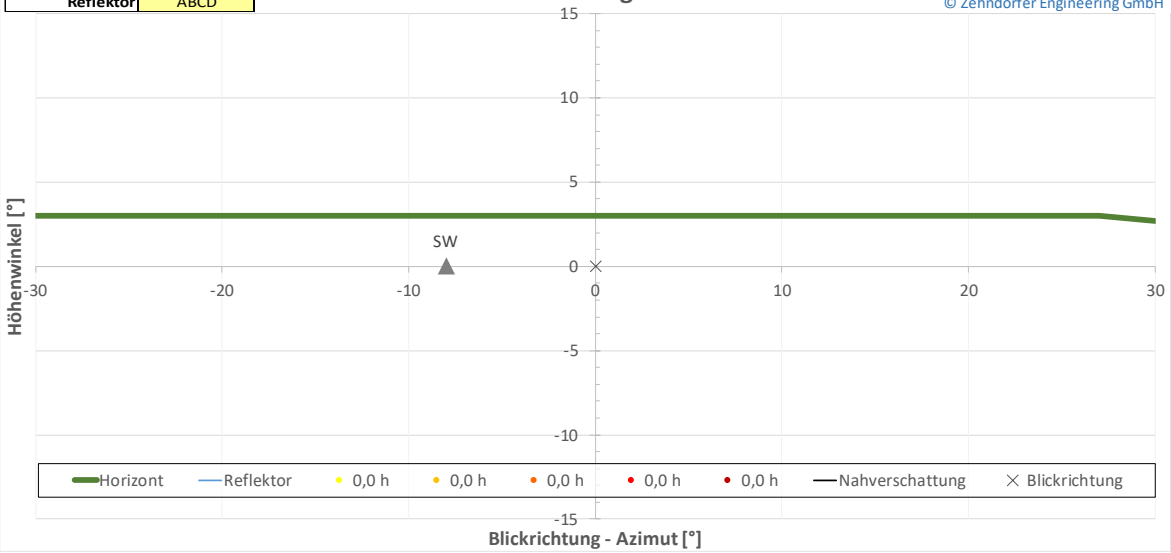
	Außerhalb	Streulicht	Kernblendung	
pro Jahr	26	0	0	h
max/Tag	40	0	0	Min
> 30 Min/Tag	33	0	0	Tage



Immissionspunkt	2
Reflektor	ABCD

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	2
Reflektor	ABCD

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

Sonnenreflexion

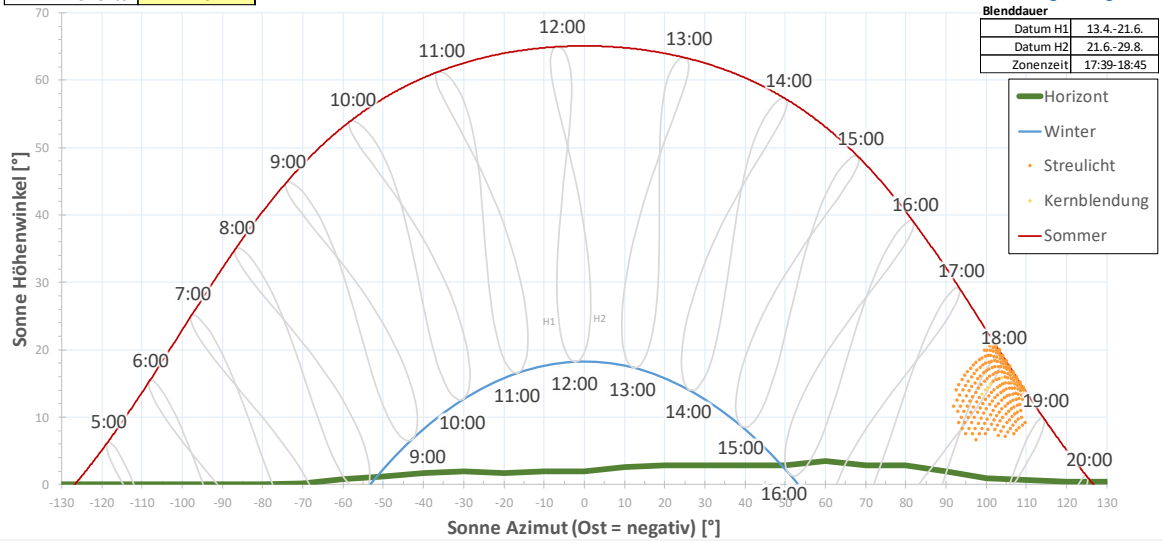
Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

