

# **Modulhandbuch**

  

## **für den Masterstudiengang**

# **Mikrotechnologie und Nanostrukturen**

**Fassung vom 01.09.2017 auf Grundlage der Prüfungs- und Studienordnung  
vom 10.02.2011**

RS-Sem.	Modul / ggf. Modulelement	CP	SWS
<b>Kernbereich Mikrosystemtechnik</b>			
1	Mikrofluidik	4	3
1	Charakterisierung von Mikrostrukturen	4	3
2	Mikroelektronik 2	4	3
2	Materialien der Mikroelektronik 2	4	3
2	Elektrische Klein- und Mikroantriebe	4	3
1	Zuverlässigkeit 1	4	3
1	Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsystemen 1	4	3
<b>Kernbereich Physik</b>		CP	SWS
2	Festkörperphysik II	4	3
2	Nanostrukturphysik II (a und/oder b)	je 5	je 4
3	Theoretische Physik IV für MuN	6	5
2	NanoBioMaterialien (Neue Materialien) (I und/oder II)	je 3	je 2
2	Nanomechanik	5	4
<b>Fachspezifische Wahlpflicht</b>		CP	SWS
2	Komplexe Mikrosysteme	4	3
2	Multisensorsignalverarbeitung	4	3
3	Mikroelektronik 3	4	3
2	Mikroelektronik 4	4	3
2	Hochgeschwindigkeitselektronik	4	3
1	Hochfrequenztechnik	4	3
2	Magnetische Sensorik	4	3
3	Laser in Medicine and Nanobiotechnology	5	4
2	Aufbau- und Verbindungstechnik 2	4	3
2	Zuverlässigkeit 2	4	3
2	Laser in Material Processing	5	4
2	Mikrosensorik	4	3
3	Fachspezifische Wahlpflichtfächer aus dem Bereich Physik, z.B.	5	4
	Magnetismus		
	Supraleitung		
	nanostrukturierte Werkstoffe		
	Atomphysik II		
	Biophysik		
	Moderne Optik		
	Computerphysik		
	Rheologie und Strömungsdynamik komplexer Flüssigkeiten		
	Theoretische Biophysik		
	Experimentelle und statistische biologische Physik		
	Theoretische Physik V		
	Einführung in die Quanteninformationsverarbeitung	4	5
	Nanomechanik	4	5
<b>Fachspezifische Praktika</b>		CP	SWS
3	Fortgeschrittenen Praktikum II für MuN	6	3
3	Praktikum Gasmesstechnik	3	4
3	Praktikum Mikroelektronik	4	4
2	Praktikum Materialien der Mikroelektronik	3	4
2	Praktikum Aufbau- und Verbindungstechnik + Zuverlässigkeit	3-4	2-3
3	Kleines Projektpraktikum (im Team)	3	
3	Großes Projektpraktikum (im Team)	6	
<b>Allgemeine Wahlpflicht</b>		CP	SWS
3	Tutortätigkeit	≤ 4	≤ 2
3	Berufspraktische Tätigkeit	≤ 9	
2	Höhere Mathematik IV	9	6
3	Kontinuumsmechanik	4	3
2	Finite Elemente in der Mechanik	4	3
3	Qualitätssicherung	3	2
2	Empirische und statistische Modellbildung	4	3

1	Systeme mit aktiven Materialien 1	3	2
2	Systeme mit aktiven Materialien 2	3	2
3	Patent- und Innovationsmanagement	3	2
3	Lebende Sprache		
3	Einführung in die BWL		
3	Projektmanagement		
Berufspraktische Tätigkeit, Master-Seminar, Master-Arbeit		CP	SWS
3	Laborprojekt	15	
4	Master-Arbeit	30	

Modul <b>Mikrofluidik (Mikromechanik 3)</b>					Abk.
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>Jedes WS</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. rer. nat. Helmut Seidel
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. rer. nat. Helmut Seidel
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Masterstudiengang Mechatronik, Kernbereich der Vertiefung Mikrosystemtechnik, Masterstudiengang MuN, Kernbereich Mikrosystemtechnik
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keiner formalen Voraussetzungen
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Mündliche oder schriftliche Prüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	2V/1Ü
<b>Arbeitsaufwand</b>	120 h
<b>Modulnote</b>	Prüfungsnote

---

### Lernziele/Kompetenzen

Erlangen von erweiterten Kenntnissen der theoretischen Grundlagen in der Fluidik. Kennenlernen von mikrofluidischen Bauelementen

---

### Inhalt

- Einführung Fluide, Kolloide, Lösungen
  - Thermodynamische Grundlagen
  - Transportphänomene (Diffusion, Wärmetransport, Viskosität)
  - Oberflächenspannung, Kapillareffekt
  - Navier-Stokes Gleichung, Reynoldszahl
  - Laminare und turbulente Strömungen, Fluidische Netzwerke
  - Elektrokinetik: Elektroosmose, Elektrophorese, Elektrowetting
  - InkJet Technologie
  - Handhabung von Flüssigkeiten
  - Microarrays - Biochips
  - Bauelemente zur Analytik
  - Mikroreaktoren, Mikromixer
  - Aero-MEMS: Beeinflussung von Strömungen an Tragflächen
- 

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:

- Gersten: "Einführung in die Strömungsmechanik",  
6. überarbeitete Auflage 1992, Vieweg Verlag,  
ISBN 3-528-43344-2
- Bohl, Willi: "Technische Strömungslehre",  
6. Auflage 1984, Vogel Buch Verlag, Würzburg,  
ISBN 3-8023-0036-X,  
Preis €29,90.

- Herwig, Heinz: "Strömungsmechanik. Eine Einführung in die Physik und mathematische Modellierung von Strömungen.",  
2002, Springer Verlag, Berlin,  
ISBN 3-540-41972-1, (327 S. mit zahlr. Abb.)  
Preis €59,95.
- Albring, Werner.: "Angewandte Strömungslehre",  
5. Auflage, 1978, Akademie-Verlag, Berlin,  
ISBN 3-0550-0206-7
- Spurk, Joseph H.: "Strömungslehre. Einführung in die Theorie der Strömungen.",  
5. erw. Auflage 2003, Springer Verlag, Berlin,  
ISBN 3-540-40166-0, (458 S. mit 219 Abb.)  
Preis: €34,95.
- Merker, Günther P.: "Fluid- und Wärmetransport, Strömungslehre",  
1. Auflage 2000, Teubner Verlag,  
ISBN 3-519-06385-9,  
Preis: €22,90.
- Gröber, Heinrich / Erk, Siegmund / Grigull, Ulrich: "Die Grundgesetze der Wärmeübertragung",  
3. Auflage, 1981, Springer Verlag,  
ISBN 3-5400-2982-6.
- Eckelmann, Helmut: "Einführung in die Strömungsmeßtechnik",  
1997, Teubner Studienbücher,  
ISBN 3-519-02379-2, (351 S. mit zahlr. Abb.)  
Preis: €27,90.
- Nguyen, Nam-Thung: "Fundamentals and applications of microfluidics",  
2002, Artech House microelectromechanical system series,  
ISBN 1-58053-343-4 (469 S. mit zahlr. Abb.)  
Preis: €119,40.
- Nguyen, Nam-Thung: "Mikrofluidik - Entwurf, Herstellung und Charakterisierung",  
2004, B.G. Teubner Stuttgart, Leipzig,  
ISBN 3-519-00466-6 (256 S.)  
Preis: €39,90.

Modul <b>Charakterisierung von Mikrostrukturen (Messtechnik III)</b>					Abk.
Studiensem. <b>1</b>	Regelstudiensem. <b>3</b>	Turnus <b>Jedes WS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>3</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Andreas Schütze		
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. Andreas Schütze und Mitarbeiter des Lehrstuhls Messtechnik		
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Mechatronik, Kernbereich der Vertiefung Mikrosystemtechnik; Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Kernbereich Mikrosystemtechnik		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen		
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung Messtechnische Charakterisierung von Mikrostrukturen und begleitende Übung, 3SWS, V2 Ü1		
<b>Arbeitsaufwand</b>	Vorlesung + Präsenzübungen 15 Wochen 3 SWS	45 h	
	Vor- und Nachbereitung	45 h	
	Prüfungsvorbereitung	30 h	
<b>Modulnote</b>	Note der mündlichen Prüfung		

### Lernziele/Kompetenzen

Kennen lernen verschiedener Methoden und Prinzipien für die messtechnische Charakterisierung von Mikrostrukturen; Bewertung unterschiedlicher Methoden für spezifische Fragestellungen. Vergleich unterschiedlicher abbildender Verfahren für Mikrostrukturen sowie oberflächenanalytischer Prinzipien.

### Inhalt

- Einführung: Gassensoren und Gasmesstechnik - Anforderungen und aktuelle Fragestellungen (Gassensoren dienen zur Motivation der unterschiedlichen Charakterisierungsmethoden);
- Aufbau von Messsystemen; Steuerungs- und Datenaufnahmekonzepte; Benutzer-Oberflächen;
- Präparation von Sensoren und zugehörige Messverfahren
- Charakterisierung von Mikrostrukturen mit abbildenden Verfahren:
  - Optische Mikroskopie und optische Messverfahren
  - IR-Mikroskopie,
  - Rasterelektronenverfahren,
  - Rastersondenmethoden.
- Oberflächenreaktionen
- Material- und Oberflächencharakterisierungsmethoden
  - Röntgendiffraktometrie (XRD),
  - Fotoelektronenspektroskopie (XPS/ESCA),
  - Massenspektrometrische Methoden (SIMS; TDS, Untersuchung chemischer Reaktionen mittels reaktiver Streuung).
- Referenzmethoden für die Gasmesstechnik
  - Infrarotspektroskopie, insbesondere FTIR,
  - Gaschromatographie, insbesondere mit Kopplung Massenspektrometrie

---

Weitere Informationen

Vorlesungsunterlagen (Folien) und Übungen werden begleitend im Internet zum Download bereitgestellt; Übungen werden großteils direkt an den Messapparaturen des Lehrstuhls für Messtechnik bzw. anderer Arbeitsgruppen durchgeführt. Den Schwerpunkt bilden Mikrogassensensoren und Sensorschichten, die als Basis für die Motivation von Messverfahren zur Charakterisierung von Mikrostrukturen dienen.

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:

(alle Bücher können am Lehrstuhl für Messtechnik nach Rücksprache eingesehen werden)

- begleitendes Material zur Vorlesung (<http://www.lmt.uni-saarland.de>).
- Grundlagen Gasmesstechnik
  - P. Gründler: „Chemische Sensoren – eine Einführung für Naturwissenschaftler und Ingenieure“, Springer, 2003.
  - E. Comini, G. Faglia, G. Sberveglieri (Eds.), „Solid State Gas Sensing“, Springer, 2009.
  - T.C. Pearce, S.S. Schiffman, H.T. Nagle, J.W. Gardner (eds.): „Handbook of Machine Olfaction - Electronic Nose Technology“, WILEY-VCH, 2003.
- Oberflächenanalytik
  - H. Lüth: "Solid Surfaces, Interfaces and Thin Films", Springer
  - H. Buberl, H. Jenett (eds.): "Surface and Thin Film Analysis", WILEY-VCH
  - D.J. O'Connor, B.A. Sexton, R.St.C. Smart (eds.): "Surface Analysis Methods in Material Science", Springer

Modul: <b>Mikroelektronik 2</b>					Abk.
Studiensem. <b>2</b>	Regelstudiensem. <b>2</b>	Turnus <b>Jedes SS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>3</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr.-Ing. Chihao Xu

**Dozent/inn/en** Prof. Dr.-Ing. Chihao Xu

**Zuordnung zum Curriculum** Bachelor Mechatronik, Wahlpflichtbereich  
 [Pflicht, Wahlpflicht, Wahlbereich] Master Mechatronik, Kernbereich der Vertiefungen Elektrotechnik und Mikrosystemtechnik  
 Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Kernbereich Mikrosystemtechnik

**Zulassungsvoraussetzungen** Keine formalen Vorraussetzungen

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Klausur am Semesterende

**Lehrveranstaltungen / SWS** 1 Vorlesung: 2SWS  
 [ggf. max. Gruppengröße] 1 Übung: 1SWS

**Arbeitsaufwand** Präsenzzeit Vorlesung: 15 Wochen à 2 SWS = 30h  
 Präsenzzeit Übung: 14 Wochen à 1 SWS = 14 Stunden  
 Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung: 46 Stunden  
 Klausurvorbereitung: 30 Stunden

**Modulnote** Aus Klausurnote

### Lernziele/Kompetenzen

Verständnis der Abläufe bei Herstellungs- und Entwicklungsprozessen von integrierten Digitalschaltungen – CAD in der Mikroelektronik

### Inhalt

- Wertschöpfungskette der Fertigung (Waferprozess, Montage, Testen)
- Einzelprozess-Schritte, Gehäuse, analoges Testen, Abgleich
- Abstraktionsebene in der ME (physikalisch, Symbol, Funktion), Y-Baum
- Entwurfsablauf, Entwurfsstile
- Tools für den Entwurf integrierter Schaltungen, Integration der Tools
- Schaltungssimulation (Prinzip, Numerik, Analysen incl. Sensitivity-, WC-, Monte-Carlo- und Stabilitätsanalyse)
- Logiksimulation (höhere Sprache, ereignisgesteuert, Verzögerung)
- Hardware Beschreibungssprache VHDL
- Logikoptimierung (Karnaugh Diagram, Technology Mapping) Test digitaler Schaltungen, design for testability, Testmuster, Autotest
- Layout: Floorplanning, Polygone, Pcell/Cells, Generators, Design Rules, Constraints
- Parasitics, Backannotation, Matching, Platzierung und Verdrahtung, OPC

### Weitere Informationen [Unterrichtssprache, Literaturhinweise, Methoden, Anmeldung]

Unterrichtssprache: deutsch

Literatur: Skriptum des Lehrstuhls zur Vorlesung, Vorlesungsfolien

Modul					Abk.
<b>Materialien der Mikroelektronik 2</b>					<b>MdM</b>
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>2</b>	<b>2</b>	<b>Jedes SS</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Herbert Kliem
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Herbert Kliem und Mitarbeiter
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Mechatronik, Kernbereich Mikrosystemtechnik Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Kernbereich Mikrosystemtechnik Bachelor Mechatronik, Wahlpflicht Vertiefung Elektrotechnik
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	keine formalen Voraussetzungen
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Benotete Prüfung (Klausur)
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 2 SWS = 30 h Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 1 SWS = 15 h Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung = 45 h Klausurvorbereitung = 30 h  Gesamtaufwand = 120 h
<b>Modulnote</b>	Klausurnote

---

### **Lernziele/Kompetenzen**

Physikalische Grundlagen der Materialien der Mikroelektronik, elektrische Leitung in Metallen und Halbleitern, Supraleitung, magnetische Materialien

