

# Modulhandbuch Master

---

## Mikro- und Nanotechnologien

---

**Prüfungsordnungsversion:** 2013

**gültig für das Studiensemester:** Wintersemester 2013/14

**Erstellt am:** Mittwoch 27. November 2013  
aus der POS Datenbank der TU Ilmenau

**Herausgeber:** Der Rektor der Technischen Universität Ilmenau

**URN:** urn:nbn:de:gbv:ilm1-mhba-8727

*- Archivversion -*

**Modulhandbuch**

---

**Master**

**Mikro- und Nanotechnologien**

---

**Prüfungsordnungsversion:2013**

Erstellt am:  
Mittwoch 27 November 2013  
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	
Werkstofforientierte Konstruktion 1	2 1 0							PL 60min	4	6622
Werkstofforientierte Konstruktion 2		2 1 0						PL 120min	4	7973
Werkstoffe								FP	6	
Funktionswerkstoffe	2 0 0							PL	3	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								PL 45min	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
Mess- und Regelungstechnik 2 (Profil - BMT/MTR)								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 1							PL 90min	4	7623
Mikro- und Nanostrukturtechnik								FP	15	
Aufbau- und Verbindungstechnik für MNT	2 1 0							PL 30min	4	101070
Design von Mikrosystemen	2 1 0							PL 30min	4	7409
Nanotechnologie	2 2 0							PL 30min	5	1562
Integrierte Optik und Mikrooptik		2 0 0						PL	3	879
Mikroaktorik	2 0 0							PL 30min	3	5992
Mikrotechnologie 1		2 1 0						PL 120min	4	100232
Mikro- und Halbleitertechnologie 1		2 2 0						PL 30min	5	1386
Mikro- und Nanosensorik		2 2 0						PL 30min	5	1455
Mikro- und Nanosystemtechnik 2		2 2 0						PL 30min	5	5627
Mikro- und Nanotechnologiepraktikum	0 0 4							SL	4	5974
Molekulare Nanotechnologien								PL 45min	8	

Anorganische und organische Synthesechemie	3 0 0			VL	4	6003
Synthesepaktikum	0 0 1			SL	1	6004
Nanobiotechnologie		2 1 0		VL	4	5628
Spezielle Probleme der Nanostrukturtechnik		2 0 0		VL	3	6002
Nanofluidik/Mikroreaktionstechnik				PL 30min	7	
Instrumentelle Analytik und Mikroanalysesysteme	2 0 0			VL	3	6011
Mikrofluidik	2 0 0			VL	3	351
Mikroreaktionstechnik 1	2 0 1			VL	4	6012
Mikro- und Nanoelektronik				PL 45min	8	
Elektronische Messtechnik		2 1 0		VL	4	5998
Nanoelektronik		2 1 0		VL	4	5629
Polymerelektronik		2 1 0		VL	4	5634
Bauelemente Simulation und Modellierung			2 1 0	VL	4	5968
Digitale Schaltungstechnik			2 1 0	VL 120min	4	5999
Vertiefungsmodul				FP	11	
Prüfungsleistung 1				PL	4	0000
Prüfungsleistung 2				PL	3	0000
Prüfungsleistung 3				PL	3	0000
Projektseminar		0 1 0		SL	1	100491
Forschungspraktikum				FP	7	
Forschungspraktikum				PL	7	6018
Masterarbeit und Kolloquium				FP	22	
Masterarbeit				MA 6	19	6020
Masterkolloquium				PL 30min	3	6022

