

Blendung an Photovoltaikanlagen

Erfahrungen und Handlungsempfehlungen zur Reduktion störender Blendungen

Photovoltaikmodule (PV-Module) sind darauf ausgelegt, möglichst viel Sonnenlicht in elektrische Energie umzuwandeln. Dennoch können Reflexionen der Sonne zu störenden Blendungen führen. Besonders bei nach Norden ausgerichteten Anlagen führt dies häufiger zu unerwünschten Störungen in Wohngebieten. Es gibt inzwischen PV-Module, die Blendungen deutlich reduzieren oder vollständig verhindern. Dieses Merkblatt bietet einen Überblick über die typischen Herausforderungen sowie über wirksame Lösungen zur Vermeidung von Blendungen an PV-Anlagen.

Hintergrund

Nach der Raumplanungsverordnung benötigen Solaranlagen, also auch PV-Anlagen, die «nach dem Stand der Technik reflexionsarm ausgeführt werden» keine Baubewilligung. Praktisch alle PV-Module sind heute reflexionsarm ausgeführt und können deshalb bei baubewilligungsfreien PV-Anlagen eingesetzt werden. In einzelnen Fällen kann es trotzdem zu störenden Blendwirkungen kommen. Sind diese unzumutbar stark, sind sie unabhängig vom Bewilligungsprozess an der Quelle zu beheben.

Eigenschaften und Wahrnehmung der Blendung

Von einer Blendung wird dann gesprochen, wenn eine Oberfläche so hell erscheint, dass sie für die beobachtende Person störend ist. Die Helligkeit einer Oberfläche wird mit der Leuchtdichte in Candela pro Quadratmeter (cd/m^2) angegeben. Weil die Grenze zur Störung für jede Person und für jede Situation anders ist und zudem unter anderem von der Grösse des Blendflecks, der Dauer und dem Kontrast zum Hintergrund abhängt, gibt es keine gesetzlichen Grenzwerte.

Um eine Blendung an PV-Modulen zu verhindern, gibt es zwei grundsätzliche Ansätze:

1. Die PV-Module so ausrichten, dass der Blendstrahl nie oder nur sehr selten auf eine Person fällt, die sich gestört fühlen könnte. Weitgehend nach Süden ausgerichtete PV-Module erfüllen dieses Kriterium fast immer.
2. PV-Module wählen, die das reflektierte Licht streuen und nicht gerichtet reflektieren. Reflexionsarme Module alleine genügen nicht, es müssen blendarme Module verwendet werden.



Abbildung 1: Blendende PV-Anlage, zu Testzwecken mit vier blendarmen PV-Modulen versehen (Quelle: BFH PV-Labor).

Standard-PV-Module sind reflexionsarm ausgeführt, das heisst, sie reflektieren nur einen geringen Anteil des Lichts. Diesen Anteil reflektieren sie jedoch weitgehend als gebündelten Strahl (Bündelaufweitung von ca. 5°), somit der Blendfleck klar sichtbar und oft störend ist. Blendarme Module verfügen hingegen über eine matte Oberfläche, die zwar meist genauso viel Licht reflektiert wie Standardmodule, jedoch stark gestreut. Ein Blendfleck ist damit nicht mehr ersichtlich.

Verhinderung einer Blendung in der Planung

PV-Anlagen sollten so gebaut werden, dass sie niemanden blenden. Dazu wird das Vorgehen in Abbildung 2 empfohlen. Als Entscheidungshilfe wird empfohlen, in kritischen Fällen mit dem kostenlosen vom Kanton Bern initiierten www.blendtool.ch zu prüfen, ob eine störende Blendung rein geometrisch überhaupt auftreten kann.

