

Analyse der Blendwirkung für die Solaranlage Neufraunhofen

Im Auftrag von

OneSolar International GmbH

z.H. Hr. Johannes Hinz

Am Moos 9

84174 Eching

**Gutachten ZE18024-OS v4
Februar 2020**



INHALT

1 Situationsbeschreibung..... 4

 1.1 PROBLEMBESCHREIBUNG4

 1.2 ORTSBEZEICHNUNG UND LAGE DER PV-ANLAGE4

 1.3 UNTERSUCHTER RAUM5

 1.4 ABSCHATTUNGEN & VERDECKUNGEN6

 1.4.1 *Gelände-profil*6

 1.4.2 *Horizont*.....6

 1.4.3 *Bewuchs*7

 1.4.4 *Künstliche Abschattungen*.....7

2 Blendberechnung..... 7

 2.1 BEDINGUNGEN FÜR DIE BERECHNUNG.....7

 2.2 REFLEXIONSBERECHNUNG7

 2.3 ERKLÄRUNG DER ERGEBNISSE9

 2.4 SICHTBEZUG..... 10

 2.5 BLEND-WIRKUNG..... 10

 2.5.1 *Größenverhältnisse*11

 2.5.2 *Blendstärke*11

 2.5.3 *Richtung der Blendung*.....11

 2.5.4 *Blenddauer*12

 2.5.5 *Mögliche subjektive Effekte*12

3 Beurteilung & Empfehlungen..... 12

 3.1 BLENDREDUZIERENDE MAßNAHMEN..... 12

ANHANG 1 Definitionen..... 16

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

ANHANG 3 Methodik der Berechnung 19

ANHANG 4 Vermessung der Umgebung..... 20

ANHANG 5 Detail-Ergebnisse der Berechnungen..... 21

 ANHANG 5.1 ERGEBNISSE ALTERNATIVE AUFSTÄNDERUNG 35

Zusammenfassung

Im Bauverfahren einer Freiflächen-Photovoltaikanlage ist zu prüfen, ob Anwohner einer unzumutbaren Blendwirkung ausgesetzt wären.

Es besteht keine Blendwirkung auf die untersuchten Immissionpunkte.

Version	Datum	Beschreibung
1.0	21.3.2018	ursprüngliches Gutachten
2.0	30.12.2019	Aktualisierung des Modulbelegungsplanes
3.0	16.1.2020	alternative Ausrichtung der Modultische
4.0	20.2.2020	Verdrehung nach Westen (15°)
4.1	2.3.2020	Klarstellung Blendwirkung

1 Situationsbeschreibung

1.1 Problembeschreibung

Blendung aus ungewohnten Richtungen können Menschen bei Arbeiten behindern, sowie den Erholungswert im Freien, auf Balkonen oder sogar in den Wohnräumlichkeiten derart verringern, dass von Unzumutbarkeit gesprochen werden kann.

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.

Ziel dieses Gutachtens ist die Prüfung, ob Fahrzeuglenker, die auf der Ortsstraße östlich der Anlage an der PV-Anlage vorbeifahren, von der PV-Anlage geblendet werden könnten, sowie die Beurteilung einer möglichen Blendwirkung auf die Anrainer gemäß der Richtlinie LAI-2012.

1.2 Ortsbezeichnung und Lage der PV-Anlage

Die geplante Freiflächen-Photovoltaik-Anlage befindet sich in der Gemeinde 84181 Neufraunhofen, Landkreis Landshut (Gemarkung Neufraunhofen, GPS Koordinaten: 48°23'12"N, 12°13'35"O).

Abbildung 1 Situation



Die PV-Anlage wurde für die Berechnung als ein Viereck modelliert.

Abbildung 2 Ausrichtung der Anlage



Abbildung 3 Ausrichtung der PV-Module (nicht maßstabsgetreu)

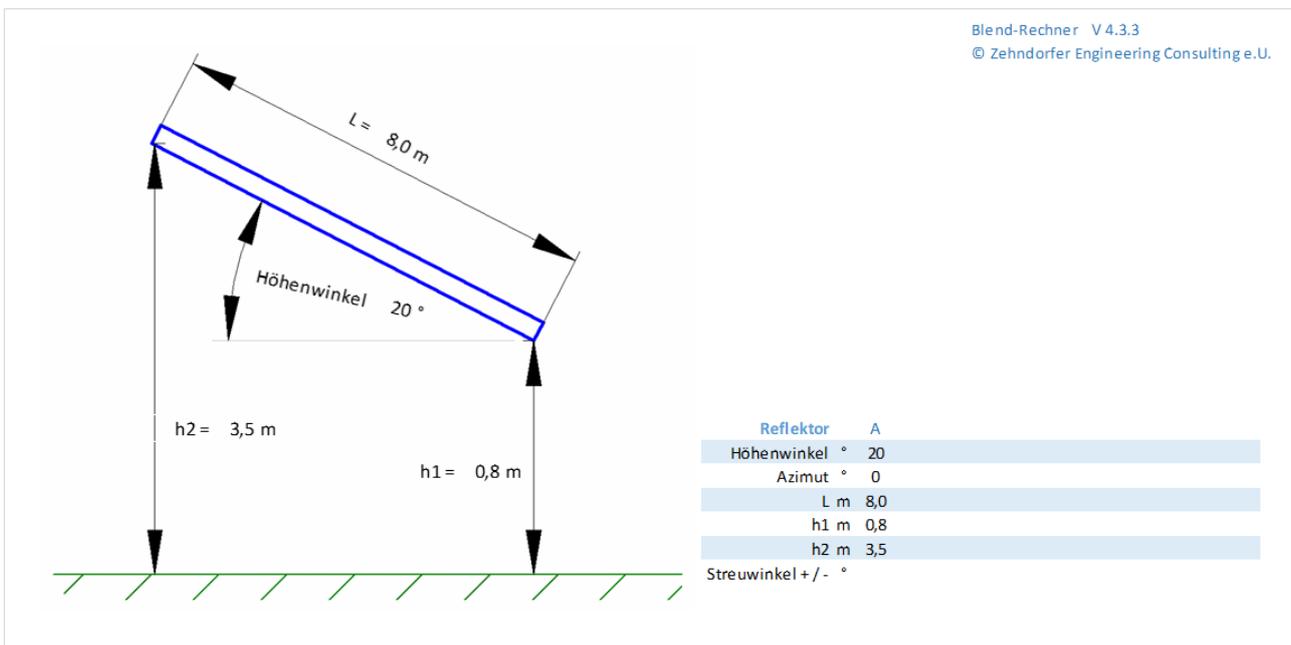


Abbildung 2 und Abbildung 3 zeigen die Ausrichtung des PV-Feldes im Raum. Die Module sind in Richtung Süden (0° Azimut) mit 20° geneigt aufgeständert. Sie sind auf Modultischen mit einer Oberkante bei 3,5 m angeordnet. Von der Rückseite der PV-Module sind keine Reflexionen zu erwarten.

1.3 Untersuchter Raum

Die Immissionspunkte (IP) sind jene Punkte, für die die Blendberechnung durchgeführt wird. Die zu untersuchenden Punkte liegen auf der Ortsstraße, sowie bei den Anrainern.

Abbildung 4 Immissionspunkte



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. Ist ein IP mit einem schwarzen Pfeil versehen, so stellt dieser die feste Blickrichtung des Beobachters von diesem Immissionspunkt dar (falls besondere Gegebenheiten wie z.B. die Fahrtrichtung dies vorgegeben).

Der Immissionspunkt auf der Straße wurden 2,5 m über dem Gelände gewählt (maximal anzunehmende Höhe des Fahrers). Die Höhe der Anrainer wurde 2 m über dem Boden gewählt. Die detaillierte Vermessung der relevanten Umgebung ist in Anhang 4 zu finden.

1.4 Abschattungen & Verdeckungen

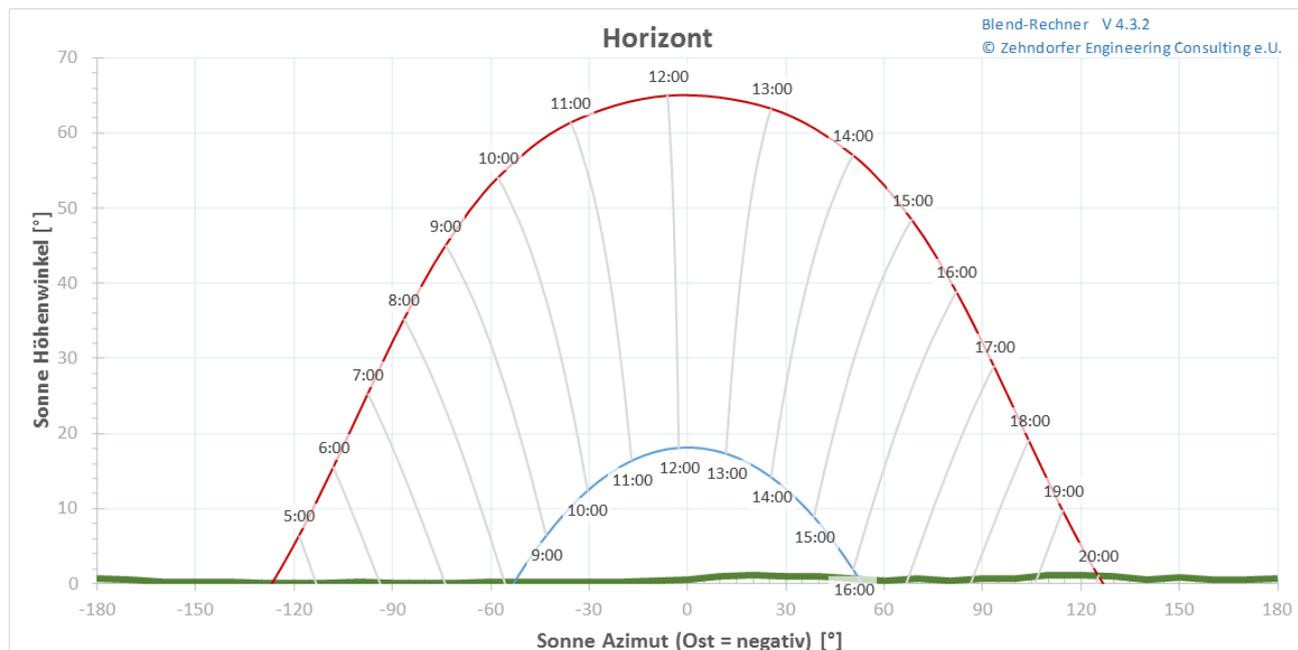
1.4.1 Gelände-profil

Das umliegende Geländeprofil leicht hügelig. Es gibt jedoch keine Geländekanten, die hoch genug wären, um die Anlage signifikant zu verdecken.

1.4.2 Horizont

Die Anlage liegt auf einem leichten Südhang. Es gibt keine Berge in der Nähe die die Sonnenstunden der Anlage reduzieren würden.

Abbildung 5 Horizont



1.4.3 Bewuchs

Zwischen der Reflexionsfläche und den IP gibt es kaum Büsche oder Bäume. Dieser wurden in der Berechnung auch nicht berücksichtigt.

1.4.4 Künstliche Abschattungen

Zwischen den IP und den Solaranlagen gibt es keinerlei Gebäude oder andere Abschattungen, die die Sichtbeziehung zur PV-Anlage unterbrechen würden.

2 Blendberechnung

2.1 Bedingungen für die Berechnung

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

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

2.2 Reflexionsberechnung

Die Reflexionsberechnung basiert auf der Methode Raytracing (siehe Anhang 2). Die Reflexionen werden für jeden Immissionspunkt gesondert berechnet.

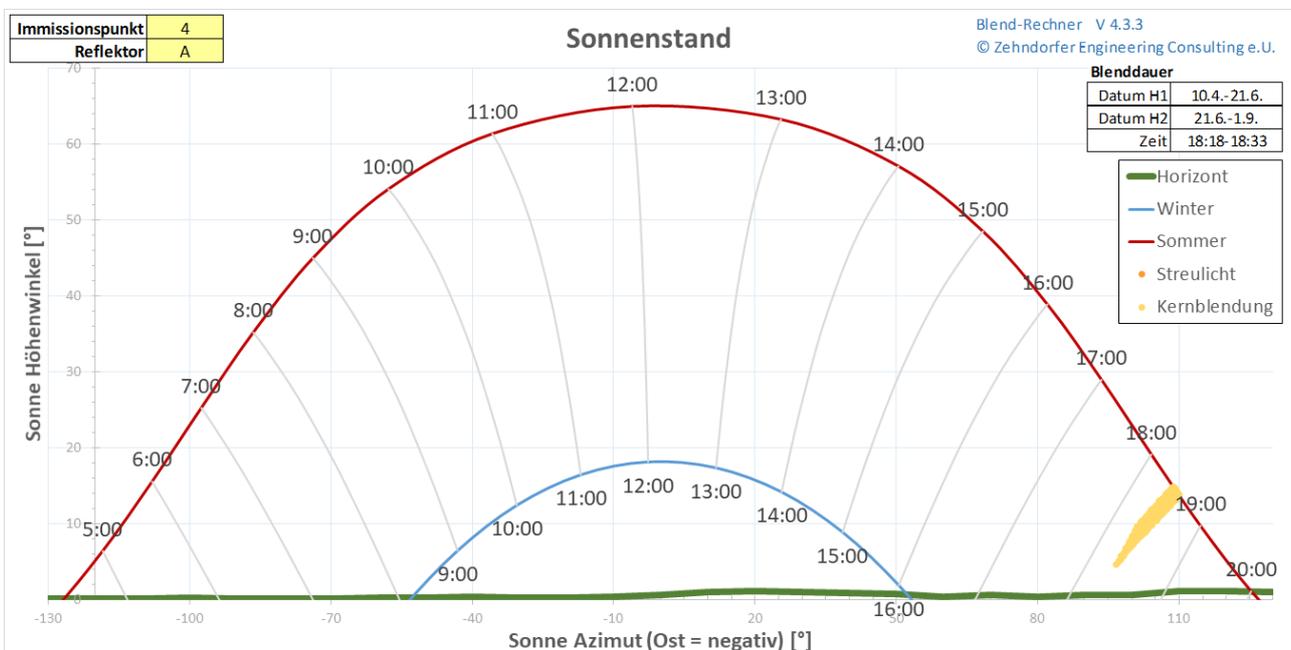
Abbildung 6 Reflexion der Solar Anlage zum IP 4



Abbildung 6 stellt die Immissionspunkte und den Strahlengang von eventuellen Reflexionen dar.

Abbildung 7 zeigt zu welchem Zeitpunkt (Jahres- und Uhrzeit) Reflexionen auftreten. Es ist auch jener Sonnen-höhenwinkel und der Sonnen-azimut dargestellt, bei dem Reflexionen in Richtung des Immissionspunktes ausgestrahlt werden.

Abbildung 7 Sonnenwinkel bei Blendung am IP 4



Am IP 4 ist also abends von April bis Anfang September mit Reflexionen zu rechnen. Die Resultate der Berechnung für den IP 4 sind in folgender Tabelle zusammengefasst. Alle weiteren Ergebnisse sind in Anhang 5 zu finden.

