



JOANNEUM  
RESEARCH  
MATERIALS



# Cover Power

## Smart Glass Coatings for Innovative BiPV Solutions



## *Warum BIPV?*

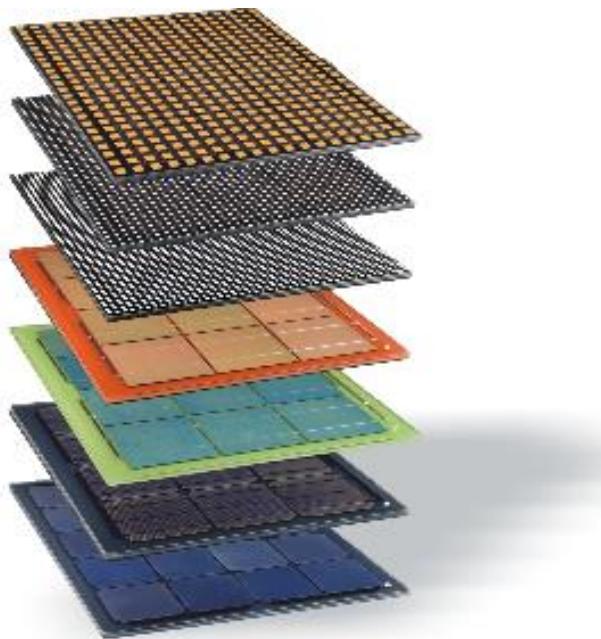
- Alleine in Österreich ist, bei Berücksichtigung aller Faktoren (physikalisch, technisch, wirtschaftlich und ökologisch), ein Potential von 4TWh bis 2030 durch PV Installationen an Gebäuden realisierbar.
- 0,5 TWh (12,5%) davon könnten auf Fassaden installiert werden.
- EU-Gebäuderichtlinie begünstigt den Einsatz von BIPV
- Ebenso wie die nationale Umsetzung der EU-Energie-Effizienzrichtlinie.

# Übersicht

- BIPV Herausforderungen: Farbgebung und Blendung
- Das Projekt Cover Power
- Beschichtungslösungen
- Haltbarkeit der Beschichtung
- Solarmodule
- Schlussfolgerungen

# *BIPV Herausforderungen: Farbgebung und Blendung*

- Blendung: kontinuierliche Quelle übermäßiger Helligkeit
  - Kann unerwünschte visuelle Beeinträchtigung verursachen
    - Piloten, Fluglotsen, Arbeiter, Autofahrer,...
  - Mögliche visuelle Auswirkungen
    - Ablenkung
    - Temporäres Nachbild (Blitzblindheit)
    - Verschleierung
    - Netzhautverbrennung



# *Kritischer Punkt bei Gestaltungsvariation: Reflexion am Deckglas - Blendung*

- Bei PV Modulen wird die Erscheinung zumeist hauptsächlich vom spiegelnden Deckglas bestimmt
- Hohe Lichtintensitäten führen zu Blendung
- Spiegelnder Reflexionsgrad an Deckglas hängt vom Einfallswinkel bzw. Betrachtungswinkel ab
- Bei senkrechttem Einfall  
→ ca. 4% Reflexion
- Bei  $60^\circ$  Einfallwinkel (vom Lot gemessen)  
→ ca. 18% Reflexion



# *Spiegelnde Reflexion am Deckglas von Photovoltaikmodulen*

- Maßnahmen gegen Blendung:
  - Antireflexschicht am Deckglas
  - Bei Antireflexgläsern werden die Reflexionen etwa halbiert (grober Richtwert)
  - Farbbebeschichtungen an der Glasaußenseite zur Farbgebung und Blendreduktion



