



Blendung: Empfehlungen für die Praxis

Christof Bucher, Berner Fachhochschule, PV-Labor

► PV-Update, 2. Dezember 2020, Webkonferenz

1

Inhalt

- Wann tritt eine Blendung auf?
- Darstellung der Blendung im Reflexionsdiagramm
- Typische Situationen
- Massnahmen zur Reduktion von Blendungen

2

Die Energie ist nicht relevant für eine Blendung



<http://healthylight.de/wp-content/uploads/2018/02/Gegenlicht-Blendung.png>

Autoscheinwerfer blenden:
 $< 1 \text{ W} / \text{m}^2$



Basler & Hofmann AG

Bewölkter Himmel blendet nicht:
 $\text{Ca. } 300 \text{ W} / \text{m}^2$

Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

3

3

Relevant ist die Leuchtdichte (Luminance) in cd/m^2

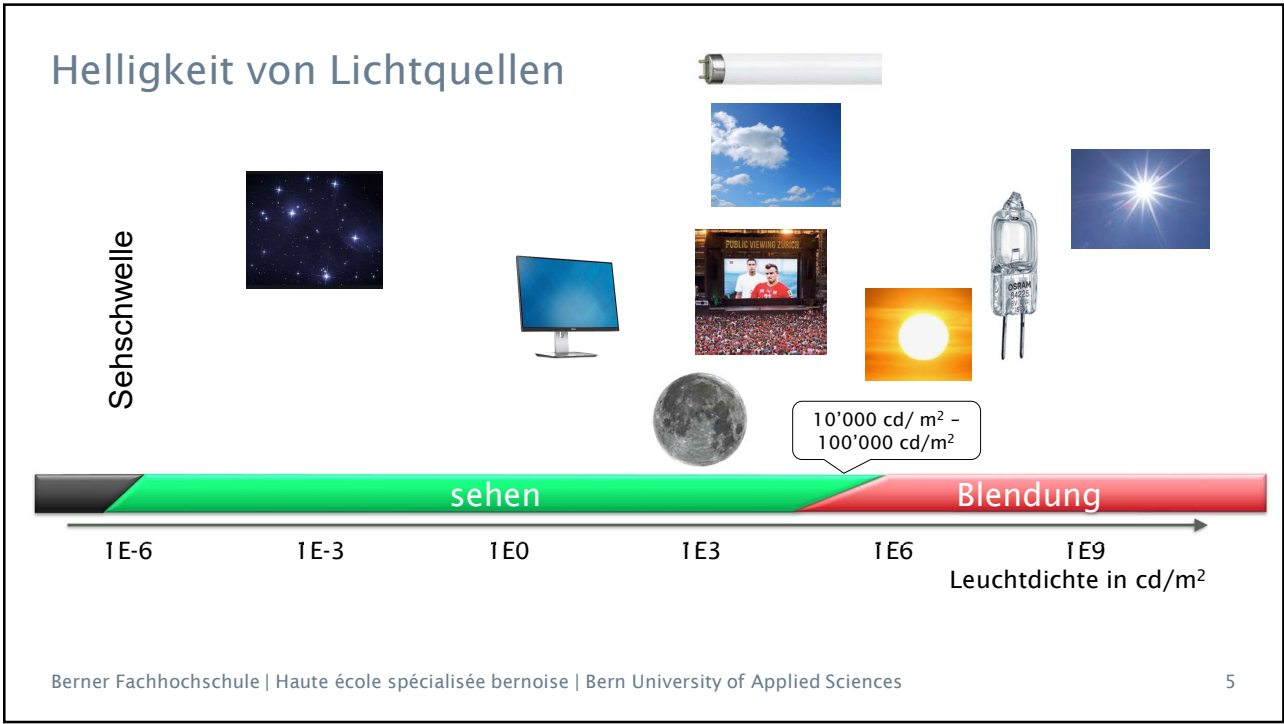
Die Leuchtdichte sagt aus, wie viel Licht von einer Fläche in die Richtung des Beobachters abgestrahlt wird. Sie ist relevant für:

- ▶ Bildschirme (Lesbarkeit, Blendung)
- ▶ Strassenverkehr, Tunnelportale (Blendung)
- ▶ Blendung an PV-Anlagen

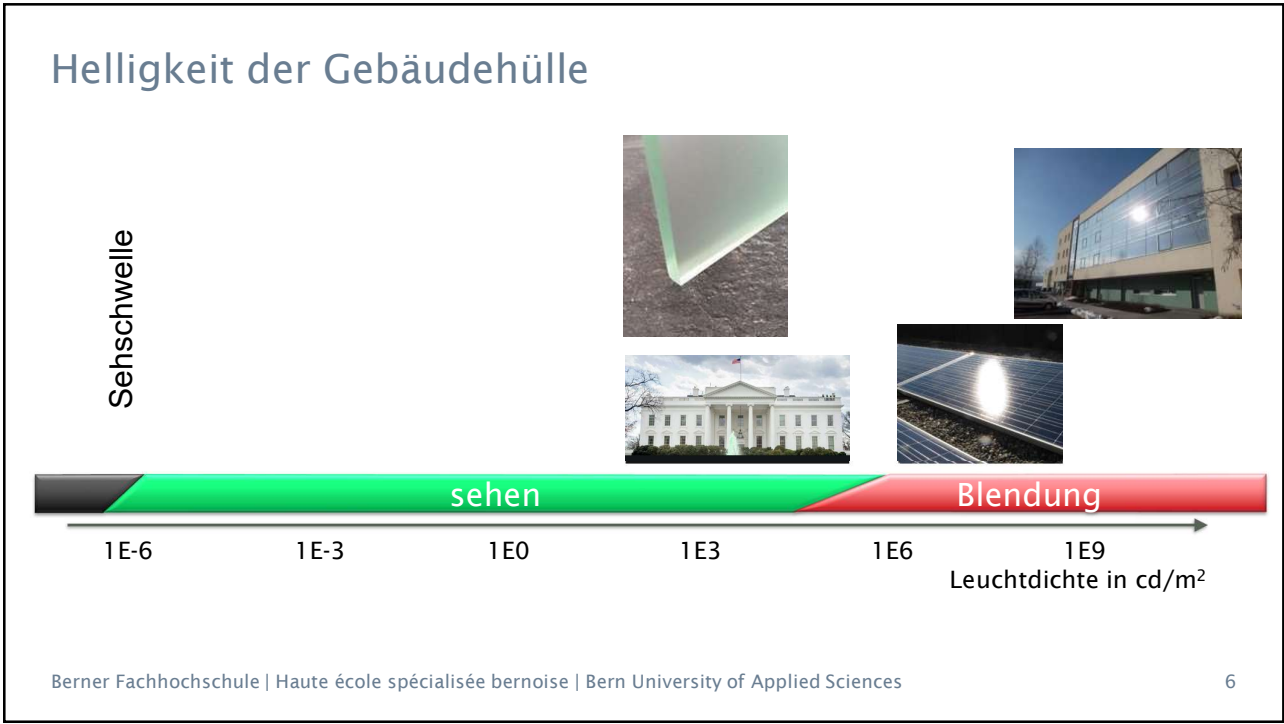
Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

