

Modulhandbuch
für das
Master-Programm Physik
an der
Universität Duisburg-Essen

Stand: 07. Juli 2009

Gliederung

	Seite
Einleitung/Studienplan	3
Kompetenzbereiche	
ERWEITERTE GRUNDLAGEN DER PHYSIK	6
FORSCHUNGSNAHE VERTIEFUNG	18
AUSSERPHYSIKALISCHER WAHLBEREICH	79
FORSCHUNGSPHASE	105
TUTORIUM/ZUSATZFÄCHER	112

Einleitung/Studienplan

Das *Master-Programm Physik* (Master of Science in Physik (M.Sc.)) ist ein eigenständiger Teil des konsekutiven Physikstudiums (3 Jahre Bachelor-Programm und 2 Jahre Master-Programm) und führt zum *wissenschaftlichen Abschluss* des Physikstudiums. Im Unterschied zum Bachelor-Programm Physik ist das Master-Studium durch große Freiheit in der *Wahl* forschungsorientierter Inhalte gekennzeichnet.

Das Studium im ersten Studienjahr gliedert sich in vier *Kompetenzbereiche*, die modular aufgebaut sind. Während die Module und Lehrveranstaltungen im Kompetenzbereich „Erweiterte Grundlagen der Physik“ der Erweiterung der Grundlagenkenntnisse in Physik aus dem Bachelor-Studium (und dem Ausgleich eventueller Defizite) dienen, werden in den Kompetenzbereichen „Forschungsnaher Vertiefung“ und „Außerphysikalischer Wahlbereich“ vertiefte Kenntnisse und Fertigkeiten auf physikalischen Spezialgebieten sowie auf Gebieten aus dem interdisziplinären Umfeld der Physik erworben.

Zu beachten ist, dass jedem Kompetenzbereich im ersten Studienjahr eine *Bandbreite* von ECTS-Credits zugeordnet ist. Die Studierenden müssen in jedem Kompetenzbereich eine Mindestzahl von ECTS-Credits erwerben, die bis zu einer Obergrenze aufgestockt werden dürfen. Dabei entspricht ein ECTS-Credit (Cr) einem Arbeitsaufwand von 30 Zeitstunden. Im Master-Programm müssen - wie an allen deutschen Universitäten - insgesamt 120 ECTS-Credits erworben werden, dies entspricht einem Arbeitsaufwand von 3600 Stunden in 4 Semestern oder 40-50 Stunden Studium pro Woche während der Vorlesungszeit, auf den sich der oder die Studierende einstellen muss.

In Zusammenhang mit der forschungsnahen Vertiefung in ein physikalisches Spezialgebiet *kann* auch eine *Projektarbeit* in einer Forschungsgruppe des Fachbereichs durchgeführt werden, in Zusammenhang mit dem außerphysikalischen Wahlbereich ein *Projekt in der Industrie*. Der Fachbereich unterstützt die Studierenden bei der Suche nach entsprechenden Möglichkeiten.

Die Studierenden sind gefordert, sich bereits in diesem ersten Jahr, gemäß ihrer Neigungen, Fähigkeiten und beruflichen Absichten, für ein Spezialgebiet zu entscheiden, das in der *Forschungsphase* im zweiten Studienjahr durch eigene wissenschaftliche Arbeit weiter vertieft wird.

Der Kompetenzbereich „Tutorium/Zusatzfächer“ lässt Raum für die (freiwillige) Teilnahme an einem *Tutorium* bzw. die Wahl von *Zusatzfächern*, deren Prüfungsergebnisse zwar im Abschlusszeugnis aufgeführt werden können, deren Note aber in die Note der Master-Prüfung *nicht* eingeht. Das *Tutorium* wendet sich in erster Linie an Studierende, die nicht das Bachelor-Programm Physik an der Universität Duisburg-Essen besucht haben, und dient vor allem der Angleichung der Vorbildung.

Die *Forschungsphase* (I bis III im zweiten Studienjahr) wird in einer Forschungsgruppe des Fachbereichs durchgeführt und von einer Hochschullehrerin, einem Hochschullehrer, einer Privatdozentin oder einem Privatdozenten individuell betreut. Im Rahmen der Möglichkeiten des Fachbereichs können die Studierenden ihre Betreuerin oder ihren Betreuer frei wählen. Im ersten Abschnitt der Forschungsphase (Modul „Forschungsphase I“, Dauer: 3 Monate)

arbeiten sich die Studierenden in eine Fragestellung der aktuellen physikalischen Forschung ein. In den nächsten drei Monaten erwerben sie die notwendigen Fertigkeiten zur Forschung an der Fragestellung (Modul „Forschungsphase II“).

Aus dieser Beschäftigung mit der Fragestellung erwächst dann das Thema der „*Master-Arbeit*“, die in den nächsten 6 Monaten (Modul „Forschungsphase III“) selbständig unter Anleitung der Betreuerin oder des Betreuers erstellt wird und die den Abschluss des Master-Studiums bildet.

Die vielen Wahlmöglichkeiten müssen gut überlegt werden. Deshalb *müssen* die Studierenden bereits *zu Beginn des Master-Studiums* ein *Beratungsgespräch* über die Fächerwahl und die Struktur der Forschungsphase führen. Weitere Beratungsgespräche während des Studiums werden dringend empfohlen. Sowohl die „hauptamtliche“ Studienberatung des Fachbereichs als auch alle Hochschullehrerinnen und Hochschullehrer stehen dafür zur Verfügung.

Dieses Modulhandbuch ist ebenfalls nach Kompetenzbereichen gegliedert. Jedem Kompetenzbereich sind bestimmte Module zugeordnet. Jedem Modul ist eine „*Modulbeschreibung*“ beigefügt. In dieser Beschreibung findet man Angaben zu den Zielen des Moduls, zu Art und Umfang sowie zu den Inhalten der darin enthaltenen Lehrveranstaltungen, empfohlene Literatur und - nicht zuletzt - Angaben zu den Modalitäten der geforderten Prüfungen und Studienleistungen. Genauere Angaben zu den Inhalten der Module sind bei den Modulverantwortlichen oder dem Dozenten bzw. der Dozentin der aktuellen Lehrveranstaltung zu erfragen.

Der Fachbereich ist ständig bemüht, die *inhaltlichen* und die *organisatorischen* Aspekte des Studiums weiter zu verbessern und behält sich Änderungen vor. Es empfiehlt sich, jeweils nach der neuesten Version im Internetauftritt des Fachbereichs zu schauen.

Den Aufbau des Studiums „auf einen Blick“ veranschaulicht der folgende *Studienplan*.

Studienplan für das Master-Programm Physik

(exemplarisch für den Studienbeginn im Wintersemester)

Sem.	Erweiterte Grundlagen der Physik		Forschungsnaher Vertiefung		Außerphysikalischer Wahlbereich		Tutorium/ Zusatzfächer ^{*)}		Σ Cr
	Modul	Cr	Modul	Cr	Modul	Cr	Modul	Cr	
1	Theoretische Physik V	9	Module aus dem Angebot an physikalischen Vertiefungsfächern	je 6 bis 12	Module aus dem interdisziplinären Umfeld der Physik mit Forschungsbezug	je 6	Tutorium für Fortgeschrittene ^{*)}		Cr ₁ + Cr ₂ + Cr ₃ = 60
	Experimentalphysik: Struktur der Materie	6							
	Praktikum für Fortgeschrittene (je 1 Cr pro Versuch)	≥ 9							
2	Theoretische Physik IV ^{**)}	9	Module aus dem Angebot an physikalischen Vertiefungsfächern	je 6 bis 12	Module aus dem interdisziplinären Umfeld der Physik mit Forschungsbezug	je 6			
	Hauptseminar	3	Projektarbeit	≥ 3	Industrieprojekt	6			
Σ Cr	18 ≤ Cr ₁ ≤ 36		18 ≤ Cr ₂ ≤ 36		6 ≤ Cr ₃ ≤ 24				
	Forschungsphase								
3	Forschungsphase I: Einarbeitung in eine Fragestellung der aktuellen physikalischen Forschung			15	Forschungsphase II: Erwerb der Fertigkeiten zur Forschung an der Fragestellung			15	60
4	Forschungsphase III: Masterarbeit							30	
									120

^{*)} Dieser Bereich zählt nicht für die Master-Prüfung. Die Teilnahme ist freiwillig.

^{**)} falls nicht schon im Bachelor-Studiengang belegt.

Kompetenzbereich

ERWEITERTE GRUNDLAGEN DER PHYSIK

Modulname		Modulkürzel	
Theoretische Physik IV		PHYSIK-M2-TH4	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Dozenten der Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Bachelor-Studiengang Physik, Master-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1	15 Wochen	Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		siehe Veranstaltung Statistische Physik	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Statistische Physik	7	270	9
II				
III				
IV				
Summe		7	270	9

Lernziele des Moduls

siehe Veranstaltung Statistische Physik

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

siehe Veranstaltung Statistische Physik

Modulname		Modulkürzel	
Theoretische Physik IV		PHYSIK-M2-TH4	
Veranstaltungsname		Veranstaltungskürzel	
Statistische Physik		Theo4	
Lehrende	Fach	Lehreinheit	
Dozenten der Theoretischen Physik	Physik	Physik	

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
2	SS	Deutsch	PHYSIK-B3-TH1, PHYSIK-B4-TH2, PHYSIK-B5-TH3, PHYSIK-B3-MP3

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
7	105 h	165 h	270 h	9
Lehrform				
Vorlesung + Übung + Rechnerpraktikum				
Lernziele				
Die Studierenden kennen die statistische Begründung der Thermodynamik, sie können den Status von Wahrscheinlichkeit in Quantenmechanik und Statistik unterscheiden, sie sind in der Lage analytische und rechnerbasierte Methoden der Statistischen Physik anzuwenden.				
Inhalte				
Wahrscheinlichkeitstheorie, Zentraler Grenzwertsatz. Irreversible Prozesse und Relaxation ins Gleichgewicht. Dichteoperator, Gleichgewichtsensembles und Thermodynamische Potentiale, Entropie, Hauptsätze, Kreisprozesse, thermodynamische Relationen, Gleichverteilungssatz, Fluktuationen, Ideale Gase (klassisch, Bose- und Fermigas), Reale Gase (van-der-Waals-Gl., Virialentwicklung), Phasenübergänge (Clausius-Clapeyron-Gl., mehrkomponentige Systeme, Molekularfeldtheorie kritischer Phänomene, insbesondere bei Spinsystemen).				
Studien-/Prüfungsleistung				
50 % der Punkte in Übung und Rechnerpraktikum; Klausur oder mündliche Prüfung am Semesterende				
Literatur				
Schwabl: Statistische Mechanik Brenig: Statistische Theorie der Wärme Reif: Statistical Physics Landau, Lifschitz: Lehrbuch der Theoretischen Physik, Bd.5				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				
Im Master-Programm ist dieses Modul Pflicht , falls im Bachelor-Studium kein entsprechendes Modul belegt wurde (§12 Abs.1 PO)				

Modulname		Modulkürzel	
Theoretische Physik V		PHYSIK-M1-TH5	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Dozenten der Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Master-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1	15 Wochen	Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		siehe Veranstaltung Vielteilchenphysik	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Vielteilchenphysik	7	280	9
II				
III				
IV				
Summe		7	280	9

Lernziele des Moduls

siehe Veranstaltung Vielteilchenphysik

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

siehe Veranstaltung Vielteilchenphysik

Modulname		Modulkürzel
Theoretische Physik V		PHYSIK-M1-TH5
Veranstaltungsname		Veranstaltungskürzel
Vielteilchenphysik		Theo5
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Theoretischen Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
1	WS	Deutsch	PHYSIK-B5-TH3, PHYSIK-B6-TH4

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
7	105 h	175 h	280 h	9

Lehrform
Vorlesung + Übung + Rechnerpraktikum
Lernziele
Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe und Methoden der Quantenfeldtheorie und können sie auf ausgewählte wechselwirkende Vielteilchenprobleme anwenden.
Inhalte
Vielteilchenprobleme, zweite Quantisierung, Quantenstatistik wechselwirkender Systeme, Dekohärenz, wechselwirkendes Elektronengas, Kooperative Phänomene in Vielteilchensystemen, ausgewählte Anwendungsbeispiele (z.B. Magnetismus, Supraleitung, Superfluidität, ...).
Alternativ:
Lagrange-Formalismus für Felder, Darstellungen der Lorentz-Gruppe und Spin, Funktional-Ableitung, Poisson- und Dirac-Klammern, Noether-Theorem für Felder, Eichinvarianz, nicht-Abelsche Eichung: Yang-Mills-Felder, Ausblick: Standard-Modell, Feldquantisierung, Spin-Statistik-Theorem, Greensche Funktionen, Wick-Theorem, Störungstheorie, Feynman-Diagramme, Renormierung.
Studien-/Prüfungsleistung
50 % der Punkte in Übung und Rechnerpraktikum; mündliche Prüfung am Semesterende
Literatur
Ashcroft, Mermin: Solid State Physics Landau, Lifshitz: Lehrbuch der Theoretischen Physik, Bd. 9 Fetter, Walecka: Quantum Theory of Many Particle Systems Mattuck: A Guide to Feynman Diagrams in the Many Body Problem
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulname		Modulkürzel	
Experimentalphysik: Struktur der Materie		PHYSIK-M1-EXP	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Dozenten der Experimentalphysik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Master-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1	15 Wochen	Pflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		Kenntnisse in Festkörper-, Atom- und Kernphysik	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Struktur der kondensierten Materie	4	190	6
Summe		4	190	6

Lernziele des Moduls

Vernetzte Kenntnisse über die Struktur und den Aufbau der Materie vom Elementarteilchen zur kondensierten Materie auch in ihrer speziellen Ausprägung wie weiche Materie, amorphe Festkörper, Halbleiter, Supraleiter etc. Darstellung moderner Streumethoden und spektroskopischer Verfahren zur Strukturbestimmung.

Möglichkeiten und Grenzen ausgewählter Verfahren in konkreten Problemstellungen der physikalischen Grundlagenforschung und technologischen Anwendungen; Verständnis der Funktionsweise und Einsatzmöglichkeiten moderner Materialien, Detektoren und physikalischer Instrumente.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Aktive Teilnahme an der Veranstaltung, schriftliche oder mündliche Modulprüfung nach Festlegung durch den Dozenten, mindestens 50% der Übungsaufgaben müssen in jeder Veranstaltung erfolgreich bearbeitet worden sein.

Modulname		Modulkürzel
Experimentalphysik: Struktur der Materie		PHYSIK-M1-EXP
Veranstaltungsname		Veranstaltungskürzel
Struktur der kondensierten Materie		Fk2
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Experimentalphysik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
1	WS	Deutsch	PHYSIK-B5-GR3

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
4	120 h	70 h	190 h	6

Lehrform
Vorlesung (3) + Übungen (1)
Lernziele
Vernetzte Kenntnisse über die Struktur und den Aufbau der Materie vom Elementarteilchen zur kondensierten Materie auch in ihrer speziellen Ausprägung wie weiche Materie, amorphe Festkörper, Halbleiter, Supraleiter etc. Darstellung moderner Streumethoden und spektroskopischer Verfahren zur Strukturbestimmung. Möglichkeiten und Grenzen ausgewählter Verfahren in konkreten Problemstellungen der physikalischen Grundlagenforschung und technologischen Anwendungen; Verständnis der Funktionsweise und Einsatzmöglichkeiten moderner Materialien und physikalischer Instrumente.
Inhalte
Elementare Bestandteile der kondensierten Materie: Elementarteilchen, Kerne, Atome, Moleküle; Gase, Plasmen, Bose-Einstein-Kondensate; Flüssigkeiten und Flüssigkristalle; Modifikationen des Kohlenstoffs: Diamant, Graphit, Fullerene; Weiche Materie; Amorphe Festkörper und Legierungen; kristalline Festkörper; Quasikristalle; Granulare Materie
Studien-/Prüfungsleistung
Aktive Teilnahme an der Veranstaltung, schriftliche oder mündliche Prüfung nach Festlegung durch den Dozenten, mindestens 50% der Übungsaufgaben müssen erfolgreich bearbeitet worden sein

Literatur

- Stierstadt, Physik der Materie, VCH-Wiley.
- Bienlein, Wiesendanger, Einführung in die Physik der Materie, Teubner.
- Povh, Rith, Scholz, Zetsche, Teilchen und Kerne, Springer
- Kuzmany, Solid-State Spectroscopy, Springer
- Ibach/Lüth: Festkörperphysik, Springer.
- Kittel: Einführung in die Festkörperphysik, Oldenbourg.
- Kopitzki: Festkörperphysik, Teubner.
- Ashcroft/Mermin: Festkörperphysik, Oldenbourg.
- Demtröder: Experimentalphysik 3 und 4, Springer
- Mayer-Kuckuck, Kernphysik, Teubner.

