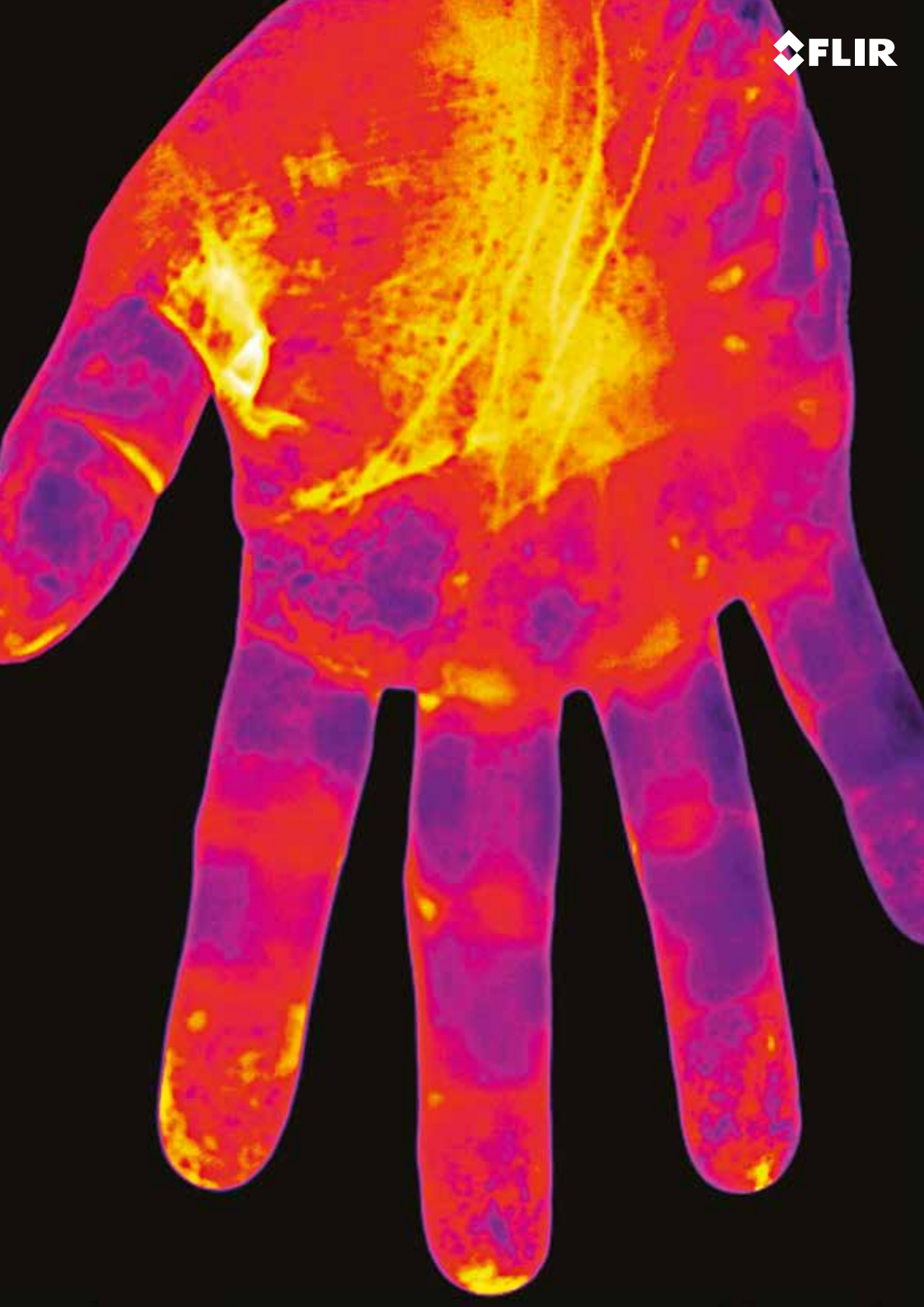
Wärmebildtechnik für Wissenschaft / F&E

Entdecken Sie eine Vielzahl von Anwendungen



Inhalt

1. Einleitung ..... Seite 4

2. Die Wärmebildkamera und ihre Funktionsweise ..... Seite 6

3. Argumente für die Wärmebildtechnik ... Seite 8

4. Wärmebildkameras für Wissenschaft / F&E..... Seite 10

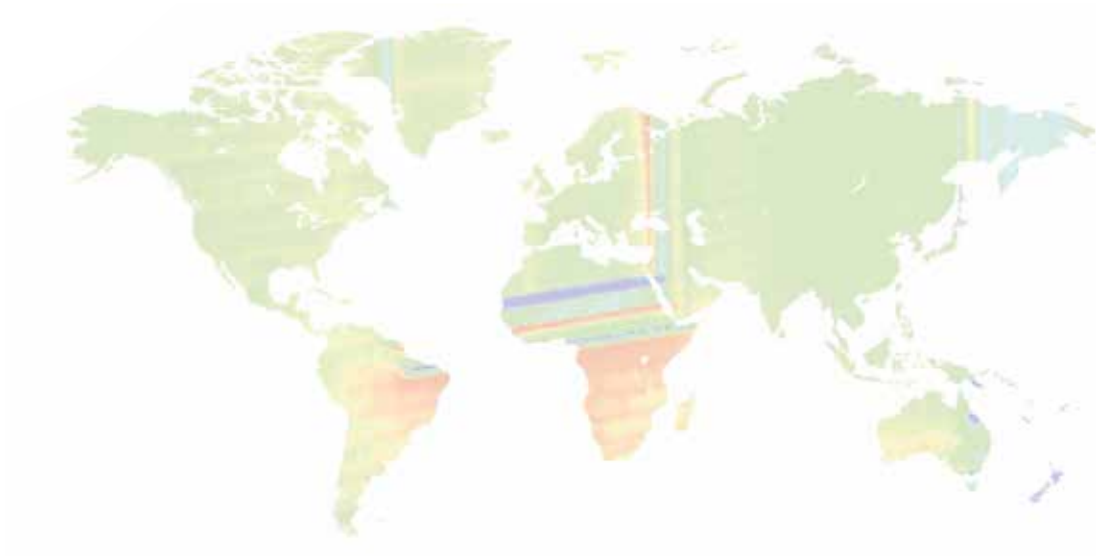
5. Praxisberichte unserer Kunden..... Seite 14

6. Wärmebildtechnik: eine große Bandbreite an Anwendungen Seite 34

7. Die Wahl des richtigen Wärmebildkameraherstellers ..... Seite 38

8. Senden Sie uns Ihre Anwendung..... Seite 40

1 Einleitung



FLIR Systems: weltweit führend bei Wärmebildkameras
FLIR Systems ist weltweit führend in Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von Wärmebildsystemen für eine große Zahl kommerzieller und behördlicher Anwendungen.

Anpassung an schnell wachsende Märkte
Das Interesse an der Wärmebildtechnik hat in den vergangenen Jahren in einer Vielzahl von Märkten deutlich zugenommen. Um der gestiegenen Nachfrage gerecht zu werden, hat FLIR Systems seine Organisation stark erweitert. Aktuell beschäftigen wir über 4.000 Mitarbeiter. Gemeinsam realisieren diese Infrarotspezialisten einen konsolidierten Jahresumsatz von über 1 Milliarde US-Dollar. Dadurch wird FLIR Systems zum weltweit größten Hersteller kommerzieller Wärmebildkameras.

Fertigungskapazitäten

FLIR unterhält derzeit 6 Produktionsstandorte: drei in den USA (Portland, Boston und Santa Barbara, Kalifornien), einen in Schweden (Stockholm), einen in Estland und einen in Frankreich (bei Paris).

FLIR, Schweden

FLIR ATS, Frankreich

FLIR, Boston, USA

FLIR Santa Barbara, USA

Alle Märkte und alle Anwendungen

FLIR Systems konzentriert sich ausschließlich auf Wärmebildkameras. Kein anderer Hersteller fertigt mehr Wärmebildkameras als FLIR Systems.

FLIR Systems ist auf allen Märkten aktiv, in denen Wärmebildkameras verwendet werden: elektrische / mechanische Anlagen, Baubranche, Automatisierung / Prozesssteuerung, Forschung und Entwicklung sowie wissenschaftliche Anwendungen, Schifffahrt und Sicherheitsanwendungen sind nur einige der Bereiche, in denen die Wärmebildkameras von FLIR Systems ihren Wert unter Beweis gestellt haben.

2 Die Wärmebildkamera und ihre Funktionsweise

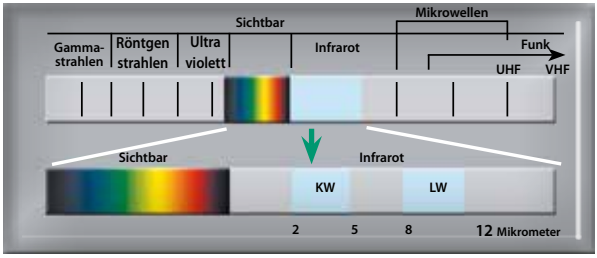
Eine Wärmebildkamera nimmt die Strahlungsstärke im Infrarotbereich des elektromagnetischen Spektrums auf und wandelt sie in ein sichtbares Bild um.

Was ist Infrarot?
Unsere Augen sind Sinnesorgane, die für die Erkennung der elektromagnetischen Strahlung im sichtbaren Bereich des Spektrums ausgelegt sind. Alle anderen Formen elektromagnetischer Strahlung, wie die Infrarotstrahlung, sind für das menschliche Auge unsichtbar.

Die Existenz der Infrarotstrahlung wurde im Jahr 1800 von dem Astronomen Sir Frederick William Herschel entdeckt. Er interessierte sich für den Wärmeunterschied zwischen verschieden farbigem Licht und lenkte Sonnenlicht durch ein Glasprisma, um ein Spektrum zu erzeugen. Anschließend maß er die Temperatur jeder einzelnen Farbe. Dabei fand er heraus, dass die Temperaturen der Farben vom violetten zum roten Teil des Spektrums hin zunahmen.

Nachdem er dieses Muster erkannt hatte, beschloss Herschel, die Temperatur direkt hinter dem roten Anteil des Spektrums in einem Bereich zu messen, in dem kein Sonnenlicht sichtbar war. Zu seiner Überraschung stellte er fest, dass in diesem Bereich die höchste Temperatur herrschte.

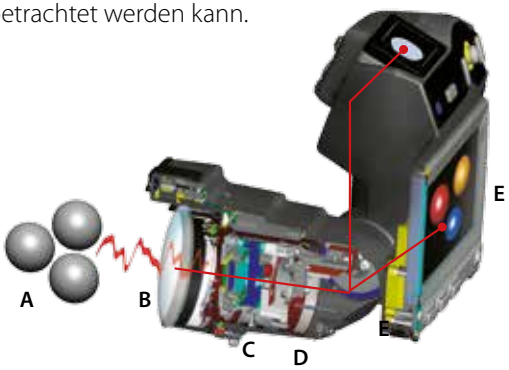
Die Wellenlänge von Infrarotstrahlung im elektromagnetischen Spektrum liegt zwischen der des (für Menschen) sichtbaren Lichtes und der von Mikrowellen. Die wichtigste Quelle von Infrarotstrahlung ist Wärme oder thermische Strahlung. Jeder Gegenstand, der eine Temperatur über dem absoluten Nullpunkt besitzt (-273,15 Grad Celsius oder 0 Kelvin) strahlt im Infrarotbereich. Selbst Dinge, die wir für sehr kalt halten, beispielsweise Eiswürfel, strahlen in diesem Wellenbereich.