4

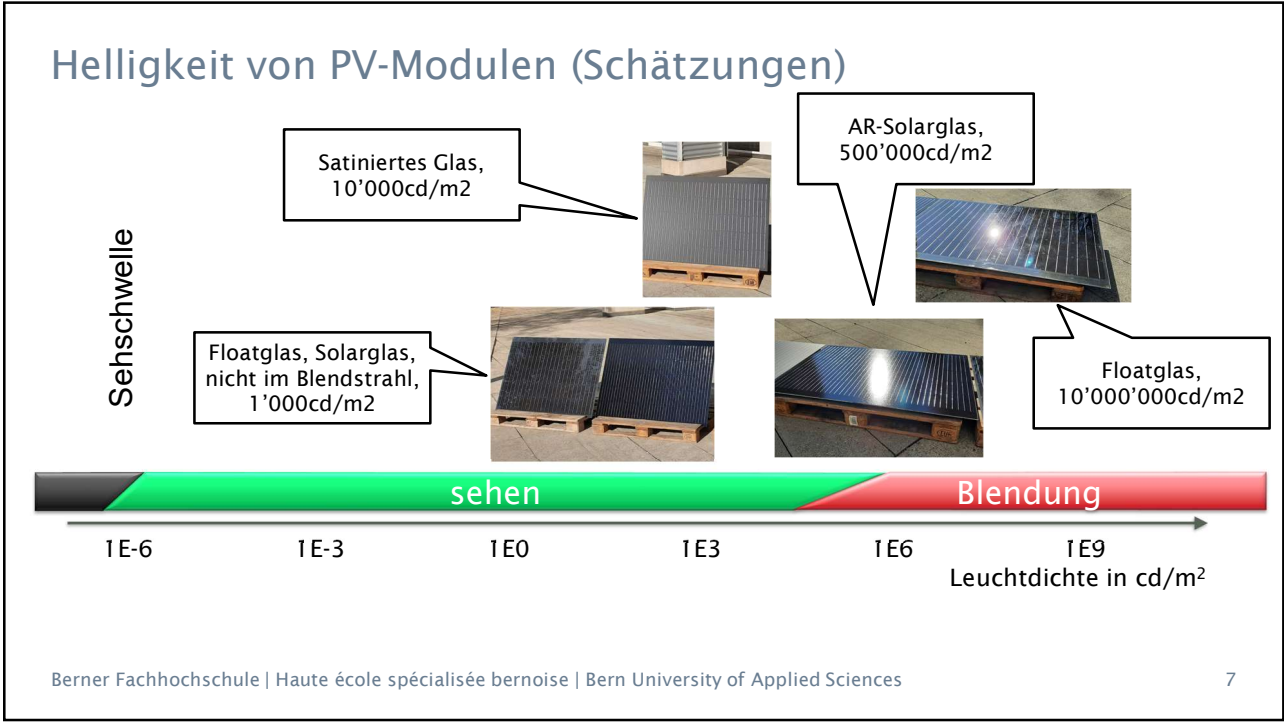
4



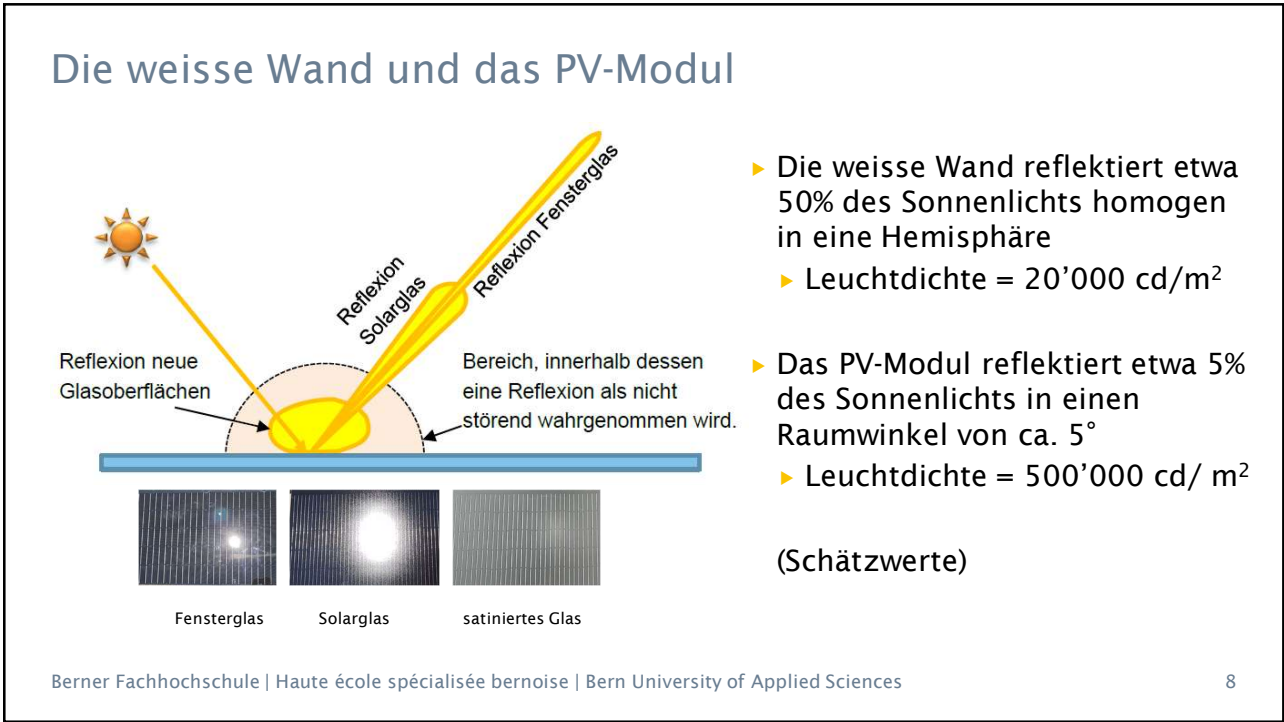
5



6

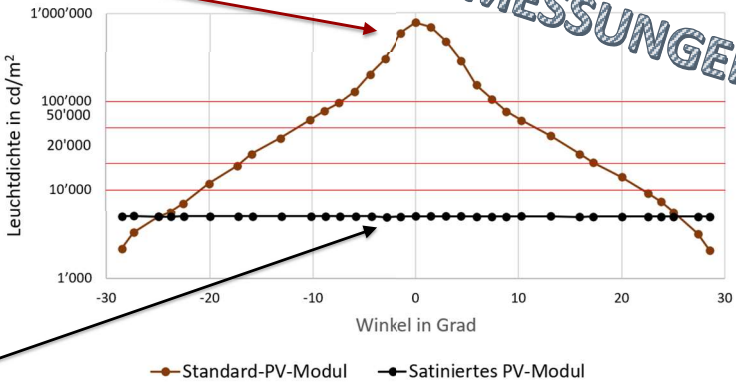


7



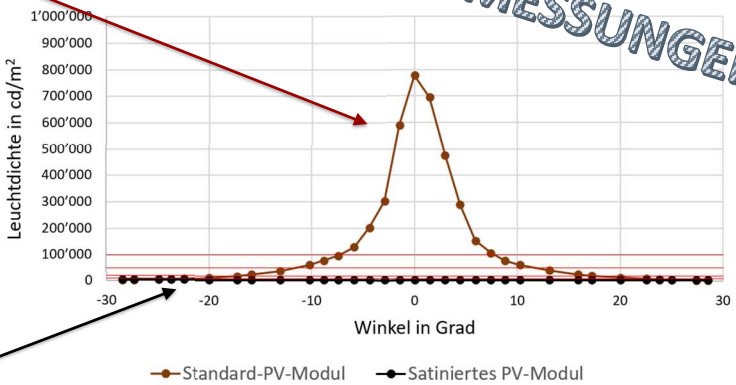
8

Vergleich Reflexion Standardmodul vs. Satiniertes Modul



Hinweis: «Winkel in Grad» ist ungenau

Vergleich Reflexion Standardmodul vs. Satiniertes Modul



Hinweis: «Winkel in Grad» ist ungenau

