

# Hochauflösende Wärmebildkameras bieten mehr thermische Details für den Einsatz in Forschung und Entwicklung

Bei der Entwicklung und Überprüfung von Leiterplattenprototypen, Entwicklung neuer Produkte oder neuer Produktmaterialien oder bei der Analyse von laminaren Strömungen an Aerodynamikbauteilen spielt die Thermografie eine entscheidende Rolle. Die Analyse von Eigenschaften wie Temperatur, Wärmeabgabe, latente Wärme und anderen wärmebedingten Materialeigenschaften kann zahllose mögliche Probleme in einem frühen Stadium des Entwicklungsprozesses offenbaren, sodass die Qualität gewährleistet und spätere Ausfälle vermieden werden können. Mithilfe dieser Technik besteht die Möglichkeit, bei einer großen Vielfalt von Anwendungen wertvolle Einblicke zu gewinnen, die bei der Materialanalyse, Gestaltung von Komponenten und bei gesteuerten chemischen Reaktionen von großem Wert sind.



Wärmebildkameras sind die idealen Hilfsmittel in der Forschung und bei der Fehlersuche und Analyse im Früh- und Spätstadium der Entwicklung, da sie thermische Daten erfassen, ohne dass hierzu eine physische Berührung des Messobjekts und ein Eingriff in den Prozess notwendig sind. Das Verständnis der in einer Situation tatsächlich ablaufenden Vorgänge hängt oftmals vom richtigen Verständnis und der richtigen Steuerung von Variablen ab, die einen Einfluss auf den Prüfling ausüben. Durch eine berührungslos arbeitende Wärmebildkamera zur Dokumentation und Messung des Betriebsverhaltens oder von Änderungen bei den thermodynamischen Eigenschaften eines Messobjekts werden oftmals Abweichungen beseitigt, die bei der Temperaturmessung mittels Kontakt durch RTD oder Thermoelement verursacht werden.

Außerdem können mit einer Wärmebildkamera gleichzeitig weitaus mehr Datenpunkte erfasst werden, als dies mit physischen

Sensoren jemals möglich wäre. Diese gleichzeitig erfassten Datenpunkte ergeben zu jedem Zeitpunkt ein detailliertes Falschfarbenbild der Temperaturverteilung. Dies ist für Ingenieure und Wissenschaftler von unschätzbarem Wert, die mit den Grundlagen der Thermodynamik und Wärmeströmung vertraut sind und über Spezialkenntnisse des zu prüfenden Materials oder Entwicklungsmusters verfügen.

## **Details und Genauigkeit, die Sie benötigen.**

Untersuchungen und Analysen mittels Wärmebildern werden in F&E in zahlreichen Anwendungsgebieten eingesetzt, zum Beispiel bei der Erkennung von thermischen Unregelmäßigkeiten an Leiterplattenkomponenten, zur Überwachung von Phasenänderungen beim Spritzgießen und zur zerstörungsfreien Analyse mehrschichtiger Verbundwerkstoffe oder von Kohlefaserbauteilen. Obwohl es sich hierbei um sehr unterschiedliche Anwendungsgebiete handelt, sind Wärmebildkameras mit hoher