Infrarotstrahlung erleben wir jeden Tag. Die Wärme, die wir bei Sonnenlicht, einem Feuer oder nahe einem Heizkörper empfinden, ist Ausdruck dieser Strahlung. Obwohl unsere Augen sie nicht sehen, können die Nerven in unserer Haut diese Strahlung als Wärme fühlen. Je wärmer ein Gegenstand ist, desto mehr Infrarotstrahlung geht von ihm aus.

Die Wärmebildkamera

Die von einem Gegenstand ausgesendete Infrarotenergie (A) wird von den Optiken (B) auf einen Infrarotdetektor (C) fokussiert. Der Detektor sendet die Informationen zu einer Sensorelektronik (D), welche die Bildverarbeitung vornimmt. Diese Elektronik übersetzt die vom Detektor kommenden Daten in ein Bild (E), das im Sucher oder auf einem standardmäßigen Videomonitor bzw. einem LCD-Bildschirm betrachtet werden kann.



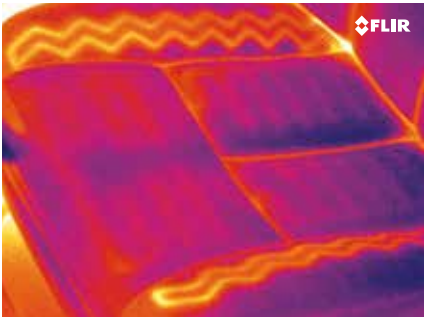
Die Infrarot-Thermografie ist die Umwandlung eines Infrarotbildes in ein radiometrisches Bild, aus dem sich Temperaturwerte ablesen lassen. Denn jeder Pixel im radiometrischen Bild ist eigentlich eine Temperaturmessung. Zu diesem Zweck sind komplexe Algorithmen in die Wärmebildkamera integriert. Das macht eine Kamera aus. Daher ist die Wärmebildkamera das perfekte Werkzeug für wissenschaftliche und F&E-Anwendungen.

3 Argumente für die Wärmebildtechnik

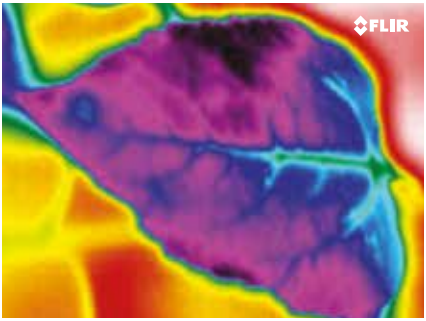
Wärmebildkameras für wissenschaftliche und F&E-Anwendungen sind leistungsstarke und nicht-invasive Messgeräte. Auf Basis der Daten einer Wärmebildkamera lassen sich Probleme frühzeitig erkennen, dokumentieren und beheben, bevor sie zu schwerwiegenden Fehlern werden.

FLIR Wärmebildkameras:

- Sind so einfach zu bedienen wie ein Camcorder oder eine Digitalkamera
- Liefern Ihnen ein vollständiges Bild der tatsächlichen Temperaturverteilung
- Helfen bei der Lokalisierung von thermischen Auffälligkeiten
- Messen Temperaturen
- Speichern Informationen
- Sparen Ihnen wertvolle Zeit und Geld



F&E in der Industrie



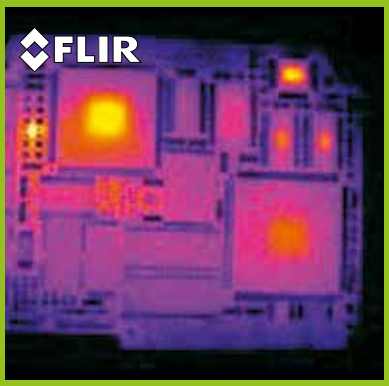
F&E in der Wissenschaft

FLIR Systems bietet eine umfassende Palette an Wärmebildkameras. Um welches Labor- oder F&E-Projekt es sich auch handelt, FLIR hat die richtige Wärmebildkamera dafür.

Was spricht für den Einsatz von Wärmebildkameras?
Warum sollten Sie sich für eine Wärmebildkamera von FLIR entscheiden? Es gibt auch andere Technologien, mit denen Sie Temperaturen berührungsfrei messen können. Beispielsweise Infrarot-Thermometer.

Infrarot-Thermometer im Vergleich zu Wärmebildkameras
Infrarot(IR)-Thermometer sind zuverlässig und sehr hilfreich, wenn es um das Ablesen der Temperaturwerte einzelner Punkte geht. Beim Abtasten großer Bereiche werden jedoch leicht kritische Stellen übersehen. Eine FLIR Wärmebildkamera kann ganze Bereiche und Produkte gleichzeitig bildhaft erfassen. Sie übersieht keinen potentiellen Problembereich, egal, wie klein er auch sein mag.

IR-Thermometer, misst Temperaturen an einem Punkt.



Die FLIR Wärmebildkamera untersucht ganze Oberflächen auf einmal.

Probleme schneller und einfacher mit sehr hoher Genauigkeit finden
Mit einem IR-Punkt-Thermometer kann es leicht passieren, dass ein kritisches wissenschaftliches / F&E-Problem übersehen wird. Eine FLIR Wärmebildkamera liefert Ihnen ein vollständiges Bild der Temperaturverteilung, qualitativ und quantitativ.

4 Wärmebildkameras fürWissenschaft / F&E und Labore

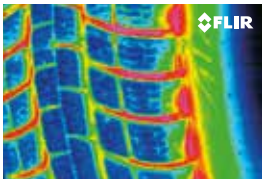
Die Wärmebildkameras von FLIR dienen der Erfassung und Aufzeichnung der Wärmeverteilung und des zeitlichen Verhaltens in Echtzeit, so dass Ingenieure und Wissenschaftler thermische Muster, Wärmeableitung, Wärmeverluste und andere thermische Faktoren in Geräten, Produkten und Prozessen untersuchen und exakt messen können.

Wärmebildkameras können selbst minimale Temperaturunterschiede von 0,02 °C erfassen. Sie zeichnen sich durch neueste Detektortechnologie und hochmoderne mathematische Algorithmen aus und garantieren auf diese Weise herausragende Leistungen und präzise Messungen im Bereich von -80 °C bis +3000 °C.

Die Kameras der Science-Serie verbinden hohe thermische/örtliche/ zeitliche Auflösung und exakte Temperaturmessungen mit leistungsfähigen Zusatzfunktionen und Softwareanwendungen für Analysen und Berichte.

Dank dieser Kombination eignen sie sich ideal für zahlreiche Einsatzzwecke in den Bereichen Forschung, thermische Analyse und Produktvalidierung.

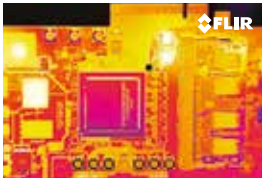
Die Wärmebildtechnik erweist sich vielfach als unverzichtbares Werkzeug für die Lösung verschiedenster wissenschaftlicher Fragen und Aufgabenstellungen.



Qualitätskontrolle

F&E in der Industrie

Zahlreiche neue Produkte wurden mit Hilfe einer Wärmebildkamera entwickelt. Produktentwickler untersuchen die Wärmeabstrahlung und thermische Eigenschaften.



Gedruckte Schaltung

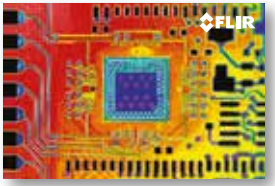
Gedruckte Schaltungen

Wissenschaftler, die gedruckte Schaltungen entwickeln, stehen vor der Herausforderung, die Wärmeabstrahlung in den Griff zu bekommen, ohne dass es zu Leistungseinbußen oder höheren Kosten kommt. ‚Wärme' genau zu verstehen war äußerst schwierig. Dank der Wärmebildtechnik können Ingenieure jedoch Wärmestrukturen in den von ihnen entwickelten Geräten einfach visualisieren und quantifizieren.

Leuchtmittel, Glasindustrie

Forschung und Entwicklung

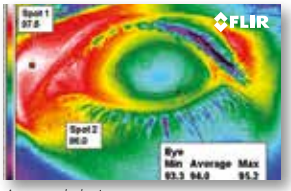
Wärmebildkameras können Werkstoffeigenschaften beschreiben und im Handumdrehen berührungsfreie Temperaturmessungen unter anspruchsvollsten Bedingungen liefern. Durch eine große Anzahl von Infrarotsensortypen und -optiken ist die Wärmebildtechnik in vielen Forschungsumgebungen unverzichtbar geworden.



Mikrochip

Wärmebild-Mikroskopie

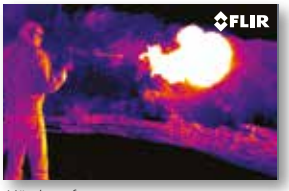
Aus der Verbindung einer Wärmebildkamera mit einem Mikroskop entsteht ein Wärmebildmikroskop, das exakte Temperaturmessungen an Objekten vornehmen kann, die nicht größer als 3 µm sind. Elektronik-Hersteller verwenden Wärmebildmikroskope, um Kenndaten zur thermischen Leistung von Komponenten und Halbleitersubstraten berührungslos und rückwirkungsfrei zu ermitteln.



Augenpathologie

Medizinische Thermografie

Bei der medizinischen Thermografie handelt es sich um ein genaues, quantifizierbares und berührungsloses Diagnoseverfahren, bei dem mit Hilfe von hochleistungsfähigen Wärmebildkameras Veränderungen von Oberflächentemperaturen sichtbar gemacht und gemessen werden können. Zu den Anwendungen gehören die Beurteilung der Gefäße, die Erkennung von Tumorgewebe, die Einstufung von Muskelzerrungen und die Bestimmung des Blutungspunktes.



Mündungsfeuer

Hochgeschwindigkeit / Stop-Motion

Mit der High-Speed-Wärmebildtechnik sind Belichtungszeiten im Mikrosekunden-Bereich möglich, die die relative Bewegung dynamischer Szenen anhalten und Bildwiederholfrequenzen von bis zu 62000 Bildern pro Sekunde bei der Aufnahme erreichen. Zu den Anwendungen gehören die thermische und dynamische Analyse von Turbinenschaufeln für Strahltriebwerke, von Überschallgeschossen und Explosionen.

Thermische Charakteristik eines Hubschraubers

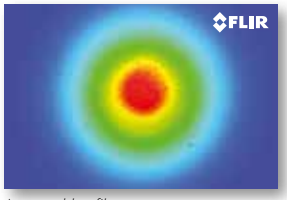
Thermische Charakteristiken

Infrarot-Charakteristiken messen die relative Infrarot-Helligkeit eines Ziels abhängig von der Wellenlänge und zeigen Sensoren das Aussehen eines Ziels unter sich ändernden Bedingungen für Entfernung und Atmosphäre. Infrarot-Charakteristiken sind wertvolle Hilfsmittel beim Design von Fahrzeugen, Sensoren und Systemen zur Tarnung.

Düsenflugzeug

Tracking

Wärmebildkamerasysteme unterstützen Video-Tracking-Systeme durch das Verbessern der Erkennbarkeit bei schlechten Lichtverhältnissen oder ungünstigen atmosphärischen Bedingungen (z. B. Nebel). Das Tracking-System kann dadurch den Zielkontakt halten und ständig Richtung, Reichweite und Höhe aktualisieren.



Laserstrahlprofil

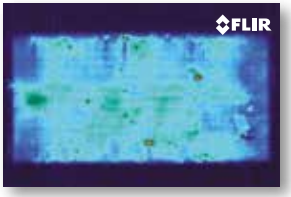
Gebündelte Energie

Eine Energiewaffe (Directed-Energy Weapon, DEW) strahlt Energie gerichtet auf ein Ziel ab, ohne dass dabei ein Projektil zum Einsatz kommt. Zu den Energiewaffen gehören Laser, Hochenergie-Hochfrequenzwaffen und Partikelstrom-Waffen. Die Wärmebildtechnik wird beim Testen der Ausstattung von Energiewaffen und zur Analyse des Aufpralls auf das Ziel eingesetzt.

