

# Analyse der Blendwirkung der Solaranlage Burgstall

---

**Im Auftrag von**

HDG Technik GmbH

Herr Max Jahrstorfer

Burgstall 2

94554 Moos

**Gutachten ZE20033-HDG**

**Mai 2020**



**INHALT**

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Situationsbeschreibung.....                         | 4  |
| 1.1   | PROBLEMBESCHREIBUNG .....                           | 4  |
| 1.2   | ORTSBEZEICHNUNG UND LAGE DER PV-ANLAGE .....        | 4  |
| 1.3   | UNTERSUCHTER RAUM .....                             | 6  |
| 1.4   | ABSCHATTUNGEN & VERDECKUNGEN .....                  | 6  |
| 1.4.1 | <i>Geländeprofil</i> .....                          | 6  |
| 1.4.2 | <i>Horizont</i> .....                               | 7  |
| 1.4.3 | <i>Bewuchs</i> .....                                | 8  |
| 1.4.4 | <i>Künstliche Abschattungen</i> .....               | 8  |
| 2     | Blendberechnung.....                                | 8  |
| 2.1   | BEDINGUNGEN FÜR DIE BERECHNUNG.....                 | 8  |
| 2.2   | REFLEXIONSBERECHNUNG .....                          | 8  |
| 2.3   | ERKLÄRUNG DER ERGEBNISSE .....                      | 10 |
| 2.4   | SICHTBEZUG.....                                     | 10 |
| 2.5   | BLEND-WIRKUNG.....                                  | 11 |
| 2.5.1 | <i>Größenverhältnisse</i> .....                     | 11 |
| 2.5.2 | <i>Richtung der Blendung</i> .....                  | 12 |
| 2.5.3 | <i>Blendstärke</i> .....                            | 12 |
| 2.5.4 | <i>Blenddauer</i> .....                             | 13 |
| 2.5.5 | <i>Mögliche subjektive Effekte</i> .....            | 13 |
| 2.5.6 | <i>Verkehrskritische Punkte</i> .....               | 13 |
| 2.5.7 | <i>Schienefahrzeugverkehr</i> .....                 | 14 |
| 3     | Beurteilung & Empfehlungen.....                     | 15 |
|       | ANHANG 1 Definitionen.....                          | 18 |
|       | ANHANG 2 Richtlinien, Vorschriften und Gesetze..... | 19 |
|       | ANHANG 3 Methodik der Berechnung .....              | 21 |
|       | ANHANG 4 Vermessung der Umgebung.....               | 22 |
|       | ANHANG 5 Detail-Ergebnisse der Berechnungen.....    | 23 |
|       | ANHANG 5.1 ERGEBNISSE MIT HECKE .....               | 49 |

**Zusammenfassung**

Im Bauverfahren einer Freiflächen-Photovoltaikanlage ist zu prüfen, ob eine Blendwirkung auf den Straßen- oder Bahnverkehr, bzw. die Nachbarschaft besteht.

Die möglichen Reflexionen in Richtung der Straße liegen außerhalb des inneren Gesichtsfeldes der Lokführer und KFZ-Lenker bzw. werden vom bestehenden Bewuchs abgeschattet. Es besteht also keine Gefahr für den Straßen- oder Bahnverkehr.

Die Dauern der Reflexionen in Richtung der Nachbarschaft liegen unter den Grenzwerten der Erheblichkeit der Richtlinie.

**Versionsverlauf**

| <b>Version</b> | <b>Datum</b> | <b>Beschreibung</b>   |
|----------------|--------------|-----------------------|
| 1.0            | 12.5.2020    | ursprüngliche Fassung |
|                |              |                       |
|                |              |                       |
|                |              |                       |

*Haftungsausschluss*

*Die Simulationsmodelle werden mit aller notwendigen Sorgfalt erstellt. Auf Grund unvermeidbarer Abweichungen zwischen Simulationsmodell und tatsächlicher Situierung der reflektierenden Oberflächen kann es aber insbesondere bei der Bestimmung der Zeitpunkte von Blendungen, aber auch bei der Bestimmung von Blenddauern und Winkeln der Lichtstrahlen zu geringen, messbaren Abweichungen kommen.*

## 1 Situationsbeschreibung

### 1.1 Problembeschreibung

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

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 ein der Sichtbezug zu einem bestimmten Objekt wesentlich für die Ausführung der Tätigkeiten ist, können Blendungen Störungen darstellen, die Fehleinschätzungen herbeiführen.

Ziel dieses Gutachtens ist die Prüfung, ob der Straßenverkehr auf Bundesstraße B8 zwischen Langenisarhofen und Plattling, bzw. die Bahn auf der Strecke 5830 Passau-Obertraubling oder die Nachbarschaft von den Reflexionen der PV-Module geblendet werden könnten.

### 1.2 Ortsbezeichnung und Lage der PV-Anlage

Die geplante Freiflächen-Photovoltaik-Anlage befindet sich in der Gemeinde 94554 Moos, Landkreis Deggendorf (Gemarkung Moos, GPS Koordinaten 48°44'40"N, 12°56'9"O) nord-östlich der B8.

Abbildung 1 Situation



Abbildung 2 Ausrichtung der Anlage



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

Abbildung 3 Ausrichtung der PV-Module (nicht maßstabsgetreu)

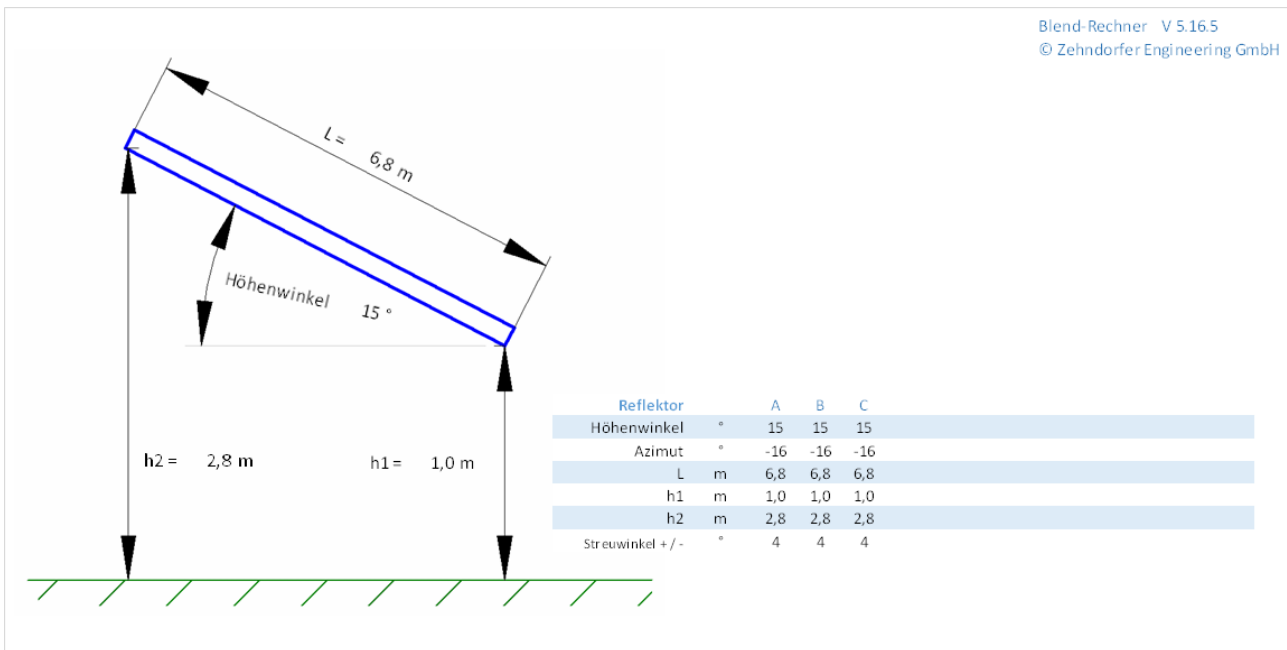


Abbildung 2 und Abbildung 3 zeigen die Ausrichtung des PV-Feldes im Raum. Die Module sind in Richtung - Süd-Süd-Ost (Azimet 16°) mit 15° Neigung aufgeständert. Sie sind auf vierreihigen Modultischen, hochkant, mit der Oberkante bei 2,8 m angeordnet.

## 1.3 Untersucher Raum

Die Immissionspunkte (IP) sind jene Punkte, für die die Blendberechnung durchgeführt wird. Die zu untersuchenden Punkte liegen auf der B8 und der Bahn in beiden Richtungen, sowie an den höchsten Punkten der Häuser der Nachbarschaft.

Abbildung 4 Immissionpunkte

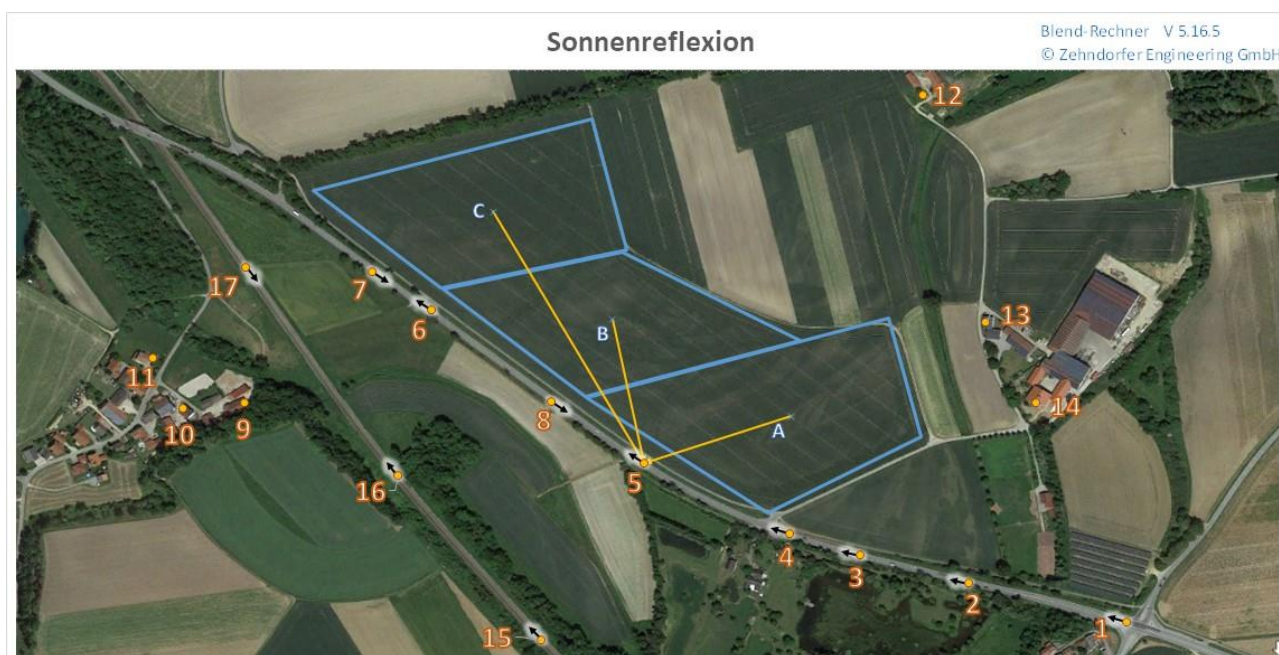


Abbildung 4 zeigt die Lage der Immissionspunkte (IP) und des PV-Feldes. Die Immissionspunkte wurden unter dem Kriterium ausgewählt, dass eine Sichtverbindung zur Vorderseite der PV-Module gegeben sein muss. Die Höhe der Immissionspunkte beträgt 2,5m über der Straße und über den Geleisen, sowie 5m bei den Häusern in der Nachbarschaft.

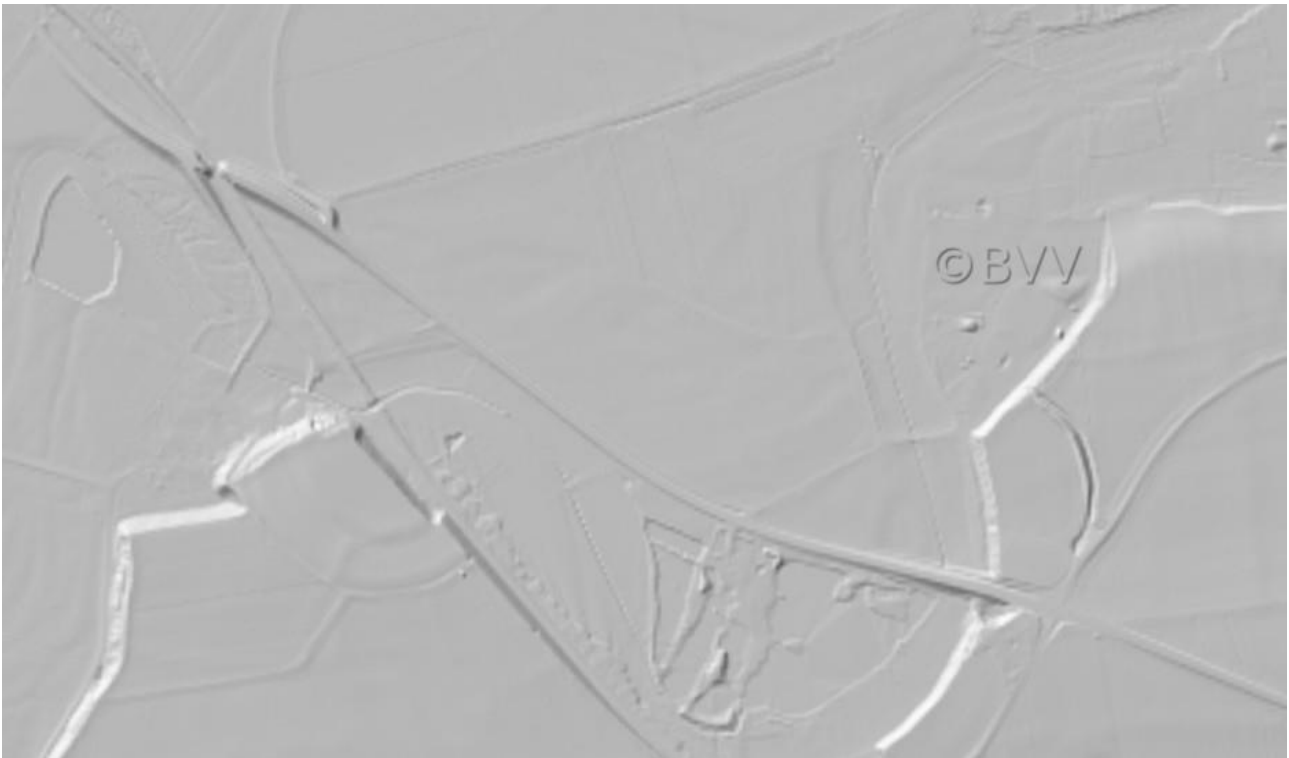
Die detaillierte Vermessung der relevanten Umgebung ist in Anhang 4 zu finden.

## 1.4 Abschattungen & Verdeckungen

### 1.4.1 Geländeprofil

Das umliegende Geländeprofil ist relativ flach. Einige der IP auf Straße, Bahn und den Häusern liegen etwas höher, als die Fläche, auf der sich die PV-Anlage befindet. Es gibt keine hohen Geländekanten, die den Blick auf die PV-Anlage verhindern würden.

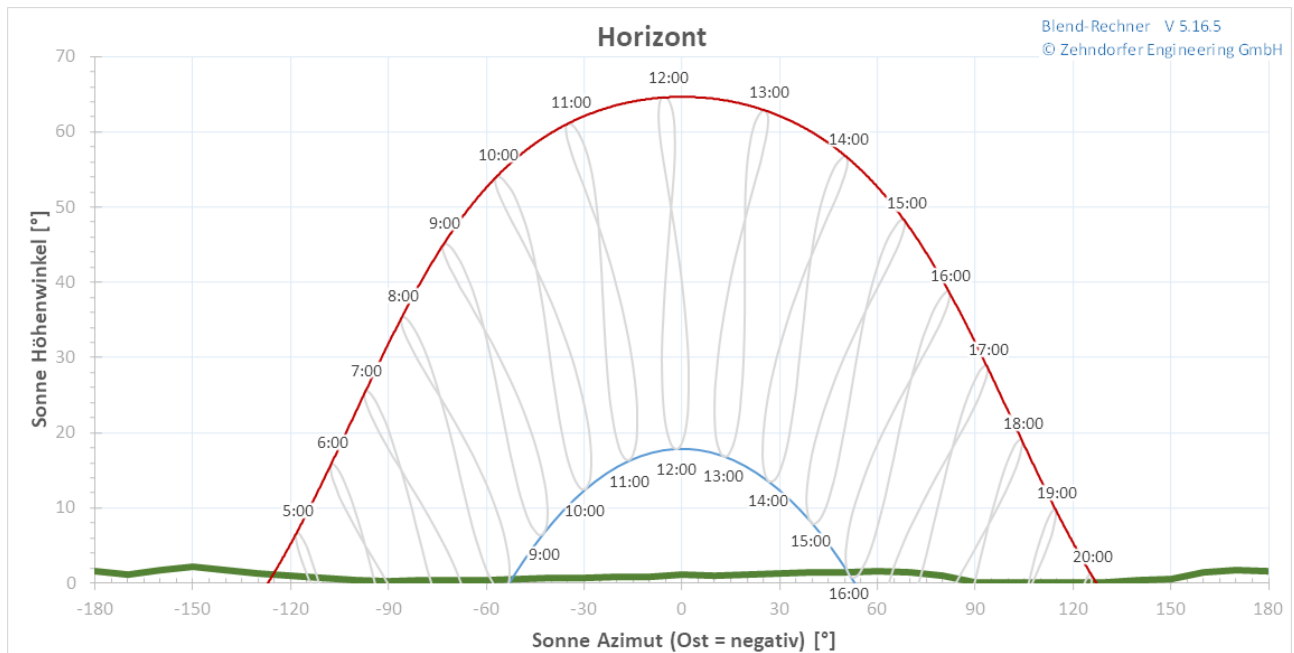
Abbildung 5 Geländerelief



1.4.2 Horizont

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

Abbildung 6 Horizont



### 1.4.3 Bewuchs

Zwischen der Reflexionsfläche und einigen den IP stehen dichte Baumreihen, die den Blick auf die PV-Anlage zu einem Großteil verhindern. Die Blendberechnung wird jedoch zuerst ohne die Wirkung von eventuellem Bewuchs durchgeführt.

### 1.4.4 Künstliche Abschattungen

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

## 2 Blendberechnung

### 2.1 Bedingungen für die Berechnung

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

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

### 2.2 Reflexionsberechnung

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

Abbildung 7 Reflexion der Solar Anlage zum IP1

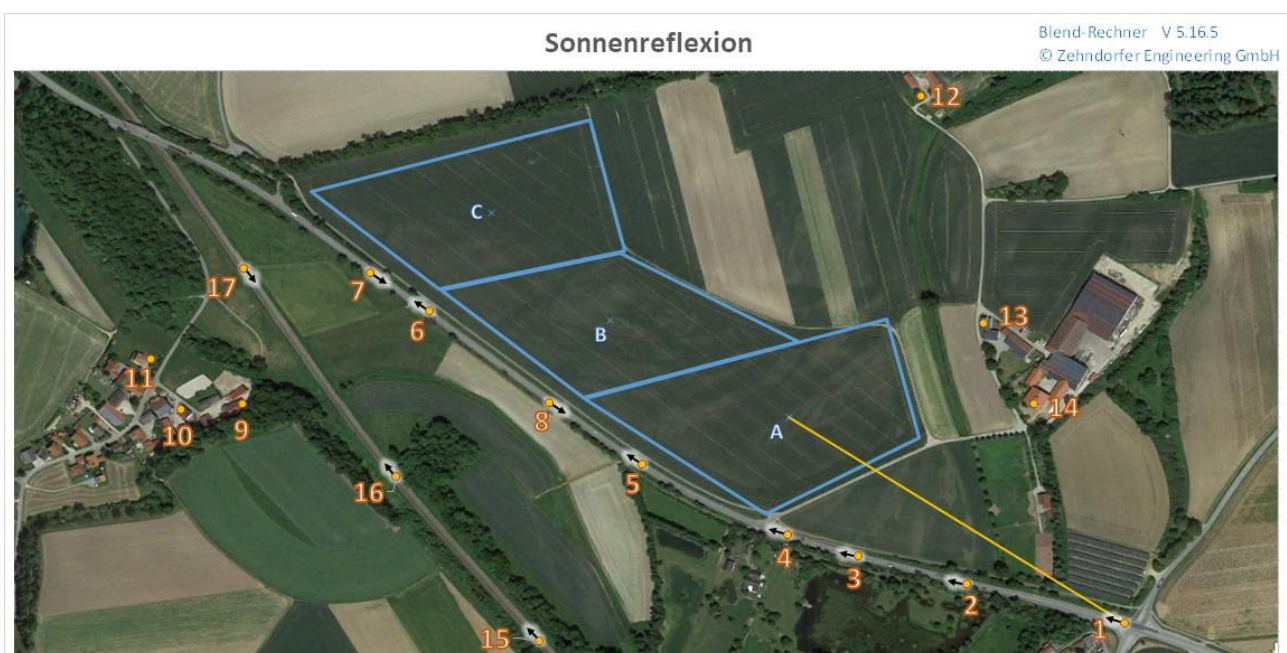
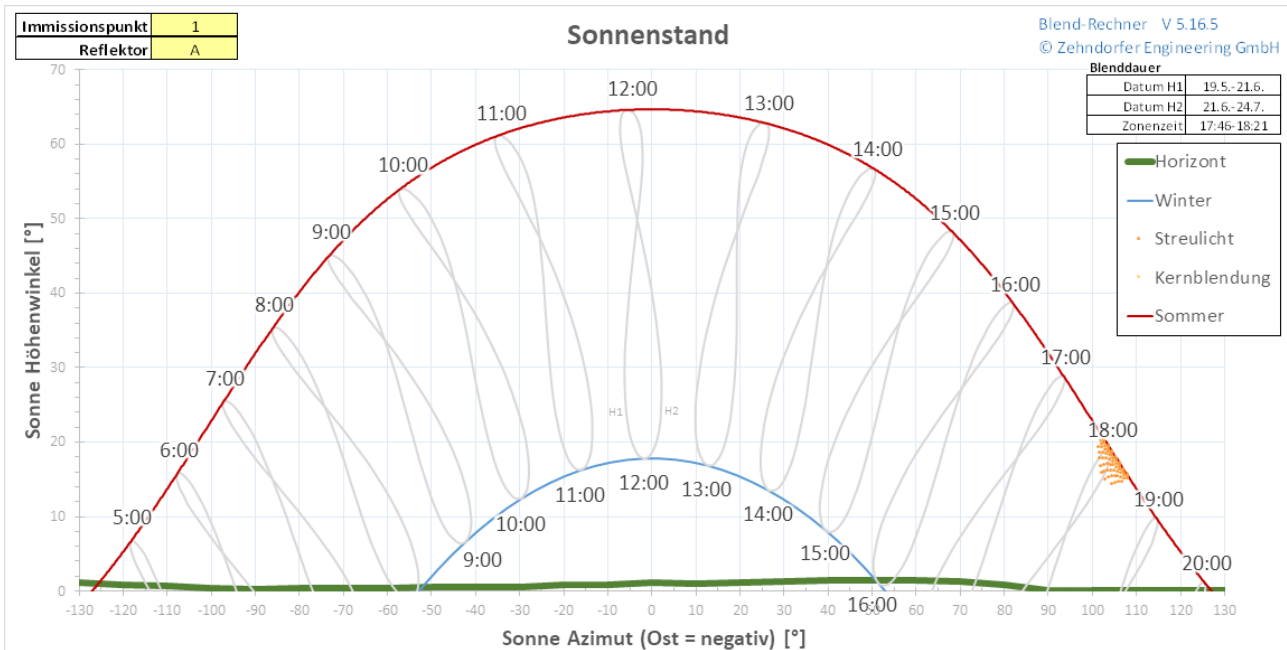




Abbildung 7 stellt die Immissionspunkte und den Strahlengang von eventuellen Reflexionen dar.

