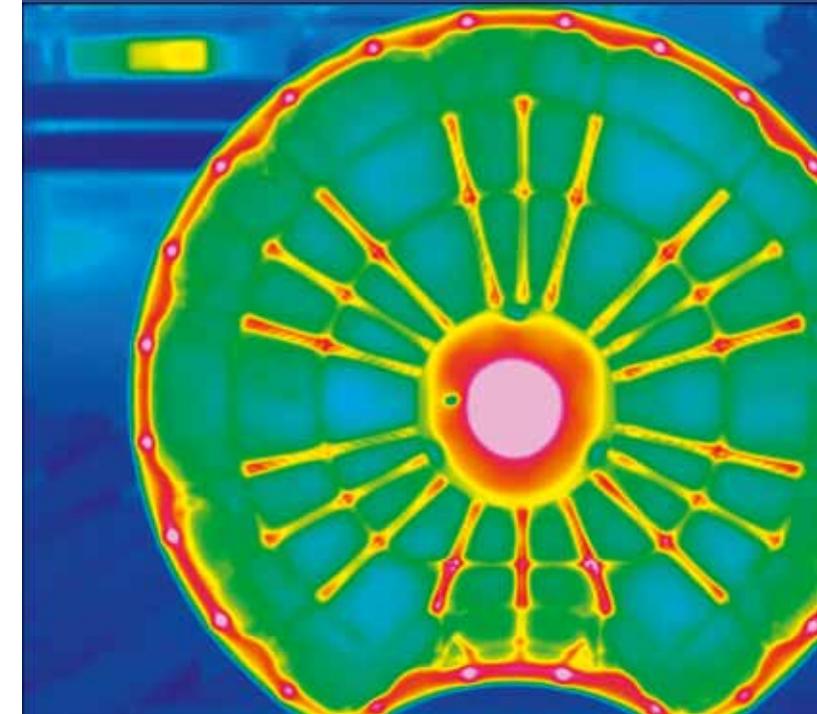


## Wärmefluss-Thermographie als zerstörungsfreies Prüfverfahren für die Qualitätssicherung in der Produktion



## Organisatorisches

### Seminarort

Fraunhofer EZRT  
Flugplatzstraße 75  
90768 Fürth

### Kontakt

Fraunhofer-Allianz Vision  
Susanne Wagner M.A.  
Flugplatzstraße 75  
90768 Fürth  
Telefon: +49 911 58061-5800  
Fax: +49 911 58061-5899  
E-Mail: [vision@fraunhofer.de](mailto:vision@fraunhofer.de)  
<https://www.vision.fraunhofer.de>

### Seminarleitung

Dipl.-Ing. Michael Sackewitz

### Seminargebühr

1.180 EUR

Rabattmöglichkeit für Teilnehmer von Hochschulen, Unis, Forschungseinrichtungen usw.

10 Prozent Rabatt für EMVA-Mitglieder

Zahlbar nach Rechnungserhalt

### Rücktritt

Rücktritt von der Seminarteilnahme ist bis zwei Wochen vorher möglich. Bei späterem Rücktritt wird die Teilnahmegebühr in Rechnung gestellt. Die Teilnahme eines Stellvertreters ist möglich.

### Stornierung

Die Seminarleitung behält sich in Ausnahmefällen eine Änderung des Programms und/oder von Referenten vor. Im Fall einer Stornierung aus unvorhersehbaren Gründen werden die Teilnehmer umgehend benachrichtigt. Bereits gezahlte Teilnahmegebühren werden erstattet. Weiterer Anspruch auf Schadensersatz bzw. Ersatz entstandener Auslagen besteht nicht.