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Medienformen : Tafel, Powerpoint, Overhead-Folien, Internet

Modulname		Modulkürzel	
Praktikum für Fortgeschrittene		PHYSIK-M1-PRF	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Dozenten der Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Master-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1	15 Wochen	Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		Grundlagen in experimenteller u. theoretischer Physik	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Fortgeschrittenenpraktikum	≥8	≥270	≥9
II				
III				
IV				
Summe		≥8	≥270	≥9

Lernziele des Moduls

Vermittlung von Grundlagen aus verschiedenen Spezialgebieten der Experimentalphysik., Vertiefung praktischer Fertigkeiten an speziellen Versuchsaufbauten durch weitgehend selbständiges Arbeiten, Erwerb von Kenntnissen und Anwendung moderner Messverfahren, Anwendung erworbener physikalischer Kenntnisse zur Gewinnung, Auswertung und Interpretation von Messdaten.

Selbstlernen, Monitoring: Anleitung zu Zeitmanagement, Vermittlung von Lernstrategien

Kommunikations- u. Vermittlungstechniken: Vermittlung von Präsentationstechniken durch

mündliche und schriftliche Darstellung der Experimente, Teamarbeit: Kleingruppenarbeit (2 – 3 Pers.)

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Kumulativ aus Benotung von mündlichen, experimentellen und schriftlichen Leistungen

Modulname	Modulkürzel
Praktikum für Fortgeschrittene	PHYSIK-M1-PRF
Veranstaltungsname	Veranstaltungskürzel
Fortgeschrittenenpraktikum	FPrak2

Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
1 & 2	WS & SS	Deutsch	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2, PHYSIK-B1-PR1, PHYSIK-B3-PR2

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
≥8	≥120 h	≥150 h	≥270 h	≥9

Lehrform
Praktikum + Kolloquium + Seminare
Lernziele
Vermittlung von Grundlagen aus verschiedenen Spezialgebieten der Experimentalphysik., Vertiefung praktischer Fertigkeiten an speziellen Versuchsaufbauten durch weitgehend selbständiges Arbeiten, Erwerb von Kenntnissen und Anwendung moderner Messverfahren, Anwendung erworbener physikalischer Kenntnisse zur Gewinnung, Auswertung und Interpretation von Messdaten.
Inhalte
Versuche aus verschiedenen Gebieten der Experimentalphysik. Die genauen Versuchsthemen werden im Praktikumsbereich durch Aushang bekannt gegeben.
Studien-/Prüfungsleistung
<ol style="list-style-type: none"> 1. Mündliche Eingangsbefragung 2. Versuchsdurchführung 3. Anfertigung eines Protokolls 4. Teilnahme an einem speziellen Seminar während des Praktikums
Literatur
Versuchsanleitungen, spezielle Buchartikel und Veröffentlichungen zu den jeweiligen Versuchen
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Im Master-Programm sind mindestens 9 Versuche durchzuführen, die nicht schon im Bachelor-Studium durchgeführt wurden (§12 Abs.1 PO). Jedem Versuch ist ein ECTS-Credit zugeordnet.

Modulname		Modulkürzel
Hauptseminar		PHYSIK-M2-HSE
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Dozenten der Physik		Physik
Verwendung in Studiengängen	Master-Studiengang Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
1	15 Wochen	Pflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen
		Englischkenntnisse

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Wissenschaftliche Präsentation	2	120	4
II				
III				
IV				
Summe		2	120	4

Lernziele des Moduls

Die Studierenden sind in der Lage, eine physikalische Problemstellung nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. Sie sind fähig ein längerfristiges Projekt zu managen und dessen Ergebnisse in schriftlicher Form zusammenzufassen. Sie können die wesentlichen Erkenntnisse in geeigneter Form präsentieren und in einer wissenschaftlichen Diskussion verteidigen.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Modulname		Modulkürzel
Hauptseminar		PHYSIK-M2-HSE
Veranstaltungsname		Veranstaltungskürzel
Wissenschaftliche Präsentation		WiPrä
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
1 o. 2	WS/SS	Deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	90 h	120 h	4

Lehrform
Seminar
Lernziele
Die Studierenden sind in der Lage, sich in ein physikalisches Thema einzuarbeiten, relevante Daten zu recherchieren, zu analysieren und kritisch einzuordnen. Sie sind fähig, wissenschaftliche Ergebnisse in angemessener Form zu präsentieren und zu diskutieren.
Inhalte
Die Teilnehmer halten einen Vortrag zu einem physikalischen Thema aus dem Bereich der theoretischen oder experimentellen Physik. Einzelthemen, Anforderungen und Umfang werden zu Beginn der Veranstaltung spezifiziert. Zu leisten sind die Erarbeitung der wesentlichen Aussagen unter Ausnutzung der Recherchemöglichkeiten in wissenschaftlichen Datenbanken, die Umsetzung der Ergebnisse in eine Präsentation, die Darstellung in Form eines wissenschaftlichen Vortrags mit anschließender Diskussion der Ergebnisse und der Präsentation.
Studien-/Prüfungsleistung
Ausarbeitung und Präsentation eines wissenschaftlichen Vortrages und einer schriftlichen Zusammenfassung.
Literatur
Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Kompetenzbereich

FORSCHUNGSNAHE VERTIEFUNG

Modulname		Modulkürzel	
Profilgebiet-Basis: Experimentelle Physik		PHYSIK-M1-VT1	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Dozenten der Experimentellen Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Master-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1	30 Wochen	Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
Mindestens eine der Lehrveranstaltungen (I-VII) muss gewählt werden. Empfohlen wird, dass zwei Lehrveranstaltungen gewählt werden (wegen § 12 Abs. 2 der Prüfungsordnung). Nicht alle werden in jedem Studienjahr angeboten, siehe Vorlesungsverzeichnis und Aushänge.				
I	Grundlagen der Optik	2	90	3
II	Grundlagen der Oberflächenphysik	2	90	3
III	Grundlagen des Magnetismus	2	90	3
IV	Grundlagen der Halbleiterphysik	2	90	3
V	Grundlagen der Atom- und Molekülphysik	2	90	3
VI	Grundlagen der Plasmaphysik	2	90	3
VII	Grundlagen der Biophysik	2	90	3
Zu einer der gewählten Lehrveranstaltungen ist ein Projekt zu bearbeiten:				
VIII	Projekt	2	90	3
Summe		4 – 8	180 - 360	6 - 12
Lernziele des Moduls				
Die Studierenden werden an den Forschungshorizont der Experimentellen Physik herangeführt. Sie können die Begriffe und einschlägigen Methoden korrekt anwenden und kennen die grundlegenden experimentellen Techniken.				
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote				
Mündliche Prüfung über eine der Lehrveranstaltungen (I-VII).				

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet-Basis: Experimentelle Physik				PHYSIK-M1-VT1	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Grundlagen der Optik				GOpt	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Franke, Kleinfeld, Sokolowski-Tinten, Tarasevitch, N.N.			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
1	WS	Deutsch	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb grundlegender Kenntnisse in der Optik.					
Inhalte					
Historische Rolle und aktuelle Bedeutung der Optik in Wissenschaft und Technik, Reflexion und Brechung, Optische Eigenschaften der Materie, Geometrisch-optische Abbildung und Strahlenoptik, Mathematische Beschreibung von Wellen, Interferenz und Beugung, Fourier-Optik, Polarisation und Doppelbrechung, Ausblick auf moderne Gebiete der Optik: Opto-Elektronik, Photonik, Nano-Optik.					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
E. Hecht, A. Zajac: Optik M. Born, E. Wolf: Principles of Optics					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung durch ein Projekt ProMaEx-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname			Modulkürzel	
Profilgebiet-Basis: Experimentelle Physik			PHYSIK-M1-VT1	
Veranstaltungsname			Veranstaltungskürzel	
Grundlagen der Oberflächenphysik			GOfI	
Lehrende		Fach		Lehreinheit
Buck, Horn-von Hoegen, Mergel, Möller, Nienhaus, Schleberger, Schneider, Wende, Wucher		Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
1	WS	Deutsch	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	60 h	90 h	3
Lehrform				
Vorlesung				
Lernziele				
Erwerb grundlegender Kenntnisse in der Oberflächenphysik.				
Inhalte				
Historische Einführung, atomare, elektronische und vibronische Struktur von Oberflächen, Mechanismen der Strukturbildung: Rekonstruktion und Relaxation, Herstellung reiner Oberflächen, Oberflächenzustände und elementare Anregungen, optische Eigenschaften, Phasenübergänge, Austrittsarbeit und Emissionsprozesse, Wechselwirkung mit Teilchen, chemische Reaktionen, Adsorption, Wachstum, Katalyse, Halbleiteroberflächen, Experimentelle Methoden.				
Studien-/Prüfungsleistung				
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.				
Literatur				
Desjonqueres, Spanjaard: Concepts in Surface Physics Henzler, Göpel: Oberflächenphysik des Festkörpers Lüth: Surfaces and Interfaces of Solids Somorjai: Introduction to Surface Chemistry and Catalysis Zangwill: Physics at Surfaces				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				
Diese Lehrveranstaltung durch ein Projekt ProMaEx-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.				

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet-Basis: Experimentelle Physik				PHYSIK-M1-VT1	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Grundlagen des Magnetismus				GMag	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Farle, Mergel, Nienhaus, Schneider, Wende			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
1	WS	Deutsch	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb grundlegender Kenntnisse des Magnetismus.					
Inhalte					
Atomarer Magnetismus: Spin, magn. Moment, Diamagnetismus, Paramagnetismus, magnetische Ordnung im Festkörper, magnetische Anisotropie, magnetische Strukturen, Magnetodynamik, magnetische Anregungen, magnetische Kopplungsphänomene, Spinelektronik, Darstellung von Anwendungsbeispielen, Ausblick Nanomagnetismus: Nanopartikel, ultradünne Filme und magnetische Moleküle.					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
Ch. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik (Oldenbourg Verlag München Wien) H. C. Siegmann, J. Stöhr; Magnetism: From Fundamentals to Nanoscale Dynamics (Springer Verlag) R. C. O'Handley, Modern Magnetic Materials: Principles and Applications (John Wiley & Sons) W. Nolting, Quantentheorie des Magnetismus 1 und 2 (Teubner Studienbücher Physik) H. Lueken, Magnetochemie (Teubner Studienbücher Physik) B. Heinrich, J.A.C. Bland, Ultrathin Magnetic Structures I-IV (Springer Verlag) H. Kronmüller und S. Parkin, Handbook of Magnetism and Advanced Magnetic Materials (Wiley & Sons)					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt ProMaEx-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet-Basis: Experimentelle Physik				PHYSIK-M1-VT1	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Grundlagen der Halbleiterphysik				GHal	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Horn-von Hoegen, Lorke, Mergel, Nienhaus			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
1	WS	Deutsch	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb grundlegender Kenntnisse in der Halbleiterphysik.					
Inhalte					
Historische Bedeutung und Entwicklung von Halbleitermaterialien; Technologie der Halbleitermaterialien; festkörperphysikalische Grundlagen, elementare und Verbindungs-Halbleiter; Dotierung und Ladungsträgerstatistik; Ladungstransport in Halbleitern; Hall-Effekt; Magnetotransport; Anwendungen: Dioden, Transistoren, MOSFET.					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
K. Seeger, Semiconductor Physics M. Grundmann, Semiconductor Physics P.Y. Yu, M. Cardona, Fundamentals of Semiconductors O. Madelung, Grundlagen der Halbleiterphysik					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt ProMaEx-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet-Basis: Experimentelle Physik				PHYSIK-M1-VT1	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Grundlagen der Atom- und Molekülphysik				GAtMol	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Nienhaus, Schleberger, Wucher			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb grundlegender Kenntnisse der Atom- und Molekülphysik					
Inhalte					
Wasserstoff-Atom: Dirac-Gleichung, Lambshift; Mehrelektronenatome: Orts- und Spinwellenfunktion, Pauli-Spin-Matrizen, Clebsch-Gordon-Koeffizienten, Atome in Feldern, elektronische Übergänge; Molekülphysik: optische Spektroskopie, IR- und Ramanübergänge, Rotation und Schwingung, quantenmechanische Korrekturen, elektronische Übergänge, Ausblick auf die Physik mehratomiger Moleküle.					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
T. Mayer-Kuckuck: Atomphysik H. Haken, H.C. Wolf: Atom- und Quantenphysik H. Haken, H.C. Wolf: Molekülphysik und Quantenchemie A. Beider: Atome, Moleküle, Festkörper W. Demtröder, Experimentalphysik 3: Atome, Moleküle und Festkörper					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt ProMaEx-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet-Basis: Experimentelle Physik				PHYSIK-M1-VT1	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Grundlagen der Plasmaphysik				GPla	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Unterberg			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb grundlegender Kenntnisse der Plasmanphysik.					
Inhalte					
Einführung: Vorkommen von Plasmen in Natur und Technik, Grundlegende Plasmacharakteristika – Kenngrößen und Zustandsgrenzen, Einteilchenbewegung in elektromagnetischen Feldern, Stoßprozesse in Plasmen, Flüssigkeitsbeschreibung von Plasmen: Magneto- Hydrodynamik, Wellenausbreitung in Plasmen, Anwendung der Plasmaphysik: Magnetischer Einschluss von Hochtemperaturplasmen zur kontrollierten Kernfusion, Experimentelle Methoden: Plasmadiagnostik.					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
Goldston, Robert J. and Rutherford, Paul H.: Introduction to plasma physics / Bristol: Inst. of Physics Publ., 1995 Michael Kaufmann, Plasmaphysik und Fusionsforschung, Teubner 2003					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt ProMaEx-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet-Basis: Experimentelle Physik				PHYSIK-M1-VT1	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Grundlagen der Biophysik				GBio	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
N.N.			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb grundlegender Kenntnisse der Biophysik					
Inhalte					
Generelle Konzepte (Statistische Mechanik, Brownsche Bewegung, Selbst-Assemblierung, molekularer Aufbau der Zelle); Techniken und Methoden (Streuexperimente, NMR, Protein-Kristallographie, Kraftmikroskopie und optische Pinzetten, Fluoreszenz-Techniken, Kolloidsynthese); Polymere, Biopolymere, Proteine, Membranen.					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt ProMaEx-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet-Basis: Experimentelle Physik				PHYSIK-M1-VT1	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Projekt				ProBaEx-P	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Dozenten der Experimentellen Physik			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
1/2	WS/SS	Deutsch	Dazugehörige Vorlesung		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Übungen, Seminar oder experimentelles Praktikum					
Lernziele					
Die Studierenden können ausgewählte einschlägige Methoden der modernen Experimentellen Physik selbständig anwenden.					
Inhalte					
Das Projekt orientiert sich inhaltlich an einer der von der oder dem jeweiligen Studierenden in diesem Modul gewählten Vorlesungen.					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Erfolgreiche Bearbeitung des Projekts.					
Literatur					
Wird vom Dozenten bekannt gegeben.					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					

Modulname		Modulkürzel	
Modul Profilgebiet: Oberflächenphysik		PHYSIK-M1-VT2	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Dozenten der Experimentellen Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Master-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1	30 Wochen	Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		GOfl aus dem Modul PHYSIK-M1-VT1	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
Mindestens eine der Lehrveranstaltungen (I-IV) muss gewählt werden. Empfohlen wird, dass zwei Lehrveranstaltungen gewählt werden (wegen § 12 Abs. 2 der Prüfungsordnung). Nicht alle werden in jedem Studienjahr angeboten, siehe Vorlesungsverzeichnis und Aushänge.				
I	Vakuumtechnik und Dünnschichttechnologie	2	90	3
II	Experimentelle Methoden der Oberflächenphysik I: Struktur	2	90	3
III	Experimentelle Methoden der Oberflächenphysik II: Elektronische Eigenschaften	2	90	3
IV	Aktuelle Probleme der Oberflächenphysik	2	90	3
Zu einer der gewählten Lehrveranstaltungen ist ein Projekt zu bearbeiten:				
V	Projekt	2	90	3
Summe		4 – 8	180 - 360	6 - 12
Lernziele des Moduls				
Die Studierenden werden an den Forschungshorizont der Oberflächenphysik herangeführt. Sie können die Begriffe und einschlägigen Methoden korrekt anwenden und kennen die grundlegenden experimentellen Techniken.				
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote				
Mündliche Prüfung über eine der Lehrveranstaltungen (I-IV).				

