

Analyse der Blendwirkung der Solaranlage Rockethin

Im Auftrag von

Wattner Projektentwicklungsgesellschaft mbH

z.H. Fr. Nina Schimang

Maximinenstraße 6

50668 Köln

Gutachten ZE23204

März 2024



INHALT

1	Situationsbeschreibung.....	4
1.1	PROBLEMBESCHREIBUNG	4
1.2	ORTSBEZEICHNUNG UND LAGE DER PV-ANLAGE	4
1.3	MODULTYPE	6
1.4	UNTERSUCHTER RAUM	6
1.5	ABSCHATTUNGEN & VERDECKUNGEN	8
1.5.1	<i>Geländeprofil</i>	8
1.5.2	<i>Horizont</i>	8
1.5.3	<i>Bewuchs</i>	8
1.5.4	<i>Künstliche Abschattungen</i>	8
2	Blendberechnung	9
2.1	BEDINGUNGEN FÜR DIE BERECHNUNG.....	9
2.2	REFLEXIONSBERECHNUNG	9
2.3	ERKLÄRUNG DER ERGEBNISSE	11
2.4	SICHTBEZUG.....	11
2.5	BLENDWIRKUNG	12
2.5.1	<i>Größenverhältnisse</i>	12
2.5.2	<i>Richtung der Blendung</i>	13
2.5.3	<i>Blendstärke</i>	13
2.5.4	<i>Blenddauer</i>	14
2.5.5	<i>Subjektive Faktoren</i>	15
2.5.6	<i>Verkehrskritische Punkte</i>	15
2.5.7	<i>kritische Verkehrswege - Schienenfahrzeugverkehr</i>	16
2.5.8	<i>Ursprung der Reflexionen</i>	16
3	Beurteilung & Empfehlungen.....	17
3.1	BLENDREDUZIERENDE MAßNAHMEN.....	18
3.1.1	<i>Allgemeine Anmerkungen zur Blendreduktion</i>	18
	ANHANG 1 Definitionen	19
	ANHANG 2 Richtlinien, Vorschriften und Gesetze.....	20
	ANHANG 3 Methodik der Berechnung	22
	ANHANG 4 Vermessung der Umgebung.....	23
	ANHANG 5 Detail-Ergebnisse der Berechnungen	24
	ANHANG 5.1 OST/WEST ANLAGE	59
	1.1 <i>Anlage</i>	59
	1.2 <i>Ergebnisse</i>	60
	ANHANG 5.2 SICHTSCHUTZ	63
	1.3 <i>Anlage</i>	63
	1.4 <i>Ergebnisse</i>	64
	ANHANG 5.3 KLEINERE ANLAGE & SICHTSCHUTZ.....	75
	1.5 <i>Anlage</i>	Fehler! Textmarke nicht definiert.
	1.6 <i>Ergebnisse</i>	76

Zusammenfassung

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

Durch die PV-Anlage werden Blendungen des Bahn- und Straßenverkehrs auftreten, weshalb blendreduzierende Maßnahmen empfohlen werden.

Bei Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen werden keine gefährlichen Blendungen in Richtung der Bahn oder des Straßenverkehrs stattfinden. Die Nachbarschaft wird keiner erheblichen Blendwirkung ausgesetzt.

Versionsverlauf

Version	Datum	Beschreibung
1.0	11.1.2024	ursprüngliche Fassung
1.1	15.3.2024	inkl. finale Planung

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.

Copyright

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

1 Situationsbeschreibung

1.1 Problembeschreibung

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

Lichtsignale der Bahn bestehen aus einem Hauptsignal (auf dessen Höhe im Bedarfsfall zu halten ist) und einem Vorsignal, das dem Hauptsignal um den Bremsweg (abhängig von der zugelassenen Höchstgeschwindigkeit) vorgelagert ist. Der Triebfahrzeugführer muss die Stellung („Halt“ oder „Frei“) beider Signale einwandfrei erkennen können – kann er dies nicht, so muss er die Bremsung einleiten, sodass er beim Haltsignal in jedem Fall zum Stehen kommen kann.

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

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

1.2 Ortsbezeichnung und Lage der PV-Anlage

Die geplante Freiflächen-Photovoltaik-Anlage liegt in der Gemeinde 29410 Salzwedel, Landkreis Altenmarktkreis Salzwedel (Gemarkung Andorf, Flur 3 und 4) nördlich der Bahnstrecke.

Abbildung 1 Situation

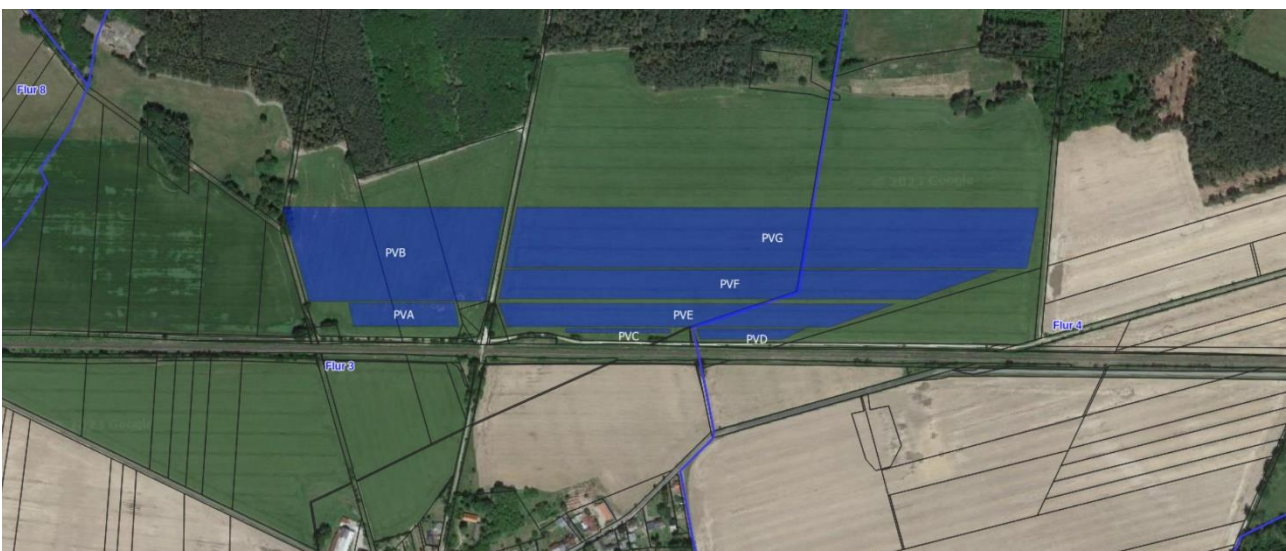


Abbildung 2 Modulbelegungsplan



Abbildung 3 Modultischkonfiguration

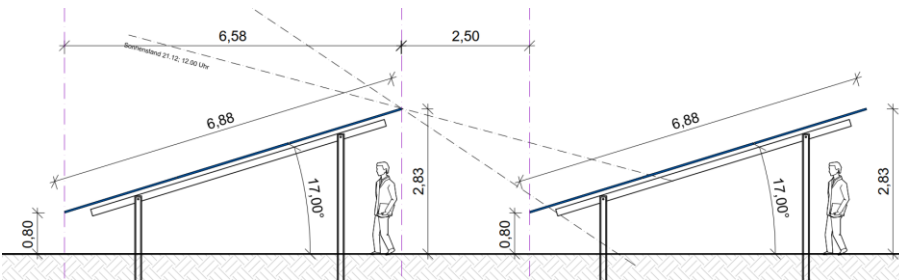
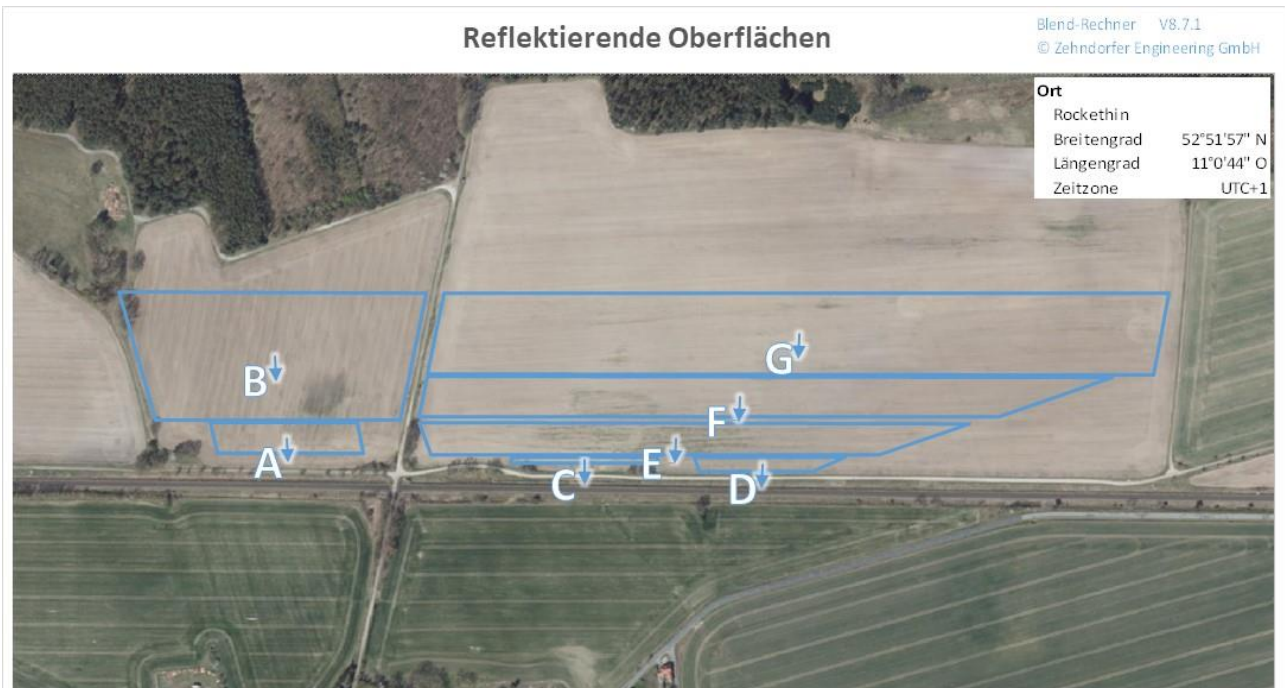


Abbildung 4 Modellierung der reflektierenden Flächen



Die reflektierenden Flächen werden für die Berechnung in mehreren Vierecken modelliert.

Abbildung 5 Ausrichtung der PV-Module (nicht maßstabgetreu)

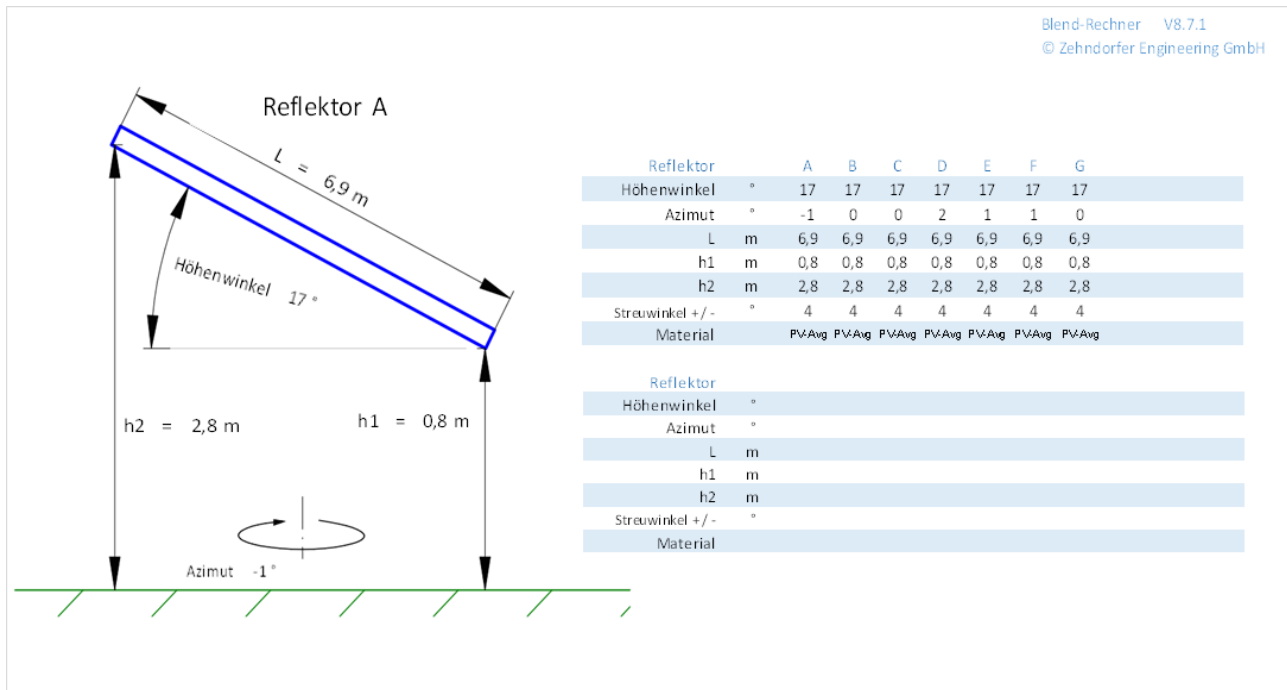


Abbildung 4 und Abbildung 5 zeigen die Ausrichtung des PV-Feldes im Raum¹. Die Module sind in Richtung - Süden mit 17° geneigt aufgeständert. Sie sind auf mehrreihigen Modultischen, mit der Oberkante bei ca. 2,8 m angeordnet.

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

1.3 Modultype

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

1.4 Untersucher Raum

Die Immissionspunkte (IP) sind jene Punkte, für die die Blendberechnung durchgeführt wird. Die zu untersuchenden Punkte liegen auf der Bahntrasse 6899 Amerikalinie in beiden Richtungen (2,5m über den Gleisen, siehe Anhang 4).

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

Abbildung 6 Immissionspunkte (fern)

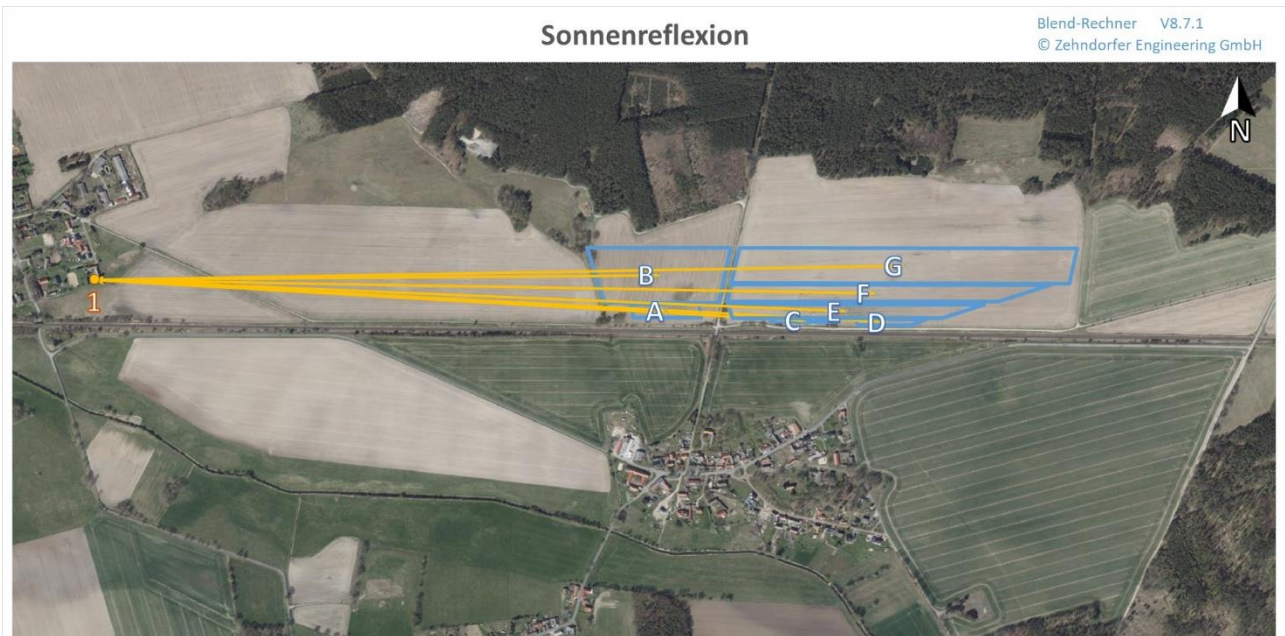


Abbildung 7 Immissionspunkte (nahe)

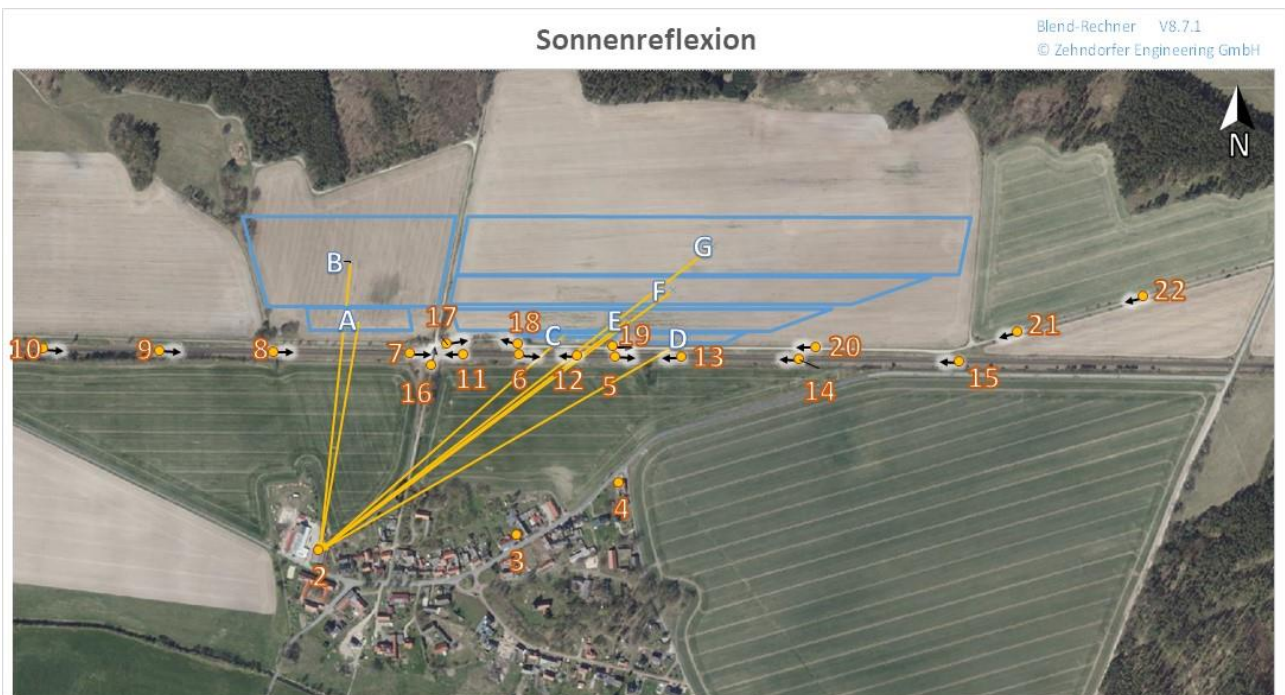


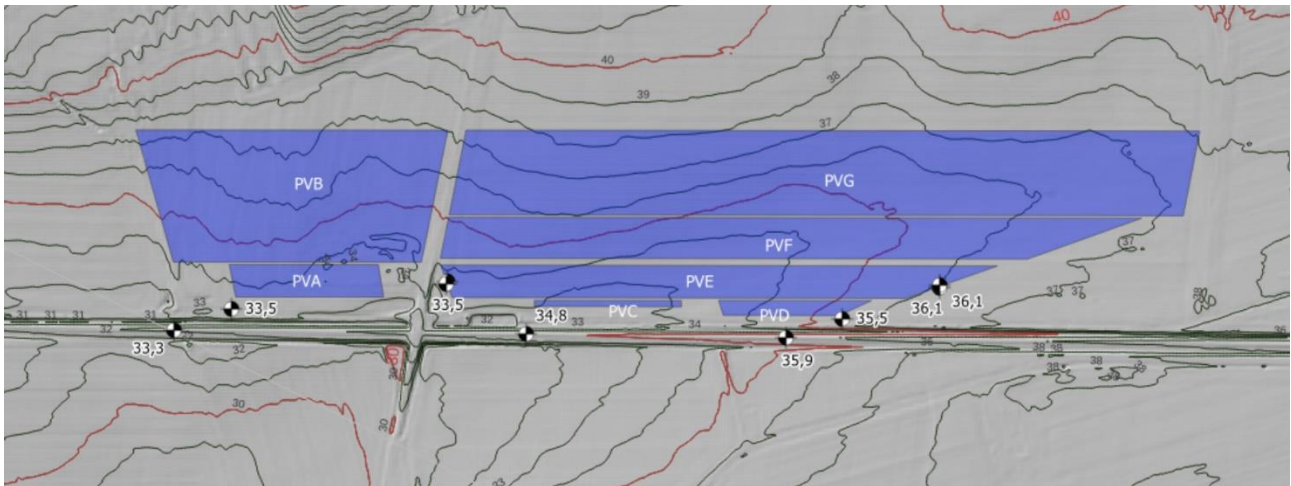
Abbildung 6 zeigt die Lage der Immissionspunkte (IP) und des PV-Feldes. Die Immissionspunkte wurden unter dem Kriterium ausgewählt, dass eine Sichtverbindung zur Vorderseite der PV-Module gegeben sein muss. Die detaillierte Vermessung der relevanten Umgebung ist in Anhang 4 zu finden.

1.5 Abschattungen & Verdeckungen

1.5.1 Geländeprofil

Das umliegende Geländeprofil ist relativ flach. Die Bahntrasse liegt an der fraglichen Stelle auf etwa gleicher Höhe wie die Anlage. Das Gelände der PV-Anlage steigt nach Norden leicht an. Es gibt keine Geländekanten, die den Blick auf die PV-Anlage verhindern würden.

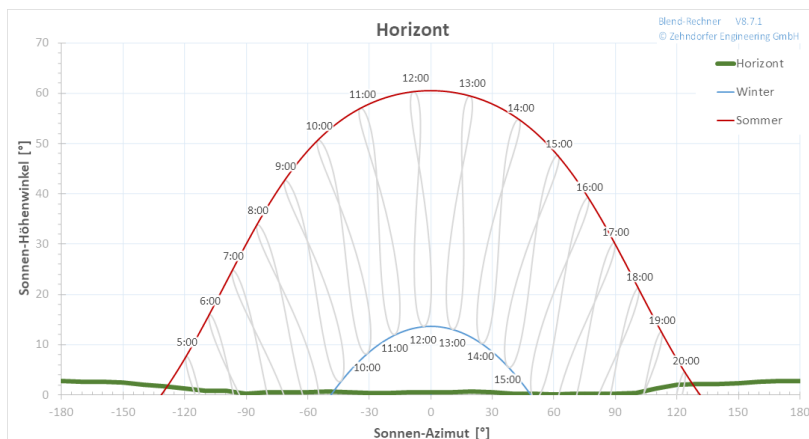
Abbildung 8 Gelände-schummerung



1.5.2 Horizont

Die Umgebung der PV-Anlage ist beinahe eben, die Sonnenstunden werden nicht reduziert.

Abbildung 9 Horizont



1.5.3 Bewuchs

Zwischen der Reflexionsfläche und den IP stehen vereinzelt Bäume, die den Blick auf die PV-Anlage jedoch nicht verhindern. Die Blendberechnung wurde ohne die Wirkung von eventuellem Bewuchs durchgeführt.

1.5.4 Künstliche Abschattungen

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

2 Blendberechnung

2.1 Bedingungen für die Berechnung

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

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

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 IP12 betrachtet.

Abbildung 10 Reflexion der Solar Anlage

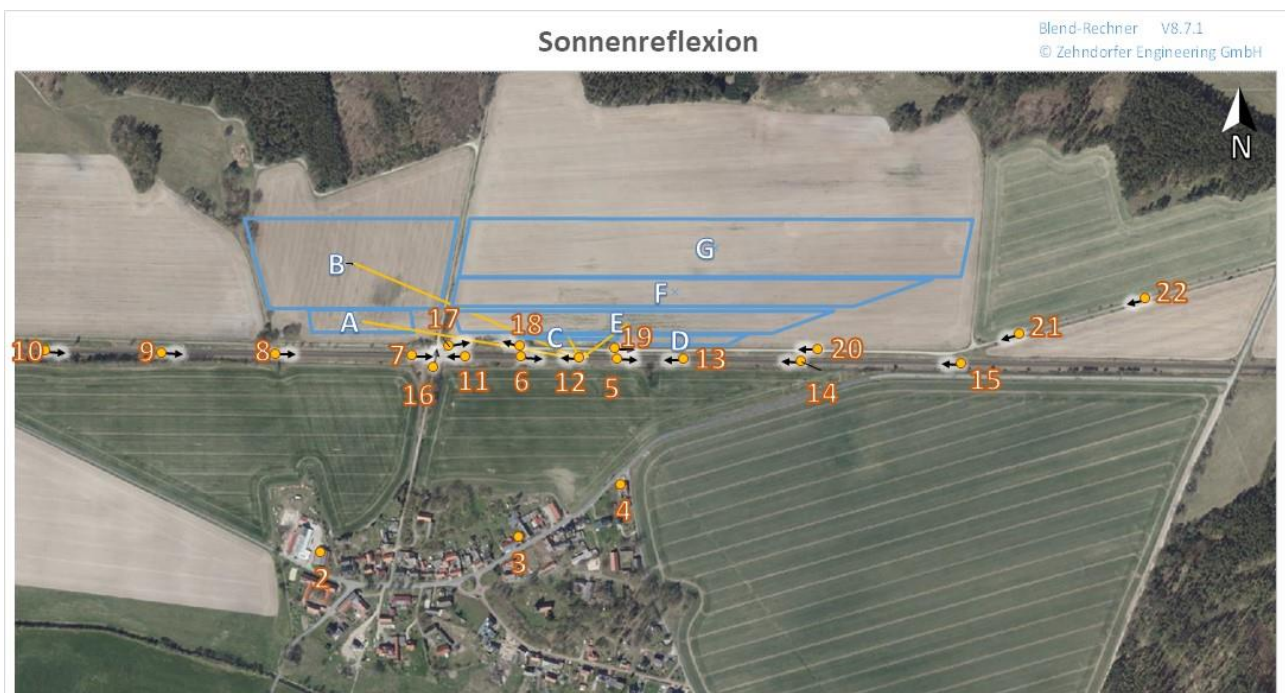
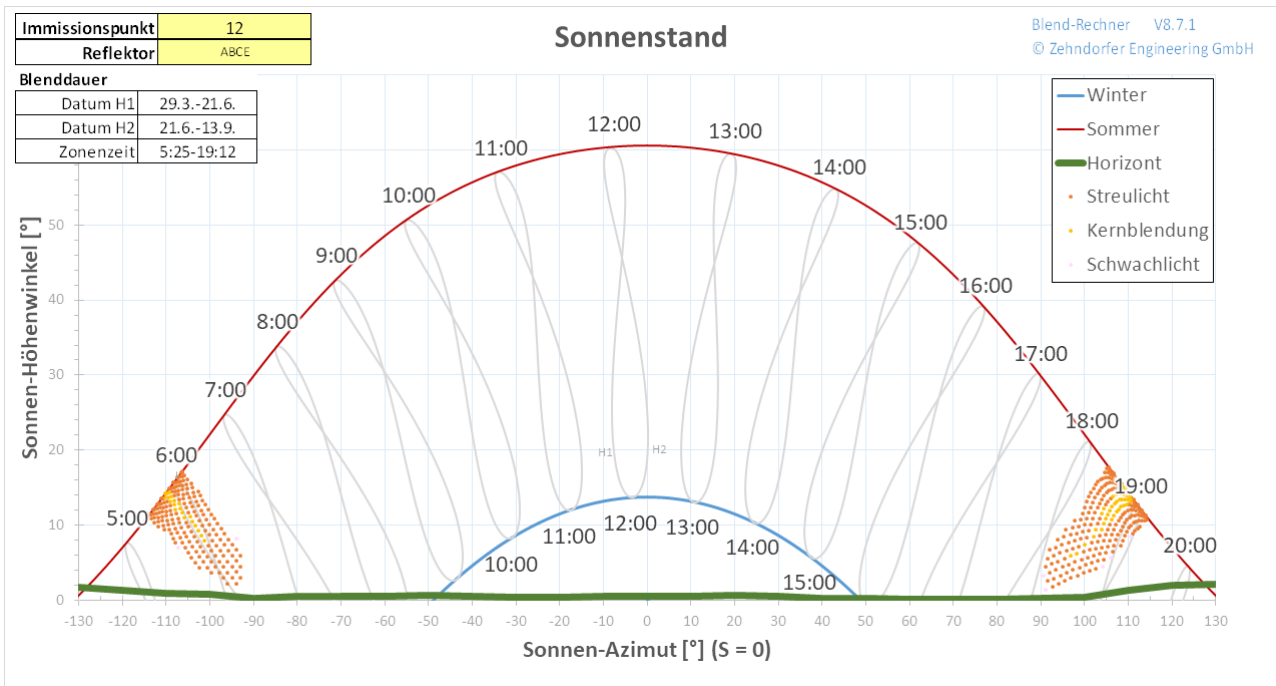


Abbildung 10 stellt die Immissionspunkte und den Strahlengang von eventuellen Reflexionen dar.

Abbildung 11 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 11 Sonnenwinkel bei Blendung



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

Reflektor	ABCE	
Immissionspunkt	12	
Distanz	m	30
Höhenwinkel	°	0
Raumwinkel	msr	122
Datum H1	29.3.-21.6.	
Datum H2	21.6.-13.9.	
Zeit	5:25-19:12	
Kernblendung	min / Tag	5
Kernblendung	h / Jahr	0
Streulicht	min / Tag	25
Streulicht	h / Jahr	20
Sonne-Reflektor-Winkel (max)	°	25
Blendung - Blickwinkel (min)	°	5
Leuchtdichte (max)	[k cd/m ²]	6 293
Retinale Einstrahlung (max)	[mW/cm ²]	49
Beleuchtungsstärke (max)	[lx]	10 648

2.3 Erklärung der Ergebnisse

Distanz	Die Distanz zwischen Mittelpunkt des Reflektors und Immissionspunkt in Meter
Höhenwinkel	Der Höhenwinkel des Reflektors über dem Immissionspunkt. 0° bedeutet, dass sich der Reflektor auf gleicher Höhe wie der Immissionspunkt befindet.
Raumwinkel	Der Raumwinkel (gemessen in Milliradian) ist ein Maß für die sichtbare Größe eines Objektes. Er wird berechnet, indem man die sichtbare Fläche eines Objektes durch das Quadrat dessen Abstandes dividiert.
Datum H1/H2	Gibt genau jene Zeitspanne an, an welcher Blendung über den Reflektor erfolgt
Zeit	Die maximale Zeitspanne, bei welcher Blendung über den Reflektor erfolgt
Kernblendung	Die Dauer der Blendung durch direkte Spiegelung der Sonne am Reflektor, in Minuten pro Tag bzw. Stunden pro Jahr
Streulicht	Die Dauer der Blendung durch gestreutes Licht der Sonne, an der unebenen Oberfläche des Reflektors in Minuten pro Tag bzw. Stunden pro Jahr.
Sonne-Reflektor-Winkel	Der (zum Blendzeitpunkt), vom Immissionspunkt aus, sichtbare Winkel zwischen Reflektor und Sonnenstand. Ist dieser Winkel klein (also z.B. < 10°), so spielt die Blendung, neben der, in gleicher Richtung stehenden und typischer Weise viel stärkeren Sonne, eine untergeordnete Rolle.
Blendung-Blickwinkel	Der minimale Winkel zwischen der Blickrichtung (also z.B. Fahrtrichtung) und jener Stelle des Reflektors, von welcher aus Reflexionen stattfinden können. Ist der Winkel groß (also außerhalb des eines Kegels von 30°), so spielt die Blendung für den Verkehr eine untergeordnete Rolle.
Leuchtdichte	Das Maximum der errechneten Leuchtdichte der Reflexion in 1.000 cd/m ²
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 12 Blickfeld

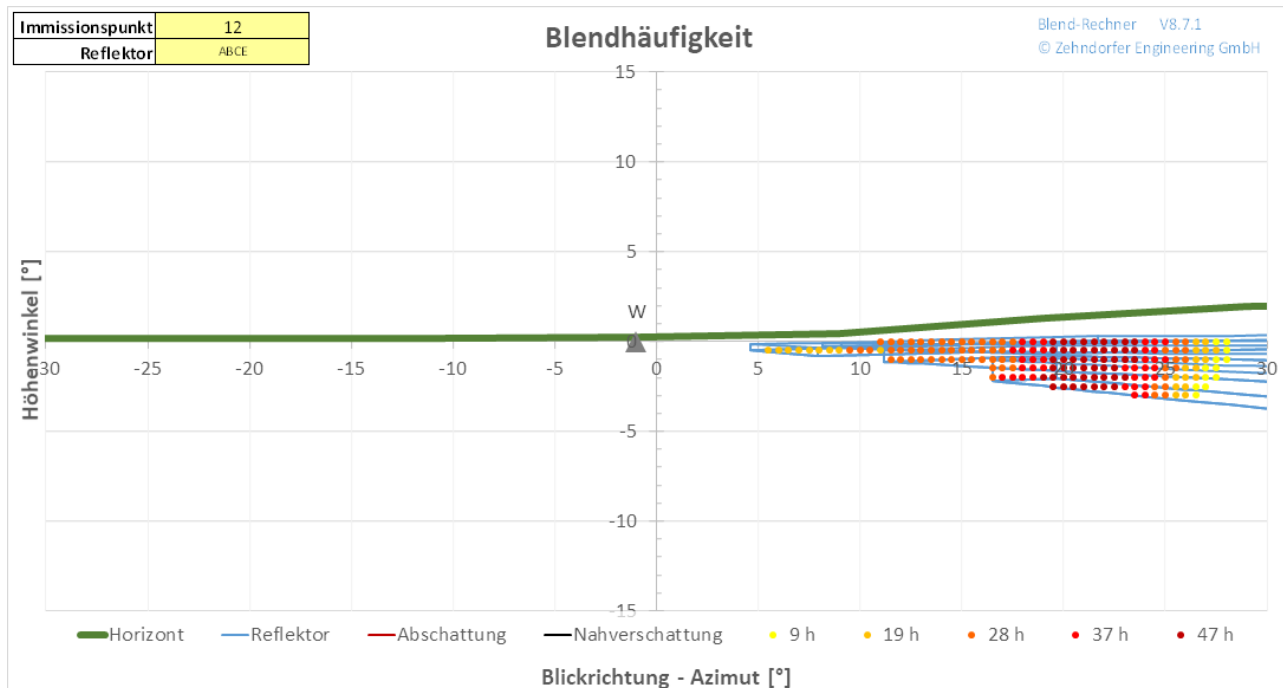


Abbildung 12 zeigt jene Flächen, von denen Reflexionen zu erwarten sind. Es ist die Dauer der Reflexionen in Stunden pro Jahr (inklusive Streublendung) farblich dargestellt. Alle weiteren Ansichten sind in Anhang 5 zu sehen.

2.5 Blendwirkung

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

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

2.5.1 Größenverhältnisse

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

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

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

Die maximal sichtbare Größe der Solar-Anlage, vom Immissionspunkt gesehen (122 msr), ist als sehr groß zu bezeichnen.

2.5.2 Richtung der Blendung

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

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

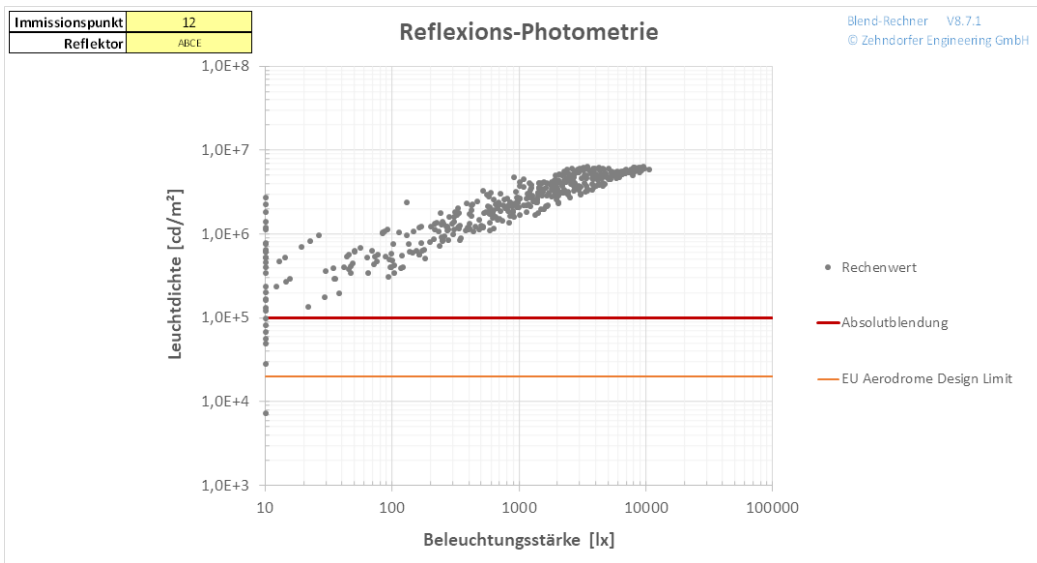
Daher werden in diesem Gutachten nur solche Blendungen als relevant für den Verkehr betrachtet, die innerhalb eines Winkels von +/- 15° zur Sehachse (= Fahrtrichtung) liegen.

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

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 13 Stärke der Reflexionen



Die Berechnung der Leuchtdichte in Abbildung 13 zeigt, dass bei einigen Sonnenständen Absolutblendung erreicht wird.

2.5.4 Blenddauer

Abbildung 14 Blenddauer

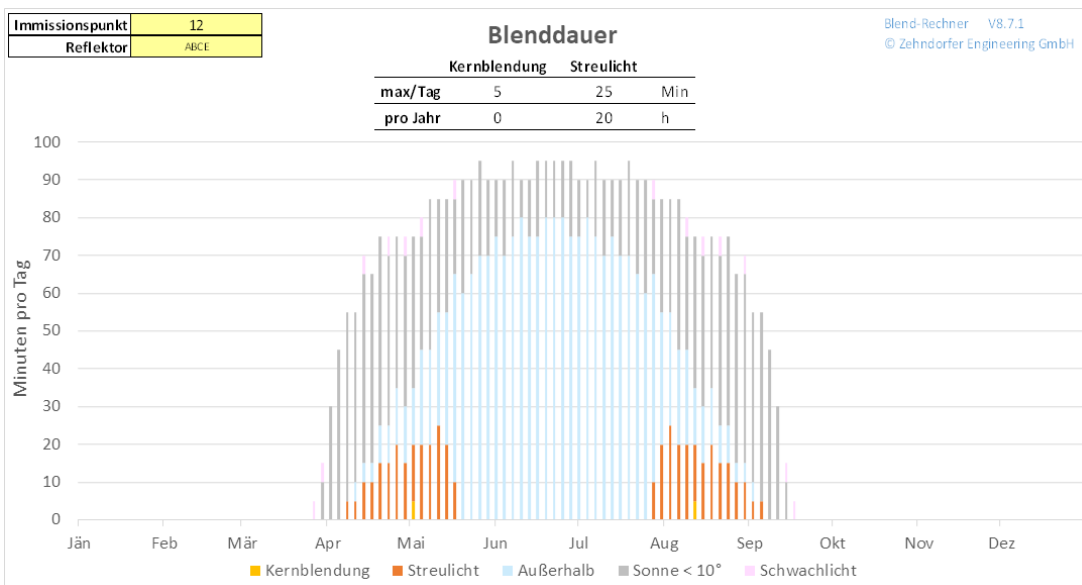


Abbildung 14 zeigt die Verteilung der Blenddauer pro Tag über das ganze Jahr.

Die Farbkennzeichnung der unterschiedlichen Reflexionen haben die folgende Bedeutung:

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

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

2.5.5 Subjektive Faktoren

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

Dies ist bei den Nachbarn nicht der Fall. 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 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 15 Unfälle 2022



Auf dem relevanten Straßenabschnitt wurden in den letzten Jahren keine Unfälle gemeldet. Es liegt keine Stelle von Unfallhäufungen vor. Am IP 16 liegt ein Bahnübergang. Dieser Punkt ist also als kritisch zu betrachten.

2.5.7 kritische Verkehrswege - Schienenfahrzeugverkehr

Für den Bahnverkehr sind die folgenden Punkte als kritisch zu betrachten:

- Form- und Lichtsignale für den Bahnverkehr
- Eisenbahnkreuzungen

Die Erkennbarkeit von Signalbildern bei Form- und Lichtsignalen in Verkehrsstellen (Bahnhöfen, Haltestellen) darf weder durch auftreffendes Licht (verursacht durch Reflexion) noch durch hinter Signalen angebrachte reflektierende Flächen beeinflusst werden.

Abbildung 16 Signalanlagen der Bahn



Am relevanten Streckenabschnitt sind keine Signalanlagen der Bahn installiert. Der Bahnübergang am IP7 und IP11 stellt jedoch eine kritische Stelle (mit einer Sehaufgabe) dar.

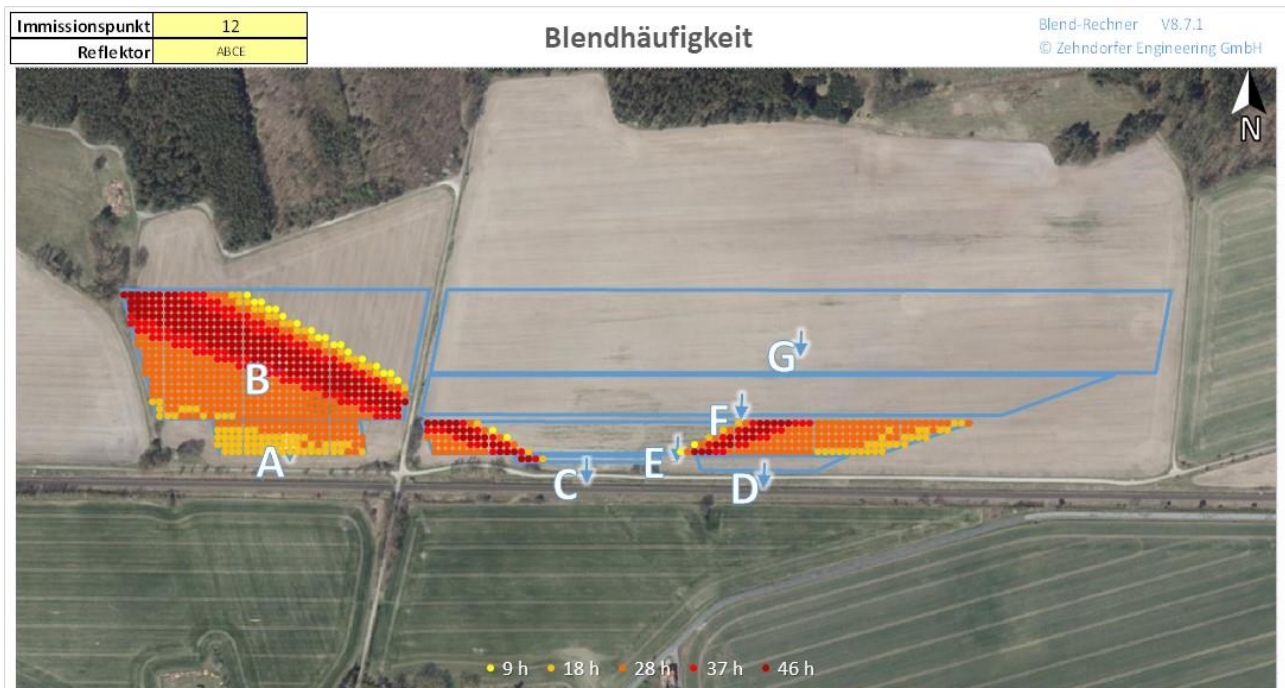
2.5.8 Ursprung der Reflexionen

Um die Wirksamkeit möglicher blendreduzierender Maßnahmen abschätzen zu können, ist es hilfreich den Ursprung der Reflexionen zu kennen⁴. Abbildung 17 zeigt (in den Farben gelb, orange, rot) die ungefähre Dauer der Reflexionen⁵ von bestimmten reflektierenden Flächen, während eines ganzen Jahres.

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.

Abbildung 17 Reflektierende Flächen



3 Beurteilung & Empfehlungen

IP1 bis 4 (Nachbarn)

Es werden Reflexionen in Richtung der Nachbarn auftreten, deren Dauern jedoch deutlich unter den Grenzwerten der Richtlinie liegen.

IP5 bis 15 (Bahn)

Es werden Reflexionen in Richtung der Bahn stattfinden, welche zum Teil auch im inneren Gesichtsfeld der Triebwagenführer liegen. Daher sind blendreduzierende Maßnahmen zu empfehlen.

IP16 bis 22 (Straßen)

Es werden Reflexionen in Richtung der Straßen stattfinden, welche zum Teil auch im inneren Gesichtsfeld der Fahrzeuglenker liegen. Daher sind blendreduzierende Maßnahmen zu empfehlen.

3.1 Blendreduzierende Maßnahmen

Als blendreduzierende Maßnahmen eignen sich 3 Varianten.

1. Die Ausführung der Anlage als Ost-West orientierte Anlage (siehe Anhang 5.1, Seite 59)
2. Ein Sichtschutz mit einer Höhe von 4,5m (siehe Anhang 5.2, Seite 63)
3. Eine kleinere Anlage und ein Sichtschutz von 3,5m (siehe Anhang 5.3, Seite 75)

Alle 3 Varianten wurden genau untersucht und vermindern die Blendwirkung auf eine Weise, sodass keine gefährlichen Blendungen mehr entstehen. Welche der Varianten umgesetzt werden soll obliegt dem Projektwerber in Abstimmung mit den Behörden.

3.1.1 Allgemeine Anmerkungen zur Blendreduktion

PV-Module mit Anti-Reflexionsschicht stellen in der Regel keine ausreichende Lösung zur Blendreduzierung dar. Die Blendberechnung wurde bereits mit den partiellen Reflexionswerten solcher PV-Module durchgeführt. Die Leuchtdichte der Reflexionen kann im Diagramm der Reflexions-Photometrie (Abbildung 13 auf Seite 14) abgelesen werden. Nur wenn es gelingt, die berechneten Punkte unter die Grenze für Absolutblendung zu bringen, kann von einer erfolgreichen Blendreduktion gesprochen werden. In den meisten Fällen wären hier Verbesserungen des Reflexionsfaktors mit dem Faktor 10 bis 100 erforderlich. Hier sind daher andere Maßnahmen (wie oben beschrieben) umzusetzen.

Durch die PV-Anlage werden Blendungen des Bahn- und Straßenverkehrs auftreten, weshalb blendreduzierende Maßnahmen empfohlen werden.

Bei Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen werden keine gefährlichen Blendungen in Richtung der Bahn oder des Straßenverkehrs stattfinden. Die Nachbarschaft wird keiner erheblichen Blendwirkung ausgesetzt.

Datum: 15.3.2024

Gutachter:

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

Jakob Zehndorfer
Zehndorfer Engineering GmbH

ANHANG 1 DEFINITIONEN

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

ANHANG 2 RICHTLINIEN, VORSCHRIFTEN UND GESETZE

Bundes-Immissionsschutzgesetz (2016)

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

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

Bürgerliches Gesetzbuch 2015, § 906

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

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

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

3. Maßgebliche Immissionsorte und –Situationen

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

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

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

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

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

Bundesfernstraßengesetz (2007)

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

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

ANHANG 3 METHODIK DER BERECHNUNG

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

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

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

Copyright

Daten Quelle	©	Link
Orthofoto SA GeoBasis-DE / LVermGeo ST	DL-DE->BY-2.0	www.lvermgeo.sachsen-anhalt.de
Geländemodell SA GeoBasis-DE / LVermGeo ST	DL-DE->BY-2.0	www.lvermgeo.sachsen-anhalt.de
Oberflächenmodell N/A		
Verwaltungsgrenzen SA GeoBasis-DE / LVermGeo ST	DL-DE->BY-2.0	www.lvermgeo.sachsen-anhalt.de

ANHANG 4 VERMESSUNG DER UMGEBUNG

Die reflektierenden Flächen befinden sich an folgenden Koordinaten

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

Reflektor	A				B				C			
Eckpunkt	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
x	634 999	635 153	635 147	634 992	634 934	635 192	635 220	634 895	635 310	635 463	635 463	635 310
y	859 166	859 166	859 200	859 200	859 203	859 203	859 340	859 340	859 157	859 156	859 163	859 163
z	34	33	34	34	34	34	37	38	33	33	33	33
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				E				F			
Eckpunkt	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
x	635 507	635 627	635 661	635 502	635 224	635 698	635 793	635 212	635 212	635 824	635 943	635 221
y	859 147	859 147	859 163	859 163	859 166	859 165	859 199	859 200	859 207	859 206	859 248	859 249
z	34	35	36	34	33	36	36	34	34	37	37	35
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	G			
Eckpunkt	C1	C2	C3	C4
x	635 221	635 987	636 004	635 239
y	859 252	859 251	859 339	859 340
z	35	37	38	37
h	0,8	0,8	0,8	0,8

mit den folgenden Winkeln der reflektierenden Flächen

	Montagesystem		Untergrund		Resultierende	
	Höhenwinkel	Seitenwinkel	Höhenwinkel	Seitenwinkel	Höhenwinkel	Seitenwinkel
A	17	0	1	-8	17	-1
B	17	0	1	-3	17	0
C	17	0	0	-1	17	0
D	17	0	1	142	17	2
E	17	0	1	22	17	1
F	17	0	1	21	17	1
G	17	0	1	6	17	0

Für diese Berechnung wurden folgende Immissionspunkte betrachtet

Immissionspunkt	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Bezeichnung	IP2	IP3	IP4	IP-B1	IP-B2	IP-B3	IP-B4	IP-B5	IP-B6	IP-B7	IP-B8	IP-B9
x	635 013	635 313	635 470	635 463	635 318	635 152	634 944	634 771	634 593	635 233	635 406	635 565
y	858 830	858 853	858 933	859 125	859 127	859 130	859 132	859 134	859 136	859 128	859 126	859 124
z	29	35	37	35	35	34	33	33	32	34	35	36
h	5,0	5,0	5,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Blickrichtung - Az				-89	-89	-90	-90	-89	-89	90	91	90

Immissionspunkt	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Bezeichnung	IP-B10	IP-B11	IP-S1	IP-S2	IP-S3	IP-S4	IP-S5	IP-S6	IP-S7
x	635 743	635 987	635 184	635 208	635 317	635 460	635 768	636 077	636 268
y	859 121	859 118	859 111	859 145	859 144	859 140	859 139	859 163	859 216
z	37	37	34	33	32	33	37	38	39
h	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Blickrichtung - Az	91	91	-170	-100	106	-90	90	74	76

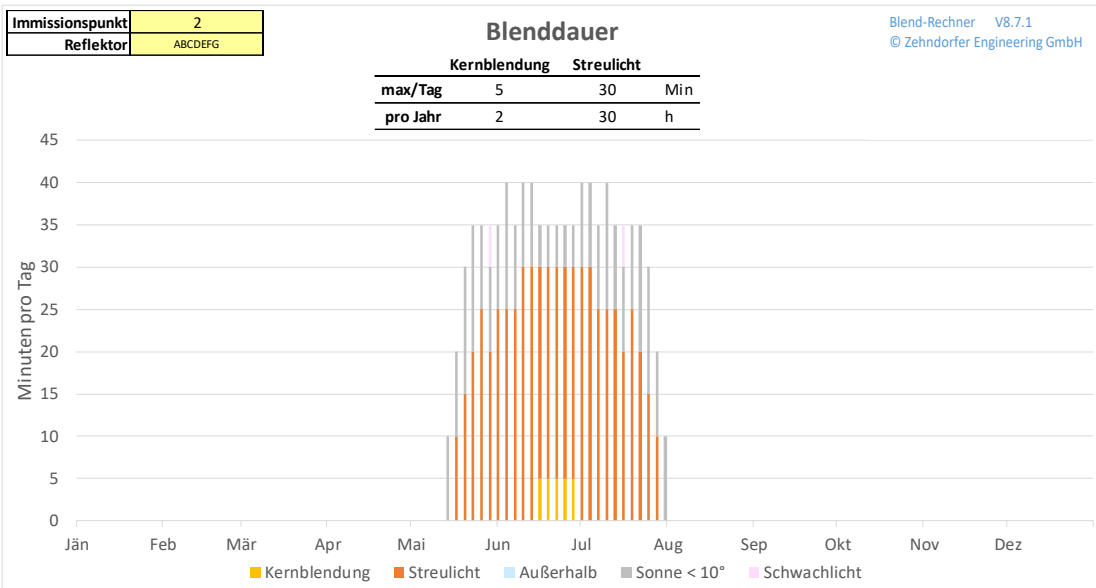
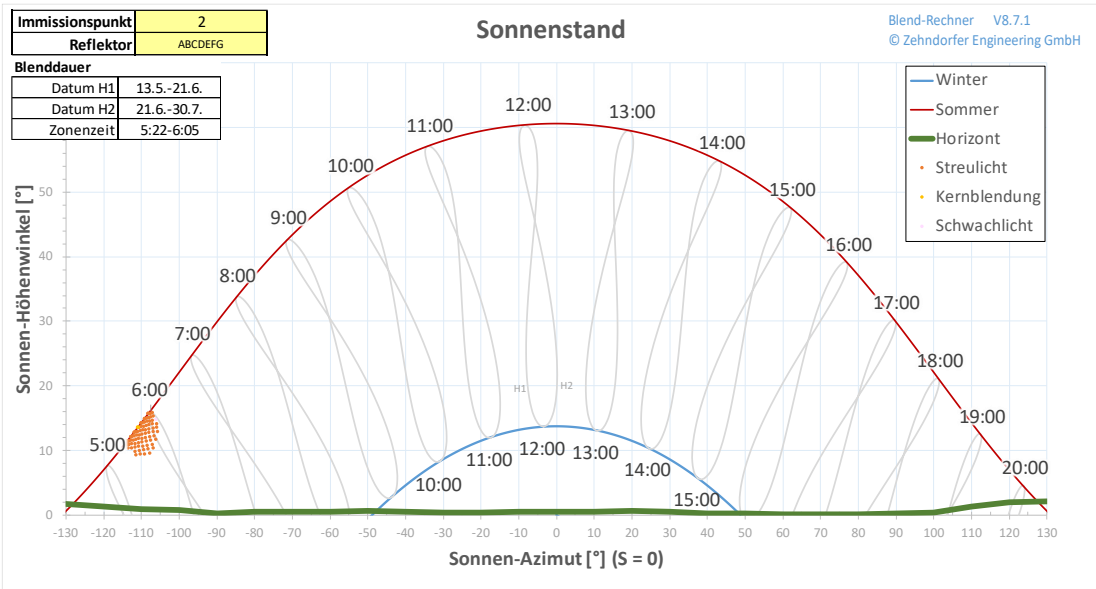
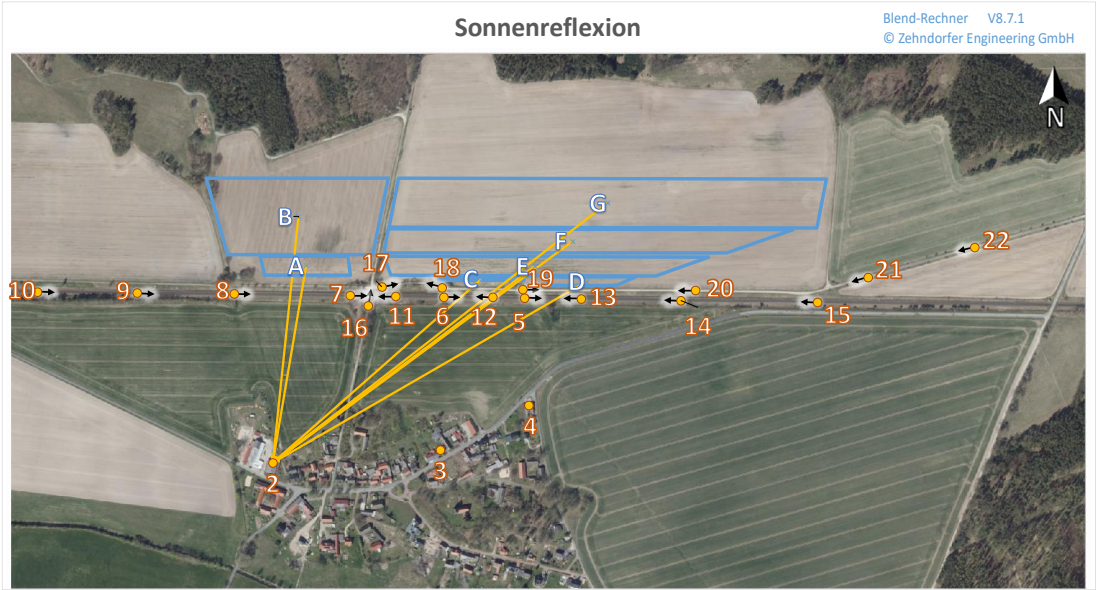
ANHANG 5 DETAIL-ERGEBNISSE DER BERECHNUNGEN

Reflektor		ABCDEFG	ABCDEF	ABCDEF	CDE	CDE	ACDE	ABCDE	ABCDE	ABCDE	AB
Immissionspunkt		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Distanz	m	337	304	218	31	29	37	65	176	346	37
Höhenwinkel	°	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0
Raumwinkel	msr	4	14	33	98	110	51	36	4	1	28
Datum H1		13.5.-21.6.	-	28.5.-21.6.	4.4.-21.6.	26.3.-21.6.	23.3.-21.6.	23.3.-21.6.	23.3.-21.6.	23.3.-21.6.	4.4.-21.6.
Datum H2		21.6.-30.7.	-	21.6.-15.7.	21.6.-7.9.	21.6.-16.9.	21.6.-19.9.	21.6.-19.9.	21.6.-19.9.	21.6.-19.9.	21.6.-7.9.
Zeit		5:22-6:05	-	18:34-19:07	5:25-19:12	5:25-19:10	5:25-19:10	5:21-6:36	5:20-6:38	5:19-6:38	18:08-19:12
Kernblendung	min / Tag	5	-	0	10	5	0	0	0	0	0
Kernblendung	h / Jahr	2	-	0	2	0	0	0	0	0	0
Streulicht	min / Tag	30	-	25	20	20	15	20	15	10	20
Streulicht	h / Jahr	30	-	20	10	16	12	15	8	6	10
Sonne-Reflektor-Winkel (max)	°	20	-	19	26	25	23	22	20	20	23
Blendung - Blickwinkel (min)	°	18	-	47	9	5	2	1	2	2	9
Leuchtdichte (max)	[k cd/m ²]	6 337	-	3 487	6 281	6 258	6 236	6 281	6 351	6 455	6 293
Retinale Einstrahlung (max)	[mW/cm ²]	38	-	24	49	49	49	49	49	25	49
Beleuchtungsstärke (max)	[lx]	518	-	353	10 194	7 752	6 479	6 329	2 643	494	8 388

Reflektor		ABCE	ABCDE	ACDEF	ACDEFG	ABCDEFG	CDE	ABCE	DE	ACDEFG	CDEFG
Immissionspunkt		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Distanz	m	30	24	56	133	63	26	13	16	48	126
Höhenwinkel	°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Raumwinkel	msr	122	138	39	12	60	39	94	20	62	11
Datum H1		29.3.-21.6.	26.3.-21.6.	26.3.-21.6.	26.3.-21.6.	29.3.-21.6.	23.3.-21.6.	26.3.-21.6.	26.3.-21.6.	23.3.-21.6.	20.3.-21.6.
Datum H2		21.6.-13.9.	21.6.-16.9.	21.6.-16.9.	21.6.-16.9.	21.6.-13.9.	21.6.-19.9.	21.6.-16.9.	21.6.-16.9.	21.6.-19.9.	21.6.-22.9.
Zeit		5:25-19:12	5:25-19:12	18:00-19:15	18:00-19:12	5:22-19:12	5:22-6:38	5:15-19:22	5:16-19:22	5:26-19:12	17:55-19:12
Kernblendung	min / Tag	5	5	0	0	0	15	10	5	0	0
Kernblendung	h / Jahr	0	0	0	0	0	16	12	1	0	0
Streulicht	min / Tag	25	20	20	15	0	25	25	25	20	0
Streulicht	h / Jahr	20	12	14	12	0	46	44	14	13	0
Sonne-Reflektor-Winkel (max)	°	25	26	22	22	22	23	24	23	24	21
Blendung - Blickwinkel (min)	°	5	4	2	2	53	0	0	2	2	15
Leuchtdichte (max)	[k cd/m ²]	6 293	6 258	6 122	6 187	6 375	6 460	6 874	6 874	6 230	6 175
Retinale Einstrahlung (max)	[mW/cm ²]	49	49	48	48	50	50	54	54	49	48
Beleuchtungsstärke (max)	[lx]	10 648	7 839	6 437	4 025	6 744	8 203	6 918	4 695	9 232	3 674

Reflektor		CDEFG
Immissionspunkt		22
Distanz	m	283
Höhenwinkel	°	0
Raumwinkel	msr	3
Datum H1		23.3.-21.6.
Datum H2		21.6.-19.9.
Zeit		17:56-19:12
Kernblendung	min / Tag	0
Kernblendung	h / Jahr	0
Streulicht	min / Tag	0
Streulicht	h / Jahr	0
Sonne-Reflektor-Winkel (max)	°	21
Blendung - Blickwinkel (min)	°	14
Leuchtdichte (max)	[k cd/m ²]	6 175
Retinale Einstrahlung (max)	[mW/cm ²]	42
Beleuchtungsstärke (max)	[lx]	2 336

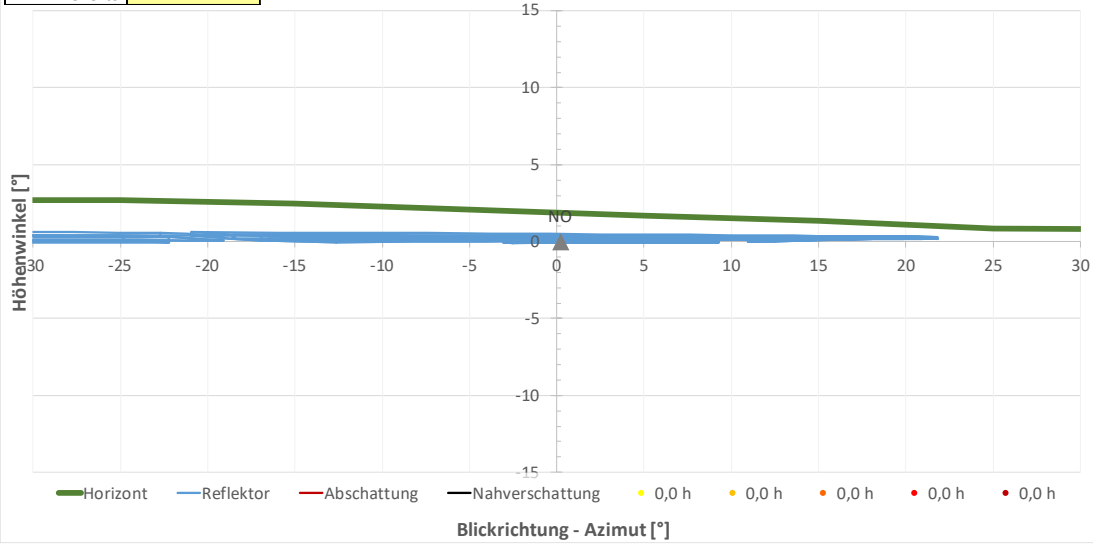
Im Folgenden werden jene Ergebnisse grafisch dargestellt, für welche Reflexionen auftreten können.



