

# Lichttechnisches Gutachten Reflexionen KIOTO HC Modul

---

**Im Auftrag von**

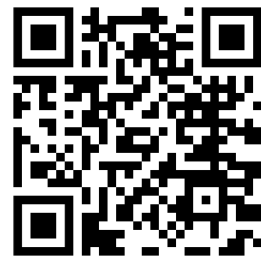
Kioto Photovoltaics GmbH

Solarstraße 1

9300 St Veit /Glan

**Gutachten ZE22042-KP**

**April 2022**



**INHALT**

1 Hintergrund ..... 4

    1.1 AUFTRAG .....4

    1.2 REFLEXION.....4

    1.3 REGULIERUNG VON BLENDUNG .....4

    1.4 MESSMETHODIK .....5

2 Messobjekte ..... 6

3 Messung & Beurteilung..... 7

    3.1 MIKROSKOPISCHE AUFNAHMEN .....7

    3.2 LICHTTECHNISCHE MESSUNG .....8

    3.3 REFLEXIONSFAKTOR.....8

    3.4 STRAHLAUFWERTUNG .....9

    3.5 BEURTEILUNG DER MESSUNG .....9

ANHANG 1 Richtlinien, Vorschriften und Gesetze..... 11

    ANHANG 1.1 RICHTLINIEN DEUTSCHLAND ..... 14

ANHANG 2 Datenblätter ..... 17

    ANHANG 2.1 STANDARD MODUL (MODUL 1)..... 17

    ANHANG 2.2 HC (MODUL 2)..... 19

ANHANG 3 Fotos der Strahlenbündel..... 21

ANHANG 4 Messprotokoll..... 23

ANHANG 5 Berechnung ..... 27

## Zusammenfassung

Die Messung der Reflexionen des KIOTO HC Moduls zeigt, dass dessen reflektierte Leuchtdichte um eine Größenordnung unter der des Standard Moduls liegt.

Bis zu einem Einstrahlungs-Winkel von ca. 60° liegt die Leuchtdichte unter der Grenze für Absolutblendung (100.000 cd/m<sup>2</sup>).

Bei einem Einstrahlungswinkel von 10° liegt die maximale Leuchtdichte des neuen Modulglases deutlich unter dem Grenzwert der EASA Aerodrome Design Guideline.

## Versionsverlauf

Version	Datum	Beschreibung
1.0	8.4.2022	ursprüngliche Fassung

### Haftungsausschluss

*Messungen sind immer fehlerbehaftet. Insbesondere die Werte der Leuchtdichte können, abhängig vom gewählten Messpunkt auf dem Messobjekt, starken Schwankungen unterliegen. In diesem Gutachten wurde versucht diese Unsicherheiten mit wiederholter Messung zu reduzieren und so einen realistischen Maximalwert zu bestimmen. Unter geänderten Bedingungen (Oberfläche am Messpunkt, Verschmutzung, Sonnenstand, Witterungsverhältnisse, Messgerät mit anderem Messkegel, Winkelabweichungen) können aber deutliche Abweichungen der Messergebnisse auftreten.*

### Copyright

*Dieses Gutachten ist das geistige Eigentum der Zehndorfer Engineering GmbH. Seine Verwendung ist nur dem Auftraggeber und den von diesem Beauftragten für die Zwecke gemäß Kapitel 1 gestattet. Es bezieht sich auf ein ganz bestimmtes Messobjekt. Jede andere Verwendung wird untersagt.*

## 1 Hintergrund

### 1.1 Auftrag

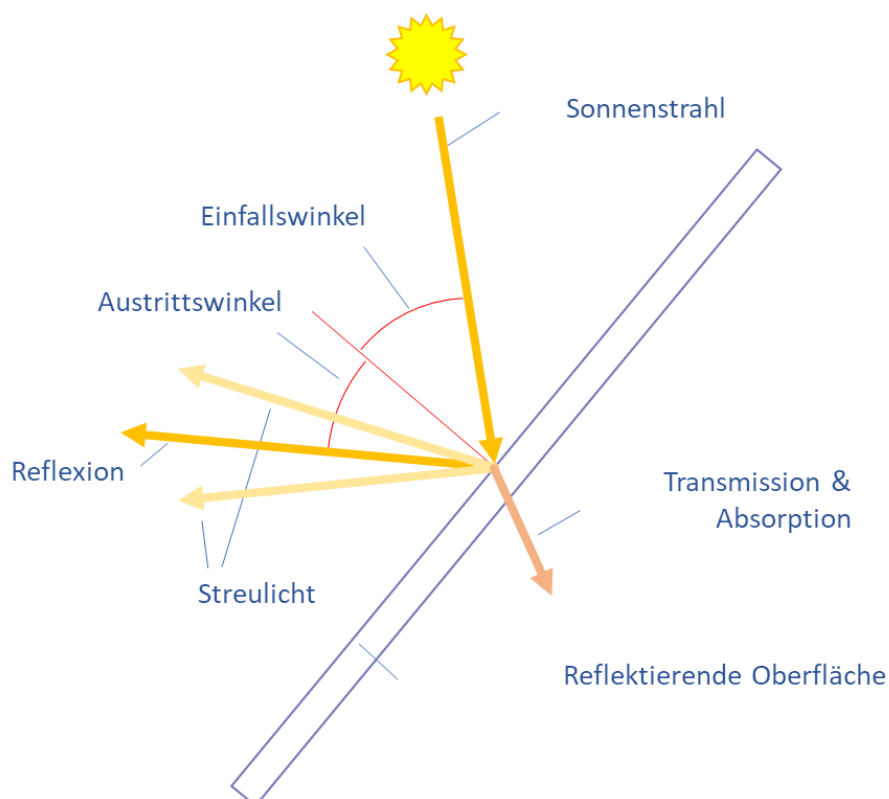
Ziel des Gutachtens ist die Lichttechnischen Messungen der Reflexionen von Sonnenlicht eines Kioto HC black Moduls mit neuem Glas unter realen Umweltbedingungen, sowie die Messung der Strahlaufweitung und die Berechnung der winkelabhängigen Reflexionsfaktoren.

Es soll gezeigt werden, bis zu welchem Winkel bestimmte Werte der Leuchtdichte der Reflexionen nicht überschritten werden, um so mögliche Blendungen in Behördenverfahren ausschließen zu können.

### 1.2 Reflexion

Als Reflexionswinkel wird der Winkel zwischen den einfallenden Lichtstrahlen und der Flächen-Normalen bezeichnet. Er ist bei Spiegelungen gleich groß wie der Austrittswinkel der Reflexionen. An den strukturierten Oberflächen der PV-Module tritt üblicher Weise Streulicht auf (das Strahlenbündel wird aufgefächert).

Abbildung 1 Reflexionswinkel



### 1.3 Regulierung von Blendung

Die Reflexionen von Glasflächen und Solaranlagen haben in den letzten Jahren vermehrt die Aufmerksamkeit der Behörden auf sich gezogen, da es einige negative Beispiele in Österreich, Deutschland, UK und USA gab. Auf Grund der spektakulären Vorfälle (geschmolzene Autos), fanden diese auch in den Medien große Resonanz. Starke Problemfälle, die den Ab- oder Umbau der Solaranlage zur Folge haben, bleiben jedoch die

seltene Ausnahme. In Deutschland und Österreich liegen seit einiger Zeit praktikable und gut etablierte Richtlinien vor um Blendungen zu beurteilen (siehe Anhang 1)<sup>1</sup>.

Die Stärke der Reflexionen ist kein Kriterium gemäß Richtlinie (weil davon auszugehen ist, dass die Schwelle der Absolutblendung in den meisten Fällen überschritten wird). Gemäß Richtlinie ist nur bei einer entsprechenden Dauer der Blendungen die Grenzen der Zumutbarkeit überschritten. Bei einer Dauer der Reflexionen in Richtung eines bestimmten Immissionspunktes von mehr als 30 Minuten pro Tag oder mehr als 30 Stunden pro Jahr ist von einer erheblichen Blendung zu sprechen.