Sonnenstand

Immissionspunkt	3
Reflektor	ABC

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

Blenddauer	
Datum H1	13.4.-21.6.
Datum H2	21.6.-29.8.
Zonenzeit	17:39-18:45

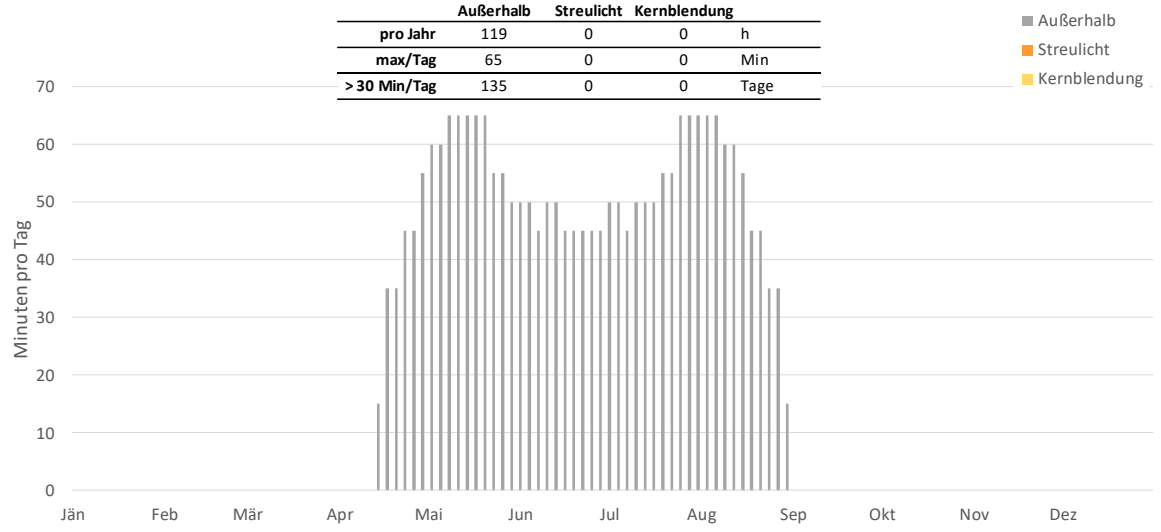


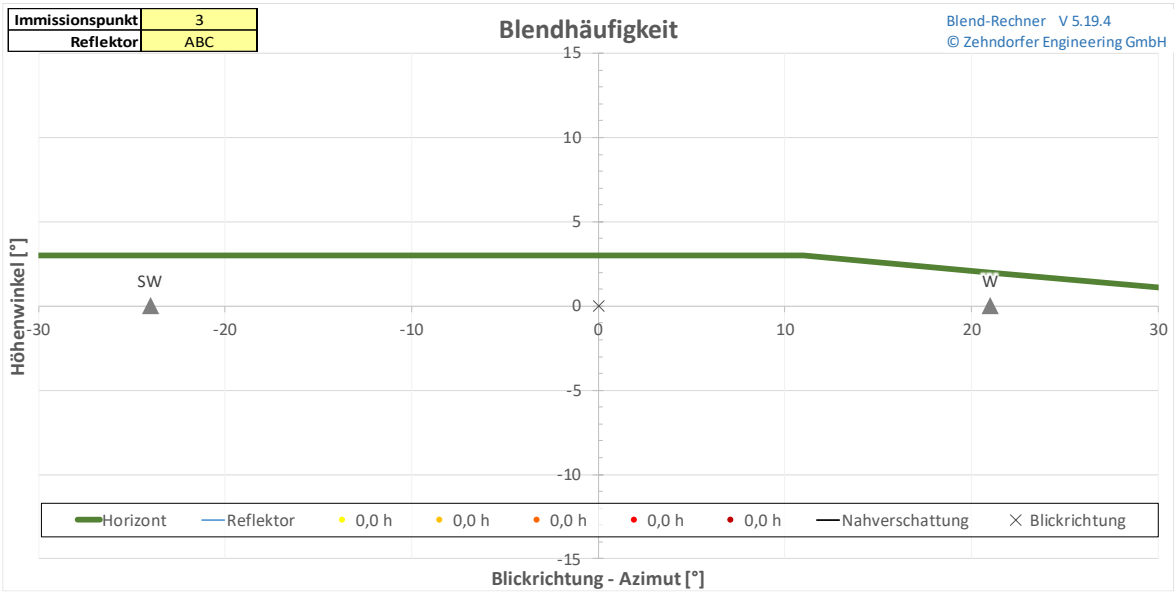
Blenddauer

