



Blendung an PV-Anlagen: Erfahrungen mit blendarmen Produkten

Prof. Dr. Christof Bucher, Berner Fachhochschule, Solar Update, 19. November 2024

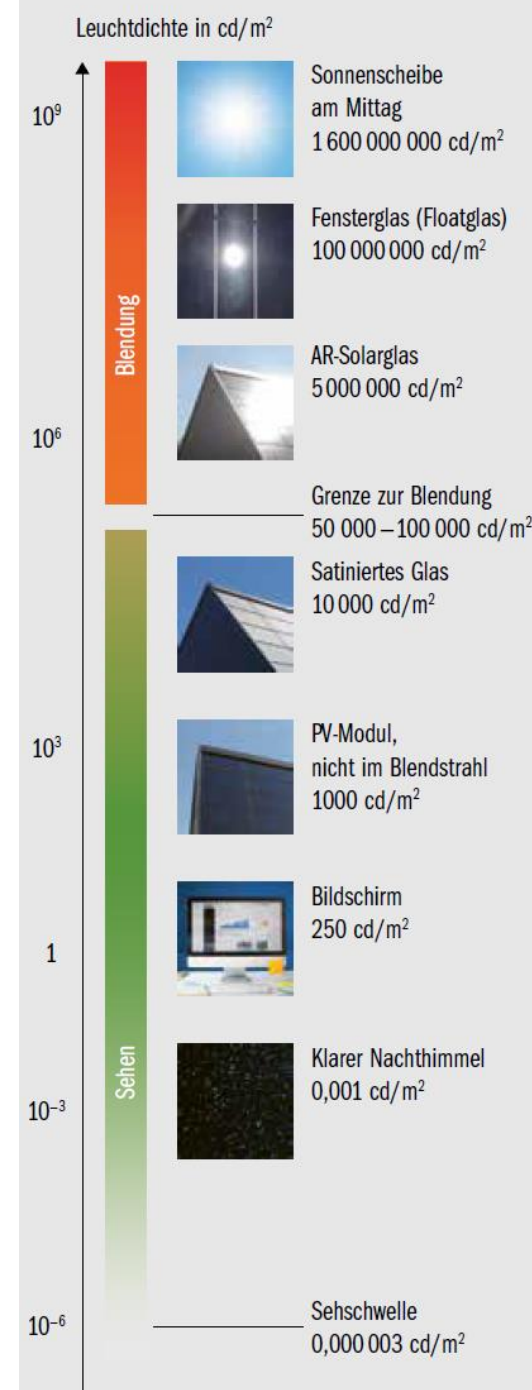
Präambel

- ▶ Nach Süden ausgerichtete PV-Anlagen sind meist unkritisch.
- ▶ Nach Norden ausgerichtete Anlagen können blenden.
- ▶ Bauen Sie keine nördlich ausgerichteten PV-Anlagen ohne in www.blendtool.ch die Auswirkungen zu prüfen!



Das Wesen der Blendung

- ▶ Blendung wird (in Europa) mit der Leuchtdichte gemessen: Candela pro Quadratmeter
 - ▶ Standard-PV-Modul: 5'000'000 cd/m²
 - ▶ Blendarmes PV-Modul: 20'000 cd/m²
- ▶ Blendung ist fast unabhängig von der Reflexion:
 - ▶ Weiße Wand: 80% Reflexion → keine Blendung
 - ▶ PV-Modul: 5% Reflexion → Blendung→ Die Bündelung der Reflexionsstrahlung macht die Blendung
- ▶ Es gibt keine Grenzwerte. Wenn es sie gäbe, wären sie irgendwo zwischen 30'000 cd/m² und 400'000 cd/m²



