

**Modulbezeichnung: Fertigungsmesstechnik (FMT)**  
 (Manufacturing Metrology)

**5 ECTS**

Modulverantwortliche/r: Tino Hausotte  
 Lehrende: Tino Hausotte

Startsemester: WS 2014/2015  
 Präsenzzeit: 60 Std.

Dauer: 1 Semester  
 Eigenstudium: 90 Std.

Turnus: jährlich (WS)  
 Sprache: Deutsch

**Lehrveranstaltungen:**

- Fertigungsmesstechnik - Modellgestützte Prüftechnik zur Produktverifikation (WS 2014/2015, Vorlesung, 2 SWS, Tino Hausotte)
- Fertigungsmesstechnik - Übung (WS 2014/2015, Übung, 2 SWS, Tino Hausotte et al.)

**Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:**

Grundlagen der Messtechnik

**Inhalt:**

**Fertigungsmesstechnik [FMT]**

- **Grundlagen, Begriffe, Größen und Aufgaben der FMT:** Teilgebiete der industriellen Messtechnik - Fertigungsmesstechnik, Grundaufgaben und Ziele - Messen, Prüfen, Überwachen, Lehren - Begriffsdefinition: Messgröße, Messwert, Messunsicherheit, wahrer Wert, vereinbarter Wert, Messergebnis, Prüfung, Messung, Messprinzip, Messmethode, Messverfahren, Nennmaß, Grenzmaß, Grenzabmaß - Grundeinteilung der Mess- und Prüfmittel in der FMT - Messschieber, Messschrauben, Messuhr - Taylorscher Grundsatz, Lehren - Endmaße, Sinustisch oder Sinuslineal, Maßverkörperungen, Winkelmaß
- **Geometrische Produktspezifikation und Verifikation (GPS) - Basis der Messaufgabenbeschreibung und -durchführung:** Geometrischen Produktspezifikation (GPS) - Dualitätsprinzip und Operationen - Begriffsdefinition von Geometrieelementen (Nenn-, wirkliches, erfasstes und zugeordnetes Geometrieelement) - Standardgeometrieelemente - Gestaltparameter an Werkstücken (Grobgestalt, Feingestalt, Maß, Abstand, Lage, Form, Welligkeit, Rauheit) - Systematik der Gestaltabweichungsarten (Maß-, Form-, Lageabweichungen und Abweichung der Oberflächenbeschaffenheit) - Toleranzbegriff - Form- und Lagetoleranzen - Systematik der Tolerierung von Unabhängigkeitsprinzip Werkstücken (Unabhängigkeitsprinzip, Hüllprinzip)
- **Grundlagen der Längenmesstechnik (Maßstäbe und Interferometer):** Messprinzipien zur Längenmessung - Abbe Komparator, Maßstäbe mit Skalen - Eppensteinprinzip - Linearencoder, Gitterabtastung, Richtungserkennung, Ausgangssignale, Demodulation, Differenzsignalerfassung, Referenzmarken, Abtastung (abbildend, interferometrisch, Durchlicht, Auflicht) - Demodulationsabweichungen: Quantisierungs-, Amplituden-, Offset- und Phasenabweichungen, Heydemannkorrektur - absolut codierte Maßstäbe: V- und U-Abtastung und Gray Code - Transversale elektromagnetische Welle, Überlagerung von Wellen, konstruktive und destruktive Interferenz Polarisation des Lichtes, Voraussetzungen für die Interferenz, Interferenz von Lichtwellen - Interferenz (Homodynprinzip und Heterodynprinzip), Interferenz am Michelson-Interferometern, Einteilung von Interferometern, Luftbrechzahl, Demodulation am Homodyninterferometer, Demodulation am Heterodyninterferometer - Einteilung von Interferometern, Luftbrechzahl, zeitliche und räumliche Kohärenz - Laser, He-Ne-Laser - Aufbau von Interferometern, Anwendung der Interferometer
- **Koordinatenmesstechnik:** Prinzip, Koordinatensysteme, Grundanordnung, Bauarten - Tastsysteme (Erzeugung der Antastkraft, Messung der Auslenkung, Integration mehrerer Achsen, Kinematik, weitere Achse, Umwelt, Arten von Tastsystemen, Taststiftbiegung, Taster) - Einzelpunktantastung, Scanning - Beschreiben und Festlegen der Messaufgabe - Feststellen Einflüsse auf das Messergebnis - Vorbereitung der Messung - Auswahl und Einmessen des Tasters - Festlegen der Messstrategie - Auswertung der Messergebnisse (Ausgleichsverfahren) - Spezifikation, Parameter und Prüfung
- **Formprüftechnik:** Prinzip, Charakteristika, Messaufgaben, Bauarten (Drehtisch-, Drehspindelgeräte) - Abweichungen der Drehführung von der idealen Achse und deren Bestimmung - Kalibrierung von Formmessgeräten - Mehrlagenverfahren, Umschlagverfahren

