

Prüfung – Charakterisierung – Testung

Soiling in der Photovoltaik

Motivation

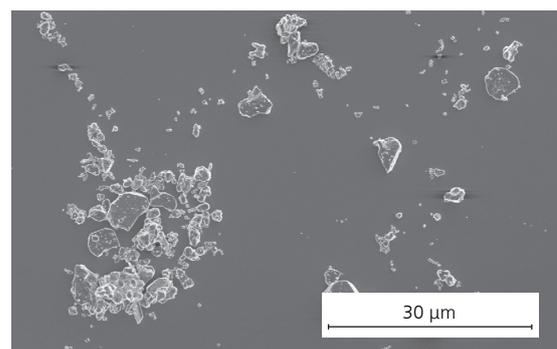
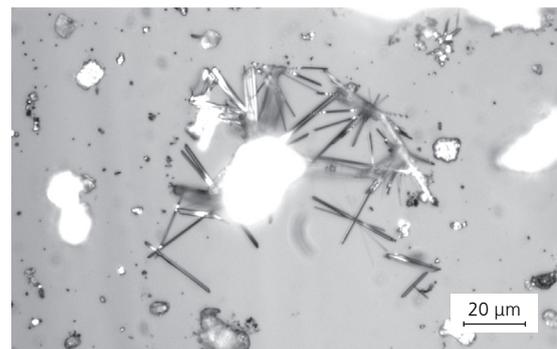
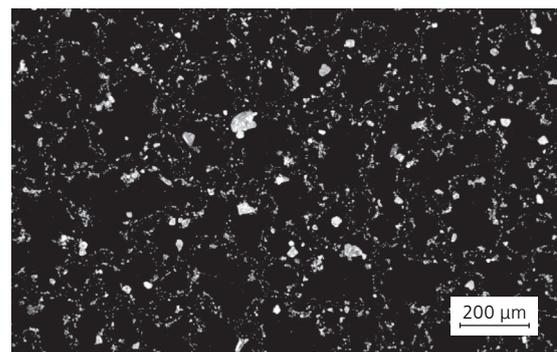
Die Ansammlung von Staub und Schmutz an PV-Modulen und Solarreflektoren führt zu erheblichen Leistungsverlusten durch Verschattung oder Streuung von Sonnenlicht. Speziell in ariden und semi-ariden Regionen wie Wüsten sind Ertragsverluste von mehr als 1% pro Tag zu beobachten - eine schwerwiegendes Problem für die Leistung des PV-Moduls.

Die Verwendung funktioneller Glasbeschichtungen mit selbst-reinigenden und staubabweisenden Eigenschaften gilt als viel-versprechender Ansatz zur Minimierung dieser Verluste.

Ursachenanalyse

Die Anhaftung von Partikeln auf Glasoberflächen kann verstärkt werden durch den sogenannten Zementierungsprozess, der auf häufige feuchte / trockene Zyklen wie Tau am Morgen und Oberflächentemperaturen bis zu 80° C in der Mittagszeit zurückzuführen ist.

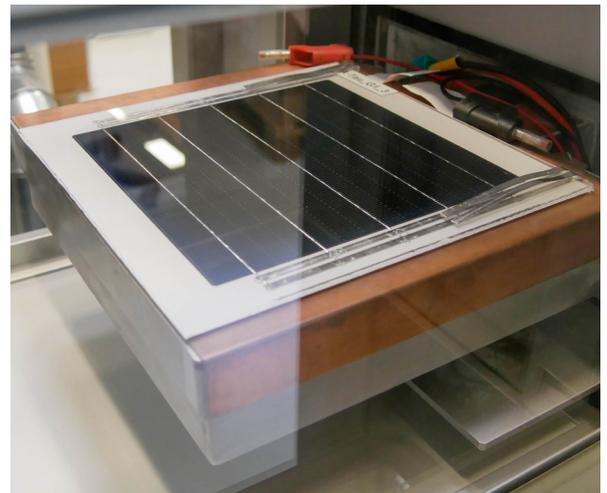
Um geeignete Minderungsstrategien gegen Verschmutzungen zu entwickeln, ist ein grundlegendes Verständnis von Zementierungsprozessen auf mikrostruktureller Ebene erforderlich. Am Fraunhofer CSP führten wir Untersuchungen zu Verschmutzungsprozesses auf Glasober-flächen aus der Wüstenregion Katar durch. Dabei wurden faserige Tonmineralien in Submikrometerbereich als Hauptgrund für die Partikelzementierung identifiziert.