Blendung messen

Goniophotometer,
BRDF-Messung

- ▶ Labormessung



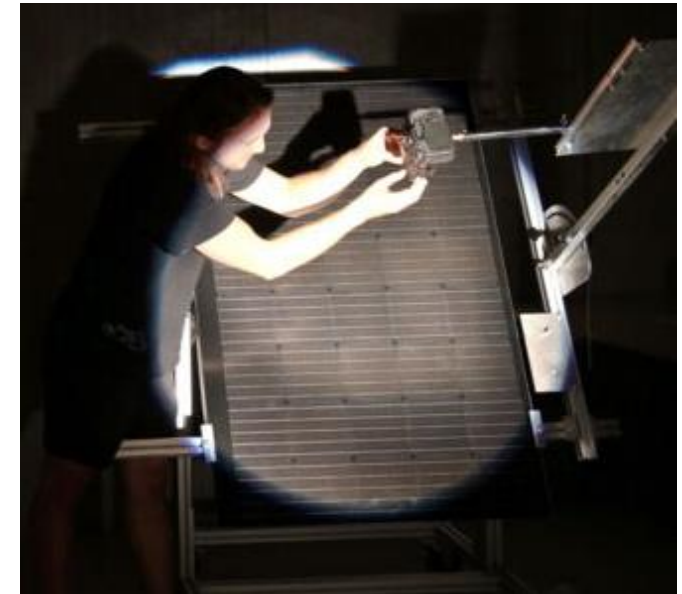
Leuchtdichtemessgerät

- ▶ Handgerät
- ▶ Labor- oder Feld



Fotokamera

- ▶ Handgerät
- ▶ Labor- oder Feld



Was blendet? Was ist blendfrei?

Eine Hand blendet nicht



Oder doch?



Praktisch jede Oberfläche blendet, wenn man sie gegen die Sonne hält.

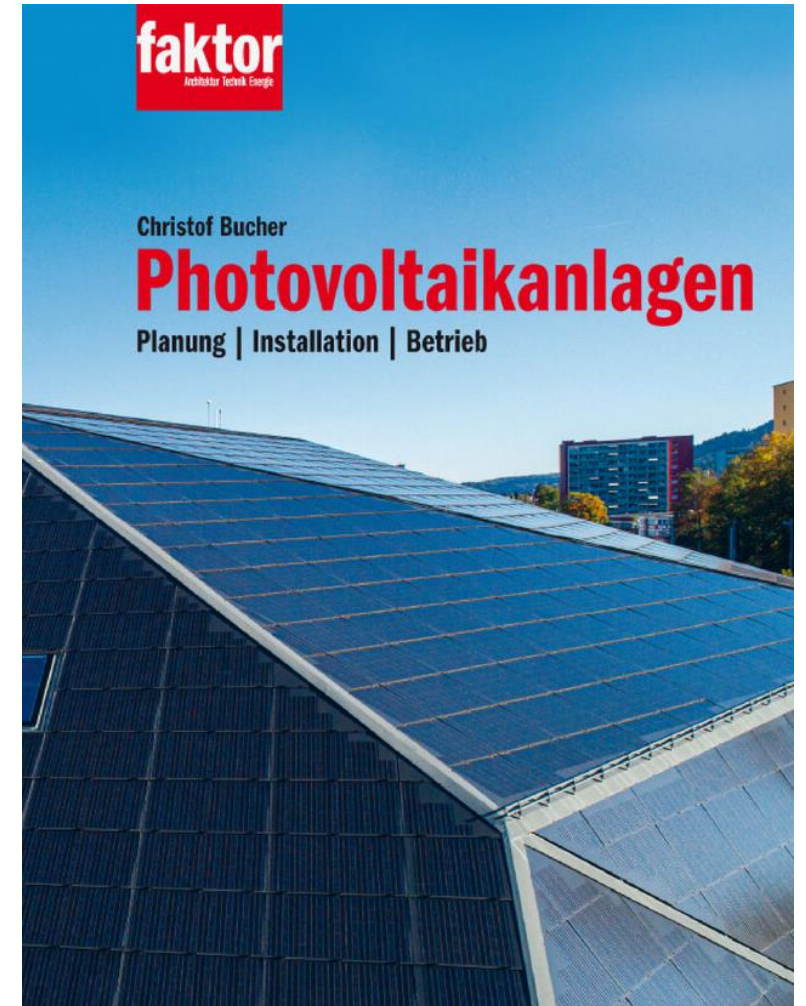
Was also ist ein blendfreies Solarmodul?

Vorschlag Definition

Blendfreies PV-Modul: Ein PV-Modul gilt dann als blendfrei, wenn es bei allen Lichteinfallswinkeln eine tiefere Leuchtdichte aufweist, als die hellste Oberfläche, die im Volksmund als blendfrei bezeichnet wird.

