

OST
Ostschweizer
Fachhochschule

Labore am SPF

**Optik
mobiles PV-Labor**

Andreas Bohren, Evelyn Bamberger, SPF

09.06.2026

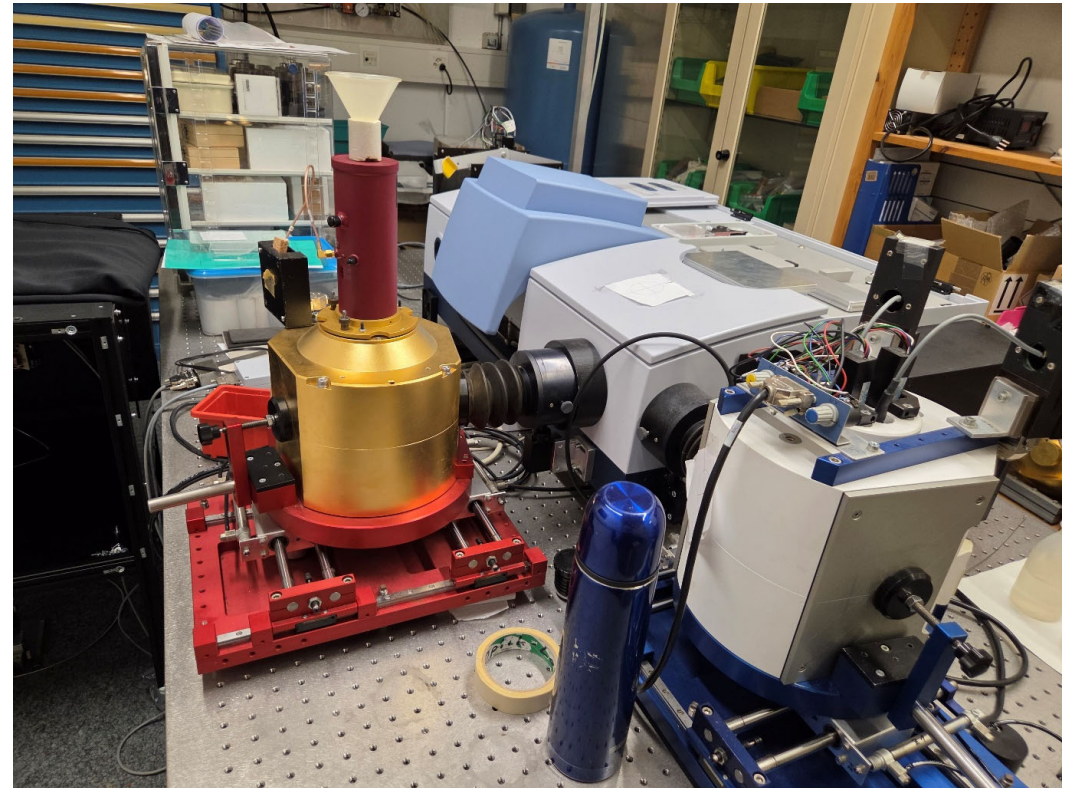


INSTITUT FÜR
SOLARTECHNIK



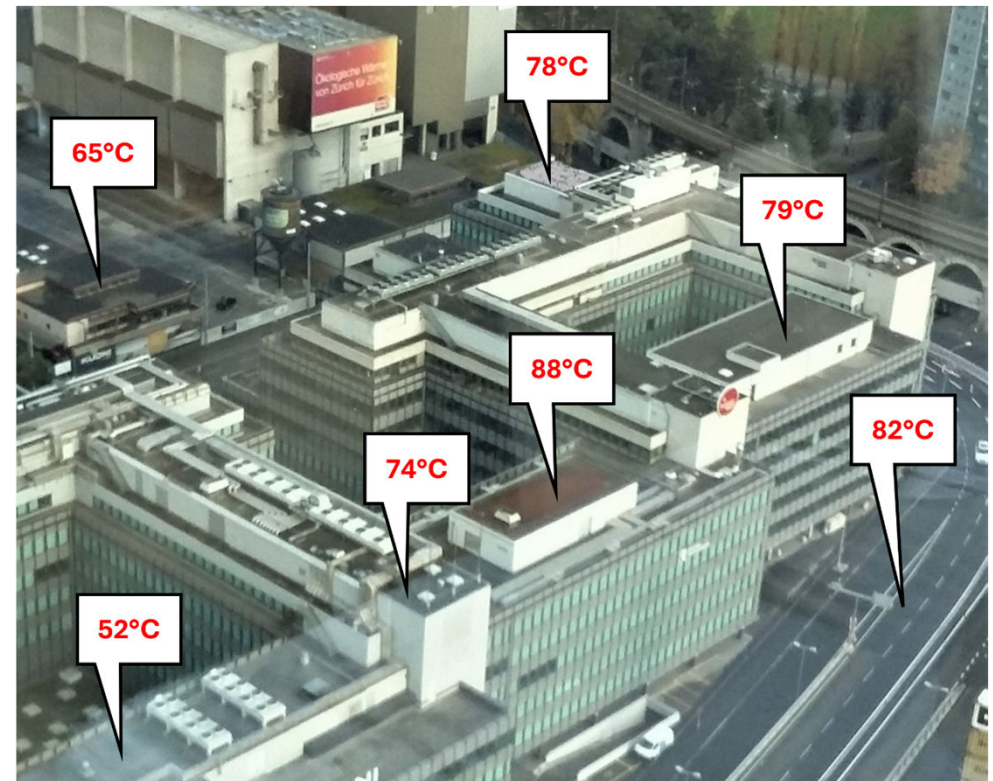
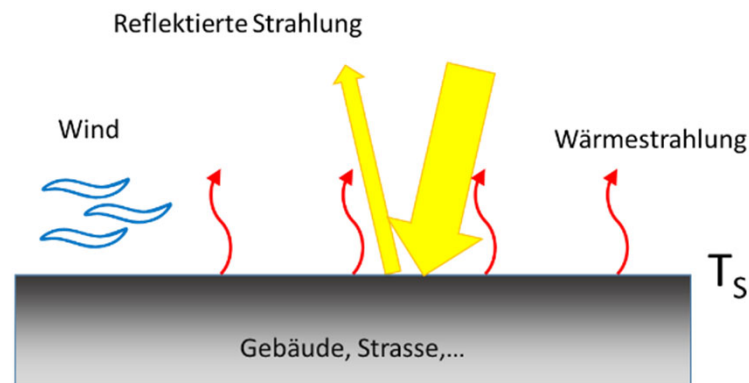
