

**Modulhandbuch**

---

**Master**

**Mikro- und Nanotechnologien**

---

**Prüfungsordnungsversion:2008**

Erstellt am:  
Donnerstag 20 November 2014  
aus der POS Datenbank der TU Ilmenau

# Inhaltsverzeichnis

Name des Moduls/Fachs	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	Abschluss	LP	Fachnr.
	VSP	VSP	VSP	VSP	VSP	VSP	VSP			
Konstruktion								FP	8	
Grundlagen der Produktmodellierung	2 1 0							PL 90min	4	8268
Mechanisch-optische Funktionsgruppen 1	2 1 0							PL	4	5959
Werkstofforientierte Konstruktion 1								PL 60min	4	6622
Werkstofforientierte Konstruktion 2								PL 120min	4	7973
Werkstoffe								FP	8	
Funktionswerkstoffe	2 2 0							PL 90min	5	1365
Werkstoffdesign für Nanotechniken	2 0 0							PL 30min	3	1368
Nanodiagnostik								FP	8	
Nanodiagnostik-Praktikum und Seminar			0 1 1					SL	2	6008
Spektroskopische Diagnosemethoden			2 0 0					PL	3	6007
Strukturuntersuchungsmethoden			2 0 0					SL	3	6006
Nanomaterialien								FP	8	
Materialpraktikum		0 0 2						SL	2	5965
Mikro- und Nanomaterialien für die Elektronik und Sensorik		2 0 0						VL	3	5964
Chemie der nanostrukturierten Materialien			2 0 0					VL	3	5966
Mikro- und Nanotechnologiepraktikum								MO	3	
Mikro- und Nanotechnologiepraktikum	0 0 3							SL	3	5974
Mess- und Regelungstechnik								FP	8	
Nano- und Lasermesstechnik	2 0 1							PL 30min	4	413
Prozessmess- und Sensortechnik MNT	2 1 0							PL 90min	4	5989
Regelungs- und Systemtechnik 2	2 1 0							PL 90min	4	7623
Mikro- und Nanostrukturtechnik								FP	12	
Aufbau- und Verbindungstechnik		2 0 1						PL 90min	4	8610
Integrierte Optik und Mikrooptik		2 1 0						PL	4	879
Mikroaktorik	2 0 0							PL 30min	4	5992
Mikro- und Nanosensoren		2 1 0						PL 30min	4	5994
Mikro- und Nanosystemtechnik 1			2 1 0					PL 30min	4	5962
Nanotechnologie		2 1 0						PL 30min	4	1562
Mikrotechnologische Grundlagen und Schaltungstechnik								MO	8	

Digitale Schaltungstechnik	2 1 0			SL	4	5999	
Elektronische Messtechnik	2 1 0			SL	4	5998	
Mikro- und Halbleitertechnologie 1	2 1 0			SL 30min	4	1386	
Technologien der Mikromechanik	2 1 0			SL 90min	4	5997	
Molekulare Nanotechnologien				FP	8		
Anorganische und organische Synthesechemie		3 0 0		VL	4	6003	
Spezielle Probleme der Nanostrukturtechnik		2 0 0		VL	3	6002	
Synthesepraktikum		0 0 1		SL	1	6004	
Nanobiotechnologie			2 1 0	VL	4	5628	
Nanofluidik / Mikroreaktionstechnik				FP	8		
Instrumentelle Analytik und Mikroanalysesysteme		2 1 0		VL	4	6011	
Theoretische Grundlagen der Mikrofluidik		2 1 0		VL	4	6010	
Mikroreaktionstechnik 1			2 0 1	VL	4	6012	
Mikro- und Nanoelektronik				FP	8		
Nanoelektronik		2 1 0		VL	4	5629	
Polymerelektronik		2 1 0		VL	4	5634	
Bauelemente Simulation und Modellierung			2 1 0	VL	4	5968	
Vertiefungsmodul				FP	4		
Elektrohydrodynamik und Polymere in Mikrosystemen			2 1 0	PL 30min	4	5976	
Festkörperchemie			2 0 1	PL 30min	4	5981	
Funktionalisierte Peripherik			2 1 0	PL 30min	4	5625	
GHz- u. THz-Elektronik			2 1 0	PL 30min	4	5632	
MEMS (Micro Electro Mechanical Systems)			2 1 0	PL 120min	4	5984	
Mikro- und Nanoanalytik			2 1 0	PL 30min	4	5626	
Mikro- und nanostrukturierte Gläser			2 1 0	PL 30min	4	6932	
Mikro- und Nanosystemtechnik 2			2 1 0	PL 30min	4	5627	
Nanokohlenstoff-Materialien			2 1 0	PL 45min	4	5982	
Praktikum Oberflächencharakterisierung			0 0 2	SL	2	5977	
Rastersondenuntersuchung			1 0 0	SL	2	5978	
Softwarepakete der computergestützten Physik			2 1 0	PL 30min	4	6014	
Entwicklungsgeschichte				2 1 0	PL 20min	4	5980
Forschungspraktikum				MO	7		
Forschungspraktikum				SL	7	6018	

Masterarbeit mit Kolloquium

Masterarbeit

Masterkolloquium



FP

MA 6

PL 30min

22

19

3

6020

6022

---

## Modul: Konstruktion

Modulnummer5958

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Rene Theska

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### Lernergebnisse

Studierende beherrschen die Analyse komplexer technischer Gebilde auf Basis der technischen Darstellung - den Ablauf des konstruktiven Entwicklungsprozesses - Methoden zum systematischen Vorgehen beim Konstruieren und zur Entscheidungsfindung Studierende kennen - Eigenschaften von technischen Produkten und ihre Beschreibung - den Einsatz methodischer und technischer Mittel im Konstruktionsprozess - 2D und 3D CAD-System Studierende sind in der Lage Konstruktionsaufgaben durch methodisches Vorgehen zu lösen und CAD-Systeme anzuwenden

### Vorraussetzungen für die Teilnahme

### Detailangaben zum Abschluss

## Grundlagen der Produktmodellierung

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 8268

Prüfungsnummer: 2300278

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Christian Weber

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Maschinenbau

Fachgebiet: 2312

SWS nach Fachsemester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	2	1	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Studierende erlernen: • Übersicht über Aufgaben und grundlegende Strategien der Produktentwicklung / Konstruktion gewinnen (Schwerpunkt: mechanische Produkte) • Daraus resultierend: Anforderungen an Produktmodelle / an die Produktmodellierung • Rolle von Skizzen und technischen Zeichnungen (= konventionelle Medien der Produktmodellierung) • Übersicht über digitale Modelle und Modellierverfahren • Überblick über den Aufbau, die Leistungsfähigkeit, aber auch die Grenzen von (dreidimensionalen) CAD-Systemen • Einblick in aktuelle Fragen der Systemintegration

### Vorkenntnisse

-----

### Inhalt

1 Gegenstand und Aufgaben der Produktentwicklung / Konstruktion 2 Darstellung der Ergebnisse aus Produktentwicklung / Konstruktion mit konventionellen Mitteln (Kurzeinführung Technisches Zeichnen) 3 Aufbau und Beschreibungsebenen technischer Produkte 4 Digitale Produktmodelle und Produktmodellierung (CAD) 5 Entwurfs-/ Modellier Techniken mit CAD 6 CAx-Systemintegration, Datenaustausch, Schnittstellen

### Medienformen

Vorlesungen und Seminare unter Nutzung von PowerPoint-Präsentationen (teilweise animiert) und Folien

### Literatur

Hoischen, H.; Hesser, W.: Technisches Zeichnen (32. Aufl.). Cornelsen Verlag, Berlin 2009. Labisch, S.; Weber, C.: Technisches Zeichnen (3. Aufl.). Vieweg-Verlag, Wiesbaden 2007. Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J.; Grote, K.-H.: Pahl/Beitz – Konstruktionslehre (7. Aufl.). Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg 2007. Krause, W. (Hrsg.): Grundlagen der Konstruktion (7. Aufl.). Fachbuch-Verlag, Leipzig 2002. Krause, W. (Hrsg.): Gerätekonstruktion in Feinwerktechnik und Elektronik (3. Aufl.). Hanser-Verlag, München 2000. Krause, W. (Hrsg.): Konstruktionselemente der Feinmechanik (3. Aufl.). Hanser-Verlag, München 2004. Vajna, S.; Weber, C.; Zeman, K.; Bley, H.: CAx für Ingenieure (2. Aufl.). Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg 2009. Spur, G.; Krause, F.-L.: Das virtuelle Produkt. Hanser-Verlag, München 1998. Inventor 2009 Grundlagen (1. Aufl.) RRZN Universität Hannover 2009 Vorlesungsfolien und Arbeitsblätter werden auf der Homepage des Fachgebietes Konstruktionstechnik zur Verfügung gestellt.

### Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen



## Mechanisch-optische Funktionsgruppen 1

Fachabschluss: Prüfungsleistung generiert  
 Sprache: Deutsch

Art der Notegebung: Generierte Noten  
 Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5959 Prüfungsnummer: 230130

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Rene Theska

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Maschinenbau Fachgebiet: 2363

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	2	1	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, konstruktive Probleme für die Entwicklung mechanisch-optischer Baugruppen in Geräten selbstständig zu lösen. Sie werden in die Lage versetzt, erworbenes Wissen auf dem Gebiet der Optik und Feinwerktechnik konstruktiv umzusetzen.

### Vorkenntnisse

Bachelor-Abschluß in einem natur- oder ingenieurwissenschaftlichen Fach Grundkenntnisse in geometrischer Optik

### Inhalt

Spiegel, Spiegelsysteme und Spiegelprismen Objektive Zusammengesetzte Systeme Unschädliche Kippachsen Instrumente der Fluchtungs- und Richtungsprüfung Innozente und invariante Anordnungen

### Medienformen

Folien, Tafelbild, Anschauungsobjekte, Arbeitsblätter

### Literatur

H. Haferkorn, Optik: physikalisch-technische Grundlagen und Anwendungen, 4., bearb. und erw. Aufl., Weinheim, Wiley-VCH, 2003. A. König und H. Köhler, Die Fernrohre und Entfernungsmesser, 3., völlig neu bearb. Aufl., Berlin [u.a.], Springer, 1959.

### Detailangaben zum Abschluss

Beleg (50%) + Klausur in letzter Vorlesung (50%)

### verwendet in folgenden Studiengängen

- Master Maschinenbau 2014
- Master Maschinenbau 2009
- Master Mikro- und Nanotechnologien 2008
- Master Maschinenbau 2011
- Master Optische Systemtechnik/Optronik 2014
- Master Optronik 2010
- Bachelor Maschinenbau 2013
- Master Optronik 2008



## Werkstofforientierte Konstruktion 1

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 60 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache:

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 6622

Prüfungsnummer: 2300375

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Christian Weber

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0
Fakultät für Maschinenbau			Fachgebiet: 2312

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Konstruktion (Maschinenelemente und Grundlagen der Konstruktion I): Studierende beherrschen: - Festigkeitsberechnungen einfacher Maschinenelemente und deren Verbindungen - die Analyse technischer Gebilde geringer Komplexität auf Basis der technischen Darstellung, Ermittlung ihrer Gesamtfunktion, Teilfunktionen und Koppelstellen Studierende kennen: - Verschiedene Arten von Maschinenelementen, Spannungszustände an Maschinenelementen und deren Berechnung - systematische Arbeitsweise bei der Analyse und Synthese technischer Systeme Studierende sind in der Lage: - gemäß der Belastungsart geeignete Berechnungsmethoden auszuwählen und die Elemente zu dimensionieren bzw. nachzurechnen - Zeichnungen zu interpretieren, Vorschläge zur werkstofforientierten Gestaltung zu unterbreiten • Konstruktion (Grundlagen der Konstruktion II und Konstruktive Gestaltung): Studierende beherrschen: - die Analyse technischer Gebilde geringer Komplexität auf Basis der technischen Darstellung, Ermittlung ihrer Gesamtfunktion, Teilfunktionen und Koppelstellen - Gestaltungsrichtlinien für die Werkstoffe, die bei den Fertigungsverfahren Gießen, Pressen, Spanen, Schmieden, Schweißen und Montage zu berücksichtigen sind Studierende kennen: - systematische Arbeitsweise bei der Analyse und Synthese technischer Systeme - Konstruktive Anforderungen für die o.g. Werkstoffe und Fertigungsverfahren Studierende sind in der Lage: - Zeichnungen zu interpretieren, Vorschläge zur werkstofforientierten Gestaltung zu unterbreiten - Einzelteile in Form von Handskizzen eindeutig darzustellen sowie die Fertigungs- und Werkstoffgerechtigkeit einzuschätzen

### Vorkenntnisse

• Konstruktion (Maschinenelemente und Grundlagen der Konstruktion I): Kenntnisse in Technischer Mechanik (Statik und Festigkeitslehre), Werkstoffwissenschaft und Fertigungstechnik • Konstruktion (Grundlagen der Konstruktion II und Konstruktive Gestaltung): Kenntnisse in Technischer Mechanik, Werkstoffwissenschaft und Fertigungstechnik  
Lehrveranstaltung "Konstruktion" des 3. Semesters

### Inhalt

• Konstruktion (Maschinenelemente und Grundlagen der Konstruktion I): Grundlagen des Entwurfs von Maschinenelementen - Anforderungen, Grundbeanspruchungsarten und deren Berechnung Gestaltung und Berechnung von Verbindungen - Lötten, Kleben Stifte, Passfedern, Schrauben, Klemmungen Federn - Arten, Dimensionierung ausgewählter Federarten Achsen und Wellen - Dimensionierung und Gestaltung Lagerungen - Übersicht, Wälzlagerauswahl Getriebe Grundlagen der Konstruktion: Aufbau und Beschreibung technischer Gebilde Grundlagen des Gestaltens Grundlagen der Konstruktionsmethodik • Konstruktion (Grundlagen der Konstruktion II und Konstruktive Gestaltung): Grundlagen der Konstruktion: Aufbau und Beschreibung technischer Gebilde Grundlagen des Gestaltens Grundlagen der Konstruktionsmethodik Gestaltungsrichtlinien zum werkstofforientierten Konstruieren für die Fertigungsverfahren Gießen, Pressen, Spanen, Schmieden, Schweißen und Montage; Anfertigen von Seminarbelegen in Form von Handzeichnungen zur werkstofforientierten Gestaltung von Einzelteilen.