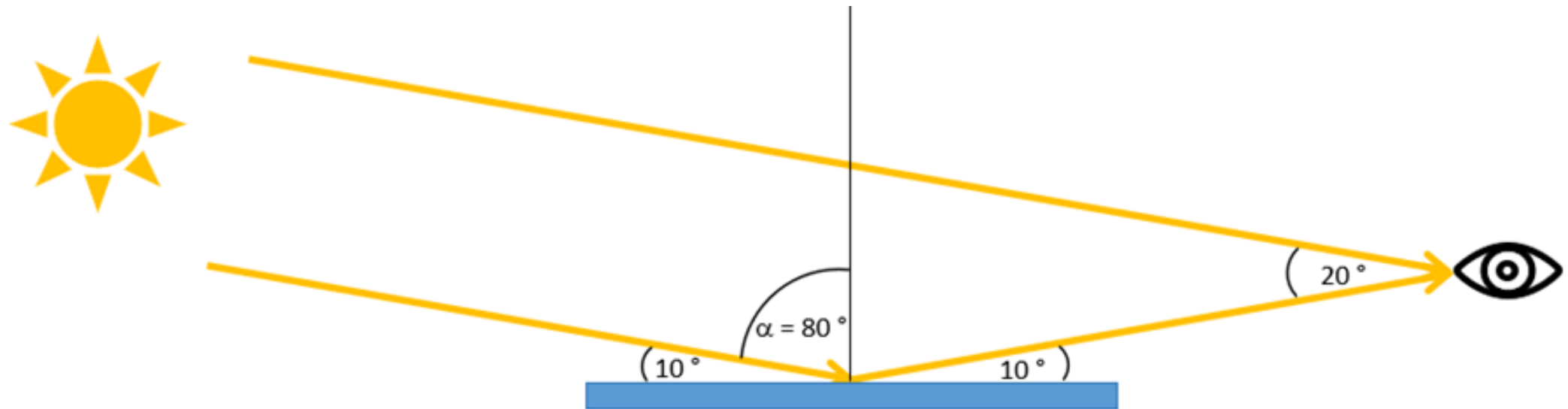
ACHTUNG: Evtl. wird "blendfrei" noch mit "blendarm" ersetzt

→ Vorgesehen in der zweiten Auflage des Fachbuchs Photovoltaikanlagen, Faktor Verlag, 2025

