

## Feinanalyse von Solarmodulen im Outdoorbetrieb durch Thermographie

Heute setzt sich ein stetiger Wandel in der Erzeugung von elektrischer Energie zu mehr CO<sub>2</sub> neutralen Wegen wie Photovoltaik durch. So werden in den nächsten Jahren immer mehr Solarmodule installiert und die Wichtigkeit der Überprüfung, ob diese optimal arbeiten, wird steigen.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, Defekte wie Shunts (Widerstände) oder Mikrorisse in den Solarzellen zu lokalisieren. Hierfür wird eine Infrarotkamera (InfraTec: ImageIR 7320) mit einem Indium-Antimonid Detektor, der im Spektralbereich 2-5  $\mu\text{m}$  arbeitet, benutzt. Damit wurde auf der Basis von LabView ein Lock-In-Messsystem entwickelt, welches je ein sogenanntes Amplituden- und Phasenbild als Analyse generiert. Der Nutzen ist, dass kleinste Temperaturunterschiede, weniger als 1 mK, erfasst werden können und dadurch die Position von Shunts genauer angezeigt wird. Weil die hochdynamische IR-Kamera nur eine Auflösung von 640 x 512 Pixeln (0.3 MP) besitzt, benötigt man mehrere Aufnahmen, um ein ganzes Solarmodul zu untersuchen. Darum wurde eine Verfahrenseinrichtung ausgearbeitet, welche die Kamera über das Solarmodul in Position bringt, so dass man dann die Lock-In-Technik anwenden kann.

Am Ende werden die Teilbilder zu einem gesamten Bild zusammengesetzt. Module mit einer Grösse von ca. 1.2 m x 2 m können mit dieser Einrichtung geprüft werden. Zudem wurden auch Messungen im Freien aufgenommen.

Diese Technik ist eine schnelle und nicht zerstörende Methode, um defekte Solarzellen in einem Modul zu lokalisieren. Durch eine weitere Erhöhung der Bildfrequenz und einer leicht höheren Anzahl von Bildern kann der ganze Prozess schneller ausgeführt werden.

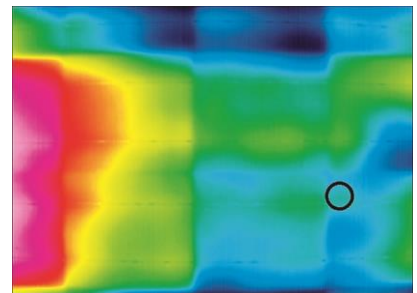


Diplomierende

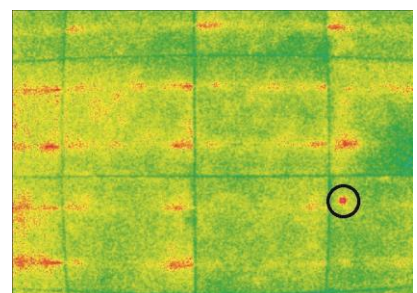
André Filipe De Almeida Gomes  
Sandro Merki

Dozierende

Urs Glauser  
Franz Baumgartner



Absolute Temperatur als Thermografiebild gemittelt aus 4000 Einzelmessungen eines Solarmodulausschnittes (Temperaturunterschiede im Bild betragen einige Grad).



Derselbe Ausschnitt, untersucht mit der Lock-In-Thermografie. Im dargestellten Amplitudenbild kann ein Shunt (schwarze Kreismarkierung) lokalisiert werden (Details: Messung  $f(\text{LI})=1$  Hz,  $f(\text{Kamera})=20$  Hz, 4000 Bilder).