Immissionspunkt	2
Reflektor	ABCDEFG

Blendhäufigkeit

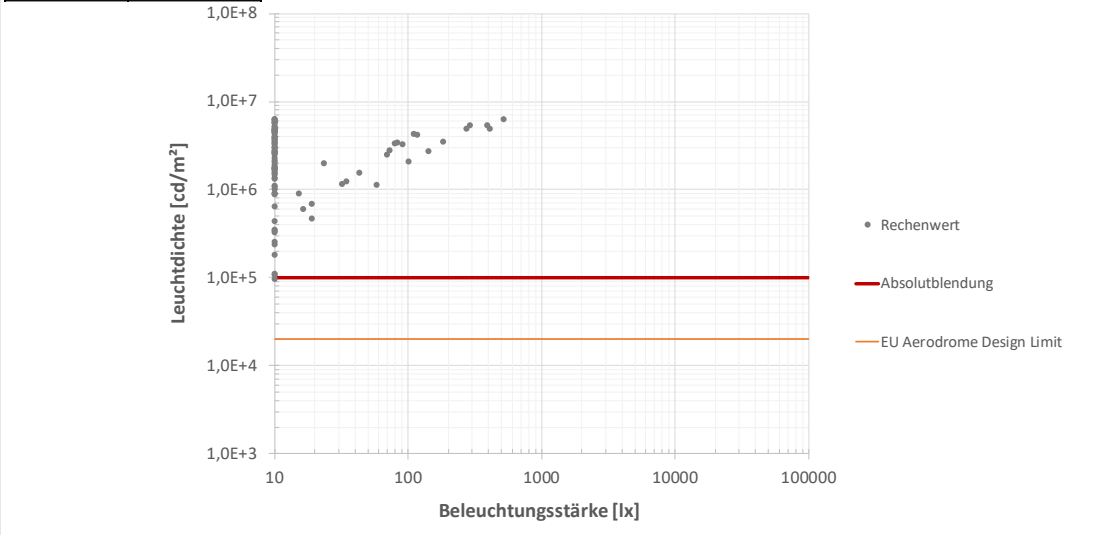
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	2
Reflektor	ABCDEFG

Reflexions-Photometrie

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

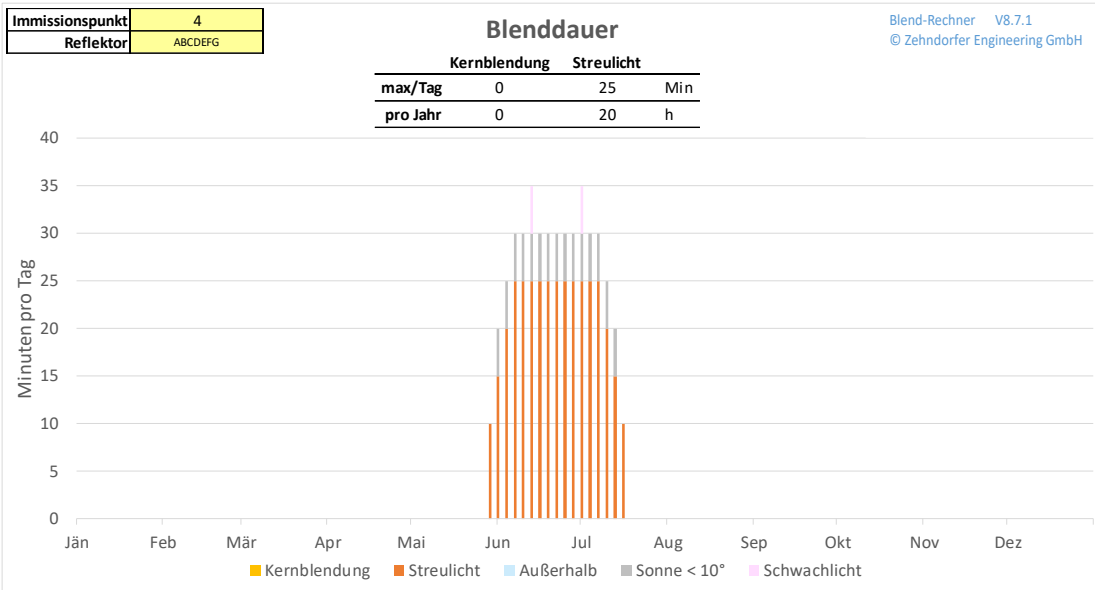
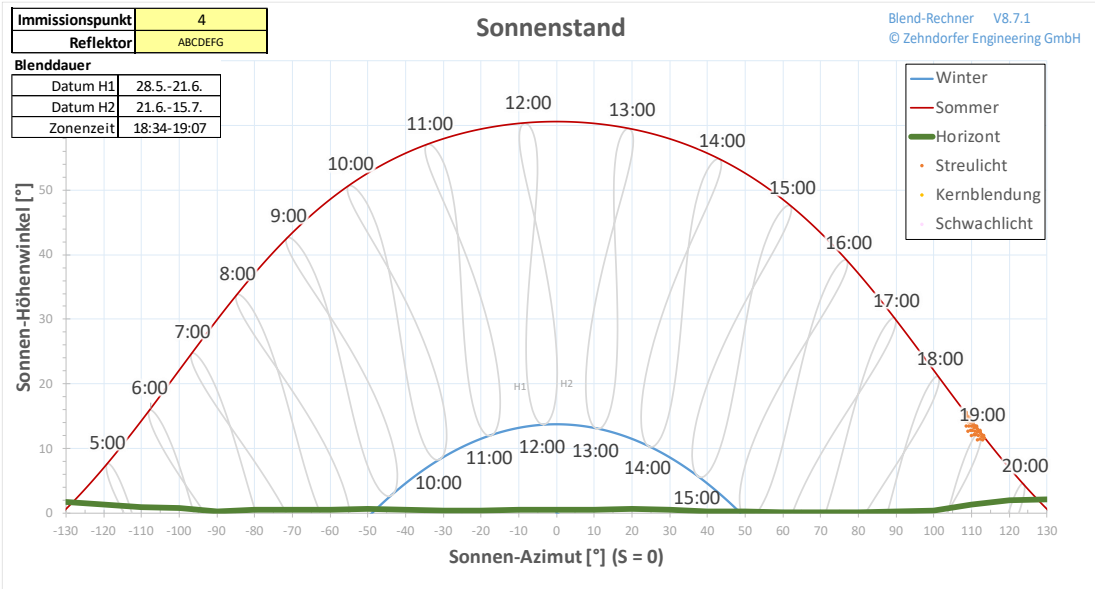
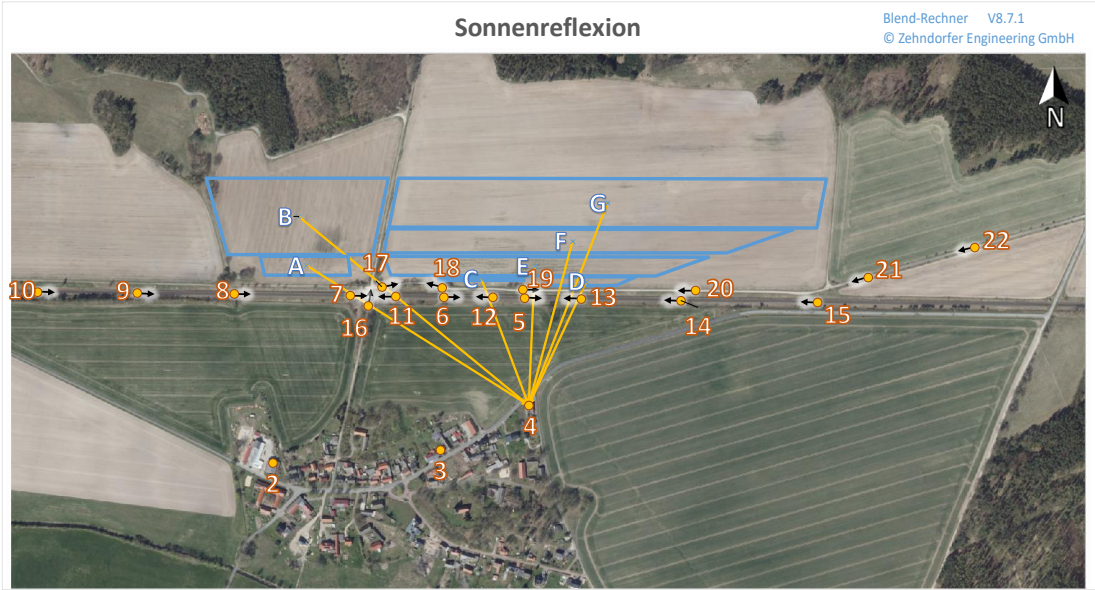


Immissionspunkt	2
Reflektor	ABCDEFG

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

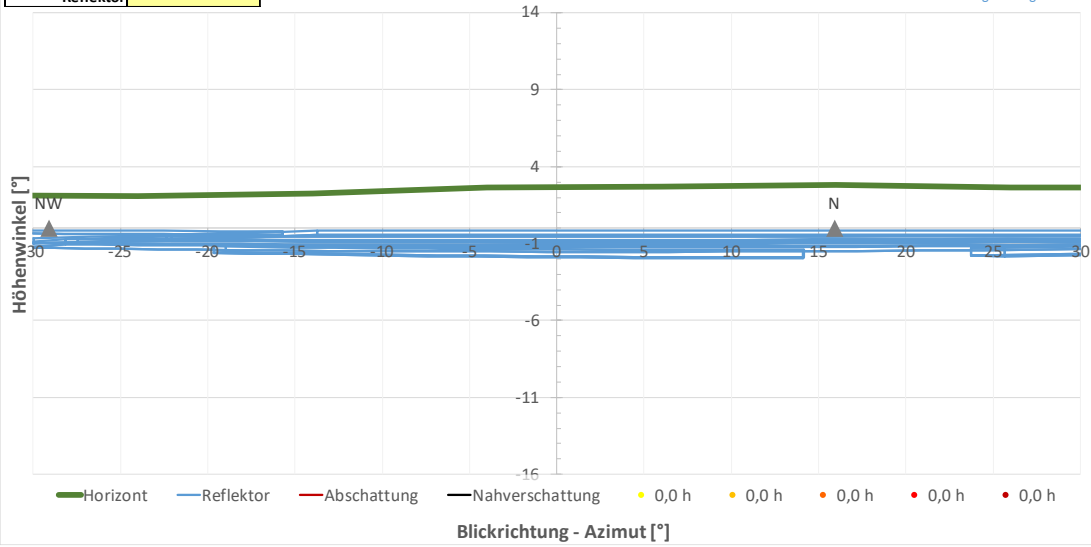




Immissionspunkt	4
Reflektor	ABCDEFG

Blendhäufigkeit

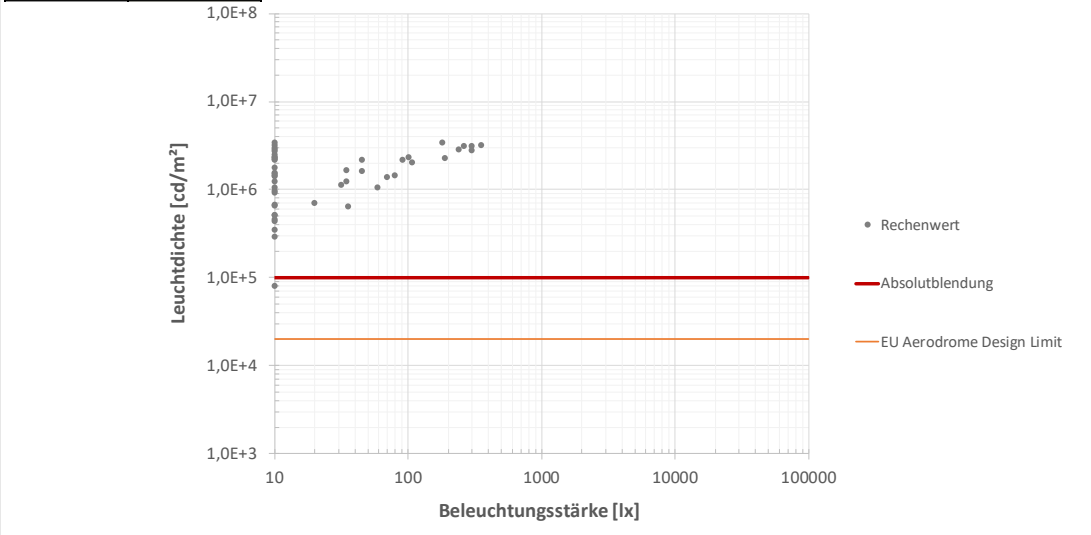
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	4
Reflektor	ABCDEFG

Reflexions-Photometrie

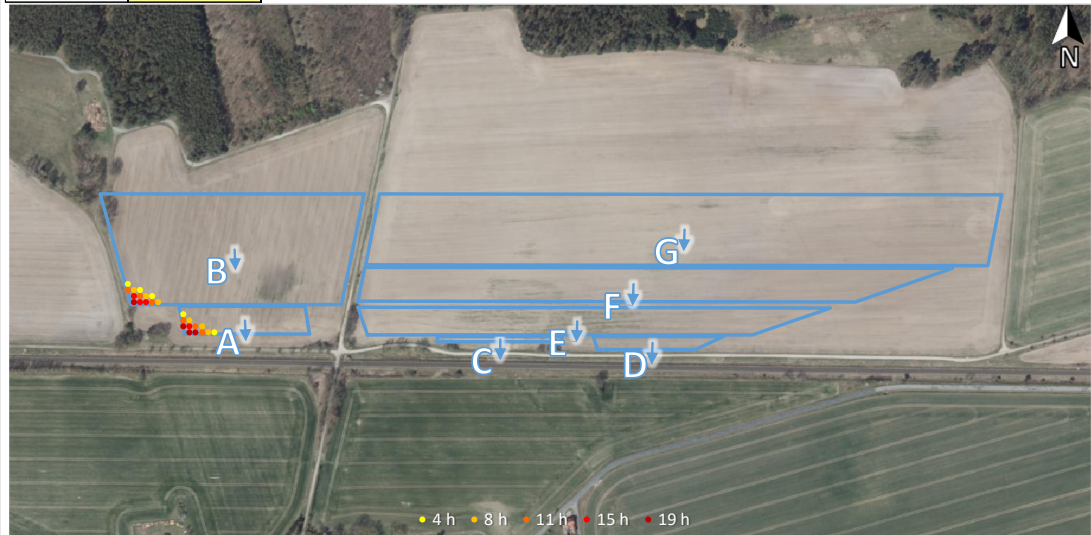
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

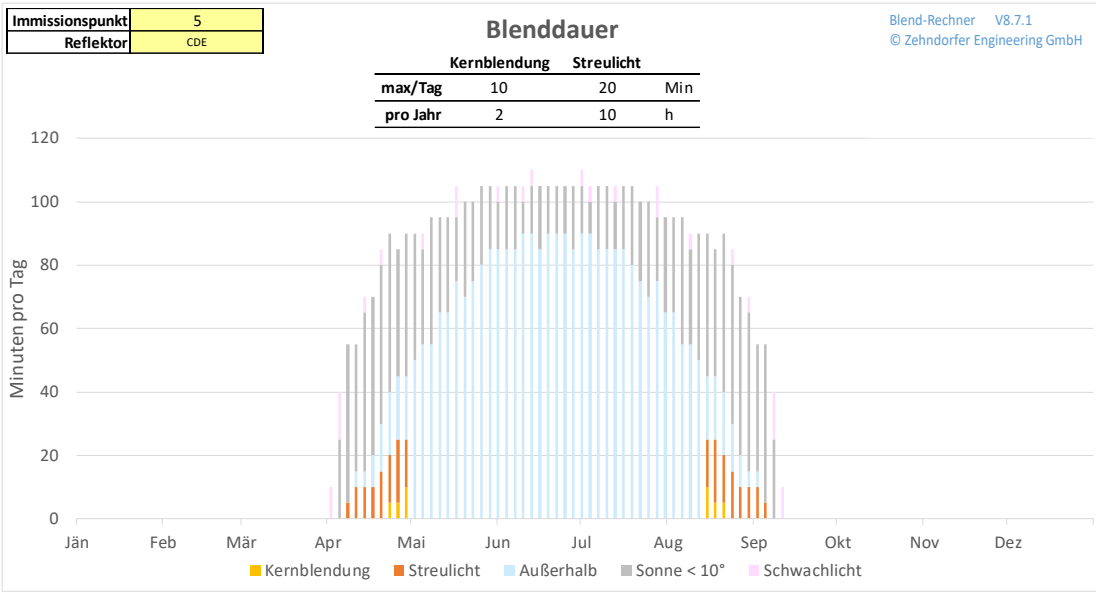
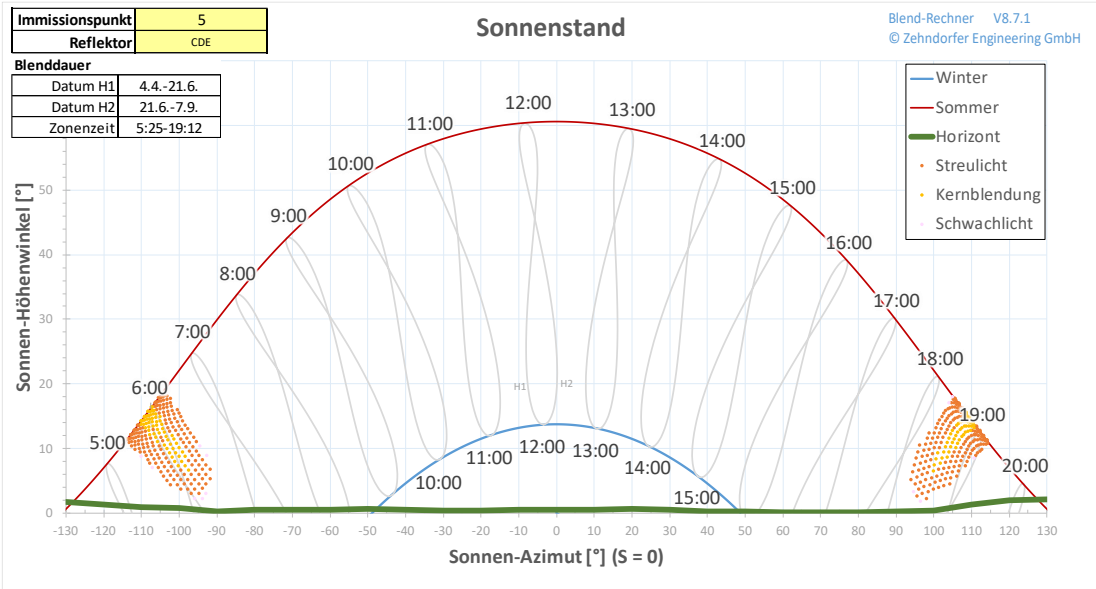
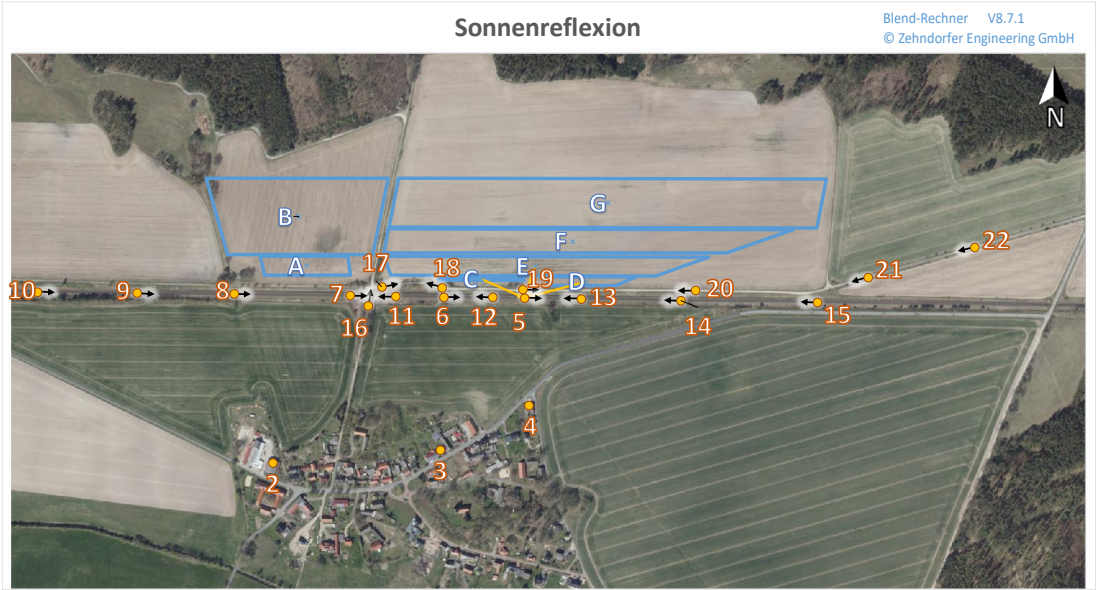


Immissionspunkt	4
Reflektor	ABCDEFG

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

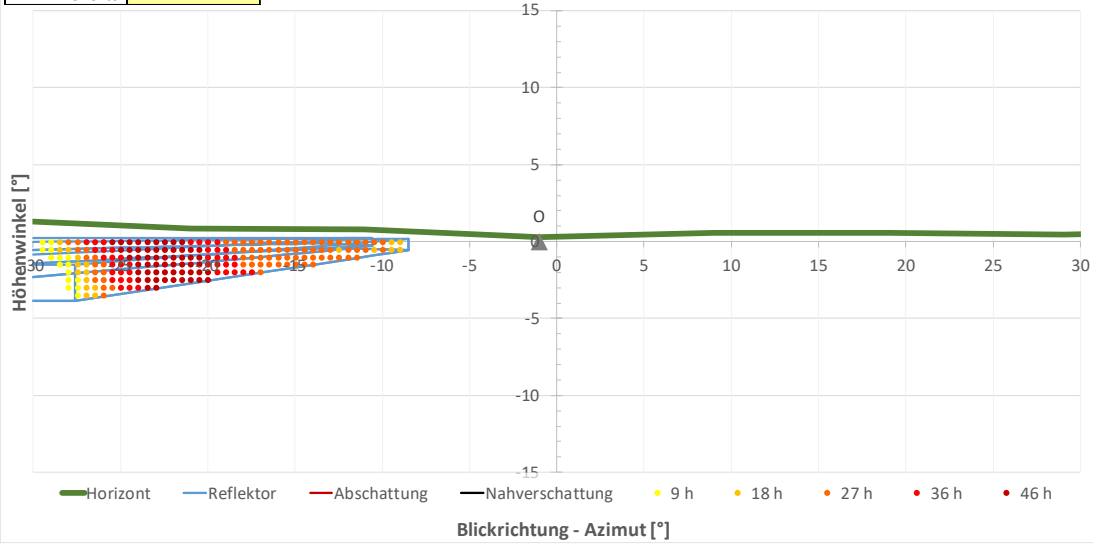




Immissionspunkt	5
Reflektor	CDE

Blendhäufigkeit

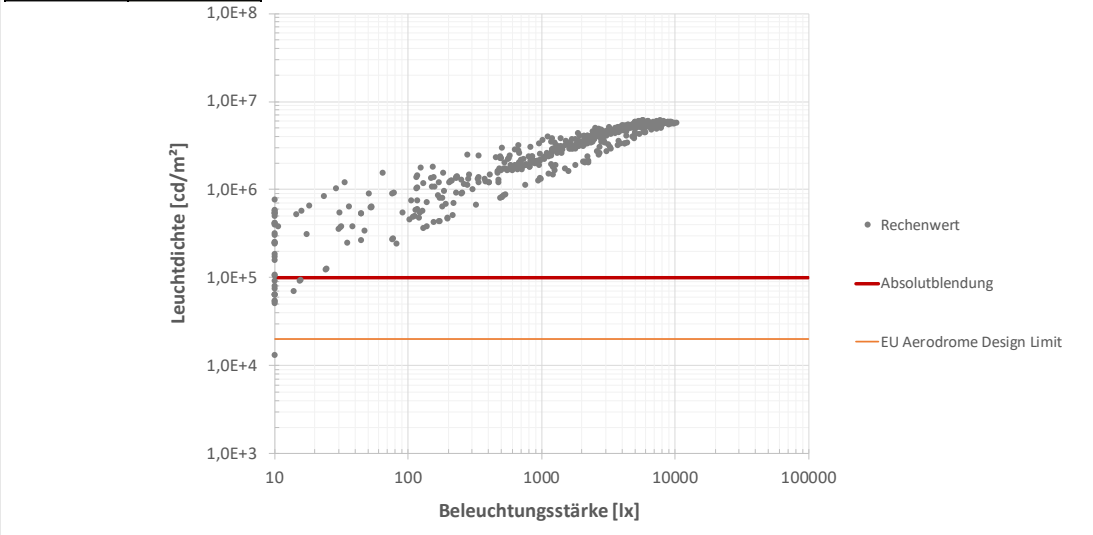
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	5
Reflektor	CDE

Reflexions-Photometrie

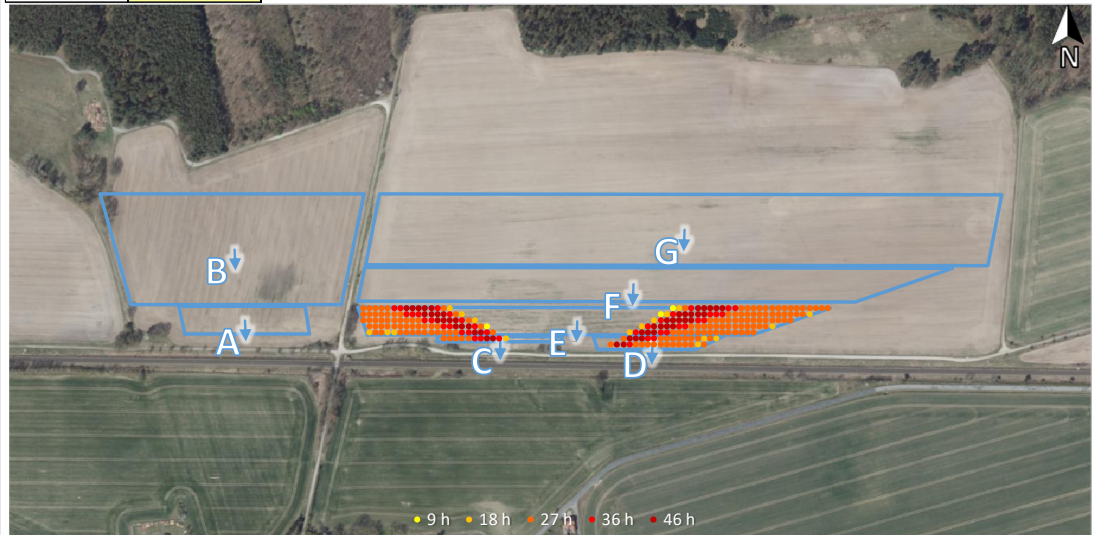
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

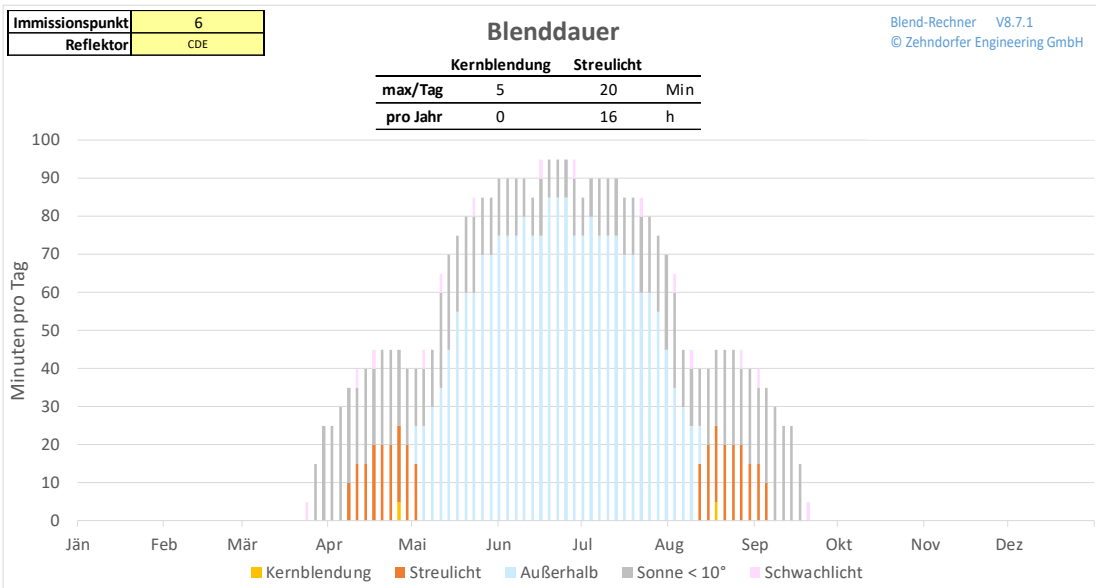
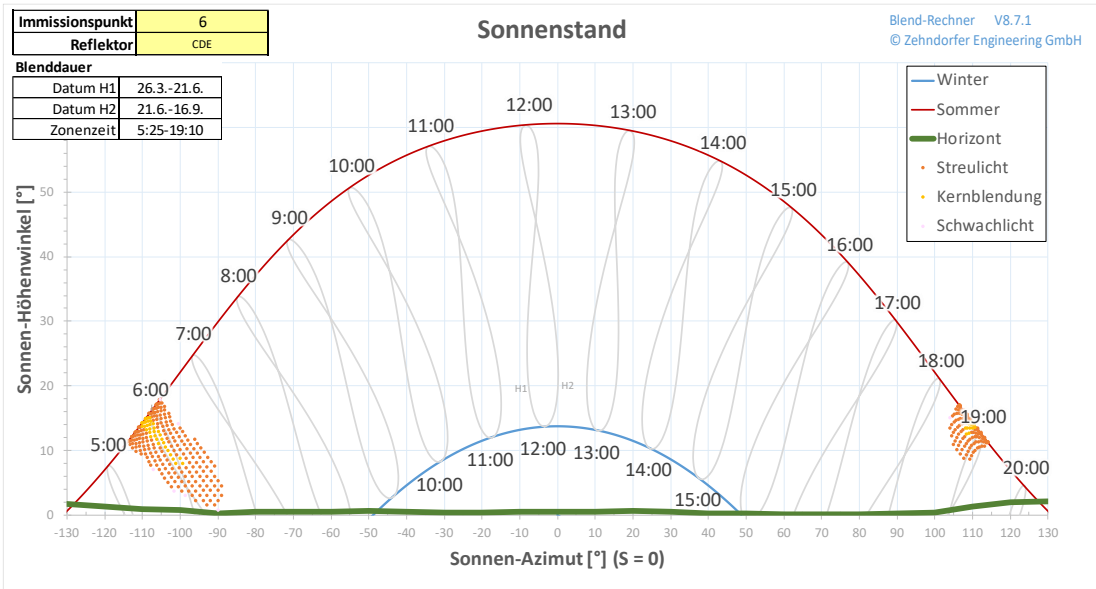
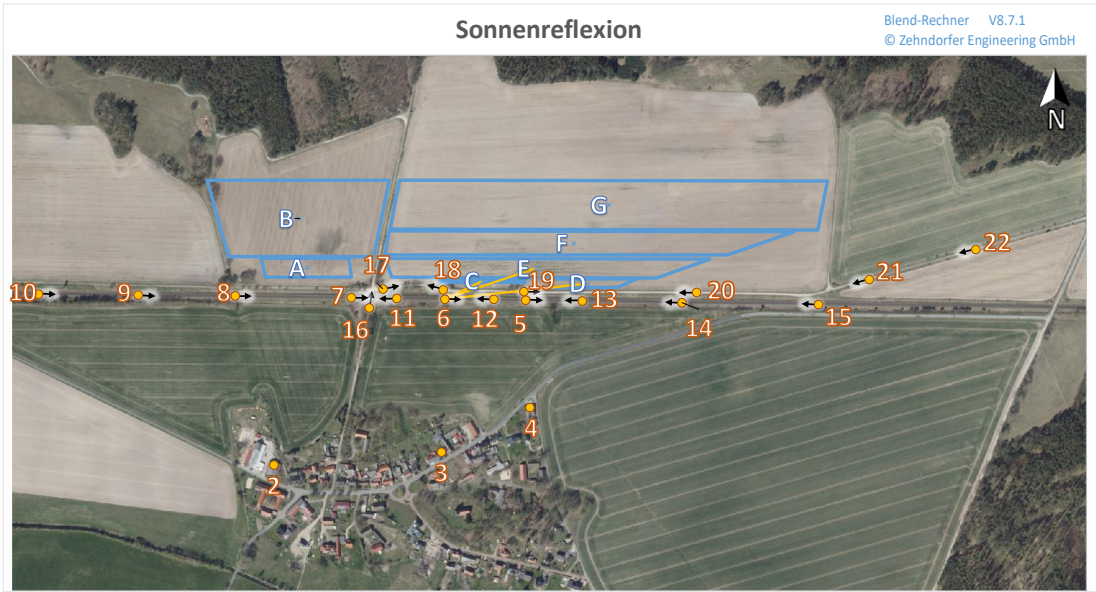


Immissionspunkt	5
Reflektor	CDE

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

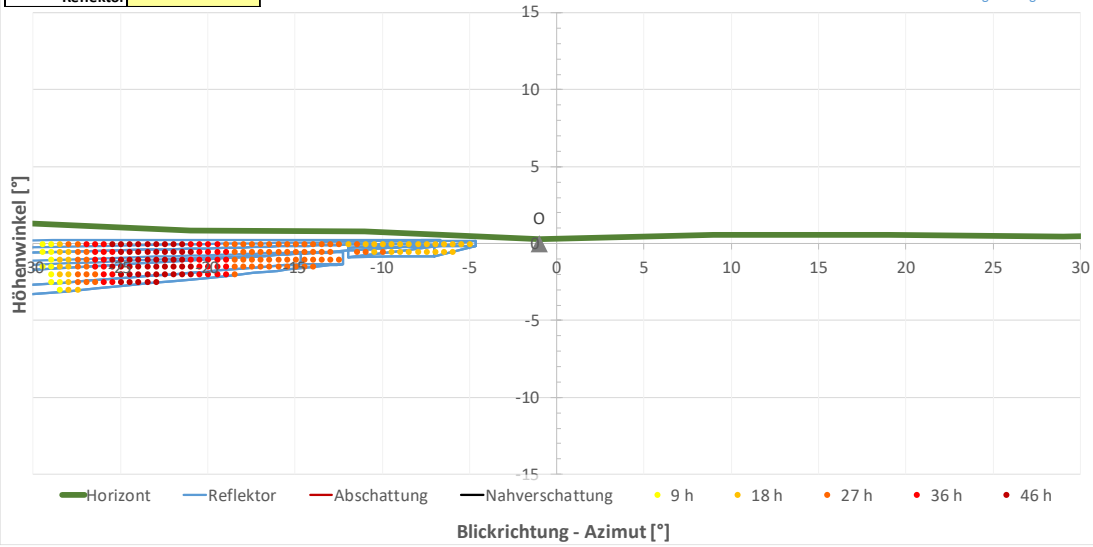




Immissionspunkt	6
Reflektor	CDE

Blendhäufigkeit

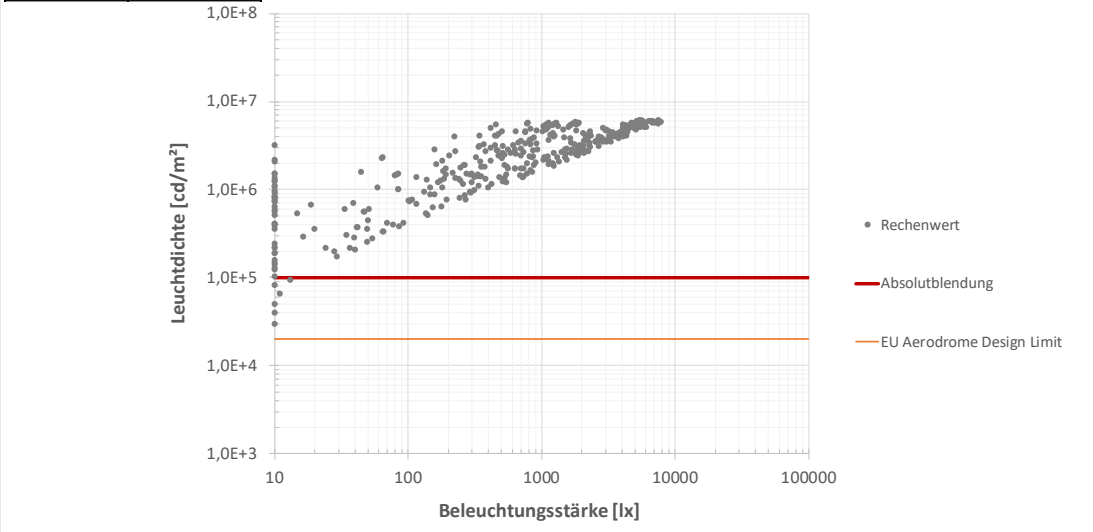
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	6
Reflektor	CDE

Reflexions-Photometrie

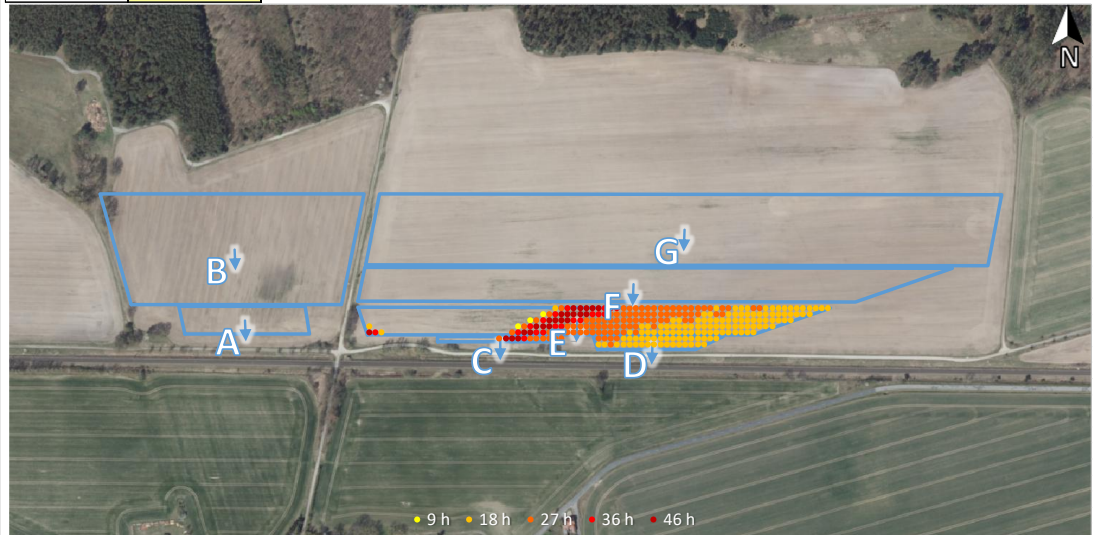
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

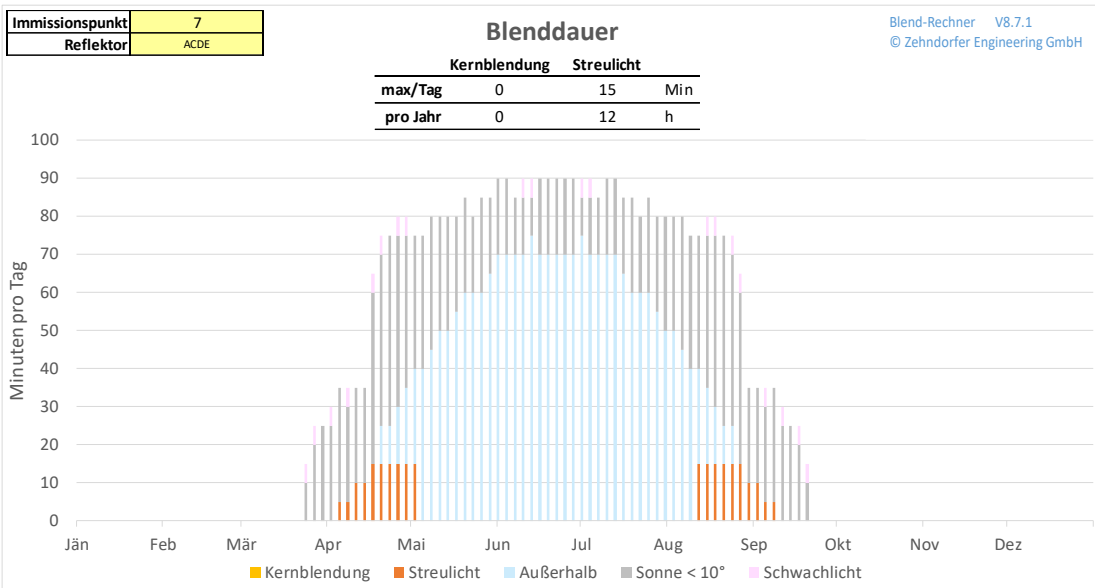
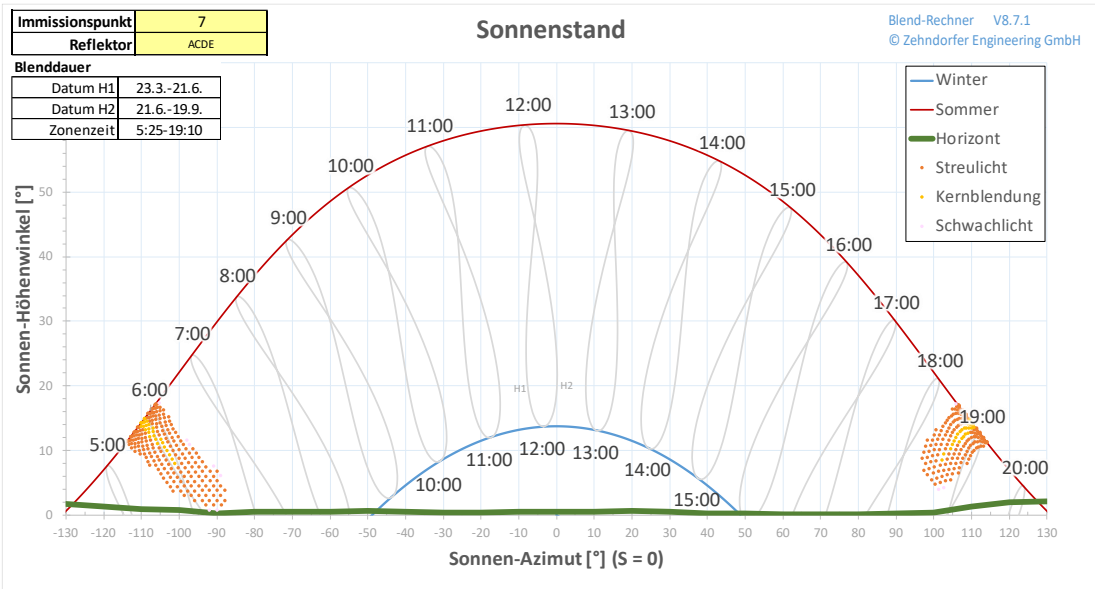
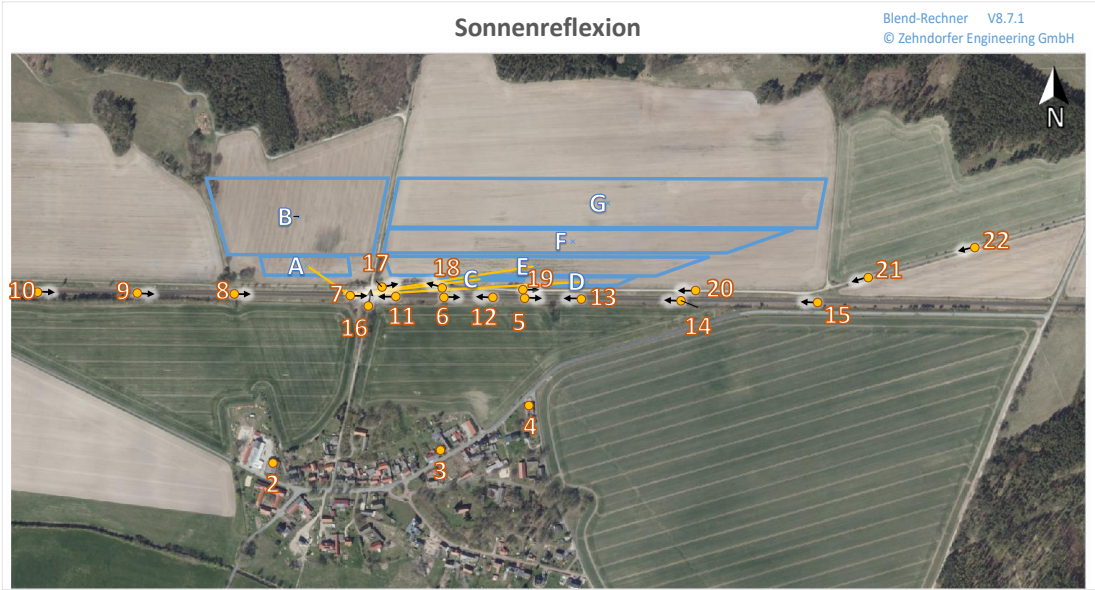


Immissionspunkt	6
Reflektor	CDE

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

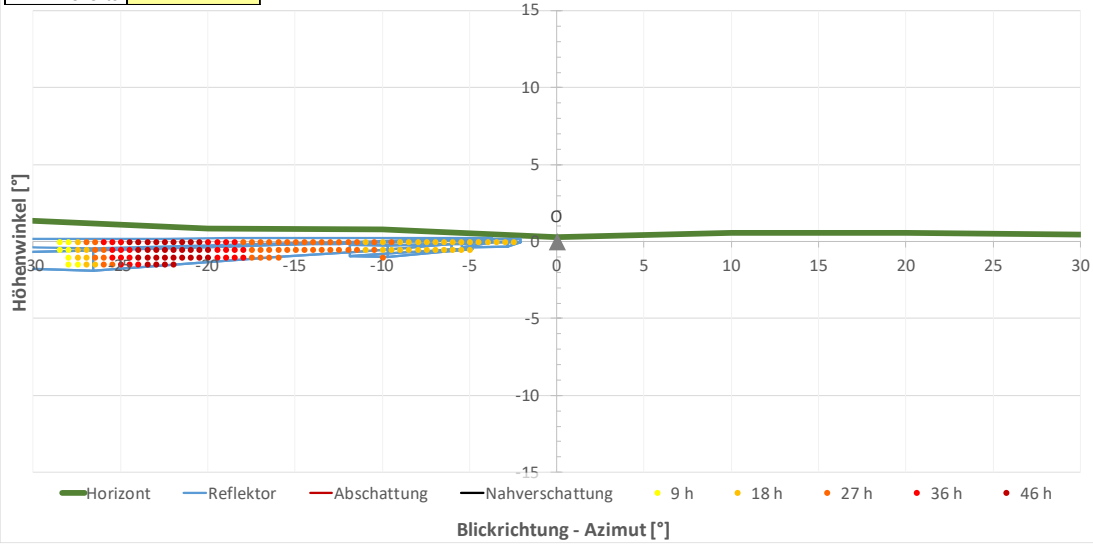




Immissionspunkt	7
Reflektor	ACDE

Blendhäufigkeit

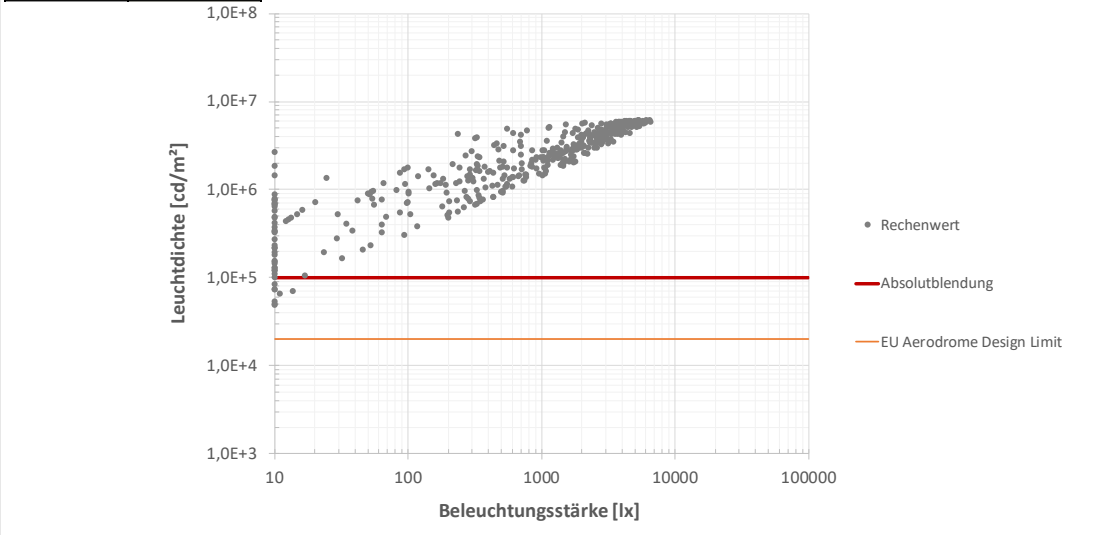
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	7
Reflektor	ACDE

Reflexions-Photometrie

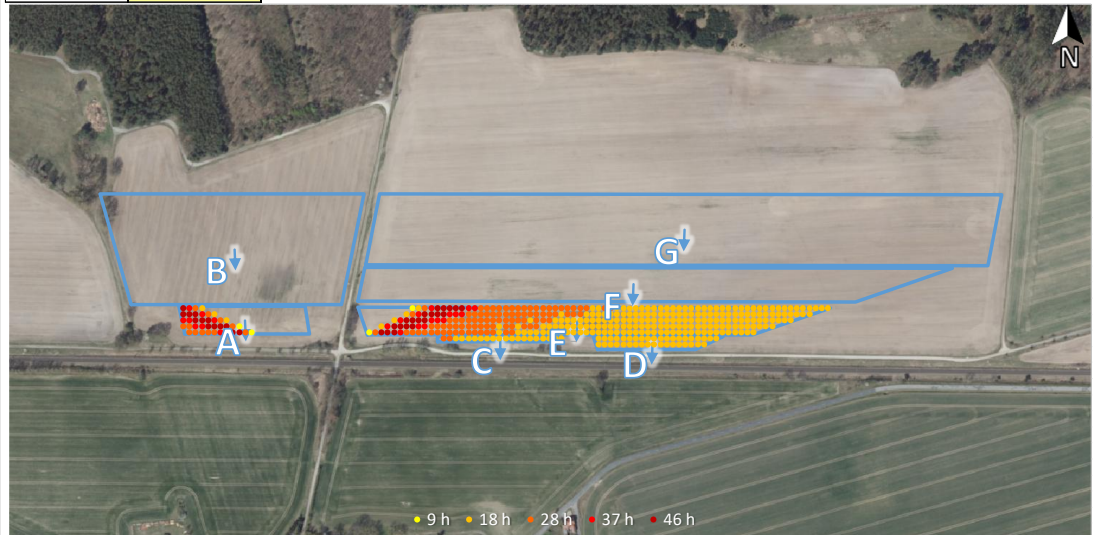
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