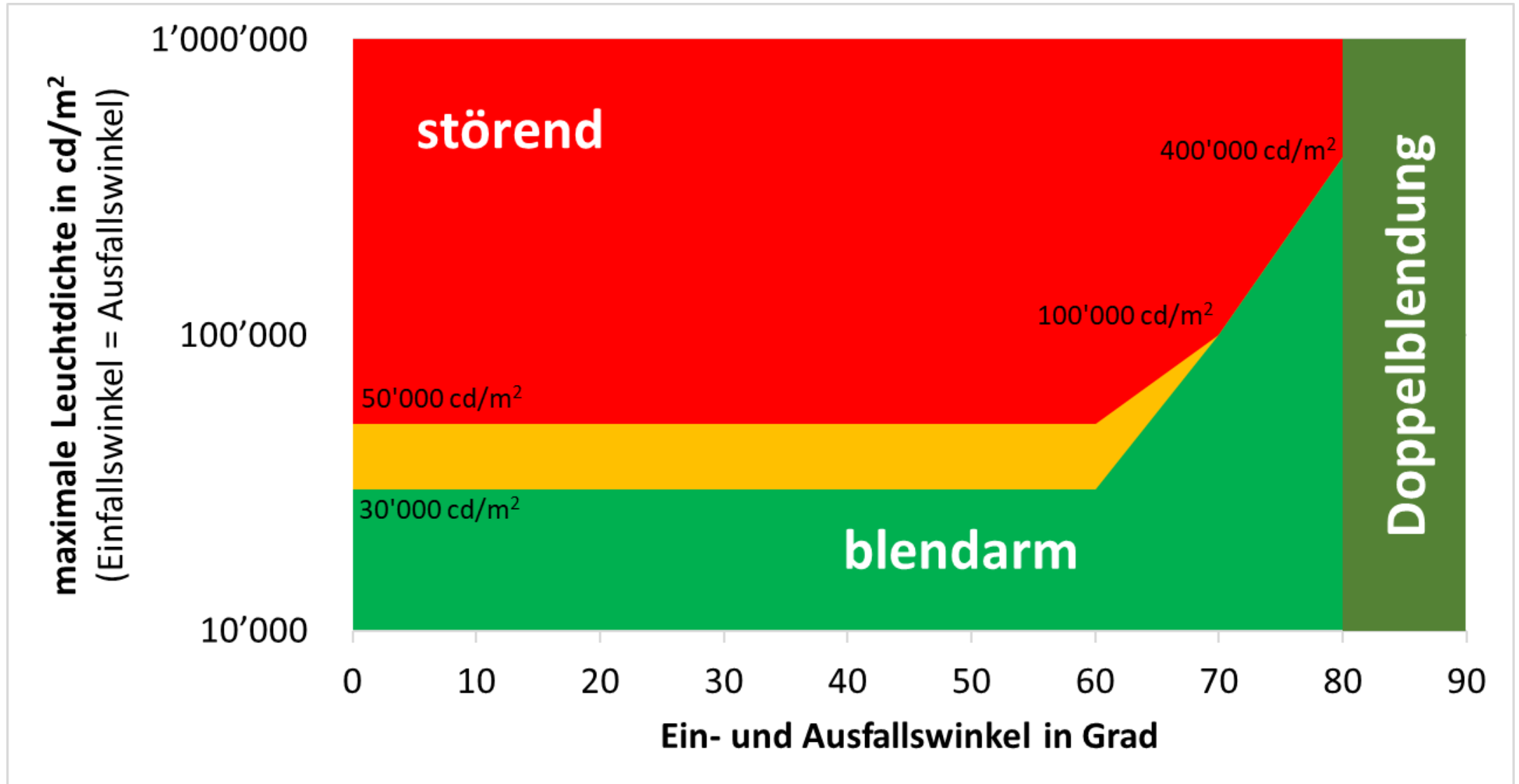


Doppelblendung, Sun Masking

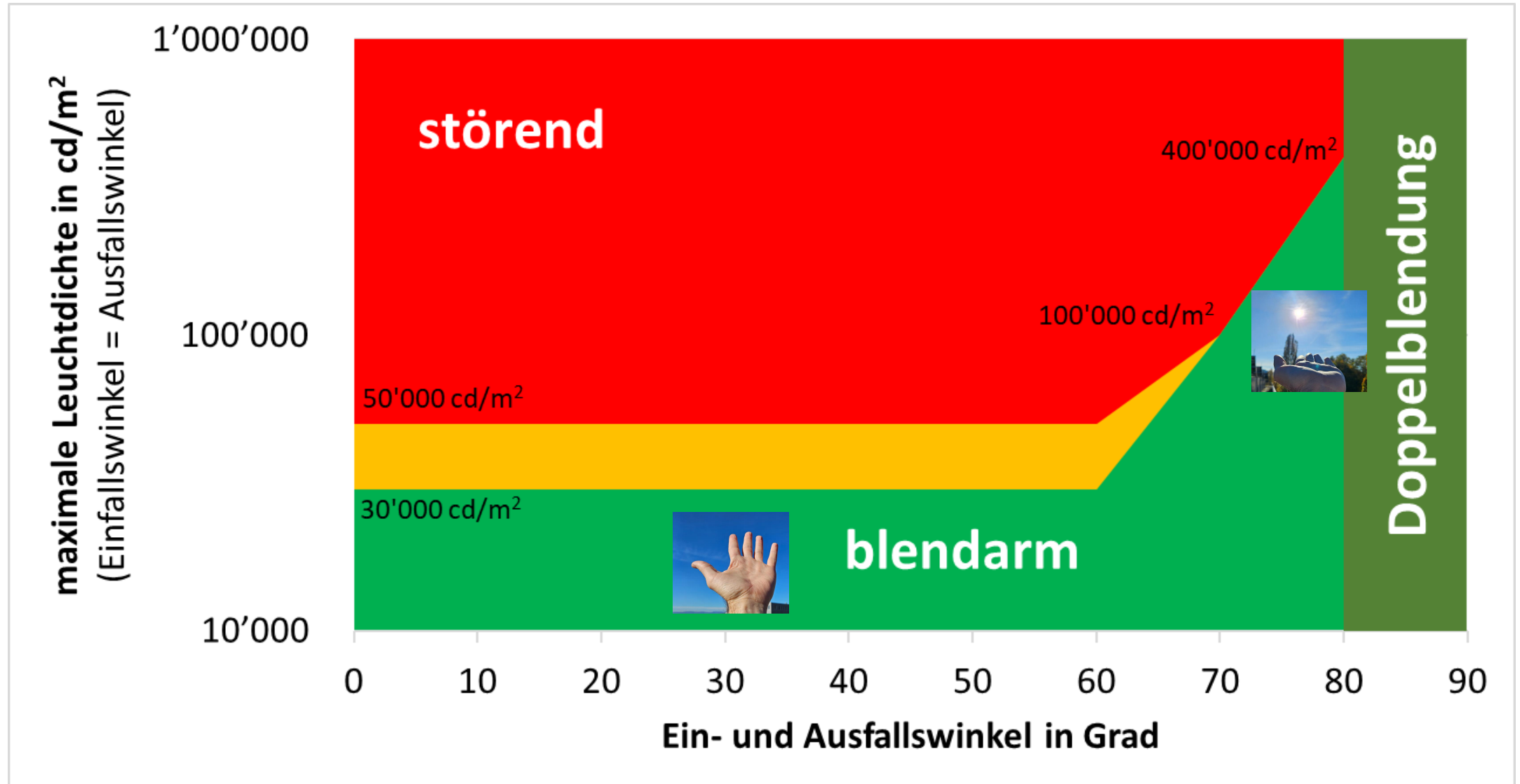
- ▶ «die Sonne blendet sowieso»