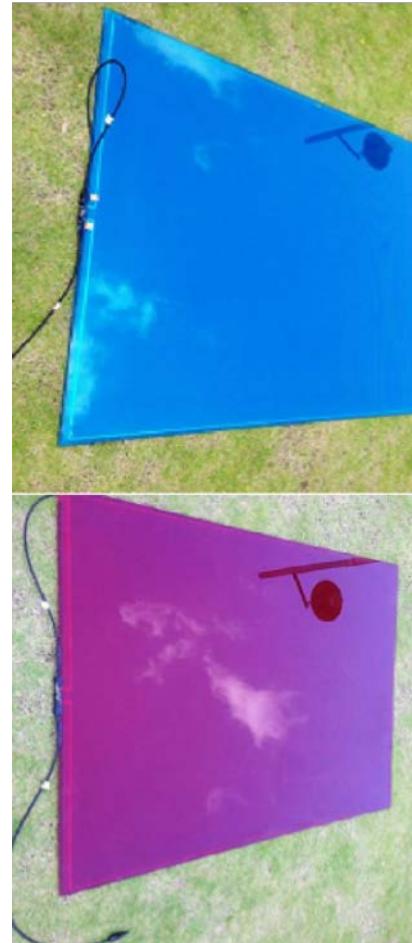
# *BIPV Herausforderungen: Farbgebung und Blendung*

- Farbige BIPV: verbesserte Ästhetik
  - Aber: keine Auswirkung auf die Reflexionseigenschaften der BIPV-Module
    - Gefärbte Zellen
    - Farbige Einkapselungen
    - Farbiges/beschichtetes Glas (Innenseite)

# Möglichkeiten zur Gestaltungsvariation: Färbung

9

- Einsatz von gefärbten und/oder beschichteten Gläsern
  - Beliebige Farbgebung möglich
  - Matte Oberflächen möglich
  - Transparenz von gefärbten Gläsern ist geringer als jene von ungefärbten
  - Mit deutlichen Leistungsverlusten >10% muss gerechnet werden
  - Zusätzliche Kosten durch Sonderanfertigung bzw. Einsatz von Spezialgläsern