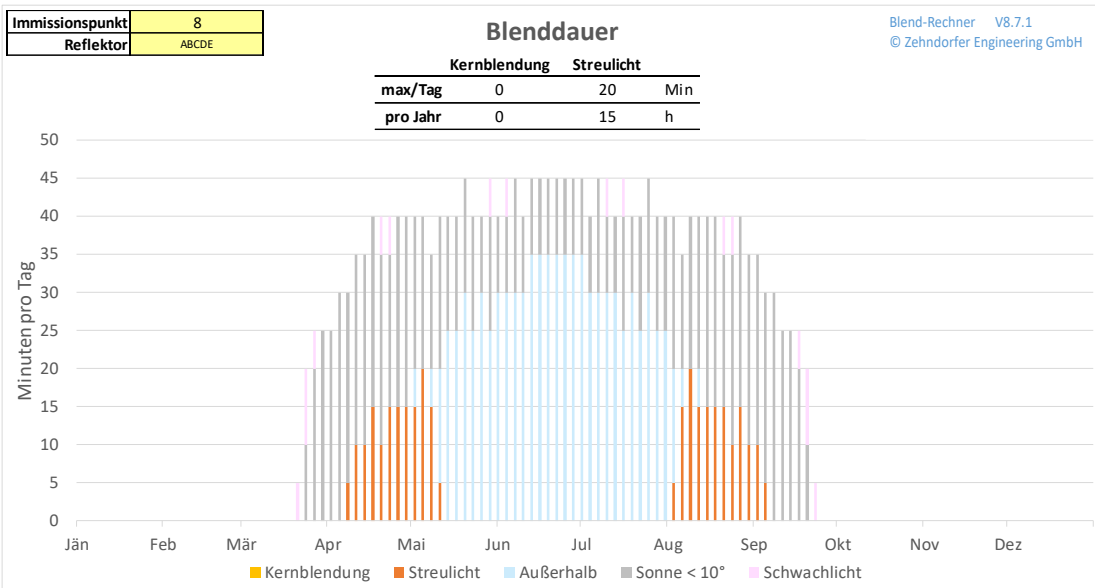
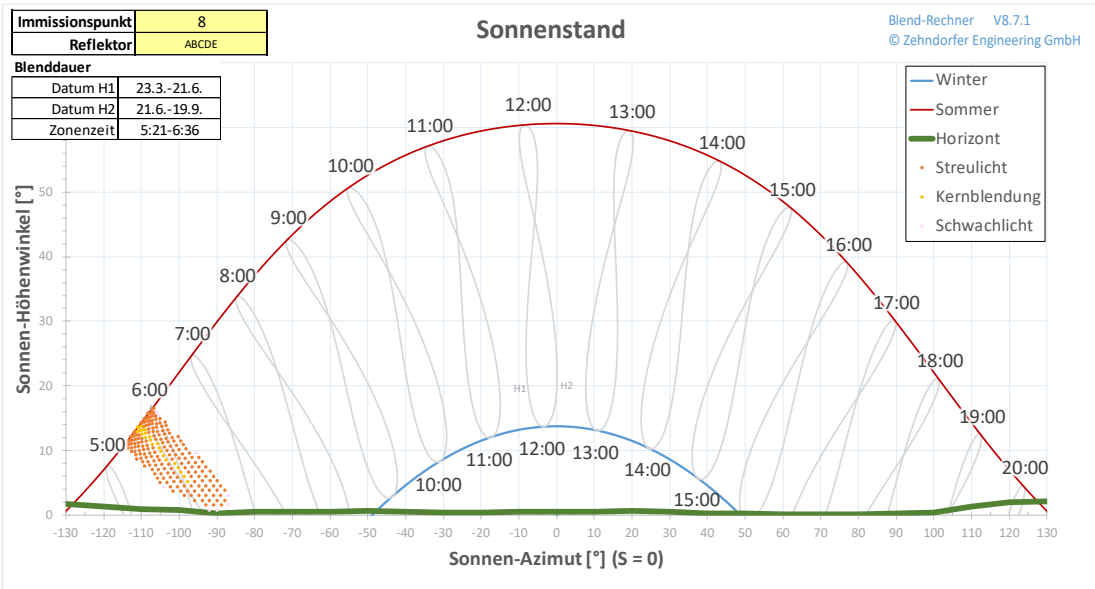
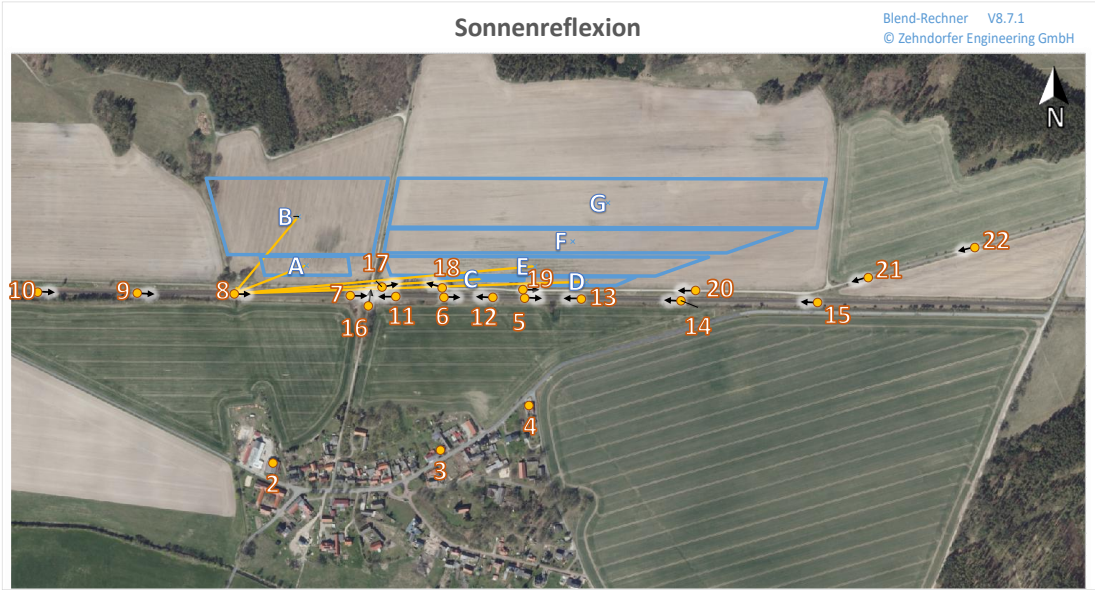


Immissionspunkt	7
Reflektor	ACDE

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

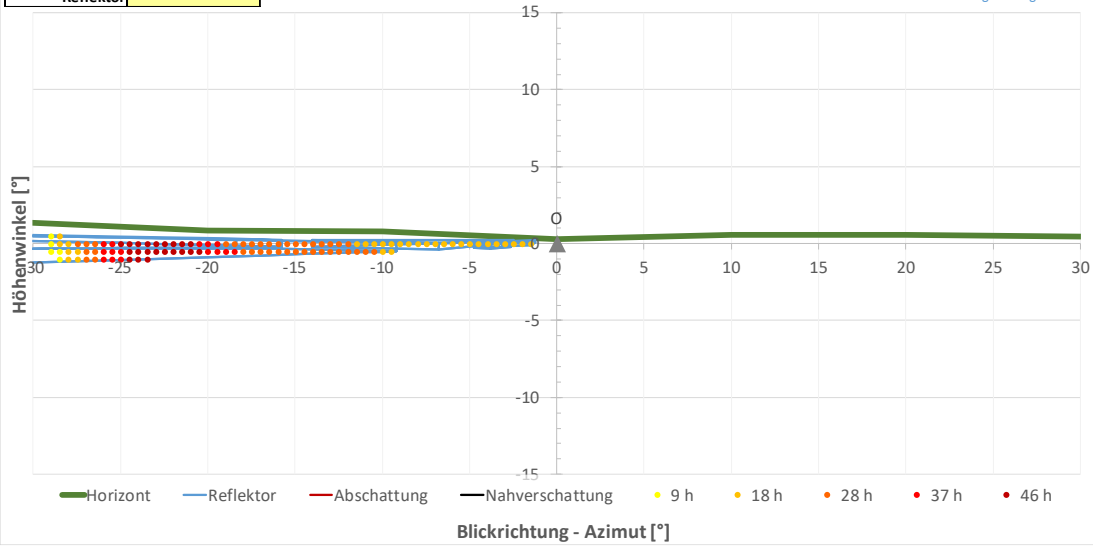




Immissionspunkt	8
Reflektor	ABCDE

Blendhäufigkeit

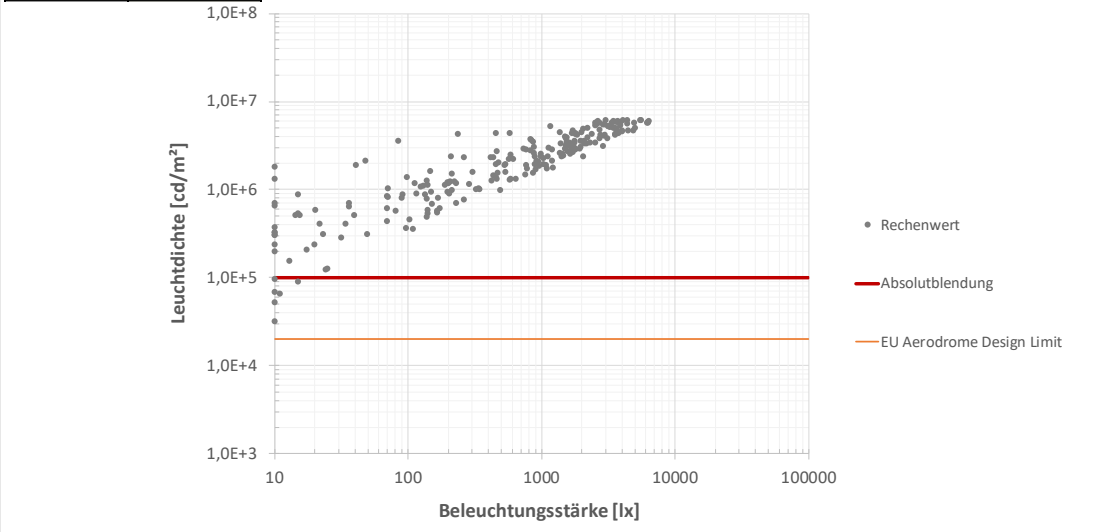
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	8
Reflektor	ABCDE

Reflexions-Photometrie

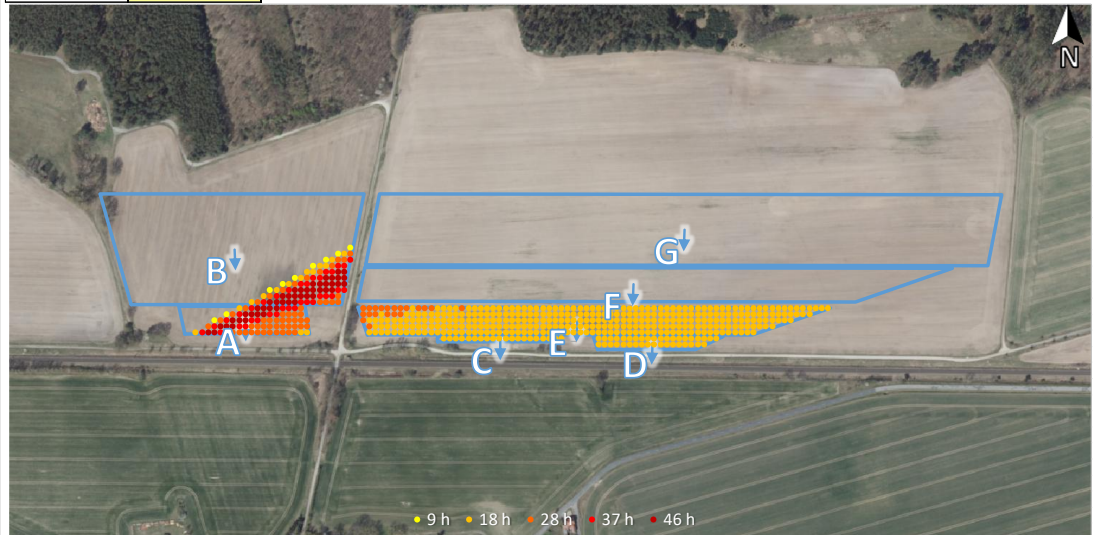
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

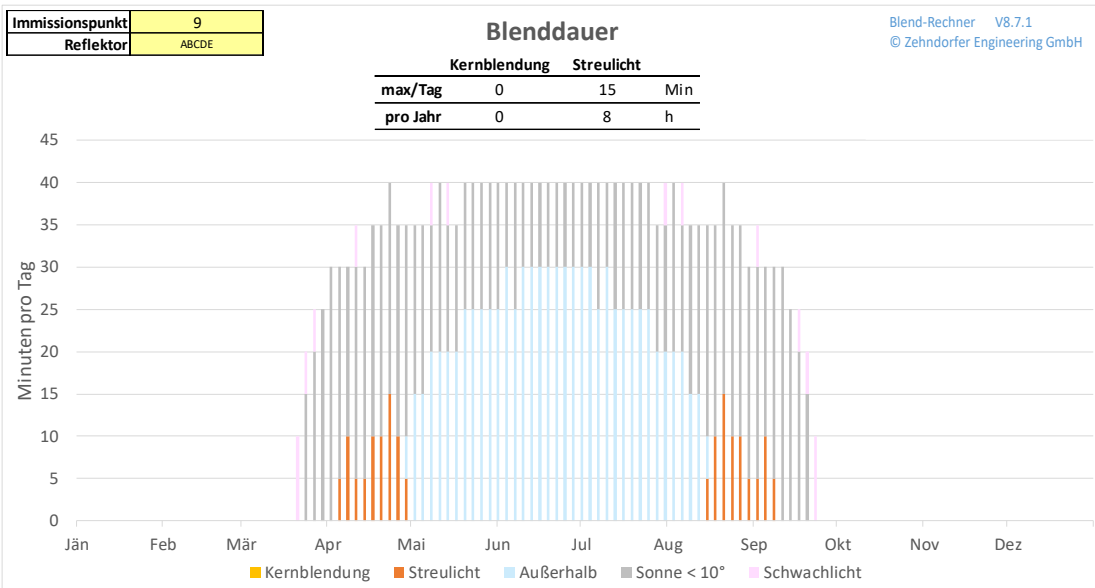
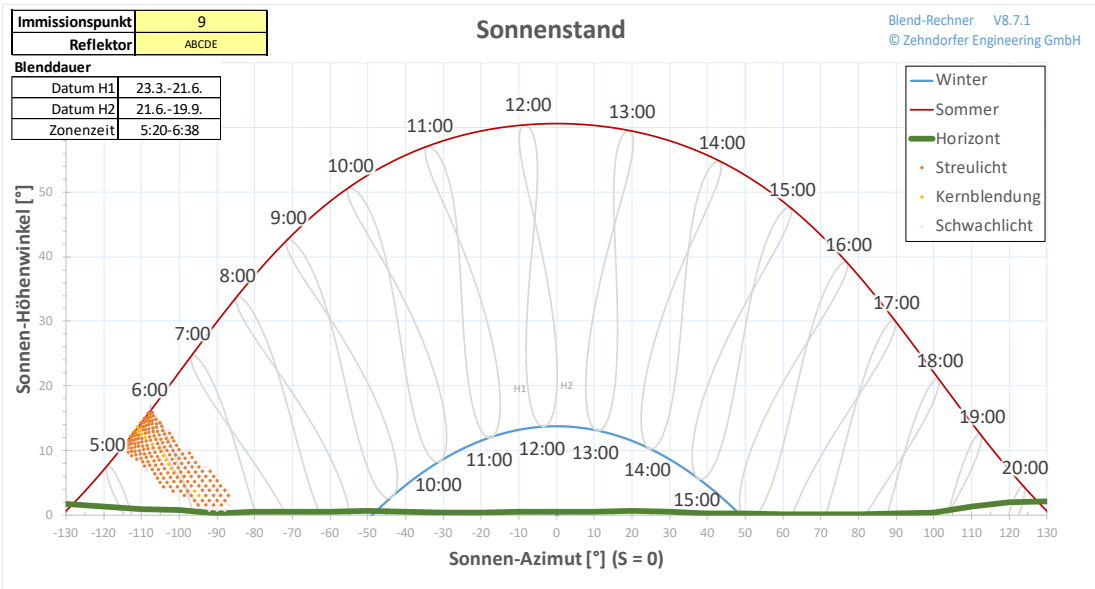
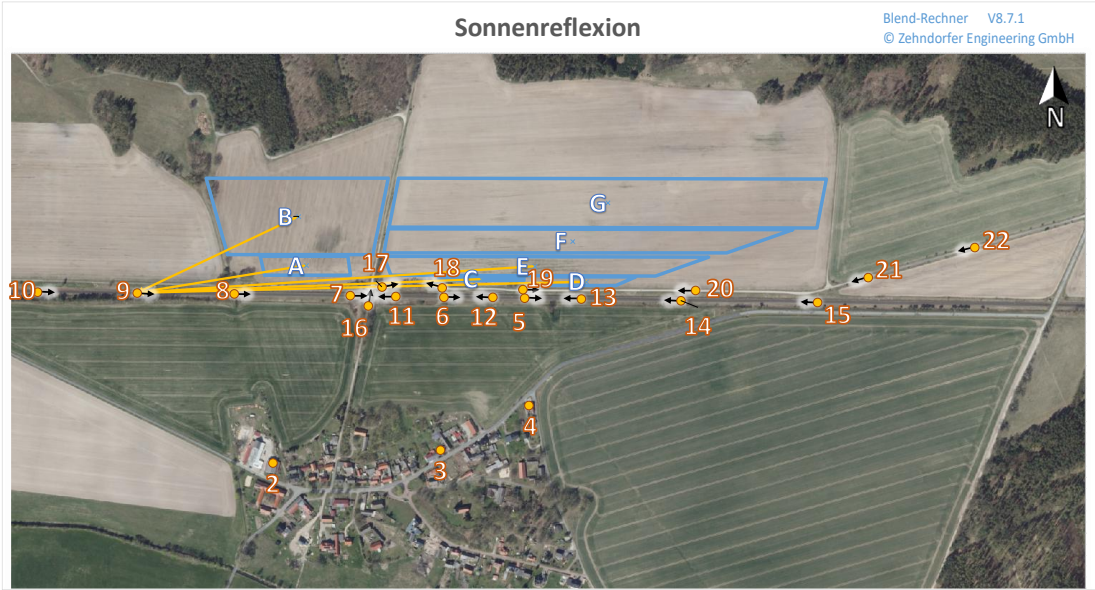


Immissionspunkt	8
Reflektor	ABCDE

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

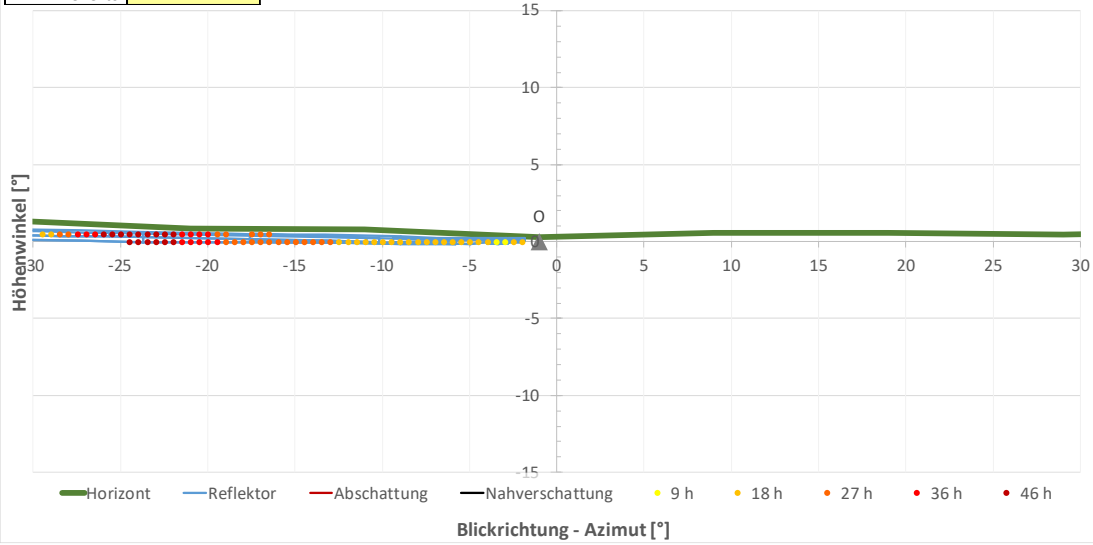




Immissionspunkt	9
Reflektor	ABCDE

Blendhäufigkeit

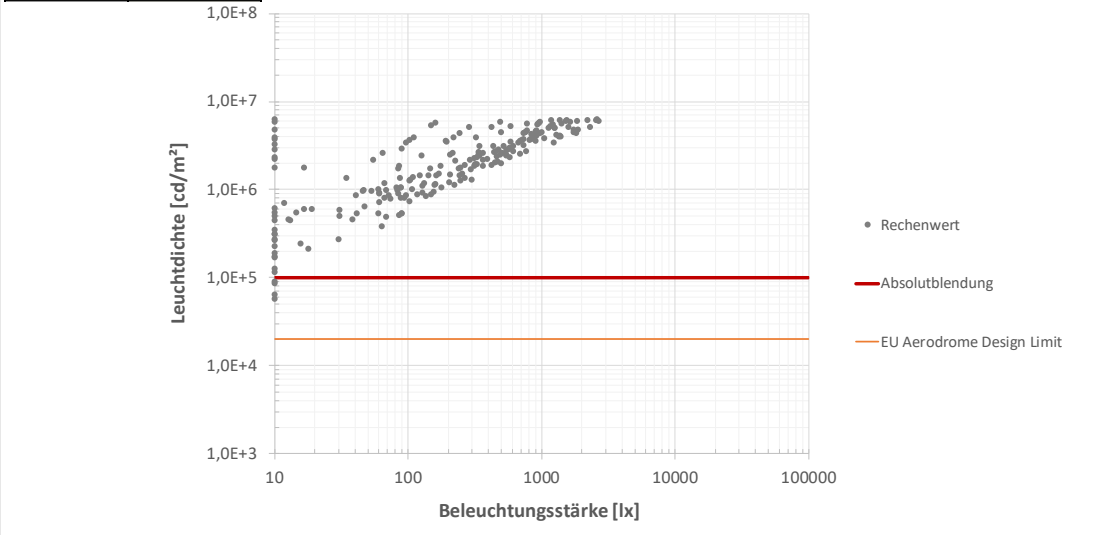
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	9
Reflektor	ABCDE

Reflexions-Photometrie

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

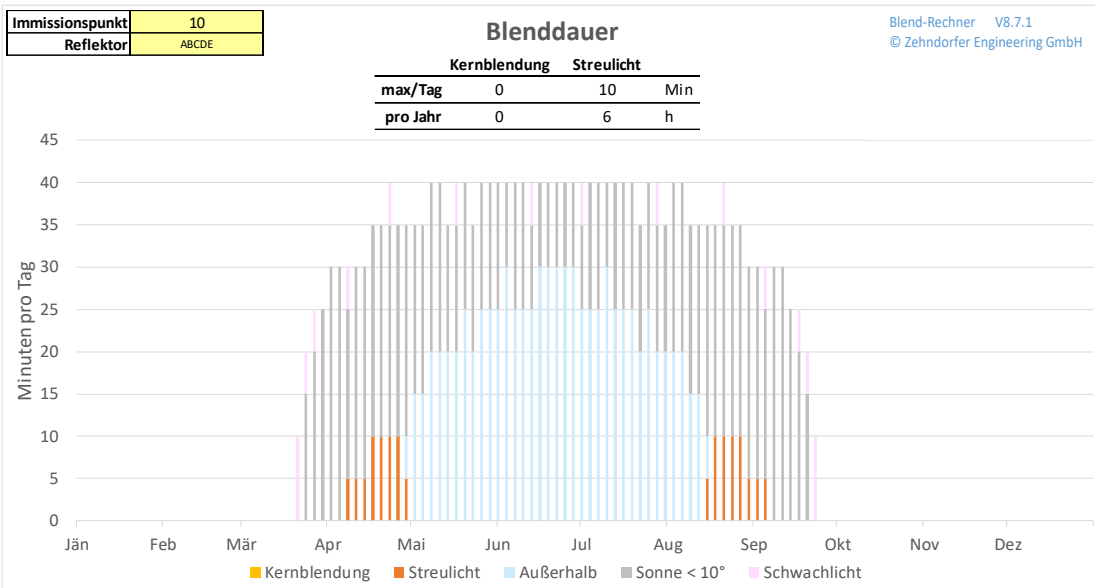
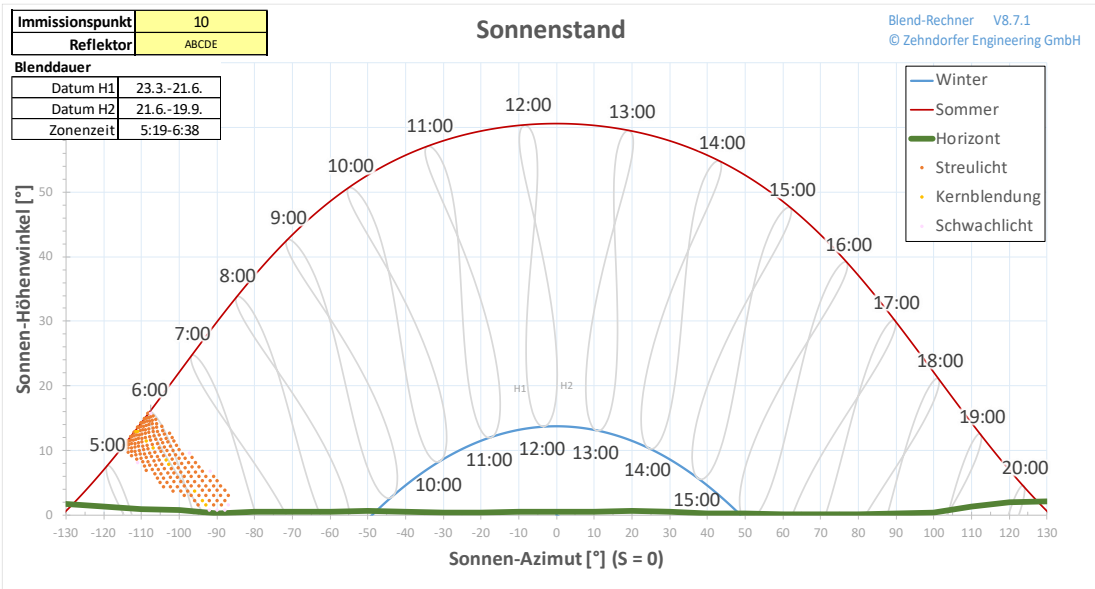
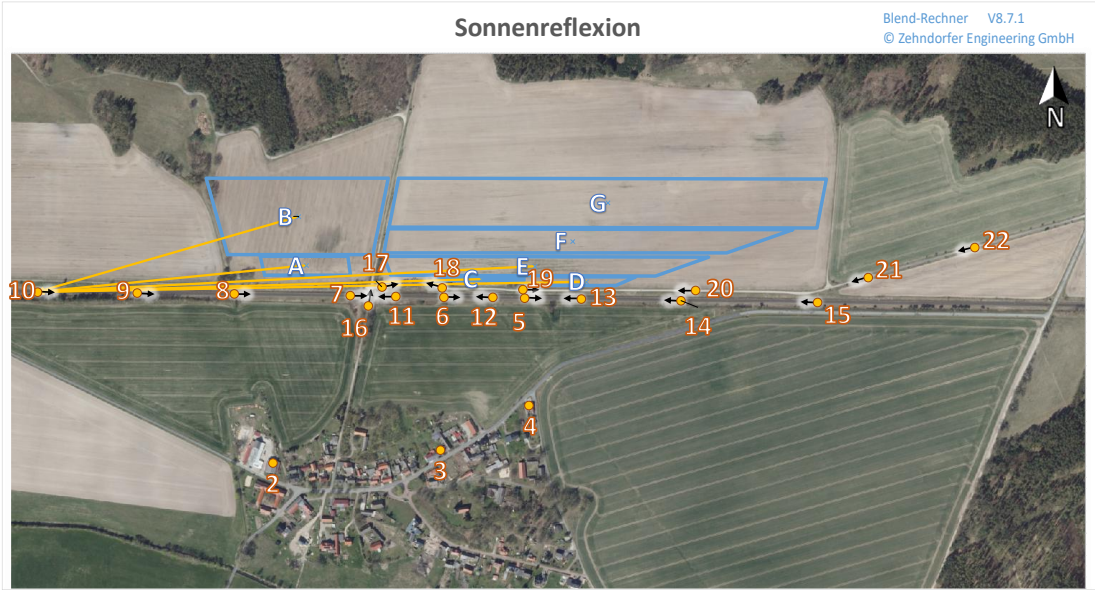


Immissionspunkt	9
Reflektor	ABCDE

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

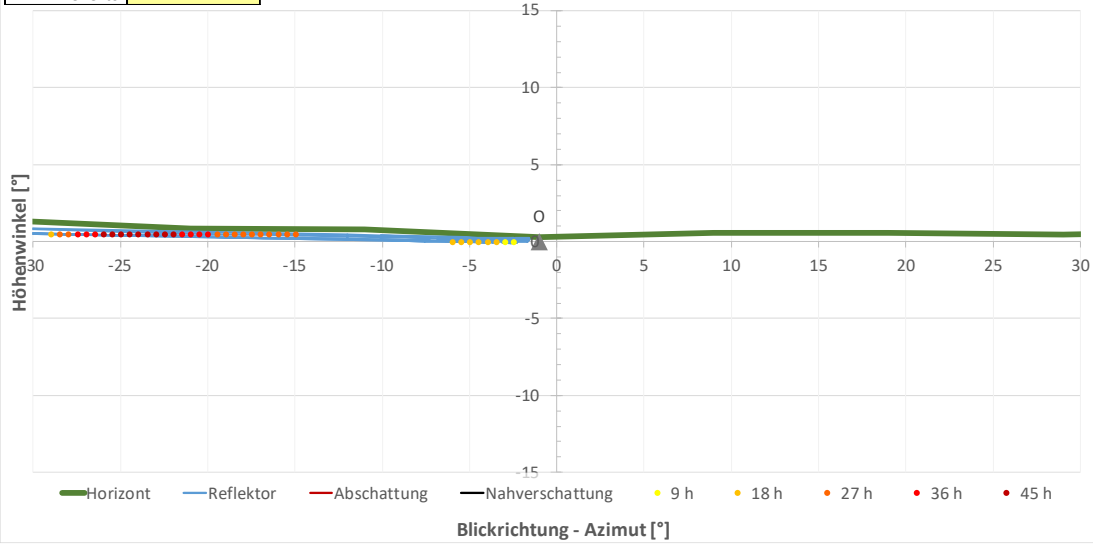




Immissionspunkt	10
Reflektor	ABCDE

Blendhäufigkeit

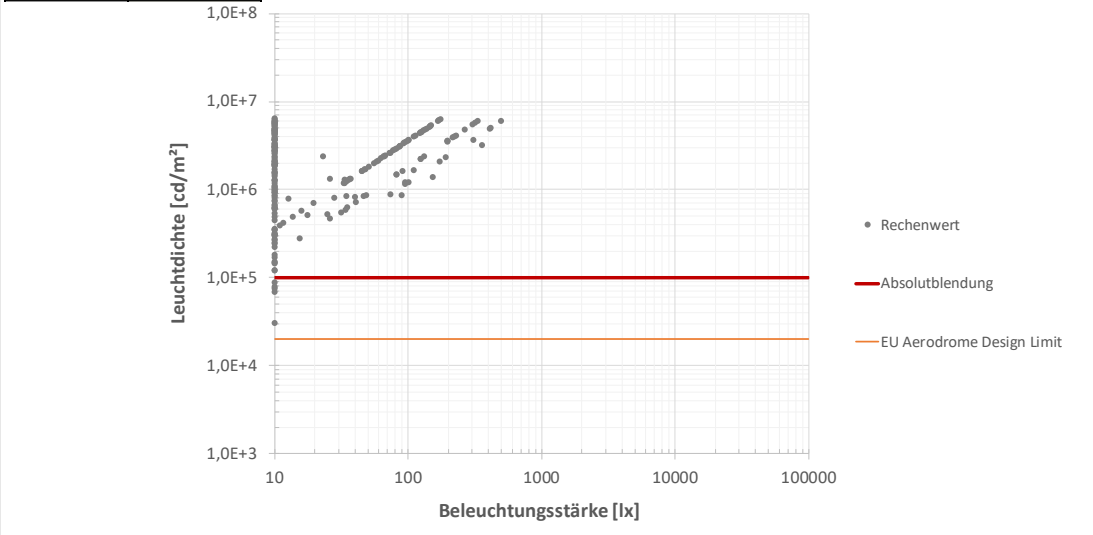
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	10
Reflektor	ABCDE

Reflexions-Photometrie

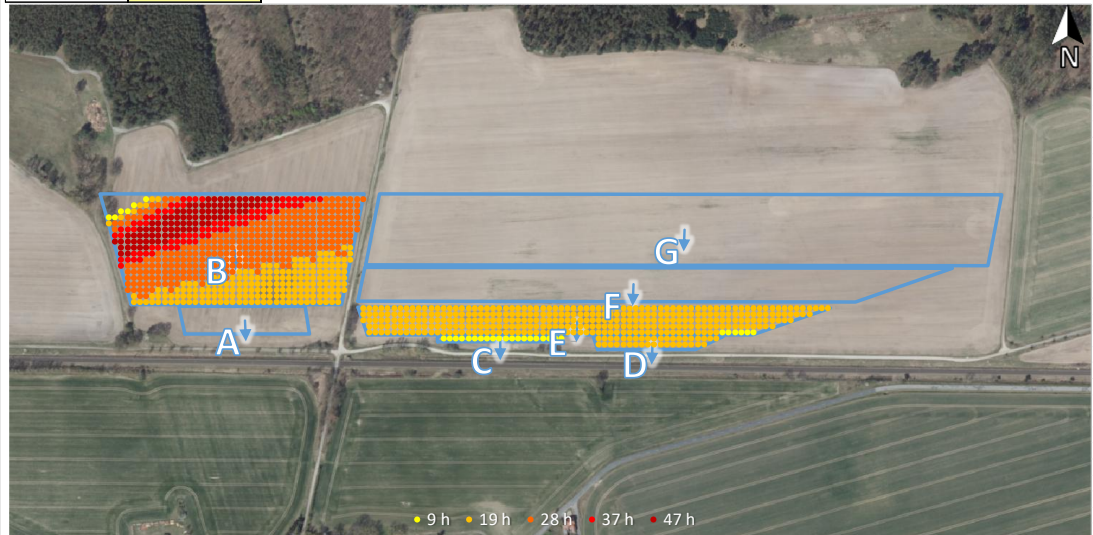
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

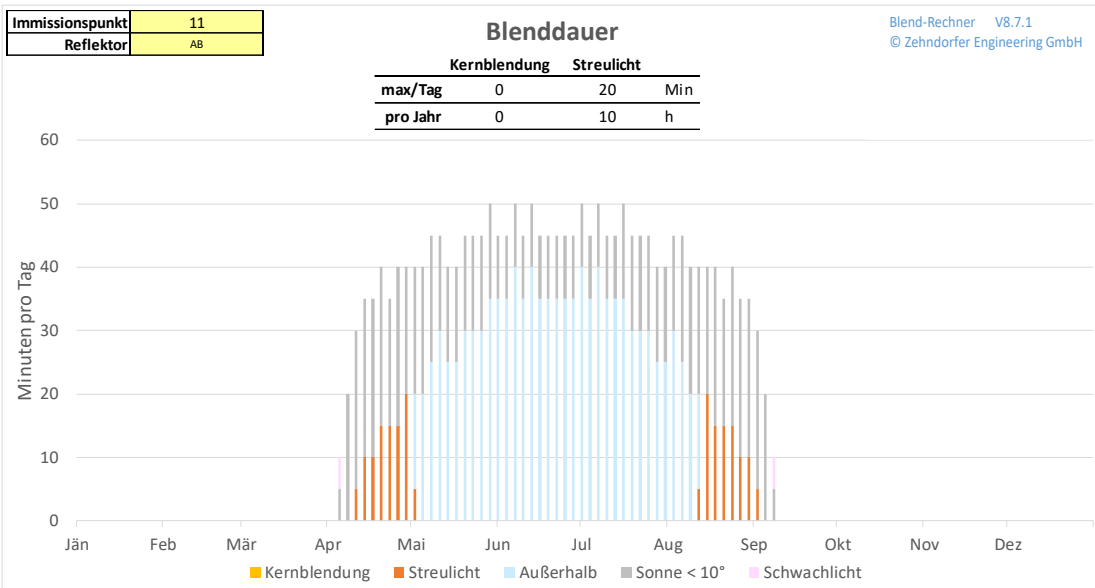
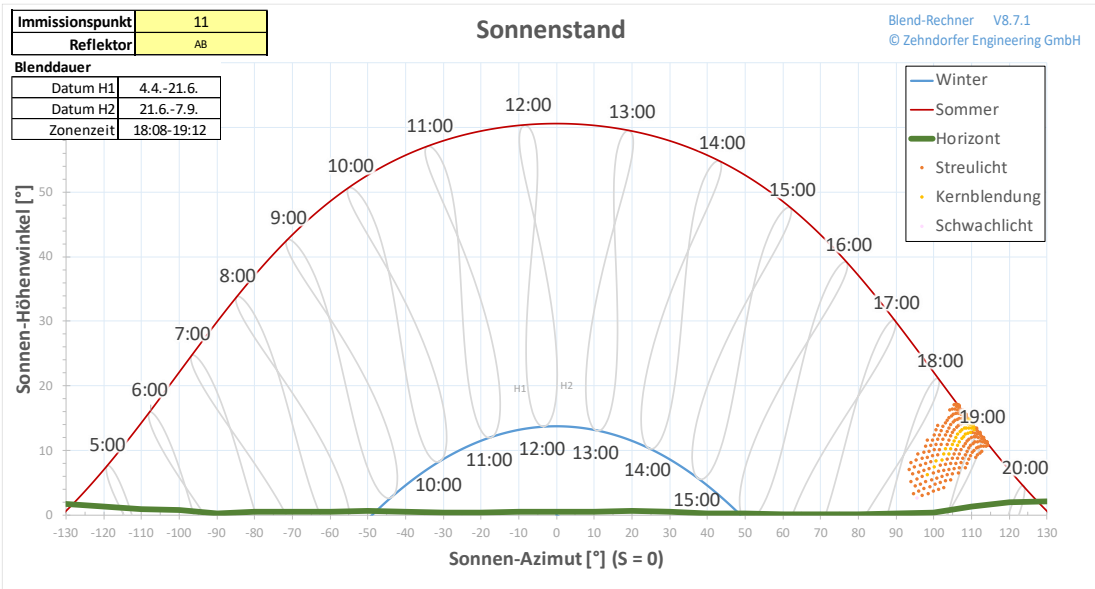
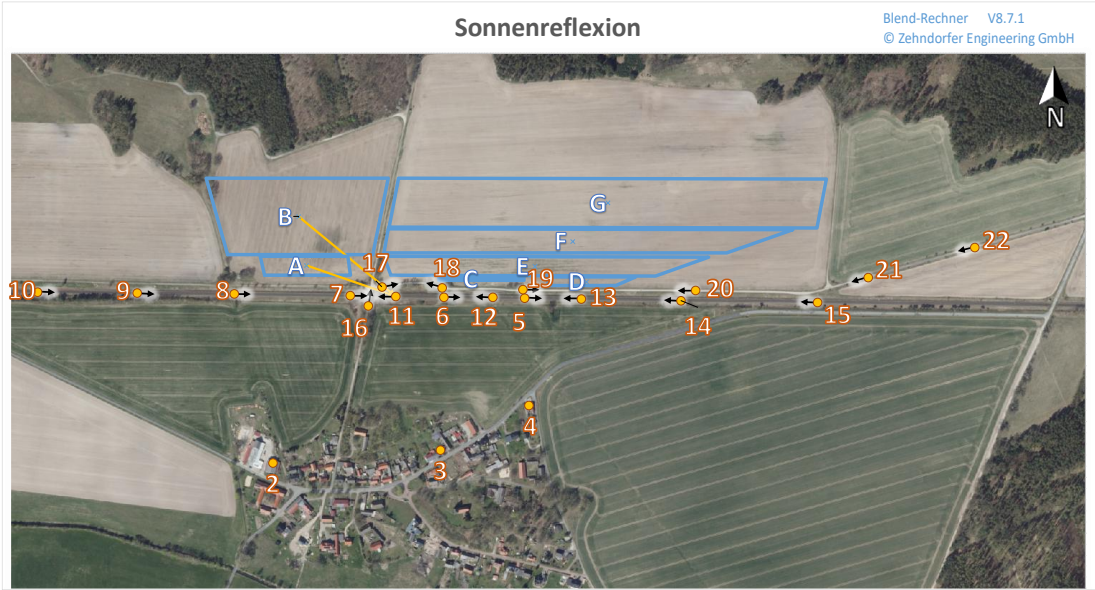


Immissionspunkt	10
Reflektor	ABCDE

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

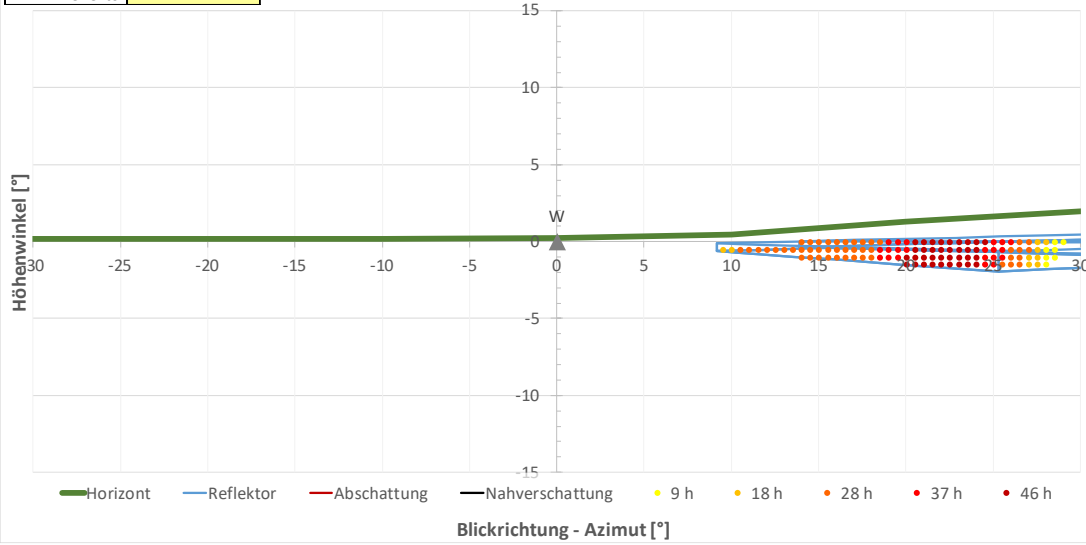




Immissionspunkt	11
Reflektor	AB

Blendhäufigkeit

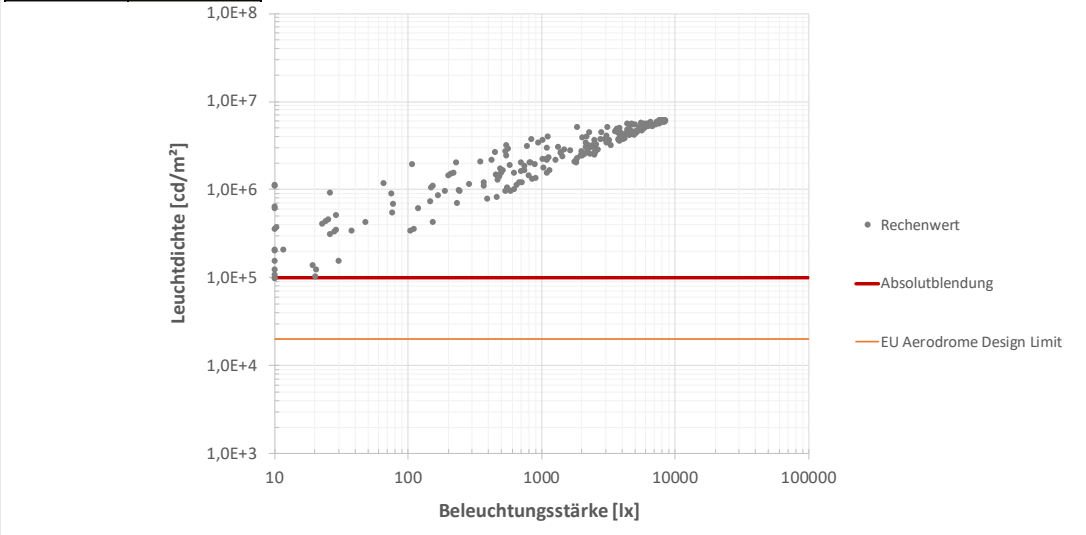
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	11
Reflektor	AB

Reflexions-Photometrie

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

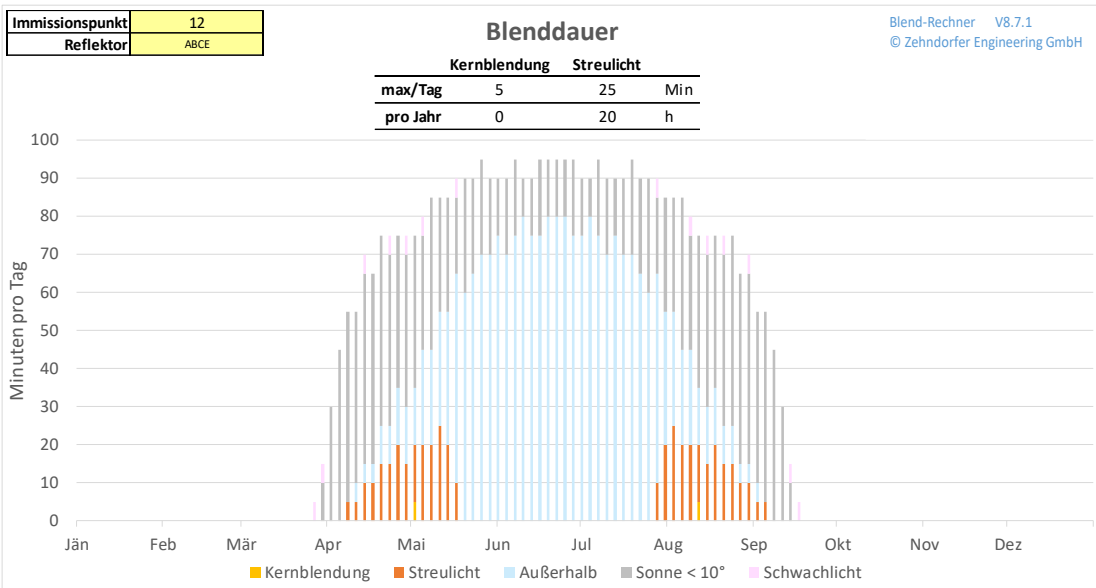
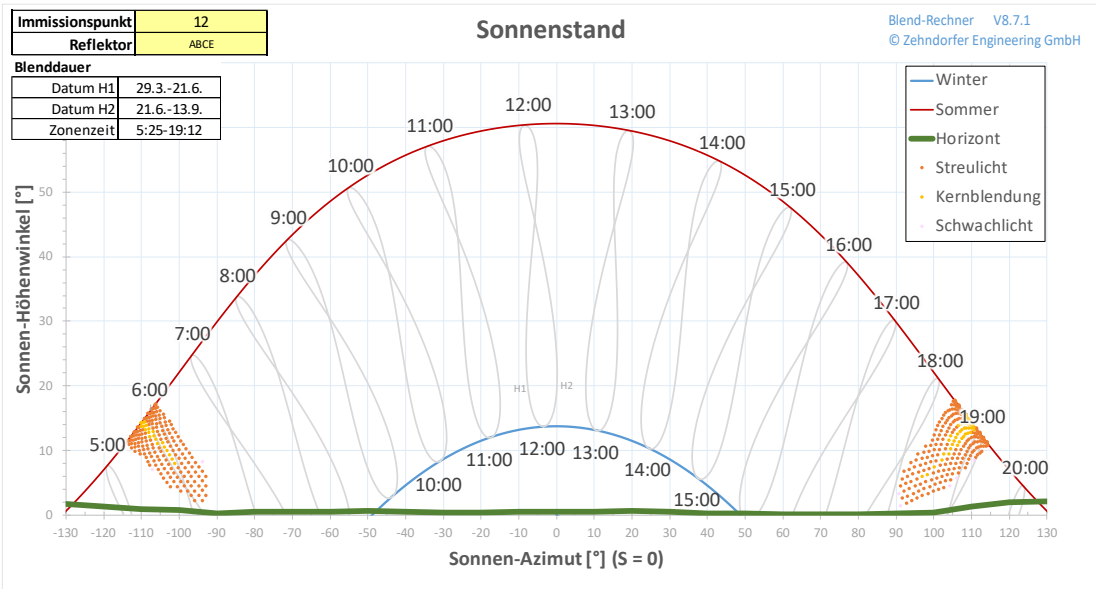
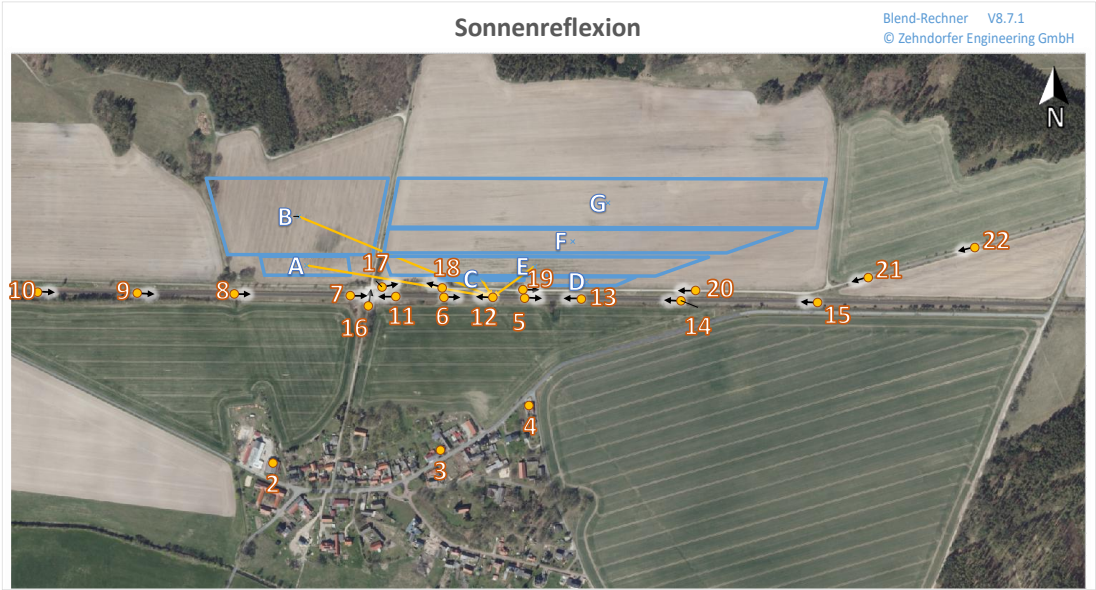


Immissionspunkt	11
Reflektor	AB

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

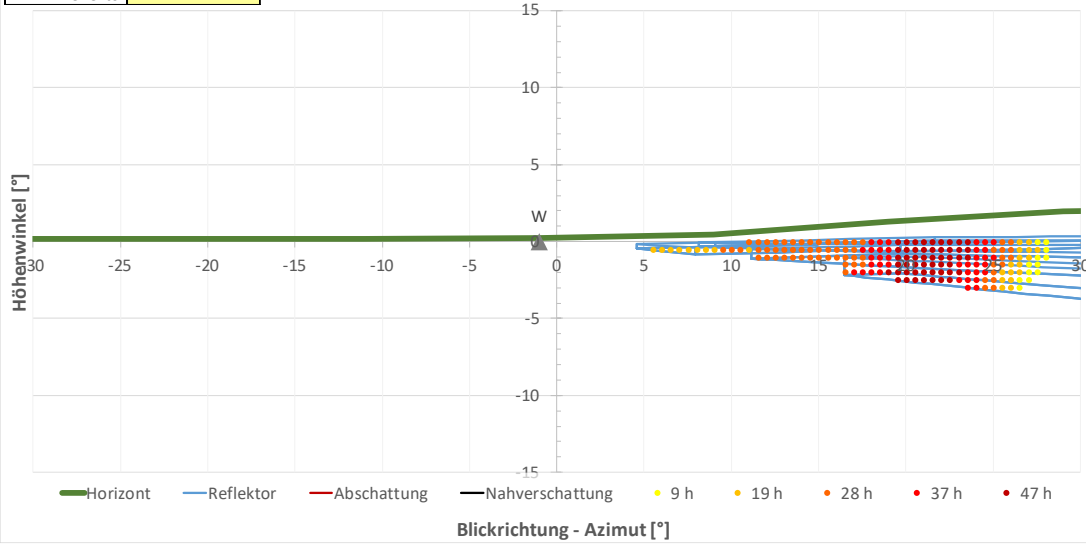




Immissionspunkt	12
Reflektor	ABCE

Blendhäufigkeit

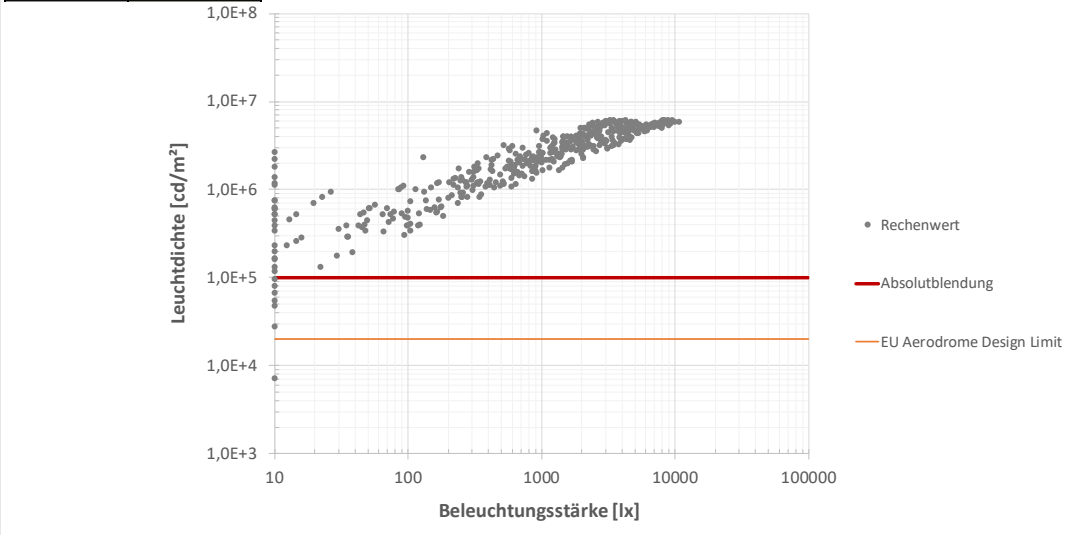
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	12
Reflektor	ABCE

Reflexions-Photometrie

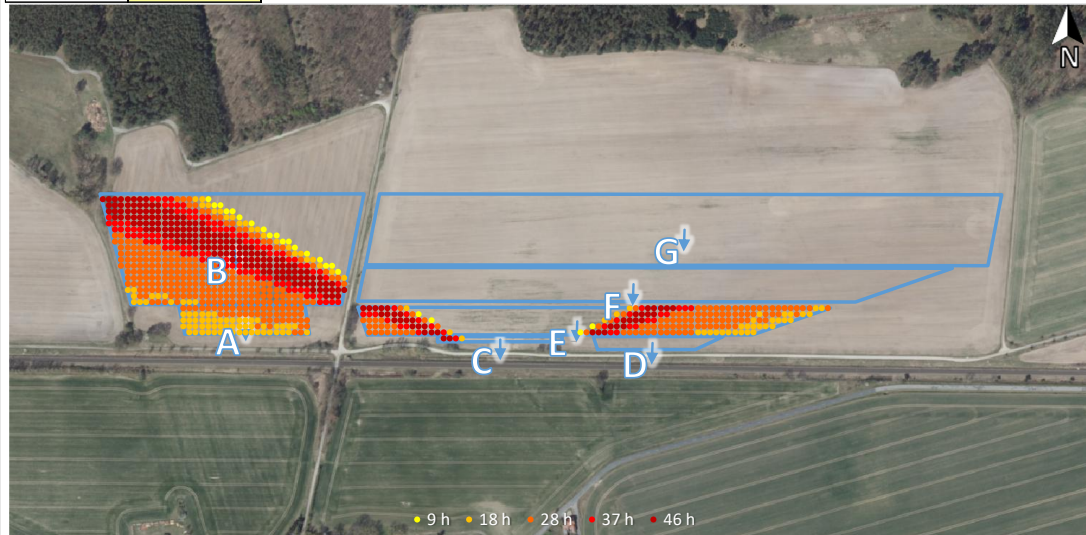
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

