

1 Verfärbungen

»Schnecken Spuren« und korrespondierende Risse in einer EL-Aufnahme in Solarmodulen

2 Detektion von PID mittels Elektrolumineszenz bei unterschiedlichen Stromstärken

ERFAHRUNGEN UND ANALYSEN ZU DEFEKTEN AN PV-MODULEN IM FELDEINSATZ

Mit der weiten Verbreitung von PV-Anlagen sowie der Einsatz von verschiedenen Produkttypen mit unterschiedlichen Materialien, können verschiedene Defekte an PV-Modulen auftreten. Dabei gilt zu unterscheiden, ob diese Defekte einen Einfluss auf die Leistung und/oder die physische Integrität der PV-Module haben. Einige Defekte lassen sich optisch einfach identifizieren. Andere Defekte wirken sich u. U. nur im elektrischen Verhalten auf und bedürfen genaueren Analysen. Das Fraunhofer CSP stellt mit seinem umfangreichen Prüf- und Messequipment Dienstleistungen zur Verfügung, um Defekte zu identifizieren, zu lokalisieren sowie deren Ursache zu bestimmen.

Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik CSP Gruppe Modulzuverlässigkeit

Otto-Eißfeldt-Str. 12
06120 Halle (Saale)

Ansprechpartner

Dr. Sascha Dietrich
Telefon +49 345 5589-5210
sascha.dietrich@csp.fraunhofer.de

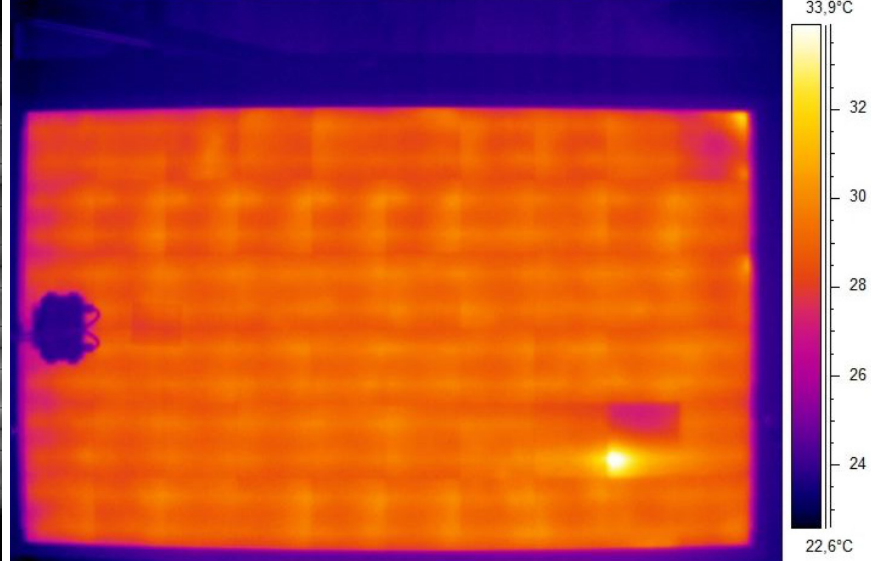
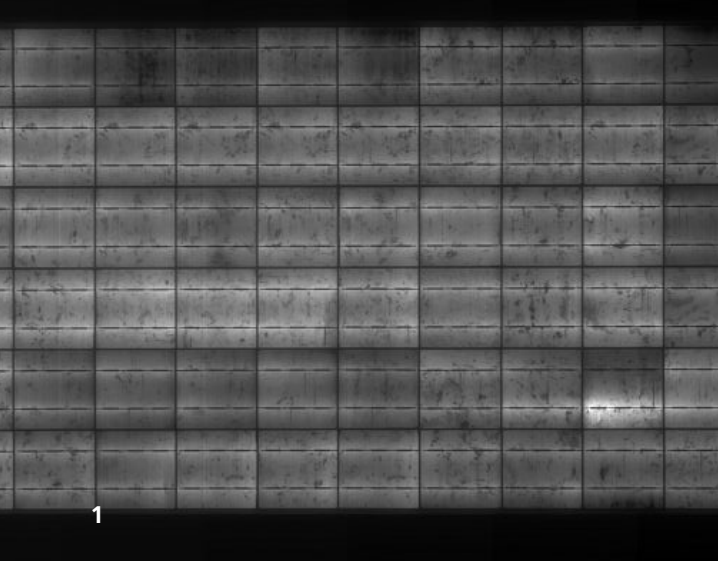
www.csp.fraunhofer.de

