

Modulhandbuch

für den Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

RS-Sem.	Modul	Modulelement	CP	SWS
Mathematik				
1	Theoretische Physik Ia	Theoretische Physik Ia: Rechenmethoden der Mechanik	5	5
2	Höhere Mathematik für Ingenieure II		9	6
3	Höhere Mathematik für Ingenieure III		9	6
Allgemeine Grundlagen				
1	Einführung in die Materialwissenschaft		6	5
2	Programmieren für Ingenieure		5	5
Experimentalphysik				
1	Experimentalphysik I	Mechanik, Schwingungen und Wellen	10	6
2	Experimentalphysik II	Elektromagnetismus	8	6
3	Experimentalphysik IIIa	Optik, Thermodynamik	5	4
4	Experimentalphysik IIIb	Quantenphysik, Atomphysik	6	5
5	Experimentalphysik IVa	Festkörperphysik I	4	3
5	Experimentalphysik IVc	Nanostrukturphysik I	6	4
Theoretische Physik				
3	Theoretische Physik I und II für LAG: Klass. Mechanik und Elektrodynamik		8	6
4	Theoretische Physik III: Quantenphysik und Atomphysik		8	6
Physikalische Praktika				
5	Grundpraktikum für MuN		6	4
6	Physikal. Praktikum für Fortgeschrittene MuN		6	4
Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen				
1	Grundlagen der Elektrotechnik I		5	3
2	Grundlagen der Elektrotechnik II		5	3
3	Mikrotechnologie		4	3
3	Elektronik: Physikalische Grundlagen		6	4
4	Elektronik: Elektronische Schaltungen		3	2
4	Messtechnik und Sensorik		6	4
Ingenieurwissenschaftliche Vertiefungen				
4	Wahlblock: 4 aus 6 zu wählen	Schaltungstechnik: elektr. Netzwerke	3	2
4		Mikromechanische Bauelemente	4	3
5		Mikroelektronik 1	4	3
5		Materialien der Mikroelektronik 1	4	3
6		Aufbau- und Verbindungstechnik 1	4	3
6		Elektrische Klein- und Mikroantriebe	4	3
Ingenieurwissenschaftliche Praktika				
3	Ingenieurwissenschaftliche Praktika: wählbar aus den aufgeführten Modulelementen	Praktikum Grundlagen der Elektrotechnik	3	2
4		Praktikum Schaltungstechnik	3-4	2
4		Blockpraktikum Mikrotechnologie	4	4
6		Praktikum Aufbau- und Verbindungstechnik	3	4
6		Ingenieurwissenschaftliches Teamprojekt	4	4
Wahlpflicht				
6	Wahlpflichtfächer	Wahlpflichtfächer	11	
6		Tutortätigkeit	2-4	1-2
6		Kommunikation und Soziale Kompetenz	2	2
Abschluss-Arbeit				
6	Bachelor-Seminar	Bachelor-Seminar	3	2
6	Bachelor-Arbeit	Bachelor-Arbeit	12	

Theoretische Physik Ia – Rechenmethoden der Mechanik					TP Ia
Studiensem. 1	Regelstudiensem. 1	Turnus jährlich	Dauer 1 Semester	SWS 5	ECTS-Punkte 5

Modulverantwortliche/r	Wilhelm-Mauch		
Dozent/inn/en	Dozenten/Dozentinnen der Theoretischen Physik		
Zuordnung zum Curriculum	Pflicht		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen		
Leistungskontrollen / Prüfungen	Klausur Prüfungsvorleistung: Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben		
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesung (3 SWS) Übung (2 SWS) Die Vorlesung ist auch Teil des Bachelor-Studiengangs Physik. Die MuN- und LA-Studierenden bearbeiten Übungen, die sich im Umfang und zu einem Teil auch in den Inhalten von den Übungen für die Bachelor-Physik-Studierenden unterscheiden		
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit Vorlesung		45 h
	Präsenzzeit Übung		30 h
	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung		75 h
	Klausurvorbereitung		
	Summe (5 CP)		150 h
Modulnote	unbenotet		

Lernziele / Kompetenzen

- Übersicht über weiterführende Rechentechniken insbesondere als Grundlage für die Vorlesungen in theoretischer Physik
- Einführung in die mathematische Formulierung physikalischer Gesetzmäßigkeiten anhand von Kinematik und Newtonscher Mechanik
- Entwicklung von Lösungsstrategien für mathematisch-physikalische Problemstellungen
- Einüben des Verfassens und der Darstellung von Lösungen zu Hausaufgaben

Inhalt

- Kinematik mit Differential- und Integralrechnung in n-dimensionalen Räumen
 - Newtonsche Bewegungsgleichungen
 - Lösungsstrategien für Differenzialgleichungen in einer Variable
 - Newtonsche Mechanik der Mehrteilchensysteme
 - Vektorräume, lineare Abbildungen, Eigenwerte, Diagonalisierung
 - Schwingungen und gekoppelte Differenzialgleichungen
 - Fourierreihen und –transformationen
-

Weitere Informationen

Inhaltlich wird vorausgesetzt: Wissensstand mind. gemäß guten Leistungen in Grundkursen Mathematik. Ein Vorkurs, der Oberstufen-Schulmathematik studienvorbereitend aufarbeitet, wird empfohlen.

Literatur:

- S. Großmann, Mathematischer Einführungskurs für die Physik, Teubner (2005)
- W. Nolting, Grundkurs Theoretische Physik, Springer, Berlin (2004)
- C. B. Lang, N. Pucker, Mathematische Methoden in der Physik, Elsevier (2005)
- K.F. Riley, M.P. Hobson, S.J. Bence, Mathematical Methods for Physics and Engineering, Cambridge University Press (2006)

Höhere Mathematik für Ingenieure II					HMI2
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
2	2	jährlich	1 Semester	6	9

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

Lernziele/Kompetenzen

Sicherer Umgang mit Matrizen, linearen Abbildungen und der eindimensionalen Analysis inkl. numerischer Anwendungen. Erster Einblick in die Theorie gewöhnlicher Differentialgleichungen. Fähigkeit, den erlernten Stoff zur Lösung konkreter Probleme anzuwenden.

Inhalt

Vorlesung und Übung Höhere Mathematik II (9 CP):

- Matrizen und lineare Gleichungssysteme
- Lineare Abbildungen
- Stetige Funktionen (auch in mehreren Veränderlichen)
- Differentialrechnung in einer Veränderlichen
- Eindimensionale Integration (inkl. Numerik)
- Satz von Taylor, Fehlerabschätzungen
- Gewöhnliche lineare 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.

Höhere Mathematik für Ingenieure III					HMI3
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
3	3	jährlich	1 Semester	6	9

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

Lernziele/Kompetenzen

Spektraltheorie quadratischer Matrizen und deren Anwendung auf Systeme linearer gewöhnlicher Differentialgleichungen erster Ordnung. Analysis von Funktionen mehrerer Veränderlicher. Vorstellungsvermögen für abstrakte und geometrische Strukturen in konkreten Problemen.

Inhalt

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

- Spektraltheorie quadratischer Matrizen
- Systeme linearer gewöhnlicher Differentialgleichungen erster Ordnung
- Differentialrechnung von Funktionen mehrerer Veränderlicher
- Kurvenintegrale
- Integralrechnung im \mathbb{R}^n
- Integralsätze der Vektoranalysis

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.

Einführung in die Materialwissenschaft					
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
1	1	Jedes WS	1 Semester	5	6

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Eduard Arzt		
Dozent/inn/en	Prof. Dr. Eduard Arzt und Mitarbeiter/innen des Instituts für Neue Materialien		
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Systems Engineering, Modulgruppe Mikrosystemtechnik Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Pflicht Bachelor Mechatronik, Wahlpflicht Mikrosystemtechnik		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen		
Leistungskontrollen / Prüfungen	Klausur/mündliche Prüfung/sonstige Leistungsnachweise		
Lehrveranstaltungen / SWS	V2 Ü2 D1		
Arbeitsaufwand	Vorlesung + Übungen + Lab-Demo 15 Wochen 5 SWS	75 h	
	Vor- und Nachbereitung	75 h	
	Prüfungsvorbereitung	30 h	
Modulnote	Prüfungsnote		

Lernziele / Kompetenzen

- Fundamentale Kenntnisse der Materialklassen und ihrer spezifischen Eigenschaften
- Beziehungen zwischen Mikrostruktur und Eigenschaften von Materialien
- Mechanische Eigenschaften von spröden und duktilen Materialien
- Elektronische Eigenschaften von Leitern, Halbleitern und Isolatoren

Inhalt

- Aufbau von verschiedenen Materialien (Gefüge, Kristallstruktur, Bindung...)
- Charakteristische Eigenschaften der unterschiedlichen Werkstoffklassen
- Phasendiagramme und thermisch aktivierte Vorgänge
- Verformungs- und Härtungsmechanismen von Werkstoffen
- Bruch-, Kriech- und Ermüdungsfestigkeit
- Elektronische, magnetische, thermische und optische Eigenschaften
- Größen- und Skalierungseffekte

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:

- Ashby und Jones: Engineering Materials I und II (engl.)
- Gottstein: Physikalische Grundlagen der Materialkunde
- Ilschner und Singer: Werkstoffwissenschaften und Fertigungstechnik: Eigenschaften, Vorgänge, Technologien
- Courtney: Mechanical Behavior of Materials (engl.)
- Hummel: Electronic Properties of Materials (engl.)

Programmieren für Ingenieure					Pfl
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
2	2	jährlich	1 Semester	5	5 ¹ (8)

Modulverantwortliche/r	Studiendekan bzw. Studienbeauftragter der NTF II
Dozent/inn/en	Dozenten/Dozentinnen der Informatik
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Systems Engineering, Systemtechnische Grundlagen Bachelor Mechatronik, Pflicht Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Pflicht Bachelor Materialwissenschaften und Werkstofftechnik, Pflicht Lehramt Mechatronik/Technik
Zulassungsvoraussetzungen	keine
Leistungskontrollen / Prüfungen	<p>Prüfungszulassung über Übungen Für den Bachelor-Studiengang Mikro-und Nanostrukturen, sowie für Lehramt Mechatronik: Abschluss der Veranstaltung nach 2/3 der insgesamt angebotenen Vorlesungen und Übungen durch eine Klausur ⇒ Variante für die Vergabe von 5 CP</p> <p>Für die Bachelor-Studiengänge Materialwissenschaften und Werkstofftechnik und Mechatronik: Abschlussklausur nach Beendigung der gesamten Vorlesungen und Übungen am Ende der Vorlesungszeit ⇒ Variante für die Vergabe von 8 CP</p> <p>Wiederholungsklausur gegen Ende der vorlesungsfreien Zeit</p>
Lehrveranstaltungen / SWS	2SWS Vorlesung, 3SWS Übung Gruppengröße bei Übungen: <20 Studierende
Arbeitsaufwand	<p>Für den Bachelor-Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen sowie für Lehramt Mechatronik: Präsenzzeit 5 SWS x10 Wochen = 50 Std. → 1/3 Präsenz, 2/3 Vor- / Nachbereitung Gesamtaufwand: 150 Std.</p> <p>Für die Bachelor-Studiengänge Mechatronik und Materialwissenschaften und Werkstofftechnik: Präsenzzeit 5 SWS x15 Wochen = 75 Std. → 1/3 Präsenz, 2/3 Vor- / Nachbereitung Gesamtaufwand: 8x30 = 240 Std.</p>
Modulnote	Aus der jeweiligen Abschlussklausur

Lernziele/Kompetenzen

- Objekt-orientierter Programmentwurf, C++-Programmierung
- Verständnis eines Software-Entwicklungsprozesses
- Grundsätzliches Verständnis der von Neumann-Rechnerarchitektur

Inhalt

Der überwiegende Teil der Ingenieursarbeit besteht aus "Software" im weitesten Sinne. Schaltkreise werden in SW entwickelt (simuliert und anschließend synthetisiert), Schaltungen in SW erstellt (computer-unterstütztes Layout und automatische Bestückung) und Endgeräte (Mobiltelefone, PCs/-Notebooks, Settop-Boxen) nutzen oft weltweit einheitliche Schaltkreise und unterscheiden sich in der Cleverness der Systemsoftware.