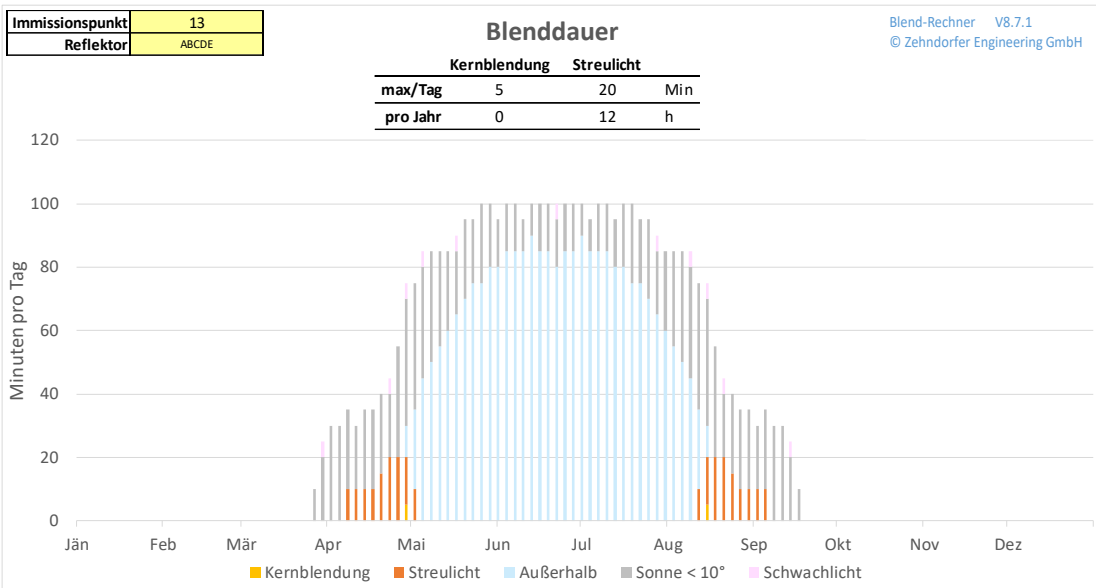
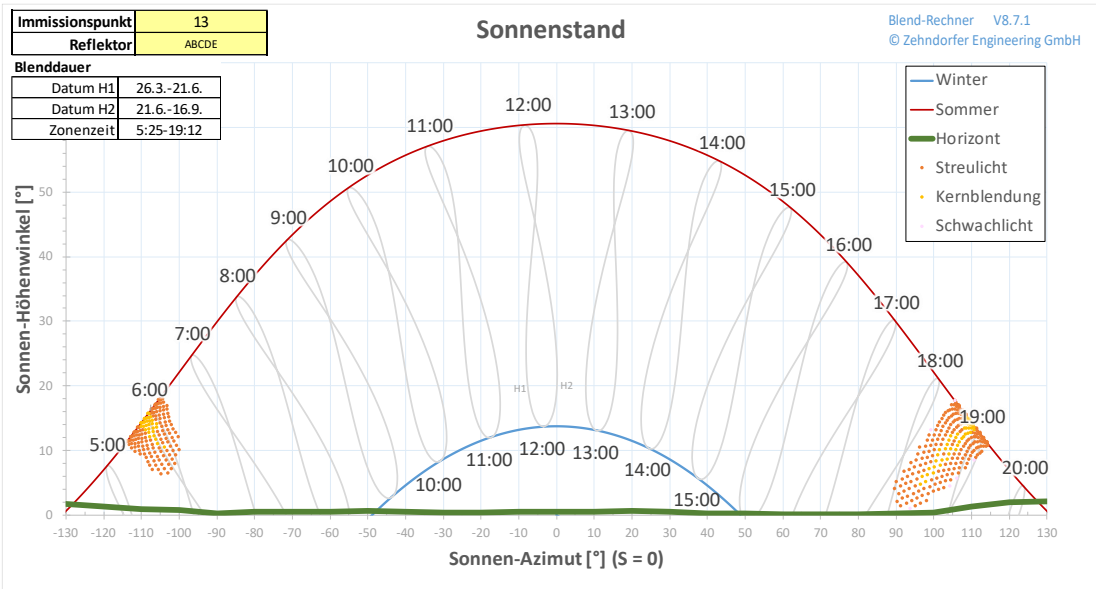
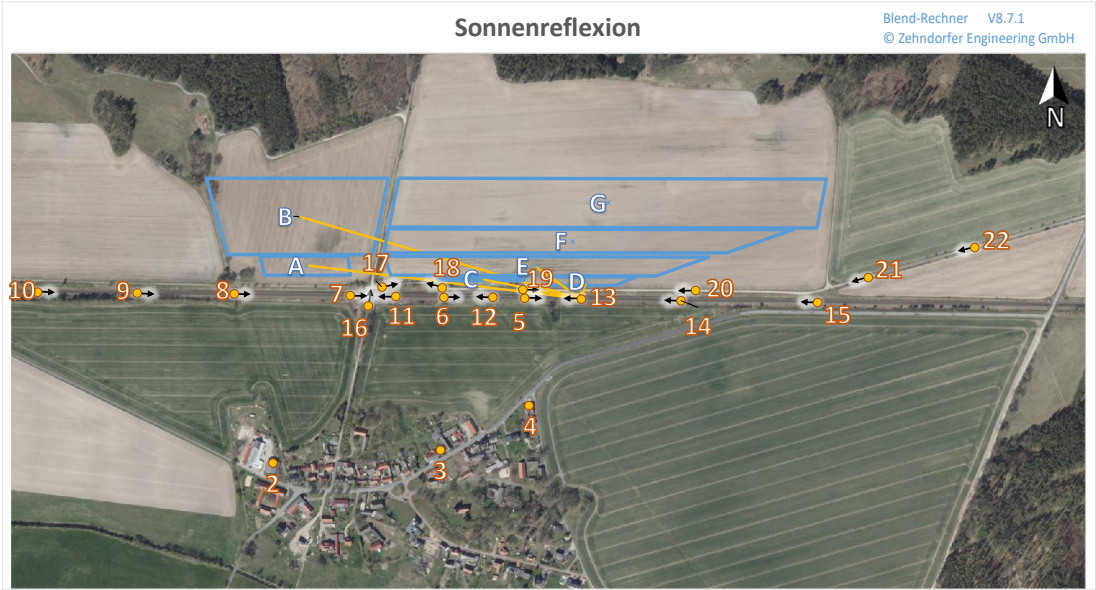


Immissionspunkt	12
Reflektor	ABCE

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

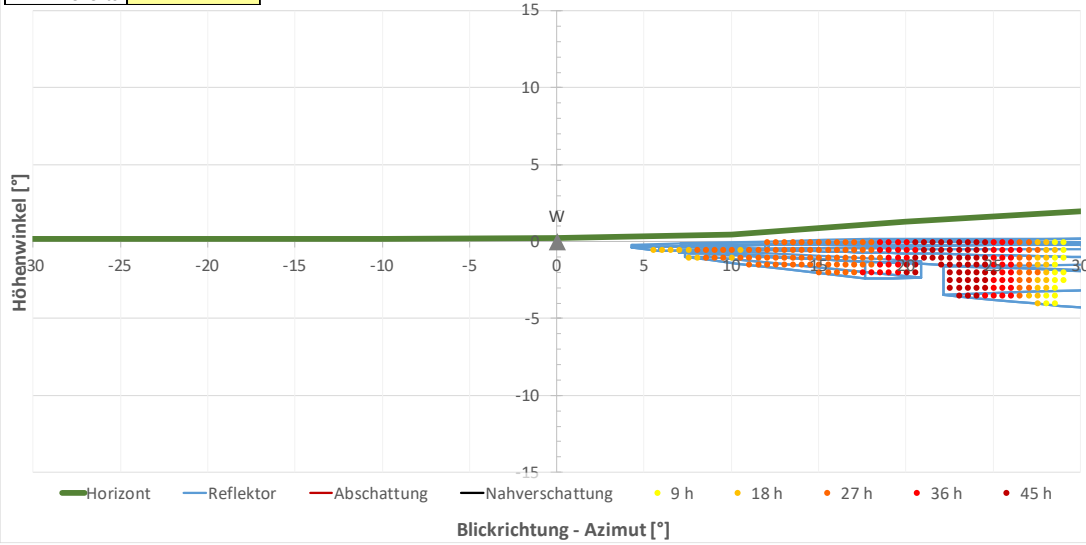




Immissionspunkt	13
Reflektor	ABCDE

Blendhäufigkeit

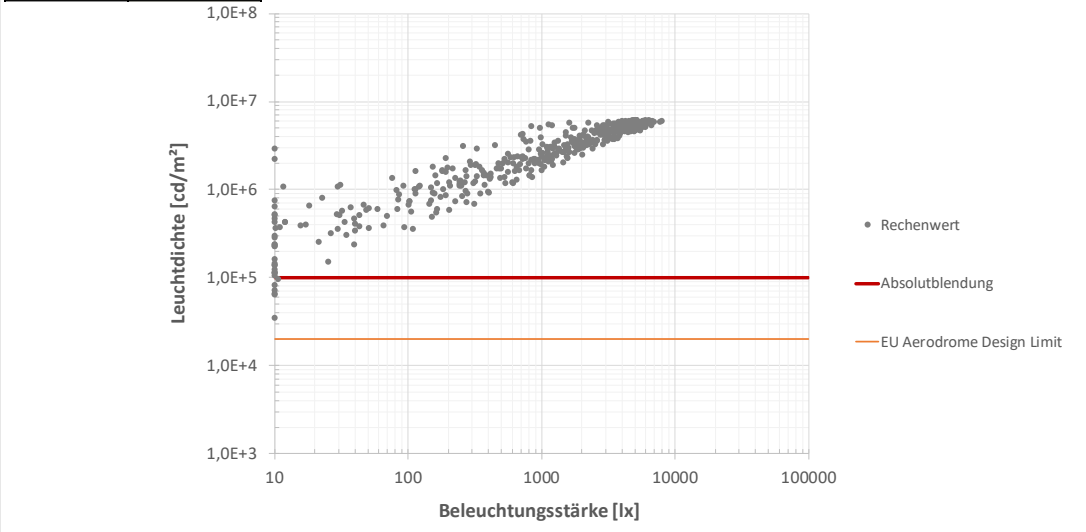
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	13
Reflektor	ABCDE

Reflexions-Photometrie

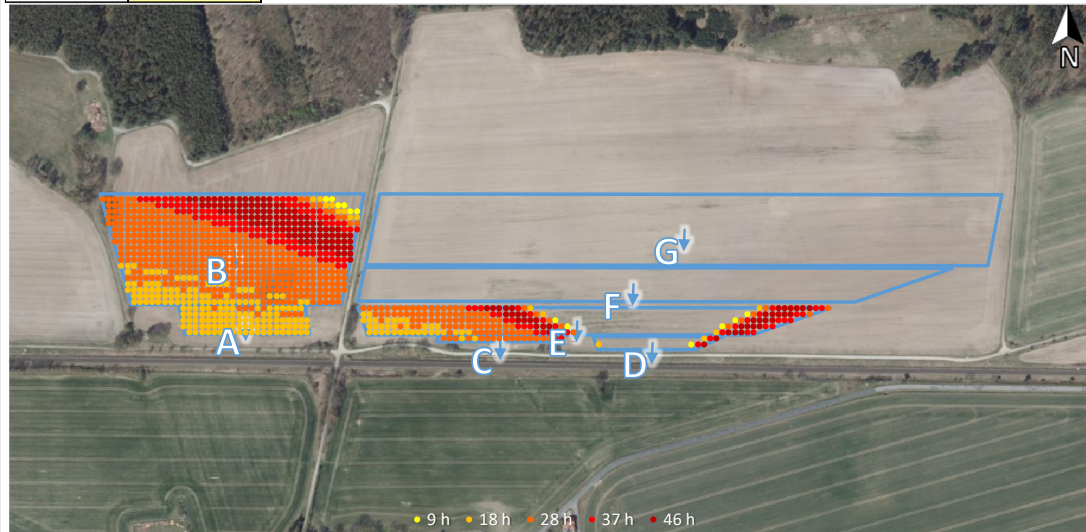
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

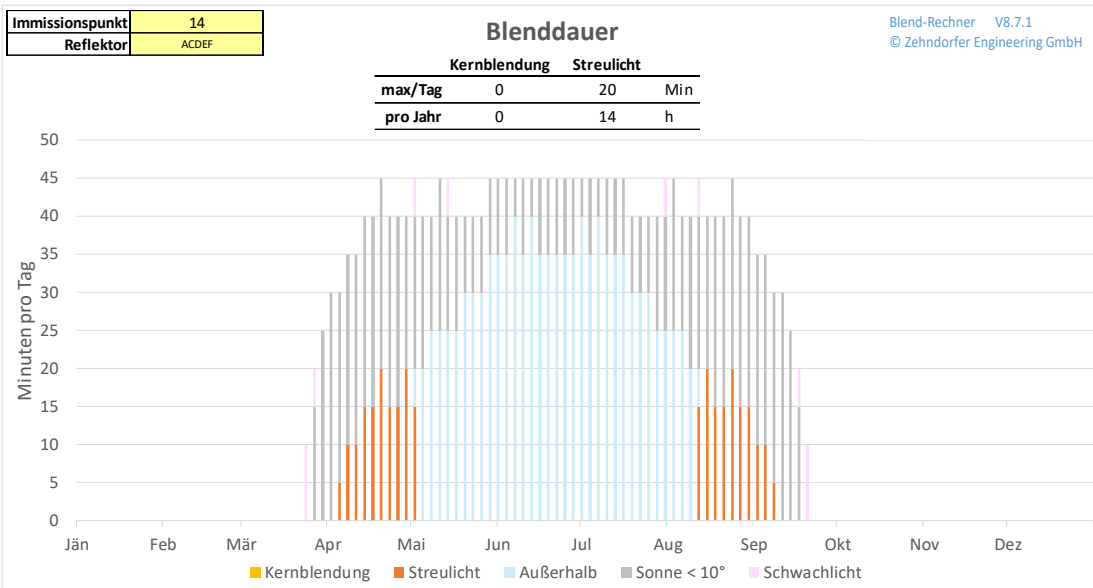
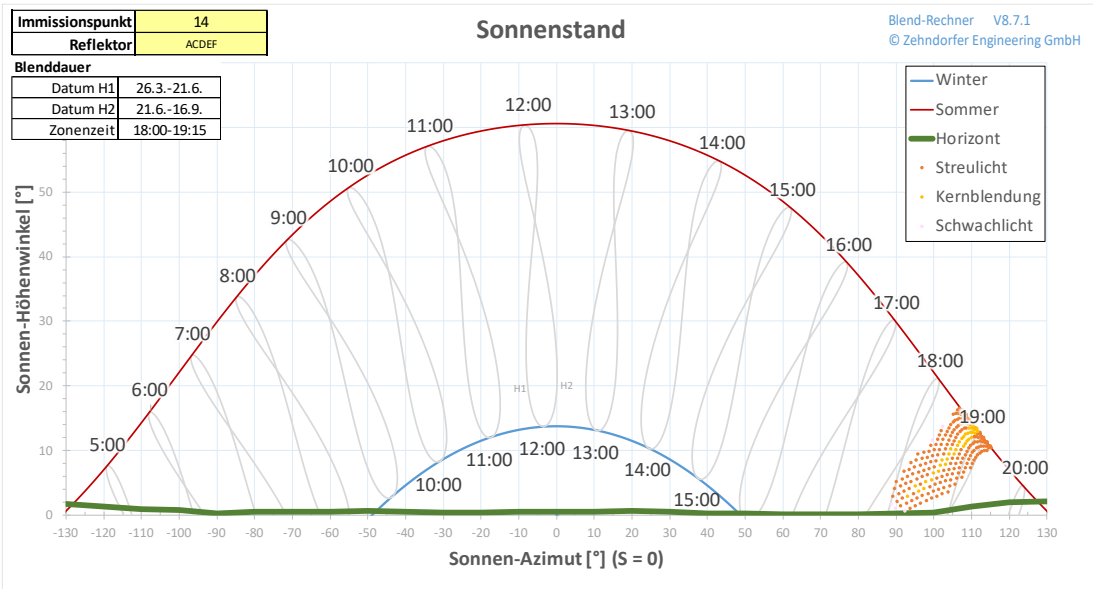
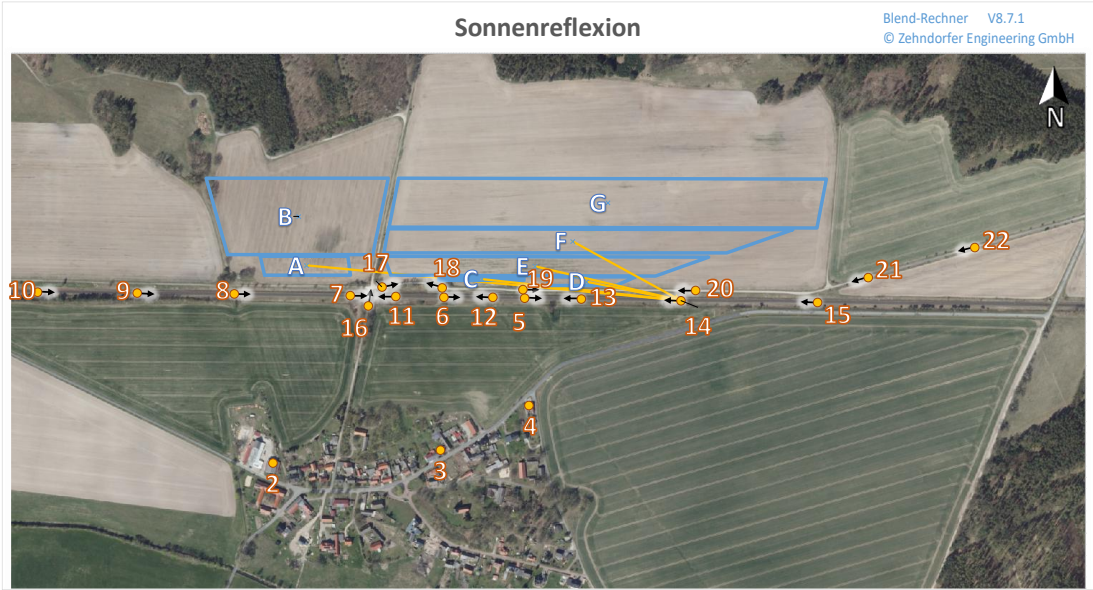


Immissionspunkt	13
Reflektor	ABCDE

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

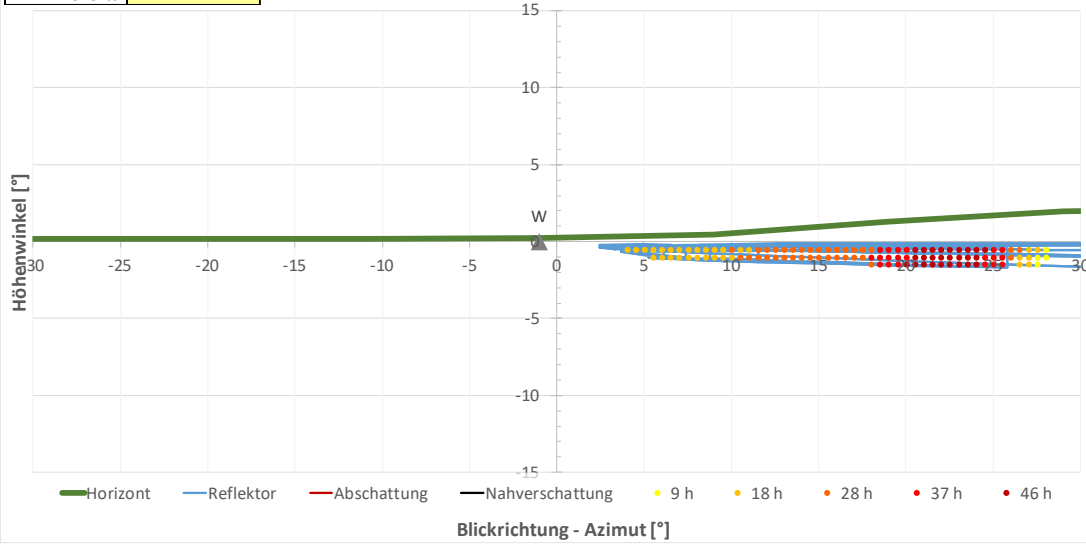




Immissionspunkt	14
Reflektor	ACDEF

Blendhäufigkeit

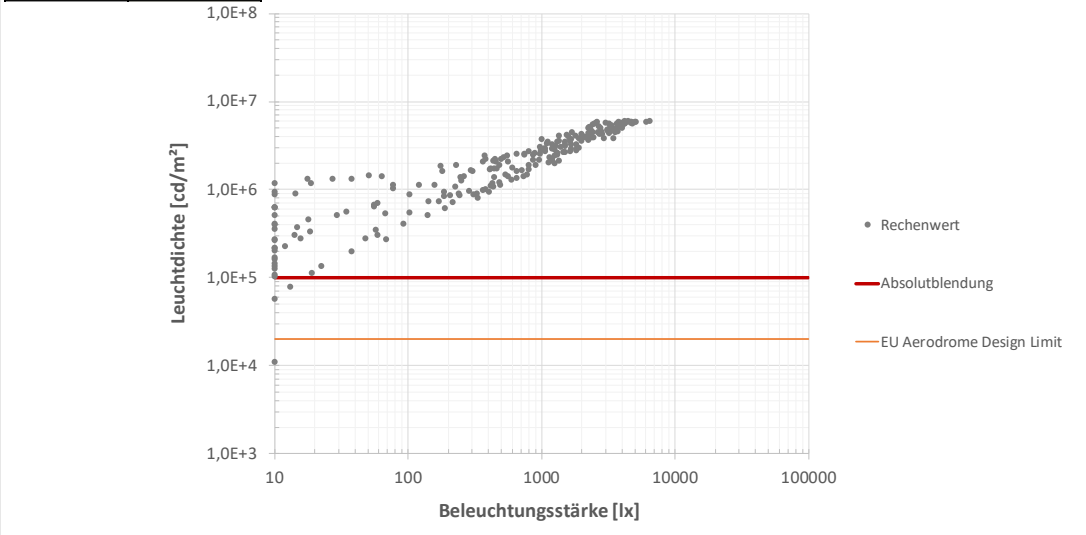
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	14
Reflektor	ACDEF

Reflexions-Photometrie

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

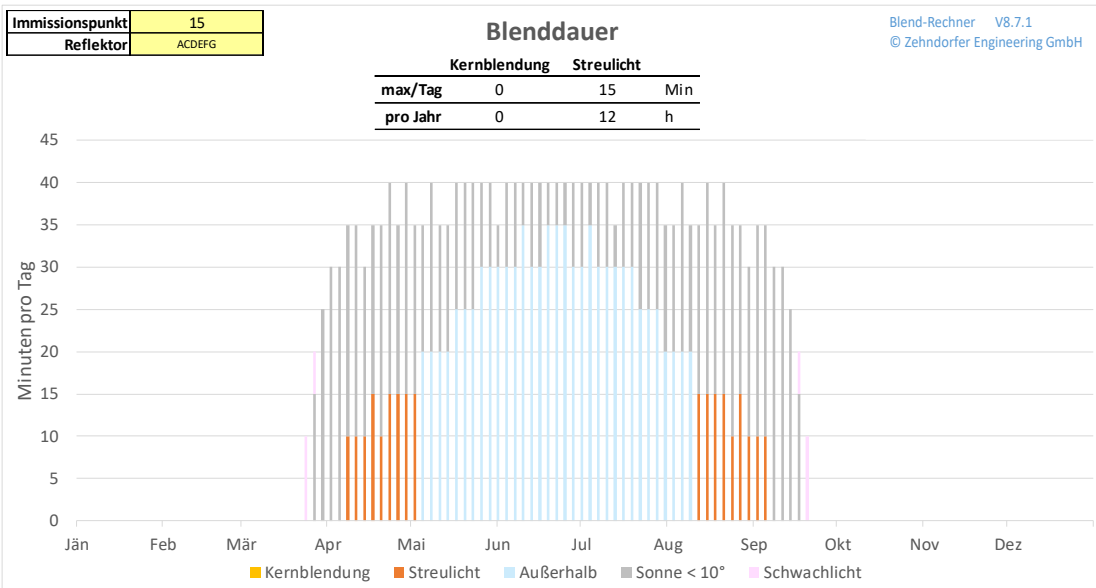
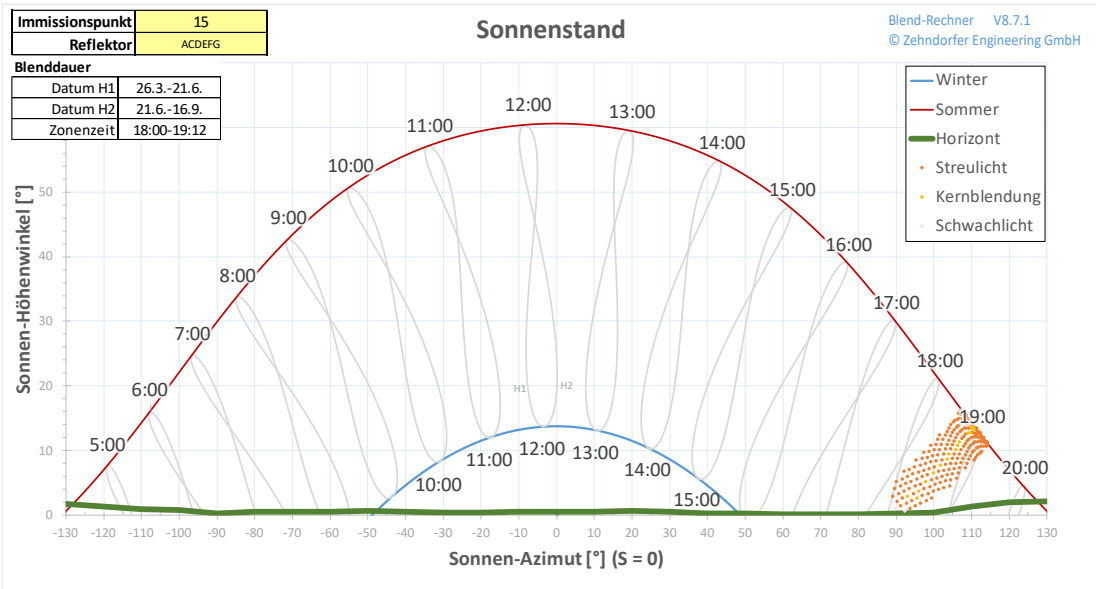
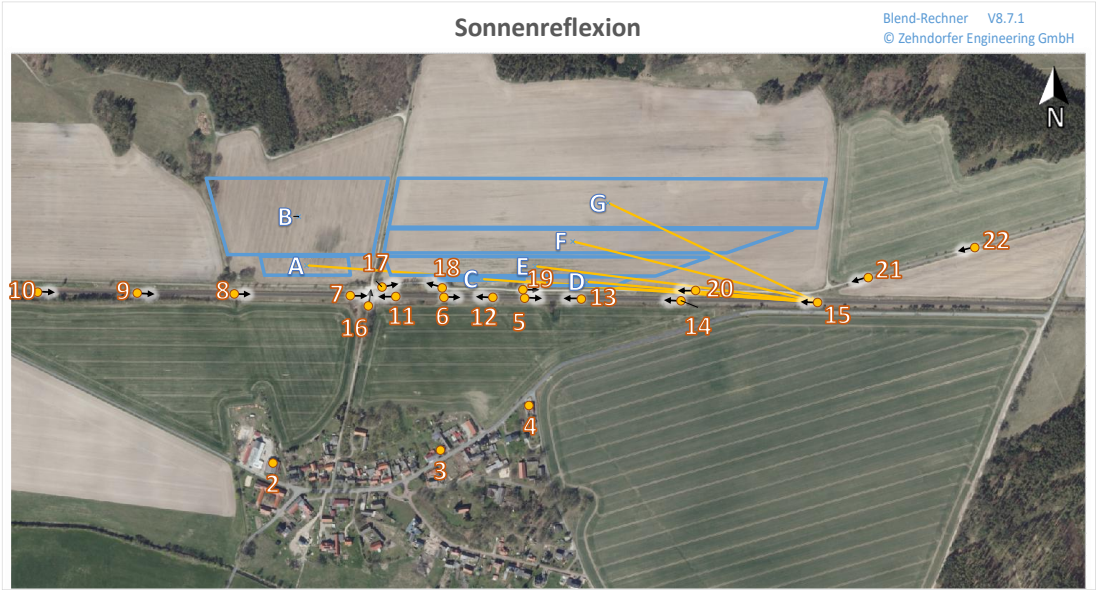


Immissionspunkt	14
Reflektor	ACDEF

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

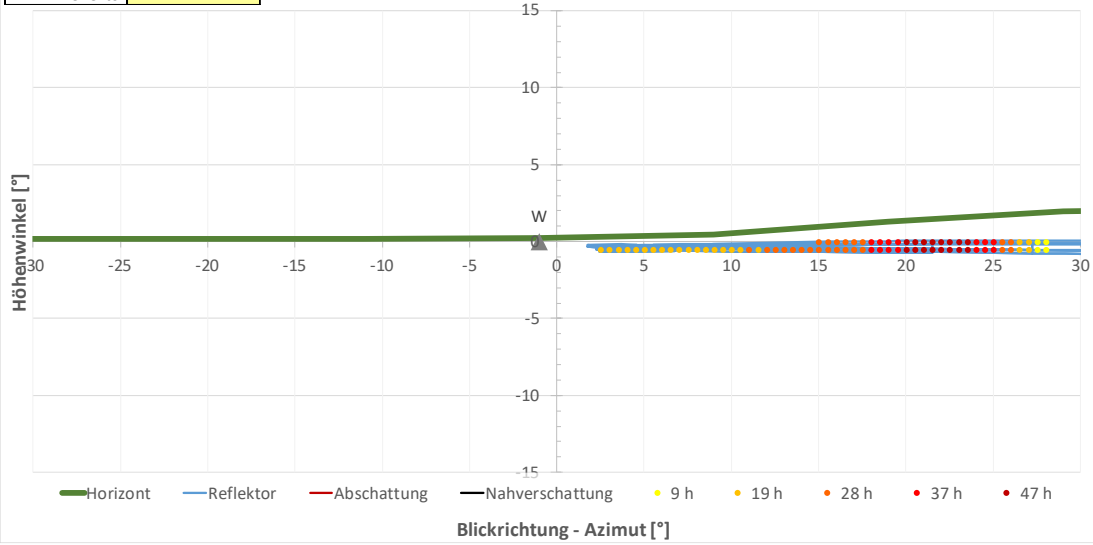




Immissionspunkt	15
Reflektor	ACDEFG

Blendhäufigkeit

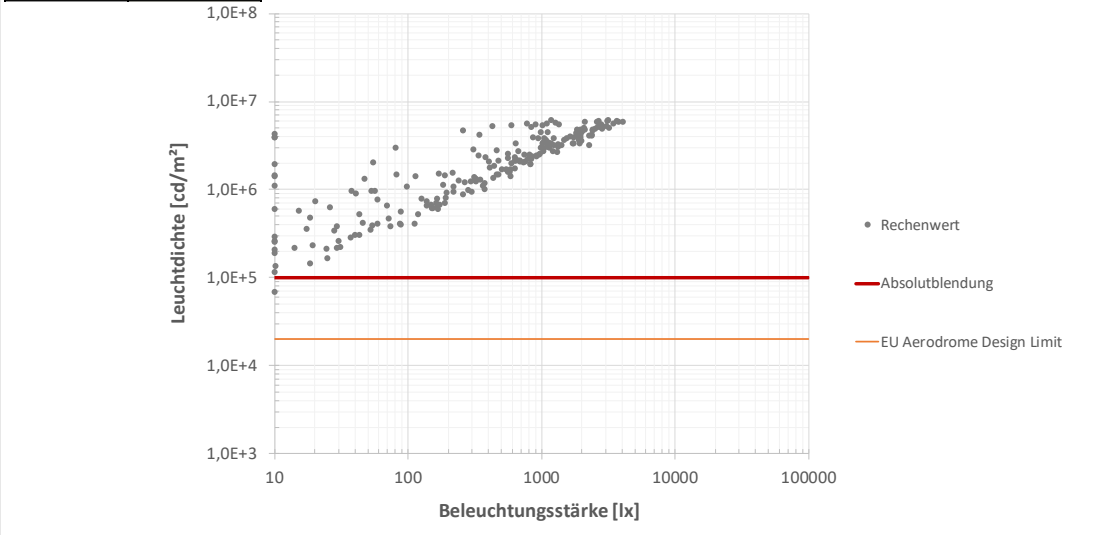
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	15
Reflektor	ACDEFG

Reflexions-Photometrie

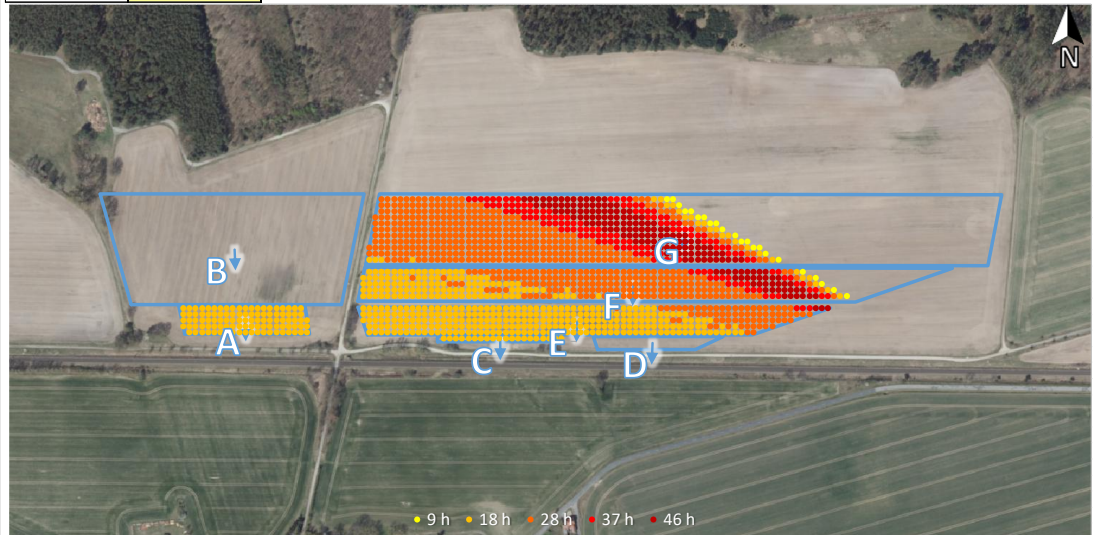
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

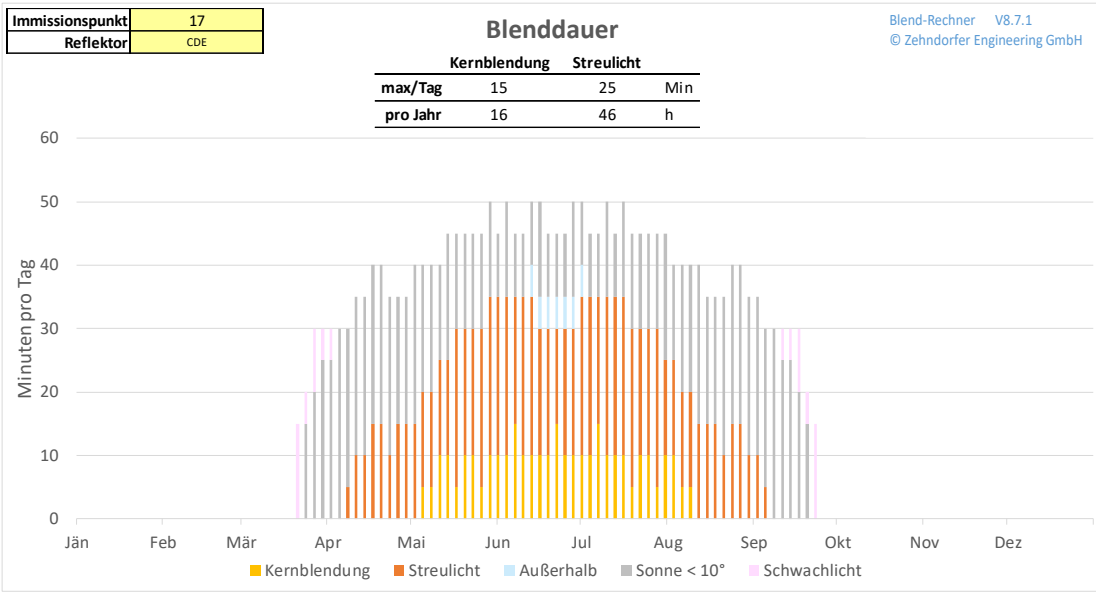
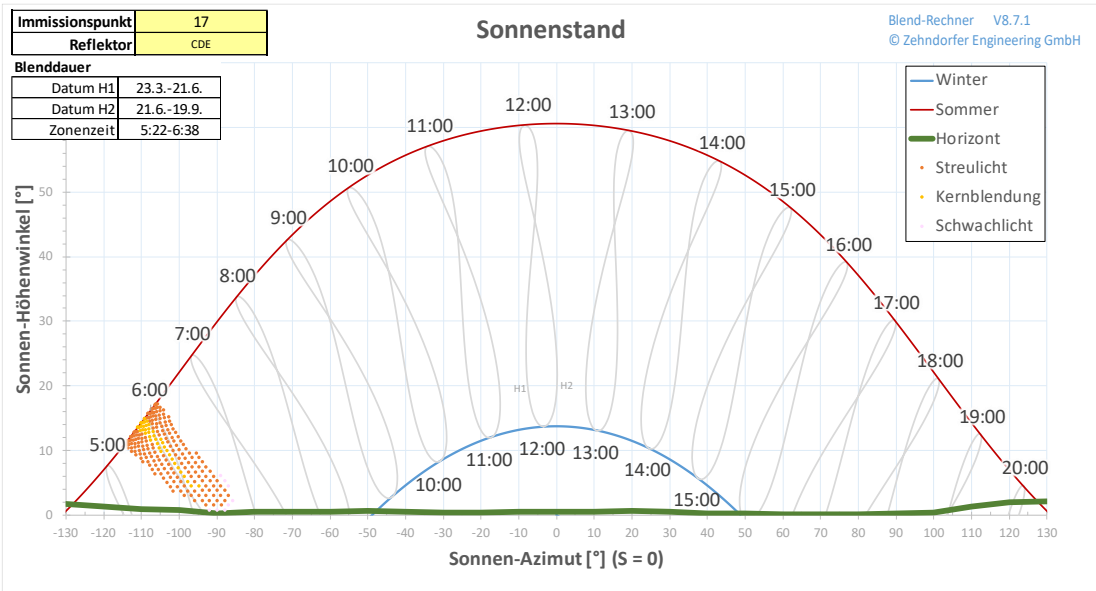
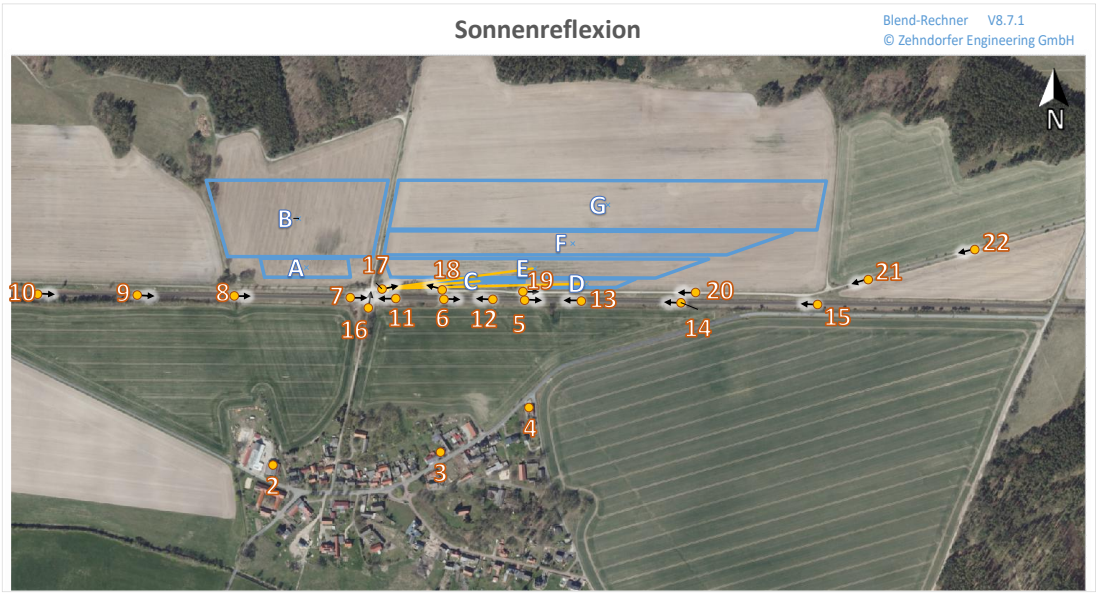


Immissionspunkt	15
Reflektor	ACDEFG

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

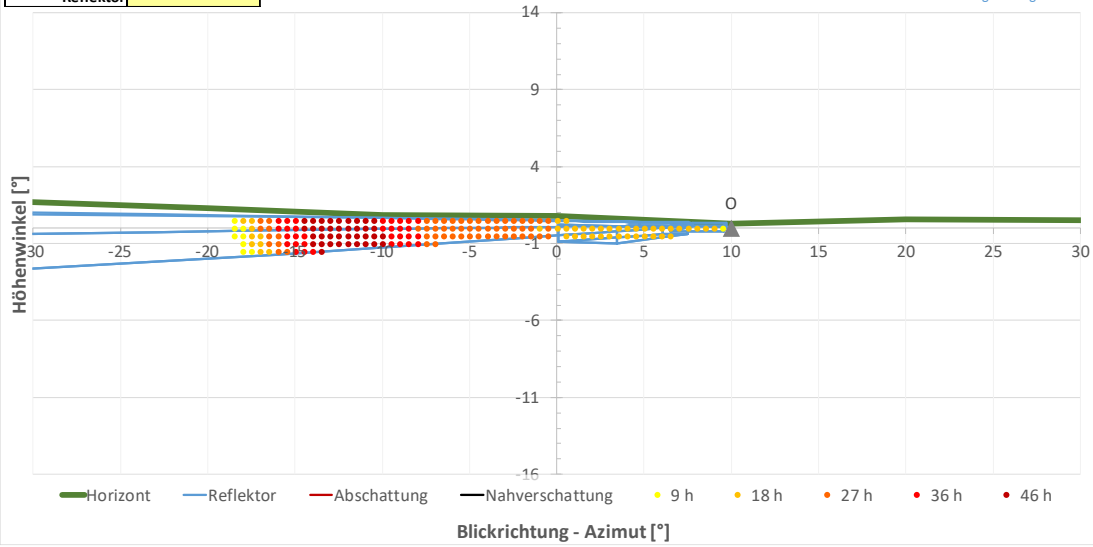




Immissionspunkt	17
Reflektor	CDE

Blendhäufigkeit

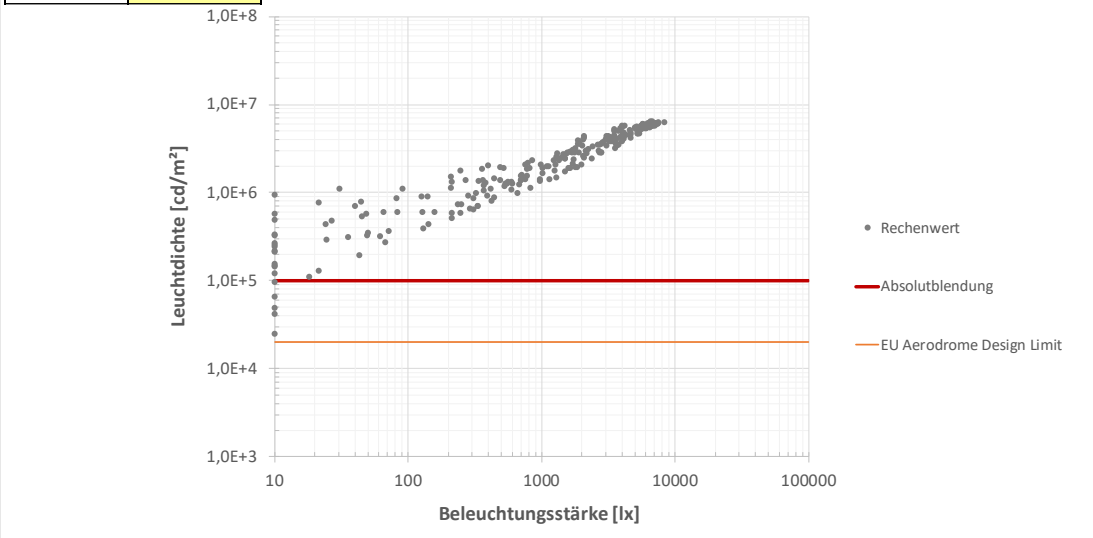
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	17
Reflektor	CDE

Reflexions-Photometrie

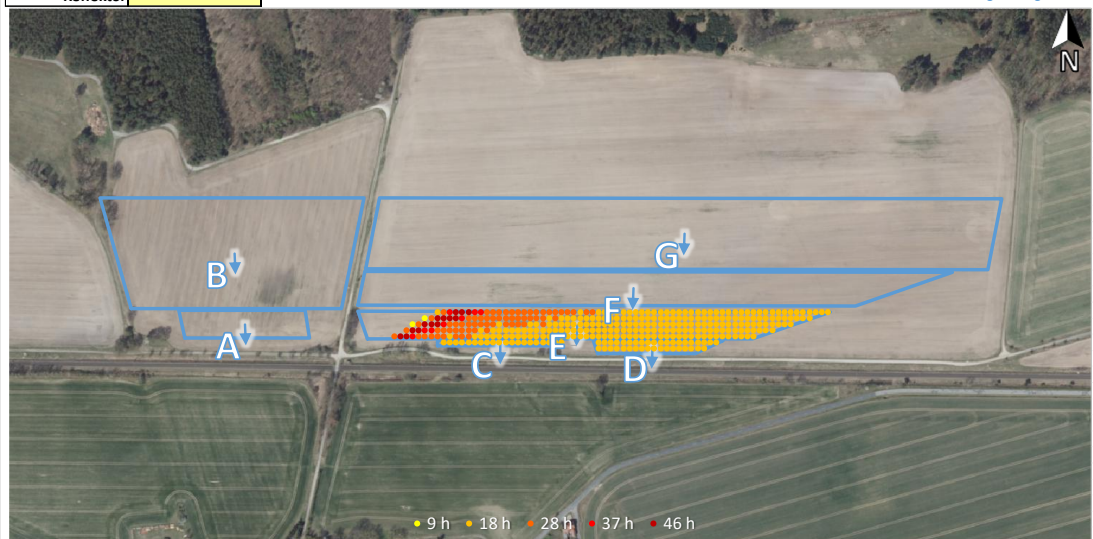
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

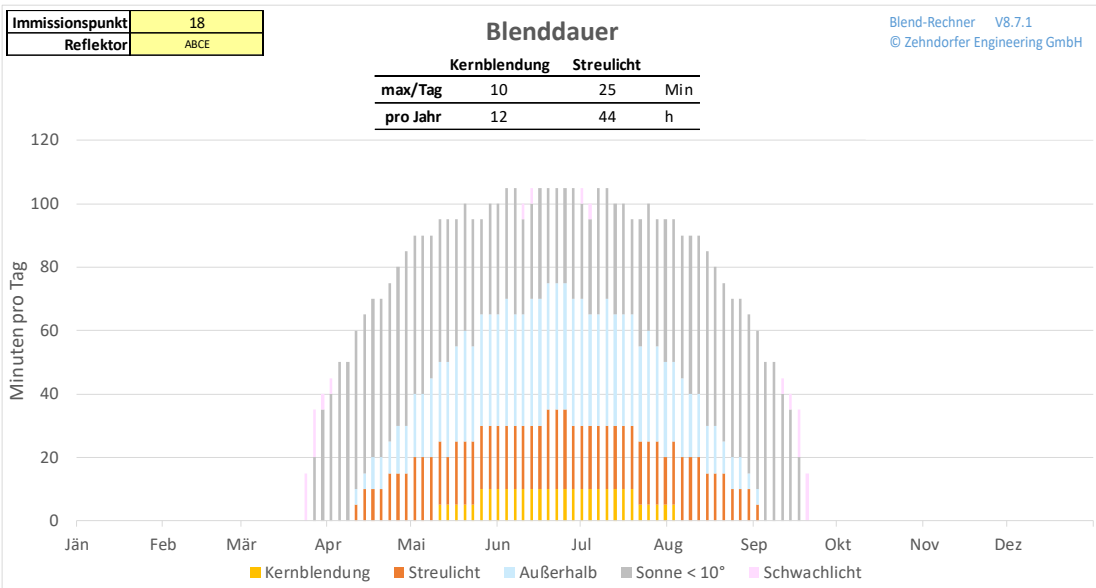
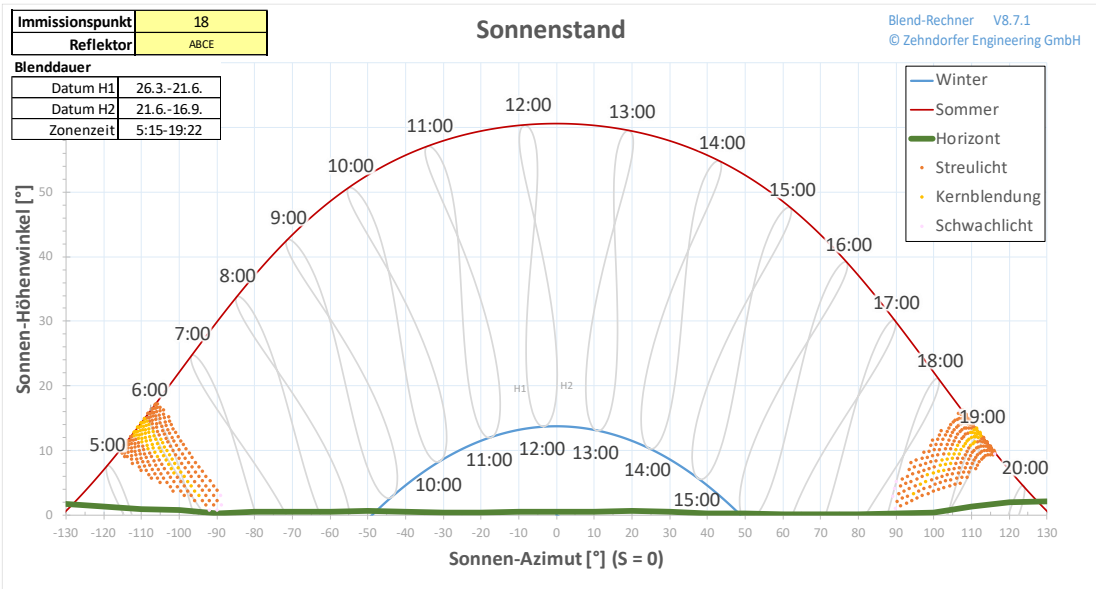
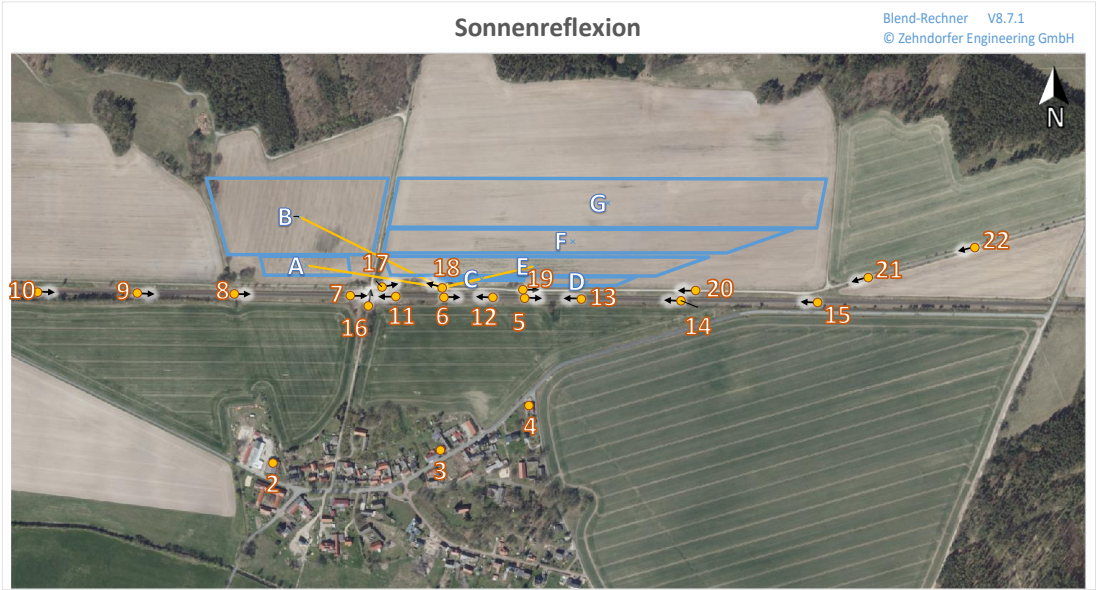


Immissionspunkt	17
Reflektor	CDE

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

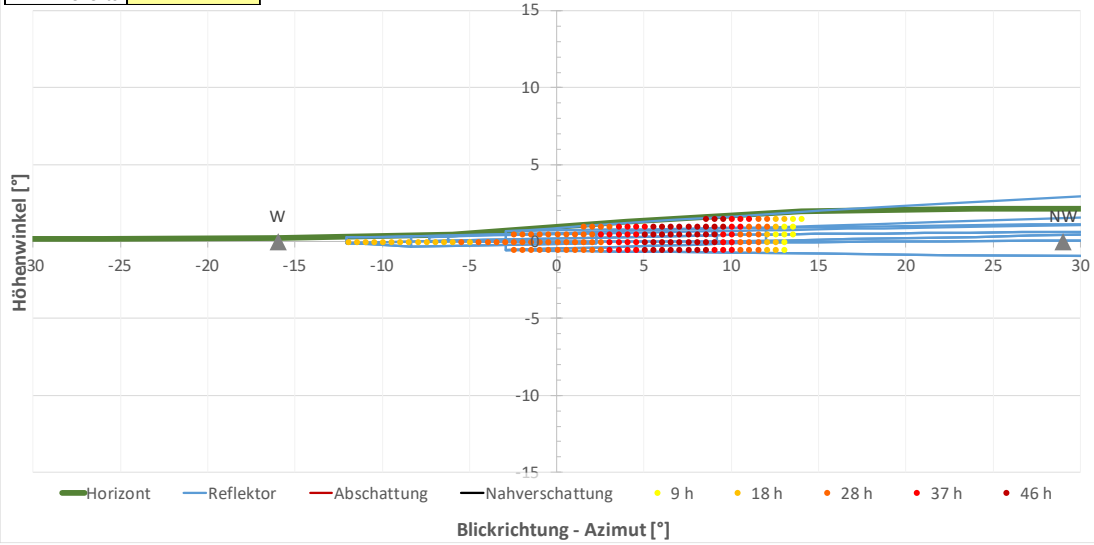




Immissionspunkt	18
Reflektor	ABCE

Blendhäufigkeit

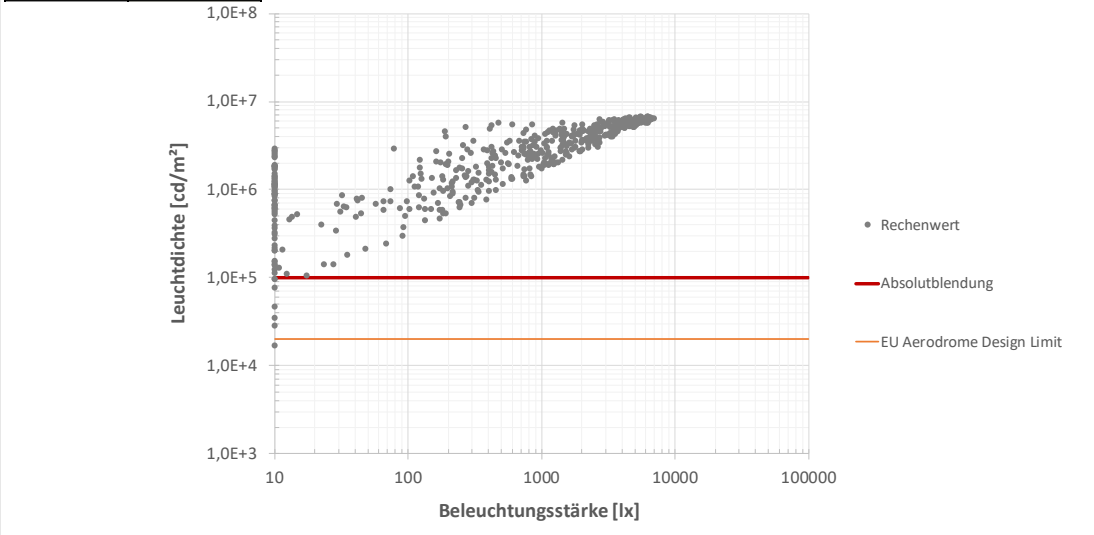
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	18
Reflektor	ABCE