Vorschlag Grenzwert



Vorschlag Grenzwert



Verschiedene Produkte, verschiedene Blendeigenschaften



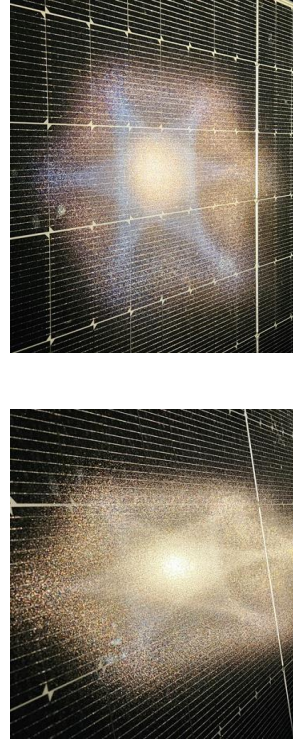
Welche blendarmen Produkte gibt es am Markt?

Standard-Solarglas



Blendet

Strukturiertes Glas



blendet manchmal

Beschichtung (Deflect™)



Folie, satiniertes Glas



blendet nicht

Herausforderungen für blendarme Produkte

- ▶ Preis (satiniertes Glas)
- ▶ Säureeinsatz (satiniertes Glas)
- ▶ Langlebigkeit (Coating, Folien)
- ▶ Retrofit nicht möglich (satiniertes Glas)
- ▶ Verschmutzung?
- ▶ Transmission / Energieertrag?

Lösungsoptionen blendarme PV-Module

Produkt	Vorteile	Nachteile
Beschichtung Deflect™	Günstig, bewährt, langlebig	Blendet bei flachen Winkeln
Sandgestrahltes Glas	Günstig, einfach herstellbar	Beschädigt das Glas, verschmutzt
Satiniertes Glas	«Sehr blendarm», langlebig	relativ teuer, braucht Flusssäure
Folie	«Sehr blendarm», evtl. günstig, Retrofit möglich	Erfahrungen fehlen. Langlebigkeit?
Coating (Spray)	Potenziell günstig	Funktioniert nicht

Herausforderungen mit Folien

- ▶ Seit ca. März 2024 am Markt → keine Langzeiterfahrung
- ▶ Aufbringen Folie
- ▶ Entfernung Folie: nur mit Lösungsmittel? Spröde?
- ▶ Folie haftet nicht auf allen Gläsern. Je glatter das Glas, desto besser
- ▶ Ertragsverlust / Transmissionsverlust durch Folie: 1%, 3%, 7% ?
- ▶ Brandschutz bei Fassaden: Know-how fehlt
- ▶ Garantie Modulhersteller?