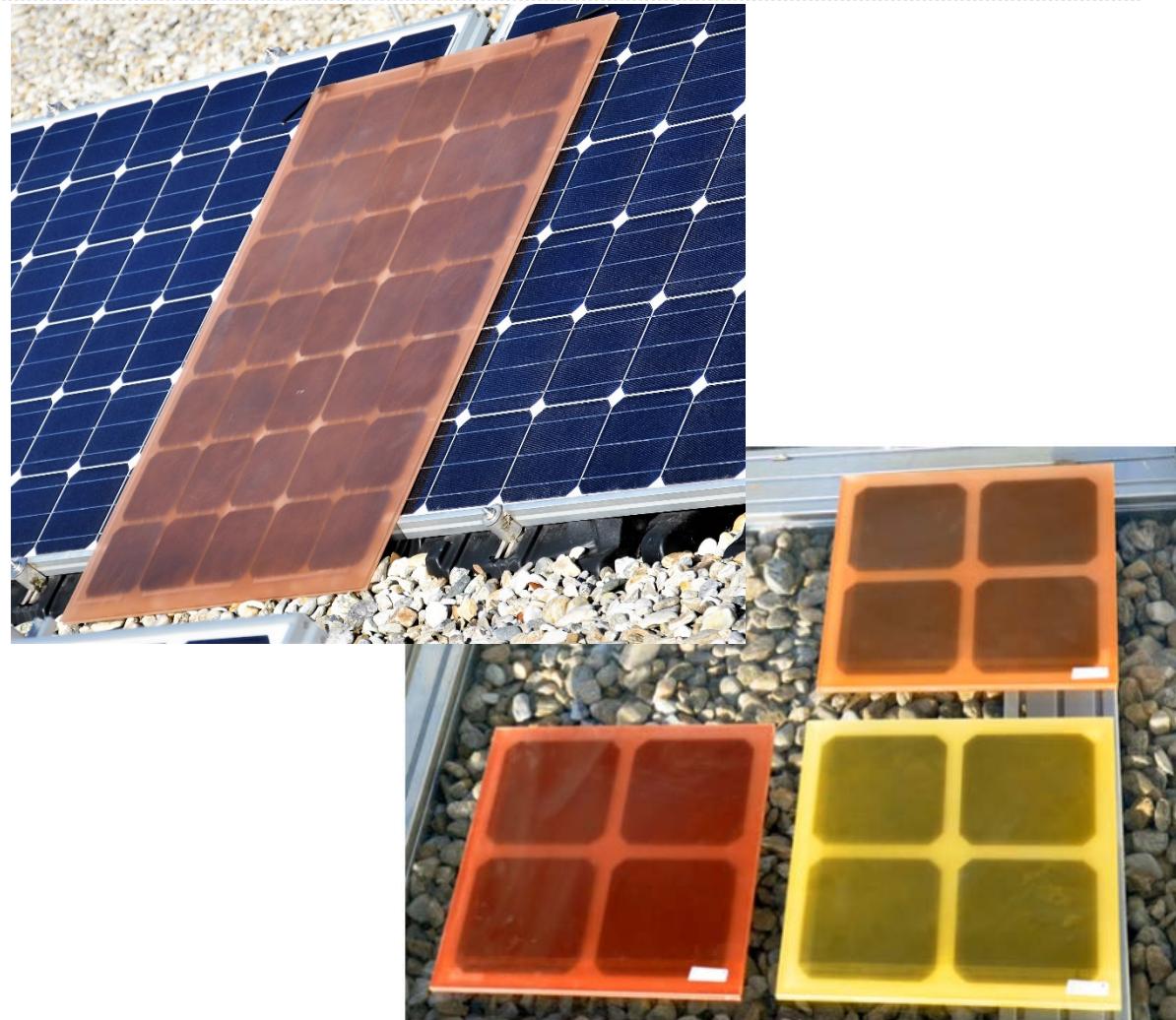


## Das Projekt: COVER POWER

- Projektdauer: vom 10.2018 bis 09.2021
- Kosten: 470k€ (250k€ EU-Finanzierung)
- Ziele:
  - Flexibles und innovatives Moduldesign in Bezug auf Farbe und Oberflächenbeschaffenheit
  - Minimale Blendung (weniger als 0,1% der direkte, spiegelnde Reflexion)
  - Modulleistung von mindestens 150 W/m<sup>2</sup> (STC)
  - Mindestens 30 Jahre lang zuverlässige Haftung von Oberflächenbeschichtungen
  - Fassaden-/Dachdemonstrator zur Demonstration der Machbarkeit

# Cover Power: *Beschichtungen zur Farbgebung und Blendreduktion*

- Farbbeschichtungen an der Glasaußenseite zur Farbgebung und Blendreduktion
- Einsatz von 3 industriellen und 1 experimentellen Beschichtungslösung
- Spezielles Augenmerk auf
  - Farbeindruck
  - Optische Eignung (Transparenz, Streuung)
  - Verwendbarkeit in BIPV Modulen (Haltbarkeit, Leistung)



# Beschichtungslösungen

- 4 verschiedene Beschichtungstechnologien auf der Außenseite des Glases:
  - Tintenstrahl-(Digital-)Druck
  - Siebdruck
  - Sol-Gel-Spray
  - Glasgranulat