SPF Optiklabor

- Spektrometer
- Transmission
- Reflexion
- Emission
- Infrarotkameras
- Blendung
- Winkelfaktoren
- u.v.m



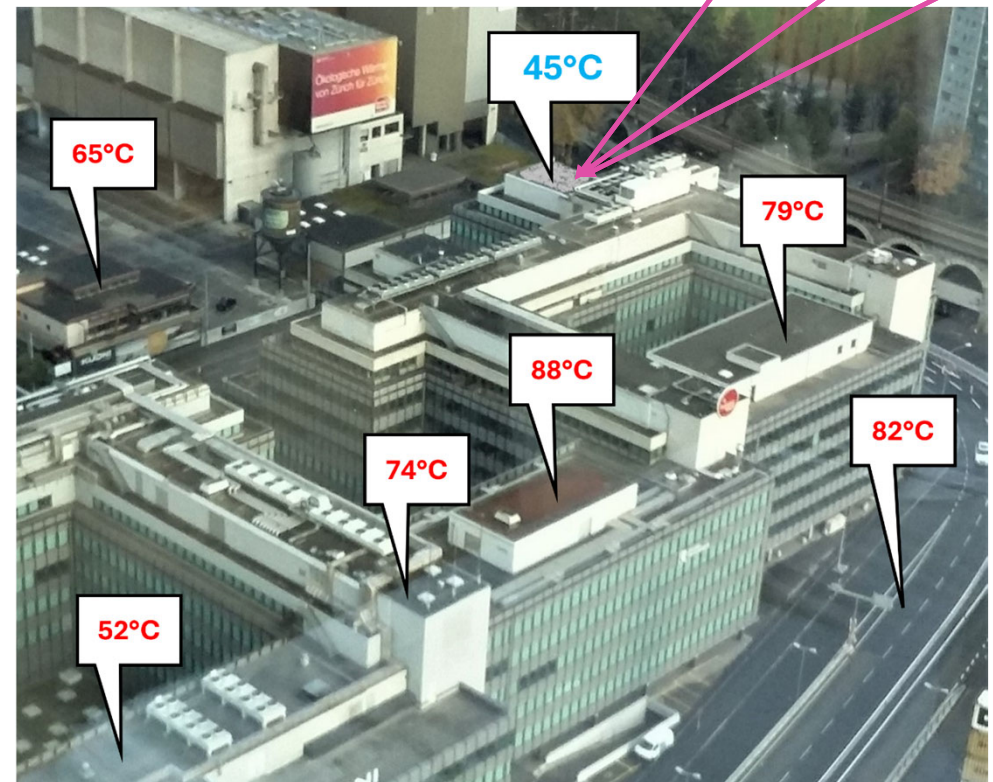
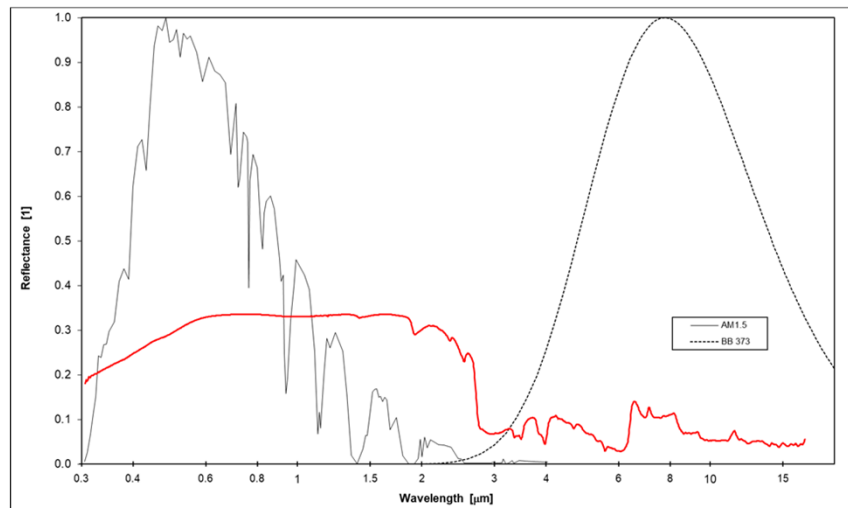
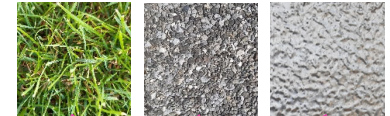
Wärmeinseln: Solar Reflectance Index SRI

