

## Programm

Donnerstag, 14. März 2024

9:00 bis 15:00 Uhr

### Praktikum

#### Praktische Versuche an folgenden Prüfsystemen

##### 1 Anwendungsbeispiele einer RoboCT-Anlage: XXL- $\mu$ CT in Labor und Produktion, vollautomatische Inline-Computertomographie und Durchstrahlungsprüfung

Mit modernen Röntgenanlagen lassen sich Werkstücke aus unterschiedlichen Materialien zerstörungsfrei auf innenliegende Fehlstellen untersuchen. Darüber hinaus ist die vollständige Rekonstruktion und Visualisierung der innenliegenden Strukturen und Fehlstellen (Art, Geometrie, Lage) möglich.

Eine roboterbasierte CT (RoboCT) bietet gegenüber konventionellen CT-Systemen den Vorteil, Prüfpositionen an sehr großen und komplex geformten Objekten, wie etwa einer Fahrzeugkarosserie, zu erreichen. Dabei manipulieren kooperierende Roboter die bildgebenden Komponenten Röntgenquelle und Detektor.

Durch den Einsatz moderner Algorithmen sind die so gewonnenen Projektions- oder Volumendaten auch vollautomatisch auswertbar und ermöglichen damit auch eine Serienprüfung von Bauteilen.

» *Fraunhofer EZRT, Fürth*

##### 2 Sub- $\mu$ CT und CTportable

Die Untersuchung sehr kleiner Objekte kann mittels Sub- $\mu$  CT erfolgen. Nur wenige Millimeter große Objekte mit kleinen Strukturgrößen können mit „sub- $\mu$ -“ Genauigkeit (bis zu 500 nm) gemessen werden. Haupteinsatzgebiet der Sub- $\mu$  CT ist die Erfassung von kleinsten Strukturen beispielsweise im Bereich der Materialentwicklung. Geeignet für die Analyse sind Materialien wie Faserverbundwerkstoffe oder biologische Proben. Daneben liegt der Fokus auf der 3D-Gefügeanalyse von Legierungen für stark beanspruchte Bauteile aus dem Fahrzeug- oder Flugzeugbau.

Zur Messung sehr kleiner Objekte steht zudem das tragbare Röntgengerät CTportable zur Verfügung, mit dem Bauteile mit den Abmessungen 45 mm (Breite) und 65 mm (Höhe) bei Messzeiten ab 5 Minuten geprüft werden können. Die CTportable ist insbesondere für den mobilen Einsatz an wechselnden Standorten konzipiert. Die Haupteinsatzgebiete liegen im Bereich der Analyse und Qualitätssicherung in der Elektro-, Kunststoff-, Textil-, Faserverbund- oder Keramikindustrie.

» *Fraunhofer EZRT, Fürth*

## Programm

Donnerstag, 14. März 2024

9:00 bis 15:00 Uhr

##### 3 XXL-Computertomographie

Für die Untersuchung sehr großer Objekte (z. B. Fahrzeuge, Flugzeugrumpfschalen o. ä.) wurde die sog. XXL-Computertomographie entwickelt. Das System besteht aus einem Linearbeschleuniger, einem Zeilendetektor sowie einem Drehteller und ist in der Lage, sehr große Objekte hinsichtlich innerer Defekte sowie Strukturlagen und Verläufen vollständig und zerstörungsfrei zu messen. Die Anwendungsfelder für die XXL-CT liegen in Bereichen wie Automotive (komplette Fahrzeuge, Motorblöcke), Luft- und Raumfahrt (Flugzeugrumpf, CFK-Materialien), Energie (Turbinen, Rotorblätter) usw.