ink-jet (digital) printing



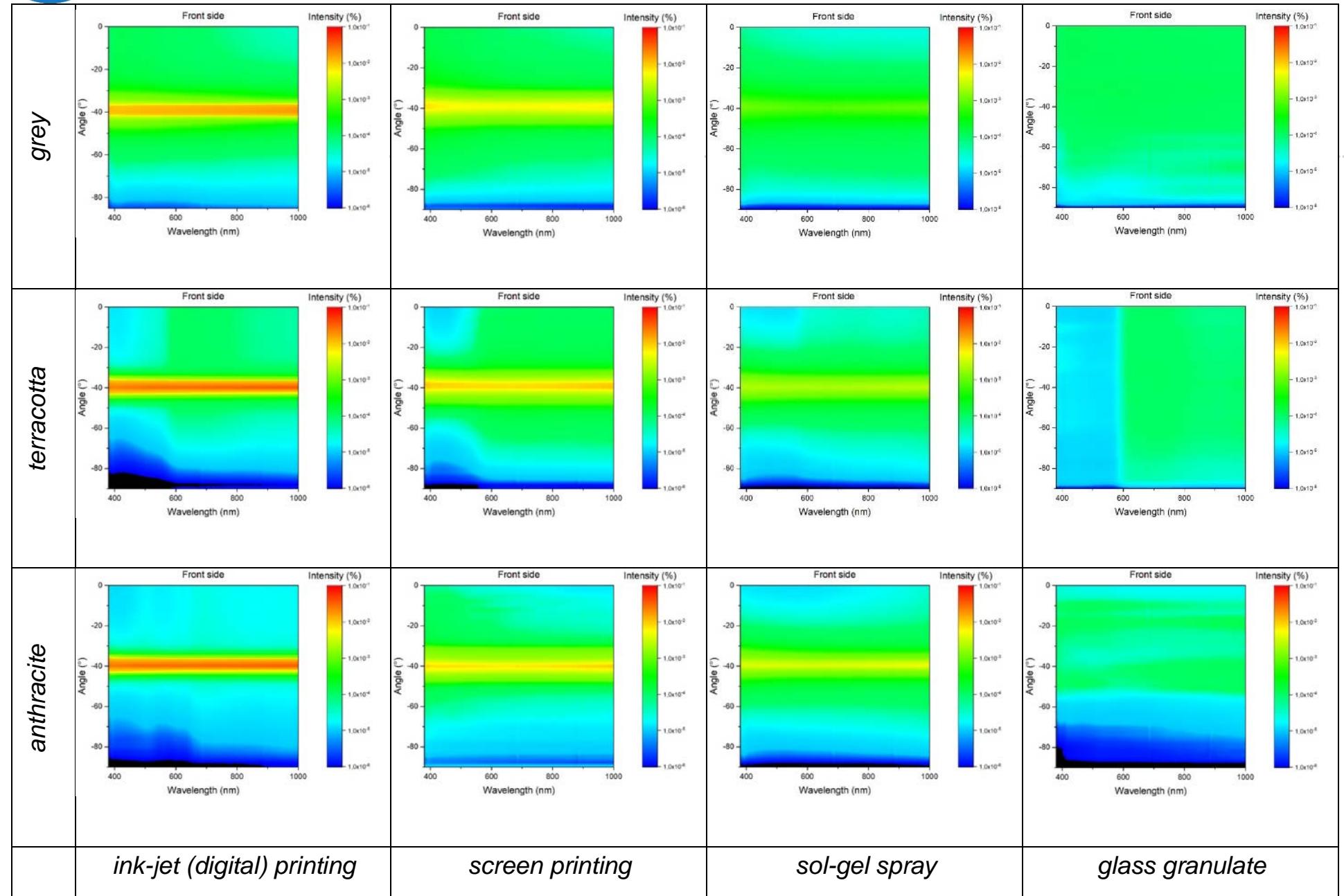
screen printing



sol-gel spray



glass granulate



# Beschichtungs-lösungen

- Direkte Reflexion der beschichteten Seite weniger als 0,1% für alle getesteten Beschichtungstechnologien

# Beständigkeit der Beschichtung

Umwelt Simulation

- Kondenswasser<sup>(1)</sup>
- Sauer Umgebung<sup>(1)</sup>
- Sazlnebel Umgebung<sup>(1)</sup>
- Thermal cycling<sup>(2)</sup>
- Damp heat<sup>(2)</sup>
- Humidity freeze<sup>(2)</sup>
- Sun light<sup>(3)</sup>

Material Charakterisierung

- Optische Prüfung
- Mikroskopie (Licht, REM-EDX)
- Spektroskopie (IR, Raman, UV-VIS-NIR)
- Photometrische Messungen (CIE-Farbe)

Surface Science

- Oberflächenrauhigkeit
- Kratzfestigkeit<sup>(4)</sup>

(1) EN 1096 Glass in building – Coated glass – Part 2: requirements and test methods for class A, B and S coatings