Lichtmikroskop- (oben, Mitte) und REM-Aufnahmen (unten) von Staubpartikeln unter Taueinfluss.



Der mit der Firma Topas entwickelte Soiling-Teststand CST 117 ermöglicht halbautomatisierte Testabläufe nach VDI 3956-1.



Proben mit einer Größe von bis zu 20 cm x 20 cm können Temperaturen von -10 bis 50°C ausgesetzt werden.

Staubteststand

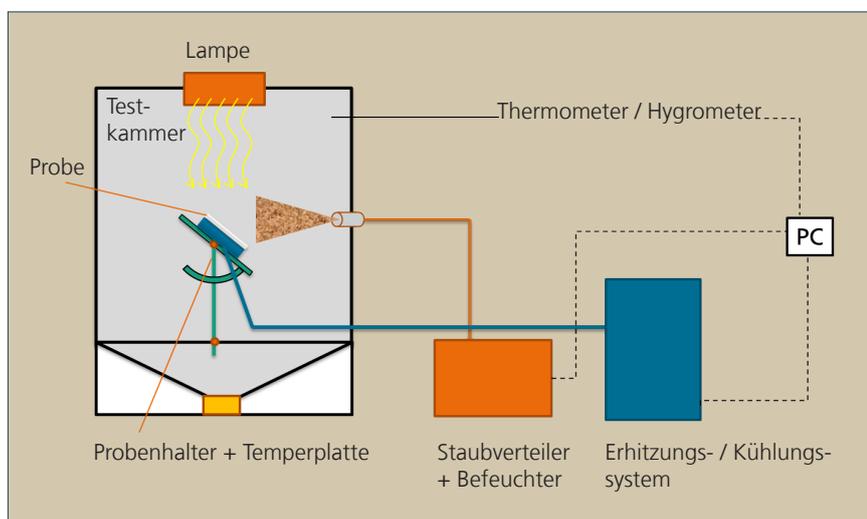
Neben den Oberflächeneigenschaften von Anti-Verschmutzungsbeschichtungen (ASC) gibt es viele Faktoren, die die Staubablagerung auf Oberflächen stark beeinflussen, z.B. Partikelgröße, Form und chemische Zusammensetzung, Luftfeuchtigkeit, Temperatur, Windgeschwindigkeit und -richtung. Für eine Bewertung von ASC im Labor entwickelte das Fraunhofer CSP einen Testaufbau, bei dem Probentemperatur, Neigungswinkel, Feuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und Beleuchtung angepasst werden können. So ist es möglich, beschleunigte Verschmutzungsversuche mit standardisiertem Messverfahren sowie unter definierten und reproduzierbaren Prüfbedingungen vorzunehmen (VDI 3956).

Eigenschaften

- Semi automatisierter Testablauf nach VDI 3956-1
- Probenhalter 20 cm x 20 cm, -10 bis 50°C, Anstellwinkel bis 60°
- Staubdispergiereinheit für Partikelgrößen bis 200 µm
- Air Knife-Strömungsgeschwindigkeit bis 15 m/s über der Probe
- Feuchtereignung, relative Luftfeuchtigkeit bis 90 %
- Vollständige Aufzeichnung der Versuchsdaten

Soiling-Quantifizierung

- Lichtmikroskopie
 - Proben bis zu mittlerer Modulgröße
 - Oberflächenbelegung
 - Homogenität
 - Partikelgrößenverteilung
- Optische Spektroskopie
 - Transmissionsverlust durch Verschattung
 - Reflexion und Streuung
 - Winkelabhängigkeit
- Mini-PV-Module
 - Charakterisierung unter STC-Bedingungen
 - Zusammenhang zwischen Belegung und Ertragsverlust



Schema des am Fraunhofer CSP entwickelten Prüfverfahrens für das staubbedingte Verschmutzungsverhalten solarer Energiesysteme (VDI 3956).

Kontakt

Guido Willers
 Diagnostik & Metrologie
 Tel. +49 345 5589-5114
 Fax +49 345 5589-5999
 guido.willers@
 csp.fraunhofer.de

Fraunhofer CSP
 Otto-Eißfeldt-Sr. 12
 06120 Halle (Saale)
 www.csp.fraunhofer.de