Modulname		Modulkürzel		
Profilgebiet: Oberflächenphysik		PHYSIK-M1-VT2		
Veranstaltungsname		Veranstaltungskürzel		
Vakuumtechnik und Dünschichttechnologie		Vak-Due		
Lehrende		Fach		Lehreinheit
Buck, Horn-von Hoegen, Mergel, Möller, Nienhaus, Schleberger, Schneider, Wende, Wucher		Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
1	WS	Deutsch	PHYSIK-B3-GR2	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	60 h	90 h	3
Lehrform				
Vorlesung				
Lernziele				
Erwerb grundlegender Kenntnisse der Vakuumtechnik der Dünnschichttechnologie.				
Inhalte				
Grundlagen der kinetischen Gastheorie; Bauteile und Werkstoffe der Vakuumtechnik; Abscheidung und Wachstum dünner Schichten (strukturell, chemisch, optisch); Anwendungen: Hartstoffschichten (insbes. Diamant); optische Schichten, magnetische und optische Datenspeicherung, Heterostrukturbauelemente				
Studien-/Prüfungsleistung				
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.				
Literatur				
M. Wutz, H. Adam, W. Walcher: Theorie und Praxis der Vakuumtechnik M. Ohring: The materials science for thin films				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				
Diese Lehrveranstaltung durch ein Projekt ProMaEx-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.				

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet: Oberflächenphysik				PHYSIK-M1-VT2	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Experimentelle Methoden der Oberflächenphysik II: Struktur				Exp-Of11	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Buck, Horn-von Hoegen, Mergel, Möller, Nienhaus, Schleberger, Schneider, Wende, Wucher			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch	GOfl aus dem Modul PHYSIK-M1-VT1		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb grundlegender Kenntnisse der Methoden zur Strukturaufklärung von Oberflächen.					
Inhalte					
Röntgenbeugung, Elektronenbeugung, Ionenstreuung, Rastersondenverfahren, optische Techniken, spezielle Verfahren.					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
Desjonqueres, Spanjaard: Concepts in Surface Physics Henzler, Göpel: Oberflächenphysik des Festkörpers Lüth: Surfaces and Interfaces of Solids Somorjai: Introduction to Surface Chemistry and Catalysis Zangwill: Physics at Surfaces					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung durch ein Projekt ProMaEx-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet: Oberflächenphysik				PHYSIK-M1-VT2	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Experimentelle Methoden der Oberflächenphysik II: Elektronische Eigenschaften				Exp-Of12	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Buck, Horn-von Hoegen, Mergel, Möller, Nienhaus, Schleberger, Schneider, Wende, Wucher			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch	GOfl aus dem Modul PHYSIK-M1-VT1		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb grundlegender Kenntnisse der Methoden zur Bestimmung elektronischer Eigenschaften.					
Inhalte					
Photoelektronenspektroskopie, Augerelektronenspektroskopie, Tunnelspektroskopie, optische Spektroskopietechniken, spezielle Techniken.					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
Desjonqueres, Spanjaard: Concepts in Surface Physics Henzler, Göpel: Oberflächenphysik des Festkörpers Lüth: Surfaces and Interfaces of Solids Somorjai: Introduction to Surface Chemistry and Catalysis Zangwill: Physics at Surfaces					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt ProMaEx-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet: Oberflächenphysik				PHYSIK-M1-VT2	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Aktuelle Probleme der Oberflächenphysik				AP-Ofl	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Buck, Horn-von Hoegen, Mergel, Möller, Nienhaus, Schleberger, Schneider, Wende, Wucher			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch	GOfl aus dem Modul PHYSIK-M1-VT1		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb vertiefter Kenntnisse in einem aktuellen Gebiet der Oberflächenphysik					
Inhalte					
Die Inhalte orientieren sich an aktuellen Problemen der Oberflächenphysik.					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt ProMaEx-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet: Oberflächenphysik				PHYSIK-M1-VT2	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Projekt				ProMaEx-P	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Buck, Horn-von Hoegen, Mergel, Möller, Nienhaus, Schleberger, Schneider, Wende, Wucher			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
1/2	WS/SS	Deutsch	Eine der Lehrveranstaltungen I-IV		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Übungen, Seminar oder experimentelles Praktikum					
Lernziele					
Die Studierenden können ausgewählte einschlägige Methoden der Oberflächenphysik selbständig anwenden.					
Inhalte					
Das Projekt orientiert sich inhaltlich an einer der von der oder dem jeweiligen Studierenden in diesem Modul gewählten Vorlesungen.					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Erfolgreiche Bearbeitung des Projekts.					
Literatur					
Wird vom Dozenten bekannt gegeben.					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					

Modulname		Modulkürzel	
Modul Profilgebiet: Nanostrukturen		PHYSIK-M1-VT3	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Dozenten der Experimentellen Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Master-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1	30 Wochen	Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		GHal aus dem Modul PHYSIK-M1-VT1 oder GMag aus dem Modul PHYSIK-M1-VT1	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
Mindestens eine der Lehrveranstaltungen (I-VI) muss gewählt werden. Empfohlen wird, dass zwei Lehrveranstaltungen gewählt werden (wegen § 12 Abs. 2 der Prüfungsordnung). Nicht alle werden in jedem Studienjahr angeboten, siehe Vorlesungsverzeichnis und Aushänge.				
I	Experimentelle Methoden der Nanostrukturphysik	2	90	3
II	Magnetische Nanostrukturen	2	90	3
III	Spintronik	2	90	3
IV	Halbleiteroptik und -quantenstrukturen	2	90	3
V	Moderne Halbleiterbauelemente	2	90	3
VI	Aktuelle Probleme der Nanostrukturphysik	2	90	3
Zu einer der gewählten Lehrveranstaltungen ist ein Projekt zu bearbeiten:				
VII	Projekt	2	90	3
Summe		4 – 8	180 - 360	6 - 12
Lernziele des Moduls				
Die Studierenden werden an den Forschungshorizont der Nanostrukturphysik herangeführt. Sie können die Begriffe und einschlägigen Methoden korrekt anwenden und kennen die grundlegenden experimentellen Techniken.				
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote				
Mündliche Prüfung über eine der Lehrveranstaltungen (I-VI).				

Modulname			Modulkürzel	
Profilgebiet Nanostrukturen			PHYSIK-M1-VT3	
Veranstaltungsname			Veranstaltungskürzel	
Experimentelle Methoden der Nanostrukturphysik			Exp-Nano	
Lehrende		Fach		Lehreinheit
Buck, Farle, Horn-von Hoegen, Mergel, Möller, Nienhaus, Lorke, Schneider, Schleberger, Wende		Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
1	WS	Deutsch	PHYSIK-B3-GR2	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	60 h	90 h	3
Lehrform				
Vorlesung				
Lernziele				
Erwerb grundlegender Kenntnisse der Nanostrukturphysik.				
Inhalte				
Einführung in verschiedene Bereiche der Nanostrukturforschung und Nanotechnologie; physikalische Phänomene in Metallen, Halbleitern und Isolatoren, die auf reduzierte geometrische Abmessungen zurückzuführen sind; experimentellen Verfahren zur Herstellung (chemische Synthese, Elektronenstrahlolithographie, Gasphasen-Kondensation, Molekularstrahlepitaxie, Laserablation), Manipulation und Analyse von Materie auf Nanometerskala (Groß- und Kleinwinkelröntgenbeugung, Raster-, konventionelle, analytische und hochauflösende Transmissionselektronenmikroskopie, spektroskopischen Verfahren); Hervorhebung des interdisziplinären Charakters der Nanotechnologie anhand ihrer Bezüge zur Chemie, Biologie und Medizin sowie zu den Ingenieurwissenschaften; technische Anwendungsfelder.				
Studien-/Prüfungsleistung				
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.				
Literatur				
Klabunde, Kenneth J. [Hrsg.] , Nanoscale materials in chemistry Wiley, New York 2001 Wolf, E.L., Nanophysics and nanotechnology, Wiley-VCH, 2004 Hannink, Richard H. J. [Hrsg.] Nanostructure control of materials, Cambridge Verlag 2006 Sepeur, Stefan, Nanotechnologie : Grundlagen und Anwendungen, Vincentz Network Hannover 2008 Hartmann, Uwe , Faszination Nanotechnologie Elsevier Spektrum Akad. Verl., München 2006 Henzler, Göpel: „Oberflächenphysik des Festkörpers“, Teubner Nalwa: "Encyclopedia of nanoscience and nanotechnology" Reimer: "Raster- und Transmissionselektronenmikroskopie" Weitere Literatur wird vom Dozenten bekannt gegeben				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				
Diese Lehrveranstaltung durch ein Projekt ProMaEx-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.				

Modulname				Modulkürzel		
Profilgebiet Nanostrukturen				PHYSIK-M1-VT3		
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel		
Magnetische Nanostrukturen				Mag-Nano		
Lehrende			Fach		Lehreinheit	
Farle, Lorke, Schneider, Wende			Physik		Physik	
Semester	Turnus		Sprache		Voraussetzungen	
2	SS		Deutsch		GMag aus dem Modul PHYSIK-M1-VT1	
SWS	Präsenzstudium		Eigenstudium		Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h		60 h		90 h	3
Lehrform						
Vorlesung						
Lernziele						
Erwerb grundlegender Kenntnisse auf dem Gebiet der magnetischen Nanostrukturen.						
Inhalte						
Übersicht der Herstellungsmethoden: Organometallische Synthese, Elektronenstrahlolithographie, Gasphasen-Synthese, Molekularstrahlepitaxie, Laserablation; Eigenschaften niedrigdimensionaler Magnete(größenabhängige physikalische Eigenschaften, elektronische Struktur, Spinwellenspektrum, Magnetische Anisotropie und Magnetisierung); temperaturabhängige Phänomene (Superparamagnetismus, „Blocking“ Temperatur als dynamische Größe, magnetische Relaxation); kollektive Phänomene (magnetische dipolare Wechselwirkung, Austauschwechselwirkung in einer Matrix, Superferromagnetismus); Messmethoden (Röntgenzirkulardichroismus, Magnetkraftmikroskopie, Spinpolarisierte Rastertunnelmikroskopie, ortsaufgelöste magnetische Resonanz Spektroskopie); Anwendungen (magnetische Datenspeicher und Sensoren, biomedizinische Anwendungen in Diagnostik und Therapie).						
Studien-/Prüfungsleistung						
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.						
Literatur						
B. Heinrich, J. A. C Bland, Ultrathin Magnetic Structures IV (Applic. of Nanomagnetism), Springer 2005 R. C. O’Handley, Modern Magnetic Materials, Principles and Applications, Wiley 2000 W. Nolting, Quantentheorie des Magnetismus 1 und 2, Teubner 1986 36th Spring School 2005, Magnetism goes Nano, Schriften des Forschungszentrums Jülich, Band 26 Klabunde, Kenneth J. [Hrsg.] , Nanoscale materials in chemistry Wiley, New York 2001 Weitere Literatur wird vom Dozenten angegeben						
Weitere Informationen zur Veranstaltung						
Diese Lehrveranstaltung durch ein Projekt ProMaEx-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird. Die Vorlesung wurde völlig neu konzipiert. Der Inhalt spiegelt den Stand der Nanotechnologie bis zum jetzigen Zeitpunkt wider.						

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet Nanostrukturen				PHYSIK-M1-VT3	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Spintronik				Spin	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Farle, Lorke, Schneider, Wende			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch	GMag aus dem Modul PHYSIK-M1-VT1		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb grundlegender Kenntnisse auf dem Gebiet der Spintronik.					
Inhalte					
Übersicht über magneto-elektronischer Effekte, deren Ursachen und technischen Anwendungen. Magnetismus von Metallen, „Design“ magnetischer Domänen, Zusammenhang von Elektronentransport und Magnetismus in Metallen, metallischen Schichtsystemen und Metal-Isolator-Schichtsystemen, Konzeption von magnetoelektronischen Sensortypen wie Magnetic Random Access Memory (MRAM-) Elementen bis hin zu Ferromagnet/Halbleiter-Hybridstrukturen (Spin-Feldeffekt-Transistor); neuere Entwicklungen: strom-induzierte Ummagnetisierungsprozesse, Spin Transfer Phänomene wie „spin-pumping“, elektrische Manipulation von Spin-Strömen; Anwendungen der Magnetoelektronik: Drehwinkel- und Längenmess-Sensoren, Lese- und Schreibköpfe von Computerfestplatten, aktive magneto-elektronische Bauelemente, nichtflüchtige Datenspeicher (MRAM).					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
D.D. Awschalom, D. Loss, N. Samarth, “Semiconductor Spintronics and Quantum Computation” und „Spin Electronics”, Kluwer Academic Publishers Supriyo Bandyopadhyay, Marc Cahay, Introduction to Spintronics by CRC Press					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt ProMaEx-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet Nanostrukturen				PHYSIK-M1-VT3	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Halbleiteroptik und –quantenstrukturen				HL-Nano	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Nienhaus, Lorke			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch	GHal aus dem Modul PHYSIK-M1-VT1		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb grundlegender Kenntnisse auf dem Gebiet der Halbleiteroptik und der Halbleiternanostrukturen.					
Inhalte					
Wechselwirkung Licht-Materie, Absorption-Emission und deren technologische Anwendung (CCD, LED, Diodenlaser); niedrigdimensionale elektronische Systeme; maßgeschneiderte Potentiale und Quantenstrukturen, Ladungstransport durch Quantenstrukturen, Einfluss von elektrischen und magnetischen Feldern.					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
S.M. Sze, Physics of Semiconductor Devices J.H. Davies, The Physics of Low-Dimensional Semiconductors					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt ProMaEx-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet Nanostrukturen				PHYSIK-M1-VT3	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Moderne Halbleiterbauelemente				Mod-HL	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Horn-von Hoegen, Nienhaus, Lorke			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch	GHal aus dem Modul PHYSIK-M1-VT1		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb grundlegender Kenntnisse über moderne Halbleiterbauelemente.					
Inhalte					
Grundlagen der Halbleiterphysik: Kristallstruktur, Bandstruktur, Ladungstransport, thermische und optische Eigenschaften, Nichtgleichgewichtseffekte. Methoden der Planartechnologie: Kristallzucht, Epitaxie, Oxidation, Lithographie, Dotierung, Kontaktierung, Gesamtprozess. Volumenbauelemente: p-n-Kontakte, Hochfrequenz- und optoelektronische Bauelemente, Bipolarer Transistor, JFET. Grenzflächenbauelemente: Schottky-Kontakt, MOS-Diode, MOSFET, CCD. Optische Bauelemente: LED, Halbleiterlaser, Detektoren					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
S. M. Sze, Semiconductor Devices - Physics and Technology, Wiley, New York, 1985 S. M. Sze: Physics of Semiconductor Devices, Wiley, New York, 1991					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt ProMaEx-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet Nanostrukturen				PHYSIK-M1-VT3	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Aktuelle Probleme der Nanostrukturphysik				AP-Nano	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Buck, Farle, Horn-von Hoegen, Mergel, Möller, Nienhaus, Lorke, Schneider, Schleberger, Wende			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache		Voraussetzungen	
2	SS	Deutsch		GHal aus dem Modul PHYSIK-M1-VT1 oder GMag aus dem Modul PHYSIK-M1-VT1	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium		Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	60 h		90 h	3
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb vertiefter Kenntnisse in einem aktuellen Gebiet der Nanostrukturphysik					
Inhalte					
Die Inhalte orientieren sich an aktuellen Problemen aus dem Gebiet der Nanostrukturphysik.					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt ProMaEx-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet Nanostrukturen				PHYSIK-M1-VT3	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Projekt				ProMaEx-P	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
1/2		Deutsch	Eine der Lehrveranstaltungen I-VI		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Übungen, Seminar und/oder experimentelles Praktikum					
Lernziele					
Die Studierenden können ausgewählte einschlägige Methoden der Nanostrukturphysik selbständig anwenden.					
Inhalte					
Das Projekt orientiert sich inhaltlich an einer der von der oder dem jeweiligen Studierenden in diesem Modul gewählten Vorlesungen.					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Erfolgreiche Bearbeitung des Projekts.					
Literatur					
Wird vom Dozenten bekannt gegeben.					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					

Modulname		Modulkürzel
Modul Profilgebiet: Optik		PHYSIK-M1-VT4
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Dozenten der Experimentellen Physik		Physik
Verwendung in Studiengängen	Master-Studiengang Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
1	30 Wochen	Wahlpflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen
		GOpt aus dem Modul PHYSIK-M1-VT1

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
Mindestens eine der Lehrveranstaltungen (I-V) muss gewählt werden. Empfohlen wird, dass zwei Lehrveranstaltungen gewählt werden (wegen § 12 Abs. 2 der Prüfungsordnung). Nicht alle werden in jedem Studienjahr angeboten, siehe Vorlesungsverzeichnis und Aushänge.				
I	Laserphysik	2	90	3
II	Integrierte Optik, Faseroptik	2	90	3
III	Nichtlineare Optik	2	90	3
IV	Ultrakurzzeitphysik	2	90	3
V	Aktuelle Probleme der Optik	2	90	3
Zu einer der gewählten Lehrveranstaltungen ist ein Projekt zu bearbeiten:				
VI	Projekt	2	90	3
Summe		4 – 8	180 - 360	6 - 12
Lernziele des Moduls				
Die Studierenden werden an den Forschungshorizont der Optik herangeführt. Sie können die Begriffe und einschlägigen Methoden korrekt anwenden und kennen die grundlegenden experimentellen Techniken.				
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote				
Mündliche Prüfung über eine der Lehrveranstaltungen (I-V).				