- **Oberflächenmesstechnik:** Oberflächenmessprinzipien - Tastschnittgeräte, optische Oberflächenmessgeräte, Fokusvariation, Konfokales Mikroskop, Laser-Autofokusverfahren, Interferenzmikroskope, Weißlichtinterferometer - Oberflächenparameter Normenreihe DIN EN ISO (Profil, Flächen) - Profilauswertung entsprechend DIN EN ISO 3274 und DIN EN ISO 4287 - Profilkenngrößen (Rauheits-, Welligkeit- und Struktur-Kenngrößen): Filterung, Senkrecht-, Waagrechtkenngößen, gemischte Kenngrößen - Kenngrößen aus Materialanteil-Kurve (ISO 13565-2 und ISO 13565-3) - Flächenparameter (Höhenparameter, räumliche Parameter, flächenhafte Materialanteilkurve, topographischen Elemente) - Streulichtmessung, Streulichtparameter

## Lernziele und Kompetenzen:

### *Fachkompetenz*

#### *Wissen*

- Die Studierenden kennen Motivation, Ziele, Grundsätze und Strategien der Fertigungsmesstechnik.

#### *Verstehen*

- Die Studierenden haben ein Verständnis um die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von dimensionellen und geometrischen Größen an Werkstücken
- Die Studierenden können Messaufgaben, die Durchführung und die Auswertung von Messungen beschreiben.

#### *Anwenden*

- Die Studierenden können Schwachstellen in der Planung und Durchführung von Messungen erfassen.

#### *Analysieren*

- Die Studierenden können eigenständige geeignete Verfahren im Bereich der Fertigungsmesstechnik auswählen
- Die Studierenden können Messergebnisse und die zugrunde liegenden Verfahren angemessen kommunizieren und interpretieren.

#### *Evaluiere (Beurteilen)*

- Die Studierenden können Messaufgaben in der Fertigungsmesstechnik beurteilen und strukturell analysieren und das Erlernte auf unbekannte, aber ähnliche Messaufgaben übertragen.
- Die Studierenden können Messergebnisse aus dem Bereich der Fertigungsmesstechnik bewerten

## Literatur:

- Kohlrausch, Friedrich: Praktische Physik : zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik. Band 1-3, 24. Auflage, Teubner Verlag, 1996 - ISBN 3-519-23001-1, 3-519-23002-X, 3-519-23000-3
- DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie - Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Beuth Verlag GmbH, 3. Auflage 2010
- Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 - ISBN 3-486-24219-9
- Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag, 2011 - ISBN 978-3-8348-0692-5
- Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 - ISBN 3-540-11784-9
- Christoph, Ralf; Neumann, Hans Joachim: Multisensor-Koordinatenmesstechnik. 3. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2006 - ISBN 978-3-937889-51-2
- Neumann, Hans Joachim: Koordinatenmesstechnik im der industriellen Einsatz. Verlag Moderne Industrie, 2000 - ISBN 3-478-93212-2
- Ernst, Alfons: Digitale Längen- und Winkelmessstechnik. 4. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2001 - ISBN 3-478-93264-5
- Joza, Jan: Messen großer Längen. VEB Verlag Technik Berlin, 1969
- Henzold, Georg: Form und Lage. 3. Auflage, Beuth Verlag GmbH Berlin, 2011 - ISBN 978-3-410-21196-9