Laser-Zielansprache auf einem LKW

Markieren von Zielen mit Laserstrahlen

Laser-Zielmarkierer senden einen Laserstrahl aus, mit dem ein bestimmter Ort oder ein bestimmtes Objekt markiert wird. Normalerweise werden sie zusammen mit Präzisions-Lenkwaffen eingesetzt. Wärmebildkameras können diese ansonsten unsichtbaren Strahlen lokalisieren und werden bei der Forschung im Bereich der Zielmarkierer und zur Überprüfung der Zielansprache verwendet.



Lock-in-Diagnose von Solarzellen

Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung mit Infrarot (IR NDT)

Aufbauend auf den Daten der Wärmebildtechnik kann die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung interne Defekte durch aktive Anregung des zu betrachtenden Objektes und Beobachten der thermischen Unterschiede auf seiner Oberfläche aufspüren. IR NDT ist ein wertvolles Werkzeug für die Entdeckung von Hohlräumen, Delaminierungen und Wassereinschlüssen in Verbundwerkstoffen. Eine weitere Anwendung ist die Erkennung von Kurzschlüssen und der Ladungsdichte in Solarzellen.

Verstecktes Abhörgerät

Technische Überwachung und Gegenmaßnahmen

Die Wärmebildtechnik wird zur Identifizierung der thermischen Charakteristiken von Geräten zur verdeckten Überwachung eingesetzt. Sogar in Objekten versteckte Geräte können durch die geringe Energie die sie in Form vonInfrarotenergie abgeben, lokalisiert werden.

SWIR-Bild des Mondes

Kurzwelliges Infrarot (SWIR)

Mit Wärmebildsystemen, die im kurzwelligen Infrarotbereich (SWIR) arbeiten, ist eine zerstörungsfreie quantitative Analyse von Saaten, pharmazeutischen Produkten, landwirtschaftlichen Erzeugnissen und Lasern möglich. Da SWIR viele undurchsichtige Werkstoffe durchdringen kann, wird es auch eingesetzt, um durch Nebel hindurch zu sehen, Kunstfälschungen zu untersuchen und Halbleiterscheiben zu überprüfen.

5 Praxisberichte unserer Kunden

FLIR Systems hat viele Kunden, die in einer großen Zahl von Märkten aktiv sind. Wärmebildkameras von FLIR Systems werden von sehr unterschiedlichen Anwendern eingesetzt.

Alle Gruppen haben in der Praxis die Vorteile entdeckt, die die Wärmebildtechnik zu bieten hat. Sie wissen, dass Wärmebildkameras sie dabei unterstützen, Tag für Tag Zeit und Geld zu sparen.

Viele haben sich für eine Wärmebildkamera von FLIR Systems entschieden. Sie haben erkannt, dass FLIR Systems die modernsten, ergonomischsten und anwenderfreundlichsten Systeme fertigt.

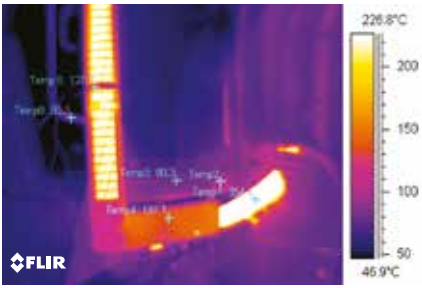
Auf den folgenden Seiten finden Sie einige kurze Berichte der Anwender von FLIR Wärmebildkameras. Diese Kunden sind definitiv die beste Werbung für die Wärmebildtechnologie und für FLIR Systems.

Lesen Sie, was die Anwender von FLIR Wärmebildkameras zu sagen haben.

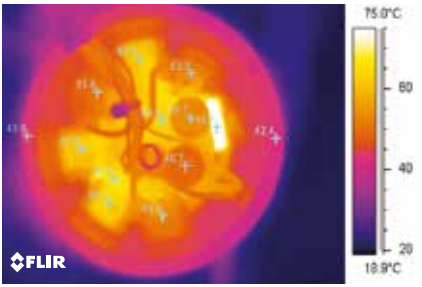
John Deere Werke Mannheim setzen eine Wärmebildkamera von FLIR Systems zur Optimierung ihrer Traktoren ein

Die Traktormotoren durchlaufen aufwändige Testverfahren, damit sie im Hinblick auf Lautstärke, Wärmeentwicklung, Haltbarkeit und andere Leistungsmerkmale an ihre Umgebung angepasst werden können.

„Wir prüfen die Motoren mit zerstörungsfreien Testverfahren. Schon nach kurzer Zeit erkannten wir dabei die Notwendigkeit einer Wärmebildkamera, damit wir heiße Stellen finden oder Temperaturmessungen für einen ganzen Oberflächenbereich durchführen konnten", erklärt Waldemar Stark, Ingenieur für Produktvalidierung und -verifizierung.



Digital- und Wärmebild der Abgasanlage eines Traktors

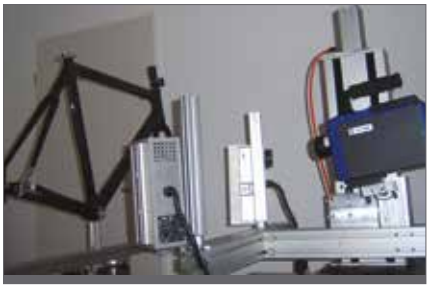


Messen elektronischer Bauelemente: Digital- und Wärmebild einer elektrisch angetriebenen Pumpe in Betrieb

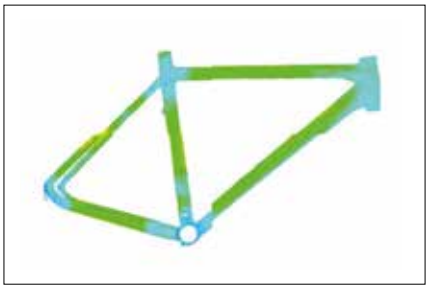
Mit FLIR Wärmebildkameras Materialfehler in Fahrrädern aufdecken

Moderne Fahrradrahmen werden aus mit Kohlenstofffasern verstärktem Kunststoff gefertigt. Durch Qualitätstests, bei denen FLIR Wärmebildkameras und das Verfahren der Impuls-Thermografie eingesetzt werden, lassen sich Fehler in mit Kohlenstofffasern verstärkten Materialien aufspüren, bevor es zu lebensgefährlichen Unfällen kommt.

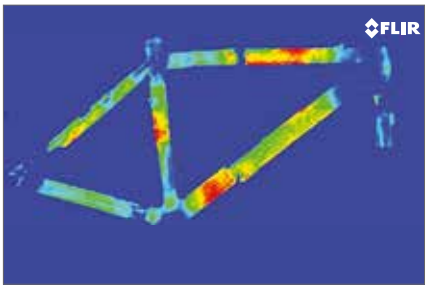
Das kann mit einem Carbon-Fahrradrahmen passieren, wenn Defekte unentdeckt bleiben.



Der Fahrradrahmen wird auf einen Drehtisch montiert.



Wärmebild eines intakten Fahrradrahmens



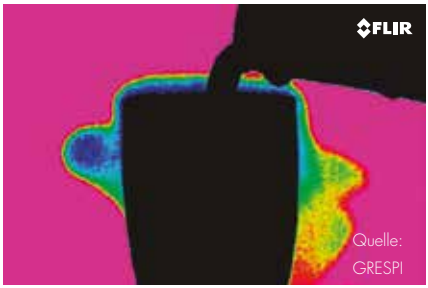
Der gebrochene Rahmen in diesem Wärmebild weist eindeutig Zeichen von Delaminierung auf.

"Wir erzeugen einen Wärmeimpuls und benutzen die FLIR Wärmebildkamera, um den Wärmefluss zu erfassen. Unterschiede beim Wärmefluss weisen auf Materialfehler hin. Die mit der Wärmebildkamera gesammelten thermischen Daten liefern uns einen einzigartigen Einblick in die Defekte bei mit Kohlenstoff-fasern verstärkten Materialien."

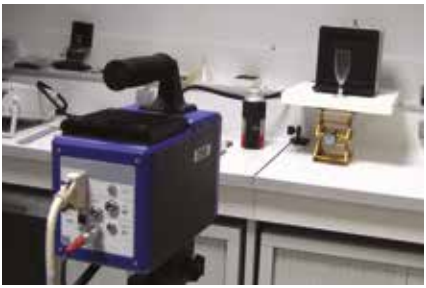
Champagner-Forscher arbeiten mit einer FLIR Kamera, um sichtbar zu machen, wie sich CO_2 während des Eingießens verflüchtigt.

An der Universität von Reims wird am intensivsten zu diesem Thema geforscht. Die neuesten Forschungsergebnisse der Universität belegen, dass durch die Art, wie Champagner üblicherweise eingegossen wird, er Aroma und somit Geschmack einbüßt. Die Wissenschaftler raten, Champagner wie Bier zu servieren. Wärmebildkameras haben bei dieser neuen Erkenntnis eine entscheidende Rolle gespielt.

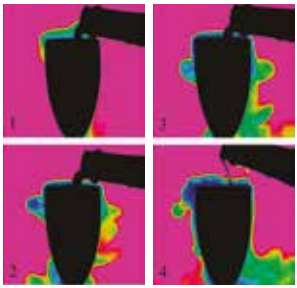
"Wir benutzten die Wärmebildkamera, um das beim Einschenken entweichende CO_2 zu filmen. Dabei wurde sichtbar, was die Testergebnisse schon gezeigt hatten. Die FLIR Wärmebildkamera ist ein sehr offenes und flexibles System, das sich an alle möglichen Situationen anpassen lässt. Sie bietet größtmögliche Empfindlichkeit, Genauigkeit, geometrische Auflösung und Geschwindigkeit", erklärt Guillaume Polidori.



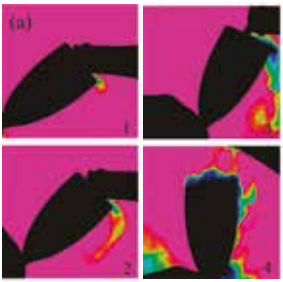
Forscher verwendeten eine FLIR Wärmebildkamera, um sichtbar zu machen, wie CO_2 beim Eingießen in ein Glas entweicht.



Die FLIR Wärmebildkamera ist auf ein Sektglas gerichtet, das vor einem kalibrierten Schwarzkörperstrahler steht.



Quelle:
GRESPI



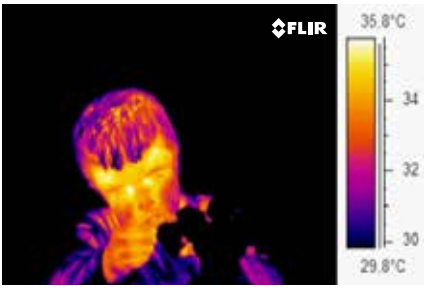
Quelle:
GRESPI

Die Wärmebilder zeigen deutlich, dass sich weniger CO_2 verflüchtigt, wenn der Sektkelch beim Einschenken wie ein Bierglas schräg gehalten wird (rechts).

Berührungsfreie soziologische Forschung mit Wärmebildkameras

Forscher, die neurovaskuläre Elemente der sozialen Interaktion des Menschen untersuchen, stoßen immer wieder auf die Grenzen der üblicherweise in der Neurowissenschaft eingesetzten Verfahren. Dazu gehören häufig die Anwendung von Elektroden oder anderer berührungsbehafteter Messinstrumente auf der Haut der Probanden, die kein spontanes Verhalten zulassen. Eine Wärmebildkamera kann hier eine Lösung darstellen.