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet Optik				PHYSIK-M1-VT4	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Laserphysik				Las	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Franke, Kleinefeld, Sokolowski-Tinten, Tarasevitch, N.N.			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
1	WS	Deutsch	PHYSIK-B3-GR2		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb grundlegender Kenntnisse der Laserphysik. Kennenlernen verschiedener Lasertypen und deren Anwendungsfelder.					
Inhalte					
Grundzüge der Wechselwirkung von Licht mit Materie, Laser-Oszillator, Inversion/Pumpverfahren, Optische Resonatoren und Ausbreitung von Laserstrahlen, Überblick über wichtige Laser-Typen, Ausgewählte Laseranwendungen					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
O. Svelto: Principles of Lasers A. E. Siegmann: Lasers K. Kneubühl und M. W. Sigrist: Laser A. Yariv: Quantum Electronics (Kapitel 5 bis 13)					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung durch ein Projekt ProMaEx-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet Optik				PHYSIK-M1-VT4	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Integrierte Optik, Faseroptik				IOp	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Franke, Kleinefeld, N.N.			Physik		Physik
Semester	Turnus		Sprache		Voraussetzungen
1	WS		Deutsch		PHYSIK-B3-GR2
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium		Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	60 h		90 h	3
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb grundlegender Kenntnisse auf dem Gebiet Integrierten Optik.					
Inhalte					
optische Grenzflächen, Dispersion, Fresnelgleichungen, 1-dimensionaler Schichtwellenleiter im Strahlenbild, Herleitung der transversalen Resonanzbedingung (TRB), TRB als Randwertproblem aus Lösungen der Wellengleichung, Goos-Hänchen-shift, Profile in Wellenleitern, Herstellung von Lichtwellenleitern in verschiedenen Materialien, allgemeine Koordinaten für verschiedene Materialsysteme, Streifenwellenleiter, Kopplung zwischen Lichtwellenleitern, optisches Tunneln, Prismenkopplung, Gitterkopplung, Optische Modulatoren und Schalter, Optische Sensorik mit Lichtwellenleitern, Optische Fasern, Fasertypen, Optische Sensorik mit Fasern					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
T.Kersten, Einführung in die optische Nachrichtentechnik, Springer T.Tamir: Integrated Optics, Springer series of applied physics R.Hundsperger: Elements of integrated optics Börner, Trommer, Elemente der Integrierten Optik (BI)					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung durch ein Projekt ProMaEx-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet Optik				PHYSIK-M1-VT4	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Nichtlineare Optik				NIOp	
Lehrende			Fach		Lehrinheit
Franke, Kleinefeld, Sokolowski-Tinten, Tarasevitch, N.N.			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch	GOpt aus dem Modul PHYSIK-M1-VT1		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb grundlegender Kenntnisse auf dem Gebiet der Nichtlinearen Optik.					
Inhalte					
Grundlagen der nichtlinearen Optik (NO): Maxwell-Gleichungen in der NO, nichtlineare optische Suszeptibilität; nichtlineare optische Materialien; Ausgewählte Effekte der nichtlinearen Optik: Frequenzverdoppelung, Summen- und Differenzfrequenzerzeugung, parametrische Lichtgeneration, induzierte Streuprozesse, der elektro-optische Effekt, Selbstphasenmodulation, Selbstfokussierung; NO an Oberflächen; Extrem-NO.					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
N. Bloembergen, Nonlinear optics Y-R. Shen, The principles of nonlinear optics S.A. Achmanov, Problems of nonlinear optics					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt ProMaEx-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet Optik				PHYSIK-M1-VT4	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Ultrakurzzeitphysik				UZP	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Franke, Kleinfeld, Sokolowski-Tinten, Tarasevitch, N.N.			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch	GOpt aus dem Modul PHYSIK-M1-VT1		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Verständnis der gängigen Methoden zur Erzeugung ultrakurzer Lichtimpulse. Einführung in die experimentellen Techniken im Ultrakurzzeitbereich					
Inhalte					
Eigenschaften und Propagation von Wellen & Wellenpaketen; dispersive Impulsformung (<i>pulse shaping</i>); Nichtlineare Optik ultrakurzer Lichtimpulse; Erzeugung ultrakurzer Laserimpulse (Modenkopplung); wichtige Lasertypen; Verstärkung ultrakurzer Lichtimpulse (<i>chirped pulse amplification</i>); experimentelle Charakterisierung ultrakurzer Lichtimpulse & Messverfahren im Ultrakurzzeitbereich (<i>pump-probe</i>); Beispiele aus der aktuellen Forschung.					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
C. Rulliere: Femtosecond Laser Pulses R. Trebino: FROG - The Measurement of Ultrashort Laser Pulses J.-C. Diels & W. Rudolph: Ultrashort Laser Pulse Phenomena - Fundamentals, Techniques, and Applications on a Femtosecond Time Scale					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt ProMaEx-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet Optik				PHYSIK-M1-VT4	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Aktuelle Probleme der Optik				AP-Op	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Franke, Kleinfeld, Sokolowski-Tinten, Tarasevitch, N.N.			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
1/2		Deutsch	Eine der Lehrveranstaltungen I-V		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb vertiefter Kenntnisse in einem aktuellen Gebiet der Optik.					
Inhalte					
Die Inhalte orientieren sich an aktuellen Problemen aus dem Gebiet der Optik.					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt ProMaEx-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet Optik				PHYSIK-M1-VT4	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Projekt				ProMaEx-P	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Franke, Kleinfeld, Sokolowski-Tinten, Tarasevitch, N.N.			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
1/2	WS/SS	Deutsch	Dazugehörige Vorlesung		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Übungen, Seminar und/oder experimentelles Praktikum					
Lernziele					
Die Studierenden können ausgewählte einschlägige Methoden der Optik selbständig anwenden.					
Inhalte					
Das Projekt orientiert sich inhaltlich an einer der von der oder dem jeweiligen Studierenden in diesem Modul gewählten Vorlesungen.					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Erfolgreiche Bearbeitung des Projekts.					
Literatur					
Wird vom Dozenten bekannt gegeben.					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					

Modulname		Modulkürzel	
Profilgebiet-Basis: Theoretische Physik		PHYSIK-M1-VT5	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Dozenten der Theoretischen Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Master-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1	15 Wochen	Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		PHYSIK-B3-TH1, PHYSIK-B4-TH2, PHYSIK-B5-TH3, PHYSIK-B6-TH4	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
Mindestens eine der Lehrveranstaltungen (I-VI) muss gewählt werden. Empfohlen wird, dass zwei Lehrveranstaltungen gewählt werden (wegen § 12 Abs. 2 der Prüfungsordnung). Nicht alle werden in jedem Studienjahr angeboten, siehe Vorlesungsverzeichnis und Aushänge.				
I	Nichtlineare Dynamik	2	90	3
II	Irreversible Prozesse	2	90	3
III	Elektronenstrukturtheorie	2	90	3
IV	Theorie der Phasenübergänge	2	90	3
V	Allgemeine Relativitätstheorie	2	90	3
VI	Quantenoptik	2	90	3
Zu einer der gewählten Lehrveranstaltungen ist ein Projekt zu bearbeiten:				
VII	Projekt	2	90	3
Summe		4 – 8	180 - 360	6 - 12
Lernziele des Moduls				
Die Studierenden werden an den Forschungshorizont der Theoretischen Physik herangeführt. Sie können die Begriffe und einschlägigen Methoden korrekt anwenden.				
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote				
Mündliche Prüfung über eine der Lehrveranstaltungen (I-VI).				

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet-Basis: Theoretische Physik				PHYSIK-M1-VT5	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Nichtlineare Dynamik				NDY	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Guhr, Thomae			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
1	WS	Deutsch	PHYSIK-B3-TH1, PHYSIK-B5-TH3, PHYSIK-B6-TH4		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb grundlegender Kenntnisse in der Theorie dynamischer Systeme.					
Inhalte					
Experimente und einfache Modelle (Reguläres und chaotisches Verhalten, metrische und topologische Beschreibung, spezielle und universelle Eigenschaften, stroboskopische Abbildung und Poincaré-Schnitt);					
Abbildungen des Intervalls als einfachste dynamische Systeme (Iteration von Abbildungen, Fixpunkte, Stabilität, Bifurkationen, Ljapunov-Exponent, Korrelationsfunktion und Spektrum, invariantes Maß, Ergodizität, topologische Invarianten, symbolische Dynamik);					
Renormierung (lokale und globale Bifurkationen, Renormierung der Rückkehrabbildung, Perioden-vervielfachung und Quasiperiodizität, 2-dimensionales Phasendiagramm, universelle Exponenten);					
Seltsame Attraktoren (Fraktale Mengen, Entropien, thermodynamischer Formalismus).					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
H. G. Schuster: Deterministisches Chaos, eine Einführung (VCH Verlagsgesellschaft), J. Feder: Fractals (Plenum Press), B. B. Mandelbrot: The Fractal Geometry of Nature (Freeman & Co.)					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung durch ein Projekt ProBaTh-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet-Basis: Theoretische Physik				PHYSIK-M1-VT5	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Irreversible Prozesse				IrreP	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Wolf			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch	PHYSIK-B6-TH4		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Kenntnis der modernen Vorstellungen über den Ursprung der makroskopischen Irreversibilität in der Natur. Kenntnis der Grundlagen der Statistischen Physik des Nichtgleichgewichts (Makroskopische Auswirkungen mikroskopischer Reversibilität, Fluktuations-Dissipations-Theorem usw.)					
Inhalte					
Poincaré-Zyklus, Onsager-Theorie, Boltzmann-Gleichung, Theorie der linearen Antwort, Kubo-Formel, Fluktuations-Dissipations-Theorem, mesoskopische Leitfähigkeit, Brownsche Bewegung, Einstein-Relation, Wiener-Prozess, Langevin-Gleichung, Fokker-Planck-Gleichung					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
Becker: Theorie der Wärme, Kap. VI, VII Reif: Thermal and Statistical Physics Reichl: A Modern Course in Statistical Physics Gardiner: Handbook of Stochastic Methods Datta: Electronic Transport in Mesoscopic Systems Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung durch ein Projekt ProBaTh-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet-Basis: Theoretische Physik				PHYSIK-M1-VT5	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Elektronenstrukturtheorie				DFT	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Entel, Kratzer			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
1	WS	Deutsch	PHYSIK-B4-TH2		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb gründlicher Kenntnisse über verschiedene moderne Verfahren zur Berechnung der elektronischen Struktur der kondensierten Materie, sowie über ihre jeweiligen Möglichkeiten und Grenzen.					
Inhalte					
<p>Grundlagen der Dichtefunktionaltheorie (DFT) Konkrete elektronische Struktur verschiedener Materialklassen (Halbleiter, Metalle, ...) Methoden zur Berechnung der elektronischen Struktur: LAPW, LMTO, Pseudopotentialmethode mit ebenen Wellen als Basisfunktionen, usw. DFT magnetischer Systeme (nicht-kollinearer Magnetismus, Spin-Bahn-Kopplung) semi-empirische Methoden: tight-binding Methoden zur Beschreibung angeregter Zustände (GW-Näherung, zeitabhängige Dichtefunktionaltheorie) Methoden zur Beschreibung starker Korrelation (Quanten-Monte-Carlo, dynamischen Mean-Field-Theorie)</p>					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
<p>K. Ohno, K. Esfarjani und Y. Kawazoe, Computational materials science: from ab initio to Monte Carlo methods, Springer, Berlin, 1999. Weitere Literatur wird vom Dozenten in der Vorlesung bekannt gegeben.</p>					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt ProBaTh-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet-Basis: Theoretische Physik				PHYSIK-M1-VT5	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Theorie der Phasenübergänge				PUG	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Diehl, Schäfer			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
1	WS	Deutsch	PHYSIK-B3-TH1, PHYSIK-B4-TH2, PHYSIK-B6-TH4		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb grundlegender Kenntnisse zur Beschreibung von Phasenübergängen und kritischen Phänomenen.					
Inhalte					
Phasendiagramme, stetige und unstetige Phasenübergänge, kritische und multikritische Punkte, Landau-Theorie, phänomenologische Skalentheorie, Einführung in die Renormierungsgruppe					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
Binney et al.: The Theory of Critical Phenomena, Stanley: Introduction to Phase Transitions and Critical Phenomena, Fischer: Scaling, Universality and Renormalization Group Theory, in: Critical Phenomena Vol.186 (Springer 1983)					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt ProBaTh-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet-Basis: Theoretische Physik				PHYSIK-M1-VT5	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Allgemeine Relativitätstheorie				ARel	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Schützhold, Pelster			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
1	WS	Deutsch	PHYSIK-B3-TH1, PHYSIK-B4-TH2, PHYSIK-B5-TH3, PHYSIK-B6-TH4		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb grundlegender Kenntnisse der Allgemeinen Relativitätstheorie.					
Inhalte					
Wiederholung Spezielle Relativitätstheorie, Vierer-Vektoren/Tensoren, Krummlinige Koordinaten, Koordinaten-Transformationen, Metrik, Kovariante Ableitung, Christoffel-Symbole, Krümmung, Äquivalenz-Prinzip, Geodäten-Gleichung, Scheinkräfte, Einstein-Gleichungen, Newtonscher Limes, Gravitations-Wellen, Schwarzschild-Lösung (Perihel-Drehung, Lichtablenkung, Rotverschiebung), Friedmann-Gleichungen, Kosmologie, moderne Aspekte, Einstein-Hilbert-Wirkung, Ausblick Quantengravitation.					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
<ul style="list-style-type: none"> - L.D. Landau & E.M. Lifschitz, Klassische Feldtheorie (Akademie-Verlag, Berlin) - C. Misner, K.S. Thorne, J. A. Wheeler, Gravitation (Freeman, San Francisco) - H. Stephanie, Allgemeine Relativitätstheorie (Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin) - R.M. Wald, General Relativity (Chicago UP, Chicago and London) 					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt ProBaTh-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet-Basis: Theoretische Physik				PHYSIK-M1-VT5	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Quantenoptik				QuOp	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Schützhold, Pelster			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
1	WS	Deutsch	PHYSIK-B3-TH1, PHYSIK-B4-TH2, PHYSIK-B5-TH3, PHYSIK-B6-TH4		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb grundlegender Kenntnisse der Quantenoptik.					
Inhalte					
<p>Harmonischer Oszillator, kohärente und gequetschte Zustände, Quantisierung des elektromagnetischen Feldes, Photonen, Strahlteiler, Interferenz, klassische Grenzwerte (Gas/Feld), Wechselwirkung mit Atomen, 2- und 3-Niveau-Schemata etc., Absorption, spontane und induzierte Emission, Laser, Atome in Kavitäten, Rotating-Wave-Näherung, Nichtlineare Optik: Kerr-Effekt, Selbst-Fokussierung, Gruppen- und Phasen-Geschwindigkeit, Solitonen, Rabi-Oszillationen.</p>					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
M.O. Scully & M.S. Zubairy, Quantum Optics (Cambridge Univ. Press)					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt ProBaTh-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet-Basis: Theoretische Physik				PHYSIK-M1-VT5	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Projekt				ProBaTh-P	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Entel, Diehl, Guhr, Kratzer, Pelster, Schäfer, Schützhold, Thomae, Wolf			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
1	WS	Deutsch			
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Übungen und/oder Rechnerpraktikum					
Lernziele					
Die Studierenden können ausgewählte einschlägige Methoden der modernen Theoretischen Physik selbständig anwenden.					
Inhalte					
Das Projekt orientiert sich inhaltlich an einer der von der oder dem jeweiligen Studierenden in diesem Modul gewählten Vorlesungen.					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Erfolgreiche Bearbeitung des Projekts.					
Literatur					
Wird vom Dozenten bekannt gegeben.					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					

Modulname		Modulkürzel	
Profilgebiet: Material – und Umweltphysik, Computational Physics		PHYSIK-M2-VT6	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Dozenten der Theoretischen Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Master-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1	15 Wochen	Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		PHYSIK-M1-VT5, PHYSIK-B5-MN2	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
Mindestens eine der Lehrveranstaltungen (I-VIII) muss gewählt werden. Empfohlen wird, dass zwei Lehrveranstaltungen gewählt werden (wegen § 12 Abs. 2 der Prüfungsordnung). Nicht alle werden in jedem Studienjahr angeboten, siehe Vorlesungsverzeichnis und Aushänge.				
I	Granulare Materie	2	90	3
II	Theoretische Oberflächenphysik-Elektronische Struktur und Gleichgewicht	2	90	3
III	Theoretische Oberflächenphysik-Nichtgleichgewicht	2	90	3
IV	Spintronik	2	90	3
V	Biophysik	2	90	3
VI	Verkehrsphysik	2	90	3
VII	Dynamische Netzwerke	2	90	3
VIII	Wirtschaftsphysik	2	90	3
Zu einer der gewählten Lehrveranstaltungen ist ein Projekt zu bearbeiten:				
IX	Projekt	2	90	3
Summe		4 - 8	180 – 360	6 – 12
Lernziele des Moduls				
Die Studierenden werden an den Forschungshorizont im Bereich der computergestützten Material- und Umweltphysik herangeführt. Sie können die Begriffe und einschlägigen Methoden korrekt anwenden.				
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote				
Mündliche Prüfung über eine der Lehrveranstaltungen (I-VIII).				