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

**Abbildung 8 Sonnenwinkel bei Blendung am IP 1**



Am IP 1 ist also abends von Mai bis Juli mit Reflexionen durch Streulicht zu rechnen. Die Resultate der Berechnung sind in folgender Tabelle zusammengefasst. Alle weiteren Ergebnisse sind in Anhang 5 zu finden.

|                              |             |
|------------------------------|-------------|
| <b>Reflektor</b>             | <b>A</b>    |
| <b>Immissionspunkt</b>       | <b>1</b>    |
| Distanz                      | m 496       |
| Höhenwinkel                  | ° -1        |
| Raumwinkel                   | msr 5       |
| Datum H1                     | 19.5.-21.6. |
| Datum H2                     | 21.6.-24.7. |
| Zeit                         | 17:46-18:21 |
| Kernblendung min / Tag       | 0           |
| Kernblendung h / Jahr        | 0           |
| Streulicht min / Tag         | 40          |
| Streulicht h / Jahr          | 35          |
| Sonnen Höhenwinkel (Mittel)  | ° 18        |
| Sonnen Azimut (Mittel)       | ° 105       |
| Sonne-Reflektor Winkel (max) | ° 26        |
| Blendung - Blickwinkel (min) | ° 1         |

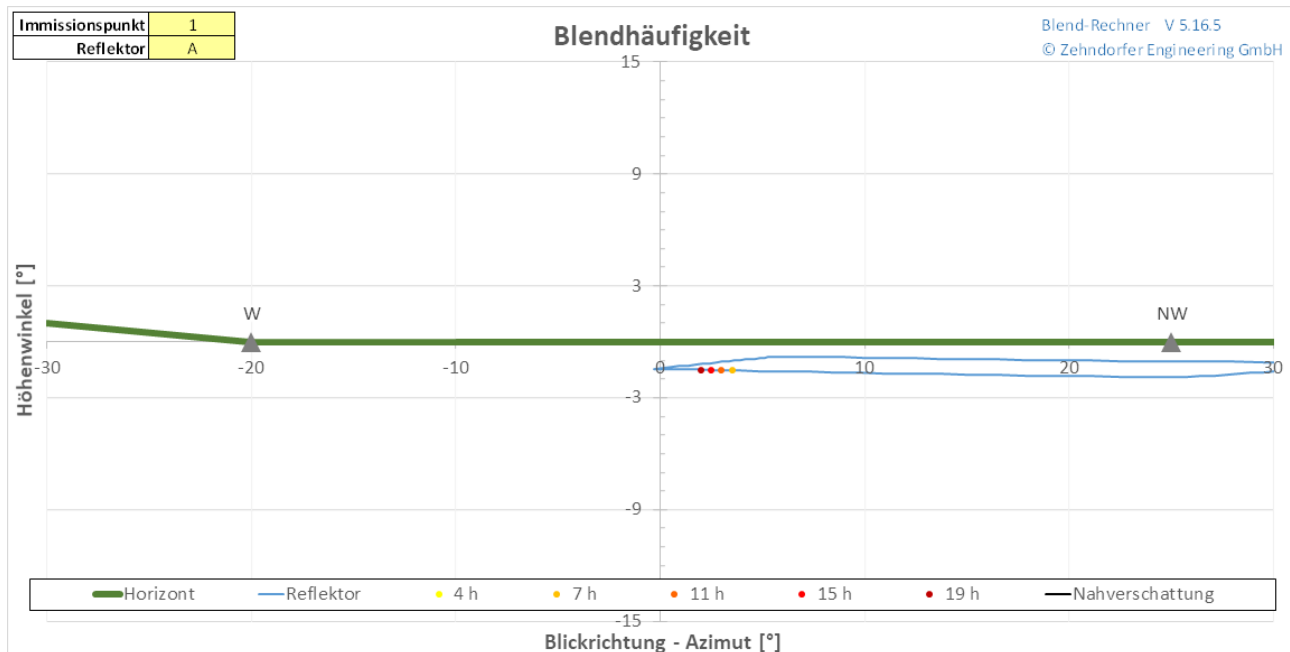
## 2.3 Erklärung der Ergebnisse

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Distanz</b>                | Ist die Distanz zwischen Mittelpunkt des Reflektors und Immissionspunkt in Meter.   |
| <b>Höhenwinkel</b>            | Der Höhenwinkel des Reflektors über dem Immissionspunkt. 0° bedeutet, dass sich der Reflektor am Horizont befindet.   |
| <b>Raumwinkel</b>             | Der Raumwinkel, gemessen in Milliradian. Der Raumwinkel ist ein Maß für die sichtbare Größe eines Objektes. Er wird berechnet indem man die sichtbare Fläche eines Objektes durch das Quadrat dessen Abstandes dividiert.   |
| <b>Datum H1/H2</b>            | Gibt genau jene Zeitspanne an, an welcher Blendung über den Reflektor erfolgt   |
| <b>Zeit</b>                   | Jene maximale Zeitspanne bei der die Blendung über den Reflektor erfolgt  |
| <b>Kernblendung</b>           | Die Dauer der Blendung durch direkte Spiegelung der Sonne am Reflektor in Minuten pro Tag bzw. Stunden pro Jahr   |
| <b>Streulicht</b>             | Die Dauer der Blendung durch gestreutes Licht der Sonne an der unebenen Oberfläche des Reflektors in Minuten pro Tag bzw. Stunden pro Jahr, für den Fall, dass das Streulicht (nach Vorgabe) unberücksichtigt bleibt, steht hier derselbe Wert wie bei der Kernblendung                                 |
| <b>Dauer</b>                  | Die Anzahl jener Tage im Jahr (Frühjahr und Herbst), an denen zu irgendeiner Uhrzeit eine Blendung auftreten kann. Außerhalb dieser Tage steht die Sonne zu hoch oder zu flach um am Immissionspunkt zu blenden, oder es findet eine Verschattung durch den Horizont oder künstliche Hindernisse statt. |
| <b>Sonnen Höhenwinkel</b>     | Durchschnittlicher Sonnen-höhenwinkel zum Zeitpunkt der Blendung  |
| <b>Sonnen Azimut</b>          | Durchschnittlicher Sonnen-Azimut zum Zeitpunkt der Blendung   |
| <b>Sonne-Reflektor Winkel</b> | Der vom Immissionspunkt aus, sichtbare Winkel zwischen Reflektor und Sonnenstand bei Blendung. Ist dieser Winkel klein (also z.B. < 10°), so spielt die Blendung, neben der, in gleicher Richtung stehenden und typischer Weise viel stärkeren Sonne, eine untergeordnete Rolle.                        |
| <b>Blendung-Blickwinkel</b>   | Der minimale Winkel zwischen der Blickrichtung (also z.B. Fahrtrichtung) und jener Stelle des Reflektors von welcher aus Reflexionen stattfinden könnten. Ist der Winkel groß (also außerhalb des eines Kegels von 30°), so spielt die Blendung eine untergeordnete Rolle.                              |

## 2.4 Sichtbezug

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

Abbildung 9 Blickfeld am IP 1



## 2.5 Blend-wirkung

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

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

### 2.5.1 Größenverhältnisse

Die hier dargestellten Größenverhältnisse sollen bei der subjektiven Einordnung der Reflexionsfläche helfen. Da das Auge keine Größen, sondern nur optische Winkel wahrnimmt (also das Verhältnis von Größe zur Entfernung<sup>1</sup>) sind hier alle Größen im Maß des Raumwinkels (milli Steradian) umgerechnet.

<sup>1</sup> Der Mond oder die Sonne sind also z.B. mit dem ausgestreckten Daumen vollständig verdeckbar.

| Sichtbeziehung                 | Raumwinkel |
|--------------------------------|------------|
| <b>Gesichtsfeld</b>            | 2.200 msr  |
| <b>Sonnenscheibe am Himmel</b> | 0,068 msr  |
| <b>Ausgestreckter Daumen</b>   | 1,55 msr   |

Die maximal sichtbare Größe der Solar-Anlage vom IP 1 (5 msr) ist als klein zu bezeichnen.

### 2.5.2 Richtung der Blendung

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

Die Richtlinie für die "Beleuchtung von Arbeitsstätten" DIN EN 12464, zum Beispiel, reduziert seitlich auftretende Blendungen mit dem Guth-Positionsindex<sup>2</sup>.

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 rechtwinklig auf die Oberfläche eintreffendem Licht relativ kleine Reflexionsfaktoren, weshalb dabei nur ein Teil des Sonnenlichts reflektiert wird. In diesem konkreten Fall ist der Reflexionswinkel jedoch (zur Normalen auf die Solar-Module) hoch (d.h. relativ flach zur Glasoberfläche), wodurch ein großer Teil des Sonnenlichts reflektiert wird.

---

<sup>2</sup> In diesem Zusammenhang wird auch auf eine Studie von Natasja van der Leden, Johan Alferdinck, Alexander Toet mit dem Titel „Verhinderung von Sonnenreflexionen in Lärmschutzwällen – ein Laborexperiment“ verwiesen, die zu dem Schluss kommt, dass: „die Fahrleistung bei kleinen Blendungswinkeln von 5 Grad besonders abnimmt.“

2.5.4 Blenddauer

Abbildung 10 Blenddauer am IP 1

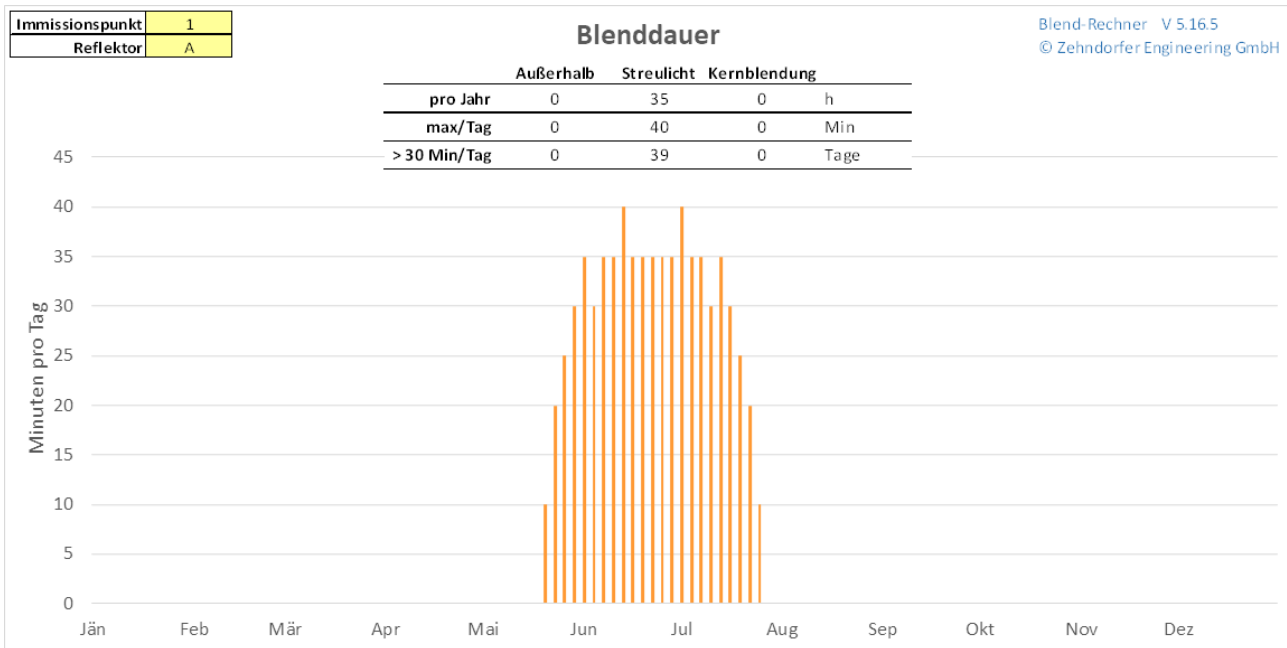


Abbildung 10 zeigt die Verteilung der Blenddauer pro Tag über das ganze Jahr.

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

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

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

2.5.5 Mögliche subjektive Effekte

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

2.5.6 Verkehrskritische Punkte

Für den Verkehr sind folgende Punkte als kritisch zu betrachten:

- Straßen- und Eisenbahnkreuzungen
- Straßenstellen mit Querungsachsen für Fußgänger und Radfahrer
- Unfallhäufungsstellen
- Straßenstellen mit Verflechtungs- und Manöverstrecken
- Stellen mit Geschwindigkeitsinhomogenität

Am IP 1 liegt eine Abbiegespur (siehe Abbildung 11). Dieser Punkt ist also als verkehrskritisch zu betrachten.

Abbildung 11 IP1 Detail - Verkehr



### 2.5.7 Schienenfahrzeugverkehr

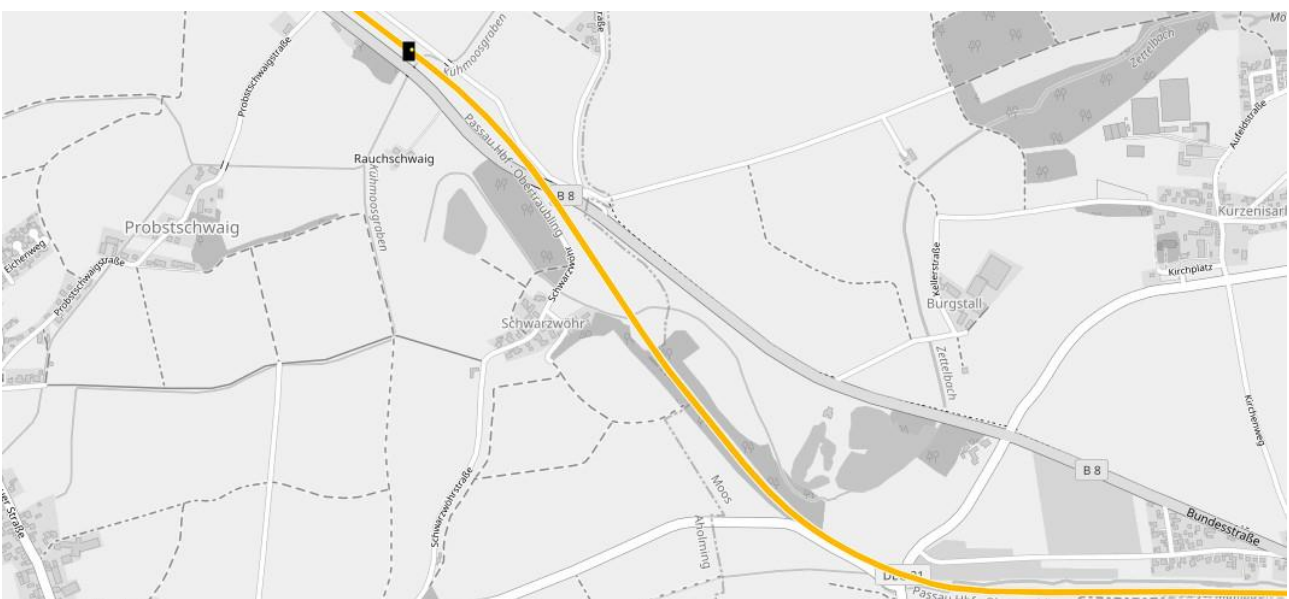
Für den Bahnverkehr sind die folgenden Punkte als kritisch zu betrachten:

- 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.

Auf der relevanten Bahnstrecke sind keine Signale eingezeichnet (siehe Abbildung 12), auch sonst liegen keine kritischen Punkte vor. Auf dem Streckenabschnitt ist eine Höchstgeschwindigkeit von 160km/h erlaubt.

Abbildung 12 Bahn



### 3 Beurteilung & Empfehlungen

#### IP1 und IP2 (Straße)

Es werden im Sommer, abends kurze Streublendungen in Richtung der IP stattfinden.

Diese werden durch den bestehenden Bewuchs abgeschattet. In Abbildung 13 ist in etwa der kritische Bereich aus der Blendberechnung (in rot) eingezeichnet, dessen Abschirmung wichtig ist.

#### Abbildung 13 bestehende Bepflanzung (Sicht von IP1)



Der bestehende Bewuchs auf dem Foto wird als ausreichend erachtet. Da die Reflexionen auf Grund des Sonnenstandes auch nur in den Sommermonaten stattfinden werden, ist auch mit einer ausreichenden Belaubung zu rechnen. Sollte der Bewuchs entfernt werden, so sollten bei tatsächlichem Vorliegen von Blendungen andere Maßnahmen zur Blendreduktion ergriffen werden (z.B. blickdichter Zaun zwischen östlich liegendem Radweg und Straße).

Abbildung 14 Modellierung der Hecke

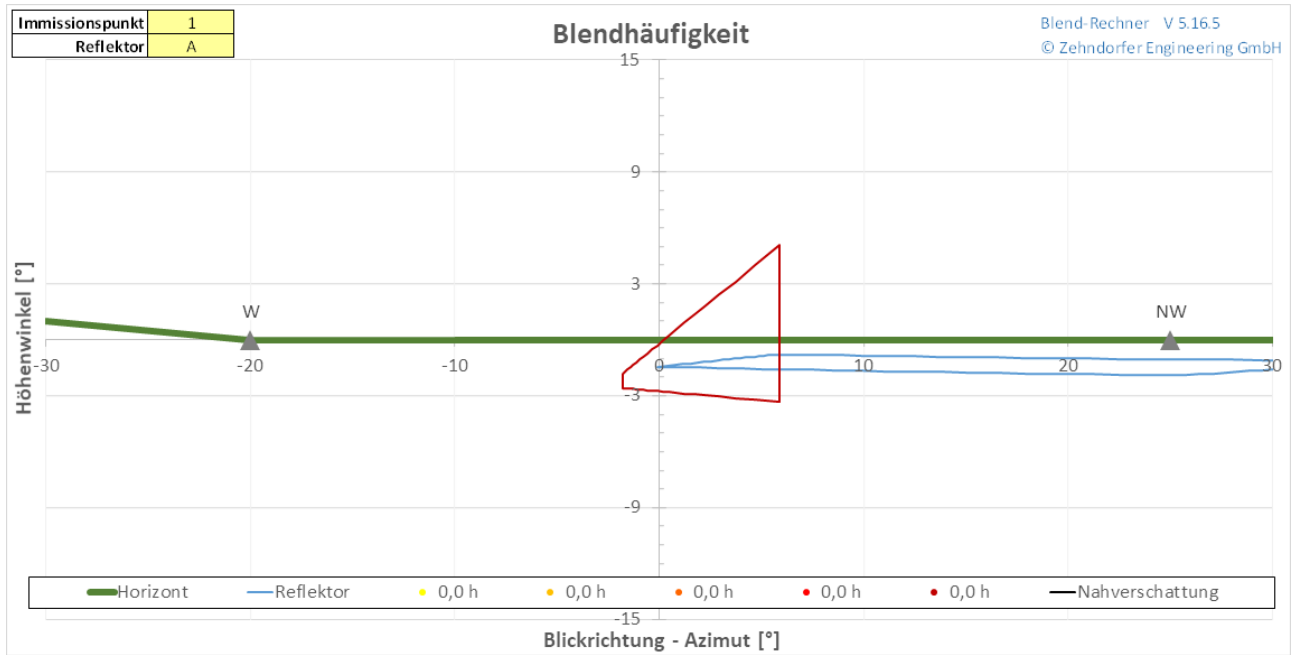


Abbildung 14 zeigt die modellierte Hecke. Details der Berechnung sind in Anhang 5.1 zu sehen.

Abbildung 15 Bewuchs (Sicht vom IP2 aus)





**IP 3, 4 (Straße)**

Auf Basis des astronomischen Sonnenstandes werden zu keiner Zeit Reflexionen in Richtung dieser IP ausgestrahlt.

**IP5 bis 8 (Straße)**

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

**IP 9 bis 14 (Nachbarschaft)**

Es werden am Tagesrand Reflexionen auftreten. Sie bestehen zum Großteil aus Streulicht. Die Dauer der spiegelnden Reflexionen liegt deutlich unter den Grenzwerten der Erheblichkeit der Richtlinie.

**IP 15 bis 17 (Bahn)**

Es wird morgens zu Reflexionen in Richtung der Bahntrasse kommen. Diese stellen jedoch keine Gefahr für den Bahnverkehr dar, da die Reflexionen von der Seite kommen und daher immer außerhalb des inneren Gesichtsfeldes der Lokführer auftreten.

**Durch die PV-Anlage wird also keine gefährliche Blendwirkung auf den Straßen- oder Bahnverkehr stattfinden. Die Nachbarschaft wird keiner erheblichen Blendwirkung gemäß LAI-2012 ausgesetzt.**

Datum: 12.5.2020

Gutachter:

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

Jakob Zehndorfer  
Zehndorfer Engineering GmbH

## ANHANG 1 DEFINITIONEN

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

## **ANHANG 2 RICHTLINIEN, VORSCHRIFTEN UND GESETZE**

### **Bundes-Immissionsschutzgesetz (2016)**

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

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

### **Bürgerliches Gesetzbuch 2015, § 906**

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

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

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

#### **3. Maßgebliche Immissionsorte und –Situationen**

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

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

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

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

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

### **Bundesfernstraßengesetz (2007)**

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

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

## ANHANG 3 METHODIK DER BERECHNUNG

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

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

## ANHANG 4 VERMESSUNG DER UMGEBUNG

Für die Koordinaten wurde das folgende Bezugssystem gewählt: UTM Zone 33, mit false northing -5.000.000

Die PV Anlage befindet sich an folgenden Koordinaten

| Reflektor<br>Eckpunkt | A       |         |         |         | B       |         |         |         | C       |         |         |         |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                       | C1      | C2      | C3      | C4      | C1      | C2      | C3      | C4      | C1      | C2      | C3      | C4      |
| x                     | 348 475 | 348 667 | 348 631 | 348 257 | 348 255 | 348 522 | 348 305 | 348 085 | 348 082 | 348 312 | 348 273 | 347 928 |
| y                     | 400 830 | 400 927 | 401 085 | 400 989 | 400 991 | 401 059 | 401 182 | 401 138 | 401 140 | 401 185 | 401 361 | 401 275 |
| z                     | 317     | 317     | 317     | 317     | 317     | 317     | 317     | 317     | 317     | 317     | 317     | 317     |
| h                     | 1,0     | 1,0     | 2,76    | 2,76    | 1,0     | 1,0     | 2,76    | 2,76    | 1,0     | 1,0     | 2,76    | 2,76    |

Für diese Berechnung wurden folgende Immissionspunkte betrachtet

### Straße

| Immissionspunkt | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Bezeichnung     | IP1     | IP2     | IP3     | IP4     | IP5     | IP6     | IP7     | IP8     |
| x               | 348 913 | 348 721 | 348 589 | 348 502 | 348 326 | 348 070 | 347 998 | 348 214 |
| y               | 400 673 | 400 730 | 400 770 | 400 802 | 400 900 | 401 111 | 401 164 | 400 985 |
| z               | 327     | 319     | 318     | 318     | 317     | 317     | 318     | 318     |
| h               | 2,5     | 2,5     | 2,5     | 2,5     | 2,5     | 2,5     | 2,5     | 2,5     |
| Blickrichtung   | 110     | 104     | 106     | 112     | 127     | 128     | -52     | -52     |

### Nachbarschaft

| Immissionspunkt | 9       | 10      | 11      | 12      | 13      | 14      |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Bezeichnung     | IP9     | IP10    | IP11    | IP12    | IP13    | IP14    |
| x               | 347 836 | 347 761 | 347 725 | 348 682 | 348 751 | 348 811 |
| y               | 400 993 | 400 989 | 401 056 | 401 381 | 401 076 | 400 968 |
| z               | 321     | 320     | 318     | 316     | 316     | 317     |
| h               | 5,0     | 5,0     | 5,0     | 5,0     | 5,0     | 5,0     |
| Blickrichtung   |         |         |         |         |         |         |