"Dank der Flexibilität der FLIR Wärmebildkameras wurden physiologische Wechselwirkungen emotionaler Reaktionen in einem interaktiven und natürlich experimentellen Kontext ohne Einschränkungen auf das spontane Verhalten untersucht", fasst Dr. Arcangelo Merla, Direktor des Wärmebildlabors am ITAB (Institute for Advanced Biomedical Technology) der Universität Chieti-Pescara (Italien) zusammen.



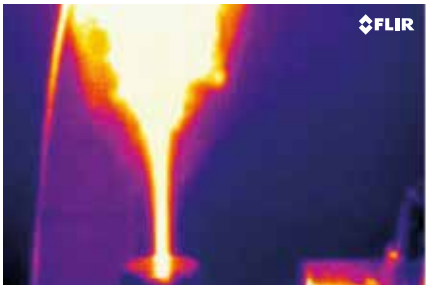
Anhand geringer Temperaturunterschiede in Gesichtsregionen können autonome Reaktionen der Probanden beobachtet werden, ohne Kontaktgeber anzubringen oder auf andere Weise ihre Bewegungsfreiheit einzuschränken.

In diesem Experiment ist das Spielzeug so manipuliert, dass es beim Spielen abbricht (Missgeschick). Die Mutter beobachtet die Szene von hinten durch einen halbdurchlässigen Spiegel. Sowohl das Kind als auch die Mutter werden mit Hilfe einer Wärmebildkamera beobachtet.

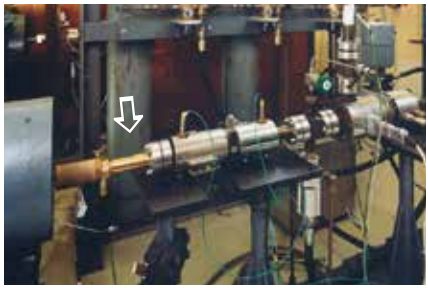
BAM sorgt mit FLIR Wärmebildkamera für sichere Befüllung von Sauerstoffzylindern

In ihrem Labor in Berlin testen die Forscher der Arbeitsgruppe 'Sicherer Umgang mit Sauerstoff' die Reaktionen unterschiedlicher Werkstoffe und Konstruktionsformen von Bauteilen auf Sauerstoff bei verschiedenen Drücken und Temperaturen.

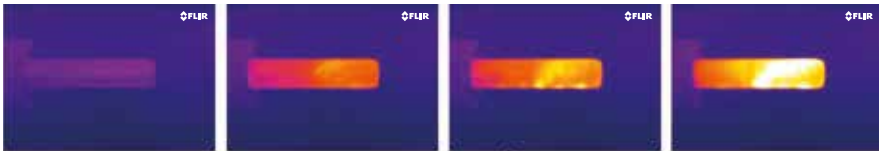
"Wir haben die FLIR Wärmebildkamera erworben, um damit berührungsfreie Temperaturmessungen durchzuführen. Andere Methoden zur Temperaturmessung sind Sensoren mit Thermoelementen und Punkt-Pyrometer, aber Thermoelemente können leicht zerstört werden, wenn es zu einer starken Reaktion mit Sauerstoff kommt. Punkt-Pyrometer messen nur Temperaturen an einer Stelle, während die Wärmebildkamera Temperaturmesswerte des gesamten Bildaufnahmebereichs liefert."



Dieses mit Sauerstoff in Berührung kommende Bauteil zeigt eine hohe Entzündungsempfindlichkeit gegenüber einem begünstigten Zünddruck während eines ASTM-G175 Tests.



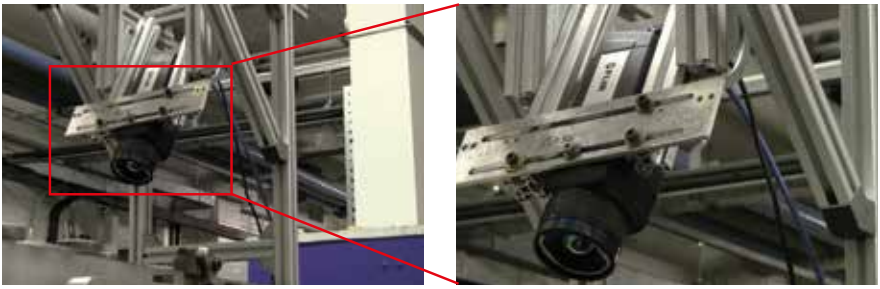
Während einer Sauerstoff-Druckstoßprüfung ist der Werkstoff im Behälter einem schnellen Druckanstieg ausgesetzt.



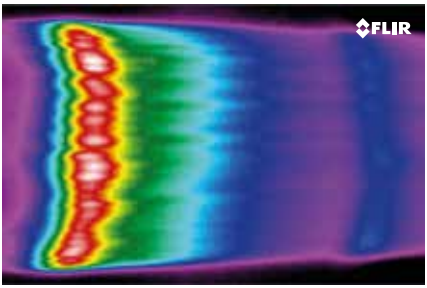
Entzündung eines feinverteilten nichtmetallischen Dichtungswerkstoffs durch einen Sauerstoffdruckstoß. Die Bewegung des Materials im Behälter bei der Reaktion mit dem Sauerstoff ist in der Wärmebildfolge zu erkennen.

Wärmebildkamera verbessert aerodynamisches Design für Hyperschallanwendungen

Zum Test von Komponenten und ihrer Fähigkeit, Luftströmen bei Hyperschallgeschwindigkeiten standzuhalten, hat die Universität Manchester in Großbritannien ihren Hyperschall-Windkanal mit einer Wärmebildkamera von FLIR Systems ausgestattet.



Die Wärmebildkamera ist über der Testkammer positioniert und überwacht den Windkanal durch ein Germanium-Fenster. So kann sie die durch die Luftreibung entstehenden heißen Stellen exakt abbilden, ohne der Kraft der sich mit hoher Geschwindigkeit bewegenden Luftströme ausgesetzt zu sein.



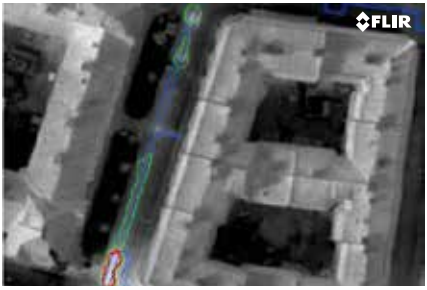
Die Luft bläst von links nach rechts. Der rote Bereich markiert die Aufprallfläche, auf der die Luftreibung einen Temperaturanstieg verursacht.

Dr. Erinc Erdem, ein Forscherkollege von Prof. Kontis, setzt die FLIR ResearchIR Software zur Analyse der thermischen Daten ein.

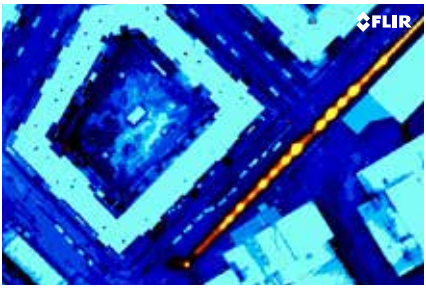
"Wir verwenden eine Wärmebildkamera, da sie Wärmebildkarten der gesamten Oberfläche des Testobjekts aufzeichnen kann. Sie besitzt eine hervorragende thermische Empfindlichkeit, so dass wir auch geringe Temperaturunterschiede erkennen können. Mit dem optionalen, externen Triggermechanismus und der Fähigkeit zur Aufnahme von High-Speed-Videos eignet sie sich ideal für unsere Zwecke."

Überwachung nordischer Fernwärmenetze aus der Luft mit Wärmebildtechnik

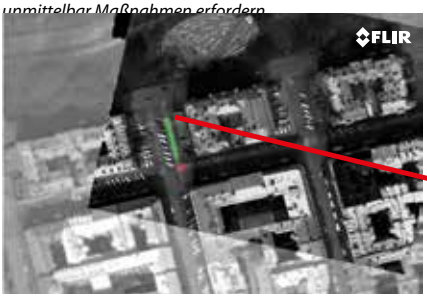
Damit Großstädte in Skandinavien ihre Fernwärmenetze effektiv überwachen und instandhalten können, hat das Unternehmen Termisk Systemteknik aus Linköping in Schweden ein System zur Untersuchung von Fernwärmenetzen aus der Luft entwickelt, das auf Wärmebildkameras von FLIR Systems basiert.



Fernwärmeleitungen sind mit blauen Linien gekennzeichnet. Grüne Konturen kennzeichnen kleinere Lecks, und rote Konturen markieren erhebliche Lecks, die unmittelbar Maßnahmen erfordern.



Auf diesem nicht analysierten Wärmebild sind bereits deutlich Lecks in einer Fernwärmeleitung zu erkennen.



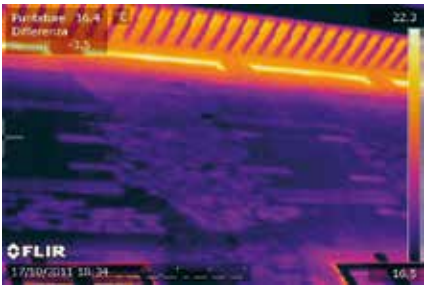
Nachdem die Fernwärmegesellschaft diese Undichtigkeit im Bericht gesehen hatte, ging sie der Sache nach. Dabei stellte sich heraus, dass es sich um ein sehr großes Leck handelte. Es versteht sich von selbst, dass das Unternehmen sehr froh war, dass dieser erhebliche Schaden entdeckt wurde.

Die FLIR Wärmebildkamera eignet sich durch ihre hohe Bildwechselfrequenz und die kurze Integrationszeit besonders gut für diese Anwendung. Sie kann die volle Bildauflösung mit einer Wiederholfrequenz von 100 Hz aufzeichnen.

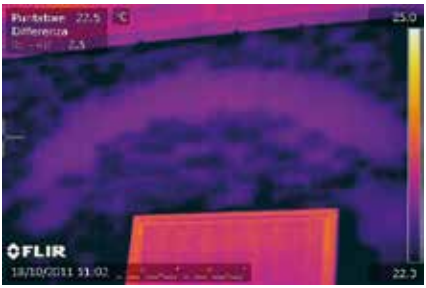
Wärmebildkameras helfen bei der Bewahrung italienischer Kulturdenkmäler

IR hotspot, ein Beratungsunternehmen mit Sitz in Altamura, Italien, untersucht historische Gebäude mit einer Wärmebildkamera. Dabei geht es oft um Wasserschäden und andere Missstände bei Gebäuden. Dank der Informationen, die aus den thermografischen Untersuchungen mit einer FLIR Wärmebildkamera gewonnen werden, ist die Erhaltung dieser Glanzlichter der italienischen Kultur sichergestellt.

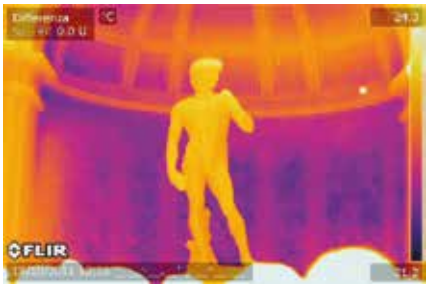
Inspektionen mit der FLIR SC660 Wärmebildkamera können bei der Bewahrung von Kulturdenkmälern helfen.



Bewertung des Mauerwerks zwischen der Galleria dell'Accademia und dem Kreuzgang der Accademia di Belle Arti in Florenz



Unter der Oberfläche dieser Wand entlang des Mittelgangs befinden sich Bögen für eine bessere Gewichtsverteilung.