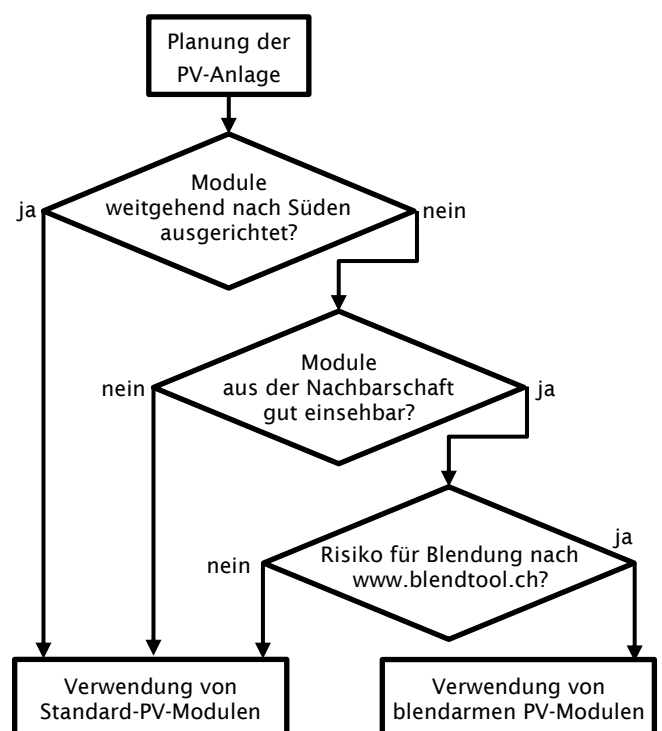


Abbildung 2: Entscheidungsdiagramm zur Planung von nicht blendenden PV-Anlagen.

Eine PV-Anlage blendet – was tun?

Meistens ist die Verwendung von blendarmen PV-Modulen die beste Massnahme, um störende Blendungen zu eliminieren. Dafür gibt es im Wesentlichen zwei Optionen:

1. Ersatz der PV-Module durch blendarmen PV-Module
2. Beklebung der bestehenden PV-Module mit einer Folie zur Eliminierung der Blendung.

Selten können bei einem Flachdach die Ausrichtung und Neigung der PV-Module verändert werden, damit die Blendung nicht mehr auftritt.

Wenn bereits störende Blendungen in der Nachbarschaft auftreten, ist dies meistens für alle Beteiligten belastend. Entsprechend sollte das Gespräch gesucht und Verständnis gezeigt werden. Blendgutachten können helfen, die Positionen der Nachbarn in eine neutrale Perspektive zu bringen. Ist eine Störung jedoch gross, ist es nach einem Augenschein auch für die Betreibenden der PV-Anlage oft offensichtlich, dass gehandelt werden muss.

Richtwerte für blendarme PV-Module

Eine Projektgruppe aus Swissolar, der Berner und Ostschweizer Fachhochschule (BFH und OST) sowie Basler & Hofmann haben eine Empfehlung für Richtwerte zu blendarmen PV-Modulen veröffentlicht (Abbildung 3). Die Grafik ist wie folgt zu interpretieren:

- Für jeden Ein- und Ausfallswinkel gibt es einen Richtwert (maximale Leuchtdichte). Für steilen Lichteinfall beträgt dieser 30'000 cd/m².
- Ab 60° Lichteinfallswinkel nimmt der Richtwert zu, weil der Blick des Betrachters ohnehin Richtung Sonne geht.
- Für sehr flache Lichteinfallswinkel (ab 80°) gibt es keine Richtwerte mehr. Es wird davon ausgegangen, dass die Sonne in diesem Bereich ohnehin blendet (sogenannte «Doppelblendung»)
- Module, die in der grünen Zone sind, sollen die Bezeichnung «blendarm» tragen dürfen.
- Wird im Feld eine Messung in der roten Zone gemacht, so soll dies als «störend» gelten.
- Der gelbe Zwischenbereich soll sicherstellen, dass nicht durch Messunsicherheiten blendfreie Module in der Praxis trotzdem stören.

