



FLIR Wärmebildkameras sichern die hervorragende Qualität der SOLON Solarmodule

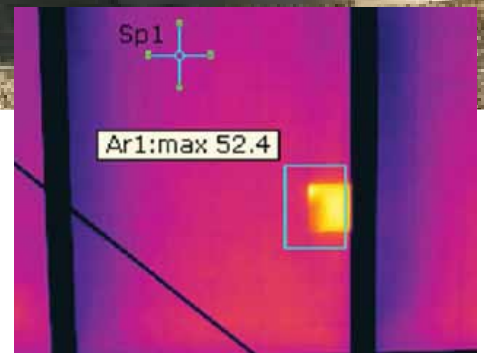
'Die Wärmebildtechnik ist ein tolles Werkzeug sowohl für die Qualitätskontrolle während der Produktion als auch für Untersuchungen vor Ort.'

Mit einem Sonnenkraftwerk auf Ihrem Dach können Sie Sonnenenergie in Strom umwandeln. Und damit auch in bares Geld - Sonnenkraftwerke sind eine lukrative Investition. Um maximalen Gewinn und hohe Erträge über Jahrzehnte hinweg zu erhalten, ist jedoch eine hervorragende Qualität Grundvoraussetzung. Das Solarmodul, der wichtigste Teil eines Solarsystems, muss zuverlässig sein und kontinuierlich für viele Jahre Strom produzieren. Eine hohe Qualität lässt sich mit der Unterstützung durch FLIR-Wärmebildkameras für die ganze Lebensdauer eines Solarmoduls sicherstellen.

Ein Unternehmen, das das Potential der Wärmebildtechnik für die Qualitätskontrolle und Inspektion von Solarmodulen erkannt hat, ist die deutsche Firma SOLON. "Wir setzen FLIR-Wärmebildkameras sowohl in unserer F&E-Abteilung als auch vor Ort ein", erläutert Oliver Frank, Teamleiter F&E bei SOLON.

SOLON SE wurde 1997 in Berlin gegründet und ist ein weltweit agierender Lieferant von Solarsystemen. Zum Portfolio von SOLON gehören Photovoltaiksysteme, Projektplanung und Bau von großen auf Dächern montierten Systemen sowie schlüsselfertige Sonnenkraftwerke und die Produktion von Solarmodulen. Zur SOLON-Gruppe gehören Niederlassungen in Deutschland, Italien, Frankreich und den USA.

Ein Solarmodul ist eine Investition auf lange Sicht. Im Allgemeinen amortisieren sich die Investitionskosten eines Solarsystems nach 11 bis 13 Jahren, das hängt vom Preis des Solarsystems, den Energiepreisen und der Intensität der Sonneneinstrahlung ab. "Wir konzipieren unsere Module für einen Betrieb von mindestens 30 bis 40 Jahren" ergänzt Oliver Frank. "In wenigen Worten ausgedrückt kann man sagen, dass ein Modul zur Zeit



Dieses Wärmebild zeigt eine heiße Stelle, die durch den Bruch einer Zelle in einem standardmäßigen 60-Zellen-Modul entstanden ist.



Die SOLON-Unternehmenszentrale in Berlin.

über Jahrzehnte Geld für den Eigentümer verdient."

Wärmebildtechnik bei Qualitätsprüfungen

Ein Hersteller von Solarmodulen muss zuverlässige und robuste Module herstellen, die eine Betriebsdauer von mehreren Jahrzehnten überstehen. SOLON stellt keine eigenen Solarzellen her. Daher sind Qualitätskontrollen eine Notwendigkeit bei SOLON. "SOLON ist



ein Premiumhersteller", betont Oliver Frank. "Damit wir sicherstellen können, dass unsere Solarmodule die hohen Standards erfüllen, die wir uns selbst gesetzt haben, durchlaufen alle Solarzellen und Modulwerkstoffe zunächst strenge Qualitätstests. Wir testen unsere Werkstoffe für die Solarmodule auf ihre Fähigkeit Druck, Temperatur, Feuchtigkeit u.ä. standzuhalten. Aber für die Untersuchung von Parallelwiderständen und allgemeine Qualitätstests von Solarzellen ist unsere FLIR-Wärmebildkamera entscheidend."

