

Modulhandbuch

für den Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

**Fassung vom 09.02.2012 auf Grundlage der Prüfungs- und Studienordnung
vom 10.02.2011**

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

RS-Sem.	Modul	Modulelement	CP	SWS
Mathematik				
1	Mathematische Methoden der Physik I		7	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	8	6
2	Experimentalphysik II	Elektromagnetismus	8	6
3	Experimentalphysik III	Optik, Thermodynamik	5	4
4		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	Physikalisches Grundpraktikum für MuN		6	4
6	Physikal. Praktikum für Fortgeschrittene MuN I		6	4
Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen				
1	Grundlagen der Elektrotechnik	Grundlagen der Elektrotechnik I	5	3
2		Grundlagen der Elektrotechnik II	5	3
1	Messtechnik	Elektrische Messtechnik	4	3
3	Elektronik	Physikalische Grundlagen	6	3
4		Schaltungstechnik	6	4
3	Mikromechanik	Mikrotechnologie	4	3
Ingenieurwissenschaftliche Vertiefungen				
4	Wahlblock: 4 aus 5 zu wählen	Sensorik	4	3
4		Mikromechanische Bauelemente	4	3
5		Mikroelektronik 1	4	3
5		Materialien der Mikroelektronik 1	4	3
5		Aufbau- und Verbindungstechnik 1	4	3
Ingenieurwissenschaftliche Praktika				
3	Ingenieurwissenschaftliche Praktika: wählbar aus den aufgeführten Modulelementen	Praktikum Grundlagen der Elektrotechnik	3	5
4		Praktikum Schaltungstechnik	3	2
4		Blockpraktikum Mikrotechnologie	4	4
4		Praktikum Aufbau- und Verbindungstechnik	3	4
6		Ingenieurwissenschaftliches Teamprojekt	4	4
Wahlpflicht				
6	Wahlpflichtfächer	Wahlpflichtfächer	11	
6		Tutortätigkeit	1	2
6		Kommunikation und Soziale Kompetenz	2	2
Abschluss-Arbeit				
6	Bachelor-Seminar	Bachelor-Seminar	3	2
6	Bachelor-Arbeit	Bachelor-Arbeit	12	

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

Mathematische Methoden der Physik					M-MMP
Studiensem. 1.	Regelstudiensem. 1.	Turnus WS	Dauer 1 Semester	SWS 5	ECTS-Punkte 7

Modulverantwortliche/r	Kruse
Dozent/inn/en	Hochschullehrer(innen) der Theoretischen Physik
Zuordnung zum Curriculum	Pflicht
Zugangsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen.
Leistungskontrollen / Prüfungen	Klausur Prüfungsvorleistung: Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben.
Lehrveranstaltungen / SWS	<ul style="list-style-type: none"> • 1 Vorlesung (3 SWS) • 1 Übung (2 SWS) <p>Studierenden mit Defiziten in der mathematischen Vorbildung wird angeboten, diese im Rahmen eines begleitenden Tutoriums gezielt aufzuarbeiten.</p>
Arbeitsaufwand	<ul style="list-style-type: none"> • Präsenzzeit Vorlesung 15 Wochen à 3 SWS 45 Stunden • Präsenzzeit Übung 15 Wochen à 2 SWS 30 Stunden • Vor- und Nachbereitung Vorlesung, Bearbeitung der Übungsaufgaben, Klausur- oder Prüfungsvorbereitung 135 Stunden <p>----- Summe 210 Stunden</p>
Modulnote	Unbenotet

Lernziele/Kompetenzen

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

Inhalt

- Vektorräume, lineare Abbildungen, Eigenwerte, Diagonalisierung
- Funktionen von n Veränderlichen
- nichtlineare Koordinatentransformationen, Differentialgeometrie
- Differential- und Integralrechnung in n -dimensionalen Räumen
- Newtonsche Bewegungsgleichungen
- Schwingungen und gekoppelte Differentialgleichungen

Weitere Informationen

Inhaltlich wird vorausgesetzt: Wissensstand mind. gemäß guter Leistungen in Grundkursen Mathematik. Ein Vorkurs, der die 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)

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

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 Mechatronik, Pflicht Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Pflicht Mechatronik 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

- 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.

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

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 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	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.

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

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 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
- Ilchner und Singer: Werkstoffwissenschaften und Fertigungstechnik: Eigenschaften, Vorgänge, Technologien
- Courtney: Mechanical Behavior of Materials (engl.)
- Hummel: Electronic Properties of Materials (engl.)

