

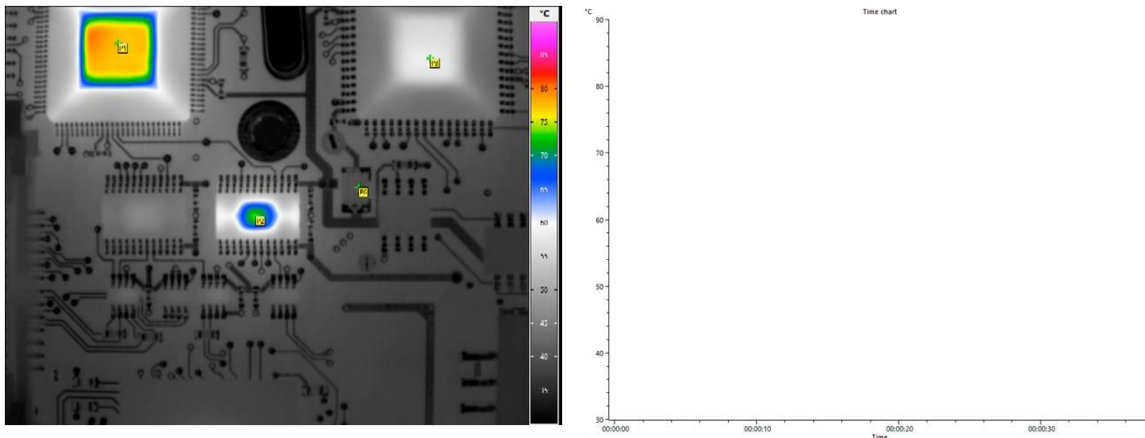
Anwendungsgebiete der Infrarotthermografie und deren Besonderheiten

THERMOGRAFIE IN DER PRAXIS

Forschung und Entwicklung

Produktentwicklung in der Elektronikindustrie

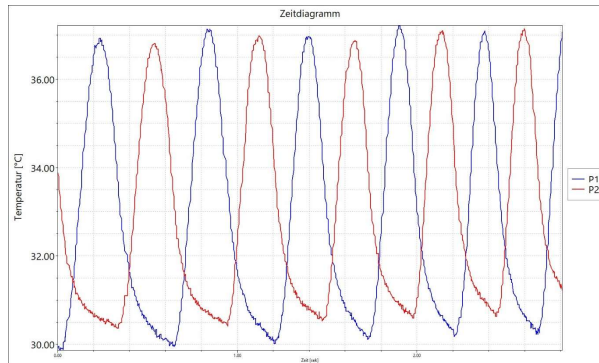
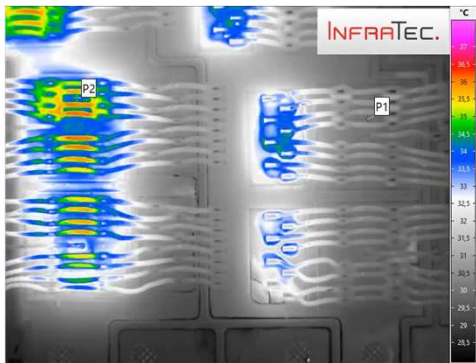
- ☐ Temperaturverteilung auf einem PCB-Board mit VarioCAM® HD – Auswahl einiger Messflächen
- ☐ Lokalisierung von Hotspots



Forschung und Entwicklung

Produktentwicklung in der Elektronikindustrie – Leistungselektronik

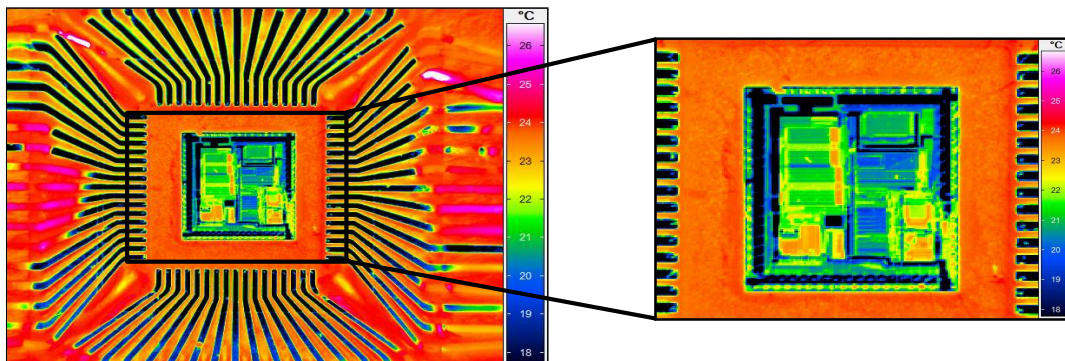
- Überprüfung von Leistungsmodulen mit ImageIR® 8300 hp inkl. 50 mm Optik und Vorsatzlinse (CL300)
- Thermische Optimierung, um eine Überdimensionierung zu vermeiden und Kosten zu sparen