### Bahn

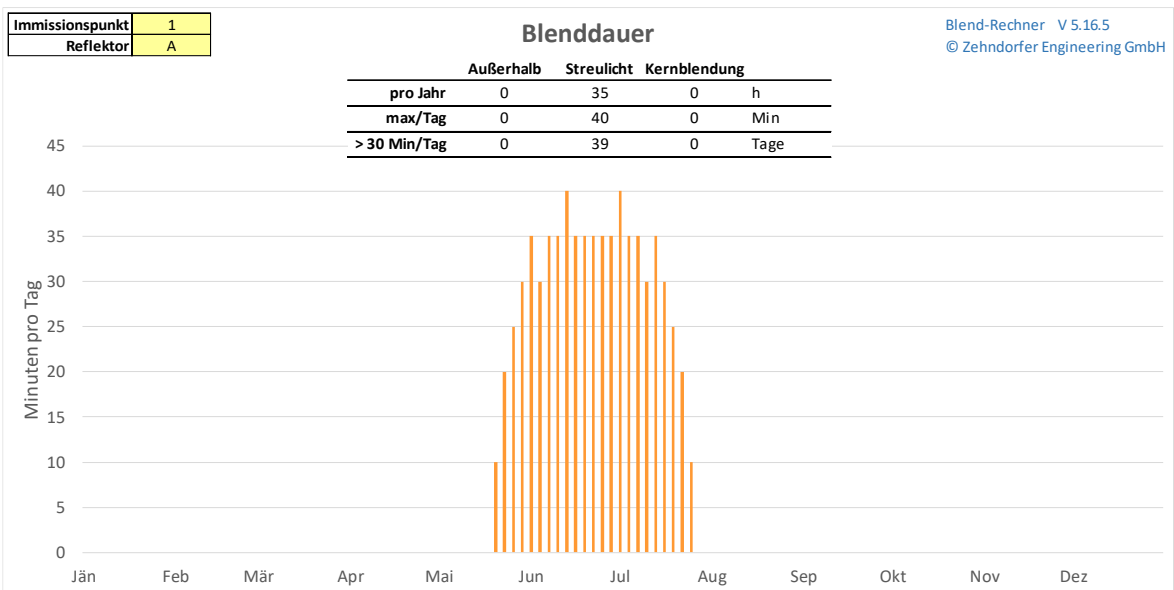
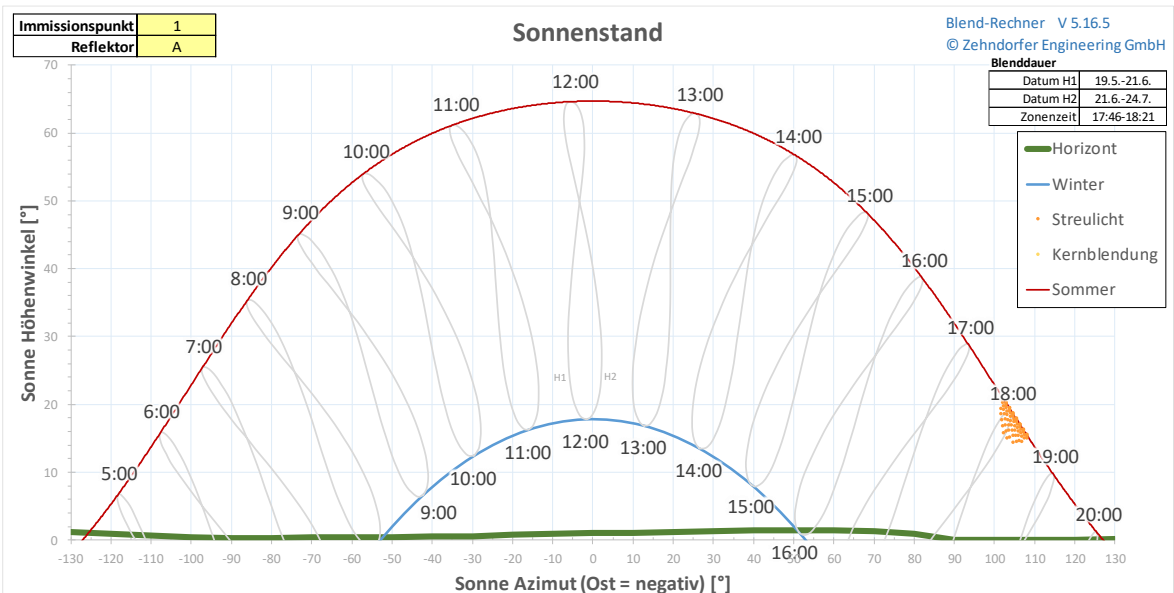
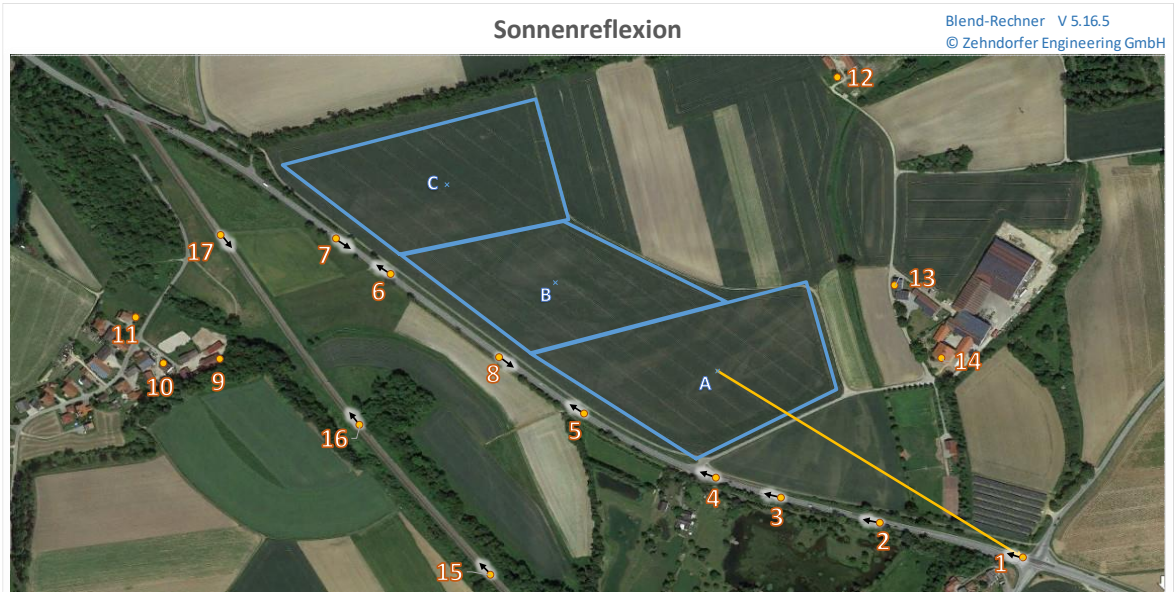
| Immissionspunkt | 15      | 16      | 17      |
|-----------------|---------|---------|---------|
| Bezeichnung     | IP15    | IP16    | IP17    |
| x               | 348 193 | 348 022 | 347 843 |
| y               | 400 669 | 400 892 | 401 174 |
| z               | 327     | 327     | 318     |
| h               | 2,5     | 2,5     | 2,5     |
| Blickrichtung   | 140     | 144     | -34     |

## ANHANG 5 DETAIL-ERGEBNISSE DER BERECHNUNGEN

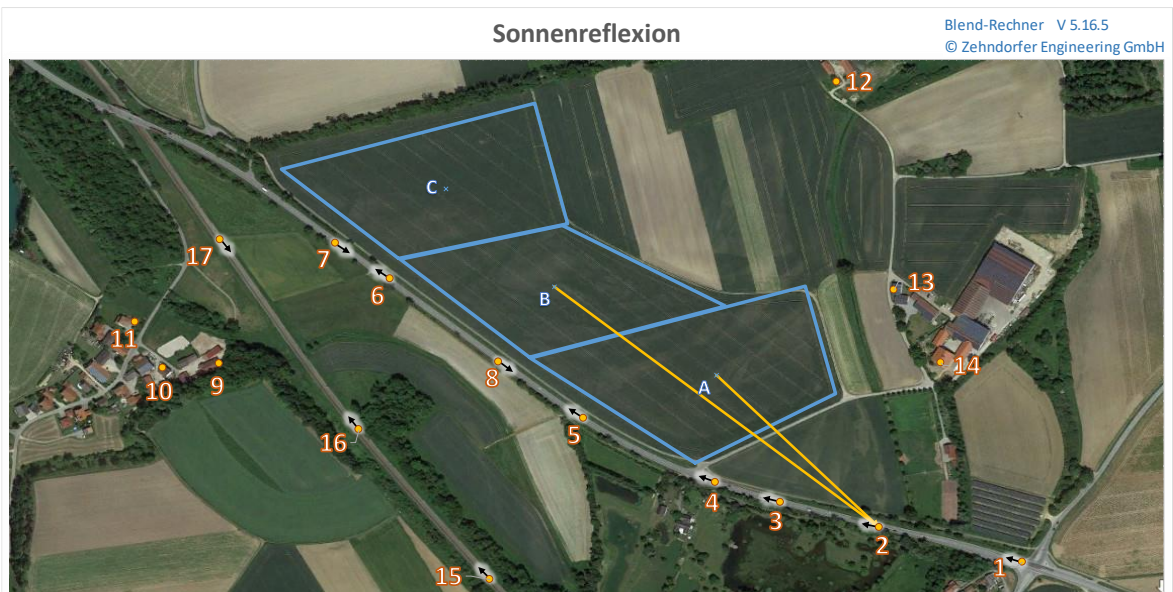
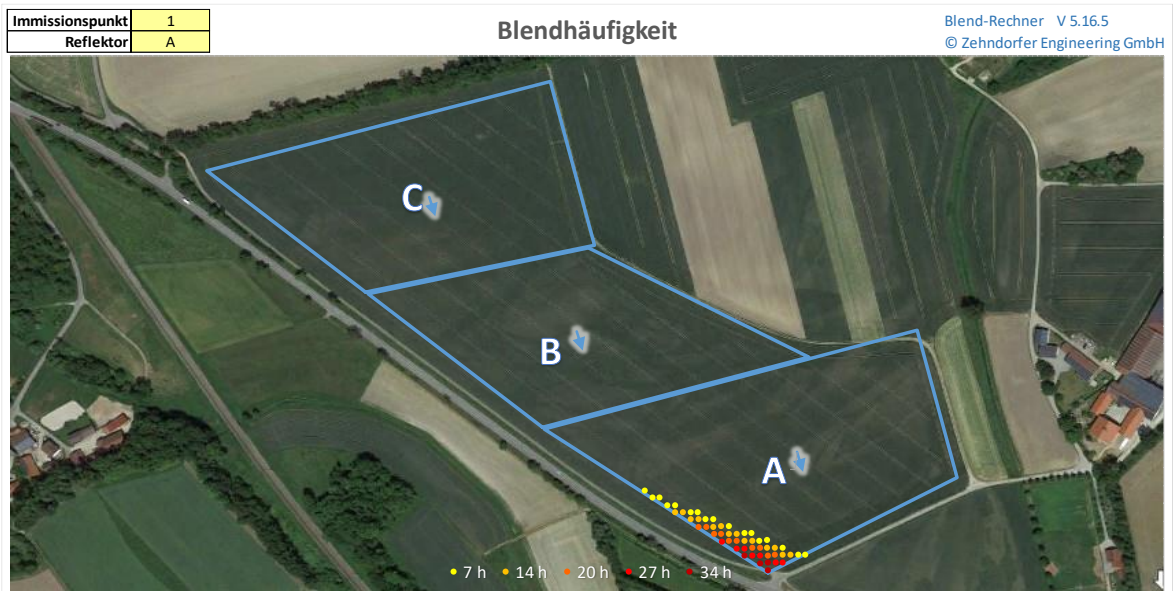
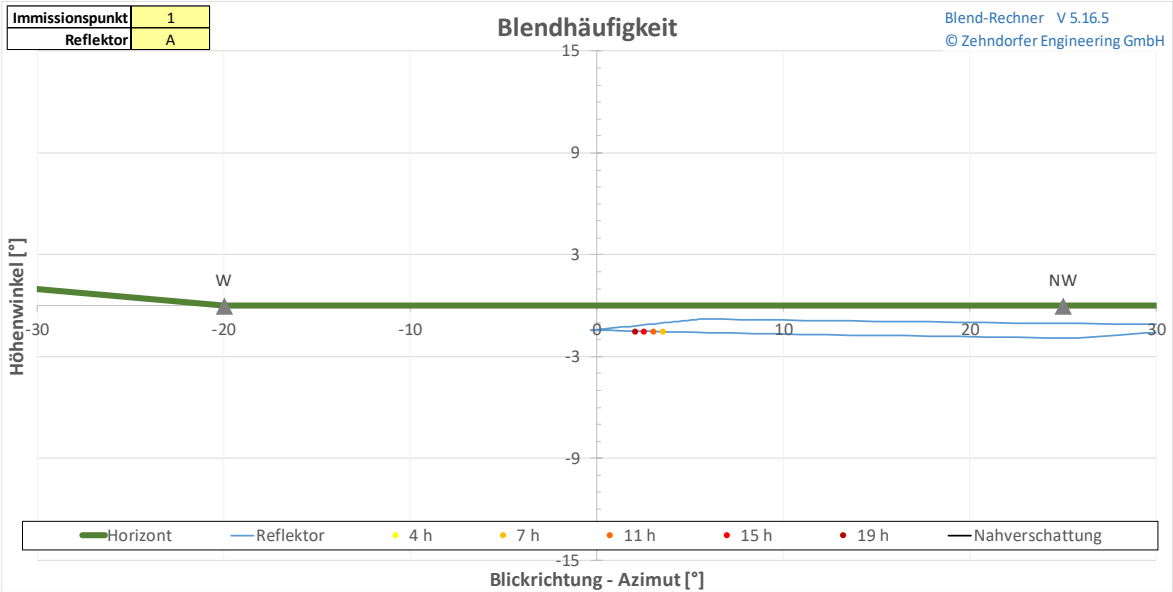
| Reflektor                    |           | A           | AB          | AB       | AB       | ABC         | BC          | C           |
|------------------------------|-----------|-------------|-------------|----------|----------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Immissionspunkt</b>       |           | <b>1</b>    | <b>2</b>    | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b>    | <b>6</b>    | <b>7</b>    |
| Distanz                      | m         | 496         | 313         | 204      | 156      | 191         | 463         | 169         |
| Höhenwinkel                  | °         | -1          | 0           | 0        | 0        | 0           | 0           | -1          |
| Raumwinkel                   | msr       | 5           | 0           | 22       | 57       | 44          | 45          | 62          |
| Datum H1                     |           | 19.5.-21.6. | 31.5.-21.6. | -        | -        | 10.4.-21.6. | 16.4.-21.6. | 1.4.-21.6.  |
| Datum H2                     |           | 21.6.-24.7. | 21.6.-12.7. | -        | -        | 21.6.-1.9.  | 21.6.-26.8. | 21.6.-10.9. |
| Zeit                         |           | 17:46-18:21 | 17:57-18:24 | -        | -        | 4:41-5:42   | 4:41-5:32   | 4:42-5:54   |
| Kernblendung                 | min / Tag | 0           | 0           | 0        | 0        | 0           | 0           | 0           |
| Kernblendung                 | h / Jahr  | 0           | 0           | 0        | 0        | 0           | 0           | 0           |
| Streulicht                   | min / Tag | 40          | 30          | 0        | 0        | 0           | 0           | 0           |
| Streulicht                   | h / Jahr  | 35          | 18          | 0        | 0        | 0           | 0           | 0           |
| Sonnen Höhenwinkel (Mittel)  | °         | 18          | 17          | -        | -        | 5           | 5           | 6           |
| Sonnen Azimut (Mittel)       | °         | 105         | 106         | -        | -        | -110        | -112        | -108        |
| Sonne-Reflektor Winkel (max) | °         | 26          | 22          | -        | -        | 16          | 15          | 19          |
| Blendung - Blickwinkel (min) | °         | 1           | 8           | -        | -        | 112         | 111         | 46          |

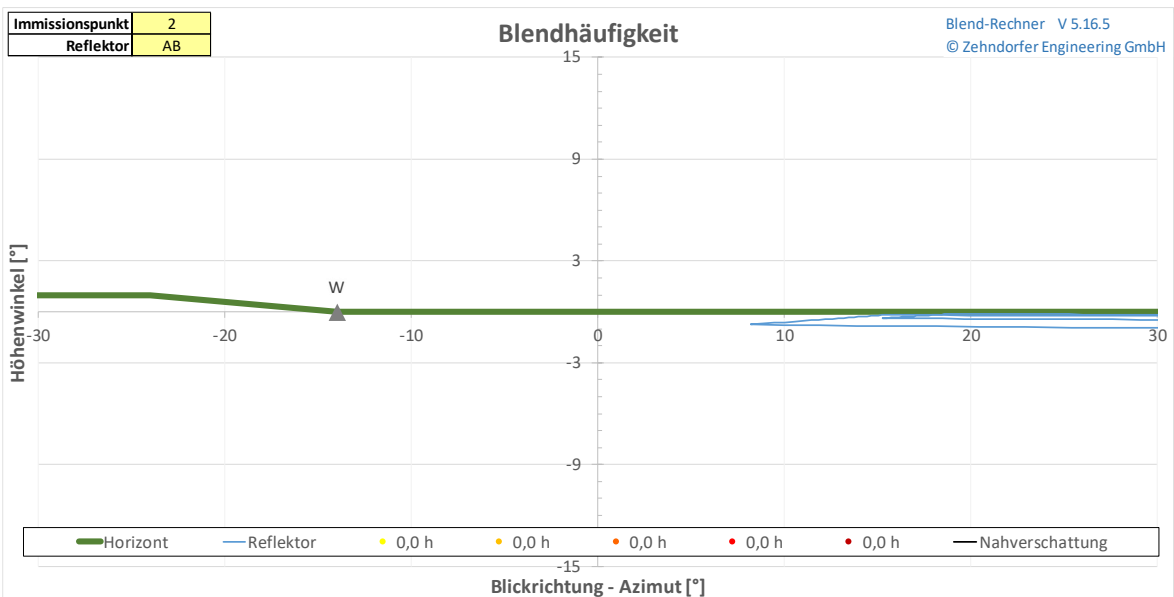
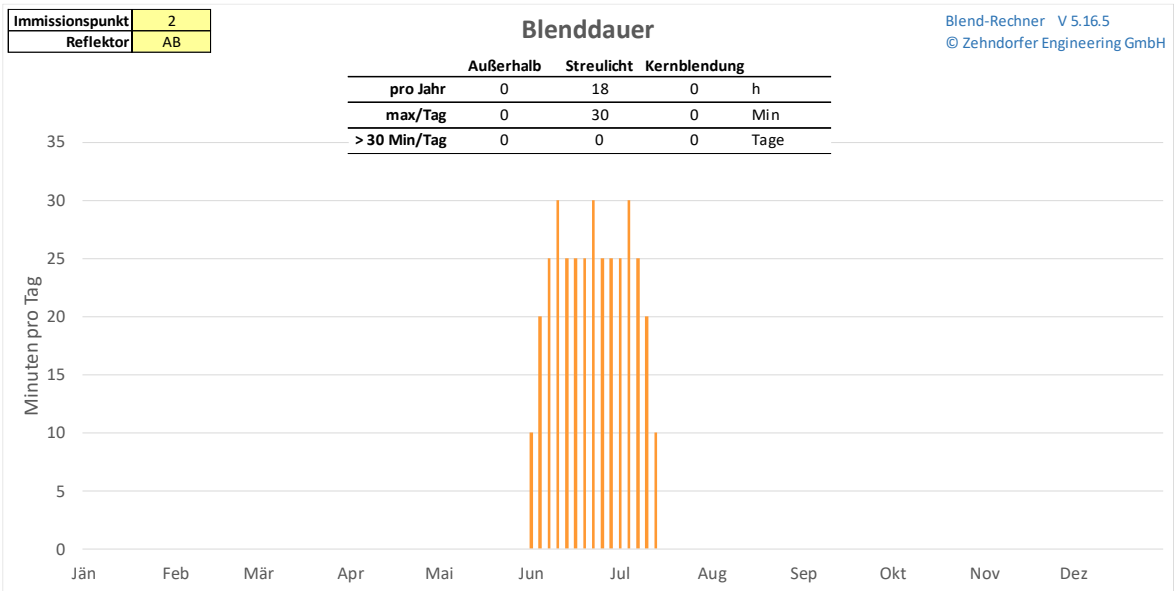
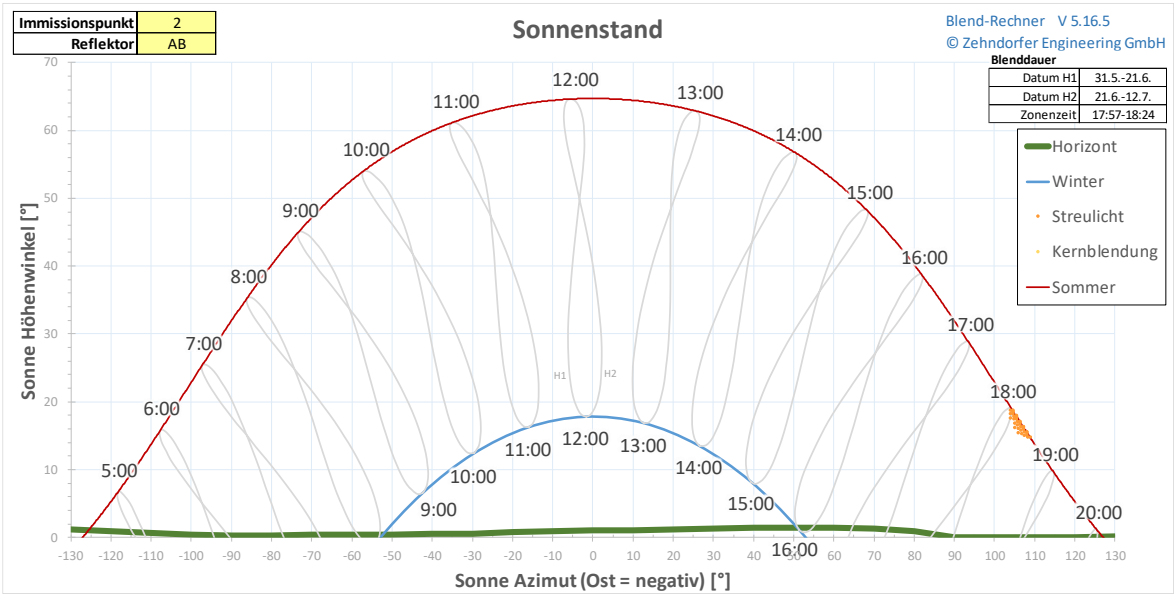
| Reflektor                    |           | AB          | ABC         | ABC         | ABC         | ABC         | ABC          | ABC          |
|------------------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| <b>Immissionspunkt</b>       |           | <b>8</b>    | <b>9</b>    | <b>10</b>   | <b>11</b>   | <b>12</b>   | <b>13</b>    | <b>14</b>    |
| Distanz                      | m         | 263         | 398         | 462         | 462         | 552         | 624          | 716          |
| Höhenwinkel                  | °         | 0           | -1          | -1          | 0           | 0           | 0            | 0            |
| Raumwinkel                   | msr       | 96          | 17          | 7           | 0           | 0           | 0            | 7            |
| Datum H1                     |           | 1.4.-21.6.  | 10.4.-21.6. | 13.4.-21.6. | 13.4.-21.6. | 25.2.-4.4.  | 22.2.-21.6.  | 19.2.-21.6.  |
| Datum H2                     |           | 21.6.-10.9. | 21.6.-1.9.  | 21.6.-29.8. | 21.6.-29.8. | 7.9.-16.10. | 21.6.-19.10. | 21.6.-22.10. |
| Zeit                         |           | 4:44-5:59   | 4:44-5:42   | 4:44-5:37   | 4:44-5:37   | 17:04-17:50 | 16:59-18:26  | 16:59-18:26  |
| Kernblendung                 | min / Tag | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 5            | 5            |
| Kernblendung                 | h / Jahr  | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 2            | 9            |
| Streulicht                   | min / Tag | 0           | 20          | 15          | 15          | 15          | 40           | 40           |
| Streulicht                   | h / Jahr  | 0           | 22          | 19          | 16          | 8           | 89           | 99           |
| Sonnen Höhenwinkel (Mittel)  | °         | 7           | 5           | 5           | 5           | 6           | 11           | 11           |
| Sonnen Azimut (Mittel)       | °         | -108        | -110        | -111        | -111        | 80          | 89           | 89           |
| Sonne-Reflektor Winkel (max) | °         | 21          | 16          | 15          | 15          | 15          | 25           | 26           |
| Blendung - Blickwinkel (min) | °         | 46          | 1           | 2           | 10          | 21          | 0            | 0            |

| Reflektor                    |           | ABC         | ABC        | ABC         |
|------------------------------|-----------|-------------|------------|-------------|
| <b>Immissionspunkt</b>       |           | <b>15</b>   | <b>16</b>  | <b>17</b>   |
| Distanz                      | m         | 573         | 371        | 313         |
| Höhenwinkel                  | °         | -1          | -2         | 0           |
| Raumwinkel                   | msr       | 20          | 28         | 0           |
| Datum H1                     |           | 16.5.-21.6. | 4.4.-21.6. | 16.4.-21.6. |
| Datum H2                     |           | 21.6.-27.7. | 21.6.-7.9. | 21.6.-26.8. |
| Zeit                         |           | 4:47-5:22   | 4:47-5:48  | 4:42-5:36   |
| Kernblendung                 | min / Tag | 0           | 0          | 0           |
| Kernblendung                 | h / Jahr  | 0           | 0          | 0           |
| Streulicht                   | min / Tag | 0           | 0          | 0           |
| Streulicht                   | h / Jahr  | 0           | 0          | 0           |
| Sonnen Höhenwinkel (Mittel)  | °         | 7           | 6          | 5           |
| Sonnen Azimut (Mittel)       | °         | -116        | -109       | -112        |
| Sonne-Reflektor Winkel (max) | °         | 15          | 19         | 14          |
| Blendung - Blickwinkel (min) | °         | 99          | 95         | 71          |









|                 |    |
|-----------------|----|
| Immissionspunkt | 2  |
| Reflektor       | AB |