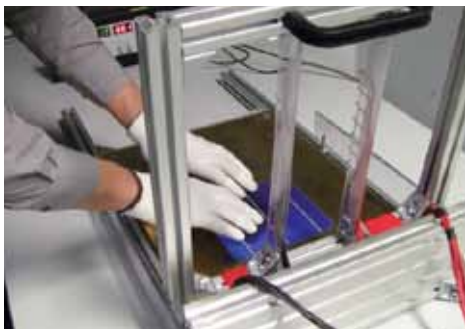
"Um lokale Kurzschlüsse in Solarzellen zu erkennen, bevor es zu Delaminierungen kommt, legen wir eine umgekehrte Vorspannung an eine einzelne Zelle an und verwenden die Wärmebildkamera von FLIR Systems zur Betrachtung des Wärmemusters", erklärt Teamleiter Frank. "Heiße Stellen zeigen lokale Parallelwiderstände aufgrund von Herstellungsfehlern im Halbleitermaterial der Zelle. Allein durch die Ausführung dieses Tests können wir sicherstellen, dass die Qualität der Zelle über einem bestimmten Niveau liegt."

Entscheidende Rolle der Wärmebildkamera

Die zur Zeit bei SOLON in Berlin für diese Zwecke in der Forschungs- und Entwicklungsabteilung eingesetzte Wärmebildkamera ist eine FLIR P65. Oliver Frank ist von dieser Kamera begeistert. "Wir haben diese Wärmebildkamera 2006 gekauft,



Oliver Frank, Teamleiter der F&E-Abteilung bei SOLON, überprüft mit einer FLIR-Wärmebildkamera den Parallelwiderstand von Solarzellen.



Im SOLON-Labor wird eine umgekehrte Vorspannung an die Zelle angelegt. Anschließend wird sie mit einer FLIR-Wärmebildkamera auf Kurzschlüsse untersucht.

FLIR SC660: ein perfektes Werkzeug zur Messung des Parallelwiderstands von Zellen



- 640 x 480 Pixel Auflösung
- Empfindlichkeit < 30 mK, Genauigkeit +/- 1% des Ablesewertes
- Große Auswahl an Objektiven
- Erweiterte Messfunktionen
- Aufzeichnung von Bildfolgen in der Kamera
- Kontrastoptimierung

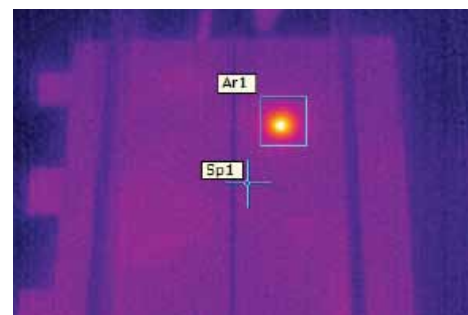
und sie funktioniert immer noch fehlerfrei." Die Messung des Parallelwiderstands mit der Wärmebildkamera ist ein entscheidender Qualitätstest für neue Solarzellen."

Das zur Zeit für diese Art von Anwendungen aktuelle Modell ist die Wärmebildkamera FLIR SC660. Ihr ungekühlter Mikrobolometer-Detektor erzeugt Wärmebilder mit einer Auflösung von 640 x 480 Pixeln und besitzt eine thermische Empfindlichkeit von weniger als 30 mK. Sie besitzt automatische Algorithmen zur Kontrastoptimierung, so dass thermische Analysen einzelner Objektbestandteile einfacher durchzuführen sind. In Verbindung mit Wechselobjektiven und hochmodernen Kamerafunktionen ist die FLIR SC660 ein perfektes Werkzeug für die Messung des Parallelwiderstands von Solarzellen.