## 1.4 Messmethodik

Gemessen wird die Leuchtdichte des reflektierten Strahlenbündels. Diese wird mit der Leuchtdichte der Sonne in Relation gesetzt um den Reflexionsfaktor zu berechnen. Die Messung wird unter mehreren Winkeln an den Messobjekten durchgeführt, um den winkelabhängigen Reflexionsfaktor berechnen zu können.

Um die Winkelveränderung der einfallenden Sonnenstrahlen zur Moduloberfläche zu realisieren, wurde eine Aufständerung aufgebaut (siehe Abbildung 2), die in Höhen- und Seitenwinkel verstellt wurde. Der Winkel der einfallenden Lichtstrahlen wurde dabei bei jeder Verdrehung mit einem Sonnenwinkelmesser (siehe Abbildung 3) gemessen.

Es wurden 2 unterschiedliche Module unter jeweils gleichen Einstrahlungsbedingungen untersucht.

Abbildung 2 Verdrehbare Aufständerung



Abbildung 3 Sonnenwinkelmesser



<sup>1</sup> insbesondere seien hier die OVE R11-3 "Blendung durch Photovoltaik" sowie die deutsche LAI-2012 "Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz" erwähnt.

## 2 Messobjekte

Bei den Messobjekten handelt es sich um zwei unterschiedliche PV-Module mit den Bezeichnungen

- „KPV ME NEC 325Wp Alpin Black“ mit einem Standard-Glas (Modul 1) als Referenz
- „KPV 365Wp HC black“ mit einem neuartigen, reflexionsarmen Glas (Modul 2) als Prüfling

Abbildung 4 Kioto Alpin Black Modul (Modul 1)

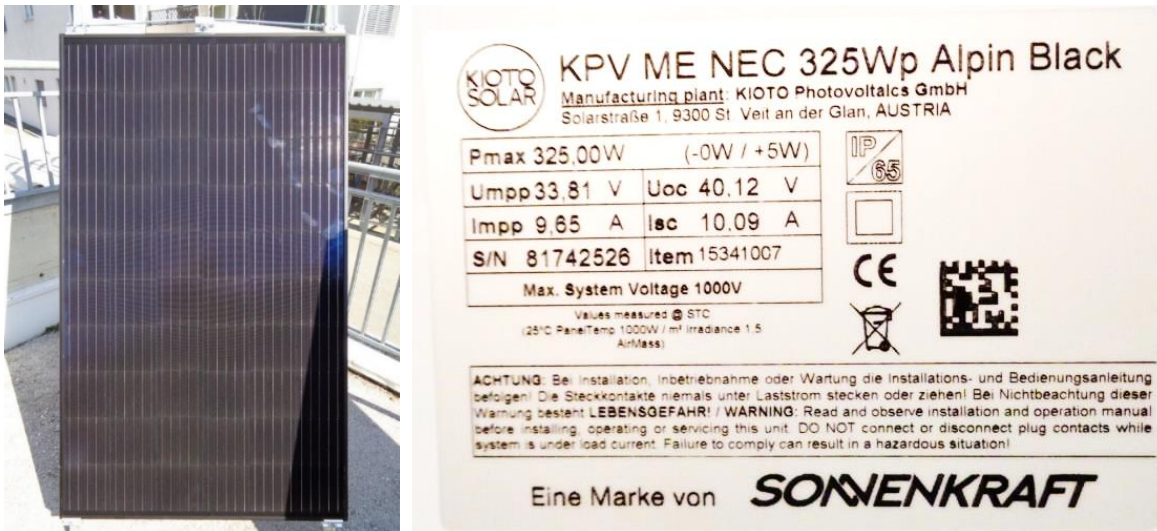
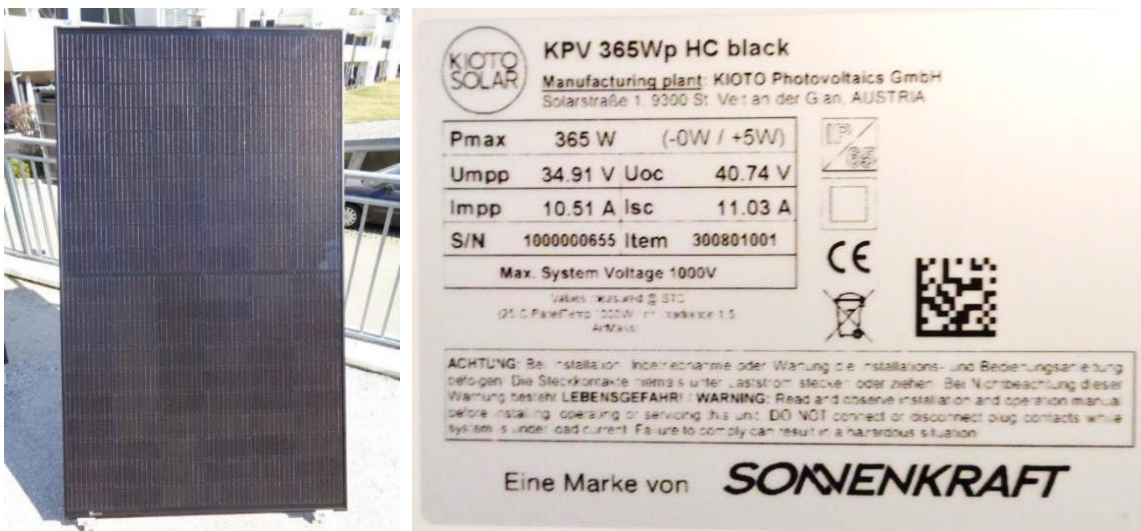


Abbildung 5 Kioto Power-60 HC Black Modul (Modul 2)



### 3 Messung & Beurteilung

#### 3.1 Mikroskopische Aufnahmen

Abbildung 6 Mikroskopisch Modul 1

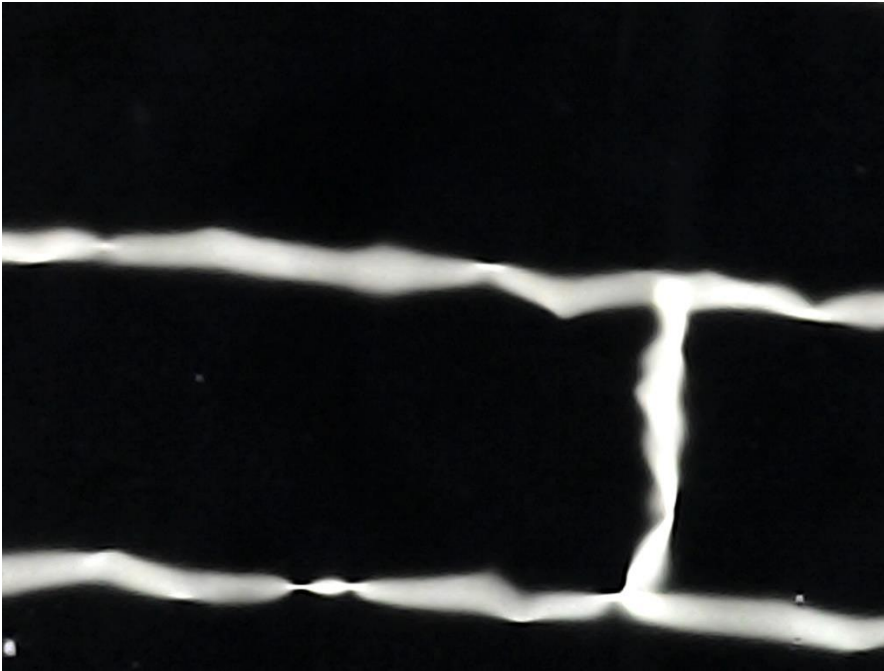
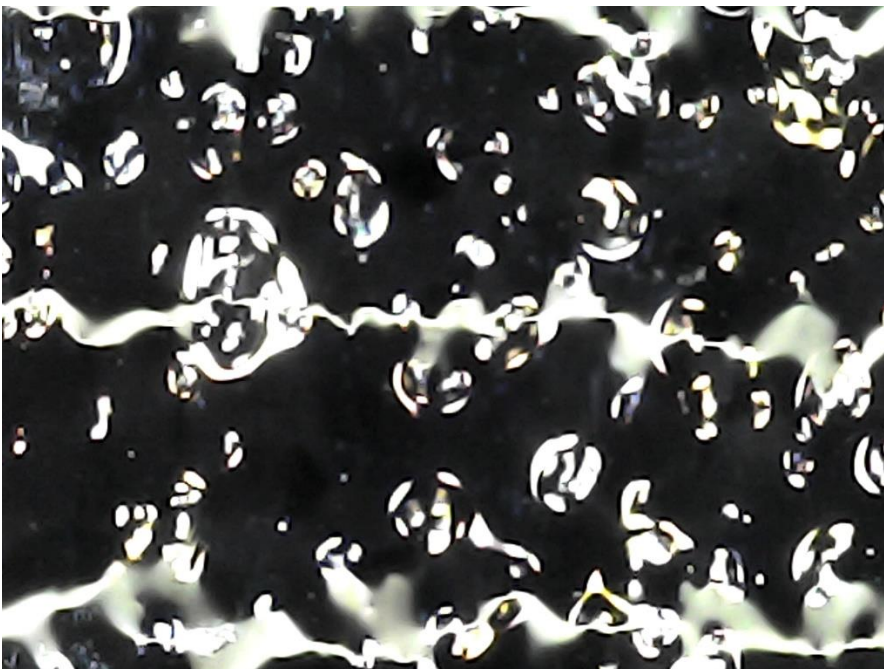


