

Analyse der Blendwirkung der PV-FFA "Solarpark Stendal Schillerstraße"

Im Auftrag von

Stadtwerke - Altmarkische Gas-, Wasser- und Elektrizitätswerke GmbH Stendal
z.H. Fr Sabine Seibitz
Rathenower Straße 1
39576 Stendal

VII/1014 - Anlage 5

Gutachten ZE23032
Februar 2023



INHALT

1 Situationsbeschreibung..... 4

 1.1 PROBLEMBESCHREIBUNG4

 1.2 ORTSBEZEICHNUNG UND LAGE DER PV-ANLAGE4

 1.3 UNTERSUCHTER RAUM6

 1.4 ABSCHATTUNGEN & VERDECKUNGEN7

 1.4.1 *Geländeprofil*.....7

 1.4.2 *Horizont*.....8

 1.4.3 *Bewuchs*8

 1.4.4 *Künstliche Abschattungen*.....8

2 Blendberechnung 8

 2.1 BEDINGUNGEN FÜR DIE BERECHNUNG.....8

 2.2 REFLEXIONSBERECHNUNG8

 2.3 ERKLÄRUNG DER ERGEBNISSE 10

 2.4 SICHTBEZUG..... 11

 2.5 BLENDWIRKUNG 12

 2.5.1 *Größenverhältnisse*12

 2.5.2 *Richtung der Blendung*.....12

 2.5.3 *Blendstärke*13

 2.5.4 *Blenddauer*13

 2.5.5 *Subjektive Faktoren*.....14

 2.5.6 *Verkehrskritische Punkte*.....14

 2.5.7 *kritische Verkehrswege - Schienenfahrzeugverkehr*.....15

 2.5.8 *Ursprung der Reflexionen*.....15

3 Beurteilung & Empfehlungen..... 16

ANHANG 1 Definitionen 17

ANHANG 2 Richtlinien, Vorschriften und Gesetze..... 18

ANHANG 3 Methodik der Berechnung 20

ANHANG 4 Vermessung der Umgebung..... 21

ANHANG 5 Detail-Ergebnisse der Berechnungen 22

Zusammenfassung

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

Durch die PV-Anlage wird keine gefährliche Blendwirkung in Richtung des Bahn- oder Straßenverkehrs stattfinden. Die Nachbarschaft wird keiner erheblichen Blendwirkung ausgesetzt.

Versionsverlauf

Version	Datum	Beschreibung
1.0	27.2.2023	ursprüngliche Fassung

Haftungsausschluss

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

Copyright

Dieses Gutachten ist das geistige Eigentum der Zehndorfer Engineering GmbH. Seine Verwendung ist nur dem Auftraggeber 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, bzw. die Nachbarschaft von den Reflexionen der PV-Module geblendet werden könnten.

1.2 Ortsbezeichnung und Lage der PV-Anlage

Die geplante Freiflächen-Photovoltaik-Anlage besteht aus 2 Flächen und befindet sich in der Gemeinde 39576 Stendal, Landkreis Stendal (Gemarkung Stendal, Flur 2, GPS-Koordinaten 52°36'30"N, 11°50'7"O) nord-westlich der Bahnstrecke Magdeburg–Wittenberge, entlang der Schillerstraße, nördlich des bestehenden Heizkraftwerks der Stadtwerke Stendal.

Abbildung 1 Situation

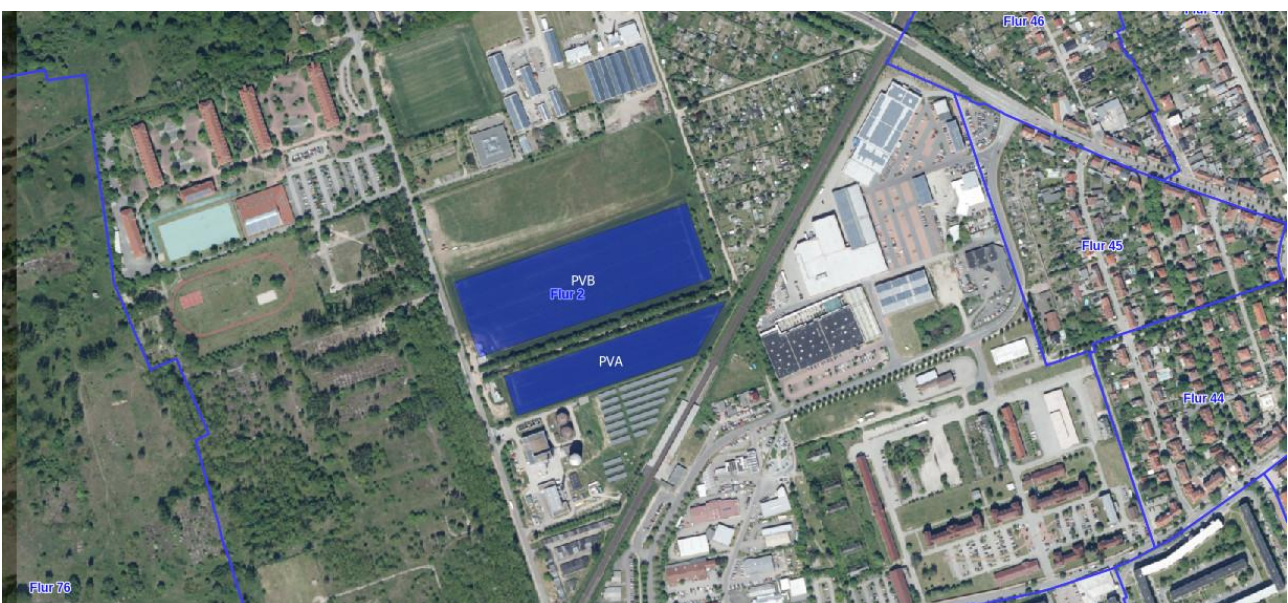


Abbildung 2 Modulbelegungsplan



Abbildung 3 Modellierung der reflektierenden Flächen



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

Abbildung 4 Ausrichtung der PV-Module (nicht maßstabsgetreu)

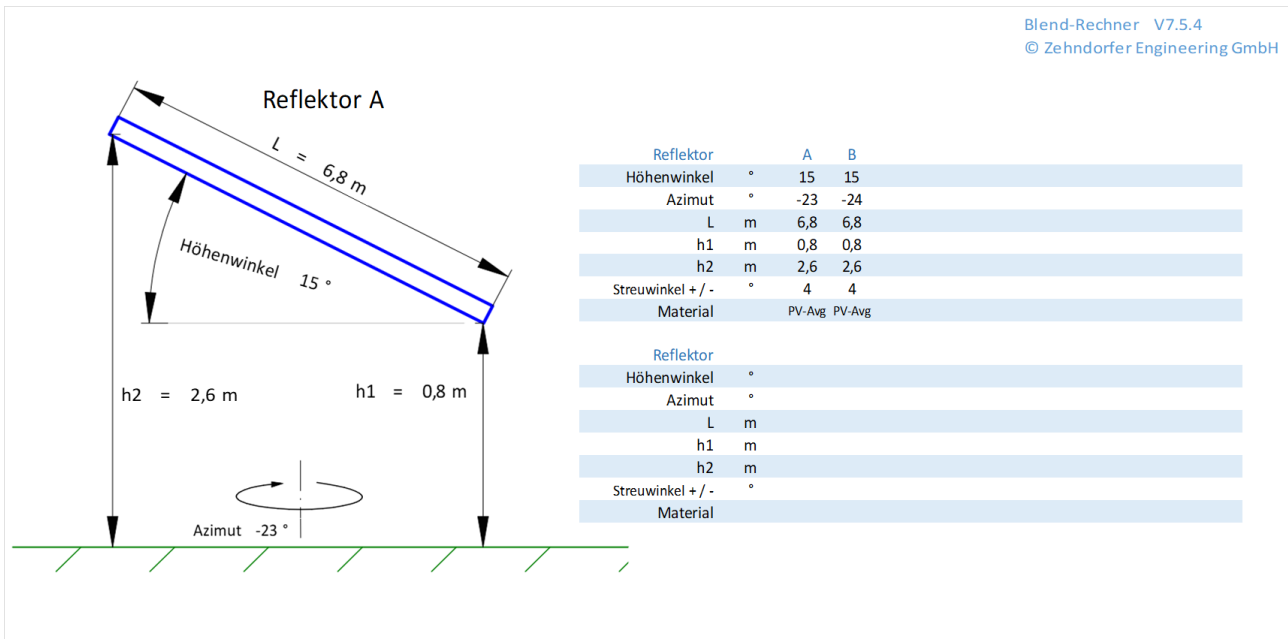


Abbildung 3 und Abbildung 4 zeigen die Ausrichtung des PV-Feldes im Raum¹. Die Module sind in Richtung - Süd-Ost mit 15° geneigt aufgeständert. Sie sind auf dreireihigen Modultischen, hochkant, mit der Oberkante bei ca. 3 m angeordnet. Für die Streuung an den PV-Modulen wurde ein üblicher Streuwinkel von +/- 4° angenommen.

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 Untersucher Raum

Die Immissionspunkte (IP) sind jene Punkte, für die die Blendberechnung durchgeführt wird. Die zu untersuchenden Punkte liegen auf der Bahnstrecke 6401 Magdeburg-Wittenberge, auf den umliegenden Straßen in beiden Richtungen, sowie an den Häusern der Nachbarschaft (2,5m über den Gleisen bzw. der Straße, sowie an den höchsten Fenstern der Nachbarn, 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 5 Immissionspunkte



Abbildung 5 zeigt die Lage der Immissionspunkte (IP) und des PV-Feldes. Die Immissionspunkte wurden unter dem Kriterium ausgewählt, dass eine Sichtverbindung zur Vorderseite der PV-Module gegeben sein muss.

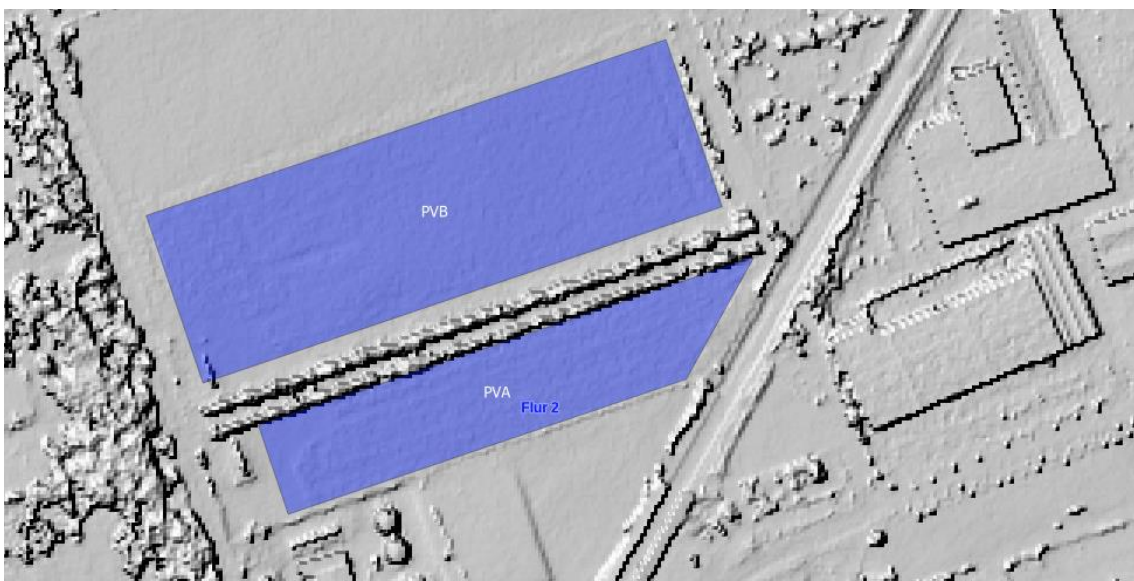
Die detaillierte Vermessung der relevanten Umgebung ist in Anhang 4 zu finden.

1.4 Abschattungen & Verdeckungen

1.4.1 Geländeprofil

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

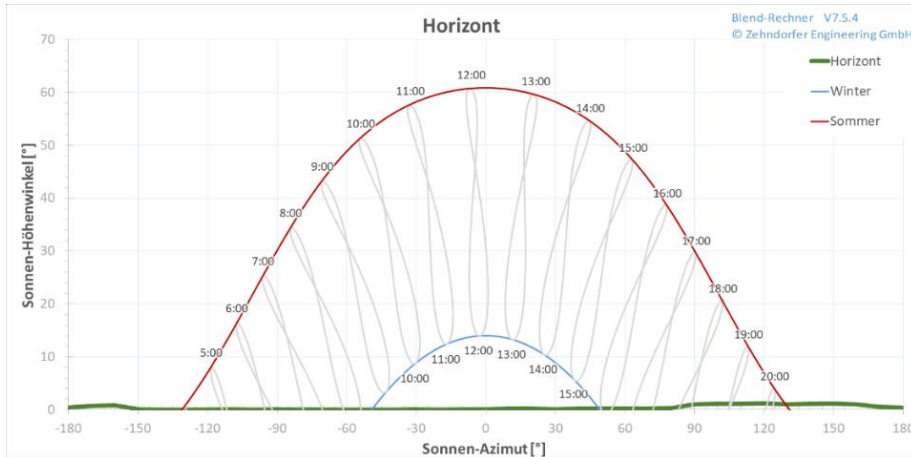
Abbildung 6 Oberflächen-schummerung



1.4.2 Horizont

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

Abbildung 7 Horizont



1.4.3 Bewuchs

Zwischen der Reflexionsfläche und den IP stehen zum Teil Baumreihen, die den Blick auf die PV-Anlage verhindern würden. Die Blendberechnung wurde jedoch ohne die Wirkung von eventuellem Bewuchs durchgeführt.

1.4.4 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. Beispielfhaft werden hier die Ergebnisse der Berechnungen für den IP13 betrachtet.

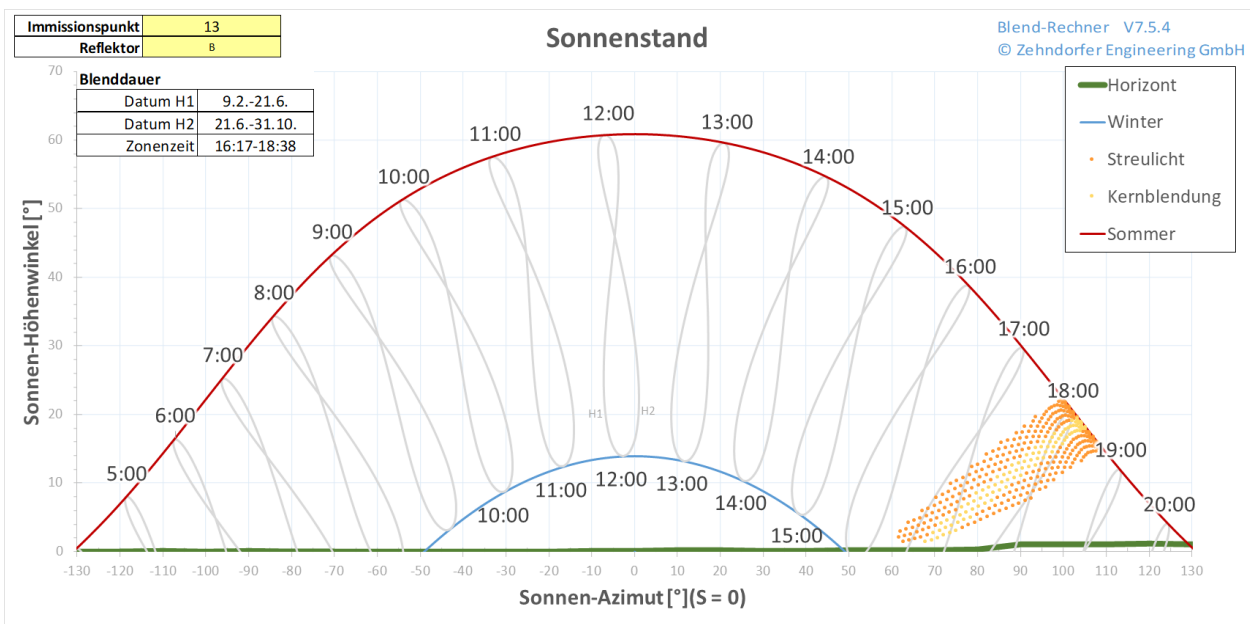
Abbildung 8 Reflexion der Solar Anlage



Abbildung 8 stellt die Immissionspunkte und den Strahlengang von eventuellen Reflexionen dar.

Abbildung 9 zeigt zu welchem Zeitpunkt (Jahres- und Uhrzeit) Reflexionen auftreten. An den Achsen sind jene Sonnenhöhenwinkel und der Sonnenseitenwinkel ablesbar, bei welchen Blendung am Immissionspunkt auftreten.

Abbildung 9 Sonnenwinkel bei Blendung



Es ist also von Februar bis Oktober, am Abend mit Reflexionen zu rechnen. Die Resultate der Berechnung sind in folgender Tabelle zusammengefasst. Alle weiteren Ergebnisse sind in Anhang 5 zu finden.

Reflektor		B
Immissionspunkt		13
Distanz	m	36
Höhenwinkel	°	1
Raumwinkel	msr	35
Datum H1		9.2.-21.6.
Datum H2		21.6.-31.10.
Zeit		16:17-18:38
Kernblendung	min / Tag	15
Kernblendung	h / Jahr	29
Streulicht	min / Tag	40
Streulicht	h / Jahr	88
Sonnen-Höhenwinkel (Mittel)	°	11
Sonnen-Azimut (Mittel)	°	54
Sonne-Reflektor-Winkel (max)	°	27
Blendung - Blickwinkel (min)	°	1
Leuchtdichte (max)	[k cd/m ²]	7 303
Retinale Einstrahlung (max)	[mW/cm ²]	57
Beleuchtungsstärke (max)	[lx]	9 429

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.
Dauer	Die Anzahl jener Tage im Jahr (Frühjahr und Herbst), an denen zu irgendeiner Uhrzeit Blendung auftreten kann. Außerhalb dieser Tage steht die Sonne zu hoch, oder zu flach, um am Immissionspunkt zu blenden, oder es findet eine Verschattung durch den Horizont oder künstliche Hindernisse statt.
Sonnen-Höhenwinkel	Durchschnittlicher Sonnenhöhenwinkel zum Zeitpunkt der Blendung
Sonnen-Azimut	Durchschnittlicher Sonnenseitenwinkel zum Zeitpunkt der Blendung

- Sonne-Reflektor-Winkel** Der (zum Blendzeitpunkt), vom Immissionspunkt aus, sichtbare Winkel zwischen Reflektor und Sonnenstand. Ist dieser Winkel klein (also z.B. <math>< 10^\circ</math>), 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, sowie zur Reflexion und zum Sonnenstand 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 10 Blickfeld

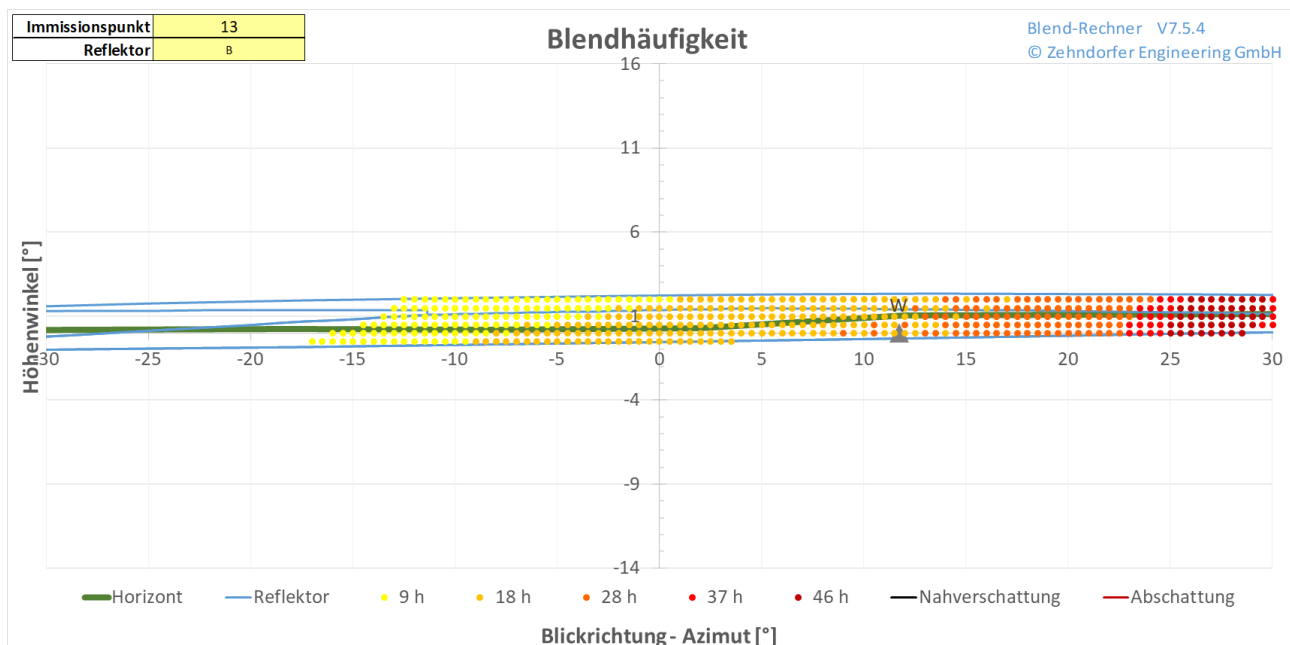


Abbildung 10 zeigt jene Flächen, von denen Reflexionen zu erwarten sind. Es ist die Dauer der Reflexionen in Stunden pro Jahr (inklusive Streublendung) farblich dargestellt. Alle weiteren Ansichten sind in Anhang 5 zu sehen.

2.5 Blendwirkung

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

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

2.5.1 Größenverhältnisse

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

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

Die maximal sichtbare Größe der Solar-Anlage, vom Immissionspunkt gesehen (35 msr), ist als 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.

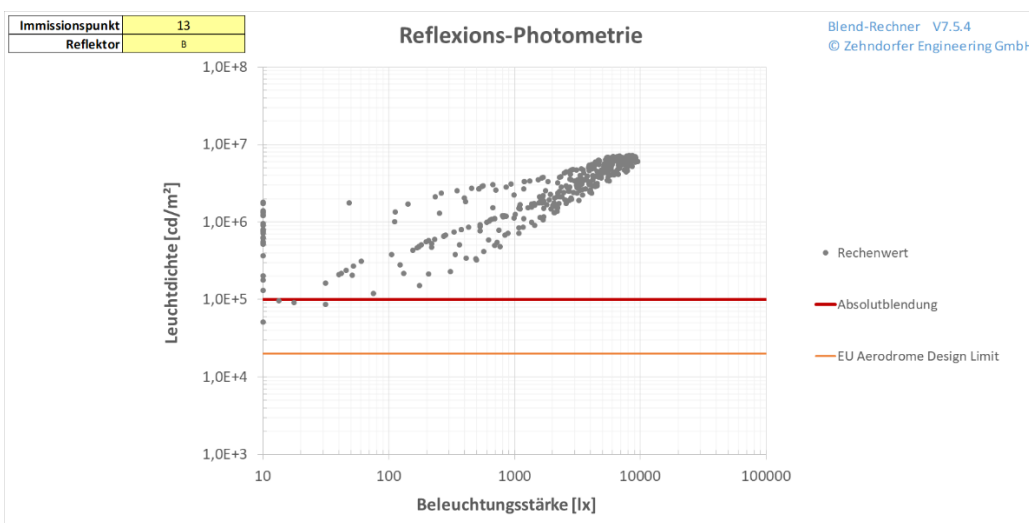
² Der Mond oder die Sonne sind also z.B. mit dem ausgestreckten Daumen vollständig verdeckbar.

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.“

2.5.3 Blendstärke

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

Abbildung 11 Stärke der Reflexionen



Die Berechnung der Leuchtdichte in Abbildung 11 zeigt, dass bei einigen Sonnenständen Absolutblendung erreicht wird.