Reflektor	A
Immissionspunkt	4
Distanz	m 184
Höhenwinkel	° 3
Raumwinkel	msr 24
Datum H1	10.4.-21.6.
Datum H2	21.6.-1.9.
Zeit	18:18-18:33
Kernblendung	min / Tag 8
Kernblendung	h / Jahr 12
Streulicht	min / Tag 8
Streulicht	h / Jahr 12
Sonnen Höhenwinkel (Mittel)	° 10
Sonnen Azimut (Mittel)	° 103
Sonne-Reflektor Winkel (max)	° 16
Blendung - Blickwinkel (min)	° 12

2.3 Erklärung der Ergebnisse

Distanz	Ist die Distanz zwischen Mittelpunkt des Reflektors und Immissionspunkt in Meter.
Höhenwinkel	Der Höhenwinkel des Reflektors über dem Immissionspunkt. 0° bedeutet, dass sich der Reflektor am Horizont befindet.
Raumwinkel	Der Raumwinkel, gemessen in 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.
Datum H1/H2	Gibt genau jene Zeitspanne an, an dem Blendung über den Reflektor erfolgt
Zeit	Jene maximale Zeitspanne bei der die Blendung über den Reflektor erfolgt
Kernblendung	Die Dauer der Blendung durch direkten Spiegelung der Sonne am Reflektor in Minuten pro Tag bzw. Stunden pro Jahr
Streulicht	Die Dauer der Blendung durch gestreutes Licht der Sonne an der unebenen Oberfläche des Reflektors in Minuten pro Tag bzw. Stunden pro Jahr, für den Fall, dass das Streulicht (nach Vorgabe) unberücksichtigt bleibt, steht hier derselbe Wert wie bei der Kernblendung
Dauer	Die Anzahl jener Tage im Jahr (Frühjahr und Herbst), an denen zu irgendeiner Uhrzeit eine Blendung auftreten kann. Außerhalb dieser Tage steht die Sonne zu hoch oder zu flach um am Immissionspunkt zu blenden, oder es findet eine Verschattung durch den Horizont oder künstliche Hindernisse statt.
Sonnen Höhenwinkel	Durchschnittlicher Sonnen-höhenwinkel zum Zeitpunkt der Blendung
Sonnen Azimut	Durchschnittlicher Sonnen-Azimut zum Zeitpunkt der Blendung

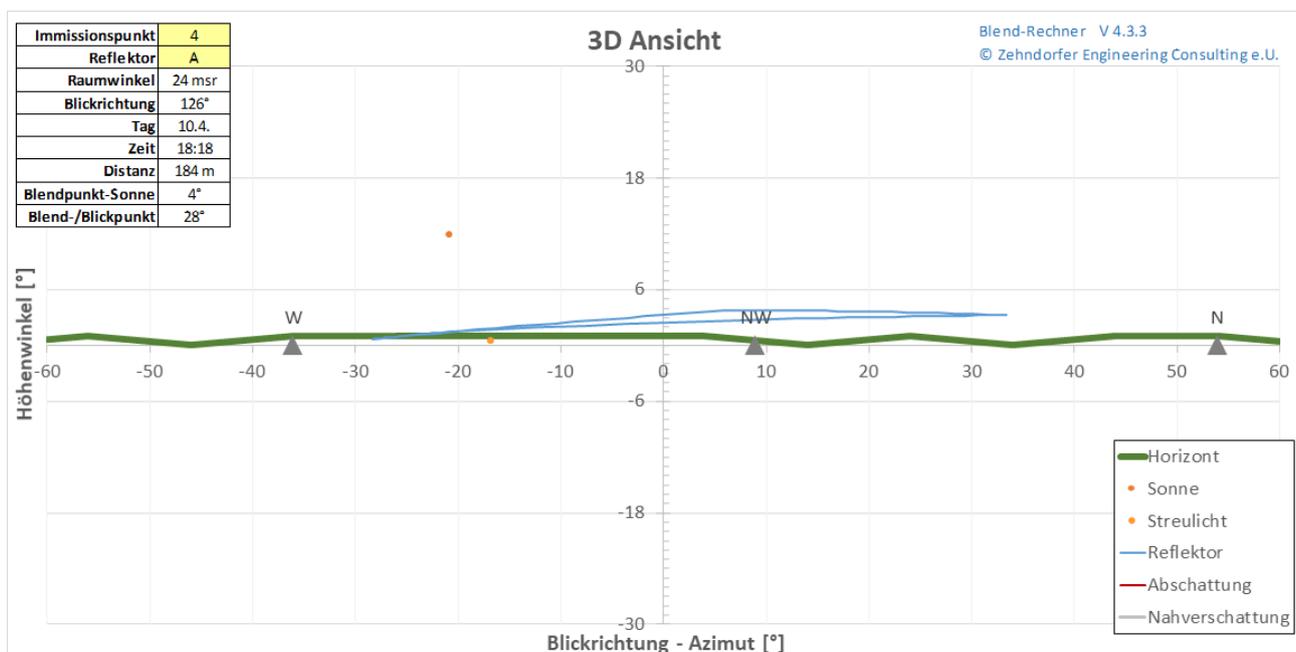
Sonne-Reflektor Winkel Der vom Immissionspunkt aus sichtbare Winkel zwischen Reflektor und Sonnenstand bei Blendung. Ist dieser Winkel klein (also z.B. $< 10^\circ$), so spielt die Blendung neben der in gleicher Richtung stehenden und typischer Weise viel stärkeren Sonne eine untergeordnete Rolle.

Blendung-Blickwinkel Der minimale Winkel zwischen der Blickrichtung (also z.B. Fahrtrichtung) und jener Stelle des Reflektors von welcher aus Reflexionen stattfinden könnten. Ist der Winkel groß (also außerhalb des eines Kegels von 30°), so spielt die Blendung eine untergeordnete Rolle.

2.4 Sichtbezug

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

Abbildung 8 Blickfeld am IP 4 Richtung Nord-Westen



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 Entfernung¹) sind hier alle Größen im Maß des Raumwinkels (milli Steradian) umgerechnet.

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

Die maximal sichtbare Größe der Solar-Anlage vom IP 4 (24 msr) ist als mittel-groß zu bezeichnen.

2.5.2 Blendstärke

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

2.5.3 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-Positionsindex².

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

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

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

2.5.4 Blenddauer

Abbildung 9 Blenddauer am IP 4

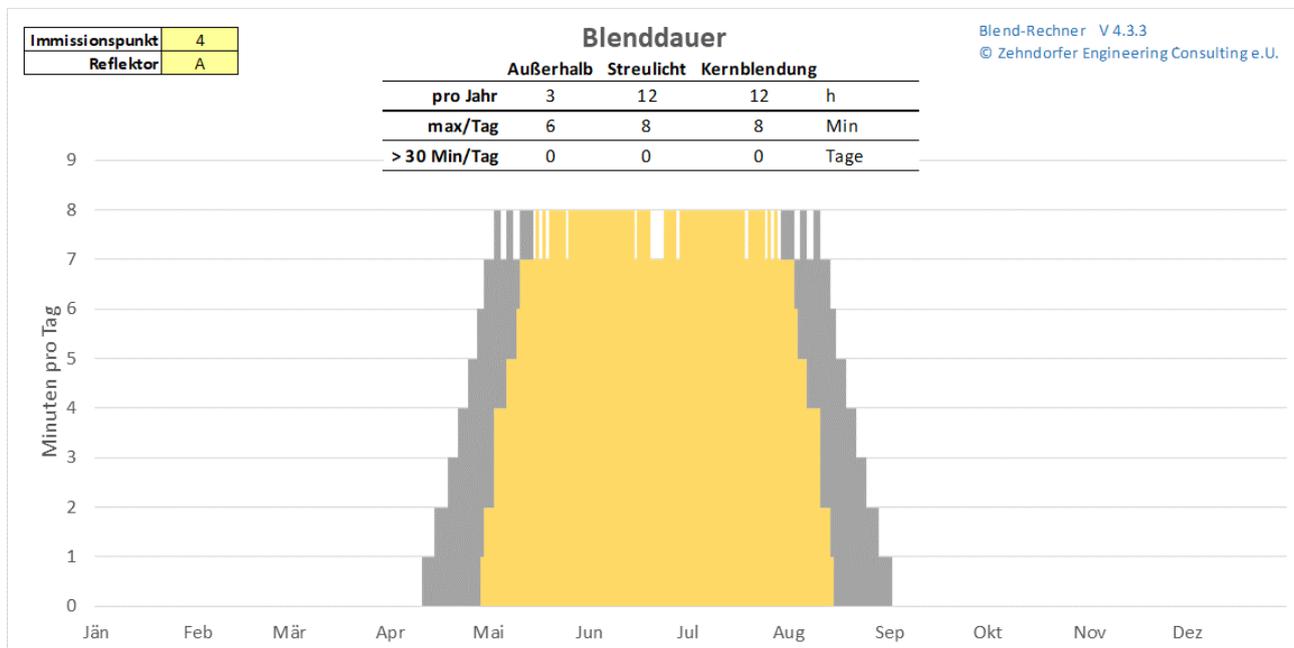


Abbildung 9 zeigt die Verteilung der Blenddauer pro Tag über das ganze Jahr.

Die grauen 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. Dies ist im konkreten Fall nicht zutreffend.

3 Beurteilung & Empfehlungen

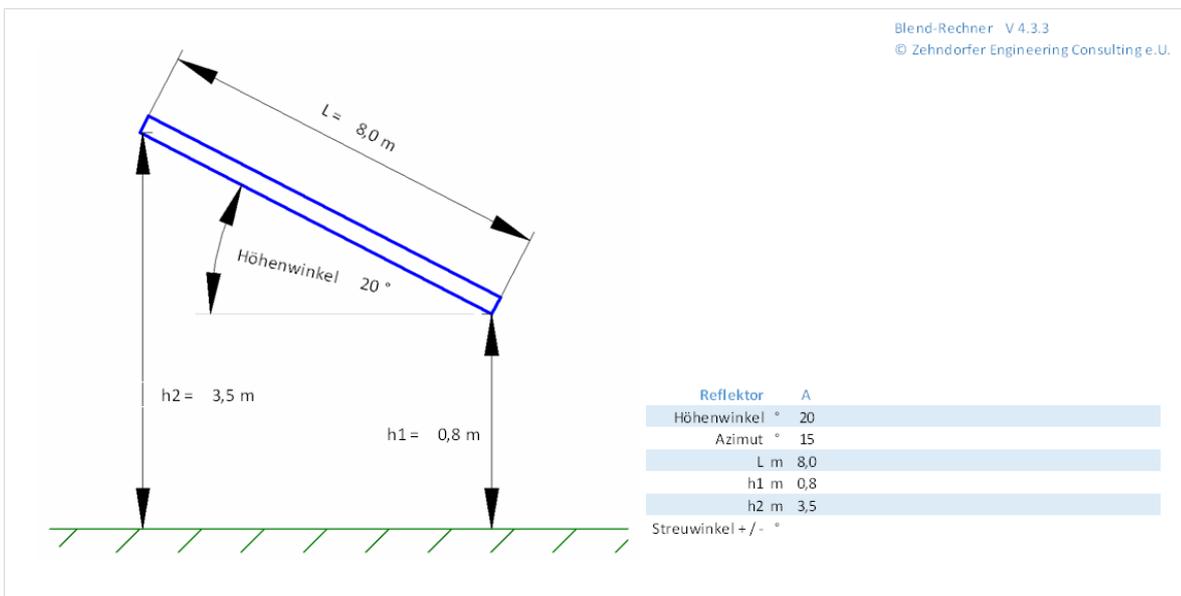
3.1 Blendreduzierende Maßnahmen

Um die (geringe) Blendwirkung auf die Nachbarn weiter zu reduzieren, können die Modultische um 15° in Richtung Westen verdreht werden (wie in Abbildung 10 dargestellt).

Abbildung 11 Anlagen Layout (Alternative)

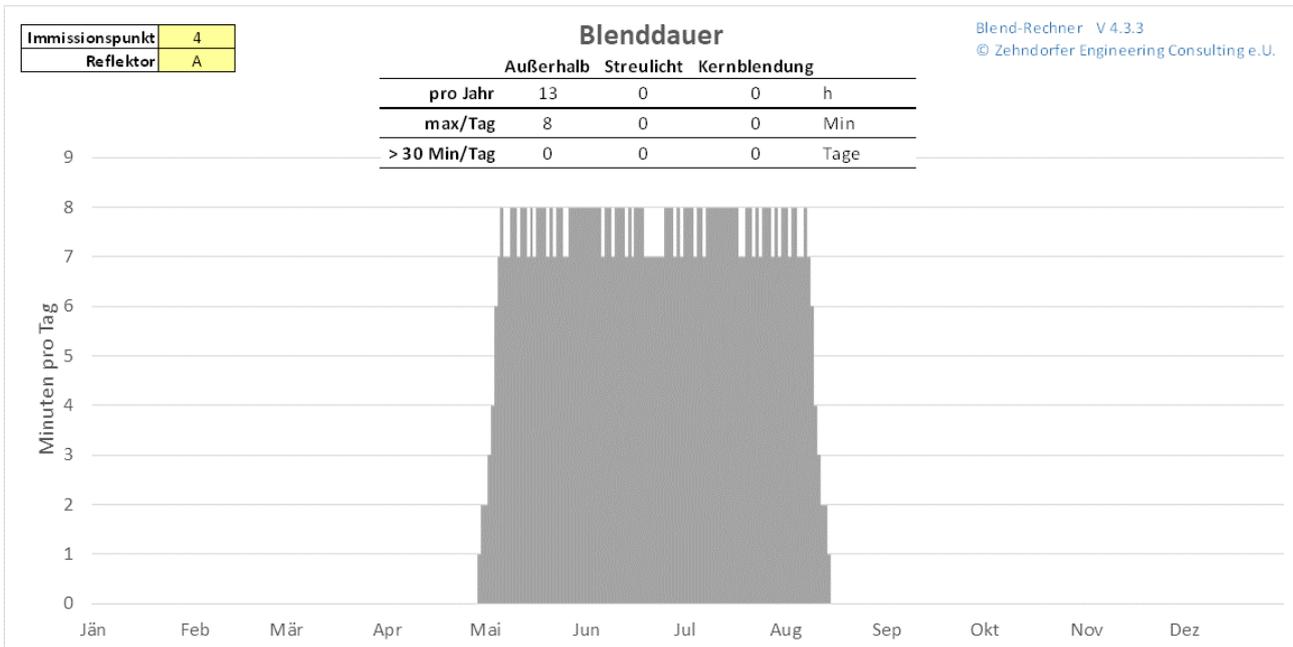


Abbildung 12 Alternative Ausrichtung



Durch die Verdrehung der Anlage bestehen dann in Richtung der IP 3 und 4 (Nachbarn) nur mehr solche (kurzzeitigen) Reflexionen, bei denen die Sonne in einem Winkel von $< 10^\circ$ zur reflektierenden Fläche steht. Solche Reflexionen werden neben der 100 bis 1000 Mal stärkeren Sonne kaum wahrgenommen und sind deshalb gemäß der Richtlinie LAI-2012 als unerheblich zu beurteilen.

Abbildung 13 Reflexionsdauer außerhalb der Richlinie



Die Detailergebnisse der Berechnung mit der Alternativen Aufständering sind in Anhang 5.1 zu sehen.

Wenn die Anlage um 15° in Richtung Westen verdreht wird, besteht somit keine relevante Blendwirkung mehr in Richtung der östlichen Nachbarn.

Auch alle anderen Immissionspunkte sind keiner erheblichen Blendwirkung ausgesetzt

Datum: 2.3.2020

Gutachter:

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

 Jakob Zehndorfer
 Zehndorfer Engineering GmbH

ANHANG 1 DEFINITIONEN

Blendung (allgemein)	eine Störung der visuellen <i>Wahrnehmung</i> , verursacht durch eine helle Lichtquelle im Gesichtsfeld
Psychologische Blendung	eine Form von Blendung, welche als <i>unangenehm oder ablenkend</i> empfunden wird. Sie stört häufig nur unbewusst die Aufnahme von visueller Information, ohne die Wahrnehmung von Details wirklich zu verhindern.
Physiologische Blendung	eine Form von Blendung, welche die Wahrnehmung von visueller Information <i>technisch messbar</i> reduziert. Sie wird durch Streulicht innerhalb des Auges verursacht, welches die wahrnehmbaren Kontraste durch seine Schleierleuchtdichte reduziert.
Blendwirkung	Die Auswirkung der Blendung auf ein Individuum.
tolerierbare Grenze	In den genannten Vorschriften und Gesetzestexten wird die „tolerierbare Grenze“ für die Blendung nicht näher definiert.
Reflexion (Physik)	Das Zurückwerfen von Wellen an einer Grenzfläche
Gerichtete Reflexion	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 [cd/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 [lm/sr].
Lichtstrom	gibt an wie viele Photonen pro Zeiteinheit von der Lichtquelle emittiert werden – gemessen in Lumen [lm]
LOV	Line of Vision – die übliche Blickrichtung des Beobachters (z.B. Fahrtrichtung eines Fahrzeuges)
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, ...

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.

ANHANG 3 METHODIK DER BERECHNUNG

Die Berechnung wird mittels *Backward Raytracing* durchgeführt. Dabei werden die Eckpunkte der sichtbaren PV Fläche um den Streuwinkel erweitert. Danach werden die Vektoren der Strahlen vom IP zu den 4 Eckpunkten der PV Fläche durchgeführt. Diese Vektoren werden an der PV Ebene gespiegelt und auf einen virtuellen Sonnenstand (Elevation & Azimut) zurückgerechnet. Es wird die Gültigkeit dieses Virtuellen Sonnenstandes überprüft (PV-Rückseite, Sommerlinie, Winterlinie und Horizont) und für alle gültigen Werte eine Detailsimulation (im *Forward Raytracing*) durchgeführt, was anschließend in der Grafik Blendverlauf dargestellt wird. Alle Berechnungen werden unter Zuhilfenahme von vorteilhaften Koordinatensystemen mittels entsprechender Drehmatrizen durchgeführt.

Die Blenddauer-berechnung erfolgt mittels *Forward Raytracing* Detail-simulation.