Dieses Wärmebild zeigt die tiefer liegenden Strukturen der Wände und Pfeiler der Apsis.

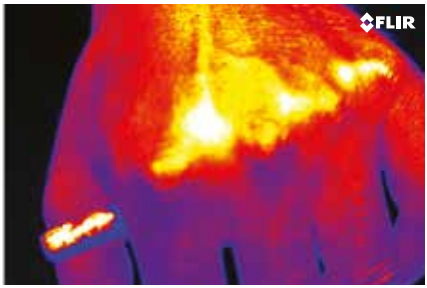
> *"Fresken und Skulpturen sind oft sehr anfällig, daher können normale Gebäudeinspektionstechniken zu einer Verschlechterung ihres konservatorischen Zustands führen. Das ist einer der Gründe, aus denen wir die Thermografie einsetzen", erläutert Rosario Piergianni, Thermografieexperte.*

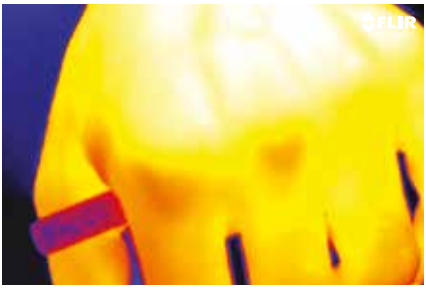
FLIR Wärmebildkameras erkennen Funktionsstörungen kleiner Nervenfasern

Bei Forschungen, die von der Dutch Technology Foundation STW finanziert werden, hilft die Wärmebildtechnik bei der Entwicklung eines Versuchsaufbaus, der dieses neuropathische Phänomen erkennen soll.

Die Infrarotlampe liefert einen thermischen Reiz für die Haut. Die thermoregulatorische Antwort wird dann mit einer Wärmebildkamera aufgezeichnet.

Wärmebild, das vor der Einwirkung der Infrarotlampe aufgenommen wurde





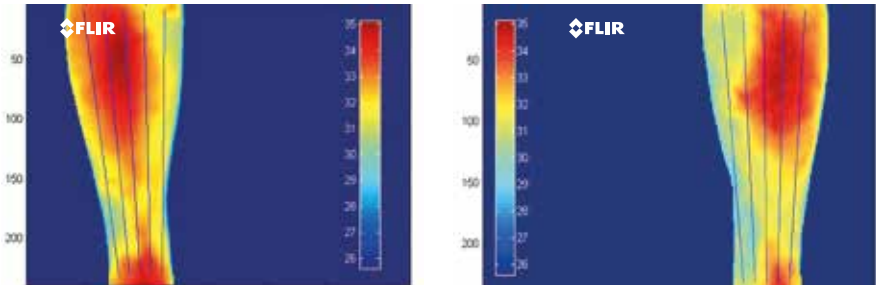
Wärmebilder, die während (links) und nach (rechts) der Einwirkung der Infrarotlampe aufgenommen wurden, zeigen die thermoregulatorische Antwort des menschlichen Körpers auf thermische Reize.

"Unser Ziel ist es, zu beweisen, dass sich die Wärmebildtechnik einsetzen lässt, um Funktionsstörungen kleiner Nerven in größeren Bereichen schnell und nicht-invasiv zu erkennen. Das würde die Diagnose beschleunigen, Zeit und Geld sparen, und gleichzeitig den Patienten nur minimaler Belastung aussetzen", sagt Dr. Ir. Sjoerd Niehof, Thermografieexperte in der Anästhesiologie des Erasmus University Medical Center.

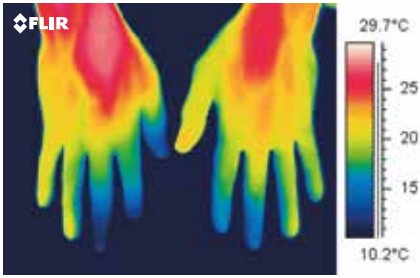
Wärmebildtechnik hilft beim Messen, Darstellen und Bekämpfen von Schmerzen

Das Erasmus Medical Centre (ErasmusMC) in den Niederlanden, das Universitätskrankenhaus der Erasmus-Universität in Rotterdam, arbeitet an der Messung von Schmerzen und forscht im Bereich der Schmerzbekämpfung. Die Wärmebildtechnik unterstützt die Forscher bei ihrer Arbeit.

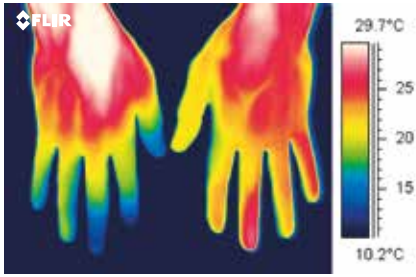
"Dank des sehr hohen Emissionsgrads der Haut ist der menschliche Körper ein Objekt, das sich für Untersuchungen mit einer Wärmebildkamera eignet", erklärt Sjoerd Niehof, klinischer Physiker und Anwender der Wärmebildkamera von FLIR Systems. "Sie kann ein Bild von der Blutversorgung der Extremitäten erzeugen, sogar vom Einfluss der Kapillargefäße."



Schmerzbereiche im linken und rechten Unterschenkel. Durch Hinzufügen von Meridianen lassen sich die Schmerzbereiche exakt lokalisieren.



Kalt; kein komplexes regionales Schmerzsyndrom (CRPS - Complex Regional Pain Syndrome)
Keine Beschwerden, keine Beanspruchung.



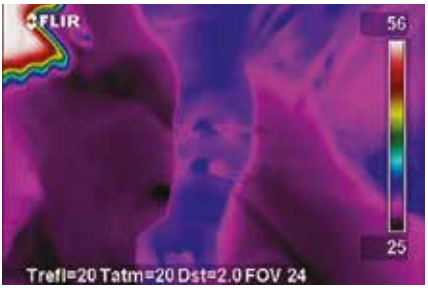
Warm; CPRS in linker Hand (rechte Seite).
Beschwerden; warm induzierte Beanspruchung.

FLIR-Wärmebildkameras helfen beim Nachweis der Wirkungsweise von antiallergischen Medikamenten

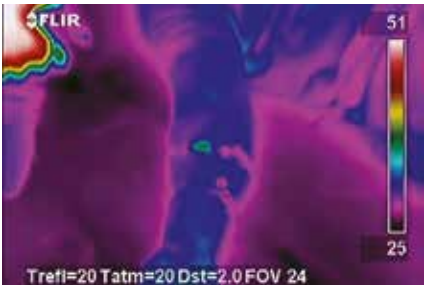
Für einige laufende Studien zu Quaddelbildung und Rötungen im Bereich der Haut verwendet das Forscherteam von Professor Marcus Maurer am Allergie-Centrum-Charité, dem Allergiezentrum der Charité - Universitätsmedizin Berlin, eine FLIR Wärmebildkamera, um die Körpertemperatur genau zu messen.

Kutane Mikrodialyse: Dort, wo die Triggersubstanzen verabreicht wurden, wird die Haut mit einer Pufferlösung gespült, um so die in der Haut freigesetzten Mediatoren aufzufangen.

"Mit der Wärmebildtechnik lässt sich die Antwort des Körpers objektiv erfassen", erklärt Elena Ardelean, Assistenzärztin und Versuchsleiterin für klinische Studien.



Dieses Wärmebild zeigt den Arm eines Patienten mit Kälteurtikaria, bevor eine allergische Reaktion mit Quaddeln und Hautrötung ausgelöst wird.



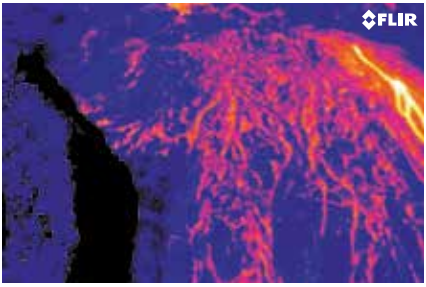
In diesem Wärmebild erscheinen Quaddeln und Hautrötung deutlich als heiße Stelle.

Hautrötungen erscheinen deutlich auf dem Wärmebild.

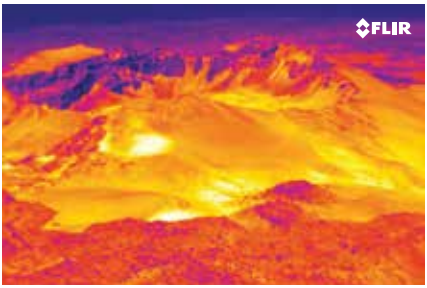
Mit Hilfe der FLIR Software lassen sich die gemessenen Daten leicht analysieren.

Bessere Vulkanforschung durch FLIR Wärmebildkameras

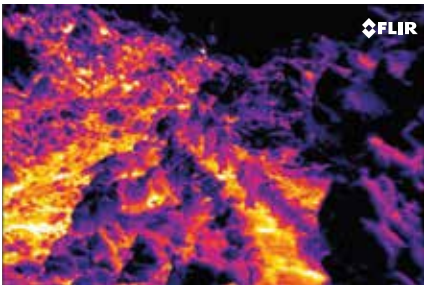
Vulkane sind wahrscheinlich die beeindruckendsten Naturerscheinungen der Welt, die in Verbindung mit Hitze beobachtet werden können. Die in ihnen ablaufenden Vorgänge sind faszinierend und bergen in hohem Maße zerstörerische Kräfte in sich. Daher ist es nicht erstaunlich, dass Forscher in aller Welt die unterschiedlichen Aspekte von Vulkanen und vulkanischer Aktivität untersuchen.



Diese Digital- und Wärmebildaufnahmen des Vulkans Stromboli in Italien wurden von einem Hubschrauber aus aufgenommen. Entlang des oberen Lavafeldes sind Risse entstanden. Im Wärmebild werden aktive Lavaströme gelb und Risse rot dargestellt.



Die Wärmebildtechnik ist wie geschaffen für die Visualisierung vulkanischer Hitze.



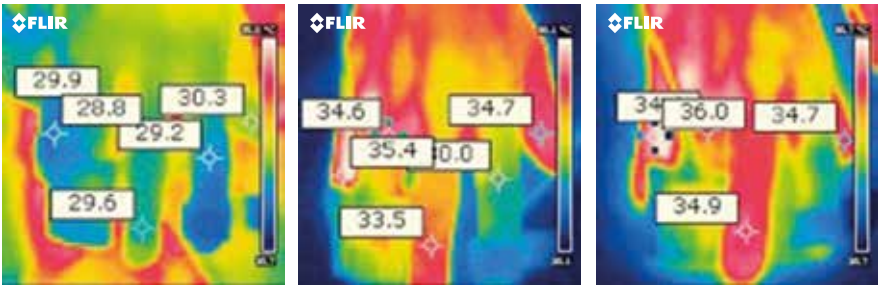
Dieses Wärmebild zeigt, dass die vulkanische Hitze von der Oberfläche des Felsen abgestrahlt wird.

Forscher, die mit Wärmebildkameras von FLIR Systems gearbeitet haben, bestätigen, dass diese Geräte erste Wahl für die Beobachtung von Vulkanen sind. Mit Wärmebildkameras können Forscher nicht nur vulkanische Hitze sehen, sondern auch berührungsfrei Temperaturwerte aus sicherer Entfernung ermitteln, ohne sich selbst in Gefahr zu bringen.

