

Kombination von Thermographie und Modulreinigung

Da Verschmutzung zu Leistungsminderung und langfristig zur Schädigung der Module führt, werden Freiflächen regelmäßig gereinigt, beispielsweise mit einer Reinigungsbürste.

Elektrische Defekte führen zu Leistungsminderungen und (lokalen) Temperaturerhöhungen. Thermografiemessungen (Wärmebild) sind ein etabliertes Verfahren solche Defekte zu erkennen und zu klassifizieren. Regelmäßige Untersuchungen beugen finanziellen Verlusten und Sicherheitsrisiken vor und erlauben Garantieansprüche wahrzunehmen.

Ziel dieser Studie ist es Synergieeffekte durch eine Kombination von Modulreinigung und Thermographie zu untersuchen. Rahmenbedingungen sind dabei, dass die Wärmebildaufnahme während einer Reinigungsfahrt erfolgt und dass die Auswertung automatisiert erfolgt, also keine Fachkenntnisse erfordert.



Abb. 1: Positionierung des Kamerasystems an der Halterung der Reinigungsbürste

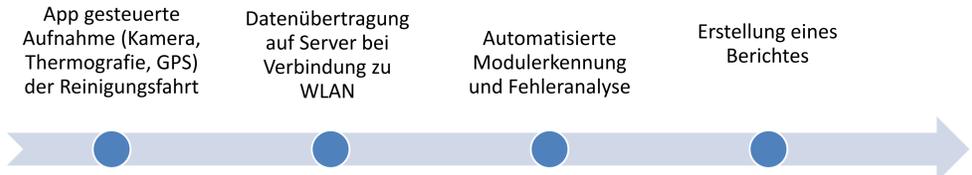


Abb. 2: Verfahrensablauf zur automatisierten Erfassung und Lokalisierung von Modulfehlern in Freilandanlagen.

Aufnahme und Automatisierte Auswerte Methodik

Set-Up

- Wärmekamera, angeschlossen an ein Smartphone, welches synchron Kamerabilder aufnimmt. Ein Tablet (in der Fahrerkabine) empfängt und speichert Bilddateien und erlaubt die Steuerung des Systems per App

App-Gesteuerte Aufnahme

- Aufnahme-Frequenz auf Fahrgeschwindigkeit justierbar

Datenübertragung auf Server

- Foto, Wärmebild, GPS-Koordinaten (Tablet und Smartphone)

Modulerkennung

- Linienerkennung, Perspektivische Korrektur, Rekonstruktion der Position von Strings und Zellen in den Modulen

Fehlererkennung

- Statistische Auswertung der Temperaturverteilungen auf Modul- und Stringebene
- Suche nach charakteristischen Signaturen von Hotspot und Stringdefekten (Modulbruch auch möglich, hier nicht berücksichtigt)

Fallbeispiel – Auswertung einer Freifieldanlage

Versuchsbedingungen:

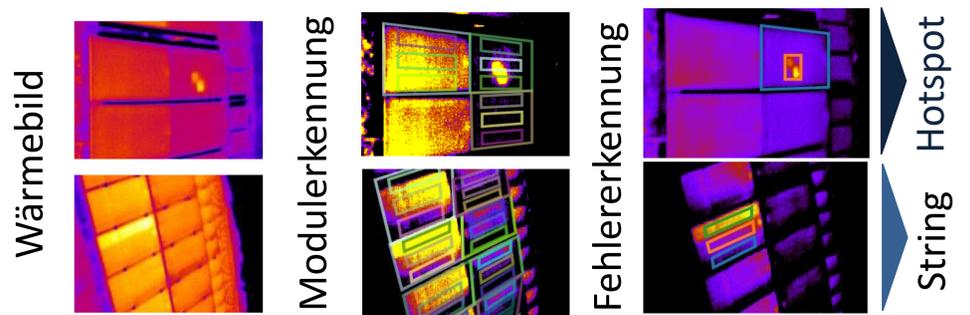
- Freifieldanlage, mit bekanntem Thermografie Gutachten
- Bekannt: 9 **Stringfehler**, 24 **Hotspots** ($\Delta T > 15$ K), 10 **andere**
- SunBrush Versuchsfahrt im Spätherbst, wolkenfreien Himmel, Einstrahlungswerten größer 600 Watt/qm