2.5.4 Blenddauer

Abbildung 12 Blenddauer

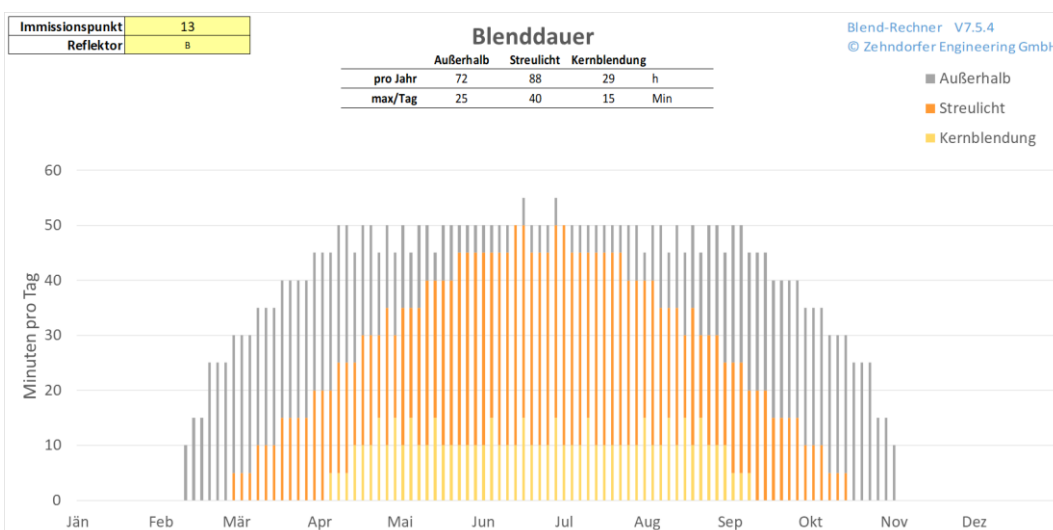


Abbildung 12 zeigt die Verteilung der Blenddauer pro Tag über das ganze Jahr.

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

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

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

2.5.5 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.

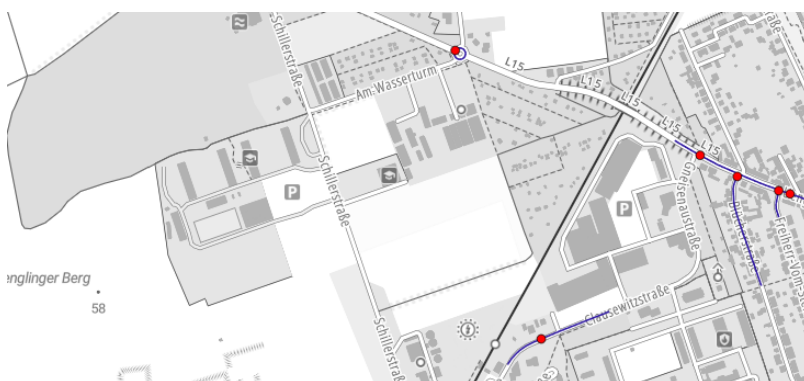
Bei Fahrzeuglenkern kann der Blick in Richtung der Reflexionen notwendig sein, falls diese in Fahrtrichtung liegen.

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 13 Unfälle 2019



Auf dem relevanten Straßenabschnitt wurden in den letzten Jahren keine Unfälle gemeldet. Es liegen keine verkehrskritischen Punkte vor.

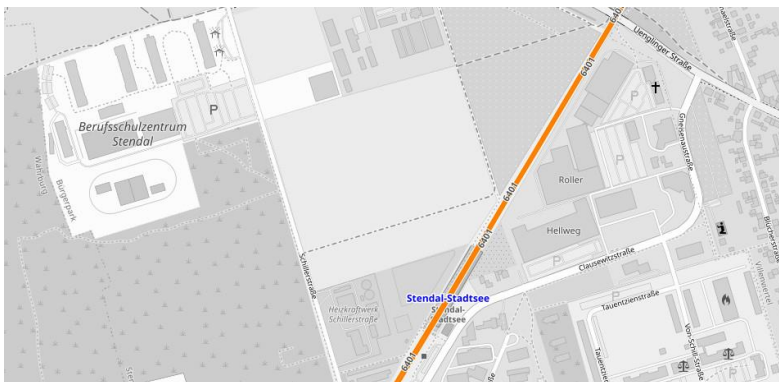
2.5.7 kritische Verkehrswege - Schienenfahrzeugverkehr

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.

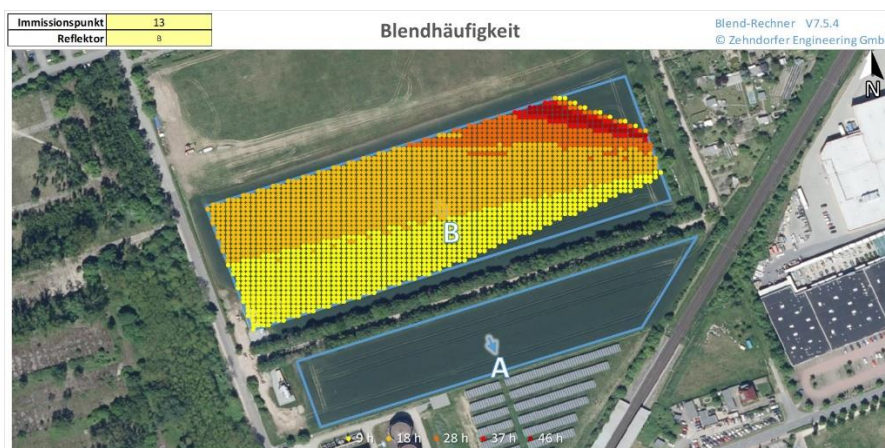
Abbildung 14 Bahnstrecke 6401 Magdeburg–Wittenberge



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 bis 4 (Bahnstrecke)

Es werden Reflexionen in Richtung der Gleise stattfinden, welche sich jedoch zu jedem Zeitpunkt deutlich außerhalb des inneren Gesichtsfeldes der Triebwagenführer befindet und daher keine Gefahr für den Bahnverkehr darstellen.

IP5 bis 11 (Straße)

Es werden Reflexionen in Richtung der Straßen stattfinden, welche am IP10 und 11 zum Teil auch im inneren Gesichtsfeld der Fahrzeuglenker liegen können. Die Reflexionen haben die folgenden Eigenschaften:

- Sie liegen zum Teil im inneren Gesichtsfeld der Fahrzeuglenker
- Sie finden am Tagesrand (bei Sonnenauf- oder -untergang statt)
- Die Sonne steht zu diesem Zeitpunkt in einer ähnlichen Richtung (max. 17° Abweichung) und überstrahlt die Reflexionen daher zum Großteil
- Die vorhandenen Bäume werden einen Teil der Reflexionen verdecken.

Mit den genannten Eigenschaften, ist angesichts der niedrig eingeschätzten Verkehrsfrequenz auf der östlich verlaufenden Schillerstraße und dem Weg in Ost-West Richtung zwischen den PV-Flächen, nicht von einer Gefährdung des Verkehrs durch Blendwirkung auszugehen.

IP12 bis 15 (Nachbarschaft)

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

IP16 und 17 (Bahnhof)

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

Durch die PV-Anlage wird also keine gefährliche Blendwirkung in Richtung des Bahn- oder Straßenverkehrs stattfinden. Die Nachbarschaft wird keiner erheblichen Blendwirkung ausgesetzt.

Datum: 27.2.2023

Gutachter:

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

Jakob Zehndorfer
Zehndorfer Engineering GmbH

ANHANG 1 DEFINITIONEN

Blendung (allgemein)	Eine Störung der visuellen <i>Wahrnehmung</i> , verursacht durch eine helle Lichtquelle im Gesichtsfeld
Psychologische Blendung	Eine Form von Blendung, welche als <i>unangenehm oder ablenkend</i> empfunden wird. Sie stört häufig nur unbewusst die Aufnahme von visueller Information, ohne die Wahrnehmung von Details wirklich zu verhindern.
Physiologische Blendung	Eine Form von Blendung, welche die Wahrnehmung von visueller Information <i>technisch messbar</i> reduziert. Sie wird durch Streulicht innerhalb des Auges verursacht, welches die wahrnehmbaren Kontraste durch seine Schleierleuchtdichte reduziert.
Blendwirkung	Die Auswirkung der Blendung auf ein Individuum
tolerierbare Grenze	In den genannten Vorschriften und Gesetzestexten wird die „tolerierbare Grenze“ für die Blendung nicht näher definiert.
Reflexion (Physik)	Das Zurückwerfen von Wellen an einer Grenzfläche
Gerichtete Reflexion	Für (nahezu) glatte Oberflächen gilt das <i>Reflexionsgesetz</i>
Immissionspunkt	Punkt, auf welchen Strahlung einwirkt
Emissionsfläche	Fläche, von welcher Strahlung ausgesendet wird
Leuchtdichte	Ein Maß für den <i>Helligkeitseindruck</i> . Gibt die Lichtstärke pro Fläche, in Candela pro Quadratmeter an [cd/m^2] bzw. den Lichtstrom pro sichtbarer Flächeneinheit des Reflektors und Raumwinkel (des entfernt stehenden Auges) [$\text{lm}/\text{m}^2\text{sr}$] 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 (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.

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 Eckpunkt	A				B			
	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
x	691 888	692 116	692 154	691 871	691 839	692 136	692 104	691 807
y	832 328	832 404	832 474	832 378	832 402	832 503	832 598	832 498
z	48	44	44	50	52	44	46	54
h	0,8	0,8	0,8	0,8	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	15	-19	2	-51	15	-23
B	15	-19	2	-68	15	-24

Für diese Berechnung wurden folgende Immissionspunkte betrachtet

Immissionspunkt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bezeichnung	IP-B1	IP-B2	IP-B3	IP-B4	IP-S1	IP-S2	IP-S3	IP-S4	IP-S5	IP-S6	IP-S7	IP1
x	692 109	692 131	692 174	692 197	691 863	691 832	691 791	692 162	692 133	692 131	691 868	692 181
y	832 343	832 383	832 461	832 504	832 275	832 365	832 481	832 515	832 596	832 476	832 387	832 515
z	42	42	42	42	48	51	54	44	46	44	51	44
h	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,0
Blickrichtung - Az	-151	-151	29	29	161	161	-19	161	-19	71	-110	

Immissionspunkt	13	14	15	16	17
Bezeichnung	IP2	IP3	IP4	IP5	IP6
x	692 162	692 163	692 189	692 095	692 069
y	832 540	832 577	832 356	832 332	832 284
z	44	44	41	43	43
h	2,0	2,0	8,0	2,0	2,0
Blickrichtung - Az					

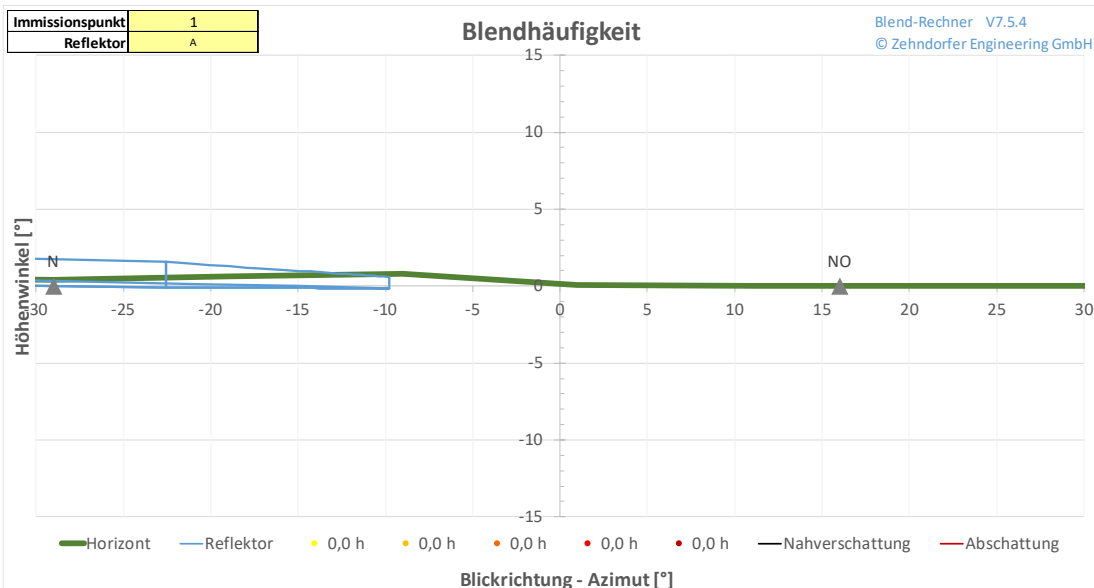
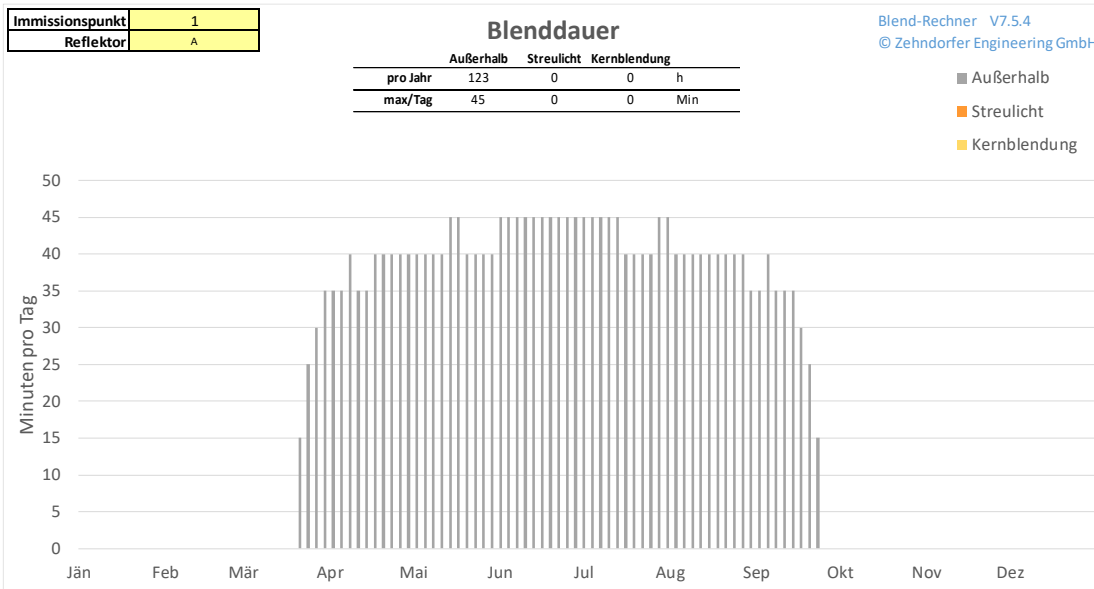
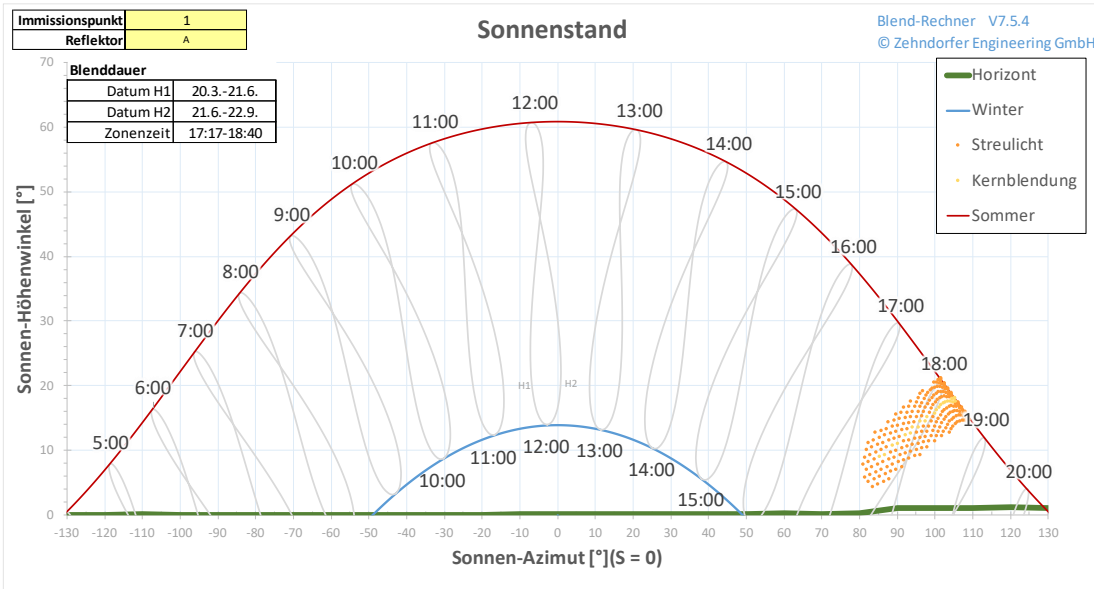
ANHANG 5 DETAIL-ERGEBNISSE DER BERECHNUNGEN

Reflektor	A	A	A	A	AB	AB	B	B	B	AB
Immissionspunkt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Distanz m	56	26	23	52	58	38	20	29	27	9
Höhenwinkel °	1	1	1	1	0	-1	-2	1	1	0
Raumwinkel msr	15	29	19	4	16	40	75	60	75	289
Datum H1	20.3.-21.6.	2.3.-21.6.	15.2.-21.6.	-	1.5.-21.6.	10.4.-21.6.	7.4.-21.6.	6.2.-21.6.	22.1.-1.5.	27.2.-21.6.
Datum H2	21.6.-22.9	21.6.-10.10.	21.6.-25.10.	-	21.6.-11.8.	21.6.-1.9	21.6.-4.9.	21.6.-3.11.	11.8.-18.11.	21.6.-13.10.
Zeit	17:17-18:40	16:53-18:43	16:26-18:48	-	4:26-5:16	4:21-5:42	4:21-5:49	16:11-18:33	15:55-17:56	16:49-18:35
Kernblendung min / Tag	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
Kernblendung h / Jahr	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
Streulicht min / Tag	0	0	0	-	0	0	0	0	0	15
Streulicht h / Jahr	0	0	0	-	0	0	0	0	0	6
Sonnen-Höhenwinkel (Mittel) °	11	11	11	-	4	4	5	12	10	11
Sonnen-Azimet (Mittel) °	54	55	55	-	-63	-63	-63	54	47	54
Sonne-Reflektor-Winkel (max) °	24	26	28	-	14	14	20	30	26	27
Blendung - Blickwinkel (min) °	98	97	37	-	73	73	81	51	75	5
Leuchtdichte (max) [k cd/m ²]	7 159	7 380	7 974	-	3 057	2 688	3 410	6 803	6 326	7 107
Retinale Einstrahlung (max) [mW/cm ²]	56	58	62	-	24	21	27	53	49	55
Beleuchtungsstärke (max) [lx]	3 169	6 707	5 786	-	1 418	1 226	5 907	18 205	11 031	11 592

Reflektor	AB	AB	B	B	A	A	A
Immissionspunkt	11	12	13	14	15	16	17
Distanz m	10	47	36	49	89	62	99
Höhenwinkel °	-1	0	1	1	-1	1	1
Raumwinkel msr	246	28	35	23	30	10	7
Datum H1	16.4.-21.6.	18.2.-21.6.	9.2.-21.6.	12.2.-21.6.	20.3.-21.6.	26.3.-21.6.	1.5.-21.6.
Datum H2	21.6.-26.8.	21.6.-22.10.	21.6.-31.10.	21.6.-28.10.	21.6.-22.9.	21.6.-16.9.	21.6.-11.8.
Zeit	4:21-5:31	16:39-18:35	16:17-18:38	16:22-18:37	17:07-18:28	17:21-18:40	17:45-18:38
Kernblendung min / Tag	0	10	15	10	10	5	5
Kernblendung h / Jahr	0	22	29	21	17	9	4
Streulicht min / Tag	15	40	40	40	40	40	40
Streulicht h / Jahr	15	94	88	86	92	76	55
Sonnen-Höhenwinkel (Mittel) °	4	11	11	11	12	11	11
Sonnen-Azimet (Mittel) °	-63	54	54	54	53	54	54
Sonne-Reflektor-Winkel (max) °	14	27	27	26	29	24	24
Blendung - Blickwinkel (min) °	3	1	1	1	0	15	40
Leuchtdichte (max) [k cd/m ²]	2 962	7 072	7 303	7 260	6 281	7 159	6 805
Retinale Einstrahlung (max) [mW/cm ²]	23	55	57	57	49	56	53
Beleuchtungsstärke (max) [lx]	1 455	9 926	9 429	5 358	6 874	3 169	2 215

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

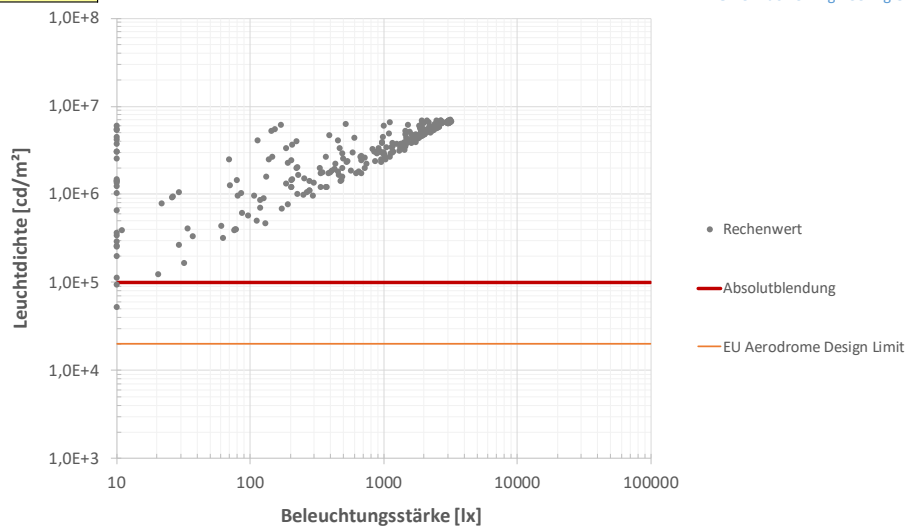




Immissionspunkt	1
Reflektor	A

Reflexions-Photometrie

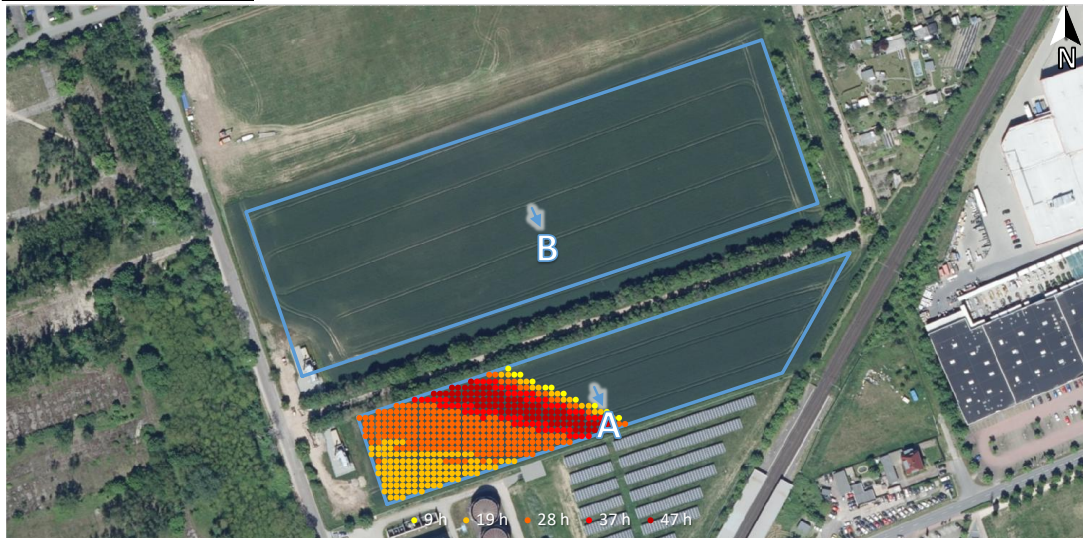
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	1
Reflektor	A