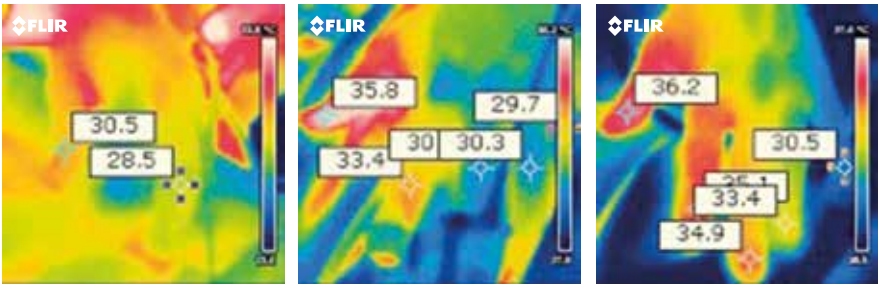
FLIR Wärmebildkameras belegen die Effektivität der Lokalanästhesie

Forscher am Erasmus University Medical Center in Rotterdam (Niederlande) haben ein neues und objektiv arbeitendes Tool entdeckt, mit dem sich die Effektivität einer Lokalanästhesie überprüfen lässt: FLIR Wärmebildkameras.

"Die Wärmebildtechnik liefert eine direkte Rückmeldung. Medizinische Mitarbeiter können mit einer FLIR Wärmebildkamera die Wirksamkeit der Lokalanästhesie objektiv überprüfen. Wenn die regionale Blockierung nicht wirksam ist, lässt sich dies im Wärmebild eindeutig erkennen", erläutert Dr. Ir. Sjoerd Niehof von der Anästhesiologie des Erasmus University Medical Center.



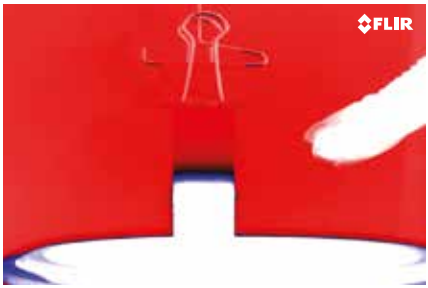
Diese mit einer FLIR Wärmebildkamera aufgenommenen Wärmebilder zeigen eine Hand, nachdem eine Lokalanästhesie durchgeführt wurde. Der Temperaturanstieg belegt, dass die regionale Blockierung in dem für die Operation relevanten Bereich wirksam ist.



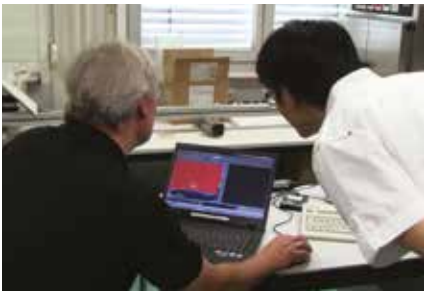
In diesem Fall zeigen der rosafarbene Finger und der ihn umgebende Bereich einen geringen bis überhaupt keinen Temperaturanstieg, ein Beleg dafür, dass der ulnare Nerv nicht betäubt ist. Daher wurde vor dem Eingriff eine Vollnarkose durchgeführt.

Wärmebildkamera unterstützt bei der Entwicklung eines neuen Tankdesigns für kryogene Treibstoffe

Der flüchtige Charakter kryogener Treibstoffe und das Fehlen der Schwerkraft im All macht die Verwendung kryogener Flüssigkeiten für Antriebe, die sich in einer Umlaufbahn befinden, zu einer Herausforderung. Wissenschaftler an der deutschen Forschungseinrichtung ZARM sollen jetzt mit Hilfe einer FLIR Wärmebildkamera eine Lösung für dieses Problem finden.



Die Wärmebildtechnik hilft bei der Bestimmung der Wicking-Front einer kryogenen Flüssigkeit.



Forscher bei der Feinabstimmung der Wärmebilder mit der zum Lieferumfang gehörenden FLIR Software

Diese Wärmebildfolge zeigt das Ergebnis des Wicking-Tests für eine poröse Glasfritte.

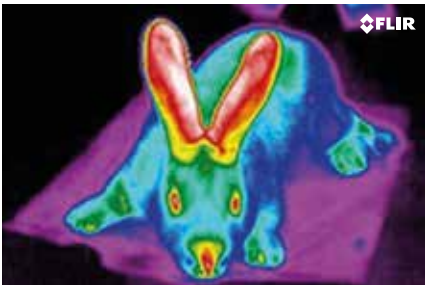
Diese Wärmebildfolge zeigt das Ergebnis des Wicking-Tests für ein Gewebe aus Edelstahl.

"Es war bislang unbekannt, ob bei kryogenen Flüssigkeiten Wicking (Kapillarwirkung) auftritt und ob dieser Effekt von der Verdunstung beeinflusst wird, bis wir diese Tests durchführten und sie mit einer Wärmebildkamera aufzeichneten", erklärt Ming Zhang, Forschungsassistent am ZARM.

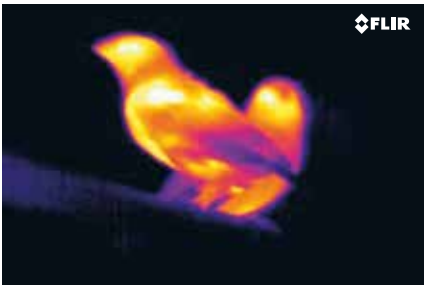
Heiße Biologie: Untersuchung der thermischen Physiologie von Vögeln und Säugetieren

Wildtierforscher versuchen die Lücken in unserem Wissen über diese faszinierenden Prozesse zu schließen. Eine der Organisationen, die die Grenzen unseres Wissens in diesem Bereich erweitern, ist das Institute of Biodiversity, Animal Health and Comparative Medicine der Universität Glasgow in Schottland.

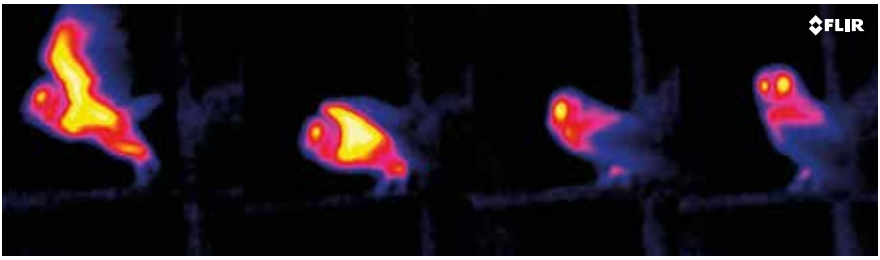
"FLIR Wärmebildkameras waren in zurückliegenden Forschungsprojekten eine große Hilfe. Unabhängig davon, ob sie für die Feldforschung oder im Labor eingesetzt wurden, bieten diese Kameras einen interessanten Einblick in die thermische Welt der Tiere", sagt Dr. Dominic McCafferty, Hochschullehrer an der Universität Glasgow.



Dieses Wärmebild eines Kaninchens zeigt die tiefer liegende Blutzirkulation zu den Ohren des Tiers, durch die überschüssige Körperwärme abgeführt wird.



Die mit der FLIR Wärmebildkamera gemessene Körpertemperatur des Zebrafinken wird als Indikator für den Grad seiner Anspannung verwendet.

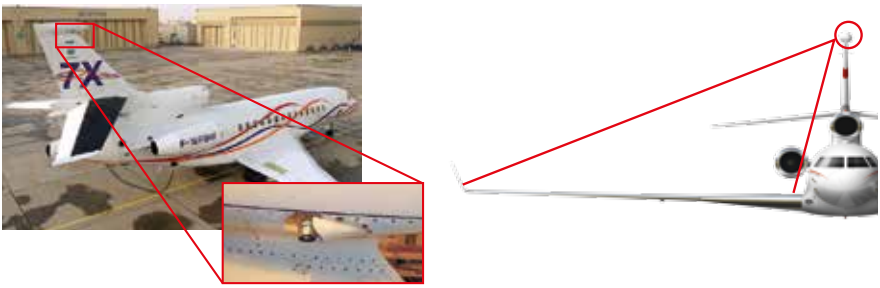


Wärmebildfolge einer Schleiereule während des Abhebens

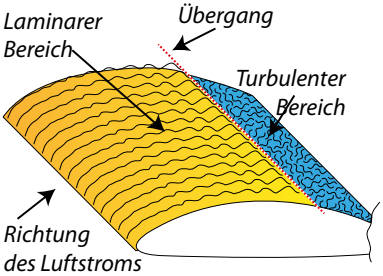
Mit einer FLIR Wärmebildkamera dem laminaren Luftstrom auf der Spur

Bei Dassault Aviation wurden Testflüge mit einer Falcon 7X durchgeführt; mit an Bord befand sich eine FLIR Systems Wärmebildkamera. Dies ermöglicht zwischen-laminaren und turbulenten Strömungen zu unterscheiden. Somit waren die Forscher in der Lage zu beurteilen, in wieweit der Luftstrom an einer Tragfläche während des Flugs laminar verläuft.

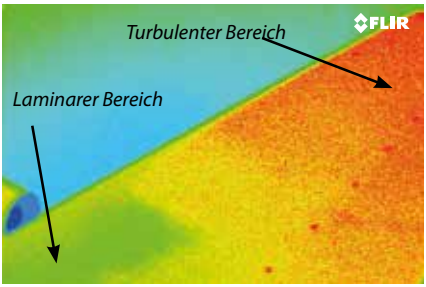
"Die turbulenten Zonen der Tragfläche, wo die Reibung größer ist, sollten darum auch wärmer sein als laminare Bereiche. Aber dieser Temperaturunterschied ist nur minimal, in der Regel zwischen 0,5 und 3 °C. Darum brauchten wir eine zuverlässige Wärmebildkamera, die solch geringe Temperaturdifferenzen exakt erfassen kann", erläutert Philippe Rostand, Projektmanager des Future-Falcon-Programms.



Die FLIR Wärmebildkamera wurde an der Spitze des Hecks der Falcon 7X montiert, um von oben den rechten horizontalen Stabilisator zu erfassen.



Schematische Darstellung der Verteilung von laminaren und turbulenten Strömungsmustern in der Grenzschicht rund um eine Flugzeugtragfläche.

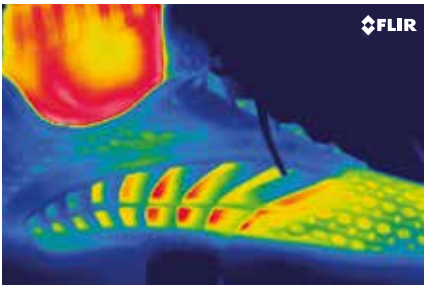


Wärmebild der Luftströmung am rechten horizontalen Stabilisator

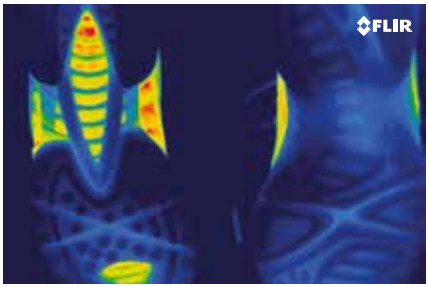
Mehr Komfort für Athleten in aller Welt mit Hilfe der Wärmebildtechnik

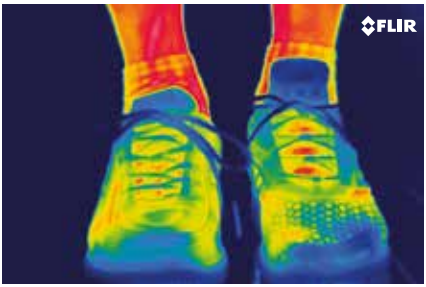
Adidas, weltbekannt als einer der führenden Hersteller von Sportschuhen, Sportkleidung, Trainingsanzügen, Bällen usw., ist ständig auf der Suche nach neuen Materialien und Designs, um auch den Anforderungen der anspruchsvollsten Athleten gerecht zu werden. Eine Wärmebildkamera von FLIR Systems hilft dem Unternehmen, dieses Ziel zu erreichen.