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

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 Mechatronik, Pflicht Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Pflicht Bachelor Materialwissenschaften und Werkstofftechnik, Pflicht Lehramt Mechatronik
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Leistungskontrollen / Prüfungen	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 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 Wiederholungsklausur gegen Ende der vorlesungsfreien Zeit
Lehrveranstaltungen / SWS	2SWS Vorlesung, 3SWS Übung Gruppengröße bei Übungen: <20 Studierende
Arbeitsaufwand	Für den Bachelor-Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen sowie für Lehramt Mechatronik: Präsenzzeit 5 SWS x 10 Wochen = 50 Std. → 1/3 Präsenz, 2/3 Vor- / Nachbereitung Gesamtaufwand: 150 Std. Für die Bachelor-Studiengänge Mechatronik und Materialwissenschaften und Werkstofftechnik: Präsenzzeit 5 SWS x 15 Wochen = 75 Std. → 1/3 Präsenz, 2/3 Vor- / Nachbereitung Gesamtaufwand: 8x30 = 240 Std.
Modulnote	Aus der jeweiligen Abschlussklausur

Lernziele/Kompetenzen

- Objekt-orientierter Programmwurf, 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

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

Experimentalphysik I: Mechanik, Schwingungen & Wellen					EP I
Studiensem. 1	Regelstudiensem. 1.	Turnus WS	Dauer 1 Semester	SWS 6	ECTS-Punkte 8
Modulverantwortliche/r		Birringer			
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.			
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 I“ (Mechanik, Schwingungen und Wellen) • Übung zur Vorlesung (max. Gruppengröße: 15) 		4 SWS / 4 CP 2 SWS / 4 CP	
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		Note der Klausur bzw. der mündlichen Prüfung			

Lernziele/Kompetenzen:

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

Inhalt

- Mechanik: Messen und Maße, Vektoren, Newtonsche Axiome, Punktmechanik, Arbeit, Potentialbegriff, kinetische Energie, Drehimpuls, Erhaltungssätze, Planetenbewegung, Bezugssysteme, Relativitätsmechanik, Mechanik des starren Körpers, Mechanik von Flüssigkeiten
- Schwingungen und Wellen: Harmonischer Oszillator; freie, gedämpfte und getriebene Schwingung; gekoppelte Schwingungen, Schwebungen und Gruppengeschwindigkeit, Wellenbewegung in Medien, Energietransport und Energiedichte einer Welle
- Behandlung und Einübung der im Rahmen der Mechanik benötigten Rechentechniken (auf den Vorlesungsverlauf verteilt)

Weitere Informationen

Allgemeines:

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

- 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)*;
- W. Demtröder, *Experimentalphysik 1*, 4. Auflage, Springer Verlag, 2005.
- P.A. Tipler, R.A. Llewelyn, *Moderne Physik*, 1. Auflage, Oldenbourg Verlag, 2003.

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

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.
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>----- Summe 240 Stunden</p>
Modulnote	Note der Klausur bzw. der mündlichen Prüfung (die erfolgreiche Teilnahme am Praktikum ist Voraussetzung für die Anerkennung des Moduls)
Lernziele/Kompetenzen:	<ul style="list-style-type: none"> • Erwerb von Grundkenntnissen zur Elektrizitätslehre, Optik und Thermodynamik • Vermittlung eines Überblicks der historischen Entwicklung und moderner Anwendungen • Vermittlung wissenschaftlicher Methodik, insbesondere der Rolle von Schlüsselexperimenten • Fähigkeit, einschlägige Probleme quantitativ mittels mathematischer Formalismen zu behandeln und selbständig zu lösen

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II

Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

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:

- Halliday, Resnik, Walker, Koch: *Physik*, Verlag Wiley-VCH, 1. Auflage, 2005.
- Dransfeld, Kienle, Kalvius: *Physik 1: Mechanik und Wärme*; Oldenbourg-Verlag, 10. Auflage, 2005; *Bd 2: Elektrodynamik*; Oldenbourg-Verlag, 6. Auflage, 2002.
- Meschede: *Gerthsen Physik*, Springer Verlag, 23. Auflage, 2006.
- Bergmann-Schäfer, *Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd. 1, Mechanik, Akustik, Wärme*; Gruyter-Verlag, 11. Auflage, 1998; *Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd. 2. Elektromagnetismus*; Gruyter-Verlag; 9. Auflage, 2006.
- *Berkeley Physik Kurs, Bd.2, Elektrizität und Magnetismus*, Springer Verlag, 4. Auflage, 1989.
- *Feynman Vorlesungen über Physik, Bd.1, Mechanik, Strahlung und Wärme (4. Auflage, 2001); Bd.2, Elektromagnetismus und Struktur der Materie (3. Auflage, 2001)*;
- W. Demtröder, *Experimentalphysik 1*, 4. Auflage, Springer Verlag, 2005.
- W. Demtröder, *Experimentalphysik 2*, 3. Auflage, Springer Verlag, 2004.
- P.A. Tipler, R.A. Llewelyn, *Moderne Physik*, 1. Auflage, Oldenbourg Verlag, 2003.