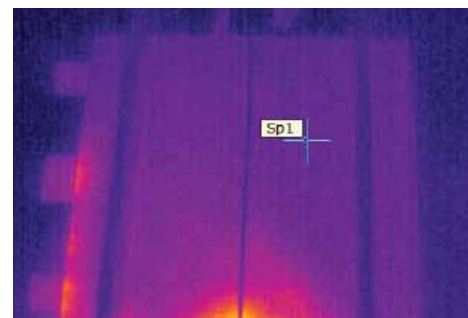
Wärmebildtechnik vor Ort

"Der Erfolg in der F&E-Abteilung hat uns veranlasst, zwei neue Wärmebildkameras der FLIR T-Serie für Inspektionen vor Ort zu erwerben", erläutert Oliver Frank. "Da diese Kameras kompakt, extrem leicht und ergonomisch gestaltet sind, eignen sie sich optimal für Inspektionen vor Ort."

Die Inspektionen vor Ort führt unsere Instandhaltungsabteilung aus, erläutert Volker Denzler, Thermografieexperte in der



Dieses Wärmebild einer Zelle, an der eine umgekehrte Vorspannung anliegt, zeigt eine heiße Stelle, die auf einen lokalen Kurzschluss aufgrund von Defekten im Silikonmaterial hinweist.



Dieses Wärmebild zeigt, dass diese Zelle Defekte in der Kantenisolation hat, und dadurch entstehen lokale Kurzschlüsse.

Kundendienstabteilung von SOLON. "Wir prüfen Solaranlagen mit diesen Kameras, bevor wir sie an den Kunden übergeben, damit wir sicher sein können, dass alles in Ordnung ist. Aber wir führen auch Überwachungs-, Betriebs- und Instandhaltungsdienstleistungen für Anlagenbetreiber aus, die ihre Solaranlage bei SOLON gekauft haben."

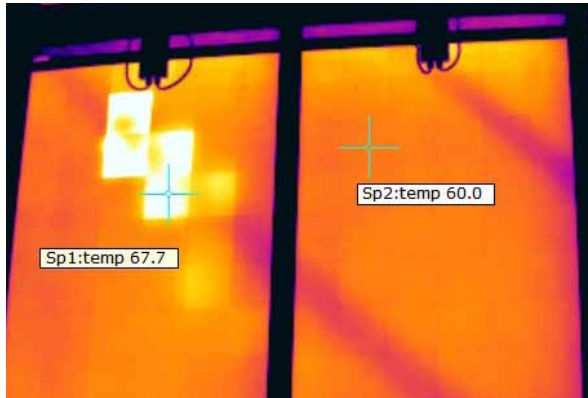
"Wärmebildkameras sind die ideale Ergänzung bei den Inspektionen, die wir vor Ort durchführen", fährt der Thermografieexperte fort. "Bevor wir diese Wärmebildkameras von FLIR einsetzen, mussten wir jeden Modulstrang von Hand messen. Sie können sich sicher vorstellen, wie viel Zeit man dafür braucht, vor allem bei großen Anlagen. Auch wenn man

dann den Strang gefunden hatte, wo sich der Defekt befand, musste man immer noch raten, in welcher Zelle bzw. in welchen Zellen die Ursache des Problems zu suchen war."

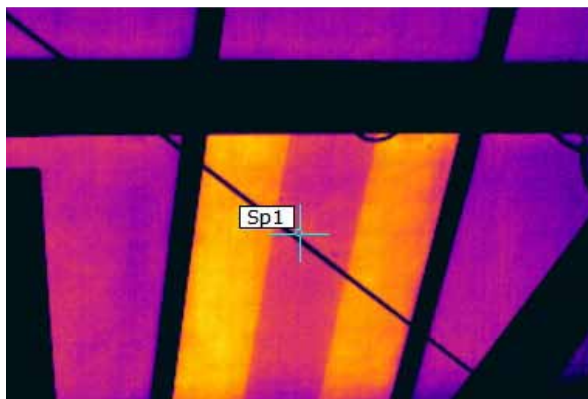
Probleme sofort erkennen

"Mit Wärmebildkameras von FLIR Systems können wir unmittelbar sehen, in welchem Teil des Moduls ein Problem vorliegt. Normalerweise erkennen wir auch direkt auf dem Wärmebild dessen Ursache. Denn es gibt viele unterschiedliche denkbare Gründe für Defekte bei Solarmodulen, und jedes einzelne Problem verlangt einen anderen Lösungsansatz."

