



## Organisatorisches

### Seminarort

Fraunhofer IOF  
Albert-Einstein-Straße 7  
07445 Jena

### Seminarleitung

Dipl.-Ing. Michael Sackewitz  
Fraunhofer-Allianz *Vision*  
Telefon: +49 9131 776-5800  
E-Mail: vision@fraunhofer.de

### Organisation und Anmeldung

Regina Fischer M. A.  
Fraunhofer-Allianz Vision  
Am Wolfsmantel 33  
91058 Erlangen  
Telefon: +49 9131 776-5830  
Fax: +49 9131 776-5899  
E-Mail: vision@fraunhofer.de  
www.vision.fraunhofer.de

### Anmeldung

Bitte melden Sie sich per E-Mail, per Fax oder über den Fraunhofer *Vision*-Webshop an. Sie erhalten dann Anmeldebestätigung, Rechnung, Zufahrtsbeschreibung und Hotelliste.

### 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 entsteht nicht.

### Seminargebühr

980 EUR  
Bitte bezahlen Sie nach Rechnungserhalt.

### Leistungsumfang

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

### Teilnehmer

Die Anzahl der Teilnehmer ist begrenzt.

### Förderung beruflicher Weiterbildung

Die Anerkennung von Bildungsschecks u.ä. ist möglich. Bitte sprechen Sie uns an!

### Fraunhofer Vision-Webshop

www.vision.fraunhofer.de/  
webshop

Donnerstag, 6. Dezember 2010  
9:00 bis ca. 16:00 Uhr

## Programm

### 4 3-D-Messen mit Röntgen-Computertomographie (Fraunhofer EZRT + Fraunhofer IPA)

Mit Röntgen-Computertomographie können Bauteile aus Materialien wie Kunststoff, Keramik oder Metall vollständig mit allen inneren und unzugänglichen Geometrien zerstörungsfrei erfasst werden.

### 5 Auswertung einer dreidimensionalen Geometriemessung

Mit dem Tomoscope HV 500 der Firma Werth Messtechnik, das am Fraunhofer IPA im Einsatz ist, lassen sich Bauteile bis zu einer Größe von 350 mm Durchmesser und 500 mm Höhe tomographieren. In der zugehörigen Auswertesoftware werden die gewonnenen Messdaten anschließend mit den CAD-Daten verglichen und gegebenenfalls weitere Maße ermittelt. Außerdem erfolgt eine Demonstration von Best-Fit-Verfahren zur automatischen Erkennung und Einpassung regelgeometrischer Objekte in die 3-D-Messdaten.

### 6 Holographische 3-D-Objektvermessung (HoloTop) (Fraunhofer IPM)

Die digitale Mehrwellenlängen-Holographie erschließt zunehmend Anwendungen in der Linie. Mit dem monoskopisch koaxial messenden Verfahren, das sowohl auf rauen wie auch auf glatten Oberflächen zur Topographiemessung eingesetzt werden kann, können viele bisher nicht realisierbare Messaufgaben wie z.B. Prüfung an elektrischen Steckverbindern, Qualitätskontrolle in engen Nuten oder Inspektion von Freiformflächen angegangen werden. Voraussetzung hierfür ist die schnelle Auswertung – holographische Rekonstruktion – auf parallel rechnenden Grafikkarten.

**Im Anschluss:  
Möglichkeit zur Diskussion und Analyse individueller  
Prüfaufgaben mit den Betreuern der Prüfsysteme**

## Programm

Donnerstag, 6. Dezember 2010  
9:00 bis ca. 16:00 Uhr

## Praktikum

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

### 1 Hochdynamische 3-D-Messtechnik (Fraunhofer IOF)

Die vorgestellte hochdynamische 3-D-Messtechnik eignet sich für die Vermessung bewegter Objekte. Es können bis zu 100 3D-Bilder/s aufgenommen werden. Dies ermöglicht einen vielfältigen Einsatz von der inline-Messtechnik in Fertigungsprozessen bis hin zur handgeführten 3D-Sensorik.

### 2 Kundenspezifische In-Prozess 3-D-Messungen mit Lasertriangulation (Fraunhofer IFF)

Lasertriangulations-Sensoren eignen sich aufgrund ihrer Robustheit und Verschleißfreiheit gut für die fertigungsintegrierte 100-Prozent-Geometrieprüfung. Am Beispiel einer vollautomatischen Rädermessung werden Funktion und Aufbau eines solchen Systems demonstriert. Nach Herstellung der Messbereitschaft erfolgen die Verfahrensschritte von der Messdatenakquisition über die Qualitätsbewertung und Filterung der Messdaten bis hin zur Messdatenanalyse und Geometriemerkmalsextraktion vollautomatisch. Das rechtzeitige Erkennen von Prozessabweichungen und die entsprechend frühzeitige Reaktion darauf ermöglichen deutliche Einsparungen in allen Ressourcenbereichen.