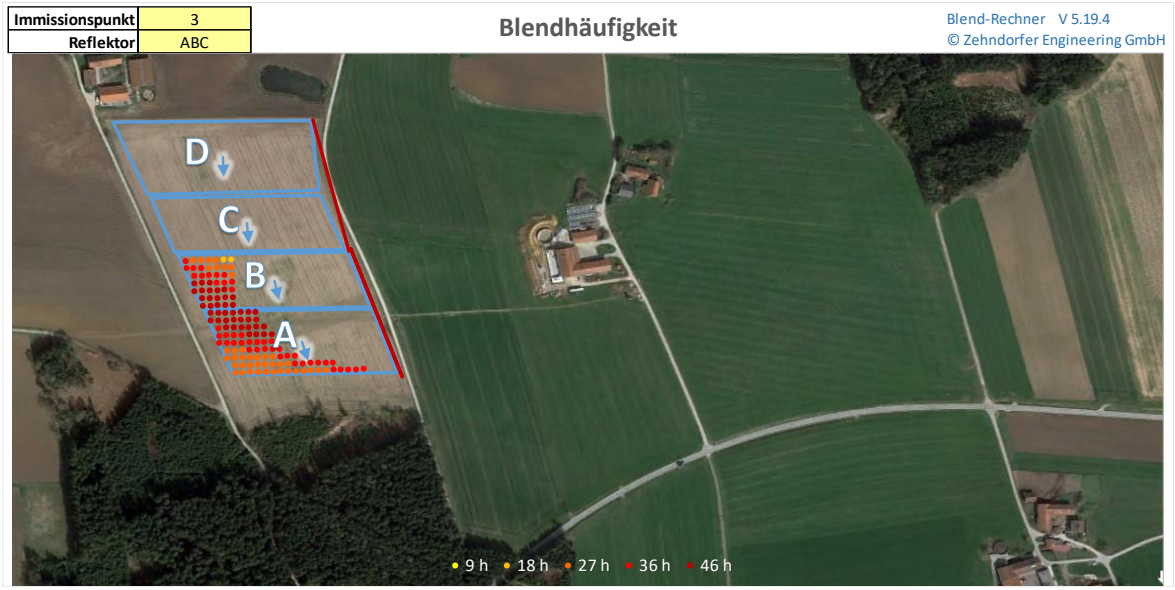
Immissionspunkt	3
Reflektor	ABC

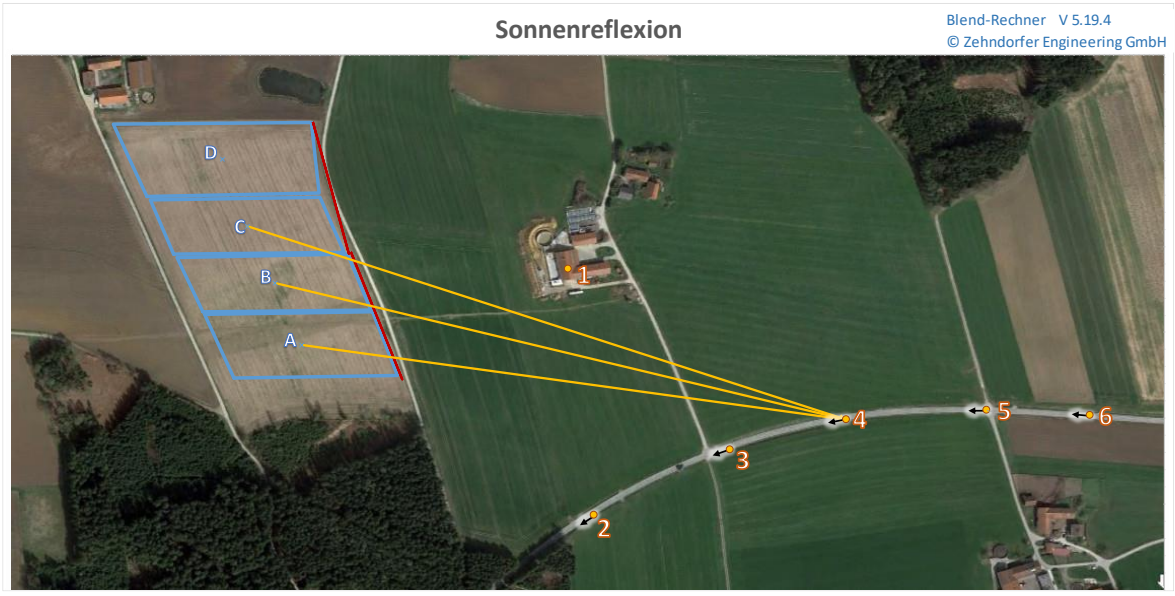
Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

	Außerhalb	Streulicht	Kernblendung	
pro Jahr	119	0	0	h
max/Tag	65	0	0	Min
> 30 Min/Tag	135	0	0	Tage