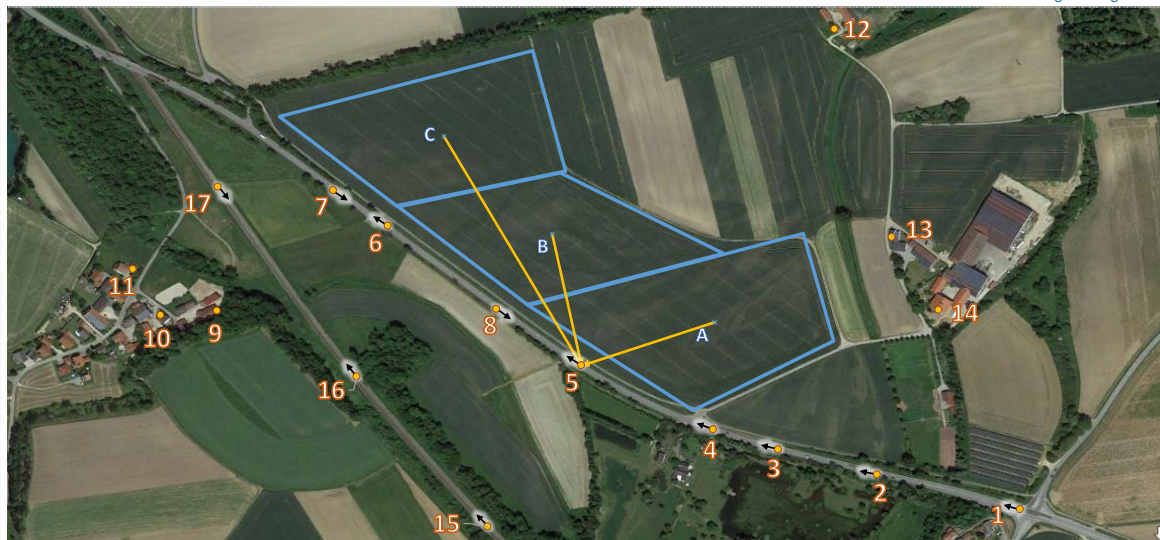
Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

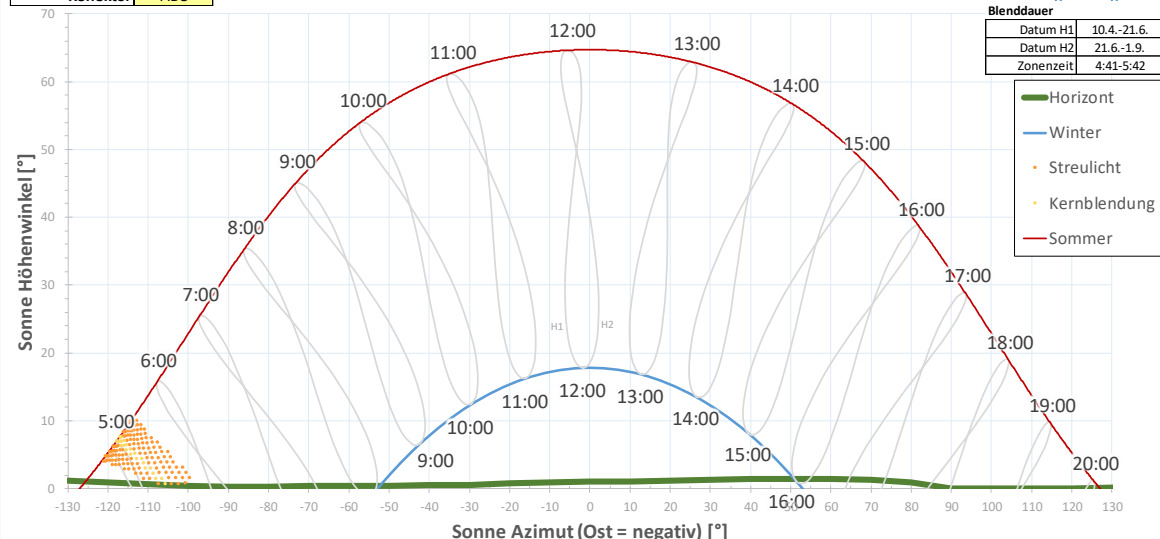
Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH



|                 |     |
|-----------------|-----|
| Immissionspunkt | 5   |
| Reflektor       | ABC |

Sonnenstand

Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH

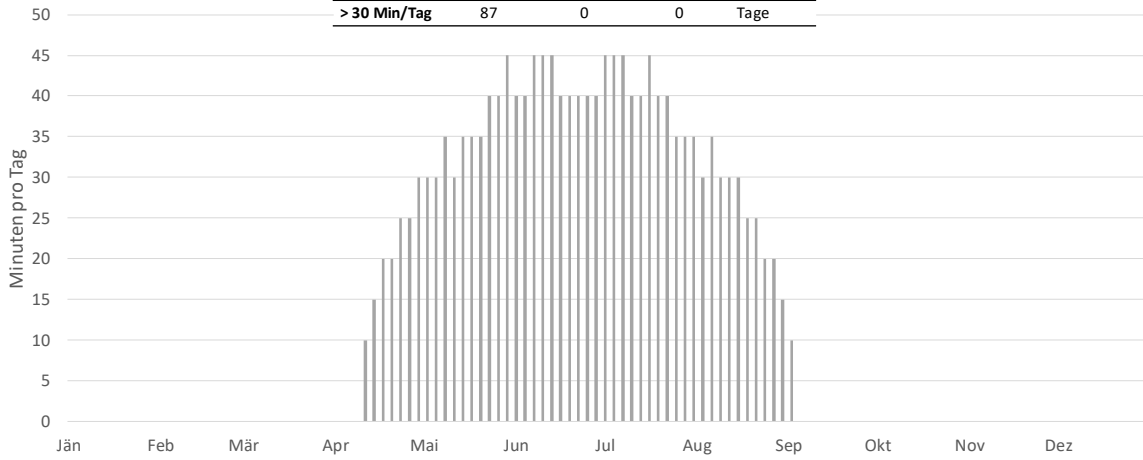


|                 |     |
|-----------------|-----|
| Immissionspunkt | 5   |
| Reflektor       | ABC |

**Blenddauer**

Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH

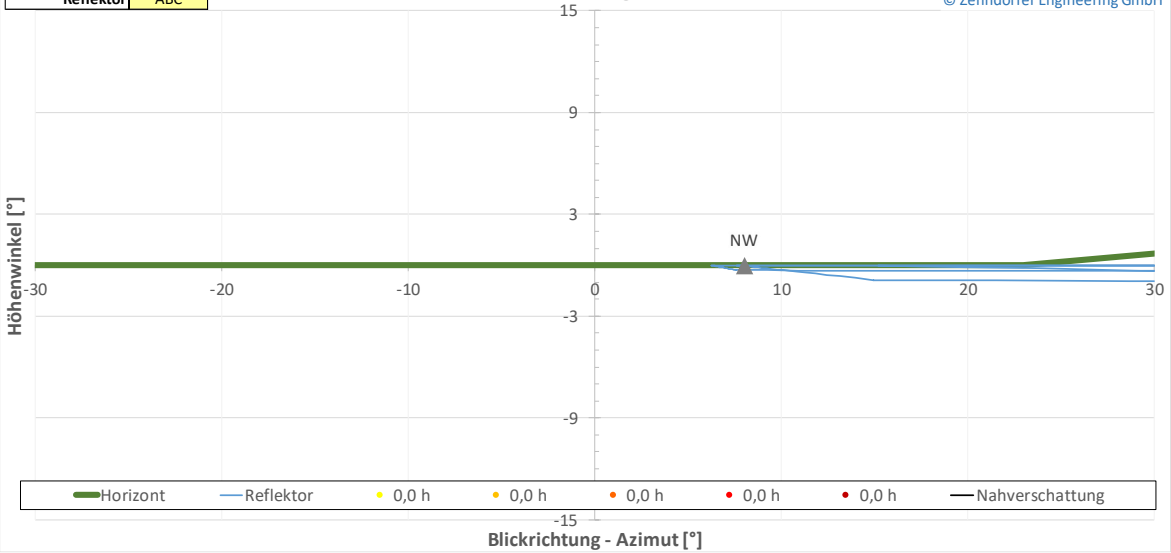
|              | Außerhalb | Streulicht | Kernblendung |      |
|--------------|-----------|------------|--------------|------|
| pro Jahr     | 82        | 0          | 0            | h    |
| max/Tag      | 45        | 0          | 0            | Min  |
| > 30 Min/Tag | 87        | 0          | 0            | Tage |



|                 |     |
|-----------------|-----|
| Immissionspunkt | 5   |
| Reflektor       | ABC |

**Blendhäufigkeit**

Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH

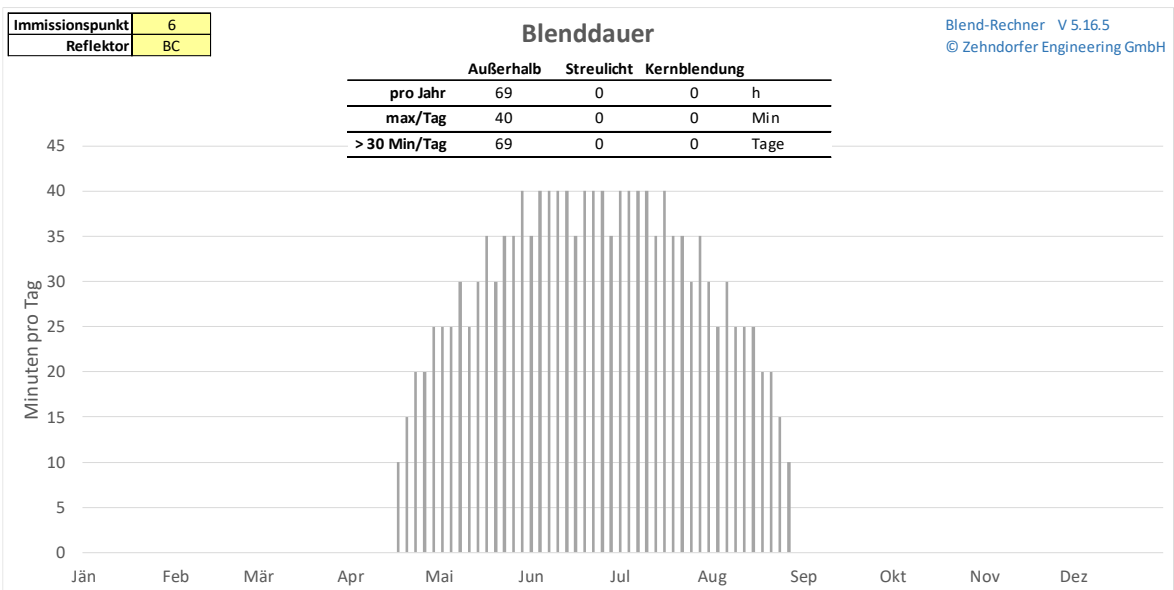
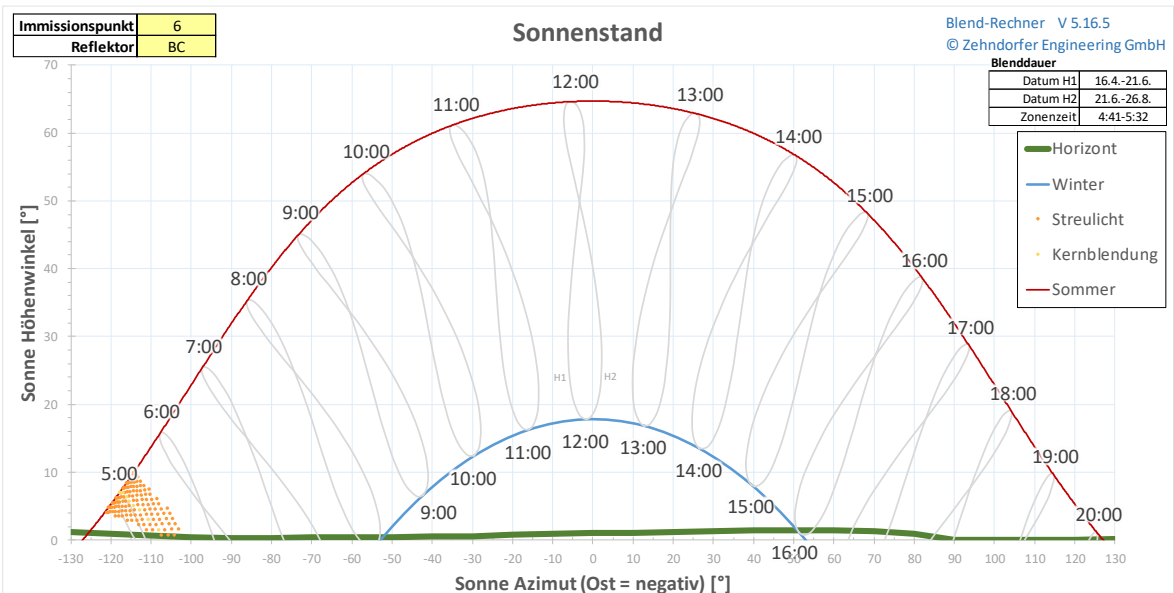
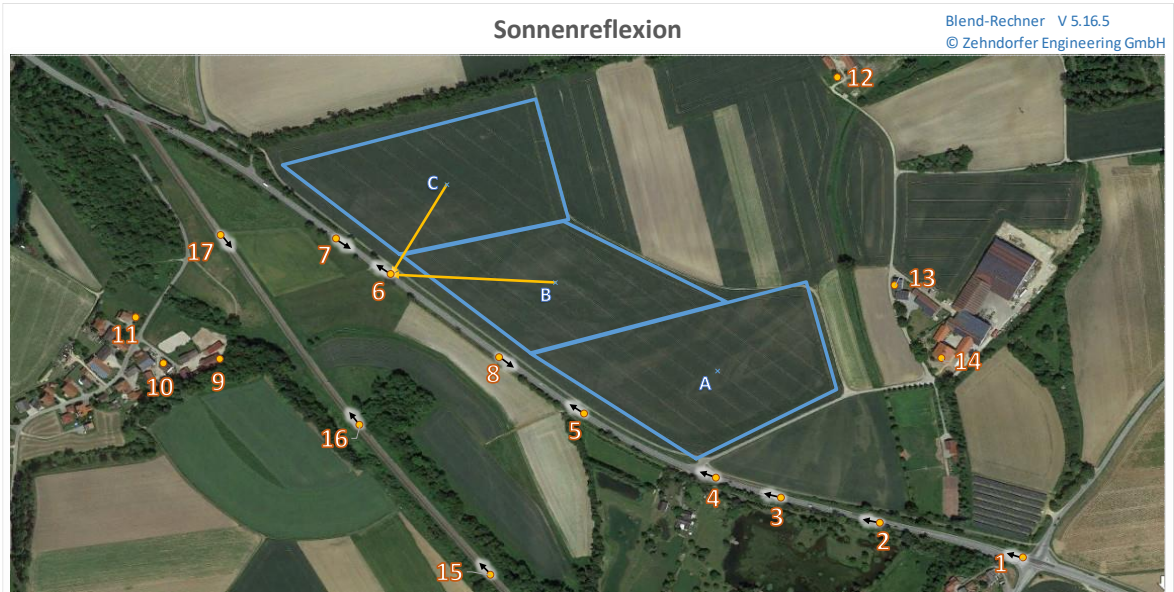


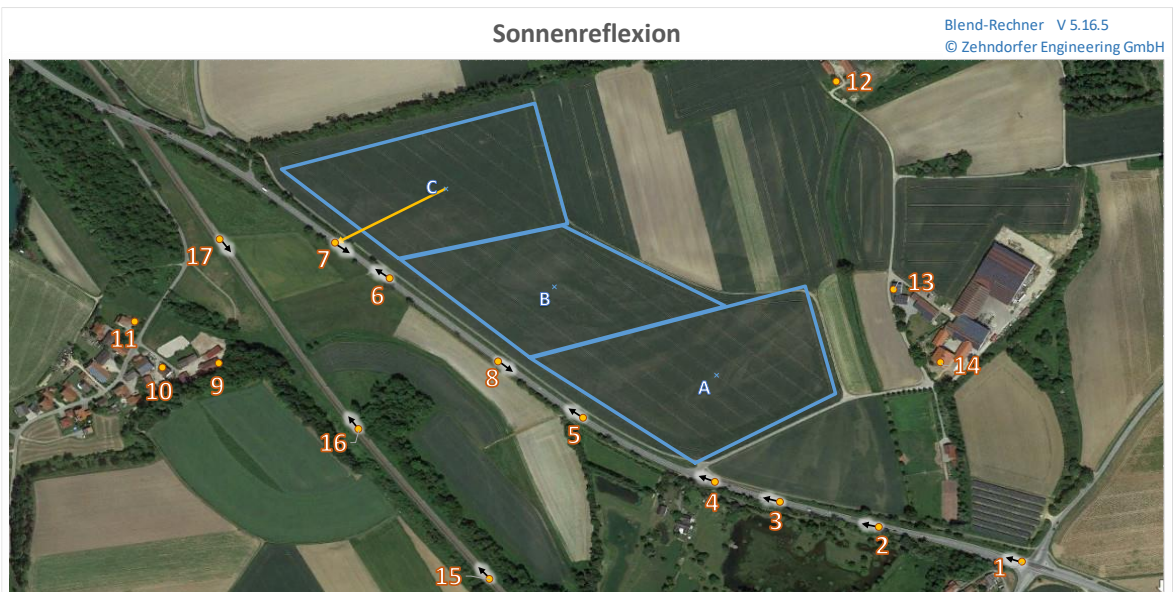
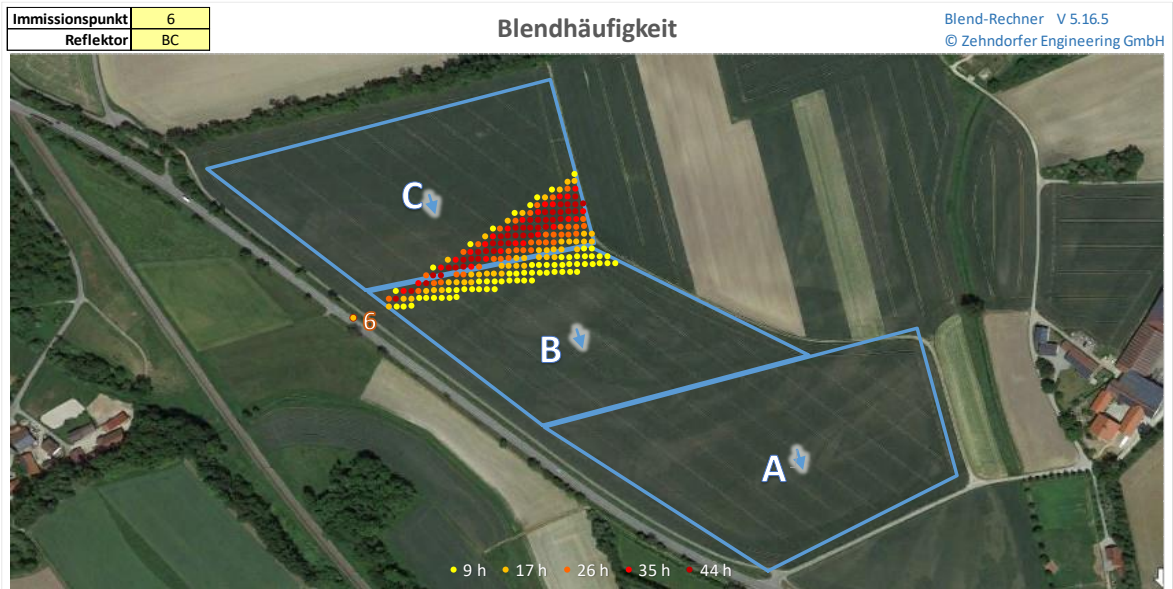
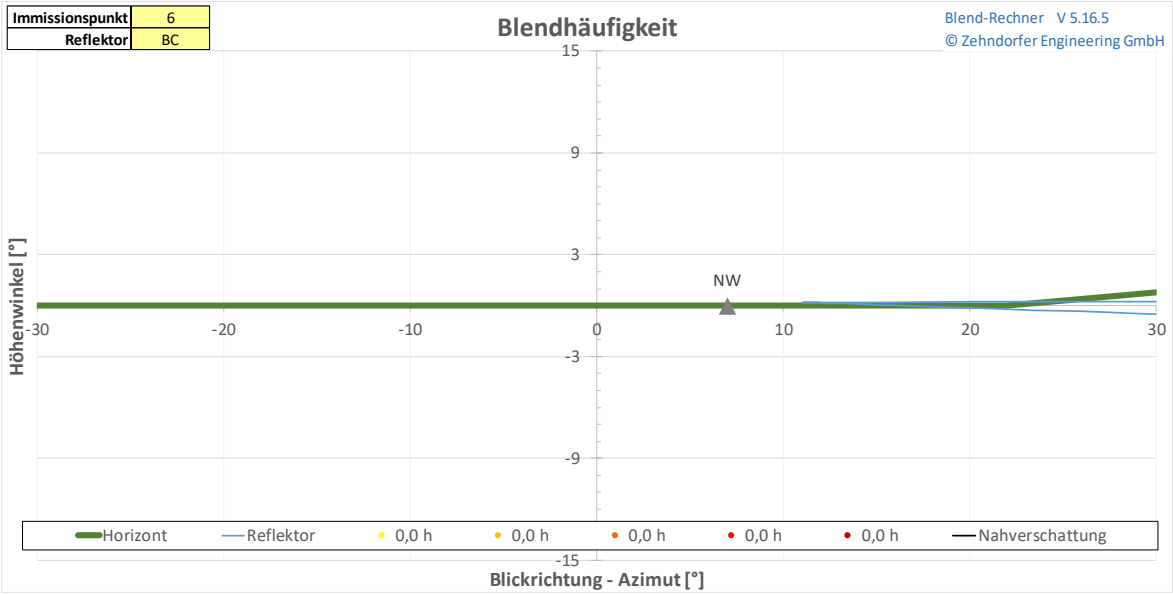
|                 |     |
|-----------------|-----|
| Immissionspunkt | 5   |
| Reflektor       | ABC |

