



## Organisatorisches

### Seminarort

Fraunhofer IFF  
Sandtorstraße 22  
39106 Magdeburg

### Kontakt

Fraunhofer-Allianz Vision  
Kristin Wolf  
Flugplatzstraße 75  
90768 Fürth  
Telefon: +49 911 58061-5800  
Fax: +49 911 58061-5899  
E-Mail: vision@fraunhofer.de

### Seminarleitung

Dipl.-Ing. Michael Sackewitz

### Seminargebühr

1.180 EUR  
Bitte bezahlen Sie 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.

## Programm

Donnerstag, 16. November 2017

9:00 bis ca. 15:45 Uhr

### 4 Auswertung einer dreidimensionalen Geometriemessung mit Röntgen-Computertomographie

Mit Röntgen-Computertomographie können Bauteile vollständig mit allen inneren und unzugänglichen Geometrien zerstörungsfrei erfasst werden. Mithilfe der zugehörigen Auswertesoftware können die gewonnenen Ist-Daten mit den CAD-Daten verglichen werden. Außerdem werden Best-Fit-Verfahren zur automatischen Erkennung und Einpassung regelgeometrischer Objekte in die 3D-Messdaten demonstriert.

» *Fraunhofer-Anwendungszentrum CTMT, Deggendorf und Fraunhofer IPA, Stuttgart*

### 5 Holographische 3D-Objektvermessung

Die digitale Mehrwellenlängen-Holographie erschließt mit Messzeiten deutlich unter einer Sekunde zunehmend Anwendungen in der Linie. Mit dem monoskopisch, coaxial messenden Verfahren, das sowohl auf rauen wie auch auf glatten Oberflächen zur Topographiemessung mit Submikrometer-Genauigkeit eingesetzt wird, können viele bisher nicht realisierbare Messaufgaben jetzt direkt in der Produktionslinie realisiert werden, wie z. B. die Prüfung von Präzisionsdrehteilen und Frästeilen, die Qualitätskontrolle in engen Nuten oder die Inspektion von Freiformflächen wie Druckgussteilen. Typische Messfeldgrößen liegen dabei im Bereich einiger Quadratzentimeter.

» *Fraunhofer IPM, Freiburg*

### Im Anschluss:

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

### 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.

## Programm

Donnerstag, 16. November 2017

9:00 bis ca. 15:45 Uhr

## Praktikum

### Durchführung von Messungen an folgenden 3D-Messmaschinen

#### 1 Hochdynamische 3D-Messtechnik

Die hochdynamische 3D-Messtechnik eignet sich für die Vermessung bewegter Objekte. Es können bis zu 300 3D-Bilder pro Sekunde aufgenommen werden. Dies ermöglicht einen vielfältigen Einsatz von der Inline-Messtechnik in Fertigungsprozessen bis hin zur handgeführten 3D-Sensorik (Erfassung von Form und Farbe).

» *Fraunhofer IOF, Jena*

#### 2 Inline 3D-Messtechnik für Qualitätsprüfung und Prozessregelung

Die modulare Technologie OptoInspect 3D ist die Basis für anwendungsspezifische Lösungen für eine maßlich geometrische Qualitätsprüfung sowie die Steuerung und Regelung von Prozessen. Zur Digitalisierung werden dabei Messmethoden auf Basis des Triangulationsprinzips in Form von Mehrsensoranordnungen genutzt. Die Systeme können in Maschinen oder Prozesse integriert werden und so auf direktem Wege geometrische Formen und Maße in der Fertigung prüfen. Damit wird eine objektive Qualitätskontrolle möglich, eventuelle Abweichungen werden frühzeitig erkannt und der Prozess kann unmittelbar geregelt werden.

» *Fraunhofer IFF, Magdeburg*

#### 3 Optische 3D-Oberflächenmesstechnik

InfiniteFocus ist ein optisches 3D-Messgerät zur Qualitätskontrolle von technischen Oberflächen im Mikro- und Nanobereich. Steile Flanken, große Rauheiten und stark reflektierende, inhomogene Materialien werden mit einer vertikalen Auflösung von bis zu 10 nm gemessen. Die 3D-Analyse erfolgt direkt im optischen Farbbild. Das Funktionsprinzip basiert auf der geringen Schärfentiefe einer optischen Vergrößerung. Die Oberfläche einer Probe wird vertikal gescannt. Es werden sowohl die topographische als auch die registrierte Farbinformation einer Probenoberfläche generiert.