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

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.
Leistungskontrollen / Prüfungen	<p>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)</p> <p>Zwei Klausuren oder mündliche Prüfungen: Optik/Thermodynamik: eine Klausur oder mündliche Prüfung Quantenphysik/Atomphysik: eine Klausur oder mündliche Prüfung</p>
Lehrveranstaltungen / SWS	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung „Experimentalphysik IIIa“ (Optik und Thermodynamik) 3 SWS / 3 CP • Übung zur Vorlesung (max. Gruppengröße: 15) 1 SWS / 2 CP • Vorlesung „Experimentalphysik IIIb“ (Quanten- und Atomphysik) 4 SWS / 4 CP • Übung zur Vorlesung (max. Gruppengröße: 15) 1 SWS / 2 CP

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II

Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

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
	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

	Summe	330 Stunden

Modulnote Mittelwert der beiden benoteten Prüfungen Optik/Thermodynamik und Quantenphysik/Atomphysik (nach Prüfungsordnung §11 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
- Vermittlung wissenschaftlicher Methodik, insbesondere der Fähigkeit, einschlägige Probleme quantitativ 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 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.

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

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

Modulverantwortliche/r	Wichert
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	<p>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)</p> <p>Zwei Klausuren oder mündliche Prüfungen: Festkörperphysik: eine Klausur oder mündliche Prüfung Nanostrukturphysik: eine Klausur oder mündliche Prüfung</p>
Lehrveranstaltungen / SWS	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung „Experimentalphysik IVa“ (Festkörperphysik I) 2 SWS / 2 CP • Übung zur Vorlesung (max. Gruppengröße: 15) 1 SWS / 2 CP • Vorlesung „Experimentalphysik IVc“ (Nanostrukturphysik I) 4 SWS / 6 CP
Arbeitsaufwand	<p>a) „Experimentalphysik IVa“ (Festkörperphysik I)</p> <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 <p>----- Summe 120 Stunden</p> <p>b) „Experimentalphysik IVc“ (Nanostrukturphysik I)</p> <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 <p>----- Summe 180 Stunden</p> <p style="text-align: right;">----- Summe 300 Stunden</p>

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II

Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

Modulnote

Mittelwert der benoteten Prüfungen Festkörperphysik I und Nanostrukturphysik (nach Prüfungsordnung §11 Abs. 4)

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

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

Modul Theoretische Physik I und II für LAG und MuN Klassische Mechanik und Elektrodynamik					TP I
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 / 4 CP • Übung zur Vorlesung (max. Gruppengröße: 15) 2 SWS / 4 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 / 2 CP • Übung zur „Theoretischen Physik I“ (max. Gruppengröße: 15) 1 SWS / 2 CP • Vorlesung „Theoretische Physik II“ (50%) (Elektrodynamik) 2 SWS / 2 CP • Übung zur „Theoretischen Physik II“ (max. Gruppengröße: 15) 1 SWS / 2 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>

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II

Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

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	Aus der Klausurnote bzw. der Note der mündlichen Prüfung	

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

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

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

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

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				
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Pflicht				
Zugangsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen. Inhaltlich baut der Kurs auf dem Modul TP I und II für LAG 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

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

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

Modulverantwortliche/r	Wichert
Dozent/inn/en	2 Praktikumsleiter 1 student. Betreuer 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 / 6 CP
Arbeitsaufwand	Physikalisches Grundpraktikum für MuN Durchführung der Versuche 40 Stunden Vorbereitung und Auswertung 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

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II

Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

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 (bei den Praktikumsleitern)

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

Physikalisches Praktikum für Fortgeschrittene MuN I					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 I (Gruppengröße: 2) 4 SWS / 6 CP
Arbeitsaufwand	Phys. Praktikum für Fortgeschrittene I, 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.