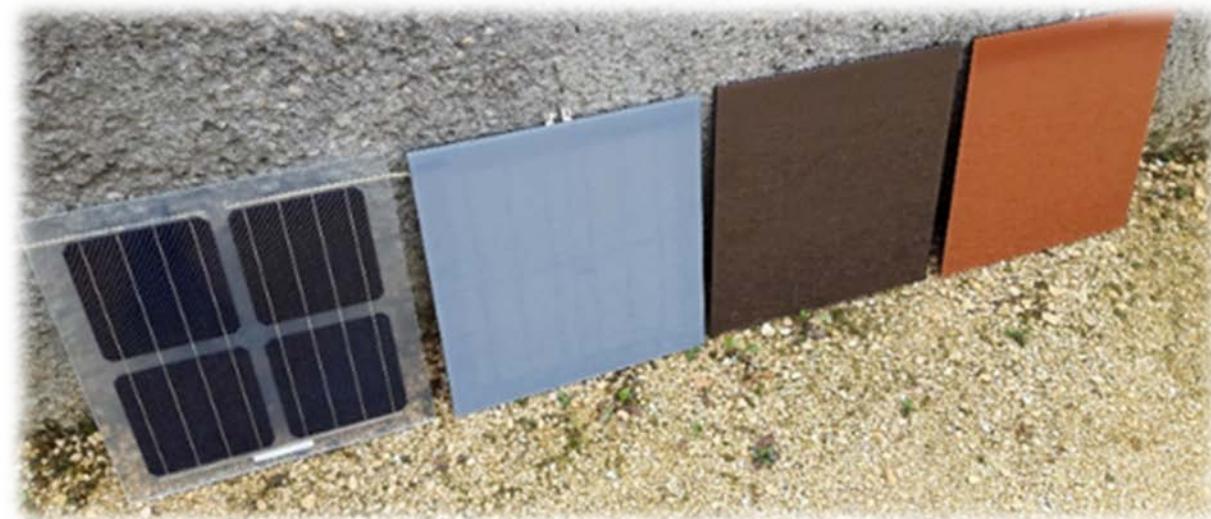
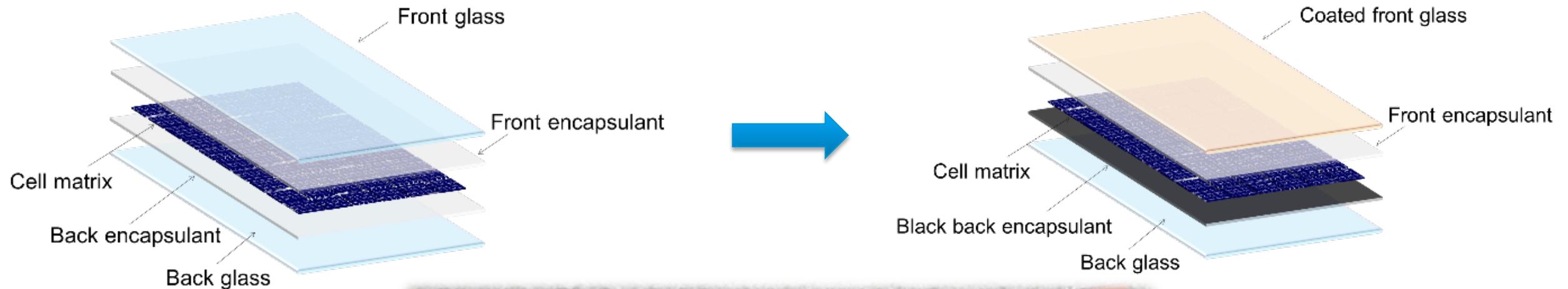
(2) IEC 61215 Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval - Part 2: Test procedures

(3) ISO 16474 Paints and varnishes - Methods of exposure to laboratory light sources - Part 3: Fluorescent UV lamps

(4) EN ISO 15771 Vitreous and porcelain enamels - Determination of surface scratch hardness according to the Mohs scale