Die heißen Stellen in Wärmebildern liefern einen Hinweis auf die Ursache. Normalerweise zeigen thermische Auffälligkeiten einen Ertragsverlust des fraglichen Solarmoduls an; in einigen Fällen erreichen heiße Stellen so hohe Temperaturen, dass sie als Sicherheitsrisiko eingestuft werden müssen. Im allgemeinen können diese Probleme gelöst werden. "Nach unserer Erfahrung liegt die Ursache von Problemen häufig im Bereich der Verbindungen. Manchmal verschlechtern sich elektrische Verbindungen leicht im Laufe der Zeit, aber diese Probleme lassen sich oft sehr einfach beheben."



Die Verschattung durch eine Starkstrom-Freileitung verursacht einen umgekehrten Stromfluss. Der Problembereich ist auf dem Wärmebild deutlich als heiße Stelle zu erkennen.



Zwei Zellstränge sind im Wärmebild als heiß zu erkennen, dies deutet auf defekte Bypass-Dioden hin.



Volker Denzler, Thermografieexperte der SOLON Kundendienstabteilung, nimmt Wärmebilder von der Rückseite eines Moduls auf, um Reflexionen zu vermeiden.

Wärmebilder helfen bei der Suche nach der Ursache

Andere mögliche Ursachen für Defekte sind Brüche in Zellen, Brüche in der schützenden Glasschicht, defekte Bypass-Dioden, Abschattung, um nur einige zu nennen. "FLIR-Wärmebildkameras sind zur Zeit die besten Tools auf dem Markt, wenn es darum geht, herauszufinden, was defekt ist, warum ein Modul einen geringeren Ertrag liefert", erläutert Volker Denzler. "Vor allem bei defekten Bypass-Dioden - etwa in Folge eines Gewitters - war es bisher sehr schwierig, das Problem zu erkennen. Auf dem Wärmebild erscheinen defekte Dioden jedoch deutlich. Die Liste ließe sich beliebig fortsetzen. Für alle möglichen Ursachen von Defekten bei Solarmodulen ist die Bestimmung des Temperaturmusters auf dem Modul ein entscheidender Schritt zur Erkennung der Problemursache."

Der Thermografieexperte betrachtet dabei nicht nur das Modul allein. "Wir untersuchen die gesamte Anlage, einschließlich Kabeln, Steckverbindern, Sicherungskästen und Wechselrichtern. Diese Wärmebildkameras von FLIR sind auch ein großartiges Werkzeug für die Instandhaltung elektrischer Systeme im allgemeinen."

Ergonomisches Design

Die zur Zeit für Inspektionen vor Ort eingesetzten Wärmebildkameras der FLIR T-Serie enthalten alle einen ungekühlten Mikrobolometer-Detektor mit einer Auflösung

von 320x240 Pixeln, der klare Wärmebilder mit einer thermischen Empfindlichkeit von unter 50 mK erzeugt. Bei diesen speziell für Instandhaltungsinspektionen entwickelten Kameras wurde auf maximale Benutzerfreundlichkeit geachtet. Sie sind kompakt, extrem leicht und ergonomisch gestaltet.

"Vor allem die neigbare Objektiveneinheit ist sehr praktisch", unterstreicht Volker Denzler. "Wenn wir ein Modul vor Ort untersuchen, versuchen wir normalerweise Aufnahmen von der Rückseite zu machen, sofern die Anlage dies zulässt. Mit der neigbaren Objektiveneinheit können wir bequem die Rückseite eines Solarmoduls betrachten, ohne dass wir uns auf den Boden legen müssen. Durch dieses ergonomische Designmerkmal kann die Wärmebildkamera mühelos in jedem möglichen Winkel auf das Modul gerichtet werden."