Kompetenzen

- Prüfung und Charakterisierung von PV-Module
- (IEC 61215, IEC 61646, IEC 61853, etc.)
- Einschätzung des Zustands von PV-Modulen mithilfe verschiedener Charakterisierungsmethoden
- Analysen mithilfe der Finite-Elemente-Methode (u.a. Auslegung von Unterkonstruktionen, Versagensanalyse, Strömungssimulation)

Vorgehen zur Begutachtung von PV-Modulen

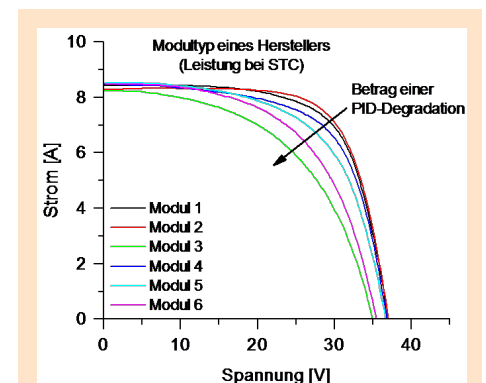
- kontinuierliches Monitoring und regelmäßige Analyse der Ertragsdaten
- Identifikation fehlerhafter Bereiche im Feld anhand von Stringmonitoring, Thermografieaufnahmen (Übersicht) und optischer Begutachtung
- Einzelmodulcharakterisierung im Labor



Ausgewählte Methoden zu Einzelmodulcharakterisierung

Methode	Ziel
Leistungsmessung bei Standardtestbedingungen	Vergleich mit Datenblatt und Leistungsgarantie
Leistung bei niedriger Bestrahlung	Detektion von Parallelwiderstandsproblemen (z.B. PID und Kurzschlüsse durch Risse)
Elektrolumineszenz nahe Isc	Lokalisierung von elektrischen Defekten
Elektrolumineszenz bei 1/10 Isc	Lokalisierung von Parallelwiderstandsproblemen
Thermografie	Lokalisierung von Serienwiderstandsverlusten
Visuelle Inspektion	Lokalisierung von optischen und physischen Abweichungen
Polymeranalyse	Bewertung des Zustands der Kunststoffmaterialien (meist zerstörende Methoden)

1 Detektion des Bruchs eines Solarzellenverbinder mittels EL und Thermografieaufnahmen



2 UI-Kennlinien für Module mit unterschiedlicher Ausprägung von hochspannungsinduzierter Degradation

Defektfall	Detektion	Mögliche Ursachen	Mögliche Auswirkung
Risse in Solarzellen	Elektrolumineszenz	Fertigung, Transport, Montage, Wind- und Schneebelastungen	Leistungsverlust, Hot Spots
Schnecken Spuren	Visuell	Kunststoffmaterialien + Silberpartikel + Sauerstoff ⇒ Verfärbungen	nur optische Beeinträchtigung
Bruch von Solarzellenverbindern	Elektrolumineszenz (bedingt), Thermografie	Mechanische Belastungen im Feld, Temperaturänderungen im Feld	Leistungsverlust, Hot Spots, Lichtbögen
Delamination	Visuell (bedingt), Lock-in Thermografie	ungeeignete Materialauswahl, Alterung durch Umwelteinflüsse, unsaubere Verarbeitung, etc.	Eindringen von Wasser in das Modul laminat, Gefährdung der Isolationsicherheit
Verfärbungen	Visuell	ungeeignete Auswahl an Materialien und Materialkombinationen rufen chemische Prozessen hervor, die zu Verfärbung der Kunststofffolien führen	Reduktion des Lichteinfangs und ggf. Leistungsverlust
Ausfall der Diode	Elektrolumineszenz	Qualitätsmanagement bei der Produktion der Diode oder des Solarmoduls, hohe Diodentemperatur in Anschlussdose	Leistungsverlust, Überhitzung und physische Beeinträchtigung des Moduls