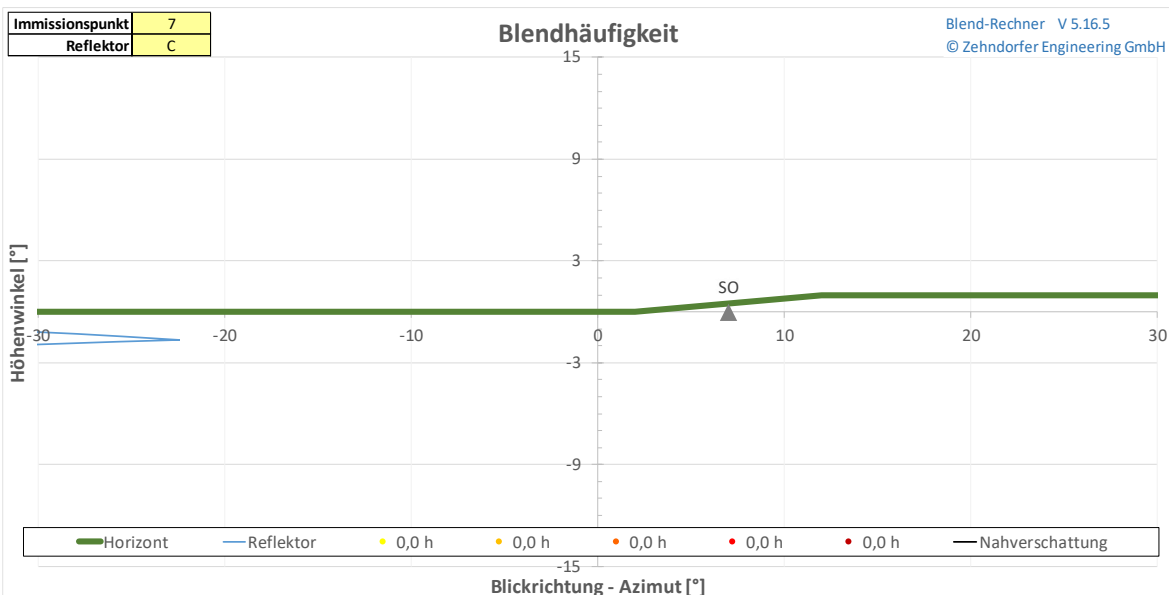
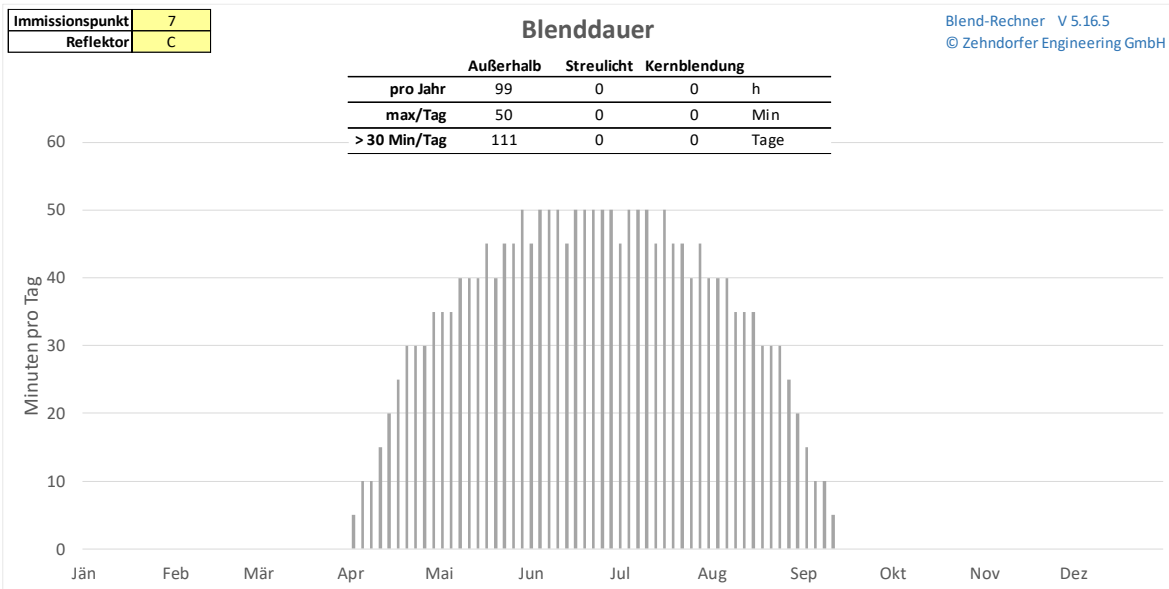
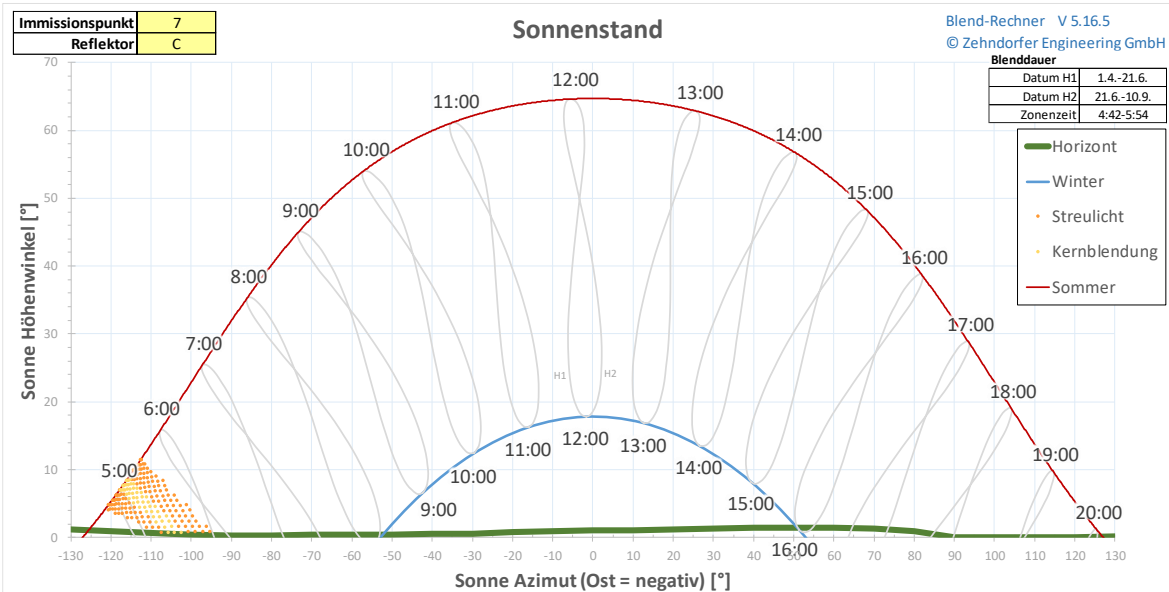
**Blendhäufigkeit**

Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH









|                 |   |
|-----------------|---|
| Immissionspunkt | 7 |
| Reflektor       | C |

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

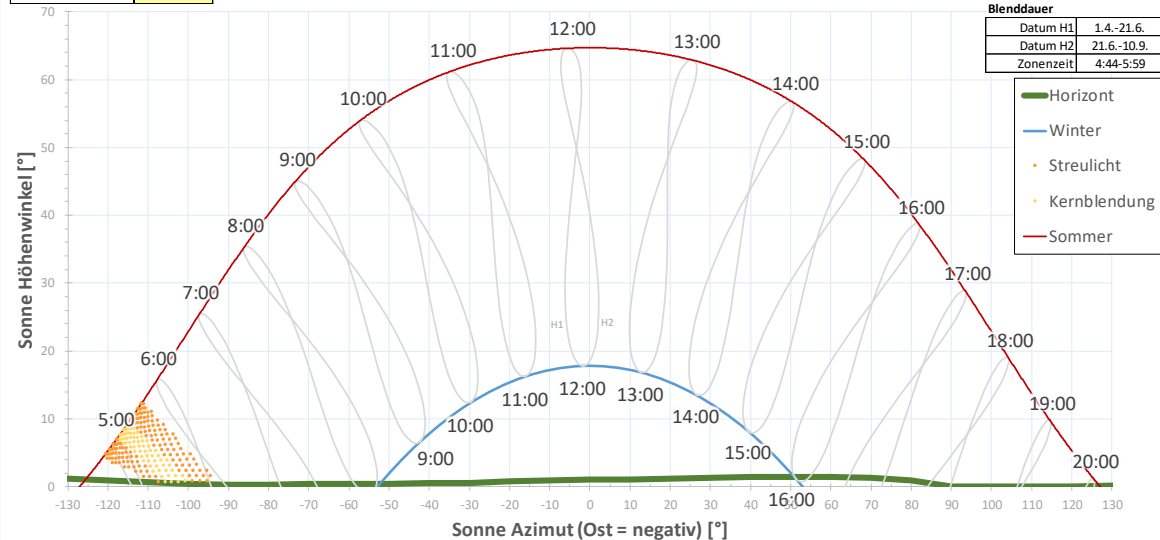
Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH



|                 |    |
|-----------------|----|
| Immissionspunkt | 8  |
| Reflektor       | AB |

Sonnenstand

Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH



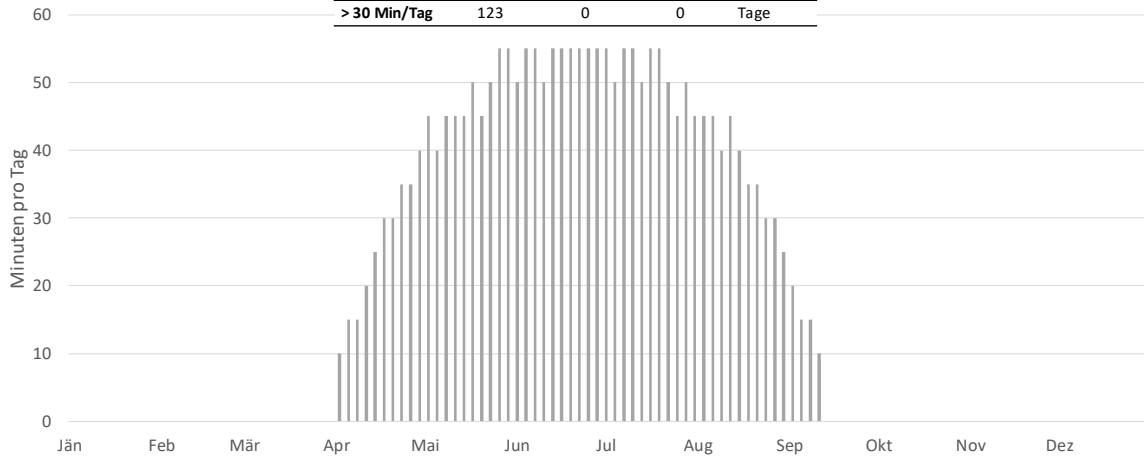


|                 |    |
|-----------------|----|
| Immissionspunkt | 8  |
| Reflektor       | AB |

**Blenddauer**

Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH

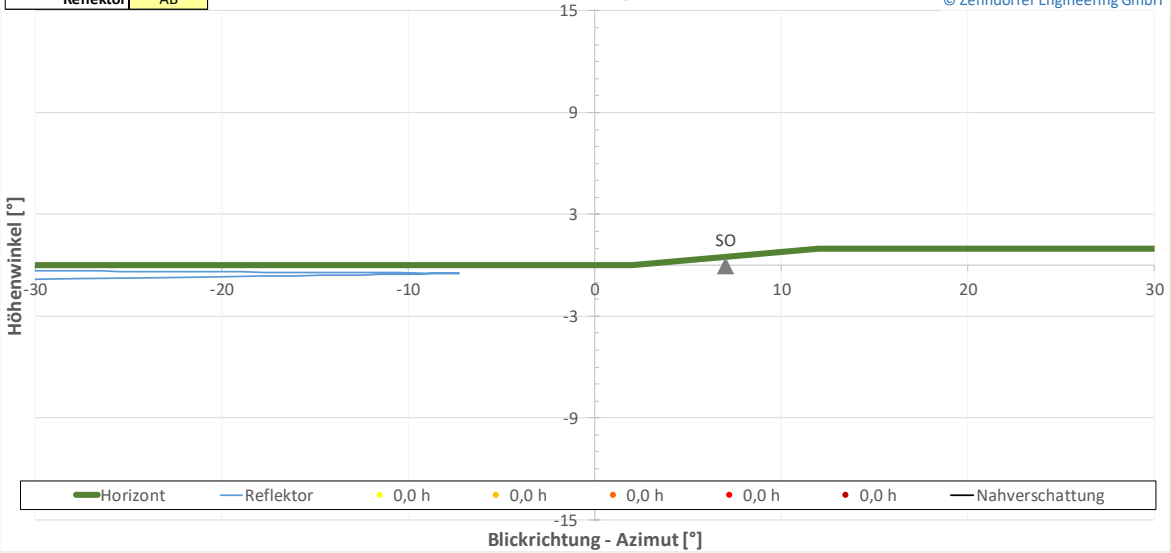
|              | Außerhalb | Streulicht | Kernblendung |      |
|--------------|-----------|------------|--------------|------|
| pro Jahr     | 113       | 0          | 0            | h    |
| max/Tag      | 55        | 0          | 0            | Min  |
| > 30 Min/Tag | 123       | 0          | 0            | Tage |



|                 |    |
|-----------------|----|
| Immissionspunkt | 8  |
| Reflektor       | AB |

**Blendhäufigkeit**

Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH

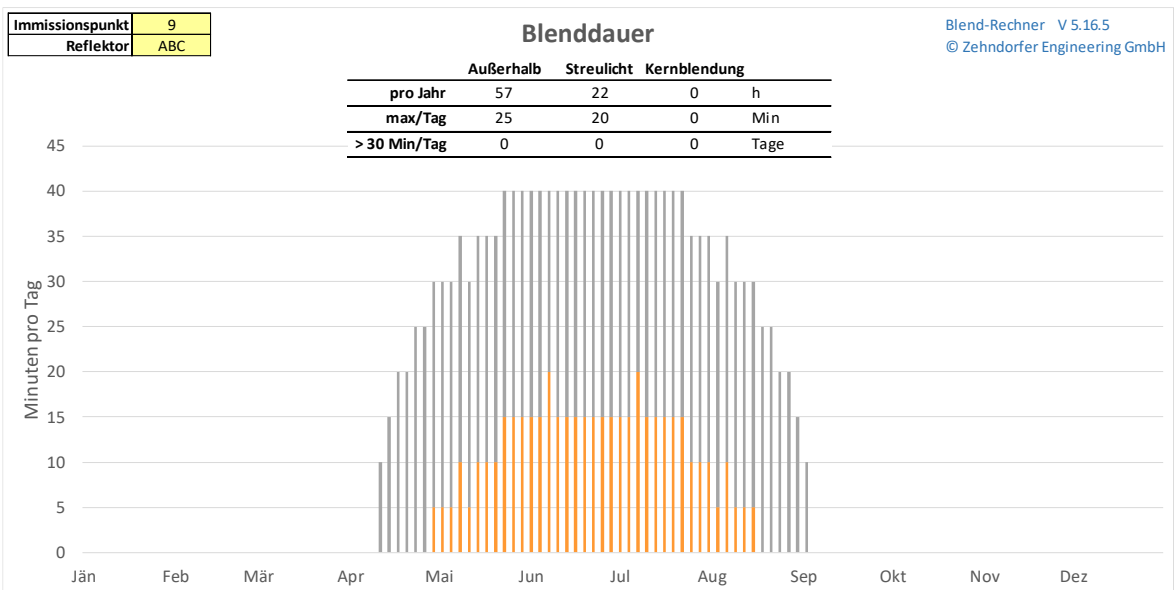
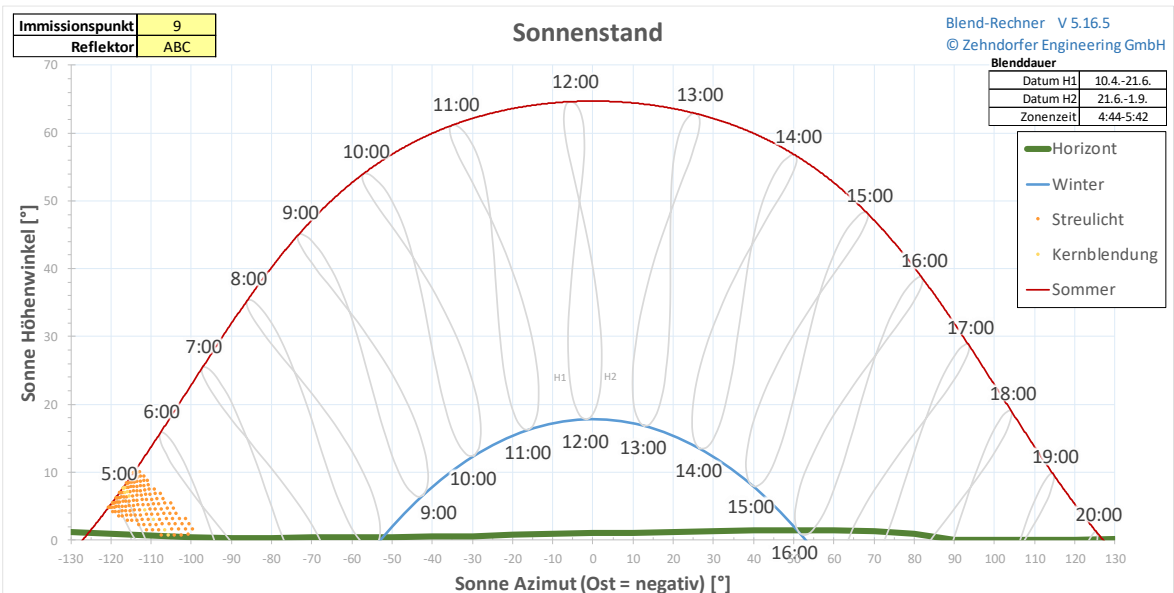
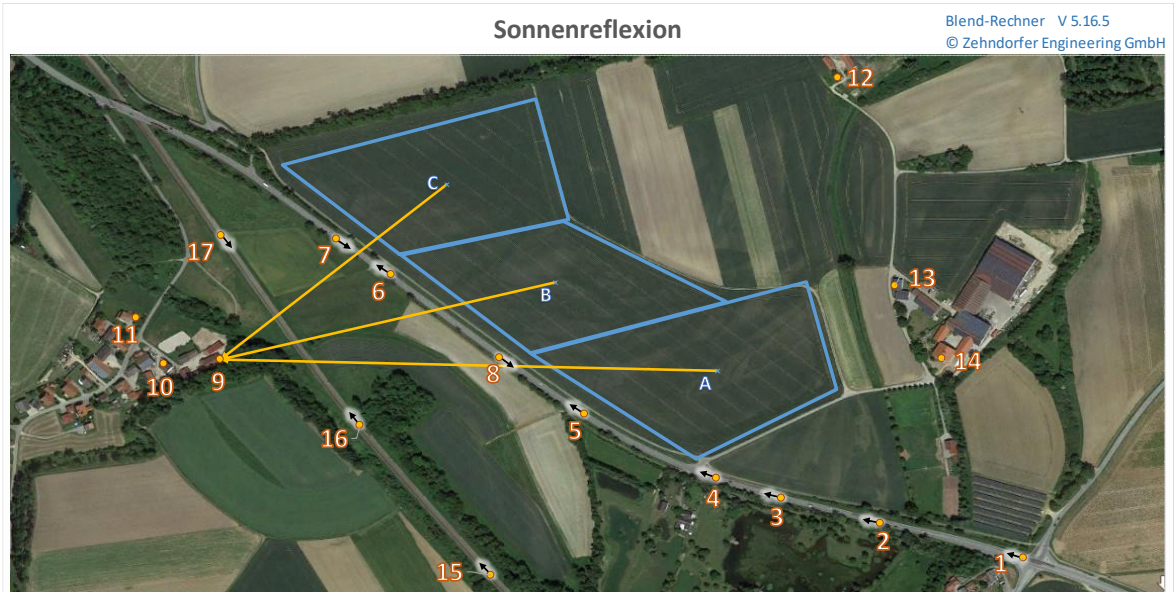


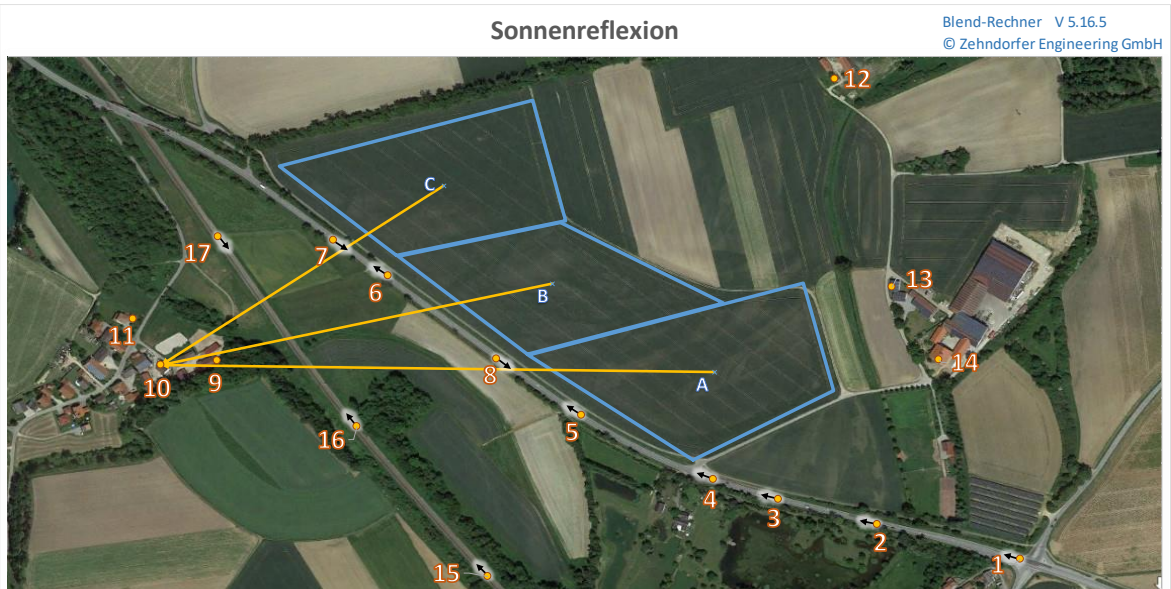
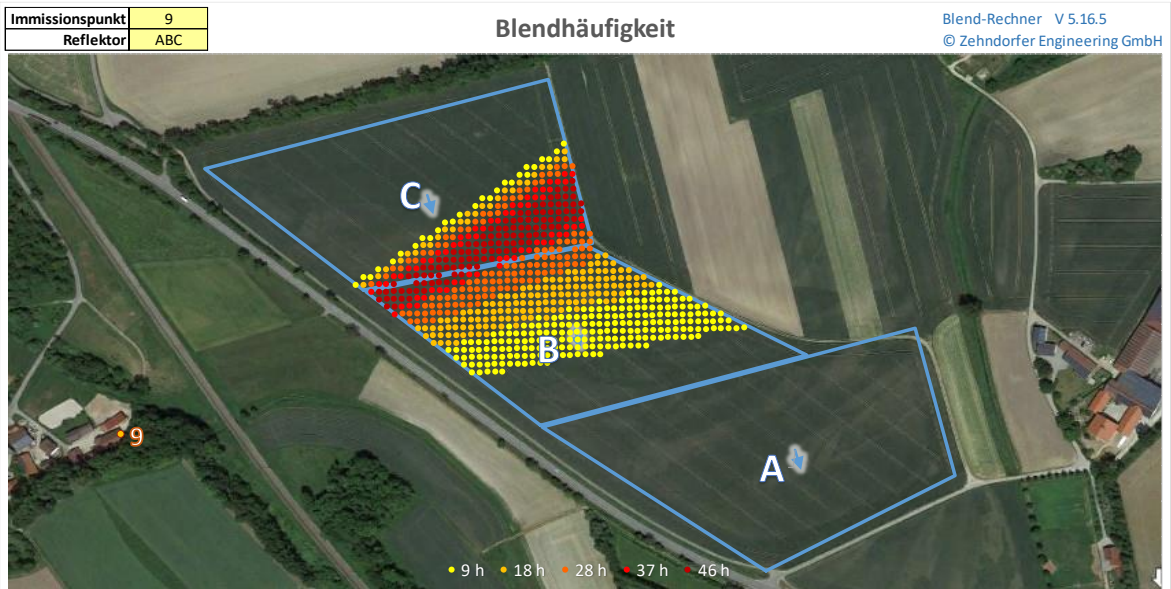
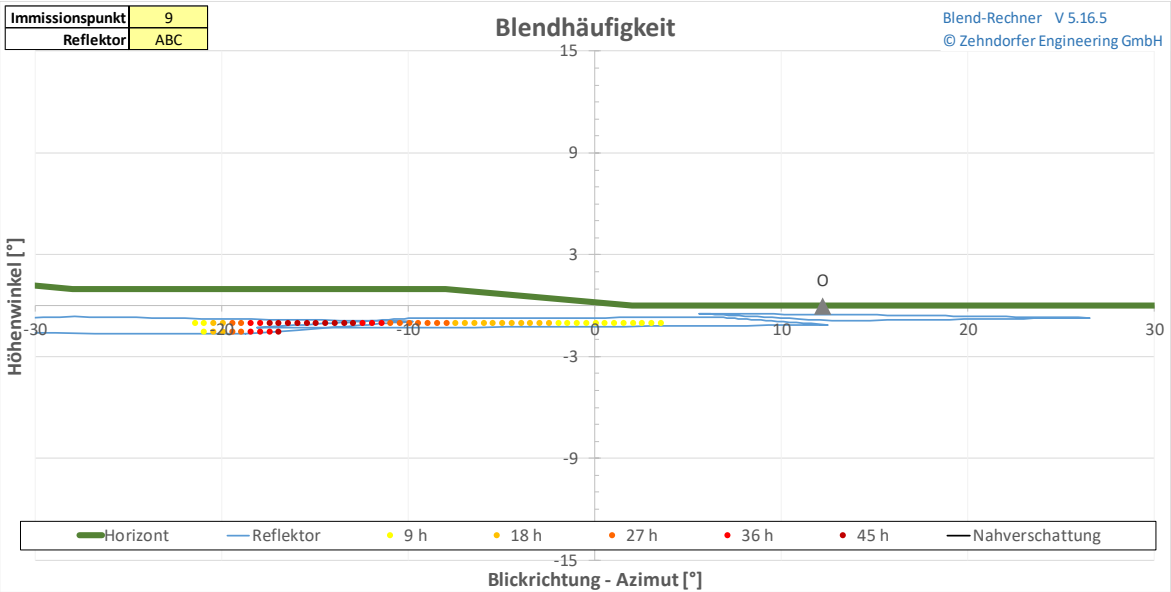
|                 |    |
|-----------------|----|
| Immissionspunkt | 8  |
| Reflektor       | AB |