- Optische Eigenschaften haben Einfluss auf Heat Island Potential



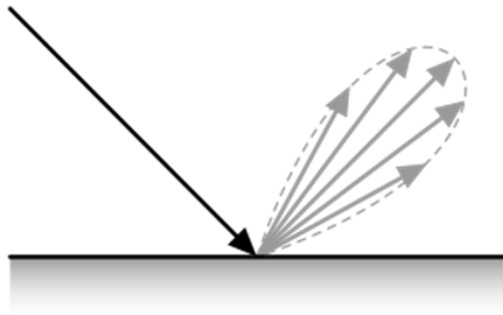
Wärmeinseln: Solar Reflectance Index SRI

- Optische Eigenschaften haben Einfluss auf Heat Island Potential
- Norm: ASTM E 1980 – 11
- z.B. LEED Zertifizierung

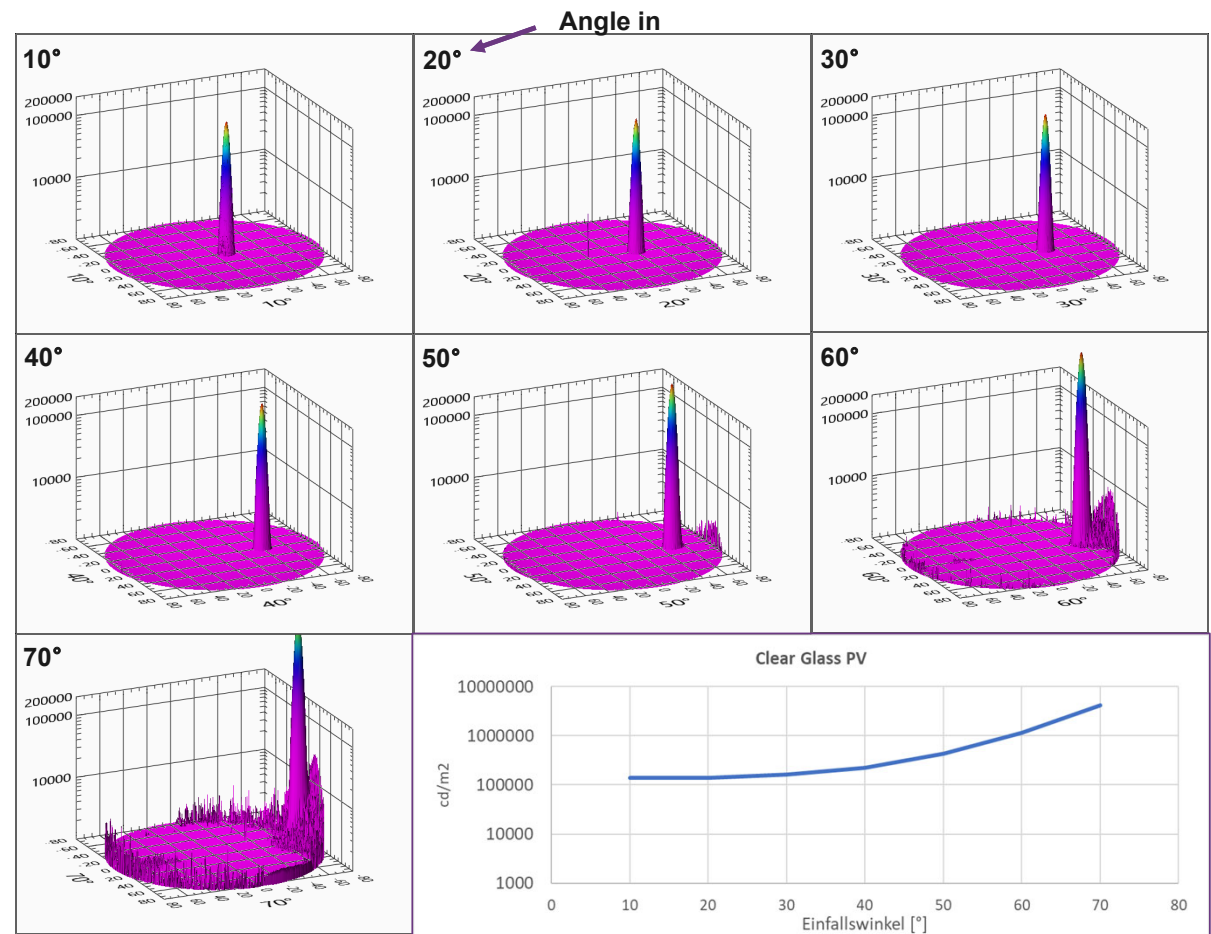


Blendung BSDF

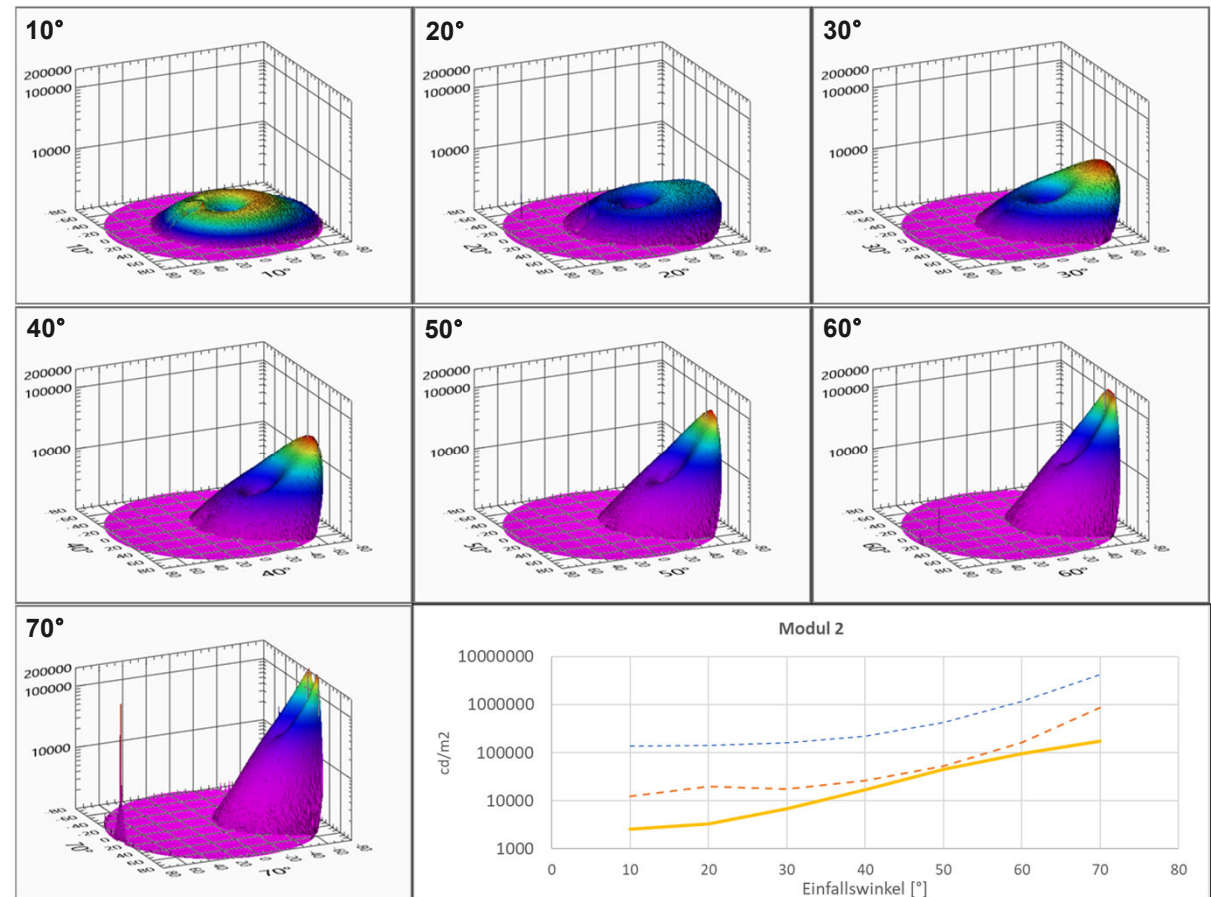
- Bidirectional Scattering Distribution Function
- Abhängig vom Einfallswinkel: Wieviel Licht wird in welche Richtung gestreut ?