Blendhäufigkeit

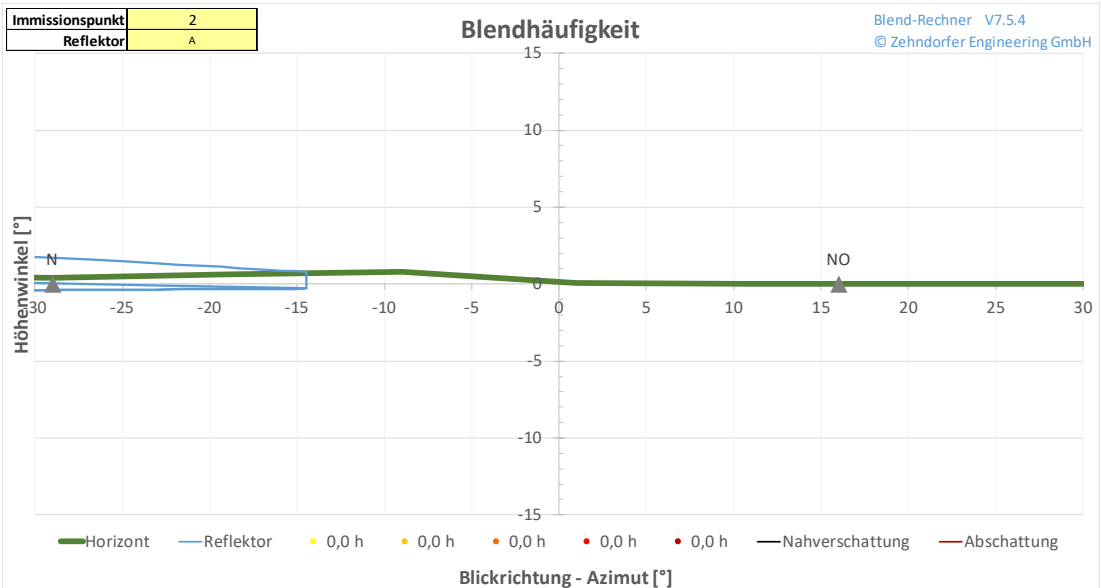
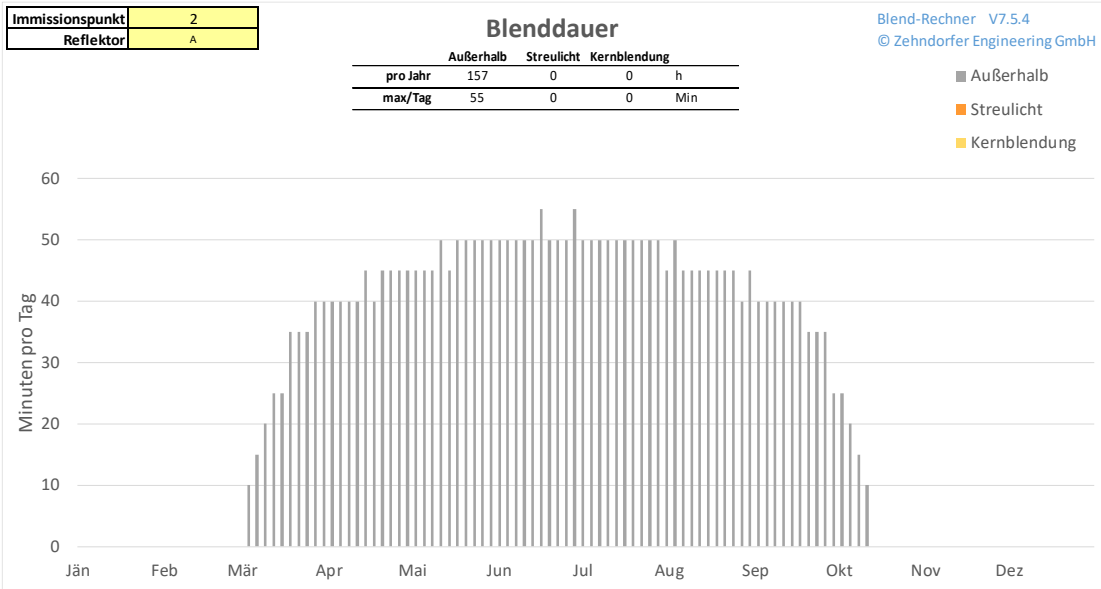
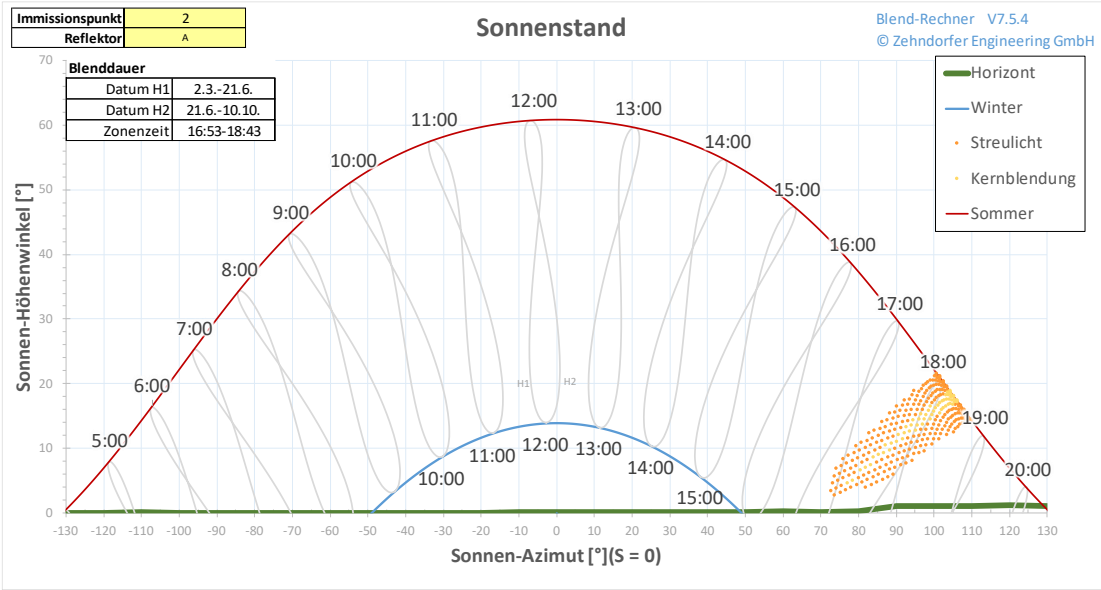
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

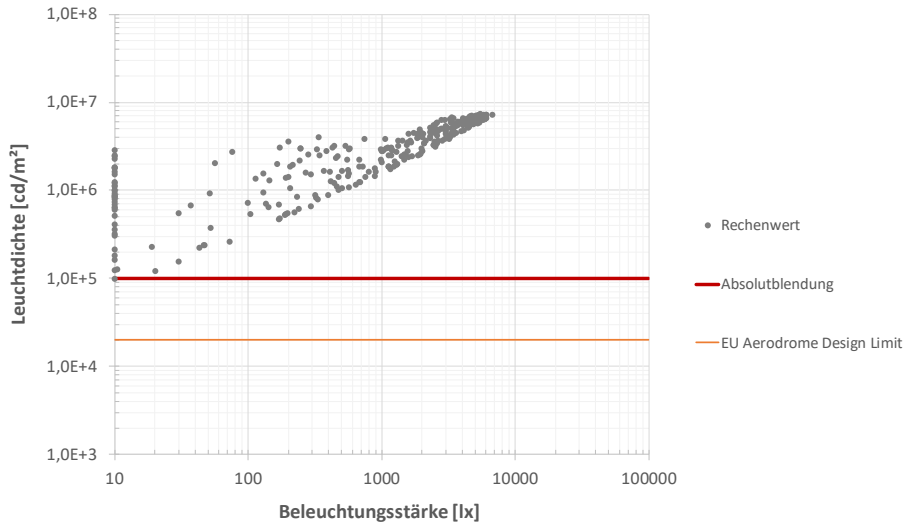




Immissionspunkt	2
Reflektor	A

Reflexions-Photometrie

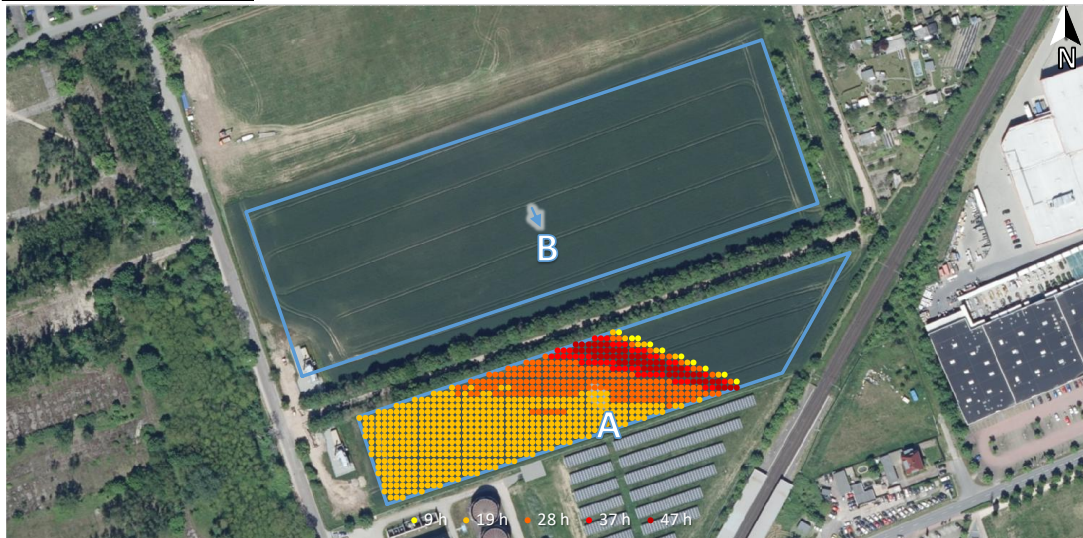
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	2
Reflektor	A

Blendhäufigkeit

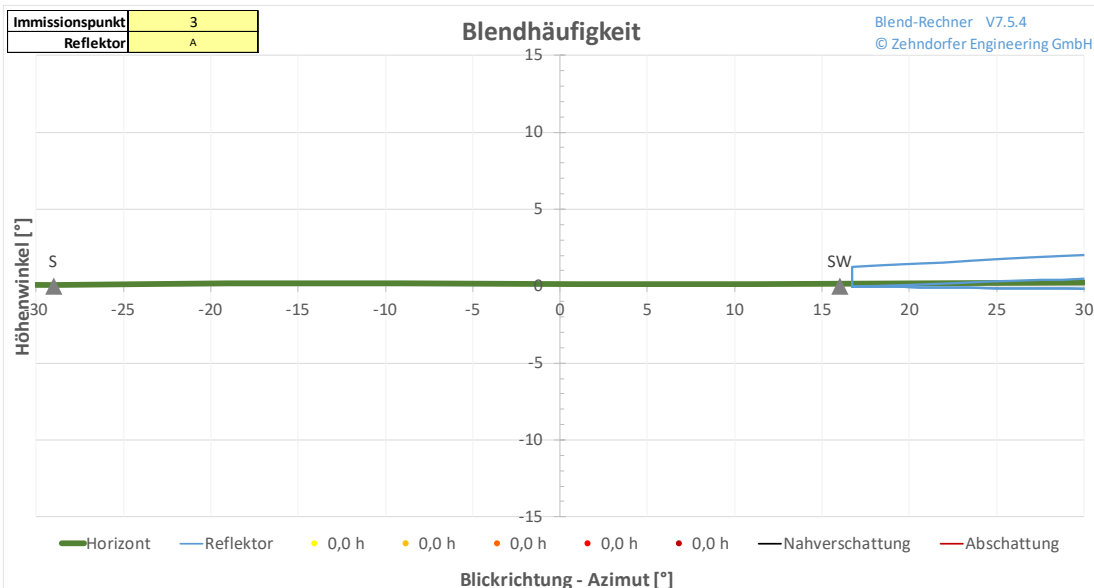
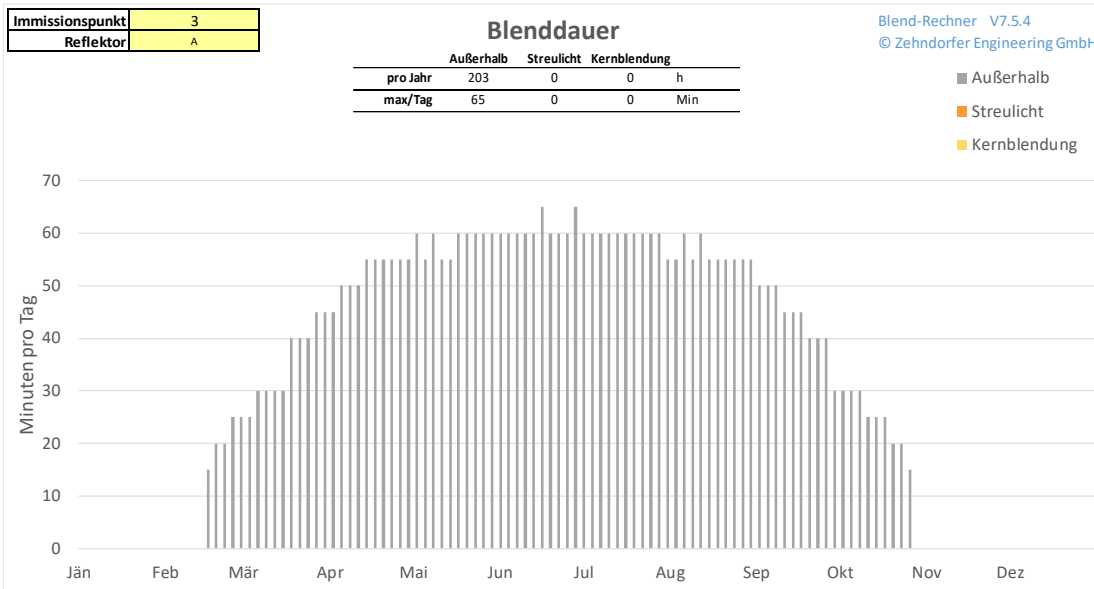
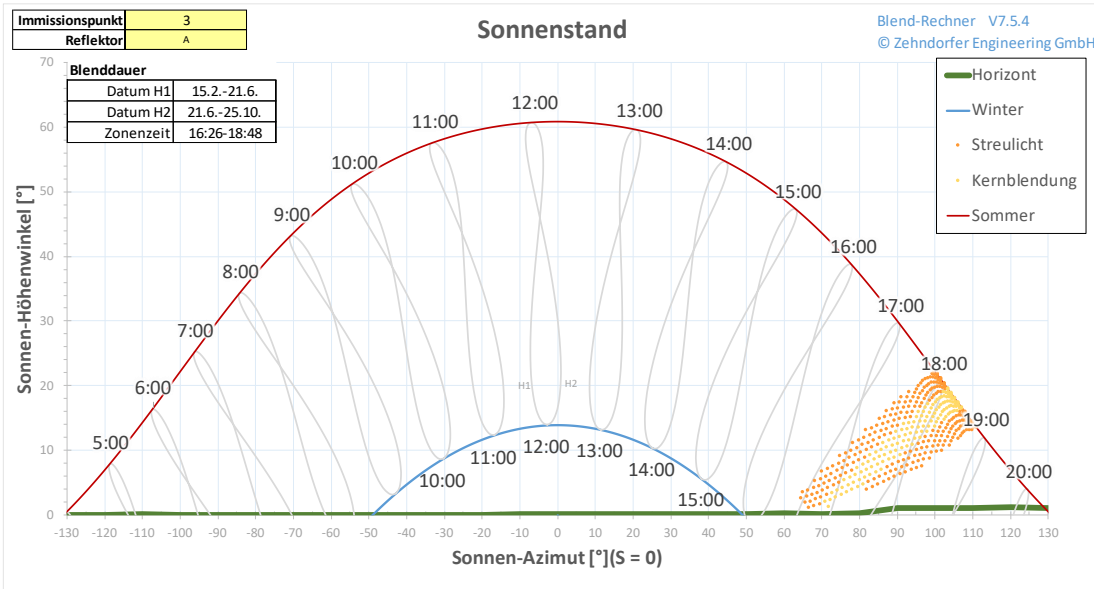
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

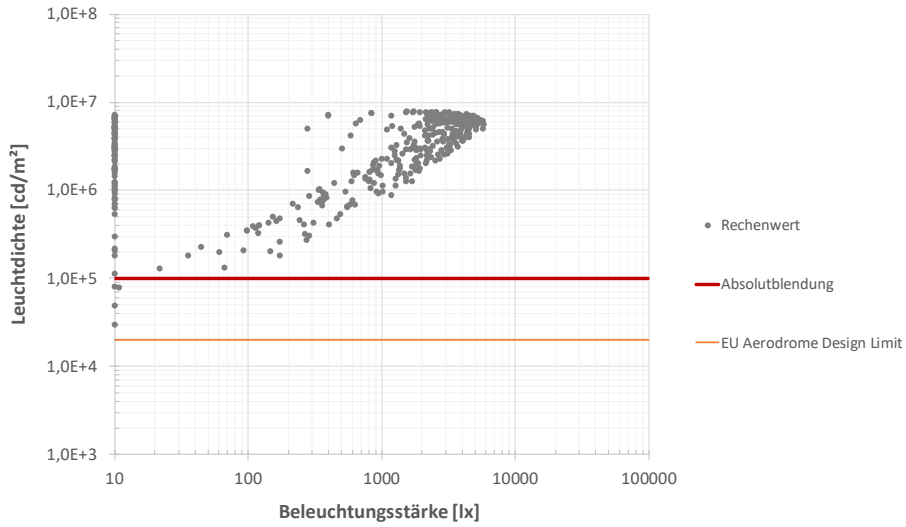




Immissionspunkt	3
Reflektor	A

Reflexions-Photometrie

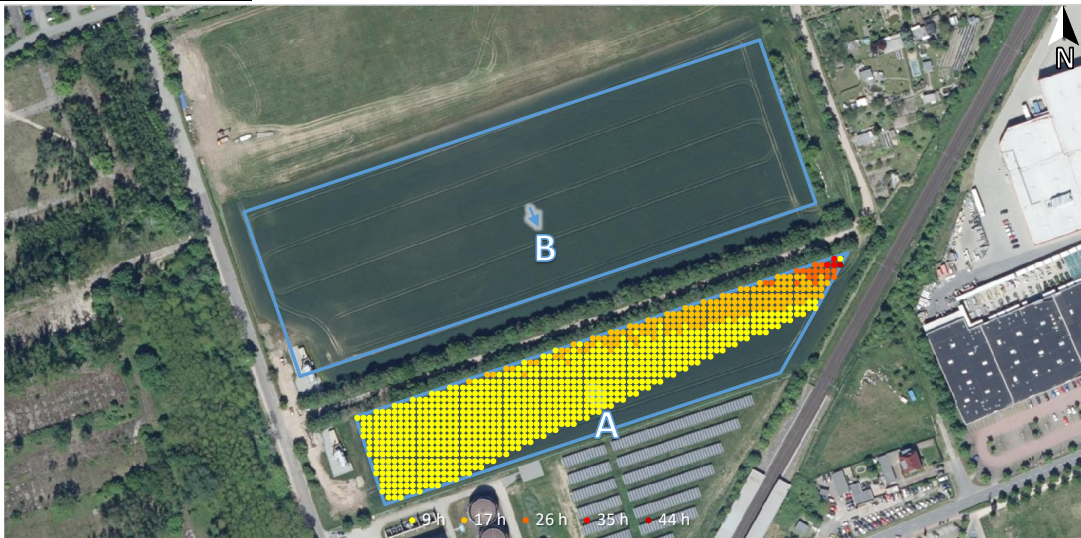
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	3
Reflektor	A

Blendhäufigkeit

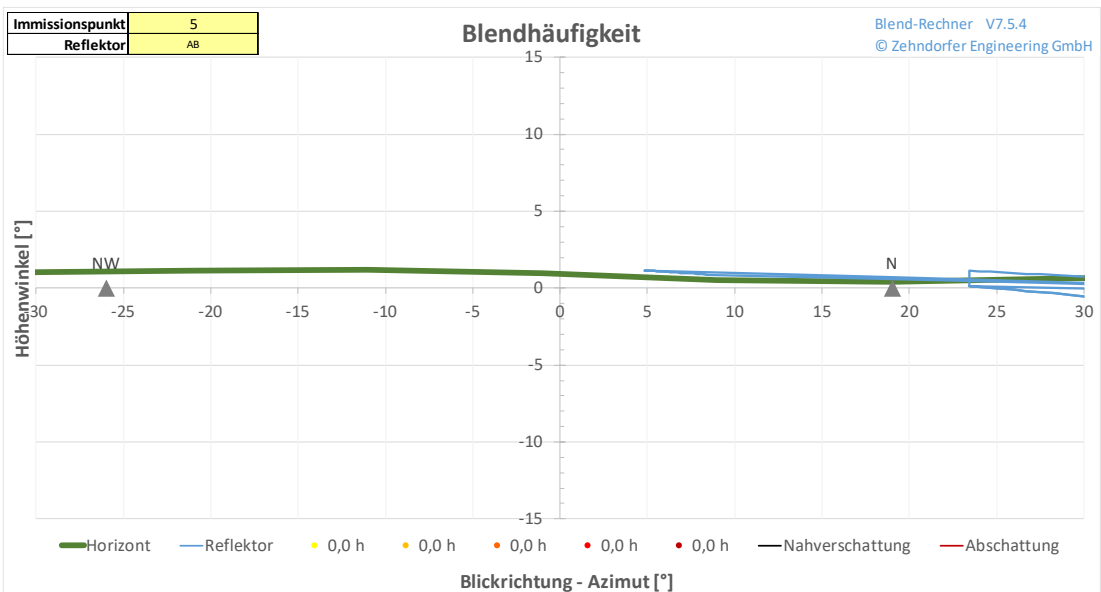
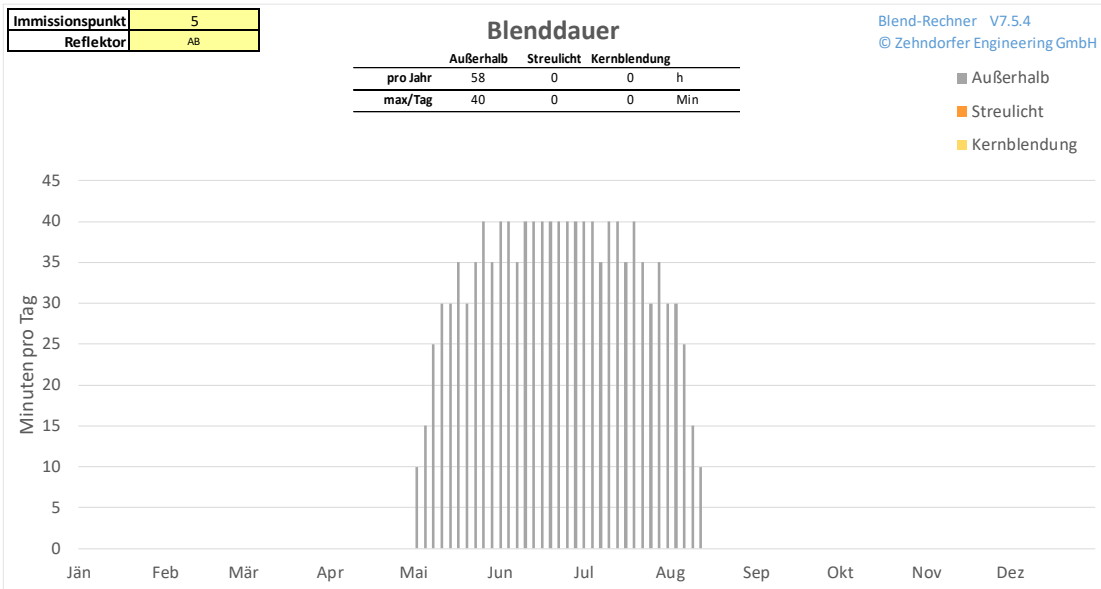
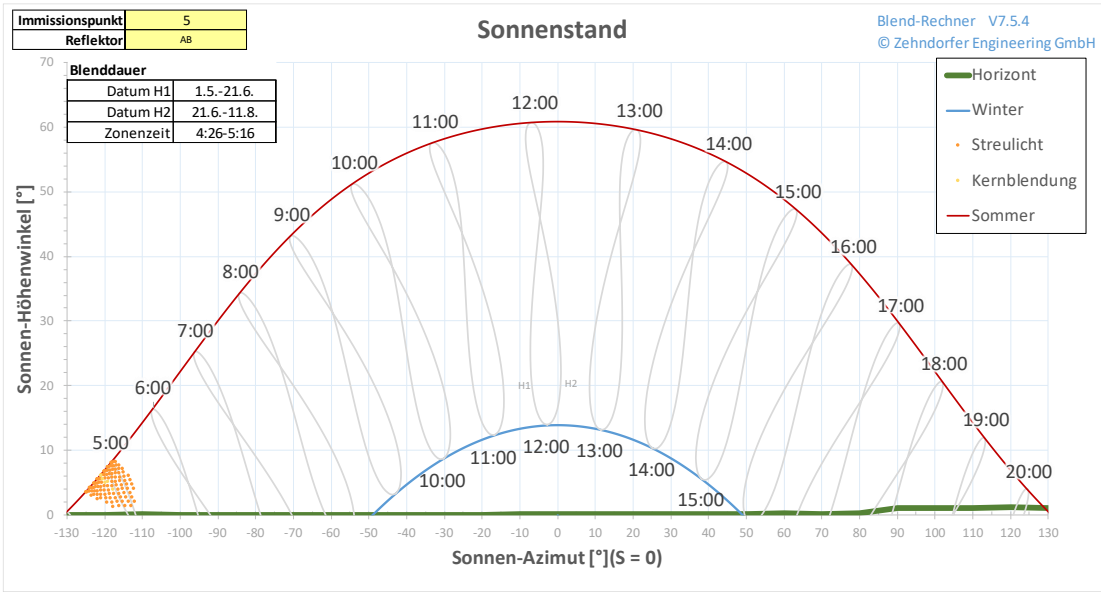
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

