

## Hochauflösende bildgebende Messtechnik für F&E

Wärmebild- und Akustik-Kameras. • Thermische F&E Test-Plattform. • Makro-Objektive für alle Details.



**FOTRIC**

Authorized Distributor

MEILHAUS ELECTRONIC GmbH  
Am Sonnenlicht 2  
82239 Alling/Germany

Fon +49 (0) 81 41 - 52 71-0  
Fax +49 (0) 81 41 - 52 71-129  
E-Mail sales@meilhaus.de

[www.meilhaus.de](http://www.meilhaus.de)



# FOTRIC F&E - Lösungen für den Test elektronischer Produkte

Bei der Herstellung von Elektronik-Produkten sind umfangreiche Prüfungen und Optimierungen erforderlich. Leiterplatten- und Chip-Tests sowie Halbfertig- und Endprodukt-Tests sind entscheidende Schritte, um die Qualität solcher Produkte zu gewährleisten. Die Temperatur-Schwankungen im Laufe der Zeit während dieser Tests dienen als eines der grundlegenden Kriterien für die Bewertung der Produkt-Stabilität. Denn Produkt-Zuverlässigkeit und -lebensdauer sind eng mit der Temperatur verbunden.

## Entwurf elektronischer Schaltkreise

Als Träger für verschiedene Komponenten und Knotenpunkt für die Übertragung von Schaltsignalen sind Leiterplatten (Printed Circuit Boards, PCBs) heute der wichtigste und kritischste Teil elektronischer Produkte. Ihre Qualität entscheidet direkt über die Gesamtqualität und Zuverlässigkeit des kompletten Geräts.

### Probleme, mit denen Anwender umgehen müssen:

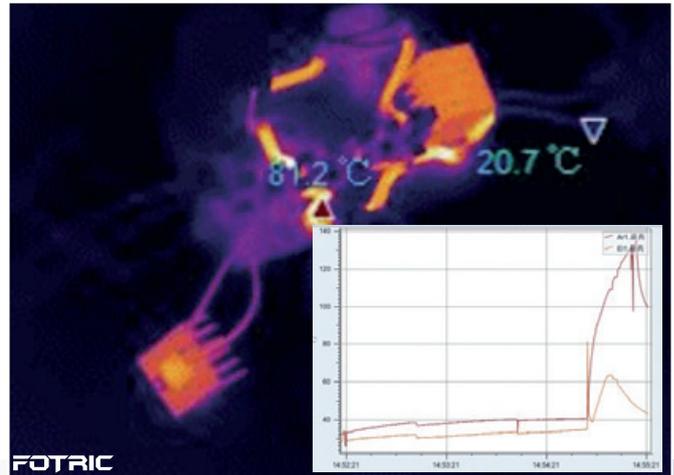
- Rationelle Anordnung der Komponenten: Hochleistungskomponenten erzeugen erhebliche Wärme. Die richtige Anordnung dieser Komponenten kann dazu beitragen, die Wärmebelastung auszugleichen.
- Identifizierung überhitzter Komponenten: Eine falsche Auswahl und Kennzeichnung von Bauteilen kann zu einer längeren Überhitzung führen, was den „Weakest-Link-Effect“ (Effekt des schwächsten Glieds) zur Folge hat, der den Ausfall der Leiterplatte beschleunigt.
- Kalte und fehlerhafte Lötstellen: Schlechte Verbindungen können zu unvorhersehbaren Fehlfunktionen führen, was die Kosten für den Kundendienst erhöht.
- Optimierung der Wärmeableitung: Identifizieren von Bereichen mit hoher thermischer Belastung, Bewertung der Effektivität bestehender Wärmeableitungsdesigns und Treffen von Verbesserungsmaßnahmen.
- Kurzschlüsse: Ein kritischer Konstruktionsfehler, der um jeden Preis vermieden werden muss.

## Schaltungsanalyse und Prüfung

### Thermische Studie einer PFC-Wandlerplatine

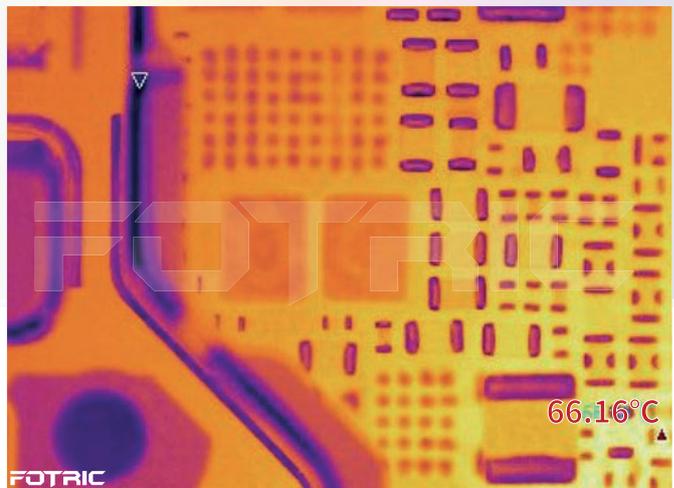
Bei der Schaltungsentwicklung ist es notwendig, den Trend der Temperatur-Schwankungen auf der gesamten Leiterplatte zu überwachen. Das Bild rechts oben zeigt einen Screenshot aus einem PFC-Wechselrichter-Testvideo. Es stellt dar, dass die Gleichrichterbrücke während des Betriebs beschädigt wurde, wodurch die DSP-Temperatur anstieg.

Der Prozess des Temperaturanstiegs der Gleichrichterbrücke dauert nur etwa 300 ms und lässt sich daher nur schwer mit Fotos erfassen. Mit Wärmebild-Videos über die komplette Abstrahlung können jedoch die Temperatur-Änderungen und -verteilung während des Einschaltvorgangs in Echtzeit aufgezeichnet werden. Die Kurven des Temperaturanstiegs können jederzeit überprüft werden, und das Video kann später auf Probleme analysiert werden, was die Fehlererkennung und die Verbesserung des Designs erleichtert.



### Analyse und Prüfung von Schaltkreisen

Zur Erkennung von Leckagen auf der Leiterplatte kann eine Wärmebildkamera geringfügige Temperaturänderungen genau erkennen. Auf dem Wärmebild rechts/mitte zeigt der Bereich in der unteren rechten Ecke eine leicht erhöhte Temperatur, die auf eine kleine Leckage auf der Leiterplatte zurückzuführen ist, die eine Erwärmung verursacht.



## Thermische Analyse

### Überwachung der Leiterplattentemperatur

Bei der routinemäßigen Temperaturüberwachung von Leiterplatten können die FOTRIC-Wärmebildkameras die gesamten Temperaturdaten der Leiterplatte in einem einzigen Scan erfassen und speichern. Dies ermöglicht eine effiziente, umfassende Erfassung der Temperaturverteilung auf der Leiterplatte ohne blinde Flecken. Es hilft, die Anordnung der Heizkomponenten und das thermische Design auf ihre Angemessenheit hin zu überprüfen und die Konzentration von Komponenten mit hoher Leistung zu verhindern, die die Wärmeableitung negativ beeinflussen könnten (Bild rechts unten).

### Thermische Analyse von integrierten Leiterplatten

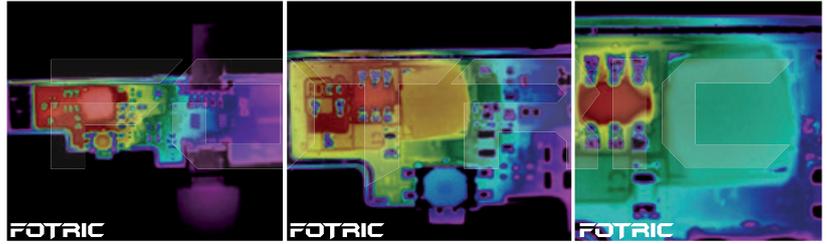
In der Phase des Schaltungsentwurfs ist die thermische Analyse ein entscheidender Schritt. FOTRIC-Wärmebildkameras können die Temperatur der gesamten Leiterplatte in Echtzeit überwachen und die Trends der Temperaturschwankungen visuell darstellen. Sie können Bereiche mit hoher thermischer Belastung genau



lokalisieren, die Wirksamkeit bestehender thermischer Designs bewerten und die rationelle Anpassung von Layouts und die Verbesserung von Wärmeableitungs-Strukturen erleichtern.