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 Eckpunkt	A			
	C1	C2	C3	C4
x	294.537	294.668	294.694	294.563
y	362.925	362.920	363.080	363.085
z	474	473	479	487
h	0,8	0,8	3,5	3,5

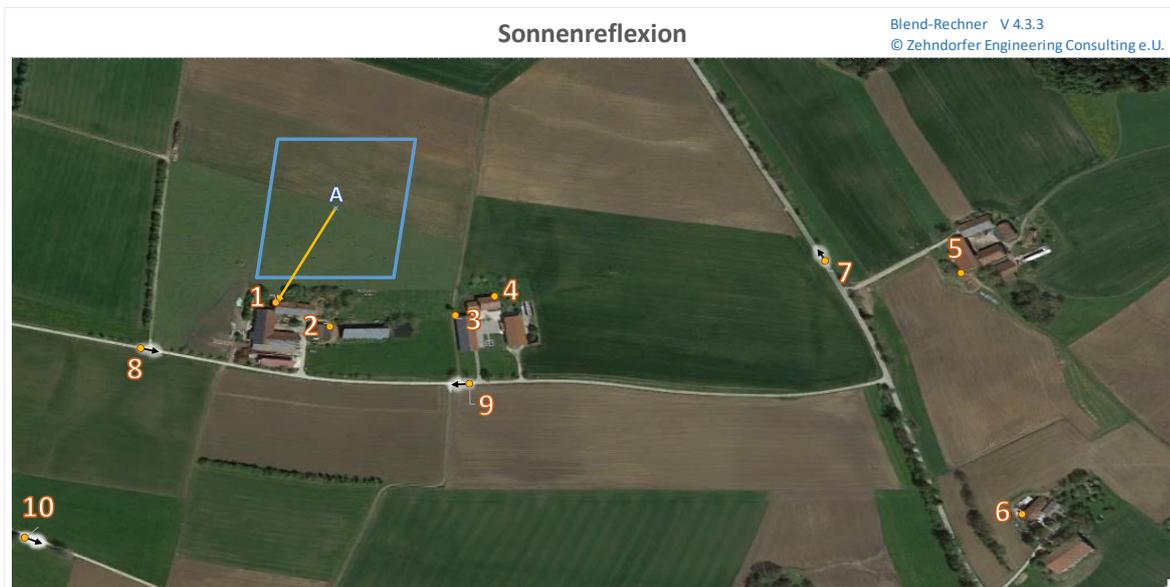
Für diese Berechnung wurden folgende Immissionspunkte betrachtet

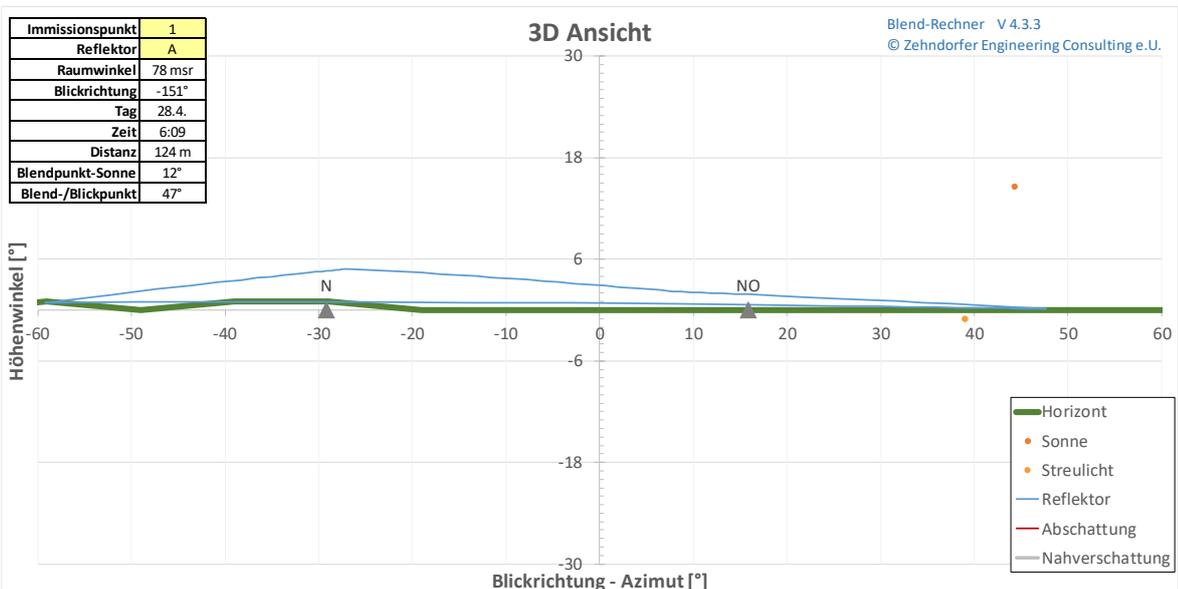
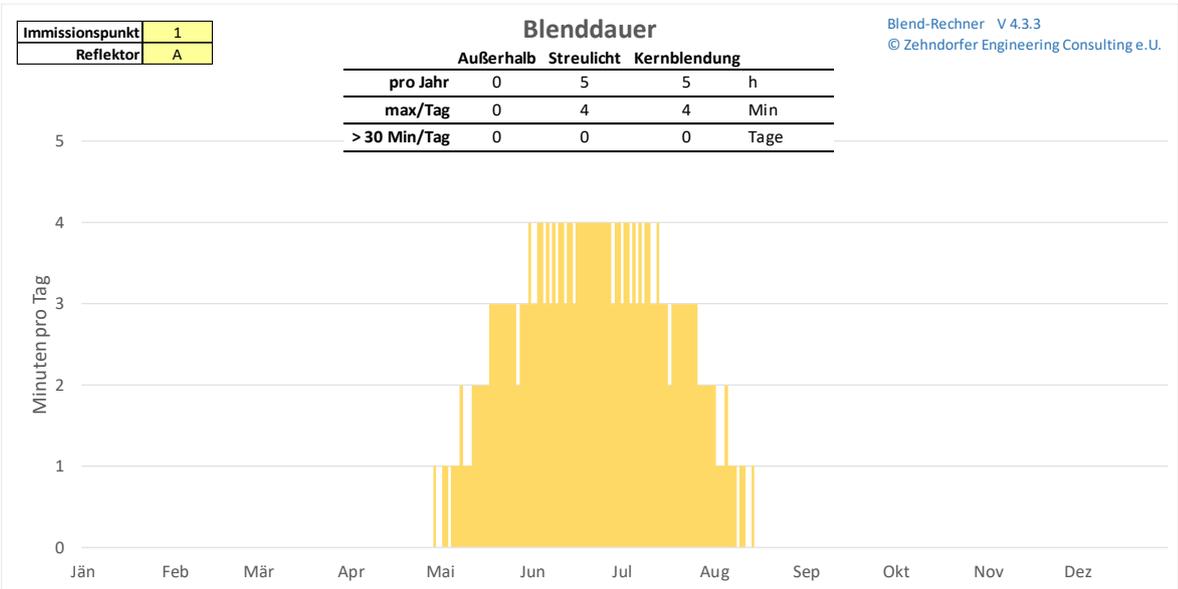
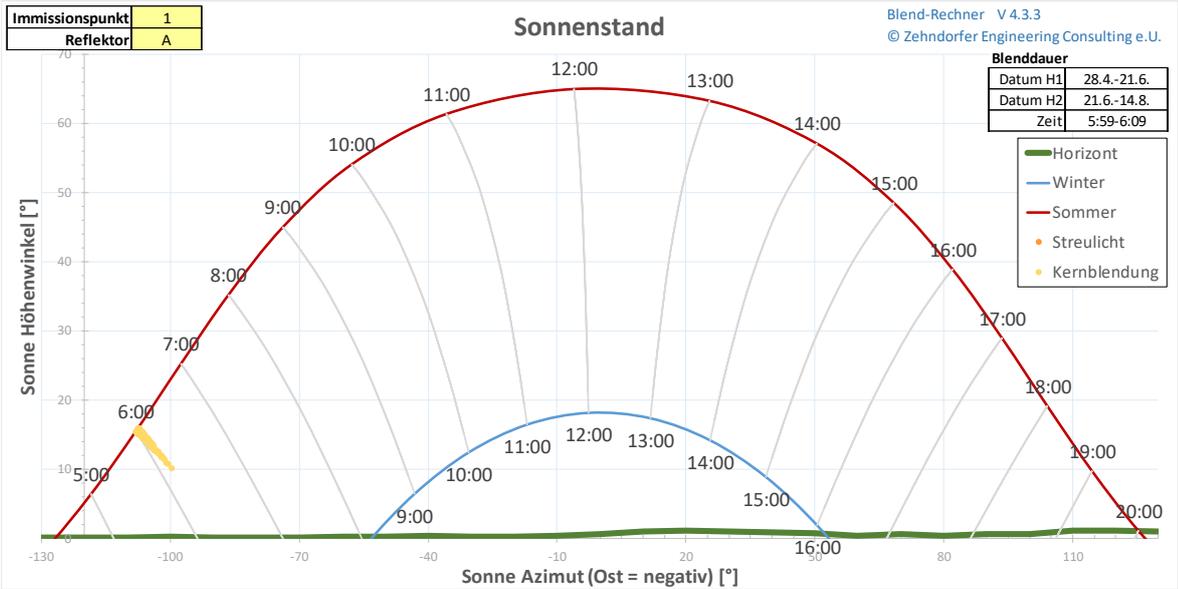
Immissionspunkt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bezeichnung	IP1	IP2	IP3	IP4	IP5	IP6	IP7	IP8	IP9	IP10
x	294.555	294.605	294.726	294.764	295.212	295.260	295.082	294.424	294.736	294.305
y	362.894	362.864	362.873	362.894	362.905	362.623	362.923	362.846	362.793	362.631
z	472	472	470	470	466	467	467	474	473	490
h	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5
Blickrichtung							153	-78	88	-65

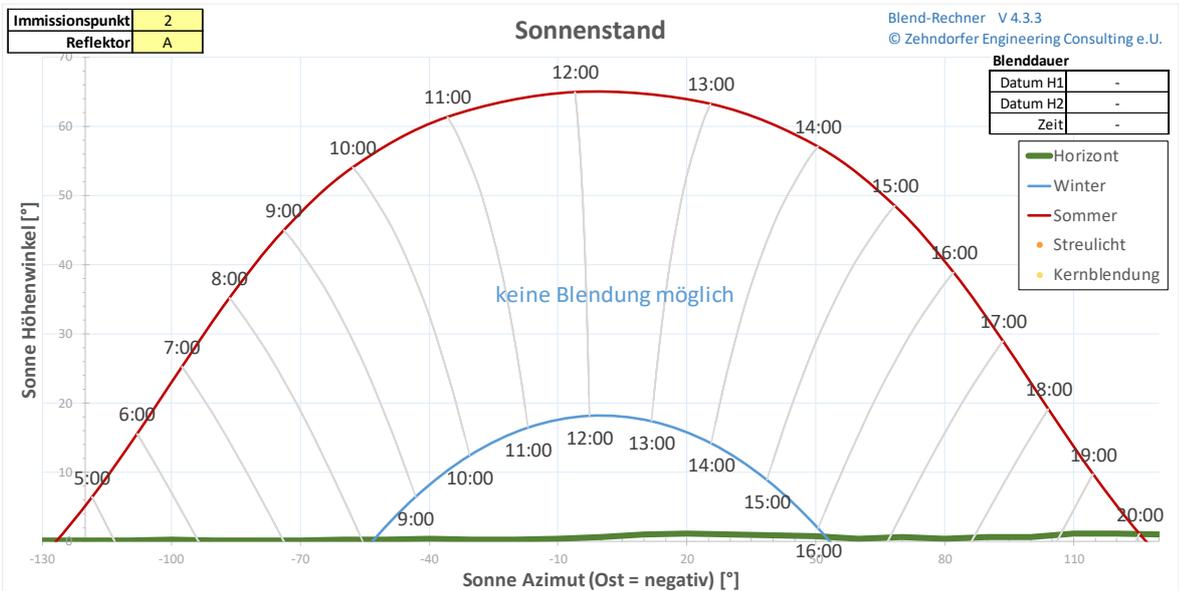
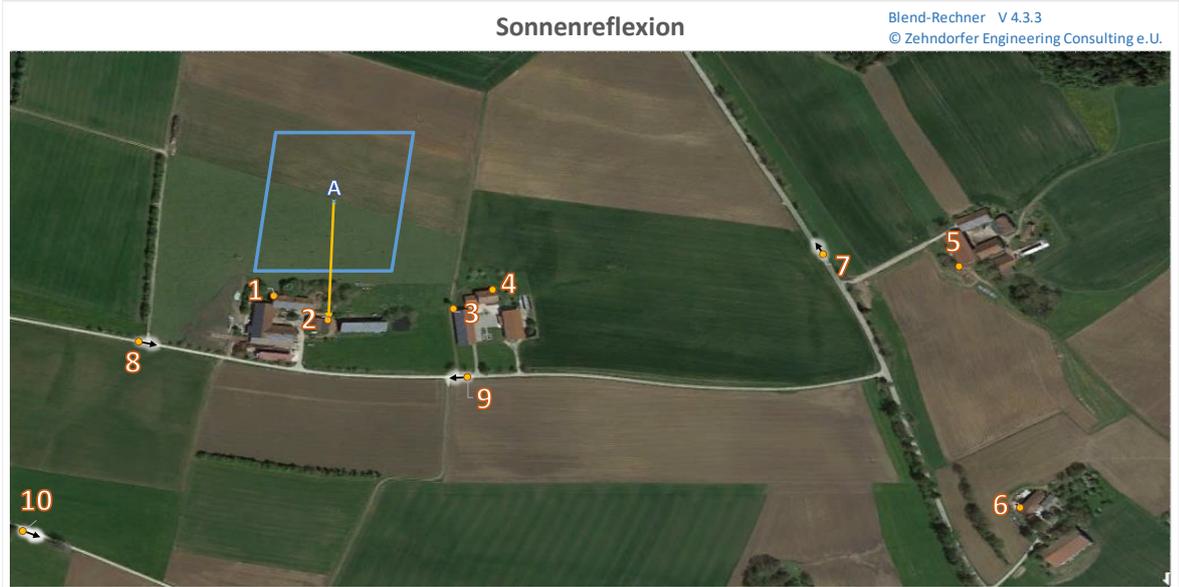
ANHANG 5 DETAIL-ERGEBNISSE DER BERECHNUNGEN