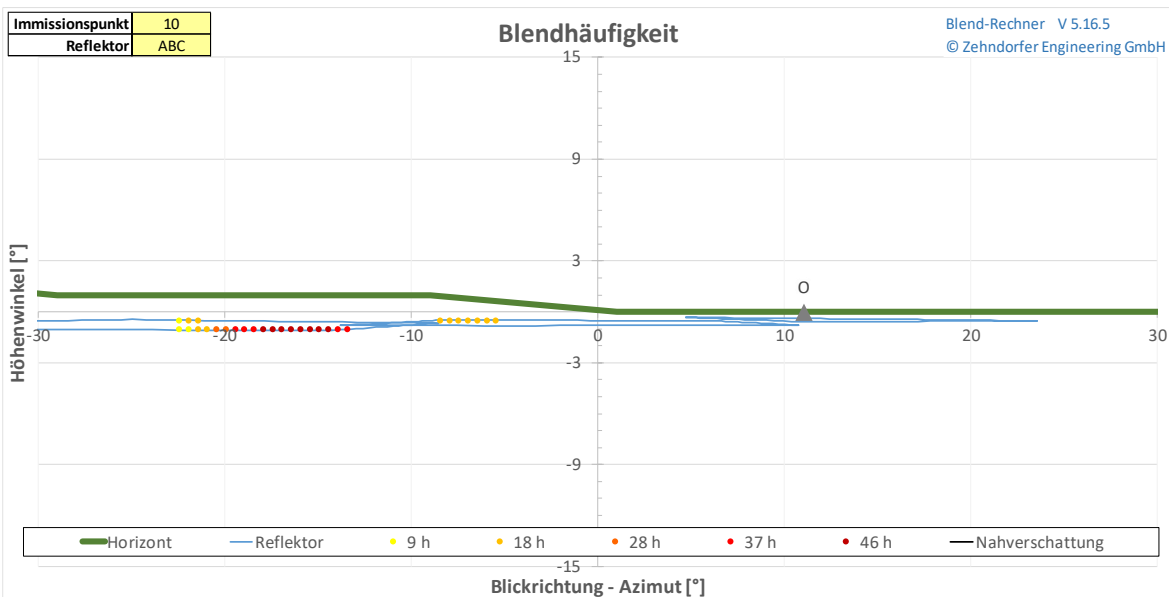
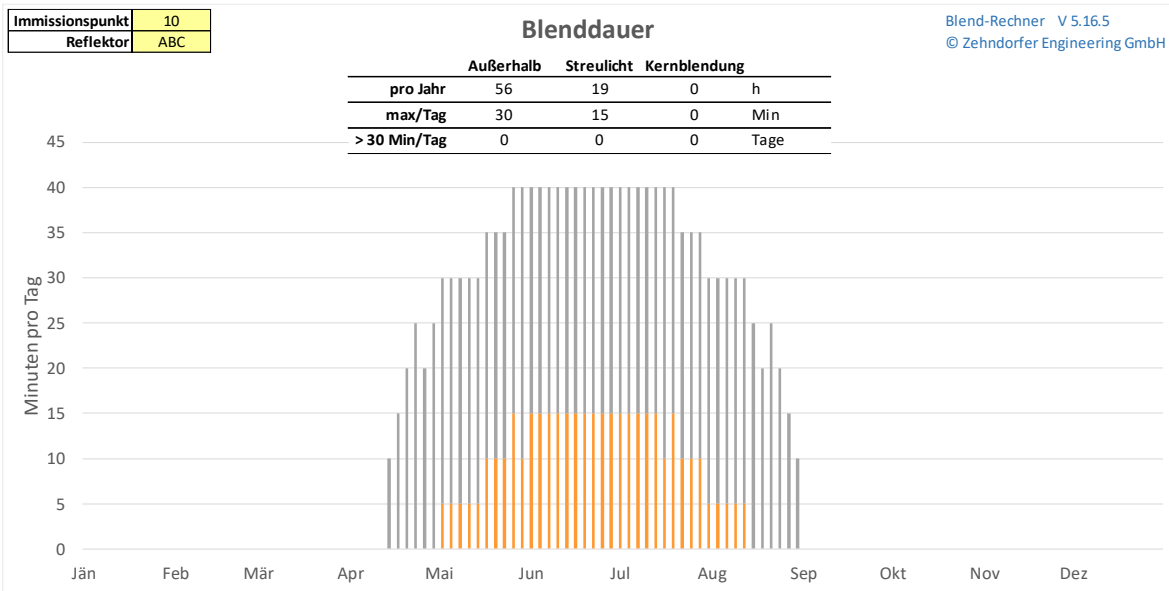
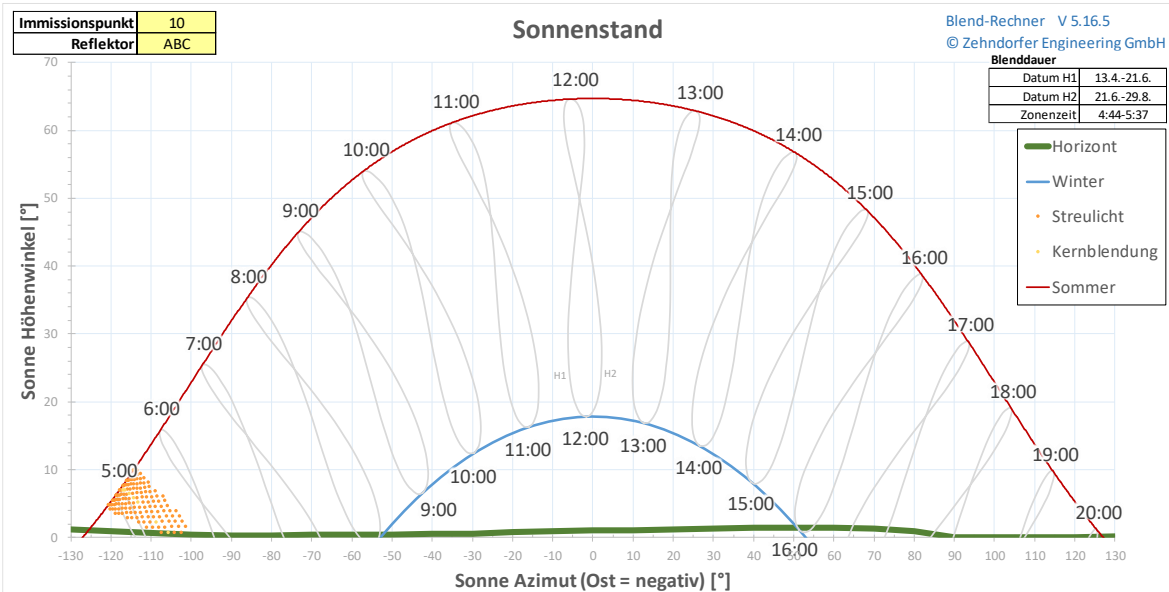
**Blendhäufigkeit**

Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH









|                 |     |
|-----------------|-----|
| Immissionspunkt | 10  |
| Reflektor       | ABC |

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH



Sonnenreflexion

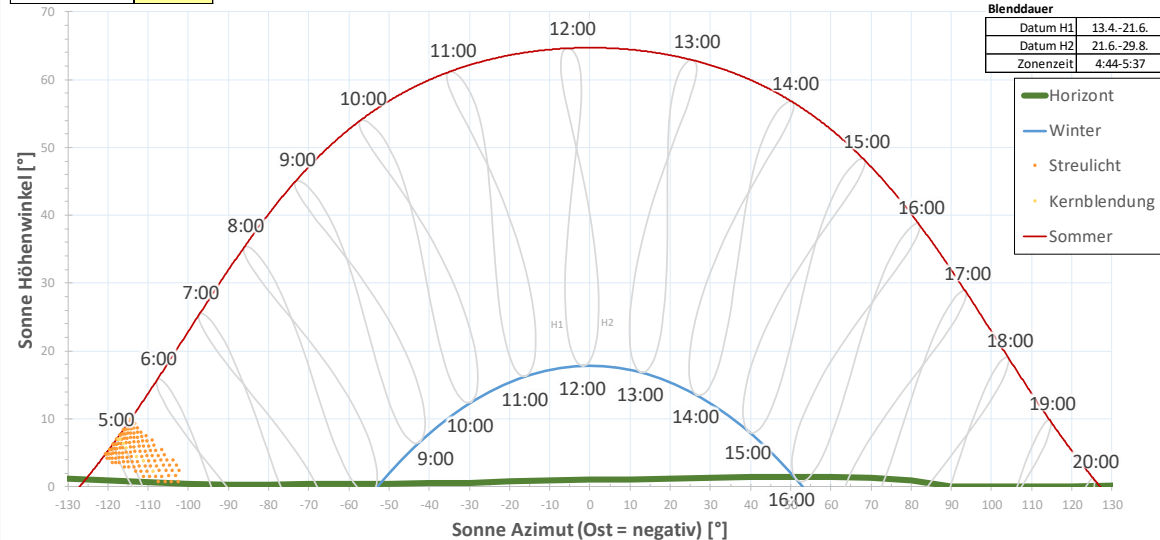
Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH



|                 |     |
|-----------------|-----|
| Immissionspunkt | 11  |
| Reflektor       | ABC |

Sonnenstand

Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH

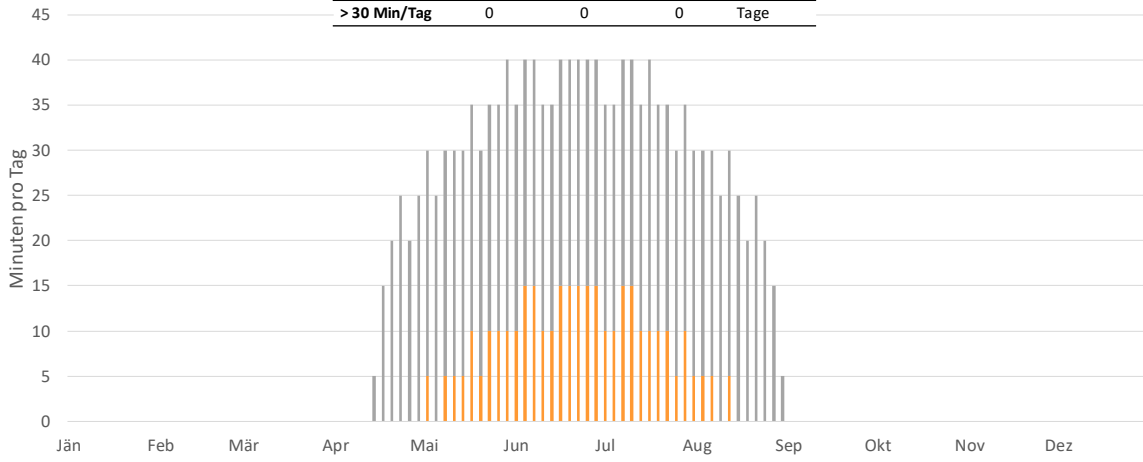


|                 |     |
|-----------------|-----|
| Immissionspunkt | 11  |
| Reflektor       | ABC |

**Blenddauer**

Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH

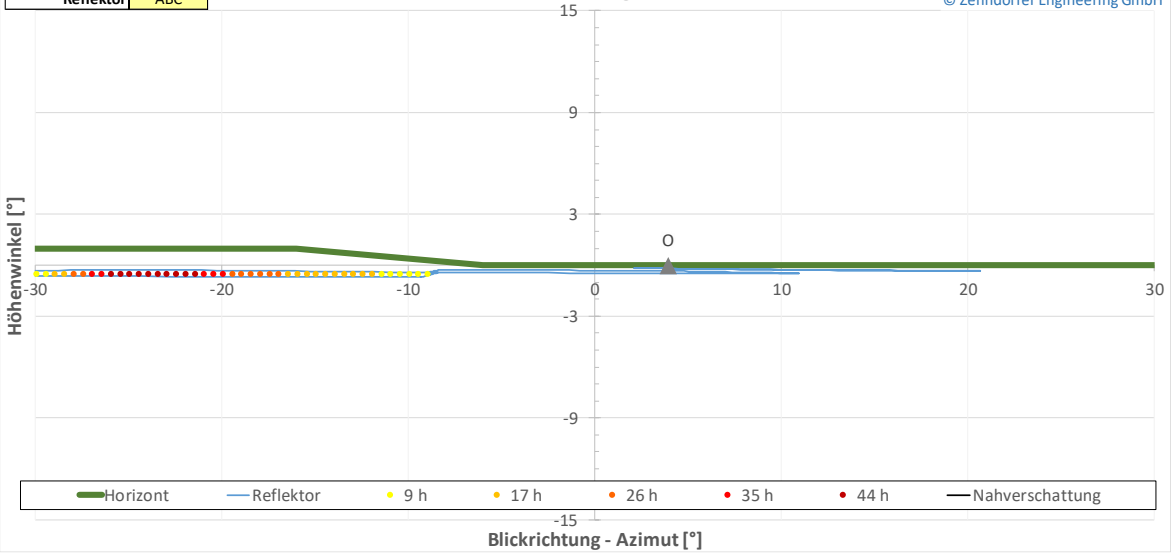
|              | Außerhalb | Streulicht | Kernblendung |      |
|--------------|-----------|------------|--------------|------|
| pro Jahr     | 55        | 16         | 0            | h    |
| max/Tag      | 30        | 15         | 0            | Min  |
| > 30 Min/Tag | 0         | 0          | 0            | Tage |



|                 |     |
|-----------------|-----|
| Immissionspunkt | 11  |
| Reflektor       | ABC |

**Blendhäufigkeit**

Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH

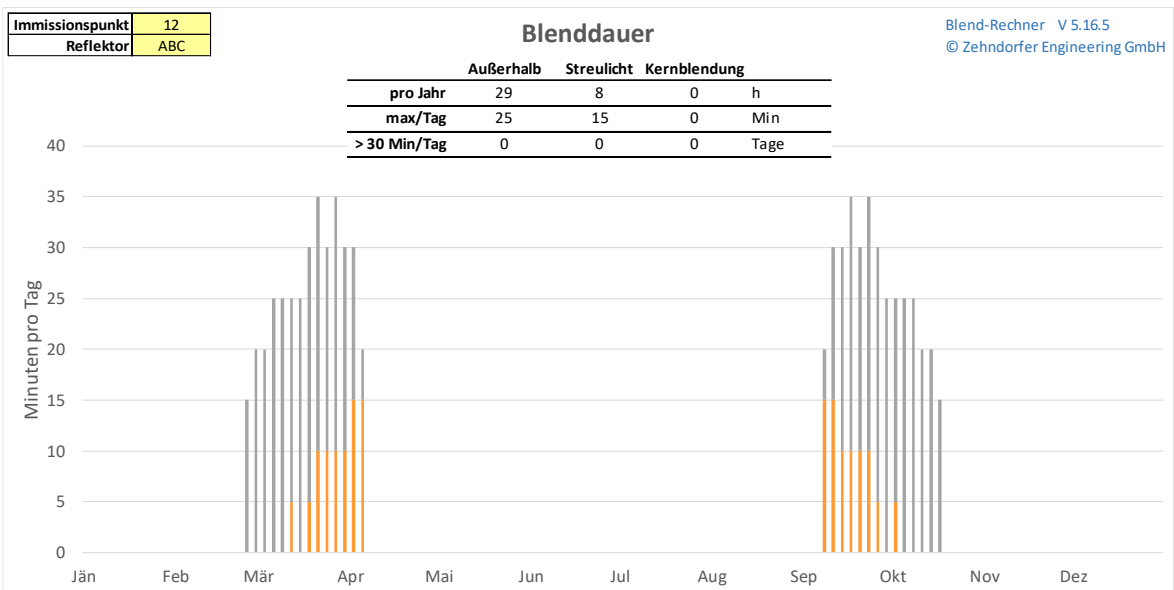
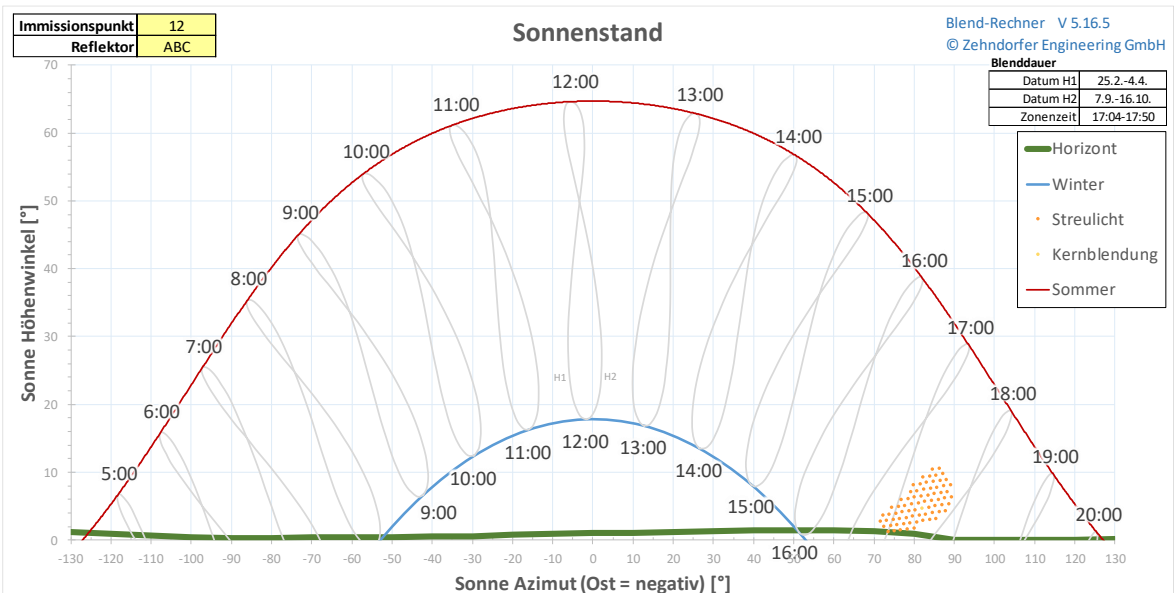
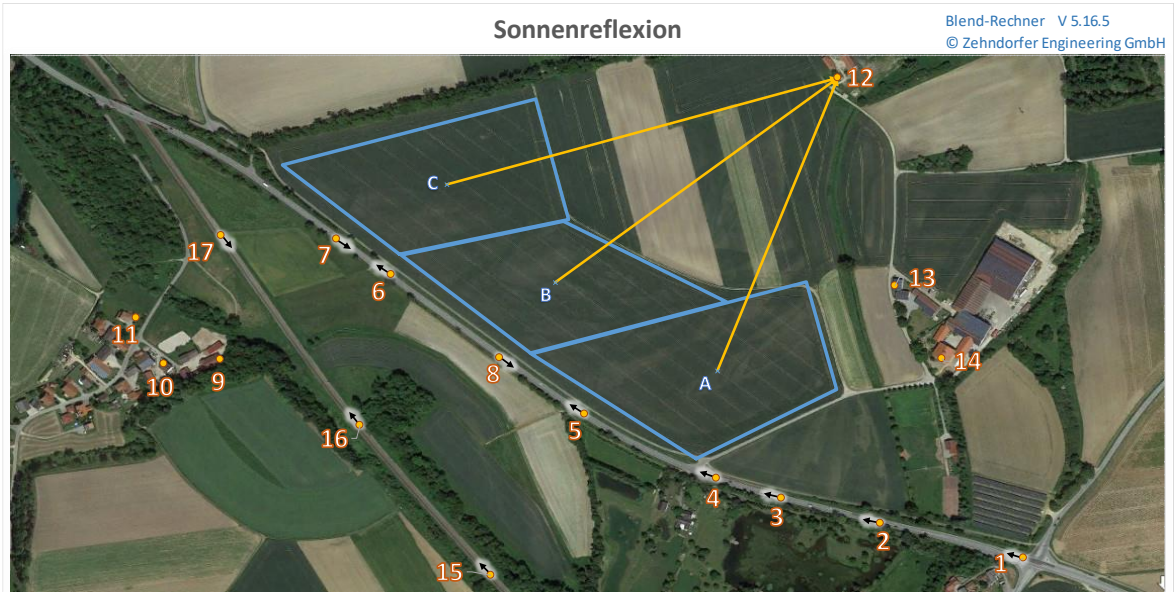


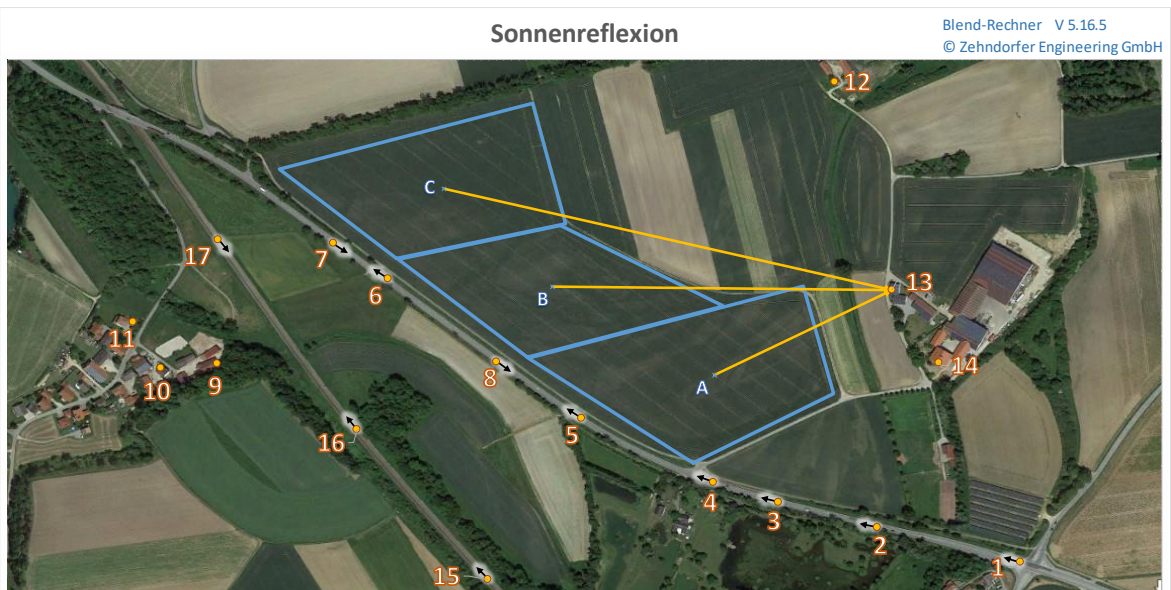
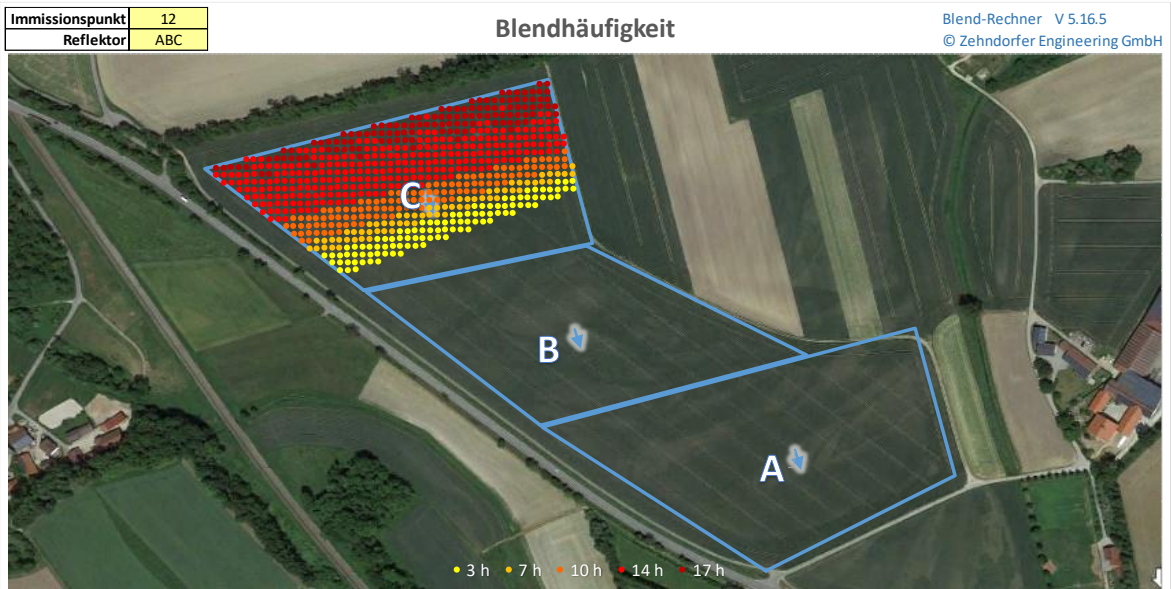
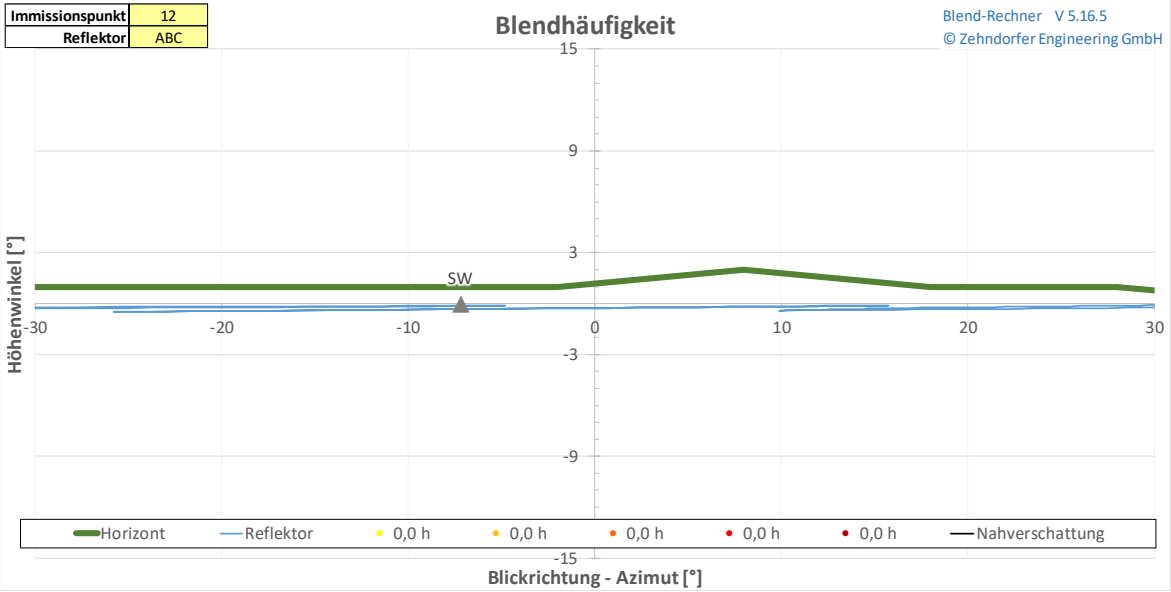
|                 |     |
|-----------------|-----|
| Immissionspunkt | 11  |
| Reflektor       | ABC |