Die Vorlesung Pfl bietet einen Einstieg für Ingenieure in das Programmieren an sich und die Programmiersprache C++ im Besonderen. Neben den notwendigen Werkzeugen (*Editor, Compiler, Linker, Librarian, Debugger, Make, Revision Control, integrierte Entwicklungsumgebung*) wird die Programmiersprache C++ aus Sicht der objektorientierten Programmierung vermittelt.

Im Laufe der Vorlesung werden anhand von Beispielen aus der Literatur die besonderen Eigenschaften der Programmiersprache C++ sowie der verwendeten Programmierumgebung demonstriert. Objektorientierte Programmierung in C++ wird an Hand dieser Beispiele vorgestellt und in Übungen praktisch erlernt. Der Lehrstuhl Nachrichtentechnik stellt eine *bootfähige DVD* zur Verfügung, auf der alle für die Vorlesung benötigten Komponenten enthalten sind.

Voraussetzung: Da Pfl im Nebenfach für Ingenieure angeboten wird, sind keine speziellen Vorkenntnisse notwendig. Wie bei allen Modulen ist eine solide Kenntnis in der Anwendung von PCs (Betriebssysteme, SW-Installation, Anwendungsprogramme etc.) unumgänglich. Erste Erfahrungen in der Programmierung (z. B. Makro-Programmierung in Visual Basic oder die "Programmierung" von HTML-Seiten) sind sehr wünschenswert.

Anmerkung: Studierende in Bachelor-Studiengängen, die nur 5 LP für diese Veranstaltung erfordern, können nach 2/3 der Veranstaltung an einer Klausur teilnehmen, nach deren Bestehen das Modul als bestanden mit 5 LP gewertet wird.

Wird die Veranstaltung bis zum Ende besucht und die Abschlussklausur erfolgreich absolviert, können die zusätzlichen 3 CP eingebracht werden, soweit der jeweilige Studiengang eine Kategorie zur Einbringung zusätzlich erworbener Leistungspunkte enthält

Weitere Informationen

Der Unterricht findet auf Deutsch statt. Lehrmaterialien (Folien, Quelltex te, Literatur) sind auf Englisch.

Die Vorlesung bedient sich der frei erhältlichen Bücher „Thinking in C++“ von Bruce Eckel:
Bruce Eckel, Thinking in C++ - Volume One: Introduction to Standard C++ , Prentice Hall, 2000
Bruce Eckel, Chuck Allison, Thinking in C++ - Volume Two: Practical Programming, Prentice Hall, 2004

sowie weiterer vertiefender Literatur:

Stanley Lippman, Essential C++, Addison-Wesley, 2000
Herb Sutter, C++ Coding Standards, Addison-Wesley, 2005

Experimentalphysik I					EPI
Studiensem. 1	Regelstudiensem. 1.	Turnus WS	Dauer 1 Semester	SWS 8	ECTS-Punkte 10
Modulverantwortliche/r		Eschner			
Dozent/inn/en		1 Hochschullehrer(in) der Experimentalphysik 1 studentischer oder promovierter Betreuer pro Übungsgruppe			
Zuordnung zum Curriculum		Pflicht			
Zugangsvoraussetzungen		Keine formalen Voraussetzungen.			
Leistungskontrollen / Prüfungen		Eine benotete Klausur (auch in zwei Teilklausuren möglich) oder mündliche Prüfung. Prüfungsvorleistung: Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben.			
Lehrveranstaltungen / SWS		<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung „Experimentalphysik I“ (Mechanik, Schwingungen und Wellen) • Vorlesung und Präsenzübung "Mathematische Ergänzungen" • Übung zur Vorlesung (max. Gruppengröße: 15) 		<p>4 SWS / 4 CP</p> <p>2 SWS / 2 CP</p> <p>2 SWS / 4 CP</p>	
Arbeitsaufwand		<ul style="list-style-type: none"> • Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 4 SWS • Präsenzzeit Vorlesung und Präsenzübung 15 Wochen à 2 SWS • Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 2 SWS • Vor- und Nachbereitung Vorlesung, Bearbeitung der Übungsaufgaben, Klausur- oder Prüfungsvorbereitung <p>-----</p>		<p>60 Stunden</p> <p>30 Stunden</p> <p>30 Stunden</p> <p>180 Stunden</p> <p>Summe</p> <p>300 Stunden</p>	
Modulnote		Mittelwert aus den Noten der Teilklausuren/Note der Klausur bzw. der mündlichen Prüfung			

Lernziele/Kompetenzen:

- Erwerb von Grundkenntnissen zur klassischen Mechanik sowie Schwingungen und Wellen unter experimentell-phänomenologischen Gesichtspunkten
- Kennenlernen grundlegender Begriffe, Phänomene, Konzepte und Methoden
- Vermittlung eines Überblicks der historischen Entwicklung und moderner Anwendungen
- Einüben elementarer Techniken wissenschaftlichen Arbeitens, insbesondere der Fähigkeit, physikalische Problemstellungen durch Anwendung mathematischer Formalismen selbständig zu lösen
- Übersicht über relevante Rechentechniken

Inhalt

- Klassische Mechanik: Messen und Maße, Vektoren, Newtonsche Axiome, Punktmechanik, Potentialbegriff, Planetenbewegung, Bezugssysteme, Relativitätsmechanik, Mechanik des starren Körpers, Mechanik von Festkörpern (Elastizität, Plastizität) und Flüssigkeiten
- Schwingungen und Wellen: Harmonischer Oszillator; freie, gedämpfte und getriebene Schwingung; gekoppelte Schwingungen, Schwebungen und Gruppengeschwindigkeit, Wellenbewegung in Medien, Energietransport und Energiedichte einer Welle
- Mathematische Ergänzungen: Behandlung und Einübung der im Rahmen der Mechanik benötigten Rechentechniken

Weitere Informationen

Allgemeines:

- Mit dem Modul beginnt das Physik-Studium im Wintersemester. Der Besuch des Vorkurses, der Oberstufen-Schulmathematik studienvorbereitend aufarbeitet, wird empfohlen (jeweils im September/Oktobre vor Beginn der Vorlesungen).
- Die Modulveranstaltungen sind aufeinander und mit dem Physikalischen Grundpraktikum abgestimmt.
- Inhaltlich wird vorausgesetzt: Wissensstand mindestens gemäß guten Leistungen in Grundkursen Physik und Mathematik.

Literaturhinweise:

Die Veranstaltungen folgen keinem bestimmten Lehrbuch. Zu Beginn der Veranstaltung wird unterstützende Literatur bekannt gegeben.

Folgende beispielhafte Standardwerke sind zu empfehlen:

Experimentalphysik I

- W. Demtröder, *Experimentalphysik 1*, aktuelle Auflage, Springer Verlag.
- Halliday, Resnik, Walker, Koch: *Physik*, Verlag Wiley-VCH, 1. Auflage, 2005.
- Dransfeld, Kienle, Kalvius: *Physik 1: Mechanik und Wärme*; Oldenbourg-Verlag, 10. Auflage, 2005
- Meschede: *Gerthsen Physik*, Springer Verlag, 23. Auflage, 2006.
- Bergmann-Schäfer, *Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd. 1, Mechanik, Akustik, Wärme*; Gruyter-Verlag, 11. Auflage, 1998
- *Berkeley Physik Kurs, Bd. 1, Mechanik*; Springer Verlag, 5. Auflage, 1991
- *Feynman Vorlesungen über Physik, Bd. 1, Mechanik, Strahlung und Wärme (4. Auflage, 2001)*;
- P.A. Tipler, R.A. Llewelyn, *Moderne Physik*, 1. Auflage, Oldenbourg Verlag, 2003.

Experimentalphysik II: Elektromagnetismus					EP II
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
2.	2.	SS	1 Semester	6	8

Modulverantwortliche/r	Jacobs
Dozent/inn/en	1 Hochschullehrer(in) der Experimentalphysik 1 studentischer Betreuer pro Übungsgruppe
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Pflicht
Zugangsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen. Inhaltliche Voraussetzungen: grundlegende Kenntnisse aus dem Modul Experimentalphysik I
Leistungskontrollen / Prüfungen	Prüfungsvorleistung: erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben. (Bekanntgabe der genauen Regelung zu Beginn der Lehrveranstaltung) Eine benotete Klausur oder mündliche Prüfung.
Lehrveranstaltungen / SWS	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung „Experimentalphysik II“ (Elektromagnetismus) 4 SWS / 4 CP • Übung zur Vorlesung (max. Gruppengröße: 15) 2 SWS / 4 CP
Arbeitsaufwand	<ul style="list-style-type: none"> • Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 4 SWS 60 Stunden • Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 2 SWS 30 Stunden • Vor- und Nachbereitung Vorlesung 15 Wochen à 2 SWS 30 Stunden • Bearbeitung der Übungsaufgaben 15 Wochen à 6 SWS 90 Stunden • Klausur- oder Prüfungsvorbereitung 30 Stunden <p>-----</p> <p>Summe 240 Stunden</p>
Modulnote	Note der Klausur bzw. der mündlichen Prüfung

Lernziele/Kompetenzen:

- Erwerb von Grundkenntnissen zur Elektrizitätslehre und Magnetismus
- Erwerb eines Überblicks der historischen Entwicklung und moderner Anwendungen
- Kenntnis von Schlüsselexperimenten und experimentellen Techniken/Messmethoden
- Herstellen des Zusammenhangs zwischen den theoretischen Begriffen und Resultaten mit experimentellen Ergebnissen
- Einüben elementarer Techniken wissenschaftlichen Arbeitens, insbesondere der Fähigkeit, physikalischer Problemstellungen durch Anwendung mathematischer Formalismen selbständig zu lösen

Inhalt

Vorlesung Experimentalphysik II (Elektromagnetismus)

- Elektrostatik
- Elektrischer Strom und Magnetismus
- Maxwell-Gleichungen
- Elektromagnetische Schwingungen und Wellen
- elektrotechnische Anwendungen
- Behandlung und Einübung der im Rahmen der Elektrizitätslehre benötigten Rechentechniken (auf den Vorlesungsverlauf verteilt)

Weitere Informationen

Literaturhinweise:

- D. Halliday, R. Resnik, J. Walker, Koch: *Halliday Physik*, Verlag Wiley-VCH, 2. Auflage, 2009.
- P.A. Tipler, R.A. Llewelyn, *Moderne Physik*, 1. Auflage, Oldenbourg Verlag, 2003.
- D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Halliday Physik Bachelor-Edition*, Verlag Wiley-VCH, 1. Auflage 2007
- H. Daniel, *Physik I: Mechanik/Akustik/Wellen*, de Gruiter, 1997; H. Daniel, *Physik II: Elektrodynamik – relativistische Physik*, de Gruiter, 1997
- K. Dransfeld, P. Kienle, G.M. Kalvius, *Physik I: Mechanik und Wärme*; Oldenbourg-Verlag, 10. Auflage, 2005; K. Dransfeld, P. Kienle, *Physik II: Elektrodynamik*; Oldenbourg-Verlag, 6. Auflage, 2002.
- D.G. Giancoli, *Physik*, 3. Auflage, Pearson Studium, 2006
- R. Weber, *Physik Teil I: Klassische Physik – Experimentelle und theoretische Grundlagen*, Tebner Verlag, 1. Auflage 2007.
- D. Meschede, *Gerthsen Physik*, Springer Verlag, 23. Auflage, 2006.
- Bergmann-Schäfer, *Lehrbuch der Experimentalphysik*, Bd.1, *Mechanik, Akustik, Wärme*; Gruyter-Verlag, 12. Auflage, 2008; *Lehrbuch der Experimentalphysik*, Bd. 2. *Elektromagnetismus*; Gruyter-Verlag; 9. Auflage, 2006.
- C. Kittel, W.D. Knight, M.A. Ruderman, A.C. Helmholz, B.J. Moyer, *Berkeley Physik Kurs*, Bd. 1, *Mechanik*, 5. Auflage 1994, E. M. Purcell, *Berkeley Physik Kurs*, Bd. 2, *Elektrizität und Magnetismus*, Vieweg Verlag, 4. Auflage, 1989.
- R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands, *Feynman-Vorlesungen über Physik*, Bd.1, *Mechanik, Strahlung, Wärme*, Oldenbourg Verlag, 5. Auflage, 2007; Bd.2, *Elektromagnetismus und Struktur der Materie*, Oldenbourg Verlag. 5. Auflage, 2007
- W. Demtröder, "Experimentalphysik 2", 3. Auflage, Springer Verlag, 2004, ISBN 3-540-20210-2.