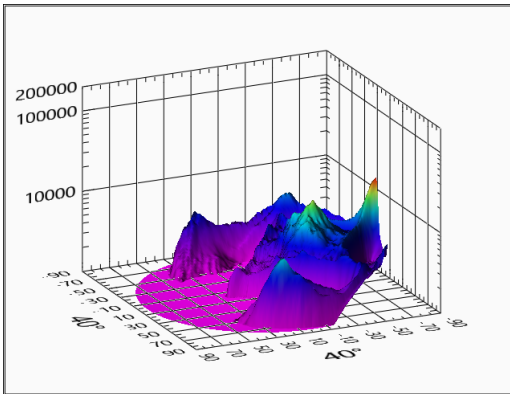
Blendung BSDF



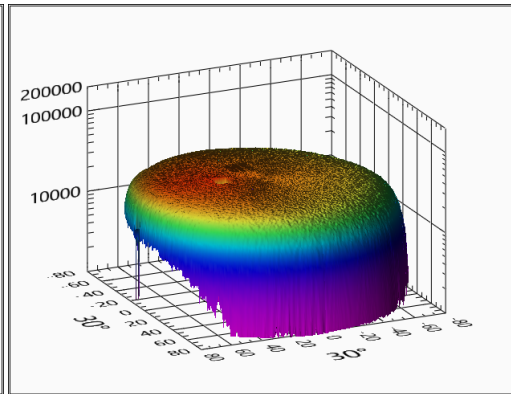
Blendung BSDF



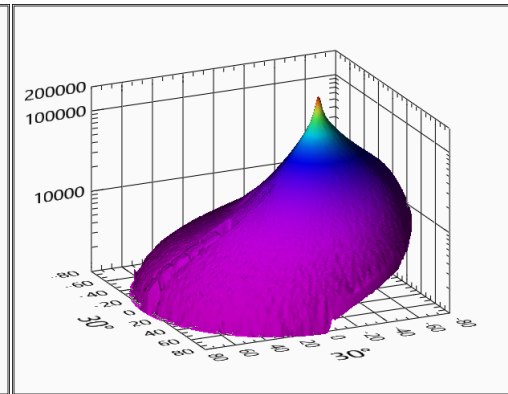
Blendung BSDF



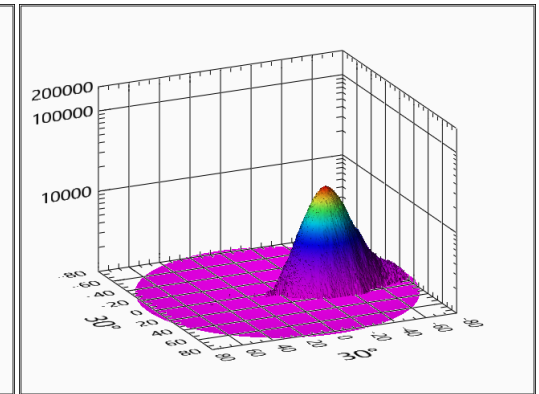
Stark strukturiertes Glas



Weisser Putz



Metalloberfläche



Mattglas - Standard PV

Farbige Solarmodule

- Wie gross sind die Ertragsverluste bei der Verwendung von farbigen Gläsern?