### Medienformen

Vorlesung wird per Tele-Teaching an die FSU Jena übertragen  
Übungen finden getrennt an TU Ilmenau und FSU Jena statt  
PowerPoint-Präsentationen; Foliensammlungen; Arbeitsblätter, Tafelbild

## Literatur

- Hoischen, H.; Hesser, W.: Technisches Zeichnen. Cornelsen, Berlin
- Labisch, S.; Weber, C.: Technisches Zeichnen. Vieweg, Wiesbaden
- Steinhilper, W.; Sauer, B. (Hrsg.): Konstruktionselemente des Maschinenbaus. Springer, Berlin
- Roloff/Matek – Maschinenelemente. Vieweg + Teubner, Wiesbaden
- Decker – Maschinenelemente. Hanser, München
- Niemann – Maschinenelemente. Springer, Berlin
- Pahl/Beitz – Konstruktionslehre. Springer, Berlin-Heidelberg
- Krause, W. (Hrsg.): Gerätekonstruktion in Feinwerktechnik und Elektronik. Hanser, München
- Krause, W. (Hrsg.): Konstruktionselemente der Feinmechanik. Hanser, München
- Krause, W.: Fertigung in der Feinwerk- und Mikrotechnik. Hanser, München
- Spur, G.: Handbuch der Fertigungstechnik. Hanser, München 1979
- Bode, E: Konstruktionsatlas – werkstoffgerechtes Konstruieren, verfahrensgerechtes Konstruieren, Vieweg, Braunschweig
- Foliensammlung und Lehrblätter des Fachgebietes Konstruktions-technik
- Lehrblätter und Aufgabensammlung des Fachgebietes Maschinen-elemente

## Detailangaben zum Abschluss

1 Haus-Beleg Technische Darstellungslehre, Klausur

## verwendet in folgenden Studiengängen

Bachelor Werkstoffwissenschaft 2011  
Bachelor Werkstoffwissenschaft 2009  
Master Mikro- und Nanotechnologien 2008  
Master Mikro- und Nanotechnologien 2013  
Bachelor Werkstoffwissenschaft 2013

## Werkstofforientierte Konstruktion 2

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 120 min

Art der Notegebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 7973

Prüfungsnummer: 2300311

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Christian Weber

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Maschinenbau

Fachgebiet: 2312

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS					
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Studierende beherrschen: - die Analyse technischer Gebilde geringer Komplexität auf Basis der technischen Darstellung, Ermittlung ihrer Gesamtfunktion, Teilfunktionen und Koppelstellen Modulhandbuch Ergänzungsblatt Seite 2 von 2 - Gestaltungsrichtlinien für die Werkstoffe, die bei den Fertigungsverfahren Gießen, Pressen, Spanen, Schmieden, Schweißen und Montage zu berücksichtigen sind Studierende kennen: - systematische Arbeitsweise bei der Analyse und Synthese technischer Systeme - Konstruktive Anforderungen für die o.g. Werkstoffe und Fertigungsverfahren Studierende sind in der Lage: - Zeichnungen zu interpretieren, Vorschläge zur werkstofforientierten Gestaltung zu unterbreiten - Einzelteile in Form von Handskizzen eindeutig darzustellen sowie die Fertigungs- und Werkstoffgerechtheit einzuschätzen

### Vorkenntnisse

Kenntnisse in Technischer Mechanik, Werkstoffwissenschaft und Fertigungstechnik

### Inhalt

Grundlagen der Konstruktion: Aufbau und Beschreibung technischer Gebilde Grundlagen des Gestaltens Grundlagen der Konstruktionsmethodik Gestaltungsrichtlinien zum werkstofforientierten Konstruieren für die Fertigungsverfahren Gießen, Pressen, Spanen, Schmieden, Schweißen und Montage; Anfertigen von Seminararbeiten in Form von Handzeichnungen zur werkstofforientierten Gestaltung von Einzelteilen

### Medienformen

Vorlesung wird per Tele-Teaching an die FSU Jena übertragen  
 Übungen finden getrennt an TU Ilmenau und FSU Jena statt  
 PowerPoint-Präsentationen; Foliensammlungen; Arbeitsblätter, Tafelbild

### Literatur

- Hoischen, H.: Technisches Zeichnen; Cornelsen Girardet, Berlin, 2003 - Krause, W.: Grundlagen der Konstruktion; Hanser-Verlag, München, 2002 - Krause, W.: Konstruktionselemente der Feinmechanik; Hanser-Verlag, München, 1998 - Krause, W.: Fertigung in der Feinwerk- und Mikrotechnik; Hanser-Verlag, München, 1995 - Niemann, G.: Maschinenelemente; Springer Verlag, Berlin - Pahl, G.; Beitz, W.: Konstruktionslehre; Springer Verlag, Berlin - Spur, G.: Handbuch der Fertigungstechnik; Carl-Hanser-Verlag, 1979 - Lehrblätter und Aufgabensammlung des Fachgebietes

### Detailangaben zum Abschluss

Hausbeleg, 3 Seminarbelege,  
 Klausur

## verwendet in folgenden Studiengängen

Bachelor Werkstoffwissenschaft 2011

Bachelor Werkstoffwissenschaft 2009

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

Bachelor Werkstoffwissenschaft 2013

---

## **Modul: Werkstoffe**

Modulnummer5985

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Peter Schaaf

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### **Lernergebnisse**

Die Studenten werden mit den Grundlagen der Werkstoffe für Anwendungen in der Mikro- und Nanotechnologie vertraut gemacht. Zum einen werden Funktionswerkstoffe für die Elektrotechnik und Elektronik und Wandlerwerkstoffe für die Sensorik und Aktorik behandelt. Die Studierenden sind in der Lage, mechanische und funktionale Eigenschaften der Werkstoffe aus ihren mikroskopischen und submikroskopischen Aufbauprinzipien zu erklären und Eigenschaftsveränderungen gezielt zu analysieren, zu bewerten und für neue Anwendungen zu synthetisieren. Zum anderen wird das Werkstoffdesign für die vielseitigen Anwendungen im Bereich der Mikro- und Nanotechnologien behandelt. Die Studierenden sind in der Lage, nach Analyse und Bewertung mechanischer und funktionaler Anforderungen an die Eigenschaften der Werkstoffe im Mikro- und Nanometerbereich gezielt an den geforderten Einsatz der Werkstoffe angepasste Werkstoffe auszuwählen, zu designen, die Herstellungsprozesse vorzuschlagen und schließlich solche Werkstoffe herzustellen.

Die Studenten sind in der Lage, die werkstoffbezogenen Probleme bei der Fertigung von Mikro- und Nanosystemen im Systemzusammenhang zu analysieren und alle für die Mikro- und Nanotechnologie relevanten Materialklassen bezüglich ihrer physikalischen und technischen Parameter einzuschätzen sowie entsprechend der Systemanforderungen und einer optimalen Technologiegestaltung zu Einsatz zu bringen.

### **Vorraussetzungen für die Teilnahme**

Grundlagenwissen auf Bachelorniveau für Werkstoffe, Physik, Chemie.

### **Detailangaben zum Abschluss**

## Funktionswerkstoffe

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 1365

Prüfungsnummer: 2100198

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Peter Schaaf

Leistungspunkte: 5

Workload (h): 150

Anteil Selbststudium (h): 105

SWS: 4.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2172

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	2	2	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, mechanische und funktionale Eigenschaften der Werkstoffe aus ihren mikroskopischen und submikroskopischen Aufbauprinzipien zu erklären und Eigenschaftsveränderungen gezielt zu analysieren, zu bewerten und für neue Anwendungen zu synthetisieren. Das Fach vermittelt 30 % Fachkompetenz, 40 % Methodenkompetenz, 30 % Systemkompetenz.

### Vorkenntnisse

Grundlagen der Werkstoffwissenschaft

### Inhalt

Dozent: apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Lothar Spieß

Inhalt:

1. Einführung: Feinstruktur-Gefüge-Eigenschaftsbeziehung
2. Werkstoffe mit besonderer atomarer und struktureller Ordnung:
  - Einkristalle (Beispiele: Si, Quarz)
  - Amorphe Halbleiter
  - Flüssigkristalle
  - Kohlenstoffwerkstoffe
  - Synthetische Metalle (Interkalation)
  - Kristalle unter Druck
  - Festigkeitssteigerung
3. Dünnschichtzustand
  - Keimbildung und Wachstum / Strukturzonenmodelle
  - Diffusion / Elektromigration
  - Elektrische, magnetische und optische Eigenschaften
4. Kabel und Leitungen
  - Rundleiter / Sektorenleiter
  - Flächenleiter
  - Supraleiter
  - Lichtwellenleiter
5. Wandlerwerkstoffe (Sensorwerkstoffe)

- Mechanisch – elektrisch
- Thermisch – elektrisch
- Magnetisch – elektrisch
- Optisch – elektrisch
- Myo – elektrisch

6. Werkstoffe der Vakuumtechnik

7. Grundlagen und Einsatz analytischer und ultramikroskopischer Verfahren in der Werkstoffdiagnostik:

- TEM,
- REM,
- AFM/ RTM,
- XRD

## Medienformen

Präsentationsfolien; Skript in Vorbereitung

## Literatur

1. Werkstoffwissenschaft (hrsg. von W. Schatt und H. Worch).- 8. Aufl., - Stuttgart: Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1996
2. Schaumburg, H.: Werkstoffe. – Stuttgart: Teubner, 1990
3. Askeland, D. R.: Materialwissenschaften: Grundlagen, Übungen, Lösungen. – Heidelberg; Berlin; Oxford: Spektrum, Akad. Verlag, 1996
4. Funktionswerkstoffe der Elektrotechnik und Elektronik (hrsg. von K. Nitzsche und H.-J. Ullrich). – 2. stark überarb. Aufl. – Leipzig; Stuttgart: Dt. Verlag für Grundstoffindustrie, 1993
5. Bergmann, W.: Werkstofftechnik, – Teil 1: Grundlagen. – 2., durchges. Aufl. – München; Wien: Hanser, 1989
6. Bergmann, W.: Werkstofftechnik, - Teil 2: Anwendung. – München; Wien: Hanser, 1987
7. Fasching, G.: Werkstoffe für die Elektrotechnik: Mikrophysik, Struktur, Eigenschaften. – 3., verb. und erw. Aufl. – Wien; York: Springer, 1994
8. Göbel, W.; Ziegler, Ch.: Einführung in die Materialwissenschaften: physikalisch-chemische Grundlagen und Anwendungen. – Stuttgart; Leipzig: Teubner, 1996
9. Hilleringmann, U.: Silizium- Halbleitertechnologie.- 3. Aufl.: Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden: B.G. Teubner, 2002
10. Magnettechnik. Grundlagen und Anwendungen (hrsg. von L. Michalowsky). – 2., verb. Aufl. – Leipzig; Köln: Fachbuchverl., 1995

## Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

- Master Mikro- und Nanotechnologien 2008
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ET
- Master Werkstoffwissenschaft 2011
- Master Werkstoffwissenschaft 2010
- Master Mikro- und Nanotechnologien 2013
- Master Miniaturisierte Biotechnologie 2009
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010
- Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung ET
- Master Werkstoffwissenschaft 2013
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ET
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ET

## Werkstoffdesign für Nanotechniken

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notegebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 1368

Prüfungsnummer: 2100056

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Peter Schaaf

Leistungspunkte: 3

Workload (h): 90

Anteil Selbststudium (h): 45

SWS: 2.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2172

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	2	0	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, nach Analyse und Bewertung mechanischer und funktionaler Eigenschaften der Werkstoffe im Mikro- und Nanometerbereich gezielt an den geforderten Einsatz der Werkstoffe angepasste Werkstoffe zu synthetisieren. Das Fach vermittelt 30 % Fachkompetenz, 30 % Methodenkompetenz, 40 % Systemkompetenz.

### Vorkenntnisse

Fächer Werkstoffe und Funktionswerkstoffe

### Inhalt

1. Entropieeffizienz und Nachhaltigkeit • Werkstoffauswahl (Ansatz nach Ashby) • Materialkreislauf 2. Makroskopische Prinzipien • Legierungsbildung • Kompositprinzip • Oberflächenmodifikation 3. Mesoskopische Prinzipien • Werkstoffgesetze und Werkstoffdesign • Top-Dow-Prinzip • Bottom-up-Prinzip 4. Mikroskopische Prinzipien • Templatverfahren • Selbstorganisationsprozesse

### Medienformen

Präsentationsfolien und Skript

### Literatur

o Hornbogen, E.: Werkstoffe. Aufbau und Eigenschaften von Keramik-, Metall-, Polymer- und Verbundwerkstoffen.- 7., neu bearb. Und ergänzte Aufl.- Heidelberg u. a.: Springer, 2002 o Frühauf, J.: Werkstoffe der Mikrotechnik.- Leipzig: Fachbuchverlag, 2005 o Köhler, M.: Nanotechnologie.- Weinheim u. a.: Wiley-VCH, 2001 o Menz, W.; Mohr, J.: Mikrosystemtechnik für Ingenieure. – 2., erw. Aufl. – Weinheim; New York; Basel; Cambridge; VCH, 1997 o Hofmann, H., Spindler, J.: Verfahren der Oberflächentechnik: Grundlagen – Vorbehandlung – Beschichtung – Oberflächenreaktionen – Prüfung.- Leipzig: Fachbuchverlag, 2004 o Shackelford, J. F.: Werkstofftechnologie für Ingenieure: Grundlagen – Prozesse – Anwendungen.- München u. a.: Pearson Studium, 2005

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013



---

## **Modul: Nanodiagnostik**

Modulnummer6005

Modulverantwortlich: PD Dr. Stefan Krischok

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### **Lernergebnisse**

Die Studenten lernen moderne Methoden der Nanodiagnostik. Darüber hinaus werden sie in die Lage versetzt, einige dieser Methoden auf konkrete Fragestellungen anzuwenden und die für auftretende konkrete Fragestellungen in der Nanodiagnostik jeweils am besten geeignete Technik auszuwählen. Die erlernten Fähigkeiten umfassen sowohl die Durchführung von Untersuchungen als auch, basierend auf den erlernten physikalischen Grundlagen, die anschließende Auswertung der erhaltenen Daten. Das Modul ist eng mit den Fächern Rastersondenuntersuchungen und Praktikum zur Oberflächencharakterisierung aus dem Vertiefungsmodul gekoppelt.

### **Vorraussetzungen für die Teilnahme**

### **Detailangaben zum Abschluss**

## Nanodiagnostik-Praktikum und Seminar

Fachabschluss: Studienleistung alternativ

Art der Notengebung: Testat / Generierte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 6008

Prüfungsnummer: 2400226

Fachverantwortlich: PD Dr. Stefan Krischok

Leistungspunkte: 2	Workload (h): 60	Anteil Selbststudium (h): 38	SWS: 2.0
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2422

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							0	1	1												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten erlernen die Anwendung der im Fach Spektroskopische Diagnosemethoden behandelten Untersuchungsmethoden. Die erlernten Fähigkeiten umfassen sowohl die Durchführung von Untersuchungen als auch, basierend auf den erlernten physikalischen Grundlagen, die anschließende Auswertung und die Diskussion der erhaltenen Daten

### Vorkenntnisse

Bachelor Technik / Physik

### Inhalt

Durchführung und Bericht/Diskussion über die verschiedenen Untersuchungsmethoden: - XPS, UPS LEED, RHEED, AES, XAES - PEEM, EELS, HREELS, Infrarot-Spektroskopie, Raman-Spektroskopie - EXAFS, NEXAFS, SEXAFS - RBS, EDX, Massenspektrometrie, TDS, Kelvinprobe Das Nanodiagnostik-Praktikum beinhaltet das Praktikum zu Strukturuntersuchungen (PD Dr. L. Spieß). Im Praktikum zur Oberflächencharakterisierung werden zusätzliche Praktikumsversuche zur Nanodiagnostik durchgeführt.

### Medienformen

Praktikum: Versuchsanleitungen Seminar: Powerpoint-Präsentation

### Literatur

Versuchsanleitungen, diverse Literatur zu den Untersuchungsmethoden

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

## Spektroskopische Diagnosemethoden

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich  
 Sprache: Deutsch

Art der Notegebung: Gestufte Noten

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 6007

Prüfungsnummer: 2400232

Fachverantwortlich: PD Dr. Stefan Krischok

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 68	SWS: 2.0
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2422

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	0	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten lernen moderne Methoden der Nanodiagnostik. Darüber hinaus werden sie in die Lage versetzt, einige dieser Methoden auf konkrete Fragestellungen anzuwenden und die für die konkrete Fragestellung in der Nanodiagnostik jeweils am besten geeignete Technik auszuwählen

### Vorkenntnisse

Bachelor Technik / Physik

### Inhalt

Methoden der Nanodiagnostik: - XPS, UPS LEED, RHEED, AES, XAES - PEEM, EELS, HREELS, Infrarot-Spektroskopie, Raman-Spektroskopie - EXAFS, NEXAFS, SEXAFS - BS, EDX, Massenspektrometrie, TDS, Kelvinprobe

### Medienformen

Vorlesung mit Powerpoint-Präsentation

### Literatur

Versuchsanleitungen, Literatur wie im Fach Spektroskopische Diagnosemethoden

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

- Master Mikro- und Nanotechnologien 2008
- Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

## Strukturuntersuchungsmethoden

Fachabschluss: Studienleistung schriftlich  
 Sprache: Deutsch

Art der Notegebung: Testat / Generierte Noten  
 Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 6006 Prüfungsnummer: 2400225

Fachverantwortlich: PD Dr. Stefan Krischok

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 68 SWS: 2.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften Fachgebiet: 2422

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	0	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten erhalten in der Vorlesung Anleitungen, um komplexe strukturanalytische Probleme lösen zu können. Sie sind in der Lage, die für das jeweilige Problem geeigneten Methoden auszuwählen und mit jeweils bester Auflösung anzuwenden. Die Studenten kennen die Vor- und Nachteile der vorgestellten Analysemethoden und können daraus entsprechende Schlussfolgerungen für den sinnvollen Einsatz dieser Methoden ziehen

### Vorkenntnisse

Bachelor Technik / Physik

### Inhalt

Methoden der Strukturuntersuchung: - Erzeugung und Nachweis von Röntgenstrahlung, Detektoren für Strahlung - Beugung am Kristallgitter - Methoden der Röntgenbeugung zur Struktur- und Materialanalytik - Hochauflösende Röntgenbeugung - Schichtuntersuchung mittels Röntgenbeugung - Mikroröntgendiffraktometrie - Aufbau und Methoden der Transmissionselektronenmikroskopie -Komplexanalyse von Werkstoffen mit diesen Verfahren

### Medienformen

Vorlesung mit teilweiser Powerpointunterstützung inklusive Demonstration von Bedienungen/Auswertungen als kurzer Videosequenz

### Literatur

Lehrbuch Moderne Röntgenbeugung Aktuelle Bücher der Röntgenbeugung, Elektronen-, Rastersonden- und Lichtmikroskopie, Zeitschrift Microscopy Analysis H. Lüth: Solid Surfaces, Interfaces and Thin Films (Springer); 2001 M. Henzler, W. Göpel: Oberflächenphysik des Festkörpers (Teubner); 1994 A. Zangwill: Physics at Surfaces (Cambridge); 1988 R.J. MacDonald, E.C. Taglauer, K.R. Wandelt (Eds.): Surface Science(Springer) sowie aktuelle Veröffentlichungen.