*Titelbild:*

*Mit freundlicher Unterstützung der InfraTec GmbH ([www.infraTec.de](http://www.infraTec.de))*

## Programm

Donnerstag, 26. März 2020

9:00 bis ca. 15:30 Uhr

### 3 Bispektrale Thermographie mit einem Dual-Band-Kamerasystem

Gezeigt wird eine Dual-Band-Infrarotkamera, die mithilfe eines Quantum Well Infrared Photodetector (QWIP)-Chips gleichzeitig im mittleren Infrarot (MWIR) um 5 µm Wellenlänge und im langwelligen Infrarot (LWIR) um 8 µm Wellenlänge zeit- und pixelsynchron messen kann. Dadurch erschließen sich neue messtechnische Möglichkeiten. Viele keramische Werkstoffe und Kunststoffe sind im Infrarotbereich wellenlängenabhängig unterschiedlich durchscheinend. Dies wird an Musterproben demonstriert. Die Information aus zwei Spektralbändern reicht manchmal bereits für eine einfache abbildende Spektroskopie aus. Dadurch lassen sich Werkstoffzustände und Kontaminationen an der Oberfläche identifizieren.

» *Fraunhofer IZFP, Saarbrücken*

### 4 Induktionsthermographie

Für die Prüfung elektrisch leitender Werkstoffe stellt die induktiv angeregte Thermographie eine interessante Alternative zur Magnetpulverprüfung bei magnetischen Werkstoffen und zur Farbeindringprüfung bei nichtmagnetischen Metallen dar. Induzierte Strombahnen werden an Ungängen wie z. B. Oberflächenrissen oder Schalungen gestört und zeigen durch lokale Ohm'sche und magnetische Erwärmung die Fehler an. Ein Aufbau mit Induktionsanregung und einer Infrarotkamera steht für Demonstrationen zur Verfügung.

» *Fraunhofer IZFP, Saarbrücken*

### Im Anschluss:

Möglichkeit zur Diskussion und Analyse individueller Prüfaufgaben mit den Betreuern der Prüfsysteme.

## Programm

Donnerstag, 26. März 2020

9:00 bis ca. 15:30 Uhr

## Praktikum

### Durchführung von Messungen an folgenden Thermographie-Systemen

#### 1 Inline-Thermographie-Prüfsystem

Das System kann Fehler im Inneren des Materials mit einer Eindringtiefe von einigen Zentimetern erkennen. Es werden Beispiele aus dem Flugzeugbau, der Rotorblattinspektion und dem Sandwichbau gezeigt, wobei der Schwerpunkt im Bereich der Erkennung von Fehlverklebungen, Rissen, Lunkern und strukturellen Schwächen in verschiedenen modernen Verbundmaterialien liegt.

» *Fraunhofer WKI, Braunschweig*

#### 2 Lock-In-Thermographie mit Lichtanregung

Das Verfahren der Lock-In-Thermographie eignet sich zur manuellen und automatisierten Prüfung von Werkstücken auf Lunken und Risse ebenso wie auf Schichtablösungen im Falle von mehrschichtigen Materialverbindungen. Vorgestellt wird ein Labor-Prüfplatz mit periodischer Anregung des Prüflings durch leistungsfähige Strahlungsquellen im sichtbaren Spektralbereich. Neben den Möglichkeiten zur Amplituden- und Phasenauswertung der Bilddaten wird der Zusammenhang zwischen Frequenz und Eindringtiefe der Wärmewelle ebenso demonstriert wie der Einfluss weiterer Aufnahmeparameter und Materialeigenschaften.

» *InfraTec GmbH, Dresden*

### Untersuchung eigener Proben

Es besteht die Möglichkeit, eigene Proben im Rahmen des Praktikums untersuchen zu lassen. Bitte nehmen Sie hierzu Kontakt mit der Seminarleitung auf. Die Teile müssen spätestens vier Wochen vorher vorliegen.

## Wärmefluss-Thermographie

Die Inspektionstechnik der **Wärmefluss-Thermographie** gewinnt als zerstörungsfreies Prüfverfahren für die Qualitätssicherung in der Produktion zunehmend an Bedeutung. Mit thermographischen Methoden können unterhalb der Oberfläche liegende und daher äußerlich nicht sichtbare Fehlstellen in Werkstücken erkannt werden, indem der Wärmefluss bzw. die Wärmeleitfähigkeit in den Prüflingen analysiert wird. Grundsätzliche Vorteile der thermographischen Wärmefluss-Prüfverfahren sind das bildgebende Funktionsprinzip, die hohe Prüfgeschwindigkeit und die relativ einfache Automatisierbarkeit.