Reflexions-Photometrie

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

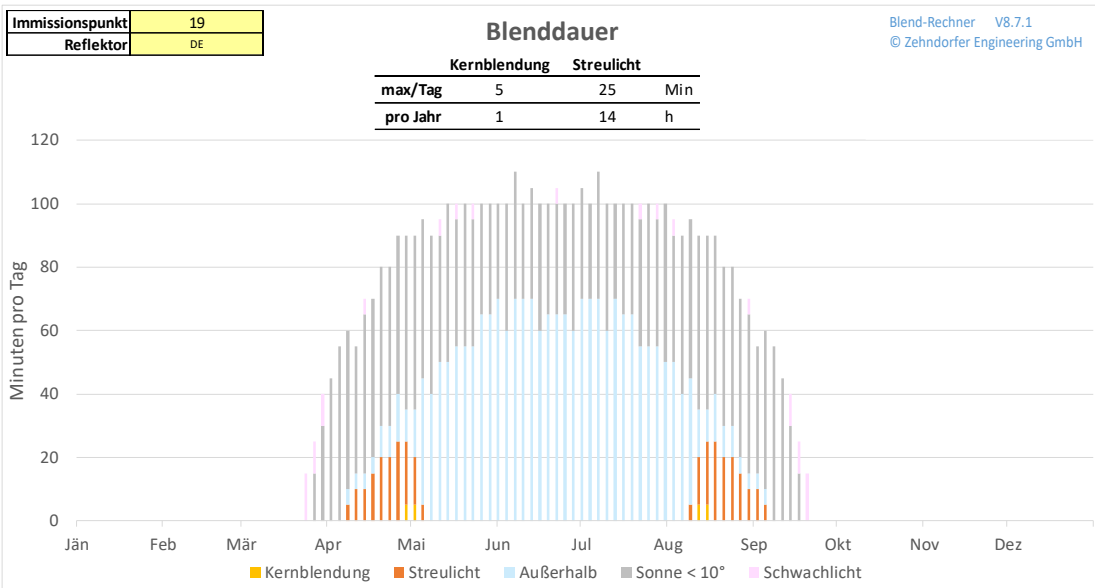
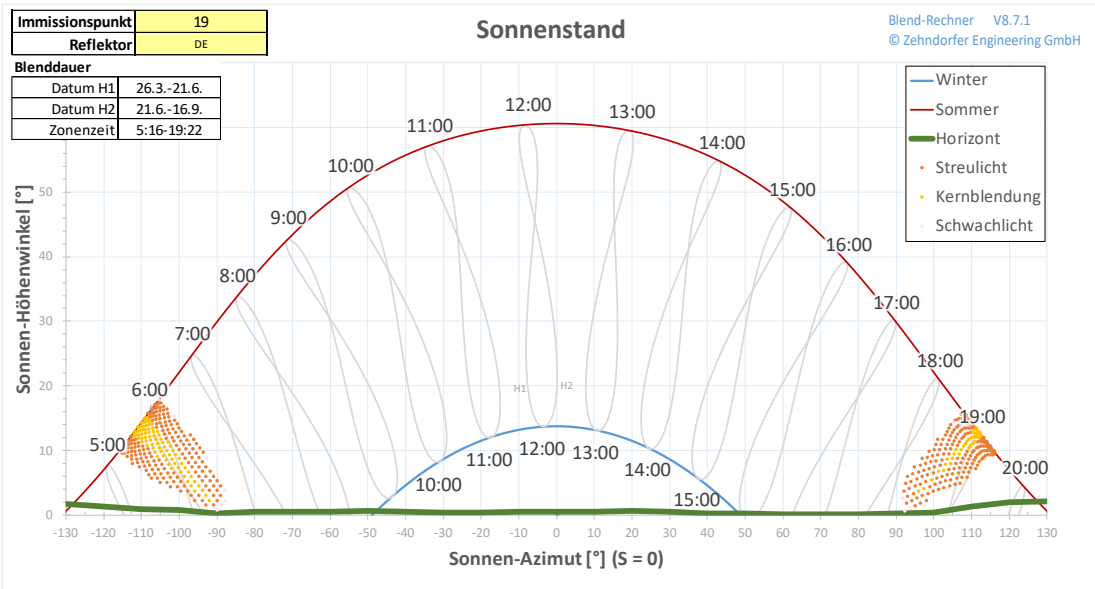
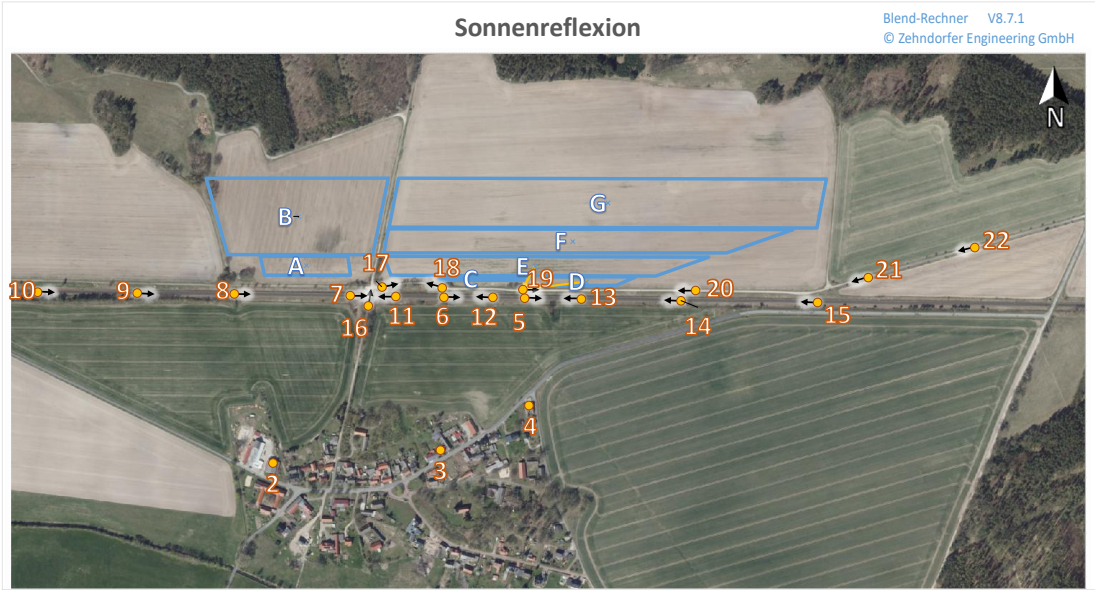


Immissionspunkt	18
Reflektor	ABCE

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

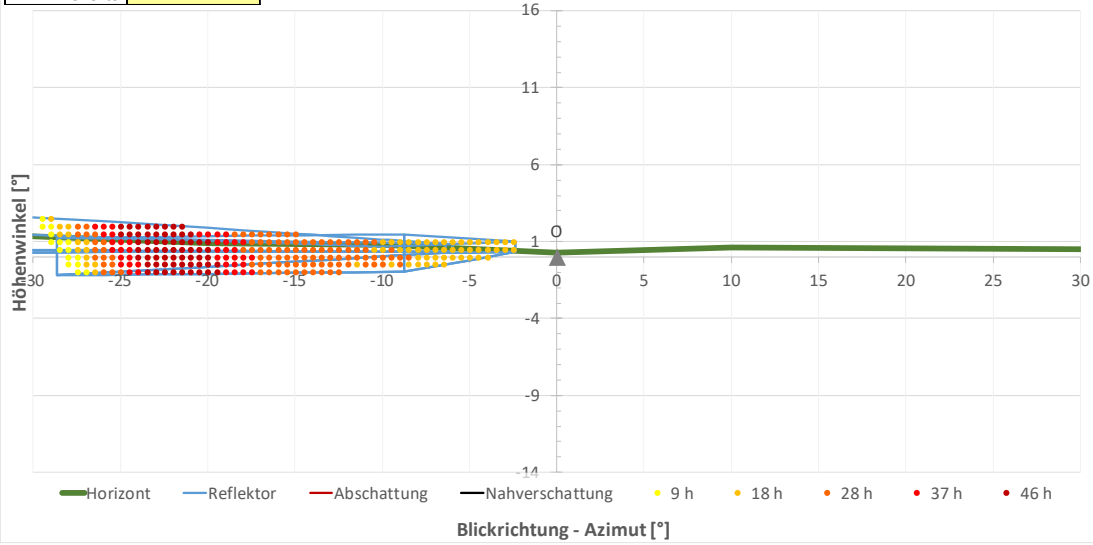




Immissionspunkt	19
Reflektor	DE

Blendhäufigkeit

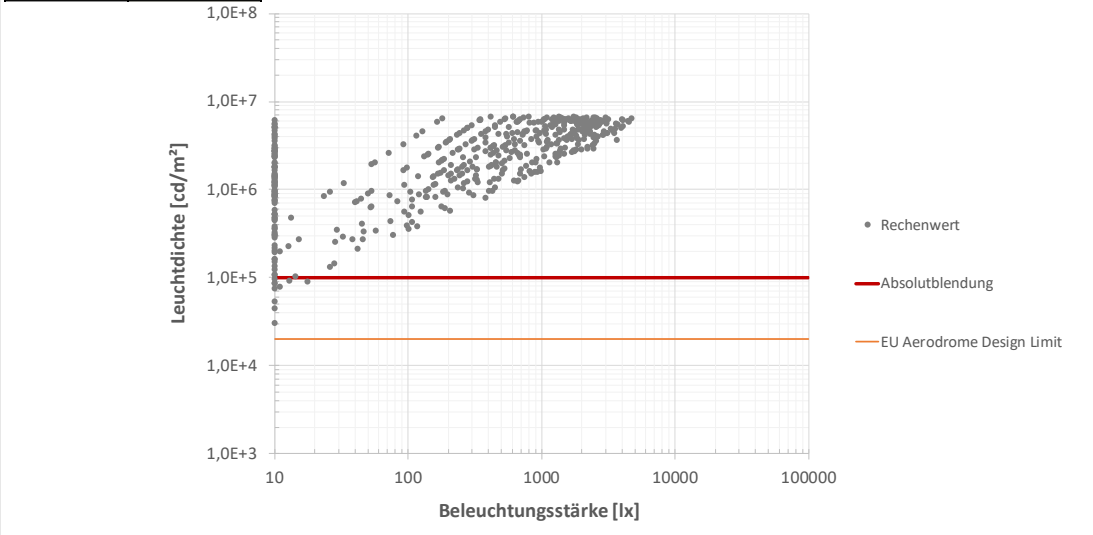
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	19
Reflektor	DE

Reflexions-Photometrie

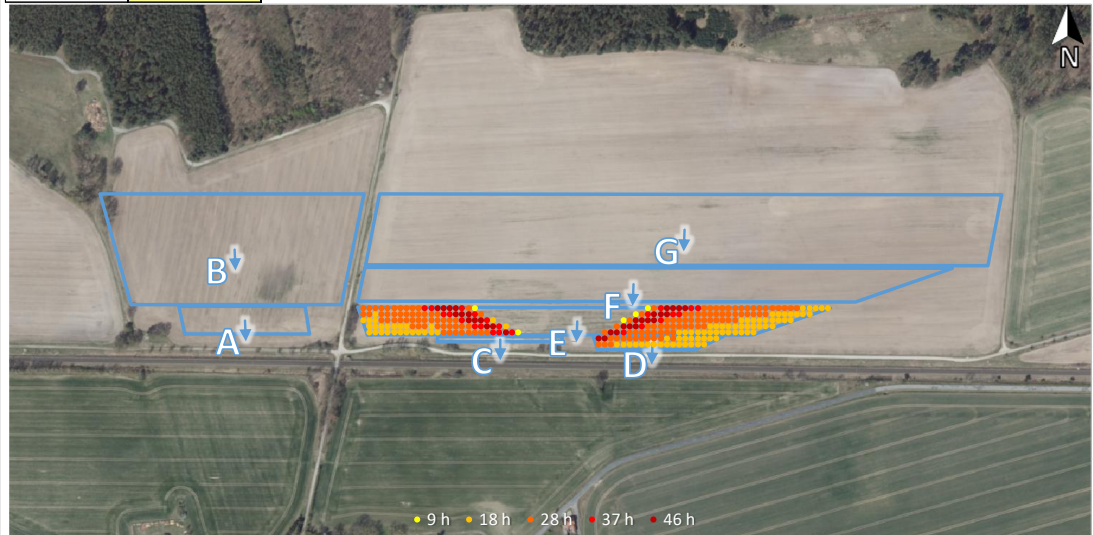
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

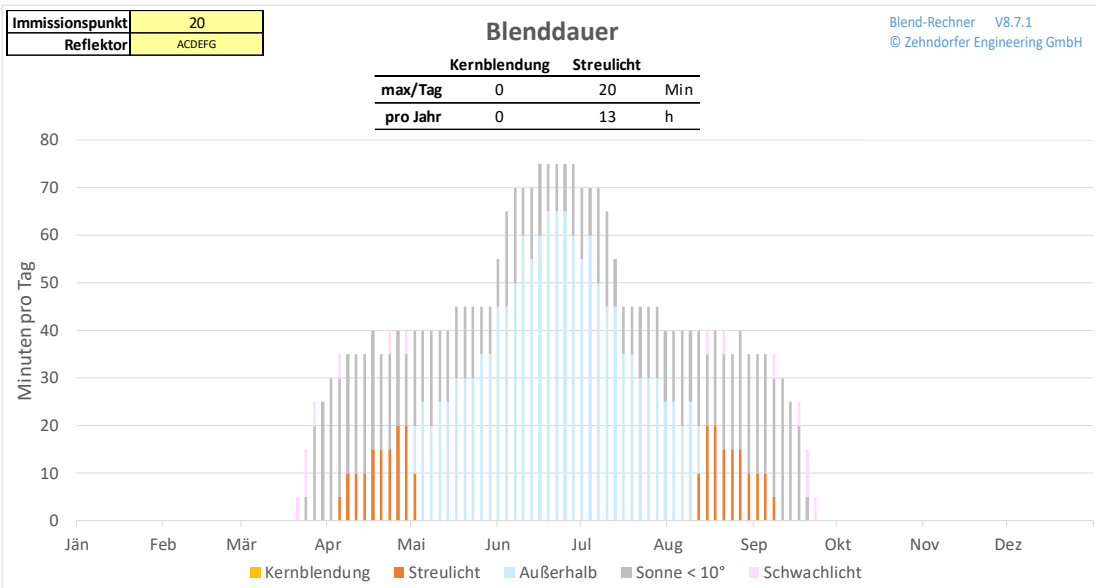
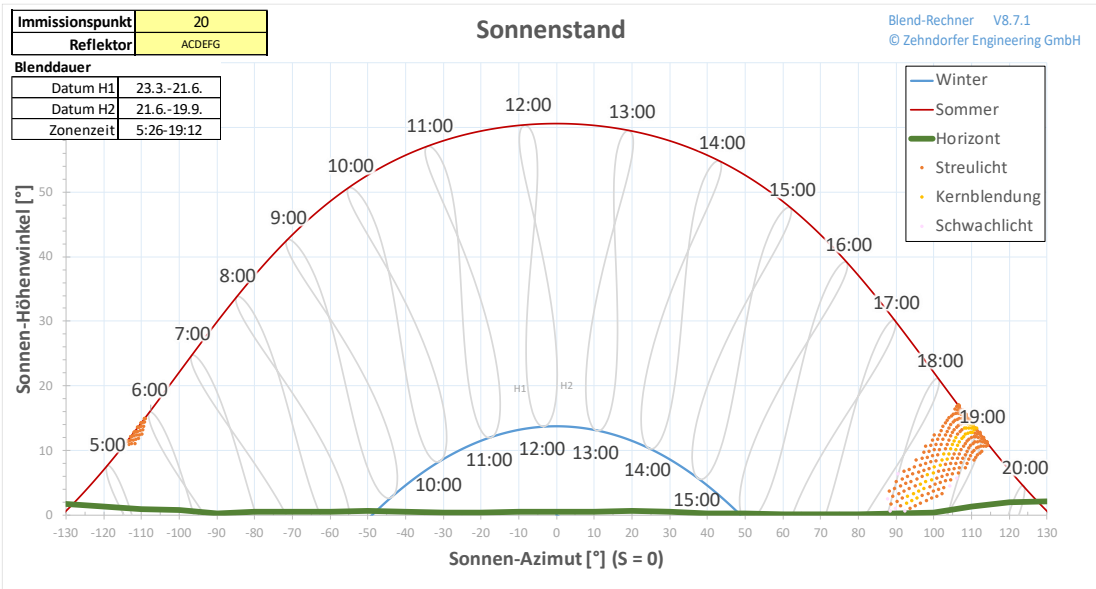
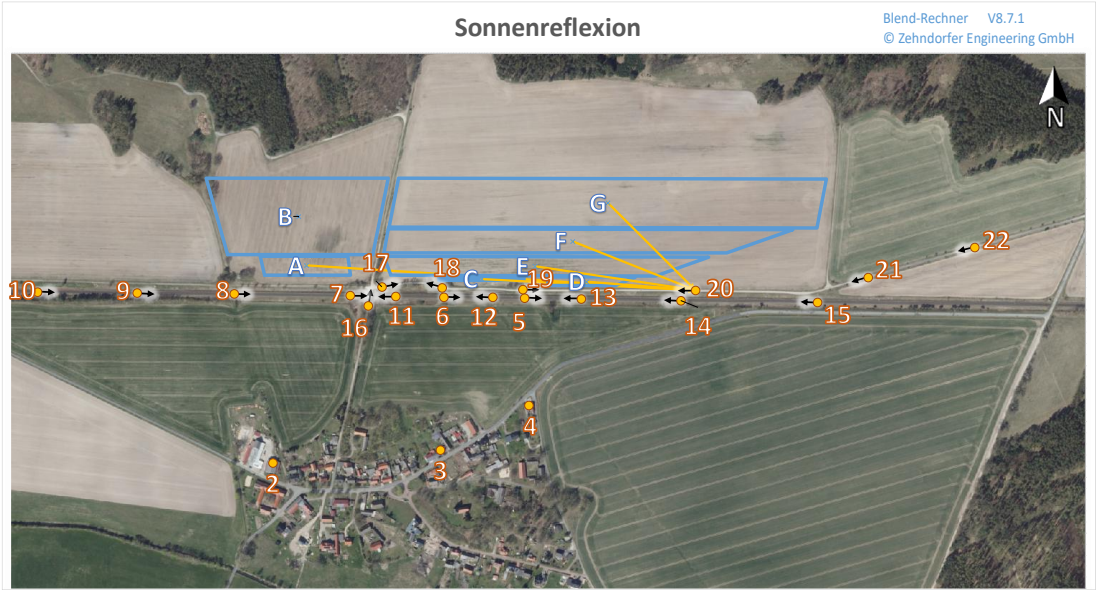


Immissionspunkt	19
Reflektor	DE

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

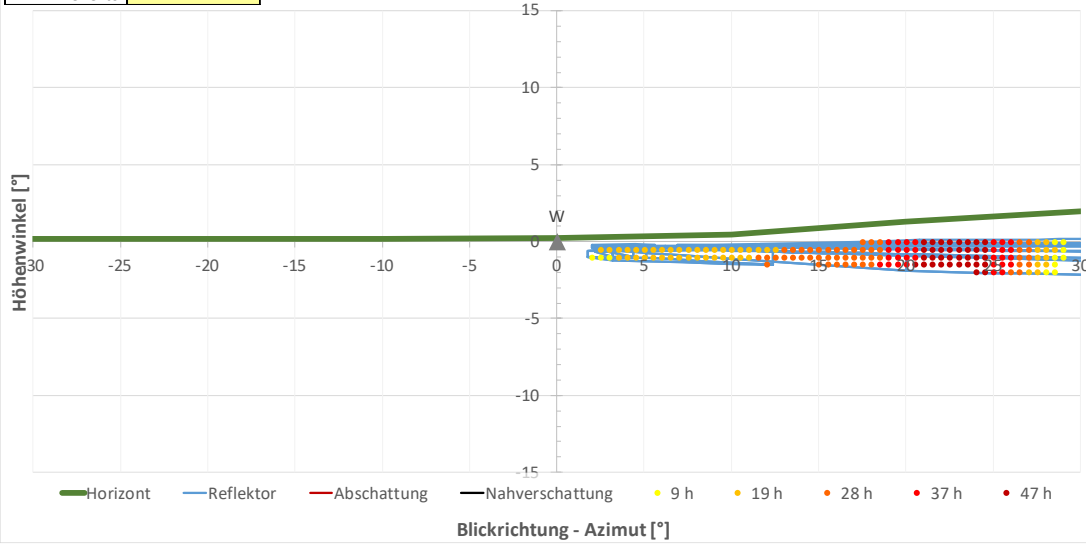




Immissionspunkt	20
Reflektor	ACDEFG

Blendhäufigkeit

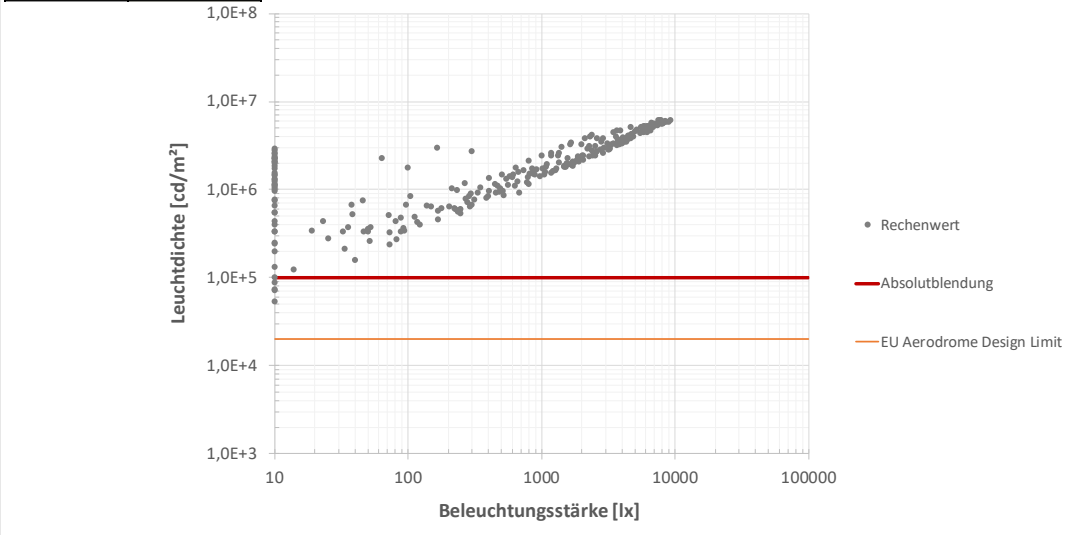
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	20
Reflektor	ACDEFG

Reflexions-Photometrie

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	20
Reflektor	ACDEFG

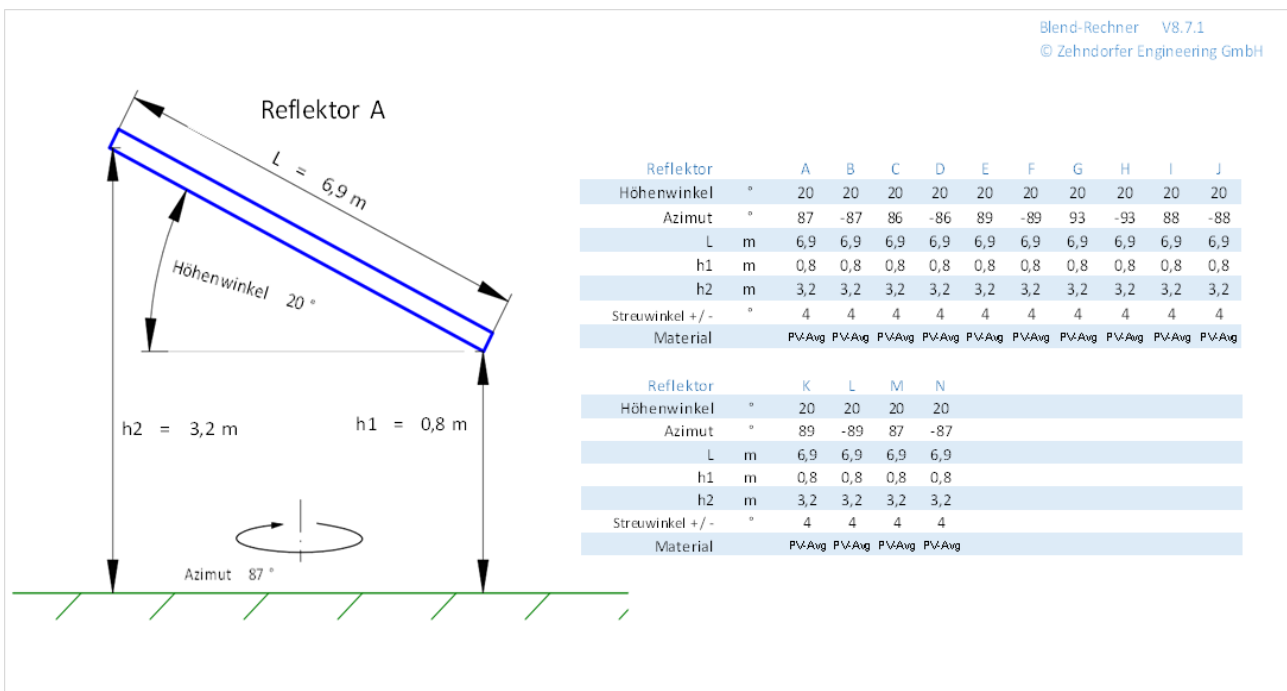
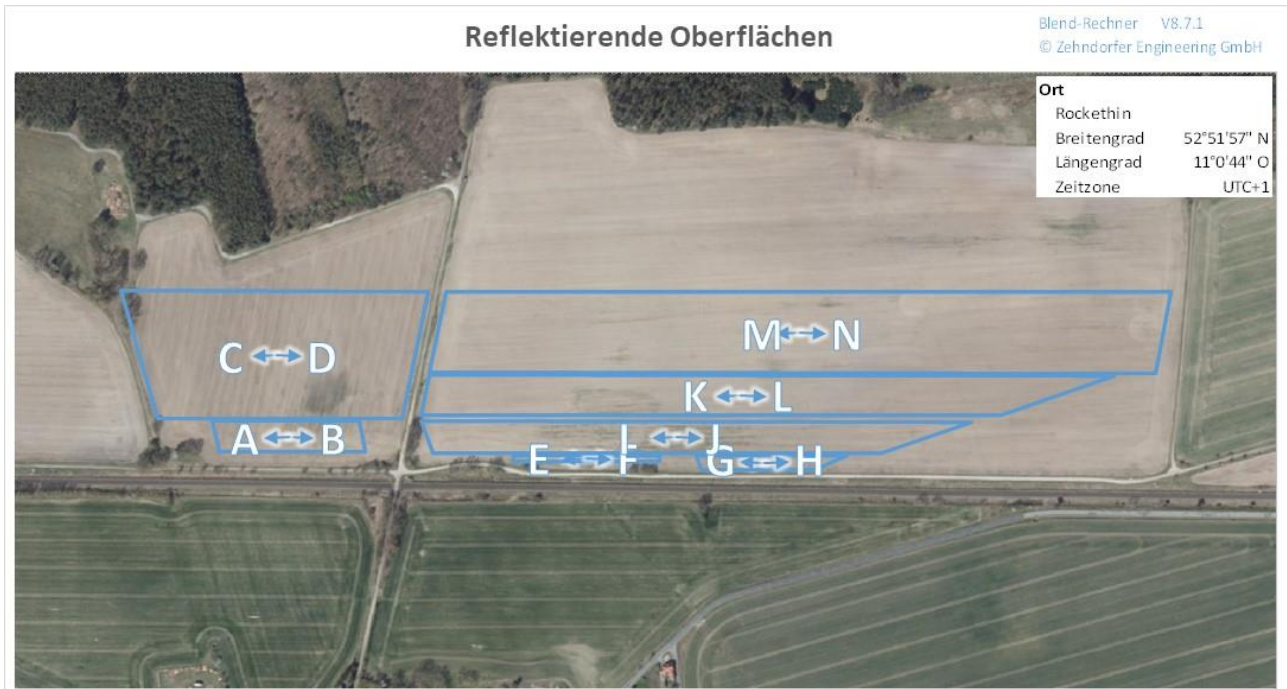
Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Anhang 5.1 Ost/West Anlage

1.1 Anlage



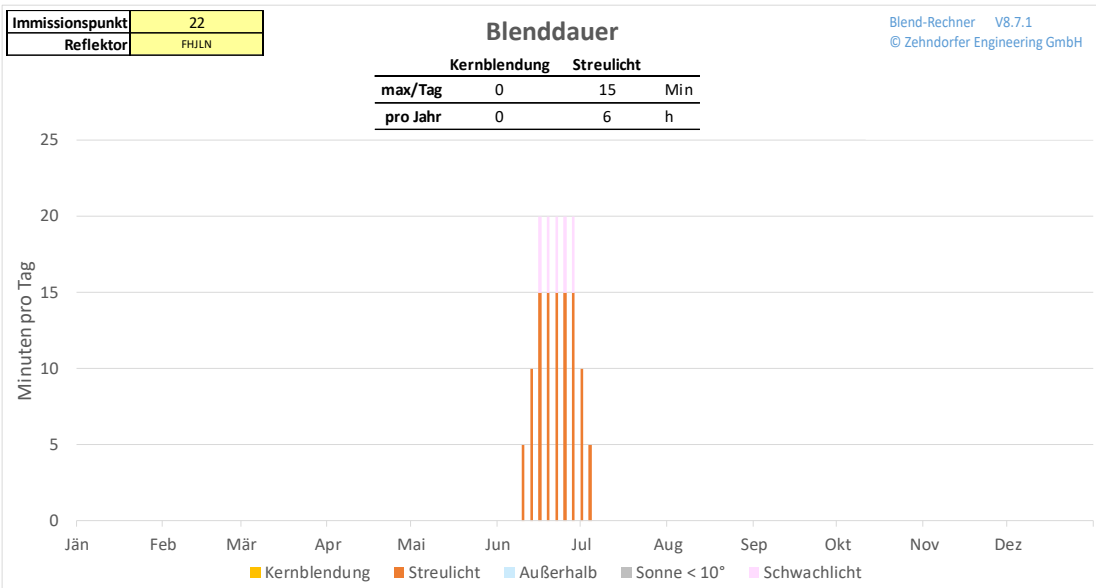
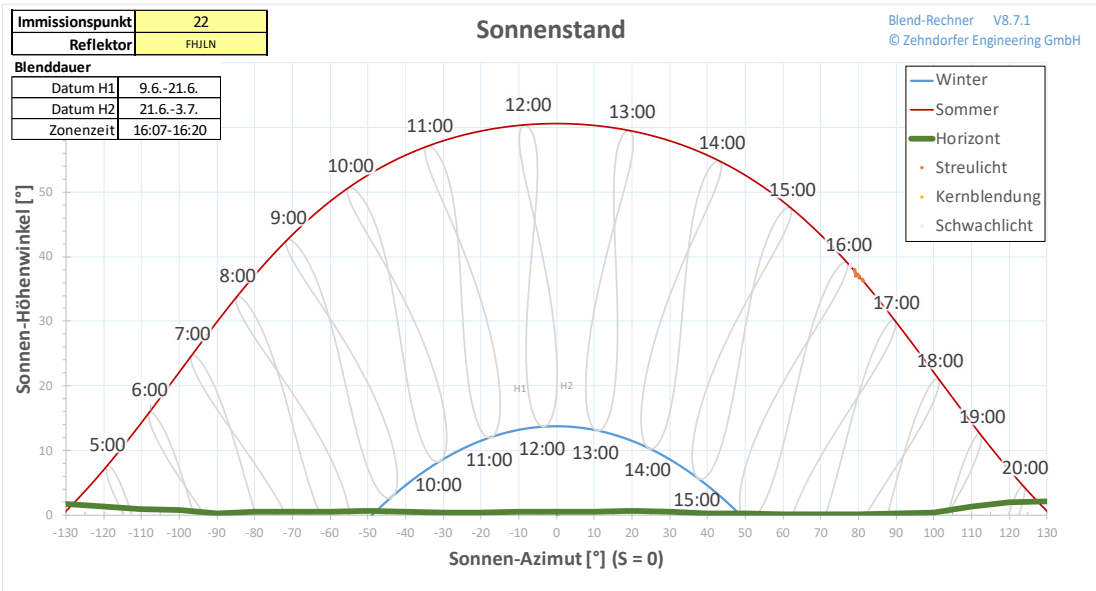
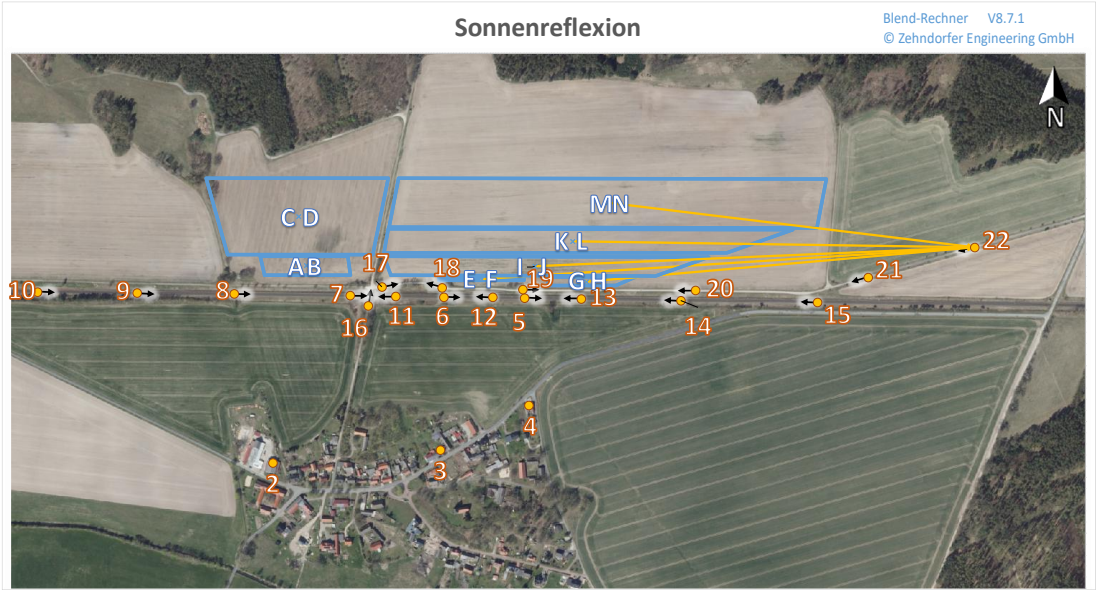
1.2 Ergebnisse

Reflektor		AB	CDEFGHIJKL	M	ICDEFGHIJKL	K	L	ICDEFGHIJKL	M	GIKM	EGIKM	EGIKM	ACEGIKM	ACEGIKM	ACEGIKM	BDJLN
Immissionspunkt		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11					
Distanz	m	337	304	218	31	29	37	65	176	346	37					
Höhenwinkel	°	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0					
Raumwinkel	msr	4	14	33	126	152	22	38	5	1	112					
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/m ²]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Retinale Einstrahlung (max)	[mW/cm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Beleuchtungsstärke (max)	[lx]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					

Reflektor		AB	BDHJLN	BFHJLN	BFHJLN	BFHJLN	BCDEIKM	EGIKM	BDFJL	GIKM	BFHJLN	FHJLN
Immissionspunkt		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Distanz	m	30	24	56	133	63	26	13	16	48	126	
Höhenwinkel	°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Raumwinkel	msr	130	187	54	12	60	58	106	32	62	11	
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/m ²]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Retinale Einstrahlung (max)	[mW/cm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Beleuchtungsstärke (max)	[lx]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Reflektor		AB	FHJLN
Immissionspunkt		22	
Distanz	m	283	
Höhenwinkel	°	0	
Raumwinkel	msr	3	
Datum H1		9.6.-21.6.	
Datum H2		21.6.-3.7.	
Zeit		16:07-16:20	
Kernblendung	min / Tag	0	
Kernblendung	h / Jahr	0	
Streulicht	min / Tag	15	
Streulicht	h / Jahr	6	
Sonne-Reflektor-Winkel (max)	°	37	
Blendung - Blickwinkel (min)	°	8	
Leuchtdichte (max)	[k cd/m ²]	504	
Retinale Einstrahlung (max)	[mW/cm ²]	0	
Beleuchtungsstärke (max)	[lx]	5	

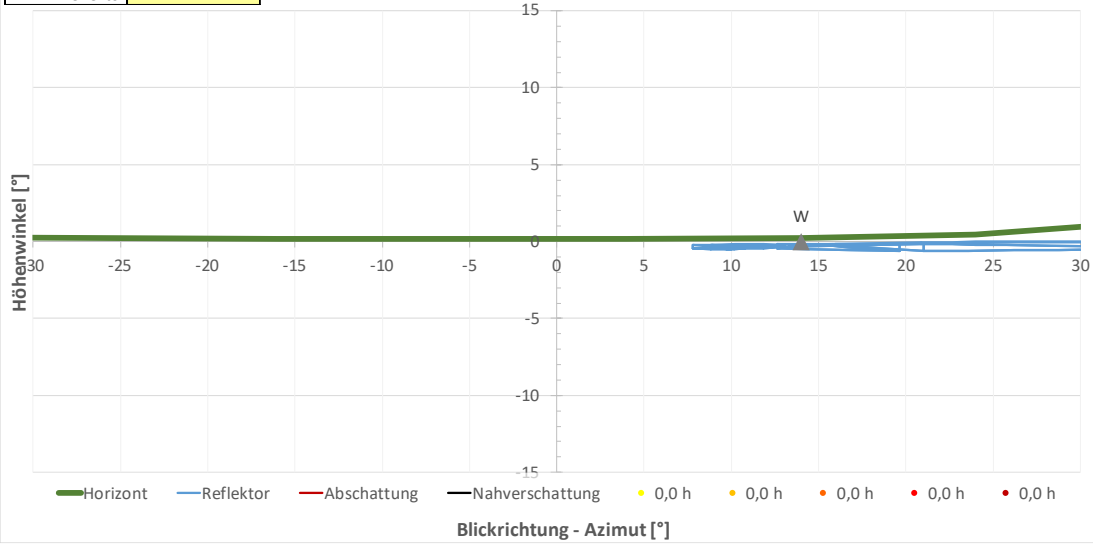
Im Folgenden werden jene Ergebnisse grafisch dargestellt, für welche Reflexionen auftreten können.



Immissionspunkt	22
Reflektor	FHJLN

Blendhäufigkeit

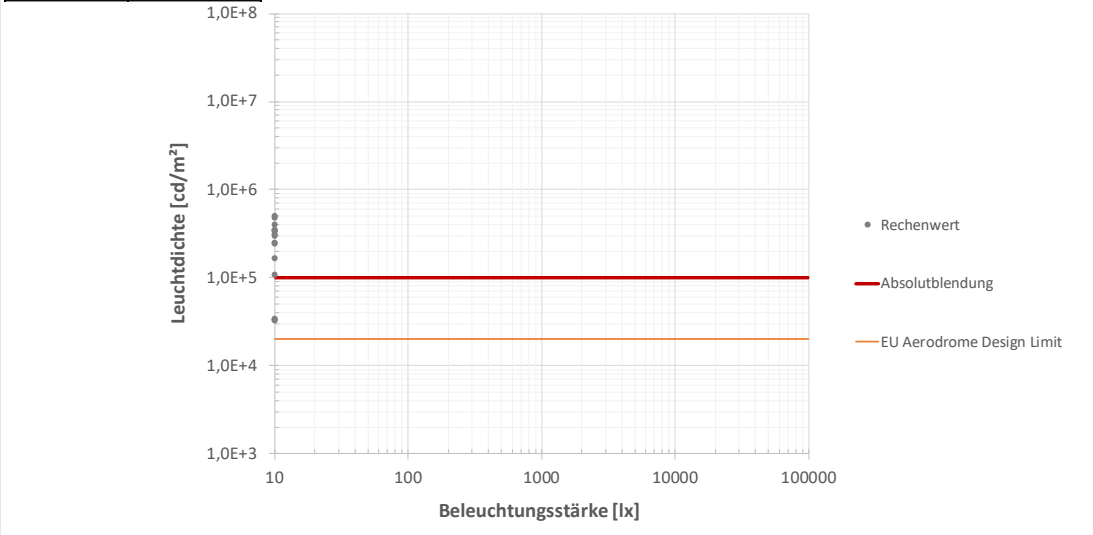
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	22
Reflektor	FHJLN

Reflexions-Photometrie

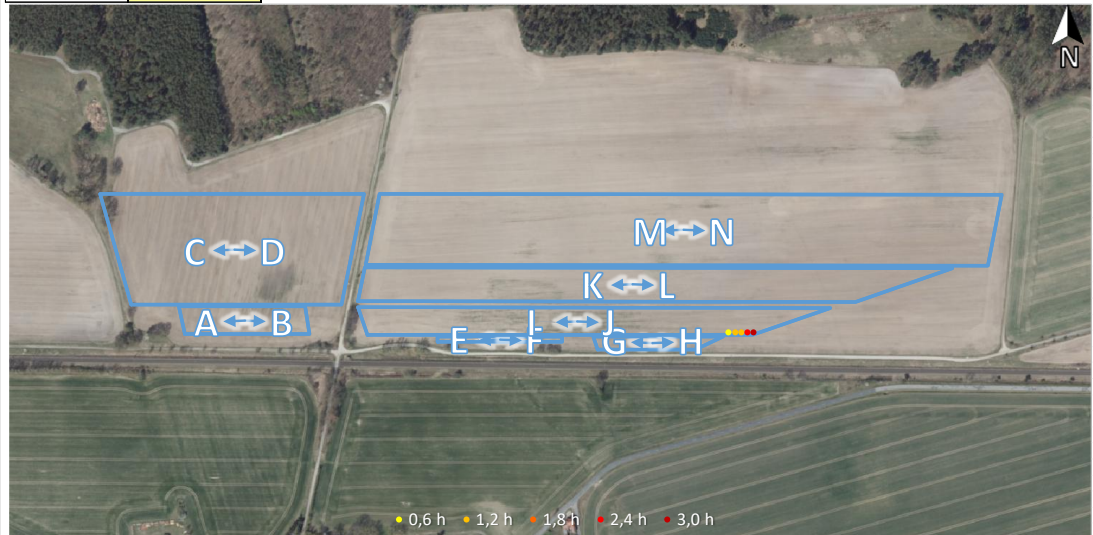
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	22
Reflektor	FHJLN

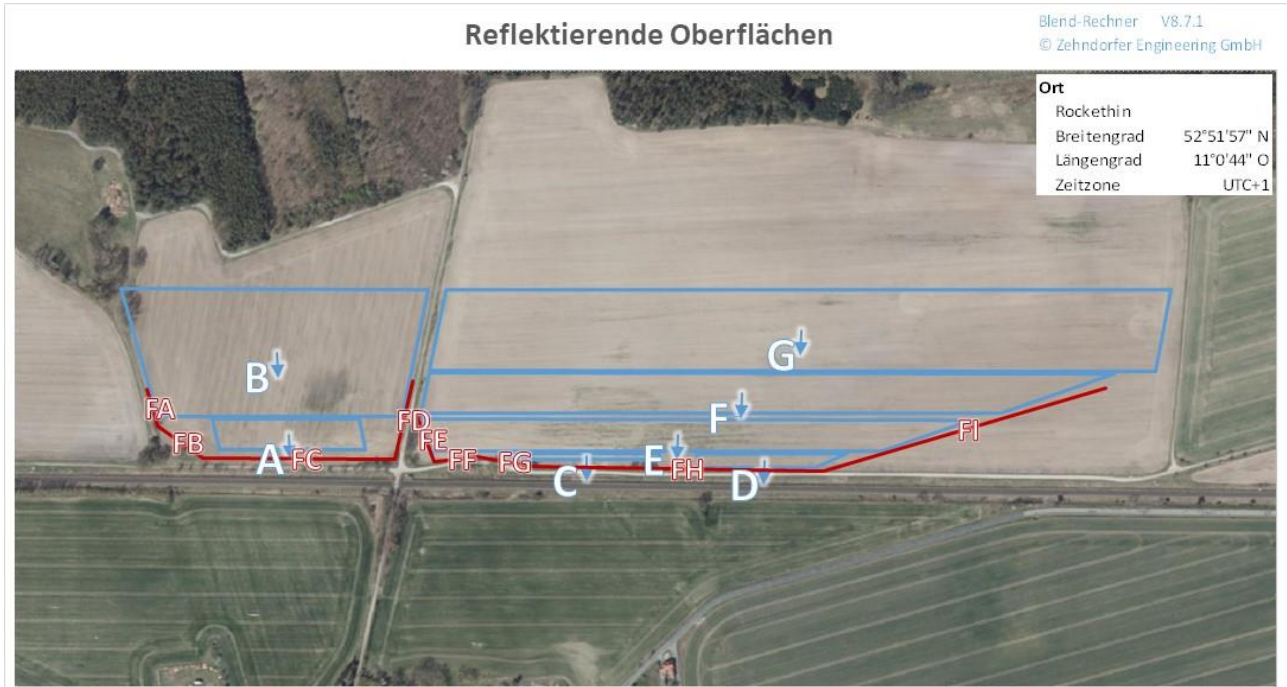
Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Anhang 5.2 Sichtschutz

1.3 Anlage



Sichtschutz	min. Breite [m]	min. Höhe [m]
FA	41	4,5
FB	59	4,5
FC	203	4,5
FD	86	4,5
FE	50	4,5
FF	47	4,5
FG	59	4,5
FH	307	4,5
FI	312	4,5

Abschattung	FA				FB				FC			
Eckpunkt	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
x	634 922	634 933	634 933	634 922	634 933	634 981	634 981	634 933	634 981	635 184	635 184	634 981
y	859 232	859 192	859 192	859 232	859 192	859 157	859 157	859 192	859 157	859 157	859 157	859 157
z	35	34	34	35	34	34	34	34	34	33	33	34
h	0,0	0,0	4,5	4,5	0,0	0,0	4,5	4,5	0,0	0,0	4,5	4,5

Abschattung	FD				FE				FF			
Eckpunkt	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
x	635 184	635 203	635 203	635 184	635 209	635 225	635 225	635 209	635 225	635 272	635 272	635 225
y	859 157	859 241	859 241	859 157	859 202	859 154	859 154	859 202	859 154	859 159	859 159	859 154
z	33	35	35	33	34	33	33	34	33	33	33	33
h	0,0	0,0	4,5	4,5	0,0	0,0	4,5	4,5	0,0	0,0	4,5	4,5

Abschattung	FG				FH				FI			
Eckpunkt	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
x	635 272	635 330	635 330	635 272	635 330	635 636	635 636	635 330	635 636	635 935	635 935	635 636
y	859 159	859 149	859 149	859 159	859 149	859 144	859 144	859 149	859 144	859 233	859 233	859 144
z	33	33	33	33	33	36	36	33	36	37	37	36
h	0,0	0,0	4,5	4,5	0,0	0,0	4,5	4,5	0,0	0,0	4,5	4,5

1.4 Ergebnisse

Reflektor		ABCDEF	ABCDEF	ABCDEF	CDE	CDE	ACDE	ABCDE	ABCDE	ABCDE	AB
Immissionspunkt		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Distanz	m	337	304	218	31	29	37	65	176	346	37
Höhenwinkel	°	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0
Raumwinkel	msr	0	1	12	0	3	0	1	2	0	0
Datum H1		13.5.-21.6.	-	-	4.4.-22.4.	10.5.-21.6.	1.4.-16.4.	26.3.-7.4.	7.5.-21.6.	7.4.-21.6.	-
Datum H2		21.6.-30.7.	-	-	20.8.-7.9.	21.6.-2.8.	26.8.-10.9.	4.9.-16.9.	21.6.-5.8.	21.6.-4.9.	-
Zeit		5:22-6:05	-	-	18:11-18:43	5:25-19:10	5:58-6:24	6:04-6:31	5:20-6:09	5:19-6:18	-
Kernblendung	min / Tag	5	-	-	0	0	0	0	0	0	-
Kernblendung	h / Jahr	2	-	-	0	0	0	0	0	0	-
Streulicht	min / Tag	30	-	-	0	0	5	0	0	10	-
Streulicht	h / Jahr	30	-	-	0	0	1	0	0	4	-
Sonne-Reflektor-Winkel (max)	°	20	-	-	14	24	11	9	20	20	-
Blendung - Blickwinkel (min)	°	19	-	-	171	23	5	2	21	10	-
Leuchtdichte (max)	[k cd/m ²]	6 337	-	-	2 429	6 258	2 022	1 013	6 351	6 455	-
Retinale Einstrahlung (max)	[mW/cm ²]	38	-	-	19	49	16	2	49	25	-
Beleuchtungsstärke (max)	[lx]	136	-	-	0	1 887	0	0	2 594	494	-

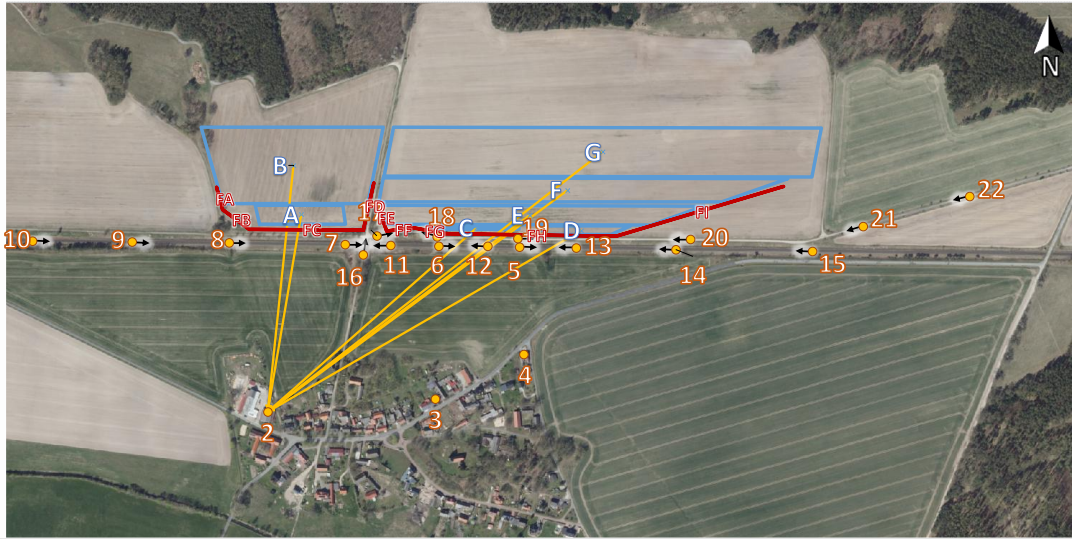
Reflektor		ABCE	ABCDE	ACDEF	ACDEFG	ABCDEFG	CDE	ABCE	DE	ACDEFG	CDEFG
Immissionspunkt		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Distanz	m	30	24	56	133	63	26	13	16	48	126
Höhenwinkel	°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Raumwinkel	msr	2	0	0	4	0	0	0	0	0	7
Datum H1		22.4.-21.6.	13.4.-22.4.	-	-	-	-	-	-	31.5.-21.6.	12.6.-21.6.
Datum H2		21.6.-20.8.	20.8.-29.8.	-	-	-	-	-	-	21.6.-12.7.	21.6.-30.6.
Zeit		18:15-19:12	18:13-18:43	-	-	-	-	-	-	5:26-5:55	19:07-19:12
Kernblendung	min / Tag	0	0	-	-	-	-	-	-	0	0
Kernblendung	h / Jahr	0	0	-	-	-	-	-	-	0	0
Streulicht	min / Tag	15	15	-	-	-	-	-	-	0	0
Streulicht	h / Jahr	4	3	-	-	-	-	-	-	0	0
Sonne-Reflektor-Winkel (max)	°	21	14	-	-	-	-	-	-	18	8
Blendung - Blickwinkel (min)	°	12	9	-	-	-	-	-	-	153	42
Leuchtdichte (max)	[k cd/m ²]	6 293	3 359	-	-	-	-	-	-	2 998	1 341
Retinale Einstrahlung (max)	[mW/cm ²]	49	15	-	-	-	-	-	-	23	10
Beleuchtungsstärke (max)	[lx]	0	0	-	-	-	-	-	-	298	194

Reflektor		CDEFG
Immissionspunkt		22
Distanz	m	283
Höhenwinkel	°	0
Raumwinkel	msr	2
Datum H1		26.3.-21.6.
Datum H2		21.6.-16.9.
Zeit		18:04-19:12
Kernblendung	min / Tag	0
Kernblendung	h / Jahr	0
Streulicht	min / Tag	0
Streulicht	h / Jahr	0
Sonne-Reflektor-Winkel (max)	°	21
Blendung - Blickwinkel (min)	°	17
Leuchtdichte (max)	[k cd/m ²]	6 175
Retinale Einstrahlung (max)	[mW/cm ²]	42
Beleuchtungsstärke (max)	[lx]	2 336

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

Sonnenreflexion

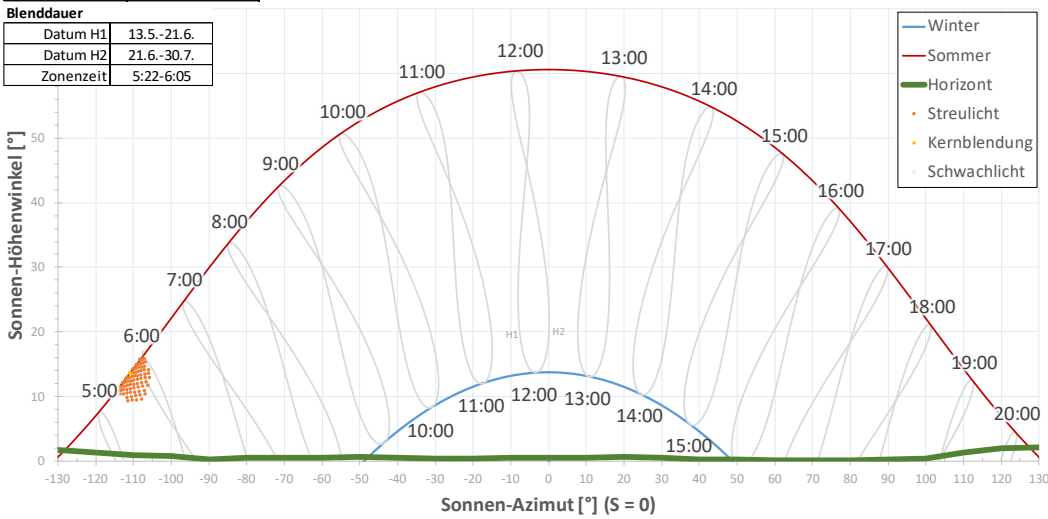
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenstand

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

Immissionspunkt	2
Reflektor	ABCDEFG
Blenddauer	
Datum H1	13.5.-21.6.
Datum H2	21.6.-30.7.
Zonenzeit	5:22-6:05

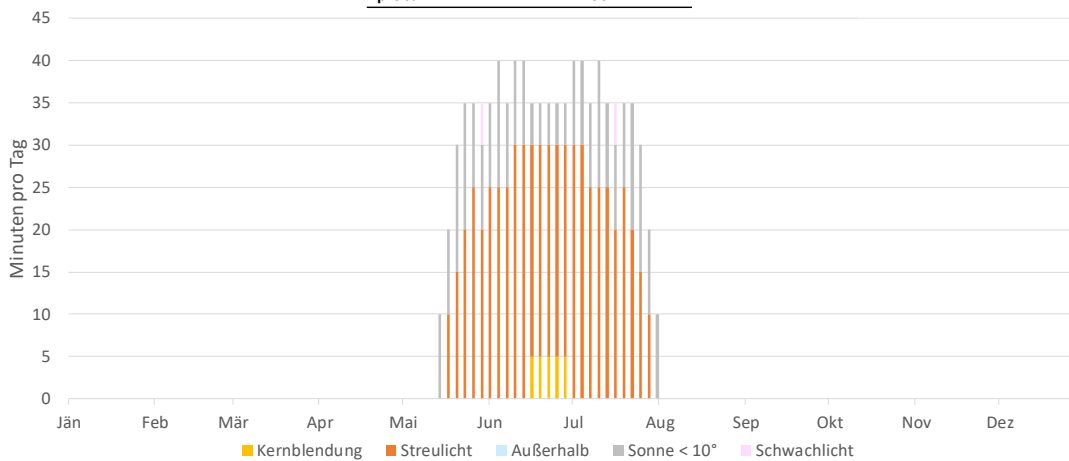


Blenddauer

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

Immissionspunkt	2
Reflektor	ABCDEFG

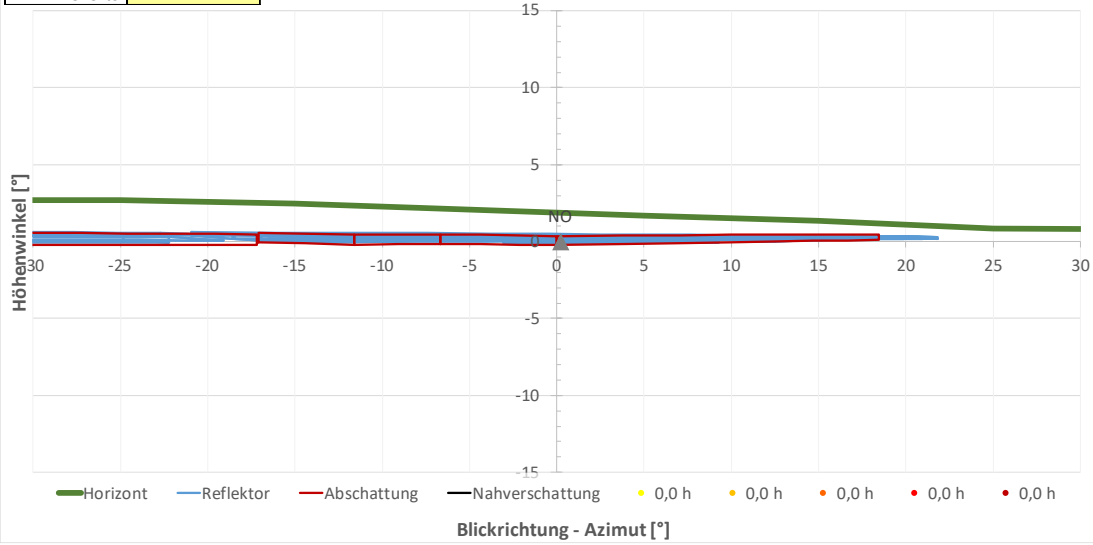
	Kernblendung	Streulicht	
max/Tag	5	30	Min
pro Jahr	2	30	h



Immissionspunkt	2
Reflektor	ABCDEFG

Blendhäufigkeit

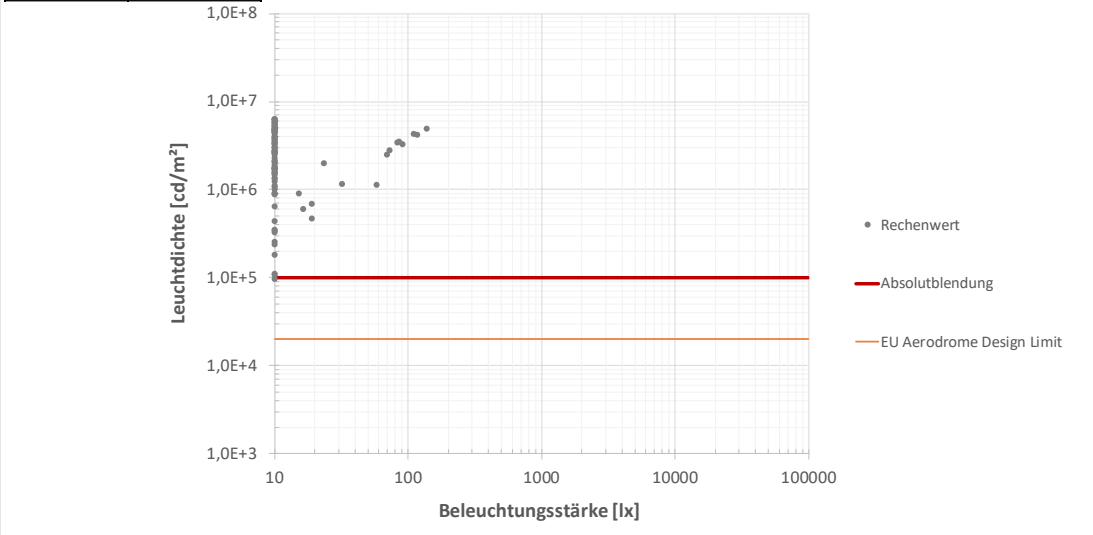
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	2
Reflektor	ABCDEFG