Abbildung 7 Mikroskopisch (Modul 2)



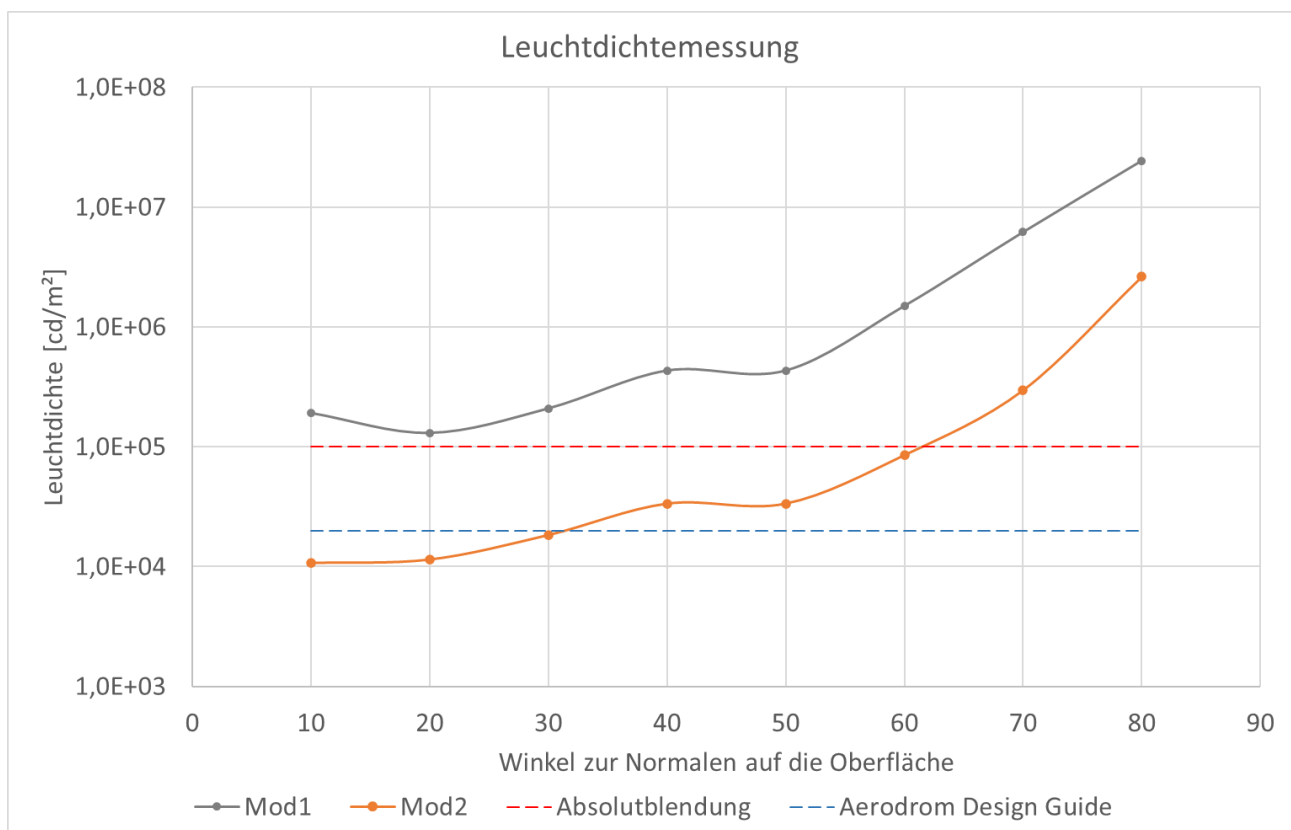
Die Aufnahmen Abbildung 6 und Abbildung 7 zeigen mikroskopische Aufnahmen der Modulgläser. Dahinter werden (verzerrt) die Frontkontakte der darunter liegenden Zellen in Weiß (sowie weiße Lichtreflexionen) sichtbar. Es wird deutlich, dass Modul 2 eine stark strukturierte Oberfläche mit sphärischen Vertiefungen aufweist, während die Oberfläche von Modul 1 nur leicht strukturiert ist.

### 3.2 Lichttechnische Messung

Es wurde die maximale Leuchtdichte (typischer Weise der Mittelpunkt des Strahlenbündels) bei unterschiedlichen Einstrahlungswinkeln vermessen (siehe Anhang 4). Die gemessenen Werte wurden noch mit Korrekturfaktoren der Fläche und des Filters multipliziert, um die tatsächlichen Leuchtdichten zu errechnen.

Aus den so gewonnenen Werten der Leuchtdichten wurde (mit einer normierten einstrahlenden Sonnenleuchtdichte) die reflektierten Leuchtdichten winkel-abhängig im Diagramm in Abbildung 8 aufgetragen.

Abbildung 8 Leuchtdichtemessung



Die Gemessenen Werte des HC Moduls (Modul 2) liegen um mehr eine Größenordnung unter jenen des Alpin Moduls (Modul 1).

Die wichtige Grenze von 100.000 cd/m<sup>2</sup> wird erst bei Einstrahlungswinkeln von über 60° überschritten.

Die durch den Prüfer und das Messgerät verursachten Verschattungen vereiteln eine Messung von Winkeln kleiner als 10°. Ebenso ist die Reflexion bei 90° nicht messbar, da dabei Reflexion und Sonne in einem Punkt verschmelzen und da bei diesem Winkel nur die halbe Sonnenscheibe sichtbar wäre.

### 3.3 Reflexionsfaktor

Der partielle Reflexionsfaktor des Modul 2 (HC Modul) liegt je nach Winkel zwischen 0,001% und 0,164%. Dieser ist um einige Größenordnungen niedriger, als bei rein spiegelnden Oberflächen, da das reflektierte Licht durch die Strahlaufweitung in einen großen Raumwinkel reflektiert wird (während das



Leuchtdichtemessgerät nur einen Winkel von 1° misst). Der extrem klein erscheinende Reflexionsfaktor gegenüber dem von glattem Standard-Glas (etwa 14%), ist mit der wesentlich größeren, reflektierenden Fläche zu gewichten, um einen Vergleich für den Blendeindruck zu erhalten.

**Tabelle 1 Reflexionsfaktoren**

Winkel	partieller Reflexionsfaktor	
	Mod1	Mod2
10	0,012%	0,001%
20	0,008%	0,001%
30	0,013%	0,001%
40	0,027%	0,002%
50	0,027%	0,002%
60	0,093%	0,005%
70	0,386%	0,018%
80	1,522%	0,164%

### 3.4 Strahlaufweitung

Die Fotos der Reflexionen befinden sich in Anhang 3. Es wird deutlich, dass die Strahlaufweitung am Modul 2 (HC Modul) deutlich größer ist, als die des Modul 1.