- Weckenmann, A.: Koordinatenmesstechnik: Flexible Strategien für funktions- und fertigungsgerechtes Prüfen, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012
- Hoffmann, Jörg: Handbuch der Messtechnik. 4. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 - ISBN 978-3-446-42736-5

---

### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Berufspädagogik Technik (Master of Education)**

(Po-Vers. 2010 | Studienrichtung Metalltechnik (Masterprüfungen) | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Fertigungsmesstechnik)

[2] **Maschinenbau (Bachelor of Science)**

(Po-Vers. 2007 | Wahlpflichtmodule | 1.-4. Wahlpflichtmodul | Fertigungsmesstechnik)

[3] **Maschinenbau (Bachelor of Science)**

(Po-Vers. 2009s | Wahlpflichtmodule | 1.-4. Wahlpflichtmodul | Fertigungsmesstechnik)

[4] **Maschinenbau (Bachelor of Science): ab 3. Semester**

(Po-Vers. 2009w | Wahlmodule | Technische Wahlmodule)

[5] **Maschinenbau (Bachelor of Science)**

(Po-Vers. 2009w | Wahlpflichtmodule | 1.-4. Wahlpflichtmodul | Fertigungsmesstechnik)

[6] **Maschinenbau (Master of Science)**

(Po-Vers. 2007 | Studienrichtungen Allgemeiner Maschinenbau, Fertigungstechnik, und Rechnergestützte Produktentwicklung | Masterprüfung | Wahlmodule | Technische Wahlmodule)

[7] **Maschinenbau (Master of Science)**

(Po-Vers. 2007 | Studienrichtungen Allgemeiner Maschinenbau, Fertigungstechnik, und Rechnergestützte Produktentwicklung | Masterprüfung | Wahlpflichtmodule | 1.-5. Wahlpflichtmodul | 1.-5. Wahlpflichtmodul | Fertigungsmesstechnik)

[8] **Maschinenbau (Master of Science)**

(Po-Vers. 2007 | Studienrichtungen Allgemeiner Maschinenbau, Fertigungstechnik, und Rechnergestützte Produktentwicklung | Masterprüfung | Studienrichtung Allgemeiner Maschinenbau | Wahlpflicht-/Vertiefungsbereich in der Studienrichtung Allgemeiner Maschinenbau | Modulgruppe 6.1 Qualitätsmanagement und Messtechnik | Wahlpflichtmodul 6.1 | Fertigungsmesstechnik)

[9] **Maschinenbau (Master of Science)**

(Po-Vers. 2007 | Studienrichtungen Allgemeiner Maschinenbau, Fertigungstechnik, und Rechnergestützte Produktentwicklung | Masterprüfung | Studienrichtung Allgemeiner Maschinenbau | Wahlpflicht-/Vertiefungsbereich in der Studienrichtung Allgemeiner Maschinenbau | Modulgruppe 6.1 Qualitätsmanagement und Messtechnik | Wahlpflichtmodul 6.1 | Fertigungsmesstechnik)

[10] **Maschinenbau (Master of Science)**

(Po-Vers. 2007 | Studienrichtungen Allgemeiner Maschinenbau, Fertigungstechnik, und Rechnergestützte Produktentwicklung | Masterprüfung | Studienrichtung Fertigungstechnik | Wahlpflicht-/Vertiefungsbereich in der Studienrichtung Fertigungstechnik | Modulgruppe 6.1 Qualitätsmanagement und Messtechnik | Wahlpflichtmodul 6.1 | Fertigungsmesstechnik)

[11] **Maschinenbau (Master of Science)**

(Po-Vers. 2007 | Studienrichtungen Allgemeiner Maschinenbau, Fertigungstechnik, und Rechnergestützte Produktentwicklung | Masterprüfung | Studienrichtung Fertigungstechnik | Wahlpflicht-/Vertiefungsbereich in der Studienrichtung Fertigungstechnik | Modulgruppe 6.1 Qualitätsmanagement und Messtechnik | Wahlpflichtmodul 6.1 | Fertigungsmesstechnik)