Immissionspunkt 3
Reflektor ABC
Blendhäufigkeit
Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH
Höhenwinkel [°]
15
10
5
0
-5
-10
-15
SW
W
-30
-20
-10
0
10
20
30
Horizont
Reflektor
0,0 h
0,0 h
0,0 h
0,0 h
0,0 h
Nahverschattung
Blickrichtung
Blickrichtung - Azimut [°]


Immissionspunkt 3
Reflektor ABC
Blendhäufigkeit
Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH
D
C
B
A
9 h
18 h
27 h
36 h
46 h

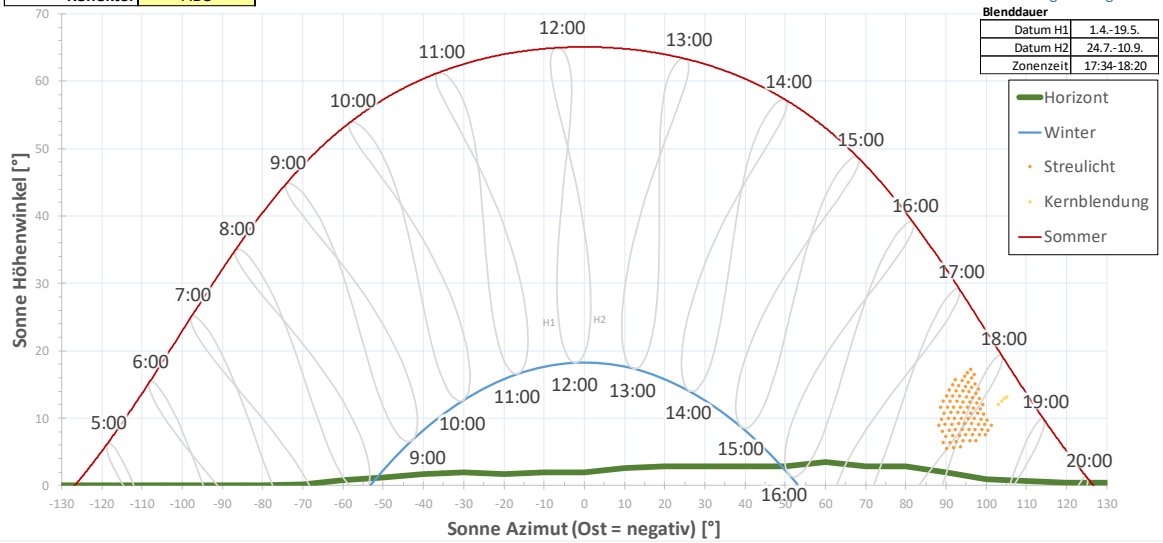

Sonnenreflexion
Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH
D
C
B
A
1
2
3
4
5
6