Reflexions-Photometrie

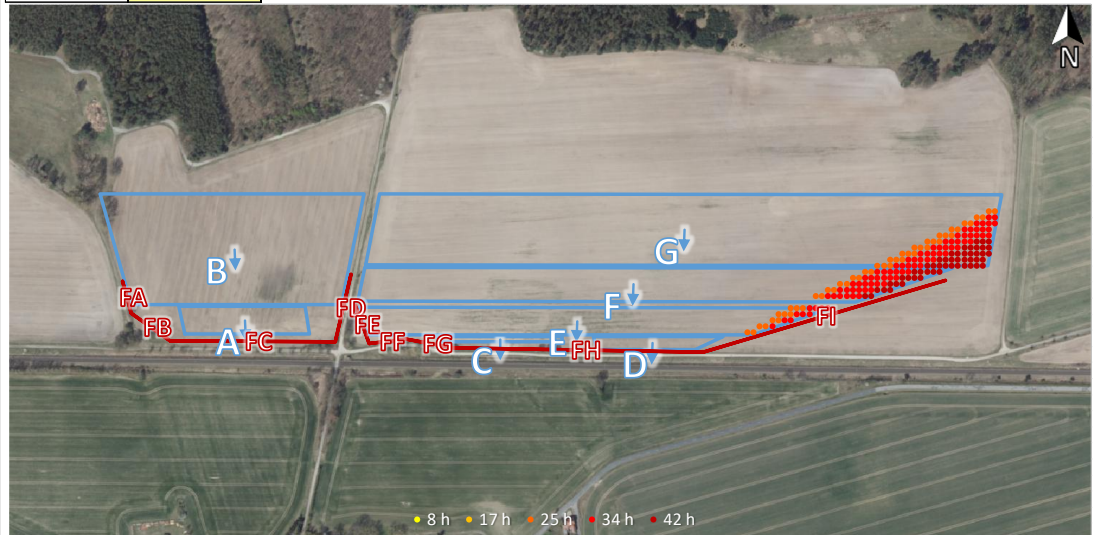
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

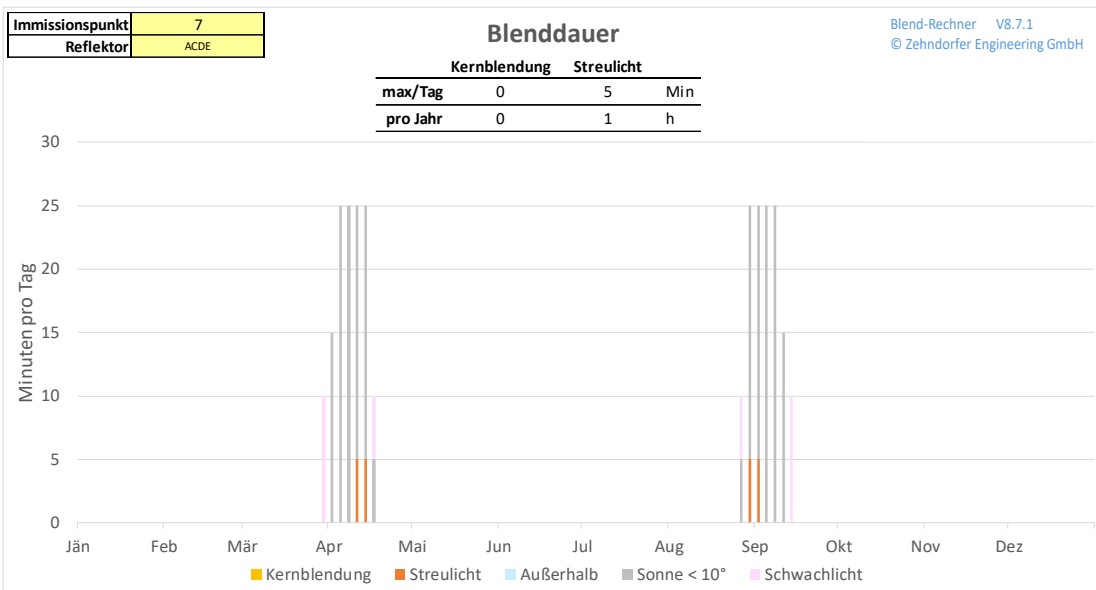
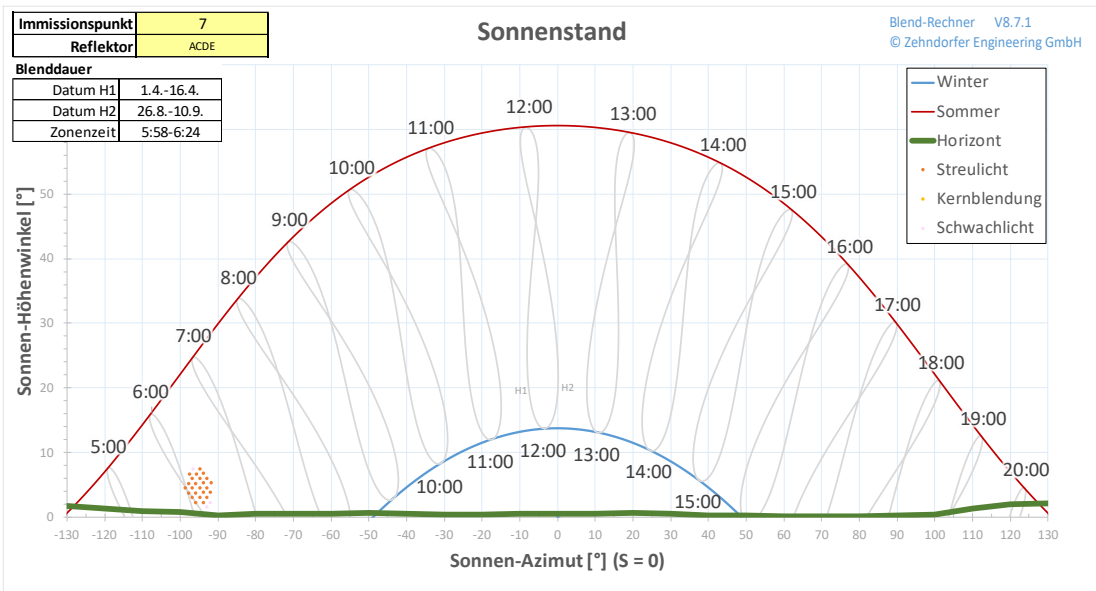
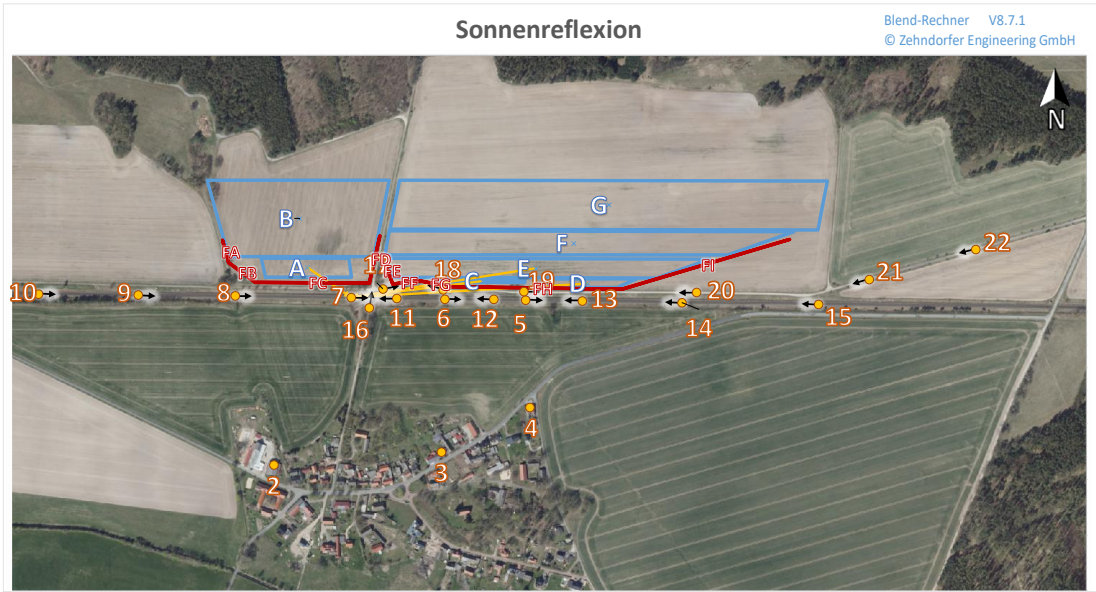


Immissionspunkt	2
Reflektor	ABCDEFG

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

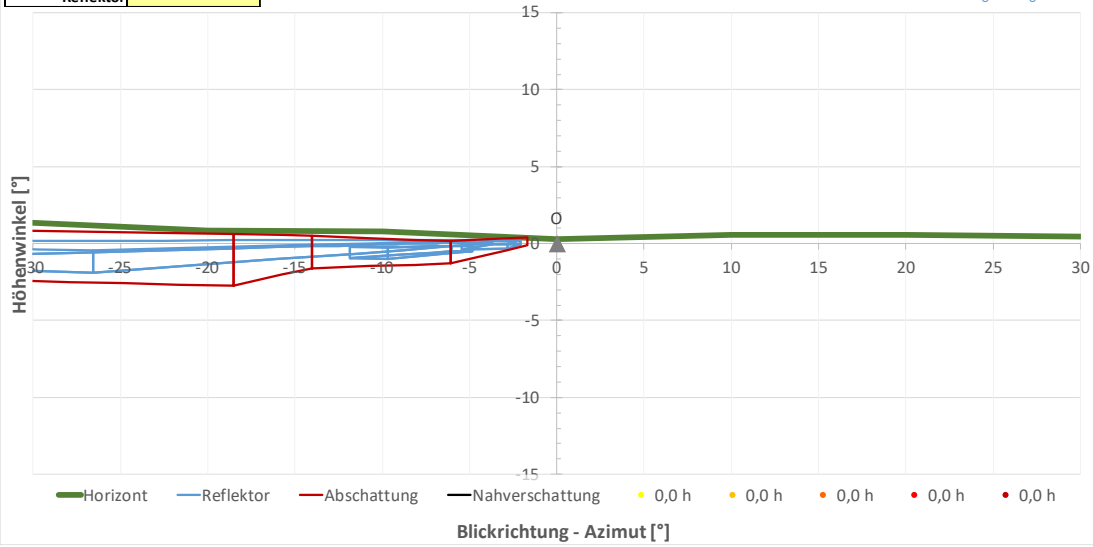




Immissionspunkt	7
Reflektor	ACDE

Blendhäufigkeit

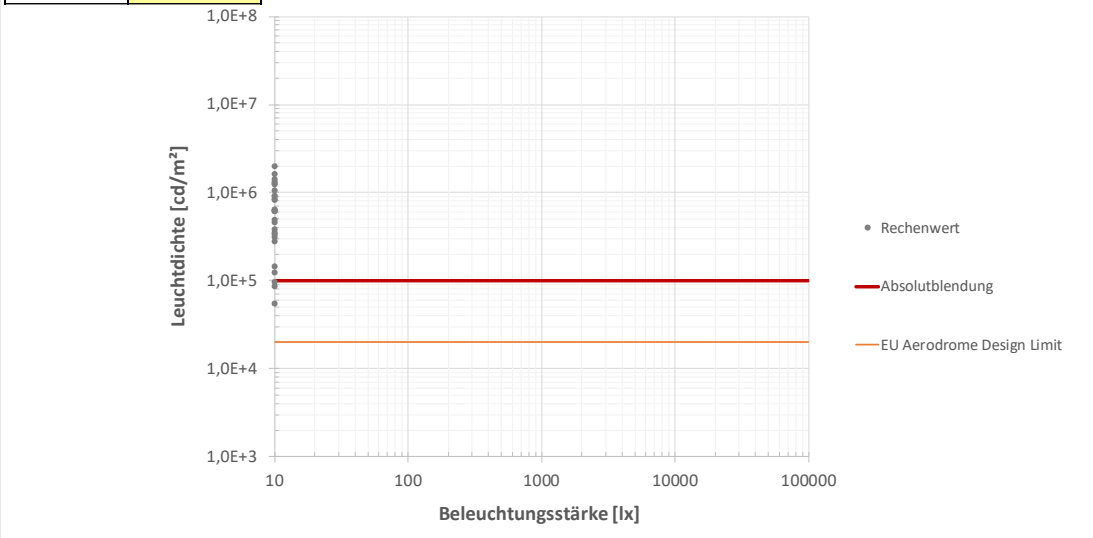
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	7
Reflektor	ACDE

Reflexions-Photometrie

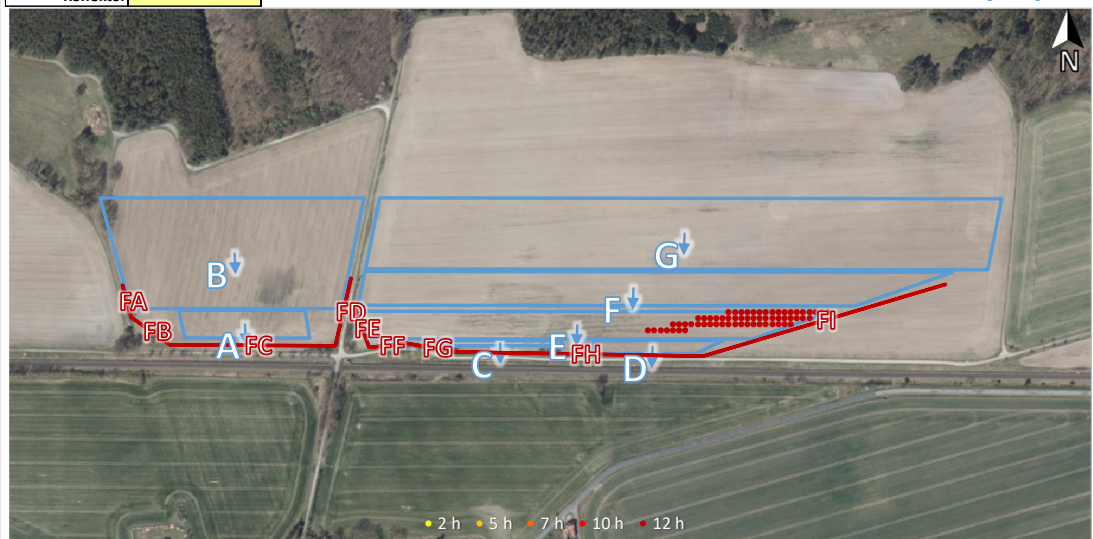
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

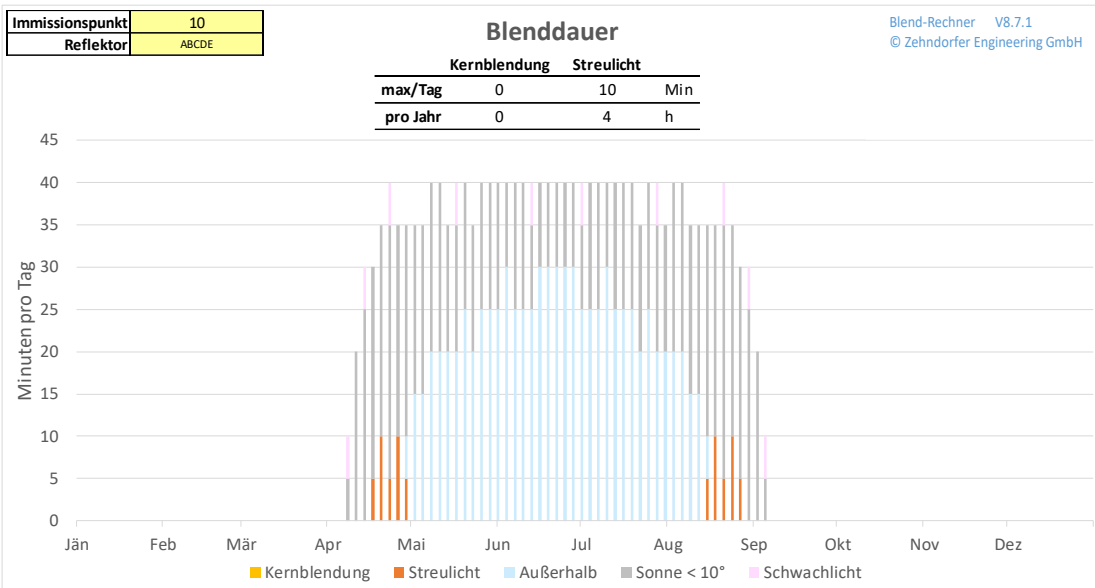
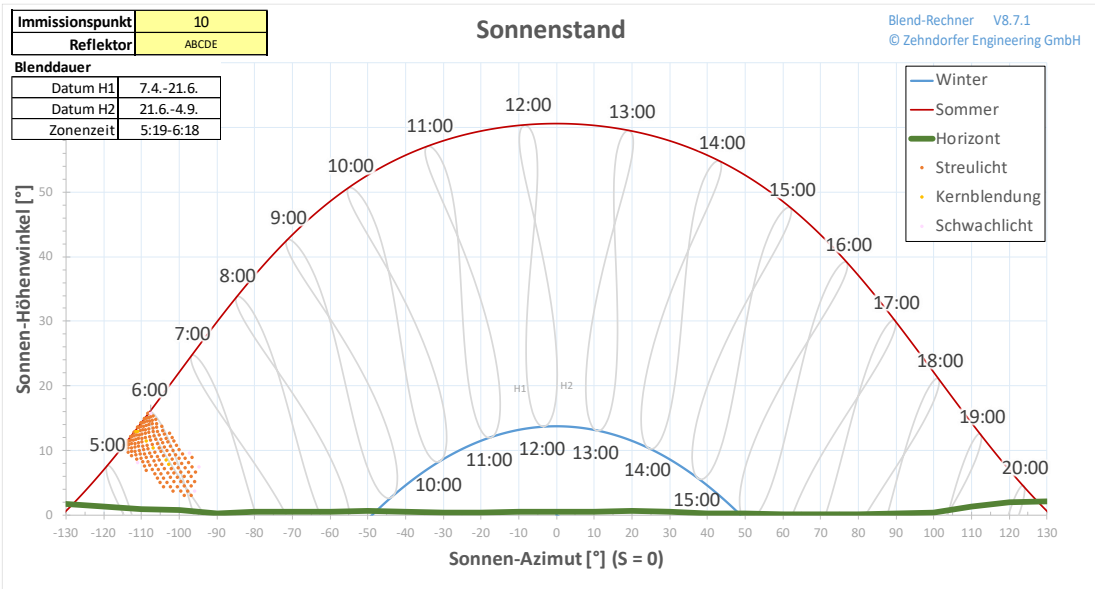
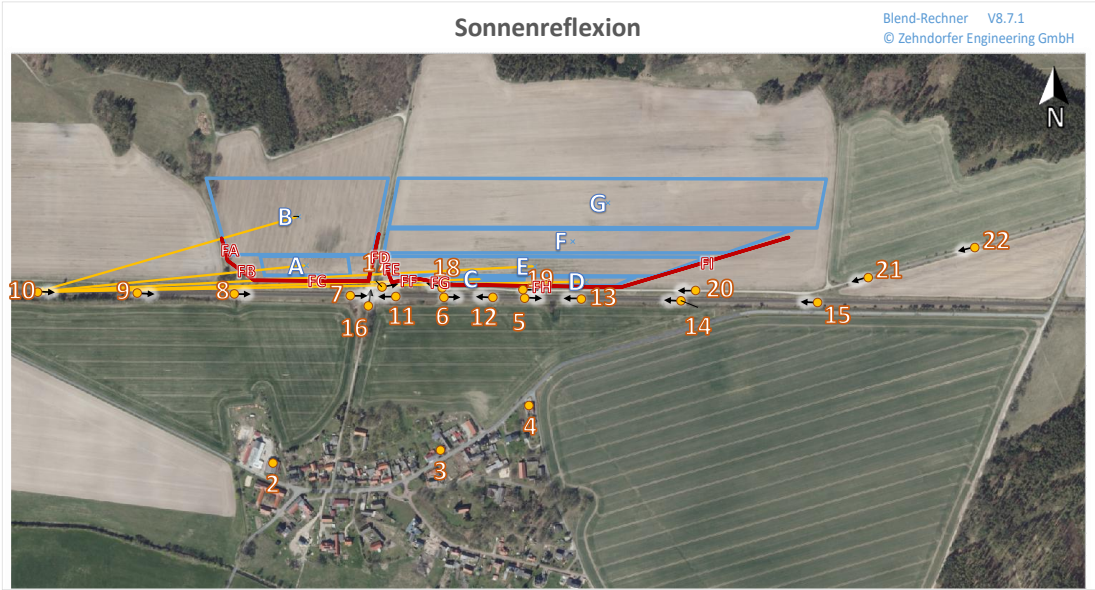


Immissionspunkt	7
Reflektor	ACDE

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

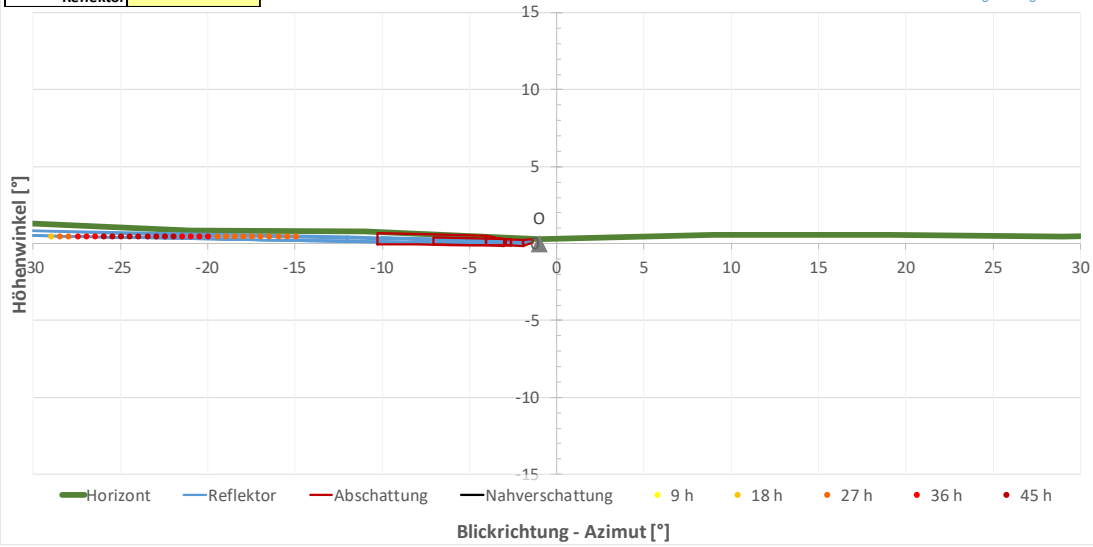




Immissionspunkt	10
Reflektor	ABCDE

Blendhäufigkeit

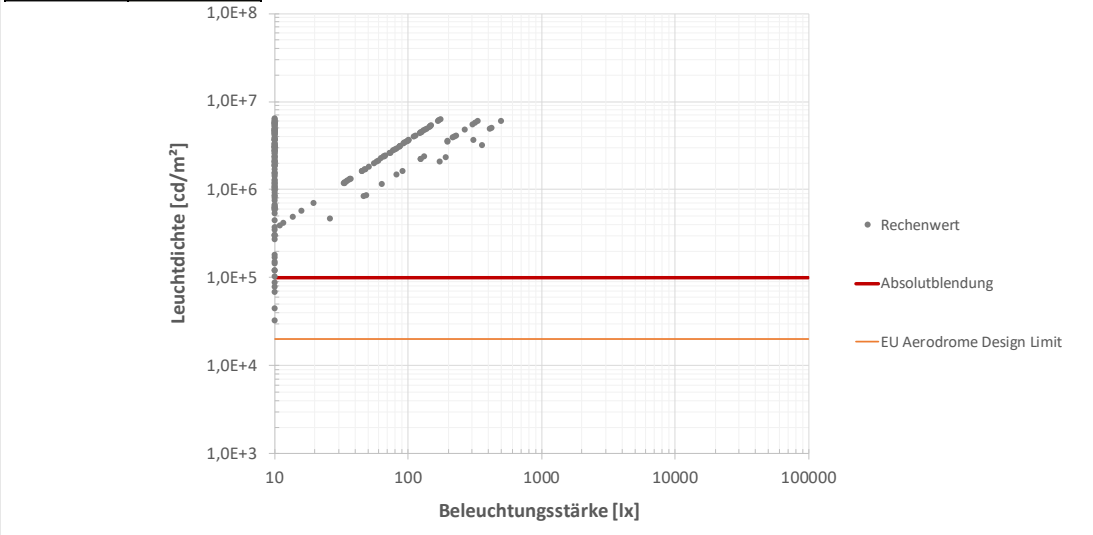
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	10
Reflektor	ABCDE

Reflexions-Photometrie

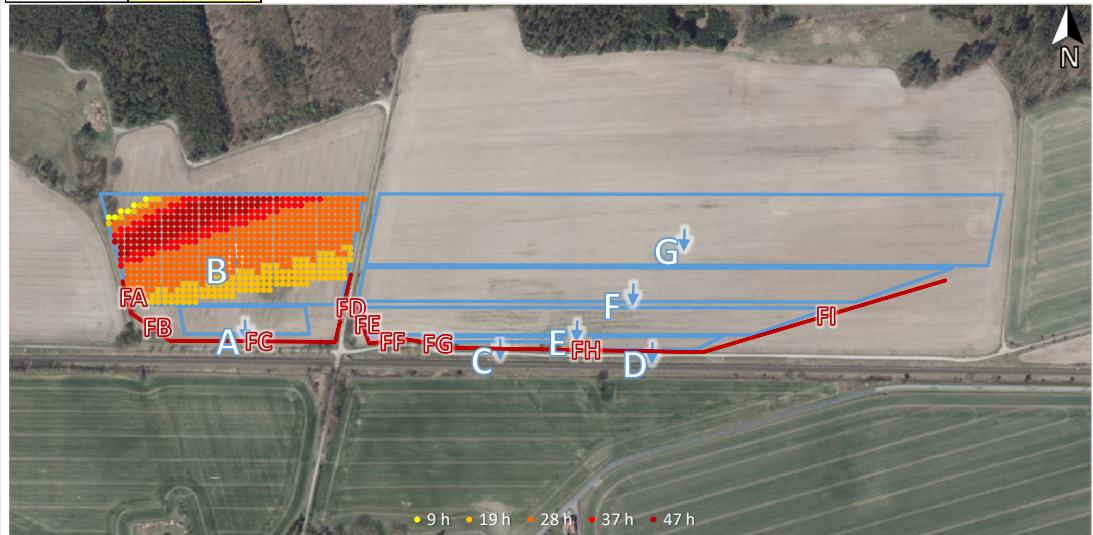
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

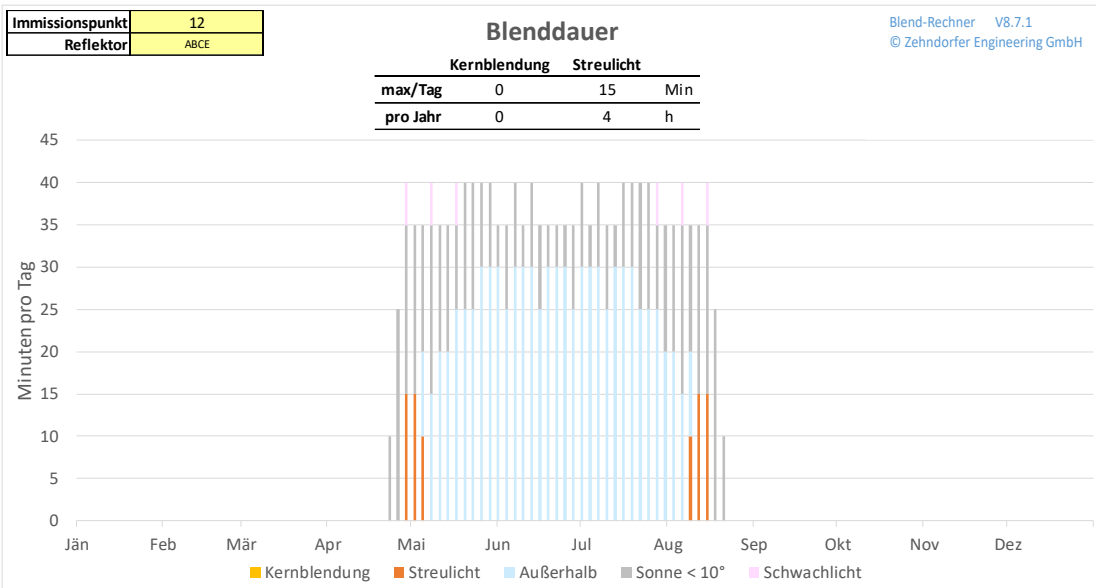
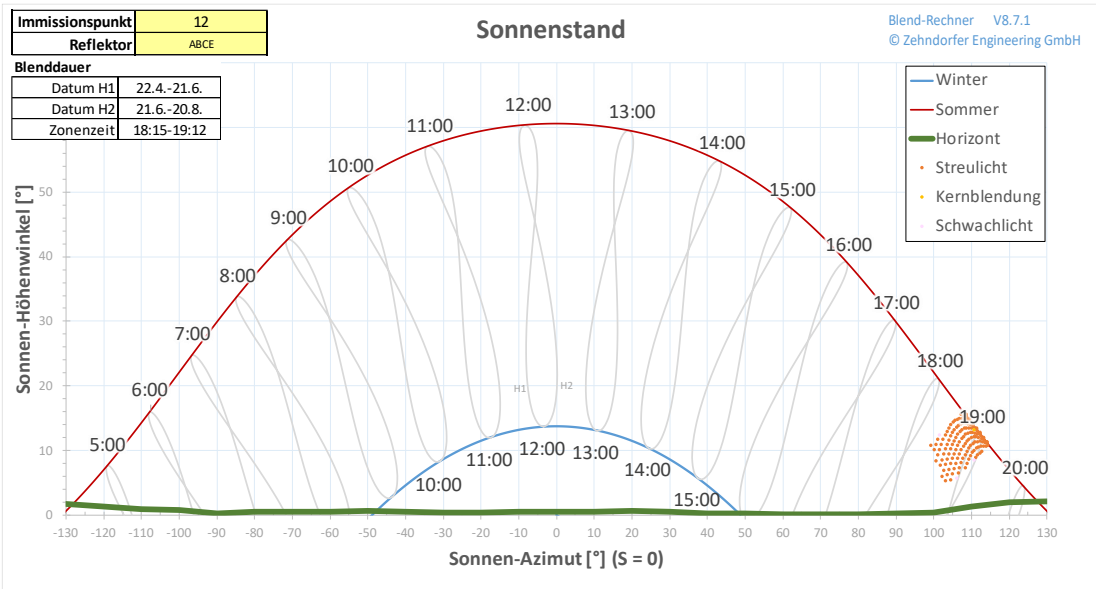
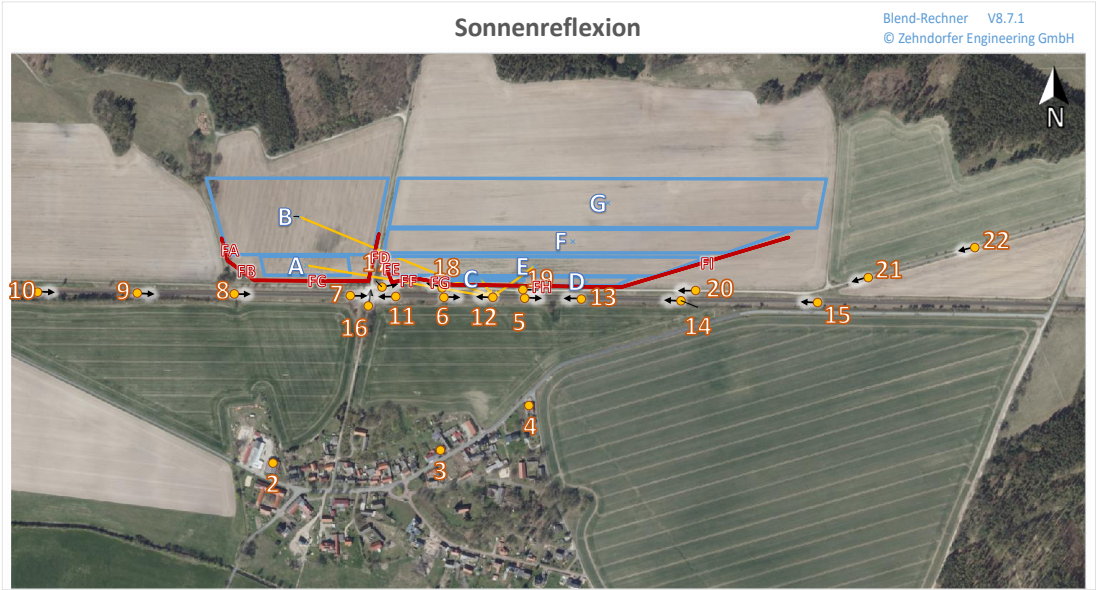


Immissionspunkt	10
Reflektor	ABCDE

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

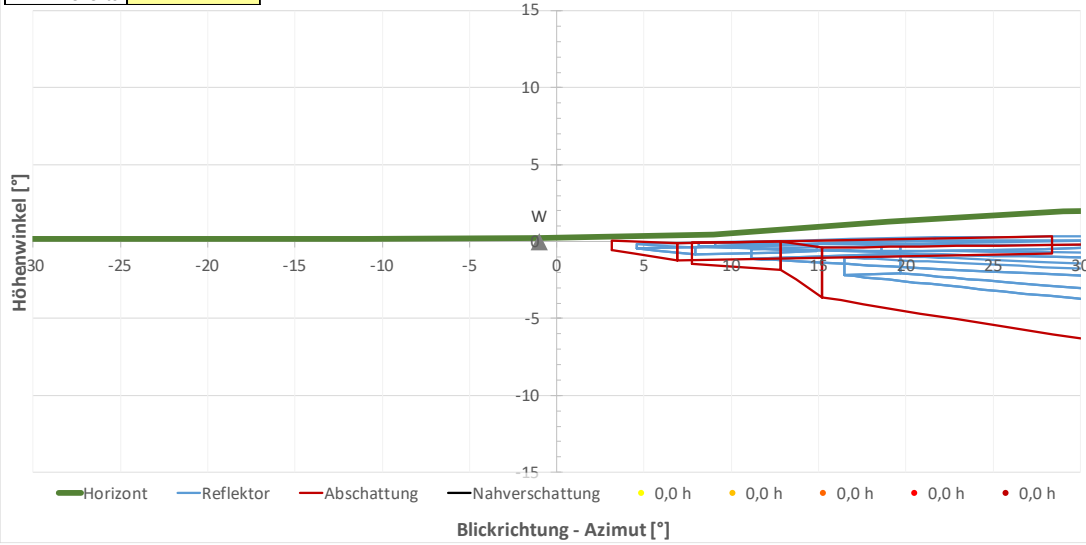




Immissionspunkt	12
Reflektor	ABCE

Blendhäufigkeit

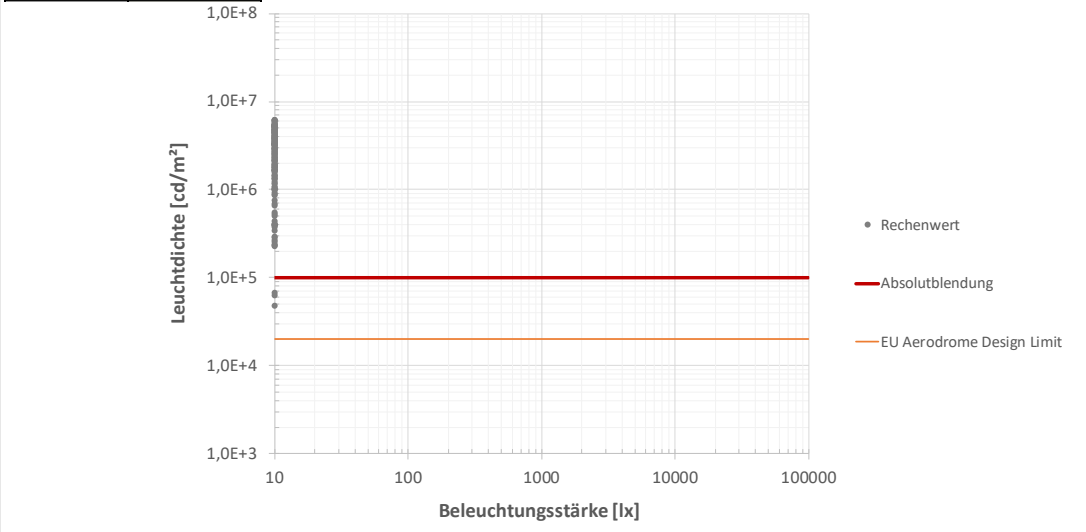
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	12
Reflektor	ABCE

Reflexions-Photometrie

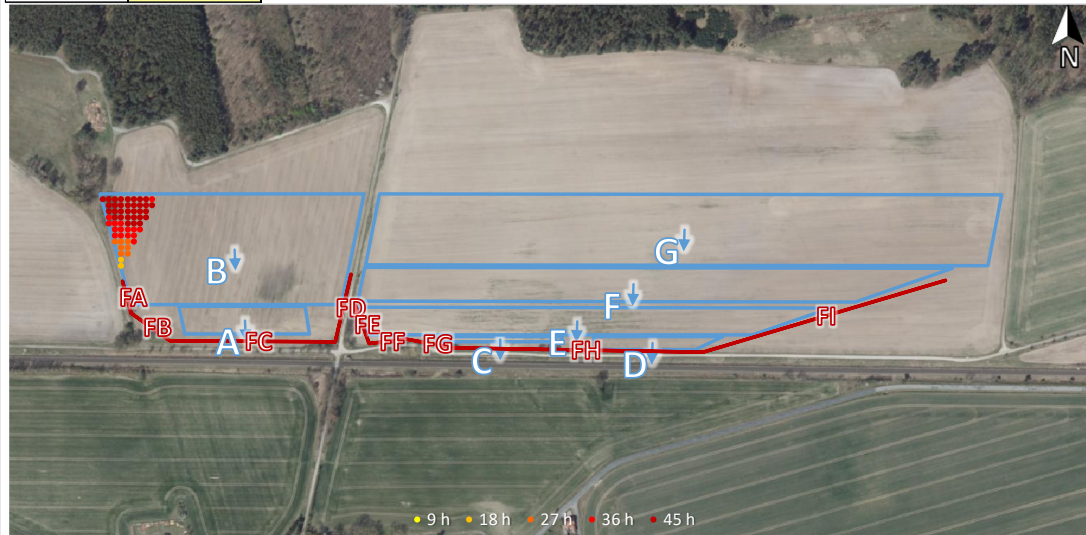
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

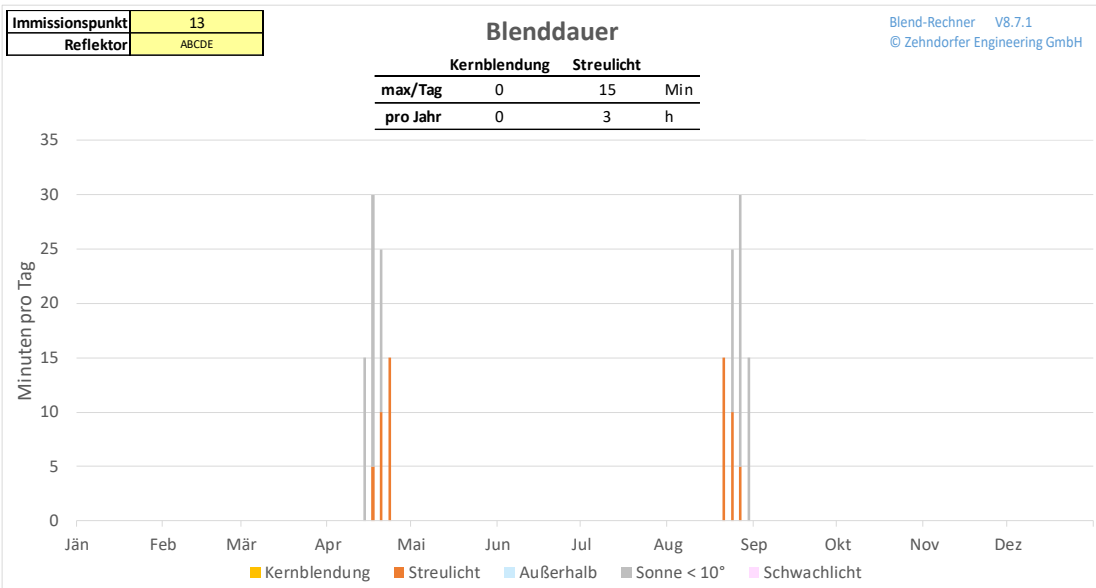
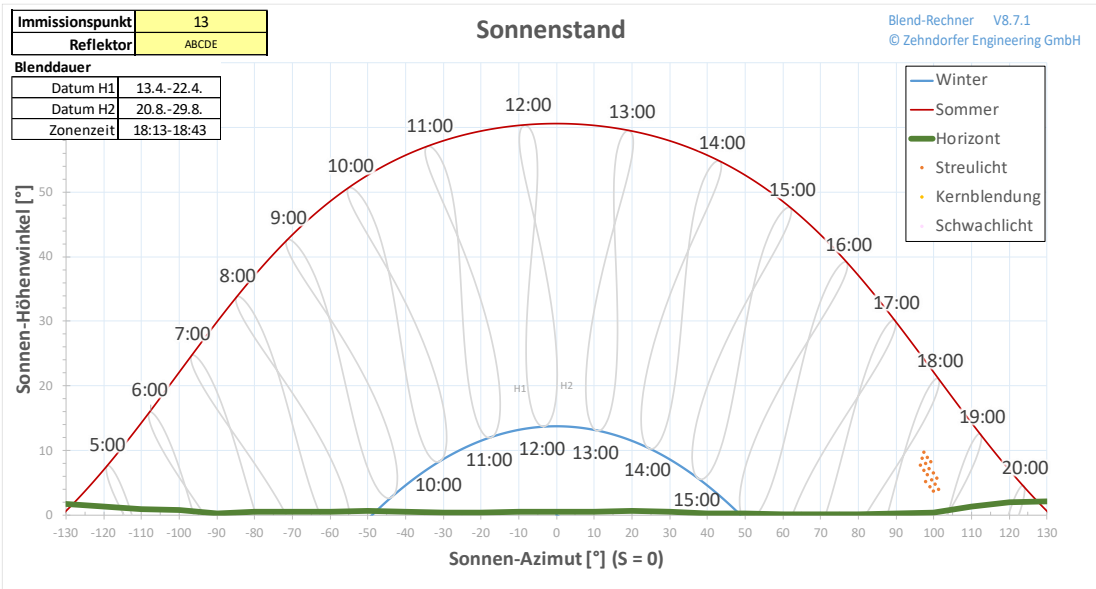
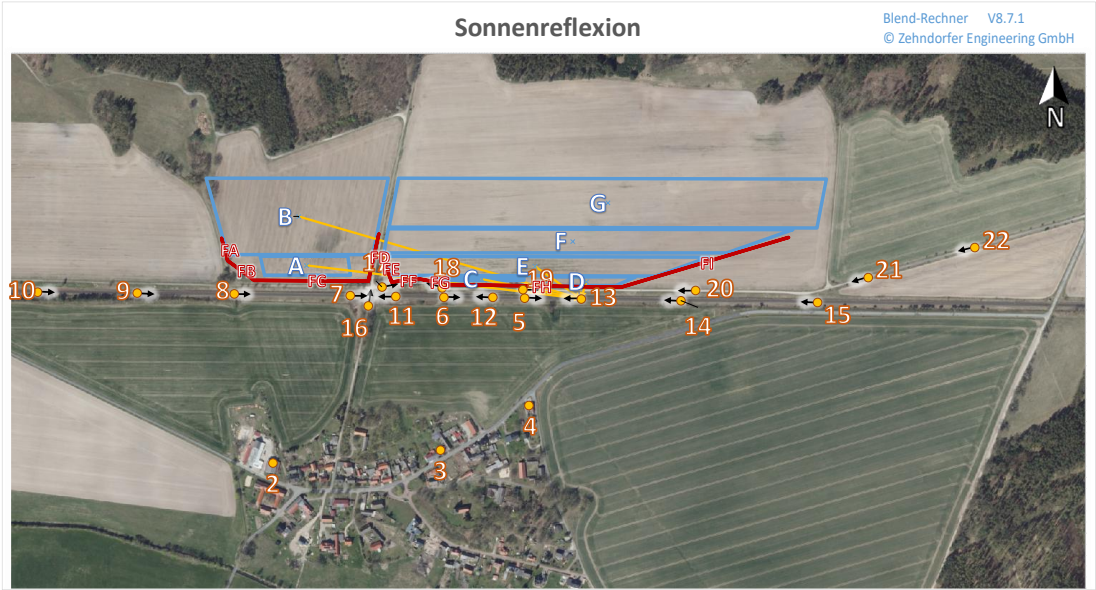


Immissionspunkt	12
Reflektor	ABCE

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

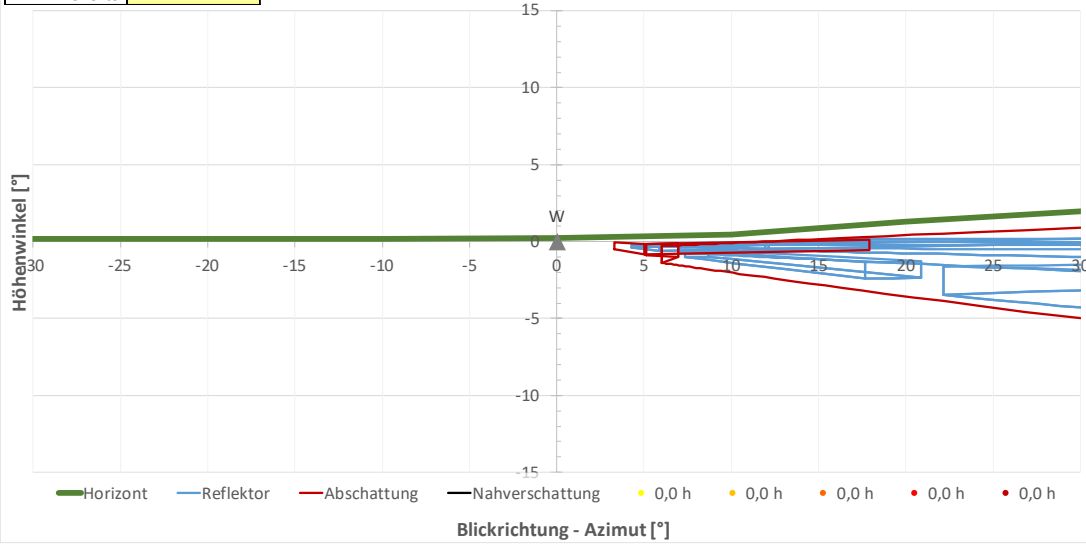




Immissionspunkt	13
Reflektor	ABCDE

Blendhäufigkeit

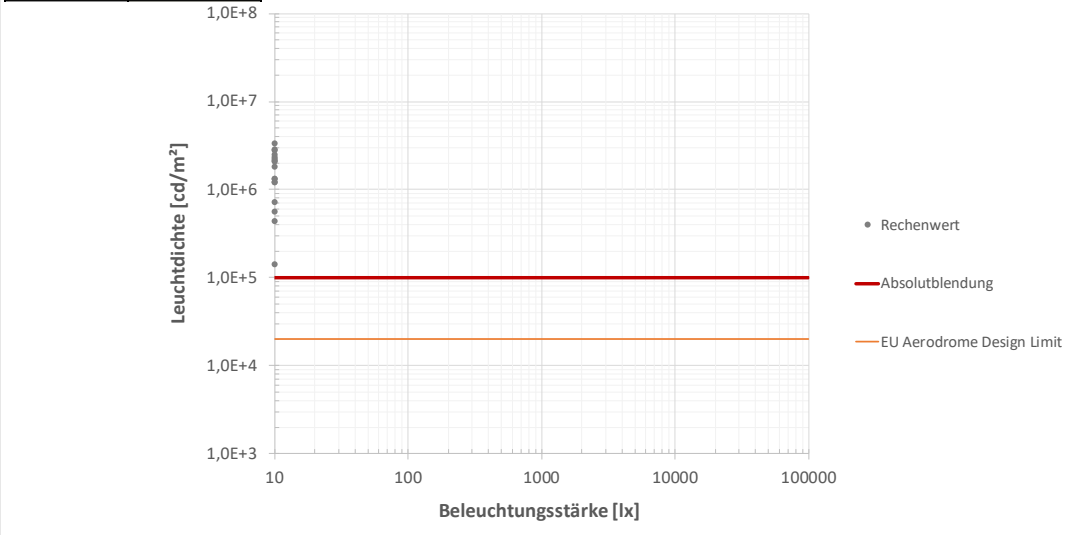
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	13
Reflektor	ABCDE

Reflexions-Photometrie

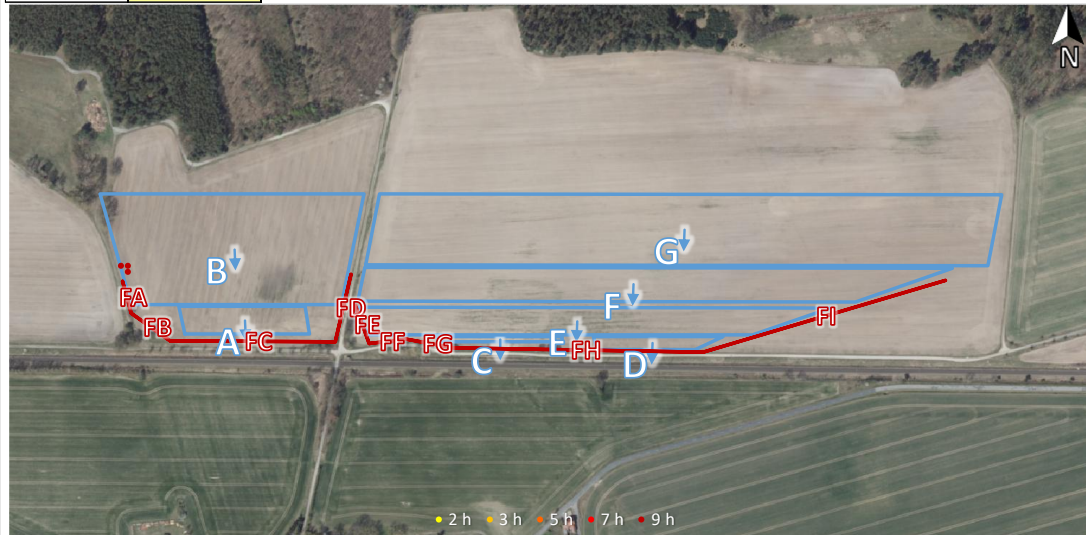
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	13
Reflektor	ABCDE

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Anhang 5.3 Kleinere Anlage & Sichtschutz

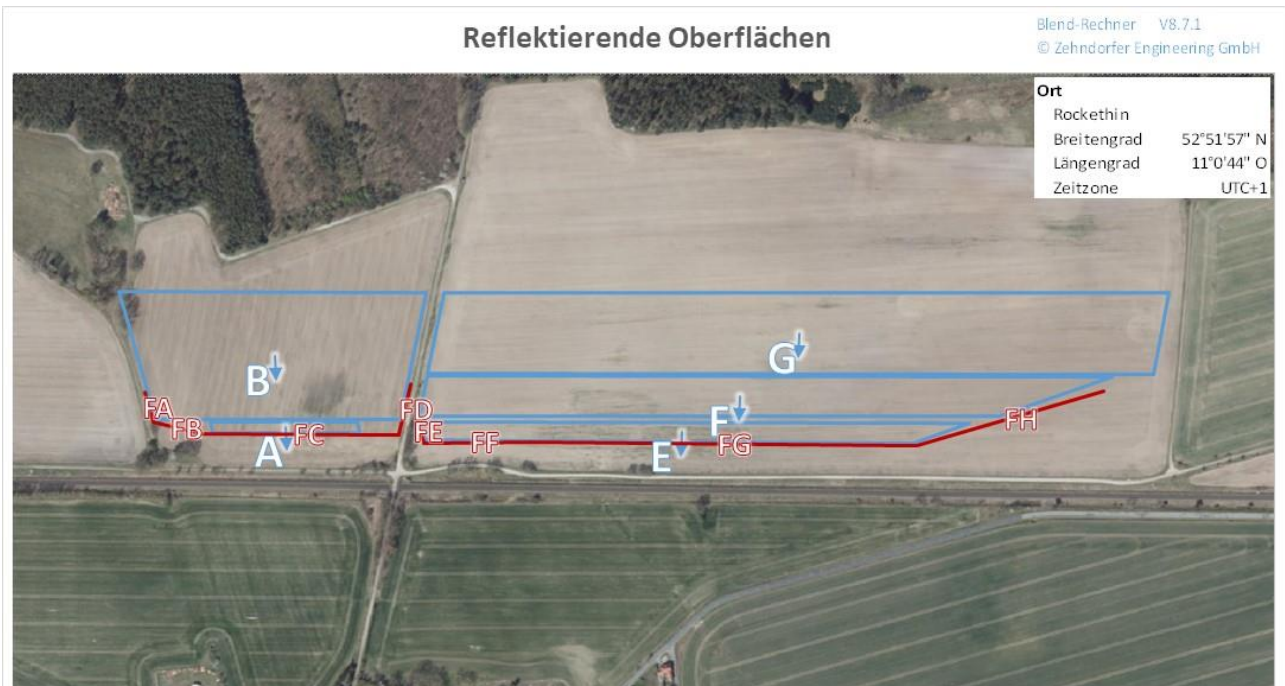
Anlage

Abbildung 18 Geltungsbereich (rot) und Blendschutz (blau)



Abbildung 18 zeigt den Geltungsbereich und den geplanten Sichtschutz der Anlage. Abbildung 19 zeigt die daraus folgende Modellierung des Sichtschutzes (auf die Modellierung der Einfahrt im westlichen Teil wurde verzichtet, da diese mit seitlichen Flanken versehen wurde und daher dort keine Reflexionen in Richtung Bahntrasse möglich sind).