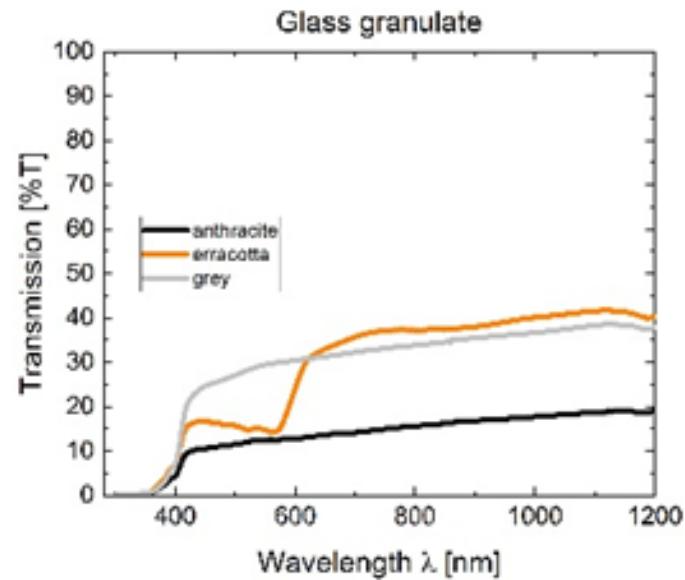
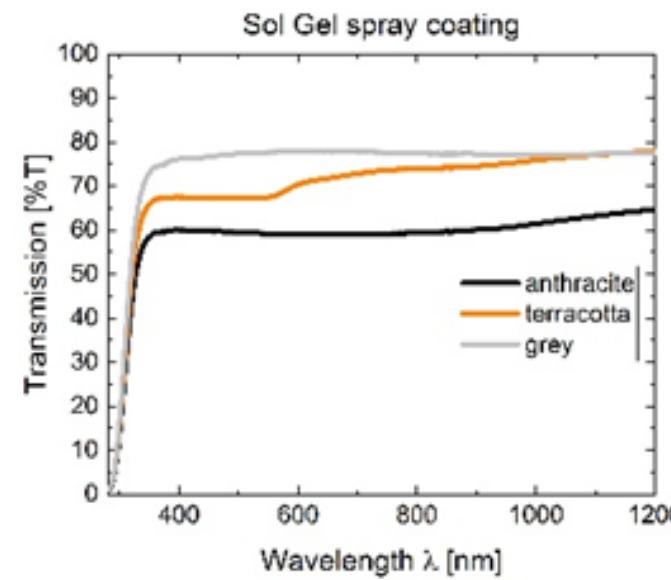
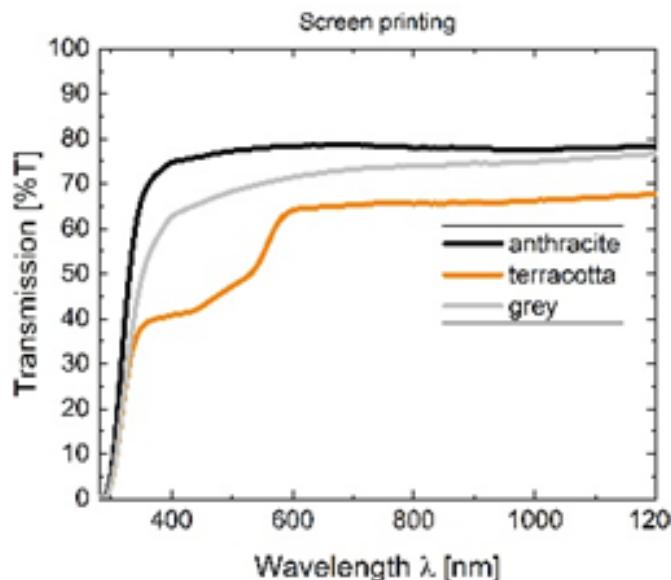