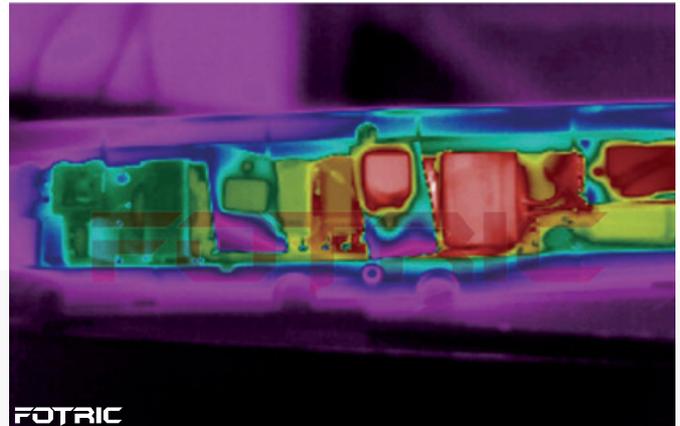
## Forschung zur thermischen Analyse von PCB-Chips

Die Infrarot-Wärmebildkamera ermöglicht eine berührungslose Temperaturmessung, die das Temperaturfeld des Zielobjekts nicht beeinflusst und kein Risiko eines Stromschlags birgt. Sie kann auf Temperaturänderungen in Echtzeit reagieren. In Verbindung mit einem Makroobjektiv ermöglicht sie eine bessere Prüfung der Erwärmungsbedingungen von Chips. Auf dem Bild rechts oben erreicht die höchste Temperatur des Chips 170°C, was auf ein mögliches Problem mit dem Chip oder dem an die Stromanschlüsse des Chips angeschlossenen Widerstands hinweist.



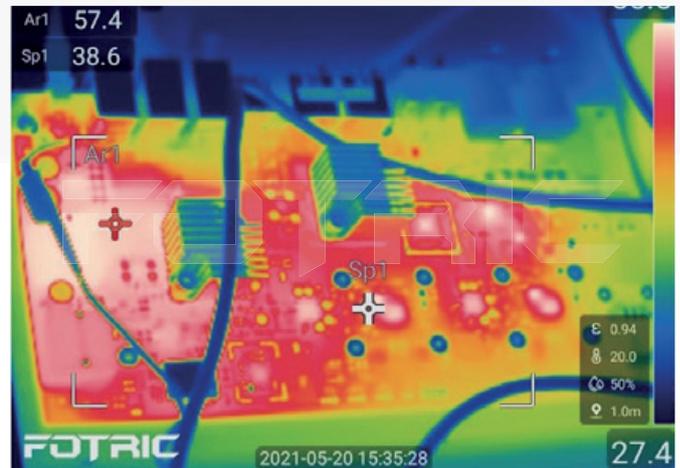
## Thermische Analyse des Kühlkörpers

Der Kühlkörper ist ein wesentlicher Bestandteil des Kühlsystems. Die Effektivität eines Kühlkörpers wird weitgehend durch seine Wärmeaufnahme- und Wärmeleitfähigkeiten bestimmt. FOTRIC-Wärmebildkameras geben einen klaren Überblick über die Wärme-Ableitungsleistung von Kühlkörpern und erleichtern so den Vergleich der Kühleffizienz von Kühlkörpern mit unterschiedlichen Materialien und Strukturen (zweites Bild rechts).



## Alterungstest von Leiterplatten

Während des Alterungstests von Leiterplatten ist es erforderlich, die Temperatur der Leiterplatte zu überwachen. Der Einsatz einer FOTRIC-Wärmebildkamera ermöglicht die Echtzeit-Überwachung der Temperatur während des Alterungsprozesses und die Beobachtung der Temperaturschwankungen, um die Leistung des Produkts zu bewerten. Sie hilft auch, eine Überhitzung während des Alterungsprozesses zu verhindern (drittes Bild rechts).



## MLCC-Kondensator-Heultest

Keramische Mehrschichtkondensatoren (MLCCs) werden häufig in elektronischen Schaltungen eingesetzt. Unter bestimmten Bedingungen können sie jedoch aufgrund des piezoelektrischen Effekts hörbare Geräusche erzeugen, ein Phänomen, das als „MLCC-Heulen“ bezeichnet wird. Dieses Problem kann zu einer Instabilität des Schaltkreises und zu Unannehmlichkeiten für den Benutzer führen. Die Erkennung und Analyse dieses Störgeräusches ist entscheidend für die Gewährleistung der Produktzuverlässigkeit. Der akustische Imager von Fotric ist in der Lage, hochfrequente Schallemissionen zu erkennen. Durch den Einsatz einer akustischen Kamera können Ingenieure die Quellen des MLCC-Heulens effizient lokalisieren und potenzielle Fehlermechanismen analysieren. Dieser Ansatz bietet eine berührungslose, hochpräzise Methode zur Verbesserung des Schaltungsdesigns und der Produktqualität (Bild rechts unten).



## Chipentwicklung und -prüfung

Ein weiterer zentraler und entscheidender Bestandteil elektronischer Schaltungen in elektronischen Produkten sind die Chips. Die Temperatur eines Chips kann seine Leistung und Lebensdauer erheblich beeinträchtigen. Daher wird bei der Chipentwicklung große Aufmerksamkeit auf die Überwachung der Temperatur bzw. der Temperaturschwankungen in bestimmten Bereichen des Chips gelegt.

### Zu lösende Anforderungen:

- Temperatur der internen Pins oder Verbindungen des „unverpackten“ Chips: Dieser Bereich ist im Allgemeinen sehr fein. Daher ist es wichtig, übermäßige Temperaturen zu vermeiden, die zum Schmelzen führen könnten.

- Temperaturverteilung im Inneren des „unverpackten“ Chips: Untersuchung, ob die Temperaturverteilung gleichmäßig ist und den geforderten Spezifikationen entspricht oder ob sie zu hoch ist.
- Oberflächentemperatur-Verteilung des Chips: Untersuchen der Betriebstemperatur unter verschiedenen Einsatzbedingungen.

## Prüfung der Chipleistung

### SMD-Sicherungen - Sicherungstest

SMD-Sicherungen werden zum Schutz von Leiterplatten verwendet. Wenn der Strom einen bestimmten Schwellenwert überschreitet, schmilzt die Sicherung, um die Schaltung zu schützen. Das Bild rechts zeigt ein Wärmebild einer oberflächenmontierten Sicherung, die bei 300°C schmilzt. Die Sicherung schmilzt vollständig, mit einem sauberen und gleichmäßigen Bruch ohne jegliche Anhaftung, und schützt so die Leiterplatte effektiv.

Einige SMD-Sicherungen schmelzen jedoch erst bei 500°C vollständig. Während der Prüfung muss die Temperaturänderungen der SMD-Sicherungen in Echtzeit überwacht werden.

FOTRIC-Wärmebildkameras können die Temperaturveränderungen und -verteilungen von SMD-Sicherungen während des Schmelzvorgangs visuell darstellen und so dazu beitragen, das Design zu verbessern und sicherzustellen, dass die Sicherungen bei Bedarf sofort schmelzen und die dahinter liegenden Schaltungen schützen.

### Prüfung eines LED-Leistungschips

Das dritte Bild rechts zeigt die Prüfung eines LED-Leistungschips mit einer Chipgröße von 1 mm \* 1 mm. Bei diesem Chip muss nicht nur die Temperaturkonstanz der Metallteile sichergestellt werden, sondern auch die Temperaturkonstanz der nichtmetallischen Teile.

Aufgrund der geringen Größe des Chips können Kontaktmessungen die Temperatur des Chips durch Kontaktmaterialien leicht verändern. FOTRIC-Wärmebildkameras verwenden eine berührungslose Temperaturmessung, bei der die Temperatur des Chips nicht verändert wird. Sie liefern ein sichtbares und genaues Ergebnis.

### Belastungsprüfung von Chips

Das vierte Bild rechts zeigt einen Kondensator-Stresstest, bei dem die Kondensatorlast allmählich erhöht wird, während die Temperaturänderungen und -verteilung beobachtet werden. Der Übergang des gesamten Kondensators vom Normalbetrieb zum Ausfall wird überwacht.