Forschung und Entwicklung

Mikrothermografie

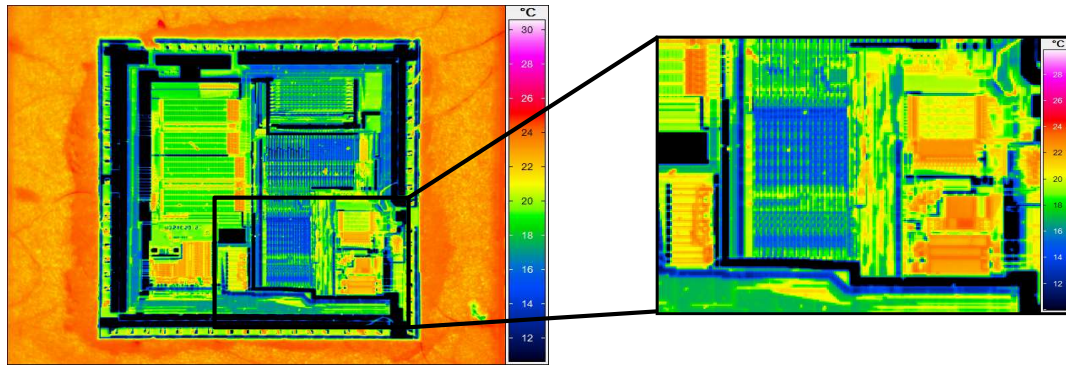
- Kombination aus 100 mm Teleobjektiv und 500 mm Close-Up-Linse
- Ermöglicht bei einem Arbeitsabstand von 500 mm ein IFOV von 50 µm (kameramodellabhängig)



Forschung und Entwicklung

Mikrothermografie

Ermöglicht bei einen Arbeitsabstand von 300 mm ein IFOV von 10 μm (Kameramodell abhängig)

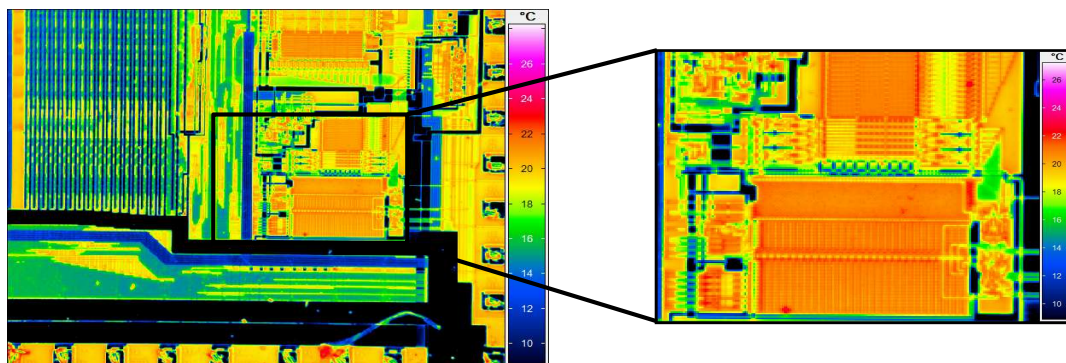


Aufnahme mit M=1.0x Mikroskopobjektiv

Forschung und Entwicklung

Mikrothermografie

Ermöglicht bei einen Arbeitsabstand von 22 mm ein IFOV von 3 μm (Kameramodell abhängig)