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet: Material- und Umweltphysik, Computational Physics				PHYSIK-M2-VT6	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Granulare Materie				GraMa	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Wolf			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch	PHYSIK-B3-TH1		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Kenntnis der Phänomenologie, Theorie, Modellierung und Simulation granularer Materie. Beherrschung einschlägiger Simulationsmethoden (Molekulardynamik, Kontaktdynamik).					
Inhalte					
Abgrenzung granularer Materie gegenüber Flüssigkeiten und Festkörpern; Kontaktgesetze (Hertzscher Kontakt, Restitutionskoeffizient, Reibung); Statik und Fluktuationen (Hagen-Janssen-Effekt, Fabric-Tensor, Druckfluktuationen, Porosität); Rheologie (Reynoldsche Dilatanz, Mohr-Coulomb-Theorie, Scherbänder, Prinzip minimaler Dissipation, Lawinen, Stratifikation, Entmischung); Granulare Gase (Kollisionskühlung, Clusterinstabilität, Aufladungserscheinungen); Suspensionen (Viskosität, Bagnold-Gesetz, Colloide, Aggregation); Simulationsmethoden.					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
Hinrichsen, Wolf: The Physics of Granular Media Herrmann, Hovi, Luding: Physics of Dry Granular Media					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt ReMatUm-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet: Material- und Umweltphysik, Computational Physics				PHYSIK-M2-VT6	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Theoretische Oberflächenphysik – Elektronische Struktur und Gleichgewicht				TOpEG	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Kratzer			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch	PHYSIK-B4-TH2, PHYSIK-B6-TH4		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Die Studierenden sollen in der Lage sein, die Relevanz der Werkzeuge aus verschiedenen Gebieten der Theoretischen Physik (Quantentheorie, statistische Physik) für Fragestellungen der Oberflächenphysik zu erkennen. Sie sollen in der Lage sein, damit Fragen zur Energetik und Thermodynamik von freien und adsorbatbedeckten Oberflächen zu beantworten, die Dynamik und Kinetik von Adsorptions- und Desorptionsprozessen kennen, und Zusammenhänge zu technisch relevanten Phänomenen (Katalyse, chemical vapor deposition) herstellen können.					
Inhalte					
<ul style="list-style-type: none"> - Einführung in die Kristallographie von Oberflächen - Thermodynamik von reinen und adsorbatbedeckten Oberflächen: Oberflächenenergie und –spannung, Wulff-Konstruktion - Physikalische Interpretation der Oberflächenenergie anhand von Näherungen (z.B. effective-medium-Theorie) - elektronische Oberflächenzustände - Rekonstruktion von Halbleiter-Oberflächen und ihre elektronische Struktur - Theorie der Adsorption und der Reaktivität von Oberflächen - Kinetische und dynamische Beschreibung von chemischen Reaktionen an Oberflächen - Kinetik am Beispiel der Desorption und Diffusion auf Oberflächen - Anwendungen auf Katalyse und CVD-Abscheidung 					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
A. Gross, Theoretical Surface Science: a microscopic perspective, Springer, 2003. F. Bechstedt, Principles of Surface Physics, Springer, 2003. A. Zangwill, Physics at surfaces, Cambridge University Press, Cambridge, 1988.					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt ReMatUm-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet: Material- und Umweltphysik, Computational Physics				PHYSIK-M2-VT6	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Theoretische Oberflächenphysik – Nichtgleichgewicht				TOPNiG	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Kratzer, Wolf			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch	PHYSIK-B4-TH2, PHYSIK-B6-TH4		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Die Studierenden kennen die physikalischen Grundlagen amorpher und kristalliner Wachstumsformen, sowie der Herstellung von Heteroschichtsystemen und des Sinterns von Pulvern. Sie können mikroskopische Modelle zu dieser Thematik aufstellen und simulieren.					
Inhalte					
Wachstumsform (Frank-Theorem), Dendritisches Wachstum, Fraktale, atomare Diffusion und Wechselwirkungen an Oberflächen, Molekularstrahlepitaxie, Spannungseffekte bei Heteroepitaxie, Wachstumsinstabilitäten, Kinetische Aufrauung, Sintern, Simulationsmethoden (Kinetische Monte Carlo-Simulation).					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
Pimpinelli, Villain: Physics of Crystal Growth Michely, Krug: Islands, Mounds and Atoms Barabasi, Stanley: Fractal Concepts in Surface Growth					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt ReMatUm-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet: Material- und Umweltphysik, Computational Physics				PHYSIK-M2-VT6	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Spintronik				Spin	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Entel			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch	PHYSIK-B4-TH2, PHYSIK-B5-TH3, PHYSIK-B6-TH4		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Kenntnisse über spinabhängigen Transport durch nanostrukturierte Bauelemente					
Inhalte					
<ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen des spinabhängigen Transports - Magnetowiderstandseffekte - Spinventile - Quantenpunkte - Spin-Bahn-Wechselwirkungseffekte - Ballistischer und diffusiver Transport - Spintransport - Exkurs über numerische Methoden 					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
R. Waser (ed.): Nanoelectronics and Information Technology					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt ReMatUm-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet: Material- und Umweltp Physik, Computational Physics				PHYSIK-M2-VT6	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Biophysik				Bio	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Baumgärtner			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch	PHYSIK-B4-TH2, PHYSIK-B6-TH4		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Die Studierenden sollen Kenntnisse über die Phänomenologie der Bestandteile einer Zelle und deren Aufbau erwerben. Ausserdem sollen sie die physikalischen Grundlagen und theoretischen Konzepte kennenlernen, mit Hilfe derer man die Funktion von Proteinen und Zelle beschreiben und verstehen kann.					
Inhalte					
Phänomenologie der biologischen Zelle und der zellulären Proteine. Molekulare Biophysik : - Klassifizierung der zellulären Proteine in Transporter, Motorproteine, etc. Molekulardynamiksimulationen von Membranproteinen Theoretische Konzepte Zellbiophysik - Einführung : Typen von Zellen, Dynamik der Zelle - Zellbewegungen, Modelle, Simulationen					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
B. Alberts et al., Molecular Biology of the Cell, 2002 Weitere Literatur wird vom Dozenten in der Vorlesung bekannt gegeben.					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt ReMatUm-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet: Material- und Umweltphysik, Computational Physics				PHYSIK-M2-VT6	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Verkehrsphysik				Verk	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Schreckenberg			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch	PHYSIK-B3-TH1		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Grundlagen der Aufnahme und Analyse von Verkehrsdaten, Phänomenologie der Verkehrszustände, Modellbildung von Verkehrsdynamik					
Inhalte					
<ul style="list-style-type: none"> - Klassifikation von Verkehrssystemen - Datenerhebung und Haltung - Daten-Analyse und Identifikation von Phasen - Modellbildung makro-, meso- und mikroskopisch - Zellularautomaten-Modelle - Simulationstechniken - Analytische Ergebnisse und Näherungsmethoden - Multi-Agenten-Modelle - Beziehung zu verwandten Systemen 					
Generierung von Information					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
B. S. Kerner: The Physics of Traffic D. Helbing: Verkehrsdynamik D. Chowdury, L. Santen, A. Schadschneider: Statistical Physics of Vehicular Traffic and some related Systems					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt ReMatUm-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet: Material- und Umweltphysik, Computational Physics				PHYSIK-M2-VT6	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Dynamische Netzwerke				DynNet	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Schreckenberg			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch	PHYSIK-B3-TH1, PHYSIK-B5-MN2		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Phänomenologie von Netzwerkdynamik, Analysemethoden, Rückkopplungseffekte, Optimierung					
Inhalte					
<ul style="list-style-type: none"> - Topologische Klassifikation von Netzwerken - Phänomenologie von Netzwerkdynamik - Anwendungsbeispiele (Straßen-, Computer-, Logistiknetzwerke, etc.) - Modellierungsansätze - Warteschlangenmodelle - Analytische Methoden - Rückkoppelungseffekte und Konvergenz - Steuerungsalgorithmen - Netzwerkflüsse und dynamische Optimierung - Einbeziehung menschlicher Faktoren 					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
T. G. Robertazzi: Computer Networks and Systems M. Schreckenberg, R. Selten: Human Behavior and Traffic Networks N. Boccaro: Modeling Complex Systems					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt ReMatUm-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet: Material- und Umweltphysik, Computational Physics				PHYSIK-M2-VT6	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Wirtschaftsphysik				Wirph	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Guhr			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch	PHYSIK-B3-TH1, PHYSIK-B4-TH2, PHYSIK-B6-TH4		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Anwendung physikalisch-quantitativer Methoden auf Wirtschafts- und Finanzwissenschaft, Grundkonzepte des Risikomanagements					
Inhalte					
<ul style="list-style-type: none"> - Einige Grundbegriffe der Wirtschafts- und Finanzwissenschaft - Statistische Modellierung, stochastische Prozesse und Aktienpreisverteilungen - Finanzderivate, Optionspreisbewertung, Black-Scholes-Theorie - Korrelationen zwischen Aktienkursen - Portfoliooptimierung und Risikomanagement - Spekulative Theorien 					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
Guhr: Econophysics Mantegna, Stanley: Introduction to Econophysics Bouchaud, Potters: Theory of Financial Risk					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt ReMatUm-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet: Material- und Umweltphysik, Computational Physics				PHYSIK-M2-VT6	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Projekt				ReMatUm-P	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Baumgärtner, Entel, Guhr, Kratzer, Schreckenberger, Wolf			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch			
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Übungen und/oder Rechnerpraktikum					
Lernziele					
Die Studierenden können ausgewählte einschlägige Methoden der modernen Theoretischen Physik selbständig anwenden.					
Inhalte					
Das Projekt orientiert sich inhaltlich an einer der von der oder dem jeweiligen Studierenden in diesem Modul gewählten Vorlesungen.					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Erfolgreiche Bearbeitung des Projekts.					
Literatur					
Wird vom Dozenten bekannt gegeben.					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					

Modulname		Modulkürzel	
Profilgebiet: Komplexe Dynamik, Phasenübergänge und Kritische Phänomene		PHYSIK-M2-VT7	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Dozenten der Theoretischen Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Master-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1	15 Wochen	Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		PHYSIK-M1-VT5	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
Mindestens eine der Lehrveranstaltungen (I-VII) muss gewählt werden. Empfohlen wird, dass zwei Lehrveranstaltungen gewählt werden (wegen § 12 Abs. 2 der Prüfungsordnung). Nicht alle werden in jedem Studienjahr angeboten, siehe Vorlesungsverzeichnis und Aushänge.				
I	Quantenchaos	2	90	3
II	Bose-Einstein-Kondensation	2	90	3
III	Skaleninvariante Phänomene	2	90	3
IV	Hydrodynamik I	2	90	3
V	Hydrodynamik II	2	90	3
VI	Supraleitung und Magnetismus	2	90	3
VII	Quanteninformationstheorie	2	90	3
Zu einer der gewählten Lehrveranstaltungen ist ein Projekt zu bearbeiten:				
VIII	Projekt	2	90	3
Summe		4 - 8	180 - 360	6 - 12
Lernziele des Moduls				
Die Studierenden werden an den Forschungshorizont im Bereich der komplexen Dynamik, der Phasenübergänge und Kritischen Phänomene herangeführt. Sie können die Begriffe und einschlägigen Methoden korrekt anwenden.				
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote				
Mündliche Prüfung über eine der Lehrveranstaltungen (I-VII).				

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet: Komplexe Dynamik, Phasenübergänge und Kritische Phänomene				PHYSIK-M2-VT7	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Quantenchaos				QChaos	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Guhr, Sommers			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch	PHYSIK-B3-TH1 bis PHYSIK-B6-TH4		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Bedeutung chaotischer Phänomene in Quantensystemen, Zusammenhang mit dem klassischen Chaos, universelle Beschreibung mit statistischen Modellen.					
Inhalte					
<ul style="list-style-type: none"> - Erinnerung an die Hamiltonsche Mechanik - Integrabilität und Chaos in der klassischen Mechanik - Eigenwertstatistik als Signatur chaotischen Verhaltens in der Quantenmechanik - Beispiele wie Billards und Wasserstoffatom im starken Magnetfeld - Zufallsmatrixtheorie - Klassisches versus Quantenchaos: Vermutung von Bohigas, Giannoni und Schmit - Semiklassik und periodische Bahnen - Pfadintegrale sowie Gutzwiller- und Berry-Tabor-Spurformeln 					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
Haake: Quantum Signatures of Chaos Stöckmann: Quantum Chaos					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung durch ein Projekt KoDyKri-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet: Komplexe Dynamik, Phasenübergänge und Kritische Phänomene				PHYSIK-M2-VT7	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Bose-Einstein-Kondensation				BEKond	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Pelster			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch	PHYSIK-B3-TH1 bis PHYSIK-B6-TH4		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb grundlegender Kenntnisse über Bose-Einstein-Kondensation					
Inhalte					
Experimentelle Realisierung: Atome in Fallen, Kühlverfahren, Quantenstatistik: kanonisches und großkanonisches Ensemble, ideale und schwach wechselwirkende Bose-Gase in Fallen, Gross-Pitaevskii-Gleichung, kollektive Anregungen, Expansion, Superfluidität, Wirbel, Molekül-Kondensate, Feshbach-Resonanz, Spinor Bose- und Fermi-Gase, Ungeordnete Bosonen, Ausgewähltes Kapitel aus der aktuellen Forschung.					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
Pethick and H. Smith: Bose-Einstein Condensation in Dilute Gases, Pitaevskii and Stringari: Bose-Einstein Conensation					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt KoDyKri-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet: Komplexe Dynamik, Phasenübergänge und Kritische Phänomene				PHYSIK-M2-VT7	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Skaleninvariante Phänomene				SkinvP	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Diehl, Lustfeld, Schäfer			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch	PHYSIK-B3-TH1 bis THEO_4		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb grundlegender Kenntnisse über universelle, skalierungsinvariante Phänomene in der Natur und deren theoretische Beschreibung und Erklärung.					
Inhalte					
Es werden unterschiedliche universelle, skalierungsinvariante Phänomene bzw. Systeme wie etwa Perkolation, Polymere, fraktale Geometrien, fraktale Zeitreihen, 1/f-Rauschen, Laplacesche Fraktale, diffusionsbegrenzt Wachstum, kinetische Aufrauung, Turbulenz, selbstorganisierte Kritizität, allometrische Skalengesetze in der Biologie oder komplexe Netzwerke behandelt.					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
A.-L. Barabassi und H.E. Stanley: Fractal concepts in surface growth (Cambridge Univ.Press 1995) D. Stauffer and A. Aharony: Perkolationstheorie: eine Einführung (VCH Weinheim 1995) J. Feder: Fractals (Plenum Press New York 1988)					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt KoDyKri-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet: Komplexe Dynamik, Phasenübergänge und Kritische Phänomene				PHYSIK-M2-VT7	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Hydrodynamik I				Hydro-I	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Thomae			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch	PHYSIK-B3-TH1, PHYSIK-B5-TH3, PHYSIK-B6-TH4		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb grundlegender Kenntnisse in der Hydrodynamik					
Inhalte					
Bewegungsgleichungen (Euler-Bild und Lagrange-Bild, Strömende Flüssigkeit als dynamisches System, Erhaltungssätze); Exakte Lösungen der Navier-Stokes-Gleichung (Kinematischer Druck als Zwangskraft, Wirbelstärke, Helmholtzsche Zerlegung; lamellare, komplex-lamellare und Beltrami-Felder, Ähnlichkeitslösungen).					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
L. D. Landau, E.M. Lifschitz: Hydrodynamik (Lehrb. d. theor. Physik, Band VI), Akademie-Verlag C. Truesdell: The kinematics of Vorticity (Indiana University Press)					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt KoDyKri-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet: Komplexe Dynamik, Phasenübergänge und Kritische Phänomene				PHYSIK-M2-VT7	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Hydrodynamik II				Hydro-II	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Thomae			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch	PHYSIK-B3-TH1, PHYSIK-B5-TH3, PHYSIK-B6-TH4		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb fortgeschrittener Kenntnisse in der Hydrodynamik					
Inhalte					
Instabilität (Zentrifugale Instabilität, Instabilität paralleler Strömungen, Normalmoden-Analyse, Lorenz-Modell); Turbulenz (Charakteristisches Funktional turbulenter Felder, Hierarchie der Momentengleichungen, K41-Modell der lokal-isotropen Turbulenz).					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
L. D. Landau, E.M. Lifschitz: Hydrodynamik (Lehrb. d. theor. Physik, Band VI), Akademie-Verlag P. G. Drazin, W.H. Reid: Hydrodynamic Stability (Cambridge University Press) E. Hopf: Statistical Hydromechanics and Functional Calculus, J.Rat.Mech.Anal. 1, 87-123 (1952)					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt KoDyKri-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet: Komplexe Dynamik, Phasenübergänge und Kritische Phänomene				PHYSIK-M2-VT7	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Supraleitung und Magnetismus				Sup+Mag	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
König			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch	PHYSIK-B3-TH1 bis PHYSIK-B6-TH4		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb grundlegender Kenntnisse über Supraleitung und kollektiven Magnetismus und deren theoretische Beschreibung und Erklärung.					
Inhalte					
Supraleitung: experimentelle Befunde, Cooper-Paare, BCS-Theorie, Ginzburg-Landau-Theorie, Tunneleffekte mit Supraleitern, Josephson-Effekte					
Magnetismus: Austauschwechselwirkung, Spin-Gitter-Modelle, Molekularfeld-Näherung, Magnonen, Band-Ferromagnetismus					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
G. Czycoll: Theoretische Festkörperphysik N.W. Ashcroft, N.D. Mermin: Solid State Physics L.D. Landau, E.M. Lifschitz: Lehrbuch der Theoretischen Physik, Band 9					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt KoDyKri-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet: Komplexe Dynamik, Phasenübergänge und Kritische Phänomene				PHYSIK-M2-VT7	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Quanteninformationstheorie				QuInfo	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Schützhold			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch	PHYSIK-B4-TH2, PHYSIK-B6-TH4		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Vorlesung					
Lernziele					
Erwerb fortgeschrittener Kenntnisse in der Quanteninformationstheorie.					
Inhalte					
<p>Klassische Bits, Shannon-Entropie, Landauer-Prinzip, Quanten-Bits, Bloch-Kugel, Interferenz, Dualität (Welcher-Weg-Info), No-cloning & Ununterscheidbarkeits-Theorem, Quanten-Kryptographie, Verschränkung, EPR-"Paradoxon", Bell-Ungleichungen, von-Neumann-Entropie, Messprozess, Dekohärenz, Kraus/Lindblad-Darstellung, Schrödingers Katze, Quanten-Fehler-Korrektur, Teleporation und superdichte Kodierung, Universelle Quantengatter: Hadamard, Quanten-XOR etc. Quanten-Algorithmen: Simon, Grover, Shor etc. Physikalische Implementierung: DiVincenzo-Kriterien, Aktuelle Aspekte, z.B.: Adiabatische Quantenalgorithmen, Quanten-Simulatoren.</p>					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.					
Literatur					
M.A. Nielsen & I.L. Chuang, Quantum Computation & Quantum Information (Cambridge Univ. Press)					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					
Diese Lehrveranstaltung wird durch ein Projekt KoDyKri-P ergänzt, in dem die Anwendung der Inhalte geübt wird.					