## **Die sechs WICHTIGSTEN**

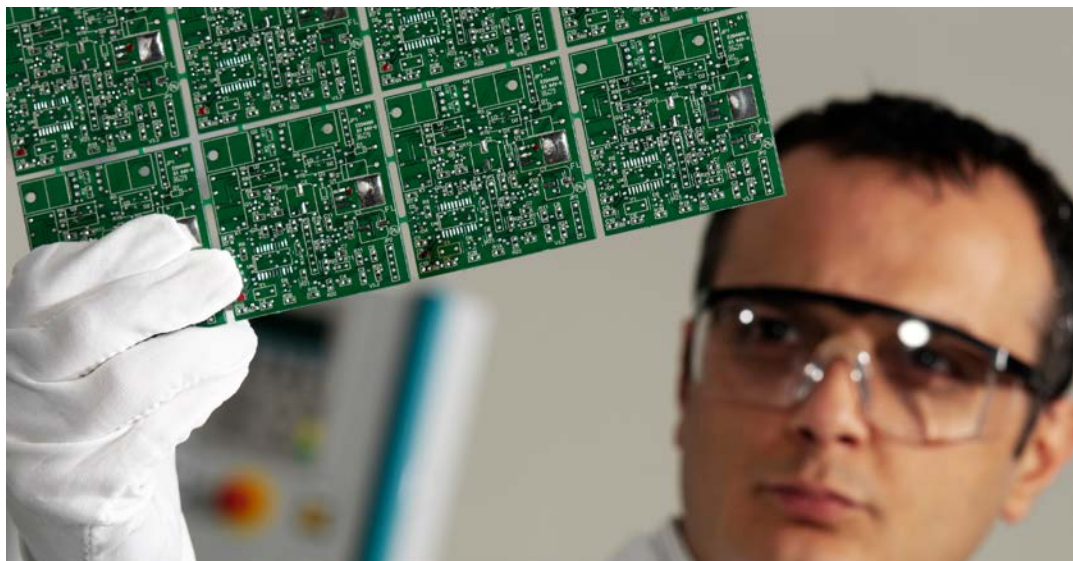
### **Anwendungsgebiete in F&E für diese Wärmebildkameras der Expert Serie**

1. **Forschung und Entwicklung im Bereich Elektronik**
2. **Werkstofftechnik**
3. **Chemie und Biologie**
4. **Produktentwicklung und -validierung**
5. **Geothermie, Geologie und Geowissenschaften**
6. **Aerodynamik und Luft- und Raumfahrt**

Genauigkeit, ausgezeichneter räumlicher und messtechnischer Auflösung, hoher thermischer Empfindlichkeit und kurzen Ansprechzeiten nutzbringend einsetzbar.

Die neuen Wärmebildkameras von Fluke bieten alle diese Eigenschaften in Verbindung mit vielseitig nutzbaren Funktionen, die bei vielen Anwendungen in F&E unverzichtbar sind. Eine hohe Auflösung in Verbindung mit wahlweise erhältlichen Makroobjektiven ermöglicht Nahaufnahmen mit hoher Detailtreue und hohem Informationsgehalt einschließlich der Berechnung der Temperatur bei jedem Pixel. Einzelne Bilder können eine Fülle von Daten liefern. Durch die Aufnahme mehrerer Bilder oder die Übertragung radiometrischer Daten erhöht sich die Datenmenge exponentiell. Mitarbeiter in Forschung und Entwicklung wissen gut verwertbare, exakte und analysierbare Daten zu schätzen. Mit der im Lieferumfang enthaltenen Software SmartView® können Benutzer auf diese Daten zugreifen und sie exportieren, um sie mit eigenen Analysewerkzeugen und Algorithmen zu untersuchen.

Die extrem hohe thermische Empfindlichkeit dieser Wärmebildkameras in Verbindung mit der beispiellosen räumlichen Auflösung ermöglicht eine Analyse der Wärmestrahlung, die mit den meisten erhältlichen Produkten bisher nicht möglich war. Dadurch können verschiedene Materialeigenschaften gründlicher und genauer analysiert werden.



## Die sechs wichtigsten Anwendungsgebiete

### Forschung und Entwicklung im Bereich Elektronik

- Suche nach Problemen durch zu hohe Temperaturen
- Charakterisierung des thermischen Verhaltens von Komponenten, Leitern und Halbleitersubstraten
- Festlegung entsprechender Zykluszeiten
- Analyse der Auswirkungen auf die Baugruppe
- Validierung vorausberechneter thermischer Modelle
- Bewertung von Folgeschäden aufgrund geringer Abstände zwischen Wärmequellen