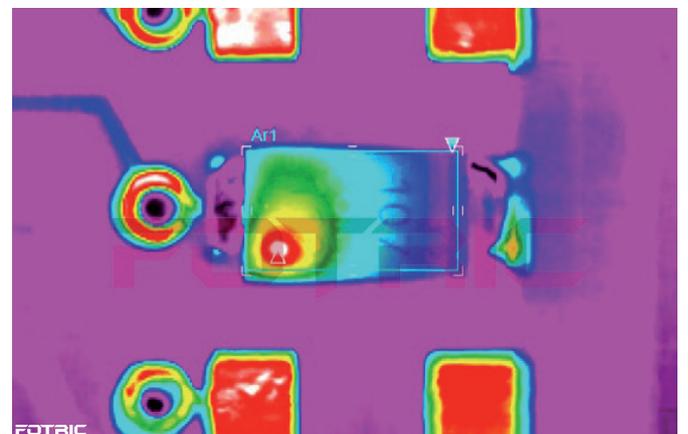
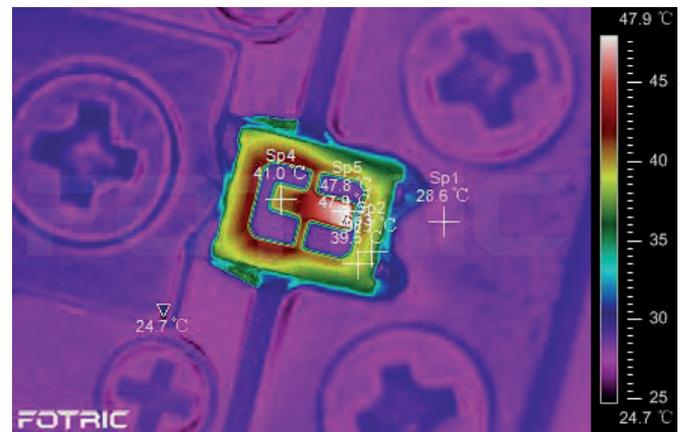
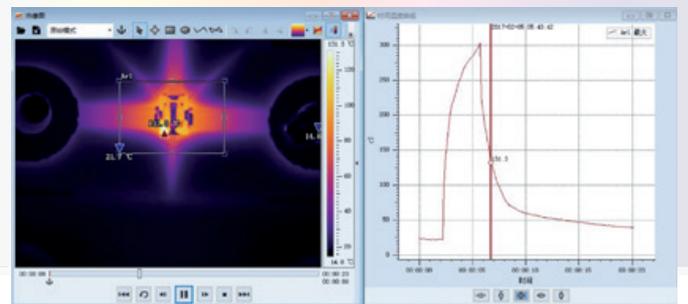
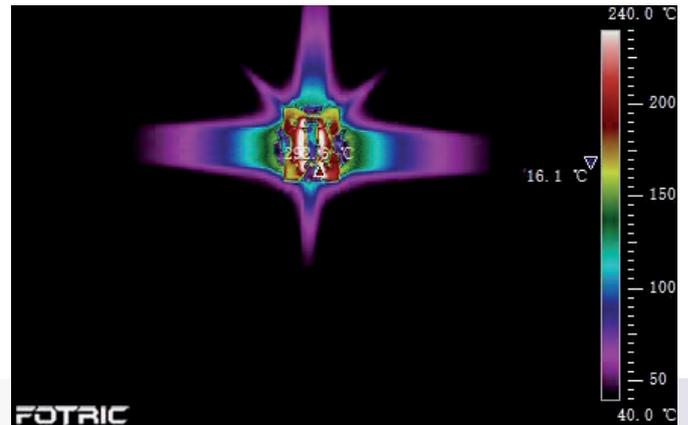
## Prüfung von „unverpackten“ Chips

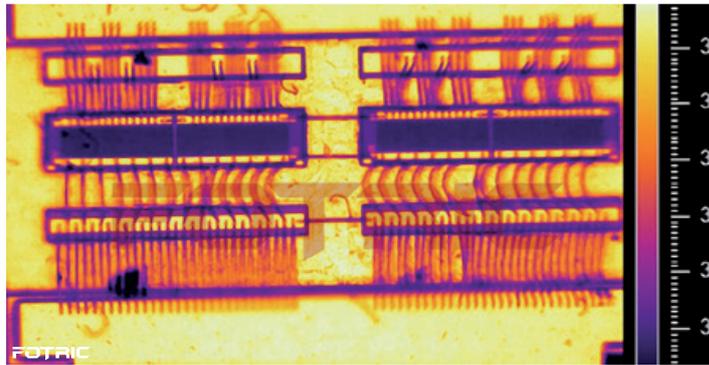
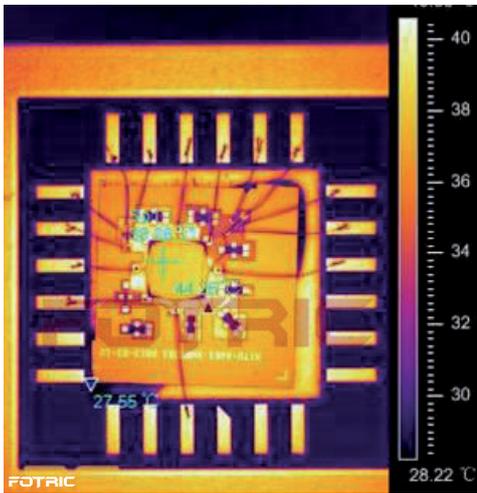
### Drucksensor Resonanzstrahltemperatur

Bei Spannungsschwankungen kann eine zu hohe Temperatur zum Schmelzen des Resonanzstrahls führen, weshalb eine rechtzeitige Überwachung der Temperatur des Resonanzkörpers unerlässlich ist. Die Videofunktion der FOTRIC-Wärmebildkameras über die komplette Abstrahlung ermöglicht eine Langzeit-Online-Überwachung, bei der der Prozess der Temperaturänderung des Resonanzstrahls in Echtzeit beobachtet werden kann. Nachträglich ist es auch möglich, die Daten jederzeit zu analysieren.

### Prüfung des unverpackten Chips

Vor dem Verpacken werden FOTRIC-Wärmebildkameras eingesetzt, um die Temperatur des Chips zu erfassen und die interne Temperaturverteilung des Chips zu beobachten. Dabei kann festgestellt werden, ob der Chip den Anforderungen entspricht und etwaige Probleme rechtzeitig erkannt werden (Bilder auf der folgenden Seite).





## Produktprüfung

Die Produktprüfung von Elektronik- und Elektrogeräten ist einer der wichtigsten Anwendungsbereiche für tragbare Wärmebildkameras. Sie werden häufig bei der Prüfung der Erwärmung und Wärmeableitung von Halbfertig- und Fertigprodukten, bei Alterungstests und bei der Qualitätsprüfung eingesetzt.

### Welches Problem hat der Anwender zu lösen?

- Die Gleichmäßigkeit der Wärmeverteilung in Heizprodukten wie Öfen und Heizplatten; Erfüllung der Temperatur-Anforderungen.
- Analyse, ob es im Produkt Bereiche mit übermäßig hohen Temperaturen gibt und ob die Wärmeabgabe den Anforderungen entspricht.
- Feststellung, ob es Komponenten mit zu hohen Temperaturen gibt, die problematisch sein könnten.

## Prüfung der Wärmeableitung

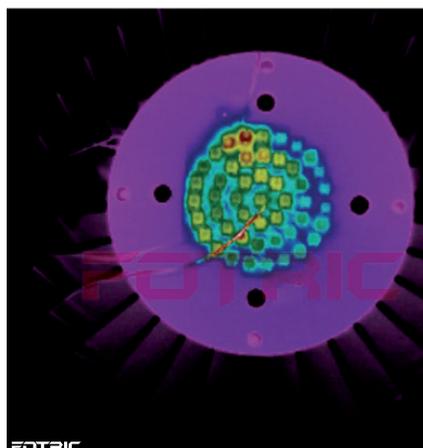
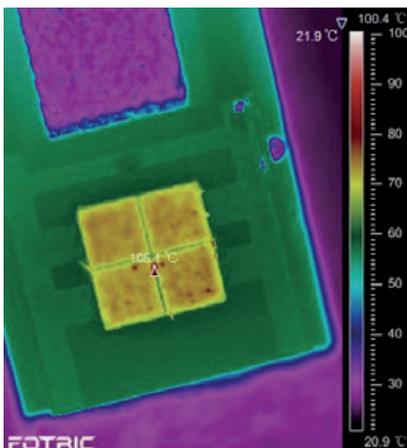
### Beispiel Erkennung abnormaler Temperaturanstiege bei Fernsehgeräten

Erkennung von Temperaturanomalien im fertigen Fernsehgerät und Feststellung, ob die Wärmeabgabe den Anforderungen entspricht. FOTRIC-Wärmebildkameras sind eine ausgezeichnete Wahl: Aufgrund ihres großen Temperaturmessbereichs und ihrer Bildgebungsfähigkeiten sind diese Wärmebildkameras ideal für die schnelle Erkennung von Problemen und die Prüfung der Produktleistung bei der Gesamtinspektion von Fernsehgeräten.