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008  
 Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

---

## **Modul: Nanomaterialien**

Modulnummer5963

Modulverantwortlich: apl. Prof. Dr. Uwe Ritter

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### **Lernergebnisse**

Die Studierenden sollen in der Lage sein, aufgrund der erworbenen Kenntnisse über Werkstoffe der Mikro- und Nanotechnologie und von nanostrukturierten Materialien die Eigenschaften von Werkstoffen aus ihrer chemischen Zusammensetzung abzuleiten bzw. die Verbindung zwischen mikroskopischen und makroskopischen Eigenschaften zu analysieren und zu bewerten. Im Materialpraktikum müssen chemische, physikalische und werkstoffwissenschaftliche Kenntnisse als fachübergreifendes Kenntnisse angewendet werden.

### **Vorraussetzungen für die Teilnahme**

keine

### **Detailangaben zum Abschluss**

keine

## Materialpraktikum

Fachabschluss: Studienleistung alternativ

Art der Notengebung: Testat / Generierte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: ganzjährig

Fachnummer: 5965

Prüfungsnummer: 2400228

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Peter Scharff

Leistungspunkte: 2	Workload (h): 60	Anteil Selbststudium (h): 38	SWS: 2.0
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2425

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				0	0	2															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, materialwissenschaftlich relevante Experimente durchzuführen, zu analysieren und im entsprechenden Zusammenhang zu bewerten. Die vorhandenen Sachkenntnisse sollen zur Entwicklung neuer und komplexerer nanostrukturierter Materialien befähigen.

### Vorkenntnisse

Grundkenntnisse vom Aufbau der Materie, Werkstoffen und Nanotechnologie

### Inhalt

Experimente: Glasschmelze; Optische Kenndaten von Glas; Elektrische Eigenschaften von Glas; Zyklische Voltametrie; Charakterisierung technischer Kohlenstoffe (Exkursion); Thermische Charakterisierung von Polymeren; Kristallisation; Dielektrische Relaxation.

### Medienformen

Studentenexperimente

### Literatur

Aktuelle Literatur, Praktikumsanleitungen

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

## Mikro- und Nanomaterialien für die Elektronik und Sensorik

Fachabschluss: über Komplexprüfung  
 Sprache: Deutsch

Art der Notegebung: unbenotet

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5964

Prüfungsnummer: 2400227

Fachverantwortlich: apl. Prof. Dr. Uwe Ritter

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 68	SWS: 2.0
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2425

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	0	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse zu fundamentalen Eigenschaften niedrigdimensionaler Materialsysteme, zu Skalierungsgesetzen und zu Anwendungen neuartiger Funktionalitäten mikro- und nanostrukturierter Materialien.

### Vorkenntnisse

Bachelor-Abschluß (Ingenieur- oder Naturwissenschaften)

### Inhalt

Die Vorlesung beinhaltet folgende Schwerpunkte: Skalierungsgesetze Definition der mikro- und nanostrukturierten Materialien 0-, 1-, 2- und 3-dimensionale Nano- und Mikromaterialien (Ausgewählte Beispiele: Quantenpunkte und  $\mu$ drähte, poröse Materialien, mesoskopische magnetische Materialien, Metallkluster, photonische Kristalle) Aufbau von Nanoarchitekturen Nano-elektromechanische Strukturen

### Medienformen

Vorlesungen, Folien, Beamer

### Literatur

Vorlesungsskript auf der web Seite: [http://www.tu-ilmenau.de/site/fke\\_nano/Vorlesungen](http://www.tu-ilmenau.de/site/fke_nano/Vorlesungen) Nanophysik und Nanotechnologie Horst-Günter Rubahn 2002 Teubner GmbH ISBN 3-519-00331-7 Nanophysics and Nanotechnology Edward L. Wolf 2004 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co ISBN 3-527-40407-4

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

- Master Mikro- und Nanotechnologien 2008
- Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

## Chemie der nanostrukturierten Materialien

Fachabschluss: über Komplexprüfung

Art der Notegebung: unbenotet

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5966

Prüfungsnummer: 2400229

Fachverantwortlich: apl. Prof. Dr. Uwe Ritter

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 68	SWS: 2.0
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2425

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	0	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sollen in der Lage sein, aufgrund der erworbenen Kenntnisse über nanostrukturierte Materialien und deren Einsatzfelder die Anwendung der Materialien zu bewerten und ihre Vor- und Nachteile zu analysieren. Eigenschaften von nanostrukturierten Materialien aus ihrer chemischen Zusammensetzung abzuleiten bzw. eine Verbindung zwischen mikroskopischen und makroskopischen Eigenschaften herzustellen.

### Vorkenntnisse

Grundkenntnisse vom Aufbau der Materie, Werkstoffen und Nanotechnologie

### Inhalt

Grundlagen Festkörperchemie; Chemische Synthese von Nanomaterialien und Vorstufen; Einführung in Kohlenstoffnanomaterialien, Synthese und Anwendung von organischen und anorganischen Nanotubes; Synthese, Charakterisierung und Anwendung von Nanodrähten; Organische polymere Nanomaterialien

### Medienformen

Tafel, Transparent-Folien, Beamer-Präsentation, Video-Filme, Manuskript

### Literatur

Aktuelle Literatur

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013



---

## **Modul: Mikro- und Nanotechnologiepraktikum**

Modulnummer5973

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Heiko Jacobs

Modulabschluss:

### **Lernergebnisse**

Die Studierenden sind in der Lage ausgewählte mikro- und nanoelektronische sowie mikromechanische Bauelemente herzustellen. Die Studenten besitzen die Fachkompetenz um Technologieabläufe zur Herstellung von Halbleiterbauelementen zu planen und durchzuführen. Sie besitzen die Fachkompetenz Bauelemente zu charakterisieren und Fehlfunktionen zu identifizieren.

### **Vorraussetzungen für die Teilnahme**

### **Detailangaben zum Abschluss**

## Mikro- und Nanotechnologiepraktikum

Fachabschluss: Studienleistung alternativ Art der Notengebung: Testat / Generierte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: ganzjährig

Fachnummer: 5974 Prüfungsnummer: 2100199

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Heiko Jacobs

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 56 SWS: 3.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Fachgebiet: 2142

SWS nach Fachsemester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	0	0	3																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage ausgewählte mikro- und nanoelektronische sowie mikromechanische Bauelemente herzustellen. Die Studenten besitzen die Fachkompetenz um Technologieabläufe zur Herstellung von Halbleiterbauelementen zu planen und durchzuführen. Sie besitzen die Fachkompetenz Bauelemente zu charakterisieren und Fehlfunktionen zu identifizieren.

### Vorkenntnisse

Mikro- und Halbleitertechnologie / Mikrotechnik I

### Inhalt

Es werden praktische Fähigkeiten vermittelt, die es ermöglichen, die einzelnen Prozessschritte in der Mikro- und Halbleitertechnologie hinsichtlich der physikalischen, chemischen und anlagentechnischen Grundlagen und ihrer Anwendbarkeit zu analysieren und zu bewerten. Das Praktikum gibt eine Vertiefung in die physikalischen, chemischen und anlagentechnischen Grundlagen der Einzelprozesse, die bei der Herstellung von Sensoren, Halbleiterbauelementen, integrierten Schaltkreisen, Sensor- und Mikrosystemen Verwendung finden. Dies wird am Beispiel einer geschlossenen Prozessierung eines Halbleiterbauelementes vermittelt. Entwurf einfacher elektronischer und mikromechanischer Bauelemente, Definition der Prozesskette, Durchführung der Einzelverfahren, Charakterisierung der Bauelemente

### Medienformen

Technologiepraktikum

### Literatur

Nanoelectronics and Information Technology Rainer Waser (Ed.) 2003 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co ISBN 3-527-40363-9  
 Fundamentals of microfabrication M. Madou

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

- Master Technische Physik 2008
- Master Mikro- und Nanotechnologien 2008
- Master Regenerative Energietechnik 2011
- Master Werkstoffwissenschaft 2011

Master Regenerative Energietechnik 2013  
Master Technische Physik 2011  
Master Werkstoffwissenschaft 2010  
Master Mikro- und Nanotechnologien 2013  
Master Technische Physik 2013

---

## **Modul: Mess- und Regelungstechnik**

Modulnummer 5986

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Thomas Fröhlich

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### **Lernergebnisse**

Die Studierenden sind fähig die Gebiete Mess- und Sensortechnik, Informationsverarbeitung und Aktorik unter dem Aspekt dynamischer Prozesse im Rahmen der Automatisierungs- und Systemtechnik zu verstehen. Die Studierenden können diese unterschiedlichen Gebiete sowohl separat als auch im automatisierungstechnischen Zusammenspiel systemtheoretisch analysieren und mathematisch beschreiben.

### **Vorraussetzungen für die Teilnahme**

Abgeschlossenes naturwissenschaftlich-technisches Bachelorstudium

### **Detailangaben zum Abschluss**

## Nano- und Lasermesstechnik

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 413

Prüfungsnummer: 2300116

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Eberhard Manske

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Maschinenbau

Fachgebiet: 2373

SWS nach Fachsemester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	2	0	1																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden überblicken die Messprinzipien, Messverfahren und Messgeräte der Nanometer-Längen- und -Oberflächenmesstechnik hinsichtlich Aufbau, Funktion und Eigenschaften der Geräte und Verfahren, mathematischer Beschreibung als Grundlage der Messunsicherheitsanalyse, Anwendungsbereiche und Kosten.

Die Studierenden können in bestehenden Messanordnungen die eingesetzten Prinzipien erkennen und entsprechend bewerten.

Die Studierenden sind fähig, entsprechende Messaufgaben in der Nano- und Lasermesstechnik zu analysieren, geeignete, insbesondere moderne laserbasierte Messverfahren zur Lösung der Messaufgaben auszuwählen und anhand des Unsicherheitsbudgets die messtechnischen Eigenschaften zu bewerten.

Mit der Lehrveranstaltung erwerben die Studierenden zu etwa 60% Fachkompetenz. Die verbleibenden 40% verteilen sich mit variierenden Anteilen auf Methoden-, System- und Sozialkompetenz. Im Praktikum arbeiten die Studierenden selbstständig und systematisch an den Praktikumsaufgaben und nutzen in der Vorbereitungsphase Möglichkeiten zur Konsultation bei den Praktikumsassistenten oder die studentische horizontale (matrikelinterne) oder vertikale (matrikelübergreifende) Kommunikation um ergänzende Informationen über die messtechnischen Zusammenhänge in den Versuchen zu erhalten. Sozialkompetenz erwächst aus praktischen Beispielen in den Lehrveranstaltungen und der gemeinsamen Laborarbeit.

### Vorkenntnisse

Bachelor einer technischen oder naturwissenschaftlichen Fachrichtung

### Inhalt

Funktion und Einsatz von laserinterferometrischen Sensoren in der Präzisionsmesstechnik, Laserlichtquellen, He-Ne-Laser, Verstärkungskurve, Stabilisierung, Interferometerklassierung, Homodyn- und Heterodyn-Interferometer, System interferenzoptischer Sensoren, Design und messtechnische Anwendung von Miniatur-Interferometern, integriert-optische Interferometer, Polarisationsoptische Interferometer, Planspiegel-Interferometer, 3D-Messung und -Positionierung, Nanomessmaschine, Grundlagen der Oberflächenmesssysteme, Autofocus, Laserlichtschnitt, Aufbau und Funktion von STM / AFM, AFM mit 3D-Interferometermesssystem.

### Medienformen

Nutzung \*.ppt oder Folien je nach Raumausstattung;

### Literatur

Aktuelles Literaturverzeichnis ist Bestandteil der Arbeitsblätter

tm - Technisches Messen Vol. 76, No. 5, 05/2009

International Conference on Precision Measurement (ICPM2008) Part 1: Nanomeasuring and Nanopositioning Technology

Tilo Pfeifer. Fertigungsmeßtechnik. Oldenburg. 2001

ISBN 3-486-25712-9

Nanoscale Calibration, Standards and Methods - Dimensional and Related Measurements in the Micro- and Nanometer Range; Wiley-VHC Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Edition: Wilkening, Günter; Koenders, Ludger; 2005

ISBN 3-527-40502-X

K. Hasche, W. Mirande, G. Wilkening (Eds.)2001PTB-F-39: Proceedings of the 4th Seminar on Quantitative Microscopy QM 2000 Wirtschaftsverlag NW

ISBN 3-89701-503-X

Th. Kleine-Besten 2001 PTB-F-41: Messung dreidimensionaler Mikrostrukturen Wirtschaftsverlag NW ISBN 3-89701-698-2

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mechatronik 2014

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

Master Optische Systemtechnik/Optronik 2014

Master Mechatronik 2008

Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2010

Master Optronik 2010

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

Master Miniaturisierte Biotechnologie 2009

Master Optronik 2008

Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2013

## Prozessmess- und Sensortechnik MNT

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min

Art der Notegebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5989

Prüfungsnummer: 2300281

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Thomas Fröhlich

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Maschinenbau

Fachgebiet: 2372

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	2	1	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden können sich in der metrologischen Begriffswelt bewegen und kennen die mit der Metrologie verbundenen Wechselwirkungen in Wirtschaft und Gesellschaft.

Im Gebiet der Mess- und Automatisierungstechnik überblicken die Studierenden die Messverfahren der Längenmesstechnik, Spannungs-, Dehnungs- und Kraftmesstechnik, Trägheitsmesstechnik, Druckmesstechnik, Durchflussmesstechnik und Temperaturmesstechnik hinsichtlich ihrer Funktion, Eigenschaften, mathematischen Beschreibung für statisches und dynamisches Verhalten, Anwendungsbereich und Kosten.

Die Studierenden können in bestehenden Messanordnungen die eingesetzten Prinzipien erkennen und bewerten. Die Studierenden sind fähig, Aufgaben der elektrischen Messung nichtelektrischer Größen zu analysieren, geeignete Messverfahren zur Lösung der Messaufgaben auszuwählen, Quellen von Messabweichungen zu erkennen und den Weg der Ermittlung der Messunsicherheit mathematisch zu formulieren und bis zum vollständigen Messergebnis zu gehen.

Mit der Lehrveranstaltung erwerben die Studierenden zu etwa 60% Fachkompetenz. Die verbleibenden 40% verteilen sich mit variierenden Anteilen auf Methoden- und Systemkompetenz. Sozialkompetenz erwächst aus praktischen Beispielen in den Lehrveranstaltungen, der gemeinsamen Problemlösung im Seminar und der gemeinsamen Laborarbeit.

### Vorkenntnisse

Bachelor einer technischen oder naturwissenschaftlichen Fachrichtung

### Inhalt

Messtechnische Grundbegriffe, SI-Einheiten, Fehlerrechnung und Ermittlung der Messunsicherheit nach dem GUM "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement" /DIN\_V\_ENV\_13005, Bauelemente und Systeme der Prozessmesstechnik zur elektrischen Messung nichtelektrischer Größen (Länge, Dehnung und mechanische Spannungen, Kraft, Beschleunigung/Geschwindigkeit/Weg, Druck, Durchfluss und Temperatur).

### Medienformen

Laptop mit Präsentationssoftware, Overheadprojektor, Lehrmaterialien: numerierte Arbeitsblätter mit Erläuterungen und Definitionen, Skizzen der Messprinzipien- und Geräte, Operativer universitätsinterner Downloadbereich mit variablem Inhalt.

### Literatur

Die Lehrmaterialien enthalten ein aktuelles Literaturverzeichnis.

1. Internationales Wörterbuch der Metrologie. International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology. DIN. ISBN 3-410-13086-1
2. DIN V ENV 13005 - Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen

3. Dubbel Taschenbuch für den Maschinenbau. Springer. ISBN: 3-540-22142-5

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

Master Miniaturisierte Biotechnologie 2009



## Regelungs- und Systemtechnik 2

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notegebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 7623 Prüfungsnummer: 2200233

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Johann Reger

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2213

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	2	1	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- Basierend auf der Zustandsraummethodik können die Studierenden die Zustandsgleichung eines linearen Systems lösen.
- Die Studierenden lernen die wichtigsten Eigenschaften linearer Systeme im Zustandsraum, wie Stabilität, Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit, kennen und beurteilen.
- Die Studierenden können Systeme in den gebräuchlichen Normalformen beschreiben, um Zustandsregler und Beobachter auf einfache Weise zu entwerfen.
- Die Studierenden sind in der Lage, Zustandsregler auf verschiedenen Wegen sowohl für Eingrößen- als auch für Mehrgrößensysteme zu entwerfen.
- Die Studierenden sind sich über Eigenheiten von zeitdiskreten Systemen sowie von Mehrgrößensystemen bewusst und verstehen diese beim Reglerentwurf zu nutzen.
- Die Studierenden lernen erweiterte Regelkreisarchitekturen kennen und bemessen.