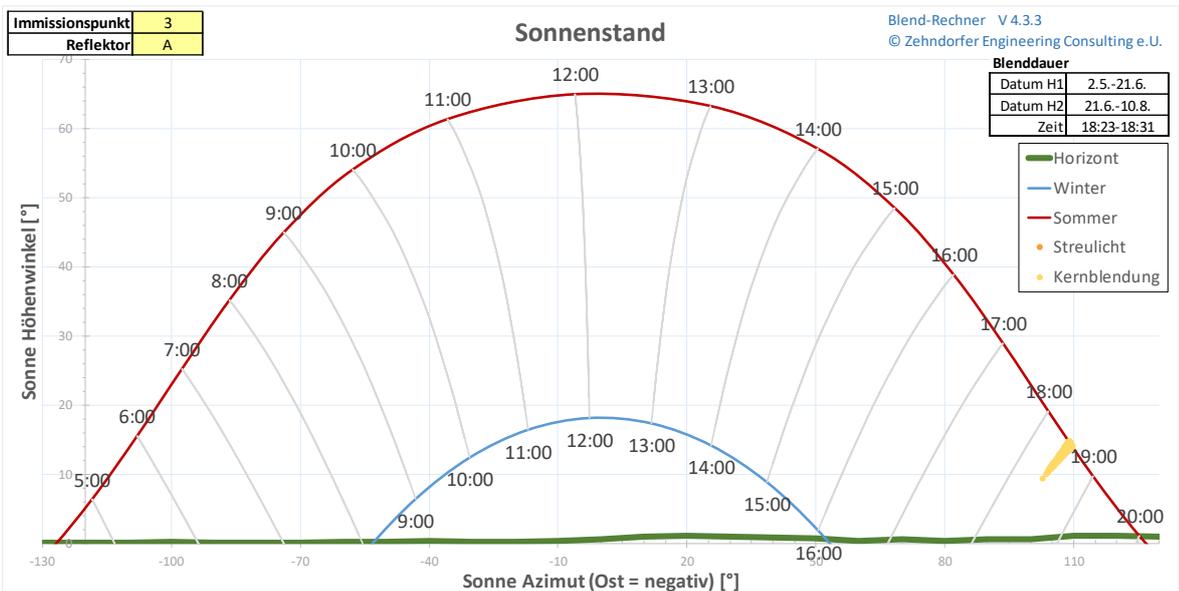
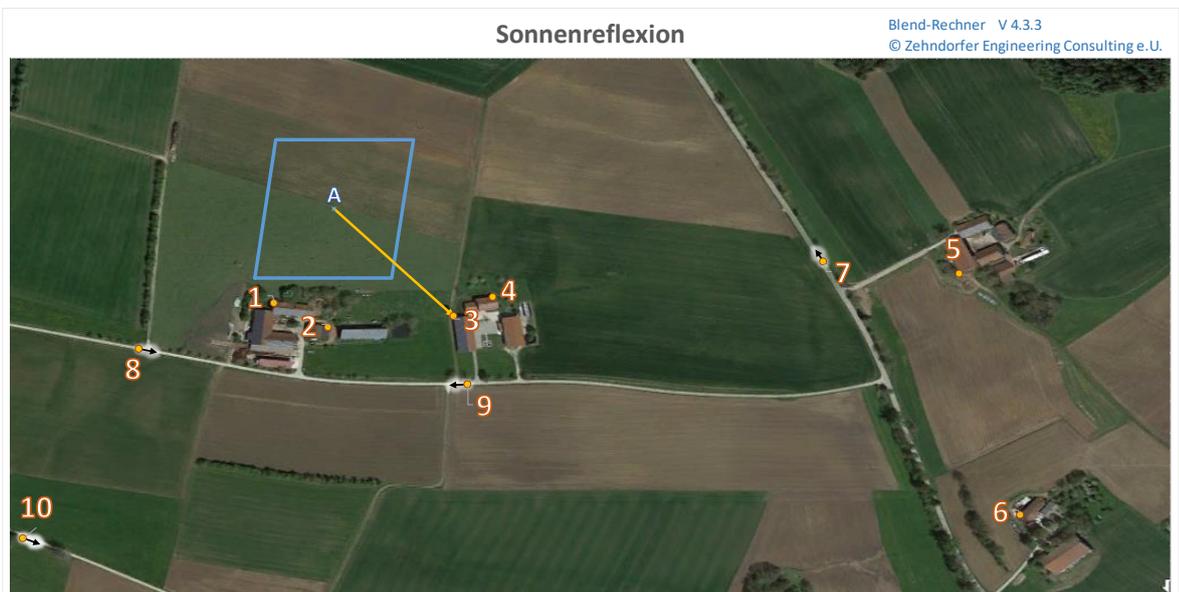
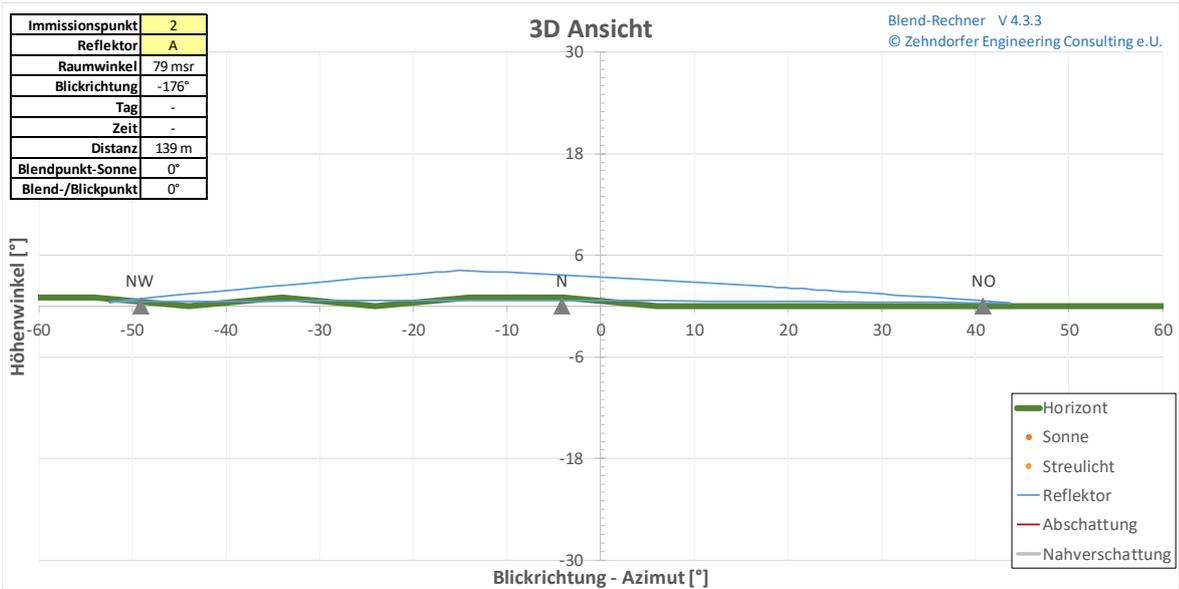
Reflektor		A	A	A	A	A	A	A
Immissionspunkt		1	2	3	4	5	6	7
Distanz	m	124	139	170	184	604	748	473
Höhenwinkel	°	3	3	3	3	1	1	1
Raumwinkel	msr	78	79	40	24	1	2	1
Datum H1		28.4.-21.6.	-	2.5.-21.6.	10.4.-21.6.	30.3.-9.5.	7.6.-21.6.	30.3.-27.5.
Datum H2		21.6.-14.8.	-	21.6.-10.8.	21.6.-1.9.	3.8.-12.9.	21.6.-5.7.	16.7.-12.9.
Zeit		5:59-6:09	-	18:23-18:31	18:18-18:33	18:15-18:28	18:27-18:27	18:15-18:32
Kernblendung	min / Tag	4	0	6	8	0	1	0
Kernblendung	h / Jahr	5	0	6	12	0	0	0
Streulicht	min / Tag	4	0	6	8	0	1	0
Streulicht	h / Jahr	5	0	6	12	0 <td 0	0	
Sonnen Höhenwinkel (Mittel)	°	13	-	12	10	6	15	7
Sonnen Azimut (Mittel)	°	-104	-	106	103	99	109	101
Sonne-Reflektor Winkel (max)	°	18	-	15	16	9	15	11
Blendung - Blickwinkel (min)	°	37	-	26	12	1	7	41

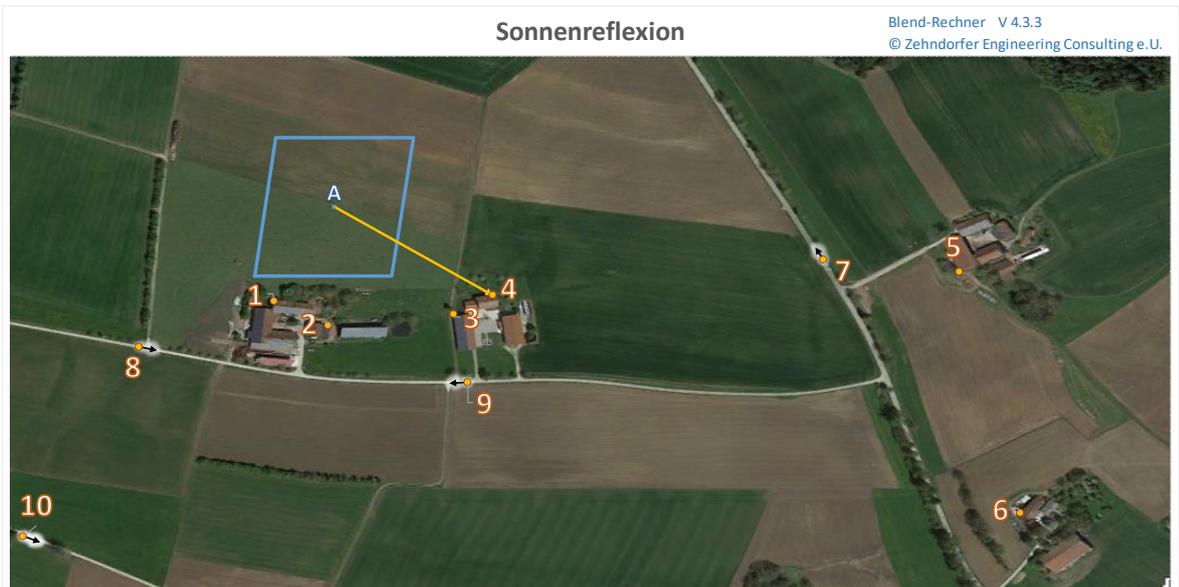
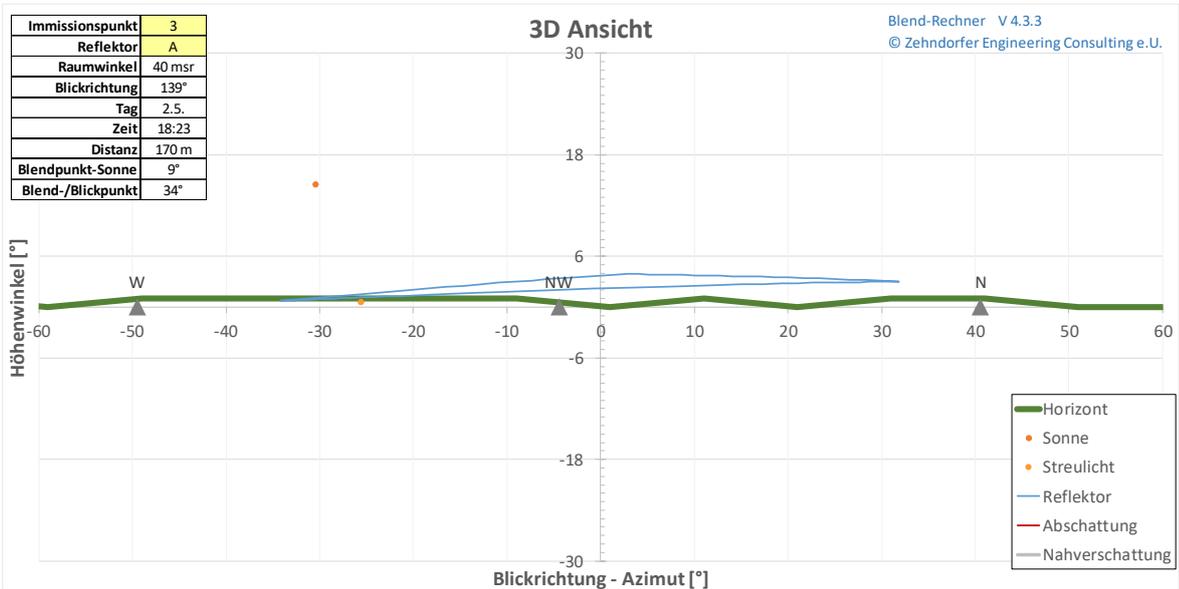
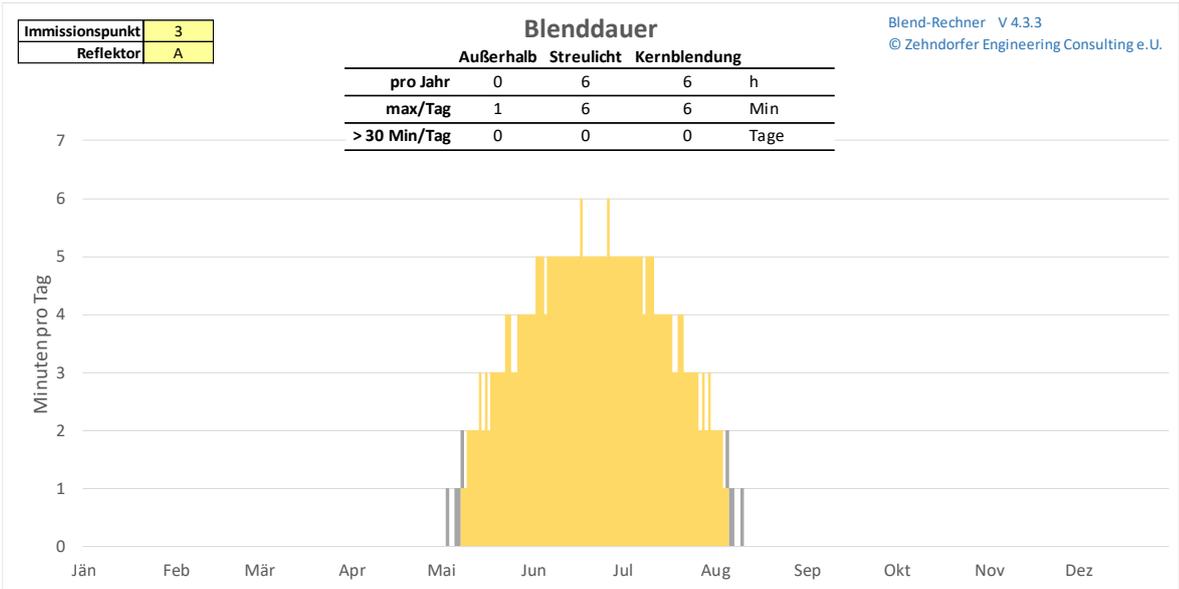
Reflektor		A	A	A
Immissionspunkt		8	9	10
Distanz	m	248	242	485
Höhenwinkel	°	1	1	-1
Raumwinkel	msr	11	27	7
Datum H1		9.5.-21.6.	-	-
Datum H2		21.6.-3.8.	-	-
Zeit		5:59-6:06	-	-
Kernblendung	min / Tag	0	0	0
Kernblendung	h / Jahr	0	0	0
Streulicht	min / Tag	0	0	0
Streulicht	h / Jahr	0	0	0
Sonnen Höhenwinkel (Mittel)	°	14	-	-
Sonnen Azimut (Mittel)	°	-105	-	-
Sonne-Reflektor Winkel (max)	°	18	-	-
Blendung - Blickwinkel (min)	°	29	-	-

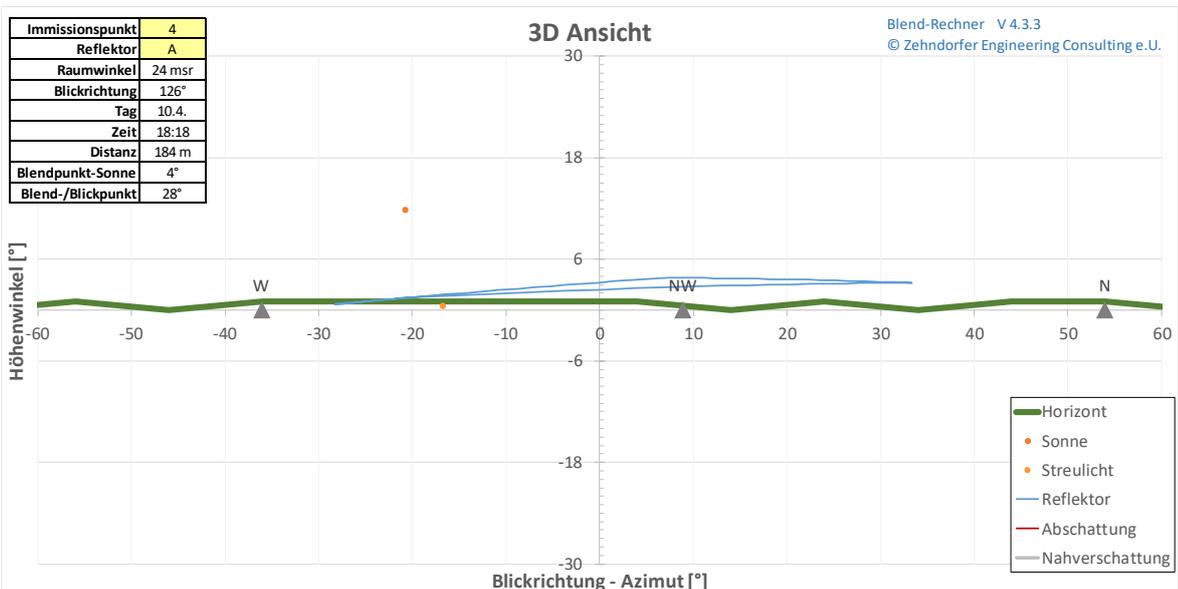
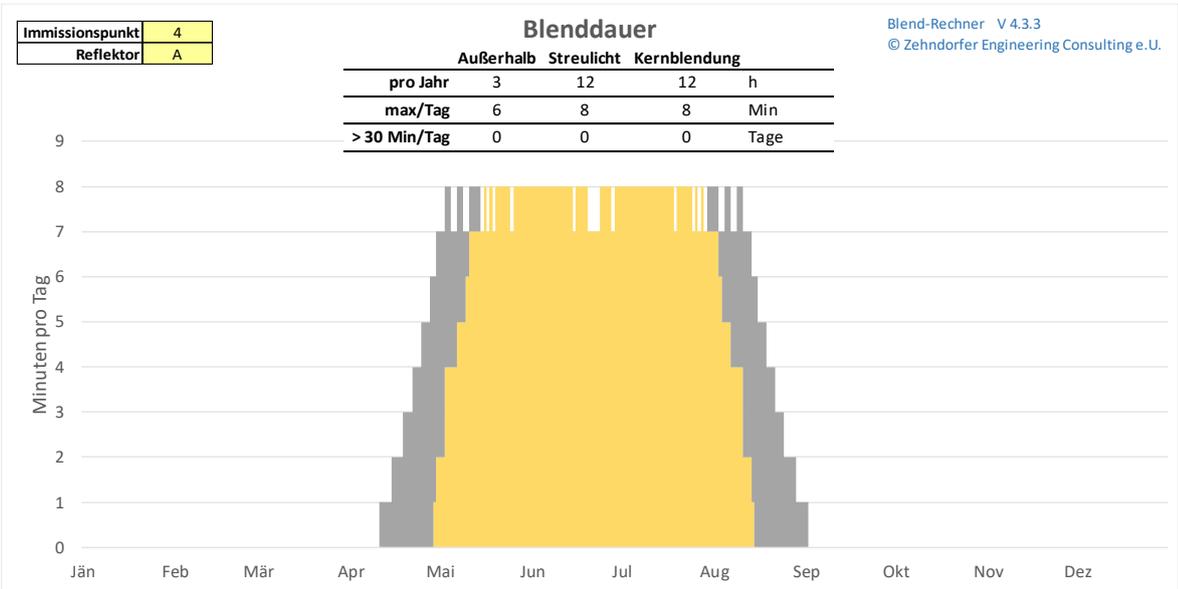
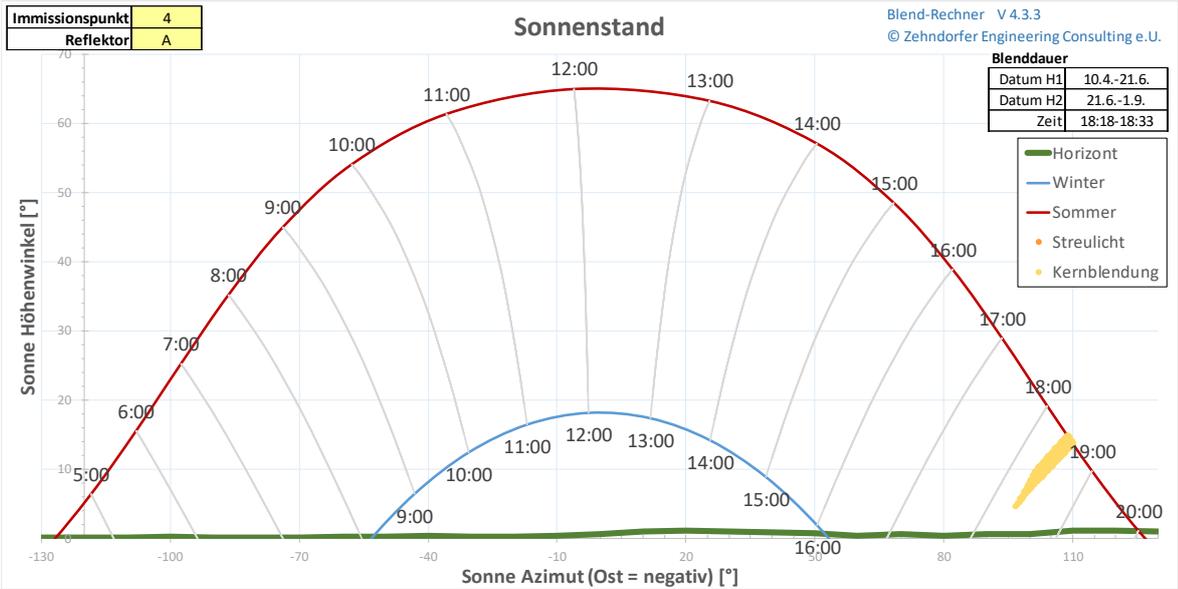