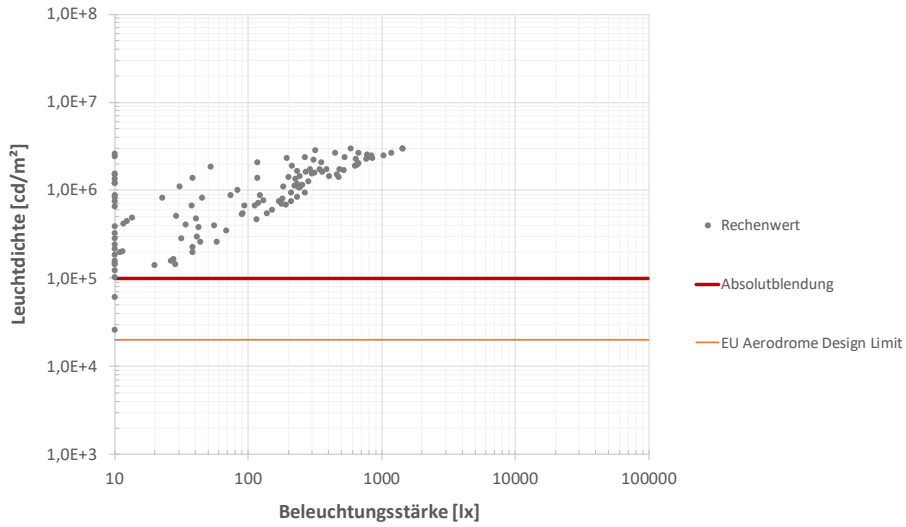




Immissionspunkt	5
Reflektor	AB

Reflexions-Photometrie

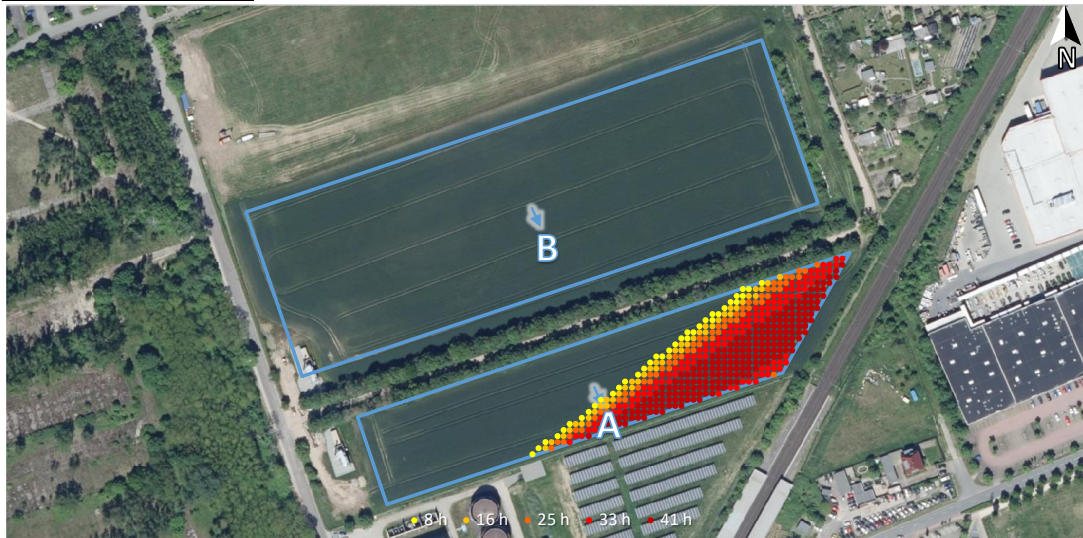
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	5
Reflektor	AB

Blendhäufigkeit

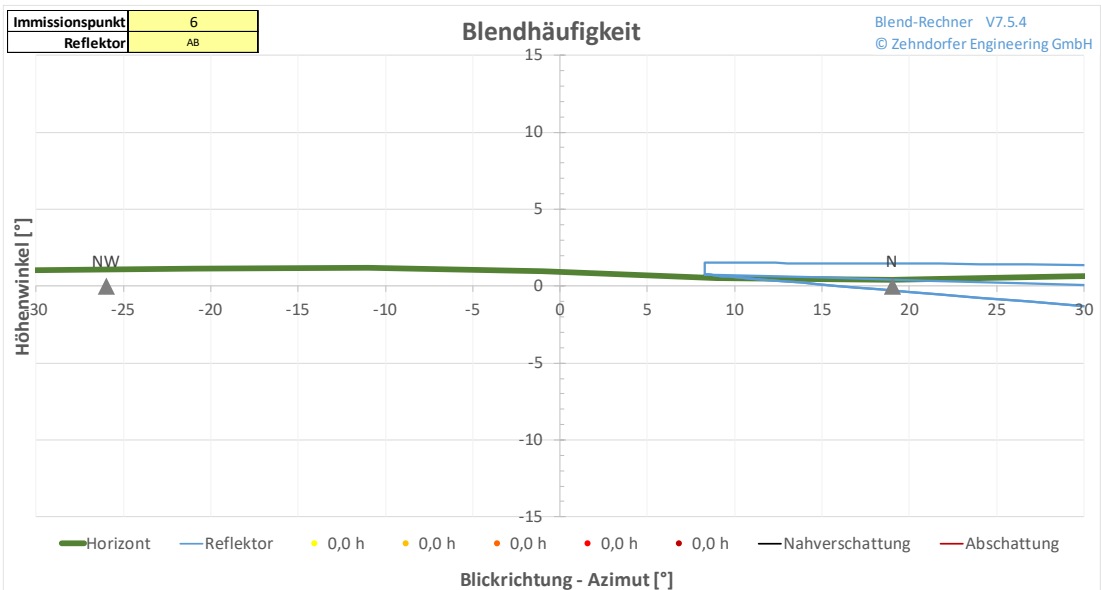
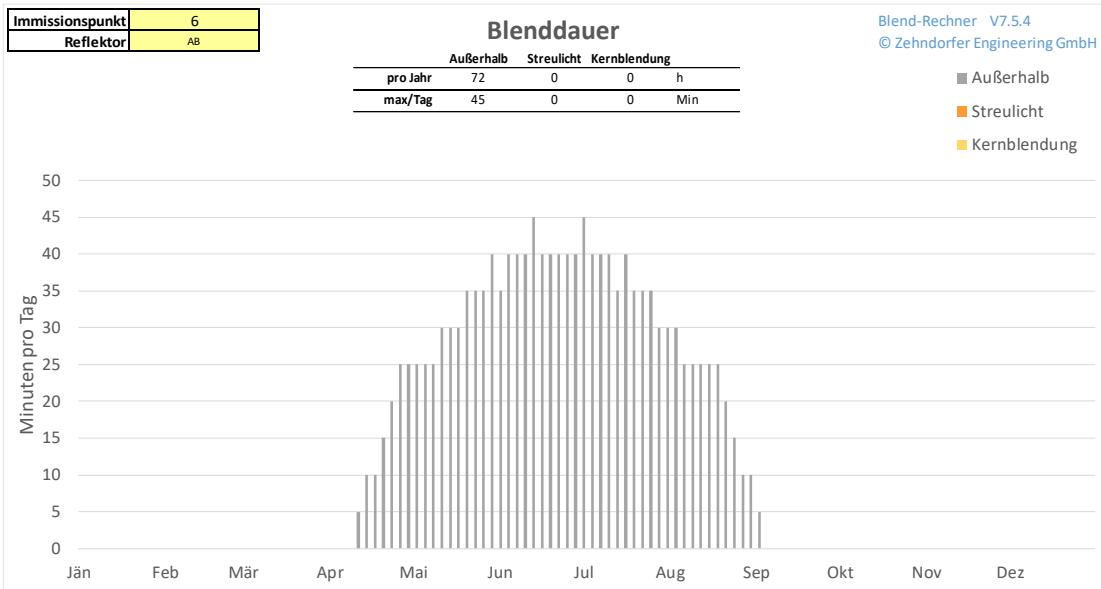
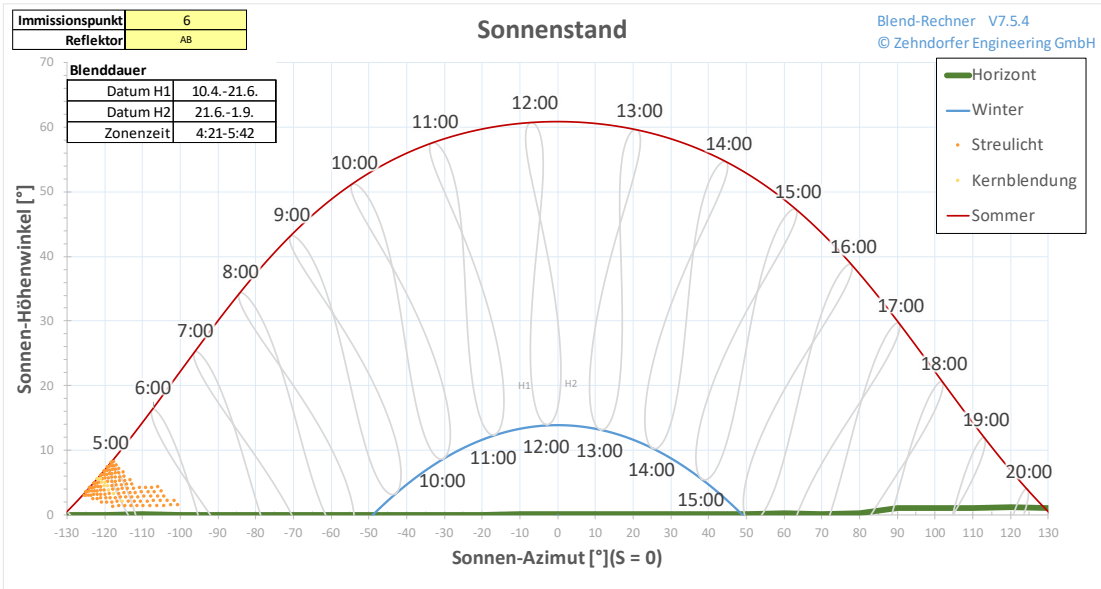
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

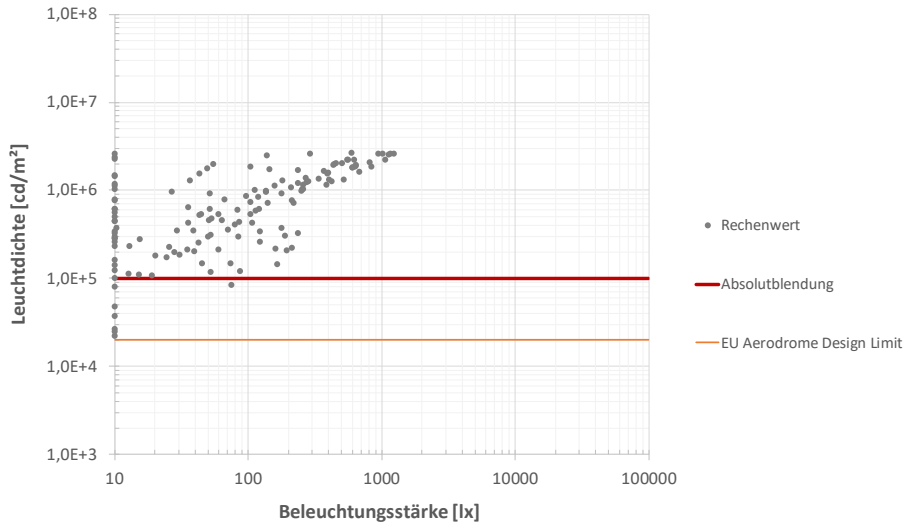




Immissionspunkt	6
Reflektor	AB

Reflexions-Photometrie

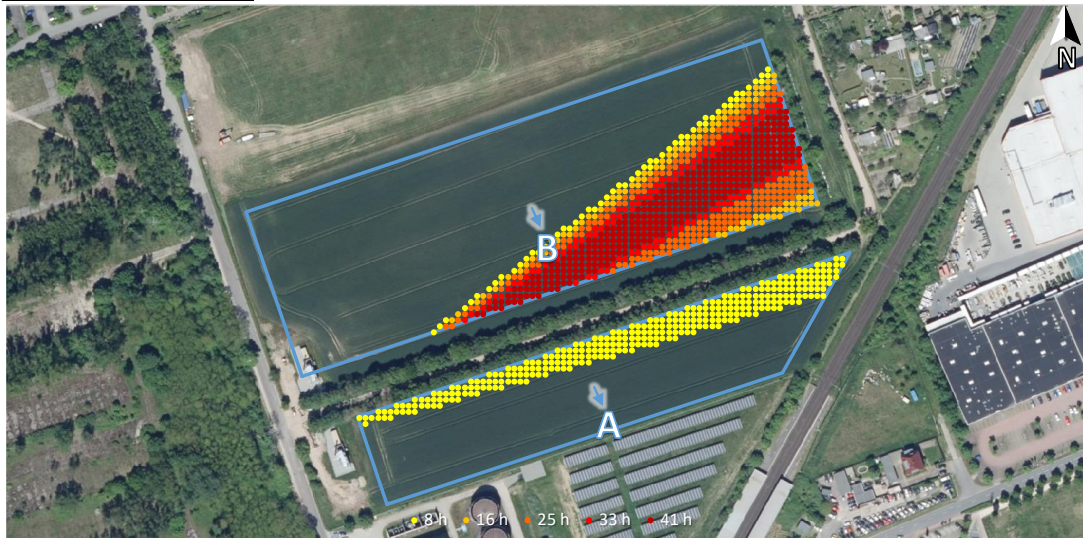
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	6
Reflektor	AB

Blendhäufigkeit

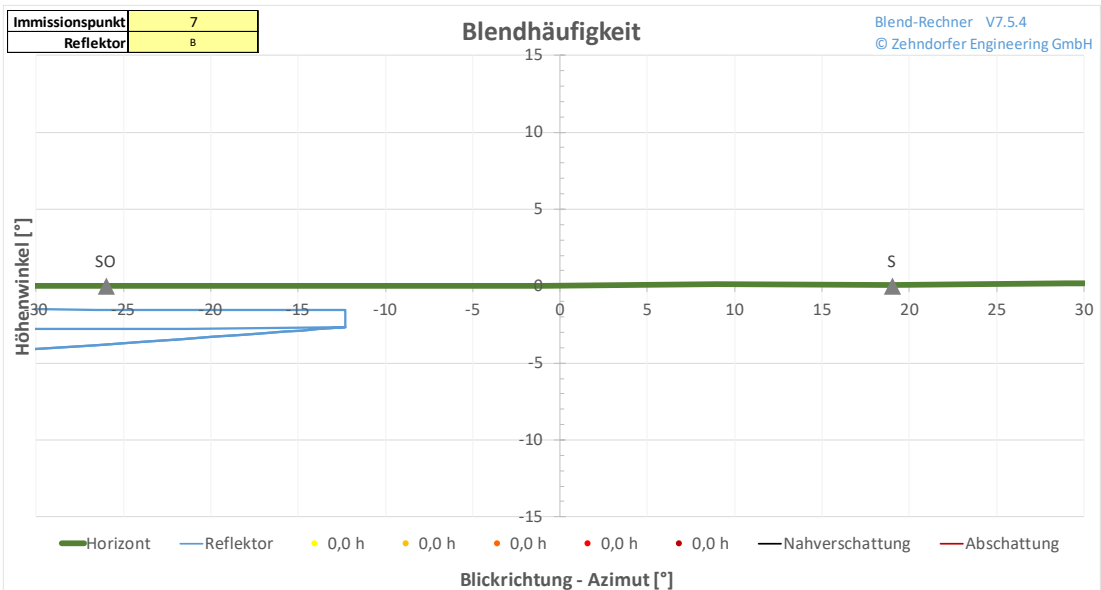
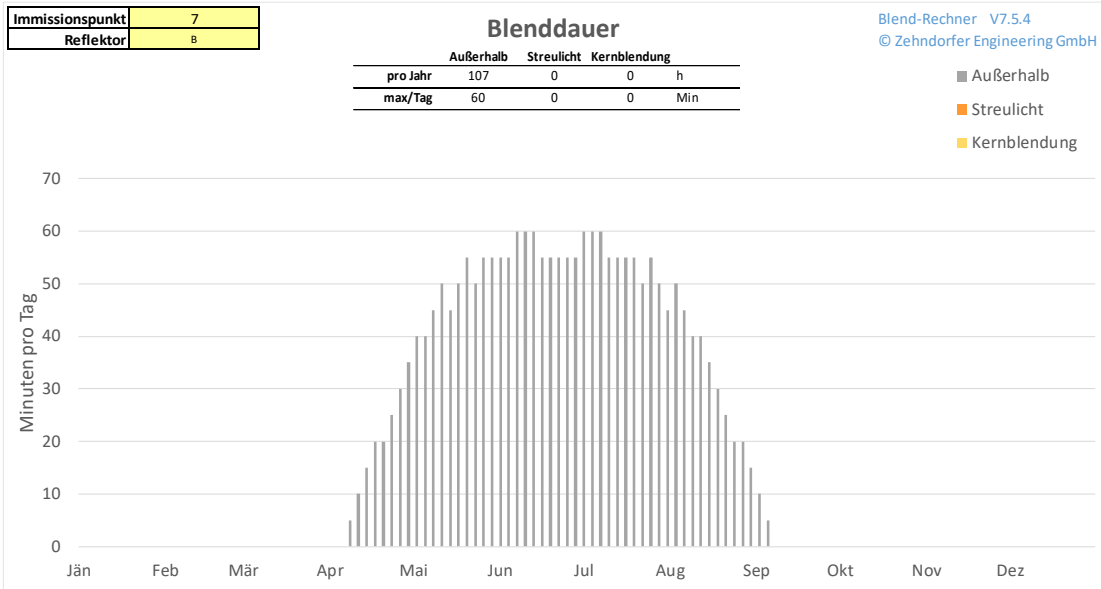
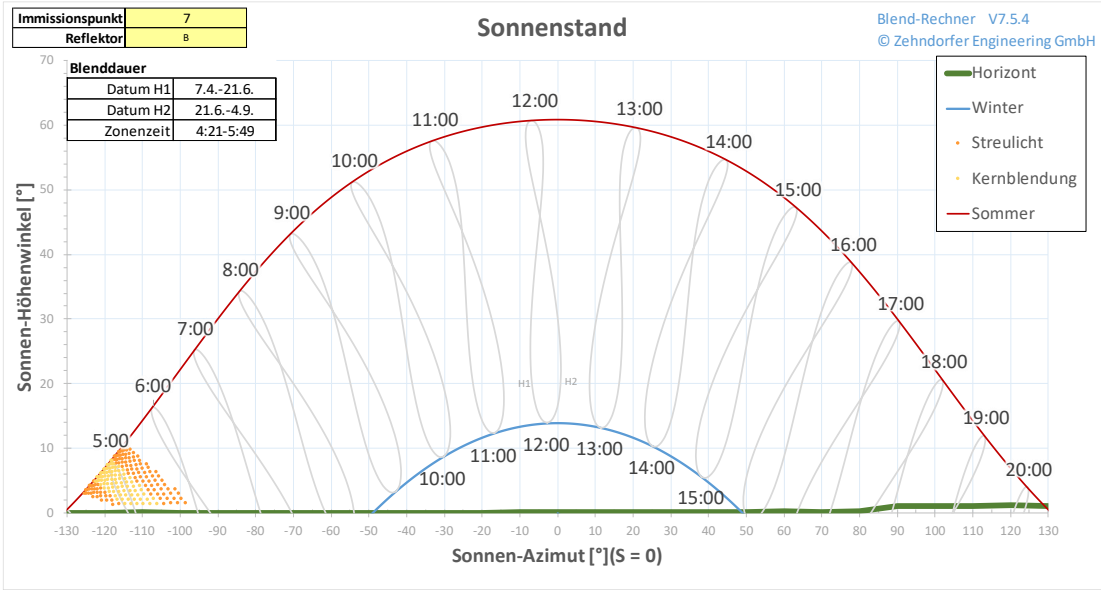
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

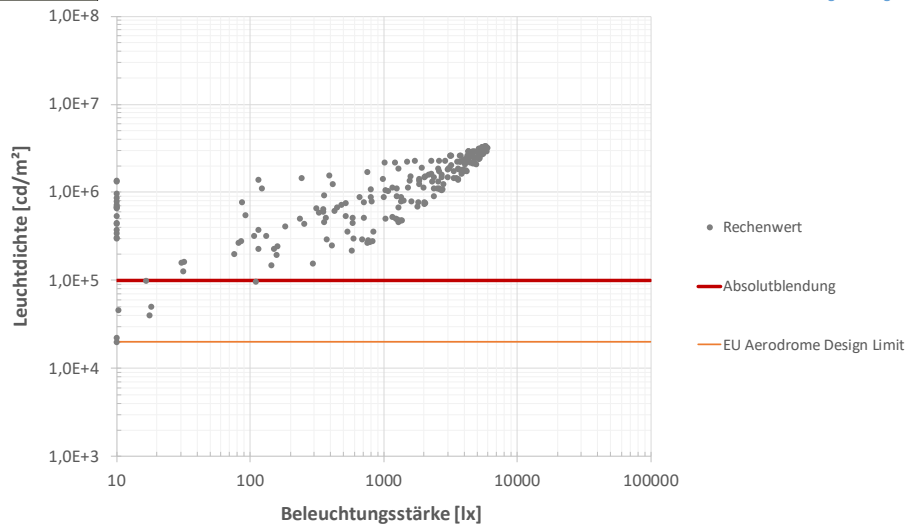




Immissionspunkt	7
Reflektor	B

Reflexions-Photometrie

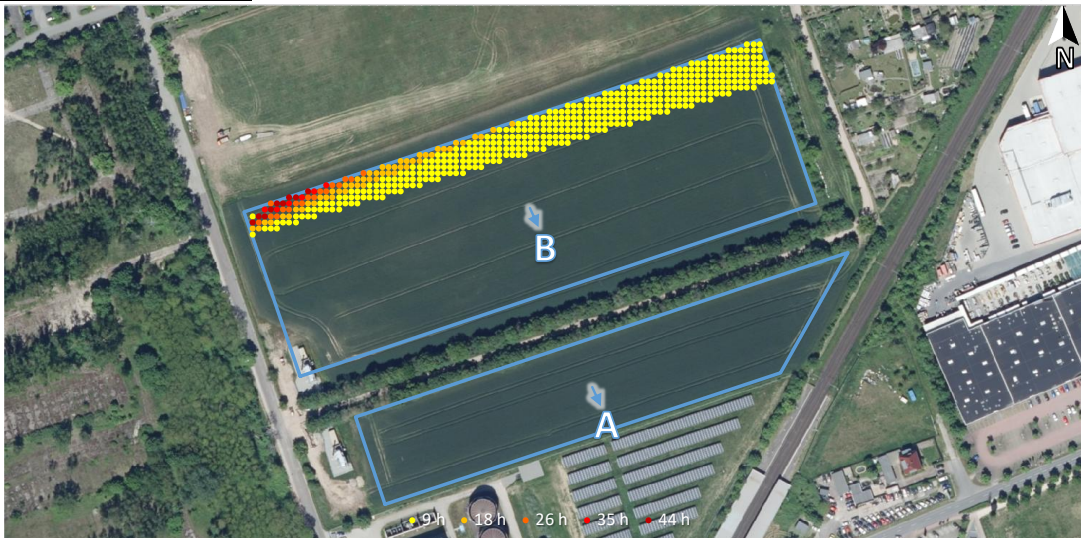
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	7
Reflektor	B