**Blendhäufigkeit**

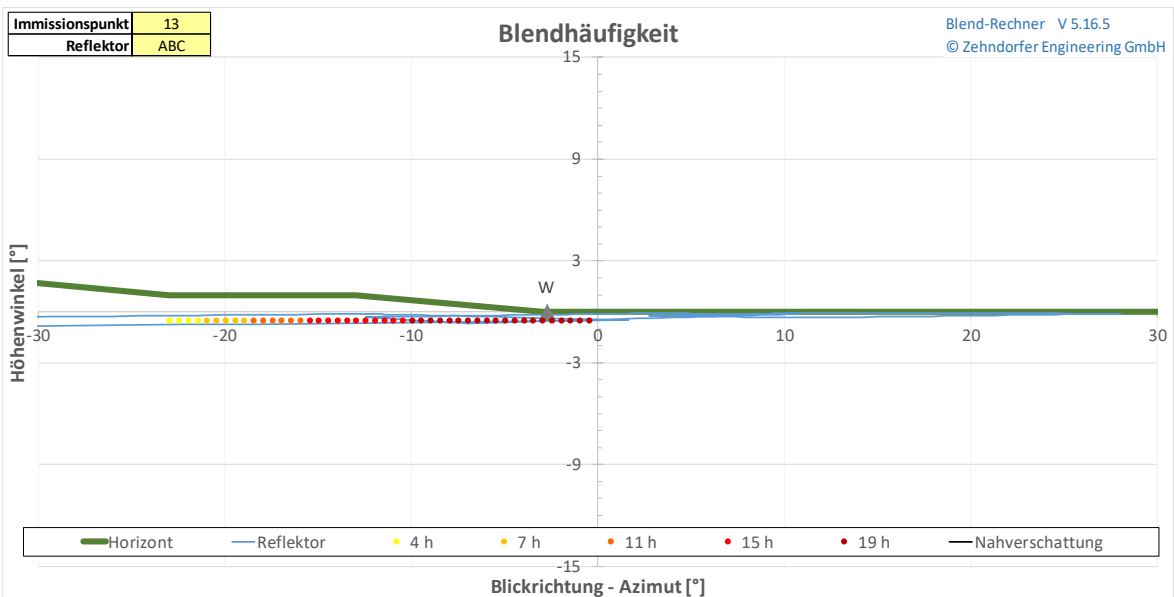
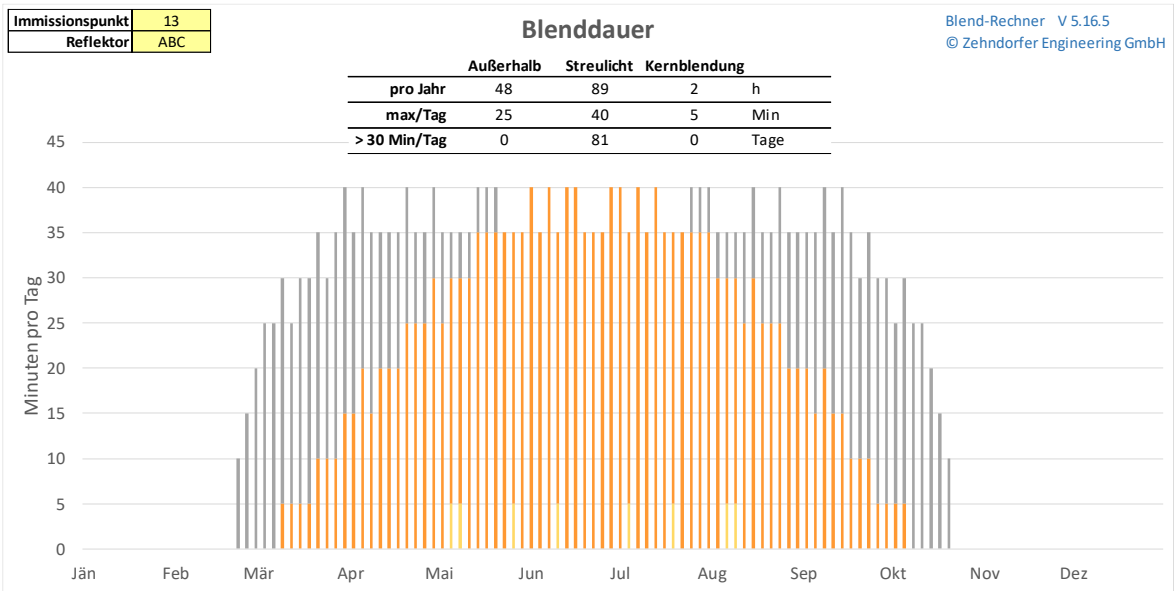
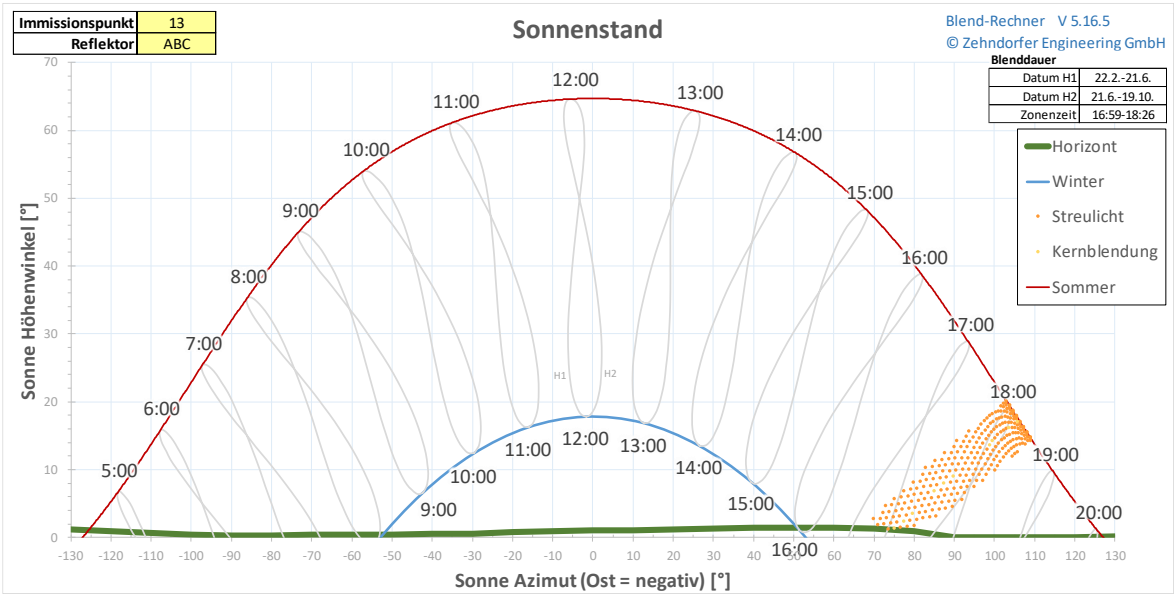
Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH











|                 |     |
|-----------------|-----|
| Immissionspunkt | 13  |
| Reflektor       | ABC |

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH



|                 |     |
|-----------------|-----|
| Immissionspunkt | 14  |
| Reflektor       | ABC |

Sonnenreflexion

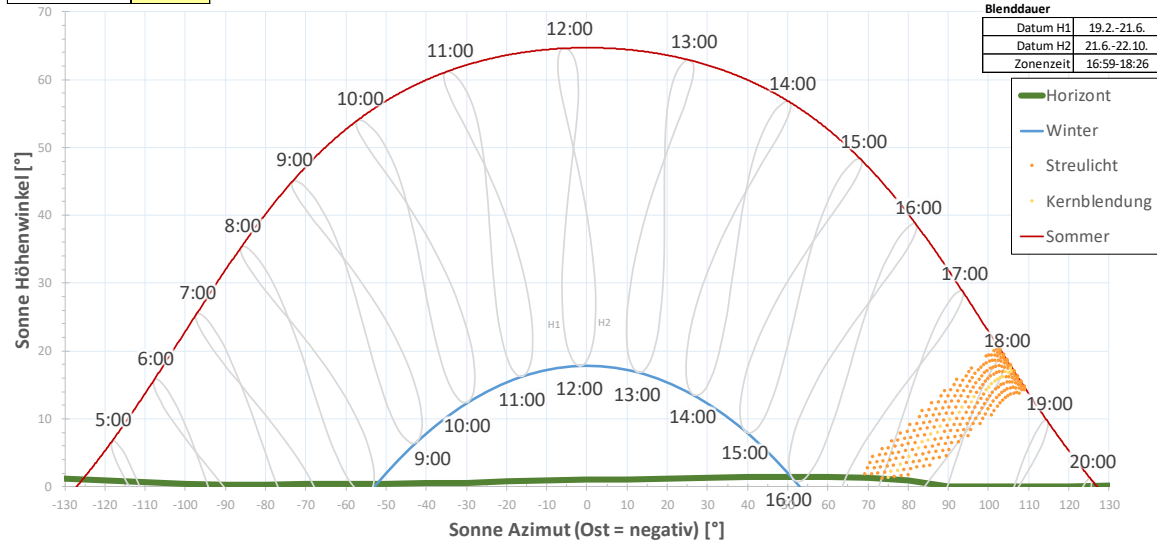
Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH



|                 |     |
|-----------------|-----|
| Immissionspunkt | 14  |
| Reflektor       | ABC |

Sonnenstand

Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH

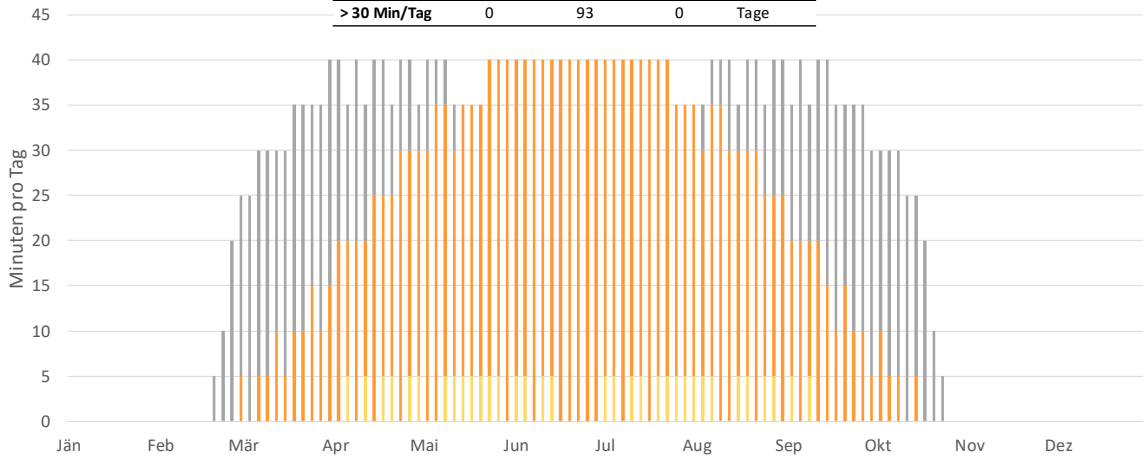


|                 |     |
|-----------------|-----|
| Immissionspunkt | 14  |
| Reflektor       | ABC |

**Blenddauer**

Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH

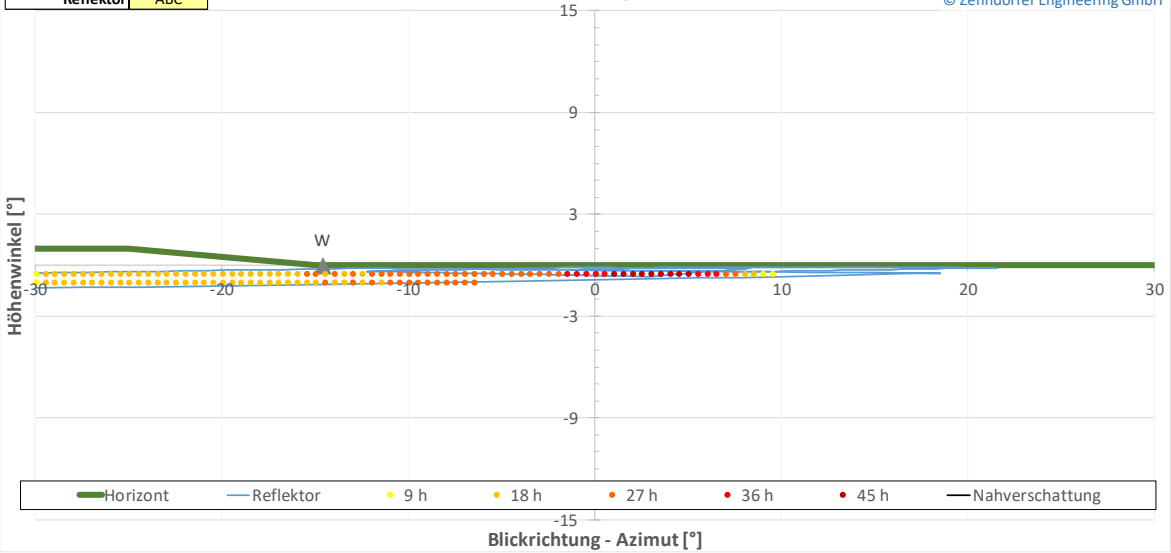
|              | Außerhalb | Streulicht | Kernblendung |      |
|--------------|-----------|------------|--------------|------|
| pro Jahr     | 46        | 99         | 9            | h    |
| max/Tag      | 25        | 40         | 5            | Min  |
| > 30 Min/Tag | 0         | 93         | 0            | Tage |



|                 |     |
|-----------------|-----|
| Immissionspunkt | 14  |
| Reflektor       | ABC |

**Blendhäufigkeit**

Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH

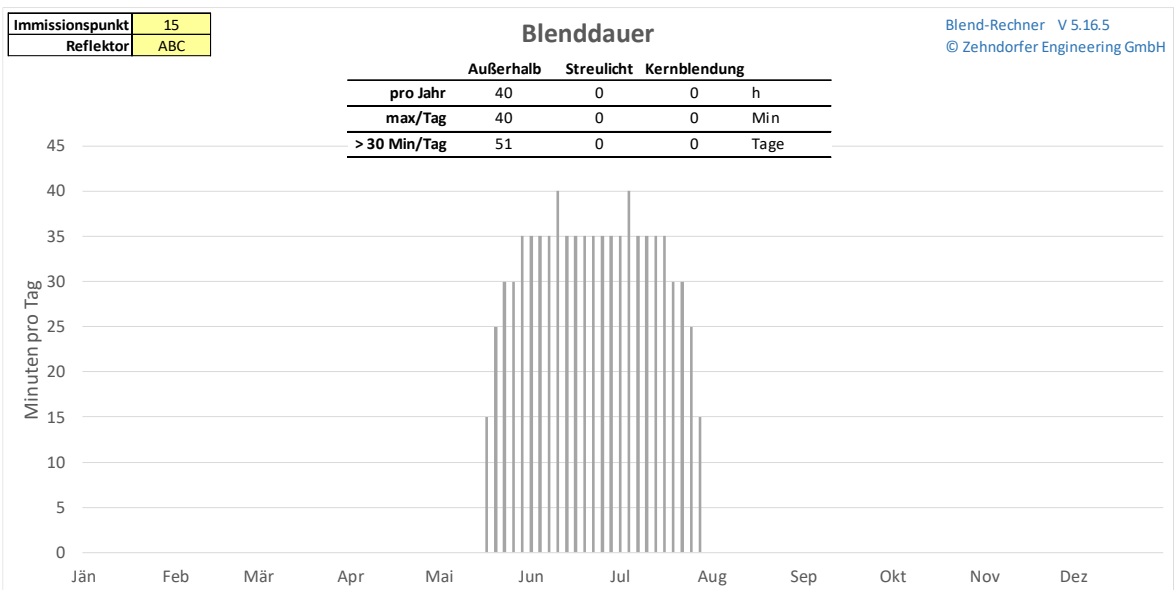
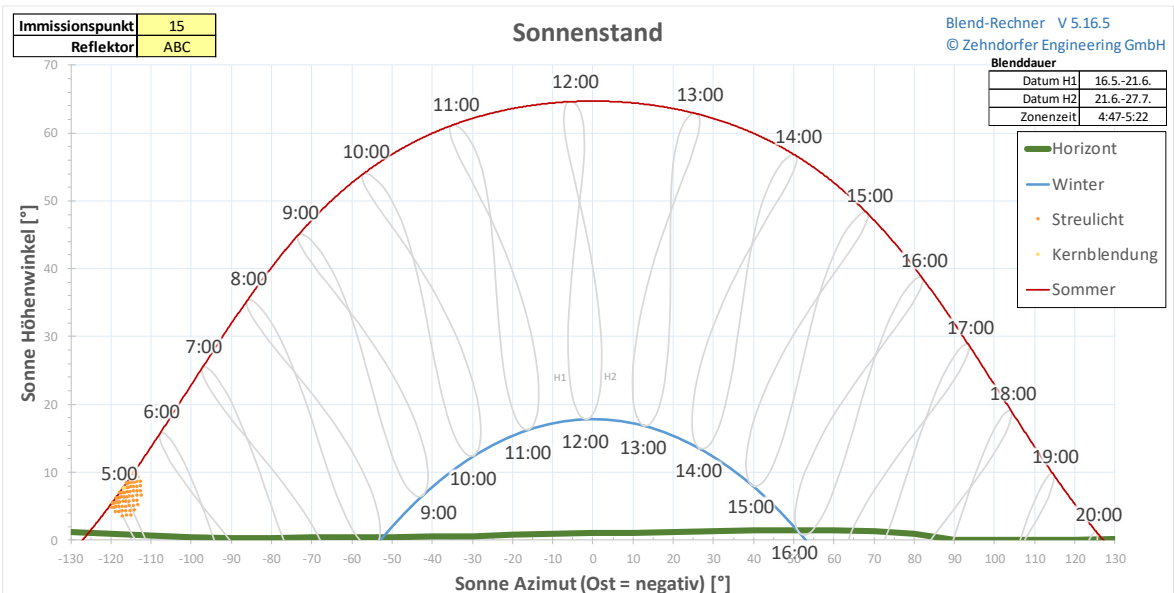
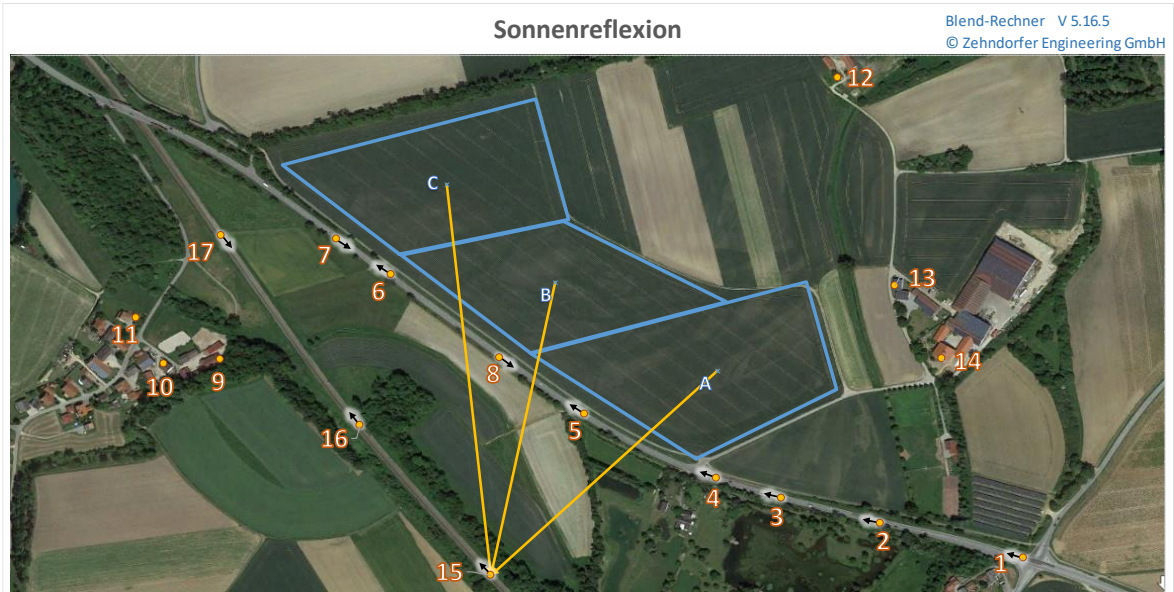