### Gleichmäßige Wärmeverteilung von LED-Chips

Prüfung der Wärmeverteilung von LED-Chips und der Wärmeableitung der Chip-Platte. Auf dem Bild links unten sind die LED-Heizkomponenten ungleichmäßig verteilt und zeigen lokal hohe



Temperaturen. Die Verwendung von FOTRIC-Wärmebildkameras kann bei der Entwicklung von Produkten helfen, indem sie die hitzerzeugenden Komponenten sinnvoll anordnet, lokale Überhitzungen verhindert, die die Lebensdauer des Produkts verkürzen könnten, die Wärmeableitungskapazität verbessert und Überhitzungen wirksam verhindert.

## Heizdraht-Temperaturerkennung in E-Zigaretten-Zerstäuber

Überhöhte Temperaturen in E-Zigaretten können die Zusammensetzung des E-Liquids und des Dochtmaterials beeinträchtigen. Außerdem kann die Temperatur des Dampfes zu Schäden an den Atemwegen führen. Hohe Temperaturen können auch leicht die Zerstäuberspule verbrennen.

Um die Produktqualität zu gewährleisten und die Produktionseffizienz zu verbessern, sind genauere und umfassendere Temperaturmessungen während des Produkt-Entwicklungsprozesses erforderlich, einschließlich der Wärmeleitfähigkeit des Grundmaterials, der Anordnung des Heizdrahtes und der Temperatur der gesamten Einheit. Darüber hinaus sind während des Produktionsprozesses auch die Erkennung der höchsten Temperaturpunkte und die Gleichmäßigkeit der Wärmeverteilung erforderlich.

## E-Fahrzeuge - Lade- und Entladetest für Lithiumbatterien

Bei Lade- und Entladetests an Lithiumbatterien werden die Temperaturänderungen während des Lade- und Entladevorgangs beobachtet und die Leistung der Batterie bewertet. Darüber hinaus kann dies helfen, Risiken wie Brände während der Prüfung zu vermeiden.

## Alterungstest

### Alterungstest für Fernsehmodule

Um die Stabilität der fertigen Fernsehgeräte zu verbessern, müssen Alterungstests an den Fernsehmodulen durchgeführt werden. Während des Versuchs ist die Überwachung der Temperatur-Veränderungen des Fernsehmoduls entscheidend. Durch den Einsatz von FOTRIC-Wärmebildkameras kann die aktuelle Temperatur des Moduls intuitiv beobachtet werden. Bei dem im dritten Bild rechts gezeigten Hochtemperatur-Alterungstest des Fernsehmoduls zeigte die Wärmebildkamera die Temperaturwerte an jedem Messpunkt an, wobei die höchste Temperatur 93,8°C erreichte, was auf ein Problem mit dem Gerät hinwies.]

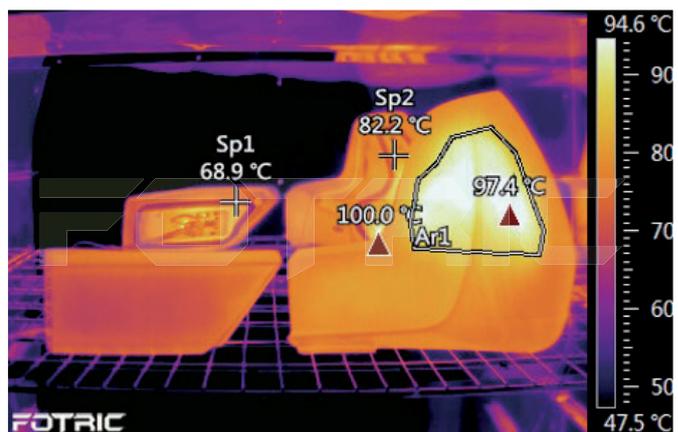
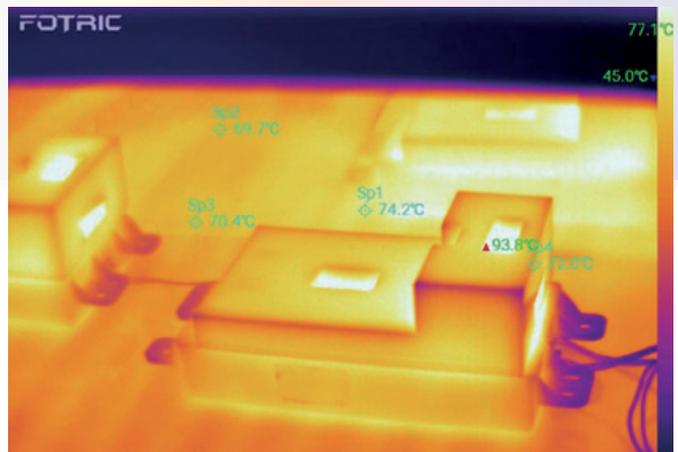
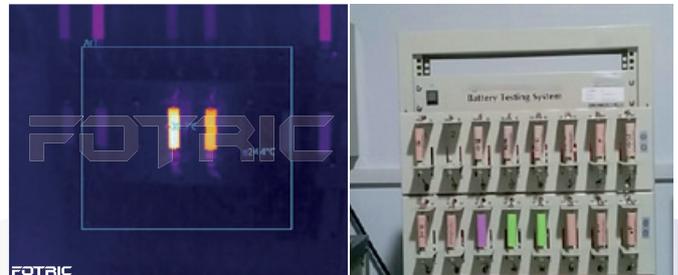
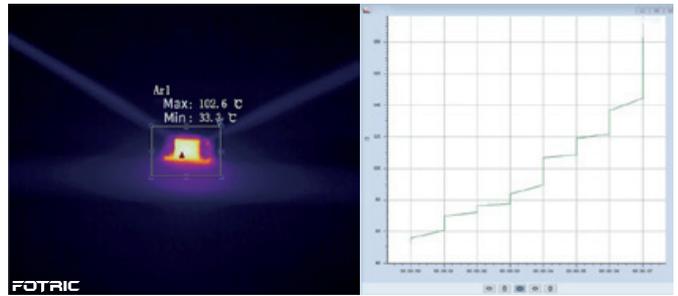
### Alterungstest für Autoscheinwerfer

Während des Alterungstests von Autoscheinwerfern ermöglicht die Beachtung von Temperaturschwankungen ein besseres Verständnis der Leistung des Scheinwerfers und verbessert die Haltbarkeit des Produkts (viertes Bild recht).

## Prüfung der Produktqualität

### Prüfung des hautsensorischen Komforts beim Netzzugang elektronischer Produkte

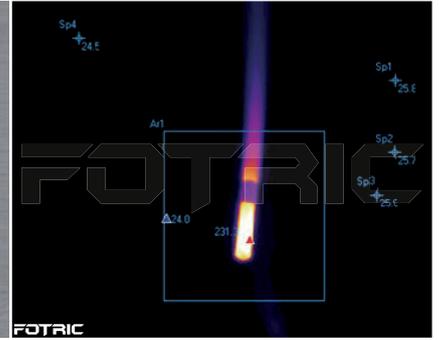
Das Bild unten zeigt ein Wärmebild, das zur Prüfung des Hautkomforts bei der Prüfung des Netzzugangs von Mobiltelefonen verwendet wird, um chronische Verbrennungen durch Überhit-



zung zu vermeiden. Durch den Einsatz von FOTRIC-Wärmebildkameras können die Temperaturveränderungen des Telefons nach dem Aufladen, dem Öffnen mehrerer Apps und dem Telefonieren über mehrere Stunden hinweg effizient und schnell beobachtet werden. Auf diese Weise lassen sich Probleme rechtzeitig erkennen und verhindern, dass sie fehlerhaft in die Produktionsphase eintreten.