Direkte Berichterstellung

Die von SOLON für Inspektionen vor Ort eingesetzte T-Serie von FLIR bietet auch einige

T-Serie: optimal für Inspektionen vor Ort



Bei diesen für Instandhaltungsinspektionen entwickelten Kameras wurde auf maximale Benutzerfreundlichkeit geachtet. Speziell durch die neigbare Objektiveneinheit sind sie sehr ergonomisch einzusetzen.

sehr praktische Funktionen wie Thermal Fusion und Instant Report. "Wir haben Thermal Fusion mehrmals eingesetzt. Diese Funktion zeigt eine Mischung aus Tageslichtbild und Wärmebild in einem einzigen Bild; aber auch die Instant Report Funktion ist sehr praktisch. Bei der Inspektion einer Solaranlage können wir dem Eigentümer oder Manager sofort einige vorläufige Ergebnisse zeigen."

Auf diesen vorläufigen Bericht folgt natürlich noch ein offizieller Bericht. "Zur Berichterstellung setzen wir die FLIR Reporter-Software ein. Mit dieser Software können wir das gewünschte Temperaturintervall mit Hilfe von Level und Span so einstellen, dass die entscheidenden Temperaturunterschiede hervorgehoben werden. Da das Programm zu Microsoft Word kompatibel ist, erstellen wir die Berichte einfach in Microsoft Office Word."

Häufige Fehler

Wärmebildkameras sind einfach zu bedienen. Dennoch müssen Sie genau wissen, was Sie tun. "Ein sehr häufiger Fehler ist die Inspektion eines Solarmoduls, ohne dass die erforderliche Menge von Sonnenlicht auf es scheint. Hier bei SOLON haben wir festgelegt, dass wir thermische Inspektionen nur dann durchführen, wenn die Sonneneinstrahlung 700 W/m² oder mehr beträgt. Diese Lichtmenge ist erforderlich, damit die Solarmodule in einem optimalen Bereich für die Erkennung von Defekten arbeiten" erläutert Volker Denzler.

Ein weiterer Fehler, auf den der Thermografieexperte häufig trifft, hängt mit der Relevanz von Temperaturunterschieden zusammen. "Nicht alle thermischen Effekte weisen zwingend auf einen Defekt hin.



Dieses Bild-im-Bild zeigt eine heiße Zelle, Grund dafür ist ein Schatten des Alarmsystems in der Nähe.

Der Temperaturunterschied muss über einem kritischen Wert liegen, damit er als hinreichender Grund für Reparaturen gelten kann."

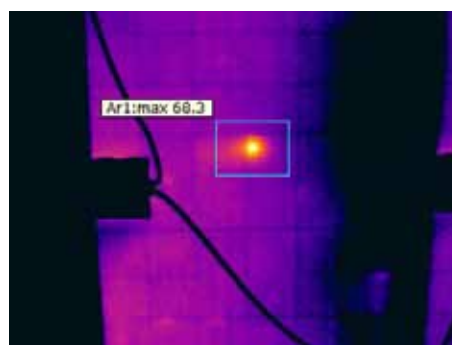
Wartungsvertrag

Nach Ansicht von Volker Denzler werden diese Fehler manchmal von neuen Anwendern gemacht. "Beim Verkauf einer Solaranlage bieten wir auch an, dass wir die Wartung übernehmen, und das schließt Inspektionen mit Wärmebildkameras ein. Einige unserer Kunden beauftragen jedoch nicht SOLON, sondern einen externen Thermografen mit den Inspektionen."