Experimentalphysik III: Optik/Thermodynamik / Quantenphysik/Atomphysik					EP III
Studiensem. 3. + 4.	Regelstudiensem. 4	Turnus WS+SS	Dauer 2 Semester	SWS 9	ECTS-Punkte 11

Modulverantwortliche/r	Becher
Dozent/inn/en	1 Hochschullehrer(innen) der Experimentalphysik 1 student. Betreuer pro Übungsgruppe
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Pflicht
Zugangsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen. Inhaltliche Voraussetzungen: Kenntnisse aus den Modulen Experimentalphysik I und II
Leistungskontrollen / Prüfungen	Prüfungsvorleistung: Optik/Thermodynamik: erfolgreiche Bearbeitung der Aufgaben in den Übungen Quantenphysik/Atomphysik: erfolgreiche Bearbeitung der Aufgaben in den Übungen (Bekanntgabe der genauen Regelung zu Beginn der Lehrveranstaltung) Zwei Klausuren oder mündliche Prüfungen: Optik/Thermodynamik: eine Klausur oder mündliche Prüfung Quantenphysik/Atomphysik: eine Klausur oder mündliche Prüfung
Lehrveranstaltungen / SWS	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung „Experimentalphysik IIIa“ (Optik und Thermodynamik) 3 SWS • Übung zur Vorlesung (max. Gruppengröße: 15) 1 SWS • Vorlesung „Experimentalphysik IIIb“ (Quanten- und Atomphysik) 4 SWS • Übung zur Vorlesung (max. Gruppengröße: 15) 1 SWS

Arbeitsaufwand	a) „Experimentalphysik IIIa“	
	• Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 3 SWS	45 Stunden
	• Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 1 SWS	15 Stunden
	• Vor- und Nachbereitung Vorlesung, Bearbeitung der Übungsaufgaben, Klausur- oder Prüfungsvorbereitung	90 Stunden

	Summe	150 Stunden (5 CP)
	b) „Experimentalphysik IIIb“	
	• Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 4 SWS	60 Stunden
	• Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 1 SWS	15 Stunden
	• Vor- und Nachbereitung Vorlesung, Bearbeitung der Übungsaufgaben, Klausur- oder Prüfungsvorbereitung	105 Stunden

	Summe	180 Stunden (6 CP)

		Summe 330 Stunden

Modulnote Mittelwert der beiden benoteten Prüfungen Optik/Thermodynamik und Quantenphysik/Atomphysik (nach Prüfungsordnung §13 Abs. 4)

Lernziele/Kompetenzen:

- Erwerb von Grundkenntnissen zur Optik und Thermodynamik
- Erwerb von Grundkenntnissen zur Quanten- und Atomphysik
- Vermittlung eines Überblicks der historischen Entwicklung und moderner Anwendungen
- Kenntnis von Schlüsselexperimenten und experimentellen Techniken/Messmethoden
- Herstellen des Zusammenhangs zwischen den theoretischen Begriffen und Resultaten mit experimentellen Ergebnissen
- Einüben elementarer Techniken wissenschaftlichen Arbeitens, insbesondere der Fähigkeit, physikalische Problemstellungen durch Anwendung mathematischer Formalismen selbstständig zu lösen

Inhalt

Experimentalphysik IIIa (Optik und Thermodynamik)

- Elektromagnetische Wellen in Materie
- Geometrische Optik
- Optische Instrumente
- Kohärenz, Interferenz und Beugung
- Grundlagen des Lasers

- Temperatur, Wärmetransport, kinetische Gastheorie, ideale Gase, Hauptsätze der Thermodynamik, Kreisprozesse
- kinetische Theorie der Wärme, Brownsche Molekularbewegung, Boltzmann-Verteilung, Wärmeleitung und Diffusion
- Einführung in die Statistische Physik
- Strahlungsgesetze, Hohlraumstrahlung

Experimentalphysik IIIb (Quanten- und Atomphysik)

- Atomarer Aufbau der Materie
- Licht als Teilchen
- Materiewellen
- Einzelteilchenexperimente und Statistische Deutung
- Atomspektren und Atommodelle
- Schrödinger-Gleichung und einfache Potentiale
- H-Atom
- Spin
- Atome in magnetischen und elektrischen Feldern

Weitere Informationen

Inhaltlich wird auf die Module der ersten beiden Semester aufgebaut

Literaturhinweise:

- Meschede: *Gerthsen Physik*, Springer Verlag, 24. Auflage, 2010, ISBN: 3-642-12893-6.
- W. Demtröder, "Experimentalphysik 2", 5. Auflage, Springer Verlag, 2009, ISBN 3-540-68210-3.
- E. Hecht, "Optik", 5. Auflage, Oldenbourg Verlag, 2009, ISBN 3-486-58861-3.
- P.A. Tipler, R.A. Llewelyn, "Moderne Physik", 2. Auflage, Oldenbourg Verlag, 2010, ISBN: 3-486-58275-8.
- W. Demtröder, "Experimentalphysik 3", 4. Auflage, Springer Verlag, 2009, ISBN 3-642-03910-2
- H. Haken, H.C. Wolf, „Atom- und Quantenphysik“, 8. Auflage, Springer Verlag, 2004, ISBN 3-540-02621-5.
- T. Mayer-Kuckuk, „Atomphysik“, 5. Auflage, Teubner Verlag, 1997, ISBN: 3-519-43042-8.
- Feynman, *Vorlesungen über Physik, Bd.3, Quantenmechanik (4. Auflage 1999)*; Oldenbourg Verlag.

Experimentalphysik IV: Festkörperphysik I / Nanostrukturphysik I					EP IV
Studiensem. 5.	Regelstudiensem. 5	Turnus WS	Dauer 1 Semester	SWS 7	ECTS-Punkte 10

Modulverantwortliche/r	Professoren der Experimentalphysik	
Dozent/inn/en	1 Hochschullehrer(innen) der Experimentalphysik 1 student. Betreuer pro Übungsgruppe	
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Pflicht	
Zugangsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen.	
Leistungskontrollen / Prüfungen	Prüfungsvorleistung: Festkörperphysik: erfolgreiche Bearbeitung der Aufgaben in den Übungen Nanostrukturphysik: erfolgreiche Bearbeitung der Aufgaben in den Übungen (Bekanntgabe der genauen Regelung zu Beginn der Lehrveranstaltung) Zwei Klausuren oder mündliche Prüfungen: Festkörperphysik: eine Klausur oder mündliche Prüfung Nanostrukturphysik: eine Klausur oder mündliche Prüfung	
Lehrveranstaltungen / SWS	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung „Experimentalphysik IVa“ (Festkörperphysik I) 2 SWS • Übung zur Vorlesung (max. Gruppengröße: 15) 1 SWS • Vorlesung „Experimentalphysik IVc“ (Nanostrukturphysik I) 4 SWS 	
Arbeitsaufwand	a) „Experimentalphysik IVa“ (Festkörperphysik I) <ul style="list-style-type: none"> • Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 2 SWS 30 Stunden • Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 1 SWS 15 Stunden • Vor- und Nachbereitung Vorlesung, Bearbeitung der Übungsaufgaben, Klausur- oder Prüfungsvorbereitung 75 Stunden <hr style="width: 100px; margin-left: auto; margin-right: 0;"/> Summe 120 Stunden (4 CP)	
	b) „Experimentalphysik IVc“ (Nanostrukturphysik I) <ul style="list-style-type: none"> • Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 4 SWS 60 Stunden • Vor- und Nachbereitung Vorlesung, Bearbeitung der Übungsaufgaben, Klausur- oder Prüfungsvorbereitung 120 Stunden <hr style="width: 100px; margin-left: auto; margin-right: 0;"/> Summe 180 Stunden (6 CP)	
	<hr style="width: 100px; margin-left: auto; margin-right: 0;"/> Summe 300 Stunden	

Lernziele/ Kompetenzen:

- Erwerb von Grundkenntnissen zur Festkörperphysik
- Erwerb von Grundkenntnissen zur Nanostrukturphysik
- Vermittlung eines Überblicks der historischen Entwicklung und moderner Anwendungen
- Vermittlung wissenschaftlicher Methodik, insbesondere der Fähigkeit, einschlägige Probleme quantitativ mittels mathematischer Formalismen zu behandeln und selbstständig zu lösen
- Kennenlernen von Schlüsselexperimenten und experimentellen Techniken/Messmethoden
- Einüben elementarer Techniken wissenschaftlichen Arbeitens, insbesondere der Fähigkeit, physikalische Problemstellungen durch Anwendung mathematischer Formalismen selbstständig zu lösen

Inhalt

Vorlesung Experimentalphysik IVa (Festkörperphysik)

- Struktur der Kristalle
- Bindungen
- Phononen
- thermische Eigenschaften
- Bose-Einstein- und Fermi-Dirac-Verteilung
- Freies Elektronengas
- Bändermodell

Vorlesung Experimentalphysik IVc (Nanostrukturphysik I)

Die Vorlesung bietet eine elementare Einführung in verschiedene Bereiche der Nanostrukturforschung und Nanotechnologie. Ausgehend von einer Diskussion technischer Entwicklungen vor einigen Jahrzehnten über Ansätze aus der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik werden im Detail die Anfänge der Nanotechnologie, beginnend mit den frühen 80iger Jahren des vorigen Jahrhunderts, diskutiert. Im Detail werden Phänomene behandelt, bei denen physikalische Eigenschaften auf reduzierte geometrische Abmessungen zurückzuführen sind. Einen breiten Raum nehmen auch Verfahren zur Manipulation und Analyse von Materie auf Nanometerskala ein. Der interdisziplinäre Charakter der Nanotechnologie wird anhand ihrer Bezüge zur Chemie, Biologie und Medizin sowie zu den Ingenieurwissenschaften hervorgehoben. Schließlich werden die unterschiedlichsten technischen Anwendungsfelder, die bereits heute von Relevanz sind oder zukünftig von Relevanz sein werden, diskutiert, und es wird ein kleiner Überblick über sozioökonomische Folgen der Nanotechnologie gegeben.

Weitere Informationen

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

Literaturhinweise:

- Demtröder: Experimentalphysik IV
- Kittel: Festkörperphysik
- Ashcroft, Mermin: Festkörperphysik
- Kopitzi: Einführung in die Festkörperphysik
- Bergmann, Schäfer: Experimentalphysik Bd. 6 – Festkörper
- E.L. Wolf, Nanophysics and Nanotechnology, Wiley-VCH, 2004
- U. Hartmann, Nanotechnologie, Spektrum/Elsevier, 2006
- Ibach/Lüth: Festkörperphysik.