Immissionspunkt	4
Reflektor	ABC

Sonnenstand

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

Blenddauer	
Datum H1	1.4.-19.5.
Datum H2	24.7.-10.9.
Zonenzeit	17:34-18:20

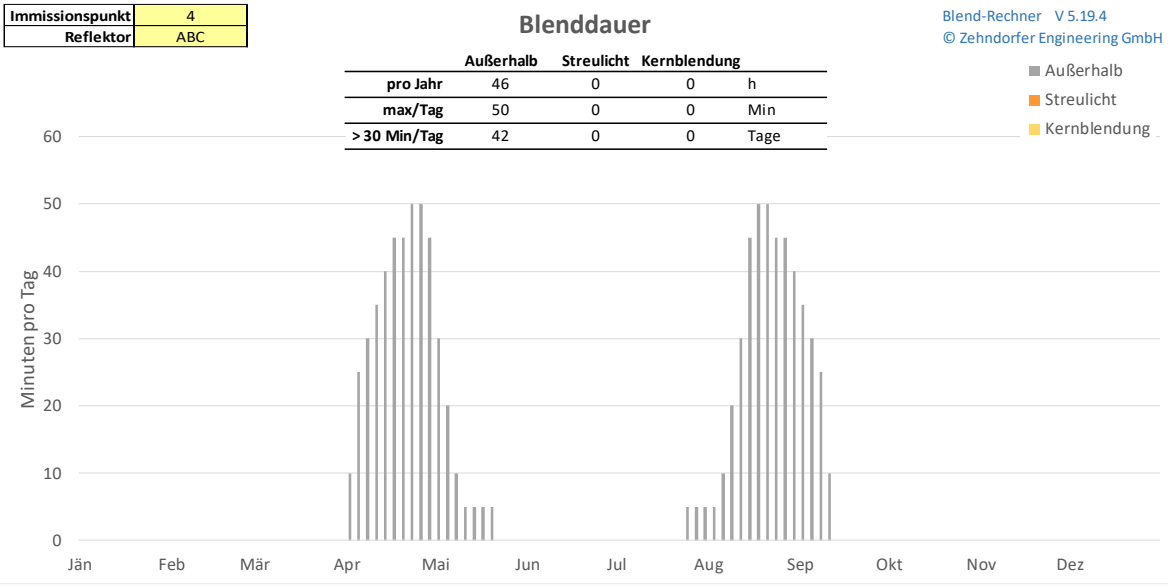


Immissionspunkt	4
Reflektor	ABC

Blenddauer

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

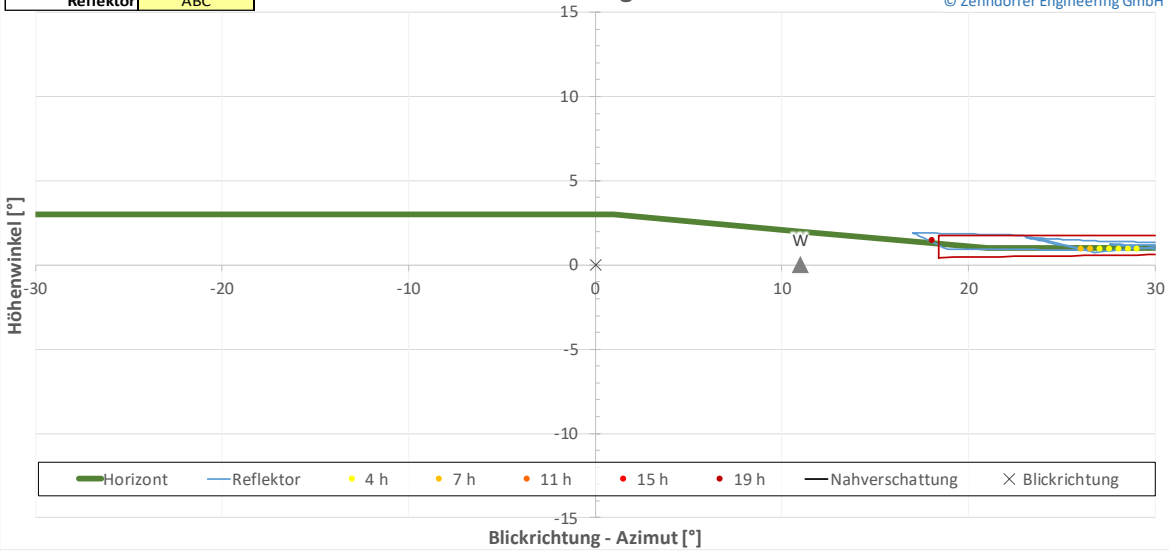
	Außerhalb	Streulicht	Kernblendung	
pro Jahr	46	0	0	h
max/Tag	50	0	0	Min
> 30 Min/Tag	42	0	0	Tage



Immissionspunkt	4
Reflektor	ABC

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	4
Reflektor	ABC

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

Sonnenreflexion

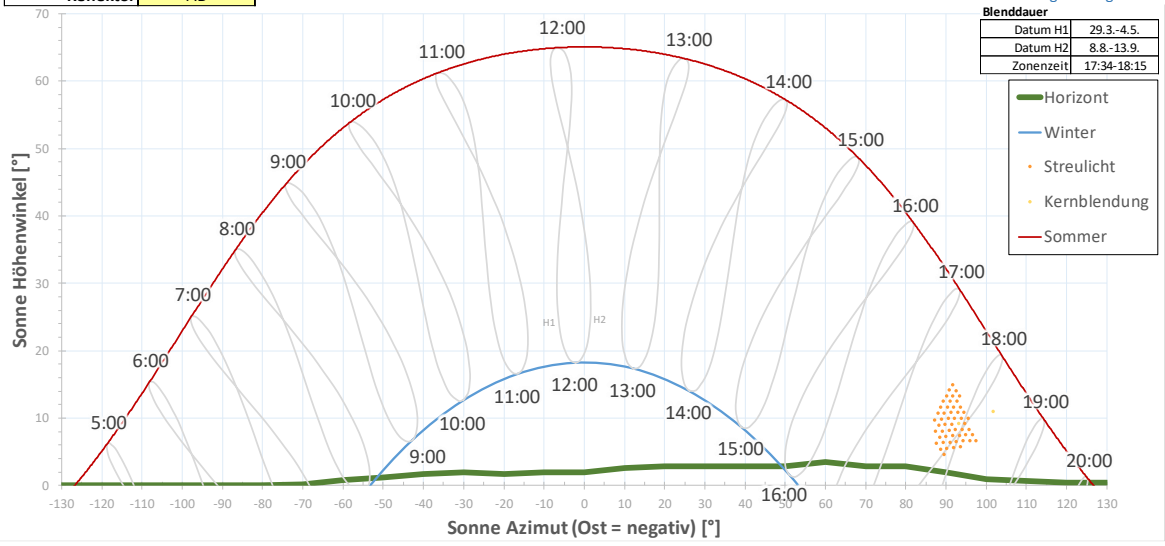
Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