Blendhäufigkeit

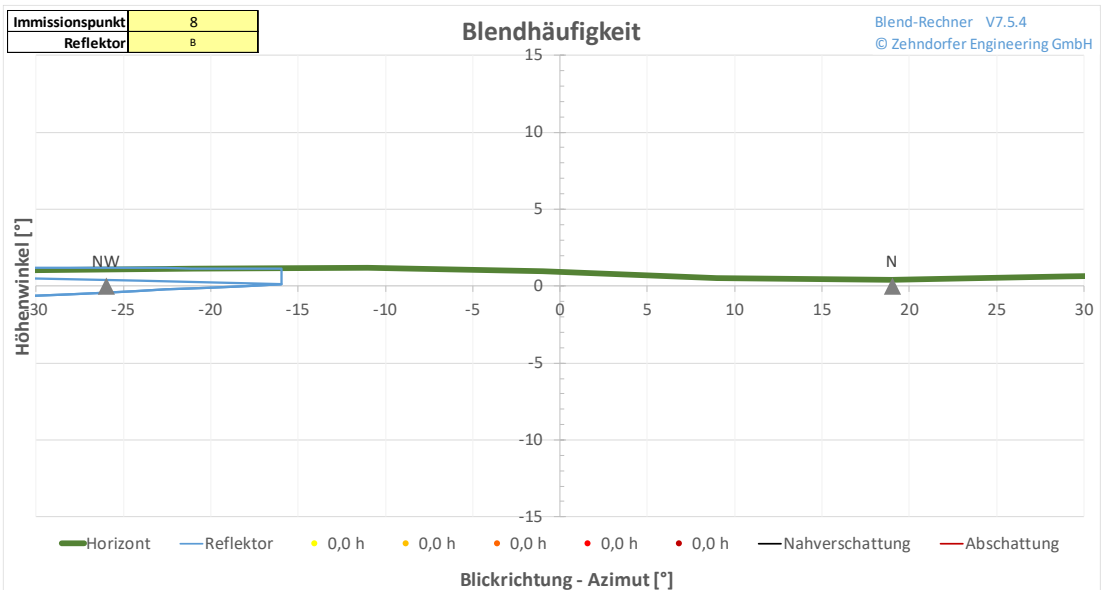
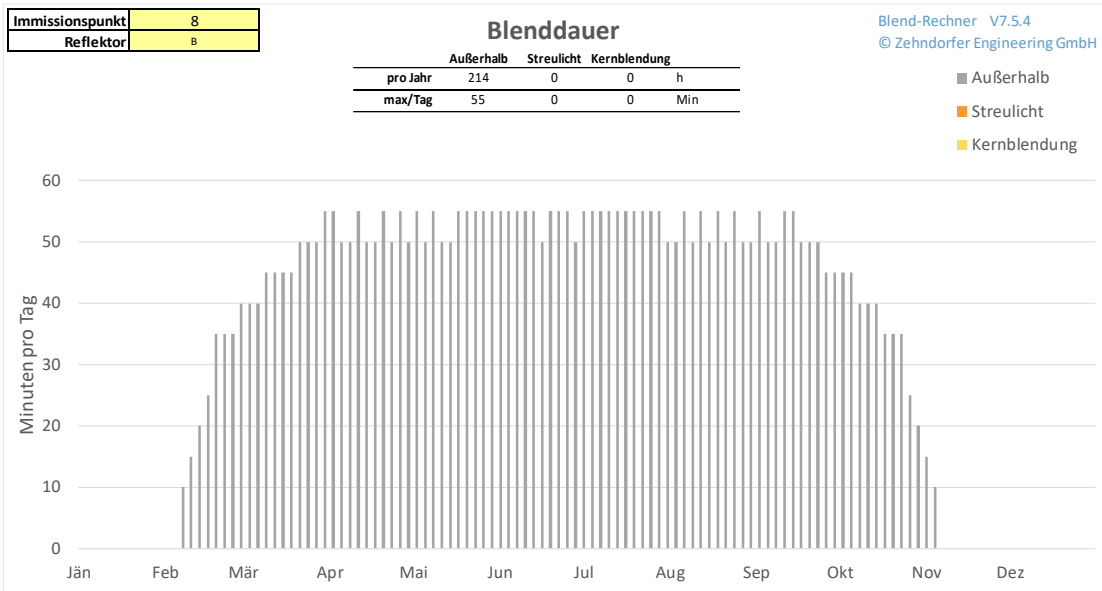
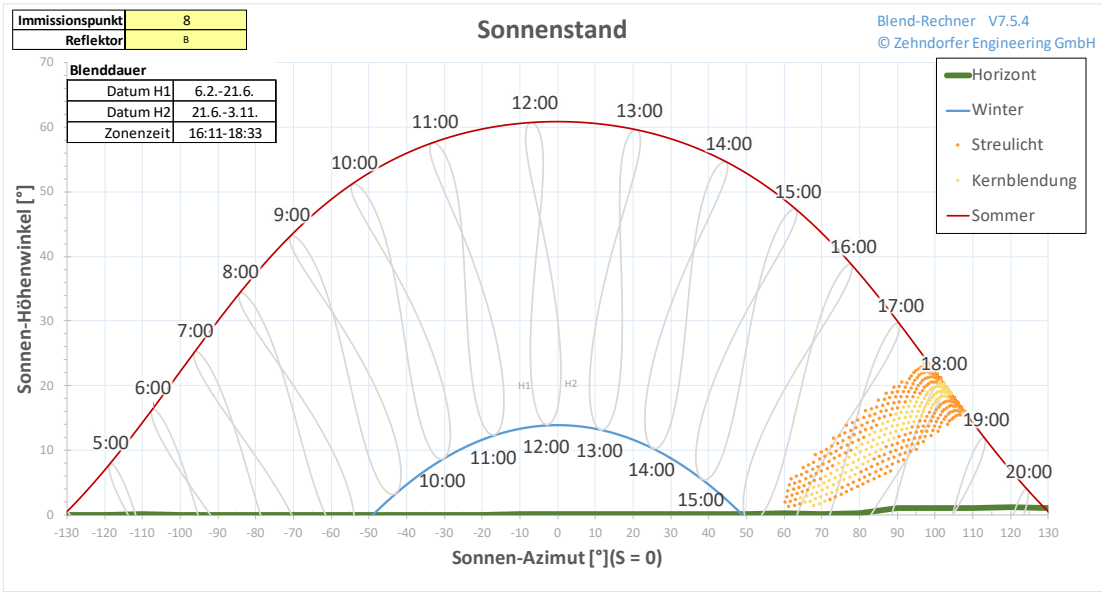
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

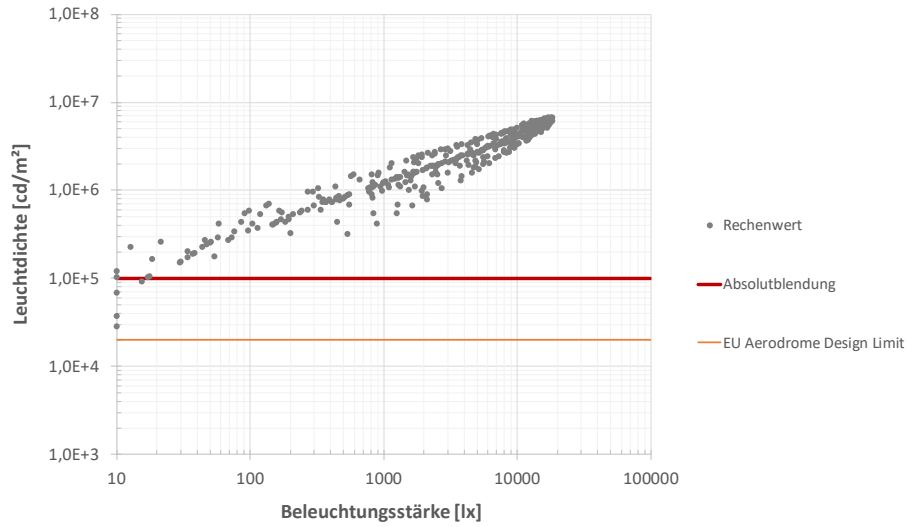




Immissionspunkt	8
Reflektor	B

Reflexions-Photometrie

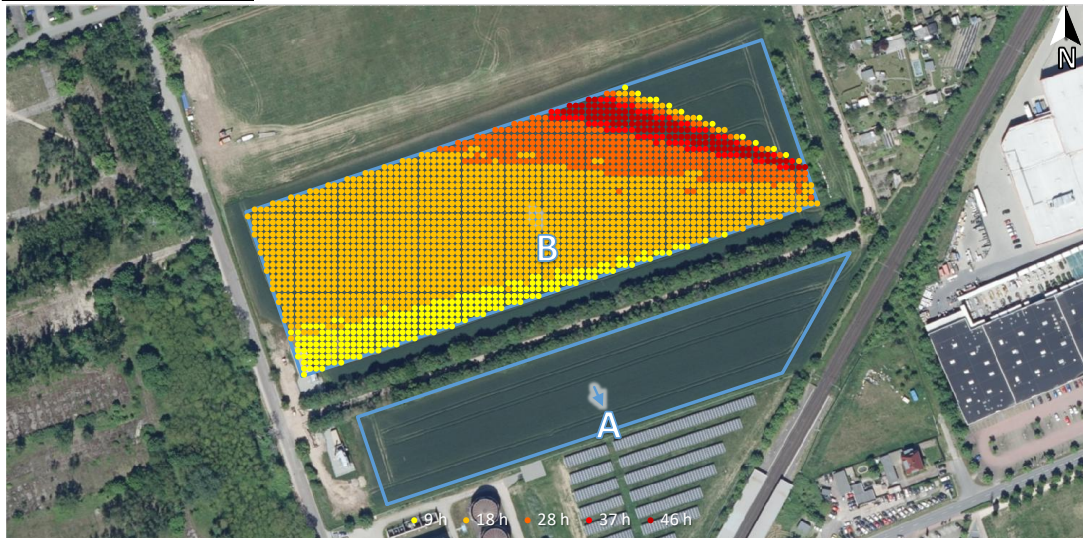
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	8
Reflektor	B

Blendhäufigkeit

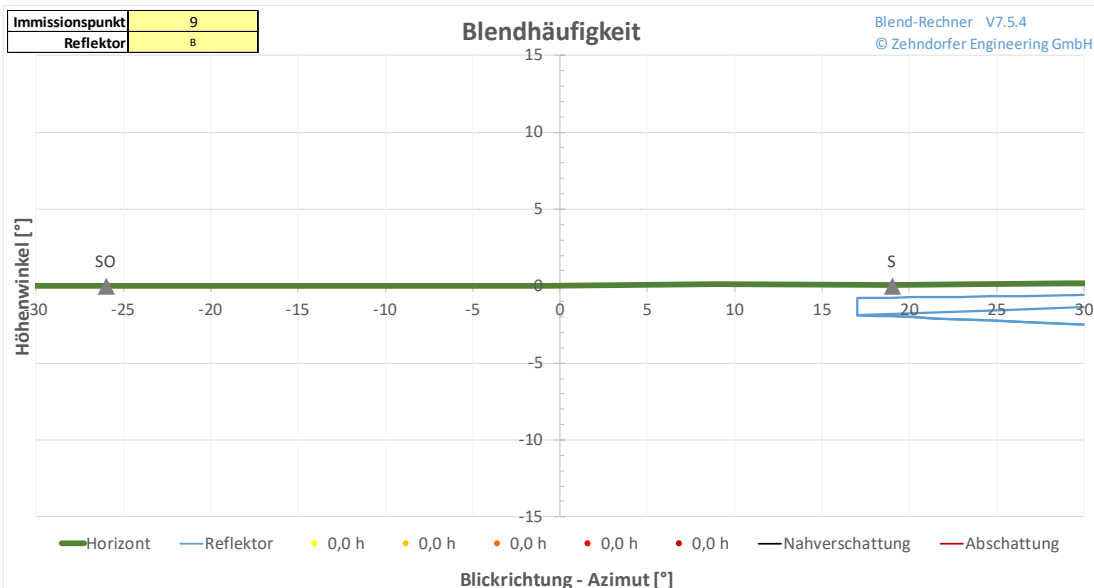
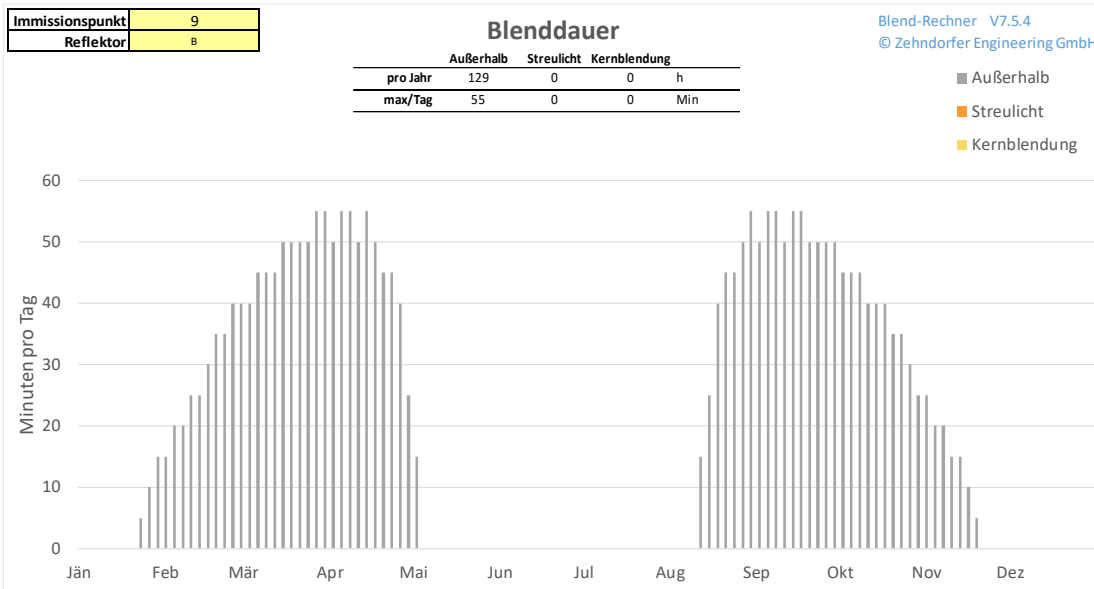
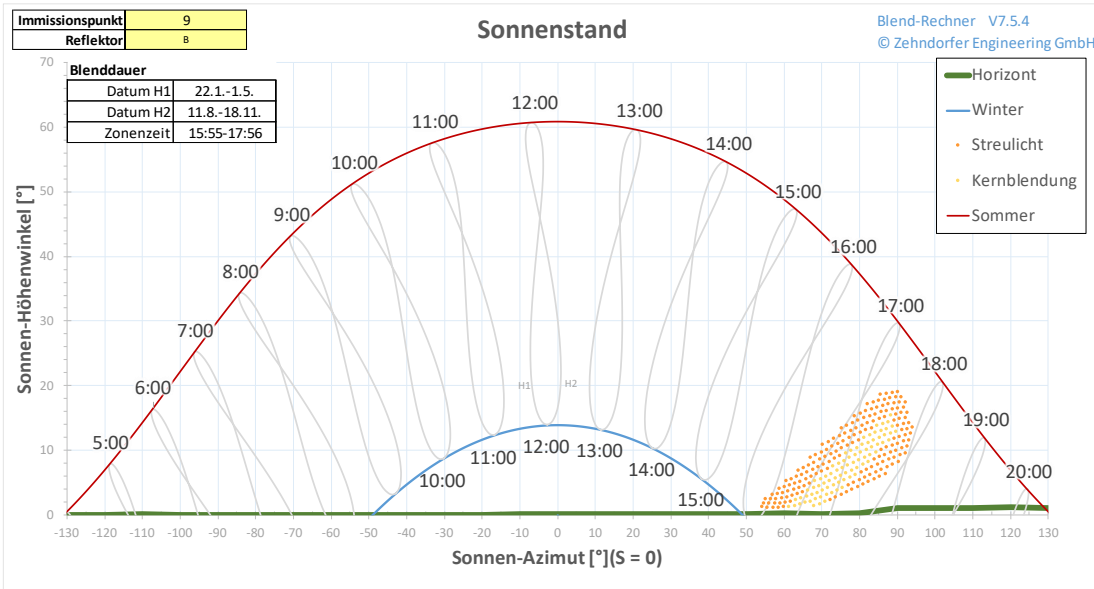
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

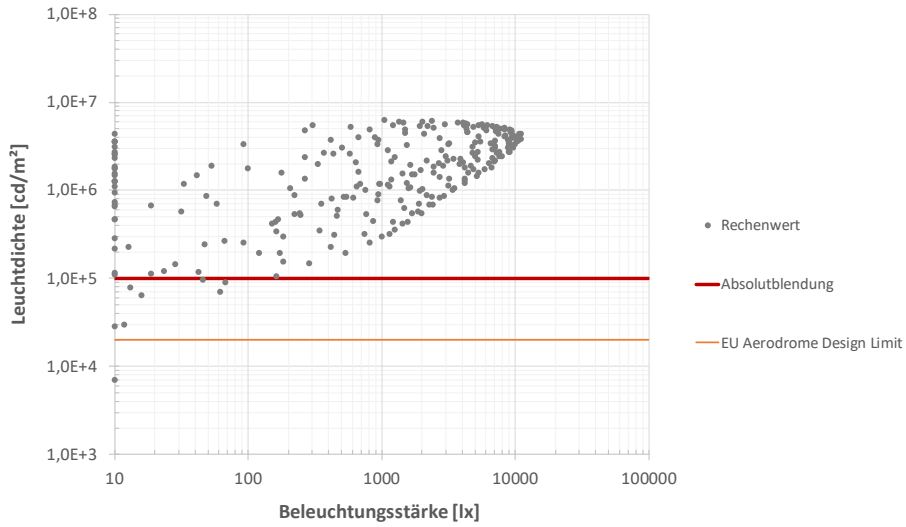




Immissionspunkt	9
Reflektor	B

Reflexions-Photometrie

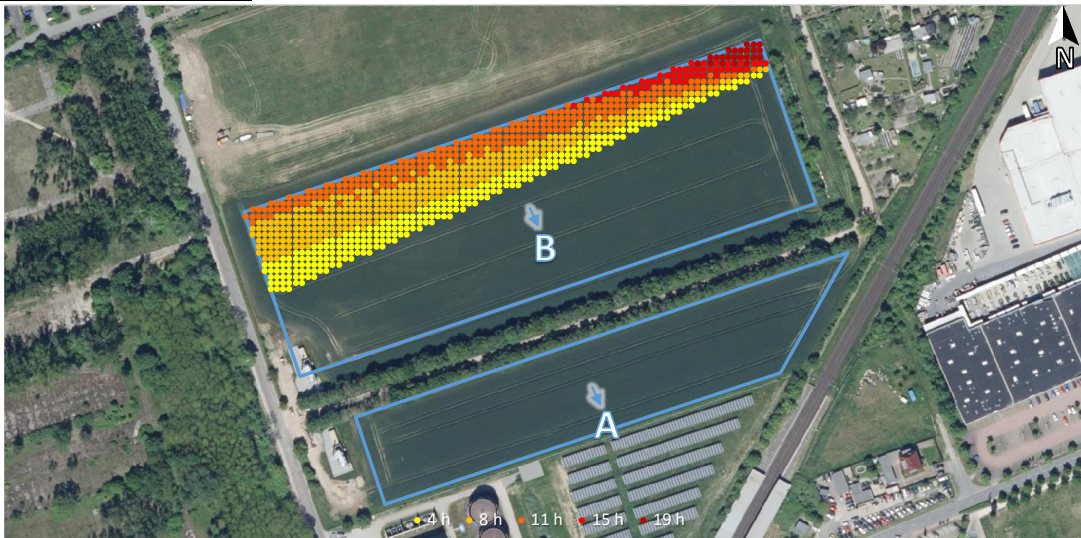
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	9
Reflektor	B

Blendhäufigkeit

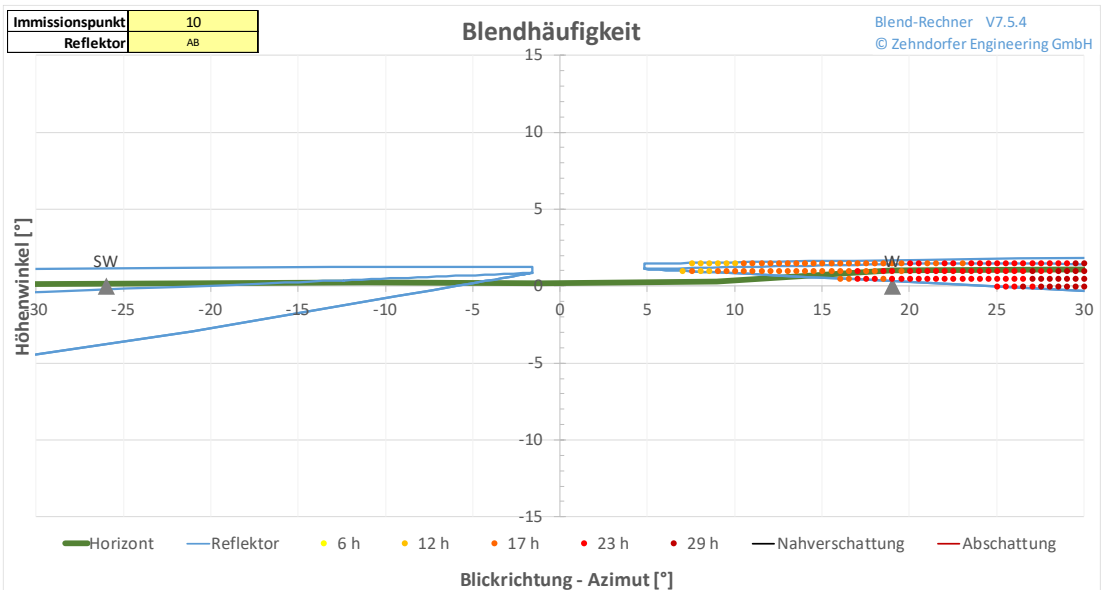
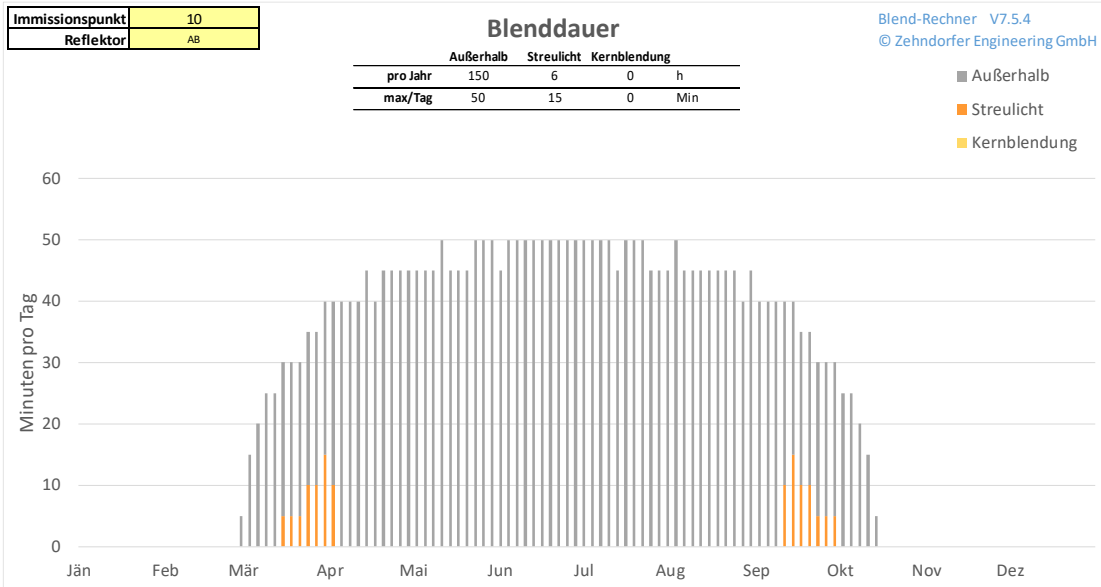
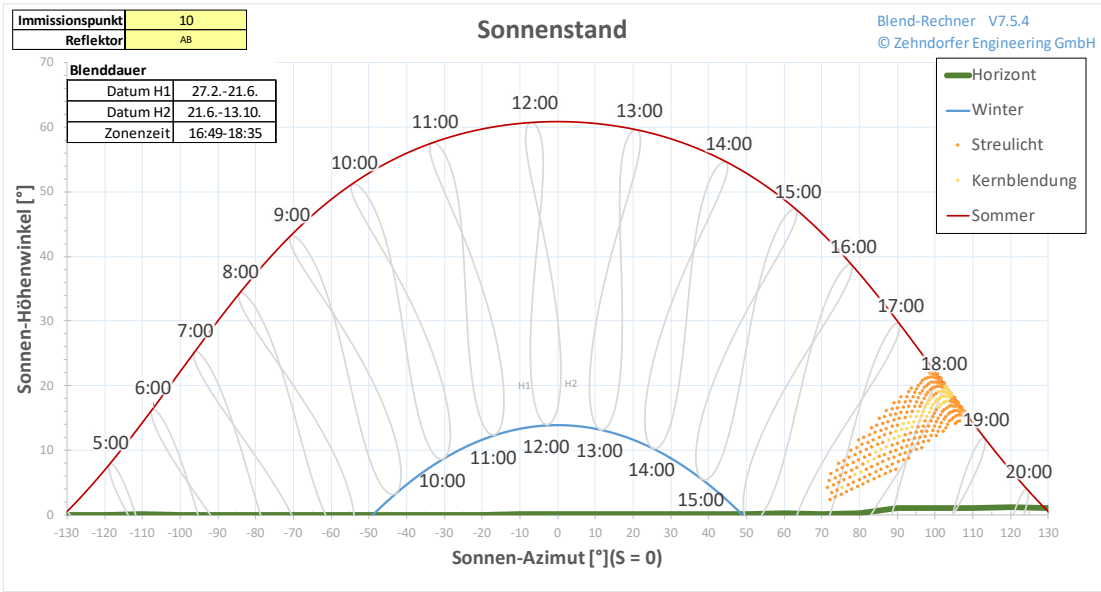
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