» *Fraunhofer EZRT, Fürth*

#### Im Anschluss:

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

## Organisatorisches

### Seminarort

Fraunhofer EZRT  
Flugplatzstraße 75  
90768 Fürth

### Kontakt

Fraunhofer-Geschäftsbereich Vision  
Susanne Wagner M.A.  
Telefon: +49 911 58061-5800  
E-Mail: [vision@fraunhofer.de](mailto:vision@fraunhofer.de)  
[www.vision.fraunhofer.de](http://www.vision.fraunhofer.de)

c/o Fraunhofer IIS  
Flugplatzstraße 75  
90768 Fürth

### Seminarleitung

Dipl.-Ing. Michael Sackewitz

### Seminargebühr

1.280 EUR

Rabattmöglichkeit für Teilnehmer von Hochschulen, Unis, Forschungseinrichtungen usw.

10 Prozent Rabatt für EMVA-Mitglieder

Zahlbar nach Rechnungserhalt

### Rücktritt

Ein Rücktritt von der Seminarteilnahme ist bis zwei Wochen vor der Veranstaltung möglich. Bei späterem Rücktritt wird die Teilnahmegebühr in Rechnung gestellt. Die Teilnahme einer Stellvertreterin oder 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.

### Anmeldung

Bitte melden Sie sich schriftlich per Anmeldeformular oder über den Fraunhofer-Geschäftsbereich Vision-Webshop an. Sie erhalten dann Anmeldebestätigung, Anfahrtsbeschreibung und Hotelliste.

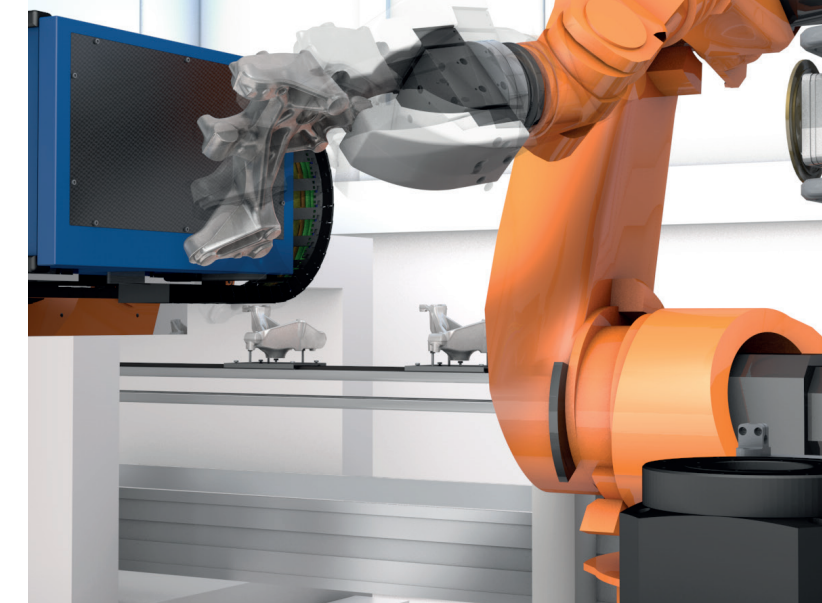
- E-Mail: [vision@fraunhofer.de](mailto:vision@fraunhofer.de)
- Fraunhofer Vision-Webshop: [www.vision.fraunhofer.de/de/webshop.html](http://www.vision.fraunhofer.de/de/webshop.html)

### Leistungsumfang

- Seminarunterlagen und Handbuch
- Teilnahmezertifikat
- Verpflegung (Getränke, Mittagessen, Abendimbiss am 1. Tag)

### Teilnehmer

Die Anzahl der Teilnehmer ist begrenzt.



Fraunhofer-Geschäftsbereich Vision

Seminar mit Praktikum  
»Industrielle Röntgentechnik«

13. und 14. März 2024 am Fraunhofer EZRT in Fürth

## Industrielle Röntgentechnik

Die Qualitätssicherung ist mittlerweile zu einem unverzichtbaren Bestandteil des industriellen Produktionsprozesses geworden. Im Rahmen von Nullfehlerkonzepten wird eine **100-Prozent-Inspektion** in der Produktion angestrebt. Oft lässt eine visuelle Oberflächenprüfung jedoch keine ausreichenden Rückschlüsse auf die Qualität eines Werkstücks zu. **Verdeckte Fehlstellen** wie Lunker, Poren oder mangelhafte Fügeverbindungen sind äußerlich kaum erkennbar, können sich jedoch erheblich qualitätsmindernd und sicherheitskritisch auswirken.