Während der Vorlesung werden weitere Werke genannt. Neben der Vorlesungsmitschrift wird grundsätzlich keine weitere Literatur zwingend benötigt

Modul Theoretische Physik I und II für LAG und MuN Klassische Mechanik und Elektrodynamik					TP I+II - LA
Studiensem. 3.	Regelstudiensem. 3.	Turnus jährlich (WS) oder (SS+WS)	Dauer 1 Semester oder 2 Semester	SWS 6	ECTS-Punkte 8

Modulverantwortliche/r	Santen
Dozent/inn/en	1 Hochschullehrer(in) der Theoretischen Physik 1 student. Betreuer pro Übungsgruppe
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Pflicht
Zugangsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen.
Leistungskontrollen / Prüfungen	Option a): eine benotete Klausur oder mündliche Prüfung. Option b): zwei benotete Klausuren oder mündliche Prüfungen Teilnahmevoraussetzung: erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben.
Lehrveranstaltungen / SWS	<p>Option a)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung „Klassische Mechanik und Elektrodynamik“ 4 SWS • Übung zur Vorlesung (max. Gruppengröße: 15) 2 SWS Vorlesung und Übung 8 CP <p>Im Gegensatz zum Bachelor-Studiengang Physik, in dem zwei getrennte Theorie-Vorlesungen für die Klassische Mechanik und die Elektrodynamik angeboten werden, erhalten die Studierenden des Lehramts sowie der MuN hier einen einsemestrigen Überblick über das Themengebiet. Im Folgemodul TP III (Quantenphysik und statistische Physik: Grundlegende Konzepte) werden beide Studierendengruppen wieder zusammengeführt.</p> <p>Option b)</p> <p>Die MuN-Studierenden besuchen über 2 Semester (SS und WS, z.B. 4. und 5. Semester) die der Option a) entsprechenden Veranstaltungsteile aus dem Bachelor-Studiengang Physik, also jeweils für ein halbes Semester eine Vorlesung à 4 SWS und eine Übung à 2 SWS :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung „Theoretische Physik I“ (50%) (Klassische Mechanik) 2 SWS • Übung zur „Theoretischen Physik I“ (max. Gruppengröße: 15) 1 SWS Vorlesung und Übung Theoretische Physik Ib 4 CP • Vorlesung „Theoretische Physik II“ (50%) (Elektrodynamik) 2 SWS • Übung zur „Theoretischen Physik II“ (max. Gruppengröße: 15) 1 SWS Vorlesung und Übung Theoretische Physik II 4 CP <p>MuN-Studierende, die die obigen Bachelorveranstaltungen im vollen Umfang absolvieren, können sich dies im Rahmen des Wahlpflichtmoduls anrechnen lassen.</p> <p>Hinweis: Werden beide Optionen angeboten, wird den Studierenden freigestellt, welche sie wählen.</p>

Arbeitsaufwand	• Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 4 SWS	60 Stunden
	• Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 2 SWS	30 Stunden
	• Vor- und Nachbereitung Vorlesung, Bearbeitung der Übungsaufgaben, Klausur- oder Prüfungsvorbereitung	150 Stunden
	----- Summe	240 Stunden
Modulnote	Note der Klausur bzw. der mündl. Prüfung (Option a) bzw. Mittelwert der Klausuren bzw. mündlichen Prüfungen (Option b)	

Lernziele:

- Beherrschung der grundlegenden Konzepte, Methoden und Denkweisen der theoretischen Physik im Bereich der klassischen Mechanik
- Theoretische Beschreibung von elektromagnetischen Feldern und Wechselwirkungen
- Einführung in die Methoden der klassischen Feldtheorie
- Kennenlernen des Wechselspiels von Theoretischer Physik und Experimentalphysik
- Erwerb von Grundkenntnissen zum Beitrag der Theoretischen Physik zu Begriffsbildung und Begriffsgeschichte
- Einüben der wichtigsten Arbeitsstrategien der Theoretischen Physik

Kompetenzen:

- über ein strukturiertes Fachwissen zu den grundlegenden Teilgebieten der Physik verfügen
- wichtige ideengeschichtliche und wissenschaftstheoretische Konzepte kennen
- Erkenntnis- und Arbeitsmethoden des Faches kennen und diese Methoden in zentralen Bereichen der Physik anwenden können

Inhalt

Klassische Mechanik und Elektrodynamik

- Analytische Mechanik der Mehrteilchensysteme
- Fourierreihen und -transformationen
- Der starre Körper
- Lagrange-Mechanik

- Mathematische Methoden der Elektrodynamik
- Maxwellgleichungen
- Elektrostatik, Magnetostatik
- Elektrodynamik von Teilchen und Feldern

Weitere Informationen

Inhaltlich wird auf die Module Experimentalphysik Ia sowie Theoretische Physik Ia für Lehramt aufgebaut, insbesondere auf die Mathematikkenntnisse aus der Veranstaltung „Theoretische Physik Ia für Lehramt: Rechenmethoden der Mechanik“.

Literaturhinweise:

H. Goldstein, [C. P. Poole](#), [J. Safko](#), Klassische Mechanik, Wiley-VCH, 2006
[L. D. Landau](#), [E.M. Lifschitz](#), Lehrbuch der theoretischen Physik Bd.1, Harri Deutsch, 1997
W. Nolting, Grundkurs Theoretische Physik 2, Springer, 2006
F. Kuypers, Klassische Mechanik, Wiley-VCH, 2005
[J.V. Jose](#), [E.J. Saletan](#), Classical Dynamics: A Contemporary Approach, Cambridge University Press, 1998
J.D. Jackson, Klassische Elektrodynamik, de Gruyter, 2006
T. Fließbach, Elektrodynamik, Spektrum Akademischer Verlag, 2004
W. Nolting, Grundkurs Theoretische Physik 3, Springer, 2004

Theoretische Physik III – Quantenphysik und statistische Physik: Grundlegende Konzepte					TP III
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
4.	4.	SS	1 Semester	6	8

Modulverantwortliche/r	Santen				
Dozent/inn/en	Hochschullehrer(innen) der Theoretischen Physik 1 student. Betreuer pro Übungsgruppe				
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Pflicht				
Zugangsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen. Inhaltlich baut der Kurs auf dem Modul TP I+II - LA auf.				
Leistungskontrollen / Prüfungen	Prüfungsvorleistung: Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben Klausur oder mündliche Prüfung				
Lehrveranstaltungen / SWS	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung (4 SWS) • Übung (2 SWS) 				
Arbeitsaufwand	<ul style="list-style-type: none"> • Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 4 SWS • Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 2 SWS • Vor- und Nachbereitung Vorlesung, Bearbeitung der Übungsaufgaben, Klausur- oder Prüfungsvorbereitung 				60 Stunden 30 Stunden 150 Stunden ----- Summe 240 Stunden
Modulnote	Aus der Klausurnote bzw. der Note der mündlichen Prüfung				

Lernziele / Kompetenzen

- Überblick über die grundlegenden Konzepte, Methoden und Begriffe der theoretischen Quantenphysik und der statistischen Physik.
- Verständnis von physikalischen Gesetzen, die als Wahrscheinlichkeitsaussagen formuliert sind.
- Herstellen des Zusammenhangs zwischen den theoretischen Begriffen und Resultaten mit experimentellen Ergebnissen
- Verständnis des Beitrags der Theoretischen Physik zu Begriffsbildung und Begriffsgeschichte
- Verständnis der wichtigsten Arbeitsstrategien und Denkformen der Theoretischen Quantenmechanik und statistischen Physik

Inhalt

- Schrödingergleichung, Eigenzustände, zeitliche Entwicklung
- Eindimensionale Probleme
- Orts- u. Impulsdarstellung
- Allgemeiner Formalismus der Quantenmechanik, Messprozess
- Harmonischer Oszillator
- Unitäre Transformationen, Symmetrien
- Quantenmechanischer Drehimpuls, Wasserstoffatom
- Grundlagen der statistischen Mechanik
- Gleichgewichtsensemble
- Anschluss an die Thermodynamik
- Das klassische ideale Gas

Weitere Informationen

Literatur:

- C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe, Quantenmechanik 1, de Gruyter, 1998
- W. Nolting, Grundkurs Theoretische Physik 5/1, Springer, 2003
- R. Shankar, Principles of Quantum Mechanics, Springer, 1994
- F. Schwabl, Quantenmechanik 1, 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

Physikalisches Grundpraktikum für MuN					GP MuN
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
5.	5.	WS	1 Semester	4	6

Modulverantwortliche/r	Deicher, John		
Dozent/inn/en	1 Praktikumsleiter(in) 1 Betreuer(in) pro Praktikumsgruppe		
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Pflicht		
Zugangsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen.		
Leistungskontrollen / Prüfungen	Praktikum: für jeden Versuch Eingangsgespräch mit Versuchsbetreuer, Durchführung und Protokollierung, Versuchsauswertung und Testat, Abschlussgespräch mit Versuchsbetreuer		
Lehrveranstaltungen / SWS	Physikalisches Grundpraktikum für MuN (Gruppengröße: 2)		4 SWS
Arbeitsaufwand	Physikalisches Grundpraktikum für MuN Durchführung der Versuche Vorbereitung und Auswertung -----		40 Stunden 140 Stunden
	Summe		180 Stunden
Modulnote	unbenotet		

Lernziele/Kompetenzen:

- Erwerb von Grundkenntnissen zur Mechanik, Thermodynamik, Optik und Radioaktivität
- Erwerb von Grundkenntnissen zur Quanten- und Atomphysik
- Vermittlung eines Überblicks der historischen Entwicklung und moderner Anwendungen
- Vermittlung wissenschaftlicher Methodik, insbesondere der Fähigkeit, einschlägige Probleme quantitativ mittels mathematischer Formalismen zu behandeln und selbständig zu lösen
- Vertiefung des Verständnisses ausgewählter physikalischer Konzepte und Theorien aus den Bereichen Mechanik, Optik, Thermodynamik, Atomphysik und Radioaktivität durch das Experiment
- Kennenlernen von Schlüsselexperimenten und experimentellen Techniken/Messmethoden
- Kennenlernen verschiedener Instrumente und Messverfahren zur Durchführung verlässlicher Messungen sowie der Anwendung von PCs zur Steuerung und Datenerfassung
- Lernen, wie und mit welcher Genauigkeit mit einem vorgegebenen Versuchsaufbau und Messinstrumenten Messungen durchgeführt werden
- Einüben der Fähigkeit, ein genaues und vollständiges Versuchsprotokoll zu führen
- Fähigkeit, Daten mathematisch zu analysieren (Kurvenanpassung, Fehlerrechnung), wesentliche funktionale Zusammenhänge graphisch darzustellen und Messergebnisse zu beurteilen

Inhalt

Physikalisches Grundpraktikum für MuN

Insgesamt 8 oder 9 Versuche aus den Bereichen Mechanik, Thermodynamik, Optik und verschiedenen Bereichen der modernen Physik. Die Auswahl der Versuche und deren Reihenfolge sind mit den experimentalphysikalischen Vorlesungen im Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen abgestimmt.