### Werkstofftechnik

- Analyse von Phasenänderungen
- Analyse der durch Restwärme oder wiederholte Wärmeeinwirkung verursachten Belastung
- zerstörungsfreie Prüfung einschließlich der Untersuchung und Analyse von Delaminierung, Fehlstellen, Feuchtigkeitseinschlüssen und Belastungsbrüchen bei Verbundwerkstoffen
- Analyse der Oberflächenabstrahlung

### Chemie und Biologie

- Überwachung exothermer und endothermer chemischer Reaktionen
- Analyse biologischer Prozesse
- Überwachung und Analyse von Auswirkungen auf die Umwelt
- Pflanzen- und Vegetationserforschung

### Produktentwicklung und -validierung

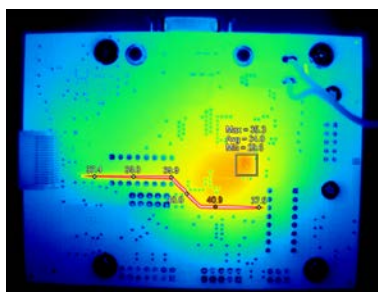
- Charakterisierung des thermischen Verhaltens eines Produkts
- Charakterisierung von Materialeigenschaften in einem Produkt
- schnelle Überwachung und Analyse des thermischen Verhaltens eines Produkts

### Geothermie, Geologie und Geowissenschaften

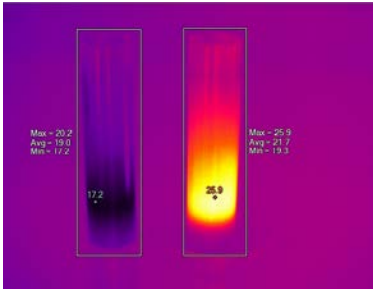
- Überwachung und Analyse geothermischer Formationen und Prozesse
- Vulkanforschung

### Aerodynamik und Luft- und Raumfahrt

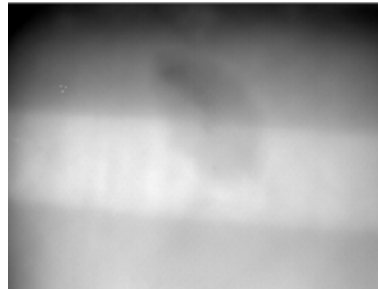
- Charakterisierung und Analyse von laminaren Strömungen
- zerstörungsfreie Prüfung von Verbundwerkstoffen und -strukturen
- Belastungs- und Verformungsanalyse
- Analyse des Betriebsverhaltens von Antriebssystemen



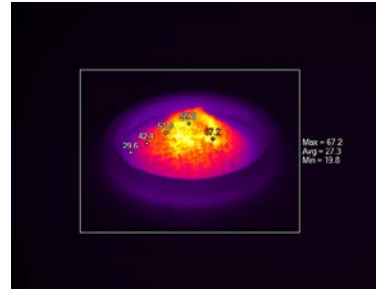
Thermische Analyse eines Leiterplattenlayouts auf Bereiche mit eventuellen Problemen



Thermischer Vergleich zwischen einer kontrollierten endothermen chemischen Reaktion (links) und einer kontrollierten exothermen chemischen Reaktion (rechts)



