

Blendgutachten

Analyse der Blendwirkung
für die Photovoltaikanlage Memmingen

Im Auftrag von

e-con AG
z.H. Hr. Dennis Hau
Schlachthofstraße 61
87700 Memmingen

Gutachten ZE25127
August 2025



Inhalt

1 Situationsbeschreibung.....	4
1.1 PROBLEMBESCHREIBUNG	4
1.2 ORTSBEZEICHNUNG UND LAGE DER PV-ANLAGE	4
1.3 MODELLIERUNG	5
1.4 PLANUNGS-ÄNDERUNGEN	7
1.5 MODULTYPE	7
1.6 UNTERSUCHTER RAUM	7
1.7 ABSCHATTUNGEN & VERDECKUNGEN	8
2 Blendberechnung	9
2.1 BEDINGUNGEN FÜR DIE BERECHNUNG.....	9
2.2 REFLEXIONSBERECHNUNG	10
2.3 ERKLÄRUNG DER ERGEBNISSE	11
2.4 SICHTBEZUG.....	12
2.5 BLENDWIRKUNG	12
3 Beurteilung & Empfehlungen.....	17
ANHANG 1 Definitionen	18
ANHANG 2 Richtlinien, Vorschriften und Gesetze.....	19
ANHANG 3 Methodik der Berechnung	22
ANHANG 4 Vermessung der Umgebung.....	23
ANHANG 5 Detail-Ergebnisse der Berechnungen	24

Zusammenfassung

Im Bauverfahren eines Solarparks ist zu prüfen, ob eine Gefährdung durch Blendwirkung für den Flug- oder Straßenverkehr besteht.

Es wird keine gefährliche Blendwirkung in Richtung des Flug- oder Straßenverkehrs stattfinden.

Versionsverlauf

Version	Datum	Beschreibung
1.0	08.08.2025	ursprüngliche Fassung

Vorlage: DE02-07

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 Blendendauern 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. Gegenüber Dritten wird hiermit jegliche Haftung ausgeschlossen.

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

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.

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.

Piloten von Flugzeugen sind insbesondere bei der Landung auf gute Sicht angewiesen. Zwar sind Landungen prinzipiell auch bei schlechter Sicht möglich, allerdings wird dafür ein Instrumentenlandesystem benötigt, mit welchem nicht jedes Flugzeug ausgestattet ist. Blendung kann unter Umständen den Sichtflug und das Erkennen von Objekten und Signalen am Boden behindern, wodurch es zu Fehleinschätzungen kommen kann. Die Fluglotsen am Flughafen-Tower müssen in der Lage sein, Objekte auf der Piste, den Rollwegen und den Anflugzonen zu erkennen.

Ziel dieses Gutachtens ist die Prüfung, ob die geplante PV-Anlage, eine Blendwirkung hinsichtlich des Flugverkehrs aufweisen wird, bzw. ob Fahrzeuglenker von der Anlage geblendet werden könnten.

1.2 Ortsbezeichnung und Lage der PV-Anlage

Die geplante Photovoltaik-Freiflächenanlage befindet sich in der Gemeinde 87781 Ungerhausen, im Landkreis Unterallgäu (Gemarkung Ungerhausen, Flurstücke 239, 270, 275 und 276).

Abbildung 1 Situation



Abbildung 2 Modulbelegungsplan

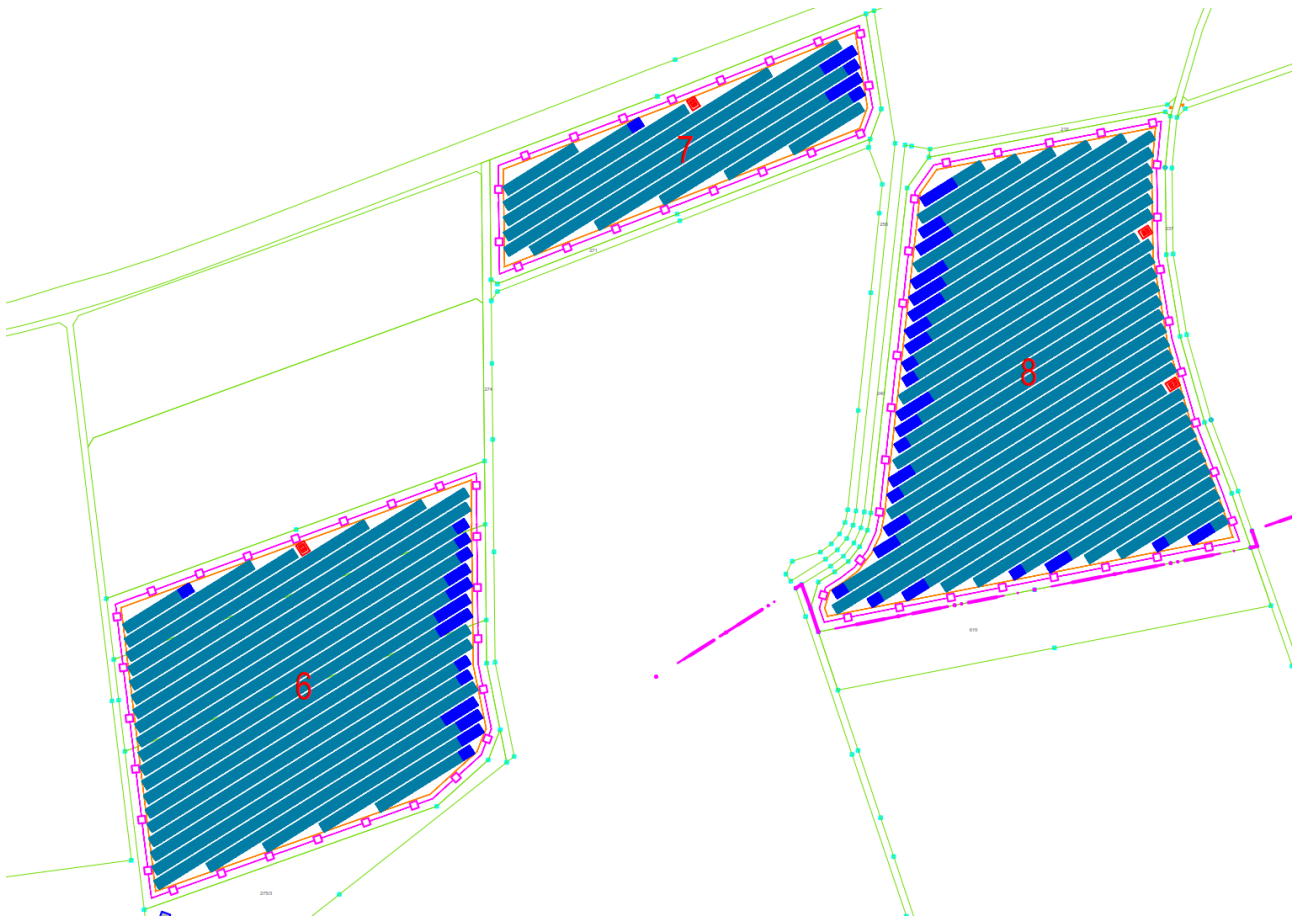
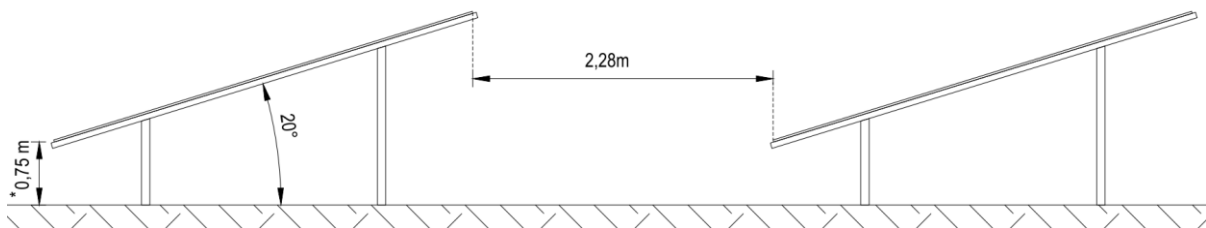


Abbildung 3 Modultischkonfiguration



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) zum Einsatz. Falls es für den Gutachter relevant erscheint, werden auch Abschattungen (z.B. Geländekanten oder Häuser) und Fernverschattungen (z.B. durch Häuser oder Berge) modelliert.

Die Modelle dienen ausschließlich dem Zweck der Blendberechnung und stellen die Geometrien der Flächen nur in dem Umfang dar, in dem es für die Blendberechnung relevant ist. Dabei werden signifikante Vereinfachungen getroffen (die jedoch keine signifikanten Auswirkungen auf die Blendberechnung 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 4 Modellierung der reflektierenden Flächen

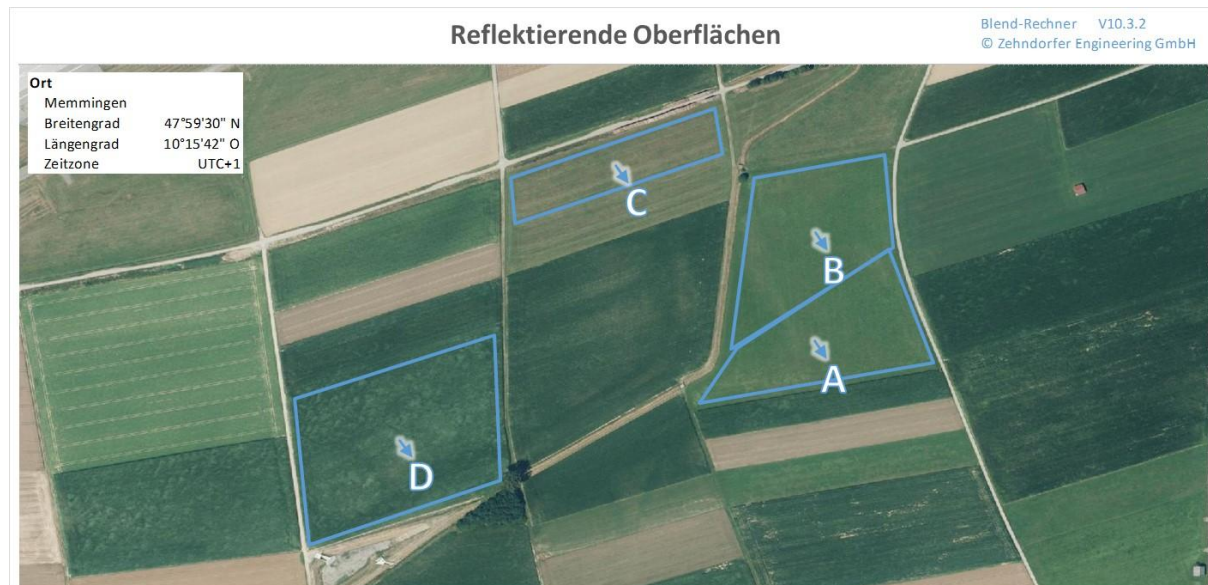


Abbildung 5 Ausrichtung der PV-Module (nicht maßstabsgetreu)

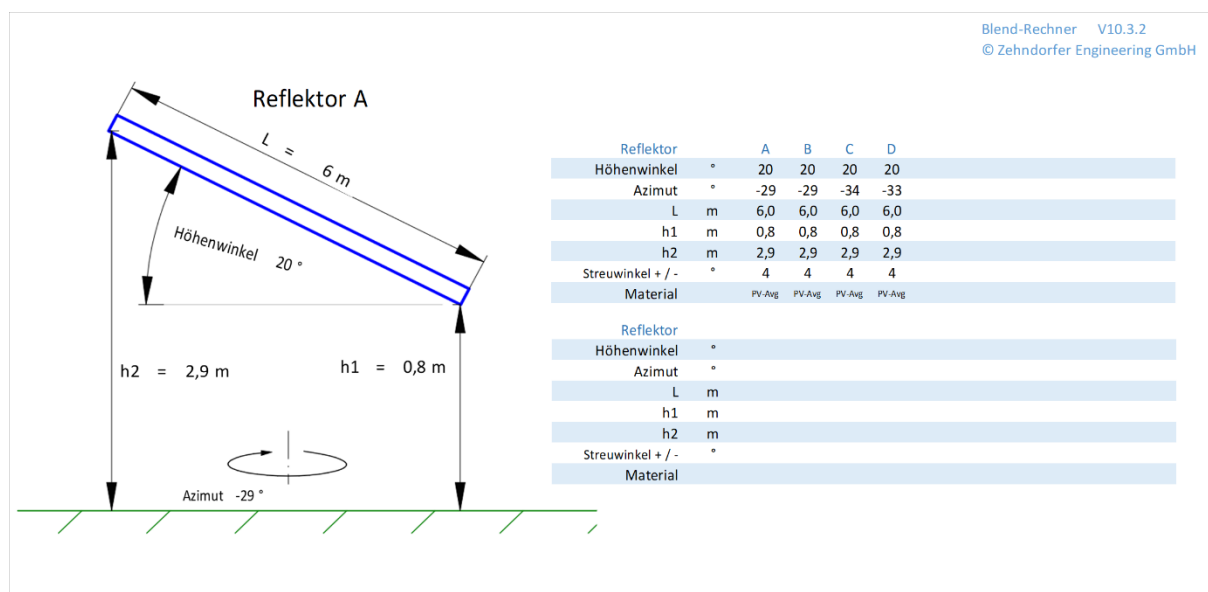


Abbildung 4 und Abbildung 5 zeigen die Ausrichtung des PV-Feldes im Raum¹.

Die tatsächliche Neigung und Ausrichtung der reflektierenden Flächen ergeben sich aus den Winkeln der Modultische und des Untergrunds. Sie wurden mit entsprechenden Drehmatrizen berechnet und sind in

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.

Anhang 4 zu sehen. Für die Ausrichtung der PV-Modul-Unterkonstruktion ist Tabelle 2 (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 $\pm 4^\circ$ 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:

- am Flughafentower
- Im Anflugsektor auf Landebahn 24
- Im Anflugsektor auf Landebahn 06
- Auf der östlich gelegenen Straße MN16

Abbildung 6 Immissionspunkte (nahe)

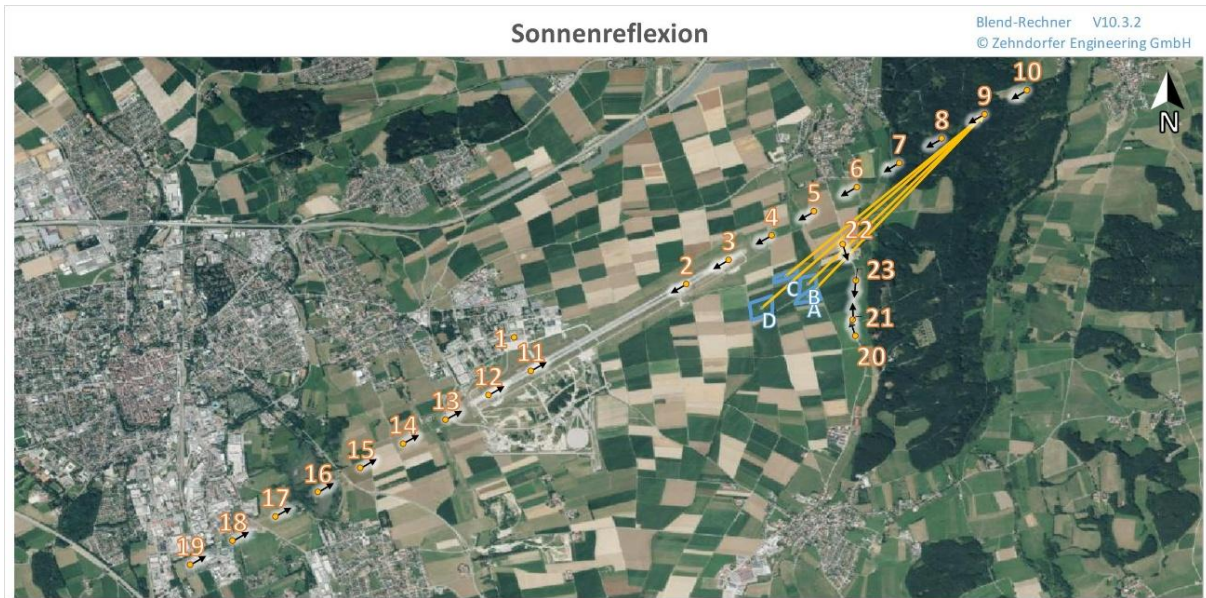


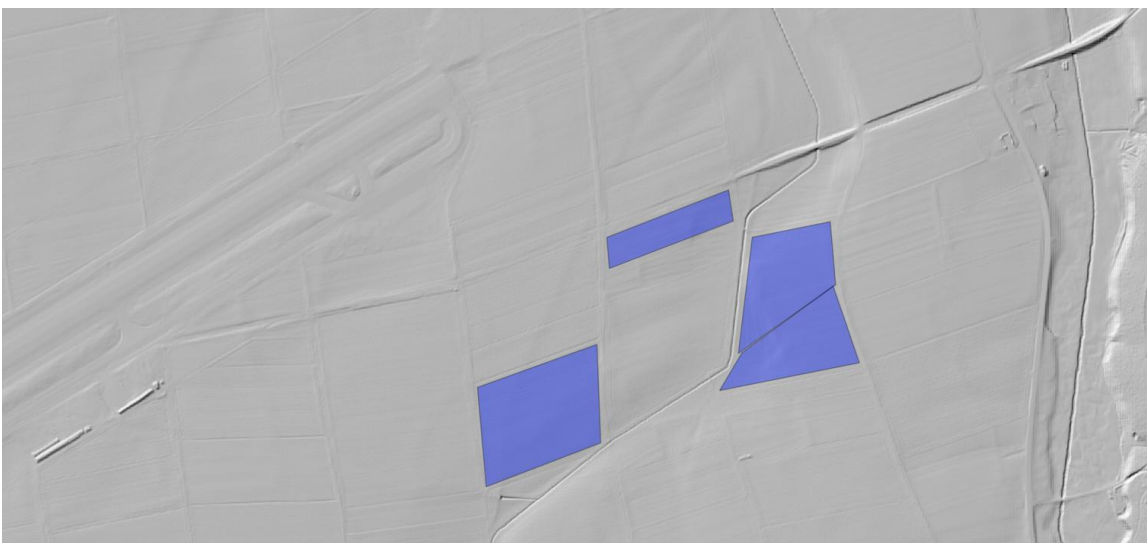
Abbildung 6 zeigt die Lage der Immissionspunkte (IP) und der PV-Felder. Die Immissionspunkte wurden unter dem Kriterium ausgewählt, dass eine Sichtverbindung zur Vorderseite der PV-Module gegeben sein muss. Die detaillierte Vermessung der relevanten Umgebung ist Anhang 4 zu finden.

1.7 Abschattungen & Verdeckungen

1.7.1 Geländeprofil

Das umliegende Geländeprofil ist relativ flach. Es gibt keine Geländekanten, die den Blick die PV-Anlagen verhindern würden.

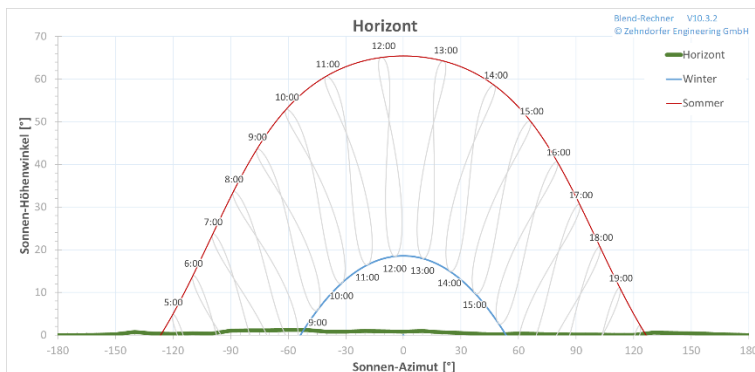
Abbildung 7 Geländemodell



1.7.2 Horizont

Die Hügel der Umgebung reduzieren die Sonnenstunden nicht.

Abbildung 8 Horizont



1.7.3 Bewuchs

Zwischen der Reflexionsfläche und den IP gibt es vereinzelt Bäume, welche die Sichtverbindung jedoch nicht vollständig unterbrechen. Die Blendberechnung wurde ohne die Berücksichtigung von Bewuchs durchgeführt.

1.7.4 Künstliche Abschattungen

Zwischen den IP und den Solaranlagen gibt es keinerlei Gebäude oder andere Abschattungen, 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

Zur umfassenden Information und aus Gründen der Realitätsnähe, wird zusätzlich auch die Streublendung berechnet.

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.

Für die Evaluierung gemäß der European Aerodrome Design Guidelines, werden die Werte der reflektierten Leuchtdichte berechnet und mit den dort genannten Grenzwerten verglichen.

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 IP10 betrachtet.