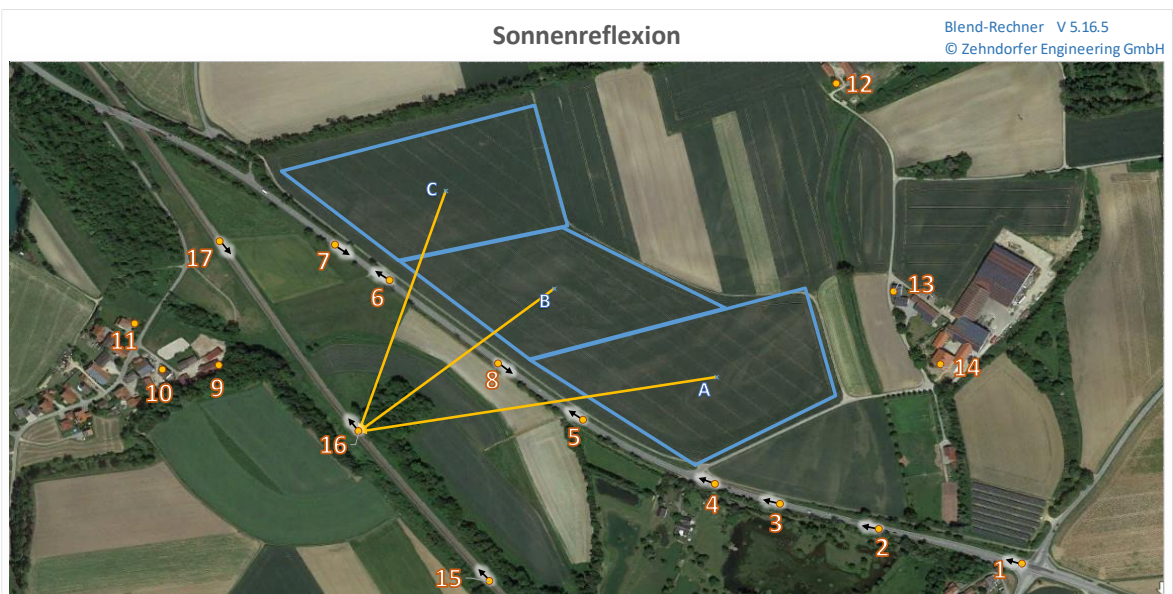
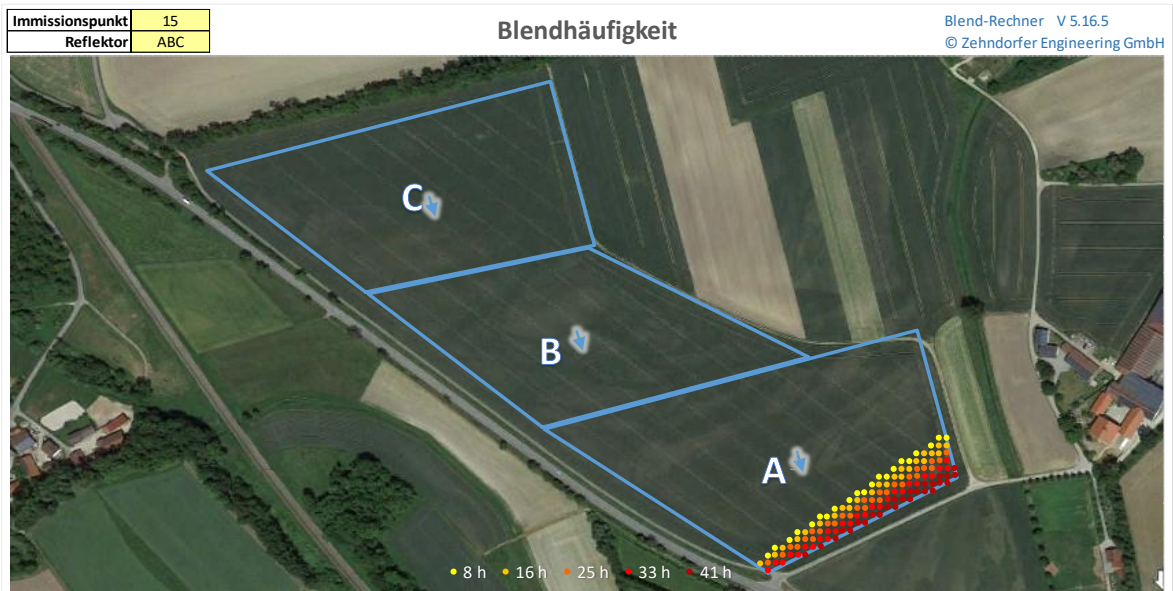
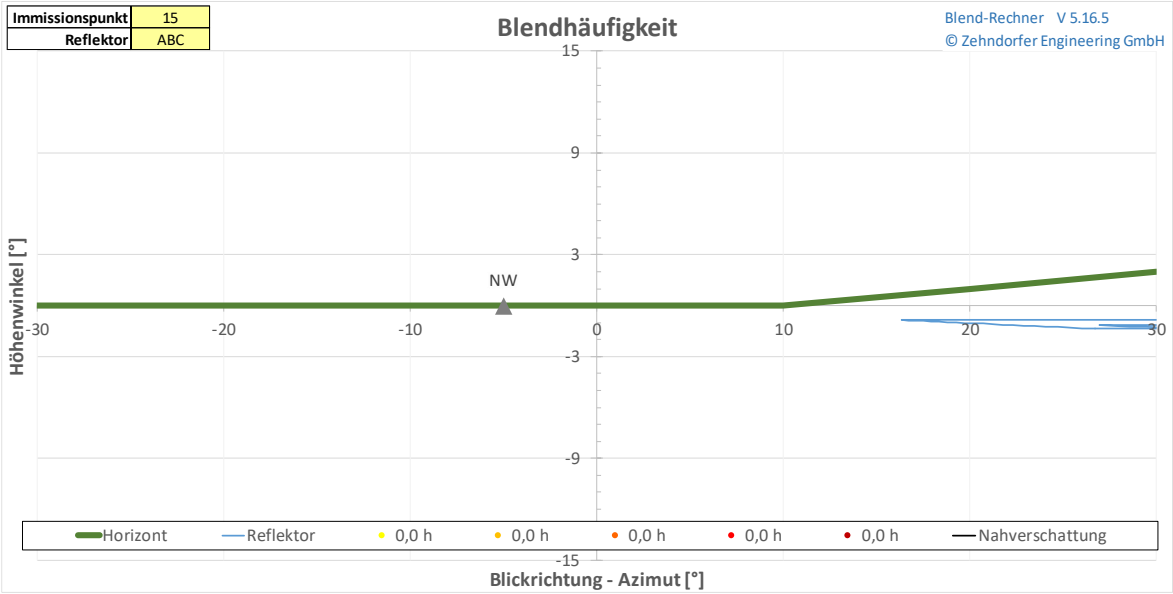
|                 |     |
|-----------------|-----|
| Immissionspunkt | 14  |
| Reflektor       | ABC |

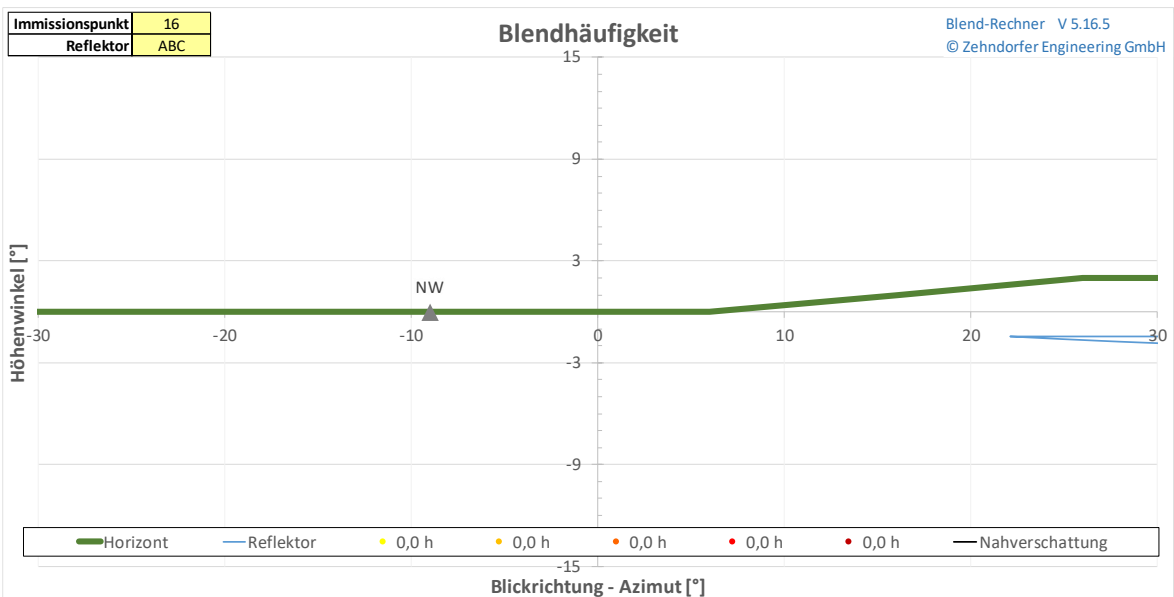
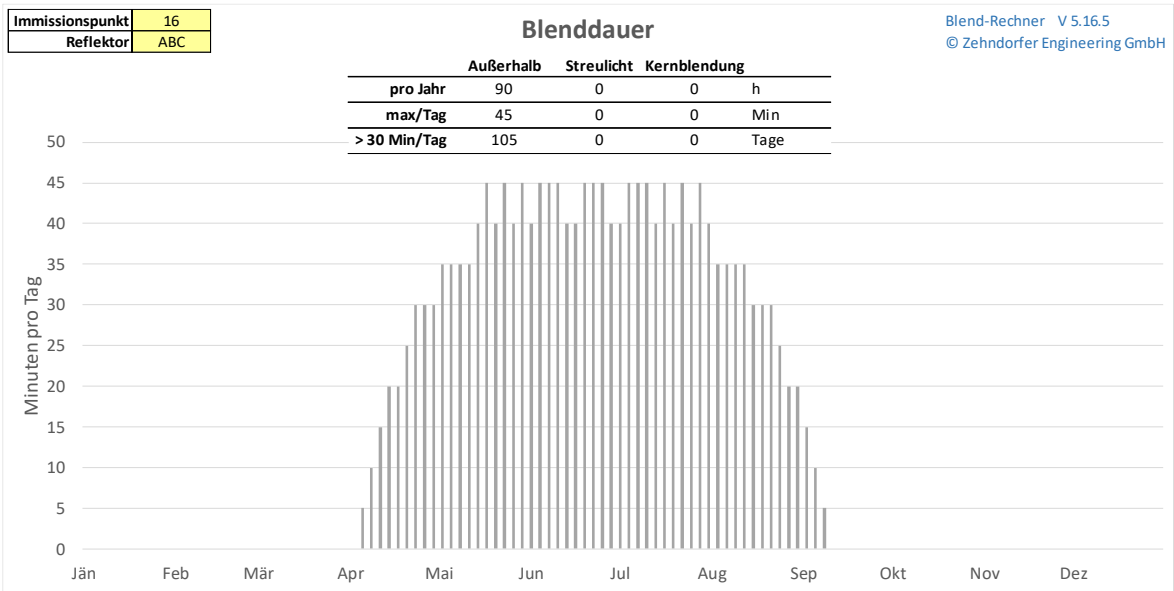
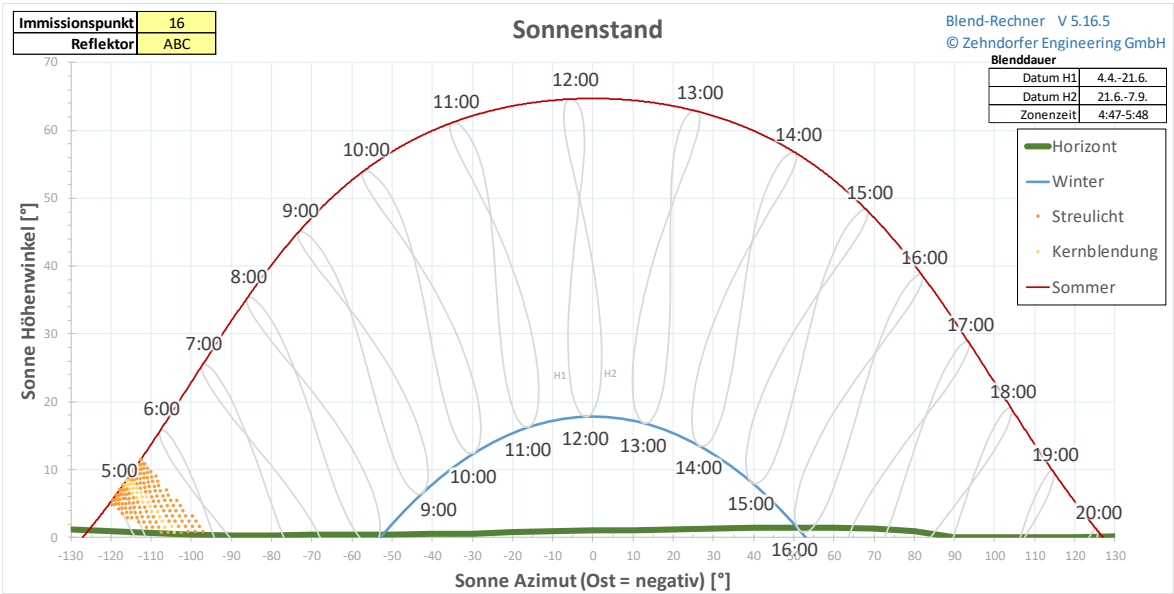
**Blendhäufigkeit**

Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH









|                 |     |
|-----------------|-----|
| Immissionspunkt | 16  |
| Reflektor       | ABC |

Blendhäufigkeit

Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH



|                 |     |
|-----------------|-----|
| Immissionspunkt | 17  |
| Reflektor       | ABC |

Sonnenreflexion

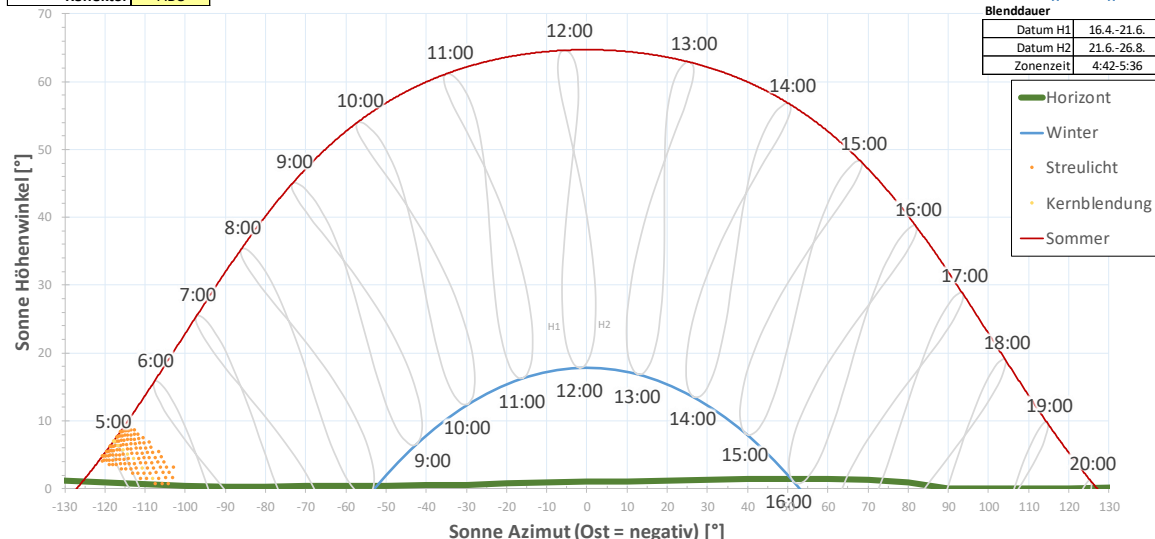
Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH



|                 |     |
|-----------------|-----|
| Immissionspunkt | 17  |
| Reflektor       | ABC |

Sonnenstand

Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH

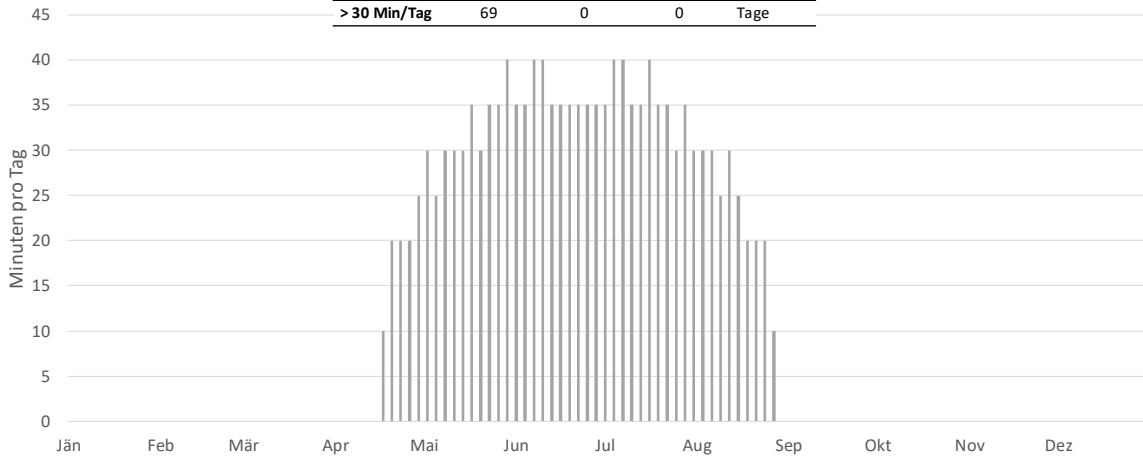


|                 |     |
|-----------------|-----|
| Immissionspunkt | 17  |
| Reflektor       | ABC |

**Blenddauer**

Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH

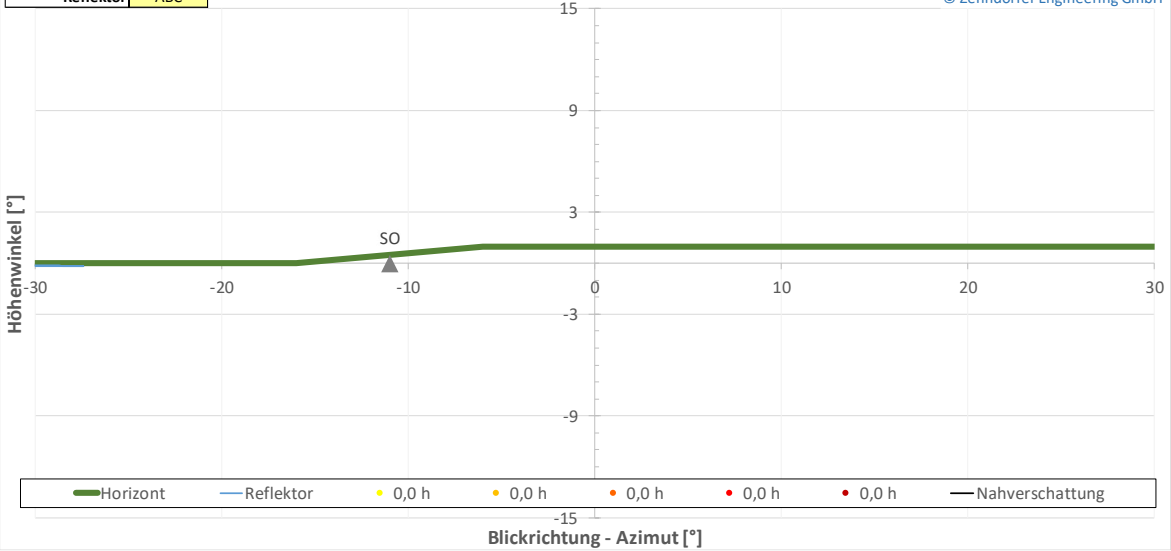
|              | Außerhalb | Streulicht | Kernblendung |      |
|--------------|-----------|------------|--------------|------|
| pro Jahr     | 69        | 0          | 0            | h    |
| max/Tag      | 40        | 0          | 0            | Min  |
| > 30 Min/Tag | 69        | 0          | 0            | Tage |



|                 |     |
|-----------------|-----|
| Immissionspunkt | 17  |
| Reflektor       | ABC |

**Blendhäufigkeit**

Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH



|                 |     |
|-----------------|-----|
| Immissionspunkt | 17  |
| Reflektor       | ABC |

**Blendhäufigkeit**

Blend-Rechner V 5.16.5  
© Zehndorfer Engineering GmbH





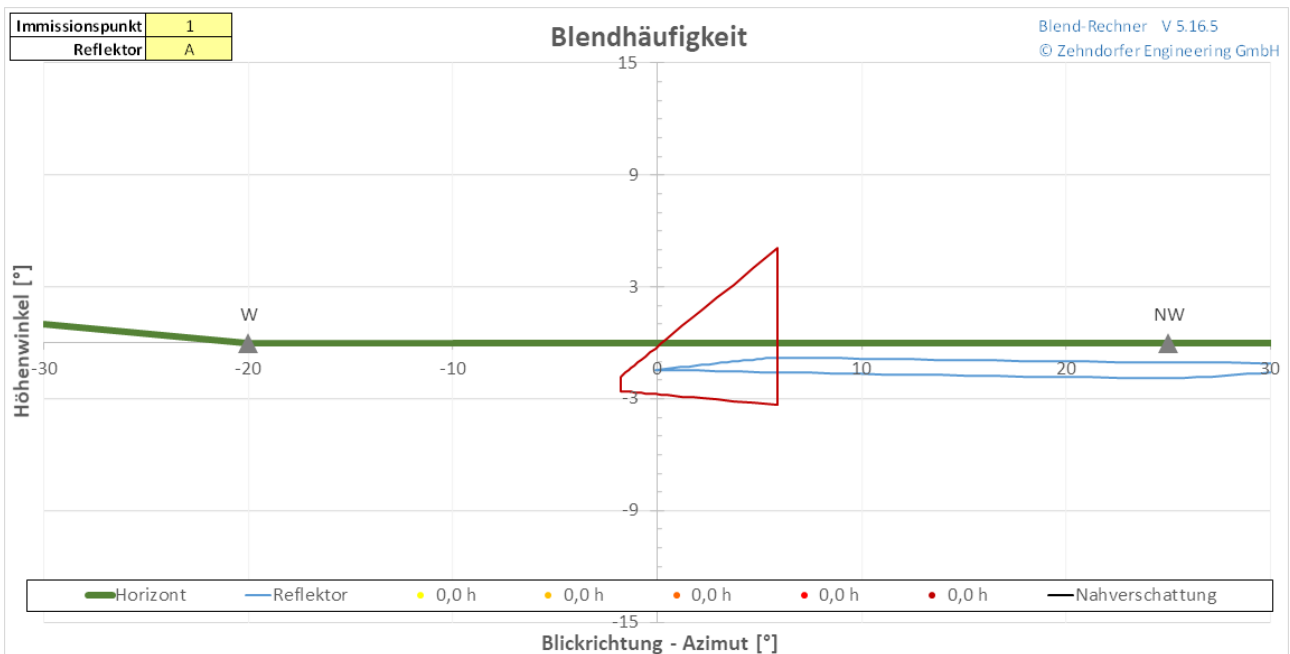
## Anhang 5.1 Ergebnisse mit Hecke

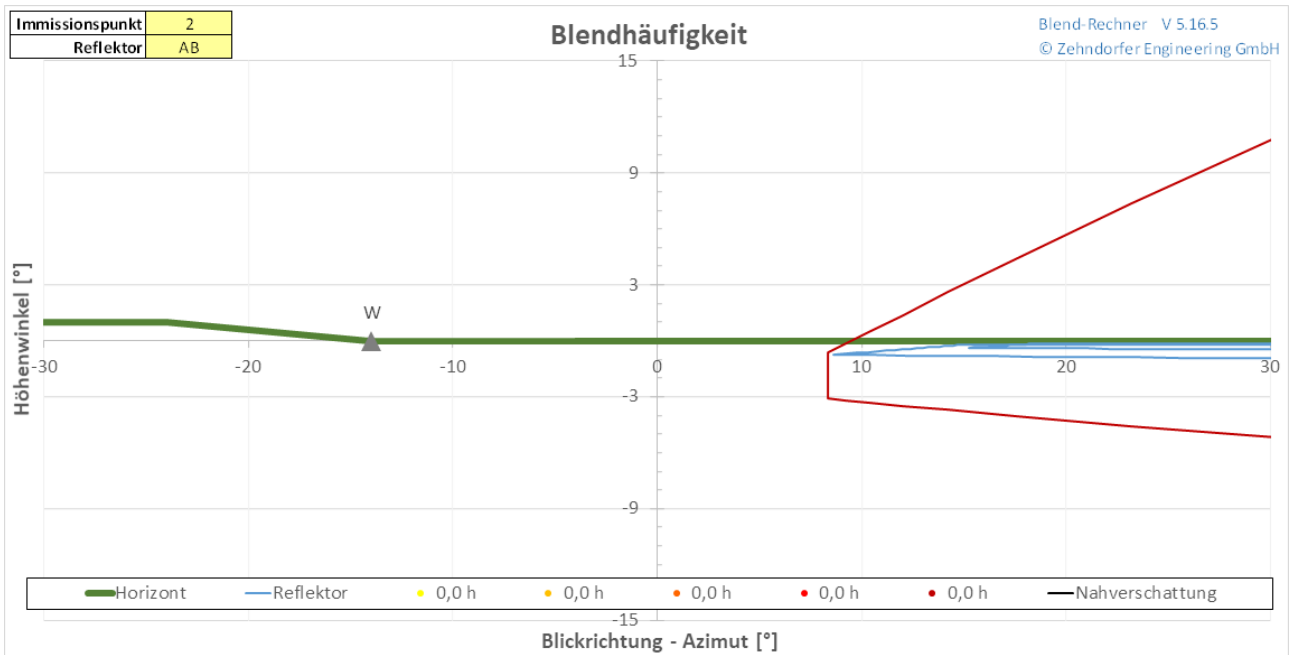
Die Blendberechnung wurde mit der Berücksichtigung der bestehenden Hecke wiederholt. Die Hecke befindet sich an den folgenden Koordinaten.

| Abschattung | I       |         |         |         |
|-------------|---------|---------|---------|---------|
| Eckpunkt    | C1      | C2      | C3      | C4      |
| x           | 348 840 | 348 635 | 348 635 | 348 840 |
| y           | 400 709 | 400 765 | 400 765 | 400 709 |
| z           | 327     | 319     | 319     | 327     |
| h           | -2,0    | -2,0    | 2,0     | 10,0    |

Die Berechnung zeigt damit die folgenden Ergebnisse

| Reflektor                      | A        | AB       |
|--------------------------------|----------|----------|
| <b>Immissionspunkt</b>         | <b>1</b> | <b>2</b> |
| Distanz m                      | 496      | 313      |
| Höhenwinkel °                  | -1       | 0        |
| Raumwinkel msr                 | 5        | 0        |
| Datum H1                       | -        | -        |
| Datum H2                       | -        | -        |
| Zeit                           | -        | -        |
| Kernblendung min / Tag         | 0        | 0        |
| Kernblendung h / Jahr          | 0        | 0        |
| Streulicht min / Tag           | 0        | 0        |
| Streulicht h / Jahr            | 0        | 0        |
| Sonnen Höhenwinkel (Mittel) °  | -        | -        |
| Sonnen Azimut (Mittel) °       | -        | -        |
| Sonne-Reflektor Winkel (max) ° | -        | -        |
| Blendung - Blickwinkel (min) ° | -        | -        |





Allgemeine Hintergründe, gesetzliche Regelungen und Fallbeispiele zum Thema Blendung finden Sie auf [www.zehndorfer.at](http://www.zehndorfer.at)