Für die Größe des Strahlenbündels gibt es keine allgemein gültige Definition. Die Leuchtdichte ist in etwa gemäß einer Gaußkurve verteilt. Die Größe des Strahlenbündels wird hier gemäß den Fotos festgestellt (die Kamera moderiert allerdings automatisch Blende und Belichtungszeit, sodass damit keine Absolutwerte festgestellt werden können. Dennoch liefert das Foto wichtige visuelle Informationen zur Relation der Leuchtdichte zur Hintergrundleuchtdichte.

Es wird deutlich, dass das Strahlenbündel des Modul 2 (HC Modul) speziell bei rechtwinkliger Einstrahlung sehr groß ist. Bei sehr flachen Einstrahlungen unterscheiden sich die Strahlenbündel des Standard- und des HC Moduls kaum mehr in der Größe.

Die Abmessungen der Strahlenbündel variieren je nach Winkel

Modul 1: +/- 1° bis 8°, Modul 2: +/- 2° bis 15°

### 3.5 Beurteilung der Messung

Das Modul2 (HC Modul) wird deutlich weniger und eine deutlich geringere Blendwirkung verursachen als ein Standard Modul.

In der Richtlinie R11-3 findet sich der Satz: "Physiologische Blendung (Absolutblendung) tritt je nach Adaptationszustand und Vorschädigung des Auges ab etwa  $10^4$  cd/m<sup>2</sup> auf." Das ist ziemlich niedrig. In anderer relevanter Literatur (z.B. die Deutschen Hinweise der Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionschutz zu Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen kurz LAI-2012) beträgt der Grenzwert  $10^5$  cd/m<sup>2</sup>. Wenn also

dieser Grenzwert nicht überschritten wird, dann liegt keine Absolutblendung vor. Dies ist beim HC Modul bis zu einem Einstrahlungswinkel von 60° der Fall<sup>2</sup>.

Sollten also Reflexionen auftreten die

- a) unter Winkeln von größer als 60° zur Normalen auf die Moduloberfläche vom HC Modul abgestrahlt werden, und
- b) deren Immissionsdauer auf einen kritischen Immissionspunkt größer als 30 Minuten pro Tag oder 30 Stunden pro Jahr beträgt,

so ist mit erheblichen Blendungen im Sinne der OVE R11-3 sowie der LAI-2012 zu rechnen.

Fällt eine dieser Bedingungen weg, ist dann im Rückschluss nicht mit erheblichen Blendungen zu rechnen.

Bei einem Einstrahlungswinkel von 10° liegt die maximale Leuchtdichte des neuen Modulglases (mit 11.000cd/m<sup>2</sup>) deutlich unter dem Grenzwert der EASA Aerodrome Design Guideline (20.000cd/m<sup>2</sup>).

Datum: 8.4.2022

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

---

<sup>2</sup> Es kann zwar darunter bereits Psychologische Blendung (also ein unangenehmes Gefühl beim Betrachter) auftreten, allerdings ist es unklar inwieweit in welchen Dosen (Fläche und Dauer) diese geringer Leuchtdichte vom Durchschnittsmenschen als unzumutbar bewertet werden würde.

## **ANHANG 1 RICHTLINIEN, VORSCHRIFTEN UND GESETZE**

### **Allgemeines bürgerliches Gesetzbuch (ABGB) 2003, §364 Ortsübliche Nutzung**

(2) Der Eigentümer eines Grundstückes kann dem Nachbarn die von dessen Grund ausgehenden Einwirkungen durch Abwässer, Rauch, Gase, Wärme, Geruch, Geräusch, Erschütterung und ähnliche insoweit untersagen, als sie das nach den örtlichen Verhältnissen gewöhnliche Maß überschreiten und die ortsübliche Benutzung des Grundstückes wesentlich beeinträchtigen. Unmittelbare Zuleitung ist ohne besonderen Rechtstitel unter allen Umständen unzulässig.

### **Kärntner Bauordnung 1996, § 23 Abs 3 Schutz vor gefährlichen Immissionen**

(3) Anrainer gemäß Abs. 2 lit. a und b sind berechtigt, gegen die Erteilung der Baubewilligung nur begründete Einwendungen dahingehend zu erheben, dass sie durch das Vorhaben in subjektiv-öffentlichen Rechten verletzt werden, die ihnen durch die Bestimmungen dieses Gesetzes, der Kärntner Bauvorschriften, des Flächenwidmungsplanes oder des Bebauungsplanes eingeräumt werden, welche nicht nur dem öffentlichen Interesse, sondern auch dem Schutz der Anrainer dienen. Einwendungen der Anrainer im Sinn des ersten Satzes können – vorbehaltlich des Abs. 3a – insbesondere gestützt werden auf Bestimmungen über ... i) den Immissionsschutz der Anrainer.

### **Steiermärkisches Baugesetz 1995, § 64 Schutz vor gefährlichen Immissionen**

(1) Bauwerke müssen in allen ihren Teilen so geplant und ausgeführt sein, dass durch sie keine die Gesundheit der Benutzer des Bauwerkes gefährdenden Immissionen, wie z. B. gefährliche Gase, Partikel oder Strahlen, verursacht werden.

### **OVE R11-3 Blendung durch Photovoltaikanlagen**

#### **6.1 Immissionen in der Nachbarschaft**

Maßgebliche Immissionsorte sind 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, Terrassen, Balkone, Gartenpavillons und Liegeplateaus im Außenbereich von Wohngebäuden.

Eine erhebliche Belästigung durch Blendung ist nicht auszuschließen, wenn die Blenddauer der Anlagen 30 Minuten pro Tag bzw. 30 Stunden pro Jahr überschreitet. In der Berechnung der Blenddauer sollten nur solche Konstellationen berücksichtigt werden, in denen sich die Blickrichtungen zur Sonne und auf das Modul um mindestens 10° unterscheiden.

#### **6.2 Immissionen in Verkehrsbereichen**

Im Sinne von § 35 der StVO dürfen Fahrzeuglenker an der Wahrnehmung der Einrichtungen zur Regelung und Sicherung des Verkehrs nicht beeinträchtigt werden. Blendungen in folgenden Bereichen sind unzulässig: Straßen- und Eisenbahnkreuzungen, Straßenstellen mit Querungsachsen für Fußgänger und Radfahrer, Unfallhäufungsstellen, Straßenstellen mit Verflechtungs- und Manöverstrecken sowie Stellen mit Geschwindigkeitsinhomogenität.

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
- Die Immissionsrechnung ist für einzelne Immissionspunkte durchzuführen

#### **RVS 05.06.12 Visuelle Informationsträger für verkehrsfremde Zwecke (November 2003)**

Diese Richtlinie ist für die Beurteilung von künstlichen Lichtquellen und visuellen Informationsträgern für verkehrsfremde Zwecke (im Folgenden kurz: Informationsträger) im Umfeld von Straßen anzuwenden. Insbesondere ist sie zur Beurteilung von Beeinträchtigungen der Sicherheit des Straßenverkehrs im Sinne des § 35 StVO 1960 idgF. heranzuziehen. Diese Richtlinie ist sowohl für Ortsgebiete als auch für Freilandstraßen anzuwenden. Sie ist nicht für Beleuchtungsanlagen heranzuziehen, die ausschließlich der Regelung und Sicherung des Verkehrs dienen (z.B. Straßenbeleuchtungen im Zuge der jeweils betrachteten Straße, Signalanlagen, beleuchtete Verkehrszeichen).

(Blend-quellen außerhalb des 30° Kegels zur Fahrriichtung werden hier nicht berücksichtigt.)