Immissionspunkt	5
Reflektor	AB

Sonnenstand

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

Blenddauer	
Datum H1	29.3.-4.5.
Datum H2	8.8.-13.9.
Zonenzeit	17:34-18:15

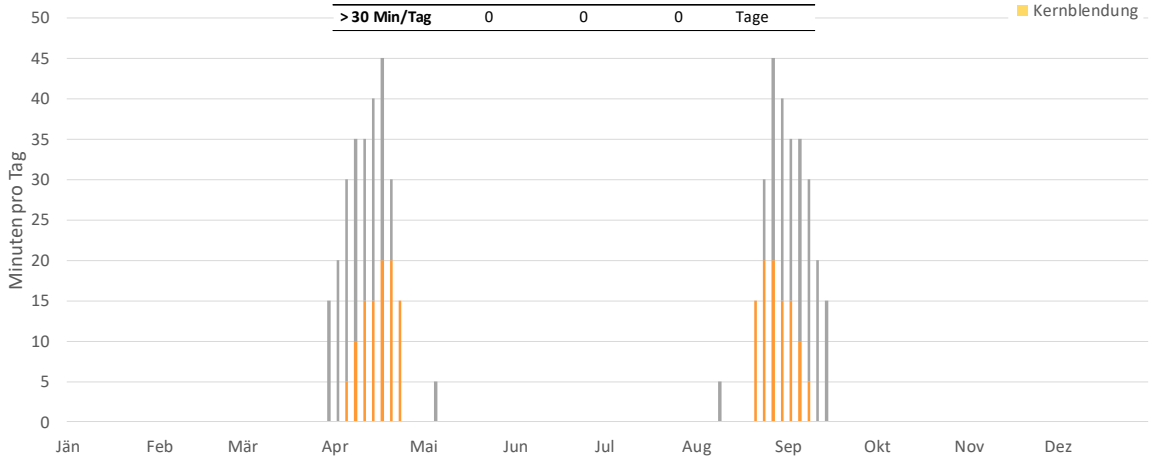


Immissionspunkt	5
Reflektor	AB

Blenddauer

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

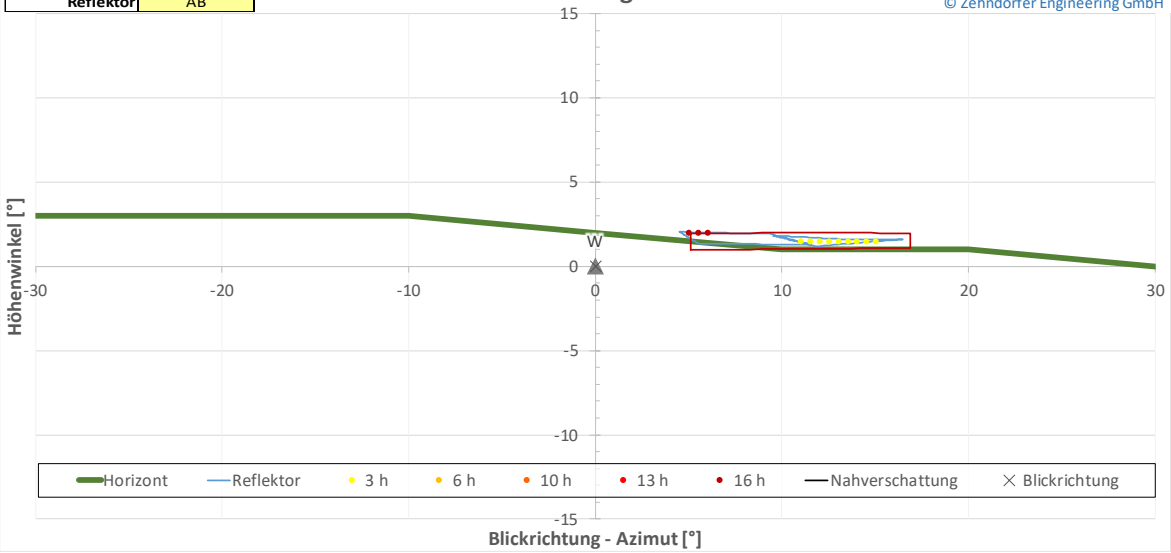
	Außerhalb	Streulicht	Kernblendung	
pro Jahr	17	10	0	h
max/Tag	25	20	0	Min
> 30 Min/Tag	0	0	0	Tage