- Versuche zur Mechanik (z. B. Schwingungen, Drehbewegungen, Kreisel, mech. Materialeigenschaften, Akustik)
- Versuche zur Thermodynamik (z.B. Temperaturmessung, Gasgesetze, Kreisprozesse, Wärmekapazität, Phasenumwandlungen, Wärmeleitung, Peltier-Effekt)
- Versuche zur Optik (z.B. Geometrische Optik, Beugung, Mikroskop, polarisiertes Licht, opt. Materialkonstanten, Emission von Licht)
- vertiefende Versuche aus verschiedenen Bereichen der modernen Physik (z.B. Franck-Herz-Versuch, Photoeffekt, Millikan-Versuch, e/m-Bestimmung, Kohärenz von Wellen, Phasenumwandlungen, Temperaturstrahler, Röntgenbeugung)

Weitere Informationen

Inhaltlich wird auf die Module der ersten beiden Semester aufgebaut

Literaturhinweise:

- Literatur zu den Vorlesungen Experimentalphysik

Eine aktuelle Liste der zur Verfügung stehenden Praktikumsversuche sowie Versuchsanleitungen finden sich unter <http://grundpraktikum.physik.uni-saarland.de/>

Anmeldung:

Eine Anmeldung zum Grundpraktikum ist jeweils zu Semesterbeginn erforderlich unter <http://grundpraktikum.physik.uni-saarland.de/>

Physikalisches Praktikum für Fortgeschrittene MuN					FP MuN
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
6.	6	WS+SS	1 Semester	4	6

Modulverantwortliche/r	Birringer/Hartmann
Dozent/inn/en	1 Praktikumsleiter 1 student. Betreuer pro Praktikumsgruppe
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Pflicht
Zugangsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen.
Leistungskontrollen / Prüfungen	Für jeden Versuch: Eingangsgespräch mit Versuchsbetreuer, Durchführung und Protokollierung der Versuche, Versuchsauswertung und Testat, Abschlussgespräch mit Versuchsbetreuer
Lehrveranstaltungen / SWS	Phys. Praktikum für Fortgeschrittene (Gruppengröße: 2) 4 SWS / 6 CP
Arbeitsaufwand	Phys. Praktikum für Fortgeschrittene, Durchführung der Versuche 36 Stunden Vorbereitung und Auswertung 114 Stunden Blockseminar 5 Stunden Vorbereitung eines Vortrags über einen durchgeführten Versuch 25 Stunden ----- Summe 180 Stunden
Modulnote	Unbenotet

Lernziele/Kompetenzen

- Vertiefung des Verständnisses ausgewählter physikalischer Konzepte und Theorien durch das Experiment
- Kennenlernen von Schlüsselexperimenten und 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

- a) Teilnahme am LabVIEW Tutorial
- b) Durchführung von 2 Versuchen, zu wählen aus den Bereichen
 - Atom- und Molekülphysik
 - Festkörperphysik
 - Mikroskopiemethoden
 - Biophysik
- c) Vortrag über einen der durchgeführten Versuche am Ende des Semesters im Rahmen eines Blockseminars

Weitere Informationen

Inhaltlich wird auf die Module Experimentalphysik I, II und III sowie dem Grundpraktikum für MuN aufgebaut.

Allgemeines:

Fortgeschrittenenpraktikum: Eine aktuelle Liste der zur Verfügung stehenden Versuche sowie allgemeine Informationen findet sich unter <http://fopra.physik.uni-saarland.de/>

Anmeldung:

Eine Anmeldung bei den Praktikumsleitern ist jeweils zu Semesterbeginn erforderlich. Die Anmeldung erfolgt über ein Webformular, die Anmeldefrist beginnt jeweils zu Beginn der vorlesungsfreien Zeit für das nachfolgende Semester (Siehe <http://fopra.physik.uni-saarland.de/>)

Grundlagen der Elektrotechnik I					GdE
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
1	1	WS	1 Semester	3	5

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. habil. Herbert Kliem				
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. habil. Herbert Kliem und Mitarbeiter				
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Mechatronik, Pflicht Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Pflicht				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen				
Leistungskontrollen / Prüfungen	benotete schriftliche Abschlussprüfung				
Lehrveranstaltungen / SWS	Grundlagen der Elektrotechnik I: 3 SWS, V2 Ü1				
Arbeitsaufwand	Grundlagen der Elektrotechnik I: Vorlesung + Übungen 15 Wochen 3 SWS				45 h
	Vor- und Nachbereitung				60 h
	Klausurvorbereitung				45 h
	Gesamt:				150 h
Modulnote	Benotete Prüfung				

Lernziele/Kompetenzen

Grundlagen des elektrisches Feldes, des magnetischen Feldes und des elektrischen Strömungsfeldes, Gleichstromkreise

Inhalt

- Das statische elektrische Feld
- Bewegliche Ladungen im elektrischen Feld
- Zweipole und Zweipolnetze
- Zeitlich konstantes Magnetfeld
- Elektromagnetische Induktion
- Die Maxwell-Gleichungen

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur:

- | | |
|--------------|---|
| E. Philippow | Grundlagen der Elektrotechnik |
| W. Ameling | Grundlagen der Elektrotechnik I - IV |
| G. Bosse | Grundlagen der Elektrotechnik I-IV und Übungsbuch |

Grundlagen der Elektrotechnik II					GdE
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
2	2	SS	1 Semester	3	5

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. habil. Herbert Kliem		
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. habil. Herbert Kliem und Mitarbeiter		
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Mechatronik, Pflicht Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Pflicht		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen		
Leistungskontrollen / Prüfungen	benotete schriftliche Abschlussprüfung		
Lehrveranstaltungen / SWS	Grundlagen der Elektrotechnik II: 3 SWS, V2 Ü1		
Arbeitsaufwand	Grundlagen der Elektrotechnik II: Vorlesung + Übungen 15 Wochen 3 SWS		45 h
	Vor- und Nachbereitung		60 h
	Klausurvorbereitung		45 h
	Gesamt:		150 h
Modulnote	Benotete Prüfung		

Lernziele/Kompetenzen

Grundlagen von Wechselstromschaltungen und Informationstechnik

Inhalt

- Komplexe Berechnung von Wechselstromschaltungen
- Theorie der Leitungen
- Lineare Zweipole und Vierpole
- Nichtsinusförmige periodische Vorgänge
- Einschaltvorgänge
- Ionenleiter, Dielektrika und Ferroelektrika

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur:

- | | |
|--------------|---|
| E. Philippow | Grundlagen der Elektrotechnik |
| W. Ameling | Grundlagen der Elektrotechnik I - IV |
| G. Bosse | Grundlagen der Elektrotechnik I-IV und Übungsbuch |

Mikrotechnologie					FT
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
3	3	WS	1 Semester	3	4

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Helmut Seidel		
Dozent/inn/en	Prof. Dr. Helmut Seidel und N. N.		
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Mechatronik, Pflichtlehrveranstaltung der Vertiefung Mikrosystemtechnik Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Pflichtlehrveranstaltung des Moduls Ing.-wiss. Grundlagen		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen		
Leistungskontrollen / Prüfungen	Mündliche oder schriftliche Prüfung		
Lehrveranstaltungen / SWS	3 SWS, V2 Ü1		
Arbeitsaufwand	Vorlesung + Übungen 15 Wochen 3 SWS	45 h	
	Vor- und Nachbereitung	45 h	
	Klausurvorbereitung	30 h	
	GESAMT	120	
Modulnote	Prüfungsnote		

Lernziele/Kompetenzen

Erlangen von vertieften Grundkenntnissen in der Herstellungstechnologie von Mikrosystemen und mikroelektronischen Schaltkreisen mit Schwerpunkt in der Halbleitertechnologie

- Einführung, Technologieüberblick, Reinraumtechnik
- Materialien der Mikrosystemtechnik, Kristallografie
- Herstellung von kristallinem Silizium (Czochralski, Float-Zone)
- Thermische Oxidation und Epitaxie
- Schichtabscheidung: CVD (Chemical Vapor Deposition)
- Physikalische Schichtabscheidung: PVD (Physical Vapor Deposition)
- Dotiertechniken: Diffusion, Ionenimplantation, Annealing
- Lithografie: Kontakt- und Proximity-Belichtung, Waferstepper, Lacktechnik
- Nassätzen, Reinigen (isotrop, anisotrop, elektrochemisch)
- Trockenätzen: Ionenstrahlätzen, Reaktives Ionenätzen, Plasmaätzen
- Bulk-/Oberflächen-Mikromechanik,
- LIGA-Verfahren, Abformtechniken
- Waferbonden, Planarisierungstechniken (Chemisch-mechanisches Polieren)

Weitere Informationen

Literatur:

Mescheder, Ulrich: "Mikrosystemtechnik - Konzepte und Anwendungen"
 Büttgenbach, Stephanus: "Mikromechanik - Einführung in Technologie und Anwendungen"
 Gerlach, G.; Dötzel, W.: "Grundlagen der Mikrosystemtechnik"
 Menz, Wolfgang; Mohr, Jürgen: "Mikrosystemtechnik für Ingenieure"

Elektronik: Physikalische Grundlagen					ENK
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
3	3	jährlich	1 Semester	4	6

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Michael Möller
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Michael Möller
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Mechatronik: Pflicht in Vertiefung Elektrotechnik und Mikrosystemtechnik Wahlpflicht in Vertiefung Mechatronische Systeme Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Pflicht
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Benotete Prüfungen Modulelementprüfungen
Lehrveranstaltungen / SWS	4 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit Vorlesung und Übung 15 Wochen à 4 SWS zzgl. Vor- und Nachbereitung und Klausurvorbereitung insgesamt 180h
Modulnote	Benotete Prüfung

Lernziele/Kompetenzen

Verständnis des Aufbaus und der Eigenschaften von Halbleiterkristallen mit zugrundeliegenden Konzepten und Methoden zu deren Beschreibung. Verständnis und Konzepte zur Nutzung der Bandlücke für den Aufbau von Halbleiterbauelementen. Physikalische Beschreibung der Stromleitung in Halbleitern mittels 1D Drift-Diffusionsmodell. Ermittlung und Beschreibung elektrischer Eigenschaften von (n)pn- MS- und MIS-Übergängen, Übertragung der Erkenntnisse auf Schaltungsmodelle, Anwendung der Modelle und Modellreduktion.

Inhalt

- Grundlagen des Atomaufbaus, Atommodelle, Schrödingergleichung, Quantenzustände
- Bindungstypen, Bändermodell, Metall, Halbleiter, Isolator
- Zustände in Leitungs- und Valenzband, freie Elektronen, Fermikugel, Zustandsdichten
- Kristallaufbau, Bragg-Reflektion, reziprokes Gitter, Brillouin-Zonen, k-Raum, Bandlücke, Bandverläufe effekt. Masse
- Konzept der Löcher, Fermi-Dirac-Verteilungsfunktion, Ladungsträgerdichten, Effektive Zustandsdichten, Eigenleitung, Dotierung, Massenwirkungsgesetz
- Neutralitätsbedingung, Ermittlung der Fermi-Energie, Ladungsträgerdichten i. Abhängigkeit von der Temperatur
- Ladungsträger im Elektrischen Feld, Driftgeschwindigkeit, Driftstrom, Beweglichkeit, Ohmsches Gesetz, Gitterstreuung, Heiße Elektronen, Velocity Overshoot
- Diffusion von Ladungsträgern, Diffusionsstrom, Strom-Transportgleichungen, Kontinuitätsgleichung,
- Generations-/Rekombinationsprozesse, Direkter/Indirekter Übergang, Zeitlicher Abbau von Ladungsträgerdichte-störungen, Drift-Diffusions-Modell des Halbleiters
- Berechnung von Ladungsträgerdichten und Potentialen am pn-Übergang, Raumladungsweite, Bandverläufe, Auswirkung einer äußeren Spannung, Boltzmann Randbedingung
- Strom-Spannungskennlinie des pn-Übergangs, Lebensdauer und Diffusionslänge, Näherungen f. kurze und lange Diode, Temperaturabhängigkeit, Ladungssteuerung
- Dioden-Modell (Klein- und Großsignal) mit Kapazitäten, Stoßionisation, Tunnel-Effekt
- Bip. Transistor als npn Schichtenfolge, Ladungsträgerdichten im Transistor Diffusionsdreiecke, Transistorströme, Transferstrom- Ebers-Moll-Modell

-
- Stromverstärkung, Einfluss von Rekombination, Early-Effekt, Komplettes physikalisches Großsignalmodell, Kennlinienfeld, Kleinsignalnäherungen
 - Metall-Halbleiter-Übergang, Schottky-Diode, Prinzip der Leitwertsteuerung, MESFET, JFET, MIS-FET, MOSFET Aufbau, Funktionsweise, und Kennlinien, Temperaturabhängigkeit.