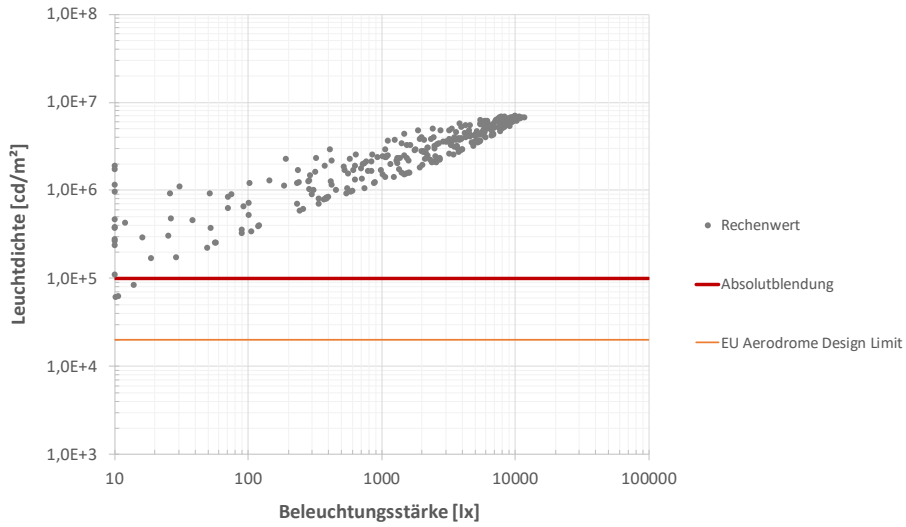




Immissionspunkt	10
Reflektor	AB

Reflexions-Photometrie

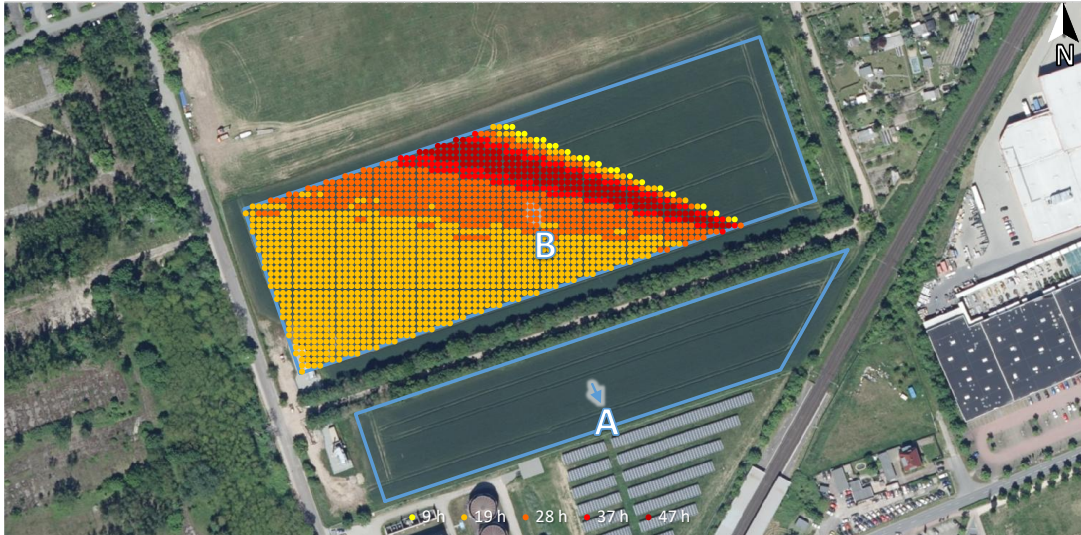
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	10
Reflektor	AB

Blendhäufigkeit

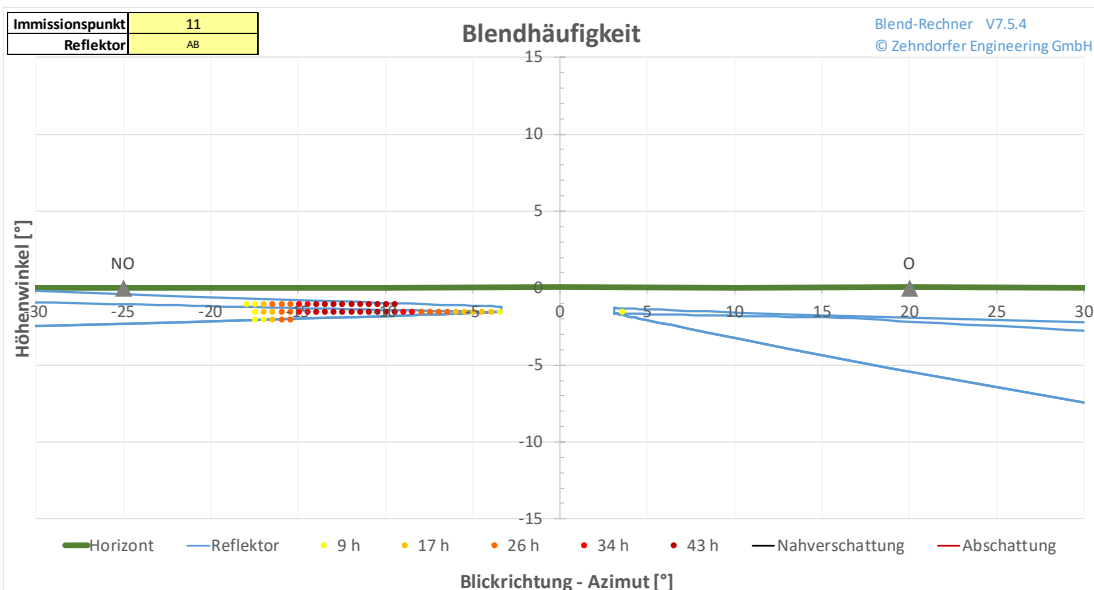
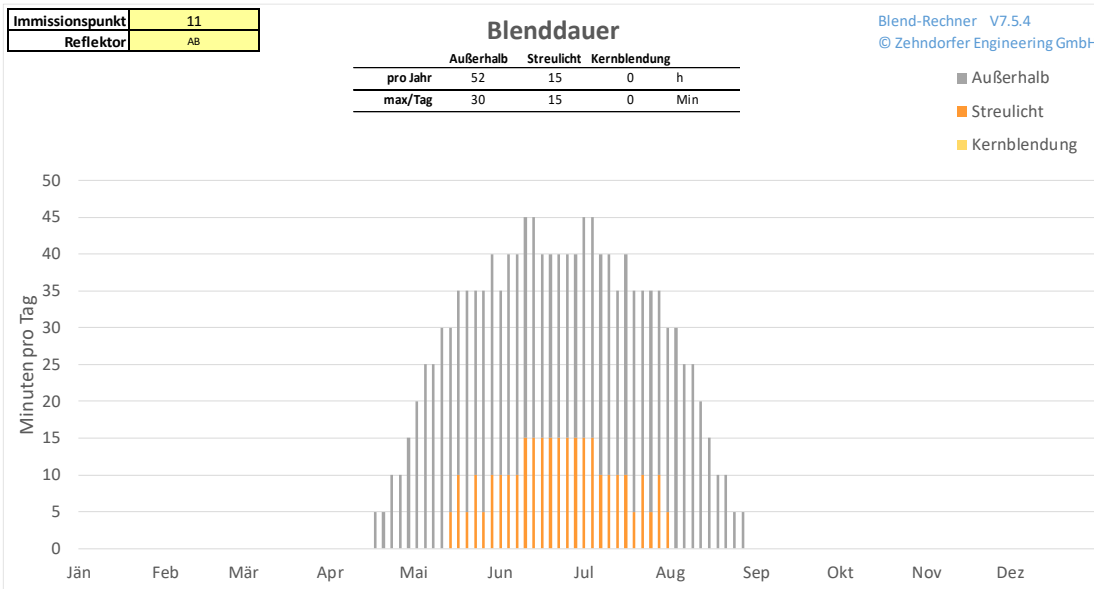
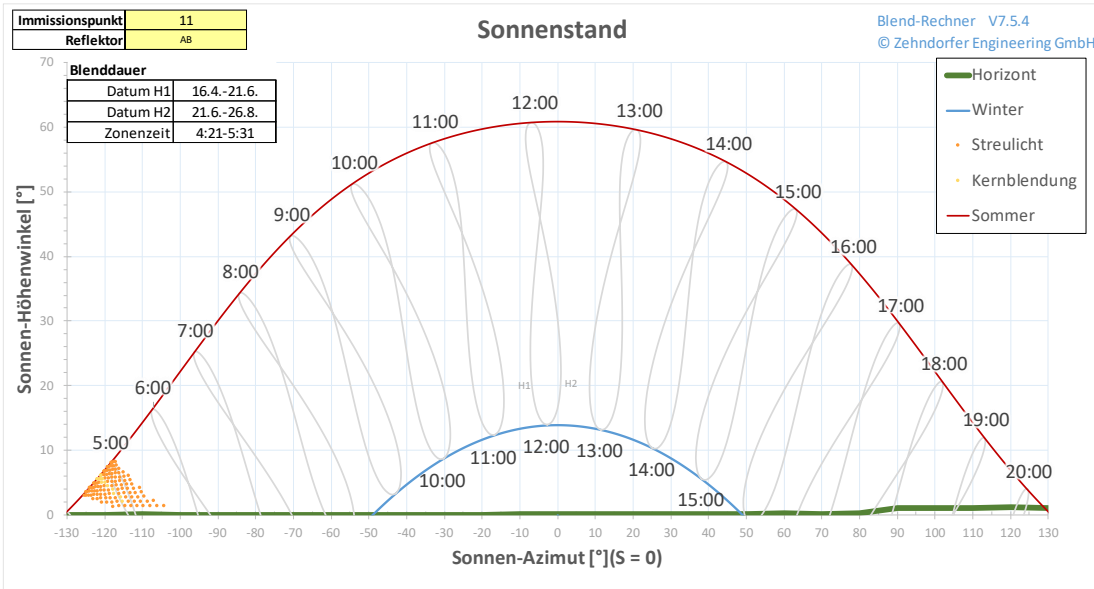
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

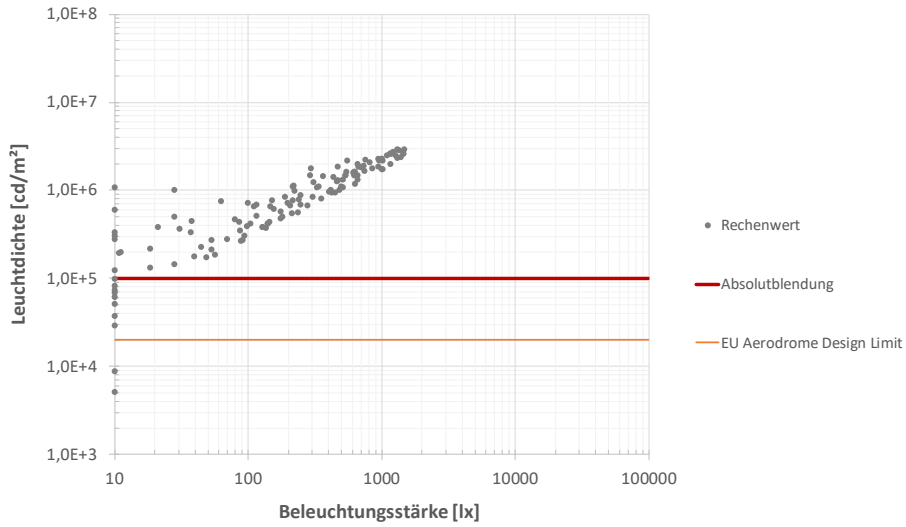




Immissionspunkt	11
Reflektor	AB

Reflexions-Photometrie

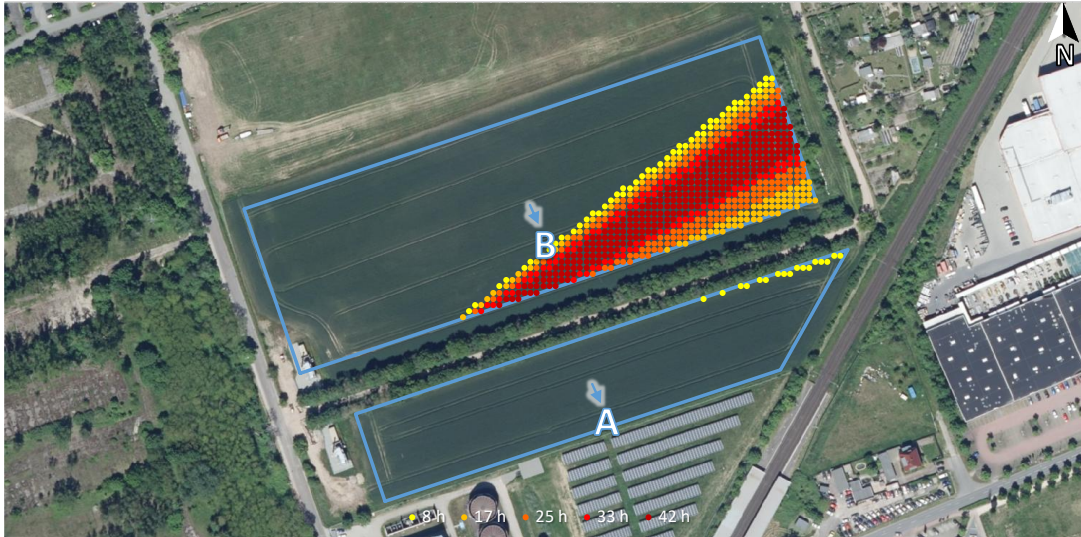
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	11
Reflektor	AB

Blendhäufigkeit

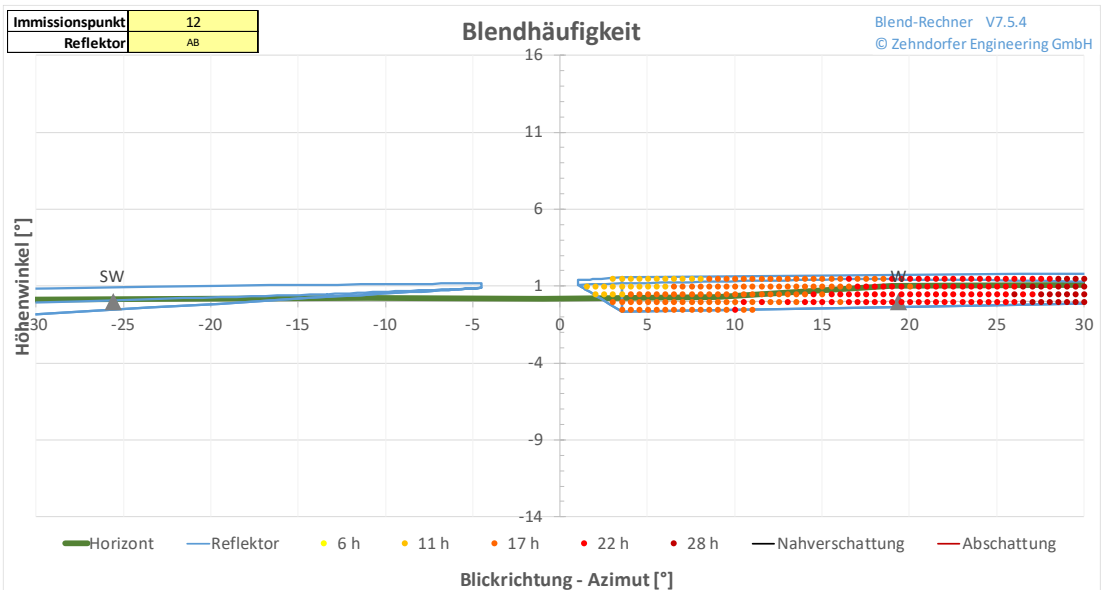
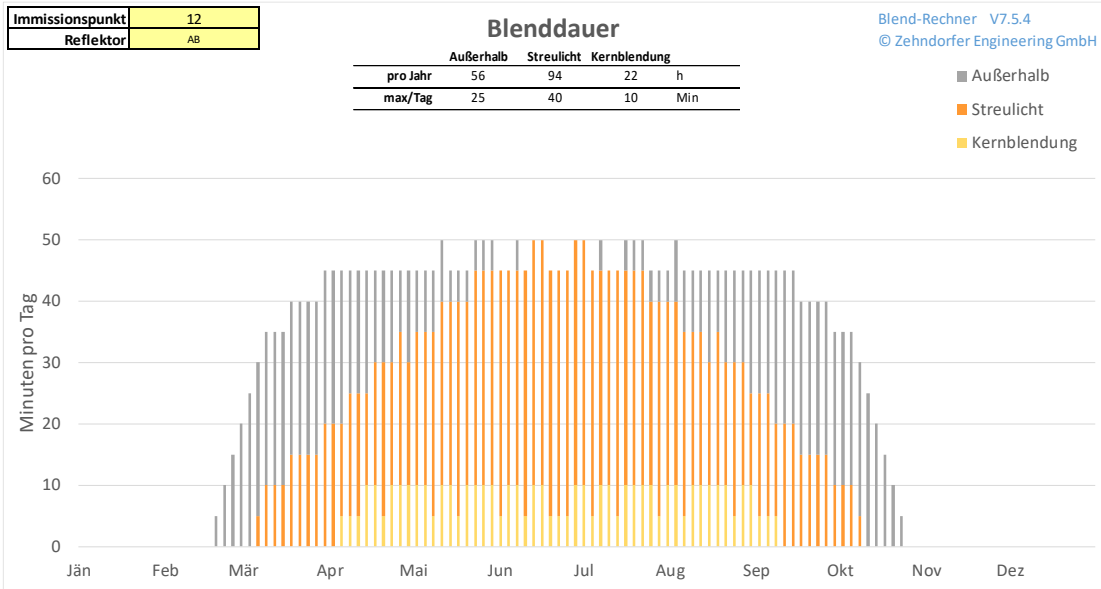
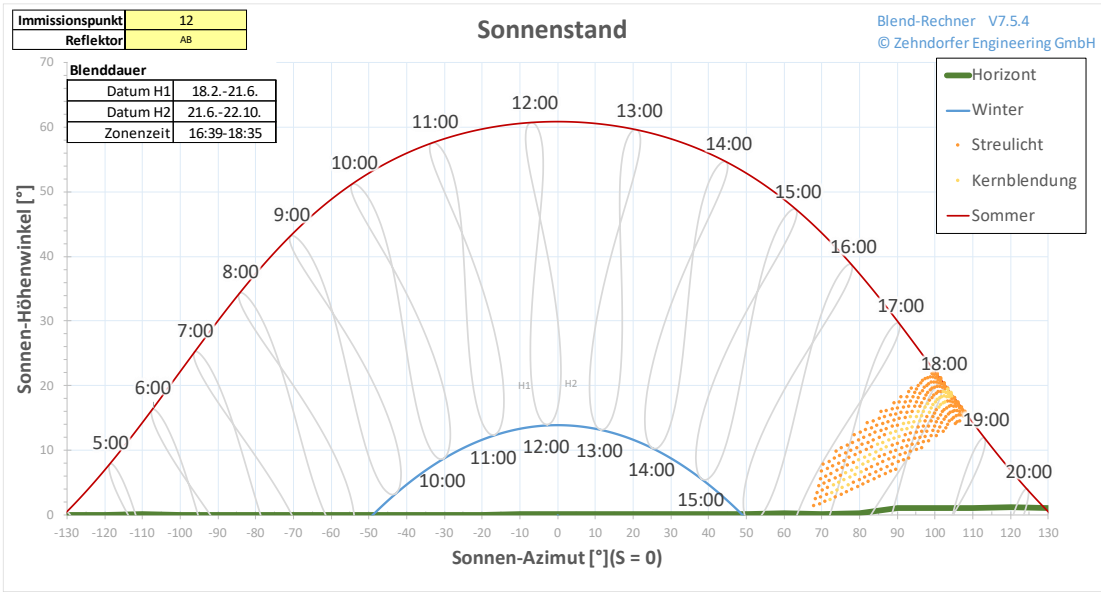
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

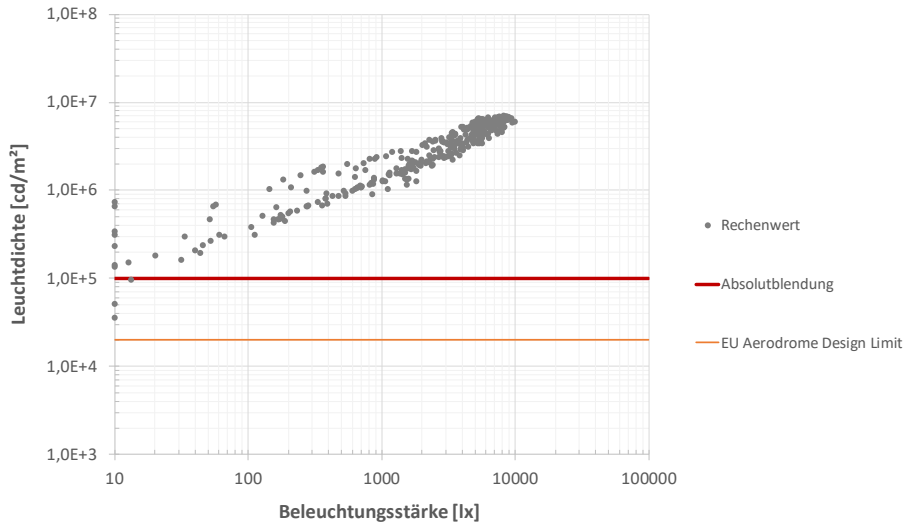




Immissionspunkt	12
Reflektor	AB

Reflexions-Photometrie

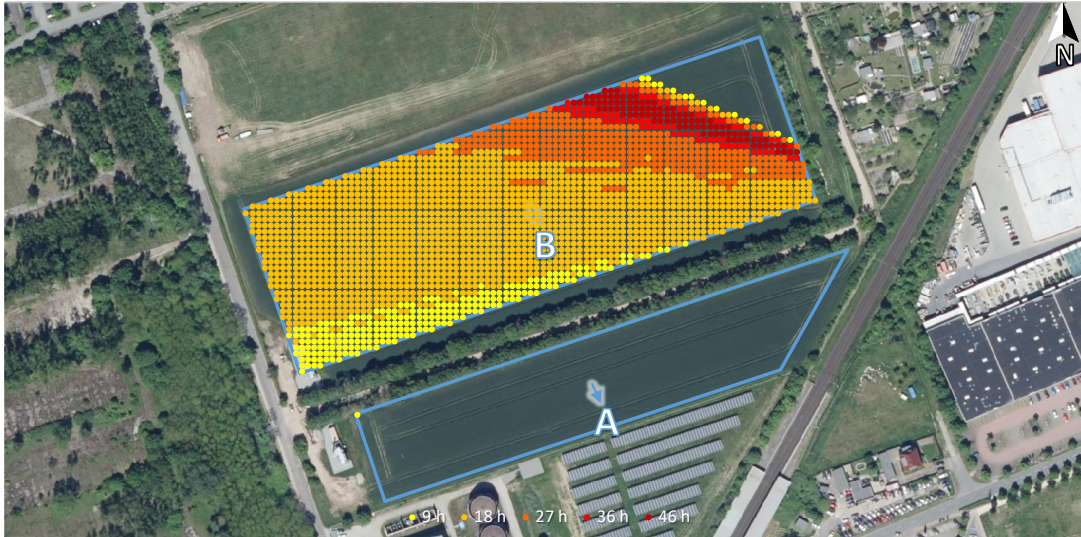
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	12
Reflektor	AB