## Prüfung der Sonde für die Hohlraum-Ulkus-Behandlung

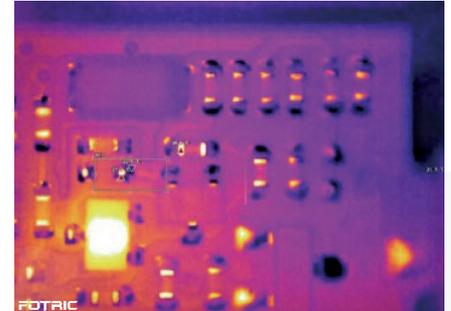
Während des Prozesses der Hohlraum-Ulkusbehandlung muss die Thermosonde die angegebene Temperatur innerhalb von 8 - 10 Sekunden erreichen und stabil halten. Die Spitzentemperatur der Sonde sollte 235°C betragen, wobei die Abweichung nicht mehr als 5°C betragen darf. Eine zu hohe Temperatur kann zu einer Perforation des Magens führen, während eine zu niedrige Temperatur möglicherweise nicht die gewünschte therapeutische Wirkung erzielt.



Der Einsatz von FOTRIC-Wärmebildkameras ermöglicht ein besseres Verständnis der Temperaturveränderungen der Sonde.

## Qualitätsprüfung des Mikrofons in Fahrzeugen

Bei der Qualitätsprüfung der Mikrofonplatine in Fahrzeugen werden Bilder der Wärmeverteilung auf der Platine während des normalen Betriebs aufgenommen. Bei der Prüfung anderer Produkte werden die Wärmeverteilungsbilder beim Einschalten beobachtet und mit dem normalen Bild verglichen, um festzustellen, ob das Produkt korrekt funktioniert.



Zweites Bild von oben: Bei dem „normalen“ Produkt funktioniert der Transistor auf der linken Seite und erfüllt eine primäre Verstärkungsfunktion. Bei dem defekten Produkt funktioniert dieser Transistor jedoch nicht, während der Widerstand oben und der Transistor auf der rechten Seite sich leicht erwärmen.

# Thermische Fehleranalyse und Prüfung

Die thermische Ausfallanalyse untersucht die Leistungsänderungen und Ausfallmechanismen von Chips, Halbleitern und anderen elektronischen Produkten in Hochtemperatur-Umgebungen. Mit ihrer Hilfe lassen sich die Bedingungen, unter denen es bei Chips, elektronischen Produkten usw. zu thermischen Ausfällen kommen kann, schnell ermitteln, die ausgefallenen Komponenten lokalisieren und die thermische Stabilität von Chips, Halbleitern und anderen elektronischen Produkten durch Änderung von Designs, Prozessen und anderen Methoden verbessern.

### Welche Probleme muss der Anwender lösen?

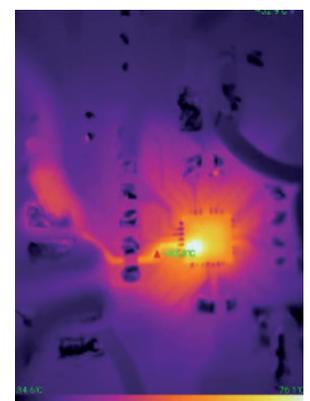
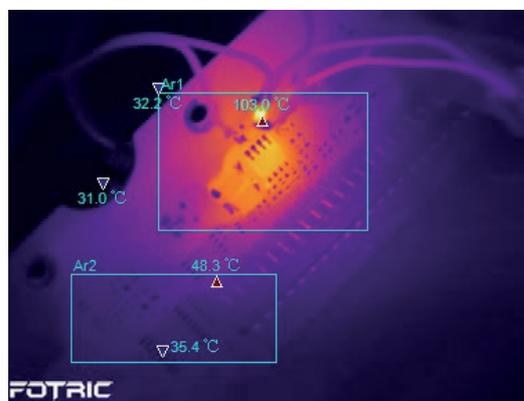
- Genaue Identifizierung abnormaler Hotspots und Lokalisierung potenzieller thermischer Probleme.
- Verbesserung der Geschwindigkeit der Fehlerdiagnose durch schnelles Scannen und Erkennen von thermischen Fehlern, um die Fehlerbeseitigung zu beschleunigen.
- Verbesserung der Möglichkeiten zur vorbeugenden Wartung, Unterstützung bei der vorbeugenden Wartung, Reduzierung von Ausfallzeiten und Reparaturen.

## Lokalisierung ausgefallener Komponenten

Die Wärmebildkamera spielt eine wichtige Rolle bei der Lokalisierung fehlerhafter Komponenten. Durch die Überwachung der Temperaturverteilung auf der Oberfläche von Leiterplatten oder Geräten in Echtzeit kann die Wärmebildkamera potenziell fehlerhafte Komponenten oder Teile genau lokalisieren.

Dank ihrer hohen Empfindlichkeit und Auflösung kann sie Bereiche mit abnormaler Wärme schnell identifizieren und Ingenieuren dabei helfen, fehlerhafte Komponenten schnell zu lokalisieren und auszutauschen, was die Reparaturzeit verkürzt und die Wartungseffizienz verbessert.

Diese berührungslose Erkennungsmethode reduziert nicht nur die Beeinträchtigung der Anlage, sondern minimiert auch das Risiko menschlicher Fehler, wodurch die Zuverlässigkeit und Stabilität der Anlage erhöht wird. Dank der hohen Empfindlichkeit und der hohen

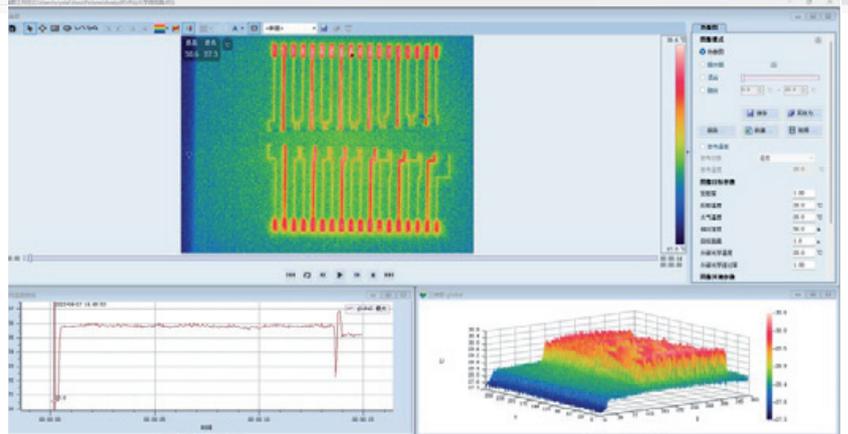
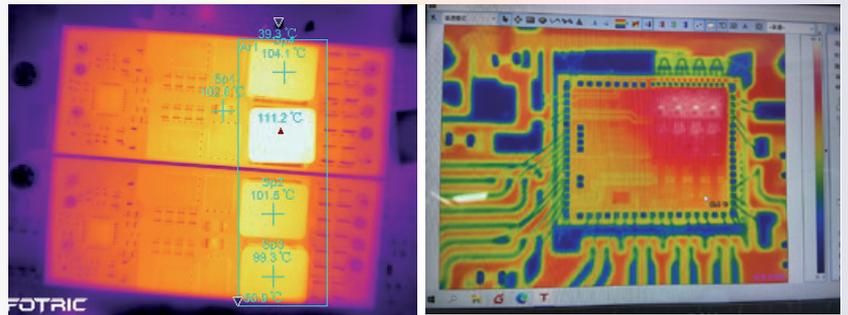
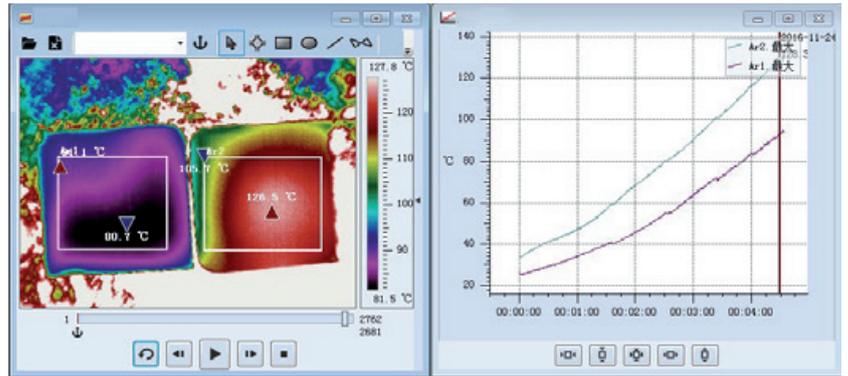


Auflösung können Bereiche mit abnormaler Wärme schnell identifiziert werden, so dass die Techniker fehlerhafte Komponenten schnell lokalisieren und ersetzen können. Diese berührungslose Erkennungsmethode verringert nicht nur die Beeinträchtigung der Geräte, sondern minimiert auch das Risiko menschlicher Fehler, wodurch die Zuverlässigkeit und Stabilität der Geräte erhöht wird.