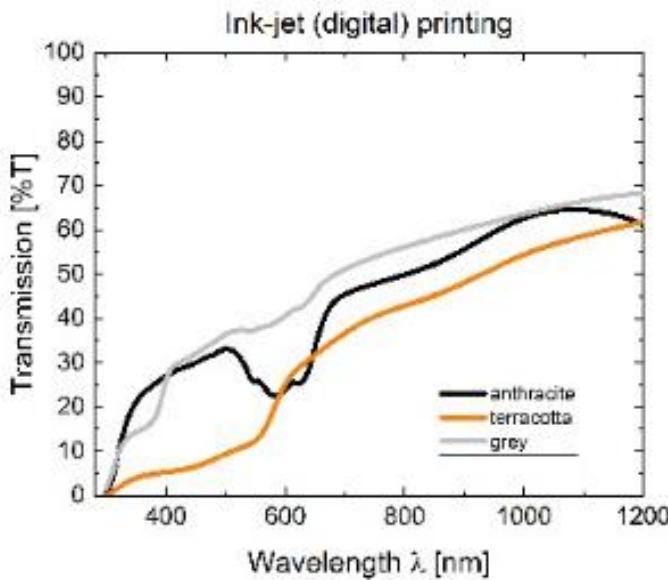
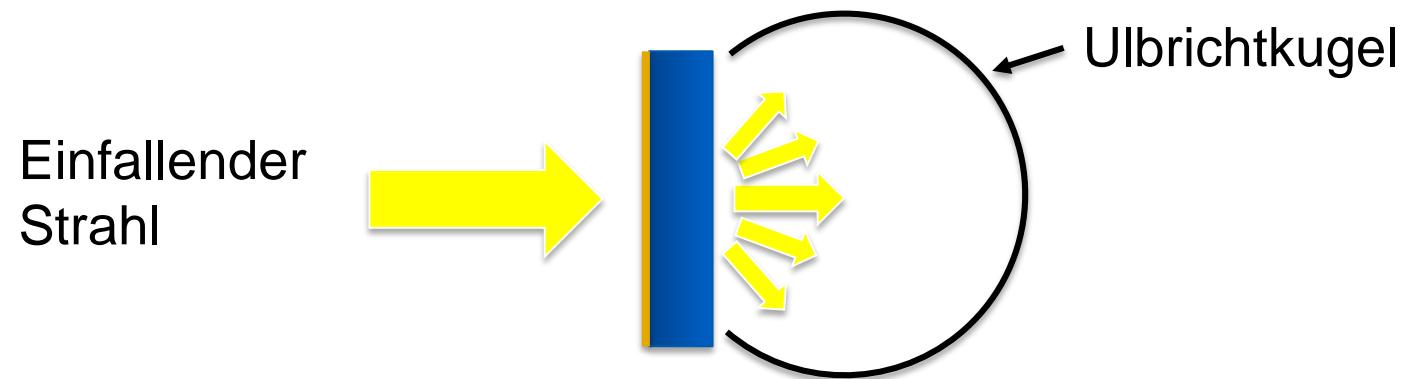
# Solarmodule - Aufbau