Entweder

- Messung des fertigen Moduls/Kollektors
- Messung am Glas -> Berechnung des reduzierten Ertrages.
- Zertifikat für farbige Gläser

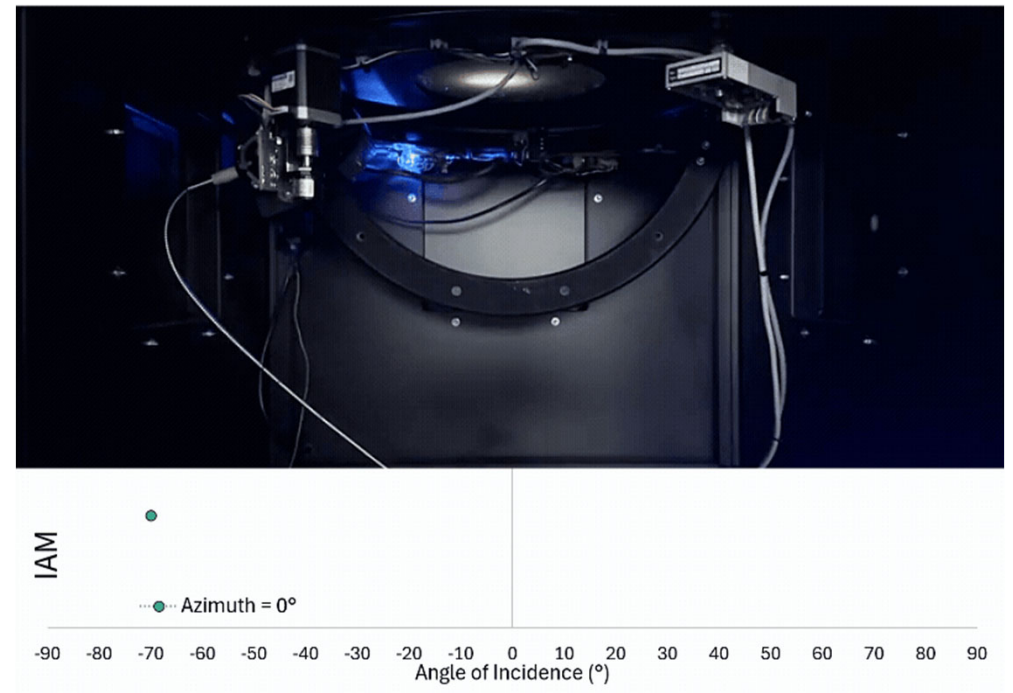


Farbige Solarmodule

- Wie gross sind die Ertragsverluste bei der Verwendung von farbigen Gläsern?

Entweder

- Messung des fertigen Moduls/Kollektors
- Messung am Glas -> Berechnung des reduzierten Ertrages.
- Zertifikat für farbige Gläser
- Abhängig von Färbetechnik
- Abhängig von Winkelfaktoren



(BFE-Projekt CoSoG4PV)

Mobiles PV-Labor

- Möglichkeiten und Vorteile
 - Vororteinsatz
 - Hoher Moduldurchsatz mit bis zu 300 Modulen pro Tag
 - Verschiedene Messungen in einem Vorgang (Elektrische Tests, I/U-Kennlinie, Elektrolumineszenz, Infrarot)
 - Automatisiertes Prüfprotokoll je Modul und standardisierte Bewertung
 - Kompakte Bauweise
 - Hohe Messqualität (u.a. Flasher Class AAA, integrierte Klimatisierung für STC-Bedingungen)
- Aber: Demontage der Module notwendig



Mobiles PV-Labor

Einsatzfelder

- Vor Installation
 - Wareneingangsprüfung
 - Unterstützung Produktbeurteilung (Auswahl Modulhersteller und -typen)
 - Vergleichsmessung vor und nach Belastungstests



- Nach Installation (mit Demontage)
 - Fehleranalyse
 - Prüfung nach Ereignissen wie Blitzschlag, Brand, Hagel (Versicherung)
 - Qualitätskontrolle z.B. für Reuse

Mobiles PV-Labor

Messmethoden



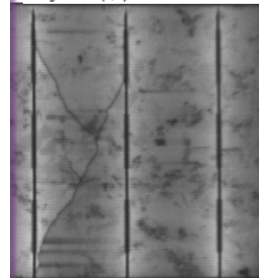
Elektrolumineszenzaufnahmen

Prüfprotokoll

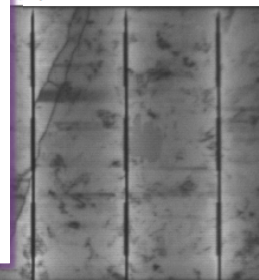


EL details for 21503271100145

EL Image of Cell (3/5)



<20% cell area affected (3/7)