---

### **Inhalt**

#### Elektrische Leitung

##### Metalle

Klassische Elektronengastheorie (Partikelbild)  
Zusammenhang Wellenbild und Partikelbild  
Matthiessen Regel und weitere Leitfähigkeitseffekte

##### Halbleiter

Experimentelle Befunde  
Gittermodell  
Eigenleitung, Photoleitung, Störstellenleitung  
Berechnung von Trägerdichte und Fermienergie  
Beweglichkeit der Ladungsträger, nicht-lineare Effekte  
Dielektrische Relaxationszeit  
Debye-Länge  
Rekombination und Generation  
Diffusionslänge  
tiefe Störstellen

#### Supraleiter

Allgemeines zur Supraleitung und London Gleichung  
Cooper Paare  
Experimente zum Modell der Cooper Paare  
SQUID  
Supraleiter 1. und 2. Art  
Hochtemperatursupraleitung

---

---

Magnetische Materialien

Definition der Feldgrößen B und H  
Stoffeinteilung nach der Permeabilität  
Diamagnetismus  
Paramagnetismus, Richtungsquantelung  
Ferromagnetika: Temperaturabhängigkeiten, Domänen, Hysteresen der Polarisation,  
magnetischer Kreis  
Verluste: Hystereseverluste, Wirbelstromverluste  
entpolarisierende Felder  
Anisotropie: Formanisotropie, Kristallanisotropie  
magnetoresistive Sensoren  
Ferrofluide  
magnetische Resonanz

---

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch

Literaturhinweise:

Vorlesungsunterlagen

G. Fasching	Werkstoffe für die Elektrotechnik
R. E. Hummel	Electronic Properties of Materials
C. Kittel	Einführung in die Festkörperphysik
S. M. Sze	Physics of Semiconductor Devices
W. Buckel	Supraleitung

Modul <b>Elektrische Klein- und Mikroantriebe</b>					Abk. <b>EKM</b>
Studiensem. <b>2</b>	Regelstudiensem. <b>2</b>	Turnus <b>Jedes SS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>3</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Matthias Nienhaus		
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr.-Ing. Matthias Nienhaus		
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	<b>Mechatronik</b> Diplom: Wahlpflichtfach Bachelor 2011: Vertiefung ET: Wahlpflichtfach Master 2009: Erweiterungsbereich Master 2011: Vertiefung ET & MeS: Pflichtfach Vertiefung MA & MST: Erweiterungsbereich  <b>Mikrotechnologie und Nanostrukturen</b> Master: Kernbereich Mikrosystemtechnik		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen		
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Benotete Prüfung (Klausur)		
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung: 2 SWS, Übung: 1 SWS		
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen á 2 SWS	30 h	
	Präsenzzeit Übung 15 Wochen á 1 SWS	15 h	
	Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung	45 h	
	Klausurvorbereitung	30 h	
	Summe	120 h (4 CP)	
<b>Modulnote</b>	Klausurnote		

### Lernziele/Kompetenzen

Kennenlernen des Aufbaus, der Wirkungsweise und des Betriebsverhaltens von elektromagnetischen Klein- und Mikroantrieben und deren elektrische Ansteuerung. Studierende erwerben Kenntnisse über die gesamte Bandbreite der heute zur Verfügung stehenden elektromagnetischen Antriebe im unteren Leistungsbereich von wenigen Milliwatt bis etwa ein Kilowatt und lernen diese anforderungsgerecht zu spezifizieren und auszuwählen.

### Inhalt

- Physikalische Grundlagen
- Kommutatormotoren
- Bürstenlose Permanentmagnetmotoren
- Geschalteter Reluktanzmotor
- Drehfeldmotoren
- Elektromagnetische Schrittantriebe
- Antriebe mit begrenzter Bewegung
- Steuern und Regeln von Klein- und Mikroantrieben
- Projektierung von Antriebssystemen

### Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch

### Literaturhinweise:

Stölting, H.D., Kallenbach, E., Handbuch Elektrische Kleinantriebe, Hanser, München, 2006  
 Fischer, R.: Elektrische Maschinen, Hanser, München, 2009

Modul <b>Zuverlässigkeit 1</b>					Abk.
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>WS</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Steffen Wiese
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Steffen Wiese
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Kernbereich Mikrosystemtechnik Bachelor Mechatronik, Wahlpflicht Master Mechatronik, Kernbereich Mikrosystemtechnik
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Benotete schriftliche oder mündliche Prüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Vorlesung 15 Wochen à 2 SWS = 30 h Übung 15 Wochen à 1 SWS = 15 h Vor- und Nachbearbeitung = 45 h Prüfungsvorbereitung = 30 h  Gesamtaufwand = 120 h
<b>Modulnote</b>	Note der Klausur bzw. der mündlichen Prüfung

---

### Lernziele/Kompetenzen

Das Ziel der Lehrveranstaltung besteht darin, die Studierenden in den Begriff der technischen Zuverlässigkeit einzuführen und grundlegende stochastische Bewertungsmethoden zu vermitteln. Mit Bezug zu elektronischen Aufbauten sollen den Studierenden die spezifischen physikalischen Degradationsmechanismen, Prüftechniken sowie Simulationsmethoden nahegebracht werden.

---

### Inhalt

- Einführung in Begriff und Wesen der Zuverlässigkeit als technische Spezialdisziplin
- Stochastische Methoden zur Bewertung der Zuverlässigkeit
- Physikalische Fehlermechanismen in elektronischen Aufbauten
- Experimentelle Ermittlung von Zuverlässigkeitskennwerten
- Bewertung der Zuverlässigkeitseigenschaften durch Simulationsmethoden
- Lebensdauerprognostik

---

### Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise: Bekanntgabe zu Beginn der Vorlesung

Modul <b>Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsysteme 1</b> (Einführung in die Aktorik mit Aktiven Materialien)					Abk.
Studiensem. <b>1</b>	Regelstudiensem. <b>3</b>	Turnus <b>WS</b>	Dauer <b>1 Sem.</b>	SWS <b>3</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Stefan Seelecke		
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. Stefan Seelecke und Mitarbeiter des Lehrstuhls Unkonventionelle Aktorik		
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Mechatronik, Pflichtlehrver. Mechatronische Systeme Master Mechatronik, Kernbereich Vertiefung Maschinenbau Master Systems Engineering, Wahlbereich		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen		
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung Einführung in die Aktorik mit Aktiven Materialien und begleitende Übung, 3SWS, V2 Ü1		
<b>Arbeitsaufwand</b>	Vorlesung + Präsenzübungen 15 Wochen 3 SWS	34 h	
	Vor- und Nachbereitung	56 h	
	Prüfungsvorbereitung	30 h	
<b>Modulnote</b>	Note der mündlichen Prüfung		

### Lernziele/Kompetenzen

Anwendungsorientierte Einführung in die Aktorik mit Aktiven Materialien (Formgedächtnislegierungen, Piezokeramiken, Elektroaktive Polymere) mit Beispielen aus Maschinenbau, Luft- und Raumfahrt und Medizintechnik. Experimentell beobachtete Phänomene, Mikromechanismen und Materialmodellierung. Entwicklung von Simulationsmodulen für typische Anwendungen.

### Inhalt

- Phänomenologie von Formgedächtnislegierungen, Piezokeramiken und elektroaktiven Polymeren
- Vergleich typischer Aktordaten (Hub, Leistung, Energieverbrauch etc.)
- Verständnis des Materialverhaltens anhand typischer Ingenieurdiagramme (Spannung/Dehnung, Dehnung/Temperatur, Spannung/elektrisches Feld etc.)
- Mechanik typischer Aktorsysteme anhand von Gleichgewichtsdigrammen (Aktor unter Konstantlast, Aktor/Feder, Protagonist/Antagonist)
- Vereinheitlichte Modellierung von aktiven Materialien auf Basis freier Energiemodelle
- Entwicklung von Computercode zur Simulation des Materialverhaltens (Matlab)
- Implementierung der Matlab-Modelle in Matlab/Simulink-Umgebung zur Simulation typischer Aktorsysteme

### Weitere Informationen

Vorlesungsunterlagen (Folien) und Übungen werden begleitend im Internet zum Download bereit gestellt. Die mündliche Prüfung besteht aus Präsentation eines Gruppenprojektes zum zweiten Teil der Veranstaltung incl. Diskussion.

Unterrichtssprache: deutsch

### Literaturhinweise:

(alle Bücher können am Lehrstuhl für Unkonventionelle Aktorik nach Rücksprache eingesehen werden)

- M.V. Ghandi, B.S. Thompson, Smart Materials and Structures, Chapman & Hall, 1992
- A.V. Srinivasan, D.M. McFarland, Smart Structures, Cambridge University Press, 2001
- H. Janocha (ed.), Adaptronics and Smart Structures, Springer, 2<sup>nd</sup> rev. ed., 2007
- R.C. Smith, Smart Material Systems: Model Development (Frontiers in Applied Mathematics), SIAM, 2005
- D. J. Leo, Engineering Analysis of Smart Materials Systems, Wiley, 2007

Modulelement <b>Festkörperphysik II</b>					Abk. <b>EP Va</b>
Studiensem. <b>2</b>	Regelstudiensem. <b>2</b>	Turnus <b>Jedes SS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>3</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. rer. nat. Thomas Wichert		
<b>Dozent/inn/en</b>	1 Hochschullehrer(in) der Experimentalphysik 1 student. Betreuer pro Übungsgruppe		
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Physik, Pflicht Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Pflicht im Kernbereich Physik		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen. Inhaltliche Voraussetzung sind grundlegende Kenntnisse in der Festkörperphysik		
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Vorlesung mit Übung: Eine benotete Klausur oder mündliche Prüfung. Teilnahmevoraussetzung: jeweils erfolgreiche Bearbeitung der Aufgaben in den Übungen		
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung „Experimentalphysik Va“ (Festkörperphysik II) 2 SWS / 2 CP</li> <li>• Übung zur Vorlesung (max. Gruppengröße: 15) 1 SWS / 2 CP</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 2 SWS 30 Stunden</li> <li>• Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 1 SWS 15 Stunden</li> <li>• Vor- und Nachbereitung Vorlesung, Bearbeitung der Übungsaufgaben, Klausur- oder Prüfungsvorbereitung 75 Stunden</li> </ul>		
<b>Modulnote</b>	Note der Klausur bzw. der mündlichen Prüfung		

---

#### **Lernziele/Kompetenzen**

- Erwerb von fortgeschrittenen Kenntnissen zur Festkörperphysik
- Vermittlung eines Überblick der historischen Entwicklung und moderner Anwendungen
- Vermittlung wissenschaftlicher Methodik, insbesondere der Fähigkeit, einschlägige Probleme mit qualitativ mittels mathematischer Formalismen zu behandeln und selbständig zu lösen
- Kennenlernen von Schlüsselexperimenten und experimentellen Techniken/Messmethoden
- Einüben elementarer Techniken wissenschaftlichen Arbeitens, insbesondere der Fähigkeit, physikalische Problemstellungen durch Anwendungen mathematischer Formalismen selbständig zu lösen

---

#### **Inhalt**

- Metalle
- Fermi-Flächen
- Halbleiter
- Dielektrische Eigenschaften
- Magnetismus
- Supraleitung
- Moderne experimentelle Methoden der Festkörperphysik

Weitere Informationen

Inhaltlich wird auf die Module EP I, EP II, EP III, EP IV aufgebaut.

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:

- Kittel: Festkörperphysik
- Ashcroft, Mermin: Festkörperphysik
- Kopitzi: Einführung in die Festkörperphysik
- Ibach, Lüth: Festkörperphysik

Modulelement <b>Nanostrukturphysik II</b>					<b>EP Vb</b>
Studiensem. <b>2</b>	Regelstudiensem. <b>2</b>	Turnus <b>Jedes SS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>4</b>	ECTS-Punkte <b>5 (ab WS 16/17)</b> <b>6 (bis SoSe 16)</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. U. Hartmann
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. R. Birringer Prof. Dr. U. Hartmann
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Physik, Wahlpflicht Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Pflicht im Kernbereich Physik
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Vortrag oder mündliche Prüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung „Spezielle Themen der Nanostrukturforschung“ und ggf. integrierte Vorträge, 4 SWS, V4
<b>Arbeitsaufwand</b>	Vorlesung inkl. ggf. integrierter Vorträge 15 Wochen à 4 SWS: 60 h Vor- und Nachbereitung: 60 h Prüfungs- oder Vortragsvorbereitung: 30 h
<b>Modulnote</b>	Bewertung des Vortrags oder Note der mündlichen Prüfung

---

### Lernziele/Kompetenzen

Kennen lernen aktueller Forschungsrichtungen der Nanostrukturphysik und Nanotechnologie, insbesondere Erarbeitung von Methoden mit Querschnittscharakter, Detailwissen in speziellen Bereichen der Nanostrukturforschung und Nanotechnologie.

---

### Inhalt

Grundlegende Methoden und Verfahren

- Einführung: Größen-Eigenschafts-Beziehungen
- Rastersondenverfahren und oberflächenanalytische Methoden
- Theoretische und numerische Charakterisierungsmethoden
- Dünne Schichten
- Nanostrukturierte Massivmaterialien
- Lithographische Verfahren
- Diskrete Nanoobjekte

Anwendungsbereiche

- Anwendungen funktioneller Oberflächen
- Anwendungen nanostrukturierter Massivmaterialien
- Mikro- und Nanofluidik
- Nanoelektromechanische Systeme
- Nanobiotechnologie
- Nano- und Molekularelektronik
- Ferromagnetische Materialien und Bauelemente
- Informations- und Kommunikationstechnik
- Medizin und Pharmazeutik

### Weitere Informationen

Vorlesungsunterlagen (Präsentationen und Abbildungen) werden auf den Web-Seiten der beteiligten Lehrstühle zum Download bereitgestellt. Für die Diskussion der Vortragsthemen und für die Betreuung der Vortragsvorbereitung stehen wissenschaftliche Mitarbeiter der Lehrstühle zur Verfügung.