## ■ Modul Design



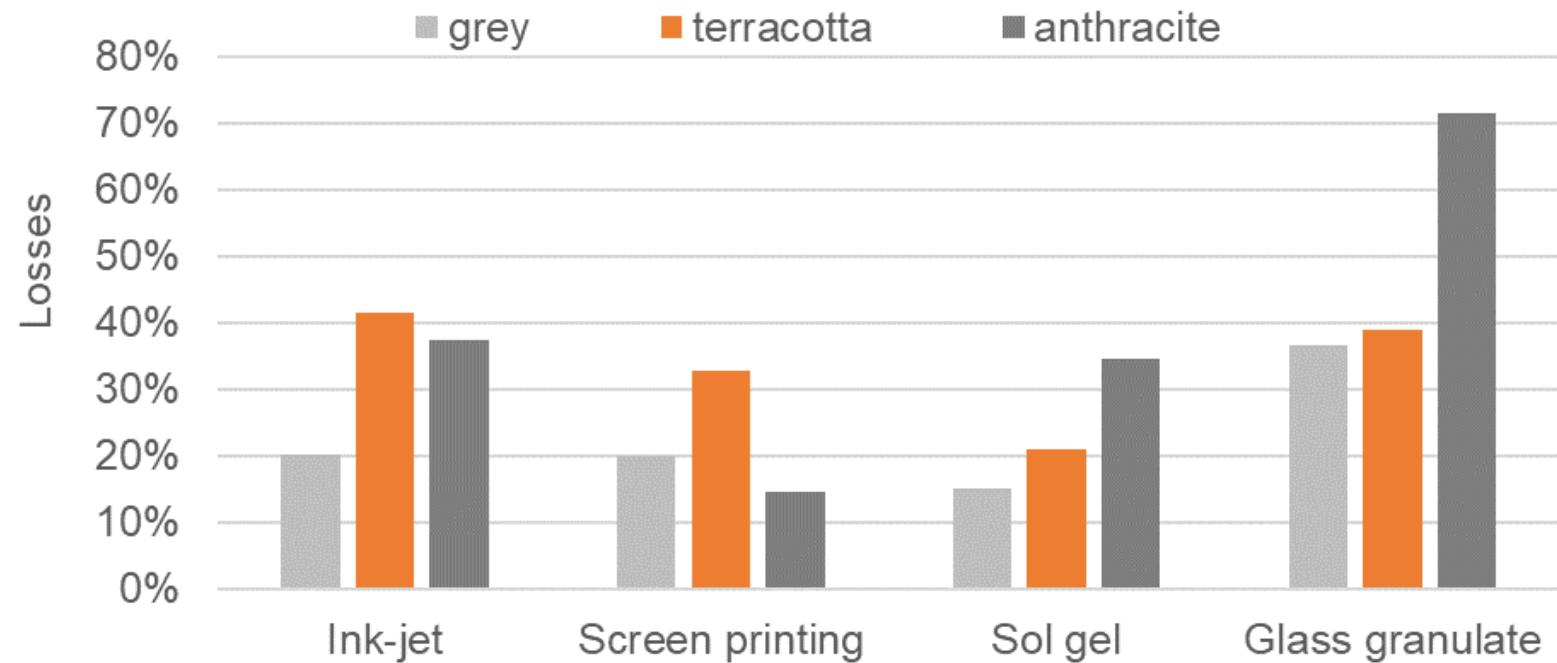
# Transparenz der Beschichtungen

- Transmission
- UV-VIS-NIR Spektroskopie



# Solarmodule - Performance

## ■ Solarmodule: Verluste



- Sunpower - IBC (Interdigitated Back Contact) Technologie > Effizienz 22.8% (228W/m<sup>2</sup>)
- Siebdruck - anthrazit / Sol-Gel - grau: 195W/m<sup>2</sup> (<14% Verluste)
- Tintenstrahl-(Digital-)Druck - Terrakotta : 130W/m<sup>2</sup> (<40% Verluste)

# Zusammenfassung

- Es wurden vier verschiedene Glasbeschichtungstechnologien untersucht:
  - direkte Reflexion des beschichteten Glases < **0,1%**.
  - verbessertes optisches Erscheinungsbild von BIPV-Modulen für eine bessere architektonische Integration in Gebäudefassaden .
- Gute Ergebnisse wurden mit digitalen und siebgedruckten Mustern erzielt, insbesondere mit hellgrauen und anthrazitfarbenen Drucken.
- Bei der Sol-Gel-Sprühbeschichtungstechnologie zeigte Terrakotta die besten Ergebnisse.
- Proben, die mit der Glasgranulat-Technologie beschichtet wurden, bestanden die erforderlichen Tests nicht.
- Je nach Farbe betragen die BIPV-Modul-Leistungsverluste 14%-40%.
- Modul-Leistungsdichten von 130W/m<sup>2</sup> bis 195W/m<sup>2</sup> können mit effizienten Solarmodulen erreicht werden.
- PV Module aus dem Projekt werden in den kommenden Wochen in Mötz (Tirol) an einer Demonstrator-Gebäudefassade von etwa 16m<sup>2</sup> installiert.



Roman Trattnig  
(Joanneum Research)



Gabriele C. Eder (OFI)



Gianluca Cattaneo  
(CSEM SA)



Dieter Moor (ertex solar)



Thomas Buchsteiner (FDT)



Florian Jamschek  
(ehoch2 energy engineering e.U)

# *Danke für Ihre Aufmerksamkeit*

Dr. Roman Trattnig  
JOANNEUM RESEARCH  
Forschungsgesellschaft mbH

MATERIALS –  
Institut für Oberflächentechnologien und Photonik

Franz-Pichler-Straße 30  
8160 Weiz

Tel. +43 316 876-3000  
[roman.trattnig@joanneum.at](mailto:roman.trattnig@joanneum.at)

[www.joanneum.at/materials](http://www.joanneum.at/materials)