#### **Bundesstraßengesetz 1971, §21 Bauten an Bundesstraßen**

In einer Entfernung bis 40 m beiderseits der Bundesautobahnen dürfen Neu-, Zu- und Umbauten nicht vorgenommen sowie Einfriedungen nicht angelegt und überhaupt Anlagen jeder Art weder errichtet noch geändert werden. Der Bund (Bundesstraßenverwaltung) hat auf Antrag Ausnahmen zuzustimmen, soweit dadurch Rücksichten auf den Bestand der Straßenanlagen und des Straßenbildes, Verkehrsrücksichten sowie Rücksichten auf die künftige Verkehrsentwicklung oder erforderliche Maßnahmen nach §§ 7 und 7a nicht beeinträchtigt werden.

#### **Straßenverkehrsordnung 1960, Vermeidung von Verkehrsbeeinträchtigungen**

(1) Die Behörde hat, wenn es die Sicherheit des Straßenverkehrs erfordert, die Besitzer von Gegenständen, die auf der Straße oder auf Liegenschaften in der Umgebung der Straße angebracht sind und durch ihre Beschaffenheit oder Lage oder durch die Art ihrer Anbringung oder ihrer Anordnung geeignet sind, die Sicherheit des Straßenverkehrs zu beeinträchtigen, durch Bescheid zu verpflichten, a) die Lage oder die Art der Anbringung oder die Anordnung des Gegenstandes so zu ändern, daß die Sicherheit des Straßenverkehrs nicht weiter beeinträchtigt wird, oder b) wenn eine in lit. a bezeichnete Änderung nicht ausreicht, die Gegenstände zu beseitigen.

**Luftfahrtgesetz (LFG) 2013, § 94 Anlagen mit optischer oder elektrischer Störwirkung**

(1) Ortsfeste und mobile Anlagen mit optischer oder elektrischer Störwirkung, durch die eine Gefährdung der Sicherheit der Luftfahrt, insbesondere eine Verwechslung mit einer Luftfahrtbefeuerung oder eine Beeinträchtigung von Flugsicherungseinrichtungen sowie eine Beeinträchtigung von ortsfesten Einrichtungen der Luftraumüberwachung oder ortsfesten Anlagen für die Sicherheit der Militärluftfahrt verursacht werden könnten, dürfen nur mit einer Bewilligung der gemäß Abs. 2 zuständigen Behörde errichtet, abgeändert, erweitert und betrieben werden ...

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

## CHAPTER M — VISUAL AIDS FOR NAVIGATION (LIGHTS)

(h) Assessment on dazzle in the aerodrome vicinity:

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

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

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

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

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

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

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

**Eisenbahngesetz 1957, § 42, Bauverbotsbereich**

"(1) Bei Hauptbahnen, Nebenbahnen und nicht-öffentlichen Eisenbahnen ist die Errichtung bahnfremder Anlagen jeder Art in einer Entfernung bis zu zwölf Meter von der Mitte des äußersten Gleises, bei Bahnhöfen innerhalb der Bahnhofsgränze und bis zu zwölf Meter von dieser, verboten (Bauverbotsbereich).

(2) Die Bestimmungen des Abs. 1 gelten auch für Straßenbahnen auf eigenem Bahnkörper in unverbautem Gebiet.

(3) Die Behörde kann Ausnahmen von den Bestimmungen der Abs. 1 und 2 erteilen, soweit dies mit den öffentlichen Verkehrsinteressen zu vereinbaren ist. Eine solche Bewilligung ist nicht erforderlich, wenn es über die Errichtung der bahnfremden Anlagen zwischen dem Eisenbahnunternehmen und dem Anrainer zu einer Einigung gekommen ist."

**Eisenbahngesetz 1957, § 43, Gefährdungsbereich**

(1) In der Umgebung von Eisenbahnanlagen (Gefährdungsbereich) ist die Errichtung von Anlagen oder die Vornahme sonstiger Handlungen verboten, durch die der Bestand der Eisenbahn oder ihr Zugehör oder die regelmäßige und sichere Führung des Betriebes der Eisenbahn und des Betriebes von Schienenfahrzeugen auf der Eisenbahn sowie des Verkehrs auf der Eisenbahn, insbesondere die freie Sicht auf Signale oder auf schienengleiche Eisenbahnübergänge, gefährdet wird.

## Anhang 1.1 Richtlinien Deutschland

**Bundes-Immissionsschutzgesetz (2016)**

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

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

**Bürgerliches Gesetzbuch 2015, § 906**

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

(2) Das Gleiche gilt insoweit, als eine wesentliche Beeinträchtigung durch eine ortsübliche Benutzung des anderen Grundstücks herbeigeführt wird und nicht durch Maßnahmen verhindert werden kann, die

Benutzern dieser Art wirtschaftlich zumutbar sind. Hat der Eigentümer hiernach eine Einwirkung zu dulden, so kann er von dem Benutzer des anderen Grundstücks einen angemessenen Ausgleich in Geld verlangen, wenn die Einwirkung eine ortsübliche Benutzung seines Grundstücks oder dessen Ertrag über das zumutbare Maß hinaus beeinträchtigt.

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

#### 3. Maßgebliche Immissionsorte und –Situationen

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

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

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

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

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

### **Bundesfernstraßengesetz (2007)**

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

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

#### **Luftverkehrsgesetz (LuftVG) 2007, §12 Errichtung von Bauwerken**

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

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




ANHANG 2 DATENBLÄTTER

Anhang 2.1 Standard Modul (Modul 1)

**Solarmodul**

**Power-60 ALPIN**  
325 Wp mono silver  
320 Wp mono black



*EXTREM! Das stabile Modul*

KIOTO Module der ALPIN-Serie werden mit einem extrem stabilen Aluminiumrahmen und 4mm Solarglas ausgeliefert. Unsere ALPIN-Module zeichnen sich durch ihren besonders robusten Rahmen aus. Zwei optionale Backrails auf der Rückseite des Moduls für die Aussteifung des Rahmens ermöglichen je nach Montagesituation höchste Lasten bis zu 8.000 Pa und das Modul ist durch die inhomogene SPF-Testprozedur bestens auf Hangabtriebskräfte geprüft. Dies ist der erweiterten Auflagefläche des Laminats, der Materialstärke des Rahmens und der konstruktiven Geometrie zu verdanken.

Die ALPIN-Module sind auch mit **Design black** (schwarzer Rahmen, schwarzes Backsheet) erhältlich.

*Produktvorteile:*

- // 12 Jahre Produktgarantie und 25 Jahre lineare Leistungsgarantie
- // 5 Busbar Zelltechnologie
- // Einsatz von PID-resistenten Modulkomponenten
- // Höchste Belastungsfähigkeit bis 8.000 Pa, je nach Montagesituation
- // Stabiles Rahmenkonzept für technische Sicherheit und Flexibilität



Photovoltaik aus Österreich 

POWER-60 ALPIN

KPV ME NEC 325 Wp Alpin  
KPV ME NEC 320 Wp Alpin Black

Moduldaten

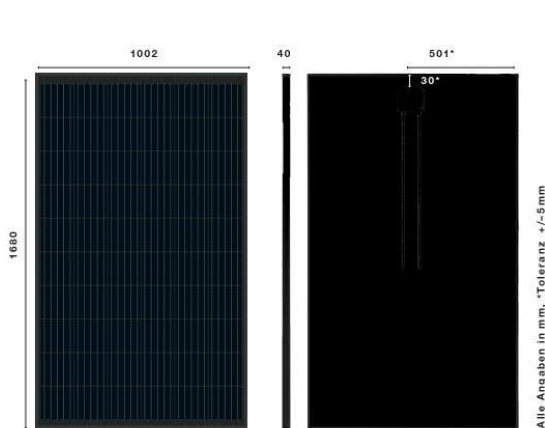
	Pmpp <sub>[Wp]</sub>	Ump <sub>[V]</sub>	I <sub>mp</sub> <sub>[A]</sub>	Uoc <sub>[V]</sub>	Isc <sub>[A]</sub>	Wirkungsgrad	Flächenbedarf/kWp
325 Wp Alpin	325 Wp	33,81 V	9,65 A	40,12 V	10,09 A	19,30%	5,17m <sup>2</sup>
320 Wp Alpin Black	320 Wp	33,57 V	9,57 A	39,87 V	10,04 A	19,01%	5,26m <sup>2</sup>