Delaminierung und mehrere feine Löcher am Propellerflügel eines Drehflüglers



Analyse einer bei Handwärmern verwendeten Materialverbindung

## Einige Beispiele des zusätzlichen Nutzens von thermografischen Untersuchungen

### Analyse von Leiterplatten

- Suche nach Problemen durch zu hohe Temperaturen –** Entwicklungsingenieure müssen Hochleistungstransformatoren, die viel Wärme erzeugen, schnelle Mikroprozessoren und Analog-Digital- oder Digital-Analog-Signalwandler oft in sehr kleinen Gehäusen unterbringen.
- Festlegung entsprechender Zykluszeiten –** Wenn Sie mit der Wärmebildkamera die Temperatur eines Lötpunkts während der Abkühlung messen, können Sie Zykluszeiten bei automatisierten Systemen festlegen. Mithilfe von Sprach- oder Textnotizen können Sie die Messwerte mit wichtigen Anmerkungen zur späteren Verwendung versehen.
- Analyse der Auswirkungen auf die Baugruppe –** Sie können in verschiedenen Stadien des Entwicklungs- und Fertigungsprozesses Qualitätsuntersuchungen durchführen, um Probleme rechtzeitig zu erkennen und dadurch verursachte spätere kostspielige Ausfälle von Komponenten zu vermeiden.
- Validierung von thermischen Modellen –** Mithilfe von Software zur thermischen Modellierung lässt sich gut abschätzen, was später bei der Bestückung einer Leiterplatte geschieht, aber dies ist nach wie vor eine Simulation. Sie können diese Ergebnisse leicht überprüfen, indem Sie das thermische CAD-Modell mit den von der Wärmebildkamera gemessenen Werten vergleichen, wenn die Leiterplatte bestückt ist und die Komponenten mit Strom versorgt werden. Anschließend können Sie ein Wärmebild des fertigen Prototyps im Betrieb aufnehmen,

die Ergebnisse mit dem Modell vergleichen und feststellen, wie gut das Modell der Wirklichkeit entspricht.

- Bewertung von Folgeschäden –** Die von einer Leiterplatte erzeugte Wärme kann das Betriebsverhalten anderer Komponenten im System beeinträchtigen, wenn beispielsweise eine LCD-Anzeige zu warm oder die mechanische Funktion beeinflusst wird. Zur Vermeidung derartiger Folgen können Sie die Wärmeabgabe der gesamten Baugruppe und die daraus entstehende Beeinträchtigung anderer Teile des Systems analysieren. Nehmen Sie zu diesem Zweck zunächst ein Wärmebild der eingeschalteten Baugruppe auf, während die Baugruppenabdeckung montiert ist. Das Wärmebild zeigt die Temperaturen aller mit Strom versorgten Komponenten an. Entfernen Sie dann die Abdeckung und zeichnen Sie ein radiometrisches Video der Temperaturabnahmekurve auf. Anschließend können Sie eine Gruppe von Punkten mit den höchsten Temperaturen in eine Tabellenkalkulationssoftware exportieren und die entstandene Kurve rückwärts bis zum Zeitpunkt null extrapolieren, um so die Temperatur der Komponente vor dem Abnehmen der Abdeckung zu ermitteln.

### Werkstofftechnik

- Analyse von Phasenänderungen –** Die Phasenänderung eines Produkts von fest in flüssig erfordert oftmals eine große Wärmemenge, während die Änderung von flüssig in fest mit der Freisetzung einer großen Menge latenter Wärme verbunden ist. Wenn diese zusätzliche Wärme nicht beim Phasenänderungsprozess

berücksichtigt wird, kann dies zur Verformung von Teilen führen. Hervorgerufen wird dies dadurch, dass das Material länger als vermutet im flüssigen Zustand bleibt, während durch das Teil nach wie vor Wärme abgegeben und das Teil dadurch verformt wird. Die Überwachung des Phasenänderungsprozesses mit einer Wärmebildkamera verschafft Ihnen ein exaktes Bild von der Dauer der Phasenänderung, sodass Sie die Anwendung entsprechend anpassen können.

- Belastung durch Restwärme –** Diese Belastung kann für ein Produkt entweder von Vorteil sein oder aber zur Verformung oder zum Bruch führen, wenn Probleme bei den Werkstoffen oder bei der Erwärmung und Abkühlung auftreten. Mit einer Wärmebildkamera können Sie den tatsächlichen Produktionsprozess im Vergleich zum thermischen Modell analysieren und unter Umständen Abweichungen feststellen, die einen Einfluss auf die Produktqualität haben.

Die extrem hohe Auflösung der Fluke Wärmebildkameras ermöglicht die Anzeige kleiner Komponenten und ihrer Anschlusspunkte, sodass Sie heiße Stellen lokalisieren und die Auswirkungen der Wärme auf andere Komponenten analysieren können.