### Vorkenntnisse

Abgeschlossene Fächer Mathematik 1-3, Physik 1-2, Regelungs- und Systemtechnik und Modul Informatik

### Inhalt

- Beschreibung linearer zeitkontinuierlicher und zeitdiskreter Mehrgrößensysteme im Zustandsraum
- Analyse von dynamischem Systemverhalten und Stabilität
- Steuerbarkeit und Erreichbarkeit
- Normalformen und Ähnlichkeitstransformationen
- Zustandsbasierte Verfahren zum Reglerentwurf
- Inversionsbasierter Entwurf von Folgeregelungen
- Beobachtbarkeit und Rekonstruierbarkeit
- Luenberger-Beobachter und Separationsprinzip
- Besonderheiten im Zeitdiskreten
- Besonderheiten im Mehrgrößensystem
- Erweiterte Regelkreisarchitekturen

### Medienformen

Tafel, Beiblätter, PC-Unterstützung

## Literatur

- Adolf Glattfelder, Walter Schaufelberger, Lineare Regelsysteme, vdf-Hochschulverlag, Zürich, 1997
- Thomas Kailath, Linear Systems, Prentice Hall, 1980
- Günter Ludyk, Theoretische Regelungstechnik 1/2, Springer, 1995
- Jan Lunze, Regelungstechnik 1/2. Springer, 2001

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2010

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

Master Miniaturisierte Biotechnologie 2009

---

## **Modul: Mikro- und Nanostrukturtechnik**

Modulnummer5961

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Heiko Jacobs

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### **Lernergebnisse**

Das Modul enthält ausgewählte Lehrangebote mit ingenieurwissenschaftlichem und mit naturwissenschaftlichem Fokus. Die Studierenden sind in der Lage ausgewählte mikro- und nanoelektronische sowie mikromechanische Systeme herzustellen. Die Studenten besitzen die Fachkompetenz um Technologieabläufe zur Herstellung von Halbleiterbauelementen zu planen und durchzuführen. Sie besitzen die Fachkompetenz Mikro- und Nanosysteme durch eine „top-down“ sowie „bottom-up“ Technologie zu realisieren.

### **Vorraussetzungen für die Teilnahme**

### **Detailangaben zum Abschluss**

## Aufbau- und Verbindungstechnik

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 8610

Prüfungsnummer: 2300140

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Martin Hoffmann

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Maschinenbau

Fachgebiet: 2342

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	0	1															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, Verdrahtungsträger für Mikrosysteme zu entwerfen, zu bewerten und einzusetzen sowie Verbindungstechniken und Aufbautechniken auf neue Aufgabenstellungen anzuwenden.

### Vorkenntnisse

Grundlagen der Elektrotechnik, Grundkenntnisse Mikrotechnik

### Inhalt

- Elektrische/elektronische Bauelemente - Mechanische/mikromechanische Bauelemente - Verbindungstechniken (Klebertechnik, Löten, Bonden) - Kontaktierverfahren - Aufbautechniken (Dickschichttechnik, LTCC, Dünnschichttechnik) - Gehäusung, Kapselung (packaging)

### Medienformen

Tafel, Folie, Beamer

### Literatur

[1] Krause, W.: Fertigung in der Feinwerk- und Mikrotechnik. Carl-Hanser Verlag 1996 [2] Hanke, H. J.; Scheel, W.: Baugruppenteknologie der Elektronik. Verlag Technik 1997 [3] Friedrich: Tabellenbuch Elektrotechnik/Elektronik. Dümmlers Verlag 1998 Europa-Lehrmittel: [1] Tabellenbuch Informationstechnik. Europaverlag 1993 [2] Hsu, Tai-Ran.: MEMS Packaging. INSPEC, 2004

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Maschinenbau 2014

Master Mechatronik 2014

Master Maschinenbau 2009

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

Master Maschinenbau 2011

Master Mechatronik 2008

## Integrierte Optik und Mikrooptik

Fachabschluss: Prüfungsleistung

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage  
Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 879

Prüfungsnummer: 2300088

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Stefan Sinzinger

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 98

SWS: 3.0

Fakultät für Maschinenbau

Fachgebiet: 2332

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden verfügen über fundierte Kenntnisse der Wellenausbreitung und skalaren Beugungstheorie. Sie sind in der Lage die Wirkungsweise mikrooptischer und beugungsoptischer Bauelemente zu verstehen. Sie analysieren und bewerten mikrooptische Bauelemente und Systeme im Hinblick auf ihre Funktionalität und Anwendungsmöglichkeiten. Sie sind fähig mikro-, beugungs-, und wellenleiteroptische Bauelemente zu synthetisieren und in optischen Systemen gezielt zum Einsatz zu bringen.

### Vorkenntnisse

Gute Mathematik und Physik Grundkenntnisse

### Inhalt

Integrierte Wellenleiteroptik, Lichtausbreitung in homogenen und inhomogenen Medien;  
Freiraum-Mikrooptik, refraktive und diffraktive Mikrooptik, Spezielle Präparationsmethoden und Herstellungstechnologien für mikrooptische Bauelemente und Systeme, Bauelemente, Anwendungen

### Medienformen

Daten-Projektion, Tafel Folienzusammenstellung

### Literatur

- A. Ghatak, K. Thyagarajan: Introduction to fiber optics, Cambridge University Press, 1998.
- B. Saleh, M. Teich: Fundamentals of Photonics, Wiley Interscience, 1991.
- St. Sinzinger, J. Jahns: Microoptics, Wiley-VCH, 2003

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mechatronik 2014

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

Bachelor Optische Systemtechnik/Optronik 2013

Bachelor Optronik 2008

Master Mechatronik 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

Master Miniaturisierte Biotechnologie 2009

## Mikroaktorik

Fachabschluss: Prüfungsleistung 30 min  
 Sprache: Deutsch

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5992

Prüfungsnummer: 2300236

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Martin Hoffmann

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 98 SWS: 2.0  
 Fakultät für Maschinenbau Fachgebiet: 2342

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	2	0	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden beherrschen die Methodik des Entwurfs stark miniaturisierter Antriebssysteme. Sie kennen wichtige Entwurfswerkzeuge. Sie sind mit der innovativen Umsetzung klassischer Antriebsprinzipien, der Anwendung neuer Effekte und Werkstoffe und der Umsetzung biologischer Prinzipien vertraut. Sie können die Vor- und Nachteile der verschiedenen Mikroaktor-Prinzipien beurteilen und geeignete Aktoren für bestimmte Anwendungen auswählen. In der Übung erlangen die Studierenden Kenntnisse in der Auslegung und Berechnung von Mikroaktorsystemen.

### Vorkenntnisse

Kenntnisse von Werkstoffen und Technologien der Mikrosystemtechnik, der Entwurfsmethodik mechatronischer Systeme, Mikrotechnik I

### Inhalt

Der Weg vom Makro- zum Mikroantrieb: Grenzen der Makroaktorik  
 Vom drehenden zum linearen Antrieb  
 Mikroantriebskonzepte

- elektromagnetische Antriebe
- Magnetostriktion
- elektrostatische Aktoren
- Piezoaktoren
- thermische Mikroaktoren
- Formgedächtnis-Aktoren

Applikationsbeispiele aus Forschung und Anwendung  
 Ansteuerverfahren der Mikroantriebe

### Medienformen

Präsentation, Skript der Präsentationsfolien, Tafelarbeit

### Literatur

- G. Gerlach, W. Dötzel: Einführung in die Mikrosystemtechnik, Hanser-Verlag 2006
- U. Hilleringmann: Mikrosystemtechnik, Teubner 2006
- M. Tabib-Azar: Microactuators, Kluwer Academic Publishers, 1998

verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mechatronik 2014

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

Master Miniaturisierte Biotechnologie 2009

Master Mechatronik 2008



## Mikro- und Nanosensoren

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notegebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage  
Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5994

Prüfungsnummer: 2100186

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Ivo Rangelow

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2143

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten verfügen über fundierte Kenntnisse der Mikro- und Nanosensorik. Sie sind in der Lage, Stimulus und Antwort in mikro- und nanodimensionierten Systeme zu verstehen. Sie analysieren und bewerten Mikro- und Nanosensoren im Hinblick auf ihre Prinzipien und Anwendungsmöglichkeiten. Sie sind in der Lage, Mikro- und Nanosensoren zu synthetisieren und in Systemen gezielt zum Einsatz zu bringen. Die Studenten verfügen über Verständnis des Aufbaues und der Funktionsweise von Sensoren für die wichtigsten nitelektrischen Meßgrößen (z.B. Temperatur, Feuchte, Gaskonzentration, Ionenkonzentration, Durchflußmenge, Druck, Kraft, Beschleunigung, Weg, Winkel, Drehzahl, Lichtintensität, Farbe, magnetische Feldstärke etc.).

### Vorkenntnisse

Grundkenntnisse in Physik, Chemie, Mikrotechnik und Halbleitertechnologie

### Inhalt

Die Vorlesung beinhaltet eine Einführung in die Grundlagen der Sensorprinzipien der gängigen Sensortechniken, wie auch von Sensoren-Mikrotechnologien und Klassifikation der Sensoren: (i) Energieformen und Wandlung, (ii) Physikalische Effekte der Sensorik. Die Vorlesung beinhaltet auch einen Überblick über die Sensoren für mechanische, thermische, chemische, magnetische und optische Größen und über die Methoden der Sensorik und deren mikrosystemtechnische Realisierung. Das Seminar vertieft die Kenntnisse zu Technologien und Applikationen von Mikrosensoren anhand von Seminarvorträgen auf der Basis von Literaturrecherchen

### Medienformen

Powerpoint-Präsentation, Tafelarbeit

### Literatur

Thomas Elbel: Mikrosensorik, Vieweg-Verlag 1996 / ISBN 3-528-03377-0 J. Fraden: "Handbook of modern sensors" 1996, Springer

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

## Mikro- und Nanosystemtechnik 1

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notegebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5962 Prüfungsnummer: 2100188

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Ivo Rangelow

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Fachgebiet: 2143

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind fähig Mikro- und Nanosysteme zu entwickeln, charakterisieren und optimieren. Sie besitzen die Fachkompetenz Mikro- und Nanosysteme durch lithografische Verfahren zu erstellen oder selbstorganisierte Prozesse zu deren Realisierung einzusetzen.

### Vorkenntnisse

Bachelor-Abschluß (Ingenieur- oder Naturwissenschaften)

### Inhalt

Das Lehrgebiet beinhaltet folgende Schwerpunkte: - Design von kleinsten Systemen - Lithographische Verfahren - Ätztechnologien - Metallisierungen - Systemintegration

### Medienformen

Vorlesungen, Folien, Beamer

### Literatur

Foundations of Nanomechanics, A. Cleland, Springer, (2003) Device Electronics for ICs, R.Muller & T. Kamins, John Wiley & Sons, Inc. (1997) Advanced Microsystems, I.W.Rangelow ed, FSRM, (2000) Integrated Micro-Motion Systems, F.Harashima, Elsevier, (1990) Fundamentals of Microfabrication, M. Madow, CRN Press, 2002 AIP Handbook of Modern Sensors, J. Fraden, American Institute of Physics, (1999) Mesoscopic Electronics in Solid State Nanostructures, T. Heinzel, Wiley-VCH, Weinheim (2003) Physics of Nanostructures, J.H. Davies and A.R. Long eds., Institute of Physics Publishing, Bristol (1992)

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

## Nanotechnologie

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notegebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch und Englisch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 1562 Prüfungsnummer: 2100049

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Heiko Jacobs

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 75 SWS: 3.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Fachgebiet: 2142

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- While this course provides an overview of a broad range of topics it will discuss theoretical aspects tailored to benefit EE and ME students that may have limited knowledge in material science/chemistry.
- The students are provided cross-disciplinary scientific knowledge and professional skills that are key to thrive in high-tech companies, emerging science based industries, government laboratories, and academia.

### Vorkenntnisse

### Inhalt

The objective of this course is to introduce some of the fundamentals and current state-of-the-art in Nanotechnology through lectures from the instructor, selected readings, experiments, and special topic presentations from the students. The topics that will be covered include:

NanoScale Imaging; Patterning using Scanning Probes, Conventional and Advance Lithography, Soft-Lithography, Stamping & Molding; Nanomaterials - Properties, Synthesis, and Applications; Nanomaterial Electronics; Bottom-up/Top-Down Nanomaterial Integration and Assembly, NanoManufacturing/Component Integration using Engineered Self-Assembly and Nanotransfer. Labs on AFM, Microcontact Printing, Nanoparticles/Nanowire Synthesis.

The class size is limited to 25 students due to the LAB experiments that complement the lectures.

### Medienformen

Vorlesung mit Tafelbild und Beamer

### Literatur

Vorlesungsskript auf der Webseite: <http://www.tu-ilmeneau.de/mne-nano/vorlesungen-und-praktika/>

- Handbook of nanoscience Engineering and Technology, Edited by William A. Goddard, III., CRS press, 2003. Standort 69, ELT ZN 3700 G578
- G. Cao, Nanostructures & Nanomaterials: Synthesis, Properties & Applications. Standort 69, ELT ZN 3700 C235
- G. Ozin, A Arsenault, Nanochemistry: A Chemical Approach to Nanomaterials. Standort 55, CHE VE 9850 O99

- A. T. Hubbard, ed, The Handbook of Surface Imaging and Visualization. CRC press (1995) Our Molecular Future: How Nanotechnology, Robotics, Genetics and Artificial Intelligence Will Transform the World, Prometheus (2002), ISBN 1573929921 Standort 55 PHY UP 7500 H875

## Detailangaben zum Abschluss

Die Note des Faches berechnet sich wie folgt:

- Präsentation (1/3)
- mündliche Prüfung (2/3)

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung ET  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ET  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ET  
Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2013  
Master Mikro- und Nanotechnologien 2013  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ET  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung ET

---

## **Modul: Mikrotechnologische Grundlagen und Schaltungstechnik**

Modulnummer5996

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Martin Hoffmann

Modulabschluss:

### **Lernergebnisse**

Das Modul ist für Absolventen eines Bachelorstudiums in den Naturwissenschaften vorgesehen und enthält ausgewählte Lehrangebote mit ingenieurwissenschaftlichem Fokus. Die Studenten erlangen grundlegende Kenntnisse zu technologischen Verfahren der Mikroelektronik und der Mikrotechnik, zu speziellen Lithografie-Verfahren mit Relevanz für die Mikro- und Nanotechnik sowie der elektronischen Schaltungs- und Messtechnik. Die Studenten werden durch den ingenieurwissenschaftlichen Fokus zur fächerintegrierenden Kommunikation befähigt. Es wird empfohlen, ein technologieorientiertes Fach und ein elektronikorientiertes Fach zu belegen.

### **Vorraussetzungen für die Teilnahme**

### **Detailangaben zum Abschluss**

## Digitale Schaltungstechnik

Fachabschluss: Studienleistung schriftlich

Art der Notengebung: Testat / Generierte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5999

Prüfungsnummer: 2100190

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Ralf Sommer

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2144

SWS nach Fachsemester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	2	1	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, die zu entwerfende oder zu analysierende digitale Schaltung geeignet zu beschreiben. Die Synthese erfolgt automatenbasiert bis zum logischen Gatterniveau.