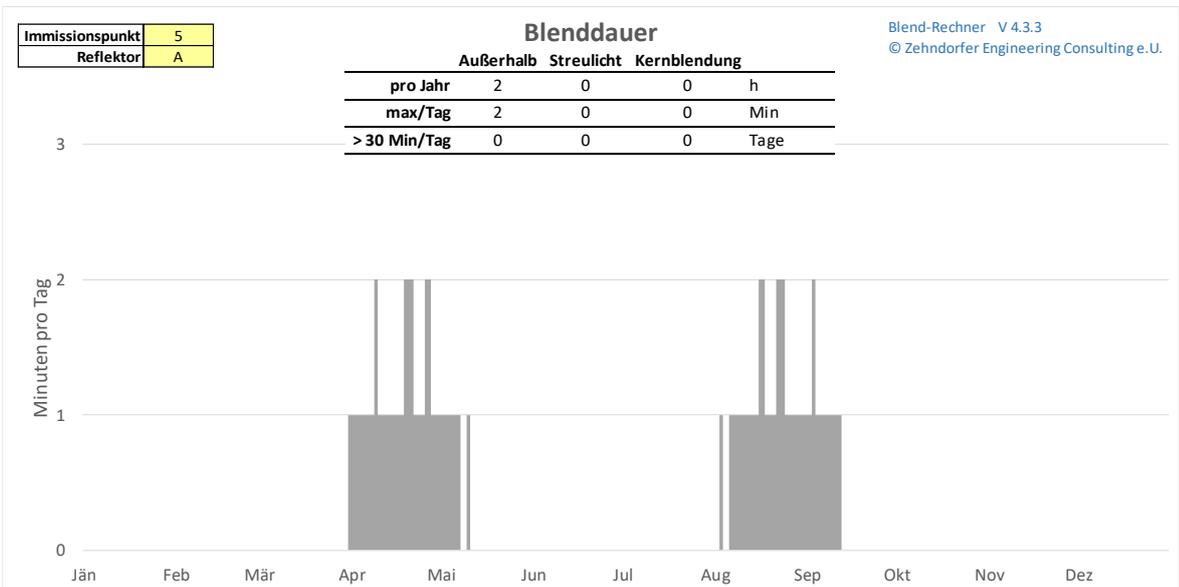
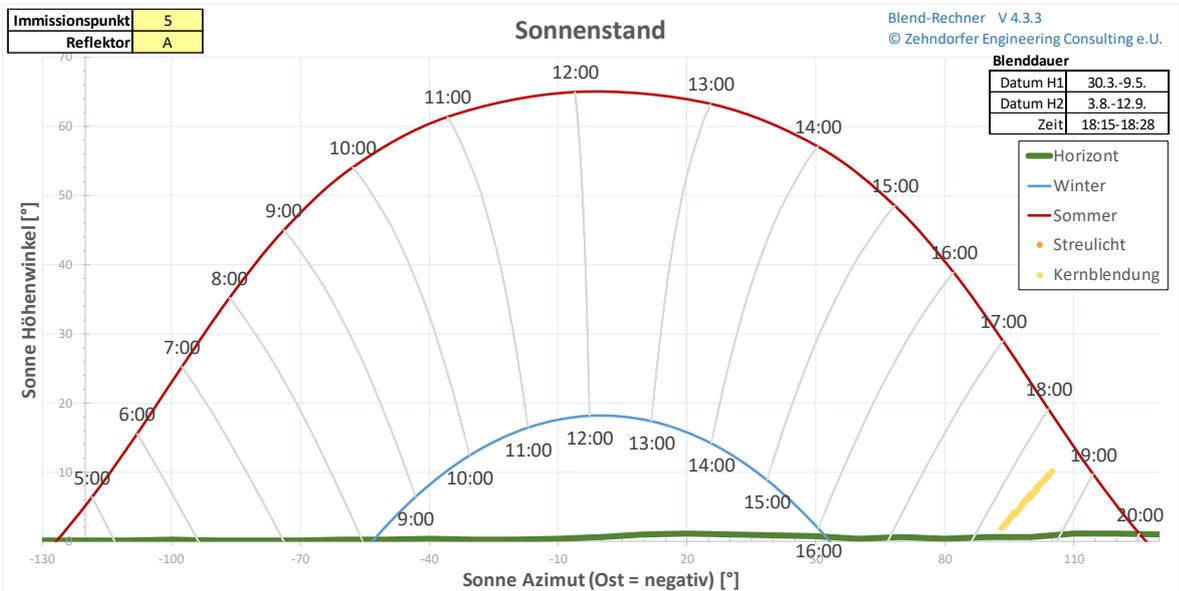
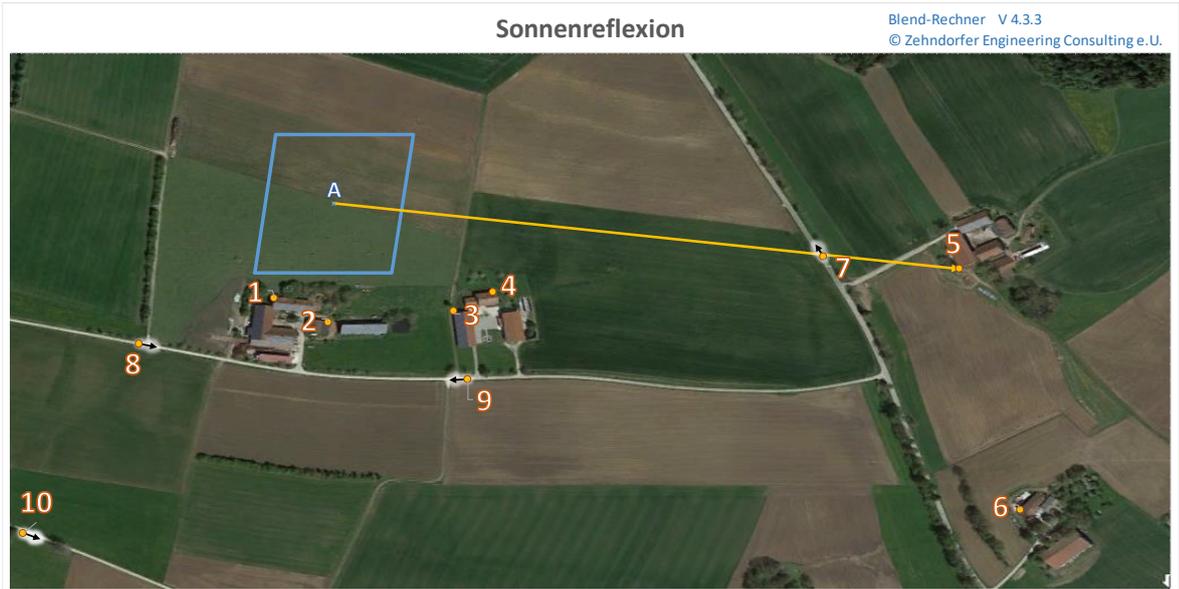


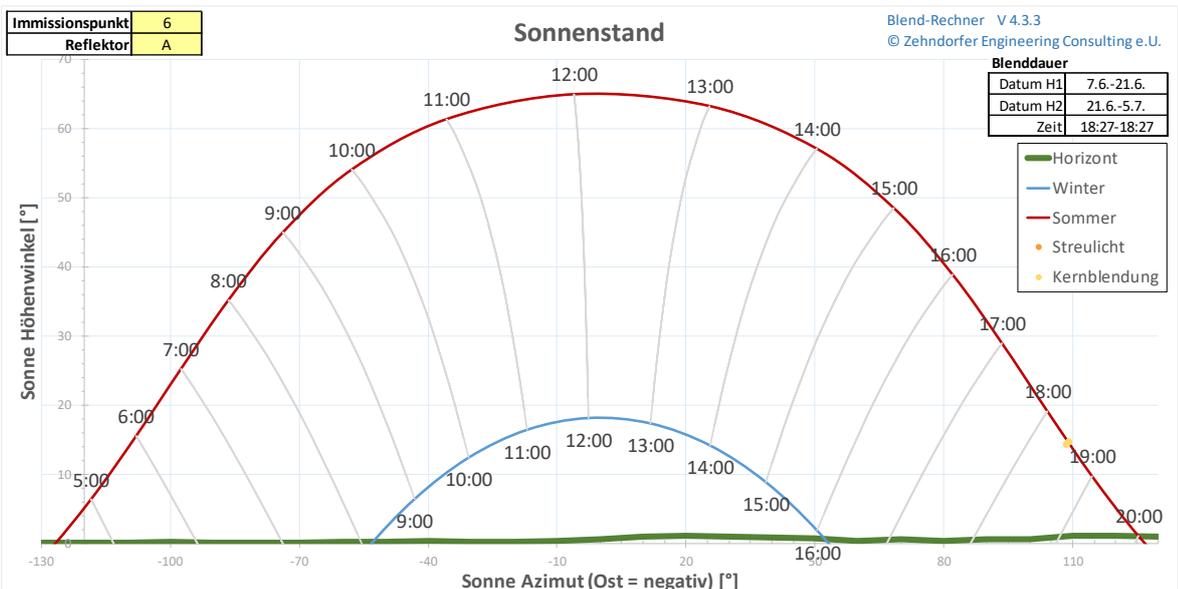
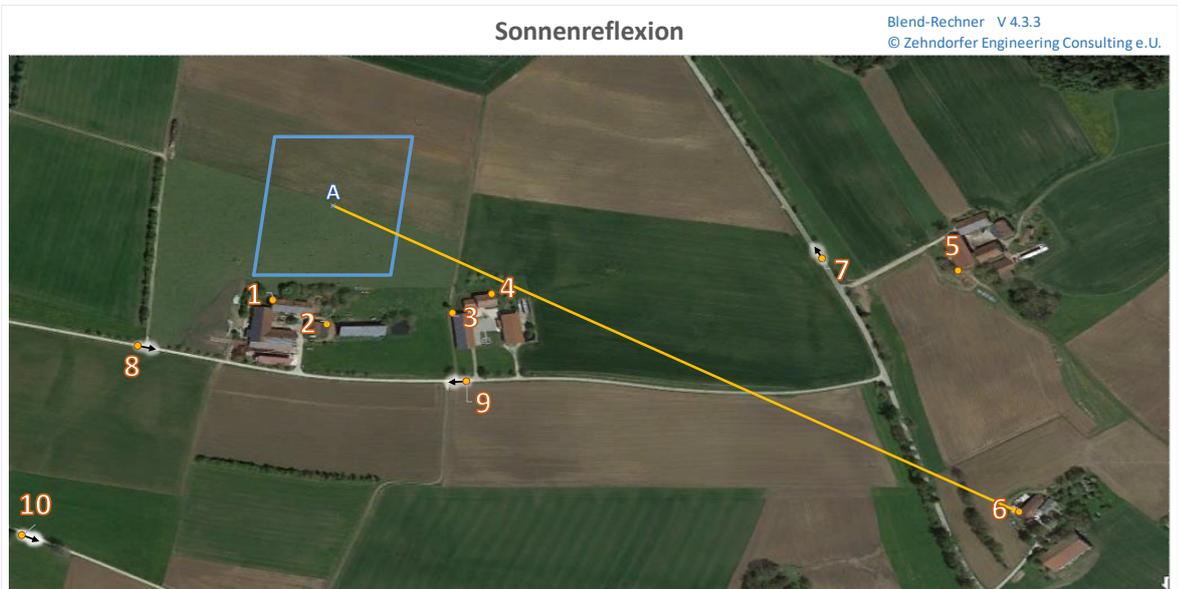
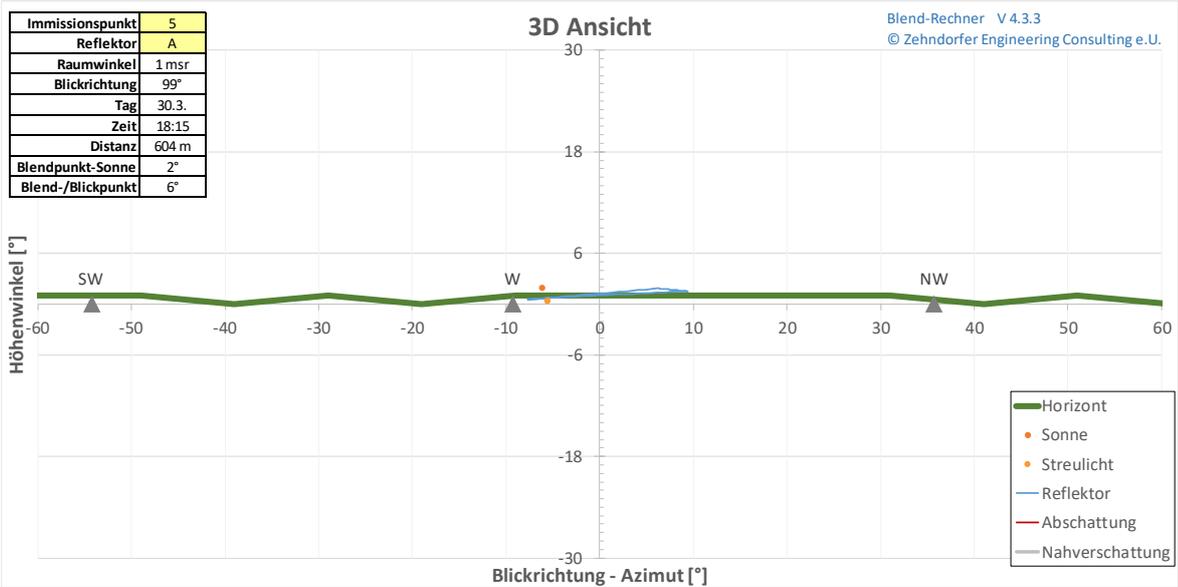