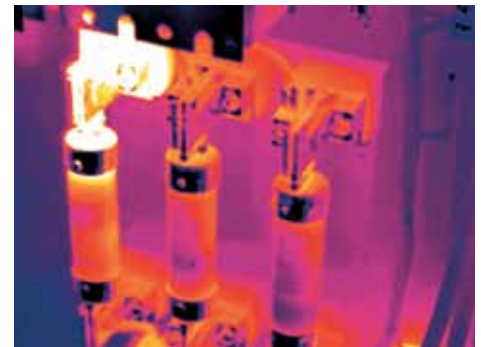
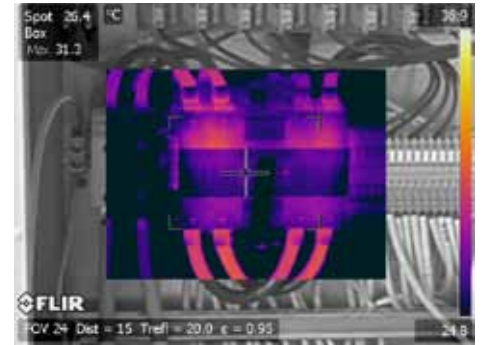
"Es ist schon mehr als einmal vorgekommen, dass wir eine Reklamation von einem Kunden mit einem Thermografiebericht eines externen Thermografen erhalten haben, auf dem 'heiße Stellen' zu sehen waren, und wir aufgefordert wurden, sofort etwas dagegen zu unternehmen", fährt Volker Denzler fort. "Dabei stellt sich dann heraus, dass die Temperaturunterschiede so niedrig sind, dass sie nicht als Hinweis auf einen Defekt verstanden werden können, sondern als normale Schwankung zwischen den Zelltemperaturen, die den Ertrag des Moduls in keiner Weise beeinträchtigt."

Gute Schulung ist wichtig

"Glücklicherweise bietet FLIR Systems gute Schulungen an, welche die SOLON-Mitarbeiter davor bewahren, solche Fehler zu machen", betont der Thermografieexperte. FLIR Systems kooperiert mit dem Infrared Training Center (ITC), um regelmäßige Schulungen speziell für Anwendungen in diesem Bereich anzubieten. "Unser Unternehmen wächst ständig, und neue Mitarbeiter setzen die Wärmebildkameras ein, die wir gekauft haben. Wir können jedoch sicherstellen, dass alle Bediener unserer Wärmebildkameras mindestens eine grundlegende Thermografieschulung des ITC erhalten haben sowie ein zusätzliches internes Training, das auf die Solaranlagen von SOLON abgestimmt ist."



Dieses Wärmebild zeigt einen Schaden in einer einzelnen Zelle.



Die Wärmebildkameras der FLIR T-Serie können für mehr als nur Inspektionen von Solarmodulen eingesetzt werden; bei SOLON werden diese Kameras verwendet, um die gesamte Solaranlage zu untersuchen, einschließlich Kabeln, Steckverbindern, Sicherungskästen und Wechselrichtern - mit anderen Worten: das gesamte System.

FLIR Systems: ein guter und langfristiger Partner

Gleich ob es um Qualitätskontrolle während des Produktionsprozesses oder um Wartungsinspektionen von Modulen und der Infrastruktur der Anlage geht, FLIR-Wärmebildkameras sind, laut Volker Denzler, ein hervorragendes Werkzeug, wenn es darum geht, die relevanten Informationen zu erhalten. Aber das ist noch nicht alles: FLIR ist auch auf lange Sicht ein hervorragender Partner.

"Die Kombination aus gutem Service, hervorragenden Schulungen und natürlich bislang unerreichter Kameraqualität im Bereich Wärmebildtechnik macht FLIR Systems zum perfekten Partner für uns", schließt Volker Denzler. "Wenn bei uns der Kauf einer neuen Wärmebildkamera ansteht, wird es mit Sicherheit wieder eine FLIR-Kamera."



viZaar industrial imaging AG
 Hechinger Straße 152
 D-72461 Albstadt
 Fon: 0 74 32 / 98 37 5-0
 Fax: 0 74 32 / 98 37 5-50
 info@thermografie-xtra.de
 www.thermografie-xtra.de