Abbildung 19 Modellierung



Reflektor	A				B			
Eckpunkt	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
x	634 994	635 149	635 147	634 992	634 934	635 192	635 220	634 895
y	859 189	859 189	859 200	859 200	859 203	859 203	859 340	859 340
z	34	34	34	34	34	34	37	38
h	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

Reflektor	E				F				G			
Eckpunkt	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
x	635 219	635 732	635 793	635 212	635 212	635 824	635 943	635 221	635 221	635 987	636 004	635 239
y	859 181	859 177	859 199	859 200	859 207	859 206	859 248	859 249	859 252	859 251	859 339	859 340
z	33	36	36	34	34	37	37	35	35	37	38	37
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

Sichtschutz	min. Breite [m]	min. Höhe [m]
FA	33	3,5
FB	51	3,5
FC	210	3,5
FD	55	3,5
FE	25	3,5
FF	113	3,5
FG	407	3,5
FH	207	3,5

Abschattung	FA				FB				FC			
Eckpunkt	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
x	634 922	634 931	634 931	634 922	634 931	634 981	634 981	634 931	634 981	635 191	635 191	634 981
y	859 232	859 200	859 200	859 232	859 200	859 187	859 187	859 200	859 187	859 187	859 187	859 187
z	35	34	34	35	34	34	34	34	34	34	34	34
h	0,0	0,0	3,5	3,5	0,0	0,0	3,5	3,5	0,0	0,0	3,5	3,5

Abschattung	FD				FE				FF			
Eckpunkt	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
x	635 191	635 203	635 203	635 191	635 209	635 217	635 217	635 209	635 217	635 330	635 330	635 217
y	859 187	859 241	859 241	859 187	859 202	859 179	859 179	859 202	859 179	859 179	859 179	859 179
z	34	35	35	34	34	33	33	34	33	33	33	33
h	0,0	0,0	3,5	3,5	0,0	0,0	3,5	3,5	0,0	0,0	3,5	3,5

Abschattung	FG				FH			
Eckpunkt	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
x	635 330	635 737	635 737	635 330	635 737	635 935	635 935	635 737
y	859 179	859 174	859 174	859 179	859 174	859 233	859 233	859 174
z	33	36	36	33	36	37	37	36
h	0,0	0,0	3,5	3,5	0,0	0,0	3,5	3,5

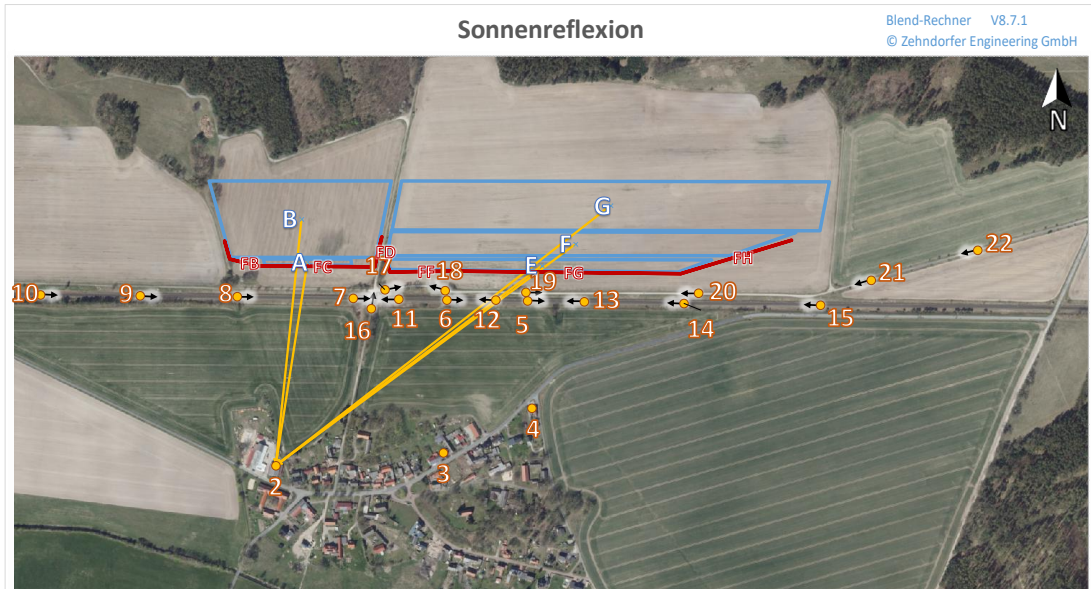
Ergebnisse

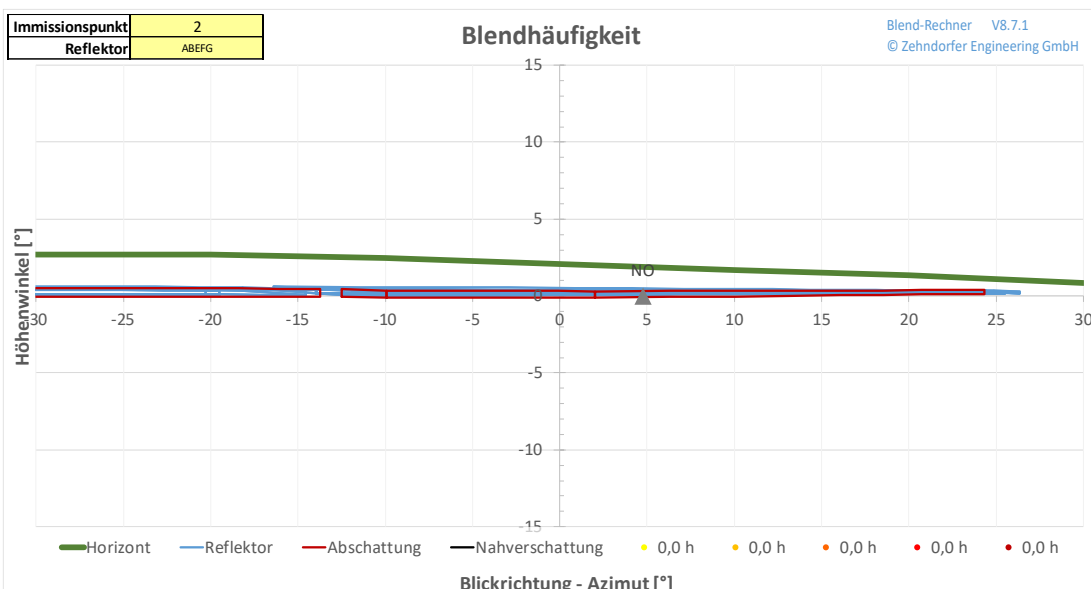
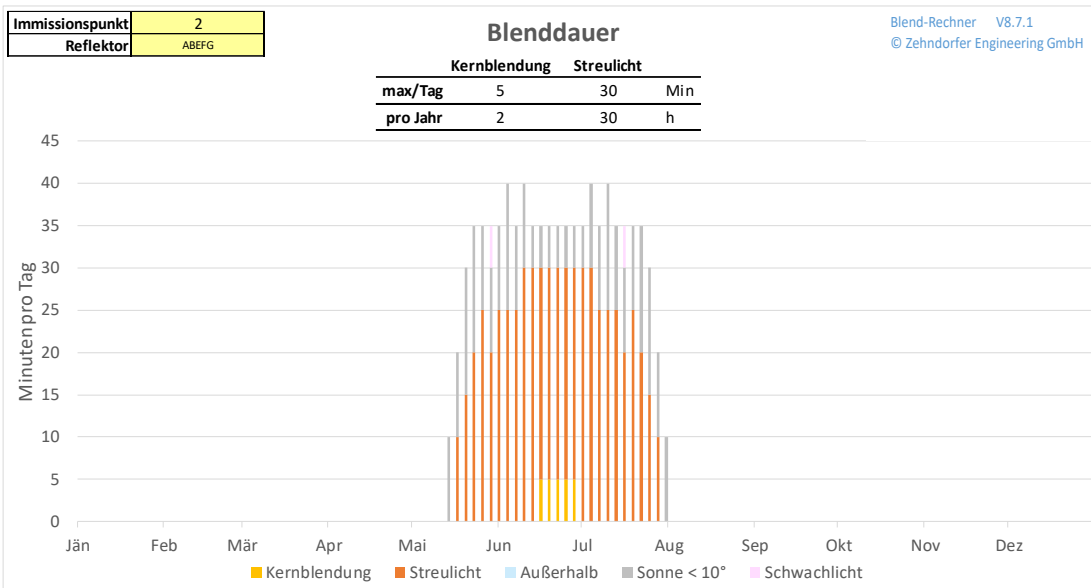
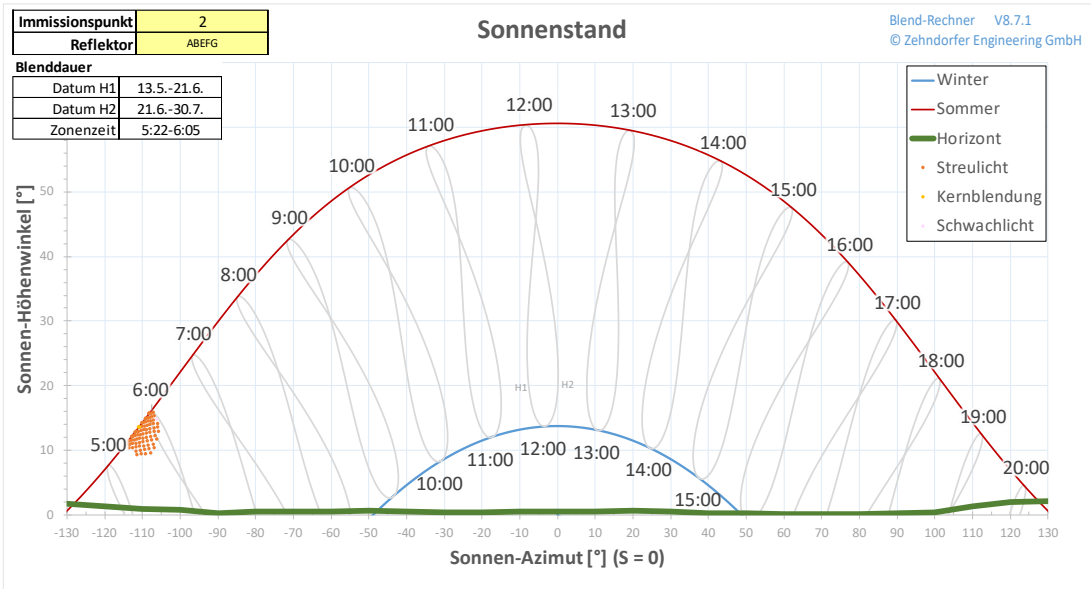
Reflektor	ABEFG	ABEFG	ABEFG	E	E	AE	ABE	ABE	ABE	AB
Immissionspunkt	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Distanz m	359	304	218	31	29	59	70	176	346	53
Höhenwinkel °	0	0	-1	-2	0	0	0	0	0	0
Raumwinkel msr	0	3	14	0	0	0	0	2	0	1
Datum H1	13.5.-21.6.	-	-	22.4.-21.6.	22.4.-21.6.	7.4.-21.6.	29.3.-13.4.	26.3.-21.6.	26.3.-21.6.	19.5.-21.6.
Datum H2	21.6.-30.7.	-	-	21.6.-20.8.	21.6.-20.8.	21.6.-4.9.	29.8.-13.9.	21.6.-16.9.	21.6.-16.9.	21.6.-24.7.
Zeit	5:22-6:05	-	-	18:19-19:12	5:25-6:18	5:25-6:22	5:54-6:24	5:20-6:26	5:19-6:27	18:30-19:12
Kernblendung min / Tag	5	-	-	0	0	0	0	0	0	0
Kernblendung h / Jahr	2	-	-	0	0	0	0	0	0	0
Streulicht min / Tag	30	-	-	0	0	15	5	0	10	0
Streulicht h / Jahr	30	-	-	0	0	6	1	0	4	0
Sonne-Reflektor-Winkel (max) °	20	-	-	21	20	20	11	20	20	20
Blendung - Blickwinkel (min) °	24	-	-	154	15	7	4	4	4	22
Leuchtdichte (max) [k cd/m²]	6 337	-	-	6 066	6 302	6 258	2 387	6 351	6 455	6 293
Retinale Einstrahlung (max) [mW/cm²]	38	-	-	47	49	49	6	49	25	49
Beleuchtungsstärke (max) [lx]	110	-	-	0	0	0	0	2 248	494	0

Reflektor		ABE	ABE	AEF	AEFG	ABEFG	E	ABE	E	AEFG	EFG
Immissionspunkt		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Distanz	m	30	24	57	133	78	38	13	16	48	126
Höhenwinkel	°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Raumwinkel	msr	3	0	0	4	0	0	0	0	16	7
Datum H1		16.4.-21.6.	10.4.-21.6.	4.4.-25.5.	29.3.-21.6.	16.4.-21.6.	19.4.-7.5.	-	-	26.3.-21.6.	23.3.-21.6.
Datum H2		21.6.-26.8.	21.6.-1.9.	18.7.-7.9.	21.6.-13.9.	21.6.-26.8.	5.8.-23.8.	-	-	21.6.-16.9.	21.6.-19.9.
Zeit		5:25-19:12	18:11-19:12	18:13-19:03	18:05-19:12	5:22-19:04	5:40-6:13	-	-	5:26-19:12	18:00-19:12
Kernblendung	min / Tag	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0
Kernblendung	h / Jahr	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0
Streulicht	min / Tag	15	15	15	15	0	15	-	-	15	0
Streulicht	h / Jahr	6	8	7	4	0	4	-	-	8	0
Sonne-Reflektor-Winkel (max)	°	21	21	19	20	20	15	-	-	23	20
Blendung - Blickwinkel (min)	°	11	8	6	4	53	4	-	-	4	17
Leuchtdichte (max)	[k cd/m ²]	6 302	6 166	5 459	6 230	6 375	5 105	-	-	6 252	6 149
Retinale Einstrahlung (max)	[mW/cm ²]	49	47	43	49	50	40	-	-	49	48
Beleuchtungsstärke (max)	[lx]	94	2 849	0	0	1 308	0	-	-	7 766	1 007

Reflektor	EFG
Immissionspunkt	22
Distanz	m 283
Höhenwinkel	° 0
Raumwinkel	msr 2
Datum H1	26.3.-21.6.
Datum H2	21.6.-16.9.
Zeit	18:04-19:12
Kernblendung	min / Tag 0
Kernblendung	h / Jahr 0
Streulicht	min / Tag 0
Streulicht	h / Jahr 0
Sonne-Reflektor-Winkel (max)	° 21
Blendung - Blickwinkel (min)	° 17
Leuchtdichte (max)	[k cd/m ²] 6 175
Retinale Einstrahlung (max)	[mW/cm ²] 42
Beleuchtungsstärke (max)	[lx] 2 336

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

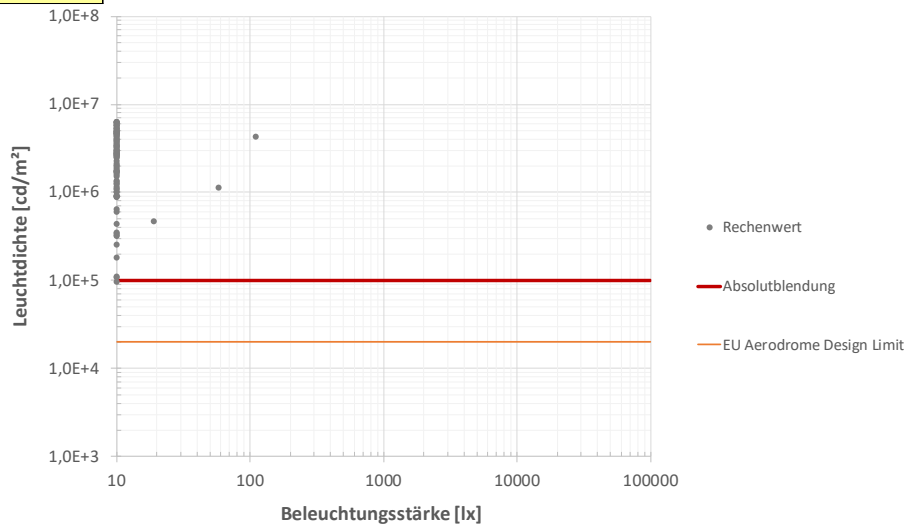




Immissionspunkt	2
Reflektor	ABEFG

Reflexions-Photometrie

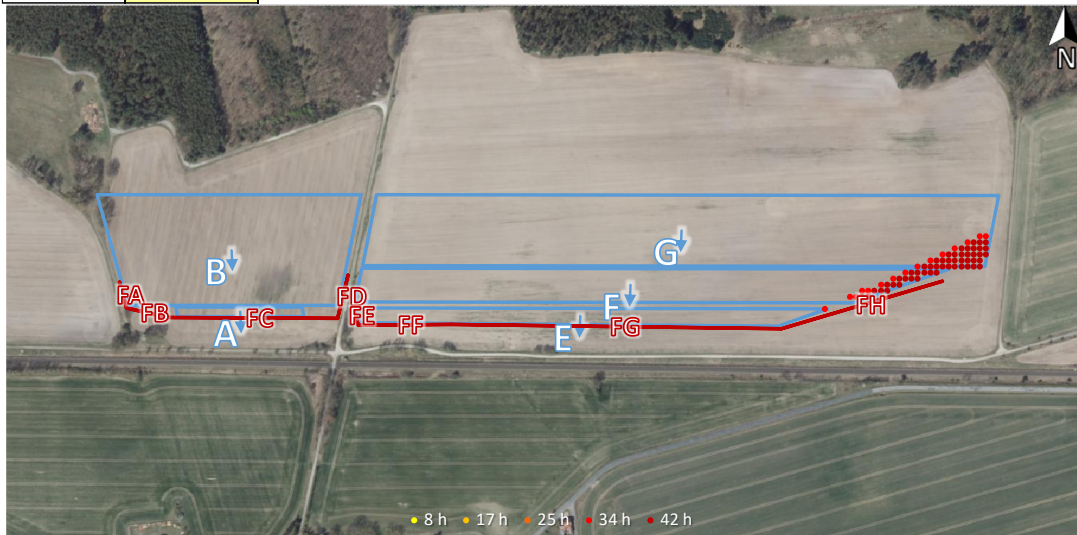
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	2
Reflektor	ABEFG

Blendhäufigkeit

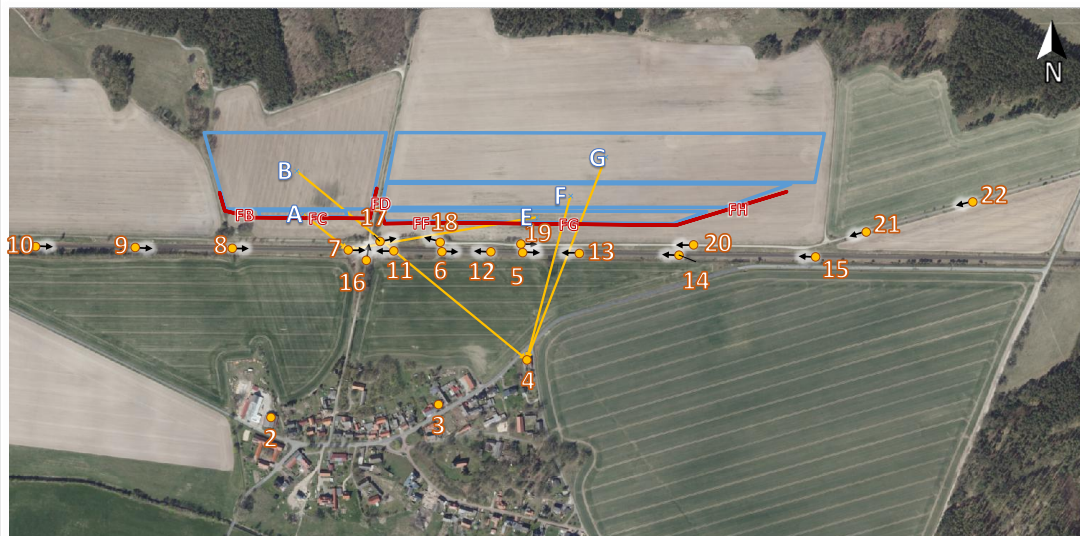
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

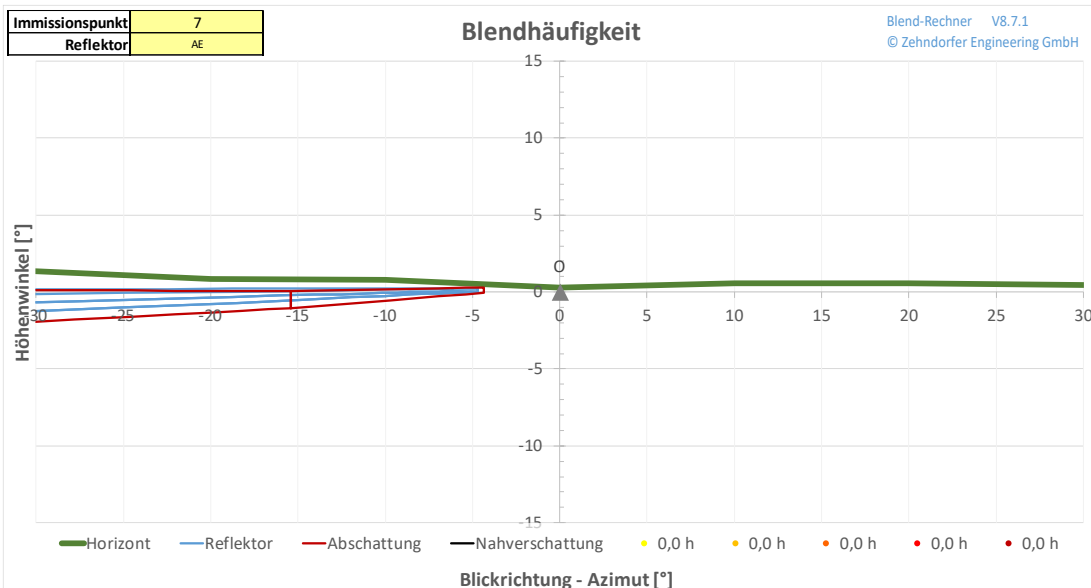
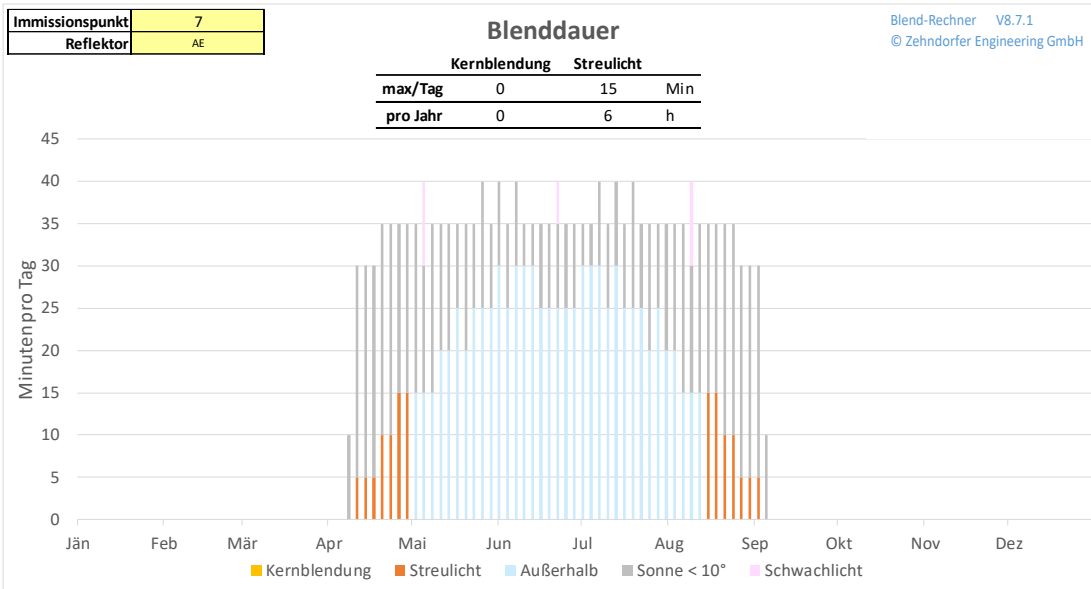
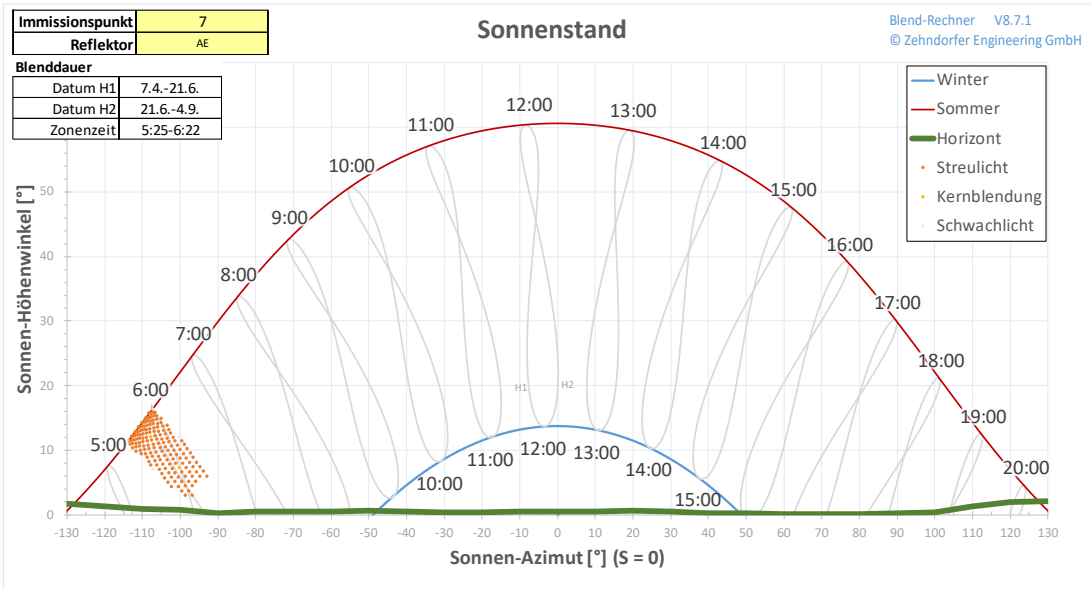


Immissionspunkt	2
Reflektor	ABEFG

Sonnenreflexion

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

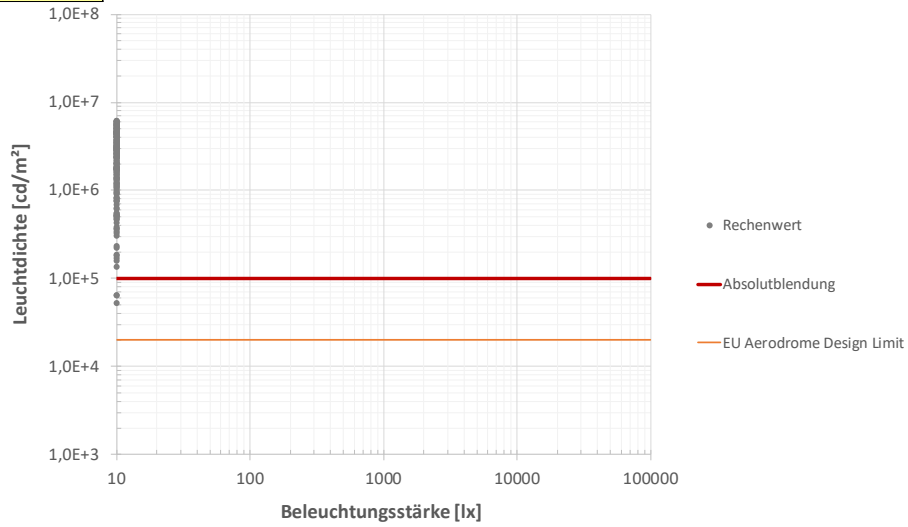




Immissionspunkt	7
Reflektor	AE

Reflexions-Photometrie

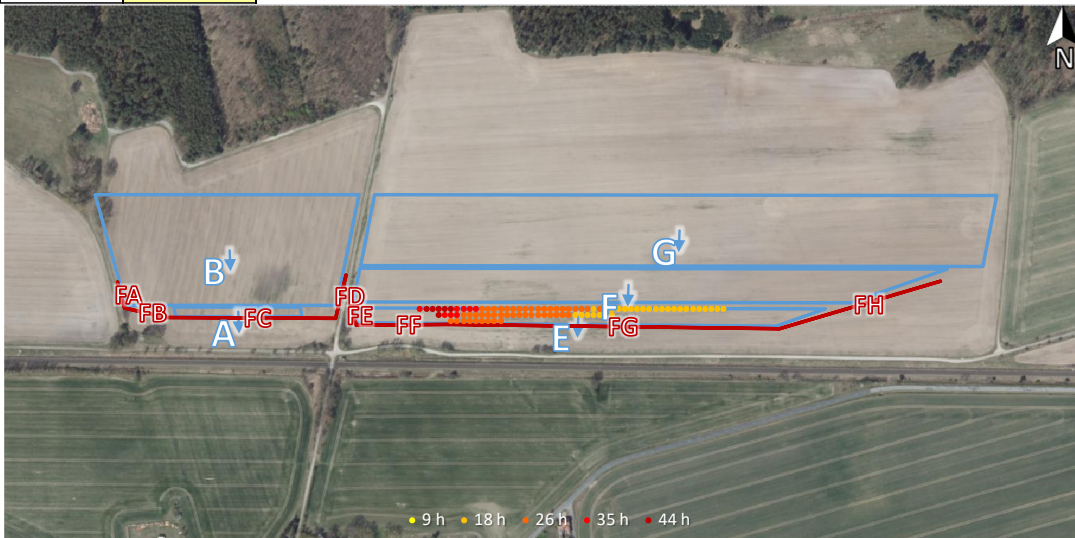
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	7
Reflektor	AE

Blendhäufigkeit

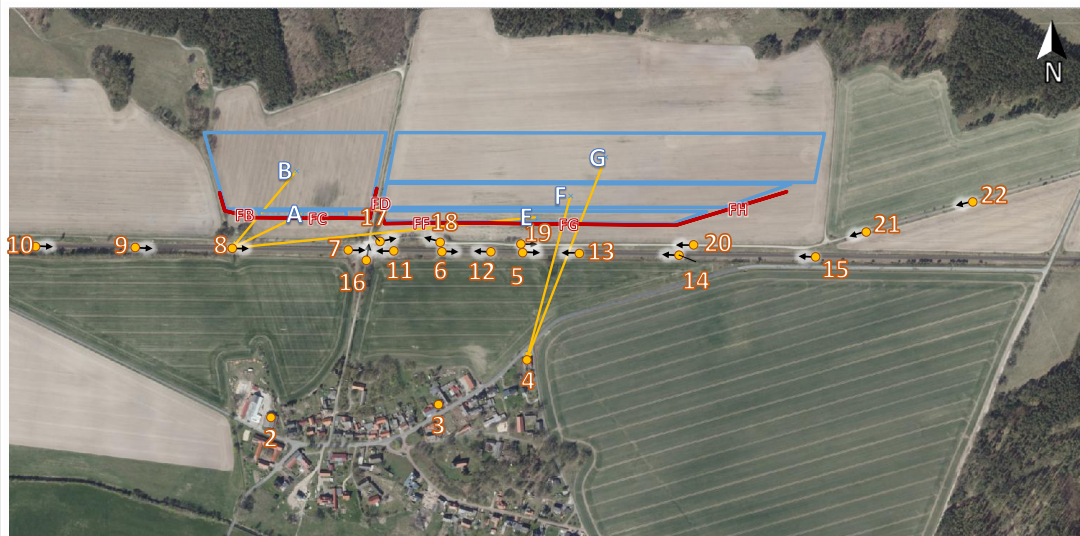
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

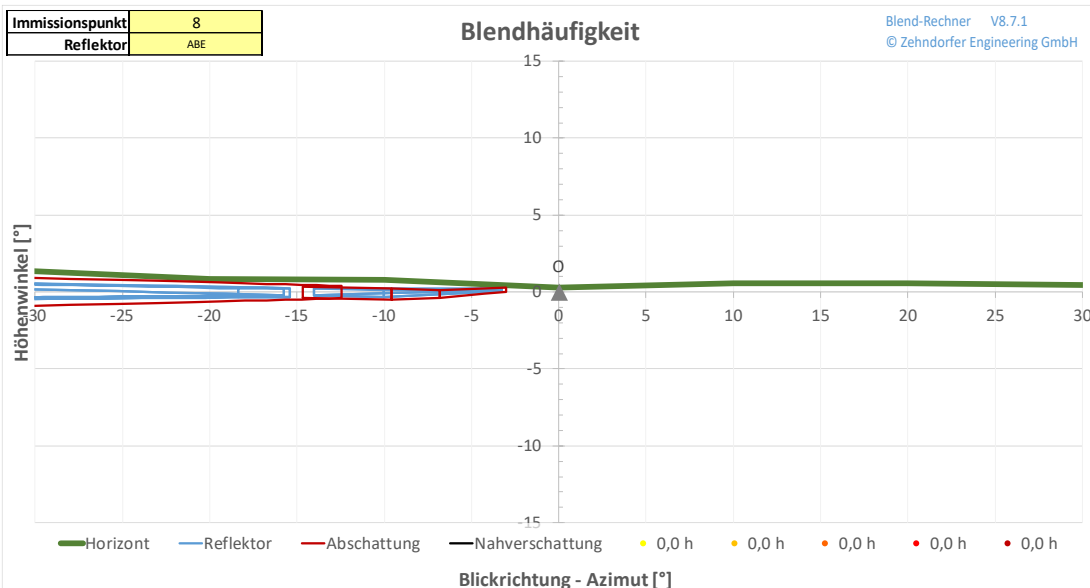
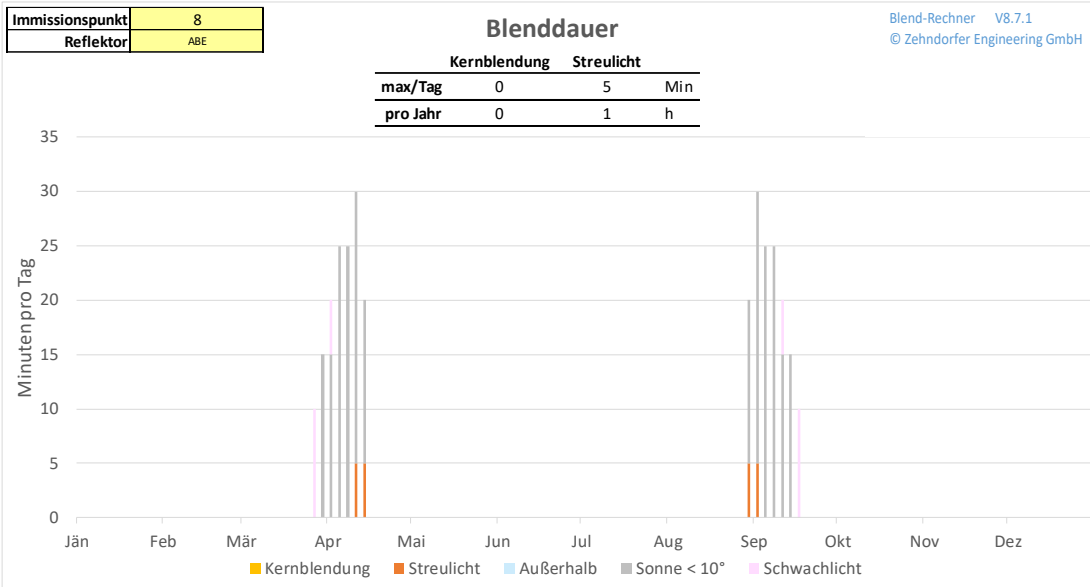
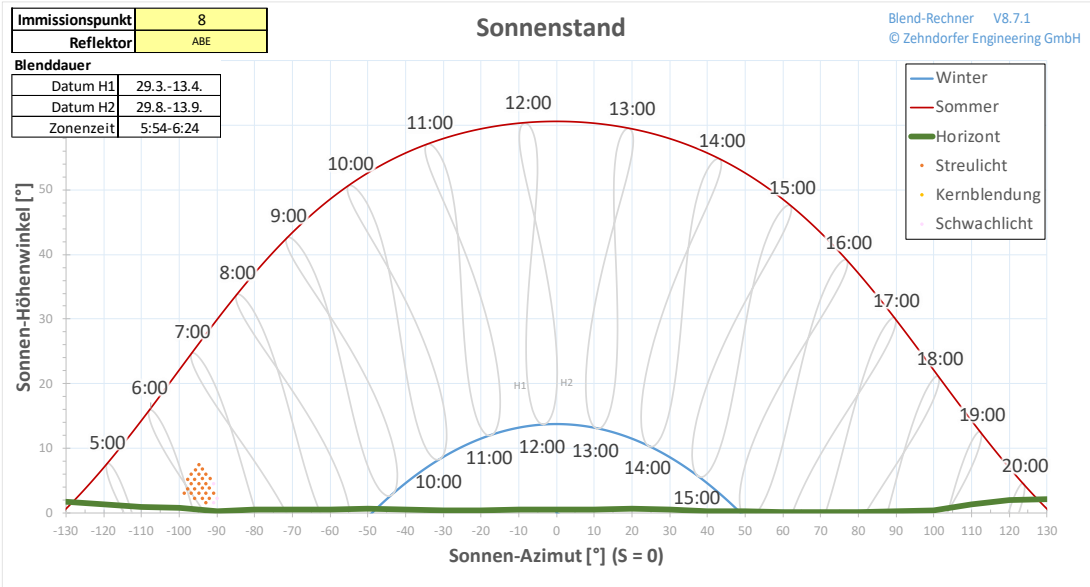


Immissionspunkt	7
Reflektor	AE

Sonnenreflexion

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

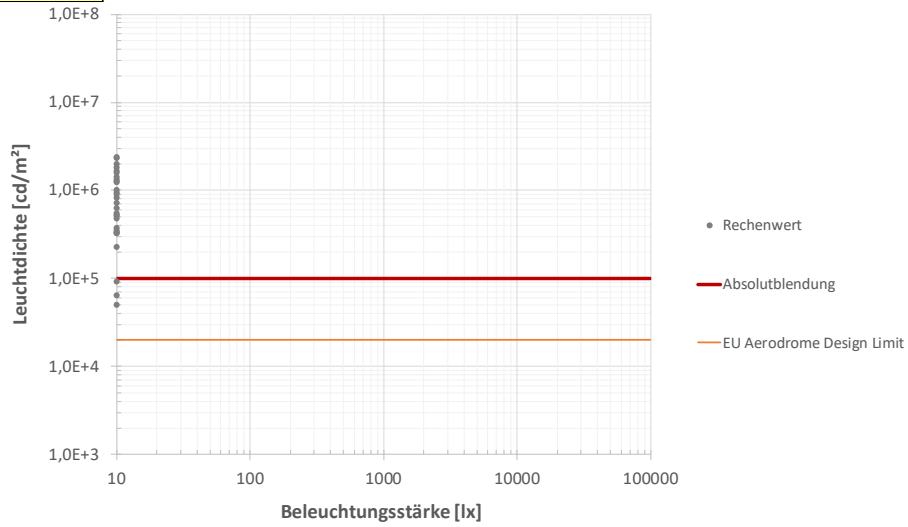




Immissionspunkt	8
Reflektor	ABE

Reflexions-Photometrie

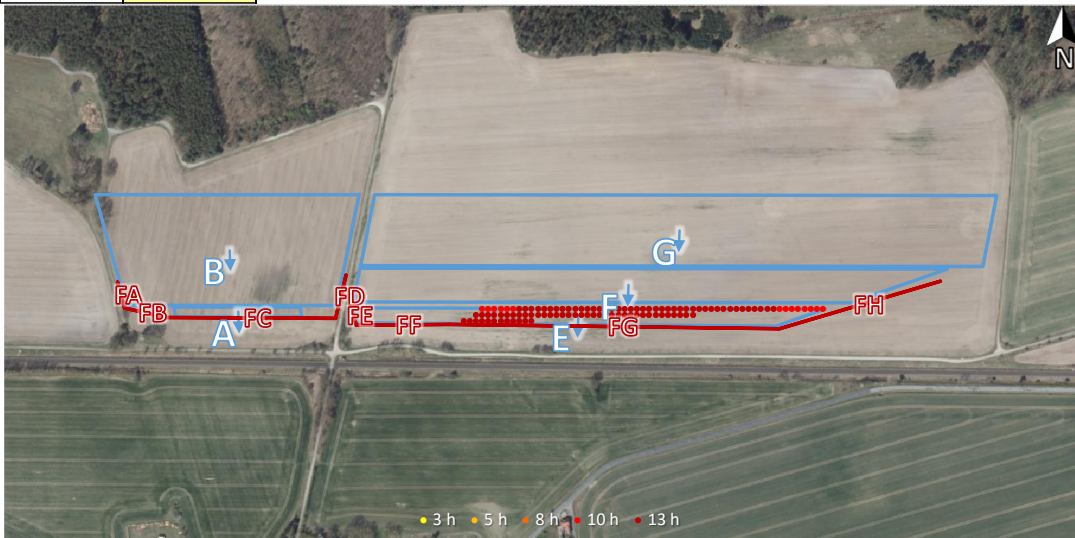
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	8
Reflektor	ABE

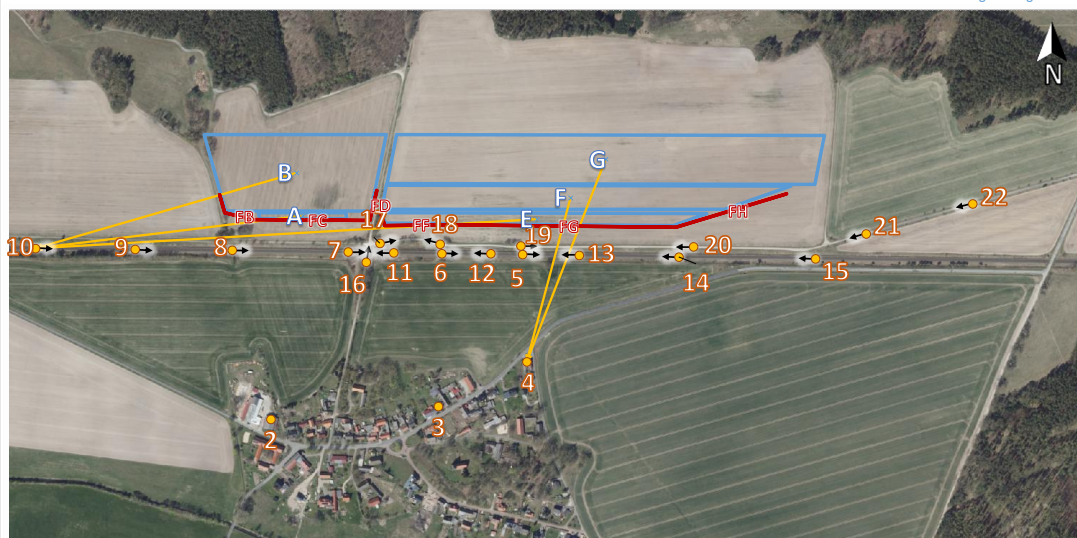
Blendhäufigkeit

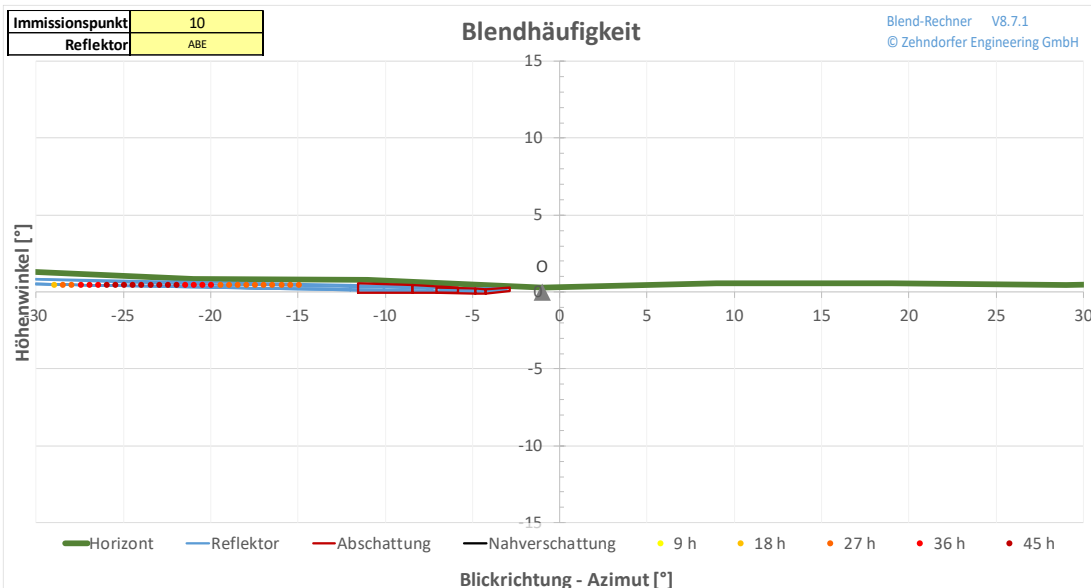
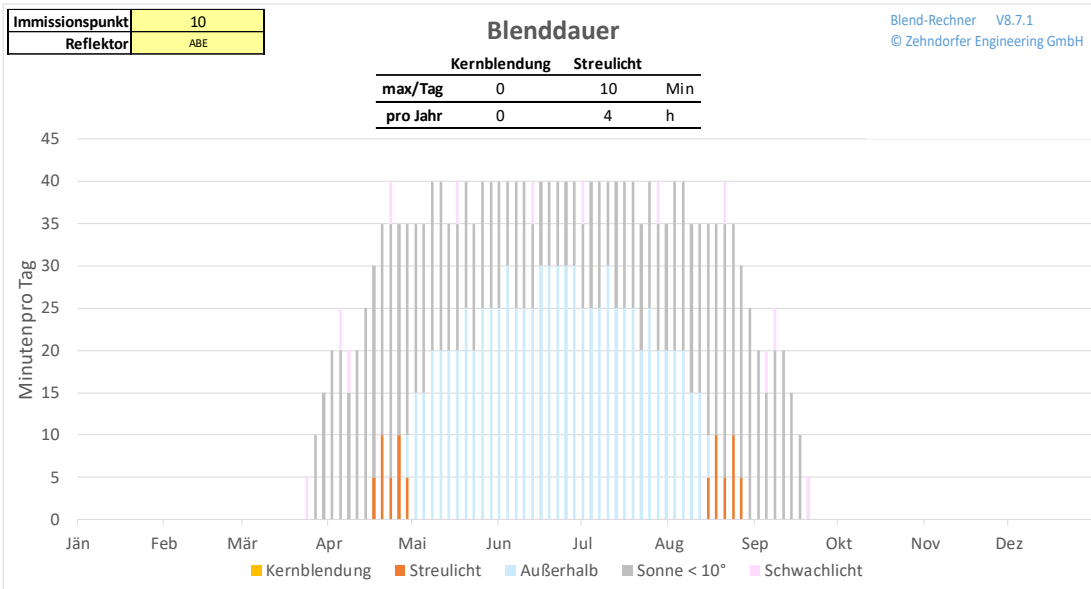
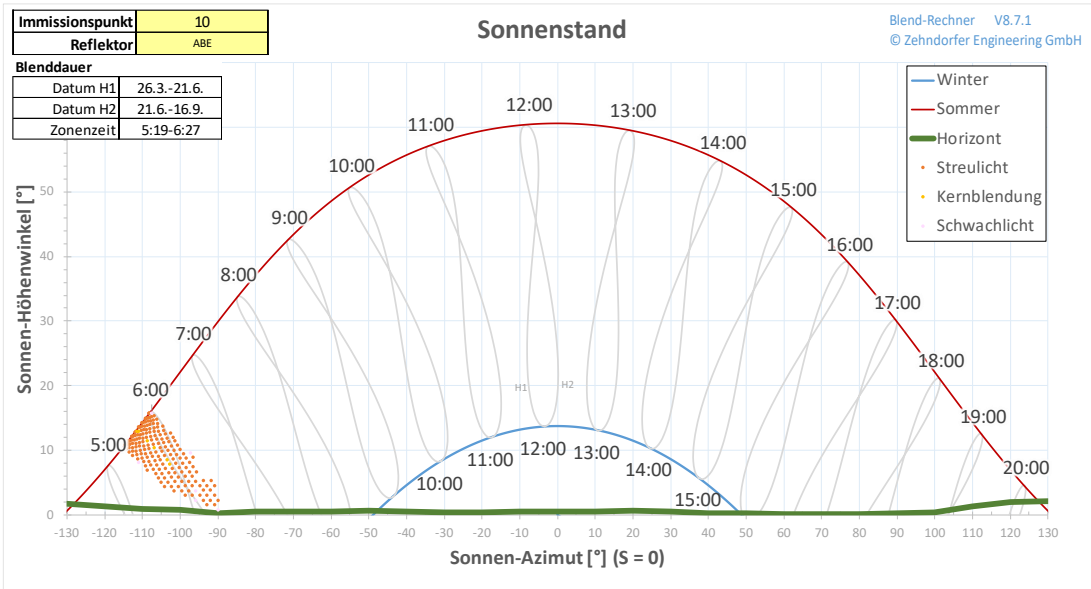
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

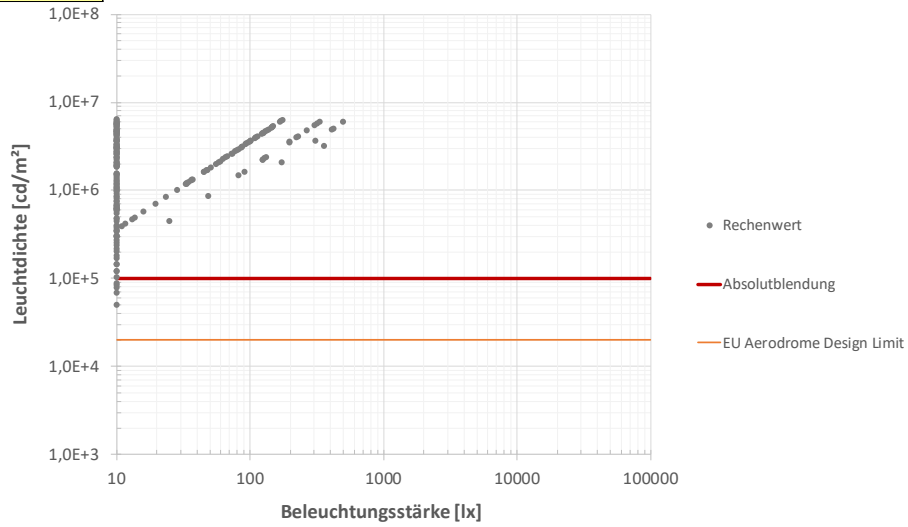




Immissionspunkt	10
Reflektor	ABE

Reflexions-Photometrie

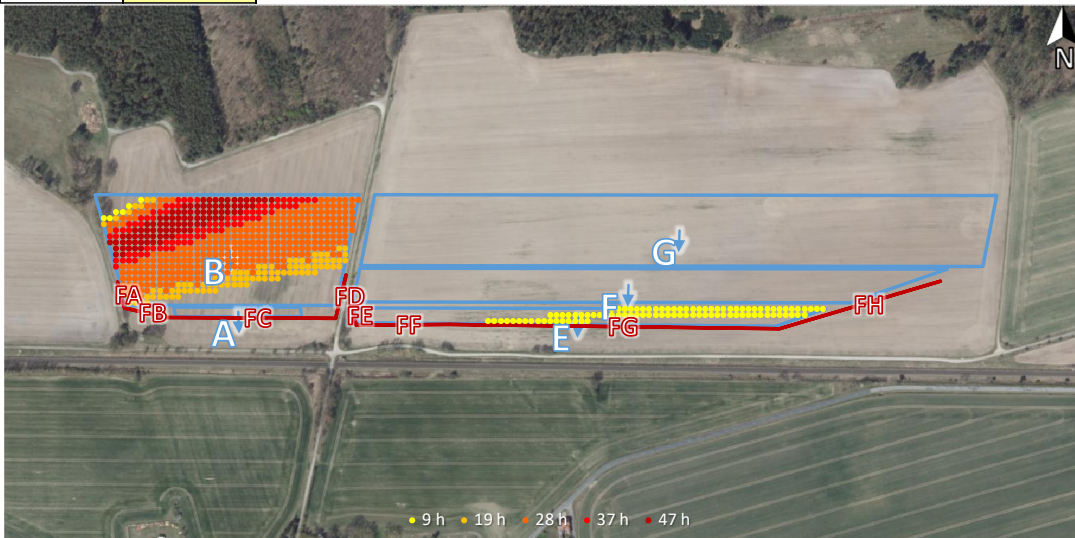
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	10
Reflektor	ABE

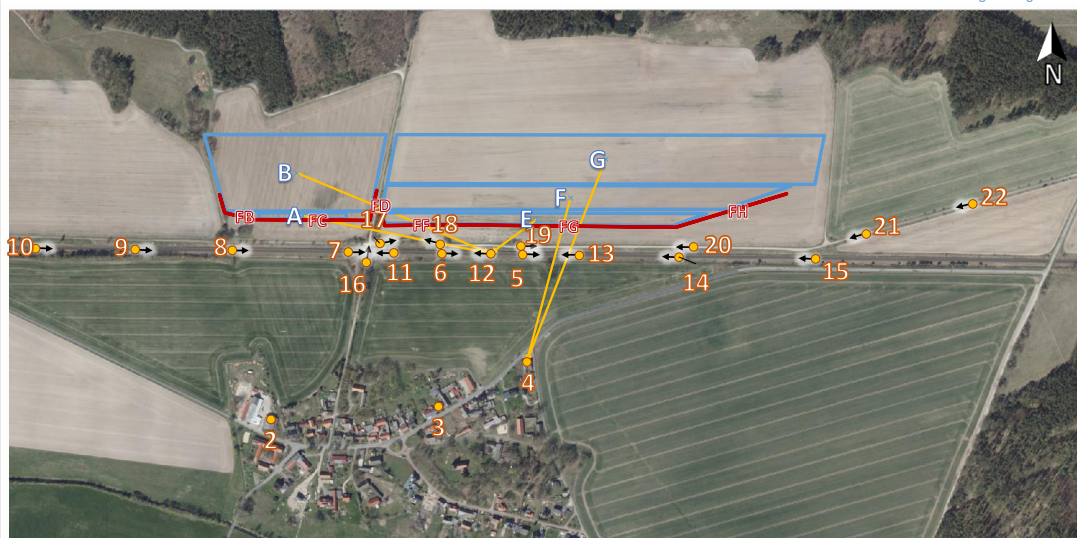
Blendhäufigkeit

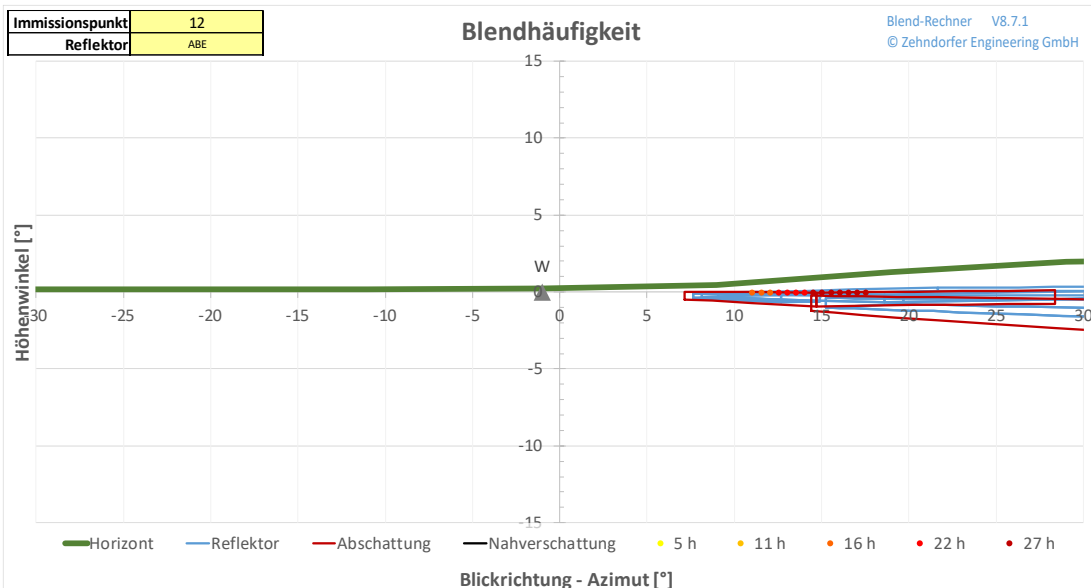
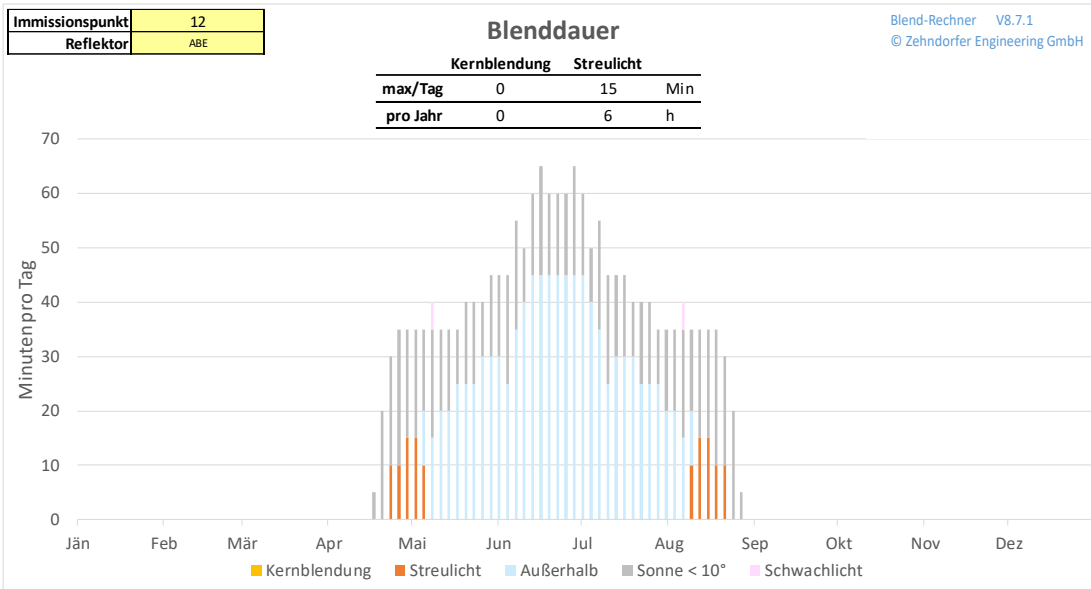
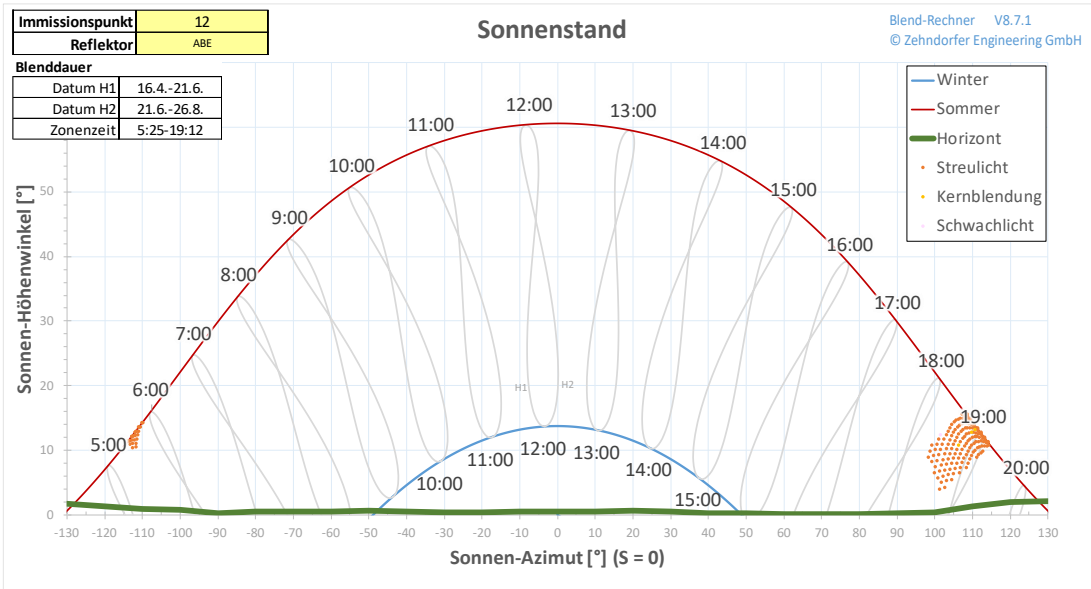
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