Floatglas – Solarglas – satiniertes Glas – Prototyp

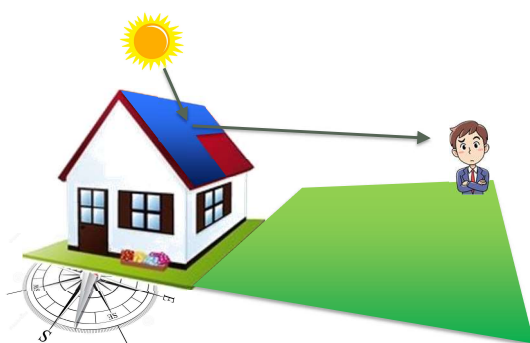


Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

11

11

Beispielsituation



- ▶ PV-Anlage um 25° geneigt, nach Osten ausgerichtet,
- ▶ Beobachter steht ost-nordöstlich der Anlage.
- ▶ Die PVA ist L-förmig.

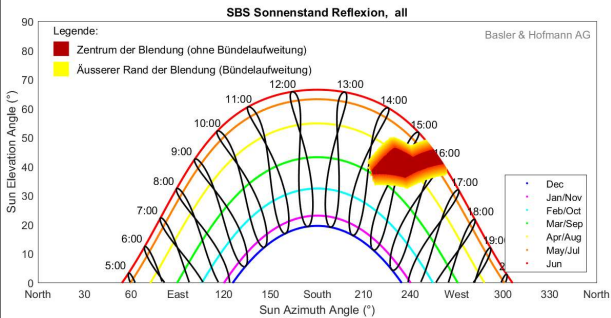
Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

12

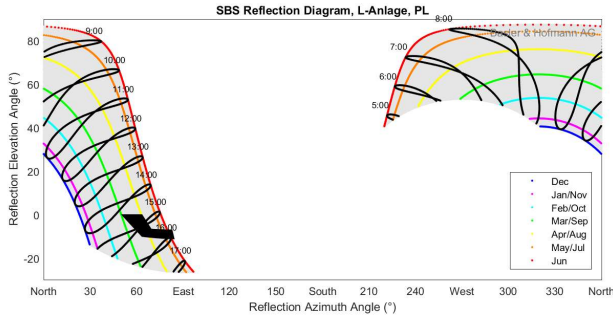