## Modul: Konstruktion

Modulnummer 100458

Modulverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christian Weber

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### Lernergebnisse

#### Studierende

- sind in der Lage, Skizzen und Zeichnungen zu lesen und zu interpretieren,
- können Einzelteile in Form von Handskizzen eindeutig darstellen,
- kennen verschiedene Arten von Maschinenelementen, die Spannungszustände an Maschinenelementen und deren Berechnung,
  - beherrschen die Methoden der Festigkeitsberechnung für einfache Maschinenelemente und deren Verbindungen,
  - sind in der Lage, gemäß der Belastungsart geeignete Berechnungsmethoden auszuwählen und die Elemente zu dimensionieren bzw. nachzurechnen,
  - sind in der Lage, technische Produkte/Systeme geringer Komplexität auf Basis der technischen Darstellung zu analysieren (Ermitteln der Gesamtfunktion, der Teilfunktionen, der Lösungsprinzipie, der Kopp-lungen),
  - haben einen Überblick über die systematische Arbeitsweise bei der Analyse und Synthese technischer Produkte/Systeme,
    - kennen Gestaltungsrichtlinien für Werkstoffe, die bei Fertigungsverfahren aus den Hauptgruppen Urformen (Gießen, Pressen), Umformen (Biegen, Tiefziehen, Schmieden), Trennen (Schneiden, Fräsen, Drehen) und Fügen (Schweißen, stoffschlüssige Verbindungen) zu berücksichtigen sind,
      - können konstruktive Anforderungen für die o.g. Fertigungsverfahren bewerten und aufgaben- und problemorientiert geeignete Fertigungsverfahren auswählen,
      - können die Fertigungs- und Werkstoffgerechtheit von Entwürfen einschätzen,
      - sind in der Lage, Einzelteile werkstoff- und fertigungsgerecht zu gestalten und in Form von Handskizzen eindeutig darzustellen.

### Vorraussetzungen für die Teilnahme

Technische Mechanik (Statik und Festigkeitslehre); Werkstoffwissenschaft; Fertigungstechnik

### Detailangaben zum Abschluss

## Werkstofforientierte Konstruktion 1

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 60 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache:

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 6622

Prüfungsnummer: 2300375

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. 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

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 Werkstoffgerechtheit 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

### verwendet in folgenden Studiengängen

Bachelor Werkstoffwissenschaft 2009

Bachelor Werkstoffwissenschaft 2011

Bachelor Werkstoffwissenschaft 2013

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

## Werkstofforientierte Konstruktion 2

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 120 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 7973

Prüfungsnummer: 2300311

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. 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
				2	1	0															

### 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

verwendet in folgenden Studiengängen



Bachelor Werkstoffwissenschaft 2009

Bachelor Werkstoffwissenschaft 2011

Bachelor Werkstoffwissenschaft 2013

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

---

## Modul: Werkstoffe

Modulnummer 100459

Modulverantwortlich: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. 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.

### Vorraussetzungen für die Teilnahme

Grundlagenwissen aus dem Bachelor über Werkstoffe, Physik, Chemie.  
Fach Werkstoffe.

### Detailangaben zum Abschluss

## Funktionswerkstoffe

Fachabschluss: Prüfungsleistung alternativ

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 1365

Prüfungsnummer: 2100198

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Peter Schaaf

Leistungspunkte: 3

Workload (h): 90

Anteil Selbststudium (h): 45

SWS: 2.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2172

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	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

Fach Werkstoffe

### 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

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

## Werkstoffdesign für Nanotechniken

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 1368

Prüfungsnummer: 2100056

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. 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**

Modulnummer 100550

Modulverantwortlich: PD Dr. rer. nat. habil. Stefan Krischok

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

Lernergebnisse

Vorraussetzungen für die Teilnahme

Detailangaben zum Abschluss

## Nanodiagnostik-Praktikum und Seminar

Fachabschluss: Studienleistung alternativ

Art der Notengebung: Testat / Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 6008

Prüfungsnummer: 2400226

Fachverantwortlich: PD Dr. rer. nat. habil. Stefan Krischok

Leistungspunkte: 2	Workload (h): 60	Anteil Selbststudium (h): 38	SWS: 2.0
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 24901

	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 Notengebung: Gestufte Noten

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 6007

Prüfungsnummer: 2400232

Fachverantwortlich: PD Dr. rer. nat. habil. Stefan Krischok

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 68	SWS: 2.0
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 24901

	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

Art der Notengebung: Testat / Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 6006

Prüfungsnummer: 2400225

Fachverantwortlich: PD Dr. rer. nat. habil. Stefan Krischok

Leistungspunkte: 3

Workload (h): 90

Anteil Selbststudium (h): 68

SWS: 2.0

Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften

Fachgebiet: 24901

	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**

Modulnummer 100551

Modulverantwortlich:

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 / Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: ganzjährig

Fachnummer: 5965

Prüfungsnummer: 2400228

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Dr. h.c. Prof. h.c. 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