Pilotprojekt



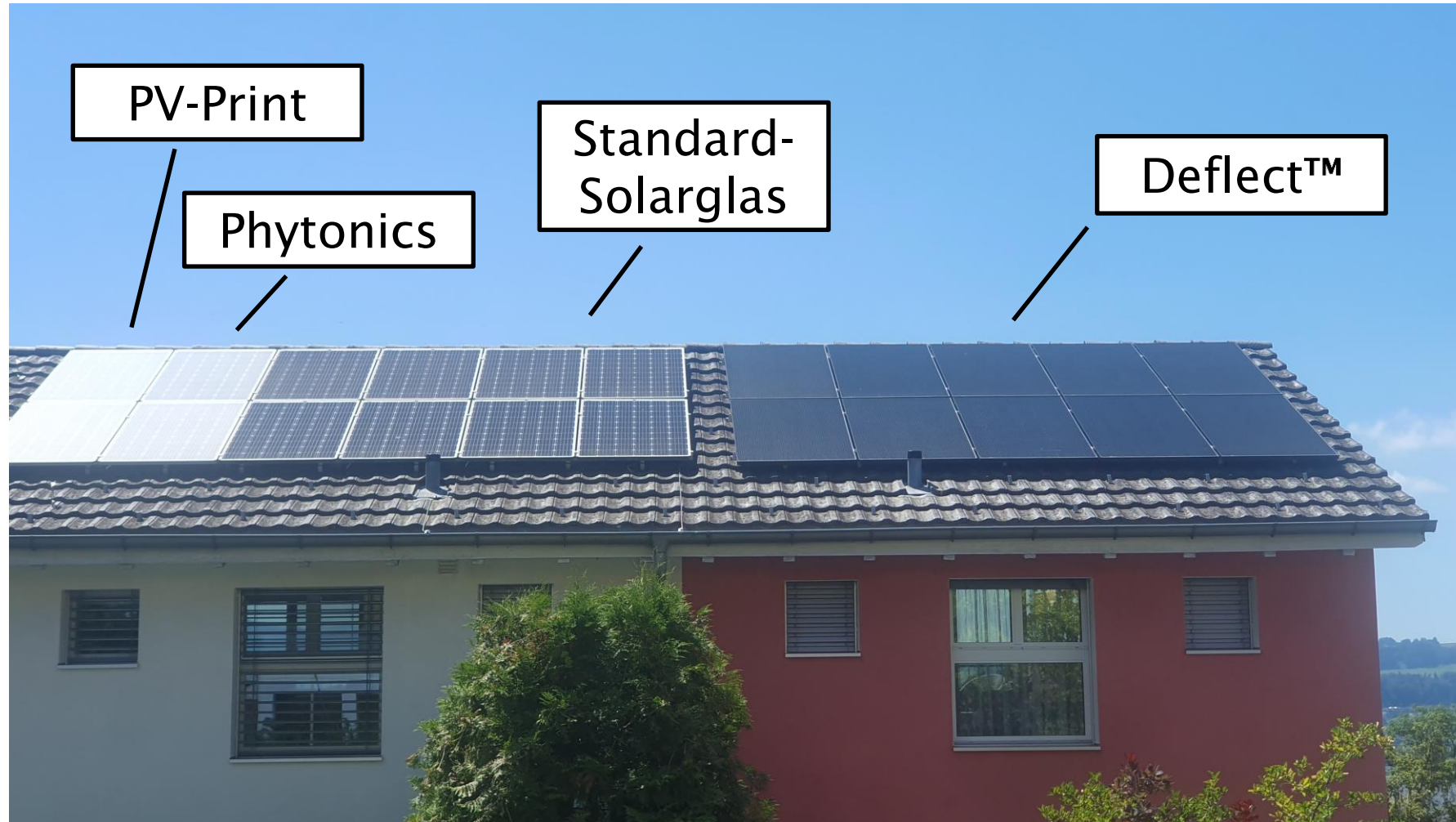
- ▶ Norddach
- ▶ Hanglage
- ▶ Blendung im Früh- und Spätsommer
- ▶ ca. 2-4 h Blendung pro Tag