Modulname				Modulkürzel	
Profilgebiet: Komplexe Dynamik, Phasenübergänge und Kritische Phänomene				PHYSIK-M2-VT7	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Projekt				KoDyKri-P	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Diehl, Guhr, König, Lustfeld, Pelster, Schäfer, Schützhold, Sommers, Thomae			Physik		Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen		
2	SS	Deutsch			
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
2	30 h	60 h	90 h	3	
Lehrform					
Übungen und/oder Rechnerpraktikum					
Lernziele					
Die Studierenden können ausgewählte einschlägige Methoden der modernen Theoretischen Physik selbständig anwenden.					
Inhalte					
Das Projekt orientiert sich inhaltlich an einer der von der oder dem jeweiligen Studierenden in diesem Modul gewählten Vorlesungen.					
Studien-/Prüfungsleistung					
Unbenotete Studienleistung: Erfolgreiche Bearbeitung des Projekts.					
Literatur					
Wird vom Dozenten bekannt gegeben.					
Weitere Informationen zur Veranstaltung					

Modulname		Modulkürzel	
Projektarbeit		PHYSIK-M2-PJA	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Dozenten der Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Master-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1	3 – 6 Wochen	Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		PHYSIK-M1-EXP , PHYSIK-M2-TH4, PHYSIK-M1-PRF	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Projektarbeit		≥90	≥3
Summe			≥90	≥3

Lernziele des Moduls

Die Projektarbeit soll den Studierenden ein besseres Verständnis des Vorlesungs- und Übungsstoffes vermitteln, in dem das erlernte Wissen durch praktische Anwendungen, Erlebnisse und Erfahrungen im Labor oder in einer Theoriegruppe angereichert aber auch relativiert wird. Die Studierenden lernen systematisch eine Aufgabe / eine Fragestellung zu gliedern, Meilensteine zu definieren und auch im Team von maximal 2 Personen termingerecht zu lösen. Neben der fachlichen Ausbildung werden den Studierenden auf praktische Art und Weise Schlüsselqualifikationen ('soft-skills') vermittelt, wie z.B. Teamarbeit, Präsentation, Literaturrecherche, Organisation, Zeiteinteilung, welche für die spätere Berufstätigkeit erforderlich sind.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Schriftliches Protokoll der geleisteten Arbeit im Umfang von maximal 10 Seiten. Zweiteiliger Vortrag von 20 Minuten über die Inhalte und Resultate des Projektes im Arbeitsgruppenseminar des Betreuers.

Modulname		Modulkürzel
Projektarbeit		PHYSIK-M2-PJA
Veranstaltungsname		Veranstaltungskürzel
Projektarbeit		
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
2	SS	Deutsch	PHYSIK-M1-EXP , PHYSIK-M2-TH4, PHYSIK-M1-PRF

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
			≥90 h	≥3

Lehrform
Praktikum
Lernziele
Die Projektarbeit soll den Studierenden ein besseres Verständnis des Vorlesungs- und Übungsstoffes vermitteln, in dem das erlernte Wissen durch praktische Anwendungen, Erlebnisse und Erfahrungen im Labor oder in einer Theoriegruppe angereichert aber auch relativiert wird. Die Studierenden lernen systematisch eine Aufgabe / eine Fragestellung zu gliedern, Meilensteine zu definieren und auch im Team von maximal 2 Personen termingerecht zu lösen. Neben der fachlichen Ausbildung werden den Studierenden auf praktische Art und Weise Schlüsselqualifikationen ('soft-skills') vermittelt, wie z.B. Teamarbeit, Präsentation, Literaturrecherche, Organisation, Zeiteinteilung, welche für die spätere Berufstätigkeit erforderlich sind.
Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erarbeiten entweder im Team von zwei Personen oder alleine die Lösung eines wissenschaftlichen Problems aus theoretischer und experimenteller Physik unter Anleitung einer Dozentin oder eines Dozenten des Fachbereichs Physik. • Beispiele für mögliche Projektarbeiten sind: <ol style="list-style-type: none"> a) Aufbau eines Messplatzes für Widerstandsmessungen b) Spektroskopie an Oberflächen und Festkörpern mittels Licht, Elektronen oder Synchrotronstrahlung c) Computersimulation von Festkörpern d) Lösen einfacher Aufgaben zum Quanten-Computing oder statistischer Physik e) Synthese und Abbildung kristalliner Nanopartikel f) Schichtwachstum und chemische Charakterisierung
Studien-/Prüfungsleistung
Schriftliches Protokoll der geleisteten Arbeit im Umfang von maximal 10 Seiten. Vortrag von 20 Minuten über die Inhalte und Resultate des Projektes im Arbeitsgruppenseminar des Betreuers.
Literatur
Wird vom Betreuer des Projektes bekanntgegeben

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Studierende sollten sich aktiv bei Dozenten für eine Projektarbeit mindesten 4 Monate vor angestrebtem Beginn bewerben. Informationen zu den Arbeitsgebieten der Dozenten finden sich auf den Webseiten des Fachbereichs. Rücksprachen mit dem Betreuer im Umfang von mindestens zweimal pro Woche über den Fortgang des Projektes sind erforderlich. Das Projekt kann auch in der vorlesungsfreien Zeit in Absprache mit dem Betreuer durchgeführt werden und als Einstieg in die Forschungsphase dienen.

Kompetenzbereich

AUSSERPHYSIKALISCHER WAHLBEREICH

Modulname		Modulkürzel	
Theoretische Chemie		PHYSIK-M2-IU1	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Prof. Dr. V. Buß		Chemie	
Verwendung in Studiengängen	Master-Studiengang		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1	15 Wochen	Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		keine	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Theoretische Chemie	3	180	6
II				
III				
IV				
Summe		3	180	6

Lernziele des Moduls

Die Studenten sollen ein vertieftes Verständnis moderner Methoden zur Berechnung der Elektronenstruktur entwickeln und in die Simulation molekularer Ensembles eingeführt werden, um einerseits ihre Anwendung auf realistische chemische Fragestellungen beurteilen zu können und sie andererseits auf eigenständige Anwendungen vorzubereiten. Die wichtigsten theoretischen Aspekte werden in Übungen vertieft.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Modulname		Modulkürzel
Theoretische Chemie		PHYSIK-M2-IU1
Veranstaltungsname		Veranstaltungskürzel
Theoretische Chemie		
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Prof. Dr. V. Buß	Chemie	Chemie

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
2	SS	deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
3	90 h	90 h	180 h	6

Lehrform
Vorlesung (2 SWS) und Übung (1SWS)
Lernziele
Die Studenten sollen ein vertieftes Verständnis moderner Methoden zur Berechnung der Elektronenstruktur entwickeln und in die Simulation molekularer Ensembles eingeführt werden, um einerseits ihre Anwendung auf realistische chemische Fragestellungen beurteilen zu können und sie andererseits auf eigenständige Anwendungen vorzubereiten. Die wichtigsten theoretischen Aspekte werden in Übungen vertieft.
Inhalte
Vertiefung Korrelationsproblem: Fermi- und Coulomb-Loch, dynamische und statische Korrelation, Korrelationscusp, Konvergenz CI-Entwicklung, R12-Idee.
Vertiefung Møller-Plesset Störungstheorie. Rayleigh-Schrödinger-Störungstheorie höherer Ordnung, MP3, MP4, Diagramme, Linked-Cluster-Theorem, Größenkonsistenz.
Coupled-Cluster-Theorie. Zweite Quantisierung, CCD, CCSD, CCSD(T).
Linear-Response-Theorie. Zeitabhängige Störungstheorie, dynamische Polarisierbarkeiten und ihre Pole, zeitabhängige Hartree-Fock- und Dichtefunktionaltheorie.
Kraftfelder. Aufbau und Parametrisierung eines Kraftfeldes.
Theoretische und praktische Grundlagen der Simulation molekularer Ensembles. Ergodenhypothese, Partitionsfunktion, radiale Verteilungsfunktion, periodische Randbedingungen, minimum image convention, Ewald- und Zellmultizellmethode.
Monte-Carlo-Simulation. Markov-Kette, Metropolis-Algorithmus.
Molekulardynamik-Simulation. Integration der Bewegungsgleichungen, constraint dynamics, Korrelationsfunktionen, ab initio MD, Carr-Parrinello.
Studien-/Prüfungsleistung
Klausur oder Kolloquium
Literatur
Lehrbücher Quanten- und Computational Chemistry, z.B.: „Modern Quantum Chemistry „ von Szabo und Ostlund, „Computational Chemistry“ von Jensen, „Computational Chemistry“ von Cramer
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulname		Modulkürzel	
Nanosysteme und Analytik		AW-m-nsan Physik: PHYSIK-M1-IU2	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Dozenten der Elektrotechnik		Ingenieurwissenschaften	
Verwendung in Studiengängen	Master NanoEngineering Master of Science Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1	15 Wochen	Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Mikro- und Nanosystemtechnik	3	70	2
II	Moderne Methoden der Bauelement- und Schaltungsanalytik	3	120	4
III				
IV				
Summe		6	190	6
Lernziele des Moduls				
Die Studierenden haben grundlegende fächerübergreifende Kenntnisse über die Wirkprinzipien der Mikro- und Nanosystemtechnik verstanden. Sie verstehen ihre Einsatzmöglichkeiten und besitzen ein grundlegendes System Know-how. Darüber hinaus sind den Studierenden die Problematiken der Messung kleinster Signalpegel vertraut. Sie oder er kennt die gängigen und modernen Methoden der Signalrekonstruktion. All dies ist unabdingbar für die Entwicklung, Herstellung und Qualitätssicherung in der Mikro- und Nanosystemtechnik sowie in der modernen Halbleiterindustrie.				
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote				
Laut Prüfungsordnung aus den Einzelprüfungen.				

Modulname		Modulkürzel		
Nanosysteme und Analytik		AW-m-nsan Physik: PHYSIK-M1-IU2		
Veranstaltungsname		Veranstaltungskürzel		
Mikro- und Nanosystemtechnik		MNST		
Lehrende		Fach		Lehreinheit
Prof. Dr.-Ing. Holger Vogt		Mikroelektronische Bauelemente und Schaltungen		Elektrotechnik und Informationstechnik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
1	WS	Deutsch		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
3	45 h	25 h	70 h	2
Lehrform				
Vorlesung + Übung				
Lernziele				
<p>Die Studierenden beherrschen</p> <ul style="list-style-type: none"> - die Grundkenntnisse über Prinzipien und Techniken der Mikro- und Nanosystemtechnik und ihrer Einsatzmöglichkeiten/Beschränkungen - die Grundkenntnisse über einzelne Mikrokomponenten und ihre Wirkprinzipien - die Grundkenntnisse über Systemtechniken und die komplexe wechselseitige Beeinflussung der Komponenten - das System-Know-how, das Wissens um die Integration der Einzelteile im Design und Herstellung. 				
Inhalte				

Die Mikrosystemtechnik ist eine der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts. Produkte mit mikrosystemtechnischen Komponenten erobern immer mehr Anwendungsbereiche im täglichen Leben und sind in ihren Potentialen hinsichtlich Funktionalität und Wirtschaftlichkeit aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Neue Anwendungsfelder werden erschlossen durch Skalierung der Strukturen in den Nanometer-Bereich. Die Vorlesung Mikro- und Nanosystemtechnik erlaubt einen Einblick in dieses spannende interdisziplinäre Gebiet mit seiner Vielfältigkeit und vermittelt dem angehenden Ingenieur das Grundwissen für einen späteren Einstieg in dieses Berufsumfeld.