- **Zerstörungsfreie Prüfung von Komponenten aus Verbundwerkstoffen** – Durch die Aufnahme von Komponenten aus Verbundwerkstoffen mit einer hochauflösenden Wärmebildkamera lassen sich verborgene Defekte wie zum Beispiel Risse, Fehlstellen, Delaminierung und Ablösung von Klebeverbindungen erkennen.
- **Analyse der Wärmestrahlung** – Die extrem hohe Temperaturempfindlichkeit und die beispiellose räumliche Auflösung der Fluke Wärmebildkameras ermöglichen eine gründliche und exakte Analyse der Wärmestrahlung, die mit den meisten erhältlichen Produkten bisher nicht möglich war.



## Halten Sie Ihre Entwicklungsprozesse mit Fluke Wärmebildkameras auf dem neuesten Stand

Sorgen Sie dafür, dass Ihre Forschung oder Produktentwicklung nicht behindert wird, weil Sie kein geeignetes Messgerät zur Erkennung und quantitativen Bewertung von Wärmeproblemen haben. Fluke Wärmebildkameras bieten ein hohes Maß an Detailtreue, sodass Sie thermische Probleme schnell finden und dokumentieren können\*:

- **Hohe Auflösung** – Im SuperResolution-Modus viermal höhere Auflösung und Pixelzahl; dadurch gestochen scharfe Bilder, auf denen Sie alle Einzelheiten erkennen können.
- **Verschiedene Möglichkeiten der Anzeige** – handliche Wärmebildkameras mit einem um 240° schwenkbaren 14,2 cm/5,6"-Bildschirm oder stationäre Wärmebildkameras, die die Messdaten kontinuierlich zum Computer übertragen
- **Vielseitig nutzbare Fokussierfunktionen** – zur schnellen und exakten Aufnahme stets scharfer Bilder, sodass Sie Zeit sparen, mehr Details sehen und kleine Änderungen überwachen können.
- **Maximale Flexibilität bei den Objektiven** – leicht auswechselbare optionale Objektive, u. a. Makro-, Tele- und Weitwinkelobjektive, zur Aufnahme hochauflösender Bilder.
- **Radiometrische Aufzeichnung in Echtzeit** – mit Sprach- und Textnotizen zur leichteren Kennzeichnung von Stellen, die eingehender untersucht werden müssen, und zur Analyse thermischer Prozesse und Änderungen anhand einzelner Bilder.
- **Differenzvergleich (Subtraktion)** – zur Festlegung eines Ausgangszustandes und anschließender Analyse der Temperaturunterschiede, die nach diesem Zeitpunkt aufgetreten sind.
- **Unterfensteroption zur Erkennung plötzlicher Änderungen mithilfe schneller Thermografie** – (beim Kamera Kauf wählbare Option). Mit der Option können Sie viele Bilderdaten pro Sekunde dokumentieren und analysieren, um plötzliche Temperaturänderungen besser zu verstehen.
- **Weiter Temperaturbereich** – von -40 °C bis 2000 °C, sodass Sie auch bei extrem hohen Temperaturen Untersuchungen durchführen können.
- **Datenanzeige und -analyse auf dem PC in Echtzeit** – Mit der im Lieferumfang enthaltenen Software SmartView können Sie Bilder optimieren und analysieren sowie Untersuchungsberichte schreiben. Außerdem können Sie Untersuchungsergebnisse im Tabellenkalkulationsformat exportieren, wenn Sie eine eingehendere Analyse durchführen oder die Daten in anderer Form darstellen möchten.
- **Integrierte MATLAB®- und LabVIEW®-Werkzeuge** – zur einfachen Übertragung von Wärmebilddaten in Software, die F&E-Experten jeden Tag nutzen

\*Nicht alle Funktionen sind bei allen Fluke Wärmebildkameras erhältlich. Weitere Informationen über Wärmebildkameras erhalten Sie auf der Fluke Website oder bei Ihrem Fluke Vertriebspartner.