Zunehmend an Bedeutung gewinnen daher **röntgenbasierte Inspektionsverfahren**, mit deren Hilfe sich im Materialinneren verborgene Strukturen beliebig komplexer Objekte aus fast allen Werkstoffen mit hoher Genauigkeit erfassen und charakterisieren lassen.

Die Teilnehmer des Seminars erhalten einen umfassenden Einblick in die industrielle Röntgentechnik und lernen die **Möglichkeiten und derzeitigen Grenzen** der zerstörungsfreien Prüfung mit Röntgen kennen, um hieraus Leitlinien für die eigene Investitionsplanung ableiten zu können.

Das Seminar setzt sich aus **Theorie und Praxis** zusammen. Der erste Teil stellt in Form von Vorträgen zunächst theoretische **Grundlagen und Methoden** vor: Bildgebung mit Röntgen, Kameratechnik, Röntgen-Verfahren (Radioskopie, Laminographie, Computertomographie) und Datenauswertung, Strahlenschutz und Sicherheit. Danach werden einige praktische Anwendungen beschrieben.

Im Rahmen des **Praktikums** stehen dann unterschiedliche Systeme zur Verfügung, an denen in kleinen Gruppen persönliche Erfahrungen gewonnen werden können.

### Zielgruppen

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

### Angesprochene Branchen

- Automobilhersteller und Zulieferer
- Maschinen- und Anlagenbau
- Luft- und Raumfahrt
- Leichtbau, Verbundwerkstoffe
- Optische Industrie
- Metall und Metallverarbeitung
- Gussindustrie (Gießereien)
- Elektronikproduktion
- Keramik
- Verpackungsindustrie
- Kunststoff- und Gummiindustrie
- Erneuerbare Energien (Windkraft, Photovoltaik)
- Medizintechnik
- Nahrungsmittel
- Biologie, Mineralogie, Geologie, Archäologie
- usw.

## Programm

**Mittwoch, 13. März 2024**

9:00 bis 17:15 Uhr

### Einführung in das Seminar

Dipl.-Ing. **Michael Sackewitz**, Fraunhofer-Geschäftsbereich Vision, Fürth

## GRUNDLAGEN UND METHODEN

### 1 Grundlagen und Verfahren der Röntgenbildgebung

Dr. **Theobald Fuchs**, Fraunhofer EZRT, Fürth

Röntgenstrahlung: Abschwächung, Erzeugung, Nachweis – Detektortechniken (direkt, indirekt) – Verfahren: Radioskopie, Computertomographie, Laminographie

### 2 Anwendungsspektrum der Röntgenbildgebung

Dipl.-Ing. **Michael Salamon**, Fraunhofer EZRT, Fürth

Überblick Größenskalen – Automatisierungsgrad – Gerätetechnische Ausführungen: Labor, inline, stationär, mobil, Roboter usw.

### 3 Röntgenkameras für den industriellen Dauereinsatz

Dipl.-Ing. **Rolf Behrendt**, Fraunhofer EZRT, Fürth

Zeilen- und Flächendetektoren – Aufnahmeprinzipien – Eigenschaften – Vor- und Nachteile – Anwendungen

### 4 Automatische Bauteilprüfung und Produktionsmonitoring mit Röntgen

Dipl.-Inf. **Thomas Stocker**, Fraunhofer EZRT, Fürth

Historie – Einsatzgebiete – Integration in den Produktionsprozess – Vergleich 2D-Röntgenprüfung/CT – Vom Prüfen zum Monitoring