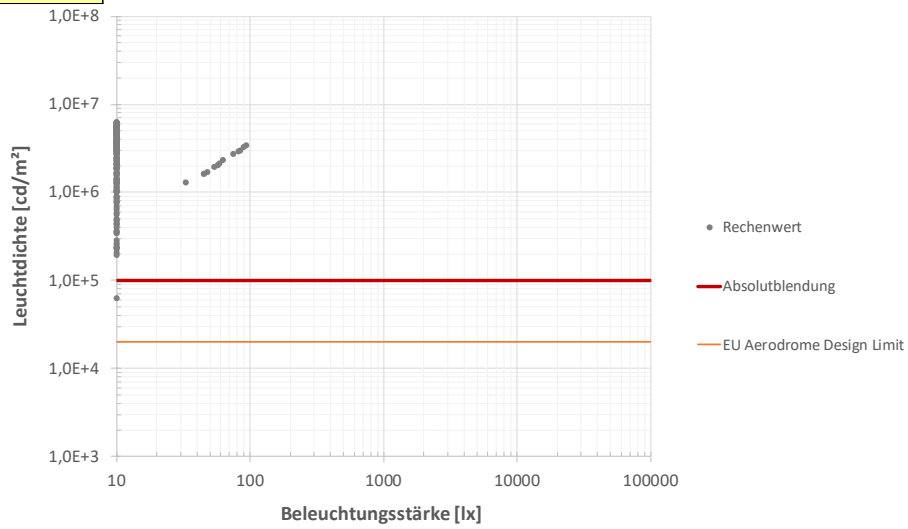




Immissionspunkt	12
Reflektor	ABE

Reflexions-Photometrie

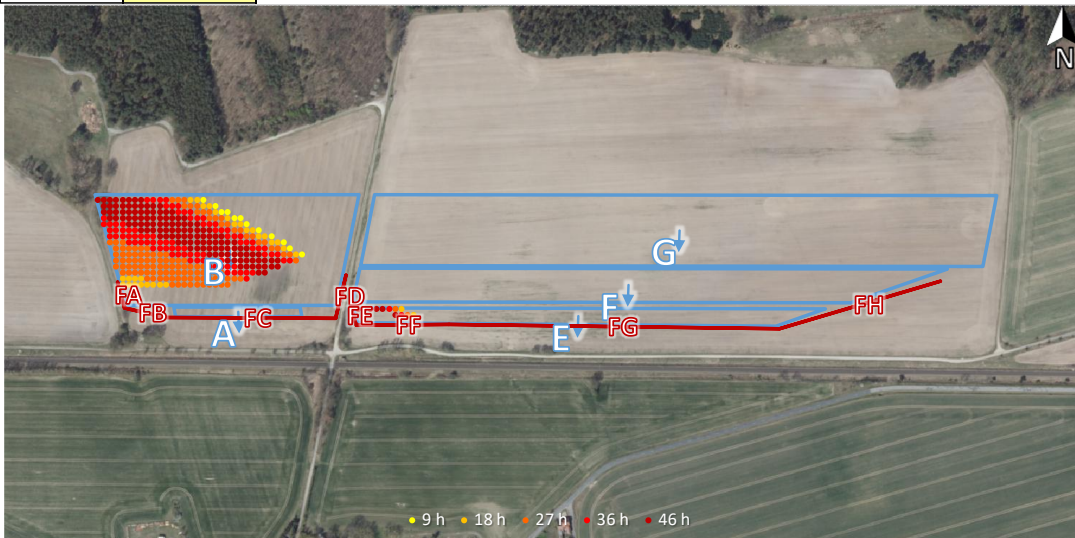
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	12
Reflektor	ABE

Blendhäufigkeit

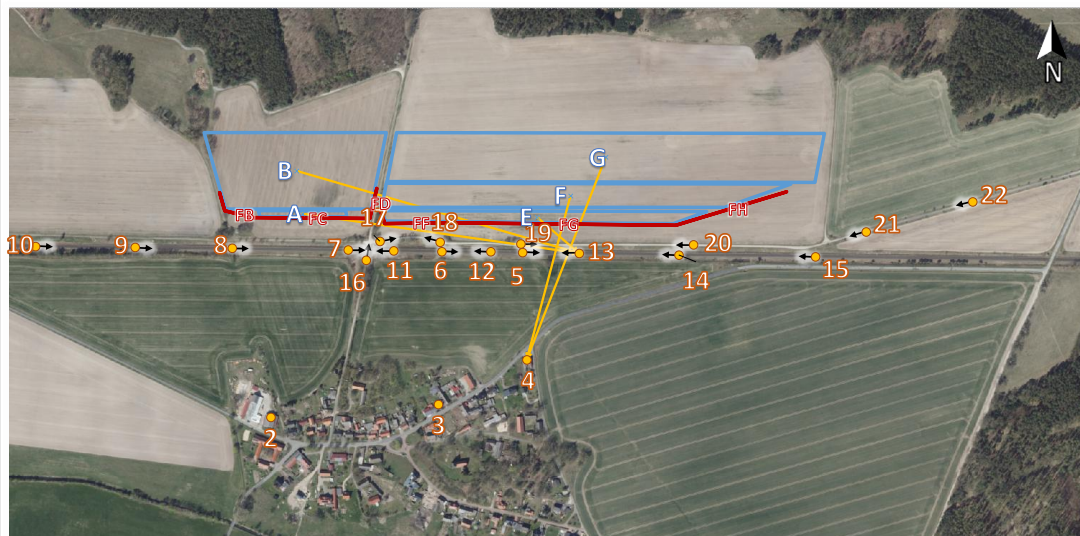
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

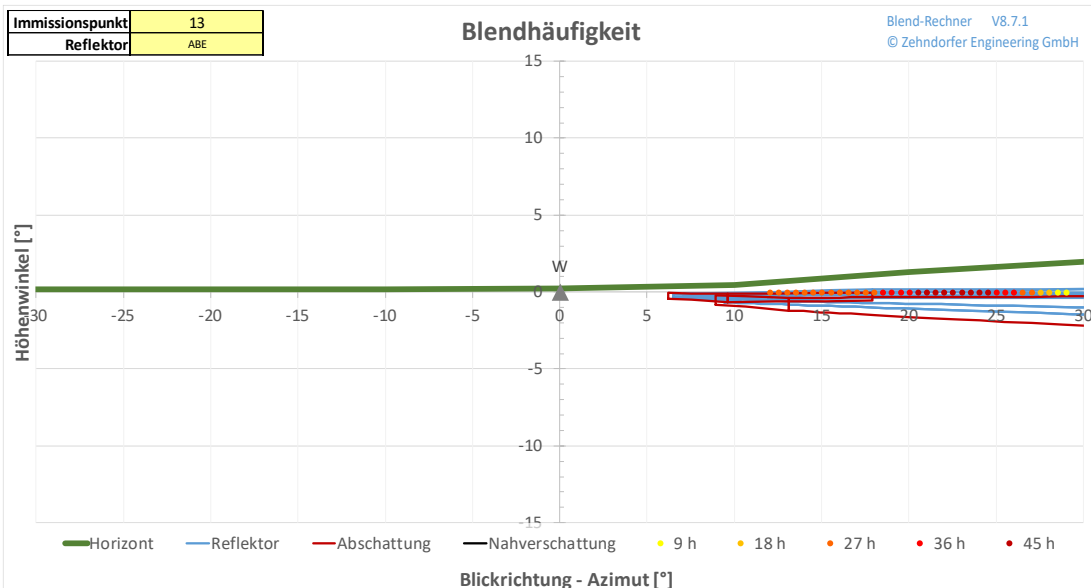
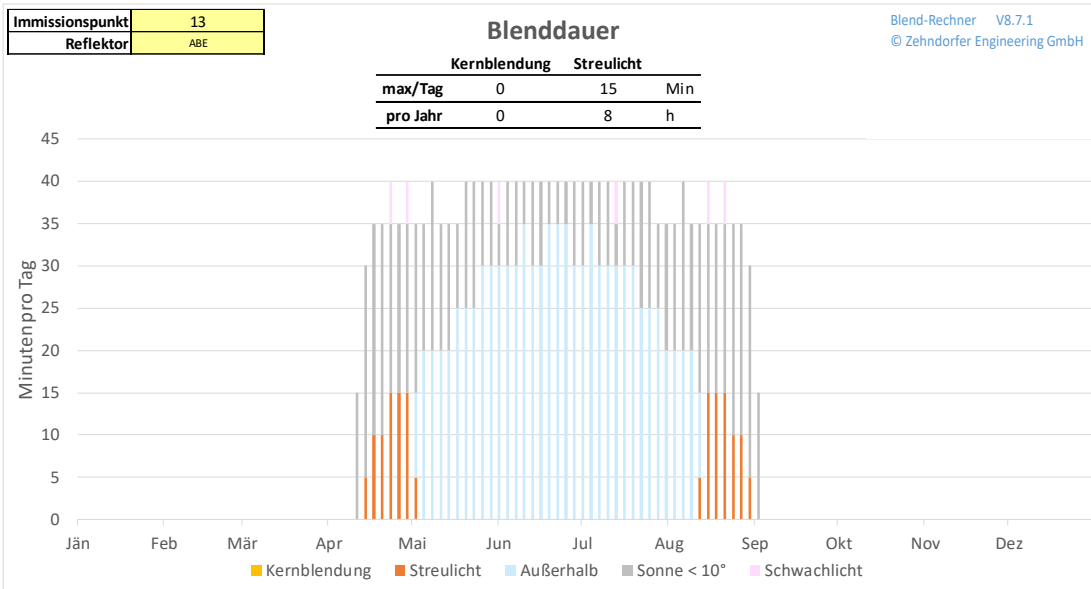
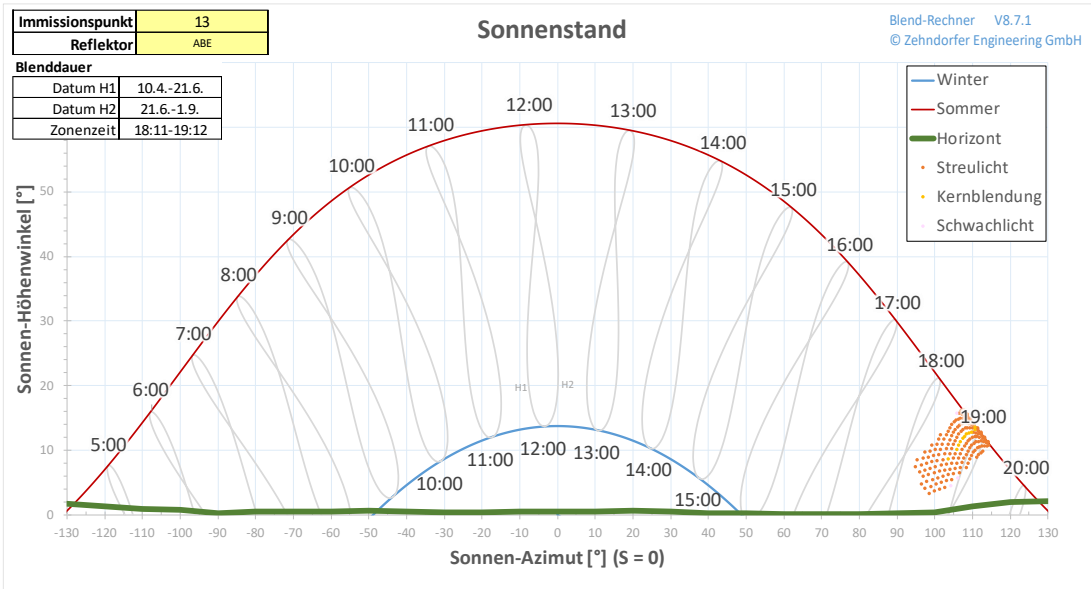


Immissionspunkt	12
Reflektor	ABE

Sonnenreflexion

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

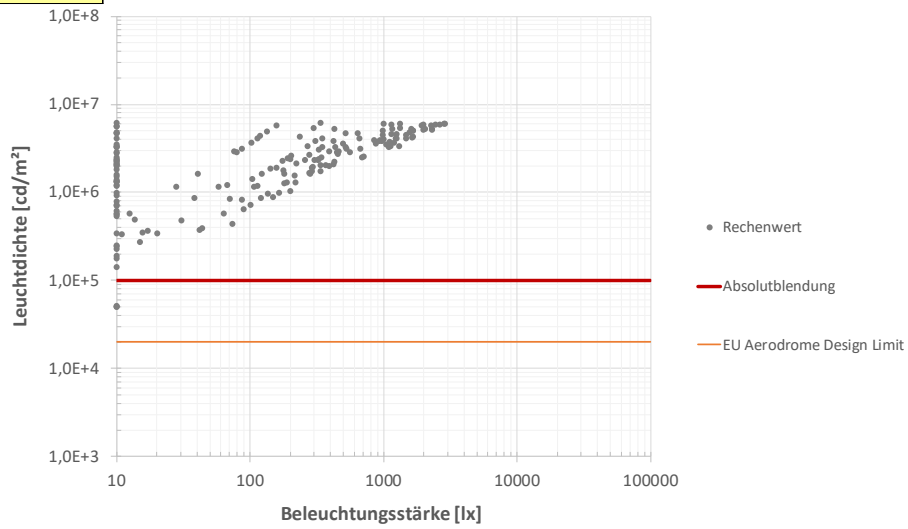




Immissionspunkt	13
Reflektor	ABE

Reflexions-Photometrie

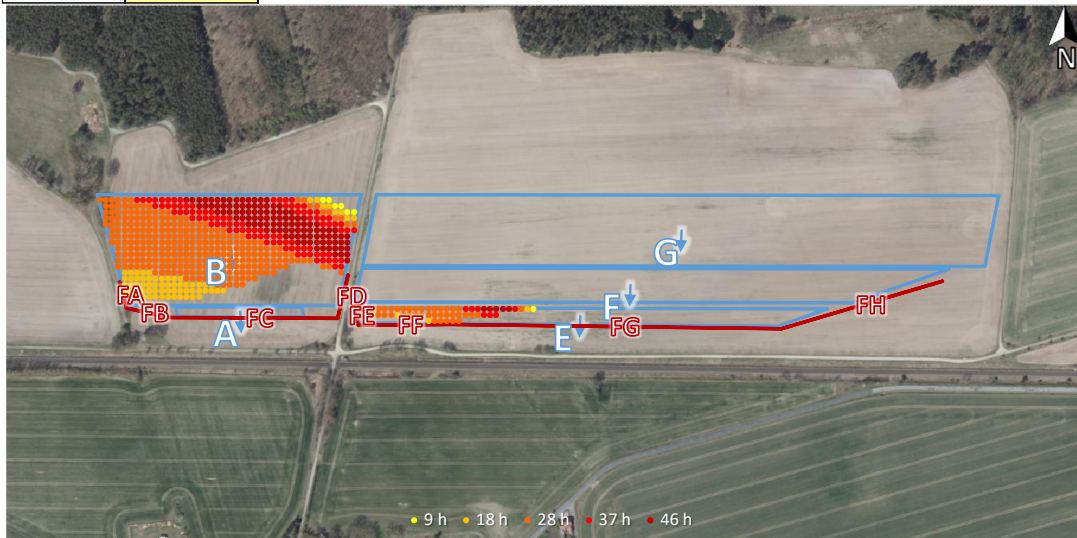
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	13
Reflektor	ABE

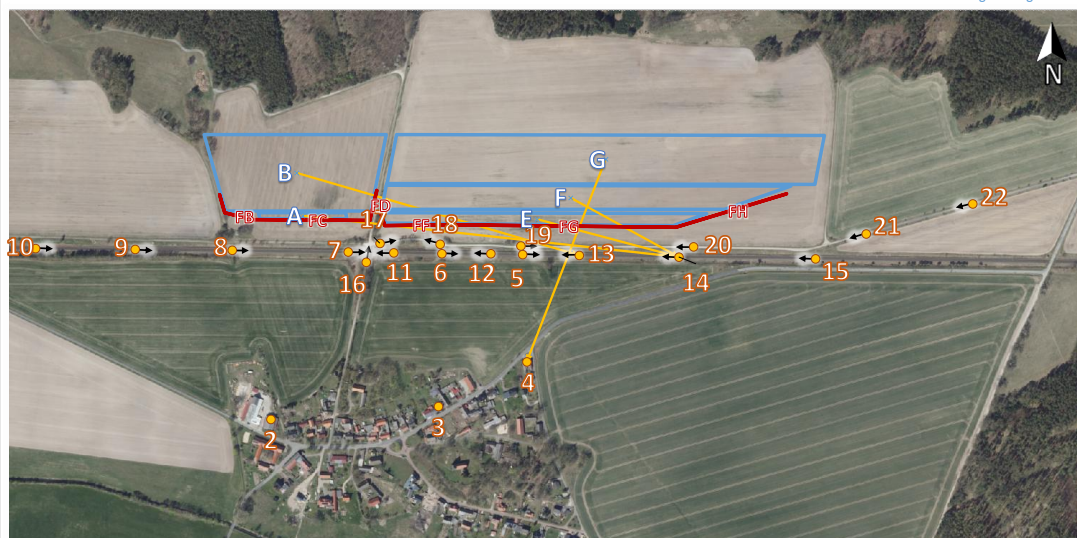
Blendhäufigkeit

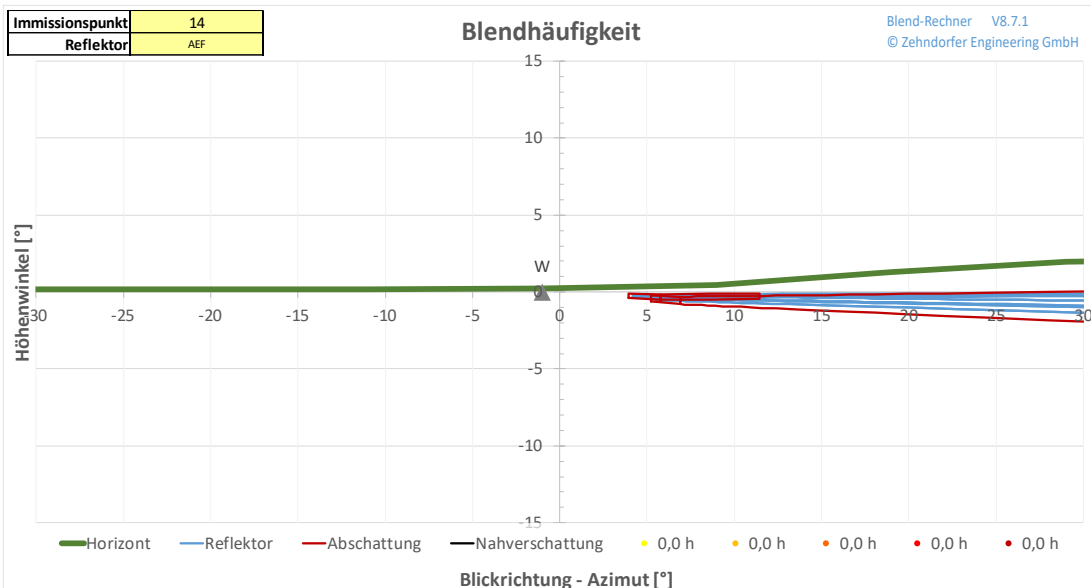
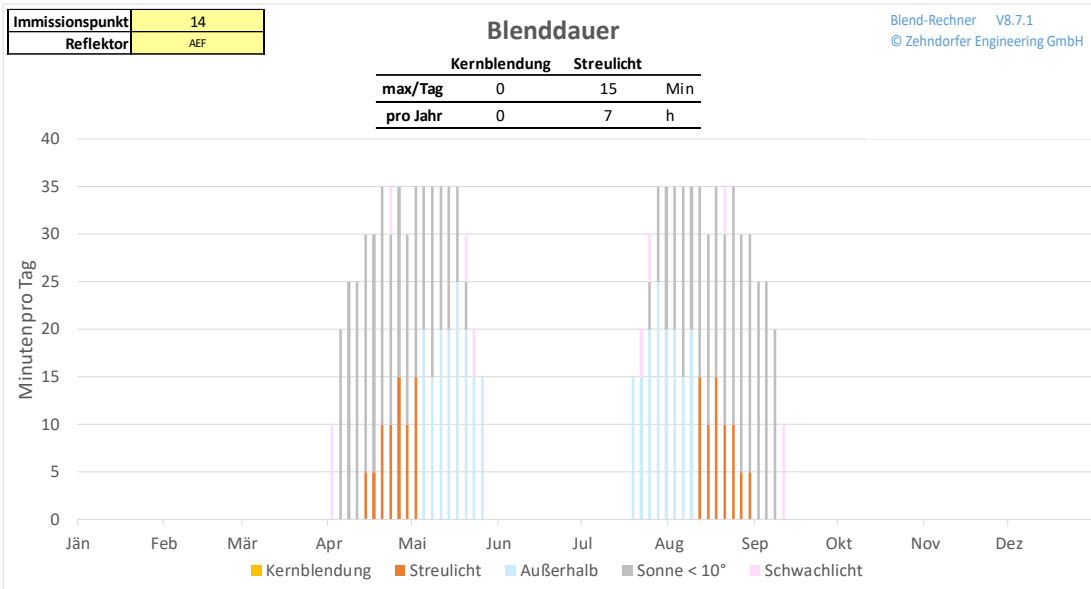
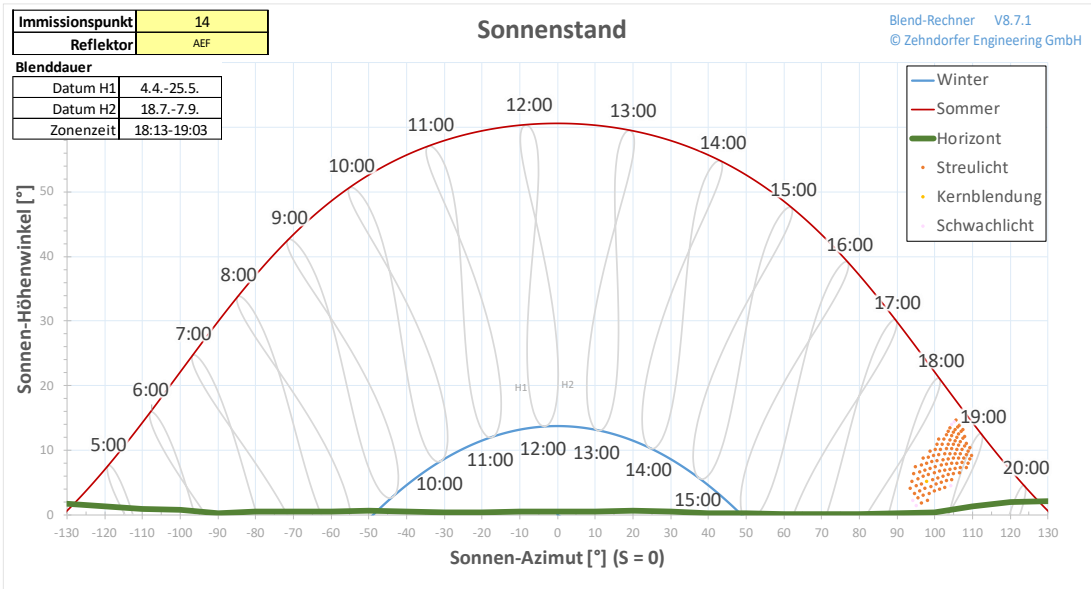
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

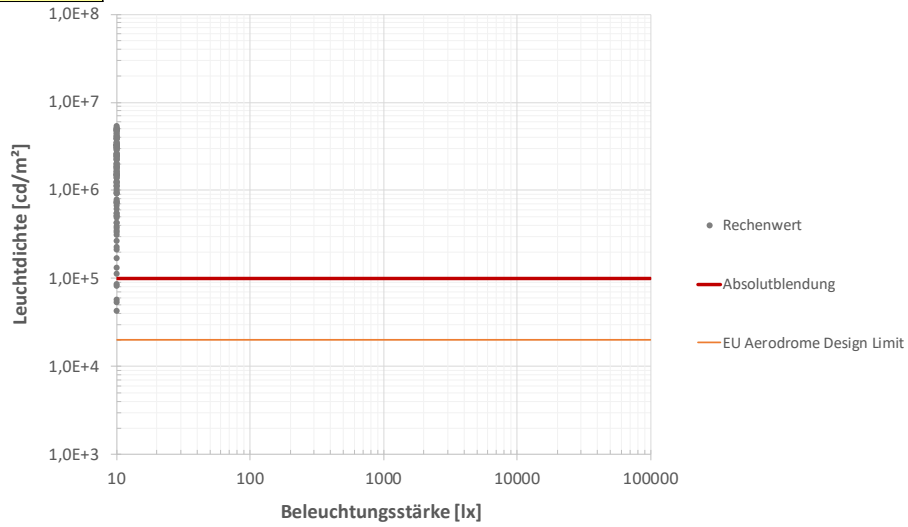




Immissionspunkt	14
Reflektor	AEF

Reflexions-Photometrie

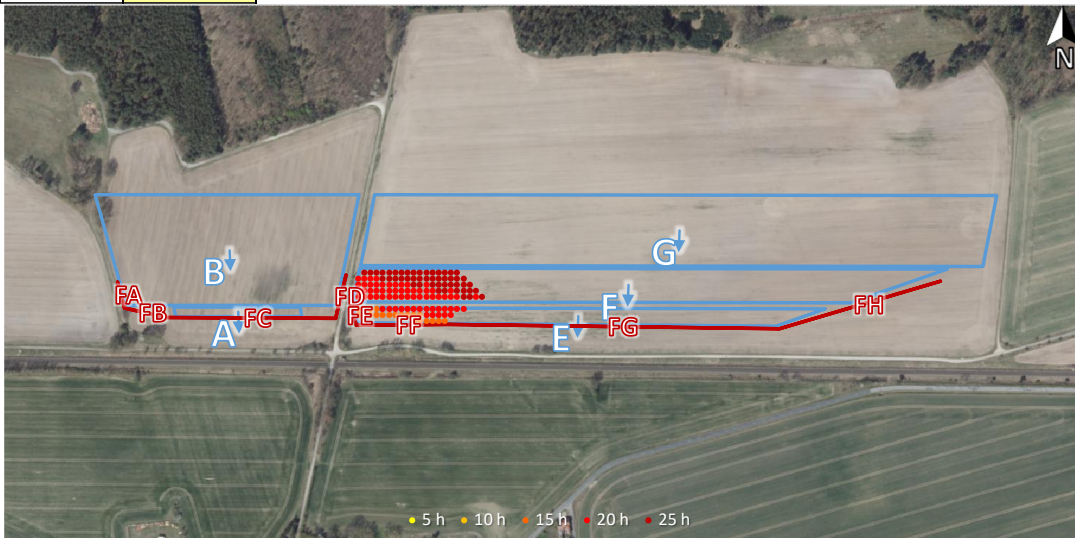
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	14
Reflektor	AEF

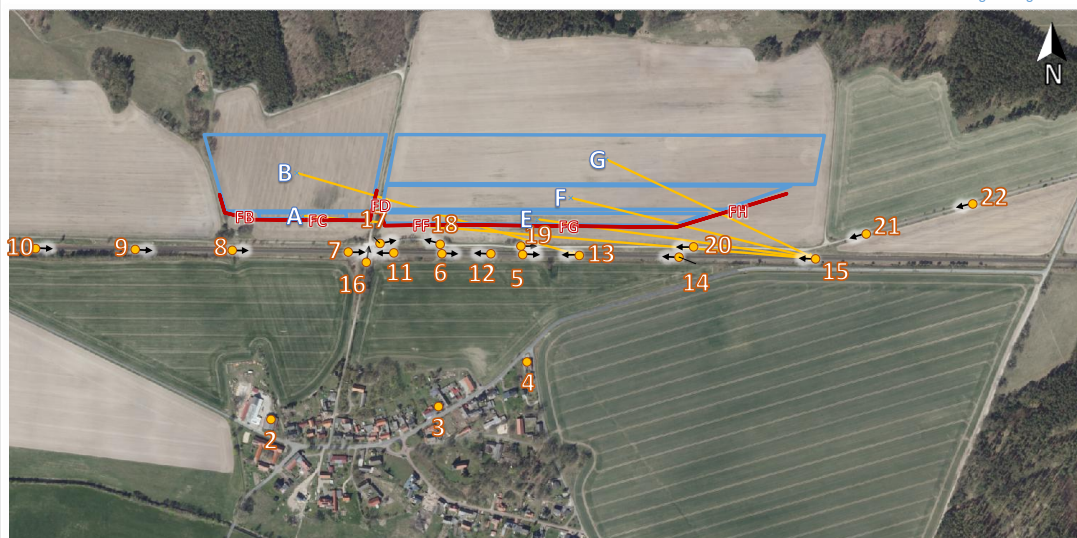
Blendhäufigkeit

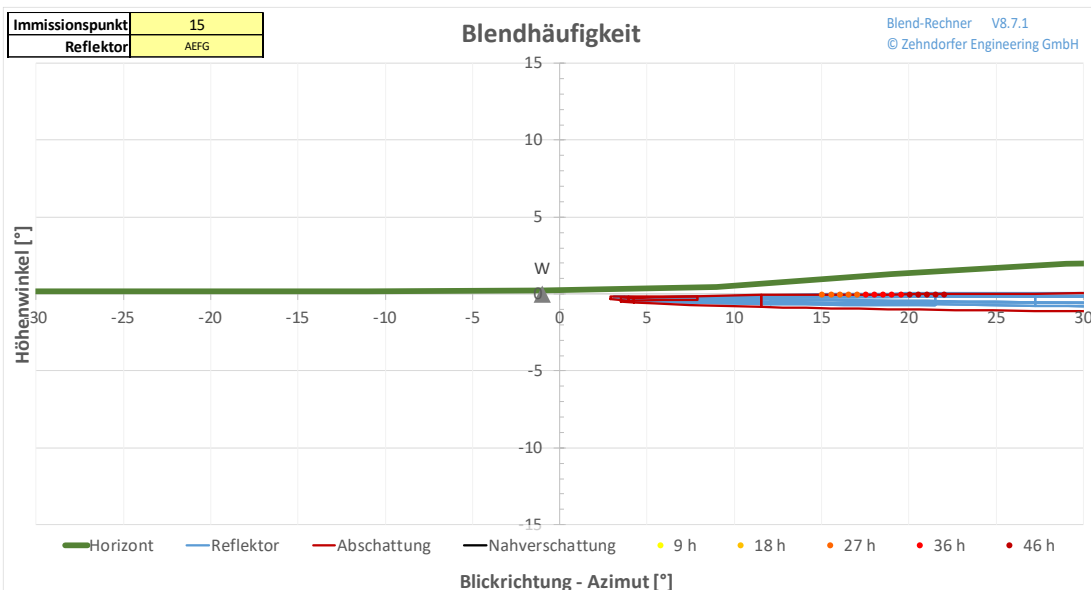
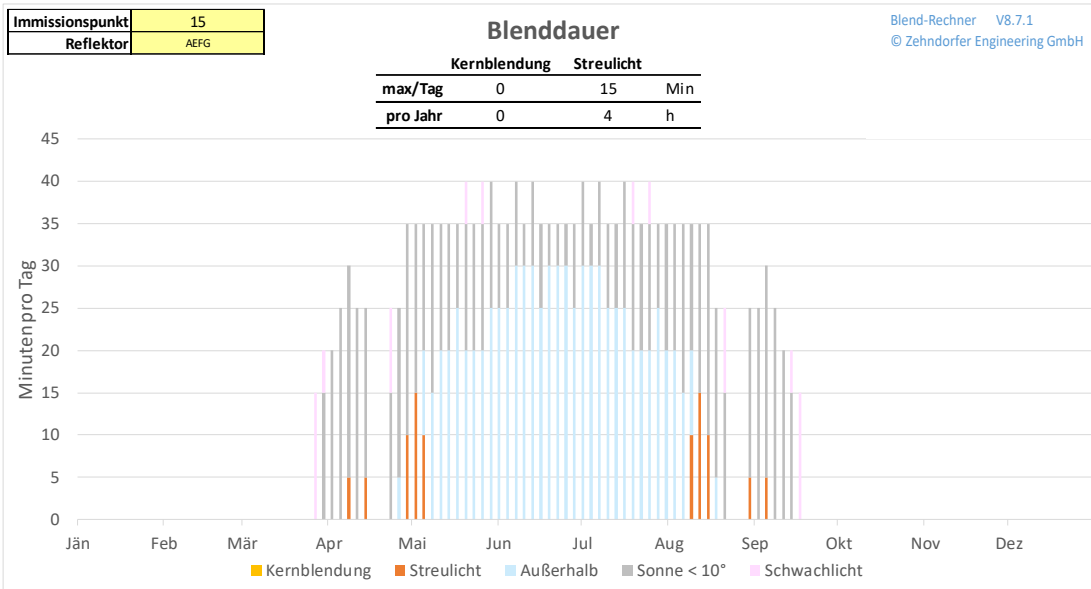
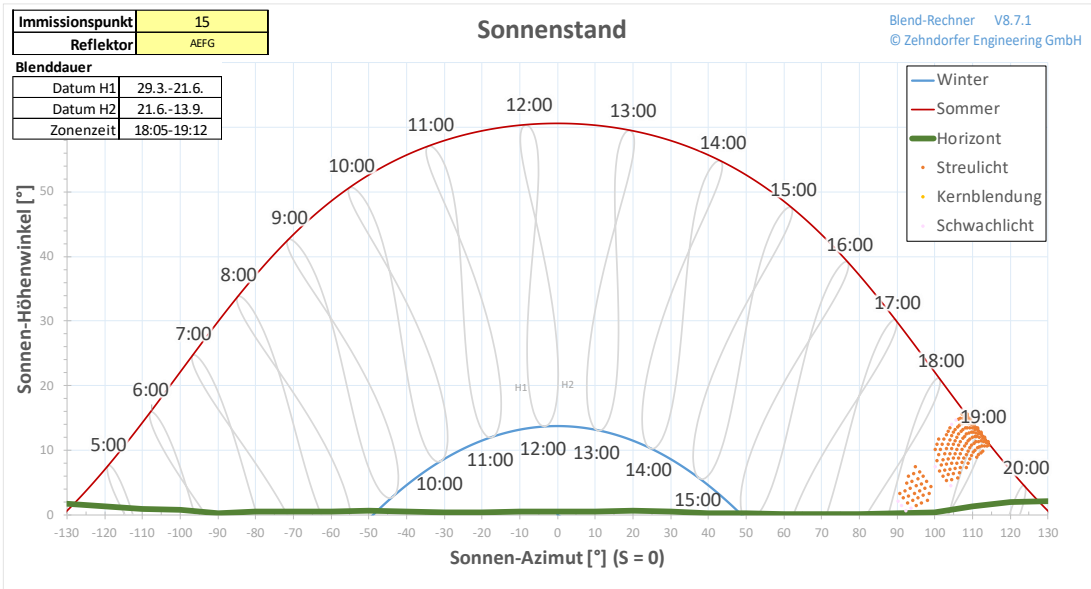
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

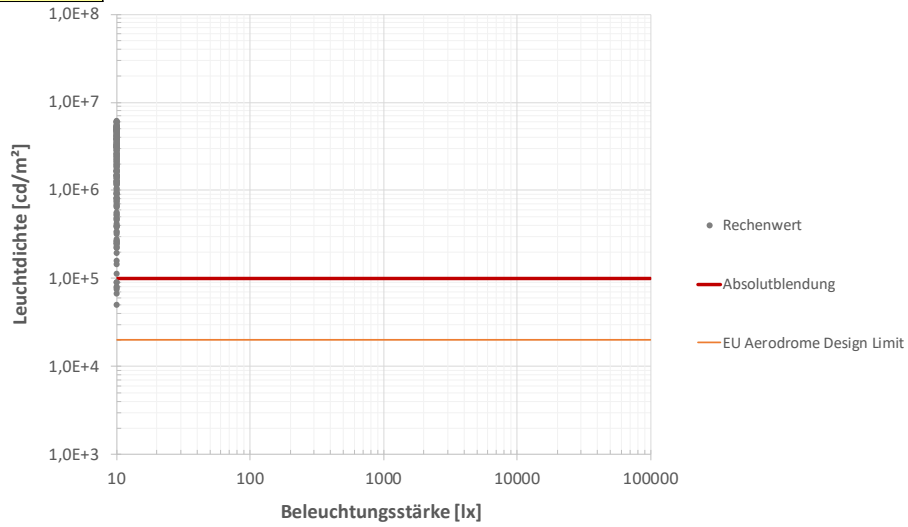




Immissionspunkt	15
Reflektor	AFIG

Reflexions-Photometrie

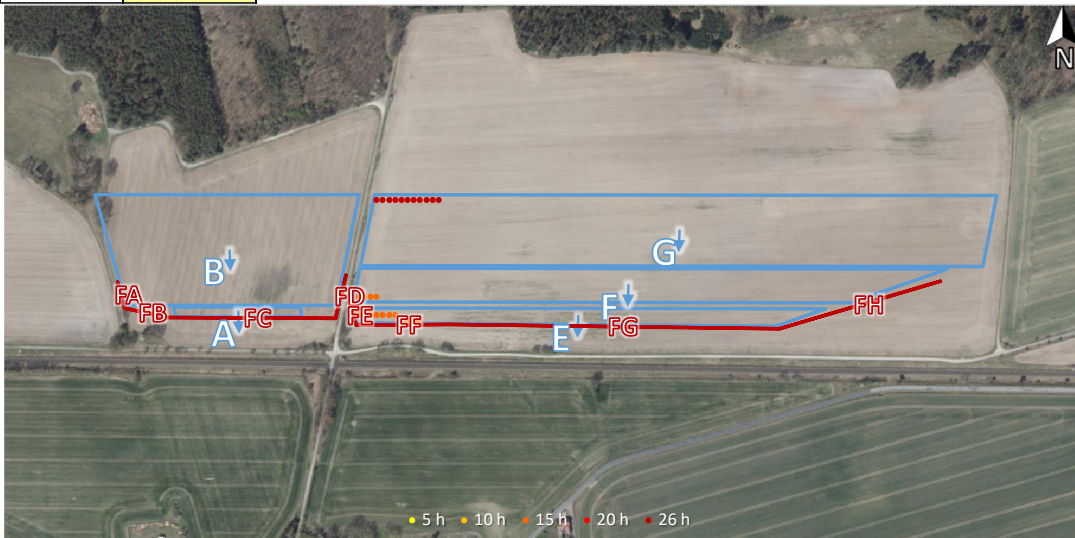
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	15
Reflektor	AFIG

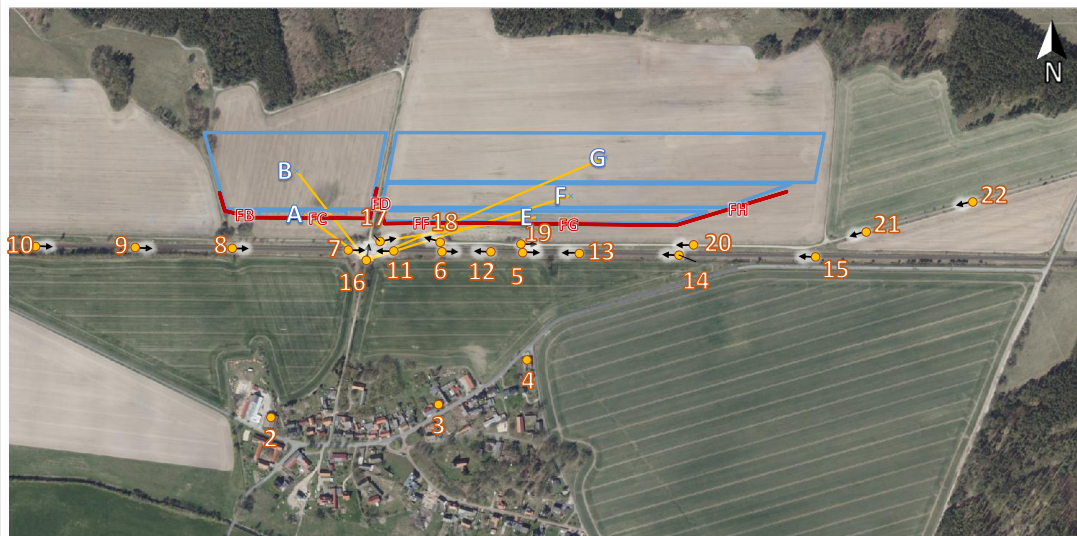
Blendhäufigkeit

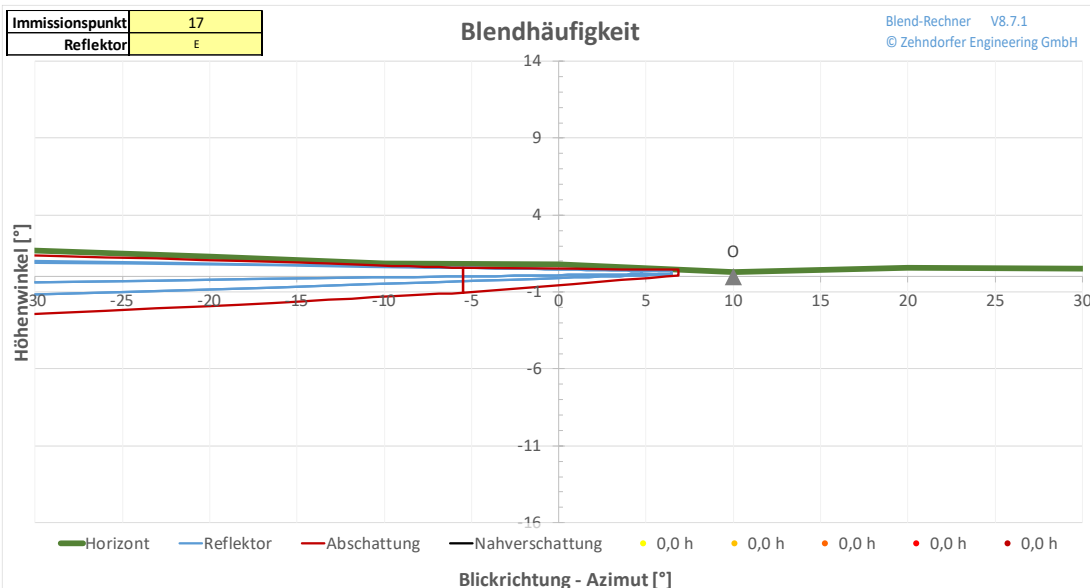
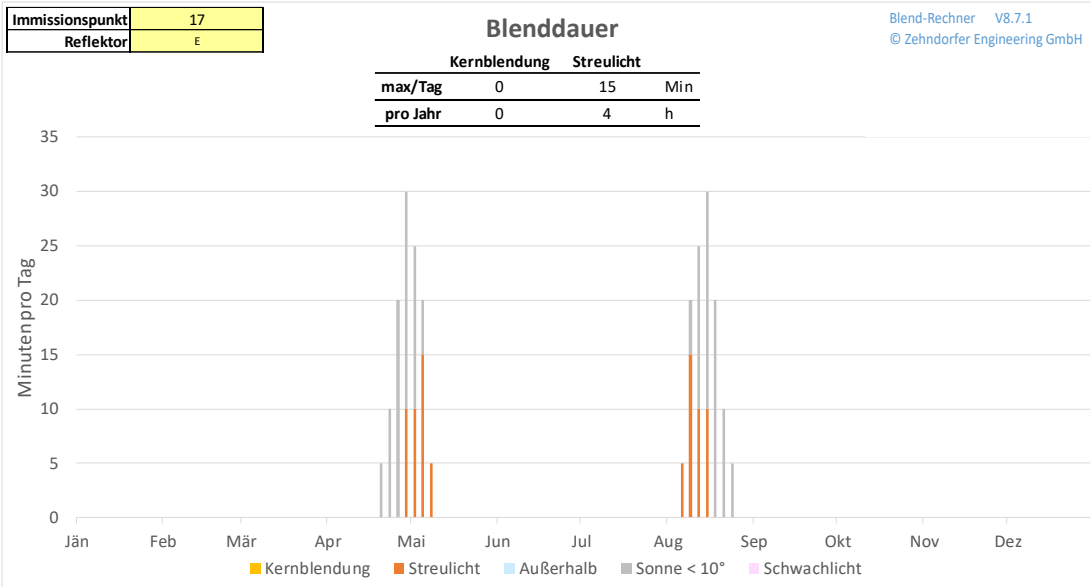
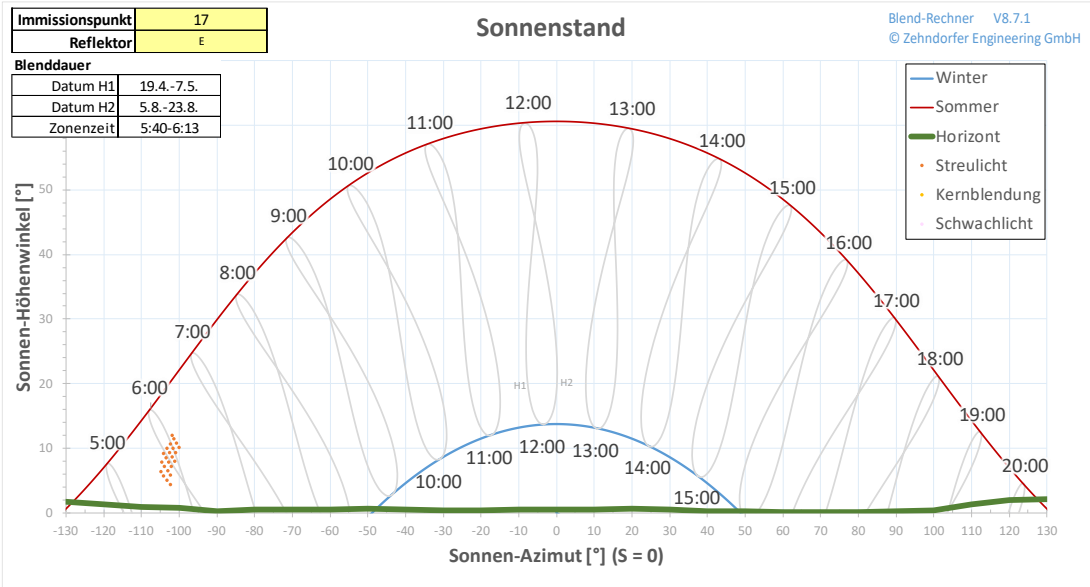
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

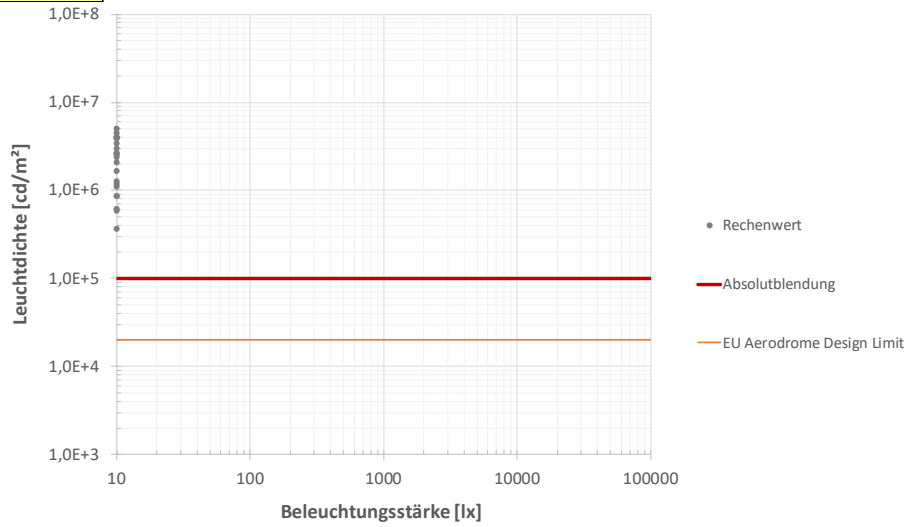




Immissionspunkt	17
Reflektor	E

Reflexions-Photometrie

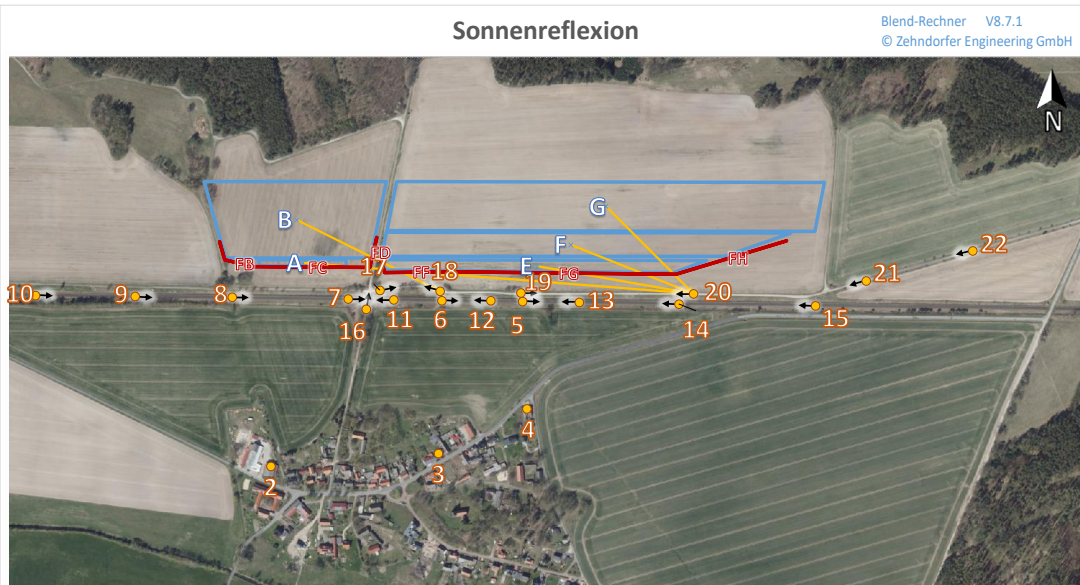
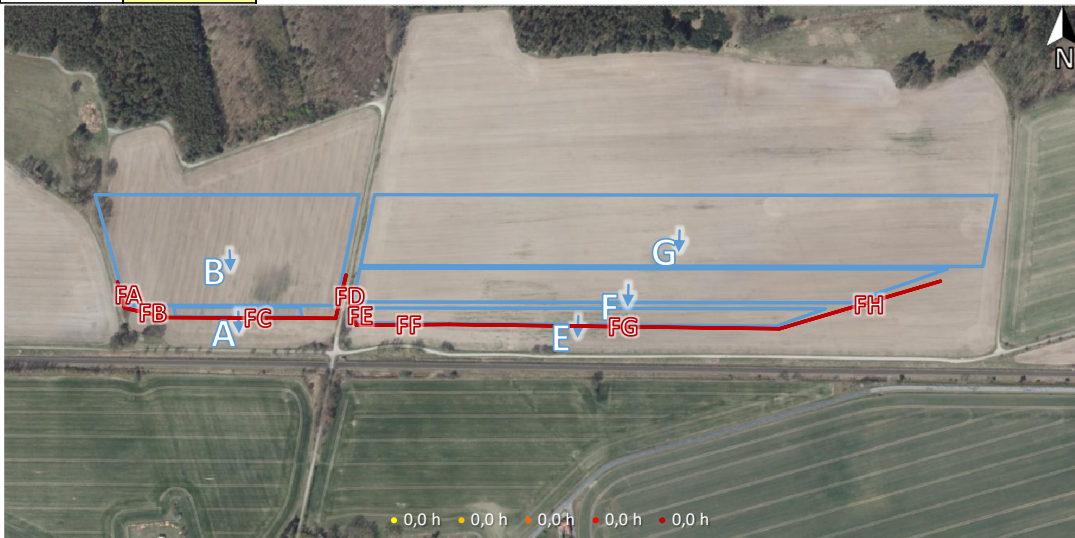
Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

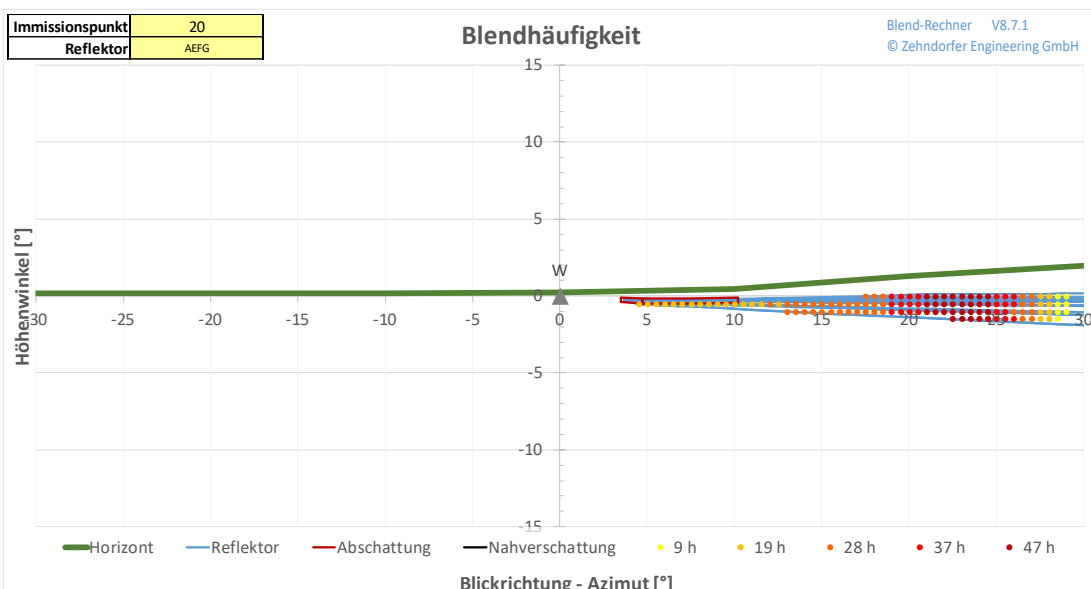
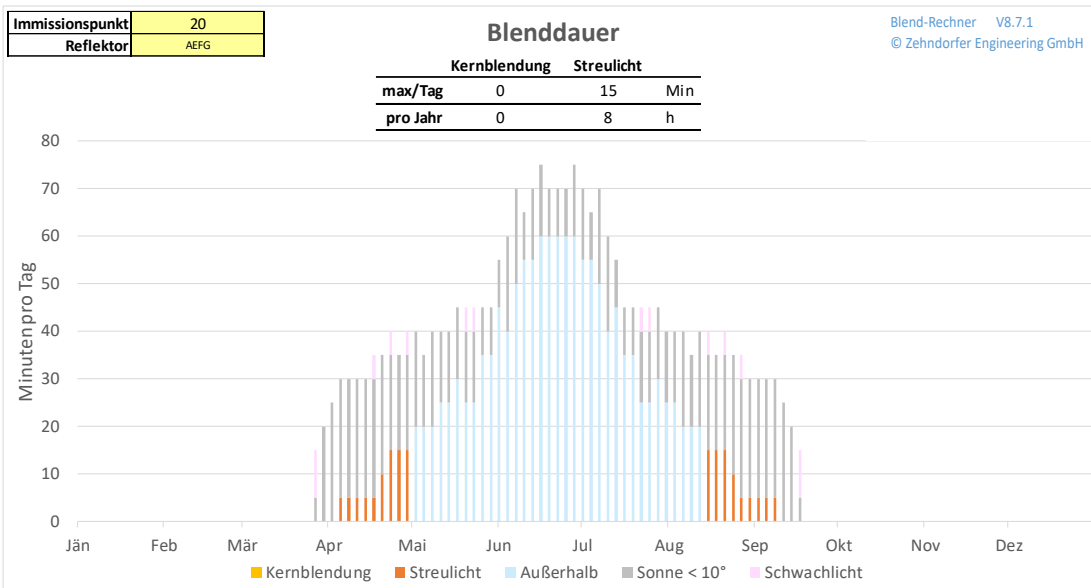
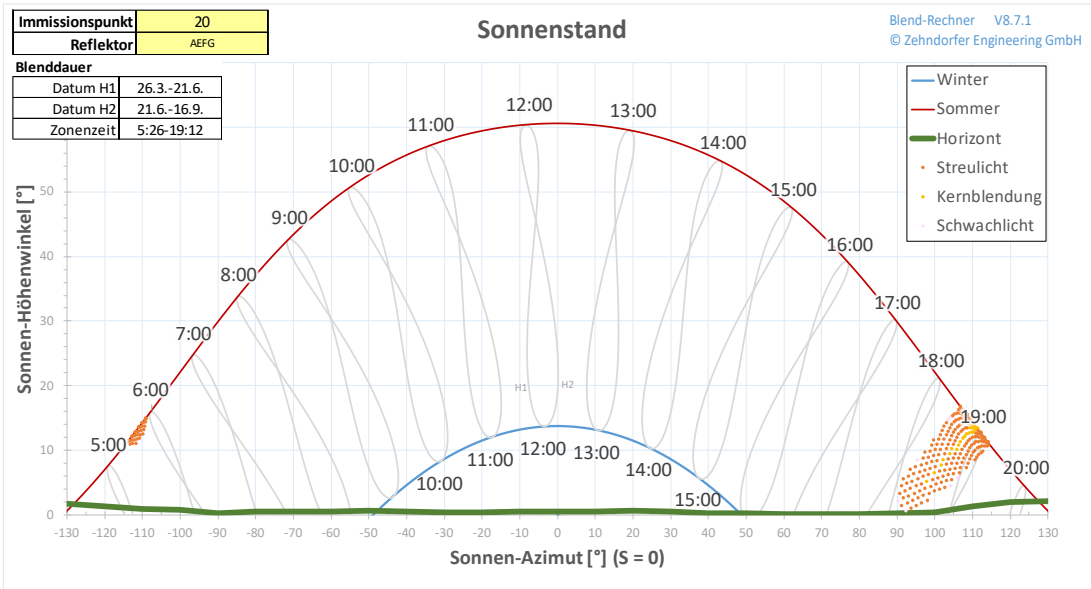


Immissionspunkt	17
Reflektor	E

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH

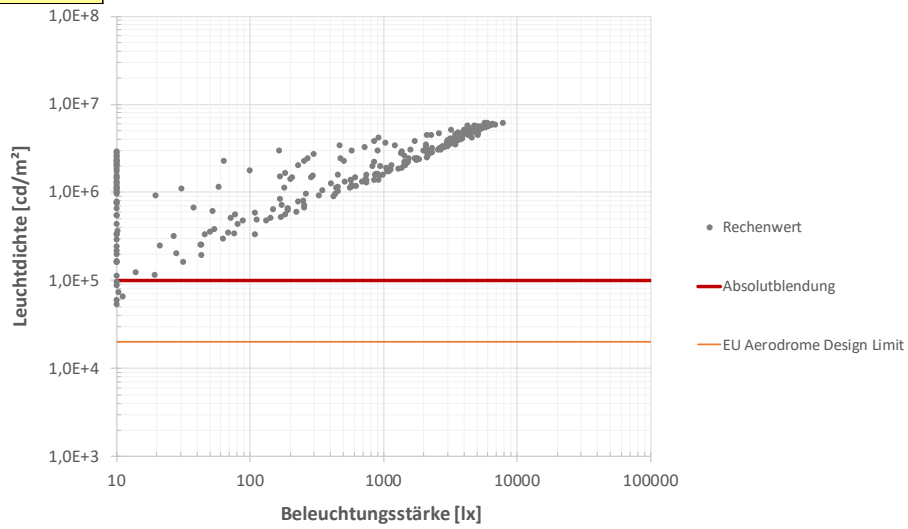




Immissionspunkt	20
Reflektor	AFIG

Reflexions-Photometrie

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	20
Reflektor	AFIG

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V8.7.1
© Zehndorfer Engineering GmbH



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