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:

M. Di Ventra et al. (Ed.), *Introduction to Nanoscale Science and Technology* (Springer, N.Y., 2004)  
G. Cao, *Nanostructures and Nanomaterials* (Imperial Collage Press, London, 2007)  
M. Wautelet et al. , *Nanotechnologie* (Oldenbourg, München, 2008)

Modul					Abk.
<b>Theoretische Physik IV für MuN</b>					
Studiensem. <b>1</b>	Regelstudiensem. <b>3</b>	Turnus <b>Jedes WS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>5</b>	ECTS-Punkte <b>6</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Rieger
<b>Dozent/inn/en</b>	Hochschullehrer(innen) der Theoretischen Physik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Kernbereich Physik
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen. Die Inhalte des Moduls TP III werden vorausgesetzt.
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Klausur oder mündliche Prüfung Prüfungsvorleistungen: Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Quantenphysik und statistische Physik: Weiterführende Konzepte <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung (4 SWS)</li> <li>• Übung (1 SWS)</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 4 SWS <span style="float: right;">60 Stunden</span></li> <li>• Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 1 SWS <span style="float: right;">15 Stunden</span></li> <li>• Vor- und Nachbereitung Vorlesung, Bearbeitung der Übungsaufgaben, Klausur- oder Prüfungsvorbereitung <span style="float: right;">105 Stunden</span></li> </ul> <hr style="width: 20%; margin-left: 0;"/> <p style="text-align: right;">Summe <span style="float: right;">180 Stunden</span></p>
<b>Modulnote</b>	Aus der Klausurnote bzw. der Note der mündlichen Prüfung

---

#### Lernziele/Kompetenzen

- Überblick über weiterführende Konzepte, Methoden und Begriffe der theoretischen Quantenphysik und der statistischen Physik.
- Diskussion von komplexeren Modellsystemen
- Anschluss an aktuelle Forschungsgebiete
- Einführung in moderne Methoden der Quantenmechanik und statistischen Physik

---

#### Inhalt

- Variations- und Störungsrechnung
- Zeitabhängige Phänomene
- Mehrteilchenprobleme, identische Teilchen
- Ideale Quantengase
- Klassische wechselwirkende Systeme
- Phasenübergänge
- Stochastische Prozesse

---

Weitere Informationen

Unterrichtssprache:

Literaturhinweise:

- C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe, Quantenmechanik 1&2, de Gruyter, 1998
- W. Nolting, Grundkurs Theoretische Physik 5/2, Springer, 2006
- R. Shankar, Principles of Quantum Mechanics, Springer, 1994
- F. Schwabl, Quantenmechanik 1&2, Springer, 2004
- F. Schwabl, Statistische Mechanik, Springer, 2006
- W. Nolting, Grundkurs Theoretische Physik 6, Springer, 2004
- W. Brenig, Statistische Theorie der Wärme, Springer, 1992
- F. Reif und W. Muschnik, Statistische Physik und Theorie der Wärme, de Gruyter, 1987
- M. LeBellac, F. Mortessagne, G.G. Batrouni, Equilibrium and Non-Equilibrium Thermodynamics, Cambridge University Press, 2004

Modul: <b>NanoBioMaterialien (Neue Materialien)</b>					Abkürzung
Studiensemester <b>1-4</b>	Regelstudiensemester <b>2-3</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>2 Semester</b>	SWS <b>4</b>	ECTS-Punkte <b>6</b>

<b>Modulverantwortliche</b>	Prof. Eduard Arzt
<b>Dozent/inn/en</b>	Arzt und Dozenten des INM, Ansprechpartner: PD Dr. I. Weiss
<b>Zuordnung zum Curriculum</b> [Pflicht, Wahlpflicht]	Masterstudium nicht-physikalische Wahlpflicht
<b>Zulassungsvoraussetzungen zur Modulprüfung</b>	Keine
<b>Prüfungen</b>	Klausur/mündl. Prüfung am Semesterende (mündl. Prüfungen zur Vorlesung NanoBioMaterialien I + II)
<b>Lehrveranstaltungen</b>	Vorlesung NanoBioMaterialien 4 SWS (6 CP) (Anwendungsorientierte Interdisziplin. Materialwissenschaft)
<b>Arbeitsaufwand</b>	Nano/Biomaterialien 4 SWS: 60 h Vor- Nachbereitung, Klausur / mündl. Prüfungen 120 h Summe: 180 h (6 CP)
<b>Modulnote</b>	gewichteter Mittelwert aus den Noten der Teilprüfungen gemäß §11 der Prüfungsordnung

#### Lernziele/Kompetenzen

Skaleneffekte in der Materialwissenschaft – Grundlagen und Anwendung

Präparatives Arbeiten in der Materialwissenschaft (Chemie / Nanotechnologie)

Präparatives Arbeiten in der Materialwissenschaft (Biochemie / Biotechnologie)

Neue physikalische Testverfahren für die interdisziplinäre Materialwissenschaft (Physik)

Analytisches Arbeiten in der Materialwissenschaft (Physik)

Analytisches Arbeiten in der Materialwissenschaft (Chemie)

Analytisches Arbeiten in der Materialwissenschaft (Zellbiologie)

Analytisches Arbeiten in der Materialwissenschaft (Biochemie)

#### Inhalte

Vorlesung Nano/Biomaterialien

Herstellung von Nanopartikeln

Nanokomposite

Polymere Oberflächenstrukturen

Biologische Materialien

Nanopartikel in biologischer Umgebung

Nanotribologie

Mikro/Nanometalle

Nanoanalytik I – Aufschlussverfahren und Chemische Spurenanalytik

Nanoanalytik II und III – Mikroskopie und Beugung

Komposit-Materialien für die Optik

Schutzschichten

PVD/CVD Processes and Biomedical Coatings

Biomineralisation

#### Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch/Englisch

Literaturhinweise:

<b>Nanomechanik</b>					Abk. <b>NM</b>
Studiensem. <b>1 oder 2</b>	Regelstudiensem. <b>2</b>	Turnus <b>SS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>4</b>	ECTS-Punkte <b>5</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Bennewitz
<b>Dozent/inn/en</b>	Hochschullehrer(innen) der Experimental-Physik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Teilmodul zum Modul Physikalische Wahlpflicht (PWP)
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen. Inhaltliche Voraussetzungen: grundlegende Kenntnisse in Mechanik und Festkörperphysik
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Klausur oder mündliche Prüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	- Vorlesung (3 SWS) - Seminar (1 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	- Präsenzzeit: 60 h (4 SWS x 15 Wo.) - Vor- und Nachbereitung (V): 30 h (2 h/Wo x 15 Wo.) - Vorbereitung Seminarvortrag und Abfassen der schriftlichen Version: 60 h (4 h/Wo. x 15 Wo.)
<b>Modulnote</b>	Aus der Klausurnote bzw. Note der mündlichen Prüfung

---

### **Lernziele/Kompetenzen**

Überblick über grundlegende Konzepte, experimentelle Methoden, sowie neuere Ergebnisse im Bereich der mechanischen Eigenschaften von Strukturen mit Abmessungen auf der Nanometerskala. Herstellen des Zusammenhangs zwischen den theoretischen Begriffen und Resultaten mit experimentellen Ergebnissen  
 Kenntnis von Schlüsselexperimenten und experimentellen Techniken/Messmethoden  
 Selbstständiges Erarbeiten eines eng umgrenzten Themengebiets anhand vorgegebener Literatur  
 Einüben von Präsentationstechniken

---

### **Inhalt**

Grundlagen der Beziehung zwischen atomarer Struktur und mechanischen Eigenschaften  
 Mechanisches Verhalten einzelner Makromoleküle  
 Plastizität von Nanodrähten  
 Quantisierte Schwingungen von mikroskopischen Balken  
 Reibungsphänomene auf atomarer Skala  
 Weitere aktuelle Forschungsarbeiten zur Nanomechanik

---

### **Weitere Informationen**

Unterrichtssprache: Auf gemeinsamen Wunsch aller Teilnehmerinnen und Teilnehmer kann die Vorlesung in englischer Sprache gehalten werden.  
 Literaturhinweise:  
 Andrew N. Cleland: Foundations of Nanomechanics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2003

Modul <b>Komplexe Mikrosysteme (Mikromechanik 4)</b>					Abk.
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>2</b>	<b>2</b>	<b>Jedes SS</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. rer. nat. Helmut Seidel
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. rer. nat. Helmut Seidel
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Masterstudiengang Mechatronik, Kernbereich der Vertiefung Mikrosystemtechnik; Masterstudiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Fachspezifische Wahlpflicht
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Mündliche oder schriftliche Prüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	2V/1Ü
<b>Arbeitsaufwand</b>	120 h
<b>Modulnote</b>	Prüfungsnote

---

#### **Lernziele/Kompetenzen**

Erlangen von Grundkenntnissen im Entwurf von Mikrosystemen sowie von vertieften Kenntnissen in ausgewählten komplexen Anwendungsgebieten der Mikrosystemtechnik

---

#### **Inhalt**

Einführung in die Modellierung und in den Entwurf von Mikrosystemen  
 Einführung in den Gebrauch der Finite-Elemente Simulation (ANSYS)  
 Mikrosysteme im Automobil  
 Inertialsensorik, Navigation, Satellitennavigation  
 Einführung in RF-MEMS (Radio Frequency Micro Electro Mechanical Systems)  
 Bauelemente der Mikrooptik (MOEMS = Micro Opto Electro Mechanical Systems)

---

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise: Werden in der Vorlesung bekannt gegeben

Modul <b>Multisensorsignalverarbeitung</b>					Abk.
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>2</b>	<b>2</b>	<b>Jedes SS</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Andreas Schütze
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. Andreas Schütze und Mitarbeiter des Lehrstuhls Messtechnik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Mechatronik, Kategorie Erweiterungsbereich; Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen; Kategorie fachspezifische Wahlpflicht; Master Maschinenbau, Wahlpflichtbereich der Vertiefung Mikro- und Feinwerktechnik.
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bearbeitung von praktischen Übungsaufgaben und Präsentation der Ergebnisse</li> <li>• Mündliche Prüfung</li> <li>• Bearbeitung eines Themas aus dem Spektrum der Vorlesung und Präsentation im Rahmen eines Seminarvortrags</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung Multisensorsignalverarbeitung und begleitendes Seminar, 3SWS, V2 S1
<b>Arbeitsaufwand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung + Seminarvorträge 15 Wochen 2 SWS 30 h</li> <li>• Vor- und Nachbereitung 25 h</li> <li>• Praktische Übungen 5 h</li> <li>• Eigenständige Bearbeitung eines Themas aus dem Spektrum der Vorlesung 45 h</li> <li>• Dokumentation und Vortrag 15 h</li> </ul>
<b>Modulnote</b>	Endnote wird berechnet aus den Teilnoten Übungsaufgabe, mündliche Prüfung und Seminarvortrag (20:30:50)

---

### **Lernziele/Kompetenzen**

Kennenlernen verschiedener Methoden und Prinzipien für mustererkennende Methoden, insbesondere für die Signalverarbeitung von Multisensorarrays; Bewertung unterschiedlicher Ansätze und Methoden für spezifische Fragestellungen. Eigenständige Erarbeitung von Methoden zur Signalverarbeitung und Darstellung der Vor- und Nachteile an Hand spezifischer Beispiele.

---

### **Inhalt**

- Motivation für Multisensorsysteme;
- Merkmalsextraktion und Signalvorverarbeitung;
- Overfitting und Validierungsmethoden:
  - Leave-one-out cross validation (LOOCV),
  - N-fold cross validation,
  - Boot strapping;
- Statistische Signalverarbeitungsmethoden zur multivariaten Analyse:
  - PCA (principal component analysis),
  - LDA (linear discriminant analysis),

- 
- Regressionsanalyse (PCR, PLSR, LASSO)
  - Support Vector Machines (SVM) und Support Vector Regression (SVR)
  - Künstliche neuronale Netze ANN (artificial neural networks):
    - Motivation und Aufbau,
    - Lernalgorithmus (backpropagation),
    - Self organizing networks (Kohonen-Karten);
  - Weitere Ansätze, z.B. Fuzzy-Technologien; kombinierte Ansätze;
  - Anwendungsbeispiele zur Mustererkennung, qualitativen und quantitativen Auswertung;
  - Erarbeitung eines individuellen Themas im Rahmen eines Seminarvortrags.
- 

#### Weitere Informationen

Vorlesungsunterlagen (Folien) und Übungen werden begleitend im Internet zum Download bereitgestellt; begleitende praktische Übungen werden z.T. an Hand von Rechnersimulationen (Merkmalsextraktion, Vorverarbeitung, SVM/SVR, LDA/PCA, etc.) durchgeführt. Die Vorlesung ist kombiniert mit einem Seminar, in dem die Teilnehmer eigenständig Teilthemen erarbeiten und präsentieren.

Unterrichtssprache: deutsch

#### Literaturhinweise:

(alle Bücher können am Lehrstuhl für Messtechnik nach Rücksprache eingesehen werden)

- begleitendes Material zur Vorlesung (<http://www.lmt.uni-saarland.de>);
- R.O. Duda et. al.: "Pattern Classification", sec. ed., Wiley-Interscience;
- A. Zell: „Simulation Neuronaler Netze“, R. Oldenbourg Verlag, 2000;
- T. Kohonen: „Self-Organizing Maps“, Springer Verlag, 2001;
- F. Höppner et. al.: „Fuzzy-Clusteranalyse“, Vieweg, 1997;
- H. Ahlers (Hrsg.): „Multisensorikpraxis“, Springer Verlag Berlin, 1997
- T.C. Pearce, S.S. Schiffman, H.T. Nagle, J.W. Gardner (eds.): „Handbook of Machine Olfaction - Electronic Nose Technology“, WILEY-VCH, 2003.

Modul: <b>Mikroelektronik 3</b>					Abk.
Studiensem. <b>3</b>	Regelstudiensem. <b>3</b>	Turnus <b>Jedes WS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>3</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr.-Ing. Chihao Xu

**Dozent/inn/en** Prof. Dr.-Ing. Chihao Xu

**Zuordnung zum Curriculum** [Pflicht, Wahlpflicht, Wahlbereich] Master Mechatronik, Kernbereich der Vertiefung  
 Mikrosystemtechnik  
 Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen; fachspezifische  
 Wahlpflicht

**Zulassungsvoraussetzungen** Keine formalen Voraussetzungen

**Leistungskontrollen / Prüfungen** benotete mündliche Abschlussprüfung

**Lehrveranstaltungen / SWS** [ggf. max. Gruppengröße] Mikroelektronik III  
 1 Vorlesung: 2SWS  
 1 Übung: 1SWS

**Arbeitsaufwand**

Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 2 SWS:	30h
Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 1 SWS:	15h
Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung:	45h
Prüfungsvorbereitung:	30h
<b>Summe:</b>	<b>120h (4CP)</b>

**Modulnote** Abschlussprüfungsnote

### Lernziele/Kompetenzen

Verständnisse und Kenntnisse im Verhalten, in der Beschreibung und im Entwurf integrierter analoger und mixed-signal CMOS-Schaltungen.