### 3 Optische 3-D-Oberflächenmesstechnik (Alicona)

InfiniteFocus ist ein optisches 3-D-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 3-D-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.

## Optische 3-D-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 3-D-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.

### Untersuchung eigener Proben

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

- Angesprochene Branchen**
- Automobil- und Zuliefererindustrie
  - Luftfahrtindustrie
  - Anlagen- und Maschinenbau
  - Werkzeug- und Formenbau
  - Kunststoffindustrie
  - Gussindustrie (Gießereien)
  - Glas- und Keramikindustrie
  - Metall- und Metallverarbeitungsindustrie
  - 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, 5. Dezember 2012  
9:00 bis 18:00 Uhr

### Theoretische Grundlagen

#### 1 Einführung in das Seminar

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

#### 2 Konfokale Verfahren – Triangulationsverfahren – Lichtschnitt – Streifenprojektion – Musterprojektionsverfahren

Dr. **Gunther Notni**, Fraunhofer IOF, Jena

Grundlagen – Beschreibung – Vor- und Nachteile – Abgrenzung zu anderen Verfahren – Messgenauigkeiten – Messunsicherheiten

#### 3 3-D-Messtechnik mit Röntgen

Dr. **Stefan Kasperl**, Fraunhofer EZRT, Fürth

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 (CT-Norm:2630)

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

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

Dr. **Ulrich Neuschaefer-Rube**, Physikalisch-Technische Bundesanstalt PTB, Braunschweig

VDI/VDE-Richtlinien und ISO-Normen zu Annahme und Bestätigungsprüfungen von 3-D Messsystemen bzw. deren Kalibrierung: VDI/VDE 2634: Optische 3-D-Messsysteme – VDI/VDE 2617: Genauigkeit von Koordinatenmessgeräten – ISO 10360: Annahmeprüfung und Bestätigungsprüfung für Koordinatenmessgeräte (KMG) – VDI/VDE 2630: Computertomographie in der dimensionellen Messtechnik – VDI/VDE 2655: Optische Messtechnik an Mikrotopographien

## Programm

Mittwoch, 5. Dezember 2012  
9:00 bis 18:00 Uhr

### Praktische Anwendungen

#### 1 Praxisbericht: In-Prozess-Qualitätsprüfung unter Nutzung optischer 3-D-Messtechnik

Dr. **Dirk Berndt**, Fraunhofer IFF, Magdeburg

100-Prozent-Geometrieprüfung – Sensordimensionierung – Einmessen komplexer Sensorverbünde – Messdatenakquisition und -auswertung – Lasertriangulations-Sensoren – Frühzeitige Erkennung von Prozessabweichungen – Messunsicherheiten – Messvolumen – Randbedingungen – Anwendungsbeispiele

#### 2 Praxisbericht: Schnelle Erfassung von Form und Farbe bewegter Objekte

Dr. **Peter Schmitt**, Fraunhofer IIS, Erlangen

Anwendungen in Entwicklung, Fertigung und Endkontrolle in der Reifenproduktion – 3-D-Sortiersystem für granulare Objekte – Kombinierte Farb- und Formerfassung für die Pflanzenzucht – weitere Anwendungsbereiche: Kunststoff, Gummi, Metall, Holz und Keramikverarbeitung

#### 3 Praxisbericht: Robuste Multi-View-3-D-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:

Imbiss mit Möglichkeit zur Vertiefung der Fachgespräche mit den Referenten und Betreuern

## Programm

Donnerstag, 6. Dezember 2012  
9:00 bis 16:00 Uhr

### Praktische Anwendungen

#### 1 Praxisbericht: Optische 3D Messtechnik: Form und Rauheit in einem System

Dr. **Stefan Scherer**, Alicona Imaging GmbH, Grambach bei Graz  
3D Oberflächenmesstechnik – Formmessung – Rauheitsmessung – Focus-Variation – Mikrokoordinatenmesstechnik – Qualitätssicherung – Optische Messtechnik – InfiniteFocus

#### 2 Praxisbericht: Schnelle und hochgenaue 3-D-Objektvermessung mit digitaler Mehrwellenlängen-Holographie

Dr. **Daniel Carl**, Fraunhofer IPM, Freiburg

Schnelle interferometrische Topographiemessung an rauen und glatten Oberflächen, ko-axiale Messung, produktionstauglich, großer Eindeutigkeitsbereich (10 mm) und hohe Genauigkeit (<5 µm) durch synthetische Wellenlängen

#### 3 Praxisbericht: Hochdynamische 3-D-Verfahren

**Andreas Breitbarth**, Fraunhofer IOF, Jena

Grundprinzipien hochdynamischer 3D-Messtechnik – robuste Multiapertur-3D-Messsysteme – inline 3D-Messtechnik – Methoden der Bewegungskompensation