Blendhäufigkeit

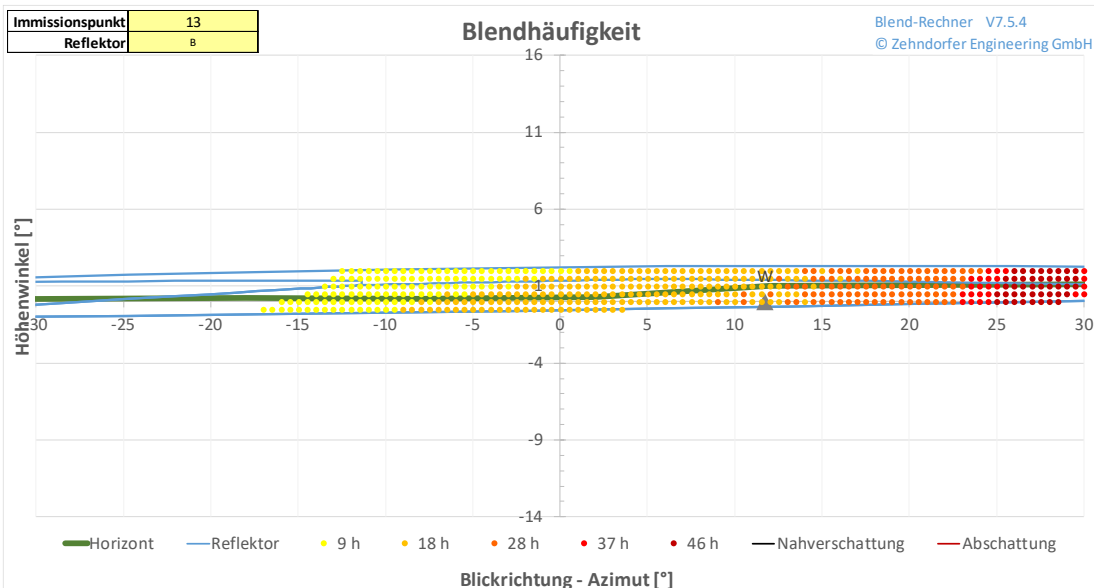
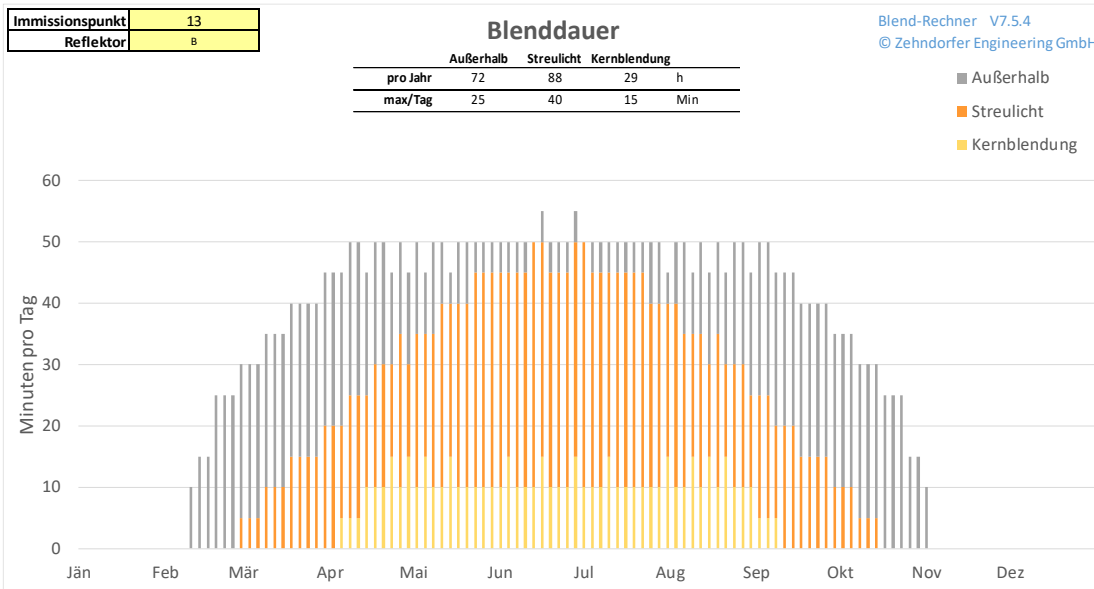
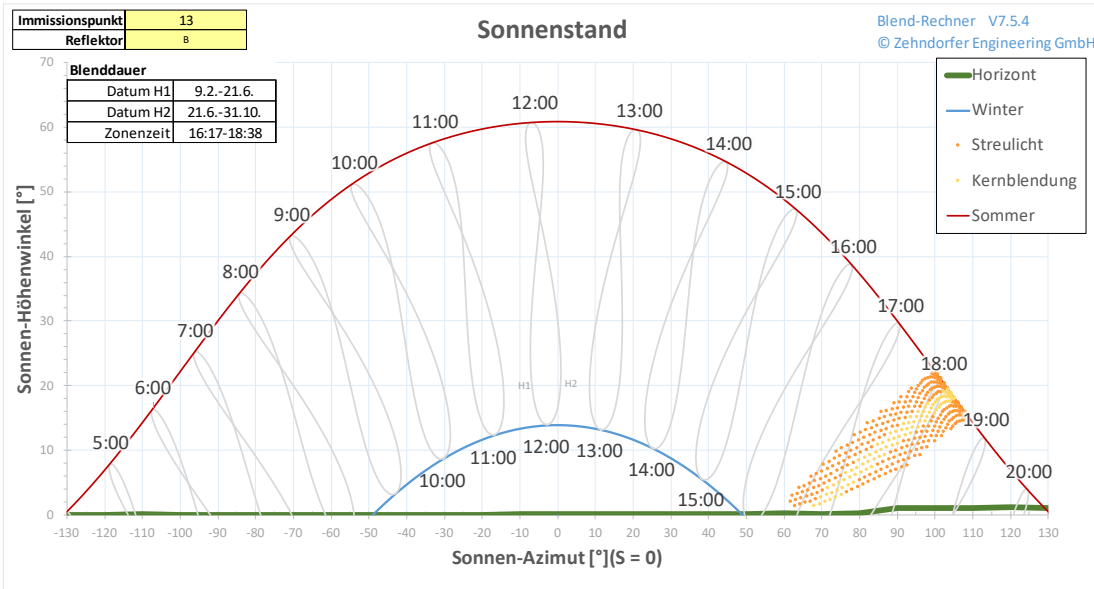
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

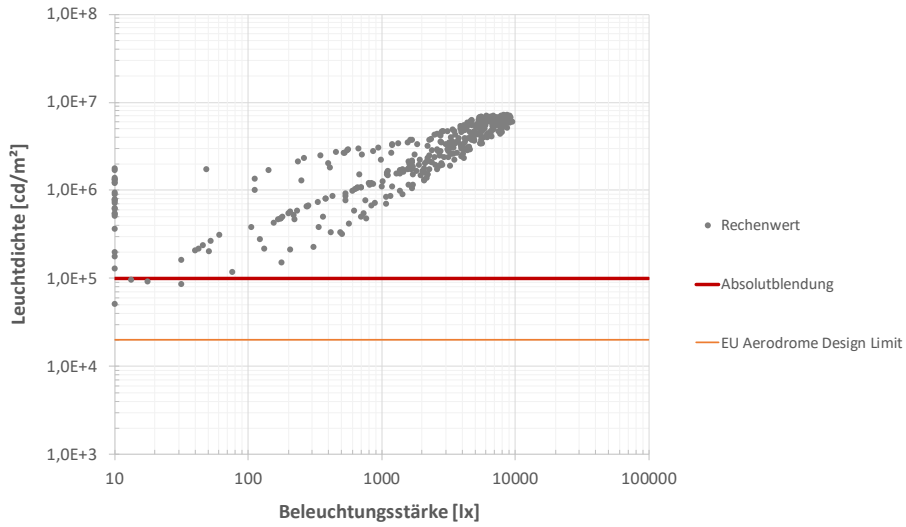




Immissionspunkt	13
Reflektor	B

Reflexions-Photometrie

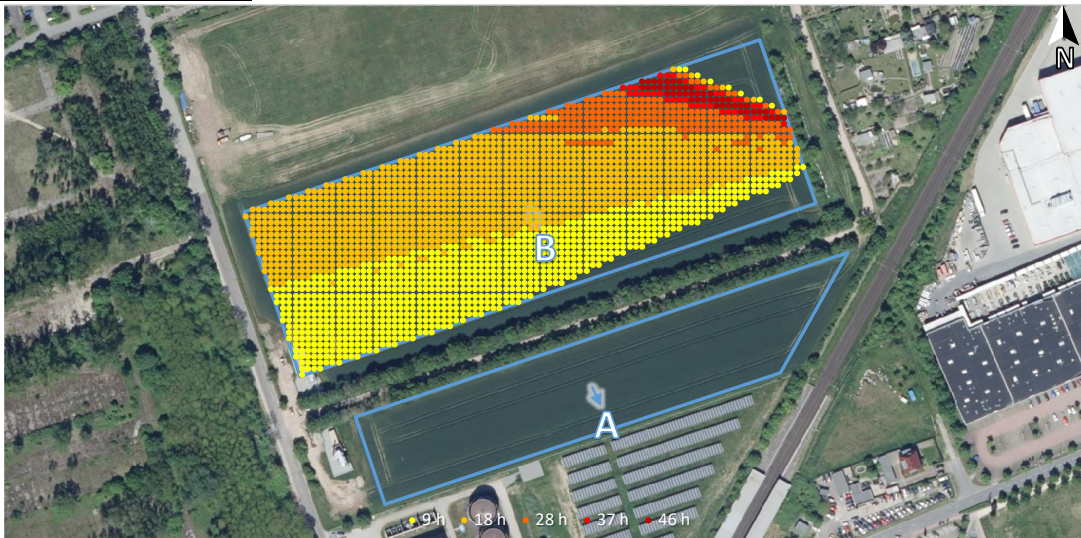
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	13
Reflektor	B

Blendhäufigkeit

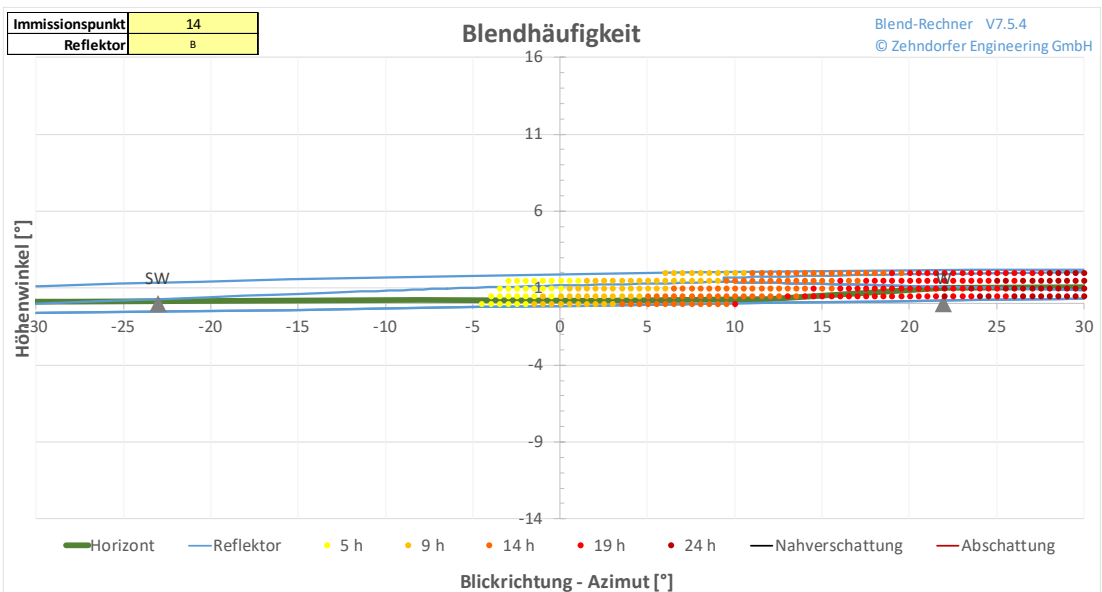
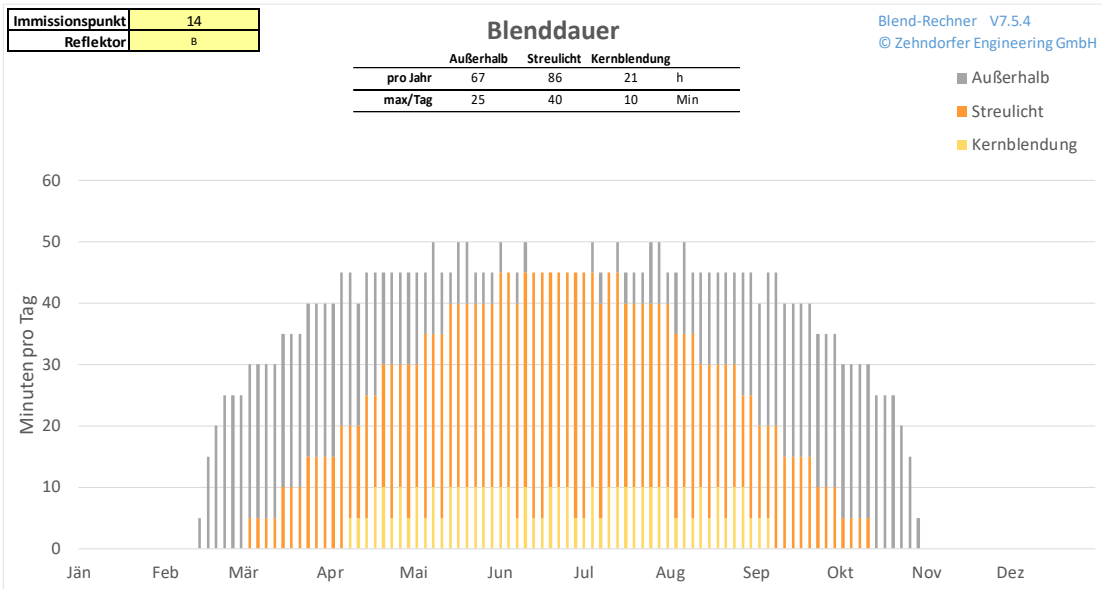
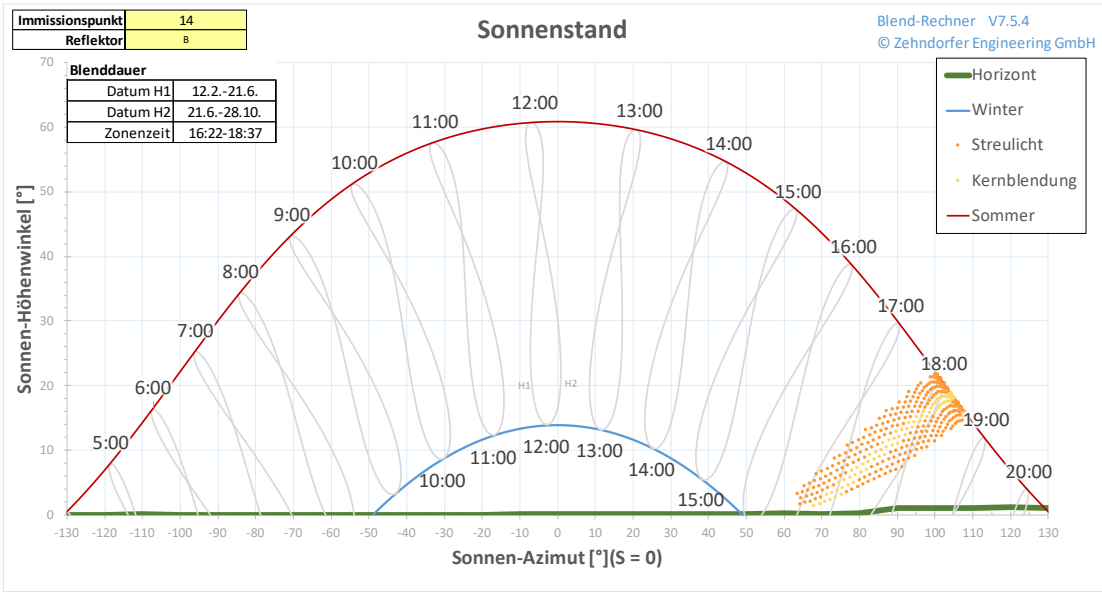
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

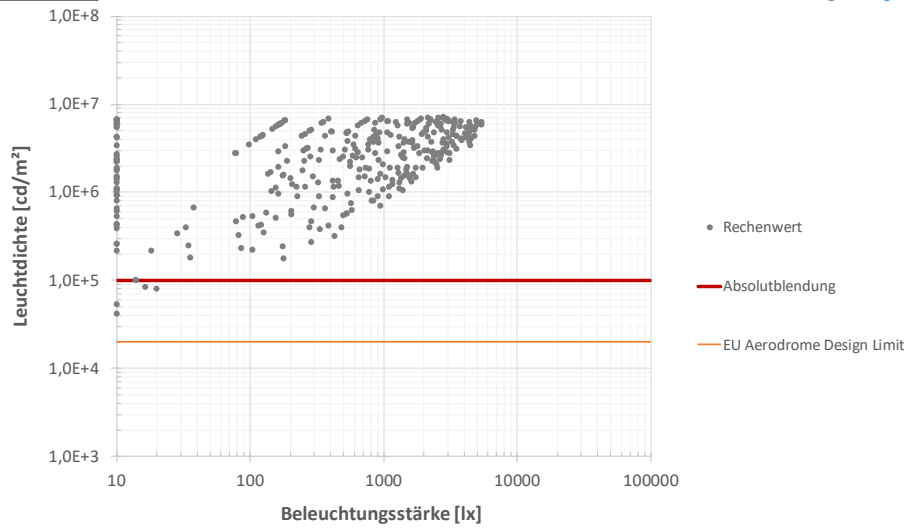




Immissionspunkt	14
Reflektor	B

Reflexions-Photometrie

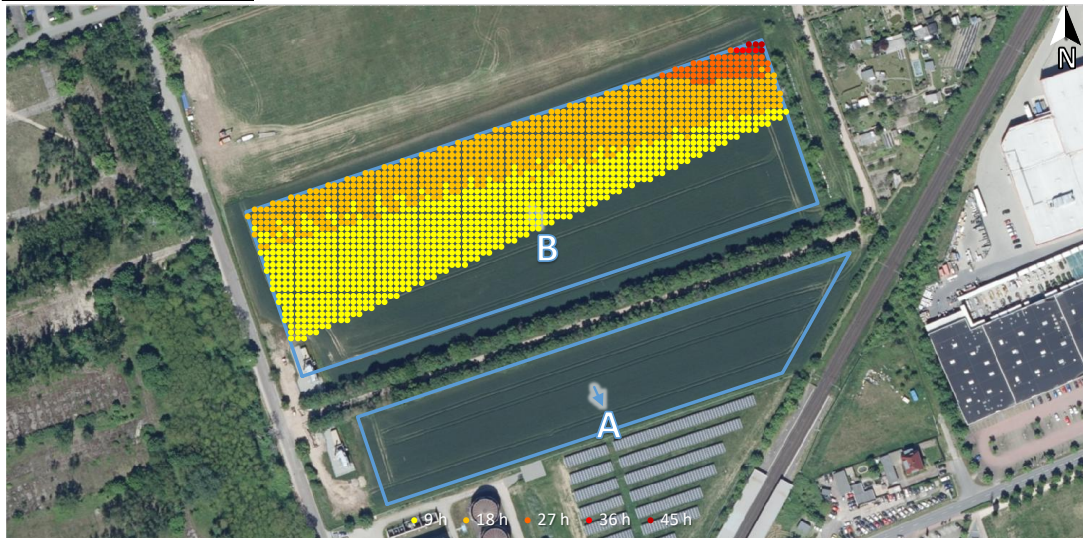
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	14
Reflektor	B

Blendhäufigkeit

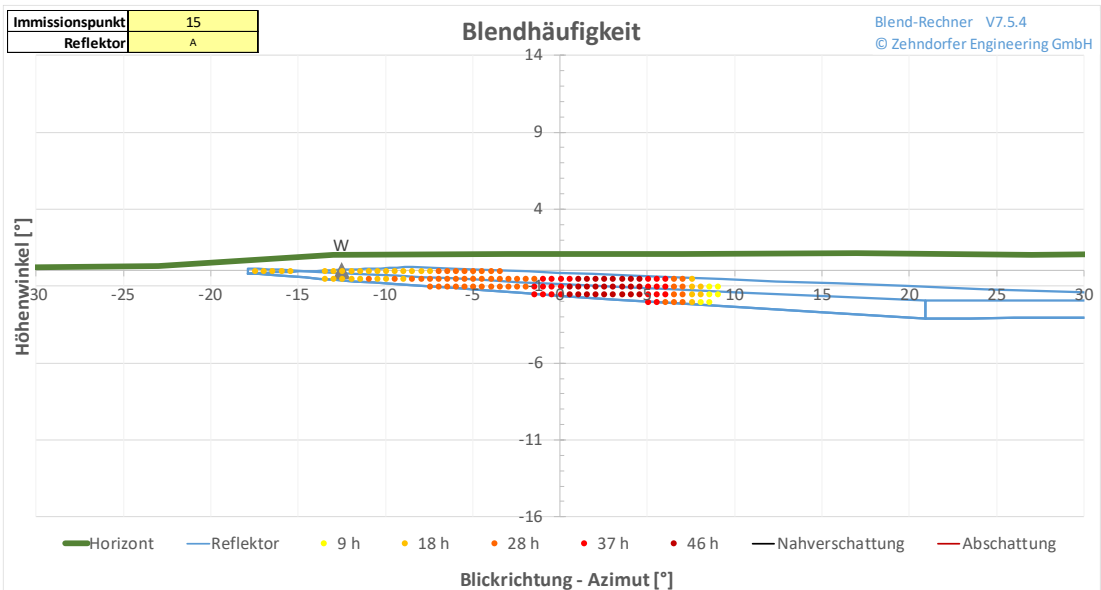
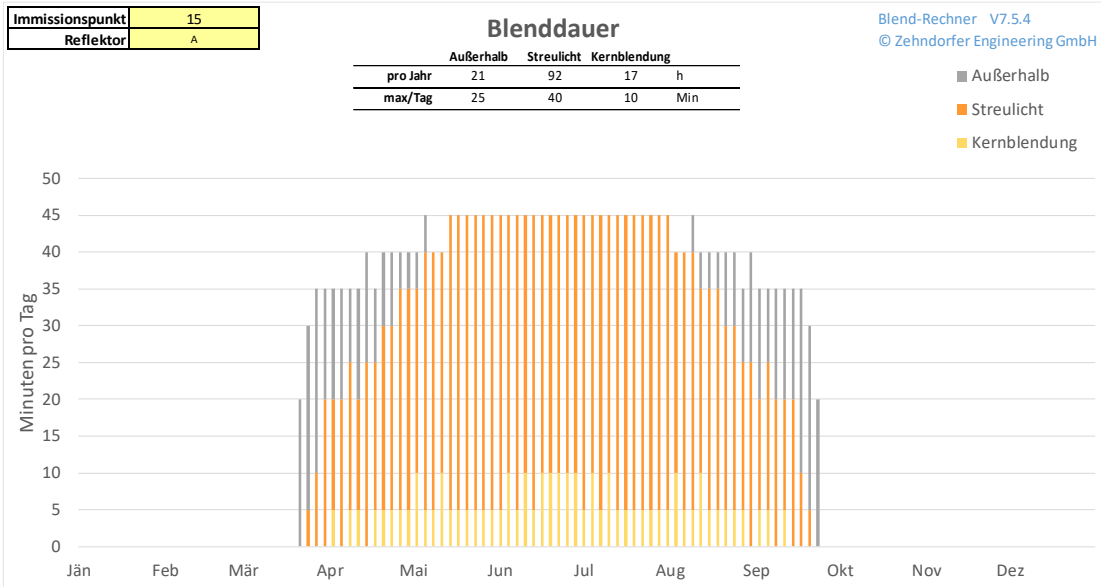
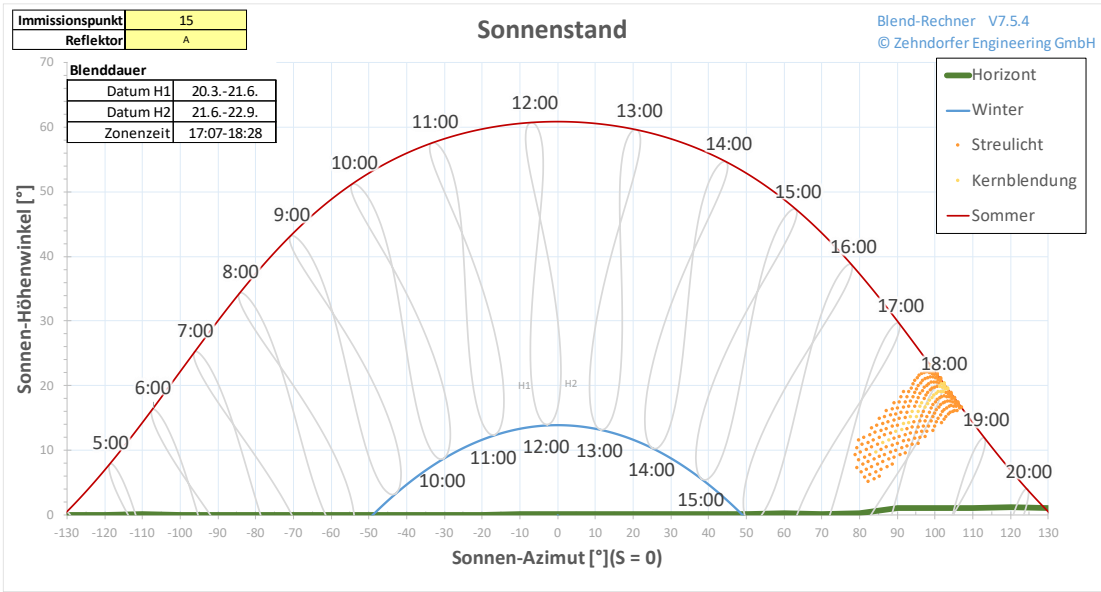
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