[12] **Maschinenbau (Master of Science)**

(Po-Vers. 2007 | Studienrichtungen Allgemeiner Maschinenbau, Fertigungstechnik, und Rechnergestützte Produktentwicklung | Masterprüfung | Studienrichtung Rechnergestützte Produktentwicklung | Wahlpflicht-/Vertiefungsbereich in der Studienrichtung Rechnergestützte Produktentwicklung | Modulgruppe 6.1 Qualitätsmanagement und Messtechnik | Wahlpflichtmodul 6.1 | Fertigungsmesstechnik)

[13] **Maschinenbau (Master of Science)**

(Po-Vers. 2007 | Studienrichtungen Allgemeiner Maschinenbau, Fertigungstechnik, und Rechnergestützte Produktentwicklung | Masterprüfung | Studienrichtung Rechnergestützte Produktentwicklung | Wahlpflicht-/Vertiefungsbereich in der Studienrichtung Rechnergestützte Produktentwicklung | Modulgruppe 6.1 Qualitätsmanagement und Messtechnik)

technik | Wahlpflichtmodul 6.1 | Fertigungsmesstechnik)

- [14] **Maschinenbau (Master of Science): 1. Semester**  
(Po-Vers. 2013 | Studienrichtung International Production Engineering and Management | Masterprüfung | Wahlpflichtmodule)
- [15] **Mechatronik (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2007 | Wahlpflichtmodule (für alle Studierende des Bachelorstudiums, die vor 01. Oktober 2012 Wahlpflichtmodule begonnen haben) | Wahlpflichtmodule | Katalog | Fertigungsmesstechnik)
- [16] **Mechatronik (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2009 | Wahlpflichtmodule (für alle Studierende des Bachelorstudiums, die vor 01. Oktober 2012 Wahlpflichtmodule begonnen haben) | Wahlpflichtmodule | Katalog | Fertigungsmesstechnik)
- [17] **Mechatronik (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2009 | Wahlmodule | Wahlmodule)
- [18] **Mechatronik (Bachelor of Science): 5-6. Semester**  
(Po-Vers. 2009 | Wahlpflichtmodule | 11 Messtechnik und Qualitätsmanagement)
- [19] **Mechatronik (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2010 | Vertiefungsrichtungen | Qualitätsmanagement und Messtechnik | Fertigungsmesstechnik)
- [20] **Mechatronik (Master of Science): 1-3. Semester**  
(Po-Vers. 2012 | M3 Technische Wahlmodule)
- [21] **Mechatronik (Master of Science): 1-3. Semester**  
(Po-Vers. 2012 | M1-M2 Vertiefungsrichtungen | 11 Messtechnik und Qualitätsmanagement)
- [22] **Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2009 | Studienrichtung Maschinenbau | weitere Bachelorprüfungen | Ingenieurwissenschaftlicher Bereich | Wahlbereich | Technische Wahlmodule | Technische Wahlmodule)
- [23] **Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2009 | Ingenieurwissenschaftliche Studienrichtungen | Technische Wahlmodule | Technische Wahlmodule)
- [24] **Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2009 | Ingenieurwissenschaftliche Studienrichtungen | Studienrichtung Maschinenbau | Wahlpflicht- und Vertiefungsmodul Modulgruppe 6 | Vertiefungsmodul Modulgruppe 6 | Fertigungsmesstechnik)

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Fertigungsmesstechnik (Prüfungsnummer: 72471)

(englische Bezeichnung: Manufacturing Metrology)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

**Prüfungstermine**, eine **allgemeine Regel der Prüfungstagvergabe** und **Termine der Klausureinsicht** finden Sie auf StudOn: Prüfungstermine und Termine der Klausureinsicht

Erstablingung: WS 2014/2015, 1. Wdh.: SS 2015

1. Prüfer: Tino Hausotte