### Inhalt

Vorlesung und Übung Mikroelektronik III

- Einführung in die Analogtechnik
- MOS-Technologie (Eigenschaften, Bauelemente Funktionale Sicht)
- MOS-Transistoren in Schaltungen (CMOS-Schaltungskomponenten)
- Frequenzgang der Verstärker (allgemein, Kapazität und Pol, Common Source, Kaskode, Rückkopplung)
- OP-Verstärker (Einstufiger- und Zweistufiger Verstärker, Ausgangsstufe, Kenngrößen)
- Referenzschaltungen (einfache Referenzschaltungen, Bandgap-Referenz, Spannungsregler, I-Referenz,  $g_m$ -Referenz)
- Switched Capacitor Schaltungen (Switched Capacitor (SC) Grundlagen, SC Integrator und Verstärker, SC Filter, Sample and Hold Schaltungen)
- AD-Wandler (Einführung, Komparator, paralleler AD-Wandler, sukzessive Approximation AD-Wandler, Integrierter Dual Slop AD-Wandler)
- DA-Wandler (Einführung, paralleler AD-Wandler, serieller DA-Wandler)

### Weitere Informationen [Unterrichtssprache, Literaturhinweise, Methoden, Anmeldung]

Unterrichtssprache: deutsch

Literatur: Skriptum des Lehrstuhls zur Vorlesung, Vorlesungsfolien, weiterführende Literatur wird zu Beginn der ersten Vorlesung bekannt gegeben

Methoden: Information durch Vorlesung, Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeiten, aktive Teilnahme an den Übungen)

Modul: <b>Mikroelektronik 4</b>					Abk.
Studiensem. <b>2</b>	Regelstudiensem. <b>2</b>	Turnus <b>Jedes SS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>3</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr.-Ing. Chihao Xu

**Dozent/inn/en** Prof. Dr.-Ing. Chihao Xu

**Zuordnung zum Curriculum** Master Mechatronik, Kategorie Erweiterungsbereich  
 [Pflicht, Wahlpflicht, Wahlbereich] Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen; fachspezifische Wahlpflicht

**Zulassungsvoraussetzungen** Keine formalen Voraussetzungen

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Präsentation einer Arbeit und mündliche Befragung am Semesterende

**Lehrveranstaltungen / SWS** 1 Vorlesung: 2SWS  
 [ggf. max. Gruppengröße] 1 Übung: 1SWS

**Arbeitsaufwand** Präsenzzeit Vorlesung: 15 Wochen à 2 SWS = 30 h  
 Präsenzzeit Übung: 14 Wochen à 1 SWS = 14 Stunden  
 Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung: 46 Stunden  
 Klausurvorbereitung: 30 Stunden

**Modulnote** Abschlussprüfung

### Lernziele/Kompetenzen

Wie Mikroelektronik in Systemen, insbesondere zur Ansteuerung reeller Anwendungen wie Displays eingesetzt wird. Es schließt Systempartitionierung, Design und Algorithmen ein.

### Inhalt

- HV circuit (charge pump, level shifter, hv driver)
- Automotiver Lampentreiber
- Power Management (LDO, Schaltnetzteile)
- Low Power Design
- Licht, Farbe und Visuelle Effekte
- PM-LCD Display Steuerung
- AM-LCD Display (TFT) Steuerung
- PM-OLED Display Steuerung
- AM-OLED Display Steuerung
- Weitere Themen je nach Auswahl der Studierenden

### Weitere Informationen [Unterrichtssprache, Literaturhinweise, Methoden, Anmeldung]

Unterrichtssprache: deutsch

Literatur: Vorlesungsfolien, Veröffentlichungen

Modul <b>Hochgeschwindigkeitselektronik</b>					Abk. <b>HISEL</b>
Studiensem. <b>2</b>	Regelstudiensem. <b>2</b>	Turnus <b>Jedes SS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>3</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Michael Möller
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr.-Ing. Michael Möller
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Mechatronik, Kategorie Erweiterungsbereich Bachelor Mechatronik Wahlpflichtbereich Bachelor MuN Wahlpflichtbereich Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen; fachspezifische Wahlpflicht
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Mündliche oder schriftliche Prüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	3 SWS, V2 Ü1
<b>Arbeitsaufwand</b>	45 h Vorlesung + Übungen 45h Vor- und Nachbereitung 30h Klausurvorbereitung
<b>Modulnote</b>	Prüfungsnote

### Lernziele/Kompetenzen

Die Veranstaltung vermittelt systematisch grundlegende Kenntnisse und Fertigkeiten für die methodenbasierte Entwicklung und Optimierung schneller integrierter Schaltungen auf dem aktuellen Stand der Forschung. Grundlegende geschwindigkeitsbegrenzende Effekte der Schaltungselemente, sowie der zugehörigen Aufbau- und Verbindungstechnik werden erläutert und deren Potenzial hinsichtlich einer Geschwindigkeitsoptimierung diskutiert (Strukturgrößen, Materialien, Transistortyp und -technologie). Die Grundzüge der Entwicklung einfacher physikalisch basierter Kompaktmodelle für die Schaltungssimulation und deren problemangepasste Reduktion für die methodische analytische Schaltungsentwicklung und Optimierung werden gezeigt. Darauf aufbauend werden grundlegende Konzepte und Prinzipien der Schaltungstechnik und -topologie für hohe Geschwindigkeiten vermittelt. Durch die Einführung einer einfachen vereinheitlichten Beschreibungsweise der Transistorgrundschaltungen erwirbt der Studierende eine universelle Methode zur analytischen Entwicklung und Analyse beliebiger Schaltungen. Die Veranstaltung legt Wert auf eine allgemeingültige Darstellung von Fakten und Methoden um eine möglichst einfache Übertragbarkeit auf zukünftige „nanoskalige“ Halbleiterbauelemente und Effekte zu ermöglichen. Die Demonstration und Einübung des Vorlesungsstoffes erfolgt sowohl anhand einfacher analytischer Berechnungen als auch mit Hilfe eines Schaltungssimulationsprogramms. Als Anwendungsbeispiel werden sämtliche Send- und Empfangskomponenten einer Glasfaserübertragungsstrecke (10-100 Gbit/s) behandelt.

### Inhalt

- Parasitäre Elemente der Aufbau- und Verbindungstechnik
- Dynamische Eigenschaften und Treiberfähigkeit des Transistors
- Modell und dynamische Kenngrößen des Bipolar-Transistors
- Differentielle Schaltungstechnik, Virtuelle Masse, Prinzip negativer Betriebsspannung
- Konzept der Fehlanpassung und Impedanztransformation
- Frequenzabhängige Eigenschaften der Transistorgrundschaltungen
- Grundschaltungen und Schaltungsstrukturen (TAS, TIS, Multiplizierer)
- Hochgeschwindigkeitsschaltungen (TIA, AGC- und Limiting Amp., DEMUX, MUX, EXOR, VCO, Phasendetektor, PLL zur Datenrückgewinnung)

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch

Literaturhinweise:

Vorlesungsskript

High Speed Integrated Circuit Technology Towards 100 GHz Logic, M. Rodwell, World Scientific

Intuitive Analog Circuit Design, Marc T. Thompson, Elsevier

Ausgewählte Publikationen (Angaben in der Vorlesung)

Modul <b>Hochfrequenztechnik</b>					Abk. <b>HF</b>
Studiensem. <b>1</b>	Regelstudiensem. <b>1</b>	Turnus <b>Jedes WS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>3</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Michael Möller
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr.-Ing. Michael Möller
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Mechatronik, Kernbereich der Vertiefung Elektrotechnik Bachelor Mechatronik Wahlpflichtbereich Master MuN Wahlpflichtbereich Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen; fachspezifische Wahlpflicht
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Mündliche oder schriftliche Prüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	3 SWS, V2 Ü1
<b>Arbeitsaufwand</b>	45 h Vorlesung + Übungen 45h Vor- und Nachbereitung 30h Klausurvorbereitung
<b>Modulnote</b>	Prüfungsnote

### **Lernziele/Kompetenzen**

Die Veranstaltung gibt eine systematische Einführung in die Eigenschaften, Analyse und Modellierung räumlich verteilter elektrischer Netzwerke, deren Abmessungen im Bereich hoher Frequenzen in der Größenordnung der Wellenlänge und darüber liegt. Im Vordergrund steht die Vermittlung eines Grundverständnisses der für diese Zwecke geeigneten Methoden und Betrachtungsweisen. Die Inhalte werden allgemeingültig anhand grundlegender Prinzipien und Eigenschaften vermittelt und anhand von praktischen Anwendungsbeispielen und Experimenten verdeutlicht. Aufgrund der netzwerkbasierter Beschreibung vermittelt die Veranstaltung grundlegende Kenntnisse und Fertigkeiten, die insbesondere für aktuelle und zukünftige Entwicklungen planarer Aufbauten mit integrierten Mikrowellenschaltungen (MMICs) im zwei bis dreistelligen GHz-Bereich benötigt werden. Beispiele dafür sind Aufbauten von Sende- und Empfangskomponenten für Anwendungen im Bereich Kfz-Radar, Mobilfunk, 100-Gbit-Ethernet, Satellitenkommunikation, Radioastronomie sowie Mess- Test- und Analysegeräte im dreistelligen GHz- und Gbit/s-Bereich.

### **Inhalt**

- Definition hoher Frequenz/Geschwindigkeit und verteiltes/konzentriertes Netzwerk.
- Modellierung verteilter el. Netzwerke mit Konzentrierten Bauelementen
- Spannungs- Strom und Leistungswellen
- S-, T-, M- und Kettenparameter von N-Toren
- Schaltungsanalyse mit Signalflussdiagramm und Smith-Chart
- Gekoppelte Leitungsstrukturen, Eigenmoden, Modenkonversionsparameter von 2N-Toren
- Satz von Tellegen, Fostersche Reaktanzsätze, Brunesche Pseudoenergiefunktionen
- Eigenschaften symmetrischer, verlustloser, passiver, reziproker Netzwerke.
- Passive Komponenten und Strukturen der leitungsgebundenen Hochfrequenztechnik
- Zeit- und Frequenzbereichsmethoden zur messtechnischen Charakterisierung von Netzwerken
- Elektronisches Rauschen (physikalische Grundlagen, Prozesse/Ursachen, Modelle und Methoden)

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch

---

Literaturhinweise:

- Hochfrequenztechnik, Band 1, Edgar Voges, Bauelemente und Schaltungen, Hüthig
- Microwave Engineering, David M. Pozar, Wiley
- Grundlagen der Hochfrequenzmesstechnik, B. Schiek, Springer
- Rauschen, R. Müller, Springer
- Netzwerksynthese, W. Rupprecht, Springer

Modul <b>Magnetische Sensorik</b>					Abk.
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>2</b>	<b>2</b>	<b>Jedes SS</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Andreas Schütze		
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. Andreas Schütze und Mitarbeiter des Lehrstuhls Messtechnik		
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Mechatronik, Kategorie Erweiterungsbereich; Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Kategorie fachspezifische Wahlpflicht		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen		
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung Magnetische Sensorik und begleitende Übung, 3SWS, V2 Ü1		
<b>Arbeitsaufwand</b>	Vorlesung + Präsenzübungen 15 Wochen 3 SWS	45 h	
	Vor- und Nachbereitung	45 h	
	Prüfungsvorbereitung	30 h	
<b>Modulnote</b>	Note der mündlichen Prüfung		

---

### Lernziele/Kompetenzen

Kennen lernen verschiedener magnetischer Sensorprinzipien einschließlich spezifischer Vor- und Nachteile sowie Prinzip-bedingter Grenzen für Messunsicherheit etc.; Kennen lernen von Sensorsystemlösungen inkl. magnetischen Gebern/Maßstäben und Aufbauprinzipien; Einschätzen der Vor- und Nachteile in Abhängigkeit von der Applikation.

---

### Inhalt

- Motivation für magnetische Sensorlösungen
  - Grundlagen: magnetische Felder und magnetische Materialien
  - Hall-Sensoren:
    - Grundlagen
    - Realisierung in CMOS-Technik inkl. Signalverarbeitungsansätze
    - Ansätze für mehrdimensionale Messungen (vertical hall sensors, integrated magnetic concentrators, pixel cell)
  - Magnetoresistive Sensoren:
    - Grundlagen von AMR-, GMR- und TMR-Sensoren
    - Herstellungsprozesse
    - Funktionsverbesserung durch Layout-Optimierung
  - Fluxgate-Sensoren für rauscharme Messungen
  - Magnetische Geberstrukturen und Maßstäbe für Weg- und Winkelmessung
  - Anwendungsbeispiele z.B. aus den Bereichen Automatisierung, Automobil, Consumer Anwendungen
-

---

Weitere Informationen

Vorlesungsunterlagen (Folien) und Übungen werden begleitend im Internet zum Download bereitgestellt (<http://www.lmt.uni-saarland.de>).

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:

(alle Bücher können am Lehrstuhl für Messtechnik nach Rücksprache eingesehen werden)

- begleitendes Material zur Vorlesung;
- U. Dibbern: Magnetoresistive Sensors, in: W. Göpel, J. Hesse, J.N. Zemel (Eds.): SENSORS - a comprehensive Survey; Volume 5: Magnetic Sensors, VCH Verlag, 1989.
- R. Popović, W. Heidenreich: Magnetogalvanic Sensors, ebenda
- S. Tumanski: Thin Film Magnetoresistive Sensors, IoP Series in Sensors, 2001.
- T. Elbel: Mikrosensorik, Vieweg Verlag, 1996.
- R.S. Popovic: Hall effect devices, Adam Hilger, 1991.
- Div. Journalpublikationen und Konferenzbände.

Modul <b>Laser in Medicine and Nanobiotechnology</b>					Abk.
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>1,3</b>	<b>3</b>	<b>WS</b>	<b>1 Semester</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. K. König
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. K. König
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Mechatronik, Kernbereich Vertiefung Mikrosystemtechnik, Wahlpflichtfach Physik Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Wahlpflicht
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Benotete schriftliche Prüfung (Klausur), mündliche Nachprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	4 SWS Vorlesung inklusiv 2 Praktika (2X4 SWS) max. Gruppengröße: 24
<b>Arbeitsaufwand</b>	52 h Vorlesung 8 h Praktika 60 h Vor- und Nachbereitung 40 h Klausurvorbereitung
<b>Modulnote</b>	Prüfungsnote

#### **Lernziele/Kompetenzen**

- Verständnis von Biophotonik
- Verständnis von Laser-Zelle-Gewebe Wechselwirkungen
- Laserschutz-Kenntnisse
- Grundlagen Laser-Gewebebearbeitung
- Praktisches Arbeiten an Lasersystemen
- Kenntnisse in der optischen Diagnostik und Laser-Therapie
- Kenntnisse in der hochauflösenden Bildgebung + optischen Nanochirurgie

#### **Inhalt**

- Laserschutz & Lasertechnologie
- Gewebeoptik
- Laser-Gewebe-Wechselwirkungen
- Laser in der Diagnostik (Fluoreszenz, Remission, Photoakustik, OCT)
- Lasermikroskopie (Fluoreszenz/CLSM/TPM, Raman, CARS, SHG, STED)
- Optische Gen- und Proteindetektion (FISH, FRET, GFP, FLIM)
- Nanoskalpell, optische Transfektion
- Thermische und photochemische Effekte
- Multiphotonen-Tomographie
- Hochauflösende Bildgebung
- Laserchirurgie (LASIK etc)
- Praktikum auf dem Campus in Saarbrücken und in Homburg
- Vorträge externer Laserexperten

#### **Weitere Informationen**

Option: Zertifikat als Laserschutzbeauftragter (laser safety officer). Der Erhalt des Zertifikats erfordert den Erwerb der Broschüre „Laser in Nanobiotechnology and Medicine“.