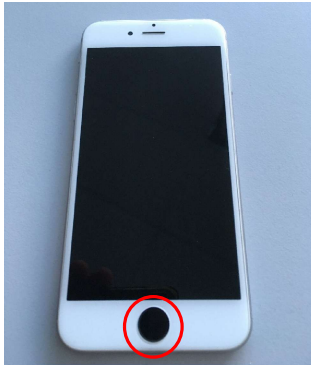


Aufnahme mit M=3.0x Mikroskopobjektiv

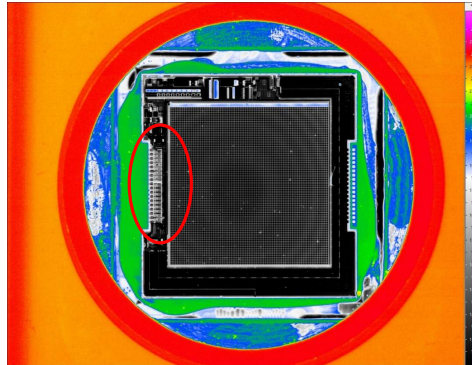
Forschung und Entwicklung

iPhone 6 Touch ID Mikroskopieaufnahme mit ImageIR® 9400 (1280 × 1024) IR-Pixel

- ❑ Der Touch ID Sensor ist mit einer IR-semitransparenten Kunststoff-Kappe abgedeckt
- ❑ IR-Aufnahme wurde durch diese Kappe hindurch realisiert, Sensordimension ca. (6 × 6,2) mm



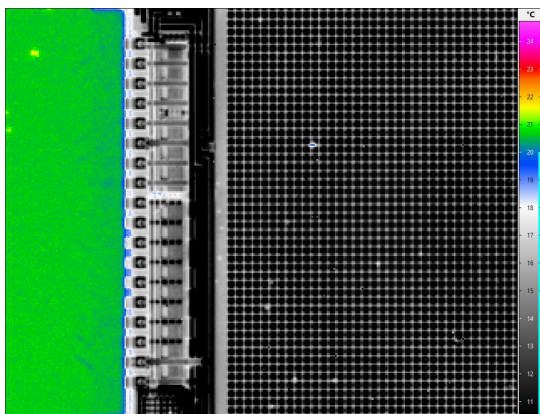
iPhone 6 mit Touch-ID



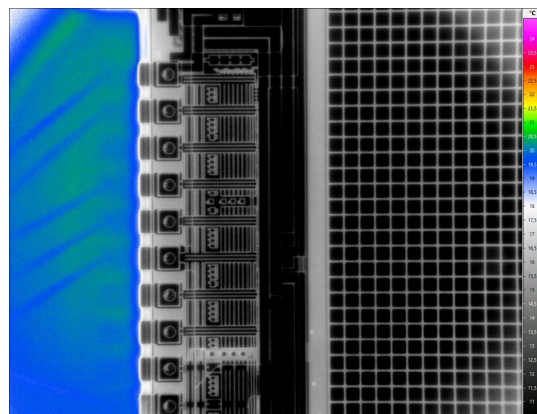
Touch ID mit 1,0× Optik → IFOV 10 µm/Pixel