"Zunächst haben wir die Temperatur nur an einigen überlegt ausgewählten Punkten des Schuhs mit Temperatursensoren gemessen. Obwohl uns dies eine Vorstellung von der abgeleiteten Wärme vermittelte, wurde uns klar, dass wir das ganze Bild sehen mussten. Der Einsatz einer Wärmebildkamera war dafür die einzige Lösung", erläutert Karsten Westphal.



Die Wärmebildkamera findet die heißen Stellen auf dem ClimaCool™-Material.

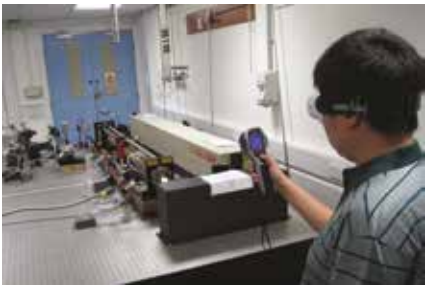




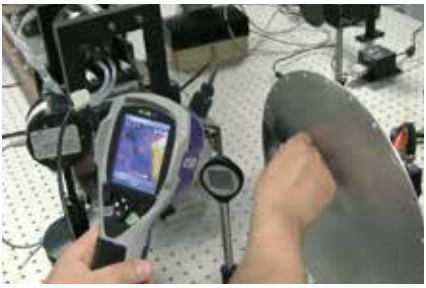
Schuh mit ClimaCool™-Technologie im Vergleich zu einem normalen Schuh. Das ClimaCool™-Material leitet die Wärme vom Fuß ab. Daher werden an der Außenseite dieses Schuhs höhere Temperaturen gemessen.

FLIR Wärmebildkamera hilft bei der Vermeidung von Unfällen im Laser-Raum

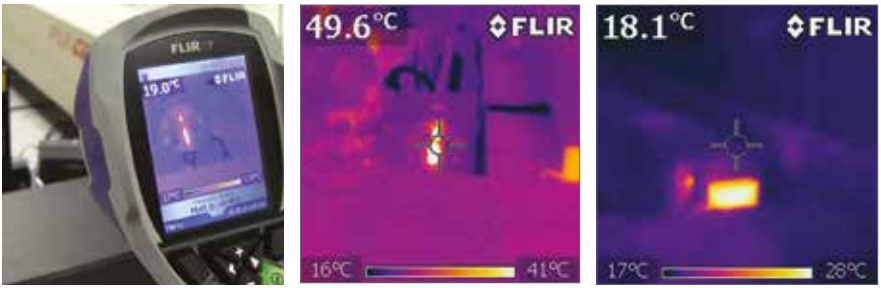
Operationslaser können gefährlich sein, denn einige von ihnen erzeugen eventuell unsichtbare Infrarotstrahlen, die Forscher verletzen oder einen Brand auslösen können. Im Laser-Raum der Universität Glasgow setzen Forscher zu ihrer eigenen Sicherheit eine FLIR Wärmebildkamera ein, wenn sie mit ihrem Terahertz-Laser-Forschungsaufbau arbeiten.



Forschungsassistent Yong Ma führt den Einsatz der FLIR Wärmebildkamera im Laser-Raum vor.



Mit Hilfe der FLIR Wärmebildkamera richtet Yong Ma die Optiken in seinem Forschungsaufbau aus.



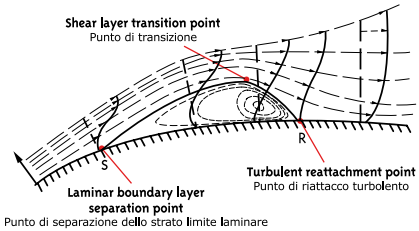
Die Wärme unsichtbarer Infrarot-Laserstrahlen ist auf den Wärmebildern deutlich zu erkennen. Durch die Visualisierung der Wärme von Infrarot-Laserstrahlen trägt FLIR zur Sicherheit der Forscher bei.

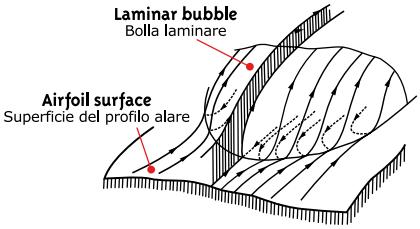
"Bevor ich anfange, mit unserem Terahertz-Laser-Forschungsaufbau zu arbeiten, untersuche ich immer den ganzen Raum mit der FLIR Wärmebildkamera. Damit kann ich Infrarot-Laserstrahlen entdecken, die in die falsche Richtung projiziert werden, und gewährleisten, dass der Arbeitsbereich sicher ist. Aber das ist nicht die einzige Anwendung der Wärmebildkamera. Ich überwache mit ihr auch die Überhitzung elektrischer Geräte und Gasventile, Leitungen und Tanks", erklärt Yong Ma, Forschungsassistent der Microsystem Technology Group, School of Engineering, an der Universität Glasgow.

Die Universitäten von Ancona und Pescara in Italien setzen Wärmebildkamera für die Forschung ein

Professor Ricci und seine Mitarbeiter verwenden eine Wärmebildkamera von FLIR Systems, um das Phänomen der Grenzschichtablösung an aerodynamischen Körpern wie z. B. Tragflächen von Flugzeugen bei niedrigen Reynolds- und Mach-Zahlen durch thermografische Untersuchungen zu visualisieren. Vorrangig wird das Vorhandensein der sogenannten Laminarblase untersucht.

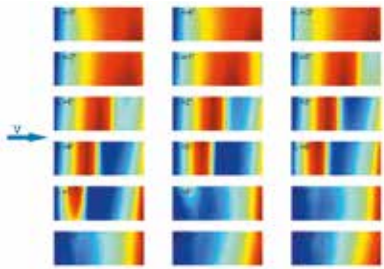
Die normalerweise verwendeten Verfahren zur Untersuchung des Vorhandenseins einer Laminarblase sind der Lastausgleich, die Analyse des Druckkoeffizienten und die Visualisierung mit Rauch und Öl. Die Entscheidung für den Einsatz der Wärmebildtechnik beruht auf der Tatsache, dass diese ein nicht-invasives Messverfahren ist und eine Echtzeit-Visualisierung des Phänomens bietet.





Schematische Darstellung des Prinzips der Laminarblase

Der Windkanal mit der FLIR Wärmebildkamera



Wärmebilder der Oberseite der Tragfläche für viele Anstellwinkel

6 Wärmebildtechnik: eine große Bandbreite an Anwendungen

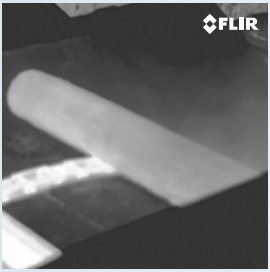
Da immer mehr Anwender die Vorteile von Wärmebildkameras erkennen, ist das Produktionsvolumen angestiegen und die Preise fallen. Das bedeutet, dass Wärmebildkameras in immer mehr Märkten eingesetzt werden. FLIR Systems hat für jede Anwendung die richtige Kamera.

Elektrische / mechanische Anlagen

In der Industrie hilft die Wärmebildtechnik heiße Stellen aufzuspüren, die zu Ausfällen bei elektrischen und mechanischen Anlagen führen können. Werden Problemstellen in einem frühen Stadium entdeckt, lassen sich Produktionsausfälle verhindern und somit Geld einsparen.

Sicherheit

Unsere Kunden für Sicherheitsanwendungen profitieren von der Wärmebildtechnik, denn mit ihrer Hilfe können sie Einrichtungen wie Häfen, Flughäfen, Kernkraftwerke, Lagergebäude, Grundstücke und so weiter vor Unbefugten schützen.

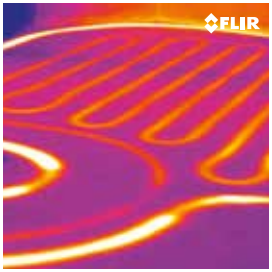


Cores und Detektoren

FLIR Systems vertreibt auch eine Vielzahl von Wärmebildkameramodulen, die andere Hersteller in ihre Produkte integrieren.

Gebäudeinspektionen

Mit einer Wärmebildkamera sind Bau-Profis auf der Suche nach Wärmeverlusten und anderen Gebäudeproblemen. Durch die Entdeckung und Behebung von Dämmungsverlusten lässt sich eine Menge Energie sparen.

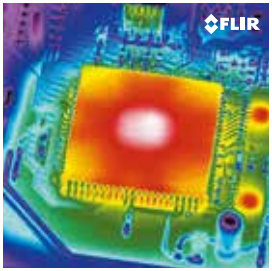


Grenzsicherung

Grenzsicherungskräfte sorgen für den Schutz der Landesgrenzen vor Schmugglern und anderen Eindringlingen. Mit Hilfe einer Wärmebildkamera können sie bei völliger Dunkelheit eine Person in 20 Kilometern Entfernung aufspüren.

Wissenschaft / F&E

Auch Wissenschaftler in der angewandten und Grundlagenforschung wollen nicht mehr auf die Wärmebildtechnik verzichten. Damit verkürzt sich die Entwicklungsphase, so dass Produkte schneller auf den Markt kommen können. Für diese anspruchsvollen Anwendungen bietet FLIR Systems extrem hochleistungsfähige Wärmebildsysteme.



Schifffahrt

Auf Privatjachten wie auch auf Handelsschiffen werden FLIR Wärmebildkameras für die Navigation bei Nacht, die Sicherheit an Bord, die Suche nach einem Mann über Bord und den Schutz vor Piraterie eingesetzt.

Transportwesen

Zur Verbesserung der Übersicht werden FLIR Wärmebildkameras in Autos integriert. Damit sieht der Fahrer vier Mal weiter als mit Scheinwerfern. Des weiteren werden sie in Spezialfahrzeugen montiert, zum Beispiel für die Feuerwehr, den Bergbau und das Militär.

Automatisierung / Prozesssteuerung

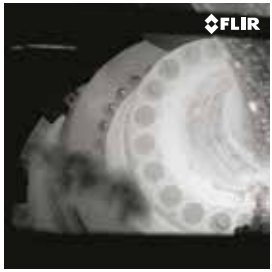
Auch bei der kontinuierlichen Überwachung von Produktionsprozessen und der Vorbeugung von Bränden finden Wärmebildkameras Verwendung.

Strafverfolgung

Polizeibeamte nutzen die Wärmebildtechnik, um zu sehen, ohne gesehen zu werden. Damit können sie Verdächtige in völliger Dunkelheit aufspüren, ohne selbst ihre Position zu verraten.

Gase visualisierende Wärmebildkameras

Gasleckagen lassen sich mit einer Wärmebildkamera einfach aufspüren.



Tierbeobachtungen in freier Natur

Outdoor-Fans haben bei Nacht den Durchblick mit Hilfe einer Wärmebildkamera.

Brandbekämpfung

Feuerwehrleute können durch Rauch hindurch sehen. Somit sind sie in der Lage, Menschen in einem mit Rauch gefüllten Raum zu finden, und zu erkennen, ob ein Feuer vollständig gelöscht wurde. Wärmebildkameras helfen ihnen Leben zu retten.

Extech

Unter dem Markennamen "Extech" vermarktet FLIR Systems eine umfassende Produktpalette von Prüf- und Messinstrumenten.