Unterrichtssprache: Englisch

#### **Literaturhinweise:**

- Becker: Advanced time-correlated single photon counting techniques, Springer
- Periasamy: Cellular Imaging, Oxford
- Unfallverhütungsvorschrift Laserstrahlung BGVB2

Modul <b>Aufbau- und Verbindungstechnik 2</b>					Abk.
Studiensem. <b>2</b>	Regelstudiensem. <b>2</b>	Turnus <b>SS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>3</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Steffen Wiese
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Steffen Wiese
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen; fachspezifische Wahlpflicht Master Mechatronik, Erweiterungsbereich
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Aufbau- und Verbindungstechnik I
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Benotete schriftliche oder mündliche Prüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Vorlesung 15 Wochen à 2 SWS = 30 h Übung 15 Wochen à 1 SWS = 15 h Vor- und Nachbearbeitung = 45 h Prüfungsvorbereitung = 30 h  Gesamtaufwand = 120 h
<b>Modulnote</b>	Note der Klausur bzw. der mündlichen Prüfung

---

### Lernziele/Kompetenzen

Das Ziel der Lehrveranstaltung besteht darin, die Kenntnisse der Studierenden auf dem Gebiet der Aufbau- und Verbindungstechnik der Elektronik zu erweitern. Aufbauend auf den grundlegenden Kenntnissen zu elementaren Verbindungstechniken sollen dabei die Spezifika von flächenkontaktierbaren Bauelementen (Area Array), des Lotpastendrucks, von umweltfreundlichen Verbindungsverfahren, von speziellen Verdrahtungsträgertechnologien, sowie des Aufbaus von Solarmodulen vertiefend behandelt werden.

---

### Inhalt

- Einführung in die Problematik hoher Anschlusszahlen
- Flächenkontaktierbare Bauelemente
- Bumpingtechnologien
- Flip-Chip-Technik
- Chip-Size-Package
- Ball Grid Array
- Lotpastendruck
- Umweltfreundliche Verbindungsverfahren
- Spezielle Verdrahtungsträgertechnologien
- AVT für die Photovoltaik

---

### Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise: Bekanntgabe zu Beginn der Vorlesung

Modul <b>Zuverlässigkeit 2</b>					Abk.
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>2</b>	<b>2</b>	<b>SS</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Steffen Wiese
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Steffen Wiese
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen; fachspezifische Wahlpflicht Master Mechatronik, Erweiterungsbereich
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Der Besuch der LV Zuverlässigkeit I ist wünschenswert
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Benotete schriftliche oder mündliche Prüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Vorlesung 15 Wochen à 2 SWS = 30 h Übung 15 Wochen à 1 SWS = 15 h Vor- und Nachbearbeitung = 45 h Prüfungsvorbereitung = 30 h  Gesamtaufwand = 120 h
<b>Modulnote</b>	Note der Klausur bzw. der mündlichen Prüfung

---

### Lernziele/Kompetenzen

Der größte Teil der heute in elektronischen Aufbauten auftretenden Ausfälle lässt sich auf eine thermisch-mechanische Ursachenherkunft zurückführen. Deshalb besteht das Ziel der Lehrveranstaltung darin, eine Vertiefung der werkstoffphysikalischen Aspekte der Zuverlässigkeit vorzunehmen. Mit Bezug zu den in elektronischen Aufbauten und Mikrosystemen verwendeten Werkstoffen soll dabei der strukturelle Aufbau der Werkstoffe, ihr Verformungsverhalten und die daraus resultierende strukturelle Schädigung besprochen werden. Dabei soll vor allem die Methodik der ingenieurmäßigen Berechnung von Verformung und Schädigung eingegangen werden.

---

### Inhalt

- Problematik der thermisch-mechanischen Schädigung von elektronischen Aufbauten
- Typische thermische und mechanische Umweltbelastungen
- Struktureller Aufbau von Werkstoffen in Mikrodimensionen
- Nichtlineares Verformungsverhalten von Werkstoffen (zeitabhängig, temperaturabhängig)
- Schädigungsmechanisches Verhalten von Werkstoffen
- Methoden der Lebensdauerprognostik

---

Weitere Informationen  
 Unterrichtssprache: deutsch  
 Literaturhinweise:

S. Wiese: Verformung und Schädigung von Werkstoffen der Aufbau- und Verbindungstechnik – Das Verhalten im Mikrobereich. Berlin-Heidelberg: Springer 2010.

Modul <b>Laser in Material Processing</b>					Abk.
Studiensem. <b>2</b>	Regelstudiensem. <b>2</b>	Turnus <b>jährlich SS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>4</b>	ECTS-Punkte <b>5</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. K. König
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. K. König
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Mechatronik, Kernbereich Mikrosystemtechnik Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Wahlpflicht
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	keine
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Schriftliche Abschlussklausur, mündliche Wiederholungsprüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	4 SWS Vorlesung inklusiv 2 Praktika (2X4 SWS) max. Gruppengröße: 24
<b>Arbeitsaufwand</b>	52 h Vorlesung 8 h Praktika 60 h Vor- und Nachbereitung 40 h Klausurvorbereitung
<b>Modulnote</b>	Prüfungsnote

---

#### **Lernziele/Kompetenzen**

- Verständnis von Laserapplikationen im Maschinenbau
- Verständnis von Laser-Material- Wechselwirkungen
- Laserschutz-Kenntnisse
- Grundlagen Laser-Materialbearbeitung
- Praktisches Arbeiten an Laser-Nanoprocessing-Mikroskopen
- Kenntnisse in der Laser-Nanostrukturierung
- Kenntnisse in Analyse-Systemen

---

#### **Inhalt**

-Laserschutz  
 -Optische Eigenschaften von Materialien  
 -Laser-Material-Wechselwirkungen  
 -Industrie-Laser in der Materialbearbeitung  
 -Laserbohren, Laserschneiden, Laserschweißen, Laser-Beschichten. Laser-Härten, Laser-Polieren  
 -Laser-induzierte Plasmageneration  
 -UV-Laserlithographie  
 -3D-Zweiphotonen-Nanolithographie  
 -AFM und weitere Analysesysteme  
 -Praktikum auf dem Campus in Saarbrücken  
 -Vorträge externer Laserexperten

---

#### **Weitere Informationen**

Option: Zertifikat als Laserschutzbeauftragter (laser safety officer). Der Erhalt des Zertifikats erfordert den Erwerb der Broschüre „Laser in Material Processing“

Unterrichtssprache: Englisch

#### **Literaturhinweise:**

-Kannatey-Asibu: Laser Materials Processing, Wiley 2009  
 -Hügel/Graf: Laser in der Fertigung, Vieweg+Teubner 2009  
 -Unfallverhütungsvorschrift Laserstrahlung BGVB2

Modul <b>Mikrosensorik</b>					Abk.
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>2</b>	<b>2</b>	<b>SS</b>	<b>1 Sem.</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Andreas Schütze		
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. Andreas Schütze und Mitarbeiter des Lehrstuhls Messtechnik		
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Pflicht im Diplom-Studiengang Mechatronik, Vertiefung MST; Master-Studiengang Mechatronik: Modul der Kategorie Kernbereich der Vertiefung Mikrosystemtechnik; Wahlpflicht im Studiengang MuN (Master) Bachelor Mechatronik, Wahlpflicht Mikrosystemtechnik		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen		
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Mündliche Prüfung, zusätzlich benoteter Seminarvortrag Endnote wird berechnet aus Note der mündlichen Prüfung und Seminarnote (70:30)		
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung Mikrosensorik und begleitende Übung in Seminarform, 3SWS, V2 Ü1		
<b>Arbeitsaufwand</b>	Vorlesung + Präsenzübungen 15 Wochen 3 SWS	45 h	
	Vor- und Nachbereitung Vorlesung	15 h	
	Vorbereitung und Präsentation Seminar	30 h	
	Prüfungsvorbereitung	30 h	
<b>Modulnote</b>	Note der mündlichen Prüfung		

### **Lernziele/Kompetenzen**

Kennen lernen verschiedener Mikrosensorprinzipien einschließlich spezifischer Vor- und Nachteile sowie Prinzip-bedingter Grenzen für Messunsicherheit etc.; Kennen lernen von Sensorsystemlösungen inkl. Aufbauprinzipien und technologischer Aspekte; Einschätzen der Vor- und Nachteile in Abhängigkeit von der Applikation.

### **Inhalt**

- Magnetische Mikrosensoren
  - Grundlagen: magnetische Felder und magnetische Materialien
  - Hall-Sensoren:
    - Grundlagen
    - Realisierung in CMOS-Technik inkl. Signalverarbeitungsansätze
    - Ansätze für mehrdimensionale Messungen (vertical hall sensors, integrated magnetic concentrators, pixel cell)
  - Magnetoresistive Sensoren:
    - Grundlagen von AMR-, GMR- und TMR-Sensoren
    - Herstellungsprozesse
    - Funktionsverbesserung durch Layout-Optimierung
  - Anwendungsbeispiele z.B. aus den Bereichen Automatisierung, Automobil, Consumer Anwendungen

- Chemische Mikrosensoren
  - IR-Absorption
    - Grundlagen: Wechselwirkung von Licht mit Materie
    - IR-Gasmesstechnik
    - IR-Mikrosensor für Flüssigkeitsanalyse
  - Gas-FET
    - Grundlagen: Wechselwirkung von Adsorbaten mit Feldeffekttransistoren
    - Klassischer Wasserstoff-FET
    - Suspended Gate und Perforated FET
  - Mikro- und nanostrukturierte Metalloxid-Gassensoren
    - Grundlagen: Widerstandsänderung durch Redox-Reaktionen an Oberflächen
    - Technologie mikrostrukturierter Sensoren
    - Nanotechnologie für die Gassensorik
- Weitere Mikrosensoren (nach Interesse und verfügbarer Zeit)

---

Weitere Informationen

Vorlesungsunterlagen (Folien) und Übungen werden begleitend im Internet zum Download bereit gestellt (<http://www.lmt.uni-saarland.de>).

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:

(alle Bücher können am Lehrstuhl für Messtechnik nach Rücksprache eingesehen werden)

- begleitendes Material zur Vorlesung;
- U. Dibbern: Magnetoresistive Sensors, in: W. Göpel, J. Hesse, J.N. Zemel (Eds.): SENSORS - a comprehensive Survey; Volume 5: Magnetic Sensors, VCH Verlag, 1989.
- R. Popović, W. Heidenreich: Magnetogalvanic Sensors, ebenda
- S. Tumanski: Thin Film Magnetoresistive Sensors, IoP Series in Sensors, 2001.
- T. Elbel: Mikrosensorik, Vieweg Verlag, 1996.
- R.S. Popovic: Hall effect devices, Adam Hilger, 1991.
- P. Gründler: Chemische Sensoren – eine Einführung für Naturwissenschaftler und Ingenieure, Springer, 2003.
- T.C. Pearce, S.S. Schiffman, H.T. Nagle, J.W. Gardner (eds.): Handbook of Machine Olfaction - Electronic Nose Technology, WILEY-VCH, 2003.
- Div. Journalpublikationen und Konferenzbände.

Nanomechanik					Abk. NM
Studiensem. 1 oder 2	Regelstudiensem. 2	Turnus SS	Dauer 1 Semester	SWS 4	ECTS-Punkte 5

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Bennewitz
<b>Dozent/inn/en</b>	Hochschullehrer(innen) der Experimental-Physik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Teilmodul zum Modul Physikalische Wahlpflicht (PWP)
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen. Inhaltliche Voraussetzungen: grundlegende Kenntnisse in Mechanik und Festkörperphysik
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Klausur oder mündliche Prüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	- Vorlesung (3 SWS) - Seminar (1 SWS)
<b>Arbeitsaufwand</b>	- Präsenzzeit: 60 h (4 SWS x 15 Wo.) - Vor- und Nachbereitung (V): 30 h (2 h/Wo x 15 Wo.) - Vorbereitung Seminarvortrag und Abfassen der schriftlichen Version: 60 h (4 h/Wo. x 15 Wo.)
<b>Modulnote</b>	Aus der Klausurnote bzw. Note der mündlichen Prüfung

---

### Lernziele/Kompetenzen

Überblick über grundlegende Konzepte, experimentelle Methoden, sowie neuere Ergebnisse im Bereich der mechanischen Eigenschaften von Strukturen mit Abmessungen auf der Nanometerskala. Herstellen des Zusammenhangs zwischen den theoretischen Begriffen und Resultaten mit experimentellen Ergebnissen  
 Kenntnis von Schlüsselexperimenten und experimentellen Techniken/Messmethoden  
 Selbstständiges Erarbeiten eines eng umgrenzten Themengebiets anhand vorgegebener Literatur  
 Einüben von Präsentationstechniken

---

### Inhalt

Grundlagen der Beziehung zwischen atomarer Struktur und mechanischen Eigenschaften  
 Mechanisches Verhalten einzelner Makromoleküle  
 Plastizität von Nanodrähten  
 Quantisierte Schwingungen von mikroskopischen Balken  
 Reibungsphänomene auf atomarer Skala  
 Weitere aktuelle Forschungsarbeiten zur Nanomechanik

---

### Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Auf gemeinsamen Wunsch aller Teilnehmerinnen und Teilnehmer kann die Vorlesung in englischer Sprache gehalten werden.  
 Literaturhinweise:  
 Andrew N. Cleland: Foundations of Nanomechanics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2003

Modul <b>Physikalisches Praktikum für Fortgeschrittene II für MuN</b>					Abk.
Studiensem. <b>3</b>	Regelstudiensem. <b>3</b>	Turnus <b>WS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>3</b>	ECTS-Punkte <b>6</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Uwe Hartmann				
<b>Dozent/inn/en</b>	1 Praktikumsleiter 1 student. Betreuer pro Praktikumsgruppe				
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Kategorie fachspezifische Praktika				
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen.				
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für jeden Versuch: Eingangsgespräch mit Versuchsleiter, Durchführung und Protokollierung der Versuche, Versuchsauswertung und Testat, Abschlussgespräch mit Versuchsleiter;</li> <li>Vortrag in einem Blockseminar am Ende des Praktikumssemesters</li> </ul>				
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Phys. Praktikum für Fortgeschrittene für MuN (Gruppengröße: 2)				3 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Phys. Praktikum für Fortgeschrittene für MuN, Durchführung der Versuche Vorbereitung und Auswertung				32 Stunden 118 Stunden
	Blockseminar				5 Stunden
	Vorbereitung eines Vortrags über einen durchgeführten Versuch				25 Stunden
	Summe				----- 180 Stunden
<b>Modulnote</b>	unbenotet				

---

### Lernziele/Kompetenzen

- Vertiefung des Verständnisses ausgewählter physikalischer Konzepte und Theorien durch das Experiment
  - Kennenlernen von anspruchsvollen experimentellen Techniken/Messmethoden
  - Kennenlernen moderner Instrumente und Messverfahren zur Durchführung verlässlicher Messungen sowie der Anwendung und Programmierung von PCs zur Steuerung und Datenerfassung
  - Kennenlernen von und Arbeiten mit wissenschaftlichen Apparaturen, wie sie auch in der aktuellen Forschung eingesetzt werden.
-

---

**Inhalt**

Phys. Praktikum für Fortgeschrittene für MuN:

- a) Durchführung von 3 Versuchen, bevorzugt aus dem Bereich der Festkörperphysik:  
z.B. Elektronenmikroskopie, Magnetismus, SQUID, Supraleitung, Photolumineszenz, Magnetische Domänen
- b) Vortrag über einen der durchgeführten Versuche am Ende des Semesters im Rahmen eines Blockseminars

---

**Weitere Informationen**

Inhaltlich wird auf die Module Experimentalphysik I-V, sowie die experimentellen Praktika aus dem Bachelor aufgebaut.