### Vorkenntnisse

Grundlagen Elektrotechnik, Grundlagen Elektronik

### Inhalt

Gegenstand der digitalen Schaltungstechnik (Definition kombinatorischer und sequentieller digitaler Schaltungen, Moore- und Mealy-Automaten, Vereinbarungen zur Bezeichnung der digitalen Variablen, logischen Zustände, Potentiale, Kontakte, positive und negative Logik), Theoreme und Gesetze der Schaltalgebra (Assoziatives, Distributives, Kommunikatives Gesetz, Inversionsgesetz nach DeMorgan, Einsetzungs- und Einsetzbarkeitsregel, Absorptionsgesetz, Expansionsgesetze und -theoreme), Normalformen von Schaltfunktionen (Disjunktive, Konjunktive und Antivalente Normalform, Zusammenhang KDNF und KKNF), Minimierung der Schaltfunktionen (Karnaugh-Plan, Quine McCluskey, Tafelauswahlverfahren, Minimierung unter dem Gesichtspunkt der Multioutput-Realisierungen), Digitale Basisschaltungen (TTL-Grundgatter, CMOS-Grundgatter), Kombinatorische Schaltungen (Synthese zwei- und mehrstufiger Schaltungen, Multiplexer/Demultiplexer, Halbadder, Volladder, Kodewandler, Realisierung kombinatorischer Schaltungen mit EPROMs und maskenprogrammierbaren ROMs, Dynamisches Verhalten von kombinatorischen Schaltungen), Sequentielle Schaltungen (Umwandlung Mealy-Moore-Automat, Bistabile Trigger, Stabilitätsanalyse sequentieller Schaltungen mittels Schnittverfahren, Entwurf synchroner und asynchroner Zähler und Teiler, Entwurf sequentieller komplexer Schaltungen)

### Medienformen

Tafel, Folien, Powerpoint-Folien (Präsentation), Arbeitsblätter

### Literatur

Leonhardt, E.: Grundlagen der Digitaltechnik. Hanser Fachbuchverlag 1984  
 Seifart, M.: Digitale Schaltungen. Verlag Technik 1998  
 Zander, H.J.: Logischer Entwurf binärer Systeme, Verlag Technik 1989  
 Köstner, R., Möschwitzer, A.: Elektronische Schaltungen. Fachbuchverlag Leipzig 1993  
 Scarbata, G.: Synthese und Analyse Digitaler Schaltungen. Oldenbourg 2001  
 Tietze, U., Schenck, C.: Halbleiter-Schaltungstechnik. Springer-Verlag GmbH 2002

### Detailangaben zum Abschluss

schriftlich, 120 min

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

## Elektronische Messtechnik

Fachabschluss: Studienleistung schriftlich

Art der Notegebung: Testat / Generierte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5998

Prüfungsnummer: 2100189

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Reiner Thomä

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2112

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	2	1	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, die wichtigsten in der Nachrichten- und Informationstechnik angewendeten Messverfahren und Messgerätekonzepte in ihren Grundzügen zu verstehen, ihre Leistungsparameter beurteilen und Messaufgaben zu lösen. Besonderer Wert wird auf die Methoden zur Analyse von informationstechnischen Signalen und Systemen im Zeit- und Frequenzbereich und auf die Untersuchung des Einflusses von Störungen, linearen und nichtlinearen Verzerrungen gelegt. Die Studierenden können Messmethoden als allgemeine Prinzipien auch auf nichtelektrotechnische Problemstellungen anwenden. Sie können Einsatz- und Optimierungsgesichtspunkte messtechnischer Lösungen für Entwicklungs- und Produktionsaufgaben bewerten.

### Vorkenntnisse

Grundlagen der Elektrotechnik, Grundlagen der Elektronik

### Inhalt

Einführung, Signale und Störungen, Rauschen, lineare und nichtlineare Verzerrungen; Spannungs-, Leistungs- und Phasenmessung, quadratischer Detektor, phasenempfindlicher Gleichrichter, Quadraturdemodulator; Signal-Rauschverhältnis, Rauschbandbreite, Pegel und Dämpfung; HF-Leistungsmesser; Messung im Zeitbereich, Oszilloskop, Sampling-Oszilloskop-Tastkopf, Bandbreite, Anstiegszeit und Empfindlichkeit; Impulsreflektometrie, Analyse digital modulierter Signale, Messung im Frequenzbereich, Spektralanalysator, selektiver Messempfänger, Netzwerk- und Systemanalyse im Frequenzbereich, Verzerrungsmessungen, digitaler Signalanalysator, Abtastung, Digitalisierung und Analoginterface, Messdatenverarbeitung

### Medienformen

Vorlesung, Skript, Aufgabensammlung

### Literatur

M. Thumm, W. Wiesbeck, S. Kern: Hochfrequenzmesstechnik, Verfahren und Meßsysteme. Teubner, 1997 W. C. van Etten: Introduction to Random Signals and Noise, John Wiley, 2005

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Bachelor Ingenieurinformatik 2013

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008





## Mikro- und Halbleitertechnologie 1

Fachabschluss: Studienleistung mündlich 30 min

Art der Notegebung: Testat / Generierte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 1386

Prüfungsnummer: 2100197

Fachverantwortlich: Dr. Jörg Pezoldt

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2142

SWS nach Fachsemester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	2	1	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Grundverständnis und Verständnis für die Einzelprozesse und des physikalisch materialwissenschaftlichen Hintergrundes der Herstellung von Halbleiterbauelementen, integrierten Schaltkreisen, Sensor- und Mikrosystemen. Es werden Fähigkeiten vermittelt, die es ermöglichen, die einzelnen Prozessschritte in der Mikro- und Halbleitertechnologie hinsichtlich der physikalischen, chemischen und materialwissenschaftlichen Grundlagen und ihrer Anwendbarkeit zu analysieren und zu bewerten.

### Vorkenntnisse

Grundkenntnisse in Physik, Chemie und den Funktionsweisen von elektronischen Bauelementen und integrierten Schaltkreisen

### Inhalt

Die Vorlesung gibt eine Einführung in die physikalischen, chemischen und technischen Grundlagen der Einzelprozesse, die bei der Herstellung von Sensoren, Halbleiterbauelementen, integrierten Schaltkreisen, Sensor- und Mikrosystemen Verwendung finden. Die technologischen Verfahren und Abläufe, sowie die Anlagentechnik zur Fertigung von Halbleiterbauelementen und deren Integration in Systeme werden am Beispiel der Siliziumtechnologie und Galliumarsenidtechnologie vermittelt. 1. Einführung in die Halbleitertechnologie: Die Welt der kontrollierten Defekte 2. Einkristallzucht 3. Scheibenherstellung 4. Waferreinigung 5. Epitaxie 6. Dotieren: Legieren und Diffusion 7. Dotieren: Ionenimplantation, Transmutationslegierung 8. Thermische Oxidation 9. Methoden der Schichtabscheidung: Bedampfen 10. Methoden der Schichtabscheidung: CVD 11. Methoden der Schichtabscheidung: Plasma gestützte Prozesse 12. Ätzprozesse: Nasschemisches isotropes und anisotropes Ätzen 13. Ätzprozesse: Trockenchemisches isotropes und anisotropes Ätzen 14. Elemente der Prozeßintegration

### Medienformen

Folien, Powerpointpräsentationen, Tafel

### Literatur

- J.D. Plummer, M.D. Deal, P.B. Griffin, Silicon Technology: Fundamentals, Practice and Modelling, Prentice Hall, 2000. - U. Hilleringmann, Silizium - Halbleitertechnologie, B.G. Teubner, 1999. - D. Widmann, H. Mader, H. Friedrich, Technology of Integrated Circuits, Springer, 2000. - VLSI Technology, Ed. S.M. Sze, McGraw-Hill, 1988. - ULSI Technology, Ed. C.Y. Chang, S.M. Sze, McGraw-Hill, 1996. - I. Ruge, H. Mader, Halbleiter-Technologie, Springer, 1991. - U. Hilleringmann, Mikrosystemtechnik auf Silizium, B.G. Teubner, 1995.

### Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung ET  
Master Regenerative Energietechnik 2011  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ET  
Master Werkstoffwissenschaft 2011  
Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2013  
Master Regenerative Energietechnik 2013  
Master Werkstoffwissenschaft 2010  
Master Mikro- und Nanotechnologien 2013  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ET  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung ET  
Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2008  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ET

## Technologien der Mikromechanik

Fachabschluss: Studienleistung schriftlich 90 min

Art der Notengebung: Testat / Generierte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5997

Prüfungsnummer: 2300285

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Martin Hoffmann

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Maschinenbau

Fachgebiet: 2342

SWS nach Fachsemester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	2	1	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten erlangen vertiefte Kenntnisse über spezielle Verfahren und Materialien für mikromechanische Systeme. Sie können Herstellungsprozesse von mikromechanischen Komponenten analysieren und bewerten. Sie sind in der Lage, Prozessketten zur Herstellung neuer Komponenten zu konzipieren.

### Vorkenntnisse

Bachelor-Abschluss (Ingenieur- oder Naturwissenschaften)

### Inhalt

In der Lehrveranstaltung werden vertiefend spezielle technologische Aspekte der Mikromechanik behandelt. Schwerpunkt bilden spezielle Verfahren und Verfahrenskomplexe mit industrieller Relevanz. - spezielle Verfahren der Oberflächenmikromechanik - spezielle Verfahren der Volumenmikromechanik - halbleiterkompatible Technologien für integrierte Mikromechanik - Foundry-Prozesse - Ultrapräzisionsbearbeitungsverfahren - Elektrochemische Verfahren - Laserverfahren - Replikationsverfahren

### Medienformen

Vorlesung, Tafel, Beamer

### Literatur

[1] G. Gerlach, W. Dötzel: Grundlagen der Mikrosystemtechnik. Fachbuchverlag Leipzig 1996 (79 ELT 97 A 21467) [2] M. Elwenspoek, H.V. Jansen: Silicon Micromachining. Cambridge University Press 2004 (69 ELT ZN 4980 E52) [3] M. Madou: Fundamentals of microfabrication. Crc Press 2001 (69 ELT 98 A 1670)

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

---

## Modul: Molekulare Nanotechnologien

Modulnummer6001

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Michael Köhler

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### Lernergebnisse

Ziel des Moduls ist die Vermittlung der speziellen Methoden der molekularen Nanotechnologie. Die Studenten sollen befähigt werden, chemische, biochemische und technische Methoden in ihrer spezifischen Leistungsfähigkeit zur Erstellung von Nanoarchitekturen und im Zusammenwirken für den Aufbau von nanotechnischen Funktionselementen und Subsystemen zu verstehen.

### Vorraussetzungen für die Teilnahme

<p style="margin: 0cm 0cm 0pt;"><span style="font-family: &aposTimes New Roman&apos,&aposserif&apos; mso-ansi-language: DE;"><span style="color: #000000; font-size: small;">Abgeschlossenes ingenieur- oder naturwissenschaftliches Bachelorstudium</span></span></p> <p style="margin: 0cm 0cm 0pt;"><span style="font-family: &aposTimes New Roman&apos,&aposserif&apos; mso-ansi-language: DE;"><span style="color: #000000; font-size: small;">&nbsp;</span></span></p> <p><span style="color: #000000; font-family: Times New Roman; font-size: small;">

### Detailangaben zum Abschluss

**Anorganische und organische Synthesechemie**

Fachabschluss: über Komplexprüfung

Art der Notengebung: unbenotet

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 6003

Prüfungsnummer: 2400277

Fachverantwortlich: apl. Prof. Dr. Uwe Ritter

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2425

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				3	0	0															

**Lernergebnisse / Kompetenzen**

Die Studierenden sind fähig aufgrund der erworbenen Kenntnisse über Reaktionen und Reaktivität der Elemente und Verbindungen Syntheseprozesse für die wesentlichen Stoffe und Stoffklassen zu analysieren und zu bewerten. Die Studierenden sind in der Lage einfache chemische Operationen der Synthesechemie anzuwenden und exemplarisch Stoffe aus verschiedenen Stoffklassen zu synthetisieren.

**Vorkenntnisse**

Kenntnisse der anorganischen und organischen Chemie und Grundkenntnisse über Reaktionen und Reaktionsprinzipien der wesentlichen Stoffklassen

**Inhalt**

Ausgewählte Kapitel der anorganischen Synthese einschl. metallorganischer Reaktionen und Katalyse Reaktionsverhalten anorganischer Festkörper Ausgewählte Kapitel der organischen Synthese Kombinatorische Synthesemethoden Spezielle Synthesen von Vorstufen und Produkten für Nanomaterialien Ausgewählte Kapitel der technischen Synthesechemie

**Medienformen**

Tafel, Transparent-Folien, Beamer-Präsentation, Manuskript, Experimente, Studentexperimente

**Literatur**

Vollhardt, K.P.C., Schore, N.E.: Organische Chemie, Wiley-VCH 2000 Fuhrhop, J.-H., Li, G.: Organic Synthesis, Wiley-VCH 2003 Cotton, F.A., Wilkinson, G.: Anorganische Chemie, Wiley-VCH 1985 Elschenbroich, C., Salzer, A.: Organometallchemie, Teubner Verlag 2002

**Detailangaben zum Abschluss**

keine

**verwendet in folgenden Studiengängen**

- Bachelor Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Metalltechnik 2008 Vertiefung CH
- Bachelor Biotechnische Chemie 2013
- Bachelor Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Elektrotechnik 2008 Vertiefung CH
- Master Mikro- und Nanotechnologien 2008
- Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

## Spezielle Probleme der Nanostrukturtechnik

Fachabschluss: über Komplexprüfung  
 Sprache: Deutsch

Art der Notegebung: unbenotet

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 6002

Prüfungsnummer: 2400119

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Michael Köhler

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 68	SWS: 2.0
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2429

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	0	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, Anforderungen an Nanostrukturen zu analysieren, die speziellen Technologien zur Herstellung von Nanostrukturen zu bewerten, auszuwählen und problemgerechte Einsatzeinscheidungen zu Technologien und Methoden im Systemzusammenhang zu treffen.

### Vorkenntnisse

Bachelor-Abschluß in Ingenieur- oder Naturwissenschaft

### Inhalt

Das Lehrgebiet im 2. Fachsemester beinhaltet folgende Schwerpunkte: Größenskalierung; bottom-up- Strategie; top-down- Strategie; molekulare Konstruktionsmodule; koordinationschemische Wege; Makrozyklen; supermolekulare Chemie; disperse Systeme und Grenzflächen; Amphiphile; molekulare Selbstorganisation; Mono- und Multifilme; DNA-Konstruktionstechnik; Verbindung von Molekularen Techniken mit der Planartechnik

### Medienformen

Vorlesungen, Folien, Beamer

### Literatur

F. Vögtle: Supramolekulare Chemie (Teubner); 1997 M. Köhler: Nanotechnologie (Wiley-VCH), 2001 H.-D. Dörfler: Grenzflächen- und Kolloidchemie (Wiley-VCH) 2001

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

- Master Technische Physik 2008
- Master Technische Physik 2011
- Master Mikro- und Nanotechnologien 2008
- Master Mikro- und Nanotechnologien 2013
- Master Miniaturisierte Biotechnologie 2009

## Synthesepraktikum

Fachabschluss: Studienleistung alternativ

Art der Notengebung: Testat / Generierte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 6004

Prüfungsnummer: 2400230

Fachverantwortlich: apl. Prof. Dr. Uwe Ritter

Leistungspunkte: 1	Workload (h): 30	Anteil Selbststudium (h): 19	SWS: 1.0
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2425

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				0	0	1															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, relevante Experimente der Synthese und Mikrochemie durchzuführen, die erhaltenen Produkte zu analysieren und im entsprechenden Zusammenhang zu bewerten. Die vorhandenen Sachkenntnisse sollen zur Synthese einfacher und komplexerer chemischer Produkte befähigen.

### Vorkenntnisse

Bachelor-Abschluß (Ingenieur- oder Naturwissenschaften)

### Inhalt

Praktikum 4 Versuche: Versuch zur anorganische Synthese Versuch zur organische Synthese Versuch Festkörperreaktion/Reaktion in der Schmelze Synthese aus dem Bereich Mikroreaktionstechnik

### Medienformen

Versuchsanleitungen

### Literatur

- Heyn et al., Anorganische Synthesechemie, Springer-Lehrbuch - Autorenkollektiv, Organikum - Organisch-Chemisches Grundpraktikum - Versuchsanleitungen

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013



## Nanobiotechnologie

Fachabschluss: über Komplexprüfung  
 Sprache: Deutsch

Art der Notegebung: unbenotet

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5628

Prüfungsnummer: 2400521

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Andreas Schober

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 98	SWS: 3.0
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2431

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage die Funktionsweise von organischen Mikro- und Nanosystemen zu verstehen. Hierzu gehören z.B. Haarzellen, Motorproteine, organische Nanomotoren und Ionenkanäle. Die Studierenden besitzen Fachkompetenz in der Beschreibung und Analyse von organischen Nanostrukturen, die für die Funktion kleinster biologischer Organismen von entscheidender Bedeutung sind. Ihre Fachkompetenz erstreckt sich bis zur Kombination von organischen und anorganischen Mikro- und Nanosystemen z.B. zur Realisierung kleinster Antriebssysteme.

### Vorkenntnisse

Vorlesung Nanotechnologie

### Inhalt

Zu den Themen der Bionantechnologie gehört die Diskussion von organischen Nanosystemen in der menschlichen Wahrnehmung, die Erklärung des Handlings und Charakterisierens von Proteinen und Viren, die Untersuchung elektronischer und optischer Eigenschaften von einzelnen Molekülen genauso wie die Technologie zur Herstellung von Sensoren für kleinste Flüssigkeitsmengen. An der Schnittstelle zwischen der Mikro- und Nanowelt, der Schnittstelle auch zwischen belebter und unbelebter Materie, werden moderne Charakterisierungsverfahren (z.B. Elektronenmikroskopie, Kraftmikroskopie) nötig, um vom physikalischen oder chemischen Eigenschaften von Atomen und Molekülen eine Brücke zum Verständnis der Funktion von Aminosäuren, Proteinen und Zellen zuschlagen. Diese Methoden und ihre Anwendung auf biologisch relevante Systeme werden ebenso erklärt wie die Technologie zur Herstellung von künstlichen Mikro- und Nanostrukturen zur Kopplung an biologische Organismen.

