

Blendungen an PV-Anlagen: Aktuelle Erkenntnisse

22. Schweizer Photovoltaik-Tagung, 21. – 22. März 2024, Lausanne

Christof Bucher, Labor für Photovoltaiksysteme, Berner Fachhochschule BFH, Burgdorf, christof.bucher@bfh.ch

Andreas Bohren, SPF Institut für Solartechnik, Ostschweizer Fachhochschule OST, andreas.bohren@ost.ch

Peter Toggweiler, Basler & Hofmann AG, peter.toggweiler@baslerhofmann.ch

Thomas Rechsteiner, Swissolar, rechsteiner@swissolar.ch

In seltenen Fällen gehen von Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) unzumutbare Blendungen auf benachbarte Beobachtungspunkte aus. Ein in einem Projekt mit Bundes- und Kantonsbehörden wurden Blendungen diskutiert, Lösungsansätze evaluiert und Empfehlungen zuhanden der Behörden formuliert. Der Schlussbericht wird nach der Konsultation in der Begleitgruppe bis Mitte 2024 fertig erarbeitet. Die wichtigsten Erkenntnisse sind in diesem Poster dargestellt.

Definition der Blendung

Eine Blendung liegt dann vor, wenn eine Oberfläche aufgrund ihrer Helligkeit störend wirkt oder sogar die Sicht beeinträchtigt. Weil dies je nach Situation sehr unterschiedlich ist, gibt es keine verbindlichen Grenzwerte. Als Mass der Blendung wird meistens die Leuchtdichte in Candela pro Quadratmeter (cd/m^2) verwendet.

Wann ist eine Blendung kritisch?

Die meisten PV-Anlagen blenden nicht oder nur unkritisch. Indikatoren für kritische Situationen sind:

- PV-Anlagen auf gut einsehbaren Norddächern
- Gut einsehbare PV-Anlagen auf Gebäude an Südhängen
- PV-Anlagen auf grossen und gut einsehbaren Ost- und Westdächern, insb. wenn diese ein Grossteil des Gesichtsfelds des Beobachters abdecken.

Woher weiss man, ob es blenden kann?

Eine mögliche Blendwirkung kann vor dem Bau einer PV-Anlage berechnet werden. Das Tool www.blendtool.ch (Abbildung 1) ermöglicht eine entsprechende Einschätzung.

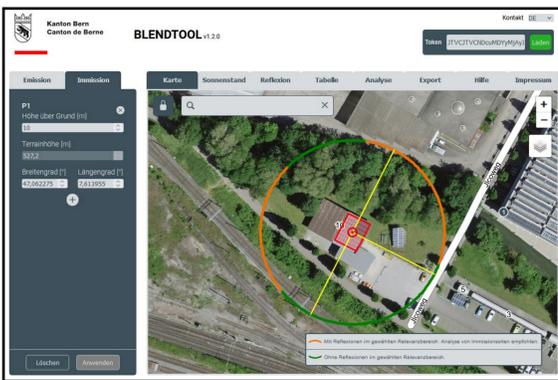


Abbildung 1: Mit www.blendtool.ch kann mit wenigen Klicks berechnet werden, ob eine PV-Anlage blenden kann.

Dauer der Blendung

Blendungen können unterschiedlich lange dauern. Es gibt keine verbindlichen Vorgaben, welche Blenddauer toleriert werden muss. Swissolar schlägt deshalb eigene Grenzwerte zur tolerierbaren Blenddauer vor (Tabelle 1). Kurze Blendungen müssen immer toleriert werden, lange Blendungen nur wenige Tage im Jahr.

Tabelle 1: Grenzwerte der tolerierbaren Blenddauer

Blenddauer	Tolerierbare Häufigkeit
30 Minuten	Unbegrenzte Anzahl Tage
60 Minuten	60 Tage im Jahr
120 Minuten	20 Tage im Jahr
60 Stunden	Total der Jahressumme

Die Oberfläche macht es aus

Die Blendung entsteht im Wesentlichen an der Glasoberfläche. Nicht die Menge des reflektierten Lichts (also der Reflexionskoeffizient), sondern der Umstand ob das Licht gerichtet oder gestreut wird entscheidet, ob eine Oberfläche blendet. Deshalb können auch reflexionsarme Gläser blenden, wenn sie gerichtet reflektieren (Abbildung 2).

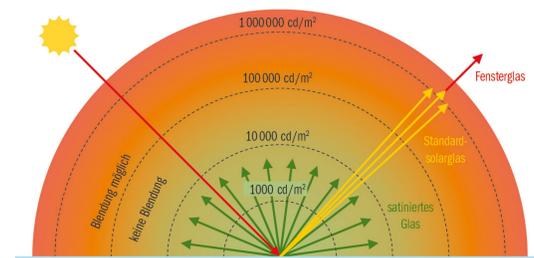


Abbildung 2: Das Streuverhalten der Oberfläche ist entscheidend für die Blendwirkung (Quelle: Ch. Bucher, Photovoltaikanlagen, Faktor Verlag 2021)

Gibt es blendfreie PV-Module?