Folgende Themenbereiche werden von der Vorlesung behandelt:

I. Mikrotechniken:

- Bulkmikromechanik (isotropes und anisotropes naßchemisches Ätzen, Plasma-Tiefenätzen)
- Oberflächenmikromechanik und andere Mikrotechniken (Opferätztechnik, Epi-Polysilizium, SOI, Sticking-Problematik, Vergleich unterschiedlicher Mikro- und Nanostrukturtechniken)

II. Mikrosensoren:

- Thermische Sensoren (Thermistoren, PT-Sensor, integrierte Temperatursensoren, Anemometrie, Luftmassensensor)
- Mechanische Sensoren (piezoresistive und kapazitive Drucksensoren, Beschleunigungssensoren, Drehratensensoren)
- Sensoren für Strahlung (CMOS-Bildsensor, CCD, IR-Sensor, Teilchendetektoren)
- Magnetfeldsensoren (Spinning-current Hallplate, Magnetoresistivität, Fluxgate-Sensor)
- Chemische und Biosensoren (Chemisch sensitive FETs, SAW-Sensoren, DNA-Chip)
- Skalierung von Sensorstrukturen in den Nanometerbereich

III. Mikroaktoren:

- Mikroaktoren (Wirkprinzipien, Mikrospiegel, Mikrostimulatoren)
- Mikrofluidik (Mikroventile, Mikropumpen, implantierbares Medikamentendepot, Lab-on-a-Chip)

IV. Systemtechniken:

- Entwurf, Simulation und Test (Entwurfsmethodik, Simulation, Test- und Prüfverfahren)
- Integrationstechniken (monolithische und hybride Integration, Aufbau- und Verbindungstechnik und Gehäusetechnik für Mikro- und Nanosysteme)

Inhalt der Übungen: Vertiefende praktische Aufgaben und Beispiele zum Stoff der Vorlesung

Studien-/Prüfungsleistung
Klausurarbeit mit einer Dauer von 120 Minuten Keine Klausur für Master Physik
Literatur
- M. J. Madou: Fundamentals of Microfabrication, CRC Press, ISBN: 0-8493-0826-7 - M. Gad-el-Hak: The MEMS Handbook, CRC Press, ISBN: 0-8493-0077-0 - W. Menz, J. Mohr: Mikrosystemtechnik für Ingenieure, VCH, ISBN: 3-527-29405-8 - U. Mescheder: Mikrosystemtechnik, B.G. Teuner, ISBN: 3-519-06256-9 - G. Gerlach, W. Dötzel: Grundlagen der Mikrosystemtechnik, Hanser, ISBN: 3-446-18395-7
Weitere Informationen zur Veranstaltung
http://www.uni-duisburg-essen.de/ebs/

Modulname				Modulkürzel	
Nanosysteme und Analytik				AW-m-nsan Physik: PHYSIK-M1-IU2	
Veranstaltungsname				Veranstaltungskürzel	
Moderne Methoden der Bauelement- und Schaltungsanalytik				MBSA	
Lehrende			Fach		Lehreinheit
Prof. Dr. rer. nat. Gerd Bacher Dr.-Ing. Wolfgang Mertin			Werkstoffe der Elektrotechnik		Elektrotechnik und Informationstechnik
Semester	Turnus		Sprache	Voraussetzungen	
2	SS		Deutsch		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits	
3	45 h	75 h	120 h	4	
Lehrform					
Vorlesung + Übung					
Lernziele					
<p>Die oder der Studierende ist nach aktivem Besuch der Veranstaltung sensibilisiert für die in der Nanotechnik üblichen Signale. Sie oder er ist in der Lage, den für seine Problemstellung geeigneten Darstellungsbereich zu wählen. Sie oder er kennt die Problematik verrauschter Signale, die Rauschursachen und geeignete Möglichkeiten, optimale Messbedingungen und Messumgebungen auszuwählen. Sie oder er kennt die grundsätzlichen Arbeitsweisen der in der Bauelement- und Schaltungsanalytik gebräuchlichsten Messsysteme und Messverfahren und sie oder er ist in der Lage, das für ihre oder seine Problemstellung am besten geeignete Messsystem auszuwählen und anzuwenden.</p>					
Inhalte					
<p>In dieser Veranstaltung werden moderne Methoden der Bauelement- und Schaltungsanalytik eingeführt und speziell anhand von Nanostrukturen bzw. nanostrukturierten Bauelementen erklärt. Neben den einzelnen Messsystemgruppen werden auch die peripheren Messsysteme und ihre zugrunde liegenden Arbeitsweisen eingehend erklärt. Nach den theoretischen Grundlagen der Darstellungsbereiche Zeit- und Frequenzbereich und ihres theoretischen Zusammenhangs werden Rauscharten erläutert und mathematisch beschrieben. Anschließend erfolgt eine eingehende Diskussion der verschiedenen Möglichkeiten der Signaldetektion aus verrauschten Signalen (z. B. Mittelwertbildung, Lock-in Verstärkung). Auf dieser Grundlage werden dann verschiedene, in der Bauelement- und Schaltungsanalytik häufig eingesetzte, Messsysteme beschrieben. Hierzu zählen der Spektrumanalysator, der Netzwerkanalysator, die Kelvin-Force-Mikroskopie und die Rastersonden-Strom und Spannungsmesstechnik aber auch optische Verfahren wie Photoemissionsmikroskopie, PICA und OBIRCH.</p>					

Studien-/Prüfungsleistung
Mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer
Literatur
1) K. Bergmann: Elektrische Messtechnik, Vieweg Verlag 1997 2) Clyde F. Coombs, Jr.: Electronic Instrument Handbook, McGraw-Hill Book Company 2000 3) B. E. Jones: Messgeräte, Messverfahren, Messsysteme, Teil 1 und 2, Oldenburg - Verlag 1980 4) M. Thumm, W. Wiesbeck, S. Kern: Hochfrequenzmesstechnik: Verfahren und Messsysteme, Teubner - Verlag 1997 5) L. Reimer: Rasterelektronenmikroskopie, Springer - Verlag 1977 6) M. L. Meade: Lock-in amplifiers: Principles and applications, Peter Peregrinus Ltd. 1989 7) J. T. L. Thong (ed.): Electron Beam Testing Technology, Plenum Press 1993 8) D. Wolf (ed.): Noise in Physical Systems, Springer Verlag 1978 9) W. Gruhle: Elektronisches Messen, Springer Verlag 1987 10) D. Sarid, Scanning Force Microscopy, Oxford University Press, 1993 11) E. Meyer, H. J. Hug, R. Bennewitz, Scanning Probe Microscopy, Springer-Verlag, 2003
Weitere Informationen zur Veranstaltung
http://www.uni-due.de/wet/

Modulname		Modulkürzel
Elektronik 2		AW-b-el2 Physik: PHYSIK-M1-IU3
Modulverantwortliche/r		Fachbereich
Dozenten der Elektrotechnik		Ingenieurwissenschaften
Verwendung in Studiengängen	Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik Master-Studiengang Physik	
Studienjahr	Dauer	Modultyp
1	30 Wochen	Wahlpflicht
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Optoelektronik	3	90	3
II	Optoelektronik Praktikum	3	80	3
III				
IV				
Summe		6	170	6
Lernziele des Moduls				
<p>Die Studierenden haben breite Kenntnisse über die Bedeutung der Optoelektronik und Photonik in der Technik und sind in der Lage, auf der Basis grundlegender Wechselwirkungsmechanismen die Kenngrößen optoelektronischer Komponenten in Systemanwendungen zu beschreiben. Das Praktikum befähigt die Studierenden, die Funktionsweise optoelektronischer Bauelemente wie Leucht- und Laserdioden, Photodioden und Solarzellen zu verstehen und diese messtechnisch zu charakterisieren. Sie sind außerdem in der Lage, einfache optoelektronische Signalübertragungs- und Verarbeitungs-Systeme aufzubauen, das Zusammenspiel der Einzelkomponenten zu beschreiben und Vorhersagen hinsichtlich der Systemantwort bei Änderung einzelner Parameter zu treffen.</p> <p>Die Studierenden sind weiterhin in der Lage, Bauelemente und einfache Schaltungen der Elektronik und Hochfrequenztechnik messtechnisch zu erfassen und theoretisches Wissen über Grundlagen und Verfahren der Elektronik und Hochfrequenztechnik auf praktische Funktionen anzuwenden.</p>				
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote				
Laut Prüfungsordnung aus den Einzelprüfungen.				

Modulname			Modulkürzel	
Elektronik 2			AW-b-el2 Physik: PHYSIK-M1-IU3	
Veranstaltungsname			Veranstaltungskürzel	
Optoelektronik			OE	
Lehrende		Fach	Lehreinheit	
Prof. Dr. rer. nat. Dieter Jäger		Optoelektronik	Elektrotechnik und Informationstechnik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
1	WS	Deutsch		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
3	45 h	45 h	90 h	3
Lehrform				
Vorlesung + Übung				
Lernziele				
Die Studierenden haben breite Kenntnisse über die Bedeutung der Optoelektronik und Photonik in der Technik und sind in der Lage, auf der Basis grundlegender Wechselwirkungsmechanismen die Kenngrößen optoelektronischer Komponenten in Systemanwendungen zu beschreiben.				
Inhalte				
Die Veranstaltung umfasst neben den theoretischen Grundlagen und Technologien der modernen Optoelektronik auch deren Anwendungsgebiete in photonischen integrierten Schaltungen. Die Vorlesung beginnt mit dem fundamentalen physikalischen Phänomen der Interaktion zwischen Licht und Materie im Halbleiter: Absorption, spontane und stimulierte Emission sowie Modulation. Weitere Teilbereiche umfassen die Lichtausbreitung in planaren sowie faseroptischen Wellenleitern und die integrierte optik. Besondere Aufmerksamkeit wird den Anwendungen gewidmet, beispielhaft dargestellt anhand optischer Nachrichtenübertragungssysteme, der Medizintechnik und der Materialverarbeitung.				
Studien-/Prüfungsleistung				
Klausurarbeit mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten. Sprache: Deutsch				

Literatur

[1] Graham-Smith, Francis: Optics and Photonics, Wiley, Chichester 2000

[2] Harth, Wolfgang: Sende- und Empfangsdioden für die optische Nachrichtentechnik, Teuber, Stuttgart 1998
--

[3] Bludau, Wolfgang: Halbleiter-Optoelektronik, Hanser, München 1995

[4] Dörnen, Achim: Halbleiter für die Optoelektronik und Photonik, Hänsel-Hohenhausen, 1994

[5] Billings, Alan: Optics, optoelectronics and photonics, Prentice Hall, New York 1993

[6] Ebeling, Karl Joachim: Integrierte Optoelektronik, Springer-Verlag, Berlin 1992

[7] Paul, Reinhold: Optoelektronische Halbleiterbauelemente, Teuber, Stuttgart 1992

Weitere Informationen zur Veranstaltung

http://www.oe.uni-duisburg-essen.de/

Modulname			Modulkürzel	
Elektronik 2			AW-b-el2 Physik: PHYSIK-M1-IU3	
Veranstaltungsname			Veranstaltungskürzel	
Optoelektronik Praktikum			OEP	
Lehrende		Fach		Lehreinheit
Prof. Dr. rer. nat. Dieter Jäger		Optoelektronik		Elektrotechnik und Informationstechnik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
1	WS	Deutsch		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
2	30 h	50 h	80 h	3
Lehrform				
Praktikum				
Lernziele				
Das Praktikum befähigt die Studierenden, die Funktionsweise optoelektronischer Bauelemente wie Leucht- und Laserdioden, Photodioden und Solarzellen zu verstehen und diese messtechnisch zu charakterisieren. Sie sind außerdem in der Lage, einfache optoelektronische Signalübertragungs- und Verarbeitungs-Systeme aufzubauen, das Zusammenspiel der Einzelkomponenten zu beschreiben und Vorhersagen hinsichtlich der Systemantwort bei Änderung einzelner Parameter zu treffen.				
Inhalte				

Das Praktikum setzt sich aus verschiedenen Bereichen der Optoelektronik zusammen. Für die einzelnen Versuche stehen ausführlichen Beschreibung zur Verfügung, innerhalb derer die notwendigen Grundlagen wiederholt werden. Verständnisfragen und Aufgaben werden gestellt, die als Vorbereitung zuhause gelöst werden müssen. Zur Durchführung der Laborversuche gehören ein Kolloquium mit An-Testat, die eigentliche Versuchsdurchführung sowie eine abschließende Besprechung.

Versuche OE/Jäger:

- 1) Optoelektronische Bauelemente
- 2) Optoelektronische Energiewandlung
- 3) Optische Übertragungstechnik
- 4) Optische Signalverarbeitung

Versuche WET/Bacher:

- 5) Strukturelle Charakterisierung optoelektronischer Bauelemente
- 6) Elektrische Charakterisierung optoelektronischer Bauelemente
- 7) Optische Charakterisierung optoelektronischer Bauelemente
- 8) Nanostrukturierte Bauelemente

Studien-/Prüfungsleistung

Antestate und aktive Teilnahme an allen Versuchen.

Literatur

- Ebeling, Karl Joachim: Integrierte Optoelektronik, Springer-Verlag, Berlin 1992
- Paul, Reinhold: Optoelektronische Halbleiterbauelemente, Teuber, Stuttgart 1992
- Optische Kommunikationstechnik, Handbuch für Wissenschaft und Industrie, E. Voges, K. Petermann (Hrsg.), Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, ISBN 3-540-67213-3

Weitere Informationen zur Veranstaltung

<http://www.oe.uni-duisburg.de>

Modulname		Modulkürzel	
Bauelemente und ihre Aufbau-/ Verbindungstechnik		AW-m-bavt Physik: PHYSIK-M2-IU4	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Dozenten der Elektrotechnik		Ingenieurwissenschaften	
Verwendung in Studiengängen	Master-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1	15 Wochen	Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		Allgemeine Grundlagen der Halbleiterphysik, Kenntnisse im Bereich der Herstellungsprozesse von Halbleiterbauelementen (basierend auf Silizium- und III/V-Halbleitern).	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Aufbau- und Verbindungstechnik	3	120	4
II	Optoelektronische Bauelemente	3	70	2
III				
IV				
Summe		6	190	6

Lernziele des Moduls

Die Studenten sind befähigt, elektrische, thermische und mechanische Grundlagenkenntnisse anzuwenden auf die Verpackung integrierter Schaltungen in Gehäuse. Sie können die wichtigsten Verfahren und Typen der Chipverpackung beschreiben. Sind in der Lage, die Chips auf Substrate zu integrieren, die Signalverläufe zu beschreiben und Methoden des Trimmens einzusetzen auf die Zusammenfügung von Halbleiterbauelementen zu elektronischen Systemen.

Die Studierenden sind in der Lage, die Funktionsweise, den Aufbau und die charakteristischen technischen Daten zentraler und moderner optoelektronischer Bauelemente zu beschreiben.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Laut Prüfungsordnung aus den Einzelprüfungen.

Modulname			Modulkürzel	
Bauelemente und ihre Aufbau-/ Verbindungstechnik			AW-m-bavt Physik: PHYSIK-M2-IU4	
Veranstaltungsname			Veranstaltungskürzel	
Aufbau- und Verbindungstechnik			AVT	
Lehrende		Fach		Lehreinheit
Prof. Dr.-Ing. Hans-Ingolf Willms Prof. Dr.-Ing. Holger Vogt		Nachrichtentechnische Systeme Mikroelektronische Bauelemente und Schaltungen		Elektrotechnik und Informationstechnik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
2	SS	Deutsch		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
3	45 h	75 h	120 h	4
Lehrform				
Vorlesung + Übung				
Lernziele				
<p>Die Studenten sind fähig, die Grundlagen der AVT zu erklären und die zugehörigen Konzepte zu hinterfragen.</p> <p>Zu den Grundlagen der AVT gehören: elektrische Einflüsse, Wärmeabfuhr Verfahren der Montage integrierter Schaltungen in Gehäuse Elektrische Signale in der Inter-Chip-Verbindung Verfahren des Aufbaus und der Verdrahtung von ICs auf Leiterplatten und Hybride</p>				
Inhalte				

Die Halbleiterfertigung liefert Siliziumscheiben, auf den eine Vielzahl von Chips angeordnet ist. Die Aufgabe ist es nun, die Chips zu vereinzeln und so weiterzuverarbeiten, dass sie in ein elektronisches System eingebettet werden können.

Diese Techniken, die Weiterverarbeitung der Chips, deren Gehäuse, ihre Montage auf gedruckten Schaltungen und Hybridsubstraten, die Eigenschaften dieser Substrate sind Thema der Vorlesung.

Als Grundlagen werden die elektrischen und die thermischen Eigenschaften von elektronischen Systemen und IC-Gehäusen, sowie die elektrischen Eigenschaften moderner Substrate vorgestellt. Die verschiedenen IC-Gehäuse, die Chipmontage auch ohne Gehäuse, sind Themen aus der Praxis, ebenso moderne Aufbau- und Montagetechniken, Dünnschicht- und Dickschicht-Substrate.

Mit dieser Vorlesung, die zusammen von den Fachgebieten EBS und NTS gehalten wird, wird mit der Aufbautechnik, den Gehäusen und Substraten die Brücke geschlagen zwischen der Halbleiterfertigung und Geräten und Baugruppen der Mikroelektronik.

Studien-/Prüfungsleistung

Mündliche Prüfung mit einer Dauer von 30 Minuten.