Immissionspunkt	5
Reflektor	AB

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	5
Reflektor	AB

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

Sonnenreflexion

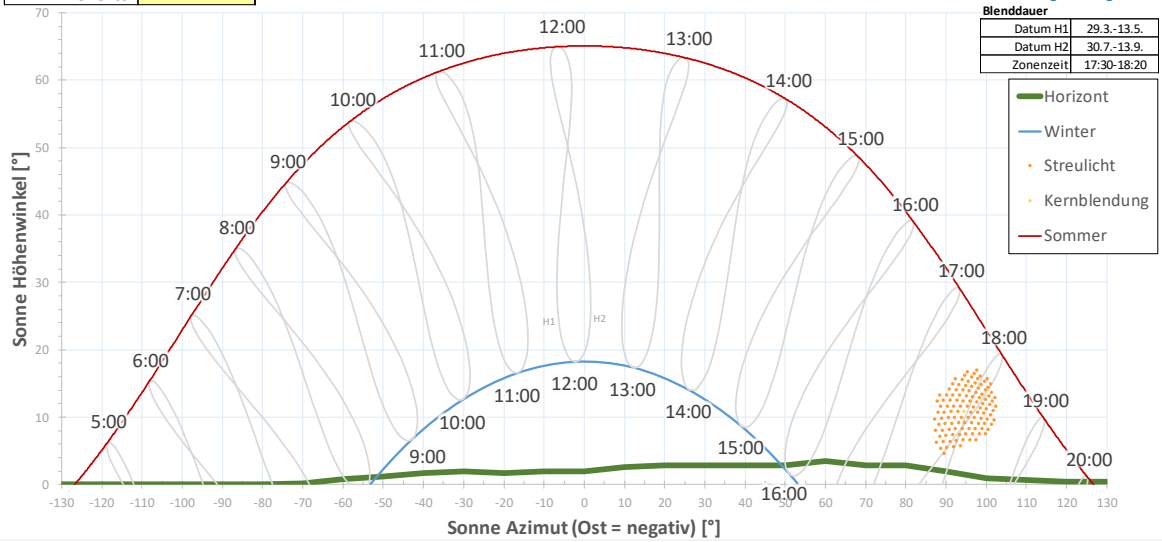
Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