Weitere Informationen

Literatur Physikalische Grundlagen:

- Vorlesungsskript Elektronik , M. Möller
- Tipler, Mosca, Physik für Wissenschaftler und Ingenieure, Elsevier
- Modern Physics for Semiconductor Science, Charles C. Coleman, Wiley
- Einführung in die Festkörperphysik, Ch. Kittel, Oldenburg Verlag
- Semiconductors 1, Helmut Föll, Univ. Kiel, http://www.tf.uni-kiel.de/matwis/amat/semi_en/index.html
- Grundlagen der Halbleiter- und Mikroelektronik, Band 1: Elektronische Halbleiterbauelemente, A. Möschwitzer, Hanser.
- Fundamentals of Solid-State Electronics, Chih-Tang Sah, World Scientific 1994.
- Principles of semiconductor devices, Bart Van Zeghbroeck, Univ. of Colorado, <http://ecee.colorado.edu/~bart/book/book/index.html>

Modul Schaltungstechnik					ELSA+ELNE
Studiensem. 4	Regelstudiensem. 4	Turnus jährlich	Dauer 1 Semester	SWS 2+2	ECTS-Punkte 3+3

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Michael Möller

Dozent Prof. Dr.-Ing. Michael Möller

Zuordnung zum Curriculum Modulelement Vorlesung **Elektronische Schaltungen:**
Pflicht in Bachelor Mechatronik Vertiefung Elektrotechnik und Mikrosystemtechnik, Bachelor Systems Engineering Vertiefung Elektrotechnik.
Wahlpflicht in Bachelor Mechatronik Vertiefung Mechatronische Systeme, Bachelor CuK, Bachelor MuN, Bachelor Systems Engineering.

Modulelement Vorlesung **Elektrische Netzwerke:**
Pflicht in Bachelor Mechatronik Vertiefung Elektrotechnik und Mikrosystemtechnik, Bachelor Systems Engineering Vertiefung Elektrotechnik.
Wahlpflicht in Bachelor Mechatronik Vertiefung Mikrosystemtechnik und Mechatronische Systeme, Bachelor CuK, Bachelor MuN, Bachelor Systems Engineering.

Zulassungsvoraussetzungen Keine formalen Voraussetzungen.

Leistungskontrollen / Prüfungen Benotete Prüfungen zur Vorlesung Schaltungstechnik.

Lehrveranstaltungen / SWS Modulelement Vorlesung **Elektronische Schaltungen:** 2 SWS,
Modulelement Vorlesung **Elektrische Netzwerke:** 2 SWS.

Arbeitsaufwand
Elektronische Schaltungen:
Präsenzzeit Vorlesung und Übung 15 Wochen à 2 SWS
zzgl. Vor- und Nachbereitung und Klausurvorbereitung
insgesamt 30h+30h+30h = 90h.
Elektrische Netzwerke:
Präsenzzeit Vorlesung und Übung 15 Wochen à 2 SWS
zzgl. Vor- und Nachbereitung und Klausurvorbereitung
insgesamt 30h+30h+30h = 90h.

Modulnote Einzelnoten der Prüfungen der Modulelemente.

Lernziele/Kompetenzen

Elektronische Schaltungen: Schaltungsprinzipien und -strukturen kennen und mit Hilfe von spezifischen Entwicklungsmethoden gezielt zur Lösung von Aufgabenstellungen einsetzen können.

Elektrische Netzwerke: Grundlegende Methoden zur Beschreibung, Berechnung und Analyse, von elektrischen Netzwerken und deren Eigenschaften kennen und anwenden können.

Inhalt der Vorlesung Elektronische Schaltungen

1. Spannung, Strom und Leistung: Ermittlung in elektronischen Schaltungen
2. Arbeitspunkt: Einstellung und Stabilisierung, Temperatureinfluss
3. Transistorgrundschaltungen: Schaltungskonzepte und Eigenschaften
4. Rückgekoppelte Schaltungen: Berechnung und Eigenschaften
5. Schwingungen in Schaltungen: Ursachen, Wirkungen, Erzeugung und Unterdrückung,
6. Grundlegende Schaltungsstrukturen zur Konstruktion von Schaltungen
7. Aufbau und Analyse von Schaltungen mit Operationsverstärkern

Inhalt der Vorlesung Elektrische Netzwerke

1. Netzwerke: Baum/Kobaum, Beschreibung mit Matrizen, Netzwerk-, Wirkungsfunktionen, Überlagerungssatz, Phasoren-Rechnung, Konzept der Komplexen Frequenz, Frequenzgang, Bode-Diagramm
2. Problemspezifische Modellreduktion, Gleich-, Wechselstrom- und Kleinsignal-Ersatzschaltbild
3. Transistorschaltungen: systematische Berechnung.
4. Rückgekoppelte Schaltungen: verallgemeinerte Zweitor-Beschreibung
5. Netzwerkfunktionen: Pol-, Nullstellen Analyse, Heavisidescher Entwicklungssatz, Schwarzsches Spiegelungsprinzip
6. Symmetrische Netzwerke: Gleichtakt-Gegentakt-Zerlegung
7. Bode-Diagramm: Analyse und Konstruktion elektrischer Netzwerke im Frequenzbereich

Weitere Informationen

Beide Elemente des Moduls Schaltungstechnik ergeben in Kombination die Vorlesung Schaltungstechnik. D.h. das komplette Modul Schaltungstechnik und die in einzelnen Studienordnungen noch aufgeführte Veranstaltung Schaltungstechnik sind äquivalent. Der Inhalt der Modulelemente ist aufeinander abgestimmt. Die Vorlesung Elektronische Schaltungen dient als thematische Einführung in die Schaltungstechnik, indem Sachverhalte, deren Zusammenhänge und spezifische Entwicklungsmethoden zu den einzelnen Themenbereichen vorgestellt werden. Die Vorlesung Elektrische Netzwerke vermittelt auf allgemeiner Ebene eine Einführung in die zugrunde liegenden theoretischen Grundlagen.

Literatur zur Vorlesung Elektronische Schaltungen

- U. Tietze, Ch. Schenk, Halbleiterschaltungstechnik, Springer
- Analoge Schaltungen, M. Seifart, Verlag Technik (nur gebraucht erhältlich)
- H. Hartl, E. Krasser, W. Pribyl, P. Söser, G. Winkler, Elektronische Schaltungstechnik, Pearson
- P. Horowitz, W. Hill, The Art of Electronics, Cambridge University Press
- M.T. Thompson Intuitive Analog Circuit Design, Elsevier
- Nilsson/Riedel, Electric Circuits, Prentice Hall

Literatur zur Vorlesung Elektrische Netzwerke

- U. Tietze, Ch. Schenk, Halbleiterschaltungstechnik, Springer (14 Auflage oder höher)
- Unbehauen, Grundlagen der Elektrotechnik 1 (und 2) Springer
- Seshu, Balabanian, Linear Network Theory, Wiley 1969 (but still a good choice!),
- S. Paul, R. Paul, Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik 1, Springer 2010

Modul/Modulelement					MTS
Messtechnik und Sensorik					
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
4	4	Jährlich im SS	1 Semester	4	6

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. rer. nat. Andreas Schütze		
Dozent/inn/en	Prof. Dr. rer. nat. Andreas Schütze und Mitarbeiter		
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Systems Engineering, Ingenieurwiss. Grundlagen Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Block ing.-wiss. Grundlagen Lehramt Technik, Modul ingenieurwissenschaftliche Grundlagen Bachelor Materialwissenschaft und Werkstofftechnik		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen		
Leistungskontrollen / Prüfungen	benotete Klausur, zusätzlich benotete Hausaufgaben zum Erwerb von Bonuspunkten für die Klausur		
Lehrveranstaltungen / SWS	4 SWS, V3 Ü1		
Arbeitsaufwand	Vorlesung + Übungen 15 Wochen 4 SWS		60h
	Vor- und Nachbereitung		60h
	Klausurvorbereitung		60 h
Modulnote	Klausurnote		

Lernziele/Kompetenzen

Erlangung von Grundkenntnissen über den Messvorgang an sich (Größen, Einheiten, Messunsicherheit) sowie über die wesentlichen Komponenten vor allem digitaler elektrischer Messsysteme. Kennenlernen verschiedener Methoden und Prinzipien für die Messung nicht-elektrischer Größen; Bewertung unterschiedlicher Methoden für applikationsgerechte Lösungen. Vergleich unterschiedlicher Messprinzipien für gleiche Messgrößen inkl. Bewertung der prinzipbedingten Messunsicherheiten und störender Quereinflüsse sowie ihrer Kompensationsmöglichkeiten durch konstruktive und schaltungstechnische Lösungen.

Inhalt

Messtechnik:

- Einführung: Was heißt Messen?; Größen und Einheiten (MKSA- und SI-System);
- Fehler, Fehlerquellen, Fehlerfortpflanzung, Messunsicherheit nach GUM;
- Messen von Konstantstrom, -spannung und Widerstand;
- Gleich- und Wechselstrombrücken;
- Mess- und Rechenverstärker (Basis: idealer Operationsverstärker);
- Grundlagen der Digitaltechnik (Logik, Gatter, Zähler);
- AD-Wandler (Flashwandler, sukzessive Approximation, Dual-Slope-Wandler);
- Digitalspeicheroszilloskop;

Sensorik:

- Temperaturmessung;
- Strahlungsmessung (berührungslose Temperaturmessung);
- magnetische Messtechnik: Hall- und MR-Sensoren;
- Messen physikalischer (mechanischer) Größen:
 - Weg & Winkel
 - Kraft & Druck (piezoresistiver Effekt in Metallen und Halbleitern)
 - Beschleunigung & Drehrate (piezoelektrischer Effekt, Corioliseffekt)
 - Durchfluss (Vergleich von 6 Prinzipien)

Weitere Informationen

Unterrichtssprache deutsch;

Vorlesungsfolien, Übungsaufgaben und Musterlösungen werden zum Download bereitgestellt
Regelmäßig Hörsaalübung sowie zusätzlich korrigierten Hausaufgaben zum Erwerb von
Bonuspunkten.

Literatur:

E. Schrüfer: „Elektrische Messtechnik“, Hanser Verlag, München, 2004

H.-R. Tränkle: „Taschenbuch der Messtechnik“, Verlag Oldenbourg München, 1996

W. Pfeiffer: „Elektrische Messtechnik“, VDE-Verlag Berlin, 1999

R. Lerch, Elektrische Messtechnik, Springer Verlag, neue Auflage 2006

J. Fraden: „Handbook of Modern Sensors“, Springer Verlag, New York, 1996

T. Elbel: „Mikrosensorik“, Vieweg Verlag, 1996

H. Schaumburg; „Sensoren“ und „Sensoranwendungen“, Teubner Verlag Stuttgart, 1992 und 1995

J.W. Gardner: „Microsensors – Principles and Applications“, John Wiley & Sons, Chichester, UK, 1994.

Ein besonderer Schwerpunkt in der Sensorik liegt auf der Betrachtung miniaturisierter Sensoren und
Sensortechnologien.

Modul					MM
Mikromechanische Bauelemente					ECTS-Punkte
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	
4	4	jährlich	1 Semester	3	4

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Helmut Seidel		
Dozent/inn/en	Prof. Dr. Helmut Seidel		
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Mechatronik Pflichtlehrveranstaltung der Vertiefung Mikrosystemtechnik Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Modul ingenieurwissenschaftliche Vertiefung		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen		
Leistungskontrollen / Prüfungen	Schriftlich oder mündlich		
Lehrveranstaltungen / SWS	3 SWS, V2 Ü1		
Arbeitsaufwand	Vorlesung + Übungen 15 Wochen 3 SWS	45 h	
	Vor- und Nachbereitung	45 h	
	Klausurvorbereitung	30 h	
	GESAMT	120 h	
Modulnote	Prüfungsnote		

Lernziele/Kompetenzen

Erlangen von Grundkenntnissen im Bereich Bauelemente der Mikrosystemtechnik mit Schwerpunkt in der Mikroaktork; Einführung in die Mikrofluidik.