Ergebnis der SunBrush Auswertung:

- Erfolgreiche Übertragung aller Daten; GPS folgt oberer Modulkante
- Manuelle Analyse der aufgenommen Wärmebildern: Nur 83% der bekannten Fehler in Aufnahmen reproduziert. Limitierung durch Versuchsbedingungen.
- Automatisierte Analyse: 78% bekannter Stringdefekte, 70% bekannter Hotspots lokalisiert. Auswertung der 14 nicht gefundenen Fehler: Limitierung durch Modulerkennung (10) & statistische Auswertung (4)
- Beobachtung: Anzahl der Fehler nahm seit Gutachten zu!

Fazit

Das vorgestellte System ist geeignet, ohne standardisierte Randbedingungen und ohne Einbezug geschulten Personals die Anzahl von Modulfehlern in einer Freifieldanlage zu überprüfen. Die GPS-Koordinaten erlauben eine Lokalisierung und eine geographische Analyse der Fehlerverteilung. Während die PV-Diagnostic Analyse nicht die Rahmenbedingungen offizieller Gutachten erfüllt, wird durch die



Statistische Auswertung der Temperaturverteilung

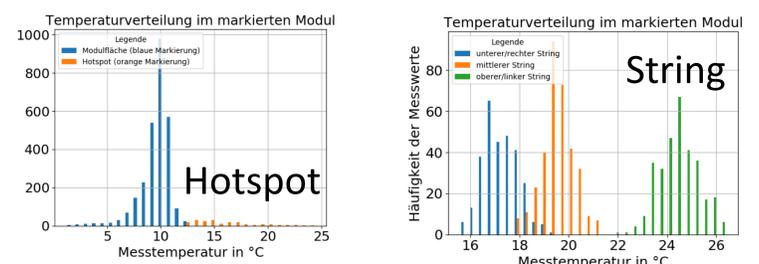


Abb. 3: Übersicht der automatisierten Fehlererkennung von String- (links) und Hotspotfehlern (rechts) aus Wärmebildkameraaufnahmen.

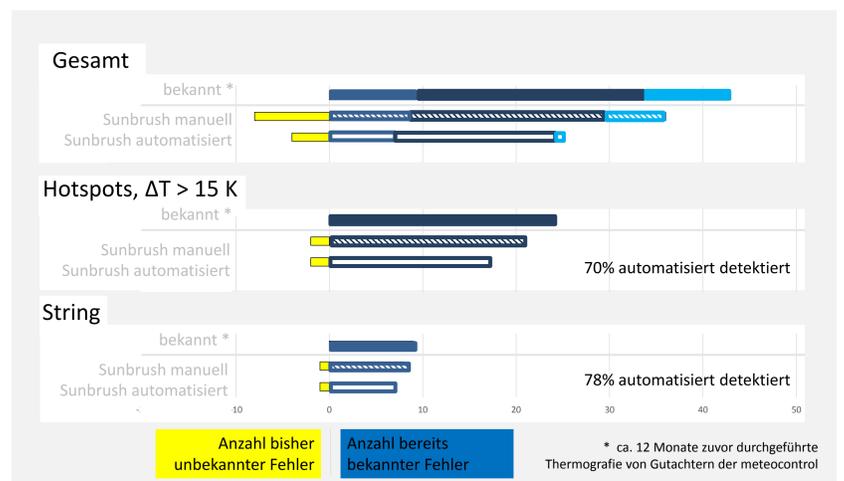


Abb. 4: Ergebnis des Fallbeispiels.

genauen Positionsangaben der Fehler, der zu untersuchende Bereich in Freifieldanlagen deutlich eingeschränkt und die Detektion und der Austausch von fehlerhaften Modulen oder eine kostenintensive Expertenbegehungen der Anlage können deutlich effizienter gestaltet werden.