Sonnenstand

Immissionspunkt	6
Reflektor	AB

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

Blenddauer	
Datum H1	29.3.-13.5.
Datum H2	30.7.-13.9.
Zonenzeit	17:30-18:20

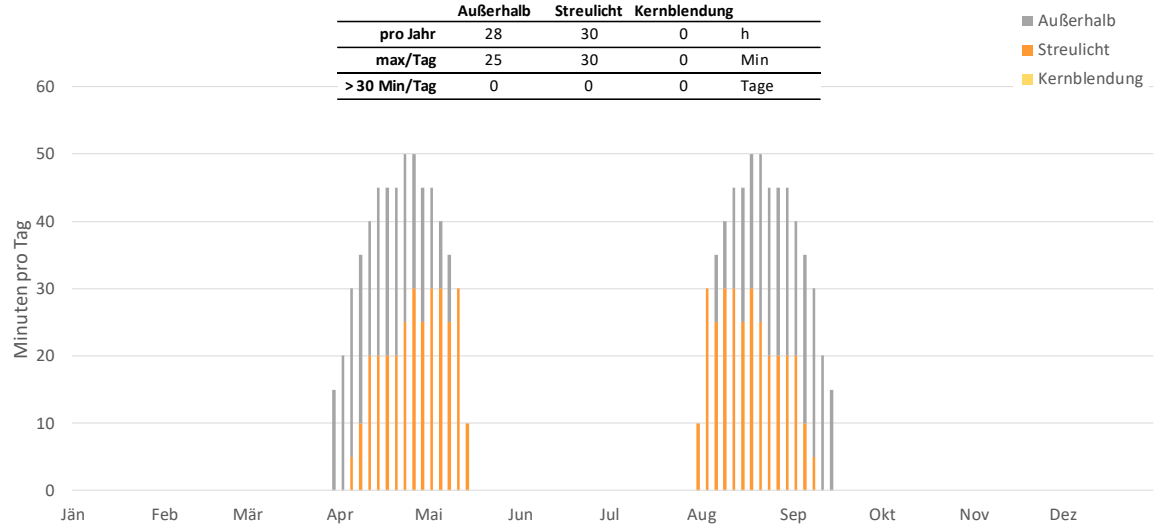


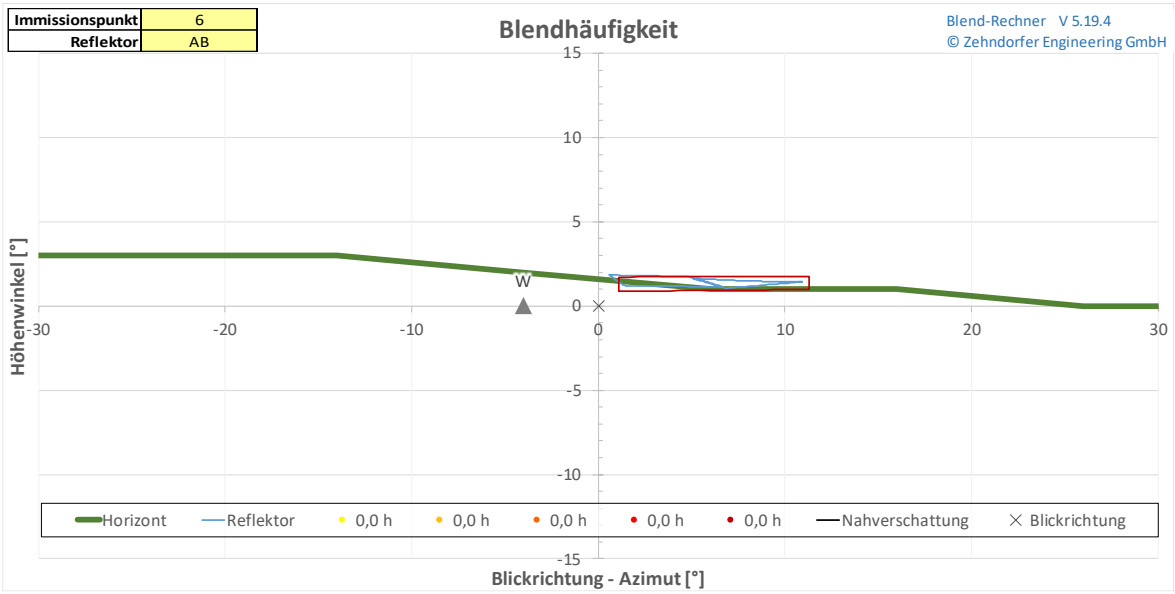
Blenddauer

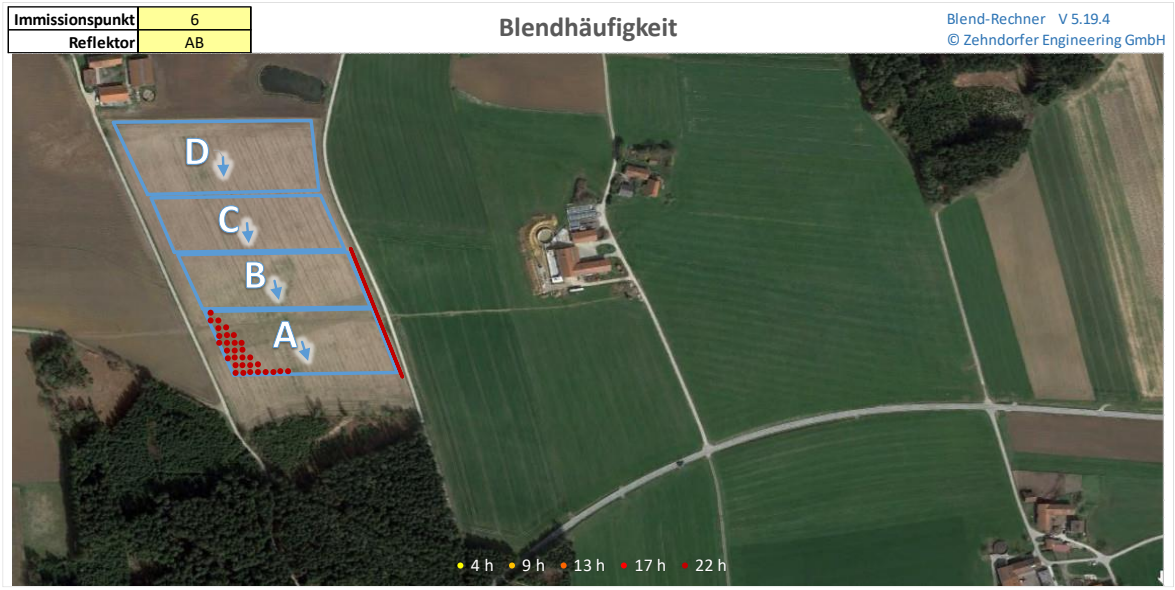
Immissionspunkt	6
Reflektor	AB

Blend-Rechner V 5.19.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

	Außerhalb	Streulicht	Kernblendung	
pro Jahr	28	30	0	h
max/Tag	25	30	0	Min
> 30 Min/Tag	0	0	0	Tage







Allgemeine Hintergründe, gesetzliche Regelungen und Fallbeispiele zum Thema Blendung finden Sie auf

www.zehndorfer.at