### Einsatzgebiete für Wärmefluss-Prüfverfahren

- Erkennung von äußerlich nicht sichtbaren **Materialdefekten** in Werkstücken (Haftungs- und Klebefehler, Delaminationen, Blasen, Lunker, Risse oder Korrosion)
- Überprüfung von Dichtigkeiten, Schweißnähten, Schweißpunkten und Fügeverbindungen
- Bestimmung von **Schichtdicken** in Verbundmaterialien
- **Wartung** (Rotorblätter bei Windkraftanlagen oder Flugzeugflügeln)
- Detektion von **Fremdkörpern** in Lebensmitteln

Die Teilnehmer des Seminars erhalten einen umfassenden Einblick in die Wärmefluss-Thermographie und lernen die Möglichkeiten und Grenzen der zerstörungsfreien Prüfung mit Thermographie kennen, um hieraus Leitlinien für die eigene Investitionsplanung ableiten zu können.

Das Seminar setzt sich aus **Theorie und Praxis** zusammen. Am ersten Tag werden Grundlagen der Thermographie behandelt und praktische Anwendungsfälle beschrieben. Am zweiten Tag stehen im Rahmen des Praktikums unterschiedliche Prüfsysteme zur Verfügung, an denen in kleinen Gruppen persönliche Erfahrungen gewonnen werden können.

### Angesprochene Branchen

- Automobil- und Zulieferindustrie
- Luft- und Raumfahrt
- Flugzeugwartung
- Energieerzeuger
- Erneuerbare Energien wie Windkraft oder Photovoltaik
- Metall und Metallverarbeitung
- Stahlindustrie
- Kunststoffindustrie
- Elektronikproduktion
- Leichtbau- und Verbundwerkstoffe
- Verpackungsindustrie
- Lebensmittel
- Pharmazie
- usw.

### Zielgruppen

- Ingenieure und Konstrukteure aus Entwicklung und Versuchsfeld
- Mitarbeiter der Qualitätssicherung
- Führungskräfte, die sich eine Entscheidungsgrundlage für Investitionen erarbeiten wollen

## Programm

**Mittwoch, 25. März 2020**

9:00 bis 16:30 Uhr

### Einführung in das Seminar

Dipl.-Ing. **Michael Sackewitz**, Fraunhofer-Allianz Vision, Fürth  
Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung und Abgrenzung zur Thermographie

## Grundlagen und Verfahren

### 1 Infrarot-Detektoren und Thermographie-Kameras

Dr. **Guido Mahler**, InfraTec GmbH, Dresden

Grundlagen der Wärmebildtechnologie – Aufbau und Funktion ungekühlter und gekühlter Infrarot-FPA-Detektoren – Aufbau und Funktion von Thermographie-Kameras – Erläuterung typischer Kennwerte und Anwendungsfehler

### 2 Objektive in der Thermographie

Dipl.-Phys. **Konrad Hentschel**, Sill Optics GmbH & Co. KG, Wendelstein

Materialeigenschaften – benötigte optische Parameter – Besonderheiten im Infrarot – typische Objektivtypen – Beschichtungen

### 3 Grundlagen und Verfahren der Wärmefluss-Thermographie

#### a) Inline-Thermographie

Dr.-Ing. **Jochen Aderhold**, Fraunhofer WKI, Braunschweig

Grundlagen der Infrarot-Thermographie – Wärmefluss-Thermographie – aktive und passive Thermographie – Verfahren zur thermischen Anregung (optische Verfahren, Induktion, Mikrowellen, Ultraschall, sonstige Verfahren) – Inline-Thermographie (Realisierung, Möglichkeiten und Grenzen des Verfahrens)