Praktisch jede Oberfläche kann blenden, wenn die Sonne flach darauf scheint und man fast in die Sonne schaut. Doch solche Blendungen sind wenig relevant, weil in dieser Situation die Sonne sowieso blendet. Das Projektteam empfiehlt deshalb, die hellsten aber in der öffentlichen Wahrnehmung nicht blendenden Oberflächen als Grenzwert für ein «blendfreies» PV-Modul zu verwenden. Dies sind weisser Verputz sowie helles Holz (Abbildung 3).

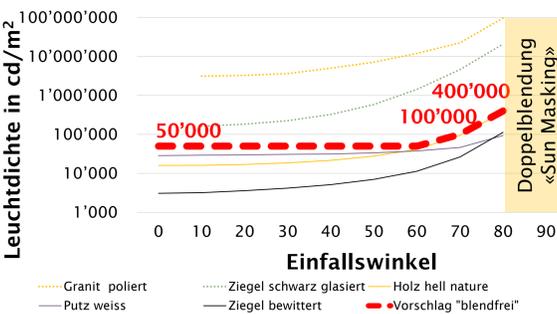


Abbildung 3: Vorschlag «Blendfrei»

Tabelle 2: Blendeigenschaften von PV-Modulen und Glasoberflächen

Produkt	Eigenschaften
Standard-Solarglas	<ul style="list-style-type: none"> • Günstig, praktisch jedes PV-Modul • Reflexionsarm • kann je nach Winkel blenden
Satiniertes Glas	<ul style="list-style-type: none"> • Praktisch blendfrei • gefährliche Chemikalien für die Herstellung, recht teuer
Sandgestrahltes Glas	<ul style="list-style-type: none"> • Reduziert die Blendwirkung stark • Sandstrahlen beschädigt das Glas • Wenig Praxiserfahrungen
Folienbeschichtung	<ul style="list-style-type: none"> • Erst wenige Produkte bekannt • Lebensdauer unbekannt
Beschichtetes Glas	<ul style="list-style-type: none"> • Wenig Produkte bekannt • Wirkung z. T. stark winkelabhängig

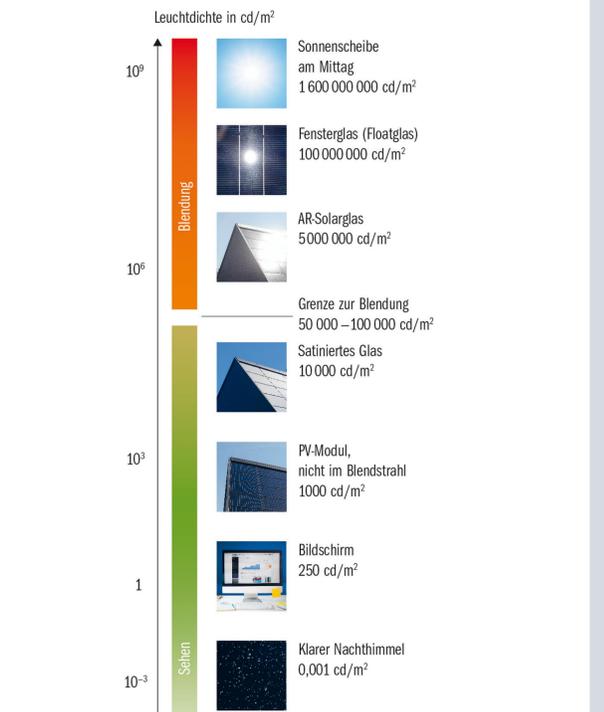


Abbildung 4: Helligkeit verschiedener Oberflächen (Quelle: Ch. Bucher, Photovoltaikanlagen, Faktor Verlag 2021)



Abbildung 5: Beispiel einer Blendsanierung. Vier Module sind mit satiniertem Glas bestückt, die restlichen Module mit Standard-Solarglas.

Fazit und Ausblick

Von den meisten PV-Anlagen geht heute keine störende Blendwirkung aus. Sollte dies dennoch der Fall sein, gibt es inzwischen verschiedene Folien, Beschichtungen und Glasoberflächen, die die Blendung reduzieren oder verhindern. In Pilotprojekten sollten solche Produkte künftig geprüft und beschrieben werden.

Referenzen

- [1] Swissolar, Leitfaden zum Melde- und Bewilligungsverfahren für Solaranlagen, Juli 2023
- [2] Ch. Bucher et al., Two-Dimensional Representation of the Bidirectional Reflectance Distribution Function of Photovoltaic modules, EUPVSEC, Lissabon, 2023