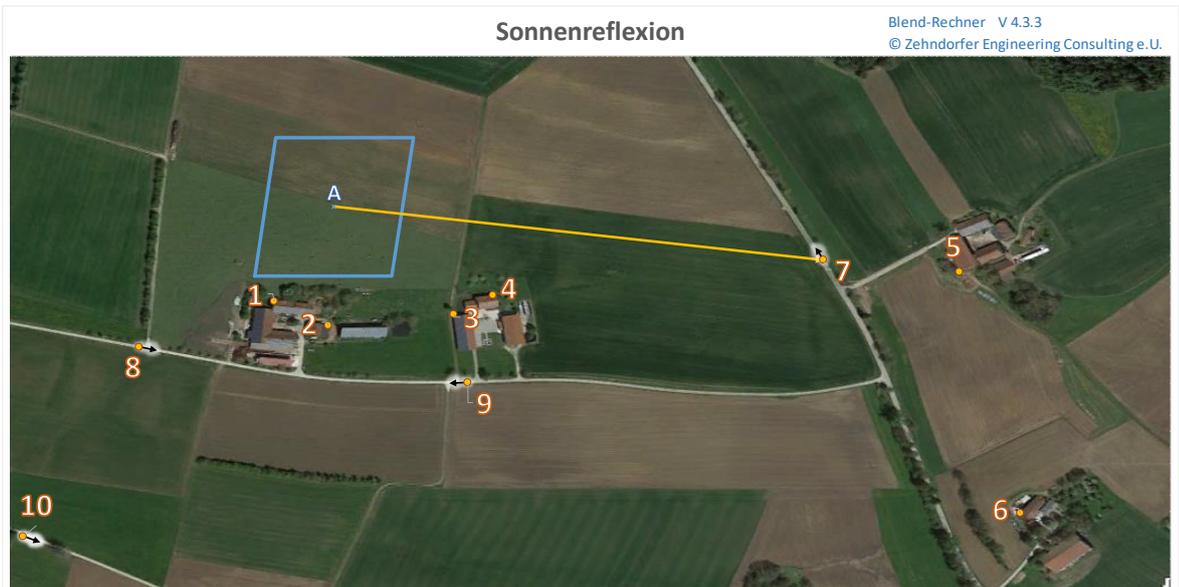
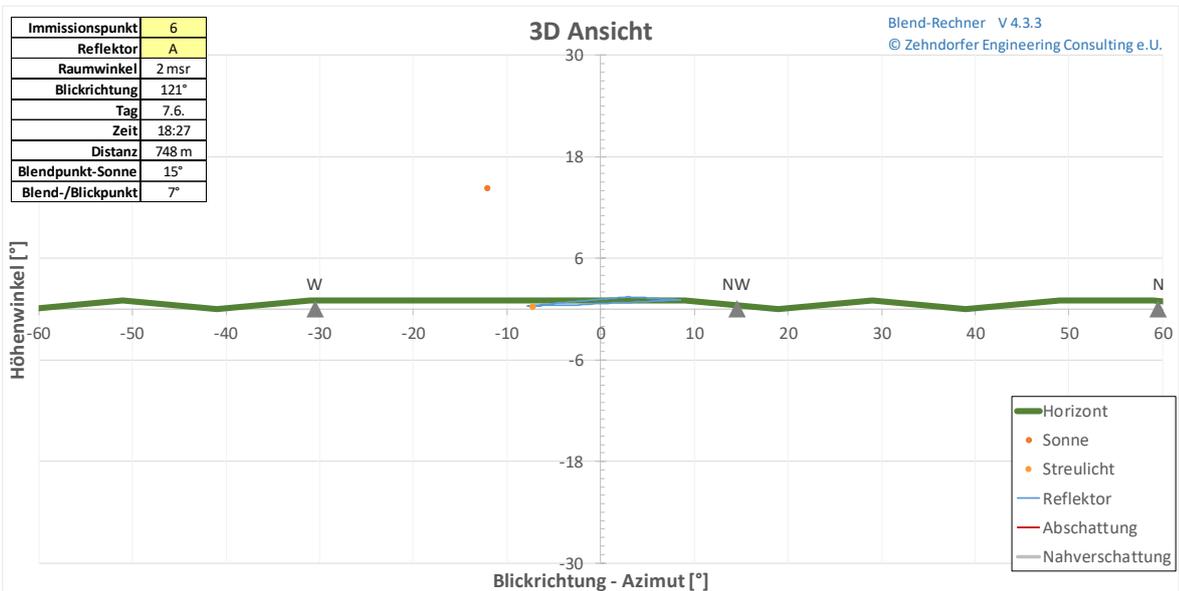
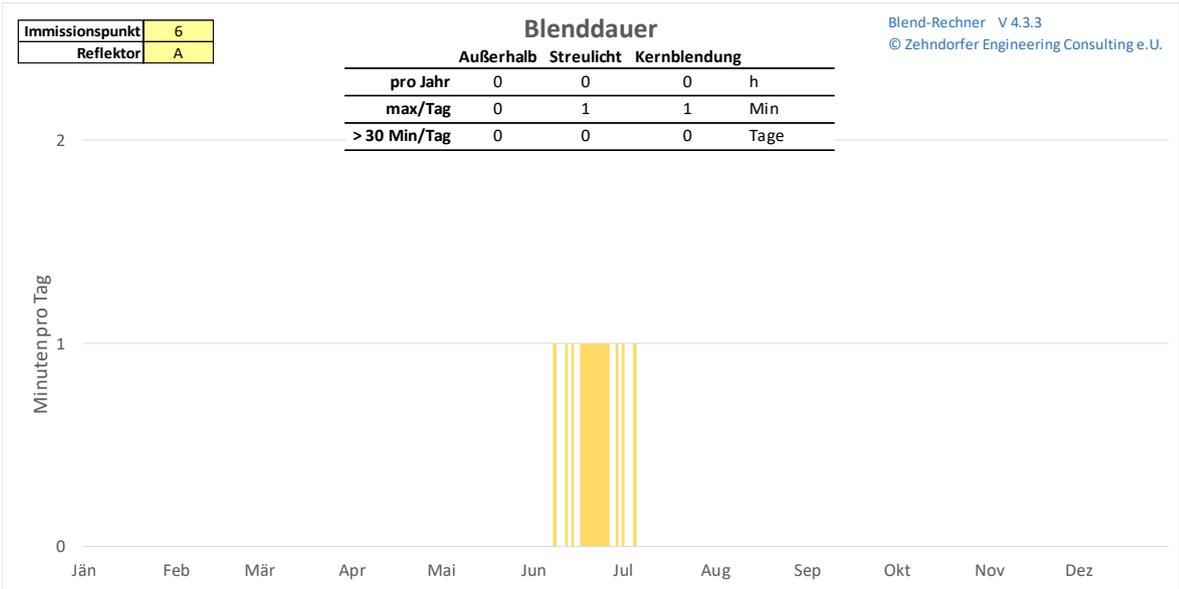


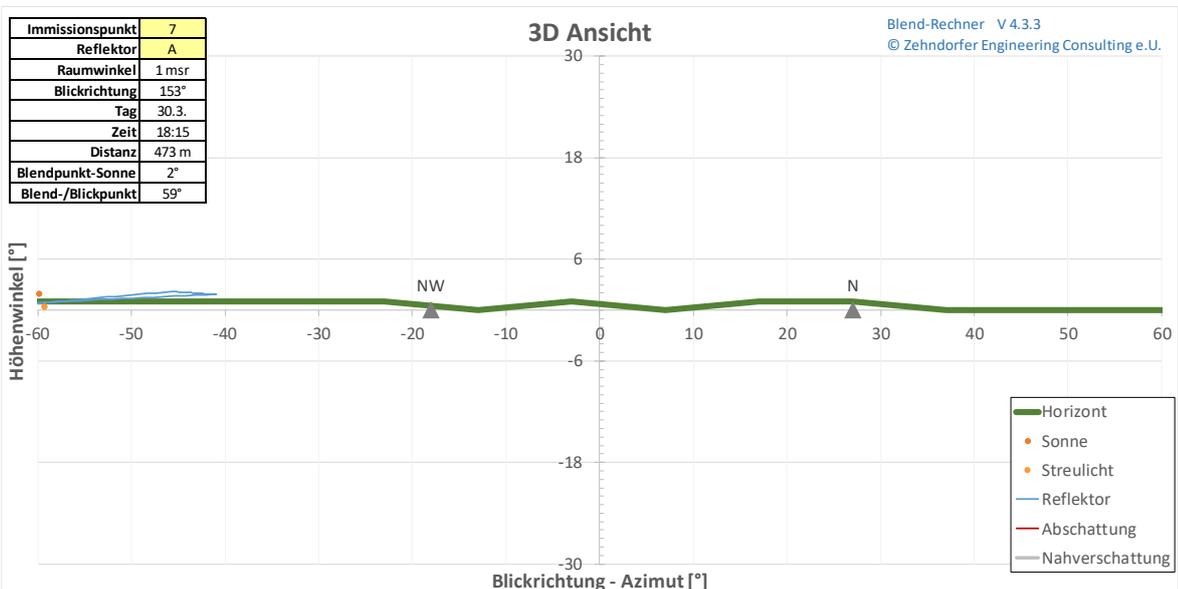
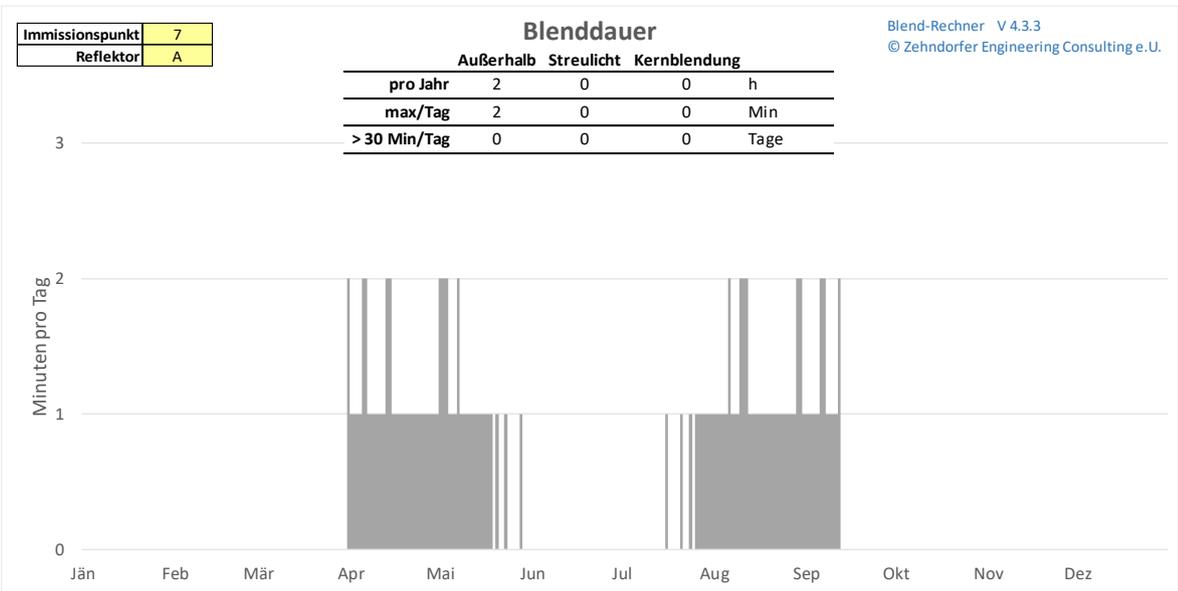
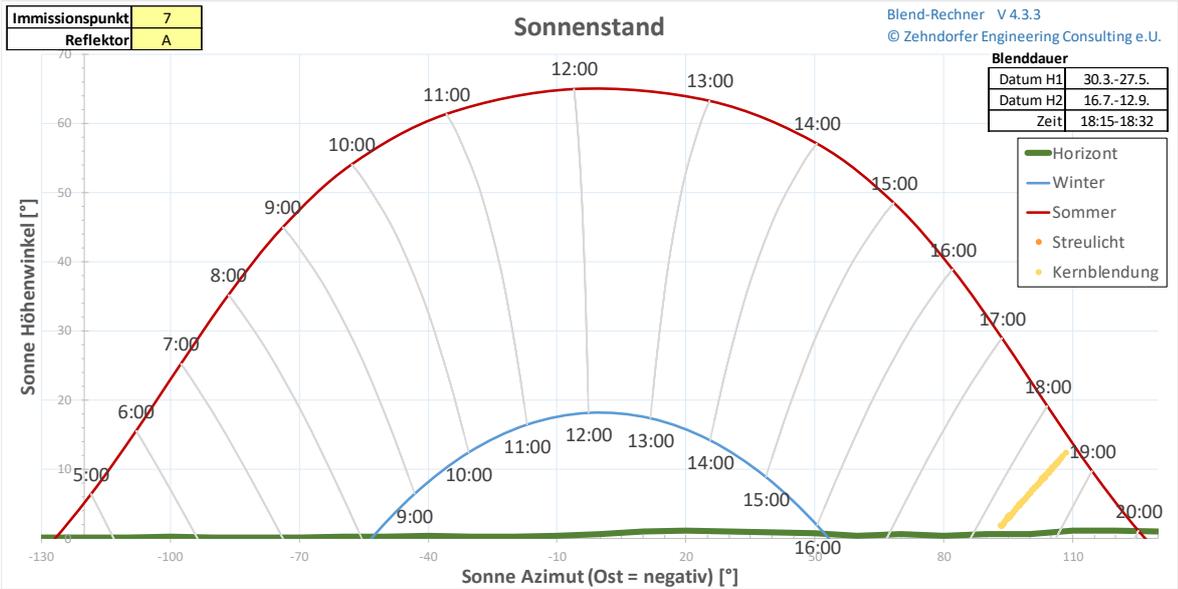


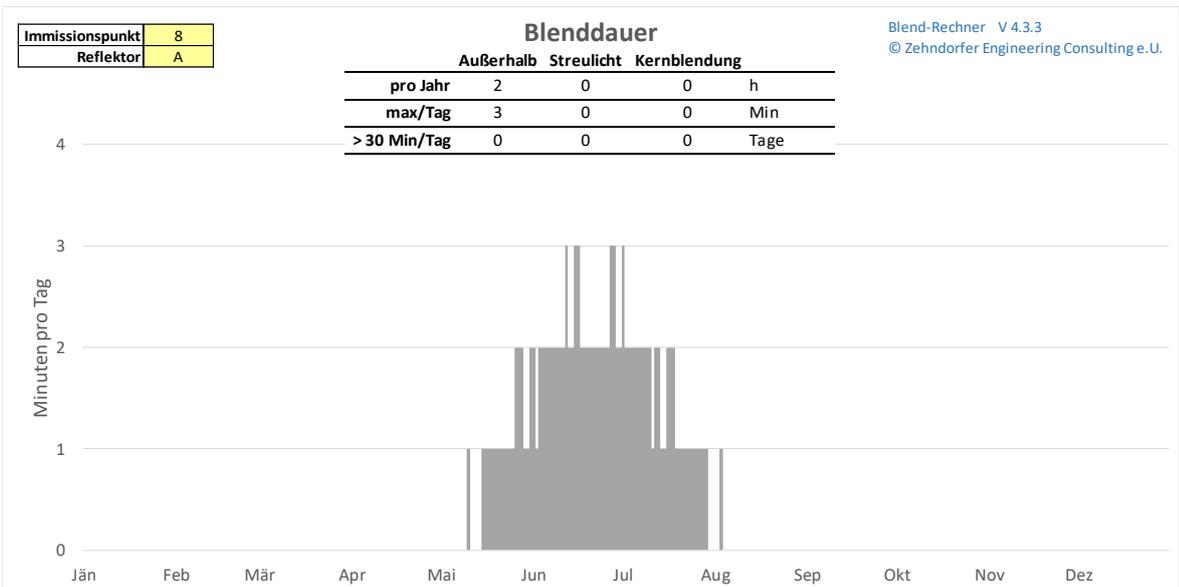
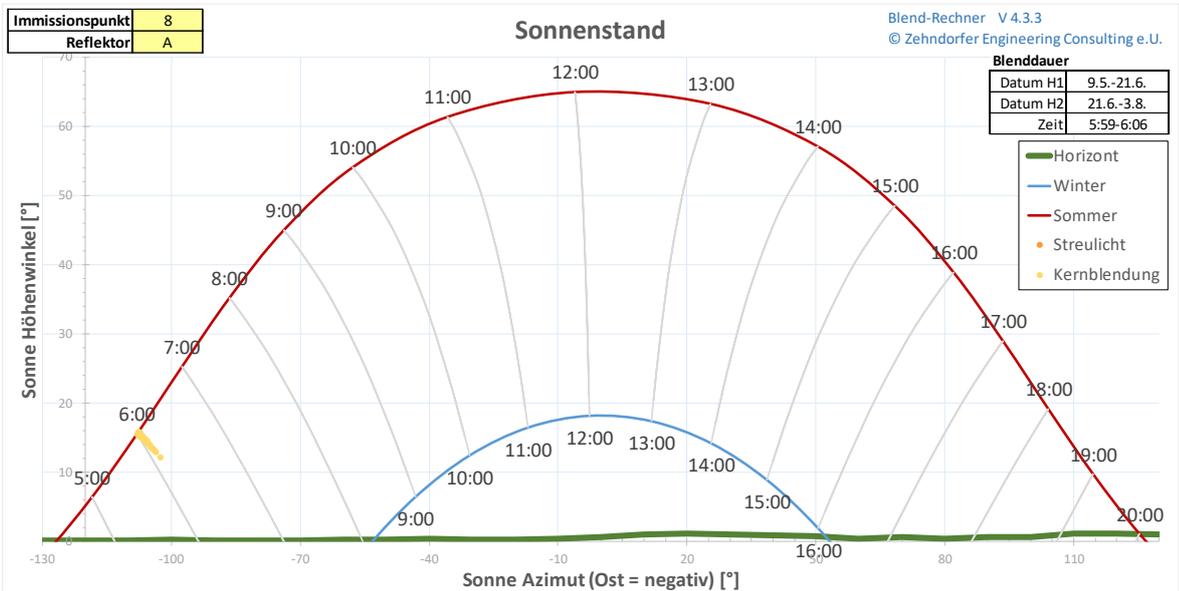