Art der Notegebung: unbenotet

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5964

Prüfungsnummer: 2400227

Fachverantwortlich: Dr. rer. nat. habil. 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  $\zeta$ -drähte, poröse Materialien, mesoskopische magnetische Materialien, Metallcluster, 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: Dr. rer. nat. habil. 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: Mess- und Regelungstechnik 2 (Profil - BMT/MTR)(Zwei Fächer im Umfang von mind. 8 LP sind zu belegen)**

Modulnummer 100552

Modulverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. 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**

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

Modul: Mess- und Regelungstechnik 2 (Profil - BMT/MTR)(Zwei Fächer im Umfang von mind. 8 LP sind zu belegen)

## Nano- und Lasermesstechnik

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 413

Prüfungsnummer: 2300116

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. 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

Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2010

Master Mechatronik 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

Master Miniaturisierte Biotechnologie 2009

Master Optische Systemtechnik/Optronik 2014

Master Optronik 2008

Master Optronik 2010



Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

Modul: Mess- und Regelungstechnik 2 (Profil - BMT/MTR)(Zwei Fächer im Umfang von mind. 8 LP sind zu belegen)

## Prozessmess- und Sensortechnik MNT

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5989

Prüfungsnummer: 2300281

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Fröhlich

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Maschinenbau

Fachgebiet: 2372

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 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

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

Modul: Mess- und Regelungstechnik 2 (Profil - BMT/MTR)(Zwei Fächer im Umfang von mind. 8 LP sind zu belegen)

## Regelungs- und Systemtechnik 2

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: unbekannt

Fachnummer: 7623

Prüfungsnummer: 2200233

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Johann Reger

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 4.0

Fakultät für Informatik und Automatisierung

Fachgebiet: 2213

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	1																		

### 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 Mehrgrößensystemfall
- 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**

Modulnummer 100553

Modulverantwortlich: Univ.-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**

Mikro- und Halbleitertechnologie Optoelektronik

### **Detailangaben zum Abschluss**

## Aufbau- und Verbindungstechnik für MNT

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 101070

Prüfungsnummer: 2100516

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jens Müller

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

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 grundsätzliche Anforderungen an mikroelektronische Schaltungen zu beurteilen und diese gezielt auf Basis eines Schaltplanes in eine Baugruppe umzusetzen.

Die Studierenden erkennen die Zusammenhänge in der Aufbau- und Verbindungstechnik zwischen Halbleiterelektronik, Package, Modul und Schaltungsträger. Sie vermögen diese Zusammenhänge anwendungsspezifisch zu bewerten.

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

Methodenkompetenz: Systematisches Erfassen von Problemstellungen, Anwendung des Fachwissens, Konstruktion mit CAD-Tools, Dokumentation von Ergebnissen.

Systemkompetenzen: Verstehen der Einflüsse der technologischen Schaltungsumsetzung auf deren Funktion und Zuverlässigkeit, Entwicklung interdisziplinären Denkens (Wechselwirkung Design, Material, Technologie).

Sozialkompetenzen: Kommunikation, Teamfähigkeit, selbstbewusstes Präsentieren; Beachtung ökologischer Aspekte für die Schaltungsrealisierung.

### Vorkenntnisse

Bachelor einer technischen oder naturwissenschaftlichen Fachrichtung mit Abschlüssen in den Fächern:

- Grundlagen der Elektrotechnik
- Werkstoffe der Elektrotechnik

### Inhalt

Ziel der Lehrveranstaltung ist die Vermittlung der grundsätzlichen Technologien und Verfahren zum Aufbau mikroelektronischer Baugruppen. Ausgehend von einem Schaltplan soll deren Umsetzung vom Layout bis zur realisierten Baugruppe vermittelt werden. Dies umfasst die unterschiedlichen Trägertechnologien (Leiterplatte, Hybridschaltkreis etc.) sowie die Verfahren zur Montage mikroelektronischer Bauelemente auf dem Träger.

- Materialien und Technologien der AVT für elektronische -Schaltungen- und Module (Leiterplatten und Hybridtechnologie, insbesondere Dickschichttechnik),
- SMD-, HL- und Mikro- Bauelemente und Montage (Löten, Kleben, Bonden)
- Designgrundlagen (Aspekte des thermischen Managements, EMV)
- Entwurf mikroelektronischer Baugruppen

### Medienformen

- Präsentationsfolien (Powerpoint und Overhead)

- Videoprojektion
- Tafelbild für Berechnungen und Herleitungen

## Literatur

Lehrbrief Elektroniktechnologie Hybridtechnik (Thust, Müller)

Reichl H.: Hybridintegration: Technologie und Entwurf von Dickschichtschaltungen, Hüthig Verlag Heidelberg, 2. Auflage, 1988.