### Medienformen

Vorlesungen, Folien, Beamer

### Literatur

Vorlesungsskript auf der web Seite: [http://www.tu-ilmenau.de/site/fke\\_nano/Vorlesungen](http://www.tu-ilmenau.de/site/fke_nano/Vorlesungen) Nanoelectronics and Information Technology Rainer Waser (Ed.) 2003 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co ISBN 3-527-40363-9

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Technische Physik 2008  
 Master Technische Physik 2011



---

## Modul: Nanofluidik / Mikroreaktionstechnik

Modulnummer6009

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Michael Köhler

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### Lernergebnisse

Ziel des Moduls ist die Vermittlung der Methoden und Systeme der Mikro- und Nanofluidik und ihrer Anwendung in den Bereichen der Mikroreaktionstechnik und der mikroanalytischen Systeme. Es besteht für die Studenten die Möglichkeit, sich eher für eine stärker mikrofluidisch-theoretisch orientierte Ausbildungsvariante zu entscheiden und diese entweder durch Anwendungen in der Mikroreaktionstechnik oder der Analytik zu ergänzen oder aber eine stärker praktisch orientierte Fächerzusammenstellung zu wählen.

### Vorraussetzungen für die Teilnahme

<p style="margin: 0cm 0cm 0pt;"><span style="font-family: &aposTimes New Roman&apos,&apososerif&apos; mso-ansi-language: DE;"><span style="color: #000000; font-size: small;">Abgeschlossenes ingenieur- oder naturwissenschaftliches Bachelorstudium</span></span></p> <p><span style="color: #000000; font-family: Times New Roman; font-size: small;"></span></p>

### Detailangaben zum Abschluss

## Instrumentelle Analytik und Mikroanalysesysteme

Fachabschluss: über Komplexprüfung Art der Notengebung: unbenotet  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 6011 Prüfungsnummer: 2400231

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Michael Köhler

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften Fachgebiet: 2429

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen die wichtigsten Techniken und Geräteklassen der Instrumentellen Analytik und der Mikroanalysetechnik und sind in der Lage, chemisch-analytische Probleme zu analysieren und auch unter den speziellen Anforderungenvon mikro- und nanotechnologischen System- und Technologieentwicklungen zu lösen.

### Vorkenntnisse

Bachelor-Abschluß (Ingenieur- oder Naturwissenschaften)

### Inhalt

Das Lehrgebiet im 3. Fachsemester beinhaltet folgende Schwerpunkte: - Allgemeine Analytik - Optische Spektroskopie, Schwingungsspektroskopie - AAS, AES - Chromatografische Techniken - Elektrophorese, Mikrokapillarelektrophorese - Massenspektrometrische Techniken - Thermische Analysetechniken, Mikrokolorimetrie - Elektroanalytik, Mikroelektrochemie - Magnetische Diagnostik - Strukturaufklärung durch Röntgenkristallanalyse und NMR -  $\mu$ -TAS- und lab-on-a-Chip-Konzept

### Medienformen

Vorlesungen, Folien, Beamer

### Literatur

Skoog, Leary : Instrumentelle Analytik (Springer 1996), Geschke et al.: Microsystem engineering of Lab-on-a-Chip-Devices (Wiley-VCH 2004) Henze et al.: Umweltanalytik mit Mikrosystemen (Wiley-VCH 1999)

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

- Master Elektrochemie und Galvanotechnik 2013
- Master Mikro- und Nanotechnologien 2008
- Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

## Theoretische Grundlagen der Mikrofluidik

Fachabschluss: über Komplexprüfung  
 Sprache: Deutsch, auf Nachfrage Englisch  
 Art der Notengebung: unbenotet  
 Pflichtkennz.: Pflichtfach  
 Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 6010 Prüfungsnummer: 2400127

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Erich Runge

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften Fachgebiet: 2426

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten sollen die Kontinuumsbeschreibung von Strömungen sowie deren Besonderheiten und Grenzen bei der Anwendung auf Mikro- und Nanoskalen beherrschen. Sie sollen bei gegebenen Systemgeometrien und Antriebskräften die relevanten Gleichungen für den Massen- und Wärmetransport unter Berücksichtigung geeigneter Randbedingungen aufstellen können. Anhand von Skalen- und Dimensionsanalysen dieser Gleichungen sollen sie bewerten können, welche Einflussgrößen und damit verbundene Abläufe für einen mikrofluidischen Prozessor relevant sind.

### Vorkenntnisse

Mathematische Fähigkeiten und Kenntnisse in Chemie und Physik, wie sie in einem naturwissenschaftlichen oder naturwissenschaftlich geprägten ingenieurtechnischem Bachelorstudium vermittelt werden.

### Inhalt

- Theoretische Behandlung von Kräften und ihre Skalenabhängigkeit im Mikro- und Nanometerbereich (kapillare, viskose, elektrodynamische und molekulare Kräfte);
- Grundlagen der Hydrodynamik:
  - Massenerhaltung (Kontinuitätsgleichung),
  - Impulsbilanz (Euler- und Navier-Stokes Gleichungen),
  - Energiebilanz (1. Hauptsatz der Thermodynamik);
  - Scher-, Druck- und elektrokinetisch getriebene Mikroströmungen;
  - Elektroosmose und -phorese;
- Diffusions-, Mischungs- und Phasenseparationsprozesse in Mikrofluiden.

### Medienformen

Tafel, Folien, Beamer Präsentation, Handouts

### Literatur

Lehrbücher zur Hydrodynamik

(z.B. E. Guyon, J.-P. Hulin, L. Petit: Hydrodynamik, F. White: Fluid Mechanics)

für Grundlagen und für Applikationen im Bereich der Mikrofluidik:

G.E. Karniadakis, A. Beskok: Micro Flows; Springer, Berlin 2002;

P. Tabeling: Introduction to Microfluidics. Oxford University Press 2006

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Technische Physik 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

Master Miniaturisierte Biotechnologie 2009

Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2008

## Mikroreaktionstechnik 1

Fachabschluss: über Komplexprüfung  
 Sprache: Deutsch

Art der Notegebung: unbenotet

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 6012

Prüfungsnummer: 2400121

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Michael Köhler

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2429

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	0	1												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden besitzen einen Überblick über die Methoden, die gerätetechnischen Prinzipien und die wichtigsten Verfahren und Bauelementeklassen der Mikroreaktionstechnik. Sie können sie vor dem Hintergrund allgemeiner reaktionstechnischer Grundlagen anwenden und sind in der Lage, Entscheidungen über die Art einzusetzender Mikroreaktoren in Abhängigkeit von den Materialeigenschaften, den Prozessbedingungen und dem Charakter der chemischen Reaktionen zu treffen.

### Vorkenntnisse

Bachelor-Abschluss in Ingenieur- oder Naturwissenschaft

### Inhalt

Das Lehrgebiet im 1. Fachsemester beinhaltet folgende Schwerpunkte:

- Physikochemische Grundlagen der Reaktionstechnik
- Prinzipien der Mikroreaktionstechnik
- Lab-on-a-chip-Konzept
- Mikro-TAS-Konzept
- Mischen
- Wärmetausch
- Reaktionen in homogener Phase
- Reaktionen in heterogenen Systemen
- Elektrochemische und photochemische Aktivierung in Mikroreaktoren
- Kombinatorische Mikrosynthese
- Miniaturisierte Screeningprozesse
- Partikel und Zellen in Mikroreaktoren
- Biomolekulare Prozesse in Mikroreaktoren
- Biochiptechnik

### Medienformen

Folien, Beamer, Videos

### Literatur

Ehrfeld, V. Hessel, V. Löwe: Micro Reaction Technology (Wiley-VCH);  
 Renken: Technische Chemie (Thieme)

## Detailangaben zum Abschluss

### Fachprüfung

## verwendet in folgenden Studiengängen

- Master Technische Physik 2008
- Master Technische Physik 2011
- Master Mikro- und Nanotechnologien 2008
- Master Mikro- und Nanotechnologien 2013
- Master Miniaturisierte Biotechnologie 2009



---

## **Modul: Mikro- und Nanoelektronik**

Modulnummer5967

Modulverantwortlich: Dr. Susanne Scheinert

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### **Lernergebnisse**

Die Studierenden erhalten durch ihre eigene Arbeit und durch die Vorträge der anderen Teilnehmer des Hauptseminars Einblicke in aktuelle und zukunftssträchtige Entwicklungen auf dem Gebiet der Mikro- und Nanoelektronik. Sie werden in die Lage versetzt, ihre im bisherigen Studium erlangten Grundlagenkenntnisse auf höchstaktuelle Problemstellungen anzuwenden und neue Entwicklungen kritisch zu bewerten.

### **Vorraussetzungen für die Teilnahme**

Bachelor einer technischen oder naturwissenschaftlichen Fachrichtung. Vorteilhaft: Vorlesung Elektronik, Vorlesung Grundlagen der Schaltungsintegration

### **Detailangaben zum Abschluss**

## Nanoelektronik

Fachabschluss: über Komplexprüfung

Art der Notengebung: unbenotet

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5629

Prüfungsnummer: 2100193

Fachverantwortlich: Dr. Susanne Scheinert

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2141

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten erhalten einen Überblick über die Entwicklung von der Mikroelektronik zur Nanoelektronik und wichtige Trends auf diesem Gebiet. Sie werden mit Aufbau und Funktion von Nanometer-MOSFETs und den Problemen bei der weiteren MOSFET-Skalierung vertraut gemacht. Die Studenten lernen weitere wichtige nanoelektronische Bauelemente (z.B. Nanotube- und Nanowire-Transistoren, Single-Electron-Transistoren, Spin-Transistoren) kennen und sind in der Lage, die Funktionsweise dieser Bauelemente zu verstehen. Darüber hinaus sind sie fähig, zukünftige Trends in der Nanoelektronik kritisch zu bewerten.

### Vorkenntnisse

Vorlesung Grundlagen der Elektronik

### Inhalt

- Die Halbleiterelektronik auf dem Weg von Mikro zu Nano
- Aufbau und Funktion klassischer und nichtklassischer Nanometer-MOSFETs
- Skalierung
- Verlustleistung und Eigenerwärmung
- Nanoelektronische Bauelemente für die Post-CMOS-Ära

### Medienformen

PowerPoint-Präsentation, Tafel, Skript (kompletter Satz der Folien aus der Vorlesung als PDF)

### Literatur

- F. Schwierz et al., Nanometer CMOS, Pan Stanford 2010
- R. Waser (ed.), Nanoelectronics and Information Technology, Wiley VCH 2005
- A. Chen et al. (eds.), Emerging Nanoelectronic Devices, Wiley 2013

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

- Master Mikro- und Nanotechnologien 2008
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung ET
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ET

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ET  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung MNE  
Master Mikro- und Nanotechnologien 2013  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ET  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung ET

## Polymerelektronik

Fachabschluss: über Komplexprüfung

Art der Notegebung: unbenotet

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5634

Prüfungsnummer: 2100191

Fachverantwortlich: Dr. Susanne Scheinert

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2141

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage die Funktionsweise organischer Bauelemente zu verstehen und kennen ihre Vor- und Nachteile im Vergleich zu anorganischen Bauelementen.

### Vorkenntnisse

Halbleiterbauelemente I und II

### Inhalt

Physikalische Grundlagen organischer Bauelemente (Zustandsdichten, Polaronen, Bipolaronen, Hoppingtransport, Beweglichkeit) Funktionsweise organischer Bauelemente (Leuchtdiode, Dünnschichttransistor, Solarzelle) Potentielle Anwendungen im Vergleich zu anorganischen Bauelementen

### Medienformen

Folien, PowerPointpräsentation

### Literatur

Shur, M.: "Physics of Semiconductor Devices" Prentice Hall 1991 Kuo, Y.: "Thin Film Transistors" Springer Netherlands 2003

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung MNE

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

## Bauelemente Simulation und Modellierung

Fachabschluss: über Komplexprüfung  
 Sprache: Deutsch

Art der Notegebung: unbenotet

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5968

Prüfungsnummer: 2100192

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Ivo Rangelow

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2143

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten erhalten eine grundlegende Einführung in die Simulation und Modellierung elektronischer Bauelemente und werden mit den grundlegenden Modellen vertraut gemacht. Die Studenten kennen den Aufbau sowie die physikalischen und mathematischen Grundlagen der Simulation elektronischer Bauelemente und sind in der Lage, diese zu modellieren und in elektronischen Schaltungen zu beschreiben.

Fachkompetenzen: Ingenieurtechnische Grundlagen zur Anwendung von Simulationstools zur Untersuchung des Verhaltens elektronischer Bauelemente, Kenntnis der Bauelementemodelle für den Schaltungsentwurf

Methodenkompetenz: Nutzung von Simulationstools zur Verhaltensbeschreibung von elektronischen Bauelementen

Systemkompetenzen: Die Bauelementesimulation und -modellierung steht im Zusammenhang mit anderen Lehrgebieten (Halbleitertechnologie, Festkörperelektronik, Physik, Schaltungsentwurf, mikro- und nanoelektronische Systeme),

Entwicklung interdisziplinären Denkens.

### Vorkenntnisse

Bachelor (Ingenieur- oder Naturwissenschaften).

### Inhalt

Die Simulation im Bauelemente-Entwurf vom Prozess zur Schaltung. Physikalische und mathematische Grundlagen der Technologiesimulation (Dotier-, Schichtabscheidungs- und Strukturierungsprozesse) und der Bauelementesimulation (Boltzmann-Gleichung, Drift-Diffusions- und Energietransport-Modell, Halbleiter- und Grenzflächeneffekte). Numerische Verfahren (Diskretisierung partieller Differentialgleichungen (FDM, FBM, FEM) und deren Lösung). Bauelementemodelle für die Schaltungssimulation.

### Medienformen

Folien, Computeranimationen, Tafel

### Literatur

T. A. Fjeldly, T. Ytterdal, and M. Shur, Introduction to Device Modeling and Circuit Simulation, John Wiley & Sons 1998. H. Khakzar, Entwurf und Simulation von Halbleiterschaltungen mit PSPICE, Expertverlag 1997. J. S. Yuan and J. J. Liou, Semiconductor Device Physics and Simulation, Plenum Press 1998. S. Selberherr, Analysis and Simulation of Semiconductor Devices, Springer 1984.

### Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung ET

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung ET

Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung MNE

---

## Modul: Vertiefungsmodul

Modulnummer5979

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Michael Köhler

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### Lernergebnisse

Ziel des Moduls ist die Vermittlung speziellen Fachwissens zu ausgewählten Themengebieten der Mikro- und Nanotechnologien. Das vermittelte Wissen soll die Studenten in besonderem befähigen, Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Mikro- und Nanotechnologien durchzuführen. Dazu werden besonders wichtige Spezialgebiete vertieft. Die Studenten erhalten die Möglichkeit, 2-3 von mehreren angebotenen Fächern im Umfang von 6 SWS (6 LP) auszuwählen, wobei empfohlen wird, die Auswahl im Hinblick auf die eigenen Forschungsinteressen zu treffen.

### Vorraussetzungen für die Teilnahme

Abgeschlossenes ingenieur- oder naturwissenschaftliches Bachelorstudium

### Detailangaben zum Abschluss

Fachprüfungen oder entsprechende Leistungsnachweise

## Elektrohydrodynamik und Polymere in Mikrosystemen

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage  
Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5976

Prüfungsnummer: 2400236

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Erich Runge

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2426

SWS nach Fachsemester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten sollen zwei wesentliche Felder der Mikrofluidik vertiefend kennenlernen, die relevant für den Transport bzw. das Mischen in Mikrosystemen sind. Sie machen sich mit den entsprechenden Modellgleichungen vertraut und erhalten einen Überblick zu aktuellen Forschungsaktivitäten.