Abbildung 9 Reflexion der Solar Anlage

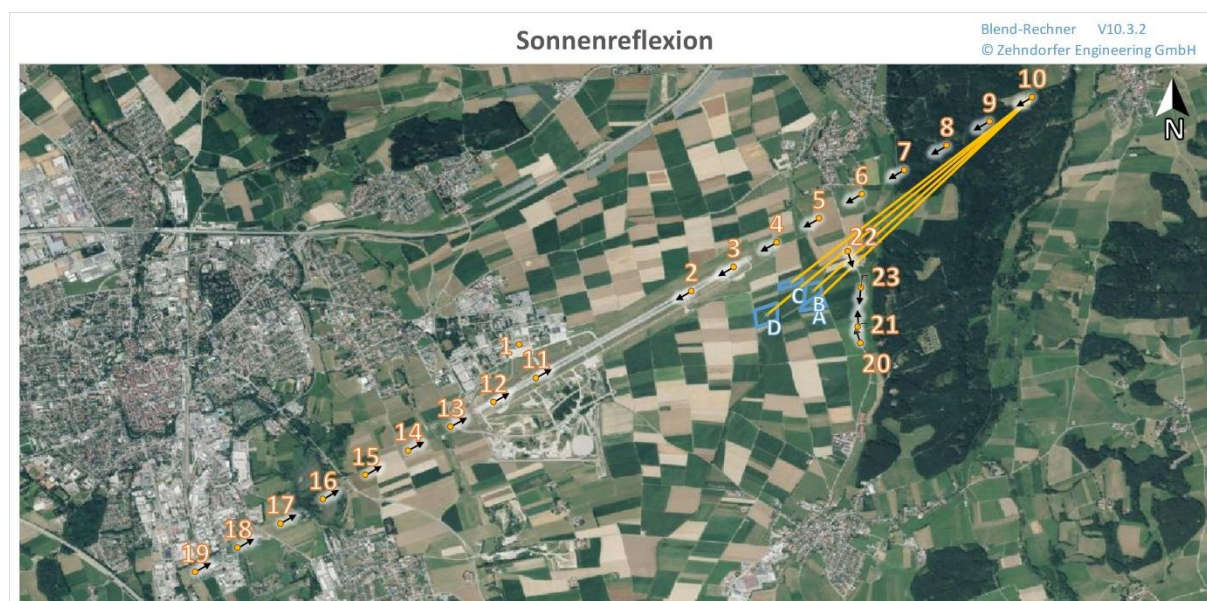
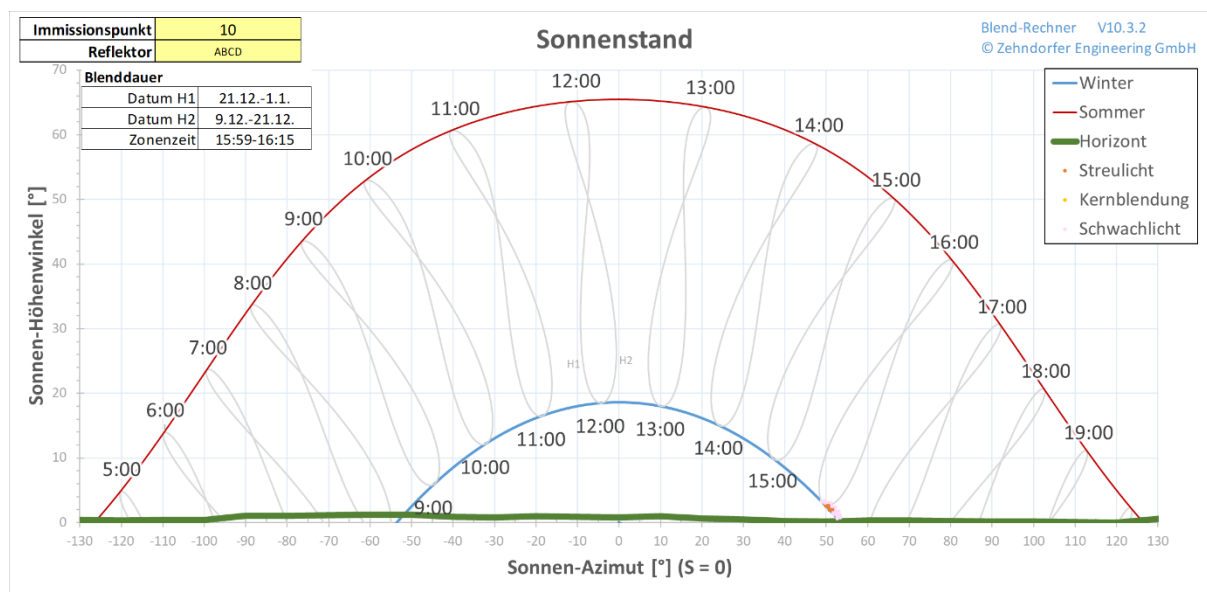


Abbildung 9 stellt die Immissionspunkte und den Strahlengang von eventuellen Reflexionen dar.

Abbildung 10 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 10 Sonnenwinkel bei Blendung



Die Resultate der Berechnung sind in folgender Tabelle zusammengefasst. Alle weiteren Ergebnisse sind in Anhang 5 zu finden.

Reflektor	ABCD
Immissionspunkt	10
Distanz m	2710
Höhenwinkel °	-3
Raumwinkel msr	1
Datum H1	21.12.-1.1.
Datum H2	9.12.-21.12.
Zeit	15:59-16:15
Kernblendung min / Tag	0
Kernblendung h / Jahr	0
Streulicht min / Tag	0
Streulicht h / Jahr	0
Sonne-Reflektor-Winkel (max) °	10
Blendung - Blickwinkel (min) °	7
Leuchtdichte (max) [k cd/m²]	139
Retinale Einstrahlung (max) [mW/cm²]	0
Beleuchtungsstärke (max) [lx]	6

2.3 Erklärung der Ergebnisse

Distanz	Die Distanz zwischen Reflektor 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/cm^2

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 11 Blickfeld

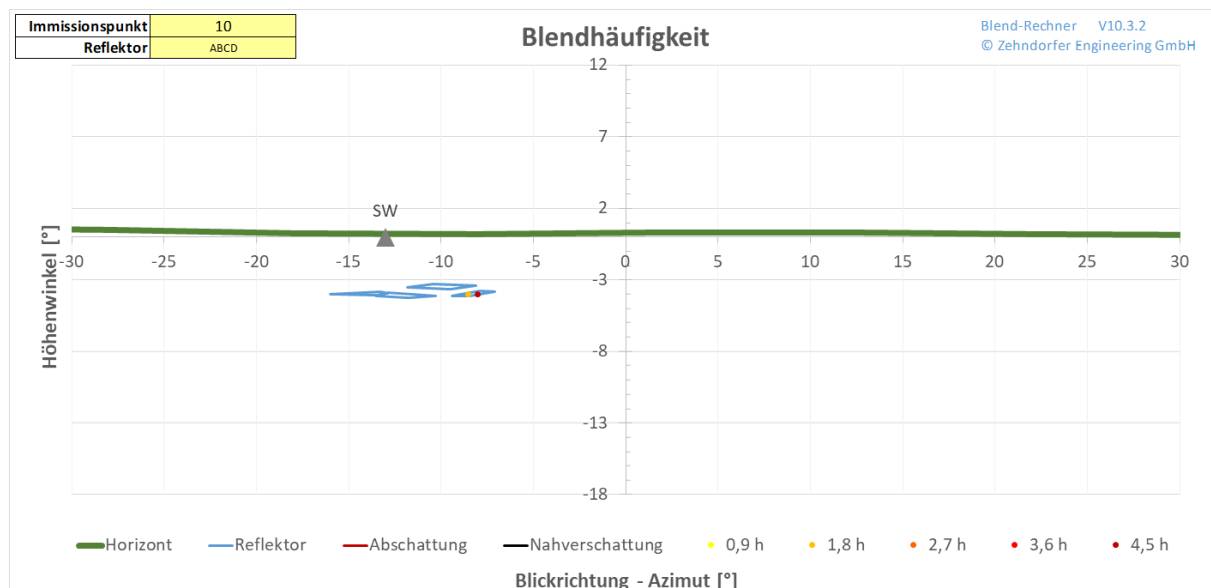


Abbildung 11 zeigt jene Flächen, von denen Reflexionen zu erwarten sind. Für jeden Punkt ist die Dauer der Reflexionen pro Jahr (inklusive Streublendung) farblich dargestellt. Alle weiteren Ansichten sind in Anhang 5 zu sehen.

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 (Miliradian) umgerechnet.

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

Die maximal sichtbare Größe der Solar-Anlagen vom IP aus (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 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.

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.

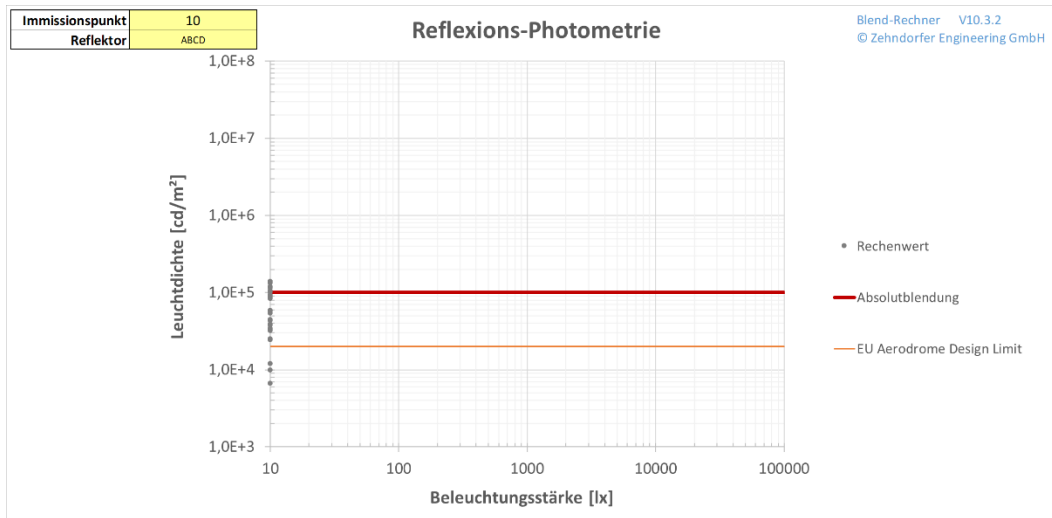
2.5.3 Blendstärke

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 größer). 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). Die Stärke der Reflexionen ist kein Kriterium gemäß LAI-2012. Gemäß der Richtlinie ist nur bei einer Dauer von über 30 Minuten pro Tag bzw. 30 Stunden pro Jahr die Grenzen der Zumutbarkeit überschritten.

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.“

Abbildung 12 Stärke der Reflexionen



Die Berechnung der Leuchtdichte in Abbildung 12 zeigt, dass bei einigen Sonnenständen Absolutblendung erreicht wird.

2.5.4 Blenddauer

Abbildung 13 Blenddauer

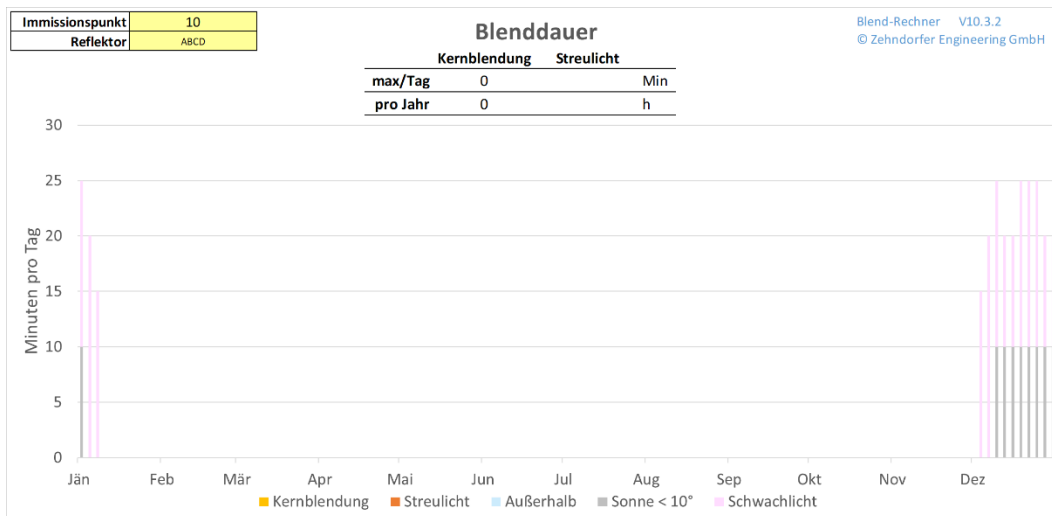


Abbildung 13 zeigt die Verteilung der Blenddauer pro Tag über das ganze Jahr.

Die Farbkennzeichnung der unterschiedlichen Reflexionen haben die folgende Bedeutung:

- gelb: Direkt spiegelnde Kernblendung
- orange: Streulicht
- blau: Reflexionen außerhalb des Gesichtsfeldes (beim Verkehr $\pm 30^\circ$ von der Fahrtrichtung)
- grau: Reflexionen bei denen die Sonne in einem geringen Winkel ($< 10^\circ$) zur Reflexion steht und diese daher überstrahlt.
- pink: Reflexionen mit geringer Leuchtdichte (unter 100.000 cd/m^2)

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. Allerdings liegen die reflektierenden Flächen so nahe und großflächig vor den Fenstern einiger Nachbarn, dass beim Blick aus dem Fenster dieser unweigerlich auf die Reflexionen trifft.

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

2.5.6 Flugverkehr

Für den Flugverkehr ist insbesondere der Landeanflug kritisch, da sich der Pilot dabei auf die Piste konzentrieren muss. Air-Traffic Controller im Tower müssen für Ihre Arbeit die Anflugsektoren, die Piste, sowie die Rollwege ungestört einsehen können. Ist der Sichtkontakt gestört, so müssen sie sich auf diverse Instrumente verlassen und können in diesem Fall Flugzeugabstände und Zeitfenster nicht im selben Ausmaß optimieren.

Für die Fluglotsen am Tower ist es für die Verrichtung Ihrer Aufgabe wesentlich, dass sie Blickkontakt zu ankommendem, landendem und rollendem Verkehr auf der Piste und den Rollwegen haben. Der direkte Blickkontakt erlaubt den Fluglotsen Wege und Abstände der Luftfahrzeuge zu optimieren. Wenn der Blickkontakt gestört ist, so kann diese Optimierung nicht stattfinden - ein Zustand der soweit wie möglich zu vermeiden ist.

Gemäß der European Aerodrome Design Guidelines (siehe Anhang 2), sind Blendungen im Gesichtsfeld von Piloten mit einer Leuchtdichte von über 20.000 cd/m² zu vermeiden.

2.5.7 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 14 Unfälle 2022-2024

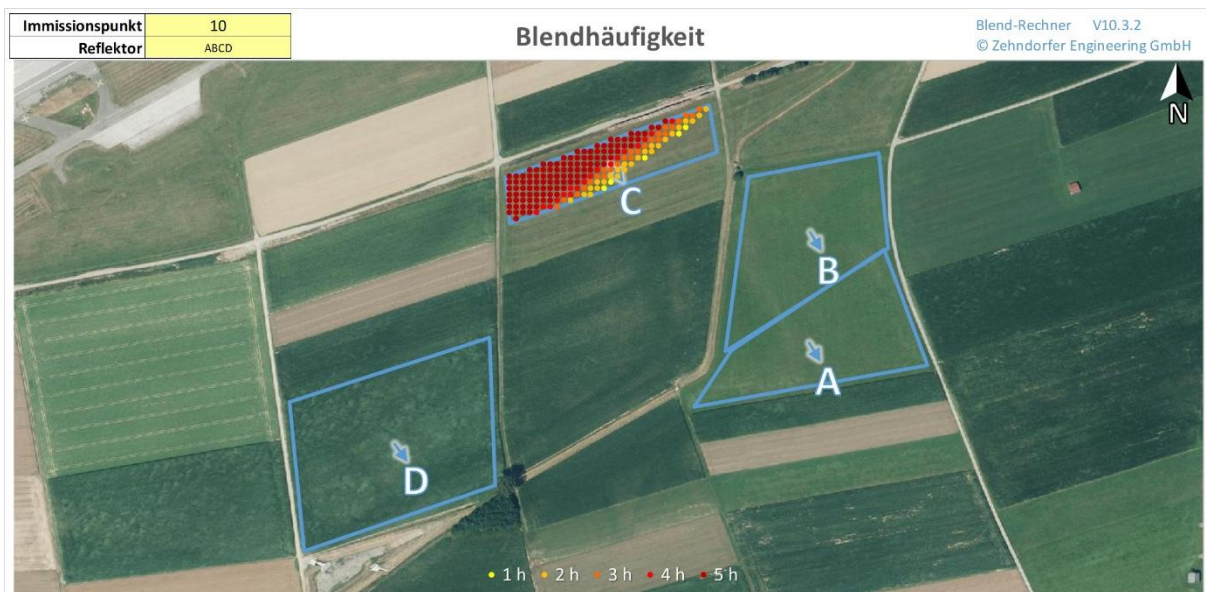


Auf dem relevanten Straßenabschnitt wurden in den letzten Jahren vereinzelt Unfälle gemeldet. Es liegen jedoch keine Unfallohäufungen vor.

2.5.8 Ursprung der Reflexionen

Um die Wirksamkeit möglicher blendreduzierender Maßnahmen abschätzen zu können, ist es hilfreich den Ursprung der Reflexionen zu kennen⁴. Abbildung 15 zeigt (in den Farben gelb, orange, rot) die ungefähre Dauer der Reflexionen⁵ von bestimmten reflektierenden Flächen, während eines ganzen Jahres.

Abbildung 15 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 (Flughafentower)

Auf Basis des astronomisch möglichen Sonnenstandes werden keine Reflexionen in Richtung dieses IP ausgestrahlt.

IP2 bis 10 (Anflug RWY 24)

Es werden Reflexionen in Richtung des IP 10 stattfinden. Die Sonne steht zu diesem Zeitpunkt jedoch in einer ähnlichen Richtung ($<10^\circ$ Abweichung) und überstrahlt die Reflexionen daher. Es besteht keine Gefahr für den Flugverkehr.

IP11 bis 19 (Anflug RWY 06)

Es werden Reflexionen in Richtung der Anflugzone auftreten. Die Sonne steht zu diesem Zeitpunkt jedoch in einer ähnlichen Richtung ($<10^\circ$ Abweichung) und überstrahlt die Reflexionen daher. Es besteht keine Gefahr für den Flugverkehr.

IP11 bis 19 (Straße)

Es werden Reflexionen in Richtung der Straße auftreten. Diese liegen jedoch zu jeder Zeit vollständig außerhalb des inneren Gesichtsfeldes der Fahrzeuglenker und stellen daher keine Gefahr für den Straßenverkehr dar.

Es wird keine gefährliche Blendwirkung in Richtung des Flug- oder Straßenverkehrs stattfinden.

Datum: 08.08.2025

Gutachter:

Zehndorfer
Engineering

+43 (680) 244 3310 Zehndorfer Engineering GmbH
office@zehndorfer.at Stift-Viktring-Straße 21/6
www.zehndorfer.at 9073 Klagenfurt
FN 515736k Austria
UID-ATU74524829

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	Führ (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) [$\text{lm}/\text{m}^2\text{sr}$] 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 Deutschland (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, ...

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.

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

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.

Luftverkehrsgesetz (LuftVG) 2007, §12 Errichtung von Bauwerken - Deutschland

(3) In der weiteren Umgebung eines Flughafens ist die Zustimmung der Luftfahrtbehörden erforderlich, wenn die Bauwerke folgende Begrenzung überschreiten sollen:

1. außerhalb der Anflugsektoren a) im Umkreis von 4 Kilometer Halbmesser um den Flughafenbezugspunkt eine Höhe von 25 Metern (Höhe bezogen auf den Flughafenbezugspunkt), b) im Umkreis von 4 Kilometer bis 6 Kilometer Halbmesser um den Flughafenbezugspunkt die Verbindungslinie, die von 45 Meter Höhe bis 100 Meter Höhe (Höhen bezogen auf den Flughafenbezugspunkt) ansteigt;
2. innerhalb der Anflugsektoren a) von dem Ende der Sicherheitsflächen bis zu einem Umkreis um den Startbahnbezugspunkt von 10 Kilometer Halbmesser bei Hauptstart- und Hauptlandeflächen und von 8,5 Kilometer bei Nebenstart- und Nebenlandeflächen die Verbindungslinie, die von 0 Meter Höhe an diesem Ende bis 100 Meter Höhe (Höhen bezogen auf den Startbahnbezugspunkt der betreffenden Start- und Landefläche) ansteigt, b) im Umkreis von 10 Kilometer bis 15 Kilometer Halbmesser um den Startbahnbezugspunkt bei Hauptstart- und Hauptlandeflächen die Höhe von 100 Metern (Höhe bezogen auf den Startbahnbezugspunkt der betreffenden Start- und Landeflächen).

EU Regulation 139/2014

Article 9 Monitoring of aerodrome surroundings

Member States shall ensure that consultations are conducted with regard to human activities and land use such as: ... (d) the use of highly reflective surfaces which may cause dazzling

EU Regulation 2018/1139

Annex VII Essential requirements for aerodromes - Aerodrome Surroundings

3.2. Hazards related to human activities and land use, such as, but not limited to, items on the following list, shall be monitored. The risk caused by them shall be assessed and mitigated as appropriate:

- (a) any development or change in land use in the aerodrome area;
- (b) the possibility of obstacle-induced turbulence;
- (c) the use of hazardous, confusing and misleading lights;
- (d) the dazzling caused by large and highly reflective surfaces;
- (e) the creation of areas that might encourage wildlife activity in the surroundings of the aerodrome movement area; or
- (f) sources of non-visible radiation or the presence of moving or fixed objects which may interfere with, or adversely affect, the performance of aeronautical communications, navigation and surveillance systems.

European Aviation Safety Agency 2017 - Certification Specifications and Guidance Material for Aerodromes Design (CS-ADR-DSN)

CHAPTER M — VISUAL AIDS FOR NAVIGATION (LIGHTS)

(h) Assessment on dazzle in the aerodrome vicinity:

- (1) Human vision is a complex mechanism using both eye and brain. Even though this mechanism is quite handled for eye, there is still a lack of knowledge on the interpretation of it by the brain. Thus, vision varies from one human being to another.
- (2) The field of view is defined by the area perceived by eyes. The perception of details is based on the luminance ratio between elements of the scene, taking into account spatial distribution. Luminance and contrast are key elements of vision mechanism.
- (3) Four sectors can be identified in the field of view (FOV): (i) sensation field, corresponding to the absolute boundaries of FOV; it opens up to approximately 90° on each side of the eye direction; (ii) visibility field, which is narrower and enables the perception of an object; it opens up to 60°; (iii) conspicuity field, which enables the recognition, it opens up to 30°; (iv) working conspicuity field, which is further tightly centred on the eye direction (1 to 2°); it enables the identification and is the working area of the vision. It is reminded that the retina is composed in its centre by cone cells (that see colours and details) and at the periphery by rod cells (that perceive movements and change of state).

(i) A safety assessment is conducted in order to identify situations where the risk of dazzling becomes unacceptable. Thus, it is noted that dazzle represents such a risk in the following situations:

- (1) during approach, especially after the aircraft has descended below the decision height: the pilot should not lose any visual cue;
- (2) at touchdown the pilot should not be surprised by a flash;
- (3) during rolling (landing or take-off), the pilot should be able to perceive his environment and detect any deviation from the centre line: the pilot should not lose any visual cue.
- (4) Thus: (i) prejudicial dazzle due to veiling luminance should not occur during approach (slightly before the decision height) and rolling; and (ii) surprise effect should not occur at touchdown.

(j) Regarding air traffic controllers, it has been considered that dazzle induced by veiling effect should not reduce the visual perception of aircraft operations on, and close to the runway.

(k) The elements here above can be applied to solar panels. The following assumptions can be made:

- (1) solar panels are inclined so as to efficiently capture the sunlight, conducting to a range of cross section surfaces;
- (2) the maximum acceptable luminance value has been fixed to 20 000 cd/m²; and
- (3) the surfaces varied from 100 m² to several hectares.

(l) It is assumed that the aircraft maintains precisely its trajectory whereas in reality the approach is conducted into a conical envelop around the expected trajectory.

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.

Die, in der Realität, bei großen Einfallswinkeln, beobachtbare Winkelverschiebung und zusätzliche Winkelaufweitung des gestreuten Lichtbündels wurde in der Reflexionsberechnung vernachlässigt (wie in der Richtlinie vorgesehen).