Handbuch der Leiterplattentechnik Band 1-4, Eugen G. Leuze Verlag, Bad Saulgau, 2003, ISBN 3-87480-184-5.

Jürgen Händschke: Leiterplattendesign, Ein Handbuch nicht nur für Praktiker,

Erste Auflage 2006, Eugen G. Leuze Verlag, Bad Saulgau

Scheel, Wolfgang: Baugruppen-Technologie der Elektronik. Montage

Verlag Technik, Berlin 1999.

## Detailangaben zum Abschluss

Mündliche Prüfung 30 min

## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

## Design von Mikrosystemen

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

Fachnummer: 7409 Prüfungsnummer: 2300225

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. 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

Das Faszinierende an Mikrosystemen ist neben der Miniaturisierung, dass die einzelnen Funktionskomponenten zumeist unterschiedlichen physikalischen Domänen angehören, die miteinander stark verkoppelt sind. Mikrosysteme sind daher nicht einfach nur durch das Verkleinern bekannter Makrosysteme zu erreichen: vielmehr ist ein aufwendiger Entwurfs- und Konstruktionsprozess erforderlich, damit die miniaturisierten Systeme die gewünschten Funktionen erfüllen. Ziel der Vorlesung ist, das Verständnis über den Entwurfs- und Konstruktionsprozess von Mikrosystemen zu gewinnen. Dazu gehört die Heranführung an die Funktions- und Konstruktionsprinzipien im Mikrobereich sowie die Erklärung der wichtigsten Designschritte unter dem Aspekt der Mikrotechnik. Darüber hinaus spielt die Modellierung von Systemen eine wichtige Rolle. Insbesondere Netzwerkmodelle unterschiedlicher physikalischer Domänen werden untersucht.

### Vorkenntnisse

erfolgreicher Abschluss von Mikrotechnik 1; vorzugsweise paralleles Hören von "MEMS"

### Inhalt

- Einführung
- Grundlagen des Entwurfs für die MT
- Funktionsgruppen und Formelemente
- Masken und Maskendesign
- Modellierung von Bauelementen und Einsatz der Simulation zur Parameter- und Prozessoptimierung
- Modularer Entwurf von Mikrosystemen, Design von Schnittstellen unter Berücksichtigung von elektronischen, thermischen, mechanischen, optischen und fluidischen Parametern sowie den speziellen Anforderungen bei der Handhabung von Biomolekülen und Zellen

### Medienformen

Skript mit allen Folien, die im Verlauf der Vorlesung verwendet werden.

### Literatur

M. Kasper, Mikrosystementwurf - Entwurf und Simulation von Mikrosystemen, Springer, 2000 S. D. Senturia, Microsystem Design, Kluwer Academic Publishers, 2001

### Detailangaben zum Abschluss



## verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mechatronik 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

Master Miniaturisierte Biotechnologie 2009

## Nanotechnologie

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch und Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 1562

Prüfungsnummer: 2100049

Fachverantwortlich: Univ.-Prof Dr. Heiko Jacobs

Leistungspunkte: 5

Workload (h): 150

Anteil Selbststudium (h): 105

SWS: 4.0

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	2	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 web Seite: <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

## verwendet in folgenden Studiengängen

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

## 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: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Stefan Sinzinger

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 68	SWS: 2.0
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	0	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

Bachelor Informatik 2010

Bachelor Optische Systemtechnik/Optronik 2013

Bachelor Optronik 2008

Master Mechatronik 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 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: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Hoffmann

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 68	SWS: 2.0
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	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 Antriebsprinzipie, 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 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

Master Miniaturisierte Biotechnologie 2009

## Mikrotechnologie 1

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

Fachnummer: 100232      Prüfungsnummer: 2300422

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Hoffmann

Leistungspunkte: 4      Workload (h): 120      Anteil Selbststudium (h): 75      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

### Vorkenntnisse

### Inhalt

### Medienformen

### Literatur

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Bachelor Mechatronik 2013

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013



## Mikro- und Halbleitertechnologie 1

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notegebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 1386