### Vorkenntnisse

Mathematische Fähigkeiten und Kenntnisse in Chemie und Physik, wie sie in einem naturwissenschaftlichen oder naturwissenschaftlich geprägten ingenieurtechnischem Bachelorstudium vermittelt werden; VL Theoretische Grundlagen der Mikrofluidik

### Inhalt

Elektrokinetische Grundgleichungen Elektrische Doppelschichten in Mikrokanälen Elektroosmose, Elektrophorese, Dielektrophorese Mischen durch elektrokinetische Instabilitäten Nicht-Newton'sche Flüssigkeiten Modelle für die Polymerkomponente der Lösung Elastische Instabilitäten Mischen durch elastische Instabilitäten Einzelmoleküldynamik in Mikroströmungen

### Medienformen

Tafel, Folien, Beamer Präsentation, Handouts

### Literatur

P. Tabeling, Introduction to Microfluidics. Oxford University Press 2006 D.A. Saville, Electrokinetic Effects with Small Particles S. Ghosal, Electrokinetic Flow and Dispersion in Capillary Electrophoresis R.A.L. Jones, Soft Condensed Matter. Oxford University Press 2002 M. Doi, Introduction to Polymer Physics. Oxford University Press 1996 R. Cotterill, Biophysics (An Introduction)

### Detailangaben zum Abschluss

Eignungsfeststellung Masterstudium

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008



## Festkörperchemie

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notegebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5981 Prüfungsnummer: 2400068

Fachverantwortlich: apl. Prof. Dr. Uwe Ritter

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften Fachgebiet: 2425

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	0	1												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, aufgrund der erworbenen Kenntnisse über Festkörper, Sensor- und Katalysatormaterialien und deren Chemie Einsatzfelder und Anwendungen der Festkörperchemie zu bewerten. Sie sind in der Lage die Vor- und Nachteile von Festkörpermateriale aus ihrer chemischen Zusammensetzung abzuleiten bzw. eine Verbindung zwischen mikroskopischen und makroskopischen Eigenschaften zu verstehen. Die Studenten besitzen die Fachkompetenz um die chemischen Eigenschaften von Sensor- und Katalysatormaterialien zu verstehen. Die Studierenden sind fähig die Funktion und Anwendungen von Sensor- und Katalysatormaterialien zu beschreiben.

### Vorkenntnisse

Bachelor-Abschluß (Ingenieur- oder Naturwissenschaften)

### Inhalt

Typen der chemischen Bindung in Kristallen Gittertheorie und Prinzip der Kugelpackung Ionenkristalle, Metallkristalle, Kovalente Kristalle und Molekülkristalle Aggregierte Systeme niedriger Ordnung Komplexverbindungen Mechanismen anorganischer Festkörperreaktionen Chemische Analytik von Festkörpern Oxidische Materialien und halbleitende Metalloxide Festelektrolyte Herstellung von oxidischen Schichten - MBE, CVD, Sol-Gel Praktikum 2 Versuche Erweiterte Versuche zur anorganischen Synthese Versuch Festkörperreaktionen/Reaktionen in der Schmelze

### Medienformen

Vorlesung, Folien, Beamer, Videos, Simulationen; Übungsserien, Folien aus der Vorlesung

### Literatur

-Aktuelle Literatur -L. E. Smart and E. A. Moore, Solid State Chemistry, An Introduction, Taylor & Francis 2005 Heyn et al., Anorganische Synthechemie, Springer-Lehrbuch

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Bachelor Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Metalltechnik 2008 Vertiefung CH  
 Bachelor Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Elektrotechnik 2008 Vertiefung CH  
 Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

## Funktionalisierte Peripherik

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notegebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5625 Prüfungsnummer: 2000009

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Jens Müller

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Keine Zuordnung Fachgebiet: 2146

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage Anforderungen an Schnittstellen zwischen der Nanostrukturierung (Halbleiter) und dem mikroelektronischen Verbindungsträger zu beurteilen und zu differenzieren. Sie erlernen die Fähigkeit, diese Kenntnisse zur Umsetzung von Schaltungsanforderungen anzuwenden.

Fachkompetenzen: Werkstoffwissenschaftliche und ingenieurtechnische Grundlagen, frühzeitiges Erkennen von Entwicklungstrends, neuen Technologien und Techniken.

Methodenkompetenz: Systematisches Erfassen von Problemstellungen, Anwendung des Fachwissens, Umgang mit CAD-Tools, Dokumentation von Ergebnissen. Systemkompetenzen: Verstehen der Einflüsse der technologischen Schaltungsumsetzung auf deren Funktion und Zuverlässigkeit, Entwicklung interdisziplinären Denkens.

Sozialkompetenzen: Kommunikation, Teamfähigkeit, selbstbewusstes Präsentieren; Beachtung ökologischer Aspekte in der Elektronikfertigung.

### Vorkenntnisse

Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT) bzw. Elektroniktechnologie, Bachelor einer technischen oder naturwissenschaftlichen Fachrichtung

### Inhalt

Die Studierenden lernen Verfahren zur Mikrostrukturierung für die Realisierung der Schnittstellen zwischen der Nano- und Makrowelt auf Basis unterschiedlicher Materialien und Prozesse kennen. Darüber hinaus werden die Möglichkeiten für die Steigerung der Integrationsdichte auf der Gehäuseebene (Package) behandelt. Einsatzmöglichkeiten und Eigenschaften keramischer Mehrlagensubstrate (LTCC) für mikroelektronische und mikrofluidische Anwendungen (Biosensorik, Mikroreaktionstechnik) werden vermittelt.

Lehrinhalt:

1) Vertiefungsmodul Schaltungsträger-Technologie

- Dickschichttechnologie
- LTCC-Technologie
- Flexible Leiterplatten
- Dehnbare Elektronik

2) Hochfrequenzschaltungsträger

- Materialien, Eigenschaften
- Integrierte Passive Komponenten
- Leitungselemente

- Entwurf
- Messverfahren

### 3) Sensorik/Aktorik

- Einsatzgebiete
- Sensorprinzipien
- Aufbau keramischer Sensoren/Aktoren
- Packaging von Sensoren

### 4) Keramiktechnologien für mikroelektronische und mikrofluidische Systeme

- Anforderungen und Eigenschaften
- Entwurf
- Technologien und Prozesse
- Applikationen

### 5) Entwurf- und Fertigungsprozesse in der Mikroelektronik

- Entwicklungsprozess
- Zuverlässigkeitsbetrachtungen
- Qualitätssicherung in der Fertigung

### 6) Ausgewählte Applikationen

- Biomedizinische Implantate
- Fotovoltaik
- Solid State Lighting

## Medienformen

Präsentationsfolien (Powerpoint und Overhead), Videoprojektion, Tafelbild für Berechnungen und Herleitungen

## Literatur

Handbuch der Leiterplattentechnik Band 4, Eugen G. Leuze Verlag, Bad Saulgau, 2003, ISBN 3-87480-184-5.  
 Scheel, Wolfgang: Baugruppen-Technologie der Elektronik. Montage Verlag Technik, Berlin 1999.  
 Rao R. Tummala et al.: Microelectronics Packaging Handbook, Verlag Chapman & Hall, New York.

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

- Master Mikro- und Nanotechnologien 2008
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ET
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ET
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ET

## GHz- u. THz-Elektronik

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notegebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5632

Prüfungsnummer: 2100194

Fachverantwortlich: Dr. Susanne Scheinert

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2141

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten erhalten einen Überblick zu wichtigen Entwicklungen auf dem Gebiet der GHz- und THz-Elektronik. Sie werden mit den Kenngrößen, dem Aufbau und der Funktion wichtiger Bauelemente der GHz- und THz-Elektronik vertraut gemacht. Die Studenten lernen die wichtigsten Transistoren für den Betrieb im GHz- und THz-Bereich (z.B. High Electron Mobility Transistoren, Heterobipolartransistoren) kennen und sind in der Lage, die Funktionsweise dieser Bauelemente zu verstehen. Sie werden mit den Problemen der Signalverarbeitung bei extrem hohen Frequenzen vertraut gemacht und befähigt, zukünftige Trends in der GHz- und THz-Elektronik kritisch zu bewerten.

### Vorkenntnisse

Vorlesung Grundlagen der Elektronik

### Inhalt

- Unterschiede zwischen GHz-Elektronik und "normaler Elektronik"
- Anwendungen der GHz- und THz-Elektronik
- Transistoren für den GHz- und THz-Bereich (MESFETs, HEMTs, BJTs und HBTs, MOSFETs)
- Erzeugung und Verstärkung von GHz- und THz-Signalen
- Zukünftige Trends (Die GHz-Elektronik ist allgegenwärtig)

### Medienformen

PowerPoint-Präsentation, Tafel, Skript (kompletter Satz der Folien aus der Vorlesung als PDF)

### Literatur

- F. Schwierz and J. J. Liou, Modern Microwave Transistors, J. Wiley & Sons 2003
- M. Golio, The RF and Microwave Handbook, CRC Press 2001

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung MNE

## MEMS (Micro Electro Mechanical Systems)

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 120 min Art der Notegebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5984 Prüfungsnummer: 2300216

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Martin Hoffmann

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Maschinenbau Fachgebiet: 2342

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Es werden die systemspezifischen Randbedingungen für den Einsatz von MEMS diskutiert. Hierzu gehören insbesondere Zuverlässigkeitsanforderungen, Schnittstellen zur Makrowelt und Aufbau- und Verbindungstechniken. Dies geschieht an Beispielen von in unterschiedlichen Bereichen bereits kommerziell eingesetzten MEMS- Applikationen wie z.B. Drucksensoren oder Drehratensensoren. Die Studenten sollen in die Lage versetzt werden, neue Mikrosysteme anhand von Anforderungsprofilen zu planen und dabei ungeeignete Ansätze bereits frühzeitig auszusortieren.

### Vorkenntnisse

Grundlagen-Kenntnisse in Mikrotechnik, Mikrosensorik und / oder Mikroaktorik

### Inhalt

- Applikationsfelder von MEMS - Randbedingungen für MEMS - Zuverlässigkeitsanforderungen - System-Konzepte: - mikromechanischer Sensor & Auswerteelektronik - Gehäuse als Systembestandteil - Kalibrierkonzepte: - Abgleich über die Auswerteelektronik - Beispiele - Zusammenfassung: Systemaspekte von MEMS

### Medienformen

Präsentation, Skript der Präsentationsfolien, Tafelarbeit Seminar: Präsentation / schriftliche Zusammenfassung durch Teilnehmende

### Literatur

G. Gerlach, W. Dötzel, Einführung in die Mikrosystemtechnik, Hanser-Verlag 2006 F. Völklein, T. Zetterer, Praxiswissen Mikrosystemtechnik, 2. Auflage, Vieweg 2006

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

- Master Mechatronik 2008
- Master Mechatronik 2014
- Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

## Mikro- und Nanoanalytik

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5626 Prüfungsnummer: 2100147

Fachverantwortlich: Dr. Gernot Ecke

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Fachgebiet: 2142

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, aus der Kenntnis der wichtigsten Parameter und Einsatzgebiete, der Vor- und Nachteile und der physikalischen Prinzipien der Mikro- und Nanobereichs-Analyseverfahren für die Lösung einer analytischen Aufgabe geeignete Verfahren auszuwählen. Die Studierenden sind fähig, oberflächenanalytische Aufgabenstellungen zu verstehen und auf die entsprechenden Analyseverfahren anzuwenden. Die Studierenden bewerten die Ergebnisse von Mikro- und Nanobereichs-Analysen kritisch und sind in der Lage, diese zu interpretieren.

### Vorkenntnisse

Grundlagenkenntnisse in Physik, Elektrotechnik, Vakuumtechnik und Werkstoffkunde

### Inhalt

Die Analyse von immer kleiner werden Mikro- und Nanostrukturen umfasst die atomar-chemische, strukturelle, morphologische, elektrische und optische Charakterisierung. Dazu wird die Probe meist mit energiereicher Strahlung angeregt oder mechanisch abgetastet. Viele der analytischen Verfahren gelangen bei der Anwendung in der Mikro- und Nanotechnologie an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit. Erst die Kombination mehrerer Analysemethoden bringt oft erst die gewünschte Aussagekraft. Die Kenntnis der Vor- und Nachteile der Analysemethoden, der dazu notwendigen Grundlagen, ihrer Leistungsparameter und Eigenschaften ist Voraussetzung für das Verstehen von Analyseergebnissen und für den optimalen Einsatz der Analytik und Diagnostik in der Technologie. Die Lehrveranstaltung liefert einen Überblick über die wichtigsten analytischen Methoden, die in der Mikro- und Nanotechnologie Anwendung finden. Sie stellt deren physikalische Prinzipien, ihre analytischen Möglichkeiten und Grenzen dar. Dabei wird großen Wert auf Praxisrelevanz gelegt. Die Lehrveranstaltung gliedert sich in folgende Schwerpunkte: 1. Einführung in die Mikro- und Nanoanalytik 2. Wechselwirkungen von Elektronenstrahlen mit Festkörpern 3. Analytische Verfahren, die mit Elektronensonde arbeiten 4. Wechselwirkung von Photonen mit Festkörpern 5. Analytische Verfahren, die mit Photonensonde arbeiten 6. Wechselwirkungen von Ionenstrahlen mit Festkörpern 7. Analytische Verfahren, die mit Ionenprobe arbeiten 8. Rastersonden-Verfahren

### Medienformen

Tafel Folien (Overhead) Die in der Vorlesung gezeigten Folien (Abbildungen) stehen im Netz.

### Literatur

wird nicht angegeben (erst in der Lehrveranstaltung)

### Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Optronik 2010

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

Master Optronik 2008

Master Optische Systemtechnik/Optronik 2014

Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung MNE

## Mikro- und nanostrukturierte Gläser

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 6932 Prüfungsnummer: 2300337

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Edda Rädlein

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Maschinenbau Fachgebiet: 2351

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Fachkompetenz 70 %: Die Studierenden sind in der Lage, Werkstoffe und Bearbeitungsverfahren der Mikrotechnik für Anwendungen im Mechatronikbereich für unterschiedliche Gläser systematisch anzuwenden. Vertiefte Kenntnisse von Struktur- / Eigenschaftsbeziehungen ermöglichen die Analyse von Fertigungsprozessen und die Ableitung von Applikationen.  
 Methodenkompetenz 20 %: Qualitätssicherung, systematische Entwicklung von Produkten, ökologische Technikbewertung  
 Systemkompetenz 5 %: fachübergreifendes Denken Sozialkompetenz 5 %: Lernvermögen im Kollektiv, Flexibilität

### Vorkenntnisse

- Physik, Chemie, Fertigungstechnik - Grundlagen der Werkstoffwissenschaften (BA)

### Inhalt

- Begriffe, Begriffshierarchie der MST - Anforderungen der Fertigung mikrotechnischer Komponenten - Applikationen (Substrate, mechanische und optische Sensoren, Fluidikbauteile) - Technische und stoffliche Voraussetzungen - Ausgewählte werkstoffliche Grundlagen (Struktur-Eigenschaftsbeziehungen, Kristallisation von Gläsern) - Einteilung Strukturierungsverfahren - Lithographiebasierend Verfahren - Beschichtungsprozesse - Ätzprozesse - Mechanische Verfahren - Laserstrahlverfahren

### Medienformen

powerpoint-Folien

### Literatur

[1] D. Hülsenberg et. al.: Microstructurieng of Glasses. Springer-Verlag Berlin-Heidelberg, 2008 [2] W. Vogel: Glaschemie. 3. Auflage, Springer-Verlag, 1992 [3] G. Gerlach: Einführung in die Mikrosystemtechnik. Carl-Hanser Verlag, 2006

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

- Master Werkstoffwissenschaft 2011
- Master Werkstoffwissenschaft 2010
- Master Mikro- und Nanotechnologien 2008



## Mikro- und Nanosystemtechnik 2

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch und Englisch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5627 Prüfungsnummer: 2100196

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Ivo Rangelow

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Fachgebiet: 2143

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten verfügen über fundierte Kenntnisse der Mikro- und Nanosystemtechnik. Sie sind in der Lage, Stimulus und Antwort in mikro- und nanodimensionierten Systemen zu verstehen. Sie analysieren und bewerten Mikro- und Nanosysteme im Hinblick auf ihre Prinzipien und Anwendungsmöglichkeiten. Sie sind in der Lage, Mikro- und Nanosysteme zu synthetisieren und in Systemen gezielt zum Einsatz zu bringen. Die Studenten verfügen über Verständnis des Aufbaues und der Funktionsweise von Mikro- und Nanosystemen.