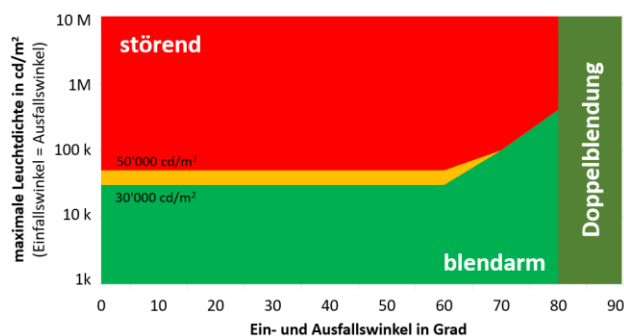


Abbildung 3: Projektvorschlag für Richtwerte der Leuchtdichte für blendarme PV-Module (Quelle: [1]).

Blendarme PV-Module

In der Praxis haben sich zum Zeitpunkt der Publikation dieses Dokuments zwei Technologien als blendarm erwiesen.

1. PV-Module mit satinierten (also chemisch geätzten) Glasoberflächen.
2. Kunststofffolien, die nachträglich auf die Module aufgezogen werden.

Andere Ansätze, insbesondere sandgestrahlte Gläser oder strukturiertes Glas haben bisher nicht zum gewünschten Erfolg geführt. Insbesondere Glas-Beschichtungen haben jedoch das Potenzial, ebenfalls gute Resultate zu erzielen.

Wirkungsgrad blendarmer PV-Module

Bei PV-Modulen mit satinierten Glasoberflächen ist ein allfälliger Wirkungsgradverlust gering und bereits im Datenblatt einkalkuliert. Es muss mit keinen zusätzlichen Verlusten gerechnet werden. Bei nachträglich auf Module aufgetragenen Folien beträgt der Wirkungsgradverlust typischerweise rund 5 %. Der Wirkungsgradverlust ist bei bisher vermessenen Folien primär von der Glasoberfläche der PV-Module abhängig. Je glatter die Glasoberfläche ist, desto geringer ist der Wirkungsgradverlust. Für glattes Float-Glas hat das PV-Labor der BFH Transmissionsverluste von nur 1 % gemessen.

Praxiserfahrungen

Im Rahmen eines Pilotprojekts wurden Standard-PV-Module, PV-Module mit Deflect™-Gläsern sowie mit Folien beschichtete Standard-PV-Module getestet [3]. Messungen wurden sowohl im Feld wie auch im PV-Labor der BFH durchgeführt. Direkt nach Aufbringen der Folien kann bestätigt werden, dass die Blendung durch die Folie, welche sich nach Abbildung 3 im grünen Bereich befindet, vollständig verhindert wird. Eine Kontrollmessung nach einem Betriebsjahr bestätigt wiederum die Erstmessungen. Es werden keine relevanten Veränderungen an den Modulen mit Folie beobachtet. Messwerte sind im Anhang dieses Dokuments abgedruckt.



Abbildung 4: Blendende PV-Anlage, bei der 4 Module (links) mit Folien zur Reduktion der Blendung bestückt sind (Quelle: [2] und [3]).

Referenzen

- [1] Swissolar et al., Stand der Technik zu blendarmen Oberflächen bei PV-Modulen, unterstützt durch EnergieSchweiz, 2024.
- [2] Ch. Bucher, Massnahmen gegen PV-Blendung, bulletin.ch, 26.9.2025
- [3] Ch. Bucher, Reduktion der Blendung durch eine Photovoltaikanlage, Schlussbericht zum Pilotprojekt, unterstützt durch das AWEL, 2025

Impressum

- Autoren: www.bfh.ch/de/christof-bucher
- Projektförderung: AWEL, En-PP 23-24
- Publikation: Zürich / Burgdorf, 2. Februar 2026

Anhang 1: Beispielmessungen aus dem Pilotprojekt

Die untenstehenden Abbildungen zeigen visuelle Eindrücke sowie Messwerte aus dem Pilotprojekt



Abbildung 5: Übersicht der PV-Module aus dem Pilotprojekt [3].



Abbildung 6: Blending auf dem Standard-Modul, nicht jedoch auf dem Modul mit Folie.