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II

Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

Inhalt

- a) Durchführung von 3 Versuchen aus dem Bereich der Festkörper- oder Nanostrukturphysik:
 - Versuche zur Festkörperphysik (z.B. Thermische Analyse, Magnetische Sensorik, Elektronenstrahlithographie)
 - Versuche zur Nanostrukturphysik (z.B. ...)
- b) 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://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/>)

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

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	Mittelwert der benoteten Prüfungen Grundlagen der Elektrotechnik I und II (nach Prüfungsordnung §11 Abs. 4)				

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 |

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

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	Mittelwert der benoteten Prüfungen Grundlagen der Elektrotechnik I und II (nach Prüfungsordnung §11 Abs. 4)		

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

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

Modul/Modulelement					eMT
Elektrische Messtechnik					
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
1	1	jährlich	1 Semester	3	4

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. rer. nat. Andreas Schütze		
Dozent/inn/en	Prof. Dr. rer. nat. Andreas Schütze und Mitarbeiter		
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Mechatronik, (Wahl-)Pflicht je nach Vertiefung; Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Pflicht; Bachelor MWWT, Wahlpflicht; LAB Mechatronik, Pflicht in der Vertiefung Elektrotechnik, Wahlpflicht in der Vertiefung Mechatronische Systeme		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen		
Leistungskontrollen / Prüfungen	benotete Klausur, zusätzlich benotete Hausaufgaben zum Erwerb von Bonuspunkten für die Klausur		
Lehrveranstaltungen / SWS	3 SWS, V2 Ü1		
Arbeitsaufwand	Vorlesung + Übungen 15 Wochen 3 SWS		45 h
	Vor- und Nachbereitung		45 h
	Klausurvorbereitung		30 h
Modulnote	Klausurnote		

Lernziele/Kompetenzen

Erlangung von Grundkenntnissen über den Messvorgang an sich (Größen, Einheiten, Messunsicherheit) und über die wesentlichen Komponenten analoger und digitaler elektrischer Messsysteme.

Inhalt

- Einführung: Was heißt Messen?; Größen und Einheiten (MKSA- und SI-System);
- Fehler, Fehlerquellen, Fehlerfortpflanzung (Gauß), Messunsicherheit nach GUM;
- Messen von Konstantstrom, -spannung und Widerstand;
- Aufbau von Messgeräten (Analogmultimeter, Oszilloskop);
- Gleich- und Wechselstrombrücken;
- Mess- und Rechenverstärker (Basis: idealer Operationsverstärker);
- Grundlagen der Digitaltechniken (Logik, Gatter, Zähler);
- AD-Wandler (Flashwandler, inkremental, sukz. Appr., Single- und Dual-Slope);
- Fehlerbetrachtung digitaler Messsysteme;
- Digitalspeicheroszilloskop;
- Messsystemstrukturen, Datenbusse.

Weitere Informationen

Unterrichtssprache deutsch;
 Vorlesungsfolien, Übungsaufgaben und Musterlösungen zum Kopieren und Downloaden
 Übungen in Kleingruppen (14-tägig) mit korrigierten Hausaufgaben.

Literatur:

- E. Schrüfer: „Elektrische Messtechnik“, Hanser Verlag, München, 2004
- H.-R. Tränkler: „Taschenbuch der Messtechnik“, Verlag Oldenbourg München, 1996
- W. Pfeiffer: „Elektrische Messtechnik“, VDE-Verlag Berlin, 1999
- R. Lerch, Elektrische Messtechnik, Springer Verlag, neue Auflage 2006

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

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

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II

Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

- 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>

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

Elektronik: Schaltungstechnik					ENK
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
4	4	jährlich	1 Semester	4+2	9

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Michael Möller
Dozent/inn/en	Prof. Dr.-Ing. Michael Möller
Zuordnung zum Curriculum	<p>Vorlesung Schaltungstechnik: Pflicht in Bachelor Mechatronik, Vertiefung Elektrotechnik und Mikrosystemtechnik, Wahlpflicht in Vertiefung Mechatronische Systeme Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen. Ing. wis. Grundlagen</p> <p>Praktikum Schaltungstechnik: Pflicht in Bachelor Mechatronik, Vertiefung Elektrotechnik Wahlpflicht in Vertiefung Mikrosystemtechnik und Mechatronische Systeme Wahlpflicht im Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen (als Element der ing.-wiss. Praktika)</p>
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Benotete Prüfungen zur Vorlesung Schaltungstechnik, Testat für Praktikum
Lehrveranstaltungen / SWS	Modulelement Vorlesung Schaltungstechnik: 4 SWS Modulelement Praktikum Schaltungstechnik: 2 SWS
Arbeitsaufwand	<p>Schaltungstechnik: Präsenzzeit Vorlesung und Übung 15 Wochen à 4 SWS zzgl. Vor- und Nachbereitung und Klausurvorbereitung insgesamt 60h+60h+60h = 180h Praktikum: 5 Wochen à 6 SWS Präsenz- + Vorbereitung und Ausarbeitung Bericht 30h+30h+30h = 90h</p>
Modulnote	Note der Prüfungen Schaltungstechnik

Lernziele/Kompetenzen

Schaltungstechnik: Methoden zur Analyse, Beschreibung und Berechnung von elektrischen Netzwerken (Schaltungen). Schaltungsprinzipien und Strukturen erkennen und zur Lösung von Aufgabenstellungen gezielt einsetzen.