12

Berechnung und Darstellung der Blendung

Sonnenstandsdiagramm



Reflexionsdiagramm

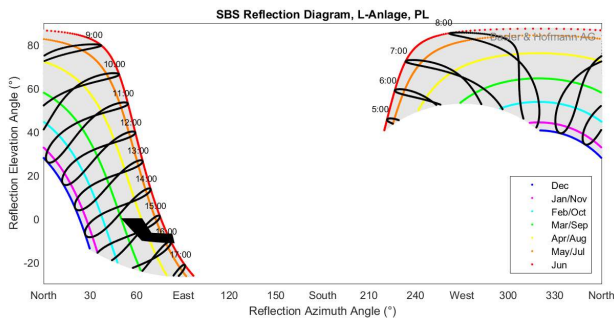


► Richtung (Azimut und Elevation) des Blendstrahls aus Sicht PV-Modul

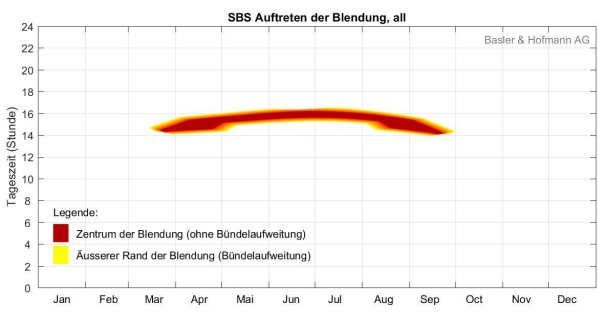
13

Berechnung und Darstellung der Blendung

Reflexionsdiagramm



Blenddauer



14

Indikatoren für kritische Blendungen (nicht wissenschaftlich belegt)