Elektrische Daten

60 kristalline Zellen	158,75mm x 158,75mm
Anschlussystem	Anschlussdose mit Original Stäubli MC4 Konnektoren
Max. Systemspannung	1000V DC
Leistungstoleranz	(+5W/-0W) Messung: Standard-Testbedingungen
Temperaturkoeffizienten	Pmpp -0,37 %/K Uoc -90,7 mV/K Isc +2,85 mA/K
Maximaler Rückstrom	15 A
Betriebstemperatur	+85°C bis -40°C
Kabellänge	2 x 1000mm
Bypassdioden	3 Stück
Leistungsgarantie	min. 97% im ersten Jahr, danach max. Reduktion um 0,7% p.a. bis zu 25 Jahren
Produktgarantie	12 Jahre

Technische Daten

inkl. Alurahmen / Laminat	1680mm x 1002mm x 40mm / 1673mm x 995mm x 5mm (+/-2mm)
Gewicht inkl. Alurahmen / Laminat	21,50kg / 18,50kg
Glasspezifikationen	Solarglas ESG 4,0mm mit hochfester Anti-Reflexbeschichtung
Prüfzertifikat	IEC 61215, Ed. 2 inkl. erweitertem, inhomogenen Belastungstest nach SPF Prüfgrundlage bis 8000 Pa je nach Montagesituation, IEC 61730; IP 65
Erweiterte Hageltests	Qualifizierung für HW4
Salznebeltest	Min. 96 Stunden in einem hochkonzentrierten Salznebel
Ammoniakbeständigkeit	1500h bei 750ppm Ammoniakkonzentration
Verpackungskonfiguration	24 Module/Pal., 720 Module / LKW



Alpin Rahmen

- // besonders robuster Rahmen
- // Einsatz bei erhöhten Schneelasten
- // erweiterte Auflagefläche des Laminats, verstärkter Rahmen, verbesserte konstruktive Geometrie



Optional erhältlich: Backrails

- // Aussteifung des Rahmens bei Quermontage
- // Höchste Belastungsfähigkeit, mit Backrails auf 8.000 Pa nach SPF Prüfvorschrift mit inhomogener Schneelast getestet

Die alleinige Verantwortung dafür, dass bestellte und gelieferte Waren für die Zwecke des Kunden geeignet sind, trifft dieser. Eine allfällige, anwendungsrechtliche Beratung durch die KIOTO Photovoltaics GmbH, sei es in Wort, Schrift, durch Versuche oder in anderer Weise, erfolgt nach bestem Wissen, jedoch unter Ausschuss jeglicher Gewährleistung und Haftung. Technische Sonderausführungen bzw. Sonderkonstruktionen können einer behördlichen Genehmigung unterliegen. Die Erlangung einer solchen Zustimmung obliegt dem Auftraggeber bzw. dem Bauherrn. Daraus resultierende Ausführungsänderungen bzw. Mehrleistungen insbesondere Prüfungen und Berechnungsnachweise gehen zu Lasten des Auftraggebers. Eine projektbezogene, statische Vordimensionierung sowie der glastechnisch richtige Einsatz der Gläser wurde von uns nicht durchgeführt, bzw. geprüft. Messtoleranz ±3%

Dieses Dokument ist nicht rechtsverbindlich. Das tatsächliche Erscheinungsbild und/oder Produktdetails können davon abweichen. Änderungen vorbehalten. Achtung: Lesen Sie die Sicherheits- und Installationsanweisungen durch, bevor Sie das Produkt verwenden. Bei Kauf gelten die aktuell gültigen Garantiekonditionen und die allgemeinen Liefer- und Geschäftsbedingungen der KIOTO Photovoltaics GmbH. Weitere Einzelheiten finden Sie auf unserer Website. 01/21

## Anhang 2.2 Power-60 HC (Modul 2)

### Glas-Folien Solarmodul

#### Power-60 HC

370Wp HC

365Wp HC black



### *TOP! Die Premiumklasse*

KIOTO Module der POWER-60 HC Serie werden mit einem innovativen, schwarz eloxierten Aluminiumrahmen für flexible Montagemöglichkeiten ausgeliefert. Diese leistungs- und ertragsoptimierten Solarmodule sind vorwiegend zum Einsatz in netzgekoppelten Anlagen bestimmt.

**Reflexionsarm:** Alle POWER-60 HC Module werden mit einem speziellen, reflexionsarmen Deflect-Solarglas verarbeitet. Die Black-Ausführung des Moduls ist perfekt geeignet für Locations, wo wenig Reflexionen von den Modulen zurückgeworfen werden dürfen, wie beispielsweise bei Flughäfen, neben Straßen oder Wohnsiedlungen.

### *Produktvorteile:*

- // 12 Jahre Produktgarantie und 25 Jahre lineare Leistungsgarantie
- // Innovative 9 Busbar Halbzellentechnologie mit optimierter Modulverschaltung - höhere Effizienz bei Verschattung
- // Einsatz von PID-resistenten Modulkomponenten
- // Höchste Belastungsfähigkeit bei geringem Modulgewicht
- // Intelligentes Rahmenkonzept für technische Sicherheit, Flexibilität und homogenes Design



Photovoltaik aus Österreich



POWER-60 HC

KPV 370Wp HC  
KPV 365Wp HC black

Moduldaten

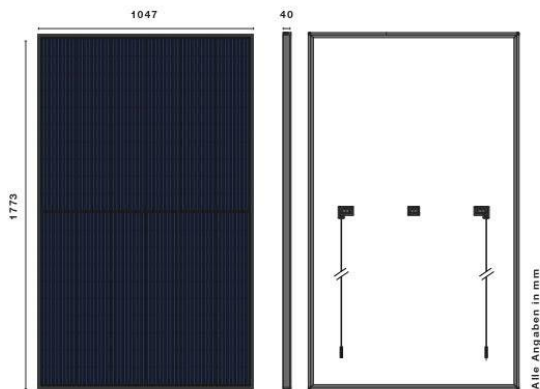
POWER-60 HC	Pmpp <sub>[Wp]</sub>	Ump <sub>[V]</sub>	Imp <sub>[A]</sub>	Uoc <sub>[V]</sub>	Isc <sub>[A]</sub>	Wirkungsgrad <sub>[%]</sub>	Flächenbedarf/kWp <sub>[m²]</sub>
370Wp	370Wp	35,01V	10,57A	40,86V	11,10A	19,93%	5,02m²
POWER-60 HC black							
365Wp	365Wp	34,91V	10,51A	40,74V	11,03A	19,66%	5,09m²

Elektrische Daten

<b>Zellen</b>	120 Zellen (6 x 20); 166 x 83mm halfcut (9 busbar)
<b>Anschlussystem</b>	dezentrale Anschlussdose mit Original Stäubli MC4 Konnektoren
<b>Max. Systemspannung</b>	1000V DC
<b>Leistungstoleranz</b>	+5W / -0W (Messung bei Standard-Testbedingungen)
<b>Temperaturkoeffizienten</b>	Pmpp -0,36%/K Uoc -0,28%/K Isc +0,059%/K
<b>Maximaler Rückstrom</b>	15A
<b>Betriebstemperatur</b>	+85°C bis -40°C
<b>Kabellänge</b>	2 x 1150mm
<b>Bypassdioden</b>	3 Stück
<b>Leistungsgarantie</b>	min. 97% im ersten Jahr, danach max. Reduktion um 0,7% p.a. bis zu 25 Jahren
<b>Produktgarantie</b>	12 Jahre