Praktikum: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit erlernte Fakten - insbesondere Stoff der Vorlesung Schaltungstechnik - experimentell zu überprüfen und bei der Dimensionierung und Charakterisierung elektronischer Schaltungen anzuwenden. Dabei werden die dazu erlernten Methoden eingesetzt. 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 Vorlesung Schaltungstechnik

- Linearer Netzwerke, Berechnung und Eigenschaften
- Wirkungsfunktion, Übertragungsfunktion, Frequenzgang, Bode-Diagramm, Schwarzes Spiegelungsprinzip, Verlustleistung von N-Polen
- Verstärkerarten, Einstellung und Stabilisierung des Arbeitspunktes, bei Bipolartrans. und FET, Temperatureinfluss, Wärmeableitung
- Transistorgrundschaltungen im Kleinsignalbetrieb, Ersatzschaltbilder, Eigenschaften, Vereinfachungen, Modellreduktion
- Verallgemeinerte Zweitortheorie für rückgekoppelte Schaltungen, Eigenschaften rückgekoppelter Schaltungen, gegengekoppelte Schaltungen mit Störungen
- Stabilität linearer Schaltungen, Heavisidescher Entwicklungssatz, Analyse mit Wirkungsfunktion
- Differenzverstärker, Gleichtakt-Gegentakt-Zerlegung
- Schaltungsstrukturen zur Konstruktion von Schaltungen
- Aufbau und Analyse von Operationsverstärkern, Frequenzgangskompensation

Inhalt Praktikum Schaltungstechnik

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

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

Literatur

- 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
- Nilsson/Riedel, Electric Circuits, Prentice Hall
- U. Tietze, Ch. Schenk, Halbleiterschaltungstechnik, Springer

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

Mikrotechnologie (Mikromechanik 1)					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"

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

Modulelement					Sen
Sensorik					ECTS-Punkte
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	
2	4	jährlich	1 Semester	3	4

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. rer. nat. Andreas Schütze		
Dozent/inn/en	Prof. Dr. rer. nat. Andreas Schütze und Mitarbeiter		
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor Mechatronik, Pflicht; Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Wahlpflicht im Block ing.-wiss. Vertiefung; Bachelor MWWT, Pflicht; LAB Mechatronik, Pflicht in den Vertiefungen Elektrotechnik und Mechatronische Systeme		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen		
Leistungskontrollen / Prüfungen	schriftliche Prüfung, zusätzlich benotete Hausaufgaben zum Erwerb von Bonuspunkten für die Klausur		
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	Klausurnote		

Lernziele/Kompetenzen

Kennen lernen 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

- Temperaturmessung;
- Strahlungsmessung (berührungslose Temperaturmessung);
- Messen von und mit Licht;
- 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)
- Messen chemischer Größen: Einführung & Anwendungen.

Weitere Informationen

Unterrichtssprache deutsch;

Vorlesungsfolien, Übungsaufgaben und Musterlösungen zum Kopieren und Downloaden

Übungen in Kleingruppen (14-tägig) mit korrigierten Hausaufgaben.

Literatur:

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

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.

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

Modul Mikromechanische Bauelemente					MM
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
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, Wahlpflicht im Block 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

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

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, Wahlpflicht im Block ing.-wiss. 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

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

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	Master Mechatronik, Kernbereich der Vertiefung Elektrotechnik Bachelor Mikrotechnologie und Nanostrukturen, Wahlpflicht im Block ing.-wiss. Vertiefung 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

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

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, Wahlpflicht im Block ing.-wiss. Vertiefung 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

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

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 Wahlpflicht im Block 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 |

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

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, Wahlpflicht im Block ing.-wiss. Praktika 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.

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

Modul Praktikum Aufbau- und Verbindungstechnik und Zuverlässigkeit					Abk.
Studiensem. 2	Regelstudiensem. 2	Turnus SS ab SS 2012	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 Löten (Leiterplatte bedrucken, Lötprofil einstellen, Dummy BE, Leiterplatten im SMT Ofen löten)
- Bestückung, Löten (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:

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

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

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

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.

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

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

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

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

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Bachelor Studiengang Mikrotechnologie und Nanostrukturen

Bachelor-Arbeit (gemäß §19 der Prüfungsordnung)					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, §18: <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 9 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.