Pilotprojekt - Ausgangslage



- ▶ Zweite Anlage mit Deflect™ gebaut

Pilotprojekt: Test mit Folien



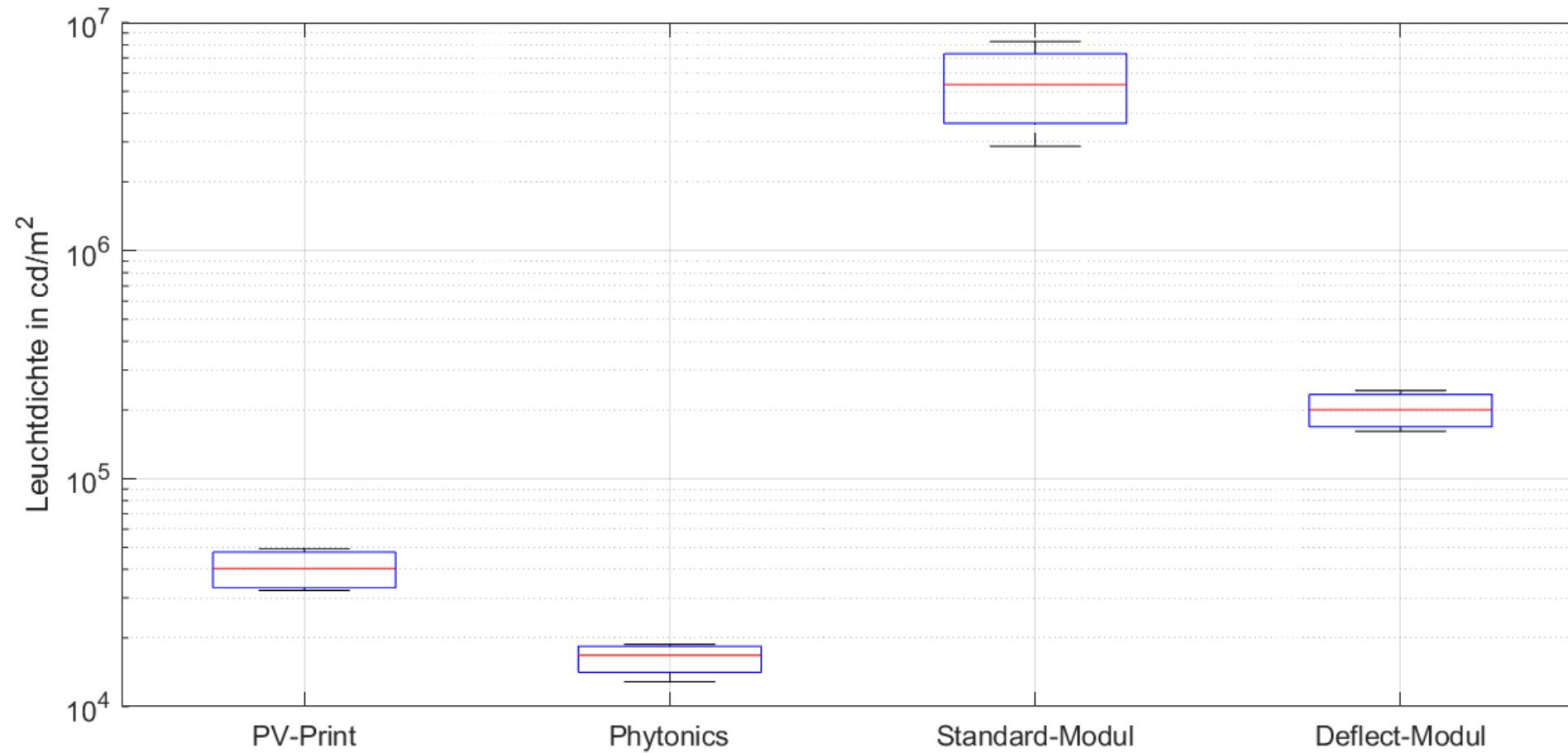
Die Folien sind hell...