Prüfungsnummer: 2100045

Fachverantwortlich: Dr. rer. nat. Jörg Pezoldt

Leistungspunkte: 5

Workload (h): 150

Anteil Selbststudium (h): 116

SWS: 4.0

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	2	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

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

## Mikro- und Nanosensorik

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min

Art der Notegebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 1455

Prüfungsnummer: 2100050

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Ivo Rangelow

Leistungspunkte: 5

Workload (h): 150

Anteil Selbststudium (h): 105

SWS: 4.0

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	2	0															

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Kennenlernen und Verstehen grundlegender Verfahren zur Erfassung nichtelektrischer Größen, des Aufbaus und der Funktion wichtiger Sensoren und deren Technologie

### Vorkenntnisse

Mathematik, Physik, Allgemeine Elektrotechnik, Elektronik

### Inhalt

• Einführung in die Sensorik • Wandlerprinzipien • Sensormaterialien • Herstellungsverfahren • Behandlung von Temperatur-, Druck-, Beschleunigungssensoren, piezoelektrischen Sensoren, magnetischen Sensoren, optischen Sensoren, Infrarotsensoren, Ultraschallsensoren, Gassensoren, chemischen Sensoren und Biosensoren

### Medienformen

Overheadprojektor, Beamer, Tafel

### Literatur

• H. Schaumburg: Sensoren. Teubner, 1992 • P. Hartmann: Sensoren – Prinzipien und Anwendungen. Hanser, 1991 • H. Eigler: Mikrosensorik und Mikroelektronik. Expert, 2000 • K.-W. Bonfis: Sensoren und Sensorsysteme. Expert, 1991 • www.Sensorportal.de • H.-R. Trünkler, E. Obermeier: Sensortechnik – Handbuch. Springer, 1998.

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2013

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ET

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ET

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ET

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung ET

## 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: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Ivo Rangelow

Leistungspunkte: 5

Workload (h): 150

Anteil Selbststudium (h): 116

SWS: 4.0

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	V	S	P
				2	2	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



## Mikro- und Nanotechnologiepraktikum

Fachabschluss: Studienleistung alternativ

Art der Notegebung: Testat / Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5974

Prüfungsnummer: 2100199

Fachverantwortlich: Univ.-Prof Dr. Heiko Jacobs

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 4.0
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
	0	0	4																		

### 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 Mikro- und Nanotechnologien 2008
- Master Mikro- und Nanotechnologien 2013
- Master Regenerative Energietechnik 2011

Master Regenerative Energietechnik 2013

Master Technische Physik 2008

Master Technische Physik 2011

Master Werkstoffwissenschaft 2010

Master Werkstoffwissenschaft 2011



---

## **Modul: Molekulare Nanotechnologien**

Modulnummer 100555

Modulverantwortlich: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael Köhler

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### **Lernergebnisse**

Der Modul führt in die Basis des Aufbaus von Nanostrukturen mit Hilfe molekularer Technologien ein. Die Studenten erwerben Kompetenzen zum Design und zur Entwicklung von Verfahrenswegen von molekularen Architekturen und supermolekularen Komplexen. Die Grundlage dafür stellt eine Vorlesung zur anorganischen und organischen Synthesechemie dar, in der die wichtigsten chemischen Prinzipien und Verfahren zur Herstellung und Modifizierung von Substanzen behandelt werden. Darauf aufbauend kann zwischen einer stärker auf die supermolekulare Synthese ausgerichteten und einer auf die Nanobiotechnologie ausgerichteten Vertiefung gewählt werden. Im ersten Fall stehen Aspekte des synthetischen Aufbaus molekularer Architekturen aus molekularen Modulen sowie die supermolekulare Selbstorganisation im Vordergrund. Im zweiten Fall erfolgt eine Spezialisierung auf die biomolekularen Prinzipien des Aufbaus molekularer Architekturen und die Anwendung molekularer Nanotechnologie in biotechnischen Systemen.