Forschung und Entwicklung

iPhone 6 Touch ID Mikroskopieaufnahme mit ImageIR® 9400 (1280 × 1024) IR-Pixel



Aufnahme mit 1,0× Mikroskop (digital gezoomt) → IFOV 10 µm/Pixel



Aufnahme mit 8,0× Mikroskop → IFOV 1,25 µm/Pixel

Forschung und Entwicklung

Exotherme Reaktionen / Sprengversuche



Kamera: ImagerIR® 8300 hs / (640 × 512) Pixel

Zeitlupenfaktor: 100

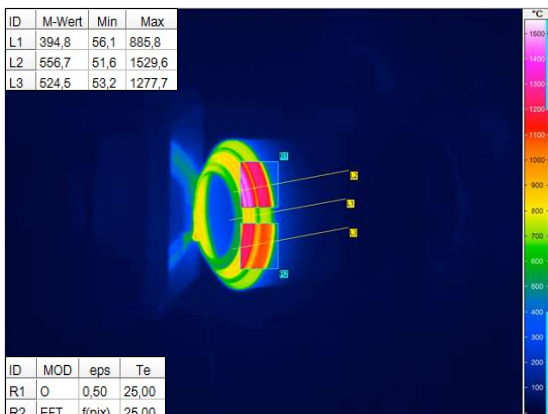
□ Bildwiederholrate: 1 kHz

□ Dauer: 0,25 Sek

Forschung und Entwicklung

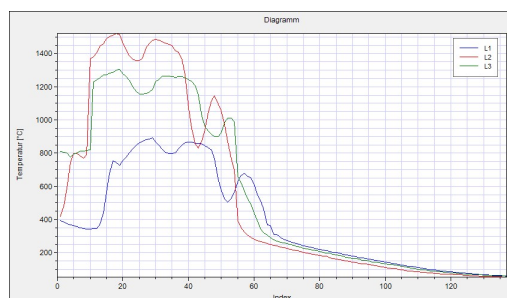
Prozessoptimierung beim Zerspanen

ID	M-Wert	Min	Max
L1	394,8	56,1	885,8
L2	556,7	51,6	1529,6
L3	524,5	53,2	1277,7



ID	MOD	eps	Te
R1	O	0,50	25,00
R2	EFT	f(pix)	25,00

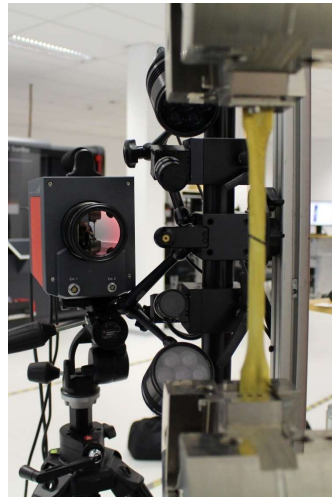
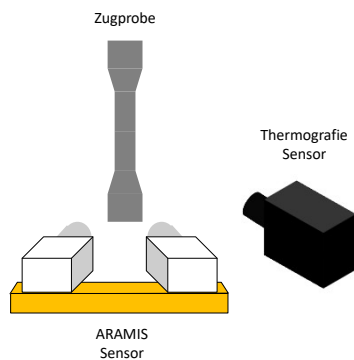
Echtzeittemperaturmessung beim Zerspanen



Forschung und Entwicklung

Materialtest / Zugversuche – 3D Verformungsdarstellung mit Thermografie synchronisiert

Test von Metallen, Kunststoffen
und anderen Materialien

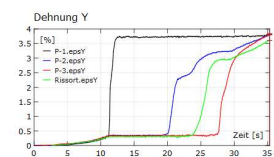
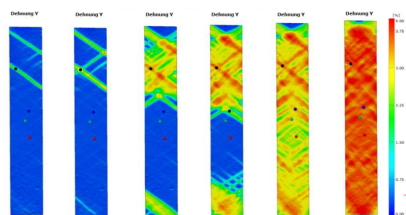


Forschung und Entwicklung

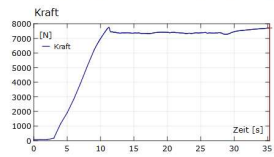
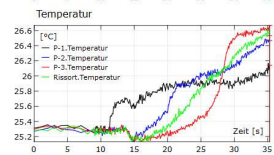
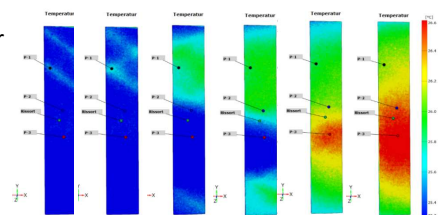
Materialtest / Zugversuche – 3D Verformungsdarstellung mit Thermografie synchronisiert



Dehnung



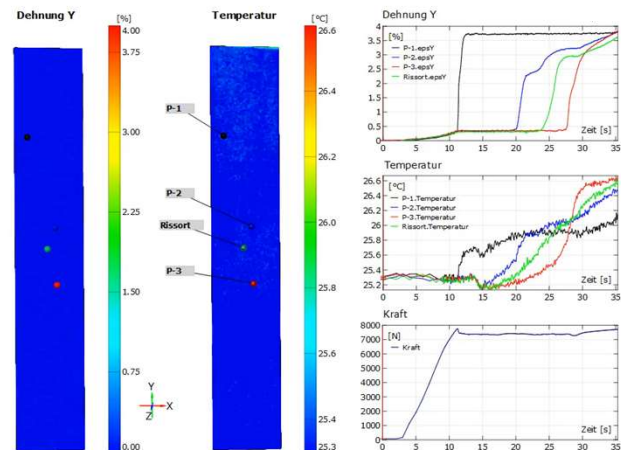
Temperatur



Forschung und Entwicklung

Materialtest / Zugversuche – 3D Verformungsdarstellung mit Thermografie synchronisiert