## Erweitern Sie Ihre Möglichkeiten mit der Fluke Connect® Wireless-Funktion<sup>1</sup>

Mit der Fluke Connect App können Sie Bilder und Messwerte von Fluke Wärmebildkameras in Echtzeit auf autorisierte Smartphones oder Tablets übertragen, auf denen die Fluke Connect Mobile App installiert ist. Zudem können Sie Messergebnisse sofort mit Teammitgliedern teilen, um die Zusammenarbeit zu fördern und Probleme schneller zu lösen. Mit Fluke Connect® Assets können Sie Bilder Geräten und Anlagen zuordnen, Ihre Bilder und andere Messwerte nach Geräten und Anlagen geordnet anzeigen und Berichte erstellen, die auch andere Messungen enthalten. Weitere Informationen finden Sie unter [www.flukeconnect.com](http://www.flukeconnect.com).

<sup>1</sup>Im Funkausbreitungsbereich des Diensteanbieters. Fluke Connect® und Fluke Connect® Assets sind nicht in allen Ländern verfügbar. Das Smartphone ist nicht im Lieferumfang enthalten.

## Schauen Sie, was Ihnen entgehen kann

Ob Sie das nächste mobile Gerät entwickeln, PKWs verkleinern oder ein neues festeres und leichteres Polymer entwickeln, Sie sollten Sie dafür sorgen, dass Sie die besten Temperaturmessdaten zur Verfügung haben, die Sie bekommen können. Die Fluke Wärmebildkameras bieten die beste Bildauflösung, Detailtreue und Genauigkeit der Temperaturwerte, Geschwindigkeit und die Flexibilität, die Sie zur Erfüllung Ihrer Aufgaben benötigen.

Wenn Sie mehr darüber wissen möchten, wie diese vielseitig einsetzbaren, hochauflösenden und sehr genauen Wärmebildkameras dazu beitragen können, schneller noch bessere Produkte zu entwickeln, wenden Sie sich bitte an Ihren Fluke Vertriebspartner, oder besuchen Sie uns unter [www.fluke.com/infrared](http://www.fluke.com/infrared).



**CalPlus GmbH**  
Zentrale Berlin  
Heerstraße 32 • 14052 Berlin  
Tel.: 030 214982-0 • Fax: 030 214982-50  
office@calplus.de • www.calplus.de

**CalPlus GmbH**  
Niederlassung ScopeShop  
Normannenweg 30 • 20537 Hamburg  
Tel.: 040 3039595-0 • Fax: 040 3039595-50  
scopeshop@calplus.de • www.calplus.de

## Fluke. Damit Ihre Welt intakt bleibt.

**Fluke Deutschland GmbH**  
In den Engematten 14  
79286 Glottertal  
Telefon: 0 69 2 2222 0203  
Telefax: 0 76 84 800 9410  
E-Mail: CS.Deutschland-ELEK@Fluke.com  
E-Mail: CS.Deutschland-INDS@Fluke.com  
Web: www.fluke.de

**Technischer Beratung:**  
Beratung zu Produkteigenschaften,  
Spezifikationen, Messgeräte und  
Anwendungsfragen  
Tel.: +49 (0) 7684 8 00 95 45  
E-Mail: techsupport.dach@fluke.com

**Fluke Austria GmbH**  
Liebermannstraße F01  
2345 Brunn am Gebirge  
Telefon: +43 (0) 1 928 9503

Telefax: +43 (0) 1 928 9501  
E-Mail: roc.austria@fluke.nl  
Web: www.fluke.at

**Fluke (Switzerland) GmbH**  
Industrial Division  
Hardstrasse 20  
CH-8303 Bassersdorf  
Telefon: +41 (0) 44 580 7504  
Telefax: +41 (0) 44 580 75 01  
E-Mail: info@ch.fluke.nl  
Web: www.fluke.ch

©2018 Fluke Corporation. Alle Rechte vorbehalten. Änderungen vorbehalten.  
2/2018 6010556a-ger

Dieses Dokument darf nicht ohne die schriftliche Genehmigung der Fluke Corporation geändert werden.