### **Vorraussetzungen für die Teilnahme**

### **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: Dr. rer. nat. habil. 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 Biotechnische Chemie 2013

LA BA Berufl. Schulen LA Berufliche Schulen - Erstfach Elektrotechnik 2008 Vertiefung CH

LA BA Berufl. Schulen LA Berufliche Schulen - Erstfach Metalltechnik 2008 Vertiefung CH

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008



## Synthesepraktikum

Fachabschluss: Studienleistung alternativ

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 6004

Prüfungsnummer: 2400230

Fachverantwortlich: Dr. rer. nat. habil. 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: PD Dr. rer. nat. habil. 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 Mikro- und Nanotechnologien 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

Master Technische Physik 2008

Master Technische Physik 2011

Master Technische Physik 2013

## Spezielle Probleme der Nanostrukturtechnik

Fachabschluss: über Komplexprüfung Art der Notegebung: unbenotet  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 6002 Prüfungsnummer: 2400119

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. 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 Mikro- und Nanotechnologien 2008
- Master Mikro- und Nanotechnologien 2013
- Master Miniaturisierte Biotechnologie 2009
- Master Technische Physik 2008
- Master Technische Physik 2011
- Master Technische Physik 2013





---

## **Modul: Nanofluidik/Mikroreaktionstechnik**

Modulnummer 100556

Modulverantwortlich: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. 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**

### **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: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael Köhler

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 56 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 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

## Mikrofluidik

Fachabschluss: über Komplexprüfung

Art der Notengebung: unbenotet

Sprache:

Pflichtkennz.:Wahlpflichtfach

Turnus:Sommersemester

Fachnummer: 351

Prüfungsnummer:2300470

Fachverantwortlich:Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Jörg Schumacher

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 68	SWS: 2.0
Fakultät für Maschinenbau			Fachgebiet: 2347

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	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Überblick über mikrofluidische Prozesse und ihre Anwendung

### Vorkenntnisse

solide Grundkenntnisse in Mathematik und Physik

### Inhalt

Kräfte auf Mikroskalen, Grundlagen der Strömungsmechanik, Benetzung und Kapillarität, Brownsche Bewegung, Mischen in Mikrofluidiksystemen, Elektrohydrodynamik

### Medienformen

Tafel, Powerpoint, Ergänzendes Material zum Download

### Literatur

teilweise selbstständige Recherchearbeit

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Bachelor Mechatronik 2013

Master Mechatronik 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

Master Technische Physik 2008

Master Technische Physik 2011

Master Technische Physik 2013

## Mikroreaktionstechnik 1

Fachabschluss: über Komplexprüfung  
 Sprache: Deutsch

Art der Notengebung: unbenotet

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 6012

Prüfungsnummer: 2400121

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. 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)

verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

Master Miniaturisierte Biotechnologie 2009

Master Technische Physik 2008

Master Technische Physik 2011

Master Technische Physik 2013

---

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

Modulnummer 100557

Modulverantwortlich:

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

Lernergebnisse

Voraussetzungen für die Teilnahme

Detailangaben zum Abschluss

## Elektronische Messtechnik

Fachabschluss: über Komplexprüfung

Art der Notengebung: unbenotet

Sprache:

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5998

Prüfungsnummer: 2100517

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. 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

### Inhalt

### Medienformen

### Literatur

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

## Nanoelektronik

Fachabschluss: über Komplexprüfung

Art der Notegebung: unbenotet

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5629

Prüfungsnummer: 2100193

Fachverantwortlich: PD Dr.-Ing. habil. 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 Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung MNE

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008



Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ET

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ET

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: PD Dr.-Ing. habil. 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

Art der Notegebung: unbenotet

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5968

Prüfungsnummer: 2100192

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. 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 Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung MNE

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung ET

## Digitale Schaltungstechnik

Fachabschluss: über Komplexprüfung 120 min

Art der Notegebung: unbenotet

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5999

Prüfungsnummer: 2100518

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ralf Sommer

Leistungspunkte: 4

Workload (h): 120

Anteil Selbststudium (h): 86

SWS: 3.0

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachgebiet: 2144

	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 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

---

## **Modul: Vertiefungsmodul(Fächer aus dem Master-Lehrangebot im Umfang von 10 LP)**

Modulnummer100558

Modulverantwortlich: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael Köhler

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### **Lernergebnisse**

Im Rahmen des Moduls wird spezielles Fachwissen zu ausgewählten Themengebieten der Mikro- und Nanotechnologien vermittelt. Dieses Wissen soll die Studenten insbesondere dazu befähigen, Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Mikro- und Nanotechnologien durchzuführen. Die Auswahl der Spezialvorlesungen kann aus dem gesamten Angebotskatalog der TU Ilmenau erfolgen, soweit es sich um Lehrveranstaltungen handelt, die Sachverhalte der Mikro- und Nanotechnologie vermitteln, die die Inhalte der übrigen Module des Masterstudiengangs sinnvoll ergänzen. Die Fächerauswahl soll dabei – ggf. durch eine individuelle Beratung eines Hochschullehrers – so getroffen werden, dass optimale Voraussetzungen für die Bearbeitung wissenschaftlicher Aufgabenstellungen im Rahmen des Forschungspraktikums und der Masterarbeit geschaffen werden.