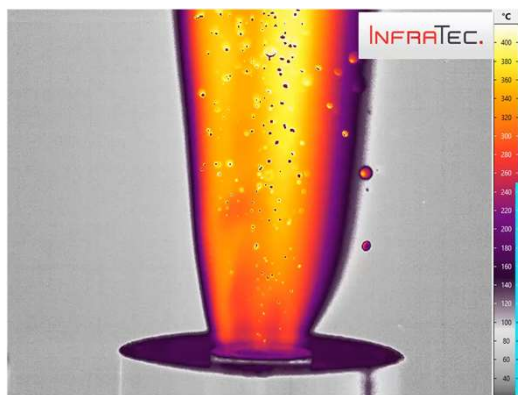
- ☐ Übergangsbereich von elastischer zur plastischer Gleichmaßdehnung:
 - ☐ Lüdersbänder
- ☐ Auswertung komplett in ARAMIS
- ☐ Für jeden gewünschten Messpunkt können Dehnungen und Temperaturen gemeinsam ausgewertet werden
- ☐ Trotz Bewegung des Punktes ist in jedem Zustand die zu diesem Punkt gehörende Temperatur verfügbar



Forschung und Entwicklung

Spektrale Thermografie – Eine Flamme mit Metallpartikeln

- ☐ Einsatz eines schmalbandigen Spektralfilters (Durch Flamme-Filter) in einer ImageIR®
- ☐ Bietet die Möglichkeit zur Messung der Temperatur der Metallpartikel



Messung ohne Spektralfilter

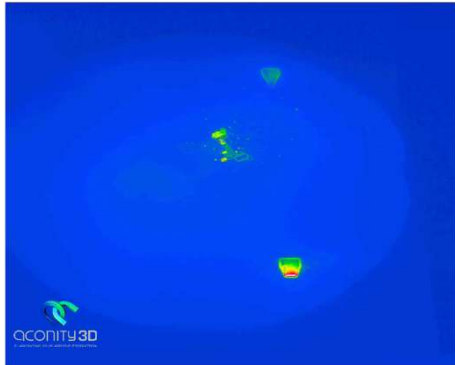


Messung mit Spektralfilter

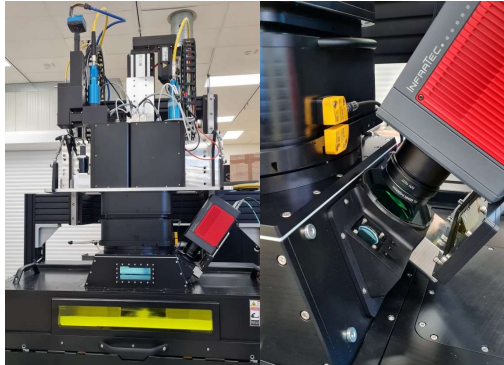
Forschung und Entwicklung

Pulverbettbasiertes Laserstrahlschmelzen

- ☐ Optimierung des Laserstrahlschmelzprozesses
- ☐ Reduzierung des Spritzens bei der Laseranwendung
- ☐ Aufnahmen erfolgten mit einer ImageIR® 9400 mit 50 mm Objektiv und 300 mm Close Up Linse



Infrarotsequenz mit 180 Hz



Messaufbau

© InfraTec.de

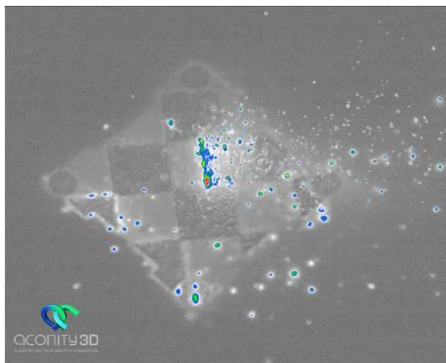
Thermografie-Anwenderkonferenz (Online-Veranstaltung)