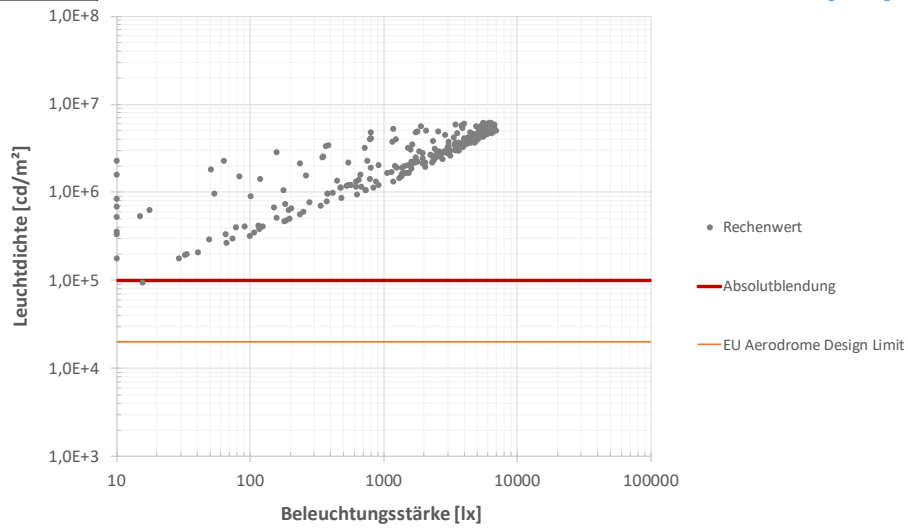




Immissionspunkt	15
Reflektor	A

Reflexions-Photometrie

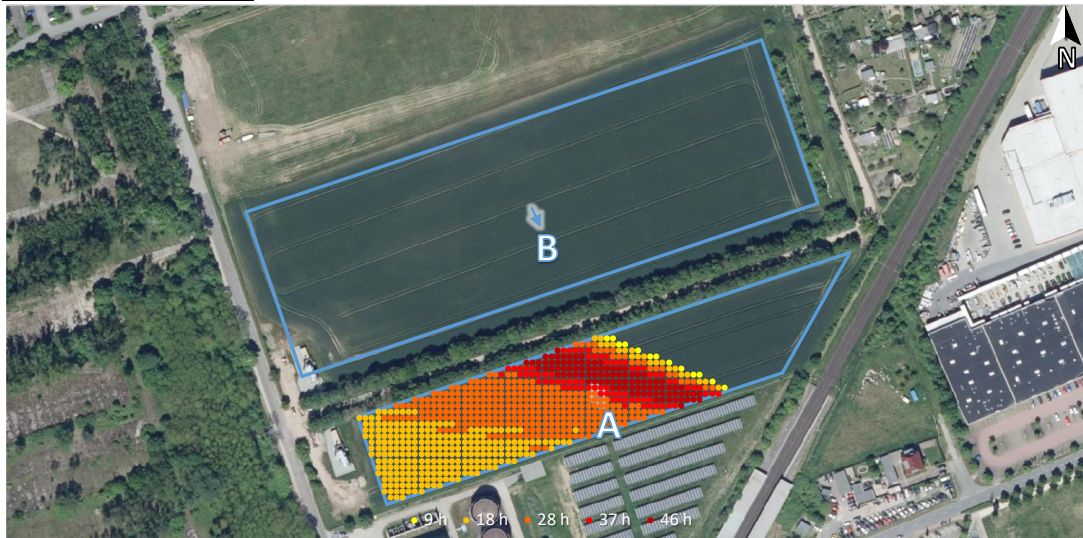
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	15
Reflektor	A

Blendhäufigkeit

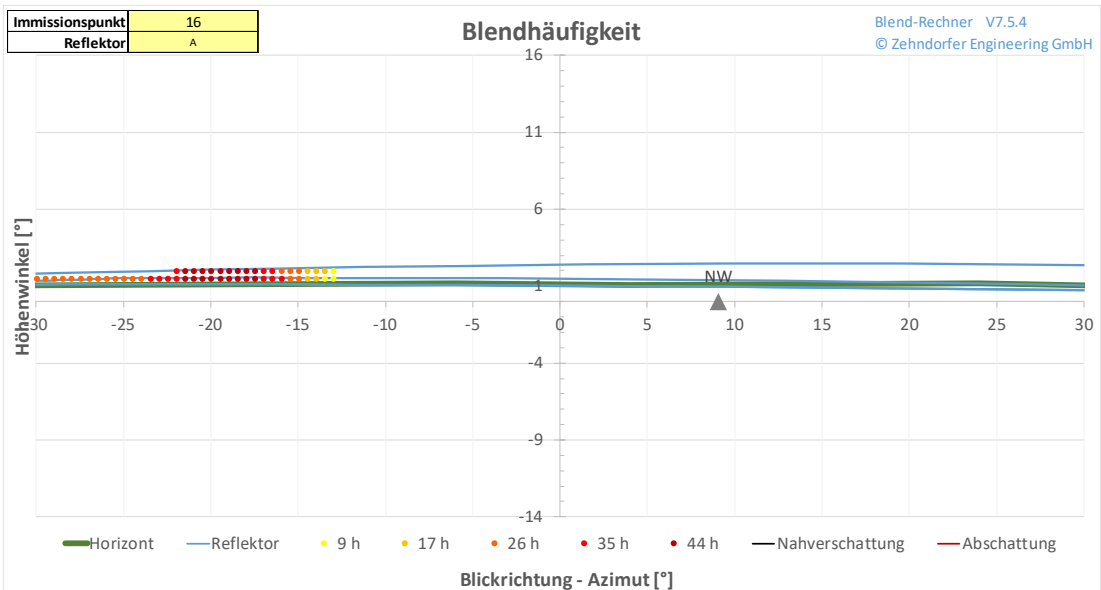
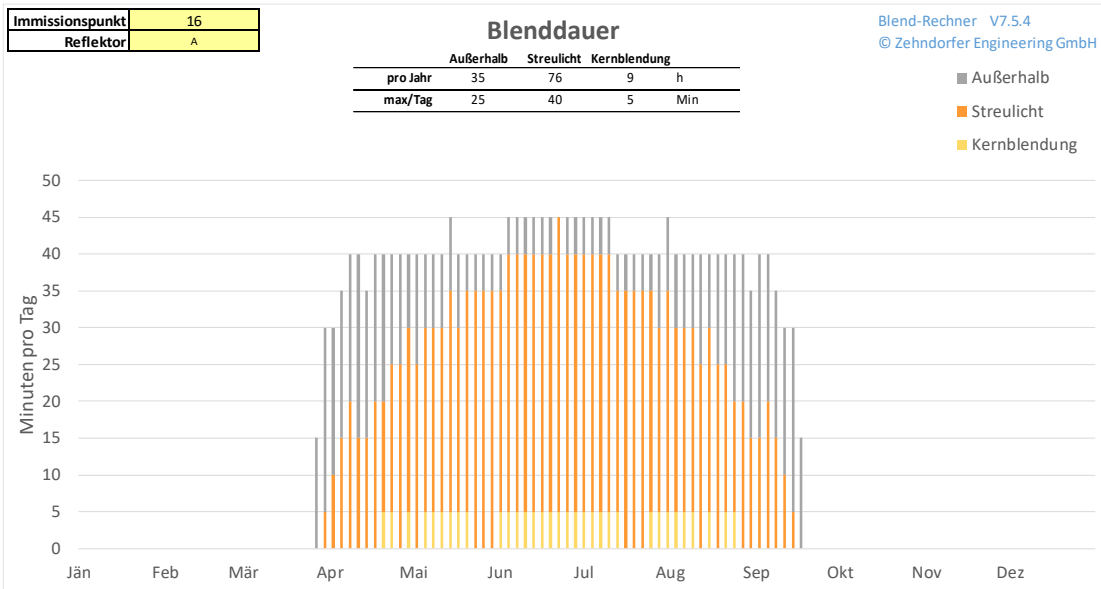
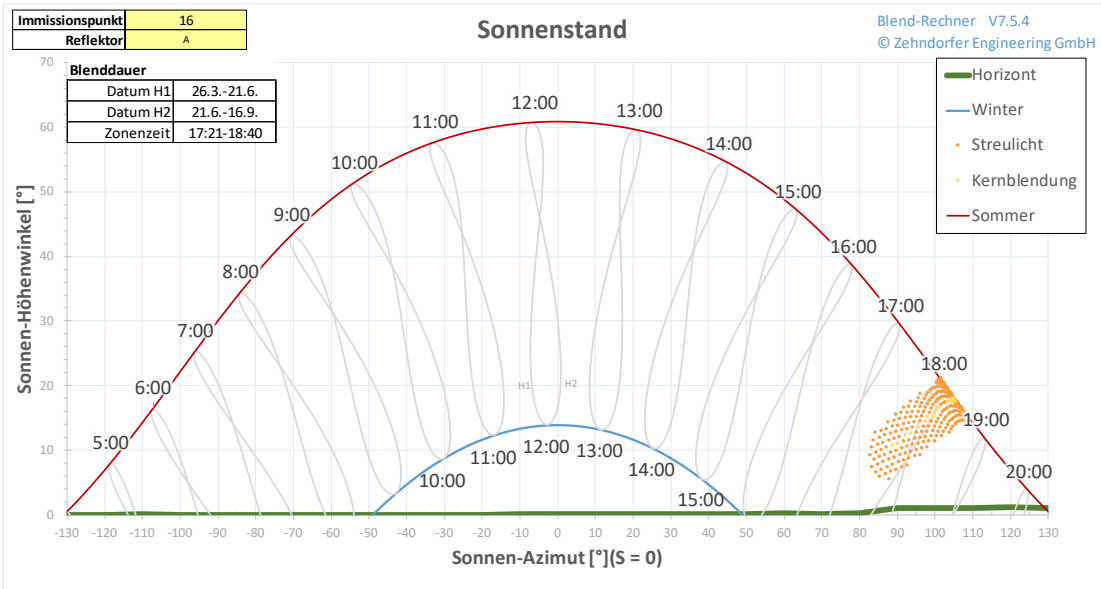
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

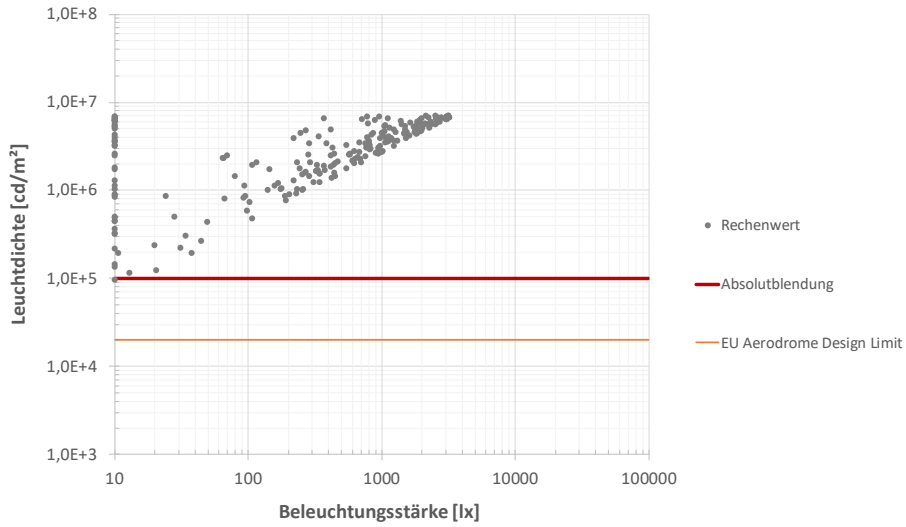




Immissionspunkt	16
Reflektor	A

Reflexions-Photometrie

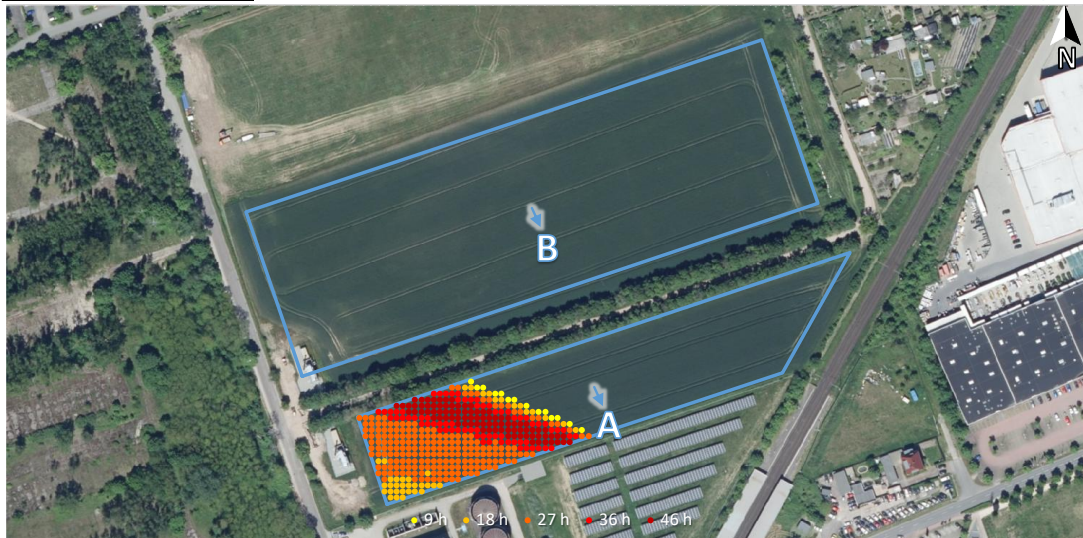
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH



Immissionspunkt	16
Reflektor	A

Blendhäufigkeit

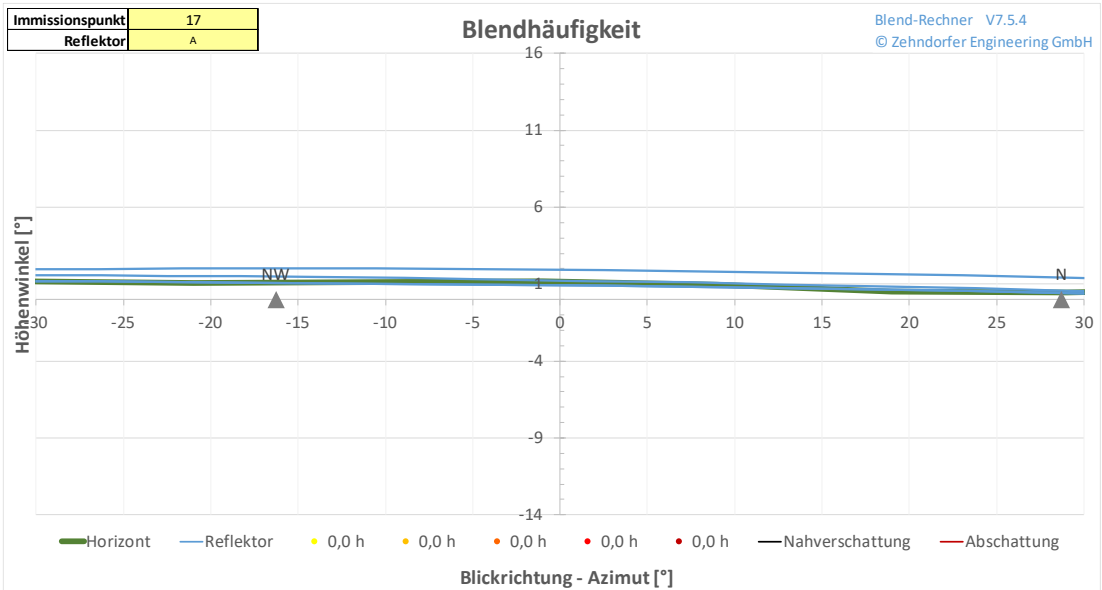
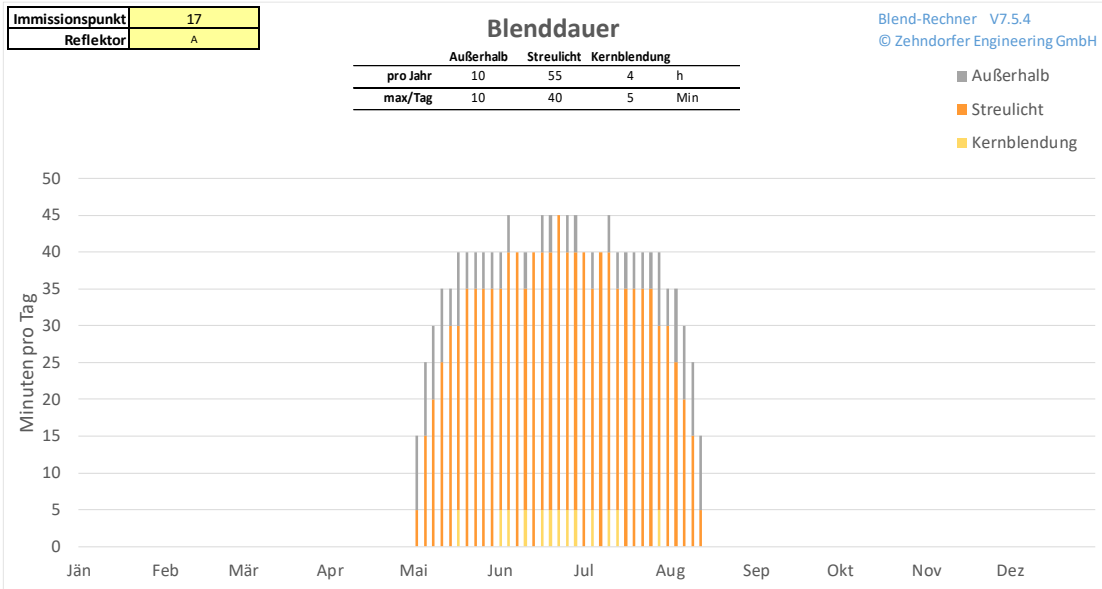
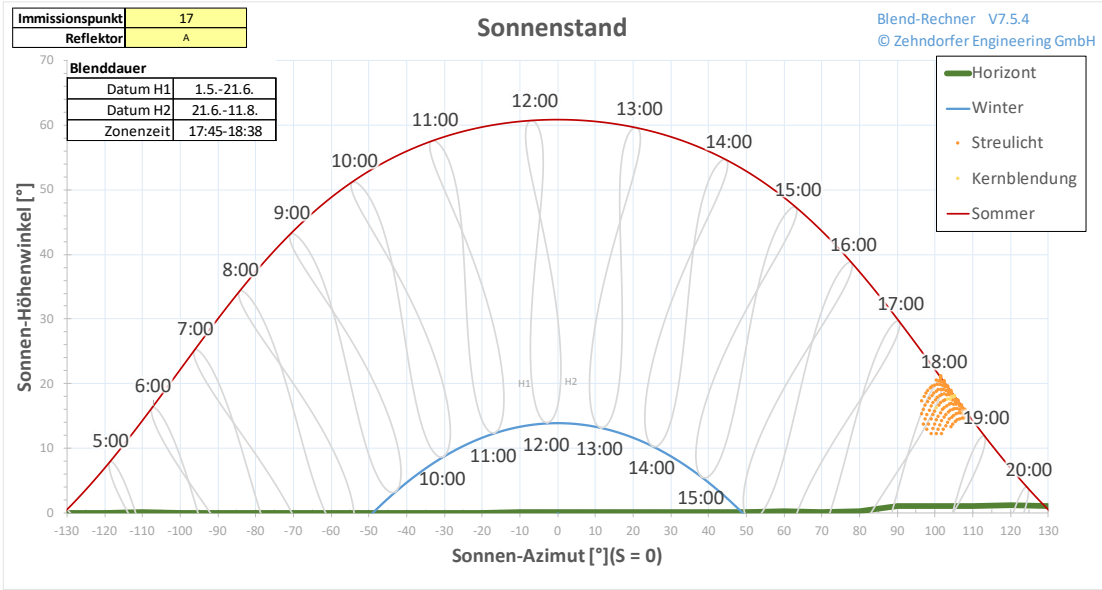
Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH

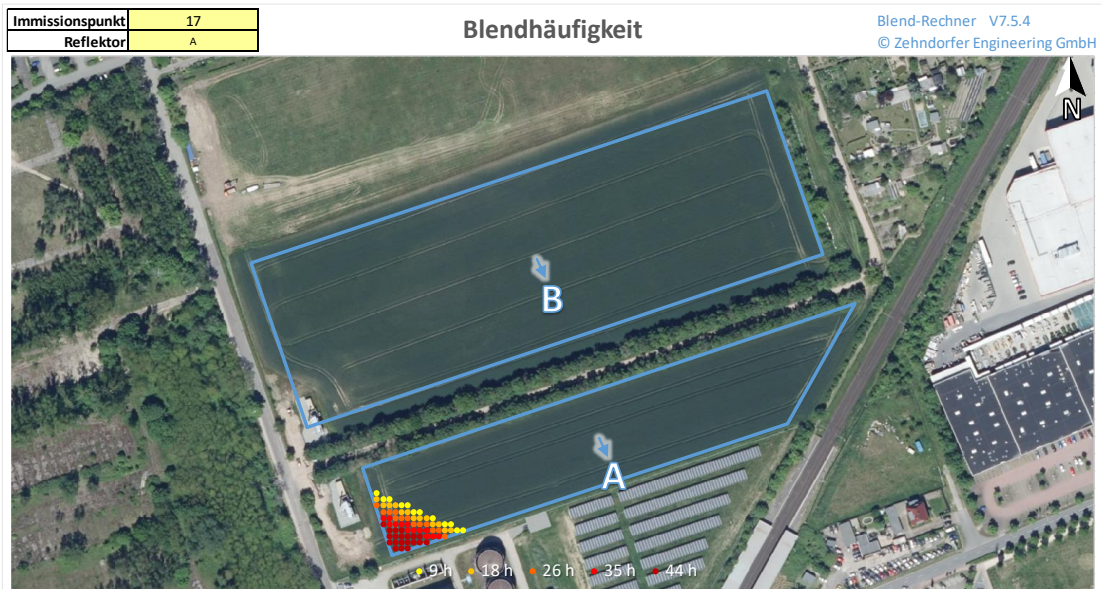
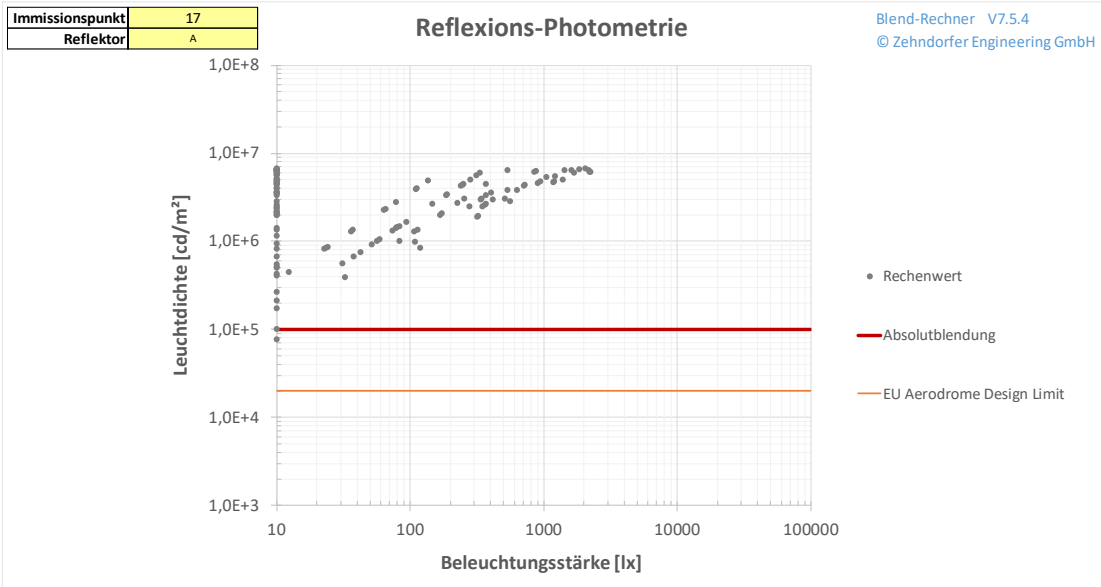


Sonnenreflexion

Blend-Rechner V7.5.4
© Zehndorfer Engineering GmbH







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