### **Voraussetzungen für die Teilnahme**

### **Detailangaben zum Abschluss**

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

Modul: Vertiefungsmodul(Fächer aus dem Master-Lehrangebot im Umfang von 10 LP)

## Projektseminar

Fachabschluss: Studienleistung mündlich

Art der Notengebung: Testat / Gestufte Noten

Sprache:

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 100491

Prüfungsnummer: 2400513

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael Köhler

Leistungspunkte: 1	Workload (h): 30	Anteil Selbststudium (h): 19	SWS: 1.0
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2429

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	1	0												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

### Vorkenntnisse

### Inhalt

Das Projektseminar ist Bestandteil der forschungsorientierten Ausbildung im Rahmen eines Masterstudiums. Es beinhaltet die Teilnahme an der wissenschaftlichen Kommunikation durch Vorträge und Diskussion in der jeweiligen Arbeitsgruppe bzw. Des Institutes und dadurch vorbereitenden und begleitenden Charakter für die Phase des Forschungspraktikums und der Masterarbeit. Der Studierende soll im Rahmen des Projektseminars mindestens einmal vor einem wissenschaftlich fachkundigen Hörerkreis die Ziele und ggf. erste Ergebnisse seiner eigenen Forschung darlegen und aus der sich ergebenden fachlichen Diskussion Schlussfolgerungen für die Gestaltung der eigenen Forschungsarbeit ziehen.

### Medienformen

### Literatur

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013



---

## **Modul: Forschungspraktikum**

Modulnummer 100559

Modulverantwortlich: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael Köhler

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### **Lernergebnisse**

Im Rahmen des Forschungspraktikums arbeiten die Studenten an einer Forschungsaufgabe auf dem Gebiet der Mikrotechnologien oder der Nanotechnologie. Sie werden dabei durch einen auf einem entsprechenden Gebiet erfahrenen Wissenschaftler betreut. Durch dieses Praktikum gewinnen die Studenten Einblick in ein Spezialgebiet der Mikro- oder Nanotechnologie und lernen Methoden und Verfahren der Untersuchung Mikro- oder Nanotechnologie-relevanter Probleme oder der Entwicklung von Bauelementen oder Systemen der Mikro- und Nanotechnologien kennen. Das Praktikum wird durch einen schriftlichen Bericht abgeschlossen, in dem die Forschungsaufgabe, die eingesetzten Methoden und die wichtigsten Ergebnisse und Schlussfolgerungen beschrieben werden.

### **Vorraussetzungen für die Teilnahme**

### **Detailangaben zum Abschluss**

## Forschungspraktikum

Fachabschluss: Prüfungsleistung alternativ

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache:

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 6018

Prüfungsnummer: 91301

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael Köhler

Leistungspunkte: 7	Workload (h): 210	Anteil Selbststudium (h): 210	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
										7	SWS										

### Lernergebnisse / Kompetenzen

### Vorkenntnisse

### 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 eingeführt 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

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

### Literatur

projektspezifische Spezialliteratur

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen

Master Mikro- und Nanotechnologien 2008

Master Mikro- und Nanotechnologien 2013

---

## **Modul: Masterarbeit und Kolloquium**

Modulnummer 100560

Modulverantwortlich: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. 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 Geräte 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 Fähigkeit zur eigenständigen wissenschaftlichen Forschungstätigkeit 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 einem Fachpublikum dargelegt.

### **Vorraussetzungen für die Teilnahme**

### **Detailangaben zum Abschluss**

## Masterarbeit

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

Fachnummer: 6020 Prüfungsnummer: 99001

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. 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

themengebietsspezifische Fachbücher - aktuelle Literatur aus den einschlägigen Fachzeitschriften

### Literatur

### Detailangaben zum Abschluss

### 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: Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: ganzjährig

Fachnummer: 6022 Prüfungsnummer: 99002

Fachverantwortlich: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. 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

### 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)