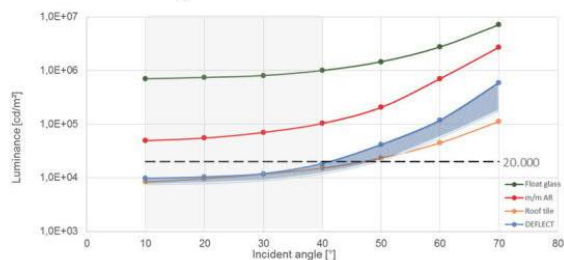
Technische Daten

<b>Größe</b>	1773 x 1047 x 40mm (+/- 2mm)
<b>Gewicht</b>	20,30kg
<b>optische Ausführung</b>	Standard: schwarz eloxierter Rahmen, Backsheet: Front- und Rückseite weiß Black: schwarz eloxierter Rahmen, Backsheet: Frontseite schwarz, Rückseite weiß
<b>Glasspezifikationen</b>	Solarglas Interfloat Deflect 3,2mm
<b>Geltende Normen</b>	IEC 61215 (Testload: 5400 Pa; Designload: 3600 Pa); IEC 61730; IP 65
<b>Erweiterte Hageltests</b>	Qualifizierung für HW4
<b>Salznebeltest</b>	Min. 96 Stunden in einem hochkonzentrierten Salznebel
<b>Ammoniakbeständigkeit</b>	1500h bei 750ppm Ammoniakkonzentration
<b>Verpackungskonfiguration</b>	24 Module/Pal., 672 Module/LKW



**Blendreduziertes DEFLECT Glas:**  
 // Licht Transmission 94,9%  
 // Lichtrückstrahlung der Vorderseite <20,000cd/m² (Black-Ausführung)  
 // Reflexionsarm




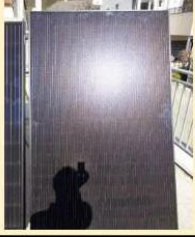




Blendwirkung bei verschiedenen Lichteinstrahlwinkeln











Die alleinige Verantwortung dafür, dass bestellte und gelieferte Waren für die Zwecke des Kunden geeignet sind, trifft dieser. Eine allfällige, anwendungsrechtliche Beratung durch die KIOTO Photovoltaics GmbH, sei es in Wort, Schrift, durch Versuche oder in anderer Weise, erfolgt nach bestem Wissen, jedoch unter Ausschuss jeglicher Gewährleistung und Haftung. Technische Sonderausführungen bzw. Sonderkonstruktionen können einer behördlichen Genehmigung unterliegen. Die Erlangung einer solchen Zustimmung obliegt dem Auftraggeber bzw. dem Bauherrn. Daraus resultierende Ausführungsänderungen bzw. Mehrleistungen insbesondere Prüfungen und Berechnungsnachweise gehen zu Lasten des Auftraggebers. Eine projektbezogene, statische Vordimensionierung sowie der glastechnisch richtige Einsatz der Gläser wurde von uns nicht durchgeführt, bzw. geprüft.  
 Messtoleranz ±3%

Dieses Datenblatt ist nicht rechtsverbindlich. Die tatsächlichen Spezifikationen und/oder Produktdaten können davon abweichen. Änderungen vorbehalten. Achtung: Lesen Sie die Sicherheits- und Installationsanweisungen durch, bevor Sie das Produkt verwenden. Bei Kauf gehen die aktuell gültigen Garantiebedingungen und die allgemeinen Liefer- und Geschäftsbedingungen der KIOTO Photovoltaics GmbH/Walters Einzelhandel in Ihrer Nähe auf unserer Website, 01/22

**ANHANG 3 FOTOS DER STRAHLENBÜNDEL**

Winkel	Standard	HC
10		
20		
30		
40		

Winkel	Standard	HC
50		
60		
70		
80		

**ANHANG 4 MESSPROTOKOLL**

Da die Werte der Leuchtdichte stark vom gewählten Messpunkt abhängig sind wurden jeweils 3 Punkte (um den Punkt der maximalen Leuchtdichte) gemessen und deren Werte gemittelt werden.

**Reflexionsmessung (Winkel) V1.0**

**Ort** Klagenfurt  
**Objekt** Kioto HC black  
**Zeit** 28.03.22 12:00  
**Messgeräte** lx: Laserline LuxTest-Master, cd/m<sup>2</sup>: Gossen Mavo Spot 2  
**Prüfer** DI. Jakob Zehndorfer

10°	
Messobjekt	Filter <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ND16+UVIR</span> DNI <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">72.200</span> lx
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">11.810</span> cd/m <sup>2</sup>	11,53 E->L faktor 14.706
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">11.870</span> cd/m <sup>2</sup>	MK-Korrektur 1,00 L-Sonne 1,1E+09 cd/m <sup>2</sup>
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">9.353</span> cd/m <sup>2</sup>	L-Reflexion 1,3E+05 cd/m <sup>2</sup>
11.011 cd/m <sup>2</sup> <span style="color: blue;">11%</span>	roh 1,2E-04

20°	
Messobjekt	Filter <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ND16+UVIR</span> DNI <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">72.000</span> lx
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">6.941</span> cd/m <sup>2</sup>	11,53 E->L faktor 14.706
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">7.647</span> cd/m <sup>2</sup>	MK-Korrektur 1,00 L-Sonne 1,1E+09 cd/m <sup>2</sup>
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">7.859</span> cd/m <sup>2</sup>	L-Reflexion 8,6E+04 cd/m <sup>2</sup>
7.482 cd/m <sup>2</sup> <span style="color: blue;">5%</span>	roh 8,2E-05

30°	
Messobjekt	Filter <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ND16+UVIR</span> DNI <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">71.800</span> lx
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">7.612</span> cd/m <sup>2</sup>	11,53 E->L faktor 14.706
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">7.409</span> cd/m <sup>2</sup>	MK-Korrektur 1,00 L-Sonne 1,1E+09 cd/m <sup>2</sup>
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">8.418</span> cd/m <sup>2</sup>	L-Reflexion 9,0E+04 cd/m <sup>2</sup>
7.813 cd/m <sup>2</sup> <span style="color: blue;">6%</span>	roh 8,5E-05

40°	
Messobjekt	Filter <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ND16+UVIR</span> DNI <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">71.300</span> lx
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">10.470</span> cd/m <sup>2</sup>	11,53 E->L faktor 14.706
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">12.930</span> cd/m <sup>2</sup>	MK-Korrektur 1,00 L-Sonne 1,0E+09 cd/m <sup>2</sup>
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">12.140</span> cd/m <sup>2</sup>	L-Reflexion 1,4E+05 cd/m <sup>2</sup>
11.847 cd/m <sup>2</sup> <span style="color: blue;">9%</span>	roh 1,3E-04

50°	
Messobjekt	Filter <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ND16+UVIR</span> DNI <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">71.300</span> lx
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">24.050</span> cd/m <sup>2</sup>	11,53 E->L faktor 14.706
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">23.170</span> cd/m <sup>2</sup>	MK-Korrektur 1,00 L-Sonne 1,0E+09 cd/m <sup>2</sup>
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">26.470</span> cd/m <sup>2</sup>	L-Reflexion 2,8E+05 cd/m <sup>2</sup>
24.563 cd/m <sup>2</sup> <span style="color: blue;">6%</span>	roh 2,7E-04

**Reflexionsmessung (Winkel)**

V1.0

**Ort** Klagenfurt  
**Objekt** Kioto HC black  
**Zeit** 28.03.22 12:00  
**Messgeräte** lx: Laserline LuxTest-Master, cd/m<sup>2</sup>: Gossen Mavo Spot 2  
**Prüfer** DI. Jakob Zehndorfer

**60°**

Messobjekt	Filter	ND16+UVIR	DNI	71.300 lx
85.730 cd/m <sup>2</sup>		11,53	E->L faktor	14.706
87.320 cd/m <sup>2</sup>	MK-Korrektur	1,00	L-Sonne	1,0E+09 cd/m <sup>2</sup>
81.940 cd/m <sup>2</sup>			L-Reflexion	9,8E+05 cd/m <sup>2</sup>
84.997 cd/m <sup>2</sup> 3%			roh	9,3E-04

**70°**

Messobjekt	Filter	ND400+UVIR	DNI	71.900 lx
5.093 cd/m <sup>2</sup>		802,05	E->L faktor	14.706
5.032 cd/m <sup>2</sup>	MK-Korrektur	1,00	L-Sonne	1,1E+09 cd/m <sup>2</sup>
5.146 cd/m <sup>2</sup>			L-Reflexion	4,1E+06 cd/m <sup>2</sup>
5.090 cd/m <sup>2</sup> 1%			roh	3,9E-03