**Allgemeines:**

Fortgeschrittenenpraktikum: Eine aktuelle Liste der zur Verfügung stehenden Versuche sowie allgemeine Informationen finden sich unter <http://www.nssp.uni-saarland.de/lehre/F-Praktikum/>

**Anmeldung:**

Eine Anmeldung bei den Praktikumsleitern ist jeweils zu Semesterbeginn erforderlich  
(für das Fortgeschrittenenpraktikum unter <http://www.nssp.uni-saarland.de/lehre/F-Praktikum/> )

Modul <b>Praktikum Gasmesstechnik</b>					Abk.
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>2,3</b>	<b>3</b>	<b>Jedes WS+SS</b>	<b>1 Semester</b>	<b>4</b>	<b>3</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Andreas Schütze						
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. Andreas Schütze und Mitarbeiter des Lehrstuhls Messtechnik						
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Mechatronik, Kategorie Praktika; Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Kategorie fachspezifische Praktika						
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Erfolgreiche Absolvierung der Vorlesung Messtechnische Charakterisierung von Mikrostrukturen (Messtechnik III)						
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Eingangskolloquium, Versuchsprotokolle						
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Praktikum Gasmesstechnik bestehend aus bis zu sechs Versuchen über jeweils 2 halbe Tage (Vorbereitung der Messung, Abholung der Messdaten und Auswertung), 4SWS, 3 LP. Nach Absprache können auch einzelne Versuche absolviert werden mit entsprechend geringerem Umfang (mind. zwei Versuche entsprechend 1 ECTS-LP).						
<b>Arbeitsaufwand</b>	Je Versuch (maximal sechs Versuche): <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Vorbereitung</td> <td style="text-align: right;">2 h</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Versuchsdurchführung</td> <td style="text-align: right;">8 h</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Nachbereitung und Protokoll</td> <td style="text-align: right;">5 h</td> </tr> </table>	Vorbereitung	2 h	Versuchsdurchführung	8 h	Nachbereitung und Protokoll	5 h
Vorbereitung	2 h						
Versuchsdurchführung	8 h						
Nachbereitung und Protokoll	5 h						
<b>Modulnote</b>	unbenotet						

---

### Lernziele/Kompetenzen

Kennen lernen und eigenständiges Erproben verschiedener Gassensorprinzipien inkl. der sensornahen Schaltungstechnik und der Signalauswertung; Einschätzen der Vor- und Nachteile sowie praktischer Einschränkungen der Sensorarten.

---

### Inhalt

- Versuch Halbleitergassensoren 1: Schaltungstechnik, Messung der Empfindlichkeit und Querempfindlichkeiten;
- Versuch Halbleitergassensoren 2: Verbesserung der Selektivität durch temperaturzyklischen Betrieb;
- Versuch Halbleitergassensoren 3: Verbesserung der Selektivität durch Impedanzmessung;
- Versuch Pellistoren: Schaltungstechnik, Messung der Empfindlichkeit und Linearität;
- Versuch NDIR-Messung 1: Empfindlichkeit, Querempfindlichkeit auf Umwelteinflüsse;
- Versuch NDIR-Messung 2: Querempfindlichkeiten, Modellbildung.

---

### Weitere Informationen

Versuchsbeschreibungen werden den Teilnehmern vom Lehrstuhl zur Verfügung gestellt; Experimente werden im Gasmesslabor des Lehrstuhls an einer spezifischen Gasmischanlage durchgeführt.

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:

(alle Bücher können am Lehrstuhl für Messtechnik nach Rücksprache eingesehen werden)

- begleitendes Material zum Praktikum;
- P. Gründler: „Chemische Sensoren – eine Einführung für Naturwissenschaftler und Ingenieure“, Springer, 2003.
- E. Comini, G. Faglia, G. Sberveglieri (Eds.), „Solid State Gas Sensing“, Springer, 2009.
- T.C. Pearce, S.S. Schiffman, H.T. Nagle, J.W. Gardner (eds.): „Handbook of Machine Olfaction - Electronic Nose Technology“, WILEY-VCH, 2003.
- Div. Journalpublikationen und Konferenzbände.

Modul: <b>Praktikum Mikroelektronik</b>					Abk.
Studiensem. <b>2,3</b>	Regelstudiensem. <b>3</b>	Turnus <b>Jedes WS/SS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>4</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr.-Ing. Chihao Xu

**Dozent/inn/en** Prof. Dr.-Ing. Chihao Xu

**Zuordnung zum Curriculum** Master Mechatronik, Kategorie Praktika  
 [Pflicht, Wahlpflicht, Wahlbereich] Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Kategorie fachspezifische Praktika

**Zulassungsvoraussetzungen** Keine formalen Vorraussetzungen

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Anwesenheitspflicht /Präsentation am Praktikumsende

**Lehrveranstaltungen / SWS** Praktikumstermin: 8SWS  
 [ggf. max. Gruppengröße] max. Gruppengröße: 8

**Arbeitsaufwand** Präsenzzeit Praktikumstermine: 8 Wochen à 8 SWS = 64 h  
 Vor- und Nachbereitung des Praktikums: 56 h

**Modulnote** unbenotet

### Lernziele/Kompetenzen

Verständnis der Funktionsweise eines OLED Displays und dessen Ansteuerung; Modulare Entwicklung einer digitalen Schaltung mithilfe von VHDL und eines FPGA

### Inhalt

- Bildbearbeitung mit MATLAB (Begriffsklärung, einfache Algorithmen)
- Grundlagen zur Funktionsweise von OLED (Displays)
- Differenzierung von Passiv- und Aktiv-Matrix Displays
- Amplituden- und Pulsweitenmodulation zur Helligkeitssteuerung (Gammakorrektur)
- Versuchsaufbau: „Zusammenhang von Licht und Strom im OLED“
- Einführung einer Hardware Beschreibungssprache (VHDL) (Signalauswertung, Beschreibungsebenen, Sprachelemente, Testmuster etc.)
- Programmierung einzelner Komponenten (Zählwerke, Multiplexer, Register etc.) in VHDL
- Entwicklung einer FSM (Finite State Machine) für eine Single Line Adressierung (SLA) eines OLED Displays in VHDL
- Realisierung einer SLA für ein existierendes OLED Display mit entsprechenden Treibern in einem FPGA
- Präsentation der Ergebnisse und Abnahme durch den Betreuer (Darstellung von Bildern auf dem Display)

### Weitere Informationen [Unterrichtssprache, Literaturhinweise, Methoden, Anmeldung]

Unterrichtssprache: deutsch

Literatur: Skriptum des Lehrstuhls zum Praktikum, weiterführende Literatur zu Digitaldesign

Anmeldung in Hispos und am Lehrstuhl

Modul Praktikum Materialien der Mikroelektronik					Abk. PMdM
Studiensem. 2	Regelstudiensem. 2	Turnus SS	Dauer 1 Semester	SWS 4	ECTS-Punkte 3

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Herbert Kliem
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Herbert Kliem und Mitarbeiter
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Mechatronik, Kategorie Praktika Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Kategorie fachspezifische Praktikum Bachelor Mechatronik, Praktika Vertiefung Elektrotechnik
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	keine formalen Voraussetzungen
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	schriftliche Ausarbeitungen/Vortrag mit Kolloquium möglich
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Praktikum Materialien der Mikroelektronik/4 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 Versuche (ganztäglich) Versuch 5 x 8 h = 40 h Vorbereitung 5 x 5 h = 25 h Nachbereitung 5 x 5 h = 25 h  Gesamtaufwand = 90 h
<b>Modulnote</b>	Unbenotet

---

### Lernziele/Kompetenzen

Physikalische Grundlagen der Materialien der Mikroelektronik anhand praktischer Versuche

---

### Inhalt

Praktikum Materialien der Mikroelektronik

kurze Einführung zu Sicherheitsaspekten im Labor

Versuchslinie I: Magneto-resistive Sensoren

- 1.) Der magneto-resistive Effekt
- 2.) Aufnahme der Sensorkennlinie
- 3.) Wirbelstrommessung
- 4.) Gradiometermessung

Versuchslinie II: Polyethylenoxid (PEO) als Ionenleiter

- 1.) Herstellung von PEO als Schichten mit zwei Schichtdicken auf Glas/Al Substrat mittels Spintechnik, Al-Bedampfung
- 2.) Lichtmikroskopische Untersuchung  
Schichtdickenmessung mit Ellipsometer und Weisslichtinterferometer
- 3.) Kapazitätsmessung  $\underline{C}(\omega)$  bei beiden Schichtdicken,  $\underline{\epsilon}$ -Berechnung
- 4.) Kelvin Messung
- 5.) Messung  $\underline{C}(\omega)$  bei verschiedenen relativen Feuchten mit der Interdigitalstruktur

---

Versuchslinie III:	Aluminiumoxid
	1.) Einbau von Glas/Al Substraten in die HV-Anlage, Abpumpen und Massenspektrometrie
	2.) Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Verdampfung und Schichtdickenmessung mit dem Schwingquarz
	3.) Schichtdickenmessung mit dem Ellipsometer
	4.) Al-Bedampfung, Pd-Bedampfung
	5.) $\underline{C}(\omega)$ Messung, $\underline{\epsilon}$ -Berechnung, $P(t)$ -Messung
	6.) Bestimmung der Durchschlagfeldstärke mit Rampe 100 ... 1000 s und Elektrometer, d. h.: $I(U(t))$ -Messung
Versuchslinie IV:	Siliziumoxid
	1.) Herstellung von MOS-Strukturen durch thermische Oxidation und Metallbedampfung
	2.) N <sub>D</sub> -Messung mit Vierpunkttechnik an Si-Substrat
	3.) Oxiddicke mit Ellipsometer
	4.) CV-Methode an MOS-Strukturen in Abhängigkeit von der Frequenz als Metall: Gold, Palladium
	5.) $C(f)$ in der Anreicherung (Gold, Palladium)
	6.) Messung der Sprungkapazität → Berechnung von N <sub>D</sub> , Vergleich mit 2.)
	7.) Herstellung und Vermessung integrierter Filter
Versuchslinie V:	PVDF
	1.) Herstellung von ultradünnen ferroelektrischen PVDF Copolymerschichten mit der Langmuir-Blodgett Technik
	2.) Aufnahme der $P(E)$ Hysterese
	3.) Messung der Schaltvorgänge
	4.) Messung: $P_r(t)$

---

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch

Literaturhinweise: Hilfsblätter zur Vorlesung "Materialien der Mikroelektronik 1/2"

Modul <b>Praktikum Aufbau- und Verbindungstechnik und Zuverlässigkeit</b>					Abk.
Studiensem. <b>2</b>	Regelstudiensem. <b>2</b>	Turnus <b>SS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>2-3</b>	ECTS-Punkte <b>3-4</b>

**Modulverantwortliche/r** Prof. Dr.-Ing. habil. Steffen Wiese

**Dozent/inn/en** Prof. Dr.-Ing. habil. Steffen Wiese

**Zuordnung zum Curriculum** Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Kategorie fachspezifische Praktika  
 Master Mechatronik, Kategorie Praktika

**Zulassungsvoraussetzungen** Keine formalen Voraussetzungen

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Testat für Praktikum

**Lehrveranstaltungen / SWS** 2-3 SWS

**Arbeitsaufwand** 90 – 120 h

**Modulnote** Testat

### Lernziele/Kompetenzen

### Inhalt

### Weitere Informationen

Dieses Praktikum kann nur eingebracht werden, wenn das Praktikum Aufbau- und Verbindungstechnik aus dem Bachelor-Studiengang noch nicht eingebracht wurde

Unterrichtssprache:

Literaturhinweise:

Modul <b>Kleines Projektpraktikum (im Team)</b>					Abk.
Studiensem. <b>2,3</b>	Regelstudiensem. <b>3</b>	Turnus <b>Jedes WS+SS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>Nach Abspr.</b>	ECTS-Punkte <b>3</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der NTF II
<b>Dozent/inn/en</b>	Professoren der Fachrichtungen Physik und Mechatronik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Kategorie fachspezifische Praktika
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige Projekttreffen, Vortrag und Dokumentation.
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Projektpraktikum, bestehend aus einer individuellen, im Team von 2 bis max. 6 Studierenden zu lösenden Projektaufgabe nach individueller Absprache.
<b>Arbeitsaufwand</b>	Gesamt 90 h Zeitaufwand je Studierendem für Konzeption, Realisierung, Präsentation und Dokumentation. Zeiteinteilung und Durchführung nach individueller Absprache passend zur Aufgabenstellung.
<b>Modulnote</b>	unbenotet

---

### Lernziele/Kompetenzen

Realisierung komplexerer Aufgaben aus der Mikrosystemtechnik und/oder Nanostrukturphysik im Team, daher neben fachlicher Vertiefung auch Erprobung von Teamarbeit, Projektplanung und -kontrolle sowie Dokumentation der Ergebnisse. Je nach Aufgabenstellung auch Hardware- und/oder Softwarerealisierungen.

---

### Inhalt

Nach individueller Absprache. Teams erhalten Aufgabestellungen aus aktuellen Arbeitsgebieten der Mikrosystemtechnik und/oder Nanostrukturphysik, z.B. im Rahmen von laufenden Forschungsvorhaben oder Kooperationen mit industriellen Partnern. Die Projektteams werden laufend betreut und bei der Durchführung begleitet im Rahmen regelmäßiger Projekttreffen.

---

### Weitere Informationen

Interessenten werden gebeten, sich als Team an einem Lehrstuhl der gewünschten Ausrichtung zu melden und mögliche Aufgabenstellungen sowie spezifische Durchführungsbedingungen frühzeitig abzusprechen. Ein Anspruch auf Vergabe eines Themas besteht nicht!