### Vorkenntnisse

Grundkenntnisse in Physik, Chemie, Mikrotechnik und Halbleitertechnologie

### Inhalt

1. Die Vorlesung beinhaltet eine Einführung in die fortgeschrittenen Mikro- und Nanotechnologien und deren Klassifikation. 2. Die Vorlesung beinhaltet auch einen Überblick über die moderne Mikro- und Nanosystemtechniken und deren mikrosystemtechnische Realisierung. 3. Die Übung vertieft die Kenntnisse zu Technologien und Applikationen von Mikro- und Nanosystemtechnik anhand von Seminarvorträgen auf der Basis von Literaturrecherchen

### Medienformen

Tafel, Beamer

### Literatur

A. Cleland: Foundations of Nanomechanics, Springer, (2003) R.Muller & T. Kamins: Device Electronics for IC's, John Wiley & Sons, Inc. (1997) I.W.Rangelow ed: Advanced Microsystems, FSRM, (2000) F.Harashima: Integrated Micro-Motion Systems, Elsevier, (1990) M. Madow: Fundamentals of Microfabrication, CRN Press, (2002) J. Fraden: AIP Handbook of Modern Sensors, American Institute of Physics, (1999) T. Heinzel: Mesoscopic Electronics in Solid State Nanostructures, Wiley-VCH, Weinheim (2003) J.H. Davies and A.R. Long eds.: Physics of Nanostructures, Institute of Physics Publishing, Bristol (1992)

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

- Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung MNE
- Master Mikro- und Nanotechnologien 2008
- Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

## Nanokohlenstoff-Materialien

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min Art der Notegebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5982 Prüfungsnummer: 2400234

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Peter Scharff

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften Fachgebiet: 2425

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, aufgrund der erworbenen Kenntnisse über Nanokohlenstoff-Materialien und deren Chemie Einsatzfelder und Anwendungen der Materialien zu bewerten. Die Studierenden lernen Verfahren zur Synthese von Nanokohlenstoff-Materialien für die Realisierung technischer Prozesse auf der Basis unterschiedlicher Materialien und Prozesse kennen.

### Vorkenntnisse

Bachelor-Abschluß (Ingenieur- oder Naturwissenschaften)

### Inhalt

Das Element Kohlenstoff  $\zeta$  Graphit und Graphitintercalationsverbindungen - Graphitfolie - Graphitintercalationsverbindungen als Elektrodenmaterial in galvanischen Zellen - Graphitfasern und Kohlenstoffverbundwerkstoffe  $\zeta$  Fullerene - Herstellung, Trennung und Charakterisierung von Fullerenen - Chemische Reaktivität von Fullerenen - Fullerenderivate (Präparation, Charakterisierung, Anwendung)  $\zeta$  Kohlenstoff-Nanoröhren - Herstellung, Reinigung und Charakterisierung - Technische Anwendungen (bspw. H<sub>2</sub>-Speicherung, Elektronenemitter...)  $\zeta$  Technischer Kohlenstoff

### Medienformen

Experimentalvorlesung, Folien, Beamer, Videos, Simulationen; Übungsserien, Folien aus der Vorlesung

### Literatur

-Aktuelle Literatur -Hirsch, A., Brettreich, M.: Fullerenes. Wiley-VCH 2005 -Ebbesen, T.W.: Carbon Nanotubes. Crc Press 1996 -Zabel, H.: Graphit Intercalation Compounds. Springer-Verlag GmbH 1992

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

## Praktikum Oberflächencharakterisierung

Fachabschluss: Studienleistung alternativ  
 Sprache: Deutsch

Art der Notegebung: Testat / Generierte Noten  
 Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5977	Prüfungsnummer: 2400237
------------------	-------------------------

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Jörg Kröger

Leistungspunkte: 2	Workload (h): 60	Anteil Selbststudium (h): 38	SWS: 2.0
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2424

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							0	0	2												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten vertiefen die in den Fächern spektroskopische Diagnosemethoden und Rastersondenuntersuchungen behandelten Untersuchungsmethoden, zusätzlich zum Nanodiagnostik-Praktikum. Die erlernten Fähigkeiten umfassen sowohl die Durchführung von vertieften Untersuchungen als auch, basierend auf den erlernten physikalischen Grundlagen, die anschließende Auswertung und die Diskussion der erhaltenen Daten.

### Vorkenntnisse

Bachelor Ingenieur- oder Naturwissenschaften

### Inhalt

Durchführung und Bericht/Diskussion über die verschiedenen Untersuchungsmethoden: - XPS, UPS LEED, RHEED, AES, XAES - EXAFS, NEXAFS, SEXAFS - RBS, EDX, Massenspektrometrie, TDS

### Medienformen

Praktikum: Versuchsanleitungen

### Literatur

Versuchsanleitungen, diverse Literatur zu den Untersuchungsmethoden

### Detailangaben zum Abschluss

Schein benotet

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

## Rastersondenuntersuchung

Fachabschluss: Studienleistung alternativ  
 Sprache: Deutsch

Art der Notegebung: Testat / Generierte Noten  
 Turnus: Wintersemester

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Fachnummer: 5978

Prüfungsnummer: 2400238

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Jörg Kröger

Leistungspunkte: 2	Workload (h): 60	Anteil Selbststudium (h): 49	SWS: 1.0
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2424

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							1	0	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten lernen die Grundlagen rastersondenmikroskopischer Verfahren kennen und werden in die Lage versetzt, diese Techniken problemgerecht anzuwenden. Insbesondere sind sie in der Lage, diese ultramikroskopischen Techniken für Charakterisierung von technologischen Oberflächen und Strukturelementen in der Nanotechnologie einzusetzen und Meßaufgaben der Nanotechnologie mit adäquaten Rastersondentechniken zu lösen.

### Vorkenntnisse

Bachelor Ingenieur- oder Naturwissenschaften

### Inhalt

Methoden der Rastersondenmikroskopie: Grundlegende Prinzipien und verschiedene Ausführungen von Rastersondenmikroskopen, Erläuterung des Potentials der Methoden an beispielhaften Anwendungen, Topographische Darstellung und lokale Messung, Einzelmolekülmessung physikalischer, chemischer und biologischer Parameter, Auswahl geeigneter Proben, Limitierungen, Aktuelle Entwicklungstrends

### Medienformen

Vorlesung (mit Powerpoint-Präsentation)

### Literatur

Hietschold, Einführung in die Rastersondenmikroskopie, Teubner 1996

### Detailangaben zum Abschluss

Fach wird geprüft im Rahmen des Moduls

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

## Softwarepakete der computergestützten Physik

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch, auf Nachfrage  
Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 6014

Prüfungsnummer: 2400240

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Erich Runge

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften

Fachgebiet: 2421

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden werden befähigt, Software-Pakete für spezifische Applikationen zielgerichtet auszuwählen und einzusetzen. Sie können fundiert abwägen, wann der Einsatz von Softwarepaketen sinnvoller ist als eigenständige Programmentwicklungen.

### Vorkenntnisse

Grundverständnis, was Programmierung ist, Grundkenntnisse der Physik.

### Inhalt

Wechselspiel des Einsatzes von Softwarepaketen und eigenständiger Programmierung; Bedeutung der Benutzeroberfläche und Datenformate; Exemplarische Vorstellung gängiger Pakete aus folgenden Bereichen: Quantenchemie (Gaussian, VASP), Fluidodynamik (Fluent), Molekulardynamik (LAMMPS) und Elektrodynamik (FEMLab). In den Übungen wird der praktische Umgang mit einzelnen Paketen erlernt. Die Vorlesung ergänzt die Vorlesung "Simulation und Modellierung physikalischer Systeme", deren Besuch nachdrücklich empfohlen wird.

### Medienformen

Computerübungen, Tafel, Beamer und evtl. Handouts

### Literatur

Manuals der vorgestellten Softwarepakete, auch online

### Detailangaben zum Abschluss

Fach wird geprüft im Rahmen der Modulprüfung Theoretische Physik, Numerik und Simulation.

### verwendet in folgenden Studiengängen

- Master Technische Physik 2008
- Master Technische Physik 2011
- Master Mikro- und Nanotechnologien 2008
- Master Technische Physik 2013

## Entwicklungsgeschichte

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 20 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5980 Prüfungsnummer: 2400233

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Michael Köhler

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften Fachgebiet: 2429

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
										2	1	0									

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten werden in die Lage versetzt, die Grundlagen von Entwicklungsprozessen in einem allgemeinen naturwissenschaftlichen Zusammenhang zu verstehen und in Relation zu technischen Entwicklungen, vor allem im Hinblick auf das nanotechnologische bottom-up-Prinzip anzuwenden. Ziel der Lehrveranstaltung ist es die Studenten zu befähigen, die wichtigsten allgemeinen Aspekte von Evolutionsprozessen einzuordnen, die zugrundeliegenden Mechanismen in der Entwicklung mikro- und nanotechnischer Systeme zu berücksichtigen und nach Maßgabe der technologischen Konzepte vorteilhaft im Rahmen der Nutzung von Selbstorganisationsprinzipien anzuwenden.

### Vorkenntnisse

Bachelorabschluß (Ingenieur- oder Naturwissenschaften)

### Inhalt

Entwicklung des Weltalls Sternentstehung Entstehung der chemischen Elemente Moleküle im Weltall Organisches Material im Weltall Entstehung der Erde Rolle des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik in der Evolution Eigendynamik und Selbstorganisation Selbstreplikation Molekulare Informationsspeicherung Molekulare Evolution Molekulare Aspekte der Morphogenese Evolutionsmechanismen

### Medienformen

Vorlesung, Folien, Beamer

### Literatur

W. Ebeling, R. Feistel: Physik der Selbstorganisation, Berlin 1986

### Detailangaben zum Abschluss

Fachprüfung

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

---

## **Modul: Forschungspraktikum**

Modulnummer6017

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Michael Köhler

Modulabschluss:

Lernergebnisse

Ziel des Moduls ist die Einführung der Studenten in die Forschungstätigkeit.

Vorraussetzungen für die Teilnahme

Detailangaben zum Abschluss

## Forschungspraktikum

Fachabschluss: Studienleistung alternativ

Art der Notengebung: Testat / Generierte Noten

Sprache: keine Angabe

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 6018

Prüfungsnummer: 91301

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Michael Köhler

Leistungspunkte: 7	Workload (h): 210	Anteil Selbststudium (h): 210	SWS: 0.0
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 242

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							210 h														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Das Forschungspraktikum dient der praktischen Einföhrung in die Bearbeitung eines eigenen Forschungsthemas auf dem Gebiet der Mikro- und Nanotechnologien. Anhand eines vorgegebenen Themas lernt der Student geeignete Arbeitsmethoden auszuwählen, diese für die wissenschaftliche Untersuchung einzusetzen, die Ergebnisse auszuwerten, Schlussfolgerungen zu ziehen, die Ergebnisse in einem schriftlichen Bericht niederzulegen und mündlich darzustellen.

### Vorkenntnisse

erfolgreicher Abschluss der Module, die im ersten und zweiten Fachsemester geprüft werden

Abgeschlossenes Bachelorstudium im Bereich der Ingenieur- oder Naturwissenschaften

### Inhalt

Während des Forschungspraktikums soll der Student die bereits erworbenen Kenntnisse zur Mikro- und Nanotechnologie bei seiner Mitarbeit an einem Forschungsvorhaben anwenden. Dazu arbeitet er in einer Arbeitsgruppe, die mikro- oder nanotechnologische Forschung betreibt. Er wird in dort in ein Forschungsprojekt eingeföhrt und leistet einen eigenen Beitrag, dessen Ergebnisse er in einer schriftlichen Belegarbeit niederlegt. Das Thema des Forschungspraktikums kann mit dem Aufgabengebiet der Masterarbeit im Zusammenhang stehen, kann aber auch in einem anderen Spezialgebiet angesiedelt sein.

### Medienformen

Einföh rung in die selbstständige Forschungstätigkeit und Durchführung von Untersuchungen zu Mikro- und Nanotechnologien unter Anleitung

### Literatur

projektspezifische Spezialliteratur

### Detailangaben zum Abschluss

Praktikumsbericht



## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

## Modul: Masterarbeit mit Kolloquium

Modulnummer6019

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Michael Köhler

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### Lernergebnisse

Im Rahmen der Masterarbeit bearbeiten die Studenten eigenständig ein Forschungsthema aus dem Gebiet der Mikro- und Nanotechnologien und werden dabei durch einen Hochschullehrer/Dozenten betreut. Die Studenten sammeln Erfahrungen in der Formulierung der wissenschaftlichen Arbeitsaufgaben vor dem Hintergrund eines eigenständigen Studiums der Fachliteratur, wählen geeignete theoretische bzw. experimentelle Methoden und Gerüte für die Bearbeitung der Aufgabe aus und gewinnen wissenschaftliche Ergebnisse aus den eigenen Untersuchungen. Im Ergebnis werden Schlussfolgerungen gezogen, sodass durch die Bearbeitung des gestellten Themas die Fertigkeit zur eigenständigen wissenschaftlichen Forschungstütigkeit erworben oder gefestigt wird. Die Aufgabenstellung, die Methoden und Ergebnisse der Arbeit werden in einer schriftlichen Arbeit niedergelegt und in einem Vortrag und einer Diskussion vor

### Vorraussetzungen für die Teilnahme

Abschluss aller übrigen Module des Masterstudiums MNT

### Detailangaben zum Abschluss

## Masterarbeit

Fachabschluss: Masterarbeit schriftlich 6 Monate Art der Notengebung: Generierte Note mit 2  
 Sprache: keine Angabe Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: ganzjährig

Fachnummer: 6020 Prüfungsnummer: 99001

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Michael Köhler

Leistungspunkte: 19 Workload (h): 570 Anteil Selbststudium (h): 570 SWS: 0.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften Fachgebiet: 2429

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
										570 h											

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Selbstständige Forschungstätigkeit auf dem Gebiet der Mikro- und Nanotechnologien; Die Studierenden vertiefen in einem speziellen fachlichen Thema ihre bisher erworbenen Kompetenzen. Die Studierenden sollen befähigt werden, eine komplexe wissenschaftliche Problemstellung zu beurteilen und unter Anwendung der bisher erworbenen Theorie- und Methodenkompetenzen selbstständig zu bearbeiten, die Ergebnisse zu dokumentieren und Schlussfolgerungen zu ziehen. Abschließend ist diese Arbeit umfassend im Rahmen einer schriftlichen Arbeit zu dokumentieren.

### Vorkenntnisse

Erfolgreicher Abschluss der Module aus den ersten drei Semestern einschließlich des Forschungspraktikums

### Inhalt

Selbstständige Bearbeitung eines fachspezifischen wissenschaftlichen Themas unter Anleitung, darin eingeschlossen: - Problemanalyse - Erarbeitung des Literaturstandes - Aufstellung eines Arbeitsplanes - Einarbeitung in die zur Bearbeitung erforderlichen wissenschaftlichen Methoden - experimentelle und theoretische Bearbeitung des Themas - Erstellung der Masterarbeit

### Medienformen

ausführliche schriftliche Arbeit

### Literatur

- themengebietsspezifische Fachbücher - aktuelle Literatur aus den einschlägigen Fachzeitschriften

### Detailangaben zum Abschluss

<p style="margin: 0cm 0cm 0pt 108pt; text-indent: -108pt;"><span style="font-family: &aposTimes New Roman&apos,&aposserif&apos; mso-ansi-language: DE;"><span style="color: #000000; font-size: small;">schriftliche Masterarbeit</span></span></p> <p><span style="color: #000000; font-family: Times New Roman; font-size: small;"></span></p>

### verwendet in folgenden Studiengängen

- Master Mikro- und Nanotechnologien 2008
- Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

## Masterkolloquium

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: keine Angabe Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: ganzjährig

Fachnummer: 6022 Prüfungsnummer: 99002

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Michael Köhler

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 90 SWS: 0.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften Fachgebiet: 2429

	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS		
SWS nach Fachsemester	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
										90 h											

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Vorbereitung und Durchführung einer Präsentation des Master-Themas und der Ergebnisse der eigenen wissenschaftlichen Tätigkeit vor einem Fachpublikum. Die Studenten werden befähigt, ihre Ergebnisse sinnvoll und verständlich zu präsentieren und den Erkenntnisfortschritt auszuweisen.

### Vorkenntnisse

Erfolgreicher Abschluss der Module der ersten drei Semester und Durchführung der Untersuchungen zur Masterarbeit

### Inhalt

Konzeption der Präsentation Erarbeitung der Präsentationsunterlagen und Wahl von Darstellungsformen für ein Fachpublikum mündliche Präsentation und anschließende Diskussion der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

### Medienformen

Mündlicher Vortrag und Diskussion

### Literatur

- themengebietsspezifische Fachbücher - aktuelle Literatur aus den einschlägigen Fachzeitschriften

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008  
 Master Mikro- und Nanotechnologien 2013



## **Glossar und Abkürzungsverzeichnis:**

LP	Leistungspunkte
SWS	Semesterwochenstunden
FS	Fachsemester
V S P	Angabe verteilt auf Vorlesungen, Seminare, Praktika
N.N.	Nomen nominandum, Nomen nescio, Platzhalter für eine noch unbekannte Person (wikipedia)
Objekttypen lt. Inhaltsverzeichnis	K=Kompetenzfeld; M=Modul; P,L,U= Fach (Prüfung,Lehrveranstaltung,Unit)