7 Die Wahl des richtigen Wärmebildkameraherstellers

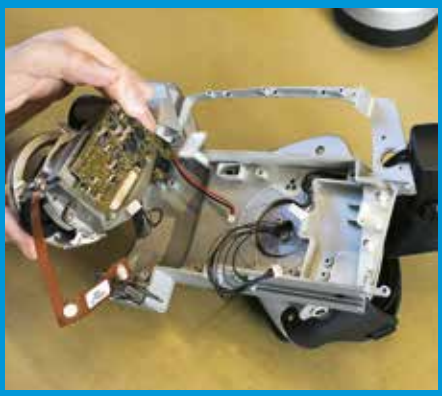
Da Wärmebildkameras in den letzten Jahren sehr weite Verbreitung gefunden haben, setzen immer mehr Hersteller auf die Produktion von Wärmebildkameras.

Unabhängig von Ihrer Anwendung sollten Sie einige Überlegungen anstellen, wenn Sie in eine Wärmebildkamera investieren.

Die richtige Kamera für die richtige Anwendung
Entscheiden Sie sich für einen Wärmebildkamerahersteller, bei dem Sie eine Auswahl treffen können. Unterschiedliche Anwendungen erfordern unterschiedliche Typen von Wärmebildkameras. Einsteiger haben andere Anforderungen als Anwender, die bereits die Vorteile der Wärmebildtechnik für sich entdeckt haben. Verschiedene Bildqualitäten sind erhältlich. Ein zuverlässiger Hersteller bietet Ihnen eine Wärmebildkamera an, die optimal zu Ihrer Anwendung passt.

Wählen Sie ein System, das mit Ihren Anforderungen wachsen kann
Da Sie erst damit beginnen, die Vorteile der Wärmebildtechnik zu entdecken, werden sich Ihre Anforderungen mit Sicherheit verändern. Gehen Sie zu einem Hersteller, der Ihre erste Kamera zurücknehmen und Ihnen ein leistungsfähigeres Modell anbieten kann. Vergewissern Sie sich, dass Zubehör erhältlich ist. Objektive sind wichtig. Bei einigen Anwendungen brauchen Sie ein Weitwinkelobjektiv, bei anderen sind Sie mit einem Teleobjektiv besser bedient.

Software ist wichtig
Für praktisch jede Anwendung ist es entscheidend, die passende Software zu haben. Damit analysieren und dokumentieren Sie Ihre Entdeckungen. Stellen Sie sicher, dass Ihnen der Hardware-Hersteller auch die richtige Software liefern kann.



Kundendienst
Sobald eine Wärmebildkamera im Einsatz ist, wird sie schnell zu einem äußerst wichtigen Betriebsmittel. Vergewissern Sie sich, dass der Hersteller Ihre Kamera in kürzest möglicher Zeit instandsetzen kann, falls ein Problem auftreten sollte.

Schulung
Das Arbeiten mit einer Wärmebildkamera ist so einfach wie die Bedienung eines Camcorders. Es gibt jedoch einige Dinge, die berücksichtigt werden müssen. Ein zuverlässiger Wärmebildkamerahersteller kann Ihnen eine grundlegende oder intensive Schulung anbieten, so dass Sie das Optimum aus Ihrer Wärmebildkamera herausholen können.

itc INFRARED TRAINING CENTER

8 Senden Sie uns Ihre Anwendung

Auf den vorangehenden Seiten konnten Sie lesen, wie einige unserer Anwender die Wärmebildkameras von FLIR einsetzen.

Wir sind ständig auf der Suche nach neuen Praxisbeispielen und neuen Kundenberichten. Sprechen Sie mit uns, wenn Sie eine interessante Anwendung haben. Wir nehmen Sie gerne in die nächste Ausgabe dieser Broschüre auf.

Füllen Sie das folgende Formblatt aus, scannen Sie es und senden Sie es per eMail an flir@flir.com oder per Fax an +32 3 303 56 24

Unternehmen :

Name :

Adresse :

Postleitzahl :

Stadt :

Land :

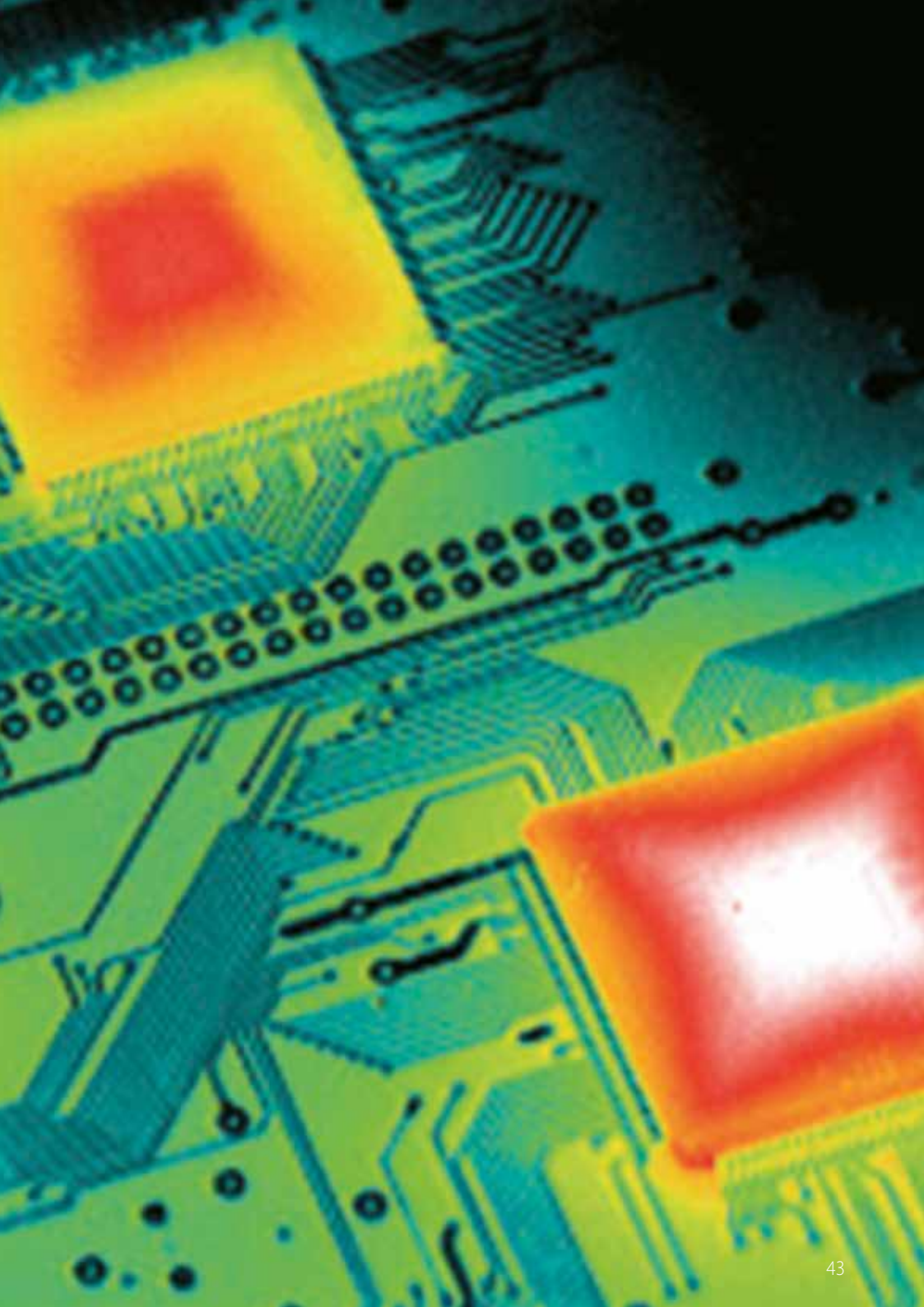
Tel. :

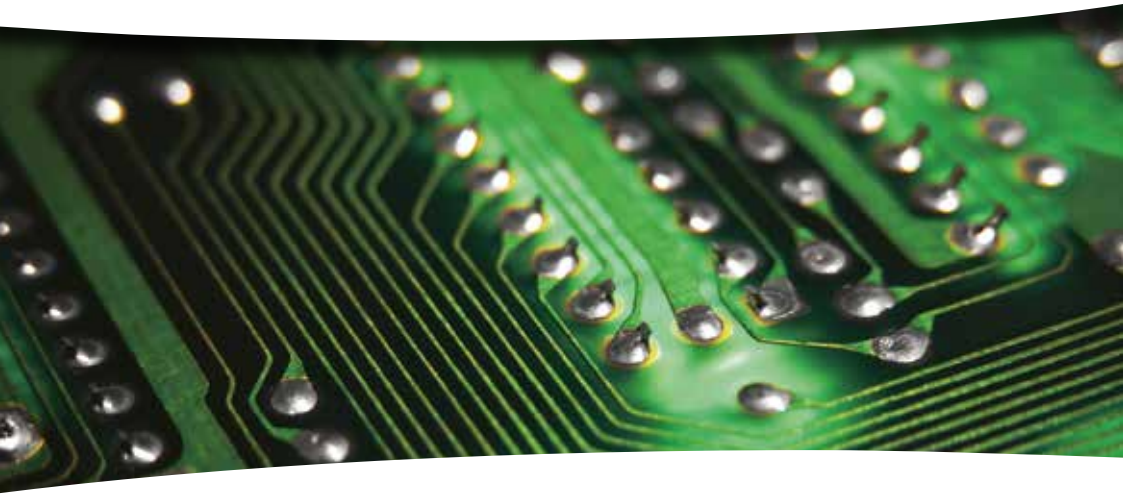
Anwendung :

Kurze Beschreibung :

Notizen

Notizen





Weitere Informationen von einem Experten für Wärmebildkameras erhalten Sie hier:

FLIR Commercial Systems
Luxemburgstraat 2
2321 Meer
Belgien
Tel.: +32 (0) 3665 5100
Fax: +32 (0) 3303 5624
eMail: flir@flir.com

FLIR Systems Deutschland
Berner Straße 81
D-60437 Frankfurt am Main
Deutschland
Tel.: +49 (0)69 95 00 900
Fax: +49 (0)69 95 00 9040
eMail: flir@flir.com

FLIR Systems Spain
Avenida de Bruselas, 15- 3°
28108 Alcobendas (Madrid)
Spanien
Tel.: +34 91 573 48 27
Fax: +34 91 662 97 48
eMail: flir@flir.com

FLIR Systems Sweden
Antennvägen 6
187 66 Täby
Schweden
Tel.: +46 (0)8 753 25 00
Fax: +46 (0)8 753 23 64
eMail: flir@flir.com

FLIR Systems France
19, bld Bidault
77183 Croissy-Beaubourg
Frankreich
Tel.: +33 (0)1 60 37 55 02
Fax: +33 (0)1 64 11 37 55
eMail: flir@flir.com

FLIR Systems, Middle East FZE
Dubai Airport Free Zone
P.O. Box 54262
Office B-22, Street WB-21
Dubai - Vereinte Arabische Emirate
Tel.: +971 4 299 6898
Fax: +971 4 299 6895
eMail: flir@flir.com

FLIR Systems UK
2 Kings Hill Avenue - Kings Hill
West Malling
Kent
ME19 4AQ
Großbritannien
Tel.: +44 (0)1732 220 011
Fax: +44 (0)1732 843 707
eMail: flir@flir.com

FLIR Systems Italy
Via Luciano Manara, 2
20812 Limbiate (MB)
Italien
Tel.: +39 (0)2 99 45 10 01
Fax: +39 (0)2 99 69 24 08
eMail: flir@flir.com

FLIR Systems Russia
6 bld.1, 1st Kozjevnichesky lane
115114 Moskau
Russland
Tel.: + 7 495 669 70 72
Fax: + 7 495 669 70 72
eMail: flir@flir.com

T820486(DE-DE)_A