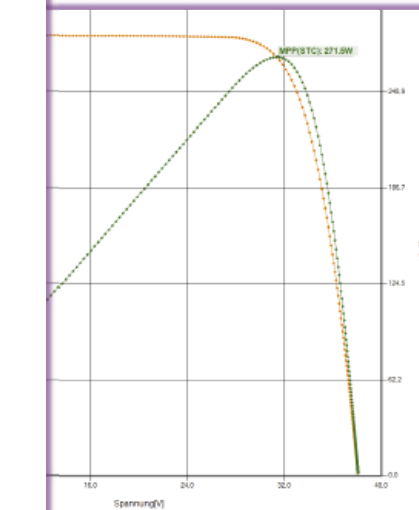
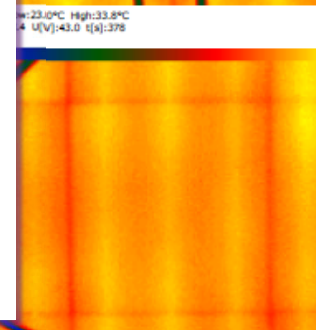
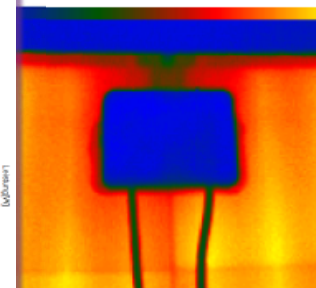
critical: <20% cell area affected

Modul ID: 2150327110145
 Hersteller: XYZ
 Modultyp / Beschreibung: Mono
 Testcenter Seriennummer: 4003_Queeny
 Auftrag ID: 2017-03-01_
 Adresse:
 Ort:
 Leistungsmessung:
 Pmp @ STC IEC60891: 271,5W
 Leistungsabweichung: 0,5% zu 270,0W (0,0%->+5,0%)
 Tmod / Tref: 18,4C / 27,5C
 Flash Dauer: 88,0ms
 Flasher Parameter: C16480N/Mono/200ms
 Bediener / Zeitpunkt: 15.04.2016 14:10
 Elektrisch
 Connection Check: Erfolgreich: 9,4A / 42,3V
 Diode test: Erfolgreich: 10,0A / 1,3V
 GND Bound Tests: PASSED 8mOhm top
 PASSED 12mOhm right
 PASSED 18mOhm bottom
 GND Parameter / Return: 30,00A 1,0s / left
 HiPot Test: PASSED 6,0kV 1,0s / 0,010mA
 Elektrolumineszenz
 EL Zellbewertungen: 0 very critical: >=20% cell area affected
 0 critical: <20% cell area affected
 0 uncritical: no cell area affected
 0 other EL abnormalities
 Zellen ohne Bewertung: 60
 EL Einstellungen: 1,0s / 44,2V / 14,1A / Zellbasiert/
 Softwareunterstützt
 Bediener / Zeitpunkt: 15.04.2016 14:10

Elektrische Tests, Isolation, Erdung, Diode

Infrarotaufnahmen

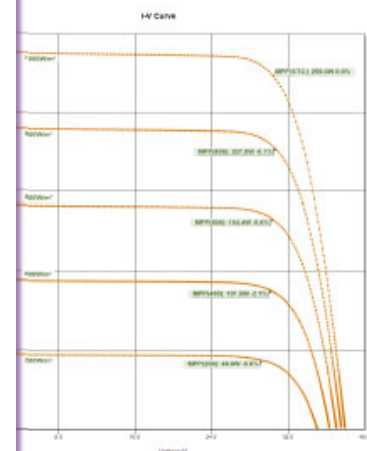
Thermography for 21503271100145



Ip[A]	Umpp[V]	Isc[A]	Uoc[V]	Irr[W/m2]	FF[%]
31,37	9,14	38,11	1000,0	78,0	
32,21	8,90	38,88	978,8	78,5	
Tdev[C]:25,9	Tout[C]:15,7	T[ms]:88,0			
beta[%]:-0,322	IEC aICF:0,060	IEC Rs:0,60			