Inhalt

- Einführung, Marktübersicht
- Skalierungsgesetze
- Passive mechanische Bauelemente
- Prinzipien der Mikroaktork (Elektrostatik, Magnetik, Piezoelektrik, Formgedächtnislegierungen)
- Aktive mechanische Bauelemente (Schalter, Relais, etc.)
- Passive fluidische Bauelemente
- Fluidische Aktoren (Ventile, Pumpen)
- Sensoren in der Fluidik

Weitere Informationen

Literatur:

Mescheder, Ulrich: "Mikrosystemtechnik - Konzepte und Anwendungen"
 Büttgenbach, Stephanus: "Mikromechanik - Einführung in Technologie und Anwendungen"
 Gerlach, G.; Dötzel, W.: "Grundlagen der Mikrosystemtechnik"
 Menz, Wolfgang; Mohr, Jürgen: "Mikrosystemtechnik für Ingenieure"
 M. Madou: Fundamentals of Microfabrication

Mikroelektronik 1					ME 1
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
5	5	WS	1 Semester	3	4

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Chihao Xu
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Chihao Xu
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Mechatronik, Pflicht Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, ing. wis. Vertiefung
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Vorraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Benotete Prüfung (Klausur)
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesung: 2 SWS, Übung: 1 SWS
Arbeitsaufwand	Gesamt 120 Stunden, davon Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 2 SWS = 30 Stunden Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 1 SWS = 15 Stunden Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung = 45 Stunden Klausurvorbereitung = 30 Stunden
Modulnote	Klausurnote

Lernziele/Kompetenzen

Kenntnisse der Struktur und der Funktionsweise der MOSFETs
Entwurf und Berechnung einfaches OP-Verstärkers und anderer Schaltungen
Kenntnisse der wichtigsten Grundelemente digitaler Schaltungen
Aufbau grundlegender Systeme
Überblick mikroelektronischer Möglichkeiten

Inhalt

- Überblick und Entwicklungshistorie
- Charakteristiken und Modelle der wesentlichen Bauelemente insbes. MOS Transistoren (Vt, Gm, Sättigungsstrom... Dimensionierung)
- Grundlage der analogen IC (Inverter, Differenzstufe, Strom-Quelle und Spiegel)
- einfache Gatter und deren Layout, Übergänge und Verzögerung
- kombinatorische Logik und Sequentielle Logik
- Schieberegister, Zähler
- Tristate, Bus, I/O Schaltung
- Speicher: DRAM, SRAM, ROM, NVM
- PLA, FPGA
- Prozessor und digitaler Systementwurf

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literatur: Skriptum des Lehrstuhls zur Vorlesung, Vorlesungsfolien

Modul					Abk.
Materialien der Mikroelektronik 1					MdM
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
5	5	Jedes WS	1 Semester	3	4

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. habil. Herbert Kliem
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. habil. Herbert Kliem und Mitarbeiter
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Systems Engineering, Fächergruppe Elektrotechnik Master Mechatronik, Kernbereich der Vertiefung Elektrotechnik Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen Bachelor Mechatronik, Pflicht in Vertiefung Mikrosystemtechnik und Wahlpflicht in Vertiefung Elektrotechnik
Zulassungsvoraussetzungen	keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Benotete Prüfung (Klausur)
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Arbeitsaufwand	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
Modulnote	Klausurnote

Lernziele/Kompetenzen

Physikalische Grundlagen der Materialien der Mikroelektronik, Dielektrika und Ferroelektrika

Inhalt

Allgemeine Grundlagen

- Die Chemische Bindung
 - Ionenbindung, kovalente Bindung,
 - Bindung durch van der Waals Kräfte, Wasserstoff-Brückenbindung, metallische Bindung
- Die Struktur der Materie
 - Paarverteilungsfunktion, Gase, amorphe Festkörper, kristalline Festkörper, Kristallbaufehler,
 - Untersuchung von Oberflächen mit dem AFM
- Weitere allgemeine Festkörpereigenschaften
 - Diffusion, Phononen
- Wellenmechanik der Elektronen im Festkörper
 - Schrödingergleichung, Elektronen in Potentialmulden, Tunneln von Teilchen, STM und
 - Feldionenmikroskop, Kronig Penny Modell, Bandstrukturen, Zustandsdichte, Fermifunktion,
 - Kelvinmethode, effektive Besetzung, Metall-Halbleiter-Isolator

Dielektrische und ferroelektrische Materialien

- Experimentelle Unterscheidung Leiter-Isolator
 - Ladungs- und Leitfähigkeitsmessung am Isolator
 - Herstellung von Dielektrika, Ferroelektrika und Kondensatoren
 - Leitungsmechanismen quasifrei beweglicher Ladungen in Isolatoren
 - elektrischer Durchschlag
 - Polarisationsmechanismen
 - Dipol-Dipol Wechselwirkung
 - Ferroelektrika und Piezoelektrika
 - Wirkung von Luftspalten
-

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
Kao and Hwang	Electrical Transport in Solids
Mott and Davies	Electronic Processes in Non-Crystalline Materials
Coelho	Physics of Dielectrics
Sze	Physics of Semiconductor Devices
Fröhlich	Theory of Dielectrics
Fothergill and Dissado	Space Charge in Solid Dielectrics
Lines and Glass	Principles and Applications of Ferroelectrics and Related Materials
Uchino	Ferroelectric Devices
Moulson and Herbert	Electroceramics
Burfoot and Taylor	Polar Dielectrics
Strukov and Levanyuk	Ferroelectric Phenomena in Crystals

Modul Aufbau- und Verbindungstechnik 1					Abk.
Studiensem. 5	Regelstudiensem. 5	Turnus WS	Dauer 1 Semester	SWS 3	ECTS-Punkte 4

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. habil. Steffen Wiese
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. habil. Steffen Wiese
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Pflicht Bachelor Mechatronik, Wahlpflicht
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Benotete schriftliche oder mündliche Prüfung
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesung: 2 SWS Übung: 1 SWS
Arbeitsaufwand	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
Modulnote	Note der Klausur bzw. der mündlichen Prüfung

Lernziele/Kompetenzen

Das Ziel der Lehrveranstaltung besteht darin, die Studierenden in das Gebiet der Aufbau- und Verbindungstechnik der Elektronik einzuführen. Dabei sollen grundlegende Kenntnisse über Verfahren und technologische Abläufe zur Herstellung elektronischer Aufbauten vermittelt werden sowie die Spezifika der in der industriellen Fertigung eingesetzten Verbindungstechnologien diskutiert werden.

Inhalt

- Einführung in die Problematik der Herstellung elektronischer Aufbauten
- Architektur elektronischer Aufbauten (Hierarchischer Aufbau, Funktion der Verbindungsebenen)
- Erste Verbindungsebene (Die-Bonden, Drahtbonden, Flip-Chip- und Trägerfilmtechnik)
- Zweite Verbindungsebene (Bauelementeformen, Leiterplatten, Dickschichtsubstrate, 3D-MID)
- Verbindungstechniken (Kaltpressschweißen, Löten, Kleben)

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch
 Literaturhinweise: Bekanntgabe zu Beginn der Vorlesung

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

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Matthias Nienhaus		
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Matthias Nienhaus		
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Systems Engineering, Fächergruppe Integrierte Systeme Bachelor Mechatronik, Vertiefung ET: Wahlpflichtfach Master Mechatronik, Vertiefung ET & MeS: Pflichtfach, Vertiefung MA & MST: Erweiterungsbereich Master Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Pflichtfach im Kernbereich		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen		
Leistungskontrollen / Prüfungen	Benotete mündliche oder schriftliche Prüfung		
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesung: 2 SWS, Übung: 1 SWS		
Arbeitsaufwand	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)	
Modulnote	Note der Prüfung		

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

Praktikum Grundlagen der Elektrotechnik					PGdE
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
3	3	WS	1 Semester	2	3

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. habil. Herbert Kliem		
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. habil. Herbert Kliem und Mitarbeiter		
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Mechatronik, Pflicht Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen und Ingenieurwissenschaftliche Praktika		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen		
Leistungskontrollen / Prüfungen	Kenntnisüberprüfung, schriftliche Ausarbeitungen		
Lehrveranstaltungen / SWS	Praktikum/5 SWS		
Arbeitsaufwand	6 Versuche à 5 h	=	30 h
	Vorbereitung 6 x 5 h	=	30 h
	Nachbereitung 6 x 5 h	=	30 h
	Gesamtaufwand	=	90 h

Modulnote

Lernziele/Kompetenzen

Praktische Anwendung und Vertiefung des Stoffes Grundlagen der Elektrotechnik I und II

Inhalt

- Elektrisches Feld
- Magnetisches Feld
- Strömungsfeld
- Transiente Vorgänge
- Resonanzkreise
- elektrische Maschinen

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: Deutsch

Literatur:

- | | |
|--------------|---|
| E. Philippow | Grundlagen der Elektrotechnik |
| W. Ameling | Grundlagen der Elektrotechnik I - IV |
| G. Bosse | Grundlagen der Elektrotechnik I-IV und Übungsbuch |

Modul Praktikum Schaltungstechnik					PSCH
Studiensem. 4	Regelstudiensem. 4	Turnus jährlich	Dauer 1 Semester	SWS 2	ECTS-Punkte 3 - 4

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Michael Möller
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Michael Möller
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Mechatronik und Bachelor Systems Engineering: Pflicht für die Vertiefung Elektrotechnik, sonstige Vertiefungen sowie Bachelor MuN und CuK Wahlpflicht.
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Testate
Lehrveranstaltungen / SWS	2 SWS
Arbeitsaufwand	5 Wochen à 6 SWS Präsenz- + Vorbereitung und Ausarbeitung Bericht 30h+30h+30h = 90h (3 CP) Wahlweise können Studierende in Bachelor MuN eine Zusatzaufgabe (30 h) bekommen. Bei erfolgreicher Absolvierung erhält man 1 CP mehr für das Praktikum.
Modulnote	unbenotet

Lernziele/Kompetenzen

Die Studierenden erwerben die Fähigkeit insbesondere die im Modul Schaltungstechnik vermittelten Konzepte und Methoden experimentell durch die Dimensionierung, Realisierung und Charakterisierung elektronischer Schaltungen anzuwenden. In Verbindung mit der praktischen Durchführung werden Ingenieur-typische Vorgehensweisen wie z.B. aufgabenspezifische Modellreduktion, Abschätzung, kritische Bewertung der Ergebnisse (Erwartungswerte, vgl. Theorie mit Experiment, Fehlerbetrachtung) und zielorientierte Iteration der Arbeitsabläufe eingesetzt. Die Studierenden erlernen komplexe Aufgabenstellungen im Team eigenverantwortlich planerisch und zielorientiert zu bearbeiten.

Inhalt

Die Arbeiten erfolgen anhand von einer Anwendung, die unterschiedliche elektronische Schaltungen sowie Methoden und Kriterien zu deren Auslegung und Charakterisierung aus einem möglichst weiten Bereich der Vorlesung Schaltungstechnik kombinieren. .

Die Durchführung gliedert sich in drei Phasen:

- 1) Anhand der Versuchsanleitung machen sich die Studierenden mit dem Inhalt und der Zielsetzung vertraut und planen die notwendigen Arbeiten. In einer Vorbesprechung zur Versuchsdurchführung werden die notwendigen Voraussetzungen überprüft und die Vorgehensweise festgelegt.
- 2) In der Versuchsdurchführung werden die geplanten und vorbereiteten Arbeiten ausgeführt, ggf. korrigiert und die erzielten Ergebnisse dokumentiert.
- 3) In der schriftlichen Ausarbeitung werden die Ergebnisse ausgewertet, bewertet, ggf. korrigiert und in Zusammenhang gebracht.

Weitere Informationen

werden in den Veranstaltungen des Moduls Schaltungstechnik bekanntgegeben.