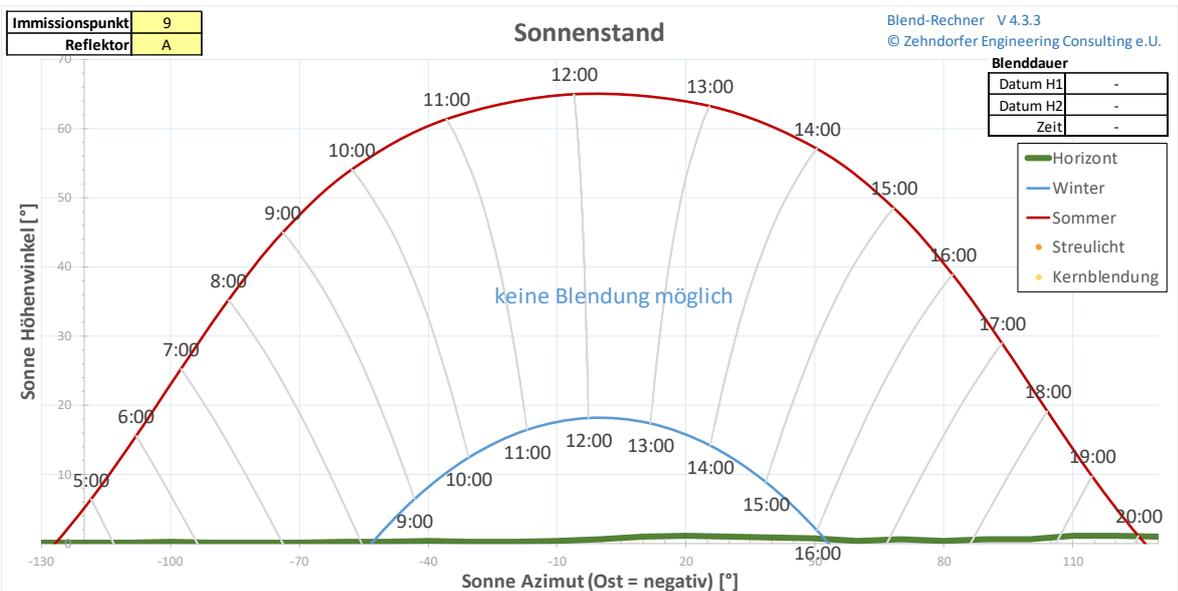
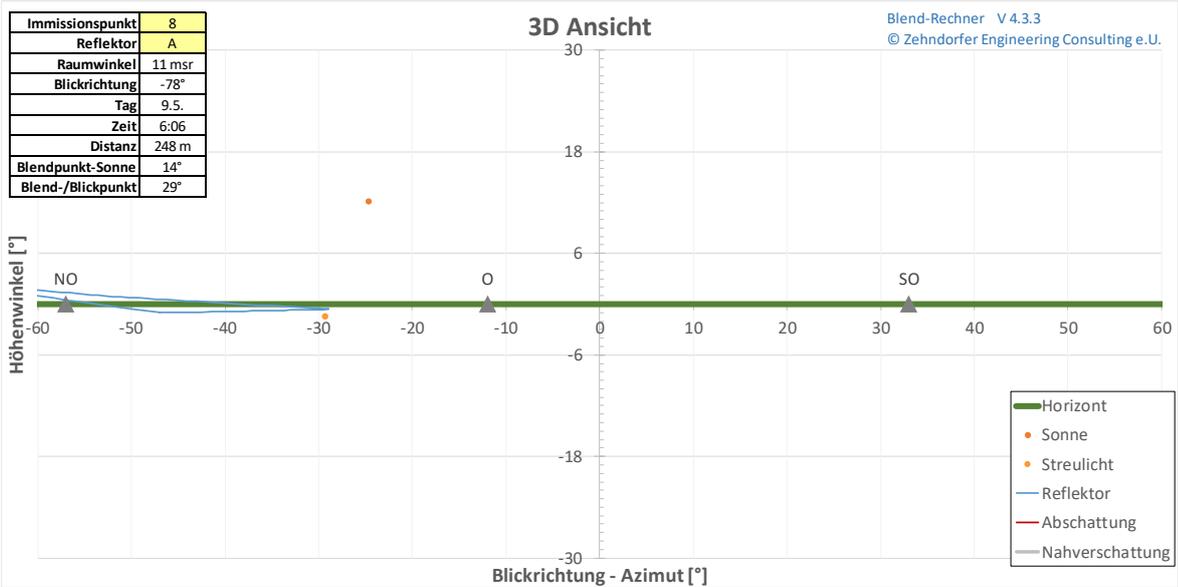


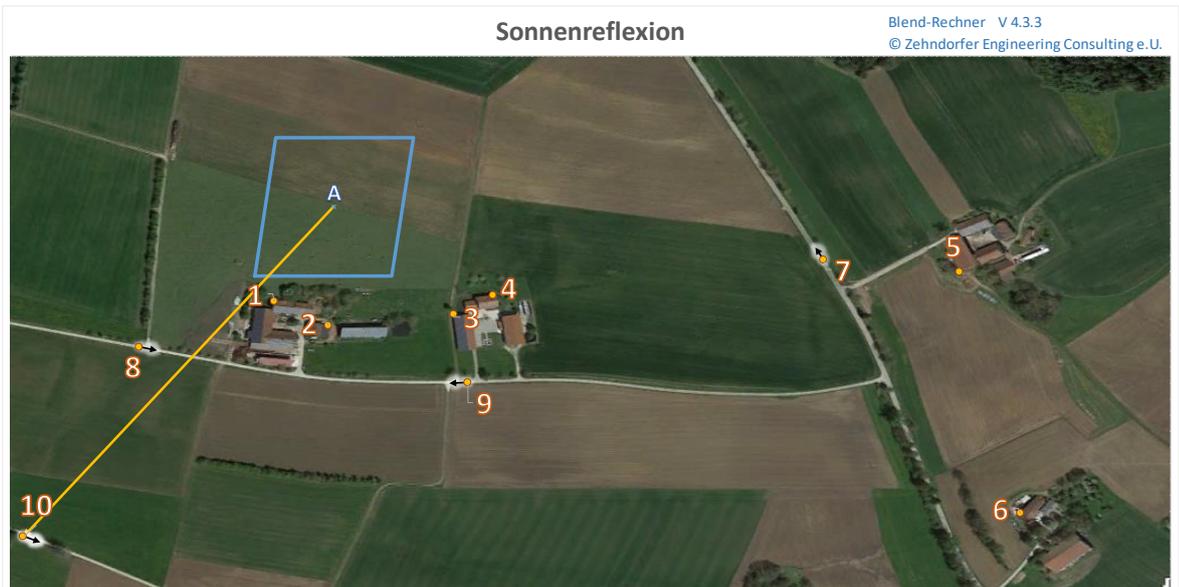
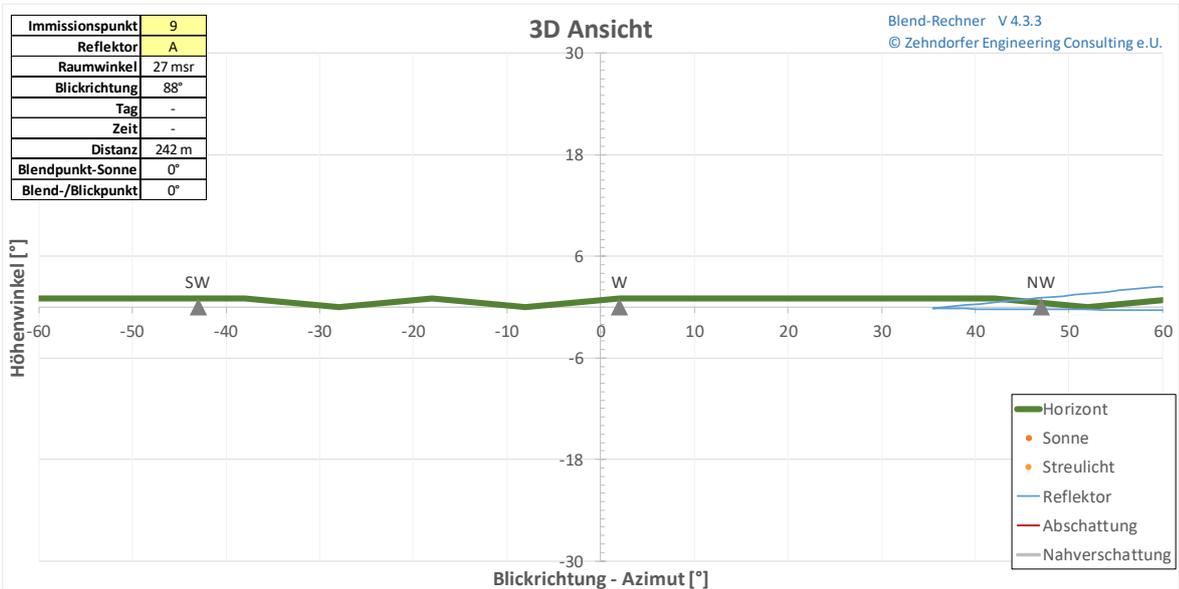


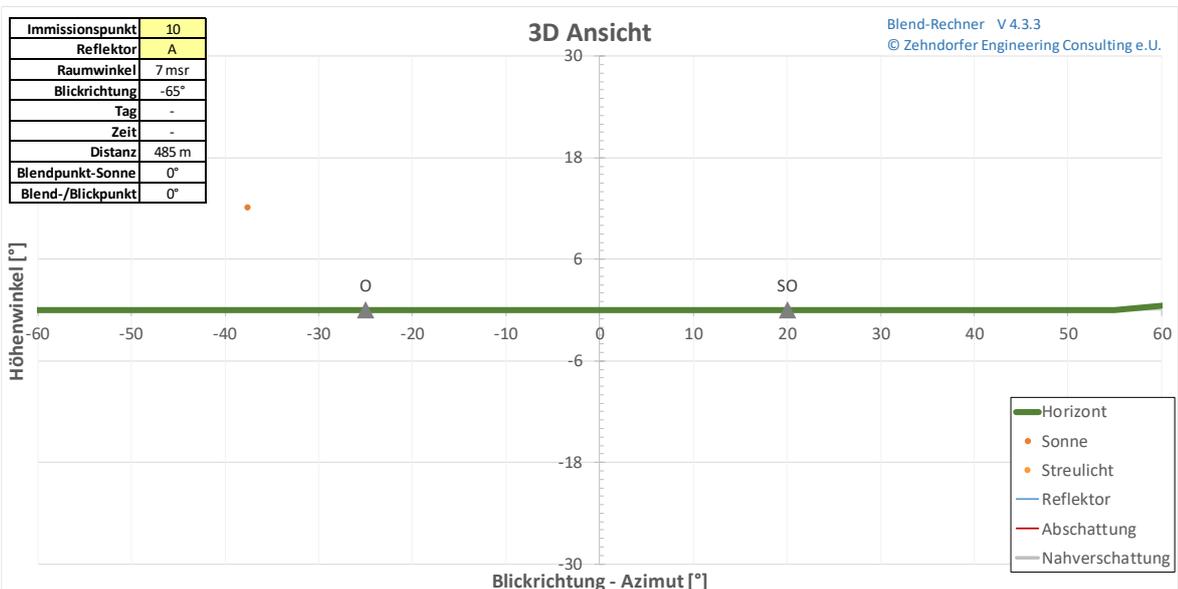
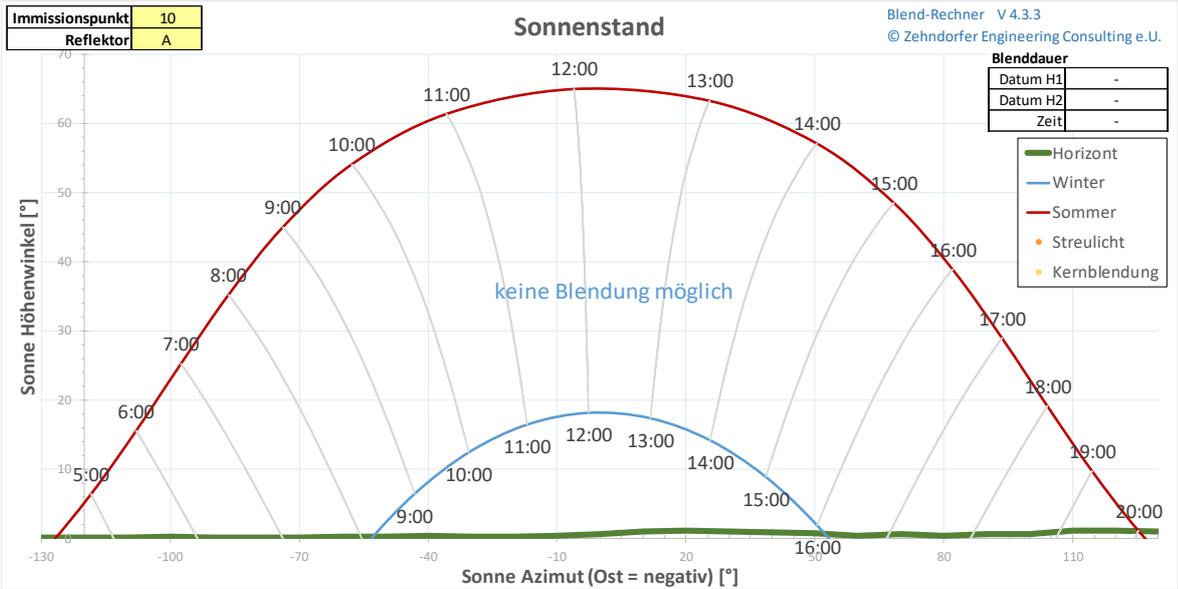