» *Alicona Imaging GmbH, Graz*

## Optische 3D-Messtechnik

Die exakte Einhaltung geometrischer Abmessungen spielt bei der Qualitätssicherung in der Produktion eine große Rolle. Die Messung mit mechanischen Lehren oder Koordinatenmessmaschinen ist extrem zeitaufwändig und kann so meist nur an Stichproben vorgenommen werden.

Mit der **berührungslosen optischen Messtechnik** werden die Messungen derzeit etwa **10- bis 1000-fach beschleunigt**. Methoden wie die **Röntgen-Computertomographie** ermöglichen zudem, auch im Materialinneren verborgene Strukturen beliebig komplexer Objekte aus fast allen Werkstoffen mit hoher Genauigkeit zu vermessen. Die Performance und Einsatzbreite moderner Systeme nehmen dabei ständig zu und erlauben in geeigneten Fällen die Umsetzung von **Null-Fehler-Konzepten** im Takt der industriellen Produktion.

Wegen des im Vergleich zu mechanischen Messmethoden völlig anderen Funktionsprinzips und wegen der fehlenden Erfahrung in manchen Anwendungsgebieten sollten sich die potenziellen Anwender vor einer Investition gründlich mit dem Thema auseinandersetzen. Dazu bietet dieses Seminar entscheidungsrelevante Informationen: Die Teilnehmer erhalten eine Einführung in die Grundlagen der optischen 3D-Messtechnik und im Praktikumsteil – **anhand von praktischen Übungen an unterschiedlichen optischen Messmaschinen** – eine realistische Vorstellung bezüglich der Anwendungsmöglichkeiten und des Einsparungspotenzials im Hinblick auf die Bewältigung eigener Messaufgaben.

### Angesprochene Branchen

- Automobil- und Zuliefererindustrie
- Luftfahrtindustrie
- Anlagen- und Maschinenbau
- Werkzeug- und Formenbau
- Kunststoffindustrie
- Gussindustrie (Gießereien)
- Glas- und Keramikindustrie
- Metall und Metallverarbeitung
- Elektro- und Elektronikindustrie
- Medizintechnik
- Rapid Prototyping und Reverse Engineering
- usw.

### Zielgruppen

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

## Programm

**Mittwoch, 15. November 2017**

9:00 bis 17:15 Uhr

### Einführung in das Seminar

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

## Theoretische Grundlagen und Methoden

### 1 Verfahren der optischen 3D-Messtechnik Teil 1: Makrogeometrien

Prof. Dr. **Gunther Notni**, Fraunhofer IOF, Jena  
Triangulationsverfahren – Lichtschnitt – Musterprojektion – Streifenprojektion – Laufzeitverfahren – Stereoverfahren – Grundlagen – Beschreibung – Vor- und Nachteile – Abgrenzung zu anderen Verfahren – Messgenauigkeiten – Messunsicherheiten

### 2 Verfahren der optischen 3D-Messtechnik Teil 2: Mikrogeometrien

Dipl.-Phys. **Niels König**, Fraunhofer IPT, Aachen  
Konfokale Verfahren – Weißlichtinterferometrie – Grundlagen – Funktion – Vor- und Nachteile – Abgrenzung zu anderen Verfahren

### 3 Digital-holographische 3D-Messtechnik

Dr. **Tobias Beckmann**, Fraunhofer IPM, Freiburg  
Interferometrie – Holographie – Digitalisierung – numerische Rekonstruktion – synthetische Wellenlängen – Messen an spiegelnden und rauen Oberflächen – koaxiales flächiges Messen – Inline-Messtechnik