Unterrichtssprache: deutsch oder englisch, nach Absprache

### Literaturhinweise:

- Je nach Aufgabenstellung, neben Lehrbüchern auch z.B. Journalpublikationen, Konferenzbände und/oder Abschlussarbeiten.

Modul <b>Großes Projektpraktikum (im Team)</b>					Abk.
Studiensem. <b>2,3</b>	Regelstudiensem. <b>3</b>	Turnus <b>Jedes WS+SS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>Nach Abspr.</b>	ECTS-Punkte <b>6</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der NTF II
<b>Dozent/inn/en</b>	Professoren der Fachrichtungen Physik und Mechatronik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Kategorie fachspezifische Praktika
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Regelmäßige Projekttreffen, Vortrag und Dokumentation.
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Projektpraktikum, bestehend aus einer individuellen, im Team von 2 bis max. 6 Studierenden zu lösenden Projektaufgabe nach individueller Absprache.
<b>Arbeitsaufwand</b>	Gesamt 180 h Zeitaufwand je Studierendem für Konzeption, Realisierung, Präsentation und Dokumentation. Zeiteinteilung und Durchführung nach individueller Absprache passend zur Aufgabenstellung.
<b>Modulnote</b>	unbenotet

---

### **Lernziele/Kompetenzen**

Realisierung komplexerer Aufgaben aus der Mikrosystemtechnik und/oder Nanostrukturphysik im Team, daher neben fachlicher Vertiefung auch Erprobung von Teamarbeit, Projektplanung und -kontrolle sowie Dokumentation der Ergebnisse. Je nach Aufgabenstellung auch Hardware- und/oder Softwarerealisierungen.

---

### **Inhalt**

Nach individueller Absprache. Teams erhalten Aufgabestellungen aus aktuellen Arbeitsgebieten der Mikrosystemtechnik und/oder Nanostrukturphysik, z.B. im Rahmen von laufenden Forschungsvorhaben oder Kooperationen mit industriellen Partnern. Die Projektteams werden laufend betreut und bei der Durchführung begleitet im Rahmen regelmäßiger Projekttreffen.

---

### **Weitere Informationen**

Interessenten werden gebeten, sich als Team an einem Lehrstuhl der gewünschten Ausrichtung zu melden und mögliche Aufgabenstellungen sowie spezifische Durchführungsbedingungen frühzeitig abzusprechen. Ein Anspruch auf Vergabe eines Themas besteht nicht!

Unterrichtssprache: deutsch oder englisch, nach Absprache

### **Literaturhinweise:**

- Je nach Aufgabenstellung, neben Lehrbüchern auch z.B. Journalpublikationen, Konferenzbände und/oder Abschlussarbeiten.

Wahlpflicht					Abk. WP
Studiensem. <b>2., 3.</b>	Regelstudiensem. <b>3</b>	Turnus <b>jährlich</b>	Dauer <b>1 Semester je Veranstaltung</b>	SWS <b>je nach Modulelement</b>	ECTS-Punkte <b>Max. 15, davon mind. 6 benotet</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan
<b>Dozent/inn/en</b>	Dozent/inn/en der Fachrichtungen Physik, Mechatronik, Dozent/inn/en der Philosophischen Fakultäten, Dozent/inn/en der Wirtschaftswissenschaften, Dozent/inn/en des Sprachenzentrums
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Wahlpflicht
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Zugangsvoraussetzungen außer für das Modul- element Tutortätigkeit (s. separate Beschreibung). Hier wird nur zugelassen, wer das zu betreuende Modulelement bereits erfolgreich abgeschlossen hat.
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Klausuren oder mündliche Prüfungen
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesungen, Praktika, Übungen
<b>Arbeitsaufwand</b>	Es sind Leistungen im Umfang von max. fünfzehn CPs zu erbringen. Sechs der erbrachten CPs müssen durch benotete Veranstaltungen erbracht werden. CPs aus benoteten Veranstaltungen können auch im unbenoteten Bereich eingebracht werden.
<b>Modulnote</b>	Bei benoteten Prüfungen: gewichtete Summe der Modulelementprüfungen nach Prüfungsordnung §11 Abs. 4

### Lernziele/Kompetenzen

- Vertiefter Einblick in das Fachgebiet, auch in den einzelnen Teilbereichen Physik und Mechatronik
- Einblick in die Arbeitsmethodik und Denkweise angrenzender Fachgebiete
- Fähigkeit zur Bearbeitung interdisziplinärer Forschungsthemen
- Erwerb fachübergreifender Kompetenzen

### Inhalt

Zugelassene Veranstaltungen:

- Tutortätigkeit: s. gesonderte Beschreibung
- Berufspraktische Tätigkeit: s. gesonderte Beschreibung
- Höhere Mathematik IV: s. gesonderte Beschreibung
- Kontinuumsmechanik: s. gesonderte Beschreibung
- Finite Elemente in der Mechanik: s. gesonderte Beschreibung
- Qualitätssicherung: s. gesonderte Beschreibung
- Empirische und statistische Modellbildung: s. gesonderte Beschreibung
- Systeme mit aktiven Materialien 1 und 2: s. gesonderte Beschreibung
- Patent- und Innovationsmanagement: s. gesonderte Beschreibung
- Sprachkurse: s. Sprachenzentrum
- Folgende Beispielveranstaltungen sind ebenfalls möglich:
  - Projektmanagement
  - Betriebswirtschaftslehre

Weitere Veranstaltungen mit ähnlichen Inhalten können auf Antrag vom Prüfungsausschuss  
zugelassen werden.

### Weitere Informationen

Es wird in der Regel in deutscher oder englischer Sprache unterrichtet.

<b>Tutortätigkeit (Wahlpflicht)</b>					<b>AWP-TT</b>
Studiensem. <b>3</b>	Regelstudiensem. <b>3</b>	Turnus <b>Jedes Semester</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>2</b>	ECTS-Punkte <b>2</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan/in		
<b>Dozent/inn/en</b>	Dozenten der Physik bzw. der Mechatronik		
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Wahlpflicht (Teilmodul zum Modul WP) Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Kategorie allgemeine Wahlpflicht		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Erfolgreicher Abschluss des zu betreuenden Moduls		
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Hospitation der von den Tutoren abgehaltenen Lehrveranstaltungen		
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Betreuung von Übungen		
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit		15 Stunden
	Vorbereitung der Übungen/Praktika		45 Stunden
	Summe		60 Stunden
<b>Modulnote</b>	Keine		

---

### Lernziele / Kompetenzen

- Einblick in die Organisation von Lehrveranstaltungen und Umsetzung methodischer Ziele
- Didaktische Aufbereitung komplexer physikalischer bzw. ing.-wiss. Sachverhalte
- Fähigkeit zur Ausrichtung eines Fachvortrags am Vorwissen des Auditoriums

---

### Inhalt

- Einführung in die fachdidaktischen Aspekte der jeweiligen Lehrveranstaltung
- Moderieren von Übungsgruppen / Betreuung von Praktikumsversuchen
- Korrektur von schriftlichen Ausarbeitungen
- Teilnahme an den Vorsprechungen der Übungsgruppenleiter/Praktikumsbetreuer

---

### Weitere Informationen

Modul					Abk.
Berufspraktische Tätigkeit					
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>1, 2, 3</b>	<b>3</b>	<b>Jedes WS+SS</b>	<b>max. 8 Wochen</b>	<b>---</b>	<b>max. 9</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan/in
<b>Dozent/inn/en</b>	Prüfer(in) nach Paragraph „Berufspraktische Tätigkeit“ der Prüfungsordnung.
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Kategorie Allgemeine Wahlpflicht
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Positive Begutachtung des Themengebiets und Inhaltes der Berufspraktischen Tätigkeit durch eine(n) Prüfer(in) nach Paragraph „Berufspraktische Tätigkeit“ der Prüfungsordnung. Ansonsten gelten die Richtlinien für die berufspraktische Tätigkeit der Fachrichtung Mechatronik.
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Kolloquium
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Praktikum in der Industrie Vortrag mit Kolloquium
<b>Arbeitsaufwand</b>	Bis zu 8 Wochen; je nach Zeitaufwand wird eine entsprechende Anzahl CP vergeben (pro 30h Arbeitsaufwand 1 CP)
<b>Modulnote</b>	Unbenotet

---

#### Lernziele/Kompetenzen

- Umsetzung und Anwendung der Lehrinhalte des Studiengangs
- Zielorientiertes Arbeiten in einem Team unter Randbedingungen der Industrie
- Erwerb von Fertigkeiten zur Dokumentation des Arbeitsfortschritts
- Fähigkeit zur Präsentation und Verteidigung der Ergebnisse

---

#### Inhalt

- Bearbeitung eines Themengebietes der Mechatronik in einem industriellen Umfeld
- Präsentation der Arbeiten und Ergebnisse in einem Vortrag mit abschließendem Kolloquium

---

#### Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch oder englisch, auf Antrag und nach Absprache sind auch andere Fremdsprachen möglich.

Literaturhinweise:

Höhere Mathematik für Ingenieure IV					HMI4
Studiensem. 2	Regelstudiensem. 2	Turnus jährlich	Dauer 1 Semester	SWS 6	ECTS-Punkte 9

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan bzw. Studienbeauftragter der NTF II
<b>Dozent/inn/en</b>	Dozenten/Dozentinnen der Mathematik
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Kategorie allgemeine Wahlpflicht
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Zum Modul: keine
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	benotete schriftliche Abschlussprüfung; Die Zulassung zur Prüfung erfordert die erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (Bekanntgabe der genauen Regeln zu Beginn der Lehrveranstaltung)
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Höhere Mathematik für Ingenieure IV: Vorlesung: 4 SWS, Übung: 2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit Vorlesung + Übungen 15 Wochen 6 SWS 90 h Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung 120 h Klausurvorbereitung 60 h  Summe 270 h (9 CP)
<b>Modulnote</b>	Abschlussprüfungsnote

### Lernziele/Kompetenzen

Kenntnisse in Funktionentheorie, Integraltransformationen sowie in der Theorie und Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen. Analytische und numerische Anwendung der Vorlesungsinhalte.

### Inhalt

Vorlesung und Übung Höhere Mathematik für Ingenieure IV (9 CP):

1. Einführung in die Funktionentheorie
2. Integraltransformationen
3. Banachscher Fixpunktsatz und erste Anwendungen
4. Satz von Picard-Lindelöf, Anfangswertprobleme
5. Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen

### Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise: Bekanntgabe jeweils vor Beginn der Vorlesung auf der Vorlesungsseite im Internet.

Methoden: Information durch Vorlesung; Vertiefung durch Eigentätigkeit (Nacharbeit, aktive Teilnahme an den Übungen).

Anmeldung: Bekanntgabe jeweils rechtzeitig vor Semesterbeginn durch Aushang und im Internet.

Modulelement <b>Kontinuumsmechanik</b>					Abk. <b>KonM</b>
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>1,3</b>	<b>3</b>	<b>Jedes WS</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

**Modulverantwortliche/r** Diebels

**Dozent/inn/en** Diebels

**Zuordnung zum Curriculum** Master Materialwissenschaft, Pflicht  
 Master Werkstofftechnik, Wahlpflicht  
 Master Mechatronik, Kernbereich Vertiefung Maschinenbau und Mechatronische Systeme  
 Master COMET, Pflicht  
 Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Kategorie allgemeine Wahlpflicht

**Zulassungsvoraussetzungen** keine

**Leistungskontrollen / Prüfungen** Schriftliche oder mündliche Prüfung  
 (Bekanntgabe des Modus zu Beginn der Vorlesung)

**Lehrveranstaltungen / SWS** V2 Ü1

**Arbeitsaufwand** 15 Wochen, 3 SWS 45 h  
 Vor- und Nachbereitung, Prüfung 75 h  
 Summe 120 h (4 CP)

### Modulnote

---

### Lernziele/Kompetenzen

6. Grundkonzepte der nichtlinearen Kontinuumsmechanik
7. Verständnis der kinematischen Beziehungen
8. Physikalische Erhaltungssätze der Thermomechanik
9. Ansätze zur Materialmodellierung

---

### Inhalt

- Grundkonzepte der Kontinuumsmechanik, materieller Punkt und materieller Körper
- Kinematische Beziehungen: Bewegungsfunktion, Geschwindigkeit, Deformationsgradient, Verzerrungstensoren
- Bilanzgleichungen für Masse, Impuls, Drall, Energie und Entropie in materieller und räumlicher Darstellung
- Prinzipien der Materialtheorie
- Auswertung der Dissipationsungleichung für hyperelastisches Materialverhalten

---

Weitere Informationen  
 Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:  
 Skripten zu den Vorlesungen  
 P. Haupt: Continuum Mechanics and Theory of Materials, Springer  
 R. Greve: Kontinuumsmechanik, Springer

Finite Elemente in der Mechanik					Abk. <b>FEMM</b>
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
	<b>2</b>	<b>Jedes SS</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Diebels		
<b>Dozent/inn/en</b>	Diebels/Ripplinger		
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Materialwissenschaft, Wahlpflicht Master Werkstofftechnik, Wahlbereich Master Mechatronik, Kernbereich der Vertiefungen Maschinenbau und Mikrosystemtechnik Master COMET, Wahlpflicht Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Kategorie allgemeine Wahlpflicht		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Kenntnisse aus <b>KonM</b> werden empfohlen		
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Schriftliche Prüfung (Bekanntgabe des Modus zu Beginn der Vorlesung)		
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	V2 Ü1		
<b>Arbeitsaufwand</b>	15 Wochen, 3 SWS		45 h
	Vor- und Nachbereitung, Prüfung		75 h
	Summe		120 h (4 CP)

#### Modulnote

---

#### Lernziele/Kompetenzen

10. Verständnis der Funktionsweise nichtlinearer Finite-Elemente-Programme in der Kontinuumsmechanik
11. Fähigkeit, geeignete finite Elemente für bestimmte Anwendungen auszuwählen
12. Implementierung mathematischer Modelle für Simulationen

---

#### Inhalt

- Nichtlineare Gleichungssysteme
- Linearisierung von Modellgleichungen
- Materiell nichtlineare finite Elemente
- Geometrisch nichtlineare finite Elemente
- Numerische Behandlung von Elastizität und Plastizität

---

#### Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise: Skript zur Vorlesung

Modul <b>Qualitätssicherung</b>					Abk. <b>QS</b>
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>3</b>	<b>3</b>	<b>Jedes WS</b>	<b>1 Semester</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Markus Stommel				
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr.-Ing. Markus Stommel				
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Mechatronik, Kategorie Erweiterungsbereich Master Materialwissenschaft Master Werkstofftechnik Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Kategorie allgemeine Wahlpflicht				
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine				
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	benotet: Klausur/mündliche Prüfung nach Abschluss der Lehrveranstaltung				
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Qualitätssicherung / 2 SWS (V2)				
<b>Arbeitsaufwand</b>	Vorlesung inkl. Klausuren: 15 Wochen 2 SWS				30 h
	Vor- und Nachbereitung, Klausuren				60 h
	Summe				90 h (3 CP)
<b>Modulnote</b>	Note der Prüfung				