#### b) Lock-In- und Impuls-Thermographie

Dr. **Udo Netzelmann**, Fraunhofer IZFP, Saarbrücken

Wärmepulse – thermische Wellen – Lock-In-Technik – Auswertung – Vergleich Impuls-, Lock-In- und Stufenanregungstechnik – Kontrastausbildung – Schichtdickenmessung – zeitabhängige Auswertetechniken – Rekonstruktionsverfahren

### 4 Bildverarbeitung in der Wärmefluss-Thermographie

Dr.-Ing. **Jochen Aderhold**, Fraunhofer WKI, Braunschweig

Bildverbesserung (Non Uniformity Correction, Tote-Pixel-Korrektur, Histogramm-Ausgleich) – Methoden zur Merkmalsextraktion (Histogrammanalyse, Erosion und Dilation, Filtertechniken und Transformationen) – Spezielle Verfahren zur Auswertung von Inline-Bildsequenzen (Pulsphasen-Thermographie, multivariate Verfahren)

## Programm

**Mittwoch, 25. März 2020**

9:00 bis 16:30 Uhr

### 5 Blick in die Zukunft: Bispektrale Thermographie

Dr. **Frank Rutz**, Fraunhofer IAF, Freiburg

Dr. **Udo Netzelmann**, Fraunhofer IZFP, Saarbrücken

Vergleich mono-/bispektrale IR-Bildaufnahme – Aufbau und Funktionsweise bispektraler IR-Kameras – Materialsysteme – technologische Umsetzung – typische Leistungsdaten – Material- und Schichtcharakterisierung – Temperaturkamera

## Praktische Anwendungen

### 1 Inline-Thermographie

Dr.-Ing. **Jochen Aderhold**, Fraunhofer WKI, Braunschweig

Aktive und passive Thermographie – Delaminationen – Lunker – Risserkennung – Fehler in Holz, Kunststoff, Verbundmaterialien etc.

### 2 Standardisierung, Normen und Richtlinien in der Wärmefluss-Thermographie

Dr. **Udo Netzelmann**, Fraunhofer IZFP, Saarbrücken

Dr. **Frank Rutz**, Fraunhofer IAF, Freiburg

Normung auf nationaler und europäischer Ebene – Normung der Blitzthermographie und der Induktionsthermographie – Ringversuch zur Blitzthermographie – Temperaturmessung mit Wärmebildkameras – Kalibrierung von Thermographiegeräten

### Im Anschluss:

Get-together mit Möglichkeit zur Vertiefung der Fachgespräche mit den Referenten und Betreuern

## Programm

**Donnerstag, 26. März 2020**

9:00 bis ca. 15:30 Uhr

## Praktische Anwendungen

### 3 Oberflächenrissprüfung von Metallen mit induktiv angeregter Thermographie

Dr. **Udo Netzelmann**, Fraunhofer IZFP, Saarbrücken

Funktionsprinzip – Prüfung von Schmiedeteilen – Nachweisgrenzen – Vorteile gegenüber Magnetpulverprüfung – Bahnkomponenten

### 4 Wärmefluss-Thermographie mit optischer Anregung im VIS/IR-Bereich

Dr. **Guido Mahler**, InfraTec GmbH, Dresden

Werkstückprüfung auf Lunker, Risse bzw. Materialablösungen – kameraabhängige Methoden zur phasengekoppelten Bildaufnahme – praktische Realisierung eines Lock-In-Prüfplatzes – leistungsfähige Strahlungsquellen im sichtbaren bzw. infraroten Spektralbereich – Automatisierbarkeit

### 5 Blick über den Tellerrand: Zerstörungsfreie Prüfung mit Terahertz-Messtechnik

Dr. **Joachim Jonuscheit**, Fraunhofer ITWM, Kaiserslautern

Grundlagen und Eigenschaften von Terahertz-Wellen – Vorstellung industrietauglicher Verfahren – Anwendungsbeispiele: Schichtdickenmessung und Volumeninspektion von GFK-Proben – Ausblick: Kombination mit Thermographie – Demonstration von Messungen an GFK-Proben

### Im Anschluss: Praktikum

Durchführung von praktischen Versuchen an verschiedenen Prüfsystemen