### 4 3D-Messtechnik mit Röntgen

Prof. Dr. **Jochen Hiller**, Fraunhofer-Anwendungszentrum CTMT, Deggendorf

Grundlagen der Röntgen-Computertomographie – Möglichkeiten und Grenzen der CT beim Einsatz in der Metrologie – Anwendungsbeispiele und Perspektiven in der Weiterentwicklung mit Blick auf die dimensionelle Messtechnik

### 5 Algorithmen und Software zur Auswertung und Objektidentifikation in der 3D-Messtechnik

Dipl.-Math. **Ira Effenberger**, Fraunhofer IPA, Stuttgart  
CAD-gestütztes Messen und Auswerten – Prozesskette der Messdatenauswertung – automatisierte Verfahren zur Segmentierung und Auswertung der Messdaten – automatisierte Objekterkennung – Anwendungsbeispiele für Messdaten unterschiedlicher Sensoren

## Programm

**Mittwoch, 15. November 2017**

9:00 bis 17:15 Uhr

### 6 Normale, Normen, Richtlinien in der optischen 3D-Messtechnik

Dr. **Ulrich Neuschaefer-Rube**, PTB, Braunschweig  
Nutzen der Normung – ISO-Normen und VDI/VDE-Richtlinien zu Annahme- und Bestätigungsprüfungen von 3D-Messsystemen bzw. deren Einmessung – Normenreihe DIN EN ISO 10360: Annahme- und Bestätigungsprüfung Koordinatenmessgeräte – VDI/VDE-Richtlinienreihe 2617: Genauigkeit Koordinatenmessgeräte – VDI/VDE-Richtlinienreihe 2634: Optische 3D-Messsysteme

## Praktische Anwendungen

### 7 In-Prozess-Qualitätsprüfung unter Nutzung optischer 3D-Messtechnik - eine Schlüsseltechnologie für Industrie 4.0

Dr. **Dirk Berndt**, Fraunhofer IFF, Magdeburg  
100-Prozent-Geometrieprüfung – Entwurf, Dimensionierung und Simulation triangulationsbasierter Messverfahren – Werkzeuge für das Kalibrieren und Einmessen anwendungsspezifisch konfigurierter Systeme aus mehreren Sensoren und Sensorbewegungskomponenten – schnelle, taktgebundene und automatische Messdatenauswertung und Geometriemerkmalbestimmung – frühzeitige Erkennung von Prozessabweichungen – Anwendungsbeispiele

### 8 Applikationen des Laser-Lichtschnittverfahrens in der Produktion

Dr. **Fabian Keil**, Fraunhofer EZRT, Fürth  
Anwendungen in Fertigung und Endkontrolle in der Reifenproduktion – Bremskolbendichtringe – 3D-Pflanzenscanner für die Phänotypisierung – Simulation komplexer Messanordnungen

### 9 Robuste Multi-View-3D-Messsysteme in Rapid Prototyping- und Qualitätssicherungs-Prozessketten

Dr. **Peter Kühmstedt**, Fraunhofer IOF, Jena  
Automatische 360 Grad-Formvermessung – Selbstkalibrierung – Unempfindlichkeit gegen Umwelteinflüsse – automatisierte 3D-Messsysteme – handgeführte 3D-Sensoren – Datenexport

### Im Anschluss:

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

## Programm

**Donnerstag, 16. November 2017**

9:00 bis ca. 15:45 Uhr

## Praktische Anwendungen

### 10 Optische 3D-Messtechnik: Form und Rauheit in einem System

Dipl.-Ing. **Christian Janko**, Alicona Imaging GmbH, Graz  
3D-Oberflächenmesstechnik – Formmessung – Rauheitsmessung – Fokus-Variation – Mikrokoordinatenmesstechnik – Qualitätssicherung – InfiniteFocus

### 11 Hochdynamische 3D-Verfahren

Dipl.-Phys. **Stefan Heist**, Fraunhofer IOF, Jena  
Grundprinzipien hochdynamischer 3D-Messtechnik – robuste Multiapertur-3D-Messsysteme – Inline 3D-Messtechnik – GOBO-projektionsbasierte 3D-Sensoren

### Im Anschluss: Praktikum

Durchführung von praktischen Versuchen an verschiedenen Prüfsystemen