Literatur

- Praktikumsunterlagen
- Analoge Schaltungen, M. Seifart, Verlag Technik
- P. Horowitz, W. Hill, The Art of Electronics, Cambridge University Press
- M.T. Thompson Intuitive Analog Circuit Design, Elsevier
- U. Tietze, Ch. Schenk, Halbleiterschaltungstechnik, Springer

Blockpraktikum Mikrotechnologie					
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
3, 4	4	jährlich	Blockpraktikum		4

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. rer. nat. H. Seidel
Dozent/inn/en	Prof. Dr. rer. nat. H. Seidel
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Pflicht Bachelor Mechatronik, Praktikum der Kategorie Mikrosystemtechnik Master Mechatronik, Praktika
Zulassungsvoraussetzungen	erfolgreicher Abschluss des Modulelements Mikrotechnologie
Leistungskontrollen / Prüfungen	schriftlich / mündlich
Lehrveranstaltungen / SWS	4 SWS, max. 12 Studenten pro Praktikum 2-3 Tage virtuelles Vorpraktikum 5 Tage Blockpraktikum im Reinraum
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: Vorpraktikum (virtuelles Praktikum): 27 h Praktikum: 45 h Vor- und Nachbereitungszeit: 48 h Gesamt: 120 h (4 CP)
Modulnote	unbenotet

Lernziele/Kompetenzen

Die notwendigen Prozessschritte zur Realisierung eines mikrosystemtechnischen Bauelements sollen erlernt werden. Das Arbeiten in Teams wird geübt.

Inhalt

Mit Hilfe von Mikrotechniken, wie z.B. Fotolithographie (Belackung, Prebake, Strippen, etc.), Schichtabscheidung (Oxidation, Sputtern, Implantation) und –abtragung (KOH-Ätzung, HF-Ätzen) werden definierte Strukturen zur Herstellung von piezoresistiven Drucksensoren erzeugt. Hierzu ist Arbeiten unter Reinraumbedingungen notwendig. Das Praktikum vermittelt sehr intensive praktische Kenntnisse, die bereits in der Theorie erlernt wurden und schließt mit einem Zertifikat ab. Vor dem eigentlichen Blockpraktikum findet ein Vorpraktikum statt, bei dem man anhand virtueller Maschinen bereits wichtige Bedienelemente und Vorgehensweisen der realen, im Praktikum vorkommenden Anlagen, kennenlernt.

Weitere Informationen

Anmeldung zu Semesterbeginn erforderlich. Das Praktikum baut auf das Modul Mikrotechnologie auf.

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

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. habil. Steffen Wiese
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. habil. Steffen Wiese
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen Bachelor Mechatronik
Zulassungsvoraussetzungen	Teilnahme an den Lehrveranstaltungen: Aufbau- und Verbindungstechnik, ggf. Zuverlässigkeit
Leistungskontrollen / Prüfungen	Testat für Praktikum
Lehrveranstaltungen / SWS	2-3 SWS (7 - 10 Termine, Umfang je nach Versuch)
Arbeitsaufwand	90 – 120 h
Modulnote	Testat

Lernziele/Kompetenzen

Erlernen der Technologieschritte Prozessschritte zur Realisierung einer elektronischen Baugruppe.
Durchführung von Umweltprüfungen zur Bestimmung der Zuverlässigkeit.

Inhalt

- Leiterplattenentwurf (Schaltung entwerfen, Bauelemente auswählen, Leiterplatte entwerfen)
- Leiterplattenherstellung (Gerberfile herstellen; Leiterplatte fräsen; Leiterplatte reinigen; Leiterplatteninspektion, Druckschablone herstellen)
- Technologievorbereitung Lötten (Leiterplatte bedrucken, Lötprofil einstellen, Dummy-BE, Leiterplatten im SMT Ofen löten)
- Bestückung, Lötten (Lotpaste drucken, Bauelemente aufsetzen, Lötprozess durchführen)
- Metallografische Präparation/Analyse (Anfertigung von Querschliffen, Optische Kontrolle der Lötstellenqualität)
- Temperaturwechselfersuche (künstliches Altern einer Baugruppe)
- Mechanische Prüfung (Erfassen von mechanischen Kennwerten an kleinen Körpern)

Weitere Informationen

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

Unterrichtssprache: Deutsch

Literaturhinweise:

Modul					Abk.
Ingenieurwissenschaftliches Teamprojekt					IwT
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
6	6	jährlich	1 Semester		4

Modulverantwortliche/r	Studiendekan bzw. Studienbeauftragter der FR 7.4
Dozent/inn/en	Dozenten und wiss. Mitarbeiter der FR 7.4
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Wahlpflichtmodul im Block ing.-wiss. Praktika
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Leistungskontrollen / Prüfungen	Projektdokumentation und Seminarvortrag
Lehrveranstaltungen / SWS	Projektpraktikum im Team: 4 SWS, jeweils 2 - 4 Teilnehmer pro Projekt, nach Absprache
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: nach Absprache mit betreuendem Lehrstuhl Projektpraktikum: 100 h Dokumentation und Präsentation: 20 h Gesamt: 120 h (4 CP)
Modulnote	Unbenotet

Lernziele/Kompetenzen

Studierende werden in die Lage versetzt, eine komplexe ingenieurwissenschaftliche Problemstellung im Team zu strukturieren, gemeinsam zu lösen und ihre Methodik und Ergebnisse einer Zuhörerschaft mit fachlicher Vorbildung innerhalb eines vorgegebenen Zeitrahmens mit modernen Medien zu vermitteln.

Inhalt

Studierende erhalten eine praxisnahe ingenieurwissenschaftliche Aufgabenstellung, für die sie in Kleingruppen mit 2 bis 4 Studierenden selbst Lösungswege finden und die sie in den Laboren/Messräumen der Lehrstühle praktisch umsetzen. Am ingenieurwissenschaftlichen Teamprojekt beteiligen sich alle Lehrstühle der Mechatronik, indem sie mögliche Themenstellungen anbieten, deren Ausarbeitung betreuen, und ihre Infrastruktur (Labore, Messräume...) zur praktischen Umsetzung zur Verfügung stellen. Thema, Umfang und Durchführung werden individuell abgestimmt zwischen den Studierenden und dem betreuenden Lehrstuhl, dabei sind Themenvorschläge seitens der Studierenden ausdrücklich erwünscht. Ergänzt wird das Projekt durch eine Dokumentation und eine Abschlusspräsentation, wobei die Studierenden kritisches Feedback nicht nur zum Inhalt, sondern auch zur Präsentationstechnik erhalten.

Weitere Informationen: Anmeldung zu Semesterbeginn erforderlich

Unterrichtssprache: nach Absprache

Literaturhinweise: individuell je nach vereinbarter Aufgabenstellung

Wahlpflicht					Abk. WP
Studiensem. 4- 6	Regelstudiensem. 6	Turnus jährlich	Dauer 1 Semester je Veranstaltung	SWS je nach Modulelement	ECTS-Punkte 11, davon mind. 6 benotet

Modulverantwortliche/r	Studiendekan
Dozent/inn/en	Dozent/inn/en der Fachrichtungen Physik, Mechatronik, Dozent/inn/en der Philosophischen Fakultäten, Dozent/inn/en der Wirtschaftswissenschaften, Dozent/inn/en des Sprachenzentrums
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Wahlpflicht
Zulassungsvoraussetzungen	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.
Leistungskontrollen / Prüfungen	Klausuren oder mündliche Prüfungen
Lehrveranstaltungen / SWS	Vorlesungen, Praktika, Übungen
Arbeitsaufwand	Es sind Leistungen im Umfang von elf CPs zu erbringen (entsprechend 360 h Arbeitsaufwand). Sechs der elf CPs müssen durch benotete Veranstaltungen erbracht werden. CPs aus benoteten Veranstaltungen können auch im unbenoteten Bereich eingebracht werden.
Modulnote	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:

- Vertiefungsvorlesungen der Ingenieurwissenschaften oder der Physik
- Praktika der Ingenieurwissenschaften oder der Physik gem. § 6 der Studienordnung
- Sprachkurse: s. Sprachenzentrum
- Tutortätigkeit: s. gesonderte Beschreibung
- Folgende Beispielveranstaltungen sind ebenfalls möglich:
 - Kommunikation und soziale Kompetenz
 - 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.

Tutortätigkeit (Wahlpflicht)					AWP-TT
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
5.	6.	Jedes Semester	1 Semester	2	2

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

Bachelor-Seminar					BS
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
6.	6.	Jedes Semester	1 Semester	2	3

Modulverantwortliche/r	Studiendekan/in der NTF II		
Dozent/inn/en	Dozenten der Physik bzw. der Mechatronik		
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Pflicht (mit Wahloption)		
Zulassungsvoraussetzungen	Studienleistungen im Umfang von mind. 120 CPs sollten erbracht sein		
Leistungskontrollen / Prüfungen	Mündliche Präsentation von wissenschaftlichen Artikeln bzw. Ergebnissen aus dem Themengebiet der Bachelor-Arbeit		
Lehrveranstaltungen / SWS	Seminar (2 SWS), max. Gruppengröße 15		
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit	10 Stunden	
	Vorbereitung des Vortrags, Literaturstudium	50 Stunden	
	Summe	----- 60 Stunden	
Modulnote	Aus der Beurteilung des Vortrags		

Lernziele / Kompetenzen

- Einarbeitung in die Themenstellung der Bachelor-Arbeit
- Erlernen der in der Bachelor-Arbeit verwendeten Methodik
- Vermittlung von Fähigkeiten des wissenschaftlichen Diskurses

Inhalt

Erarbeitung und didaktische Aufbereitung der für die Bachelor-Arbeit relevanten Fachliteratur und Fragestellung

Weitere Informationen

Kandidaten stimmen Thema und Inhalt der Bachelor-Arbeit und des vorgelagerten Seminars mit dem/der betreuenden Prüfer/Prüferin ab; mögliche Aufgabenstellungen sowie spezifische Durchführungsbedingungen sollten frühzeitig abgesprochen werden. Finden Kandidaten keinen Prüfer/keine Prüferin, der/die bereit ist, ein Thema für Bachelor-Seminar und -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:

- Je nach Aufgabenstellung, z.B. Journalpublikationen und Konferenzbände.

Bachelor-Arbeit					BA
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
6.	6.	Jedes Semester	1 Semester		12

Modulverantwortliche/r	Studiendekan/in der NTF II
Dozent/inn/en	Dozenten der Physik bzw. der Mechatronik
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Pflicht (mit Wahloption)
Zulassungsvoraussetzungen	Gemäß Prüfungsordnung, §20: <ul style="list-style-type: none"> • Erwerb von mindestens 120 CP gemäß der Studienordnung; • Abschluss der Grundpraxis der berufspraktischen Tätigkeit von mindestens 8 Wochen, nachzuweisen durch eine Bescheinigung des/der Beauftragten für die berufspraktische Tätigkeit
Leistungskontrollen / Prüfungen	Anfertigung der Bachelor-Arbeit
Lehrveranstaltungen / SWS	
Arbeitsaufwand	Bearbeitung der Fragestellung und Anfertigung der Arbeit (Bearbeitungszeit 11 Wochen) 360 Stunden
Modulnote	Aus der Beurteilung der Bachelor-Arbeit

Lernziele / Kompetenzen

- Zielgerichtete Bearbeitung eines wissenschaftlichen Projektes unter Anleitung
- Einblick in ein aktuelles Forschungsgebiet
- Fähigkeit reproduzierbare wissenschaftliche Ergebnisse zu erzielen

Inhalt

- Literaturstudium zum vorgegebenen Thema
- Erarbeitung der relevanten Methodik
- Bearbeitung der Themenstellung
- Dokumentation des Projektverlaufs
- Anfertigung der Bachelor-Arbeit und Präsentation der Ergebnisse

Weitere Informationen

Kandidaten stimmen Thema und Inhalt der Bachelor-Arbeit und des vorgelagerten Seminars 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 Bachelor-Seminar und -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:

- Je nach Aufgabenstellung, z.B. Journalpublikationen und Konferenzbände.