17

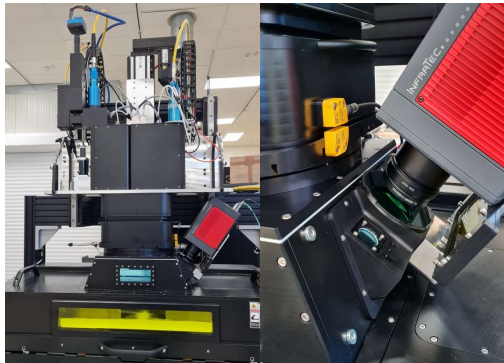
Forschung und Entwicklung

Pulverbettbasiertes Laserstrahlschmelzen

- ☐ Optimierung des Laserstrahlschmelzprozesses
- ☐ Reduzierung des Spritzens bei der Laseranwendung
- ☐ Aufnahmen erfolgten mit einer ImageIR® 9400 mit 50 mm Objektiv und 300 mm Close Up Linse



Infrarotsequenz (kompletter Druck)



Messaufbau

© InfraTec.de

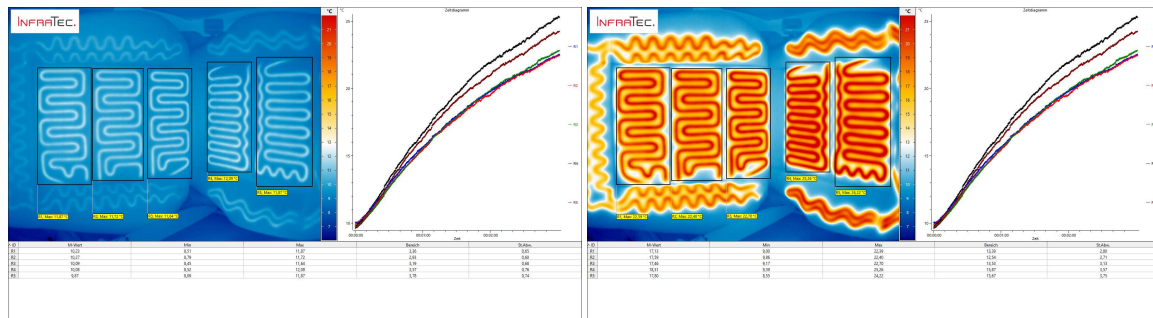
Thermografie-Anwenderkonferenz (Online-Veranstaltung)

18

Forschung und Entwicklung, Qualitätssicherung

Auto-Sitzheizung

- ❑ Forschung & Entwicklung: Schnelle und effiziente Erwärmung der Sitzheizung
- ❑ Qualitätssicherung: Erkennung von defekten Bereichen
- ❑ Qualitätssicherung: Test vor Auslieferung (Zulieferer), Test nach Lieferung (Automobilhersteller)

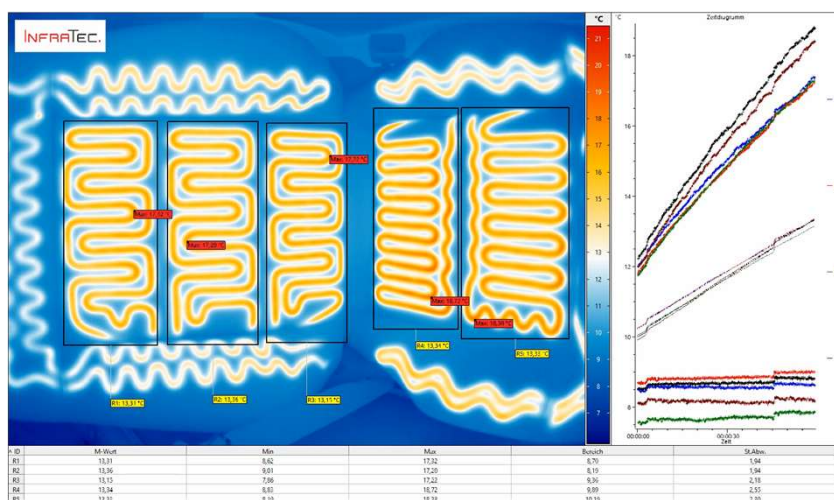


Sitzheizung – Start der Messung (IR-Sequenz)

Sitzheizung – Ende der Messung (IR-Sequenz)