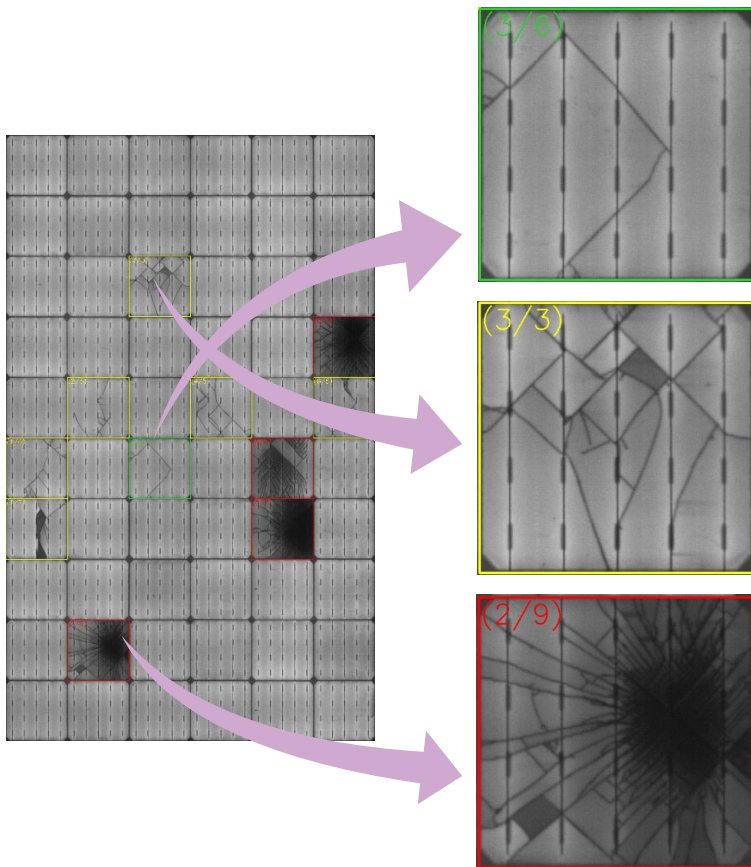
Leistungsmessung bei STC

I/U-Kennlinie für Einstrahlungen von 200 – 1'200 W/m²



W/m ²	200	400	600	800	1000
U[V]	48,9	101,5	154,4	207,0	259,0
I[A]	14,9	15,5	15,7	15,8	15,8
FF[%]	-5,6	-2,1	-0,6	-0,1	0,0
199,7	400,1	600,3	799,9	999,6	

Elektrolumineszenz: Zell- und Modulbewertung



- unkritische Risse, die zu keiner oder nur minimaler Zellabtrennung führen können (max. 1%)

- kritische Risse, die künftig zu Zellabtrennungen bis zu 20% der Zellfläche führen können

- sehr kritische Risse, die künftig zu Zellabtrennungen grösser 20% der Zellfläche führen können

• Modulbewertung

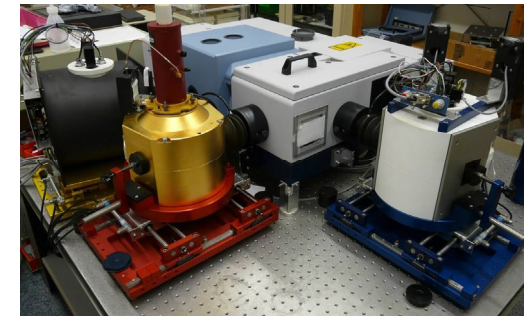
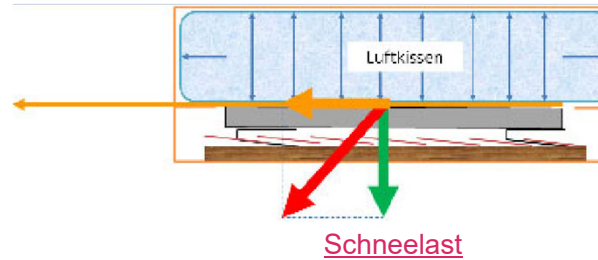
Klasse	Grün	Gelb	Rot	Gesamt
A	<10%	und 0%	und 0%	und <10%
B	<20%	und <10%	und 0%	und <20%
C	≥20%	od ≥10%	und <10%	und <30%
D			≥10% od ≥30%	

Infrastruktur am SPF



Mobiles PV-Labor

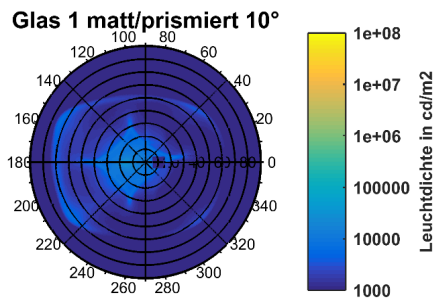
Sonnensimulator



Spektroskopie, Solarglaszertifikat, farbiges Solarglas



Mechanische Belastbarkeit Modul & Montagesystem



Reflexionsverhalten (BSDF), Blendung



Hagel



Regendichtigkeit



In- und Outdoortests, Alterung