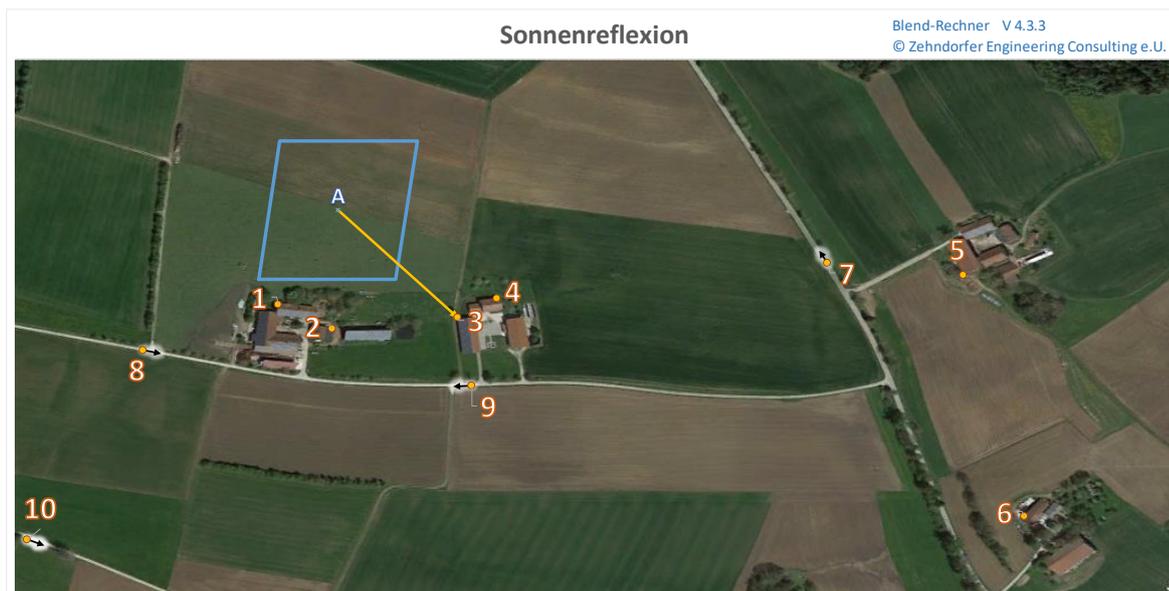


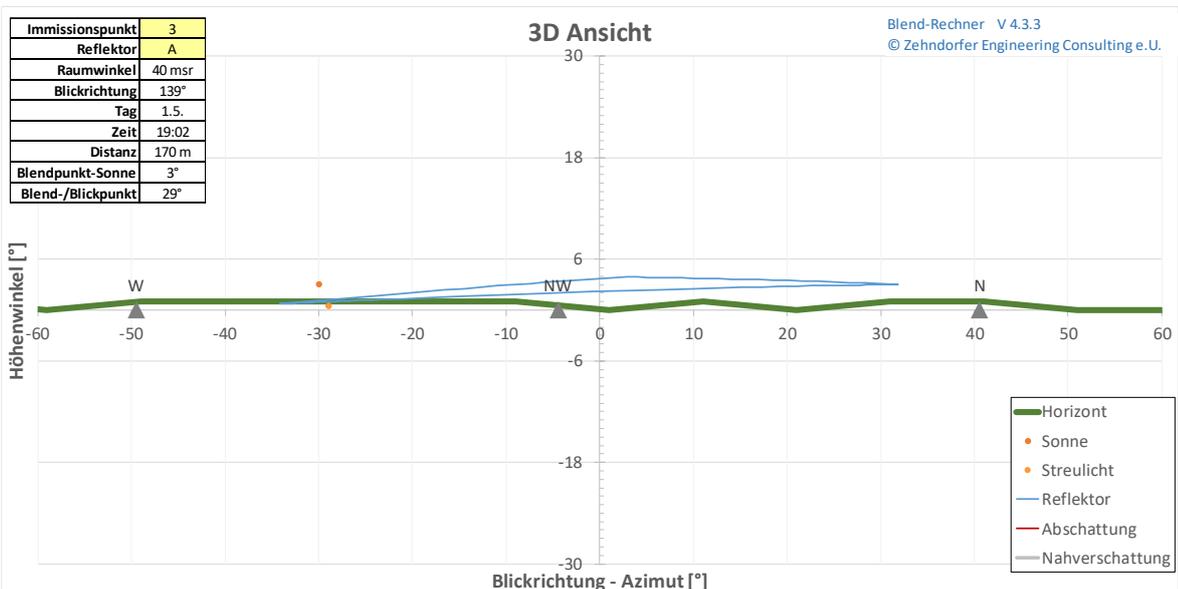
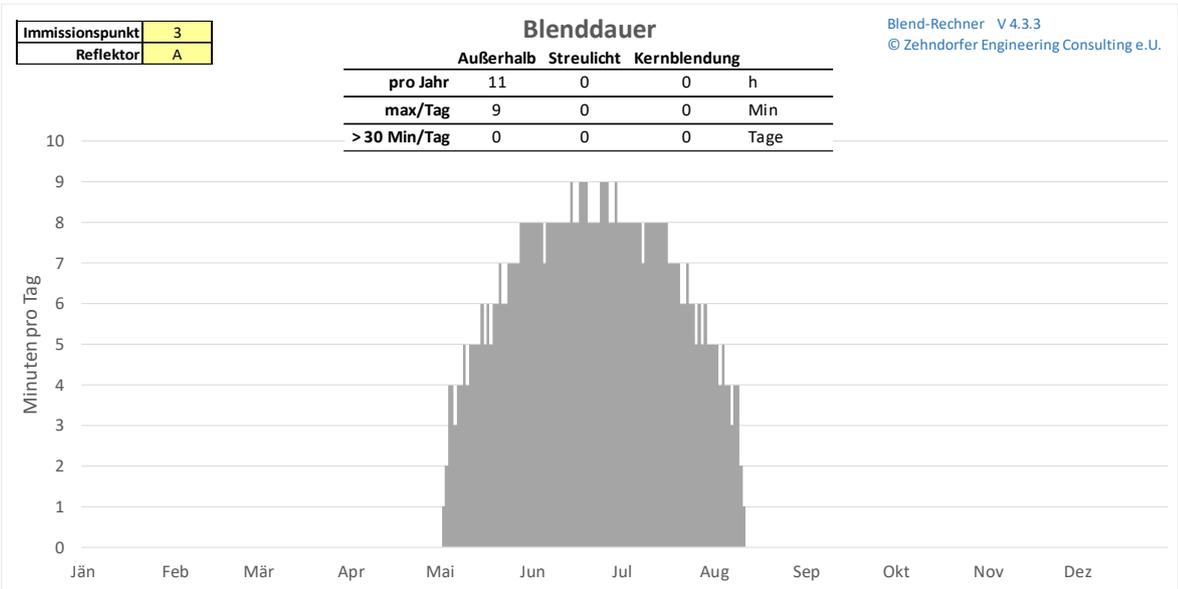
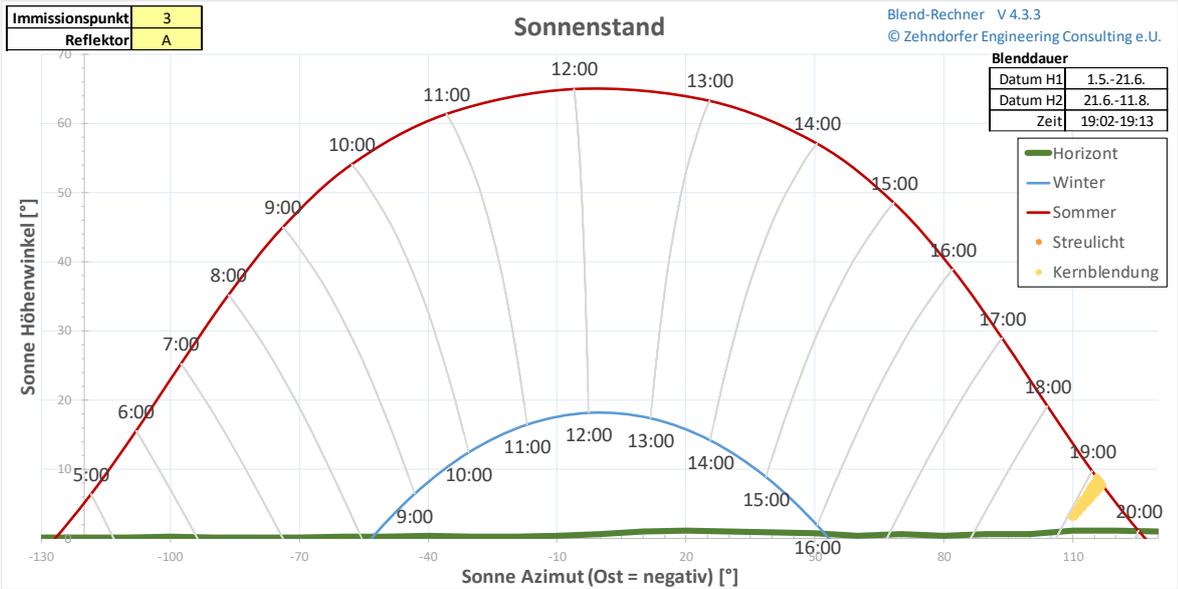


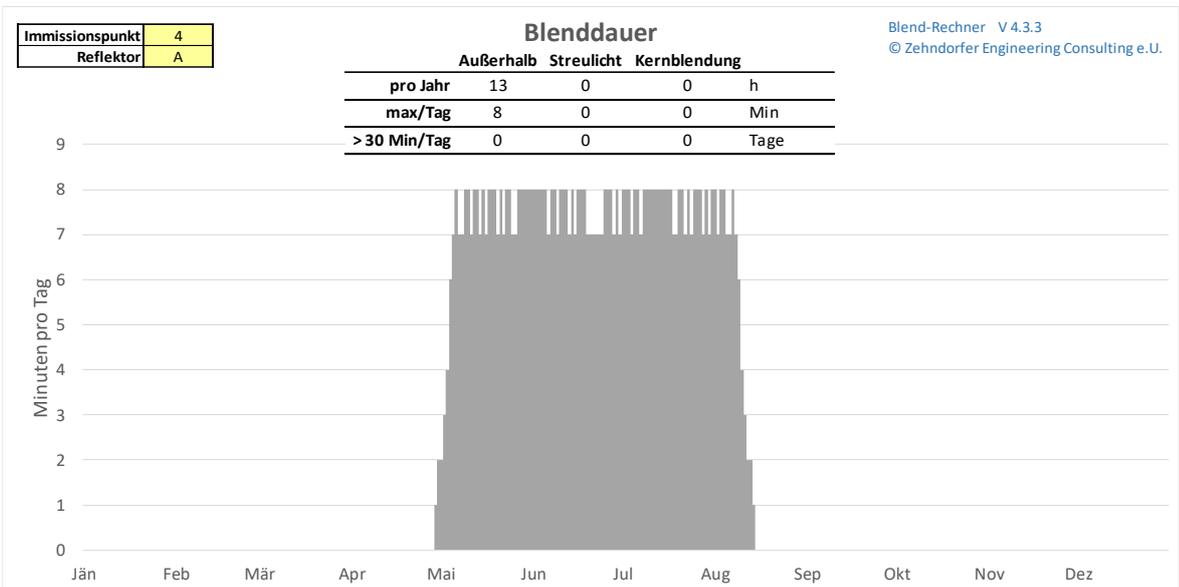
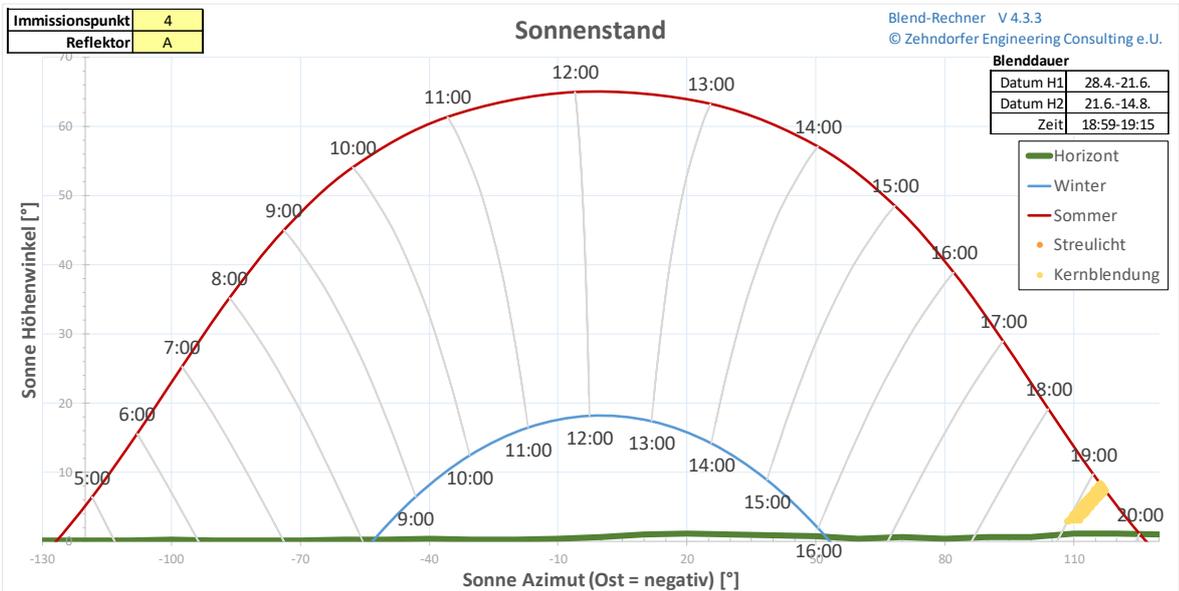
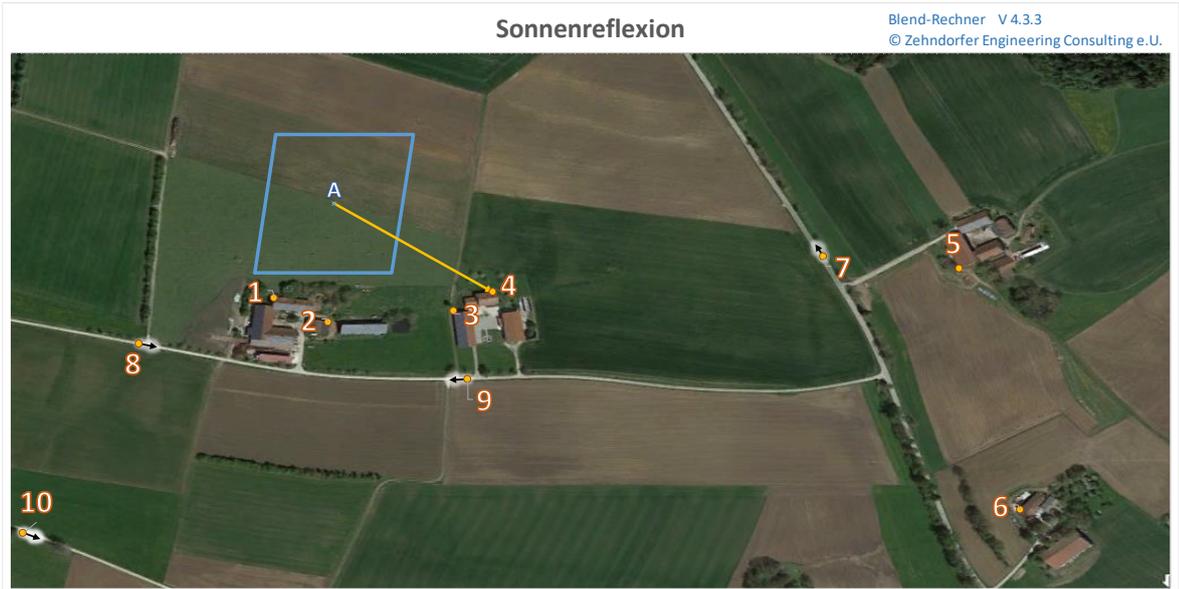


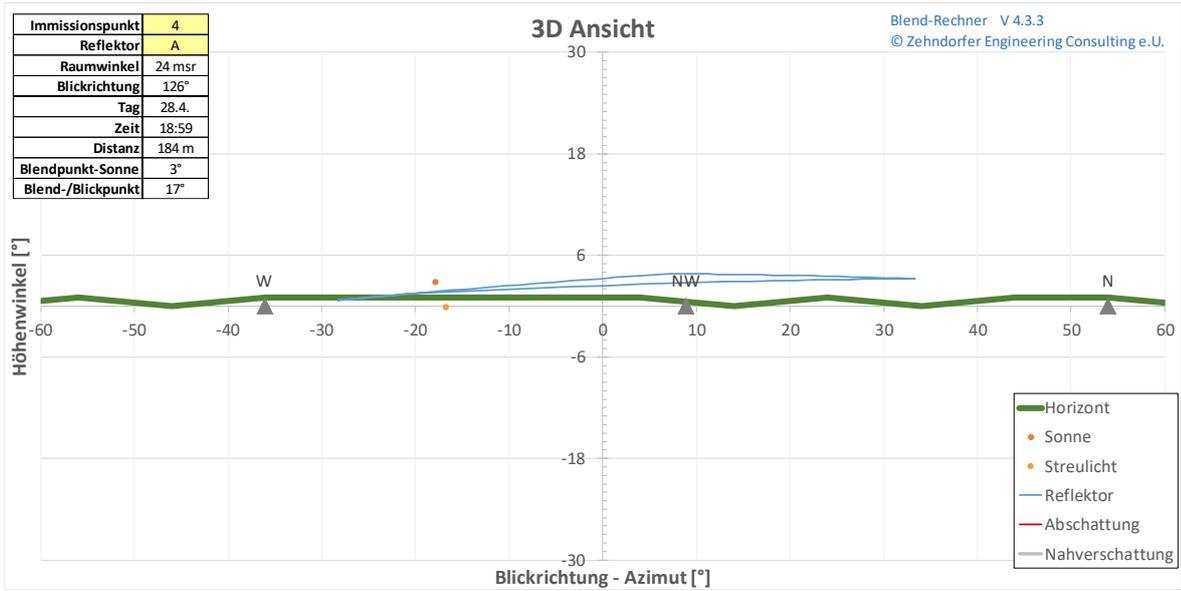
Anhang 5.1 Ergebnisse Alternative Aufständering

Reflektor		A	A
Immissionspunkt		3	4
Distanz	m	170	184
Höhenwinkel	°	3	3
Raumwinkel	msr	40	24
Datum H1		1.5.-21.6.	28.4.-21.6.
Datum H2		21.6.-11.8.	21.6.-14.8.
Zeit		19:02-19:13	18:59-19:15
Kernblendung	min / Tag	0	0
Kernblendung	h / Jahr	0	0
Streulicht	min / Tag	0	0
Streulicht	h / Jahr	0	0
Sonnen Höhenwinkel (Mittel)	°	6	6
Sonnen Azimut (Mittel)	°	113	113
Sonne-Reflektor Winkel (max)	°	10	8
Blendung - Blickwinkel (min)	°	20	7









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

www.zehndorfer.at