## Analyse des Versagens von Thermo-Isolierungs-Materialien

Wärmebildkameras spielen eine bedeutende Rolle bei der Analyse von Fehlern in Thermo-Isolierungs-Materialien. Durch die Überwachung der Temperaturverteilung auf der Oberfläche von Materialien in Echtzeit können Wärmebildkameras Bereiche, in denen Isolationsfehler auftreten, genau identifizieren, wie z. B. Schäden an Isoliermaterialien oder eine Abnahme der Wärmeleitfähigkeit. Diese berührungslose Erkennungsmethode hilft Ingenieuren, das Problem schnell zu lokalisieren und rechtzeitig Maßnahmen zur Reparatur oder zum Austausch des Isoliermaterials zu ergreifen, um den sicheren Betrieb von Anlagen oder Bauwerken zu gewährleisten.

Wärmebildkameras verfügen über eine hohe Empfindlichkeit und Auflösung, so dass sie selbst geringfügige Temperaturänderungen erkennen und verborgene Isolierungsprobleme aufdecken können. Ihre Echtzeit-Überwachungsfunktion ermöglicht es Ingenieuren, während der gesamten Verwendungszeit des Materials fortlaufende Erfassungen und Analysen durchzuführen, so dass Isolationsfehler rechtzeitig erkannt und behoben werden können. Dies trägt nicht nur dazu bei, die Lebensdauer und Leistung des Materials zu verbessern, sondern auch den Energieverbrauch und die Wartungskosten zu senken, was dem Maschinenbau und der Fertigungsindustrie nachhaltige Vorteile bringt.



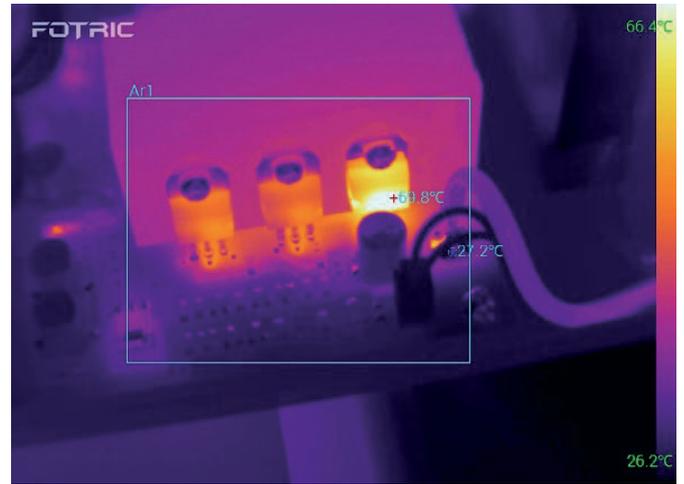
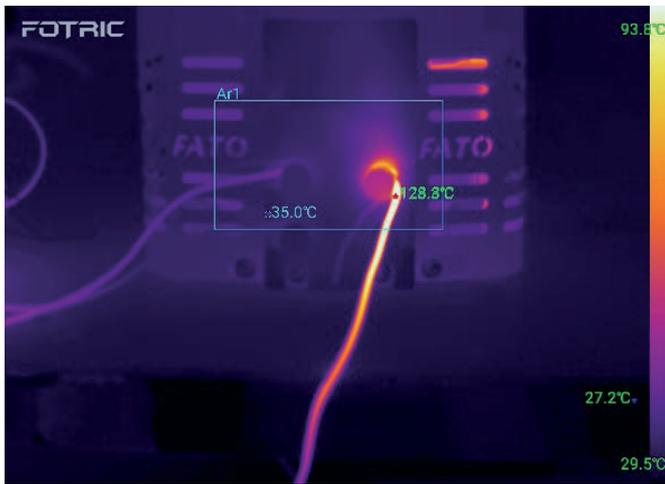
## Zuverlässigkeit der Bewertung eines Schaltungsdesigns

Durch die Überwachung der Temperaturverteilung auf der Oberfläche einer Leiterplatte in Echtzeit können Wärmebildkameras potenzielle Hotspot-Bereiche identifizieren, die auf Probleme im Schaltungsdesign hinweisen können, z. B. auf überhitzte Komponenten oder schlechte Verbindungen. Diese berührungslose Erkennungsmethode liefert umfassende Informationen und hilft den Ingenieuren, potenzielle Zuverlässigkeitsprobleme in Echtzeit zu erkennen und zu beheben und so die Qualität und Stabilität des Schaltungsdesigns zu verbessern.

Durch den Einsatz von Wärmebildkameras im Evaluierungsprozess des Schaltungsdesigns können Ingenieure ein umfassenderes Verständnis der thermischen Eigenschaften und des Betriebsstatus der Schaltung erlangen, so dass sie potenzielle thermische Probleme sofort erkennen und die notwendigen Optimierungen vornehmen können. Dies trägt dazu bei, die Zuverlässigkeit und Leistung der Schaltung zu verbessern, die Ausfallrate zu verringern und den stabilen Betrieb von Geräten und Systemen zu gewährleisten.

## Lokalisierung von Verbindungsfehlern

Wärmebildkameras haben ein breites Anwendungsspektrum bei der Lokalisierung von Fehlerstellen in Verbindungen (Bilder nächste Seite). Durch die Überwachung der Temperaturverteilung auf der Oberfläche von Geräten oder Leiterplatten in Echtzeit können Wärmebildkameras potenzielle Fehlerstellen an Verbindungen, wie Lötstellen oder Steckerschnittstellen schnell und genau lokalisieren. Diese berührungslose Erkennungsmethode hilft den Ingenieuren, Verbindungsprobleme wie Überhitzung, Lockerheit oder Korrosion sofort zu erkennen, so dass sie rechtzeitig Korrekturmaßnahmen ergreifen können, um weitere Schäden an den Geräten oder Leistungseinbußen zu verhindern.



Durch den Einsatz von Wärmebildkameras bei der Lokalisierung von Verbindungsfehlern können Ingenieure die Ursache von Verbindungsproblemen schnell und genau diagnostizieren und so die Zuverlässigkeit und Stabilität der Ausrüstung verbessern. Dies trägt dazu bei, Reparaturzeiten und -kosten zu reduzieren, die Produktionseffizienz zu verbessern und den sicheren Betrieb von Geräten und Systemen zu gewährleisten.

## Online-Qualitätsinspektion für die Elektronik-Produktionslinie

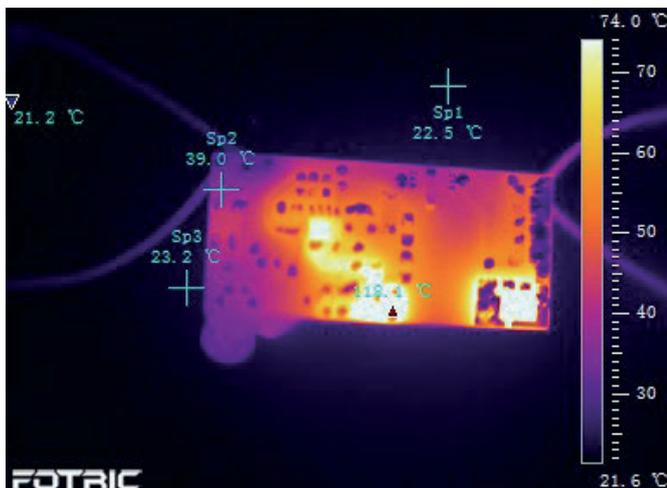
In modernen Fabriken kann eine intelligente Fertigung die Produktionseffizienz und den Produktertrag erheblich verbessern. Dazu muss sie eine Online-Qualitätskontrolle von Elektronikprodukten und die maschinelle Bildverarbeitung mit automatisierten Systemen zur Fehlererkennung und Sortierung in die Produktionslinie integrieren. Im Rahmen von Smart Factories und Industrie 4.0 wird die Online-Infrarot-Thermografie zunehmend eingesetzt.