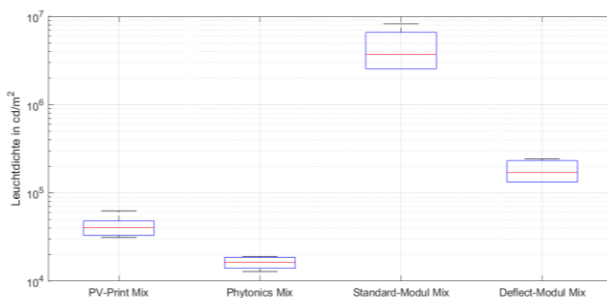


Abbildung 7: Messresultate aus dem Pilotprojekt.

Anhang 2: Labormessungen

Abbildung 8 zeigt typische Werte der Leuchtdichte für drei verschiedene PV-Modultypen:

1. Standard-Solarglas
2. Satiniertes Glas
3. Standard-Solarglas mit Phytonics-Folie

Weil die Werte auch innerhalb einer Produktfamilie etwas schwanken können und im Falle der Phytonics-Folie auch vom Träger-PV-Modul abhängig sind, sind die hier abgebildeten Werte als geglättete Mittelwerte verschiedener Produkte zu verstehen und entsprechen nicht genau einer Messung.

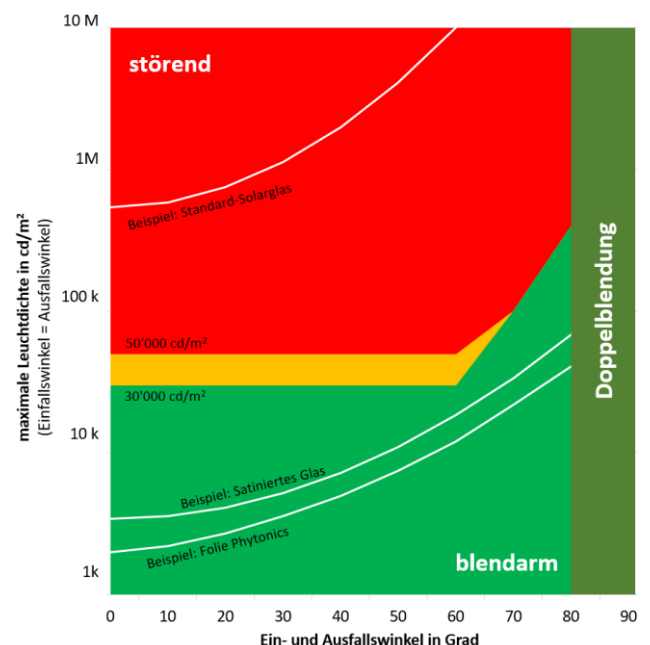


Abbildung 8: Beispiele von Leuchtdichten verschiedener Produkte respektive Produktfamilien. Die angegebenen Werte sind Mittelwerte über verschiedene Produkte.

Hinweis zu den Richtwerten: Die Richtwerte wurden in dem Projekt [1] begründet und zur Anwendung empfohlen. Sie beruhen auf BRDF-Messungen, die unabhängig des Einstrahlungswinkels der Lichtquelle mit der Beleuchtungsstärke 100'000 Lux gewichtet respektive multipliziert wurden. In der Praxis reduziert sich jedoch die Beleuchtungsstärke einer Oberfläche um den Faktor $\cos(\alpha)$. Die hier dargestellten Richtwerte entstammen der Originalpublikation und berücksichtigen diese Korrektur nicht. Bei einem Einfallswinkel von 70° würde sich die maximale Leuchtdichte von ursprünglich 100'000 cd/m^2 auf

$$100'000 \frac{\text{cd}}{\text{m}^2} \cdot \cos(70^\circ) \approx 35'000 \frac{\text{cd}}{\text{m}^2}$$

reduzieren. Bei einem Einfallswinkel von 80° würde sich die maximale Leuchtdichte von ursprünglich 400'000 cd/m^2 auf

$$400'000 \frac{\text{cd}}{\text{m}^2} \cdot \cos(80^\circ) \approx 70'000 \frac{\text{cd}}{\text{m}^2}$$

reduzieren.