Forschung und Entwicklung, Qualitätssicherung

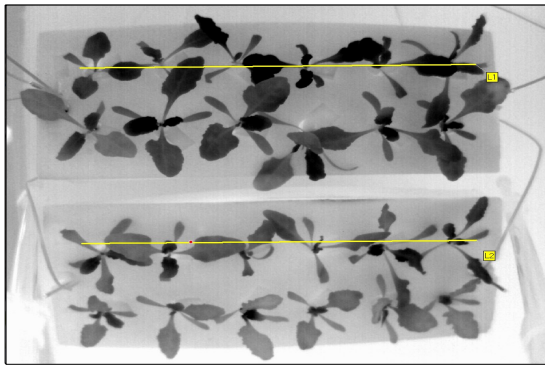
Auto-Sitzheizung



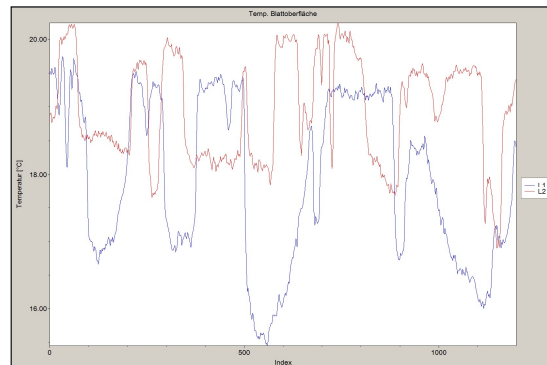
Forschung und Entwicklung

Weiterentwicklung von Pflanzenzüchtungen / Genotypen

- Messung geringster Temperaturunterschiede aufgrund unterschiedlicher Düngertzugabe
- VarioCAM®-System mit Low Noise Detektor



IR-Bild der Versuchspflanzen



Profildigramme von L1 und L2

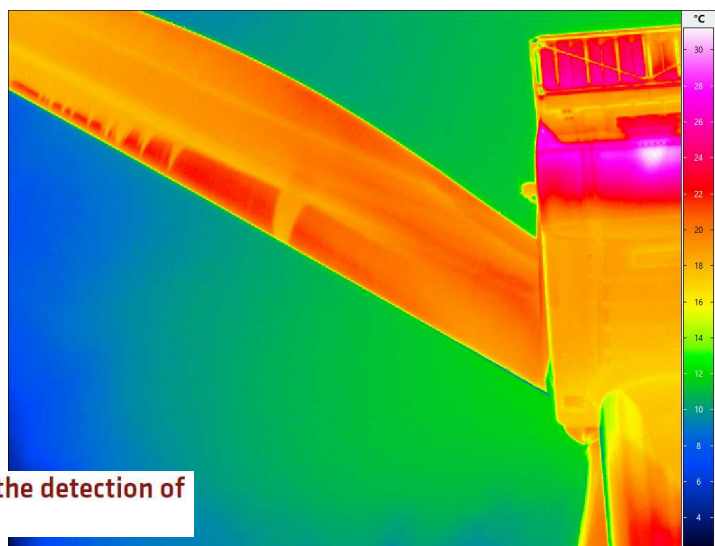
Vorbeugende Instandhaltung

ImageIR® 6300 Z / Zoom

- Inspektion von Windrädern – eine wichtige zukünftige Anwendung
- Die ImageIR® 6300 Z wird ein perfektes Werkzeug dafür sein.
- Kombination aus Drohne, motorisierter Zoom-Optik und Radiometrie!
- Projekt Zusammenarbeit mit der BAM



EvalTherm - Passive thermography for the detection of rotor blade damage on wind turbines



Forschung und Entwicklung, Qualitätssicherung

Rotorblätter von Windenergieanlagen



Echtzeitvermessung von Rotorblättern von Windenergieanlagen

- Forschung und Entwicklung: Optimierung der Rotorblattformen → Verringerung des turbulenten Strömungsbereiches → Erhöhung des Wirkungsgrades (höhere Effizienz) und längerer Haltbarkeit des Rotorblattes
- Vorbeugende Instandhaltung: Erkennung von Schäden (Löcher, Risse, Delamination, ...)
- ImageIR® 8800 mit 100 mm Objektiv – Arbeitsabstand ca. 110 m