### 5 Hochaufgelöste Röntgenprüfung an großen Bauteilen - ein Vergleich der Verfahren

Dipl.-Ing. **Christian Kretzer**, Fraunhofer EZRT, Fürth

Grundlagen der Computertomographie und Computerlaminographie zur MikroCT an großen oder schwer zugänglichen Objekten – praktische Anwendung der CL – Gegenüberstellung CT und CL – Roboterbasierte CT (RoboCT – Limited Angle CT)

### 6 Inline-CT für Gussbauteile

Dipl.-Ing. **Christian Kretzer**, Fraunhofer EZRT, Fürth

Vollautomatische, prozessintegrierte Prüfung – Detektion von Fehlstellen, unzulässigem Material im Kühlkanal, Kernbrüchen – Wandstärkenmessung – Taktzeit der kompletten Prüfung in Abhängigkeit vom Bauteil: 15 bis 60 Sekunden

## Programm

**Mittwoch, 13. März 2024**

9:00 bis 17:15 Uhr

### 7 3D-Computertomographie und Messtechnik

Prof. **Simon Zabler**, Fraunhofer Anwendungszentrum CTMT, Deggendorf

Qualitätsmerkmale, Artefakte und deren Korrekturen – Anwendungsgebiete – Dimensionelles Messen mit CT – Mess-, Kenn- und Einflussgrößen – MPE – Messunsicherheitsbestimmung – VDI/VDE-Richtlinie 2630 – Anwendungsbeispiel

### 8 Analyse und Visualisierung von Grauwertbilddaten

Dipl.-Inf. **Markus Rehak**, Fraunhofer EZRT, Fürth

Aufgabe und Anforderungen – Überblick über verfügbare Software (2D und 3D) – Leistungsfähigkeit – Vor- und Nachteile – Lunkeranalyse – 2D-Bildverarbeitung – 3D-Visualisierung – Kennliniengenerierung mittels IAR – STL – Anwendungsbeispiele

### 9 Strahlenschutz und Sicherheit

Dipl.-Ing. **Michael Salamon**, Fraunhofer EZRT, Fürth

Strahlenschutzrecht – Röntgenverordnung – Biologische Strahlenwirkung – Dosisbegriffe

### Im Anschluss:

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

## Programm

**Donnerstag, 14. März 2024**

9:00 bis 15:00 Uhr

## PRAKTISCHE ANWENDUNGEN DER INDUSTRIELLEN RÖNTGENTECHNIK

### 1 Adaptive 3D-Auswerteverfahren für die CT-Mess- und Prüftechnik

Dr.-Ing. **Ira Effenberger**, Fraunhofer IPA, Stuttgart

Auswertung von Volumendaten und CT-Messpunktwolken – Adaptive Extraktion von Dreiecksnetzen und Punktwolken – Bestfit-Verfahren zur Messdatenauswertung auch ohne CAD-Modell – Wanddickenanalyse – Messung mikro-mechatronischer Bauteile – CT-Auswertung zur Qualitätssicherung von Rapid-Bauteilen

### 2 Messen mit CT in der optischen Industrie

**Roland Ramm** M.Eng., Fraunhofer IOF, Jena

Prozesskette CT-Aufnahme – Optikdesign – Bewertung Montagekontrolle optischer Systeme – Geometrieprüfung strukturierter optischer und präzisionsmechanischer Komponenten – Detektion von Fehlstellen

### 3 Prüfung von Faserverbundbauteilen mit Röntgen-Computertomographie

Dr.-Ing. **Ira Effenberger**, Fraunhofer IPA, Stuttgart

3D-Texturanalyse zur Defekterkennung und Faserrichtungsbestimmung – Adaptive Porositätsanalyse – Ausblick: kombinierte Prüfung mit CT und Thermographie

### Im Anschluss: Praktikum

11:00 bis 14:15 Uhr

Durchführung von praktischen Versuchen an verschiedenen Prüfsystemen (**Prüfsysteme siehe Rückseite**)

### Im Anschluss:

14:15 bis 15:00 Uhr

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