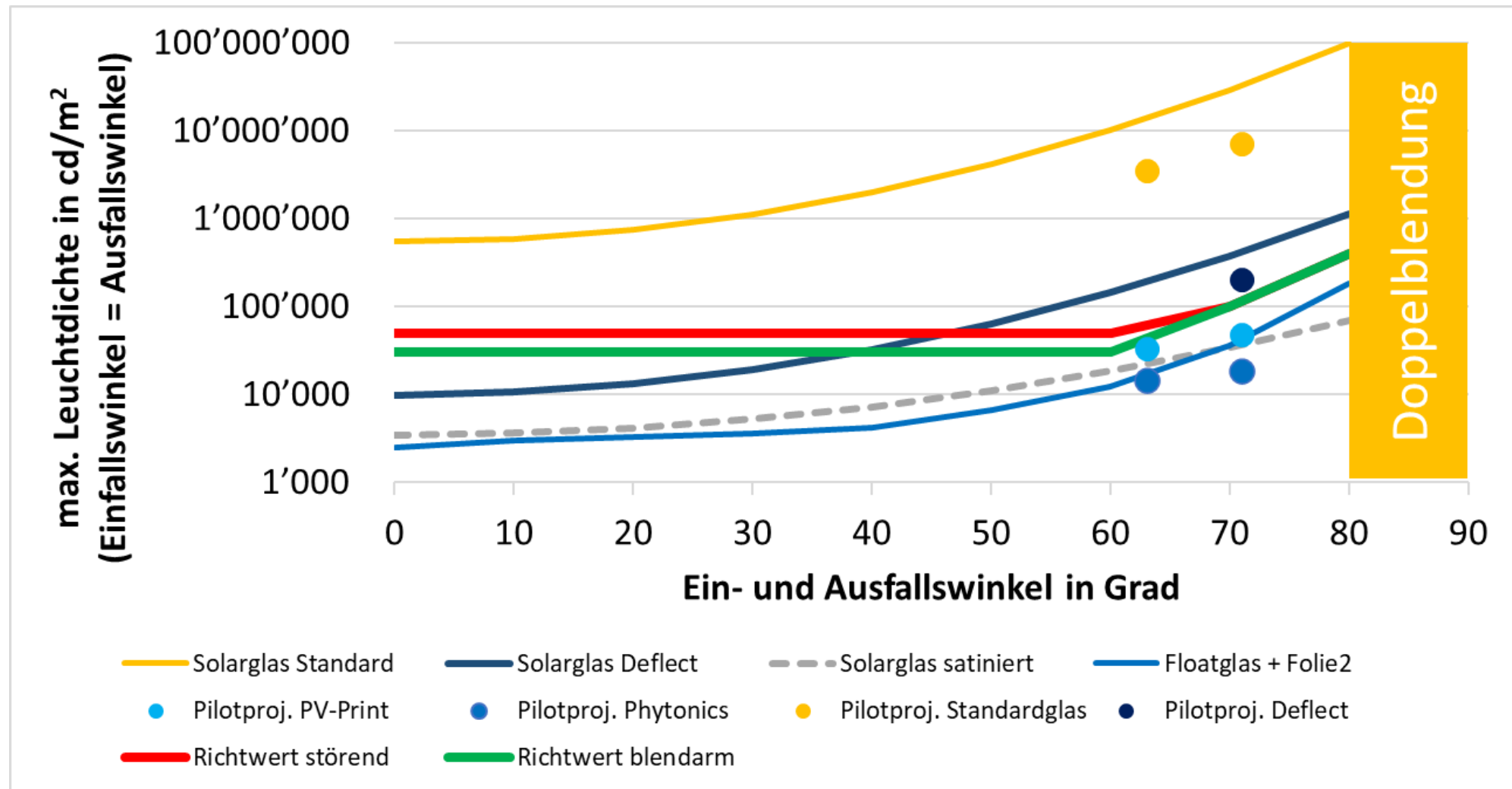
...aber sie blenden nicht



Messresultate



Messungen





Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

christof.bucher@bfh.ch