Forschung und Entwicklung, Qualitätssicherung

Rotorblätter von Windenergieanlagen

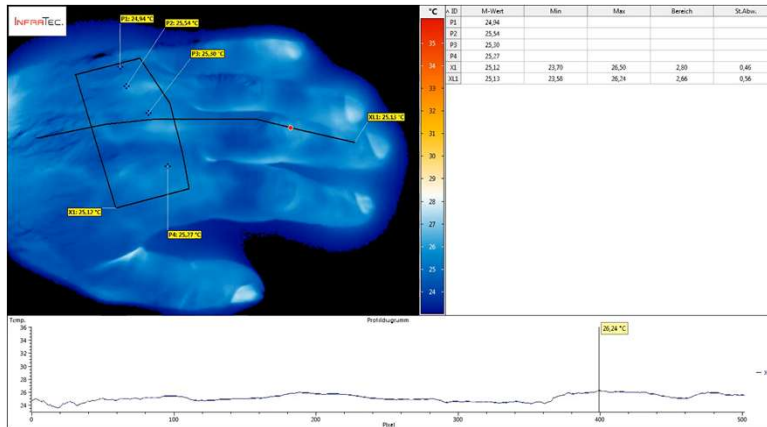


Echtzeitvermessung von Rotorblättern von Windenergieanlagen

- Forschung und Entwicklung: Optimierung der Rotorblattformen → Verringerung des turbulenten Strömungsbereiches → Erhöhung des Wirkungsgrades (höhere Effizienz) und längerer Haltbarkeit des Rotorblattes
- Vorbeugende Instandhaltung: Erkennung von Schäden (Löcher, Risse, Delamination, ...)
- ImageIR® 8800 mit 100 mm Objektiv – Arbeitsabstand ca. 110 m

Medizin

Humanmedizin



Messbare Wärmeregulation einer Hand im Zeitverlauf

- ☐ Erfassung der Wärmeregulation an einer Hand
- ☐ Erfassung geringer Temperaturunterschiede
- ☐ Hohe Präzision
- ☐ VarioCAM® HD mit Low Noise Detektor und Präzisionskalibrierung

Flugthermografie

Kamerasysteme in Luftfahrzeugen

- ☐ Fix montierte Systeme
 - ☐ Für Messungen in Richtung Erdoberfläche
 - ☐ Erzeugung von Bildstreifen; Zusammensetzung über Software
- ☐ Pan-tilt Systeme
 - ☐ Gimbal-Plattformen
 - ☐ Mit zusätzlicher Bewegungsstabilisierung



Flugthermografie – Voraussetzungen

Arbeitsplatz des Thermografen

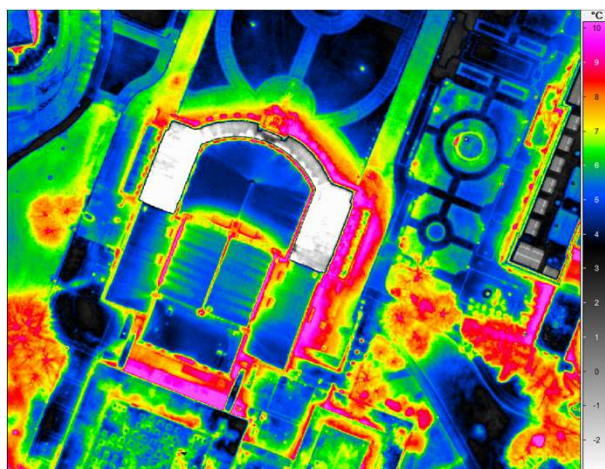
Datenverarbeitung

- ☐ Erfassung an Bord und Echtzeitanalyse
- ☐ Datenübertragung zur Bodenstation
- ☐ Nachbearbeitung mittels der Thermografie-Software „IRBIS®“



Flugthermografie

Thermalkartierung des Fernwärmenetzes der Stadt Dresden



IR-Bild mit erkennbaren Fernwärmeleitungen

- ☐ Erkennung von Schwachstellen in der Isolation von Fernwärmeleitungen
- ☐ Wo ist Verbesserungspotential?
Wo sind kritische Verluste?
- ☐ Wichtiger Aspekt im Zuge des weiteren Ausbaus der Fernwärmenetze

Flugthermografie

Wildtierbeobachtung



Lokalisierung von größeren Tieren in der Nähe von Bahntrassen

- ☐ Detektieren von nachtaktiven Wildtieren
- ☐ Rückschlüsse auf Wildtier-Wanderungen an kritischen Orten wie z. B.:
 - ☐ Bahntrassen
 - ☐ Autobahnen
 - ☐ Flughäfen
- ☐ Verwendung von gyrostabilisierten Plattformen, um Vibrationen und Bewegungen des Flugobjektes auszugleichen