---

#### **Lernziele/Kompetenzen**

- Verständnis für Qualitätsprobleme in der Fertigung
- Analyse relevanter Einflussgrößen
- Erstellung empirischer Modelle
- Auswahl und Anwendung statist. Methoden

---

#### **Inhalt**

- Grundlagen der stat. Qualitätssicherung
- Einführung die SPC
- Datenerfassung und -analyse
- Messtechnik
- DOE
- Qualitätsgerechte Produkt- und Prozessgestaltung
- Design for Six Sigma

---

#### Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch

Literaturhinweise:

Modul <b>Empirische und statistische Modellbildung</b>					Abk.
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>2</b>	<b>2</b>	<b>Jedes SS</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Bähre
<b>Dozent/inn/en</b>	Bähre
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Mechatronik, Kategorie Erweiterungsbereich Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Kategorie allgemeine Wahlpflicht
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	keine
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Schriftliche oder mündliche Abschlussprüfung (Bekanntgabe des Modus zu Beginn der Vorlesung)
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Empirische und statistische Modellbildung - Vorlesung 2 SWS - Übung 1 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Vorlesung 15 Wochen, 2 SWS: 30 h Übung, 1 SWS: 15 h Vorbereitung, Nachbereitung, Prüfung: 75 h
<b>Modulnote</b>	Note der schriftlichen bzw. der mündlichen Abschlussprüfung

---

### Lernziele/Kompetenzen

Ziel des Moduls ist die Vermittlung von Wissen zu Prinzipien und Anwendung empirischer und statistischer Modelle bei ingenieurwissenschaftlichen Fragestellungen. Neben einem Überblick über grundlegende Begriffe und Vorgehensweisen werden Methoden der Datenermittlung und Modellerstellung sowie beispielhafte Anwendungen vermittelt. Die Lehrveranstaltung befähigt die Studenten, verschiedene Methoden zur Erstellung empirischer und statistischer Modelle mit ihren Möglichkeiten und Grenzen zu kennen und auf einzelne ingenieurwissenschaftliche Aufgaben anzuwenden.

---

### Inhalt

Begriffsklärung Empirie, Statistik, Modellierung; statistische Modellbildung; lineare und nichtlineare Regression; Interpolation und Extrapolation; statistische Versuchsplanung; Mustererkennung; künstliche neuronale Netze; Anwendungen in der Fertigungstechnik: Modelle in der Zerspanungstechnik, Prozessüberwachung, Qualitätssicherung, Modellierung und Simulation von Schleifprozessen

---

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise: werden in Vorlesung bekannt gegeben

Modul <b>Systeme mit aktiven Materialien 1</b>					Abk. <b>SAM1</b>
Studiensem. <b>1</b>	Regelstudiensem. <b>1</b>	Turnus <b>Jedes WS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>2</b>	ECTS-Punkte <b>3</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. habil. Klaus Kuhnen
<b>Dozent/inn/en</b>	Dr.-Ing. habil. Klaus Kuhnen
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Mechatronik: Kategorie Erweiterungsbereich Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Kategorie allgemeine Wahlpflicht
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Schriftliche oder mündliche Prüfung nach Abschluss der Lehrveranstaltung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Blockkurs im Umfang von 30 Stunden Präsenzzeit. Lehrveranstaltungstermine werden am Beginn des Semesters am Internet angekündigt.
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit 30 h Vor- und Nachbereitung, Prüfungsvorbereitung: 60 h Summe: 90 h (3 CP)
<b>Modulnote</b>	Prüfungsnote

---

### Lernziele/Kompetenzen

Studierende

- sind mit aktiven Materialien und ihren Eigenschaften vertraut;
- verstehen wesentliche Konzepte der Hysteresemodellierung;
- kennen Methoden zur Kompensation gedächtnisbehaffeter Nichtlinearitäten.

---

### Inhalt

Die Lehrveranstaltung behandelt die Grundlagen der Kompensation von komplexen gedächtnisbehaffeten Nichtlinearitäten wie sie typischerweise durch das Übertragungsverhalten multifunktionaler Werkstoffe erzeugt werden und somit in Systemen mit aktiven Materialien auftreten. Zu den aktiven Materialien zählen vor allem piezoelektrische Keramiken, elektro- und magnetostruktive Werkstoffe aber auch thermisch und magnetisch aktivierte Formgedächtnislegierungen sowie elektroaktive Polymere und einige andere mehr. Diese Materialien haben gemeinsam, dass ihr Übertragungsverhalten wesentlich durch komplexe ratenunabhängige Hystereseprozesse bestimmt wird. Diese Hystereseeffekte werden zudem je nach Material und Betriebsbedingungen mehr oder weniger stark von weiteren ratenabhängigen Gedächtniseffekten überlagert. Im ersten Teil "Grundlagen" werden aufbauend auf der Theorie der Hystereseoperatoren in sich geschlossene Entwurfsverfahren für inverse Filter entwickelt, die zur Kompensation von komplexen hysteresebefahenen Nichtlinearitäten geeignet sind. Danach erfolgt die Behandlung ratenabhängiger Kriecheffekte und zusätzlicher externer Einflussgrößen.

---

Weitere Informationen Die Lehrveranstaltung wird als Block angeboten.

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise: Kuhnen, K.: *Kompensation komplexer gedächtnisbehaffeter Nichtlinearitäten in Systemen mit aktiven Materialien*. Shaker Verlag, Aachen, 2008.

Modul <b>Systeme mit aktiven Materialien 2</b>					Abk. <b>SAM2</b>
Studiensem. <b>2</b>	Regelstudiensem. <b>2</b>	Turnus <b>Jedes SS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>2</b>	ECTS-Punkte <b>3</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. habil. Klaus Kuhnen
<b>Dozent/inn/en</b>	Dr.-Ing. habil. Klaus Kuhnen
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Mechatronik: Kategorie Erweiterungsbereich Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Kategorie allgemeine Wahlpflicht
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen Empfehlung: Systeme mit aktiven Materialien 1
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Schriftliche oder mündliche Prüfung nach Abschluss der Lehrveranstaltung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Blockkurs im Umfang von 30 Stunden Präsenzzeit. Lehrveranstaltungstermine werden am Beginn des Semesters am Internet angekündigt.
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit 30 h Vor- und Nachbereitung, Prüfungsvorbereitung: 60 h Summe: 90 h (3 CP)
<b>Modulnote</b>	Prüfungsnote

---

### Lernziele/Kompetenzen

Studierende kennen wichtige Anwendungsmöglichkeiten aktiver Materialien und sind mit der praktischen Umsetzung von Kompensationsmethoden für gedächtnisbehaftete Nichtlinearitäten vertraut.

---

### Inhalt

Die Lehrveranstaltung behandelt Anwendungen der Kompensation von komplexen gedächtnisbehafteten Nichtlinearitäten wie sie typischerweise durch das Übertragungsverhalten multifunktionaler Werkstoffe erzeugt werden und somit in Systemen mit aktiven Materialien auftreten. Zu den aktiven Materialien zählen vor allem piezoelektrische Keramiken, elektro- und magnetostriktive Werkstoffe aber auch thermisch und magnetisch aktivierte Formgedächtnislegierungen sowie elektroaktive Polymere und einige andere mehr. Diese Materialien haben gemeinsam, dass ihr Übertragungsverhalten wesentlich durch komplexe ratenunabhängige Hystereseprozesse bestimmt wird. Diese Hystereseeffekte werden zudem je nach Material und Betriebsbedingungen mehr oder weniger stark von weiteren ratenabhängigen Gedächtniseffekten überlagert. Im zweiten Teil "Anwendungen" wird das praktische Einsatzpotential der Entwurfsverfahren an praktischen Beispielen aus der Festkörperaktorik, der Schwingungsdämpfung und der Mikropositioniertechnik verdeutlicht.

---

Weitere Informationen Die Lehrveranstaltung wird als Block angeboten.

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise: Kuhnen, K.: *Kompensation komplexer gedächtnisbehalteter Nichtlinearitäten in Systemen mit aktiven Materialien*. Shaker Verlag, Aachen, 2008.

Modul <b>Patent- und Innovationsmanagement</b>					Abk.
Studiensem. <b>3</b>	Regelstudiensem. <b>3</b>	Turnus <b>WS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>2</b>	ECTS-Punkte <b>3</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dipl.-Kfm. Axel Koch MBA
<b>Dozent/inn/en</b>	Dipl.-Kfm. Axel Koch MBA
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Mechatronik, Kategorie 4: Wahlbereich Master COMET, Kategorie 4d: Wahlpflichtbereich/sonstige Fächer Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Kategorie allgemeine Wahlpflicht Bachelor Mechatronik, Wahllehrveranstaltungen LAB Mechatronik, Wahlpflicht übergreifende Grundlagen
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Mündliche oder schriftliche Prüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Vorlesung Patentrecht, 2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit 30 h Vor- und Nachbereitung 30 h Prüfungsvorbereitung 30 h SUMME 90 h (3 CP)
<b>Modulnote</b>	Prüfungsnote

---

#### Lernziele/Kompetenzen

- Einblick in die gewerblichen Schutzrechte mit Schwerpunkt Patente
- Einsatz gewerblicher Schutzrechte als wichtiges Instrument im Berufsleben
- Umgang mit Patentdatenbanken und eigenständiges Durchführen von Patentrecherchen
- Erlernen des gezielten Nutzens von Patentinformationen zur Generierung von Innovationen
- Überblick über Lizenz- und Patentstrategien
- Kennenlernen der entsprechenden rechtlichen Grundlagen (Patentrecht, Lizenzrecht, Arbeitnehmererfindungsrecht)

---

#### Inhalt

- Innovationstechniken und –management
- Überblick über die gewerblichen Schutzrechte
- Patentrecht
- Arbeitnehmererfinderrecht
- Lizenzrecht
- Patentrecherche
- Patent- und Lizenzstrategien

---

#### Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch; im gegenseitigen Einvernehmen auch Englisch (vgl. § 8 PO)

#### Literaturhinweise:

- Osterrieth, Christian (2007): Patentrecht, München.
- Hauschildt, Jürgen; Salomo, Sören (2007): Innovationsmanagement, 4. Auflage, München.

Modul <b>Laborprojekt</b>					Abk.
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>3</b>	<b>3</b>	<b>Jedes Sem.</b>	<b>Nach Abspr.</b>	<b>---</b>	<b>15</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan/in der NTF II
<b>Dozent/inn/en</b>	Prüfer/Prüferinnen und Betreuer/Betreuerinnen entsprechend der jeweils gültigen Prüfungsordnung des Masterstudiengangs Mikrotechnologie und Nanostrukturen
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Laborprojekt
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Dokumentation und Seminarvortrag
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Projektarbeit zur Vorbereitung und thematischen Einarbeitung in die Master-Arbeit
<b>Arbeitsaufwand</b>	Bearbeitung der Fragestellung mit Anfertigung der Präsentation (Bearbeitungszeit 11 Wochen)  450 Stunden
<b>Modulnote</b>	Unbenotet

---

### Lernziele/Kompetenzen

- Entwicklung der Fähigkeit zu wissenschaftlichem Arbeiten unter Anleitung
- Selbstständiges Recherchieren und Erschließen von einschlägiger Literatur
- Fähigkeit zur Dokumentation von Arbeitsverlauf und Ergebnissen
- Fähigkeit zur wissenschaftlichen Präsentation und Diskussion der erzielten Ergebnisse

---

### Inhalt

- Literaturstudium zum vorgegebenen Thema
- Einarbeitung in die Aufgabenstellung und Erarbeitung der relevanten Methodik
- Dokumentation des Projektverlaufs
- Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse mit abschließendem Kolloquium

---

### Weitere Informationen

Das Laborprojekt dient der individuellen Einarbeitung in die Aufgabenstellung der anschließenden Master-Arbeit und kann nach Absprache entweder begleitend zu anderen Lehrveranstaltungen oder als Block durchgeführt werden.

Unterrichtssprache: deutsch oder englisch, auf Antrag an den Prüfungsausschuss auch in einer anderen Fremdsprache möglich.

### Literaturhinweise:

Werden passend zum Thema bekannt gegeben.

Modul <b>Master-Arbeit</b>					Abk. <b>MA</b>
Studiensem. <b>4</b>	Regelstudiensem. <b>4</b>	Turnus <b>Jedes Sem.</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS	ECTS-Punkte <b>30</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan/in der NTF II
<b>Dozent/inn/en</b>	Prüfer/Prüferinnen und Betreuer/Betreuerinnen entsprechend der jeweils gültigen Prüfungsordnung des Masterstudiengangs Mikrotechnologie und Nanostrukturen
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Master-Arbeit
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Gemäß § 20 „Zulassung zur Master-Arbeit“ der Prüfungsordnung zum Master-Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anfertigung einer Master-Arbeit</li> <li>• Wissenschaftlicher Vortrag und Kolloquium über den Inhalt der Master-Arbeit</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	Individuelle Projektarbeit über einen Zeitraum von sechs Monaten
<b>Arbeitsaufwand</b>	Bearbeitung der Fragestellung und Anfertigung der Arbeit (Bearbeitungszeit 6 Monate bzw. 22 Wochen)  900 Stunden
<b>Modulnote</b>	Gemäß § 21 „Master-Arbeit“ der Prüfungsordnung zum Master-Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

---

### Lernziele/Kompetenzen

- Fähigkeit zum Einarbeiten in ein wissenschaftliches Themengebiet
- Zielgerichtete Bearbeitung eines Projektes mit wissenschaftlichen Methoden unter Anleitung
- Fähigkeit reproduzierbare wissenschaftliche Ergebnisse zu erzielen und schlüssig darzulegen

---

### Inhalt

- Literaturstudium zum vorgegebenen Thema
- Erarbeitung der relevanten Methodik
- Dokumentation des Projektverlaufs
- Anfertigung der Masterarbeit und Präsentation der Ergebnisse mit abschließendem Kolloquium

---

### Weitere Informationen

Kandidaten stimmen Thema und Inhalt der Master-Arbeit und des vorgelagerten Laborprojektes mit dem betreuenden Prüfer ab; mögliche Aufgabenstellungen sowie spezifische Durchführungsbedingungen sollten frühzeitig abgesprochen werden. Finden Kandidaten keinen Prüfer/keine Prüferin, der/die bereit ist ein Thema für Laborprojekt und Master-Arbeit zu vergeben, so wird der Studiendekan/die Studiendekanin einen Prüfer beauftragen.

Unterrichtssprache: deutsch oder englisch, auf Antrag an den Prüfungsausschuss auch in einer anderen Fremdsprache möglich.

Literaturhinweise:

Werden passend zum Thema bekannt gegeben.