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 1 Koordinaten der reflektierenden Flächen

EPSG	Koordinatensystem	False Northing	False Easting	Höhe
25832	UTM 32N	5 000 000	0	DHHN2016

Reflektor	A				B				C			
Eckpunkt	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
x	594 216	594 457	594 412	594 255	594 249	594 416	594 407	594 273	594 026	594 240	594 232	594 022
y	316 052	316 100	316 232	316 117	316 116	316 234	316 343	316 316	316 262	316 344	316 397	316 316
z	621	626	625	621	621	625	623	620	624	621	622	624
h	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

Reflektor	D			
Eckpunkt	C1	C2	C3	C4
x	593 814	594 011	594 005	593 799
y	315 887	315 962	316 132	316 058
z	625	622	624	626
h	0,8	0,8	0,8	0,8

Tabelle 2 Winkel der reflektierenden Flächen

	Montagesystem		Untergrund		Resultierende	
	Höhenwinkel	Seitenwinkel	Höhenwinkel	Seitenwinkel	Höhenwinkel	Seitenwinkel
A	20	-32	1	103	20	-29
B	20	-32	2	108	20	-29
C	20	-32	1	-64	20	-34
D	20	-32	1	-59	20	-33

Tabelle 3 Immissionspunkte

Immissionspunkt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bezeichnung	IP-ATCT	IPR24-1	IPR24-2	IPR24-3	IPR24-4	IPR24-5	IPR24-6	IPR24-7	IPR24-8	IPR24-9
x	591 626	593 215	593 608	594 001	594 394	594 787	595 180	595 572	595 965	596 358
y	315 708	316 249	316 494	316 740	316 985	317 231	317 476	317 722	317 967	318 213
z	631	626	626	626	626	626	626	626	626	626
h	18,0	4,0	28,3	52,6	76,8	101,1	125,4	149,7	174,0	198,2
Blickrichtung - Az		58	58	58	58	58	58	58	58	58

Immissionspunkt	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Bezeichnung	IPR06-1	IPR06-2	IPR06-3	IPR06-4	IPR06-5	IPR06-6	IPR06-7	IPR06-8	IPR06-9	IP-S1
x	591 782	591 389	590 996	590 603	590 210	589 817	589 424	589 031	588 639	594 773
y	315 369	315 124	314 878	314 633	314 387	314 142	313 896	313 651	313 405	315 724
z	632	632	632	632	632	632	632	632	632	624
h	4,0	28,3	52,6	76,8	101,1	125,4	149,7	174,0	198,2	2,5
Blickrichtung - Az	-122	-122	-122	-122	-122	-122	-122	-122	-122	163

Immissionspunkt	21	22	23
Bezeichnung	IP-S2	IP-S3	IP-S4
x	594 749	594 657	594 778
y	315 887	316 653	316 285
z	623	622	621
h	2,5	2,5	2,5
Blickrichtung - Az	179	-16	5

ANHANG 5 DETAIL-ERGEBNISSE DER BERECHNUNGEN

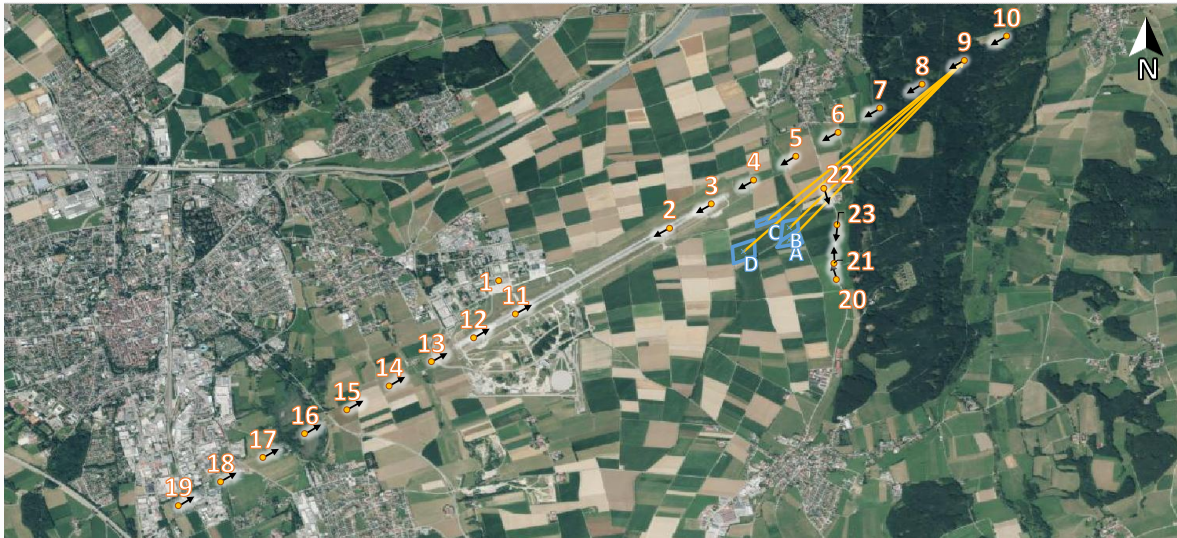
Reflektor		ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD
Immissionspunkt		1	2	3	4	5	6	7
Distanz	m	2195	615	452	407	615	971	1378
Höhenwinkel	°	-1	0	-2	-4	-4	-4	-4
Raumwinkel	msr	0	0	11	22	13	5	3
Datum H1		-	-	-	-	-	-	-
Datum H2		-	-	-	-	-	-	-
Zeit		-	-	-	-	-	-	-
Kernblendung	min / Tag	-	-	-	-	-	-	-
Kernblendung	h / Jahr	-	-	-	-	-	-	-
Streulicht	min / Tag	-	-	-	-	-	-	-
Streulicht	h / Jahr	-	-	-	-	-	-	-
Sonne-Reflektor-Winkel (max)	°	-	-	-	-	-	-	-
Blendung - Blickwinkel (min)	°	-	-	-	-	-	-	-
Leuchtdichte (max)	[k cd/m²]	-	-	-	-	-	-	-
Retinale Einstrahlung (max)	[mW/cm²]	-	-	-	-	-	-	-
Beleuchtungsstärke (max)	[lx]	-	-	-	-	-	-	-

Reflektor		ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD
Immissionspunkt		9	10	11	12	13	14	15
Distanz	m	2258	2710	2097	2543	2994	3448	3905
Höhenwinkel	°	-4	-3	0	-1	-1	-1	-1
Raumwinkel	msr	1	1	0	0	0	0	0
Datum H1		-	21.12-1.1.	-	-	-	-	10.5.-10.5.
Datum H2		-	9.12-21.12.	-	-	-	-	2.8.-2.8.
Zeit		-	15:59-16:15	-	-	-	-	5:02-5:12
Kernblendung	min / Tag	0	0	-	-	-	-	0
Kernblendung	h / Jahr	0	0	-	-	-	-	0
Streulicht	min / Tag	0	0	-	-	-	-	0
Streulicht	h / Jahr	0	0	-	-	-	-	0
Sonne-Reflektor-Winkel (max)	°	-	10	-	-	-	-	5
Blendung - Blickwinkel (min)	°	-	7	-	-	-	-	7
Leuchtdichte (max)	[k cd/m²]	22	139	-	-	-	-	102
Retinale Einstrahlung (max)	[mW/cm²]	0	0	-	-	-	-	0
Beleuchtungsstärke (max)	[lx]	1	6	-	-	-	-	2

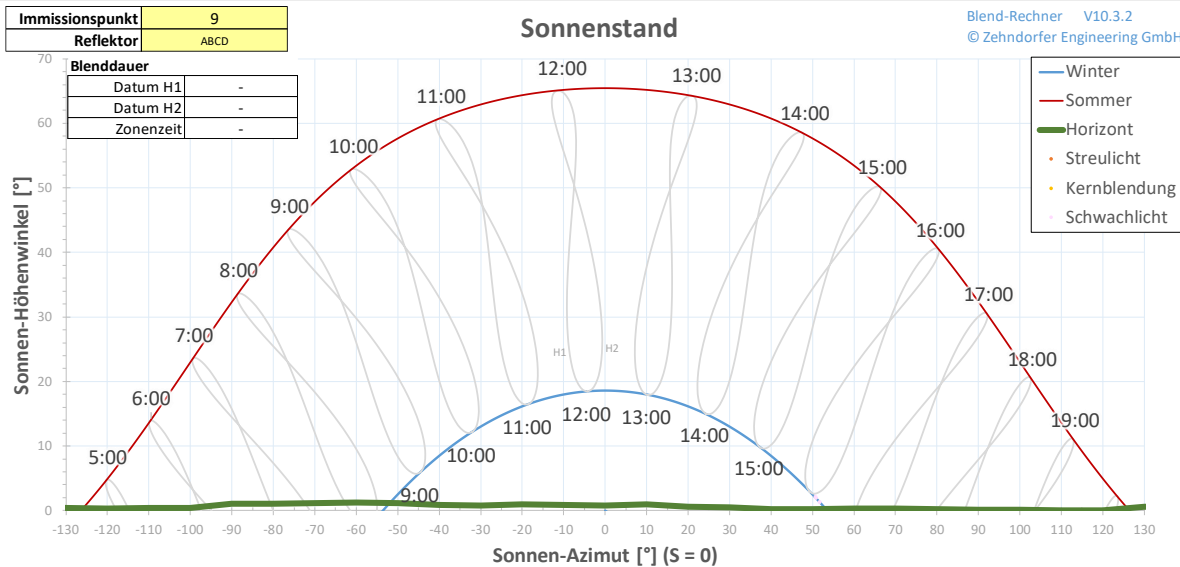
Reflektor		ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD
Immissionspunkt		17	18	19	20	21	22	23
Distanz	m	4823	5283	5743	491	361	399	363
Höhenwinkel	°	-2	-2	-2	0	0	0	0
Raumwinkel	msr	0	0	0	2	5	2	8
Datum H1		10.5.-19.5.	10.5.-22.5.	7.5.-25.5.	7.5.-21.6.	10.4.-21.6.	10.1.-15.2.	3.2.-21.6.
Datum H2		24.7.-2.8.	21.7.-2.8.	18.7.-5.8.	21.6.-5.8.	21.6.-1.9.	25.10.-30.11.	21.6.-6.11.
Zeit		4:54-5:17	4:51-5:18	4:51-5:18	16:53-17:36	16:47-17:39	16:04-17:02	16:13-17:43
Kernblendung	min / Tag	0	0	0	0	0	0	0
Kernblendung	h / Jahr	0	0	0	0	0	0	0
Streulicht	min / Tag	0	0	0	0	0	0	0
Streulicht	h / Jahr	0	0	0	0	0	0	0
Sonne-Reflektor-Winkel (max)	°	8	9	9	35	35	10	36
Blendung - Blickwinkel (min)	°	6	5	5	60	72	72	58
Leuchtdichte (max)	[k cd/m²]	207	260	320	4 638	5 066	1 513	6 406
Retinale Einstrahlung (max)	[mW/cm²]	0	0	0	2	3	0	16
Beleuchtungsstärke (max)	[lx]	3	3	3	633	1 627	149	3 585

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

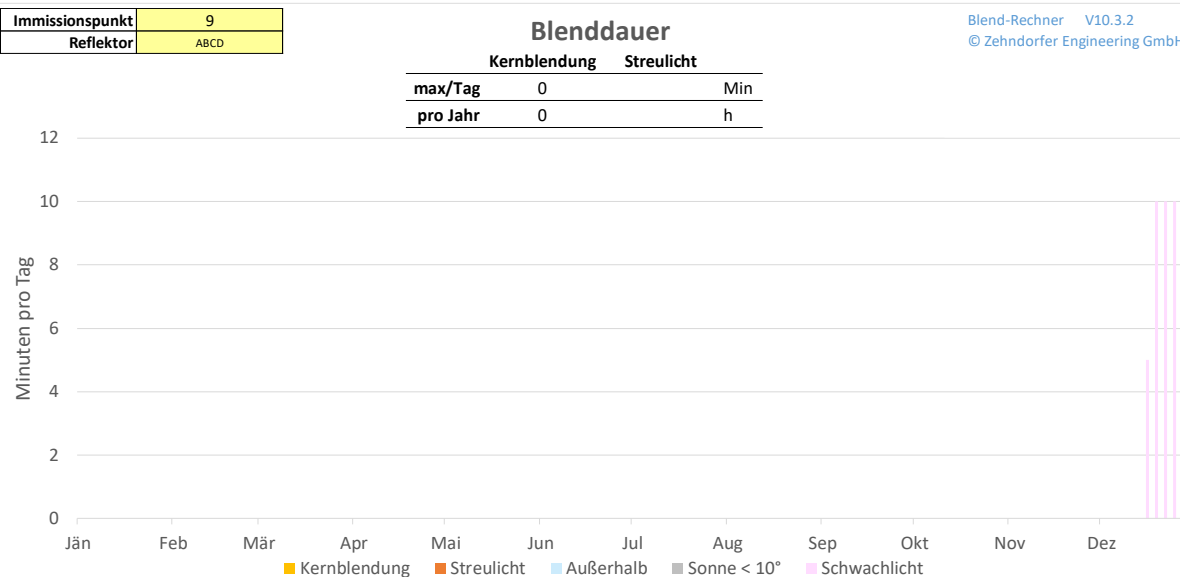
Sonnenreflexion

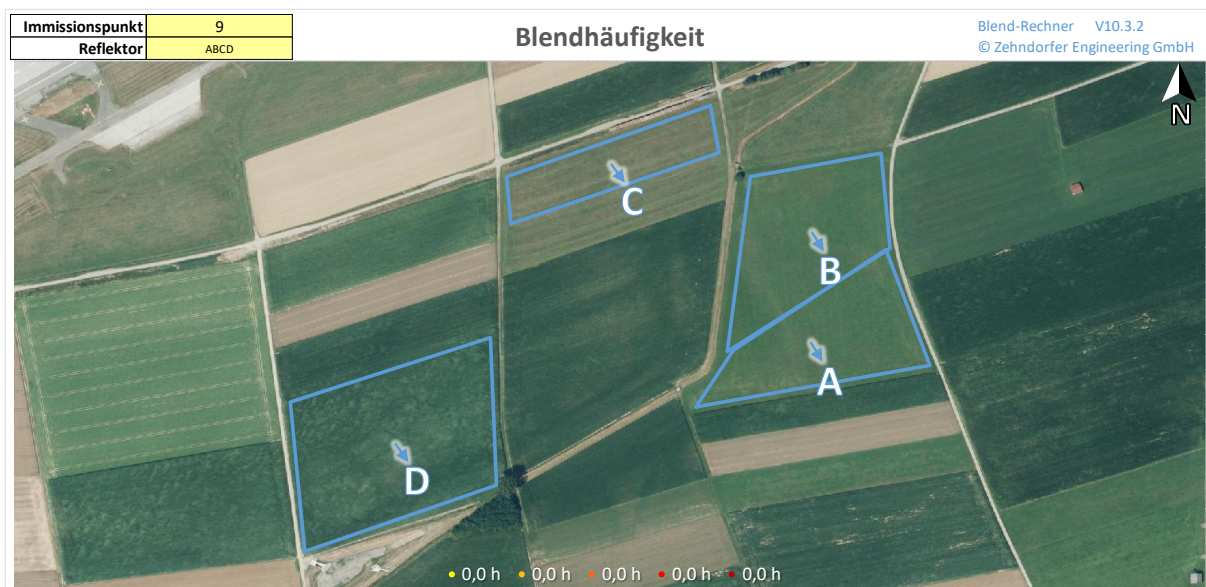
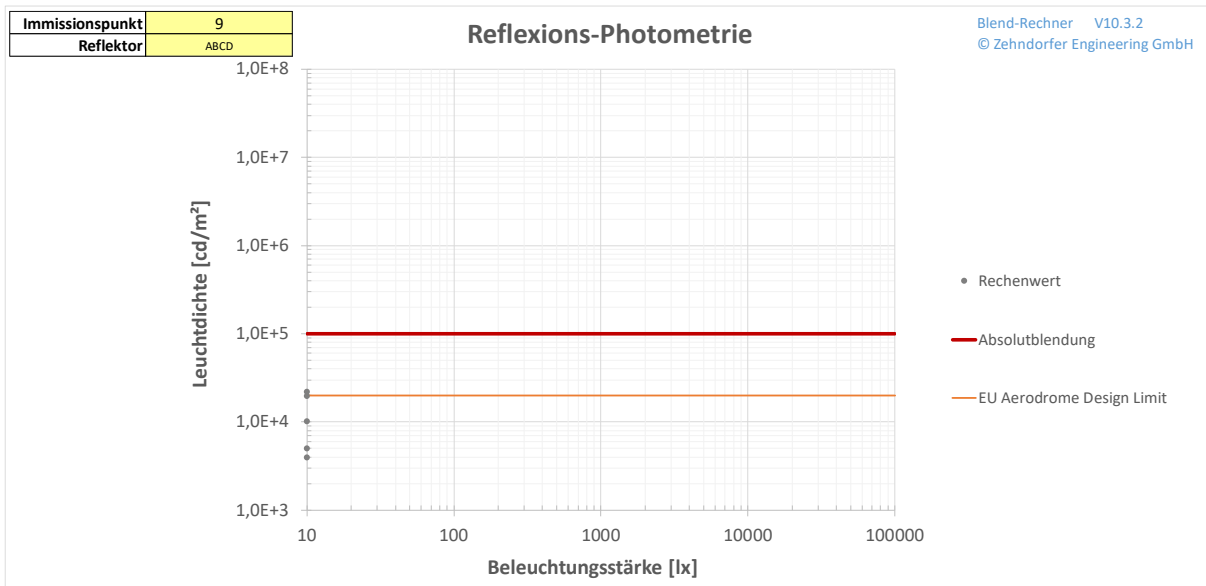
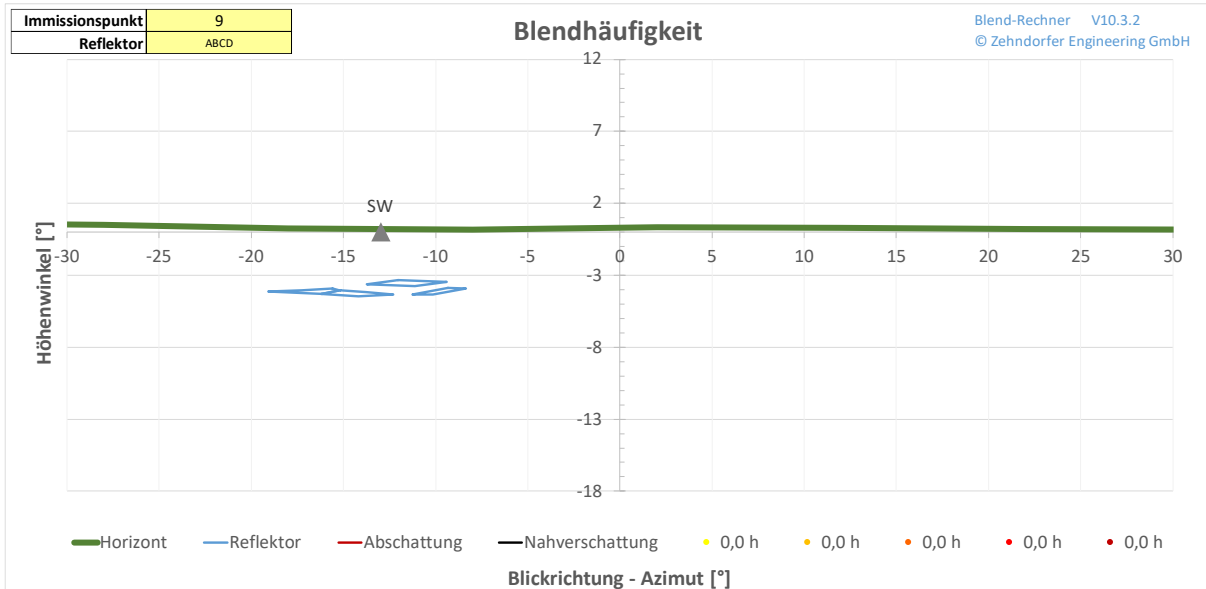
 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH


Sonnenstand

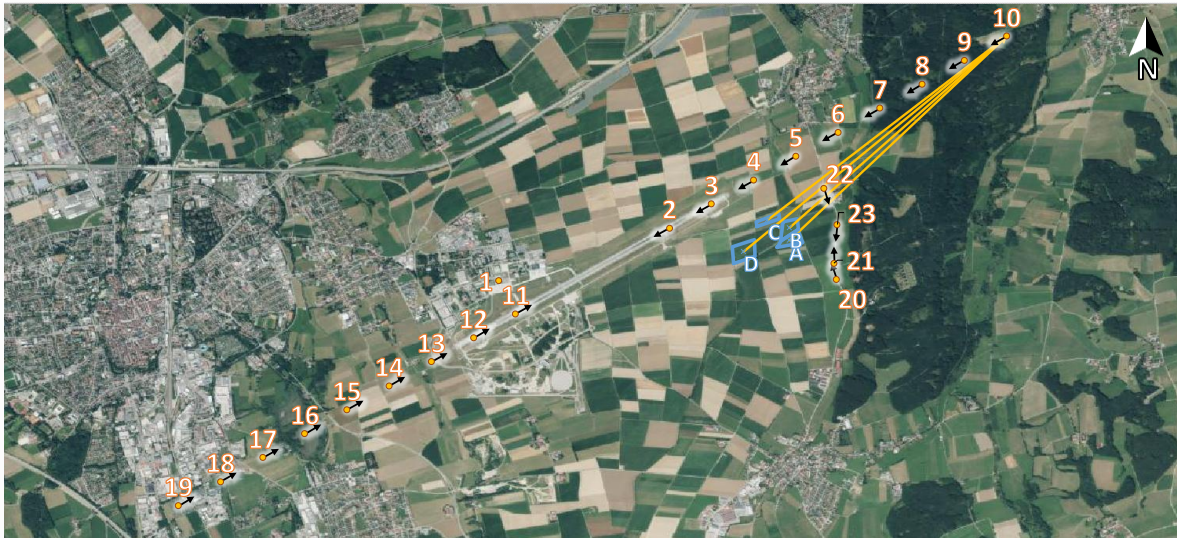
 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH


Blenddauer

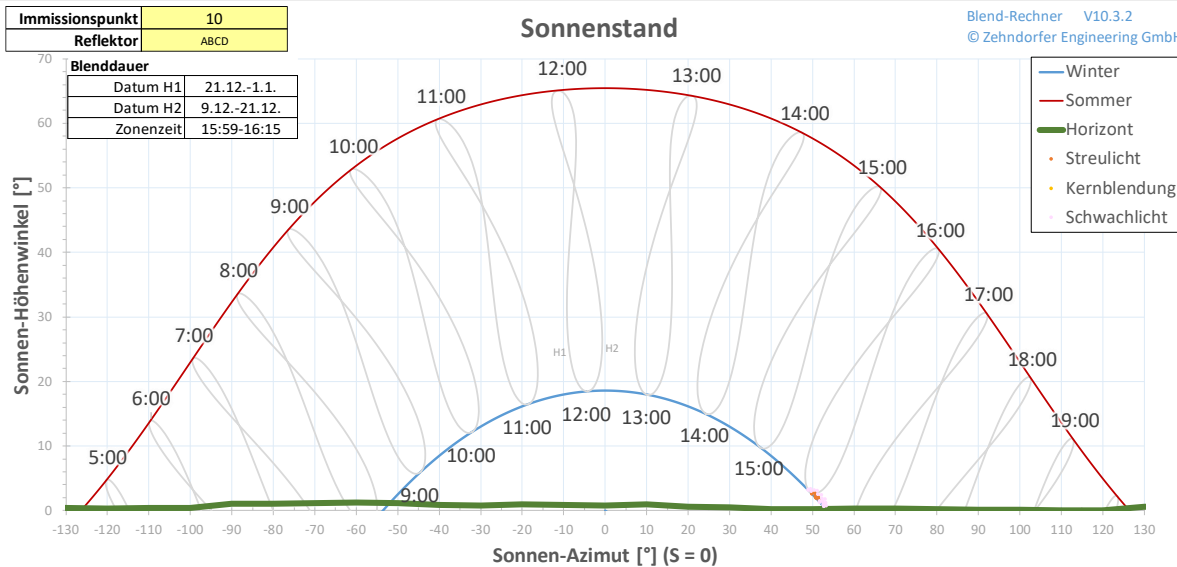
 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH




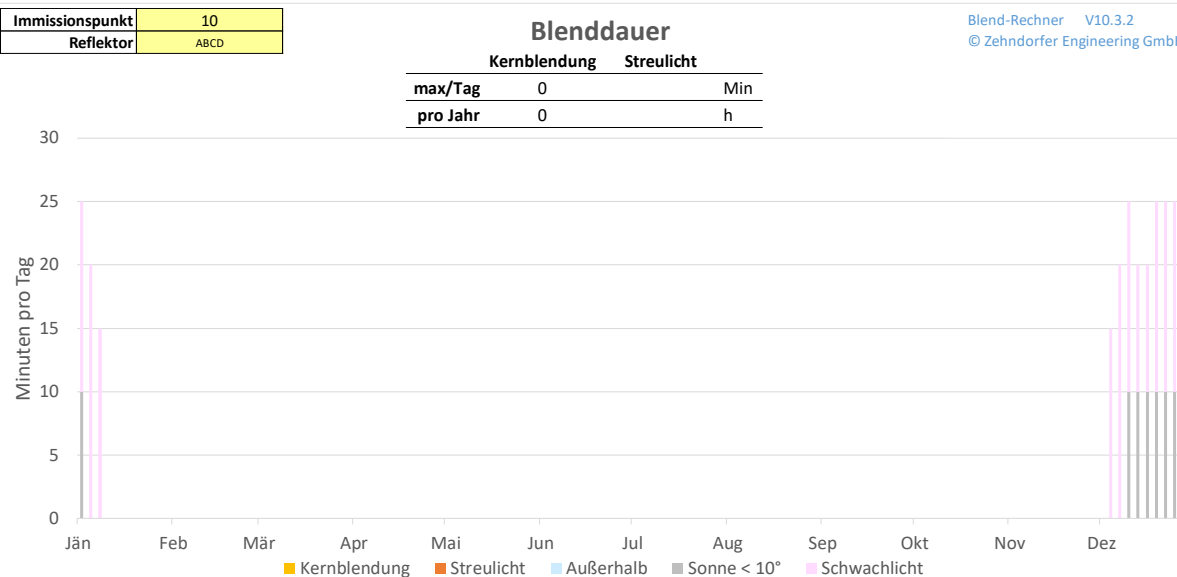
Sonnenreflexion

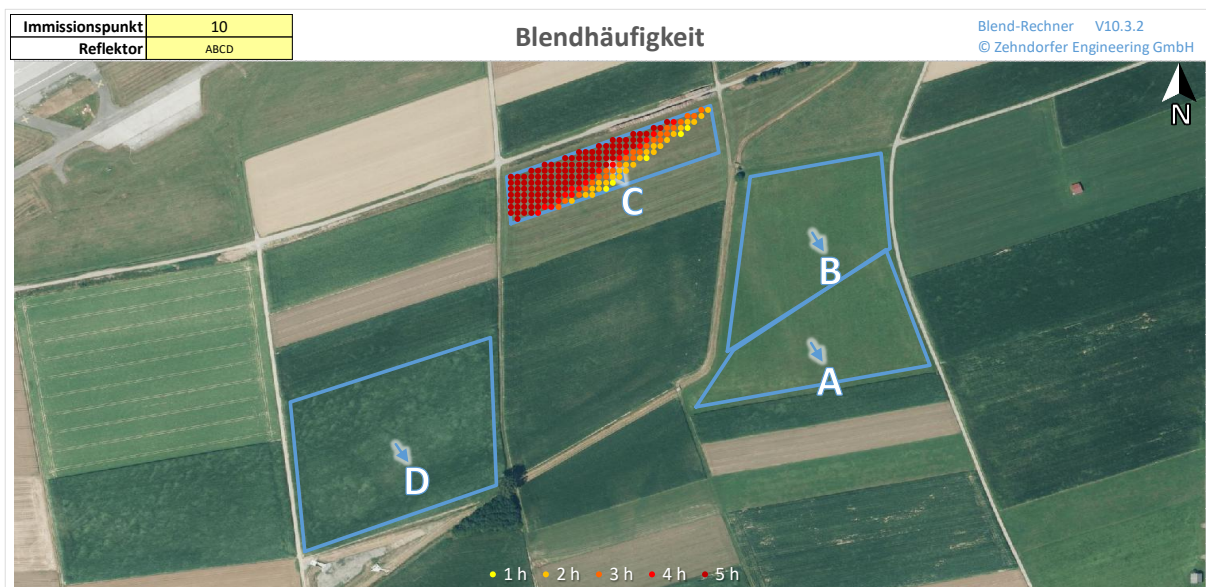
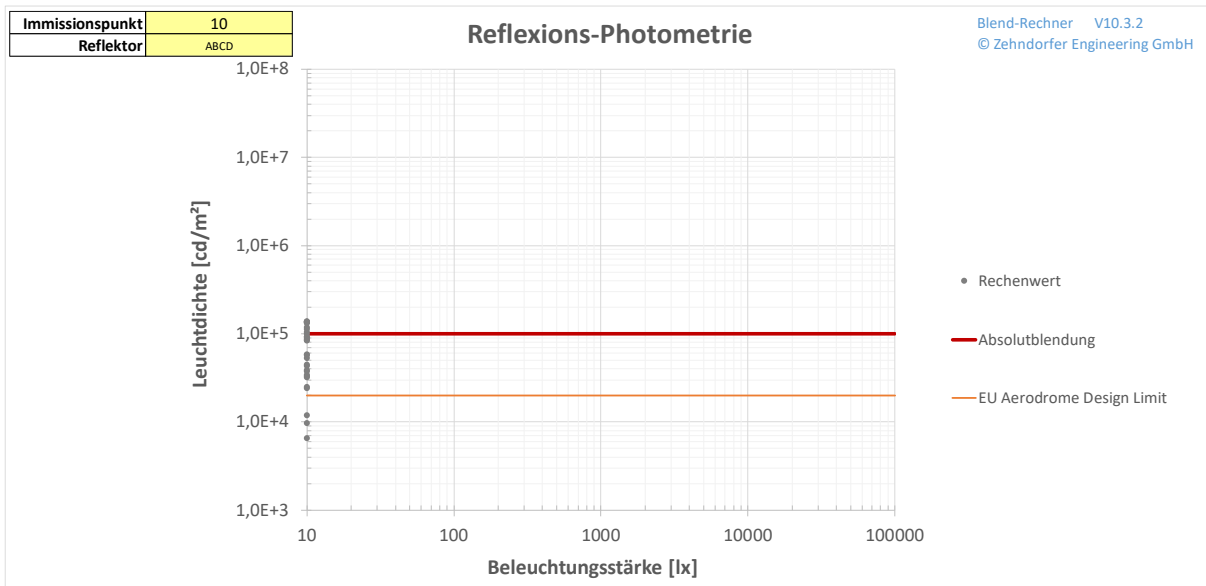
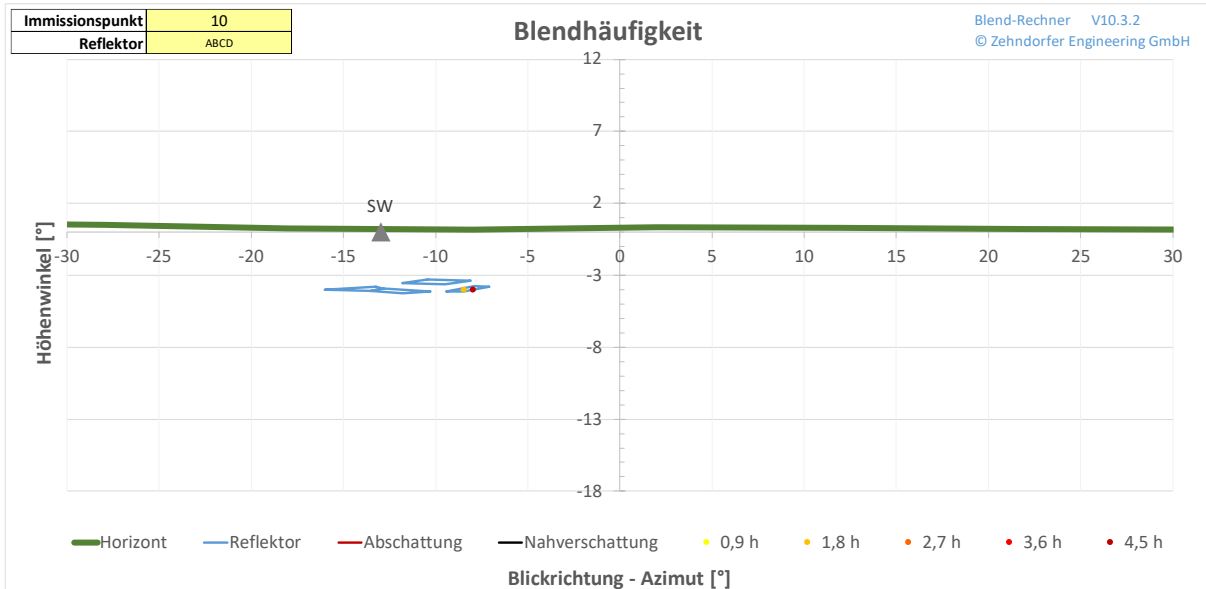
 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH


Sonnenstand

 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH


Blenddauer

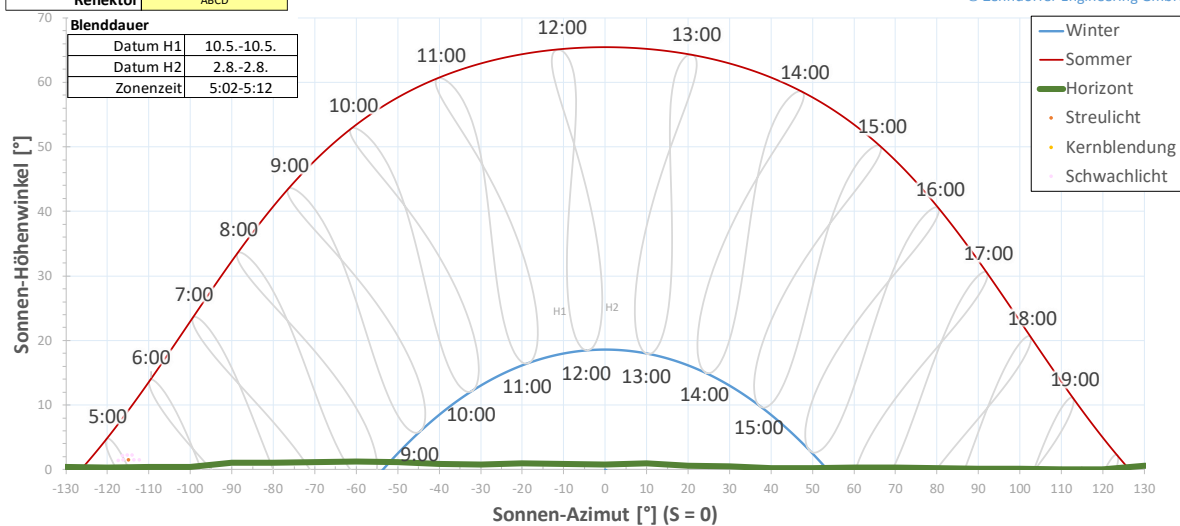
 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH




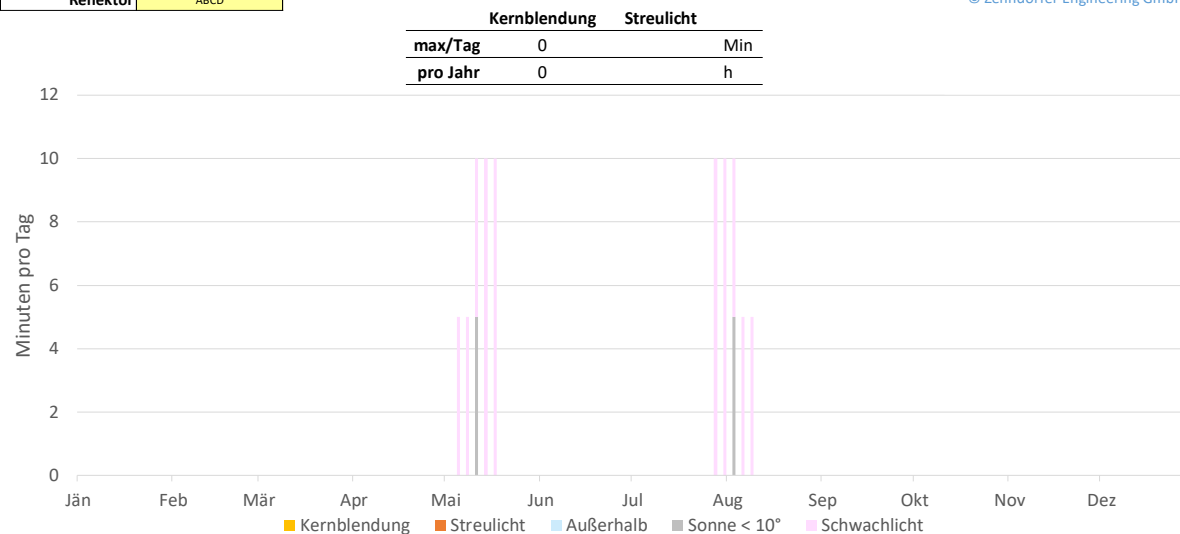
Sonnenreflexion

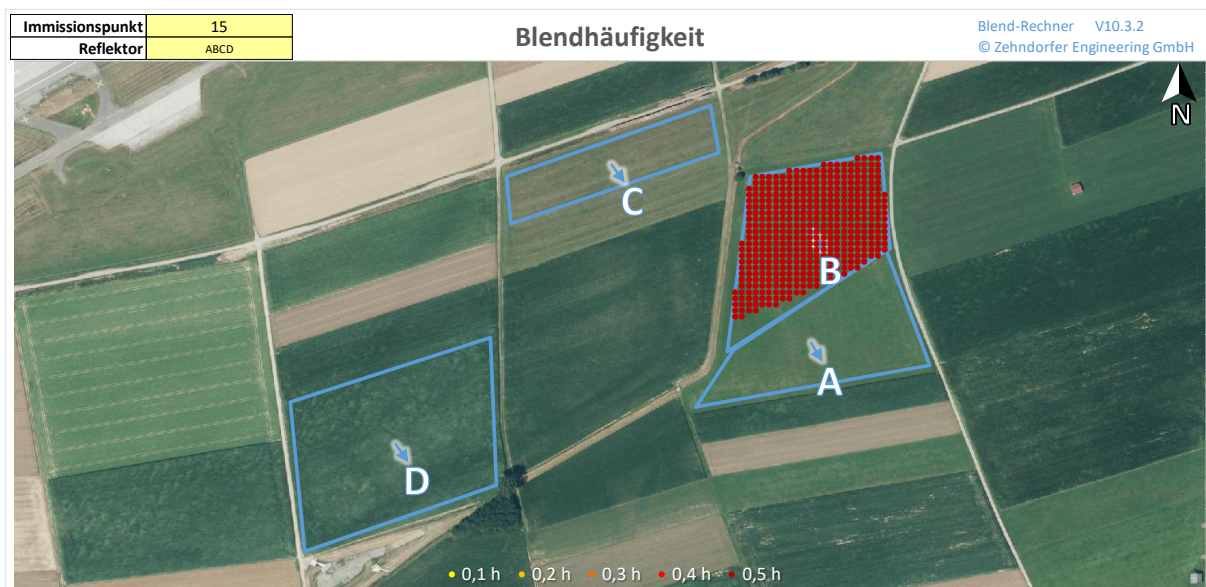
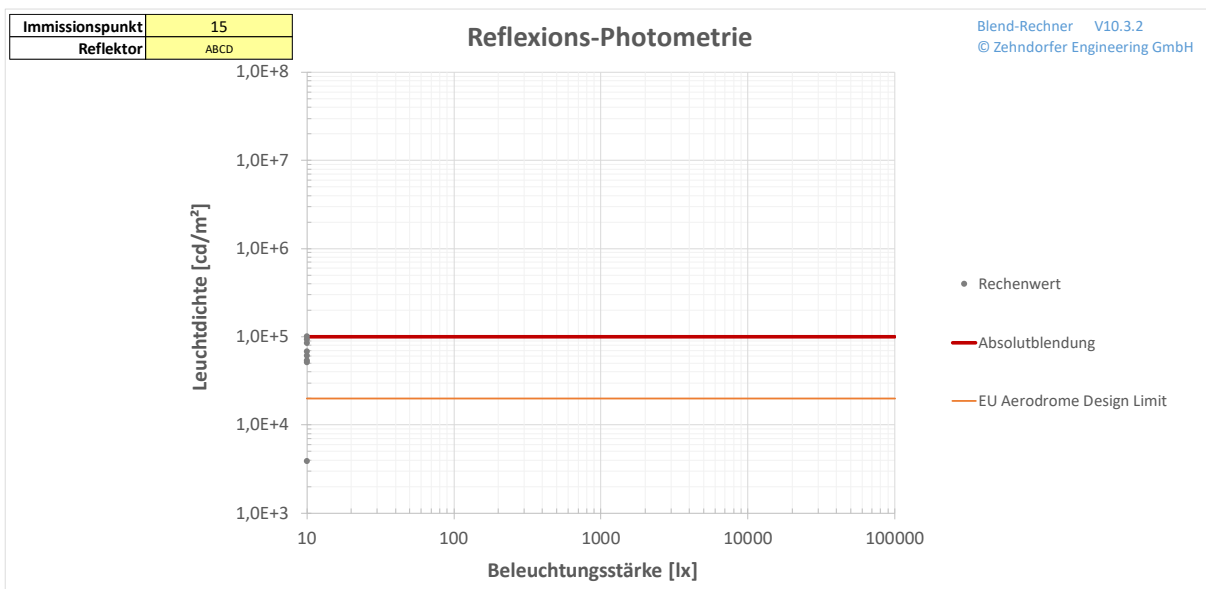
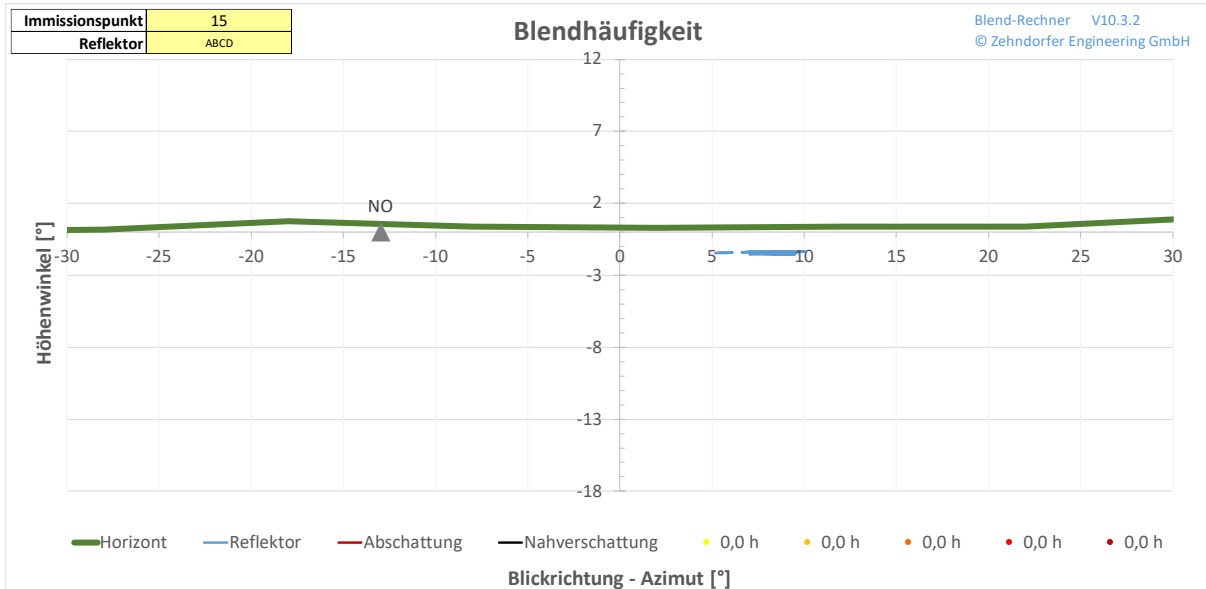
 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH


Sonnenstand

 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH


Blenddauer

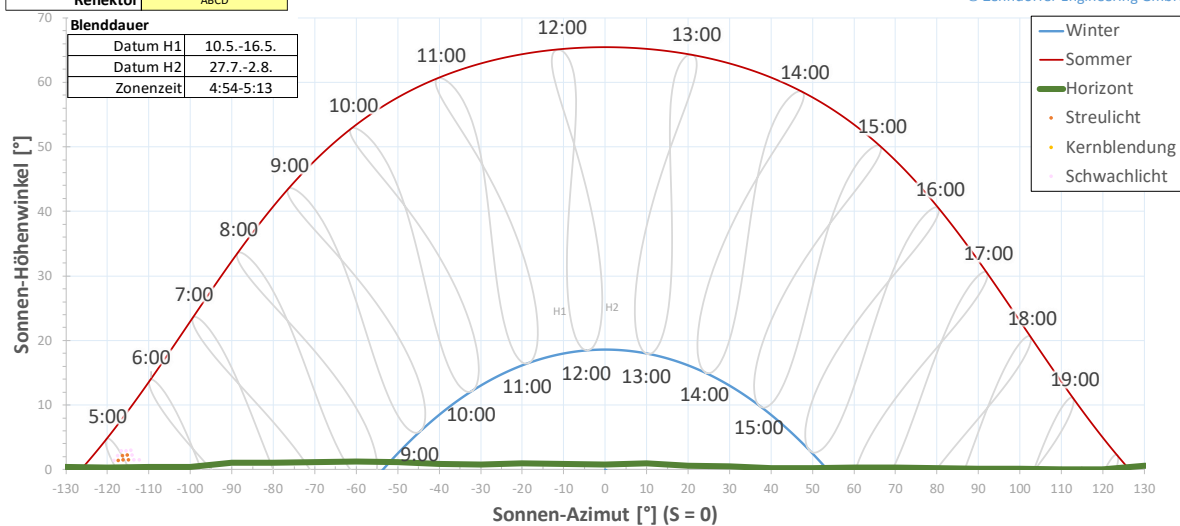
 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH




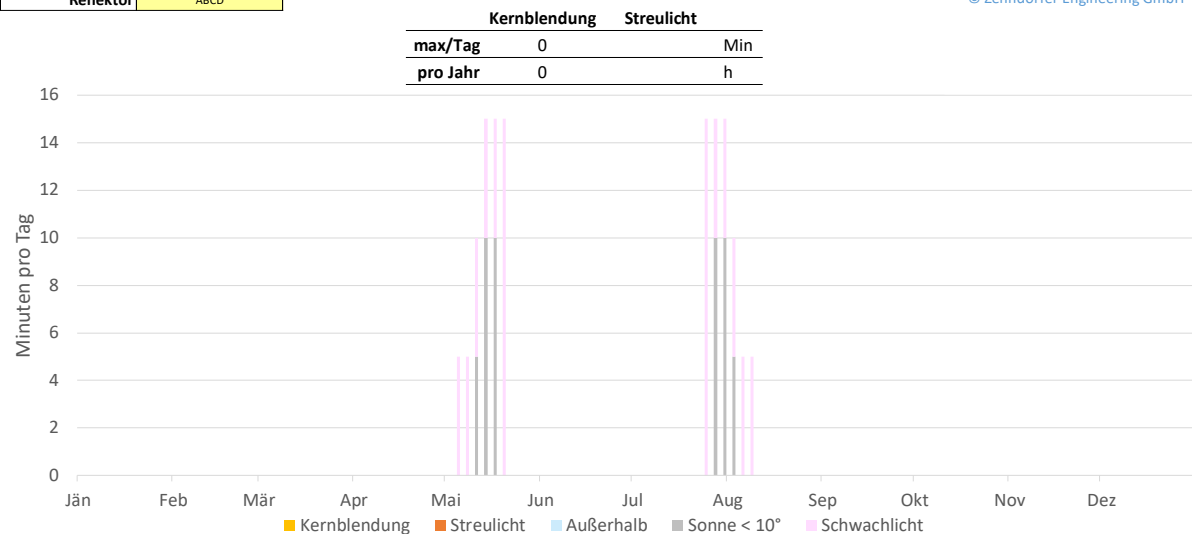
Sonnenreflexion

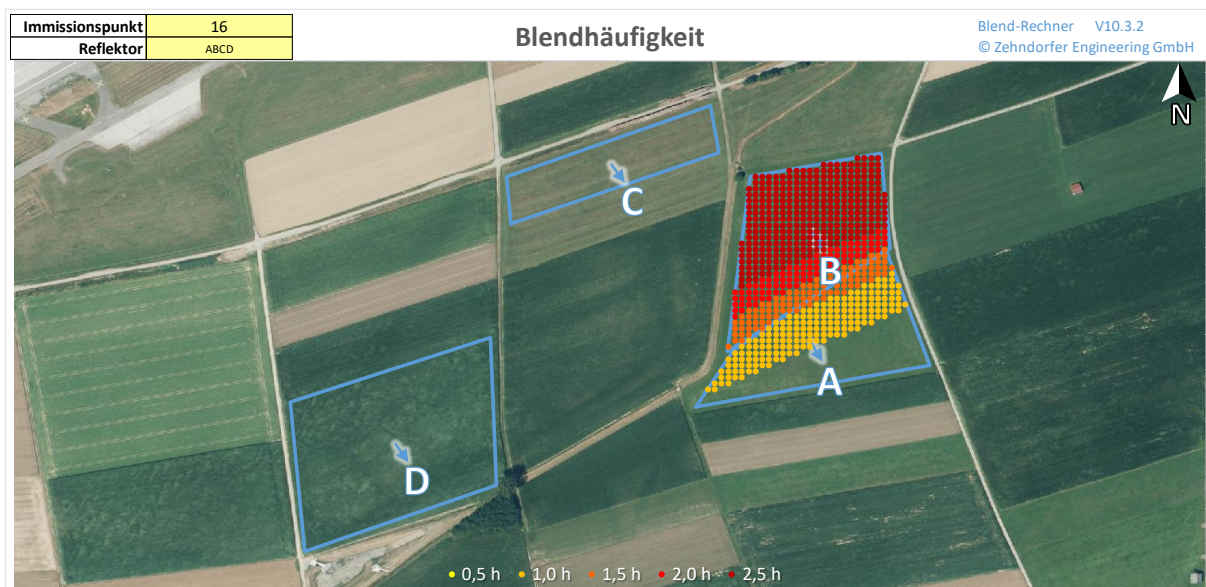
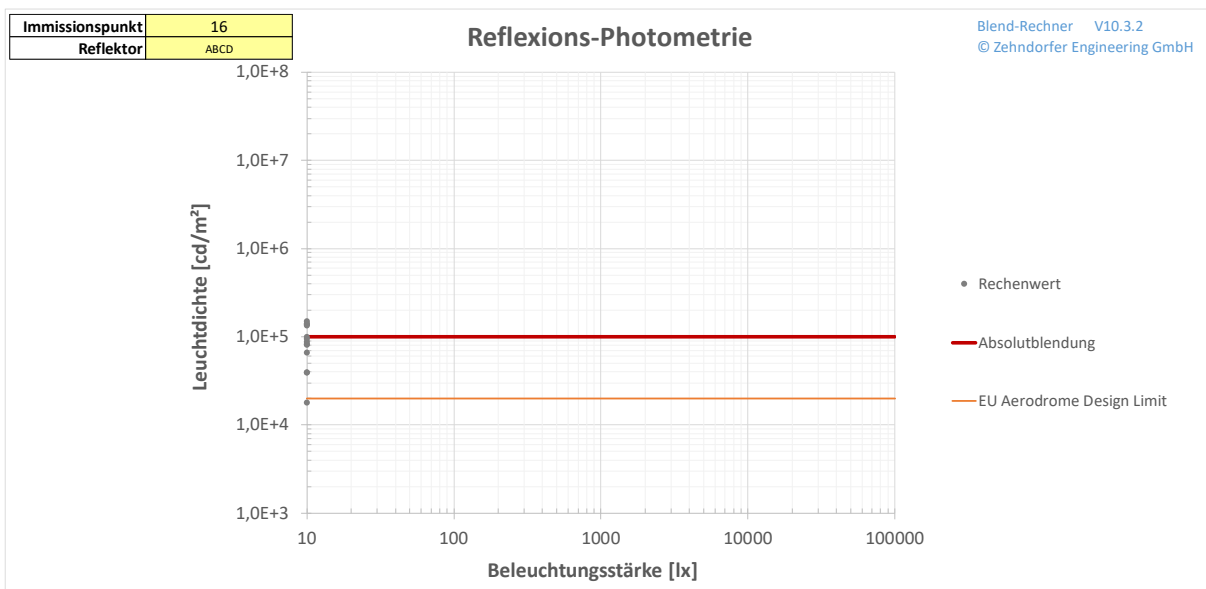
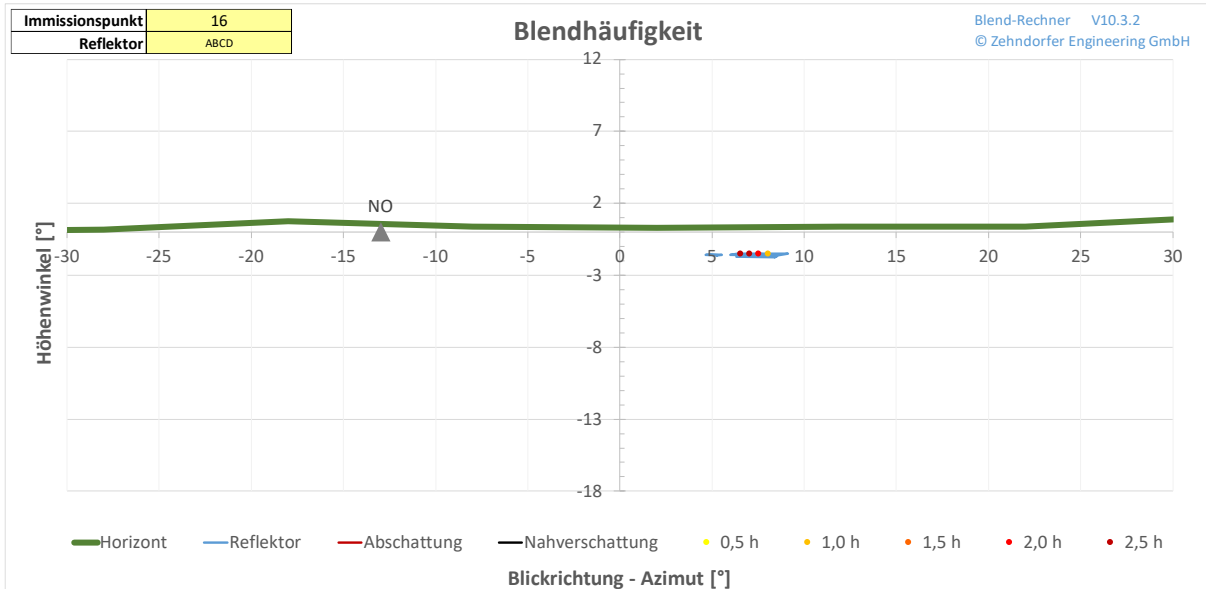
 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH


Sonnenstand

 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH


Blenddauer

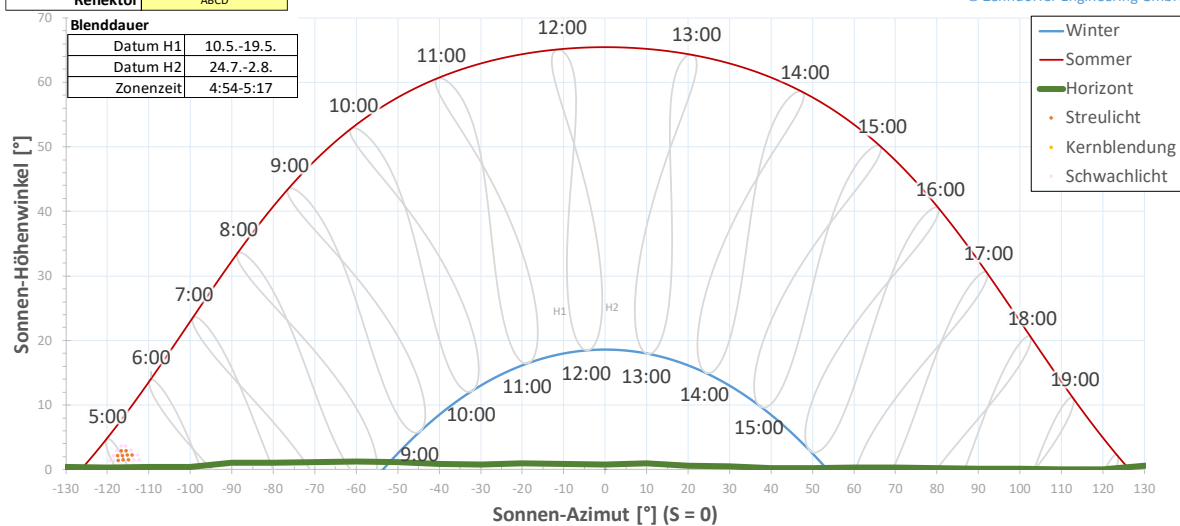
 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH




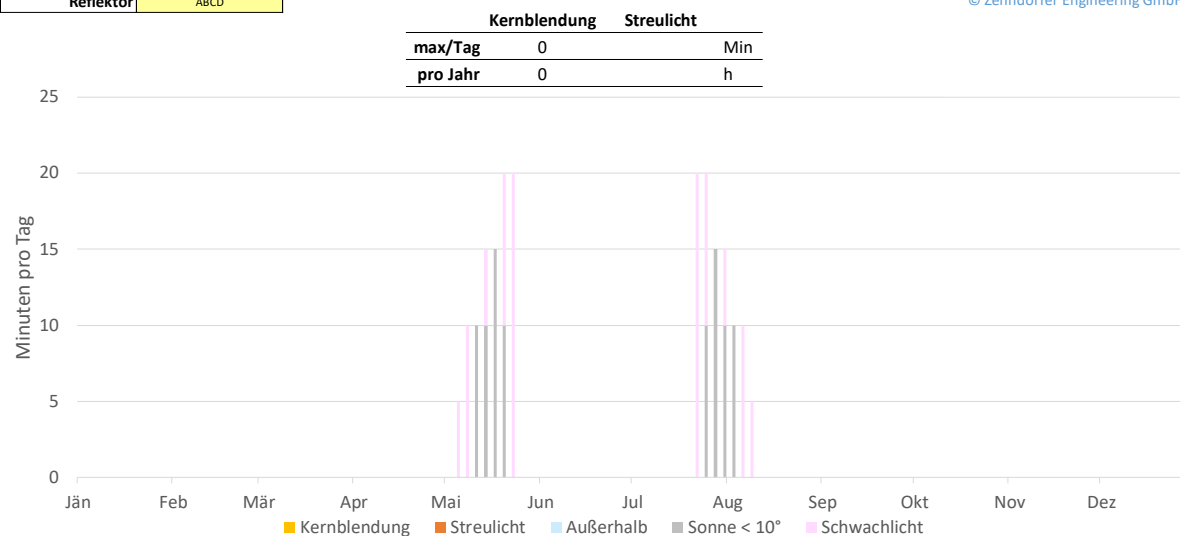
Sonnenreflexion

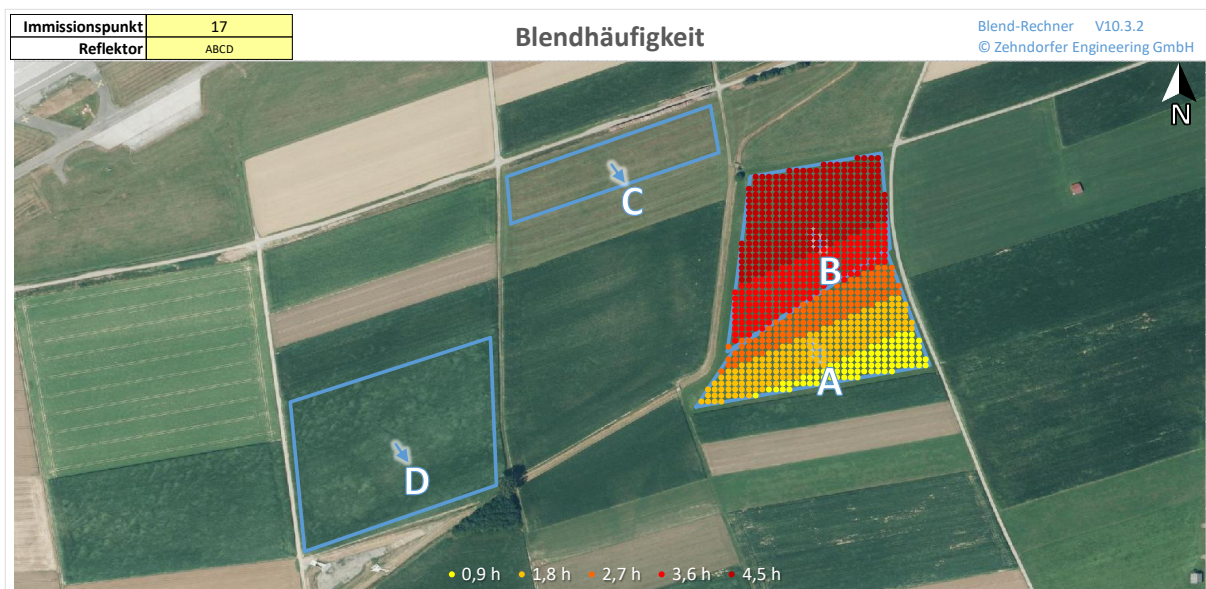
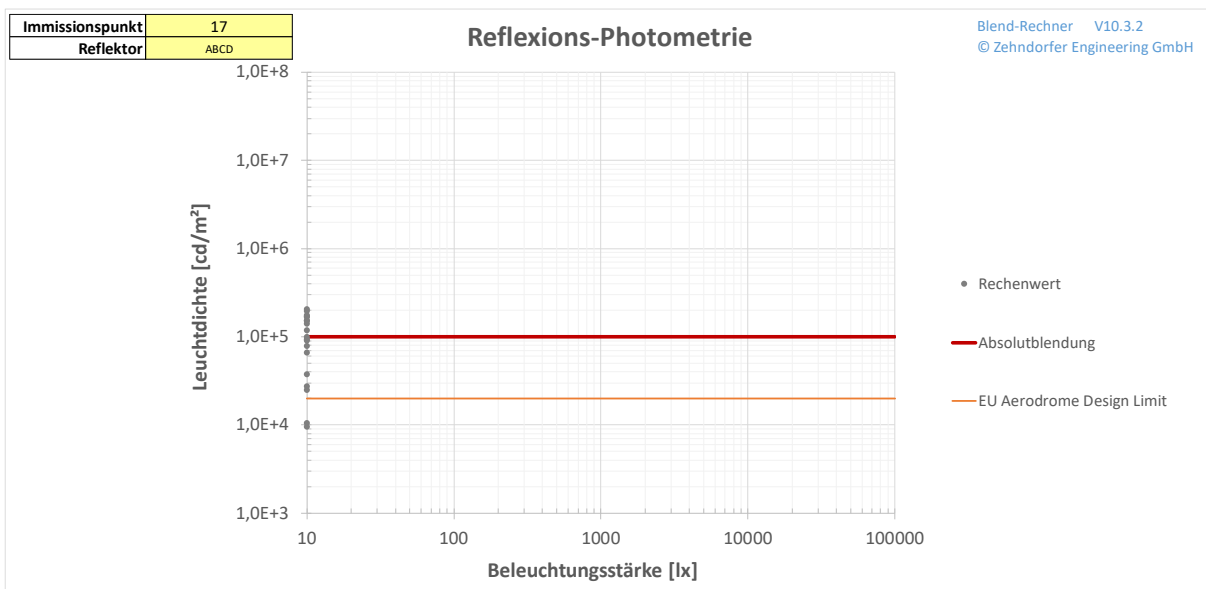
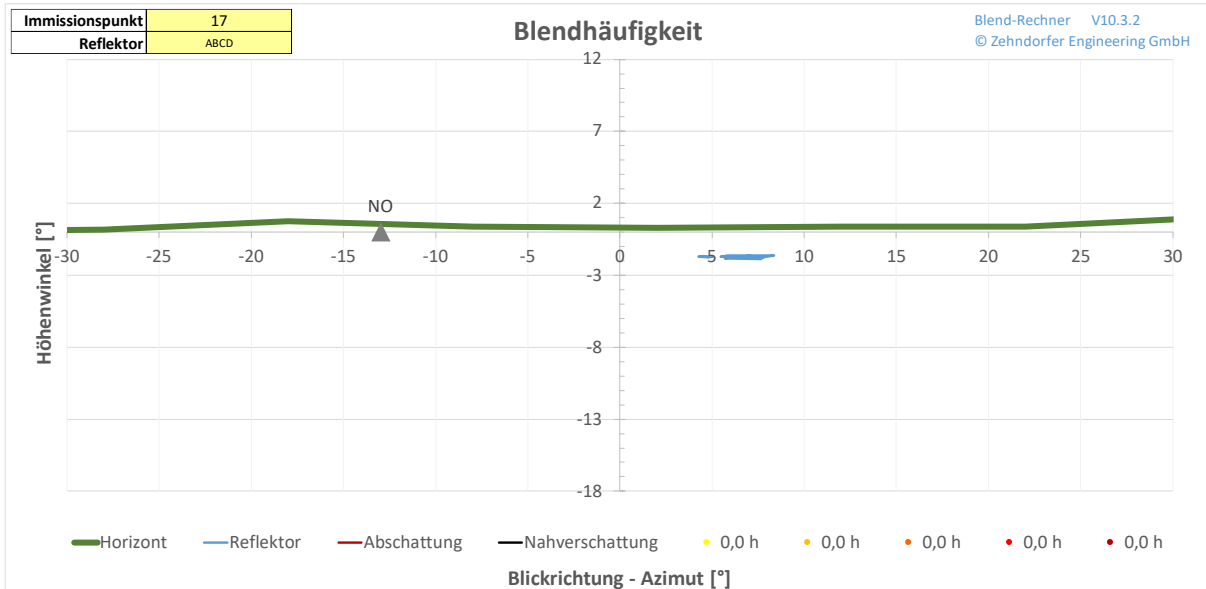
 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH


Sonnenstand

 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH


Blenddauer

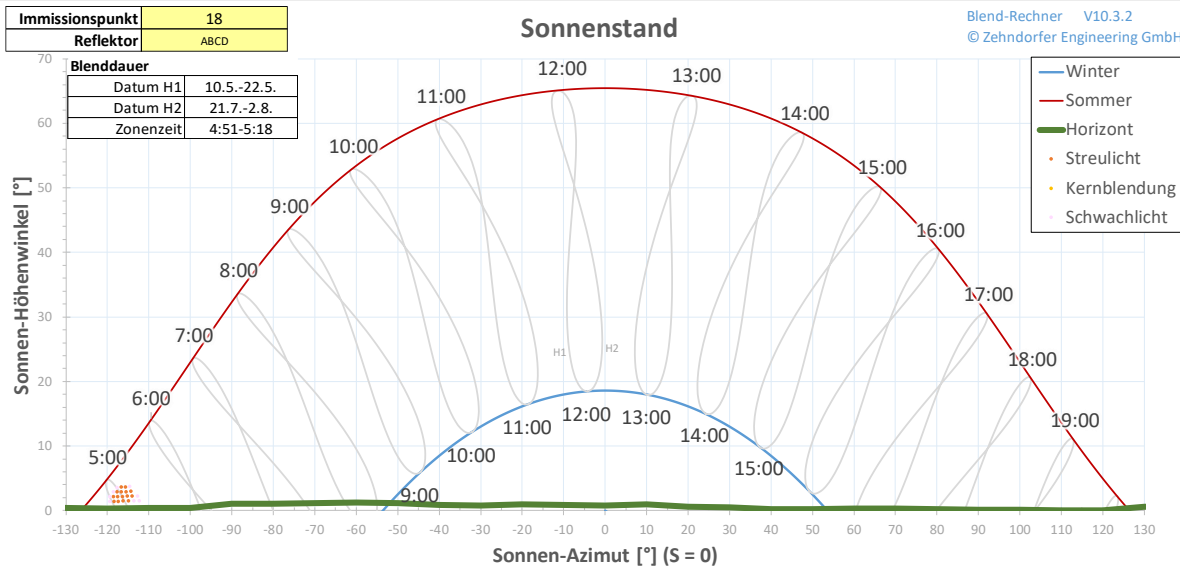
 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH




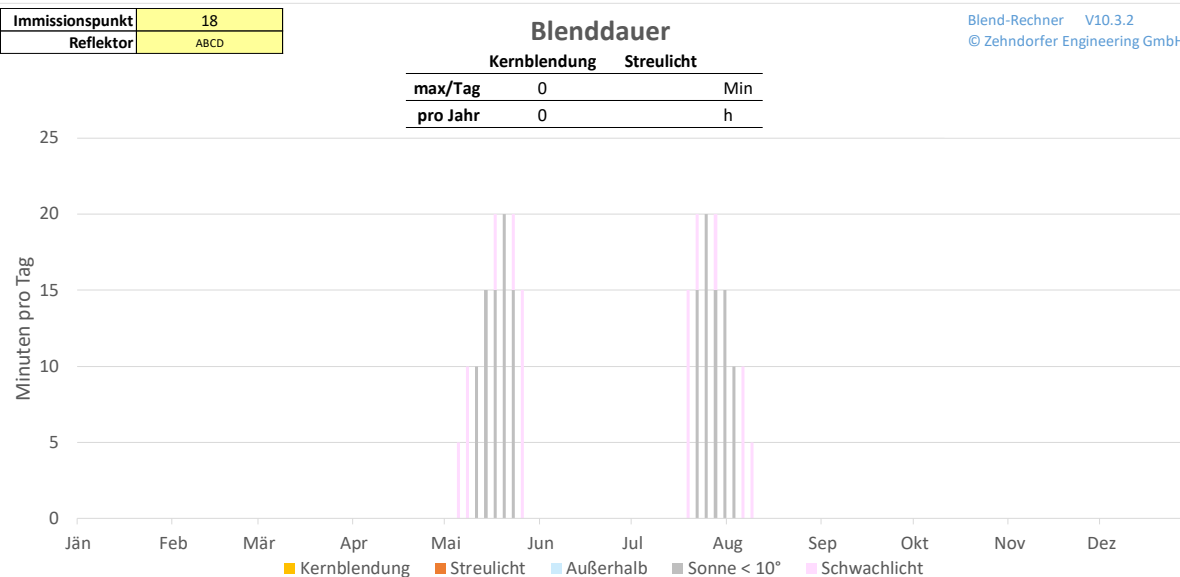
Sonnenreflexion

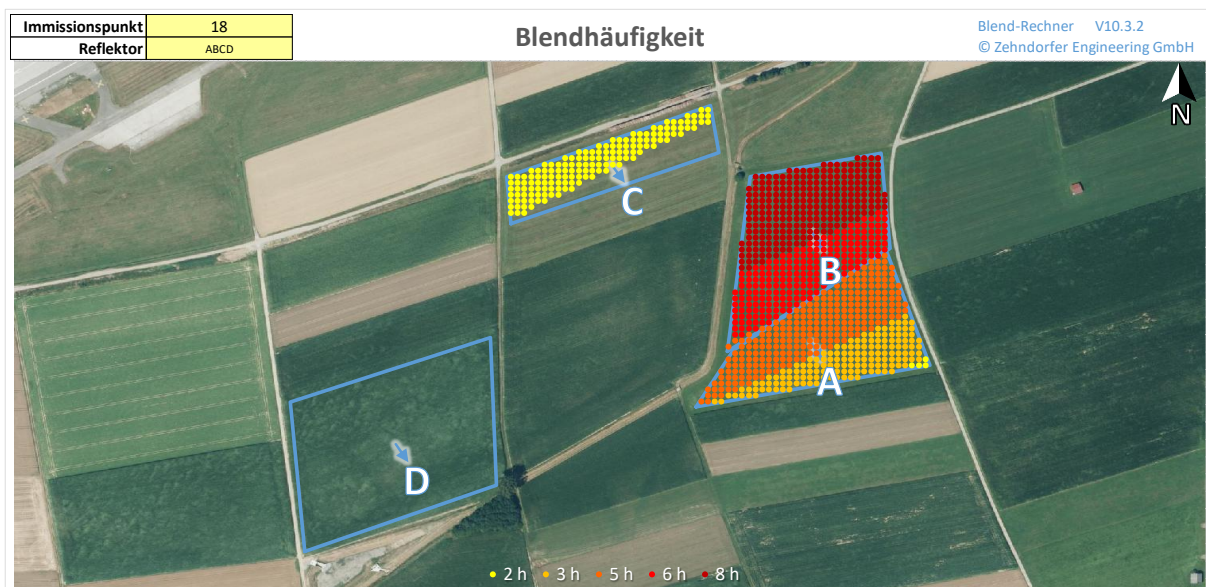
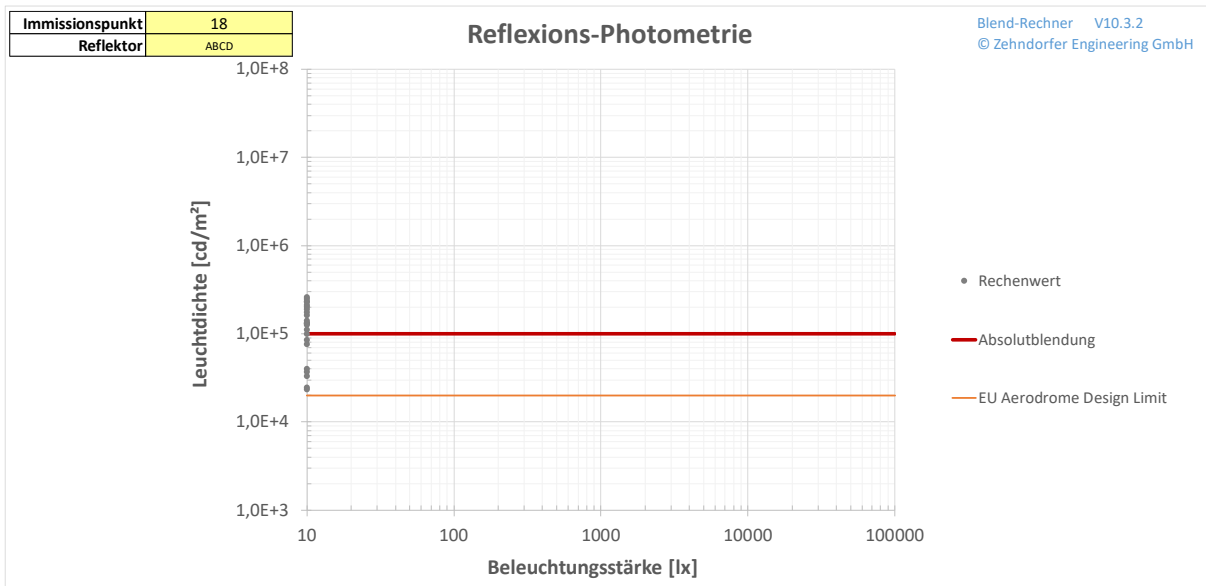
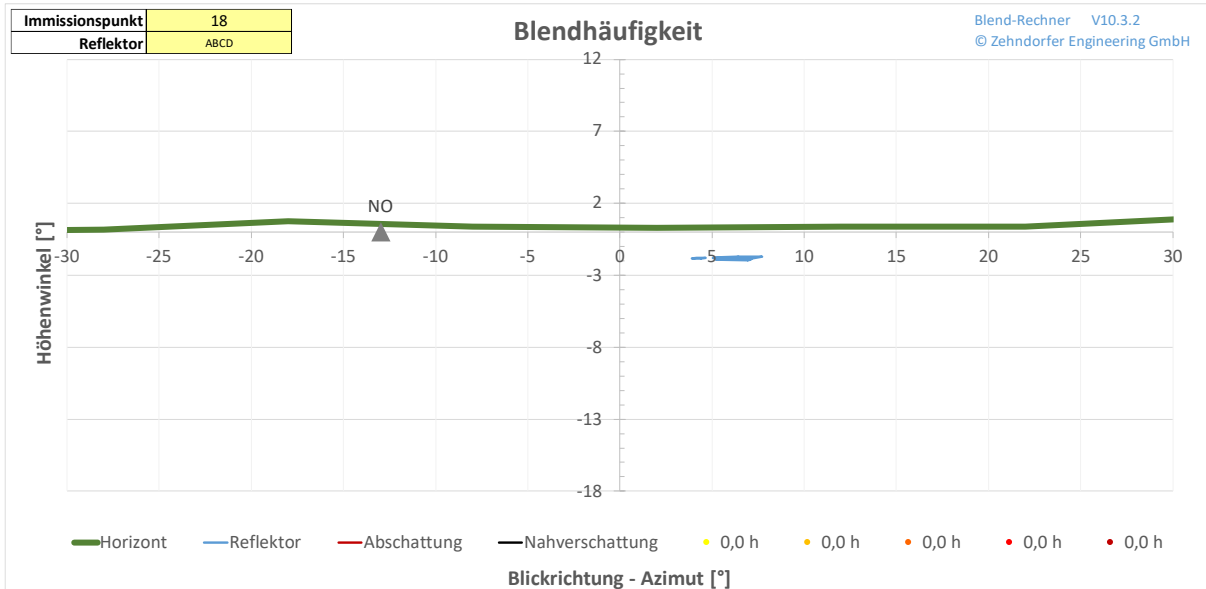
 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH


Sonnenstand

 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH


Blenddauer

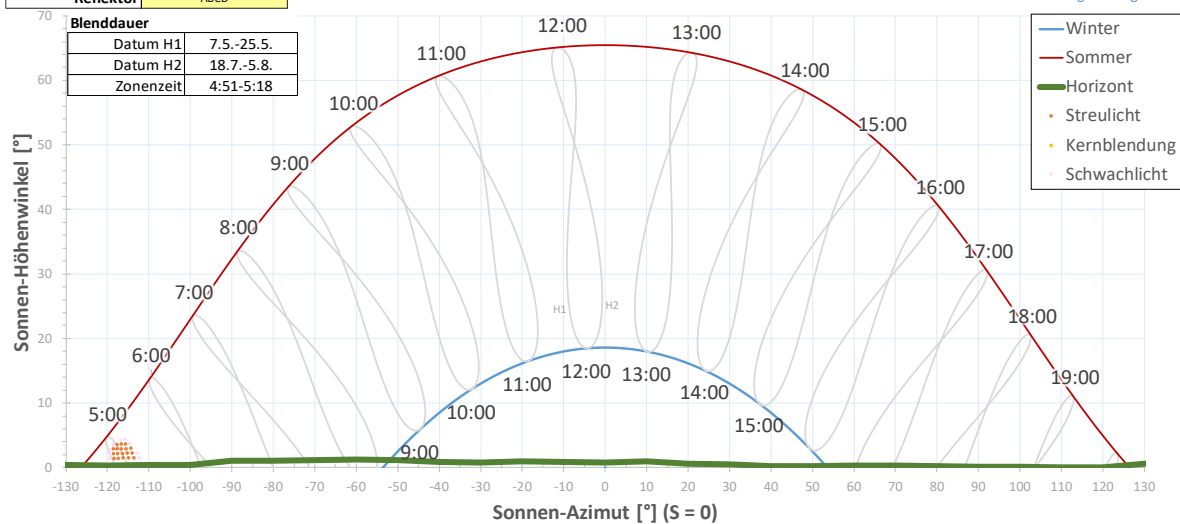
 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH




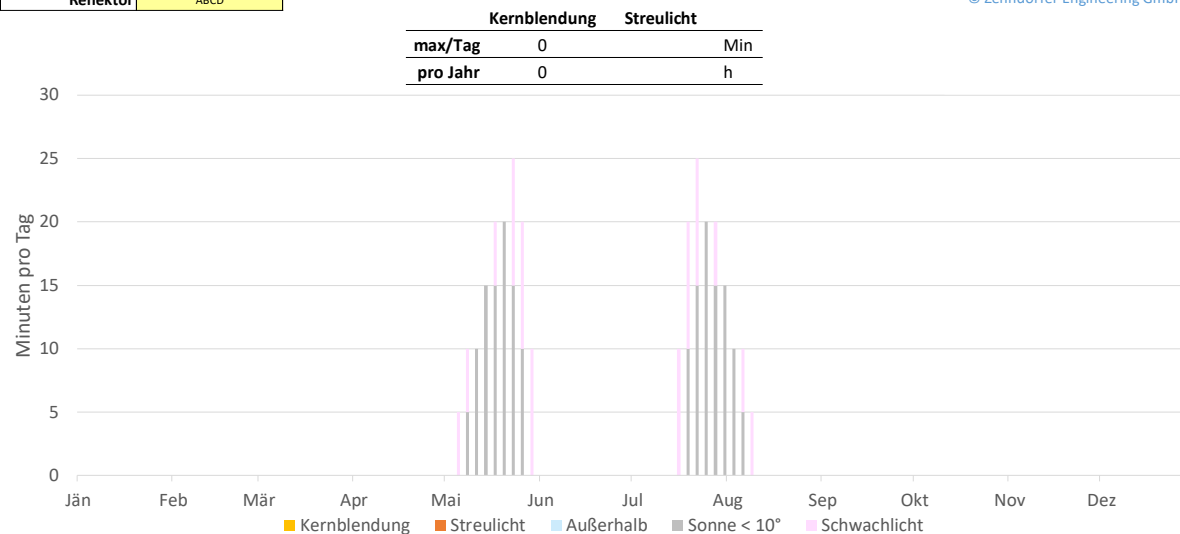
Sonnenreflexion

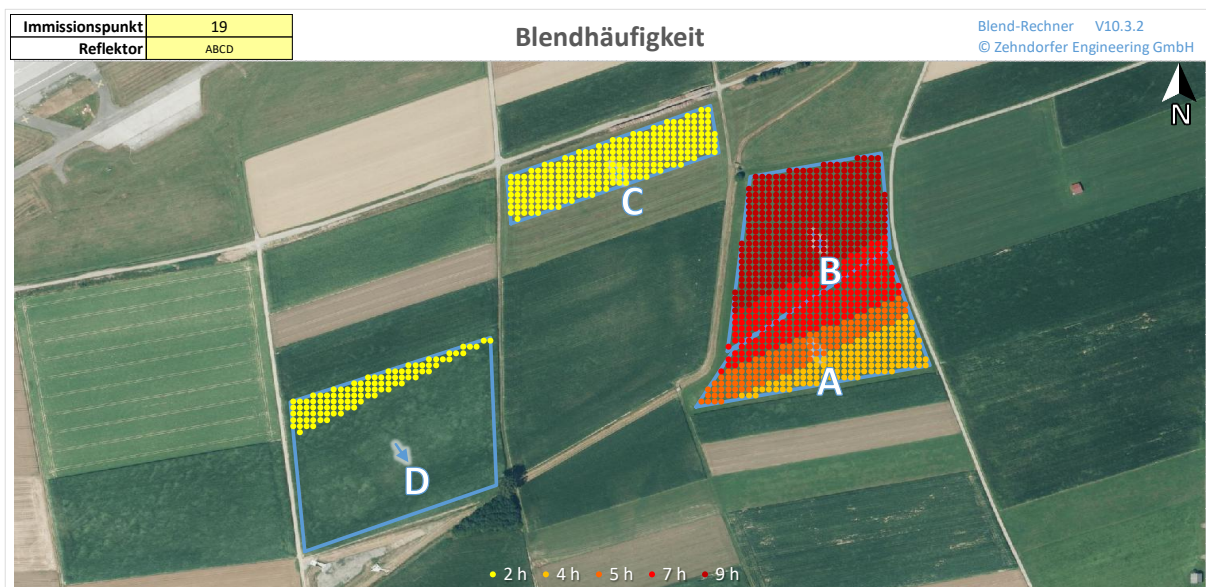
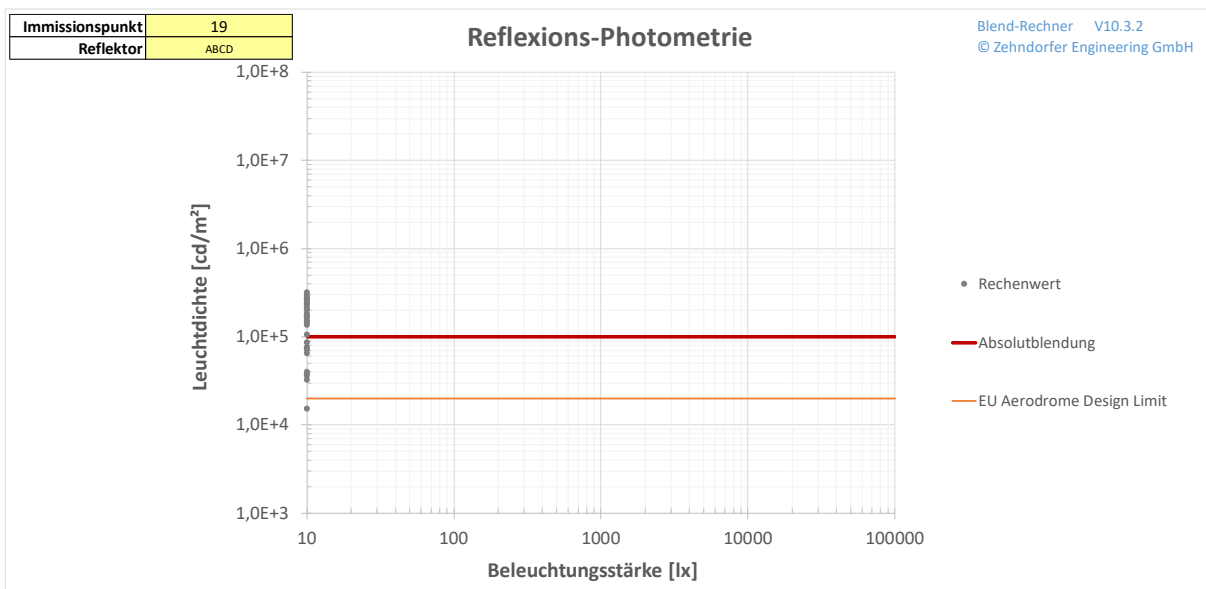
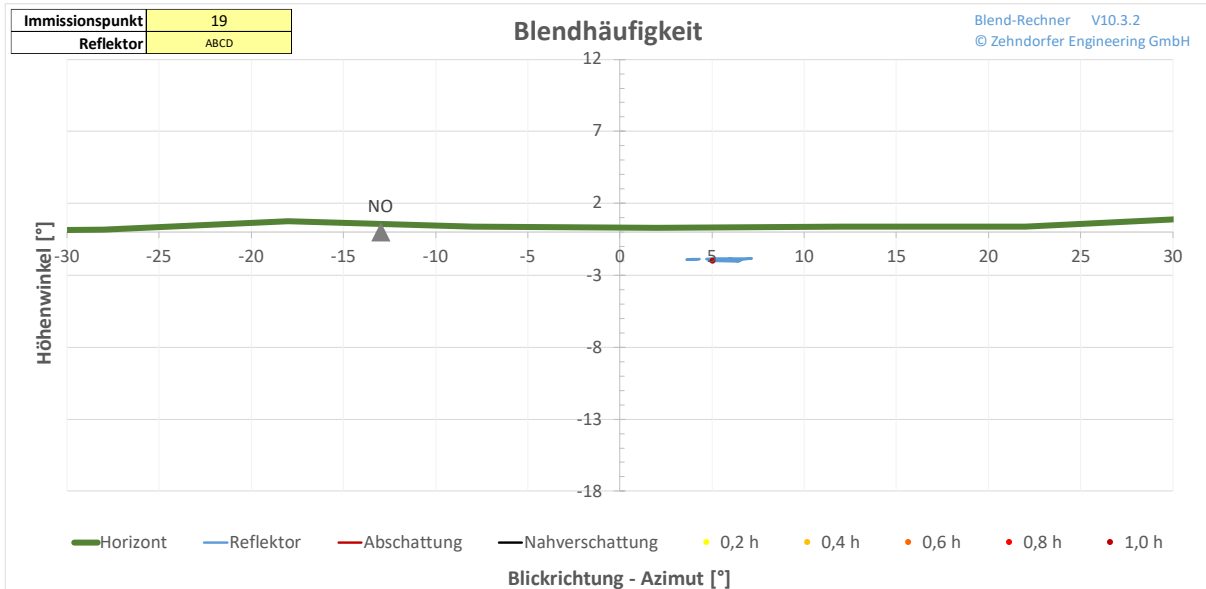
 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH


Sonnenstand

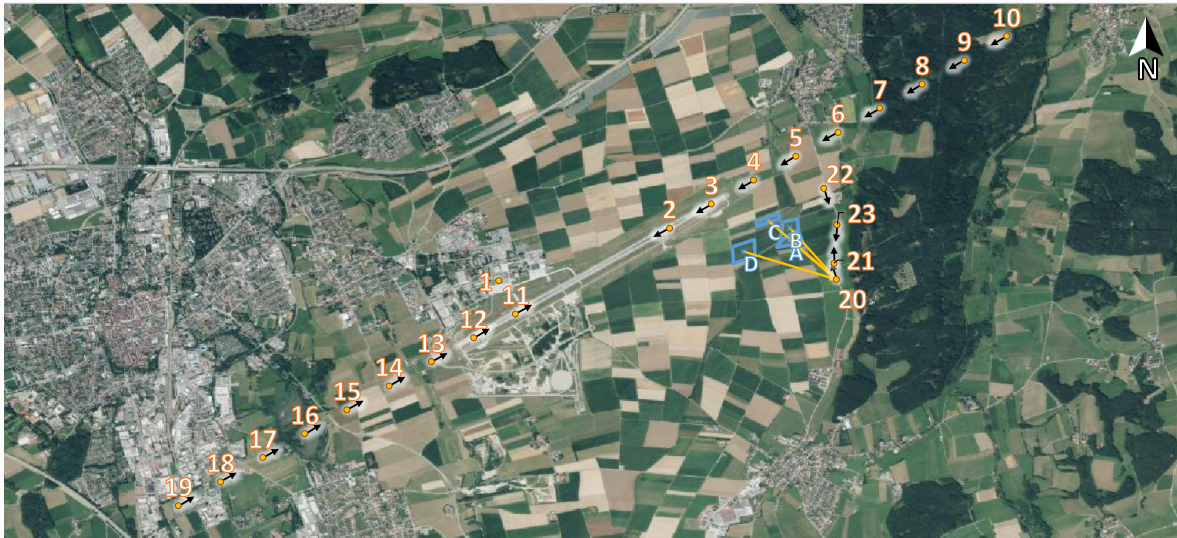
 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH


Blenddauer

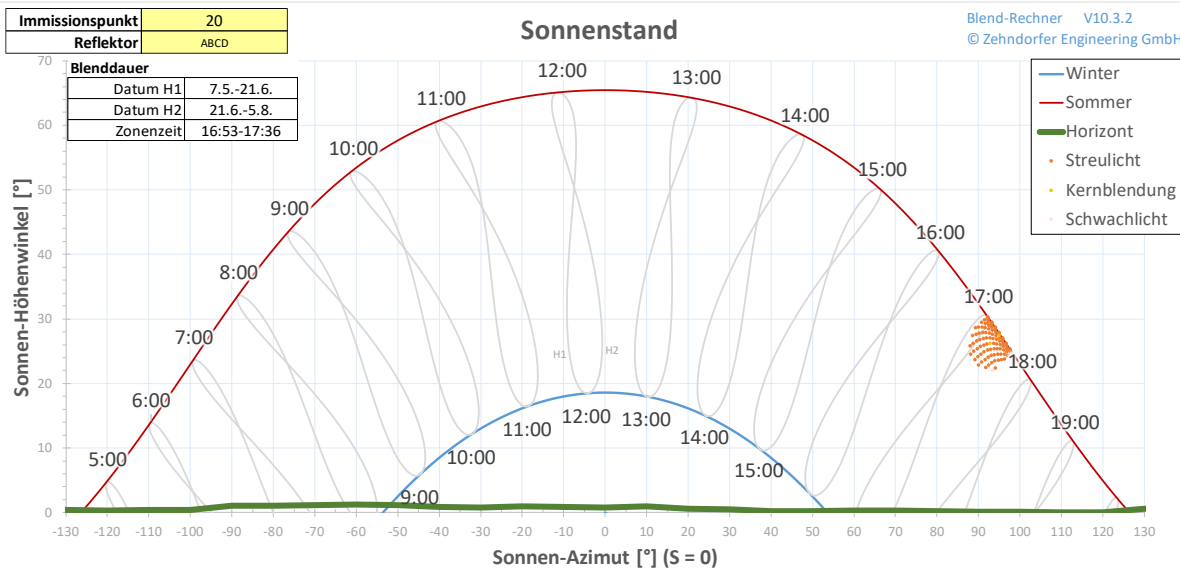
 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH




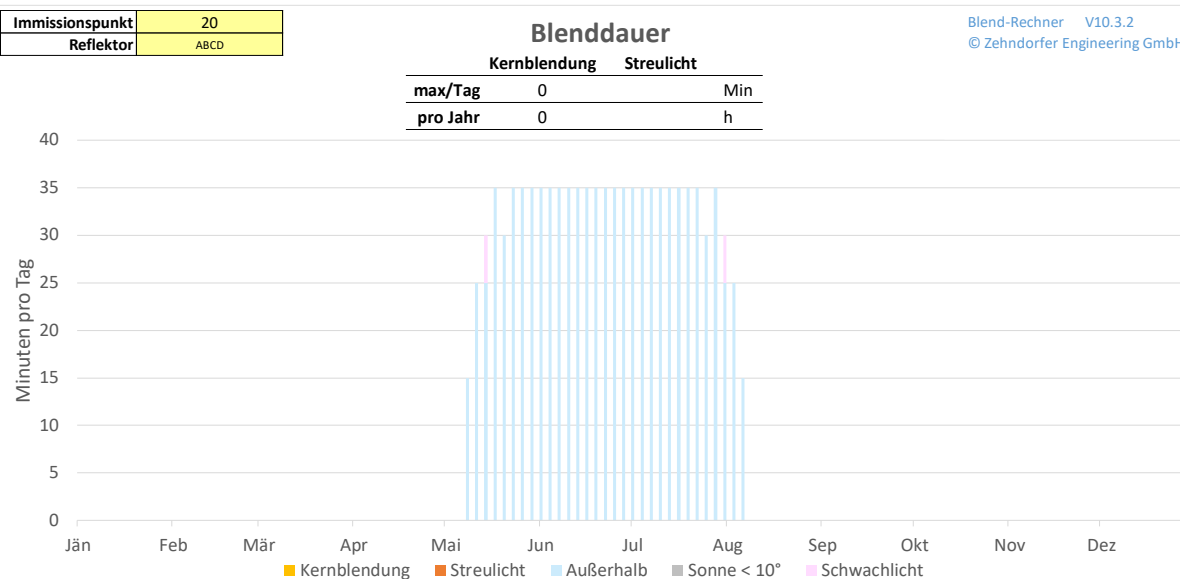
Sonnenreflexion

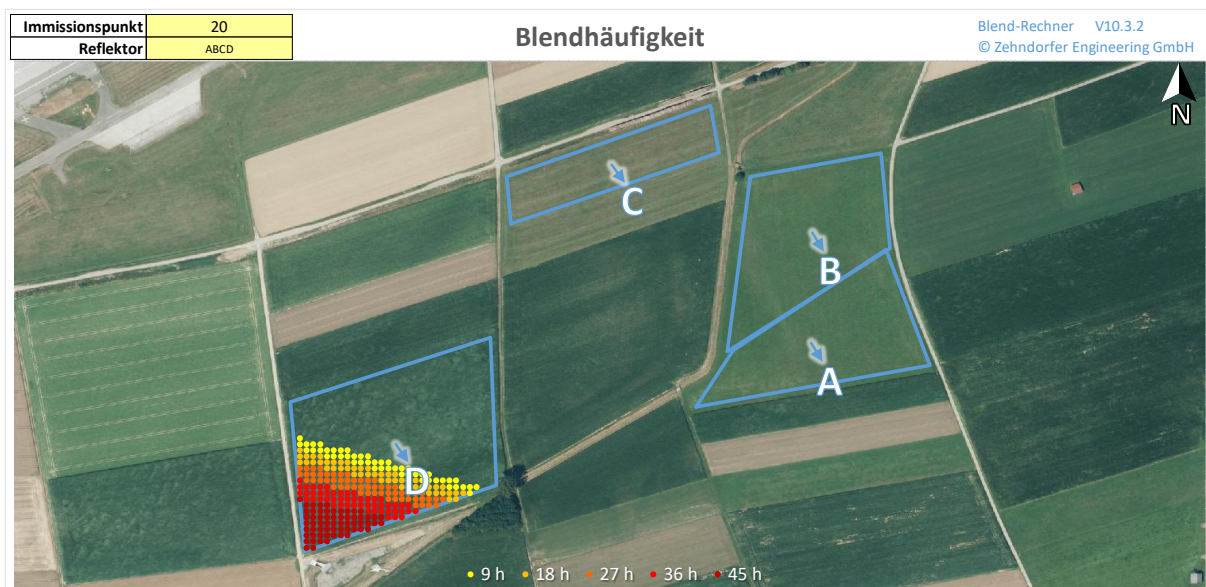
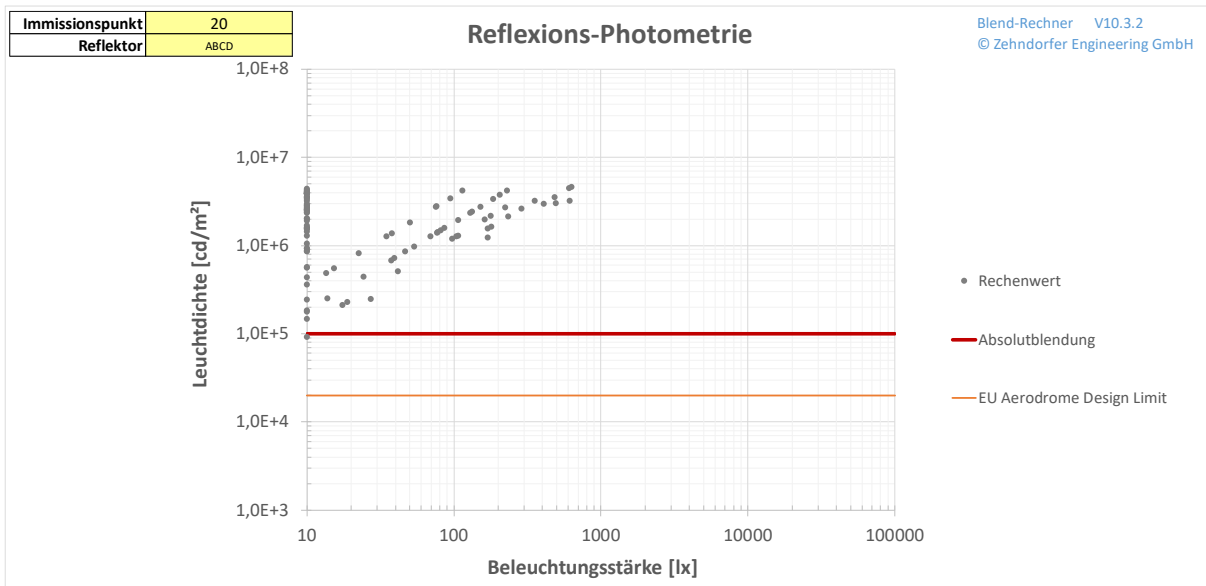
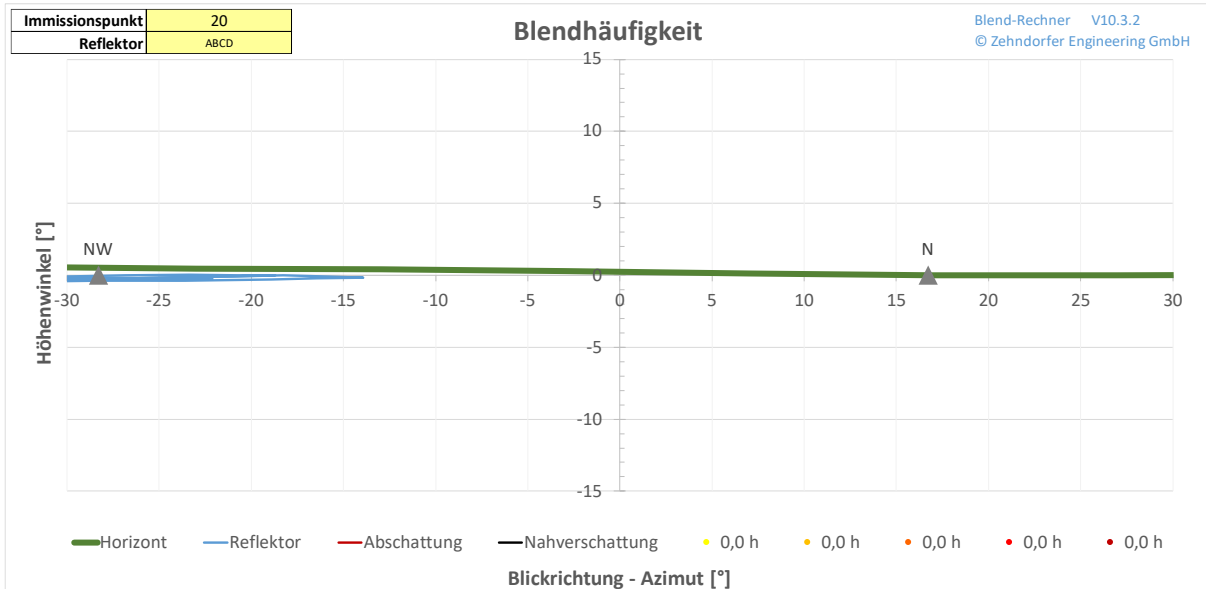
 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH


Sonnenstand

 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH


Blenddauer

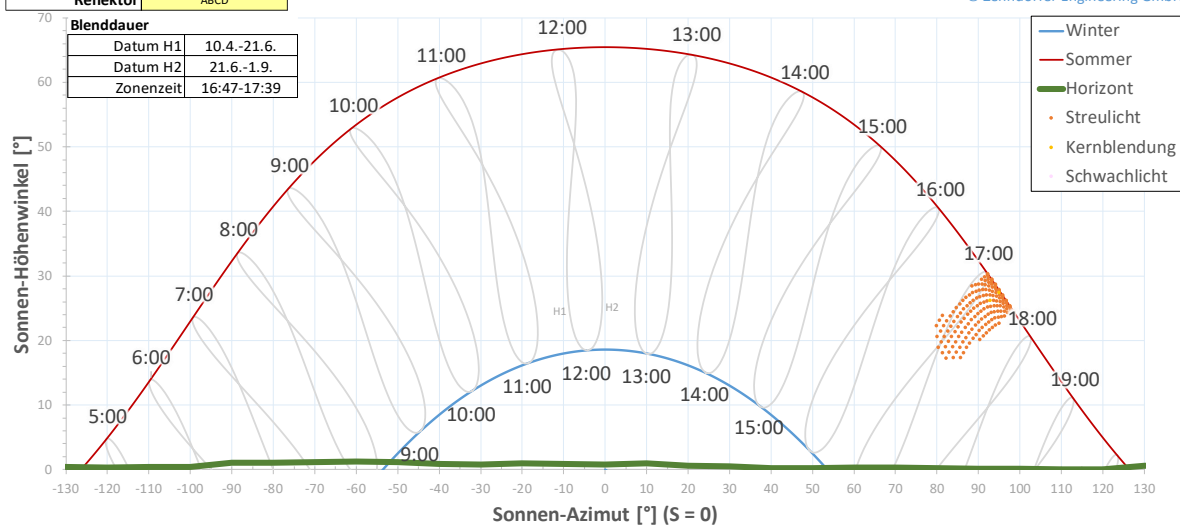
 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH




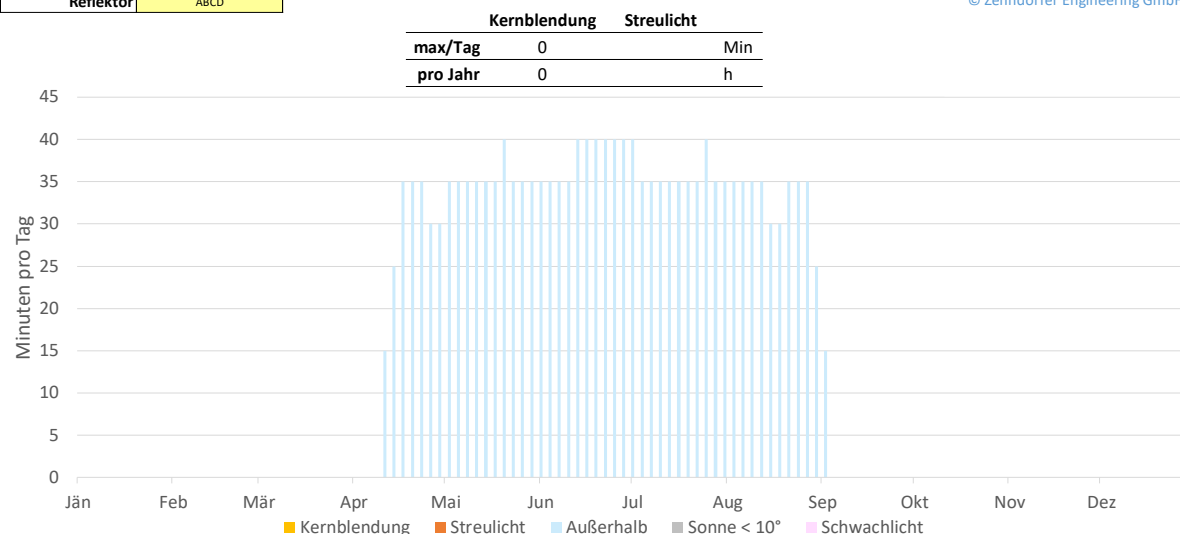
Sonnenreflexion

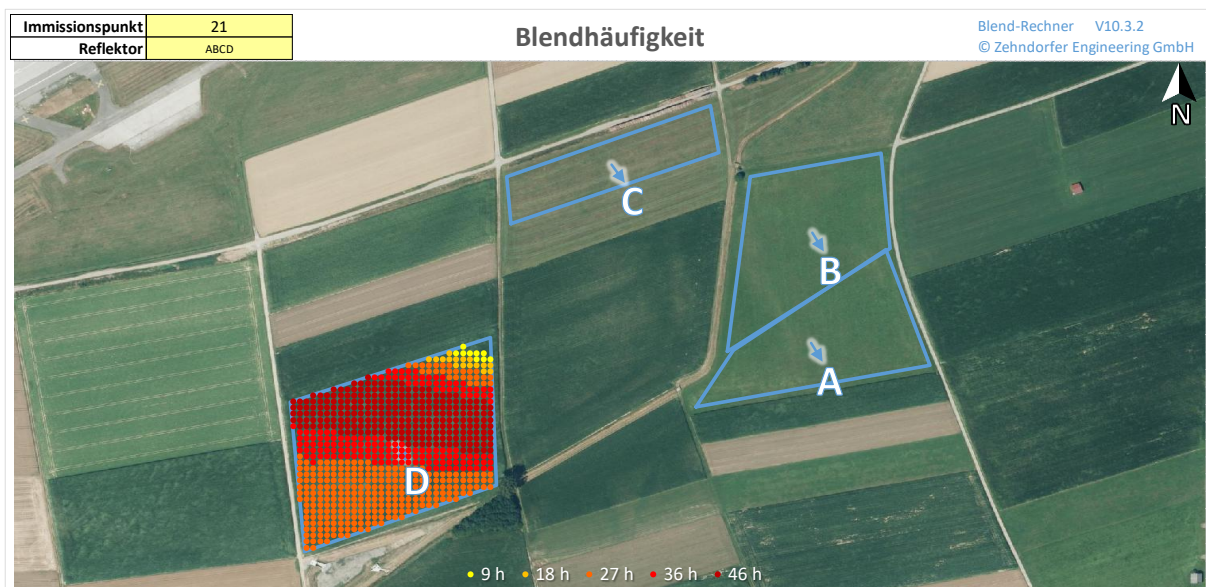
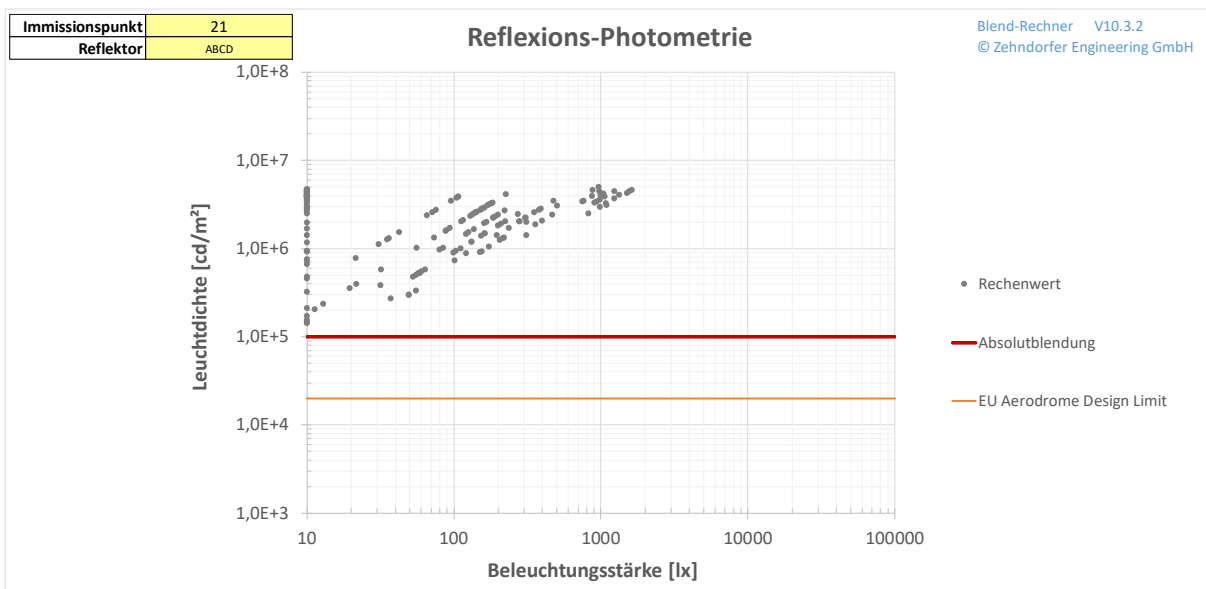
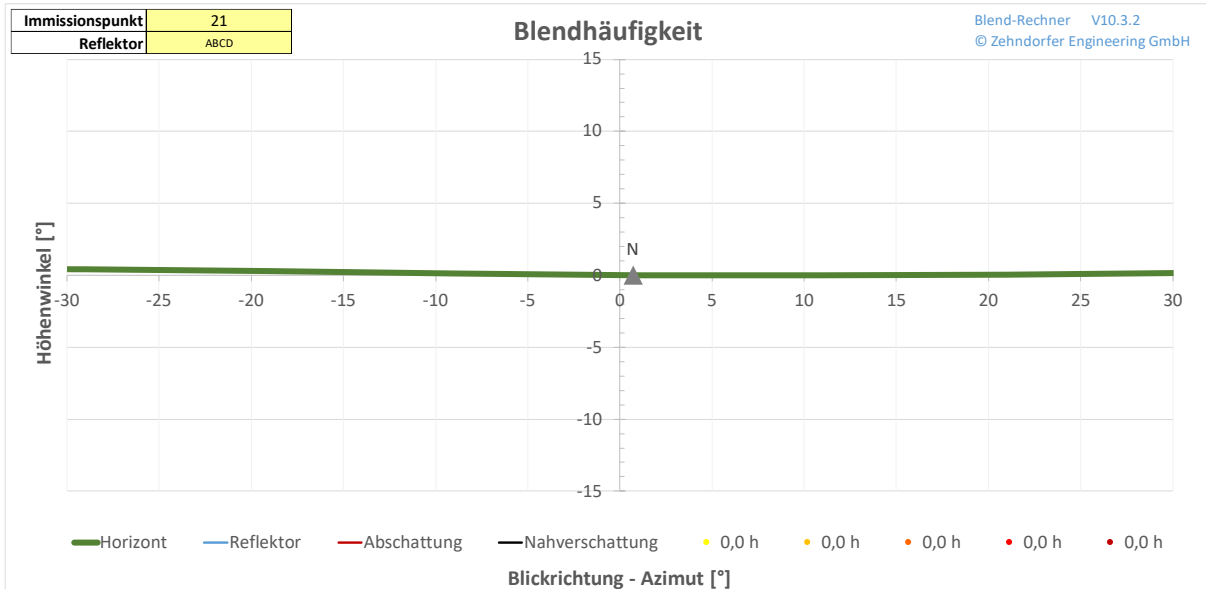
 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH


Sonnenstand

 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH


Blenddauer

 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH




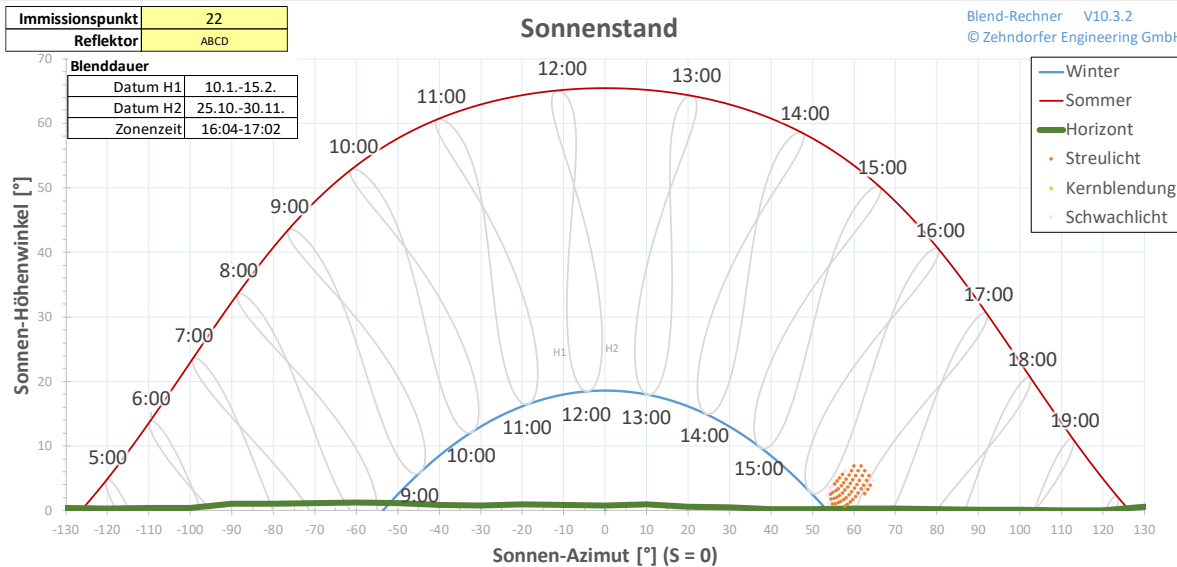
Sonnenreflexion

Blend-Rechner V10.3.2
© Zehndorfer Engineering GmbH



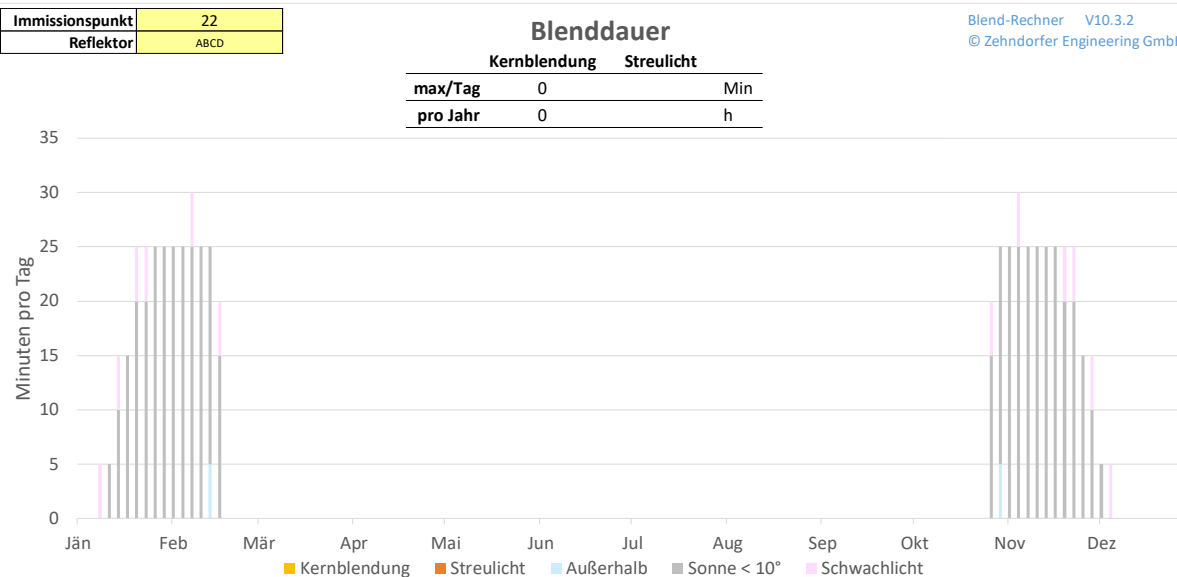
Sonnenstand

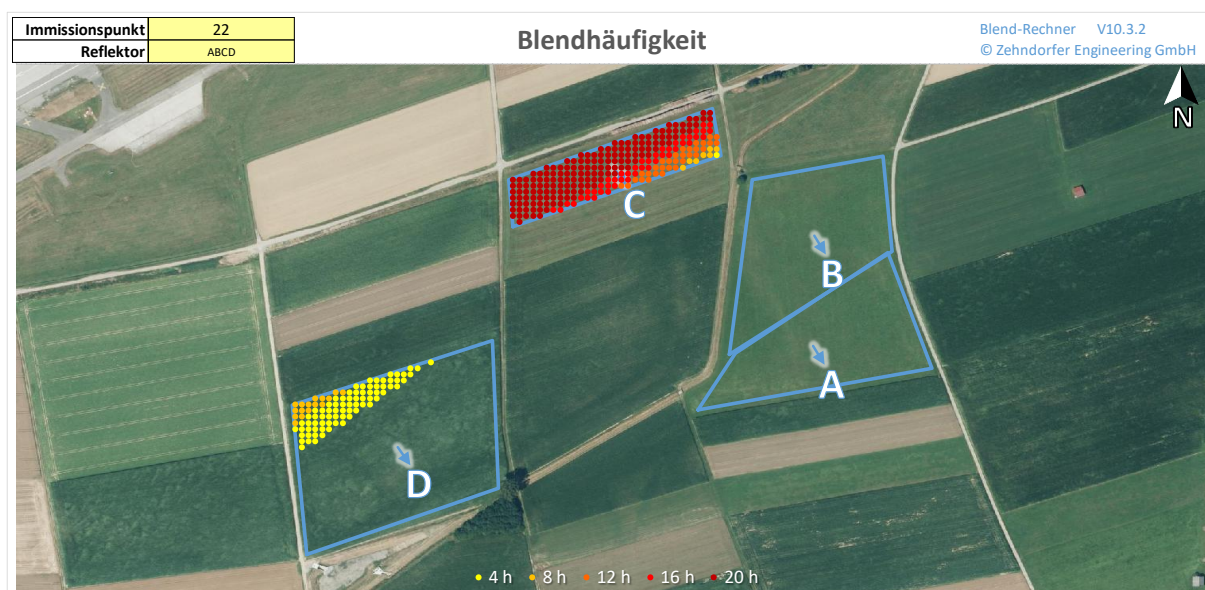
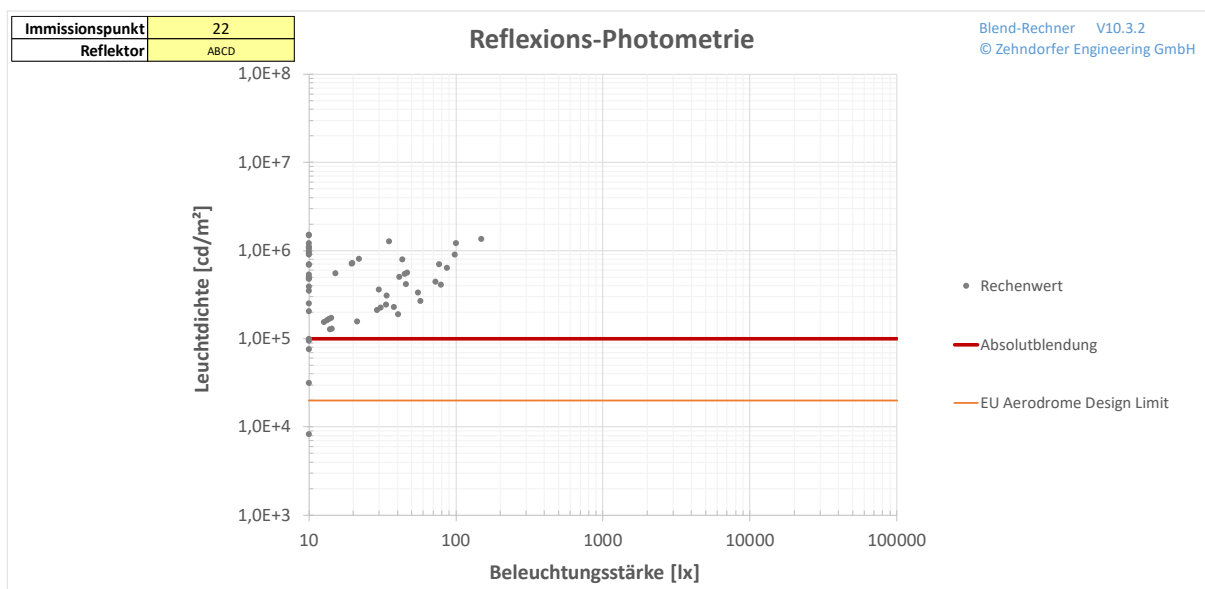
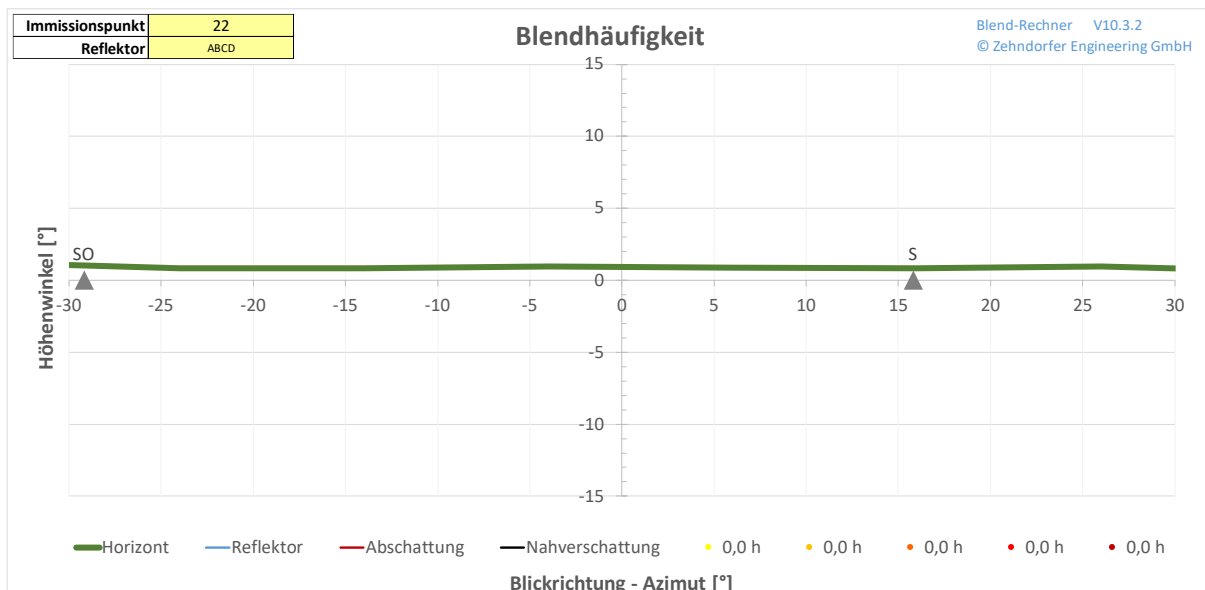
Blend-Rechner V10.3.2
© Zehndorfer Engineering GmbH



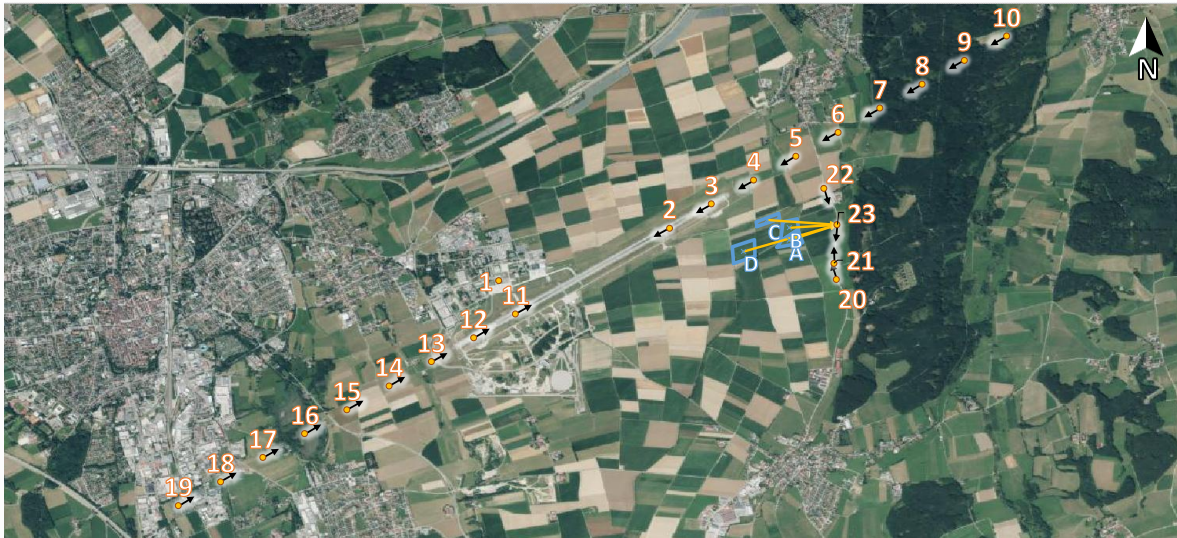
Blenddauer

Blend-Rechner V10.3.2
© Zehndorfer Engineering GmbH

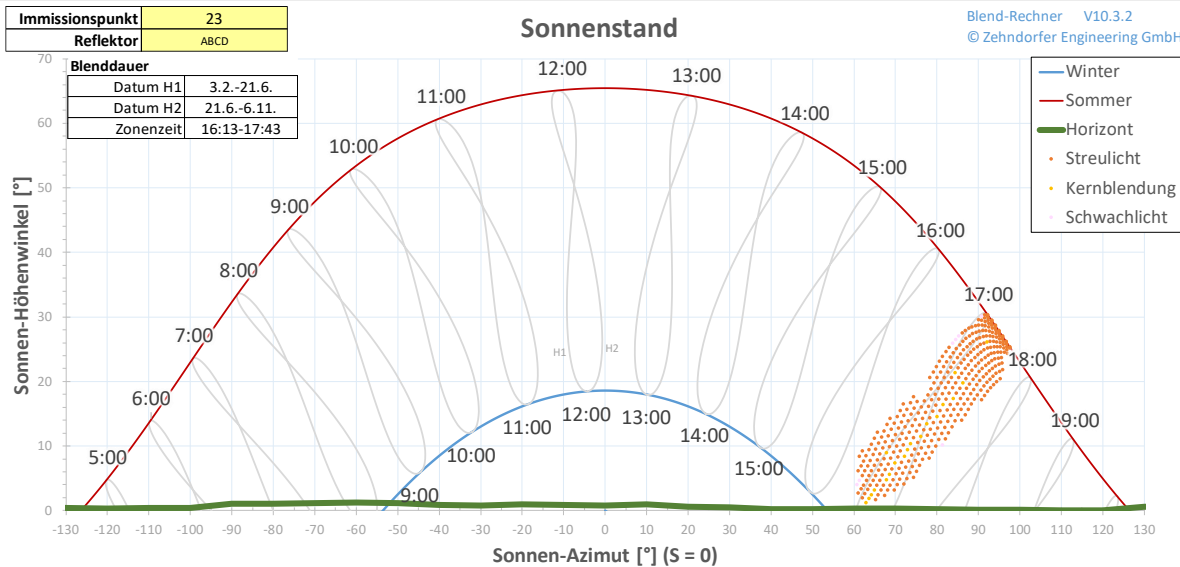




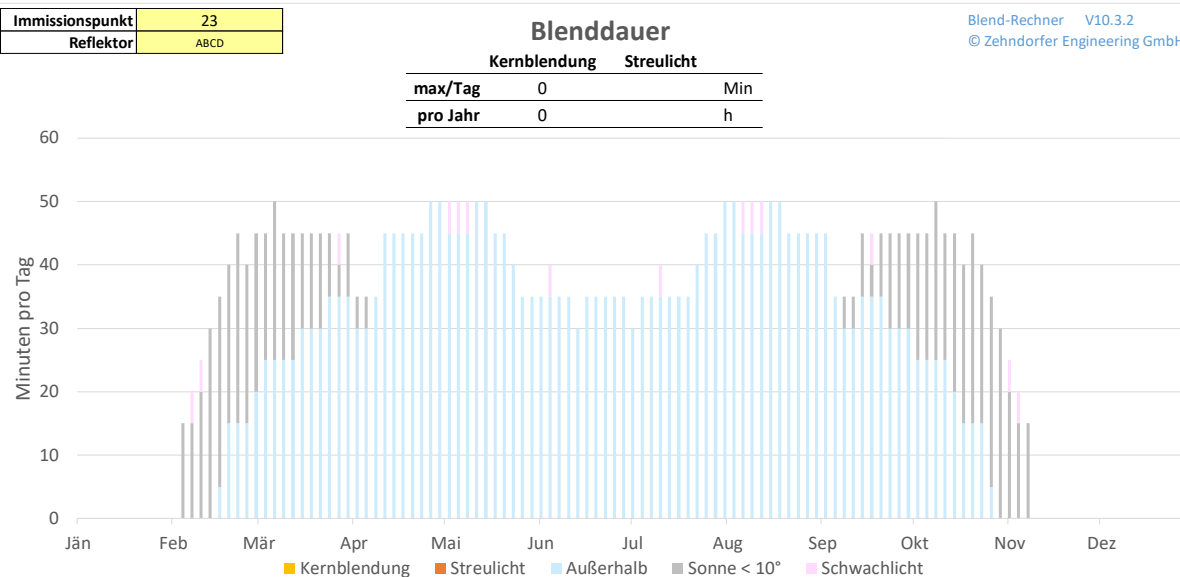
Sonnenreflexion

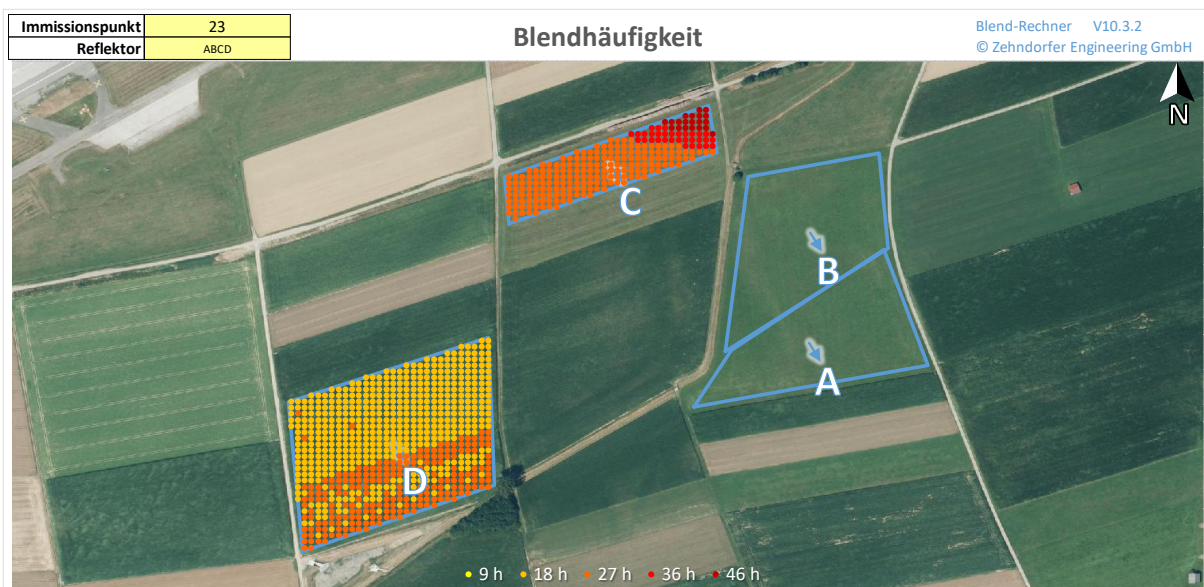
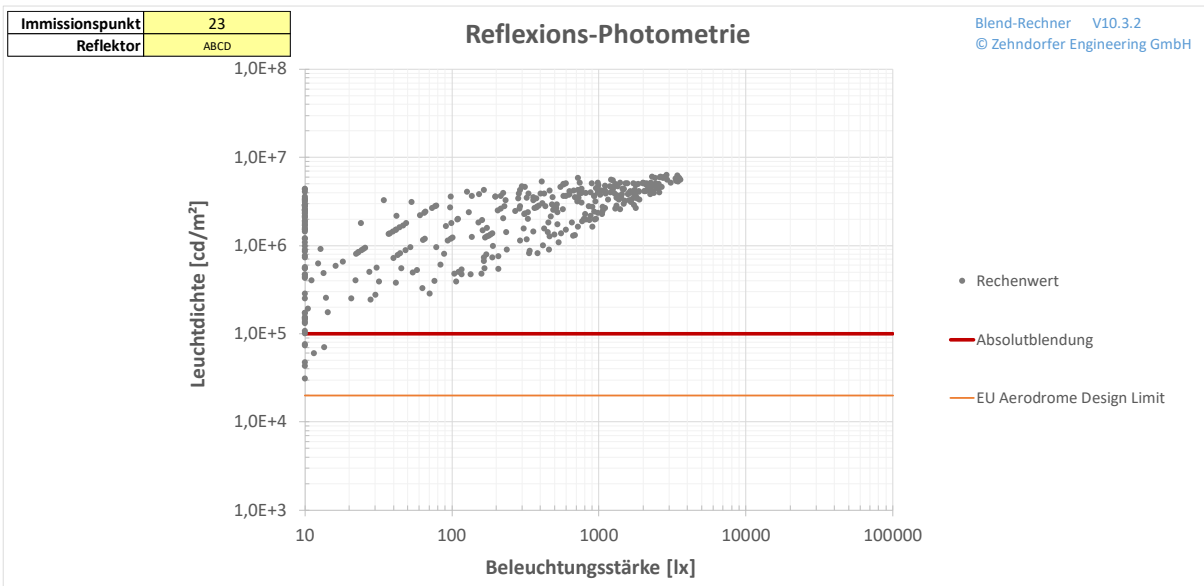
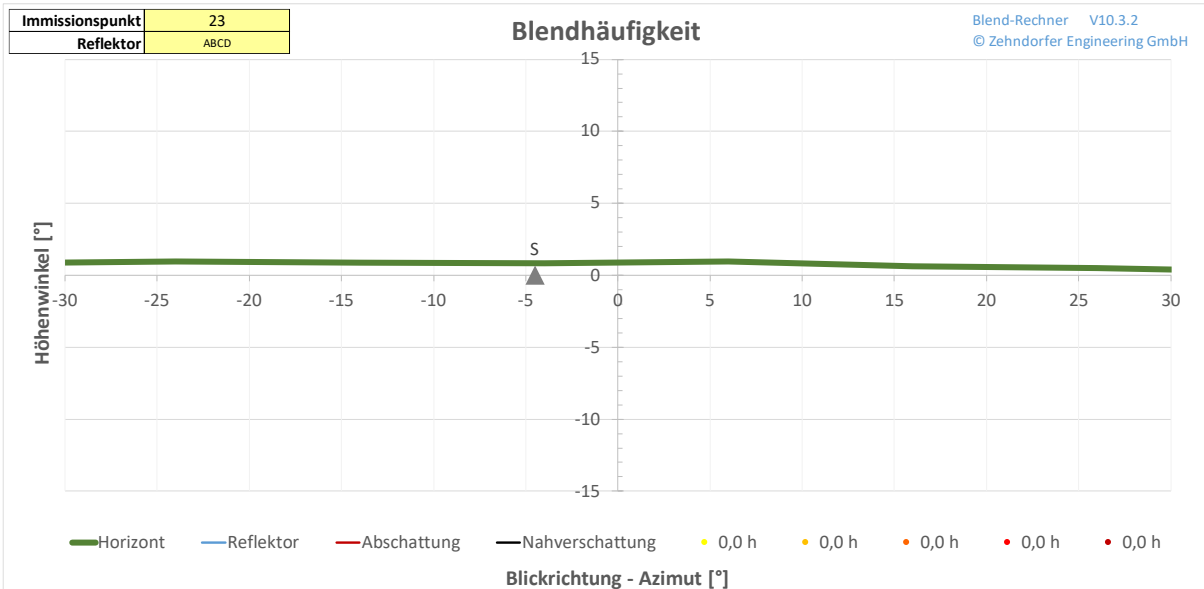
 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH


Sonnenstand

 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH


Blenddauer

 Blend-Rechner V10.3.2
 © Zehndorfer Engineering GmbH




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