**80°**

Messobjekt	Filter	ND400+UVIR	DNI	71.600 lx
21.290 cd/m <sup>2</sup>		802,05	E->L faktor	14.706
19.270 cd/m <sup>2</sup>	MK-Korrektur	1,00	L-Sonne	1,1E+09 cd/m <sup>2</sup>
19.390 cd/m <sup>2</sup>			L-Reflexion	1,6E+07 cd/m <sup>2</sup>
19.983 cd/m <sup>2</sup> 5%			roh	1,5E-02

*Es sind die rohen Messwerte und deren Standardabweichung dargestellt. Diese sind gegebenenfalls mit den Korrekturwerten für Filter und Messkegel zu korrigieren.*

*DNI ... Direct Normal Irradiation*

*(direkte normale Sonneneinstrahlung, ohne diffusen Anteil)*



**Reflexionsmessung (Winkel)**

V1.0

**Ort** Klagenfurt  
**Objekt** Kioto Alpin black  
**Zeit** 28.03.22 12:00  
**Messgeräte** lx: Laserline LuxTest-Master, cd/m<sup>2</sup>: Gossen Mavo Spot 2  
**Prüfer** DI. Jakob Zehndorfer

**10°**

Messobjekt	Filter	ND16+UVIR	DNI	72.200 lx
627 cd/m <sup>2</sup>	11,53		E->L faktor	14.706
597 cd/m <sup>2</sup>	MK-Korrektur	1,00	L-Sonne	1,1E+09 cd/m <sup>2</sup>
617 cd/m <sup>2</sup>			L-Reflexion	7,1E+03 cd/m <sup>2</sup>
614 cd/m <sup>2</sup> 2%			roh	6,7E-06

**20°**

Messobjekt	Filter	ND16+UVIR	DNI	72.000 lx
681 cd/m <sup>2</sup>	11,53		E->L faktor	14.706
612 cd/m <sup>2</sup>	MK-Korrektur	1,00	L-Sonne	1,1E+09 cd/m <sup>2</sup>
666 cd/m <sup>2</sup>			L-Reflexion	7,5E+03 cd/m <sup>2</sup>
653 cd/m <sup>2</sup> 4%			roh	7,1E-06

**30°**

Messobjekt	Filter	ND16+UVIR	DNI	71.800 lx
682 cd/m <sup>2</sup>	11,53		E->L faktor	14.706
678 cd/m <sup>2</sup>	MK-Korrektur	1,00	L-Sonne	1,1E+09 cd/m <sup>2</sup>
692 cd/m <sup>2</sup>			L-Reflexion	7,9E+03 cd/m <sup>2</sup>
684 cd/m <sup>2</sup> 1%			roh	7,5E-06

**40°**

Messobjekt	Filter	ND16+UVIR	DNI	71.300 lx
1.007 cd/m <sup>2</sup>	11,53		E->L faktor	14.706
1.073 cd/m <sup>2</sup>	MK-Korrektur	1,00	L-Sonne	1,0E+09 cd/m <sup>2</sup>
1.027 cd/m <sup>2</sup>			L-Reflexion	1,2E+04 cd/m <sup>2</sup>
1.036 cd/m <sup>2</sup> 3%			roh	1,1E-05

**50°**

Messobjekt	Filter	ND16+UVIR	DNI	71.300 lx
2.047 cd/m <sup>2</sup>	11,53		E->L faktor	14.706
1.808 cd/m <sup>2</sup>	MK-Korrektur	1,00	L-Sonne	1,0E+09 cd/m <sup>2</sup>
1.839 cd/m <sup>2</sup>			L-Reflexion	2,2E+04 cd/m <sup>2</sup>
1.898 cd/m <sup>2</sup> 6%			roh	2,1E-05

**Reflexionsmessung (Winkel)**

V1.0

**Ort** Klagenfurt  
**Objekt** Kioto Alpin black  
**Zeit** 28.03.22 12:00  
**Messgeräte** lx: Laserline LuxTest-Master, cd/m<sup>2</sup>: Gossen Mavo Spot 2  
**Prüfer** DI. Jakob Zehndorfer

**60°**

Messobjekt	Filter	ND16+UVIR	DNI	71.300 lx
4.885 cd/m <sup>2</sup>		11,53	E->L faktor	14.706
4.495 cd/m <sup>2</sup>	MK-Korrektur	1,00	L-Sonne	1,0E+09 cd/m <sup>2</sup>
5.084 cd/m <sup>2</sup>			L-Reflexion	5,6E+04 cd/m <sup>2</sup>
4.821 cd/m <sup>2</sup> 5%			roh	5,3E-05

**70°**

Messobjekt	Filter	ND400+UVIR	DNI	71.900 lx
199 cd/m <sup>2</sup>		802,05	E->L faktor	14.706
242 cd/m <sup>2</sup>	MK-Korrektur	1,00	L-Sonne	1,1E+09 cd/m <sup>2</sup>
289 cd/m <sup>2</sup>			L-Reflexion	2,0E+05 cd/m <sup>2</sup>
244 cd/m <sup>2</sup> 15%			roh	1,8E-04

**80°**

Messobjekt	Filter	ND400+UVIR	DNI	71.600 lx
1.766 cd/m <sup>2</sup>		802,05	E->L faktor	14.706
2.674 cd/m <sup>2</sup>	MK-Korrektur	1,00	L-Sonne	1,1E+09 cd/m <sup>2</sup>
2.007 cd/m <sup>2</sup>			L-Reflexion	1,7E+06 cd/m <sup>2</sup>
2.149 cd/m <sup>2</sup> 18%			roh	1,6E-03

*Es sind die rohen Messwerte und deren Standardabweichung dargestellt. Diese sind gegebenenfalls mit den Korrekturwerten für Filter und Messkegel zu korrigieren.*

*DNI ... Direct Normal Irradiation*

*(direkte normale Sonneneinstrahlung, ohne diffusen Anteil)*

## ANHANG 5 BERECHNUNG

Für die Berechnung der Leuchtdichten aus den gemessenen Werten werden die folgenden Formeln verwendet:

### Berechnungen

Jakob Zehndorfer

28.03.2022

#### Messgerät

Messkegel (MG)	k	1 °	<i>Spezifikation MG</i>
Raumwinkel (MG)	$\omega_{MG}$	2,39E-04 sr	$\omega_{MG} = 2\pi \left(1 - \cos \frac{k}{2}\right)$
Reflektierende Fläche im Messkegel	$A_{MK}$	100%	$f_{MK} = \frac{1}{A_{MK}}$
Messkegel Korrekturfaktor	$f_{MK}$	1,000	

#### Sonnenleuchtdichte

DNI Beleuchtungsstärke	$E_{DNI}$	72.200 lx	<i>Messwert</i>
Raumwinkel der Sonne	$\omega_s$	6,80E-05 sr	
berechnete Leuchtdichte der Sonne	$L_{S-B}$	1,06E+09	$L_{S-B} = \frac{E_{DNI}}{\omega_s}$

#### Partieller Reflexionsfaktor (Sonnenscheibe)

gemessene Leuchtdichte	$L_{R-M}$	11.011 cd/m <sup>2</sup>	<i>Messwert</i>
ND-Filter Faktor	$f_f$	11,53	<i>Messwert d. Filters</i>
Messkegel Korrekturfaktor	$f_{MK}$	1,000	
berechnete Leuchtdichte Reflexion	$L_{R-B}$	1,27E+05 cd/m <sup>2</sup>	$L_{R-B} = L_{R-M} * f_f * f_{MK}$
Leuchtdichte Sonne	$L_{S-B}$	1,06E+09 cd/m <sup>2</sup>	
partieller Reflexionsfaktor Reflexionen	$\rho_p$	1,2E-04	$\rho_{p1} = \frac{L_{R-B}}{L_{S-B}}$

#### Symbolik

Eingabefelder

berechnete Felder

Referenzen

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