Um die oben genannten Ziele zu erreichen, müssen die Online-Infrarot-Thermografiegeräte über präzise Temperaturmessfunktionen und eine hochwertige Bildgebung verfügen. Außerdem sollte die Bildrate nicht zu niedrig sein, um eine Echtzeitüberwachung ohne Verzögerungen zu gewährleisten. Darüber hinaus muss das Online-Infrarot-Thermografiesystem in der Lage sein, elektromagnetischen Störungen in komplexen Umgebungen vor Ort zu widerstehen und einen stabilen und zuverlässigen Betrieb unter schwierigen Bedingungen zu gewährleisten. Diese Faktoren sind entscheidend für eine genaue und effiziente Fehlererkennung, die zu verbesserten Produktionsprozessen und Produktqualität führt.

## Online-Qualitätsprüfung von Elektronikprodukten

### Erkennung kalter Lötstellen

Wenn eine Wärmebildkamera zur Erkennung kalter Lötstellen auf einer Leiterplatte eingesetzt wird, kann sie die Temperaturverteilung der Lötstellen genau erfassen und ermöglicht so die rechtzeitige Erkennung potenzieller Probleme mit kalten Lötstellen. Dies gewährleistet die Stabilität und Zuverlässigkeit der Qualität und Leistung des Produkts (Bild rechts).



### Erkennung von Kurzschlüssen

Kurzschlüsse können lokal begrenzte Temperaturerhöhungen auf einer Leiterplatte verursachen. Wärmebildkameras können diese Temperaturanomalien schnell erkennen und ermöglichen so eine schnelle Identifizierung der Kurzschlussstelle. Dies ermöglicht ein rechtzeitiges Eingreifen und korrigierende Maßnahmen, um weitere Schäden am Schaltkreis zu verhindern und die allgemeine Zuverlässigkeit zu verbessern (Bild links).

## Inspektion der Produktqualifikation

Online-Wärmebildkameras spielen eine Schlüsselrolle bei der Qualifizierung von Elektronikprodukten. Durch die Überwachung der Temperaturverteilung elektronischer Komponenten in Echtzeit können Wärmebildkameras potenzielle Mängel oder Fehler schnell erkennen. Ihre intelligente Alarmfunktion kann rechtzeitig Warnungen ausgeben und die Bediener auf mögliche Qualitätsprobleme hinweisen, so dass die Hersteller umgehend Maßnahmen ergreifen können, um die Produktion fehlerhafter Produkte zu verhindern. Dies trägt dazu bei, die Produktqualität zu verbessern, die Zuverlässigkeit zu erhöhen und sicherzustellen, dass nur qualifizierte Produkte die Produktionslinie durchlaufen.

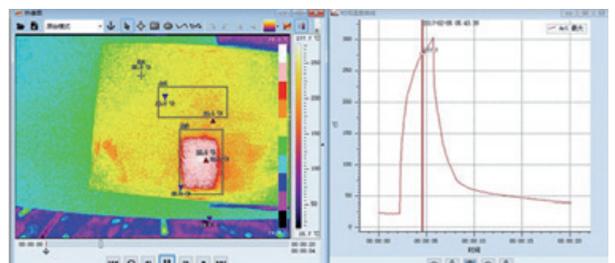
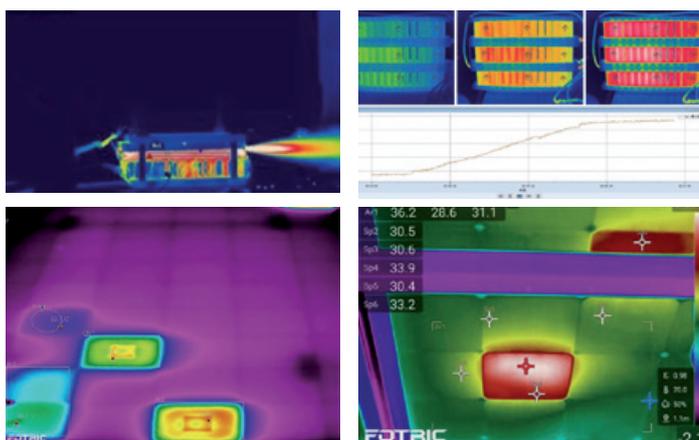


Diese berührungslose Erkennungsmethode verbessert nicht nur die Inspektionseffizienz, sondern gewährleistet auch die gleichbleibende Produktqualität in der Produktionslinie. Durch die rechtzeitige Erkennung potenzieller Probleme und die Ergreifung der erforderlichen Maßnahmen tragen Online-Wärmebildkameras dazu bei, die Fehlerquote zu senken, die Produktqualität zu verbessern und die Kundenzufriedenheit zu erhöhen.

## Online-Qualitätsinspektion von Lithium-Ionen-Batterien und Energiespeichergeräten

Bevor sie das Werk verlassen, müssen Lithium-Ionen-Batterien und Energiespeicher einer Qualitätskontrolle unterzogen werden. Durch den Einsatz von Online-Infrarot-Videos für die Echtzeit-Erkennung können Temperaturänderungen über den gesamten Bereich von Batteriezellen, Batteriepacks oder Energiespeichern kontinuierlich über längere Zeiträume überwacht werden. Dies ermöglicht eine langfristige Überwachung und Datenerfassung von Temperaturanomalien.

Das Online-Infrarot-Thermografiesystem kann so konfiguriert werden, dass es mehrere Bereiche mehrerer Batterien und Energiespeichergeräte überwacht. Verschiedene Bereiche, wie z. B. einzelne Batteriezellen oder Hochspannungsverbindungen von Energiespeichersystemen, können einer Temperaturanalyse unterzogen werden. Dies ermöglicht eine vorausschauende Wartung und damit eine frühzeitige Erkennung potenzieller Probleme.





FOTRIC 220Pro

## R&D Wärmebildkameras - Box und Handheld

- Handheld-Online-Dual-Mode.
- Volles Wärmebild-Video.
- Fokussierte Bildgebung mit Composite-Farbeinstellung.
- 1 TB Einzelvideo-Aufzeichnung.
- Detailverbesserte Fusionsbilder.
- Optionales Makro-Objektiv mit mindestens 20 µm.
- Echtzeit-Analyse und -Bildgebung auf dem Gerät.
- Konsistenz der Temperaturmessung  $\leq \pm 0,5^\circ\text{C}$ .

Modell	FOTRIC 229Pro	FOTRIC 228Pro	FOTRIC 226Pro
Bauform	Komplett-Kamera/Handheld für F&E-Anwendungen; mit Stativ		
Infrarot-Auflösung	1280 x 1024	640 x 480	384 x 288
Therm. Empfindlichkeit (NETD)	30 mK bei 30°C	30 mK bei 30°C	40 mK bei 30°C
Detektor Pitch	12 µm	17 µm	17 µm
Spektralbereich	8...14 µm		
Bilder-Frame-Rate	30 Hz		
FOV, IFOV - Standardobjektiv	25° x 20°, IFOV 0,34 mrad	25° x 19°, IFOV: 0,68 mrad	25° x 19°, IFOV: 1,14 mrad
Min. Distanz	0,4 m	0,25 m	0,1 m
Wechselobjektive, optional	46° Weitwinkel; 50 m Macro	46° Weitwinkel; 20 µm Macro; 50 m Macro	46° Weitwinkel; 50 µm Macro; 100 m Macro
Temperaturmessbereich	-20...+120°C, 0...+650°C; intelligente Bereiche		
Genauigkeit	$\pm 1$ oder $\pm 1\%$ , je nachdem, welcher Wert größer ist (Umgebungstemperatur 25°C, Temperaturbereich 0...+100°C), $\pm 2$ oder $\pm 2\%$ für andere Bereiche		$\pm 2$ oder $\pm 2\%$ , je nachdem, welcher Wert größer ist (Umgebungstemp. 25°C)
Anzeige	5"/12,7 cm (Querformat), 1280 x 720		
Speicher	256 GB SD-Karte, optional bis 2 TB	256 GB SD-Karte, optional bis 2 TB	128 GB SD-Karte, optional bis 2 TB
Schnittstellen	WiFi, Bluetooth, USB 3.0/2.0, HDMI; FTP-Datenübertragung über WiFi oder Hotspot möglich		
Analyse	On-Device oder mit PC-Software AnalyziR		
Versorgung	3,6 V, 10000 mAh Lithium		
Abmessungen (mm)	175 x 151 x 95; 1,3 kg (ohne Objektiv und Sockel); Schutzart IP54		

► [www.meilhaus.com/fotric-220pro](http://www.meilhaus.com/fotric-220pro)



## FOTRIC 220Link

- Bis 60 Hz Frame-Rate.
- Volles Wärmebild-Video.
- Anpassbare Abtastungs-Bildrate.
- 1 TB Einzelvideo-Aufzeichnung.
- Optional 20 µm Makro-Objektiv.
- Professionelle Analyse-Software für Wärmebilder.
- Hohe EMV-Kompatibilität, verhindert effektiv elektromagnetische Störungen und elektrostatische Aufladung.
- Die Testplattform ermöglicht ein einfaches Heben, Drehen, Fixieren und andere praktische Einstellbewegungen.