- ▶ Lange Zeitdauer (>1 h pro Ereignis)
→ Je nach Punkt 5 dieser Liste sind auch 5 min bereits kritisch.)
- ▶ Kritische Uhrzeit (Nachmittag / Abend ist kritischer als Vormittag / Morgen)
- ▶ Häufiges Auftreten (> 1 Monat pro Jahr)
- ▶ Kritische Beobachtungsorte (z. B. Lieblingssitzplatz im Garten)
- ▶ Schlechtes nachbarschaftliches Verhältnis
- ▶ Tiefer Steuerfuss der Gemeinde

Problematik: Wenn es Grenzwerte geben würde, wären wohl 90% aller Grenzwertverletzungen unkritisch. Grund: Lieblingssitzplatz und Nachbarschaftsverhältnis lassen sich schlecht in einem Grenzwert abbilden.

Typische Situationen (1)

Unkritisch

- ▶ Generell: Nach Süden ausgerichtete PV-Anlagen.
- ▶ Generell: PV-Anlagen auf Flachdächern, wenn keine deutlich höhergelegenen Nachbarsgebäude vorhanden sind.
- ▶ Südfassaden.

Kritisch

- ▶ Norddächer im dicht besiedelten Gebiet.
- ▶ Ost-West-Dächer, die tief nach unten gezogen sind (Nachbar hat eine sehr gute Einsicht auf die Dachfläche).
- ▶ Wenig geneigte Anlagen oder Ost-West-Anlagen an Hanglagen mit Nachbarn im Norden (ca. Nordwest bis Ost).

Typische Situationen (2)

Unklar

- ▶ Ost-West-Dach: Das Ost-West-Dach blendet zwar oft, jedoch nur kurz und meist aus derselben Richtung, aus der die Sonne sowieso gleichzeitig blendet. Ob die Blendung störend ist, ist deshalb stark von den «Indikatoren für kritische Blendungen» abhängig.

Massnahmen zur Reduktion von Blendungen

- ▶ Änderung der Anstellwinkel oder der Ausrichtung der Anlage. Oft hilft in einem kritischen Fall bei einem Flachdach, die Module statt Ost-West nach Süden auszurichten.
- ▶ Verwendung von «blendfreiem» Solarglas (z. B. texturiert, satiniert, beschichtet, sandgestrahlt) → (noch) nicht als günstige Massenware verfügbar.

Ferner (meist hypothetische Lösungen):

- ▶ Bewegliche Modulmontage, zum Beispiel einachsige dem Sonnenstand nachgeführt.
- ▶ Versetzen der Anlage an einen anderen Standort.
- ▶ Beschränkung des Beobachtersichtfelds auf die Anlage.
- ▶ Temporäre Beschattung der Anlage (Baum pflanzen).
- ▶ Reduktion der Anlagengrösse.
- ▶ Verzicht auf den Bau der Anlage.
- ▶ Bei flachem Betrachtungswinkel: Verwendung von glattem (Float-) Solarglas zur Verkürzung der Reflexionsdauer.

Schlusswort und Fazit

- ▶ Aufruf: Den Ball Flach halten. Blendung ist ein relativ seltenes Problem, selbst wenn sich die Einzelfälle häufen.
- ▶ Es gibt für Härtefälle noch keine 100% zufriedenstellende Lösung. Forschung und Entwicklung arbeiten daran.
- ▶ Vielversprechende Prototypen werden derzeit getestet (vgl. Vortrag 3S)
- ▶ Es muss nicht alles blendfrei sein. Der Grenzwert wird nie «null» sein.



▶ Foto: Blendendes Ziegeldach in Zürich



Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Prof. Dr. Christof Bucher, Berner Fachhochschule