Modell	FOTRIC 228Link		FOTRIC 226Link	
Bauform	Auf Stativ montierte PC-Link-/Box-Kameras für F&E-Anwendungen; mit Stativ			
Infrarot-Auflösung	640 x 480		384 x 288	
Therm. Empfindlichkeit (NETD)	30 mK/ <0,03 bei 30°C		50 mK/ <0,05 bei 30°C	
FOV, IFOV)- Standardobjektiv	29° x 22°, IFOV 0,79 mrad		30° x 22°, IFOV: 1,36 mrad	
Min. Distanz	0,1 m		0,3 m	
Fokus	21,6 mm		13 mm	
Wechselobjektive, optional	M20 20 µm Makro	M50 50 µm Makro	M34 34 µm Makro	M100 100 µm Makro
Fokus	20 mm	50 mm	50 mm	20 mm
Bild-Pixel-Größe	20 µm	50 µm	34 µm	100 µm
Distanz Objektiv-zu-Objekt	12,8 mm	66,3 mm	45,2 mm	110,6 mm
Bilder-Frame-Rate	30		60 Hz	
Fokus-Typen	Manueller Fokus			
Temperaturmessbereich	-20...+150°C, 0...+650°C			
Genauigkeit (Standard-Objektiv)	±2 oder ±2%, , je nachdem, welcher Wert größer ist (Umgebungstemperatur +15...+35°C); Hinweis: Makro-Objektive können ±2 oder ±2% Messgenauigkeit erreichen zwischen -20...+400°C)			
Schnittstellen	LAN/Ethernet (10M/ 100M/ 1000M, ONVIF); RS485; Schnittstelle für Alarm-Ein-/ Ausgänge			
Analyse	Mit PC-Software AnalyzIR			
Versorgung	12 V/24 VDC, PoE			
Abmessungen (mm)	112 x 68 x 60; 490 g (ohne Objektiv und Sockel); Schutzart IP40			

► [www.meilhaus.com/fotric-220link](http://www.meilhaus.com/fotric-220link)



## FOTRIC AcoutTherm PMiX

# Geniale Kombi: Thermo- und Akustik-Kamera



- **Verbindet erstklassige Temperaturmessung und Bildgebung:**
  - 640 \* 480-Pixel-Detektor.
  - Verschiedene Auswahl an Objektiv-Konfigurationen.
  - IREdge Bilddetail-Verbesserung.
  - Intelligentes TurboFocus-Autofokus-System.
- **AI-gesteuerter Ton-Bild-Modus:**
  - 162 digitale MEMS-Mikrofone.
  - Teilentladungsdiagnose (PD).
  - 13-Megapixel-Kamera für sichtbares Licht.
  - Fokussierung von Ton und Bild, Ausfiltern von ungleichmäßigem Rauschen.
- **Professionelle Analyse-Software AnalyzIR:**
  - Histogramm, 3D-Diagramm und Linientemperatur-Verteilungsanzeige.
  - Hinzufügen, Löschen, Umbenennen und Verschieben-Messwerkzeuge auf dem Wärmebild.
  - Unterstützt regionale Emissionsgrad-Einstellungen.
  - Anzeige, Übertragung, Aufzeichnung in Echtzeit und Analyse von vollständigen Wärmebild-Video-Streams

► [www.meilhaus.com/infos/fotric](http://www.meilhaus.com/infos/fotric)



# FOTRIC AcouTherm PMiX

Modell	FOTRIC P7-MiX	FOTRIC P5-MiX
Mischmodus	Anzeige von Wärmebild- und akustischen Signalen auf derselben Schnittstelle, ermöglicht eine Kreuzverifizierung	
NaviPdM	KI-Inspektionsassistenten	
IRExplorer	Plattformübergreifende Fernsteuerung und Datenübertragung	
T-DEF	Überlagerung von Wärmebildern und sichtbarem Licht, Transparenz 0...100%	
T-TWB	Normalisierung der visuellen Temperaturdarstellung	
IREdge	Verbesserung von Konturdetails	
MagicThermal	KI-basierte automatische Erkennung und Konturmarkierung von Merkmalen	
<b>Parameter der Wärmebildtechnik</b>		
Infrarot-Auflösung	640 x 480	384 x 288
Superauflösung	1280 x 960	768 x 576
Therm. Empfindlichkeit (NETD)	<30 mK at 30°C	<40 mK at 30°C
Detektorabstand	17 µm	
Spektralbereich	8...14 µm	
Bildfrequenz	30 Hz	
FOV und IFOV	25° x 19°, 0,68 mrad	25° x 19°, 1,14 mrad
Minimaler Fokus-Abstand	0,25 m	0,1 m
<b>Akustische Bildgebungsparameter</b>		
Mikrofonkanäle	162 MEMS-Digitalmikrofon	140 MEMS-Digitalmikrofon
Akustischer Bild-FOV	66° x 52°	
Akustische Samplerate	200 kHz	
Akustische Bildwiederholrate	25 Hz	
<b>Analyse-Parameter</b>		
Temperatur-Analyse	Temperaturbereich: -20...+120°C, 0...+650°C intelligente Bereiche	Messgenauigkeit ±1°C oder ±1%, je nachdem, welcher Wert größer ist (Umgebungstemperatur bei 25°C) Temperaturbereich 0...+100°C; ±2°C oder ±2% für andere Temperaturbereiche
Akustische Messanalyse	Frequenzbereich 2...100 kHz. Leckageauswertung: Automatische Identifizierung von Leckagepunkten, automatische Auswertung der Leckage und der jährlichen Energiekosten. Partielle Entladungs-Diagnose: Automatische Diagnose von Entladungsarten wie Oberflächen-, Schweb- und Spitzenentladungen (Korona)	



## FOTRIC H Series

# Akustik-Kamera für F&E

- **Digitale Mikrofone, großes Array-Layout:**  
Bis 162 digitale MEMS-Mikrofone.  
Spiralförmige Anordnung.
- **Hochauflösende Weitwinkelsicht für eine effizientere Erkennung:**  
Akustisches Bild FOV 66° x 52°.  
13-Megapixel-Industrie-Digitalkamera.
- **Langlebigkeit und effizienter Schutz:**  
2-Meter-Sturzfestigkeit.  
Schutzklasse IP54.  
Hochentwickeltes Handheld-Gerät.

Modell	FOTRIC H6	FOTRIC H4
Mikrofonkanäle	162 MEMS Digital-Mikrofone	112 MEMS Digital-Mikrofone
Akustisches Bild FOV (Field Of View)	66° x 52°	
Akustische Abtastrate	200 kHz	
Akustische Wiederholrate	25 Hz	
Frequenzbereich	2...100 kHz	
Auswahl des Frequenzbereichs	Unterstützt voreingestellte Frequenzbereiche für verschiedene Szenarien zur Auswahl; unterstützt die manuelle Einstellung des Frequenzbereichs	
Erkennungsmodus	LQ-Modus: Zeigt den Leckagepegel an; PD-Modus: Anzeige eines PRPD-Diagramms, angepasst an verschiedene AC-Frequenzen (50/60 Hz)	
Leckageauswertung	Automatische Identifizierung von Leckagepunkten, automatische Auswertung der Leckage und der jährlichen Energiekosten	
Partielle Entladungs-Diagnose	Automatische Diagnose von Entladungsarten wie Oberflächen-, Schweb- und Spitzenentladungen (Korona)	

► [www.meilhaus.com/fotric-h](http://www.meilhaus.com/fotric-h)

 **MEILHAUS  
ELECTRONIC**

MEILHAUS ELECTRONIC GmbH  
Am Sonnenlicht 2  
82239 Alling/Germany

Fon +49 (0) 81 41 - 52 71-0  
Fax +49 (0) 81 41 - 52 71-129  
E-Mail [sales@meilhaus.de](mailto:sales@meilhaus.de)

[www.meilhaus.de](http://www.meilhaus.de)