Literatur

- Roa Tummala, ed.: Microelectronics Packaging Handbook, Kluwer Academic Publishers, 1997
- U. Hilleringmann: Silizium-Halbleitertechnologie, 4. Auflage, Teubner Studienbücher, 2004, Kapitel 13
- W. Jillek, G. Keller: Handbuch der Leiterplattentechnik, Leuze Verlag, 2003

Weitere Informationen zur Veranstaltung

<http://www.uni-duisburg-essen.de/ebs/> und <http://www.uni-duisburg-essen.de/nts/>

Modulname			Modulkürzel	
Bauelemente und ihre Aufbau-/ Verbindungstechnik			AW-m-bavt Physik: PHYSIK-M2-IU4	
Veranstaltungsname			Veranstaltungskürzel	
Optoelektronische Bauelemente			OEB	
Lehrende		Fach		Lehreinheit
Prof. Dr. rer. nat. Dieter Jäger		Optoelektronik		Elektrotechnik und Informationstechnik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen	
2	SS	Deutsch		
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
3	45 h	25 h	70 h	2
Lehrform				
Vorlesung + Übung				
Lernziele				
Die Studierenden sind in der Lage, die Funktionsweise, den Aufbau und die charakteristischen technischen Daten zentraler und moderner optoelektronischer Bauelemente zu beschreiben. Sie verfügen über ein breites Wissen industrieller Anwendungen.				
Inhalte				
<p>Einleitend werden die physikalischen Grundlagen der Halbleiter, der Elektronik sowie der Optik zusammengefasst. Dazu zählen ferner die Grundlagen der Licht-Materie-Wechselwirkung und eine Diskussion der radiometrischen und photometrischen Einheiten. Im folgenden wird die Familie der Photodetektoren vorgestellt. Diese umfasst die Photoleiter, (Lawinen-) Photodioden und -transistoren sowie Detektoren für spezielle Anwendungen wie beispielsweise in der Bildaufnahme. Bei den Leuchtdioden stehen insbesondere die HB-LEDs, die blauen und UV-LEDs sowie weiße LEDs im Vordergrund, ergänzt um neue Entwicklungen im Bereich der OLEDs. Ein weiteres zentrales Kapitel stellen die Laserdioden dar. Im Mittelpunkt stehen hier: Fabry-Perot-Laser und VCSEL sowie spezielle Lasertypen wie DFB-, QC- und MQW-Laser. Als weitere optoelektronische Bauelemente werden behandelt: Modulatoren, photovoltaische und Solarzellen. Bei allen Komponenten werden die theoretischen Grundlagen behandelt, sowie die Materialauswahl, die Technologien, die Bauformen und die Kenndaten diskutiert und die Einsatzgebiete und Märkte vorgestellt. Die Vorlesung schließt mit einer kurzen Übersicht über einfache optoelektronische Schaltungen und deren Bedeutung in der optoelektronischen Signalverarbeitung und -erzeugung.</p>				

Studien-/Prüfungsleistung
Klausurarbeit mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten. Sprache: Deutsch Keine Klausur für Master Physik
Literatur
[1] Graham-Smith, Francis: Optics and Photonics, Wiley, Chichester 2000 [2] Harth, Wolfgang: Sende- und Empfangsdioden für die optische Nachrichtentechnik, Teuber, Stuttgart 1998 [3] Bludau, Wolfgang: Halbleiter-Optoelektronik, Hanser, München 1995 [4] Dörnen, Achim: Halbleiter für die Optoelektronik und Phototnik, Hänsel-Hohenhausen, 1994 [5] Billings, Alan: Optics, optoelectronics and photonics, Prentice Hall, New York 1993 [6] Ebeling, Karl Joachim: Integrierte Optoelektronik, Springer-Verlag, Berlin 1992 [7] Paul, Reinhold: Optoelektronische Halbleiterbauelemente, Teuber, Stuttgart 1992
Weitere Informationen zur Veranstaltung
http://www.oe.uni-duisburg-essen.de

Modulname		Modulkürzel	
VWL Mikroökonomik		VWLMICRO Physik: PHYSIK-M2-IU5	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
E. Amann		Wirtschaftswissenschaften	
Verwendung in Studiengängen	Master of Science Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1	15 Wochen	Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		WIWI, Einführung in die Wirtschaftswissenschaften II	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Mikroökonomik III	4	180	6
II				
III				
IV				
Summe		4	180	6
Lernziele des Moduls				
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote				
Siehe Lehrveranstaltung				

Modulname		Modulkürzel	
VWL Mikroökonomik		VWLMICRO Physik: PHYSIK-M2-IU5	
Veranstaltungsname		Veranstaltungskürzel	
Mikroökonomik III		Mikro	
Lehrende	Fach	Lehreinheit	
Dozenten des FB Wirtschaftswissenschaften	Wirtschaftswissenschaften	Wirtschaftswissenschaften	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
2	SS	deutsch	WIWI, Einführung in die Wirtschaftswissenschaften II

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
4	60 h	120 h	180 h	6
Lehrform				
Vorlesung und Übung				
Lernziele				
Inhalte				
<p>Preistheorie: Die Veranstaltung vertieft die Analyse der individuellen Entscheidungen und der Funktionsweise von Märkten als Allokationsinstrument. Ausgehend von der Analyse und normativen Bewertung eines vollkommen über Märkte dezentralisierten Wettbewerbssystems im Rahmen eines Allgemeinen Gleichgewichtsmodells werden diesen Situationen gegenübergestellt, in denen Märkte hinsichtlich des Erreichens einer effizienten Allokation versagen. Es wird diskutiert, wie sich Preise auch auf unvollkommenen Märkten bilden und welche Informationen aus den Gleichgewichtspreisen gezogen werden können.</p>				
Studien-/Prüfungsleistung				
<p>Die Prüfungsleistung wird in Form von Klausuren, Hausarbeit und/oder Präsentation geprüft. Die Klausur wird unmittelbar nach Ende der Veranstaltung und an einem Nachtermin vor Vorlesungsbeginn des nächsten Semesters angeboten.</p>				
Literatur				
<p>Mas-Colell, Whinston und Green: Microeconomic Theory Wolfstetter: Topics in Microeconomics Tirole: The Theory of Industrial Organization</p>				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				

Modulname		Modulkürzel	
VWL Makroökonomik		VWLMACRO Physik: PHYSIK-M2-IU6	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
E. Amann		Wirtschaftswissenschaften	
Verwendung in Studiengängen	Master of Science Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1	15 Wochen	Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		WIWI, Einführung in die Wirtschaftswissenschaften II und III	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Makroökonomik III	4	180	6
II				
III				
IV				
Summe		4	180	6
Lernziele des Moduls				
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote				
Siehe Lehrveranstaltung				

Modulname		Modulkürzel	
VWL Makroökonomik		VWLMACRO Physik: PHYSIK-M2-IU6	
Veranstaltungsname		Veranstaltungskürzel	
Makroökonomik III		Makro	
Lehrende		Fach	Lehreinheit
Dozenten des FB Wirtschaftswissenschaften		Wirtschaftswissenschaften	Wirtschaftswissenschaften
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
2	SS	deutsch	WIWI, Einführung in die Wirtschaftswissenschaften II und III

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
4	60 h	120 h	180 h	6
Lehrform				
Vorlesung und Übung oder Seminar				
Lernziele				
Inhalte				
<p>Makroökonomik III: Makroökonomik offener Volkswirtschaften</p> <p>Diese Veranstaltung behandelt Fragestellungen der monetären Außenwirtschaftstheorie. Sie vertieft und erweitert die bisherigen Kenntnisse der makroökonomischen Analyse kleiner offener Volkswirtschaften aus der Makroökonomik II. Leitfragen sind: Welche Konsequenzen ergeben sich jeweils für die Wirtschaftspolitik? Welche Wirkung entfalten stabilisierungspolitische Maßnahmen und ausländische Störungen in offenen Volkswirtschaften in Abhängigkeit vom Währungssystem, vom Grad der internationalen Kapitalmobilität und von der Größe eines Landes?</p>				
Studien-/Prüfungsleistung				
Die Prüfungsleistung wird in Form von Klausuren, Hausarbeit und/oder Präsentation geprüft. Die Klausur wird unmittelbar nach Ende der Veranstaltung und an einem Nachtermin vor Vorlesungsbeginn des nächsten Semesters angeboten.				
Literatur				
<p>Willms: Internationale Währungspolitik</p> <p>Krugman und Obstfeld: International Economics: Theory and Policy</p>				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				

Modulname		Modulkürzel	
Industrieprojekt		PHYSIK-M2-IPJ	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Dozenten der Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Master-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1	5 – 6 Wochen	Wahlpflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		PHYSIK-M1-EXP oder PHYSIK-M2-TH4 PHYSIK-M1-PRF	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Industrieprojekt		190	6
Summe			190	6

Lernziele des Moduls

Das Industrieprojekt soll den Studierenden Einblicke in die angestrebten industriellen Tätigkeitsfelder vermitteln.
 Ein besseres Verständnis des Vorlesungs- und Übungsstoffes, in dem das erlernte Wissen durch praktische Erlebnisse und Erfahrungen angereichert aber auch relativiert wird.
 Zusammenhang zwischen akademischen Lehrinhalten und betriebliche Realität.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Schriftliches Protokoll der geleisteten Arbeit im Umfang von mindestens 10 und maximal 20 Seiten.
 Vortrag von 20 Minuten über die Inhalte und Resultate des Projektes im Arbeitsgruppenseminar des Betreuers.

Modulname		Modulkürzel
Industrieprojekt		PHYSIK-M2-IPJ
Veranstaltungsname		Veranstaltungskürzel
Industrieprojekt		
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
2	SS	Deutsch	PHYSIK-B5-GR3

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
			190 h	6

Lehrform
Praktikum in Unternehmen außerhalb der Universität
Lernziele
Einblicke in die betriebliche Praxis und charakteristische Arbeitsvorgänge und deren Zusammenwirken im Funktionsablauf moderner Unternehmen. Ein besseres Verständnis des Vorlesungs- und Übungsstoffes, in dem das erlernte Wissen durch praktische Erlebnisse und Erfahrungen angereichert aber auch relativiert wird, Zusammenhang zwischen akademischen Lehrinhalten und betriebliche Realität
Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden arbeiten in einem Industrieunternehmen dort mit, wo Physiker und andere Naturwissenschaftler oder Mitarbeiter mit entsprechender Qualifikation tätig sind. Es kann sich um eine experimentelle oder um eine theoretische (z.B. computational physics) Projektarbeit handeln. • Sie bearbeiten Aufgabenstellungen der verschiedenen Tätigkeitsfelder von Physikerinnen und Physikern exemplarisch auf der Grundlage ihres bisherigen Wissensstandes unter wissenschaftlicher Anleitung und Betreuung eines Dozenten des Fachbereichs Physik. • Dabei werden sie mit Methoden, Problemdefinitionen, und Lösungsstrategien, mit Teamarbeit, Problemen, innerbetrieblicher Zusammenarbeit, Leistungsproblemen, Terminvorgaben vertraut gemacht.
Studien-/Prüfungsleistung
Schriftliches Protokoll der geleisteten Arbeit im Umfang von mindestens 10 und maximal 20 Seiten. Vortrag von 20 Minuten über die Inhalte und Resultate des Projektes im Arbeitsgruppenseminar des Betreuers.
Literatur
Wird vom Betreuer des Projektes bekanntgegeben

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Studierende sollten sich aktiv bei Dozenten für ein Industrieprojekt mindesten 4 Monate vor angestrebtem Beginn bewerben. Rücksprachen mit dem Betreuer im Umfang von mindestens zweimal pro Woche über den Fortgang des Projektes sind empfohlen. Das Projekt kann auch in der vorlesungsfreien Zeit in Absprache mit dem Betreuer durchgeführt werden und als Einstieg in die Forschungsphase dienen.

Kompetenzbereich
FORSCHUNGSPHASE

Modulname		Modulkürzel	
Forschungsphase I		PHYSIK-M3-FO1	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Dozenten der Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Master-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
2	3 Monate	Pflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
Mindestens 51 ECTS-Credits im Master-Programm Physik (§16 Abs. 4 PO)		Englischkenntnisse	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Einarbeitung in ein aktuelles Forschungsthema		450	15
II				
III				
IV				
Summe			450	15

Lernziele des Moduls

Die Studierenden kennen die für das Thema der Masterarbeit relevanten Grundlagen und erwerben die erforderlichen vertieften Spezialkenntnisse.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Modulname		Modulkürzel
Forschungsphase I		PHYSIK-M3-FO1
Veranstaltungsname		Veranstaltungskürzel
Einarbeitung in ein aktuelles Forschungsthema		EForsch
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
3	WS	Deutsch/Englisch	Englischkenntnisse

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
			450 h	15

Lehrform
Lernziele
Die Studierenden kennen die für das Thema der Masterarbeit relevanten Grundlagen und erwerben die erforderlichen vertieften Spezialkenntnisse. Die Studierenden demonstrieren, dass sie die wissenschaftliche Fragestellung, die in der Masterarbeit bearbeitet werden soll, durchdrungen haben.
Inhalte
Unter Anleitung des Betreuers wird das wissenschaftliche Gebiet erkundet, indem die aktuelle Literatur dazu recherchiert und gelesen wird. Die Teilnahme an speziellen Veranstaltungen kann erforderlich sein. Die gewonnenen Erkenntnisse werden in einem Essay zusammengefasst, das als Einführungskapitel für die Materarbeit dienen kann.
Studien-/Prüfungsleistung
Aktive Teilnahme, Abfassung eines Essays.
Literatur
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Die Forschungsphase I wird von einer Hochschullehrerin oder einem Hochschullehrer oder einem Privatdozenten oder einer Privatdozentin betreut (§9 Abs.4 i. V. mit § 16 Abs. 3 PO).

Modulname		Modulkürzel	
Forschungsphase II		PHYSIK-M3-FO2	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Dozenten der Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Master-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
2	3 Monate	Pflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
Mindestens 51 ECTS-Credits im Master-Programm Physik (§ 16 Abs. 4 PO), PHYSIK-M3-FO1		Englischkenntnisse	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Erwerb der notwendigen Fertigkeiten		450	15
II				
III				
IV				
Summe			450	15

Lernziele des Moduls

Die Studierenden können die für das Thema der Masterarbeit relevanten Grundlagen und speziellen Kenntnisse selbsttätig anwenden und umsetzen

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Modulname		Modulkürzel
Forschungsphase II		PHYSIK-M3-FO2
Veranstaltungsname		Veranstaltungskürzel
Erwerb der notwendigen Fertigkeiten		FertForsch
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
3	WS	Deutsch/Englisch	Englischkenntnisse

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
			450 h	15

Lehrform
Lernziele
Die Studierenden können die für das Thema der Masterarbeit relevanten Grundlagen und speziellen Kenntnisse selbsttätig anwenden und umsetzen.
Inhalte
Unter Anleitung des Betreuers werden die notwendigen Fertigkeiten erworben, die zur Durchführung der Masterarbeit erforderlich sind. Dies kann die Teilnahme an speziellen Veranstaltungen erfordern. Die Studierenden erstellen die Projektplanung für die Masterarbeit..
Studien-/Prüfungsleistung
Aktive Teilnahme, Präsentation des Projektplanes.
Literatur
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Die Forschungsphase II wird von einer Hochschullehrerin oder einem Hochschullehrer oder einem Privatdozenten oder einer Privatdozentin betreut (§ 9 Abs. 4 i.V. mit § 16 Abs. 3 PO).

Modulname		Modulkürzel	
Forschungsphase III: Master-Arbeit		PHYSIK-M4-MA	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Studiendekan		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Master-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
2	6 Monate	Pflicht	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
PHYSIK-M3-FO1, PHYSIK-M3-FO2		Englischkenntnisse	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Master-Arbeit		900	30
II				
III				
IV				
Summe			900	30

Lernziele des Moduls

Die Studierenden sind in der Lage eine physikalische Problemstellung nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. Sie sind fähig ein längerfristiges Projekt zu managen und dessen Ergebnisse in schriftlicher Form zusammenzufassen. Sie können die wesentlichen Erkenntnisse in geeigneter Form präsentieren und in einer wissenschaftlichen Diskussion verteidigen.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Master-Arbeit

Modulname		Modulkürzel	
Forschungsphase III: Master-Arbeit		PHYSIK-M4-MA	
Veranstaltungsname		Veranstaltungskürzel	
Master-Arbeit		Mast	
Lehrende	Fach	Lehreinheit	
Dozenten der Physik	Physik	Physik	

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
4	SS	Deutsch oder Englisch	PHYSIK-M3-FO1, PHYSIK-M3-FO2, Englischkenntnisse

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
			900 h	30

Lehrform
Die Master-Abschlussarbeit ist eine Prüfungsarbeit, bei der die Studierenden innerhalb einer vorgegebenen Frist von 6 Monaten ein Problem selbstständig nach wissenschaftlichen Methoden bearbeiten. Dokumentation und Präsentation (deutsch oder englisch) sollen zeigen, dass die oder der Studierende in der Lage ist, Zusammenhänge und Ergebnisse verständlich, folgerichtig und kompetent darzustellen.
Lernziele
Die Studierenden sind in der Lage eine physikalische Problemstellung nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. Sie sind fähig, ein längerfristiges Projekt zu managen und dessen Ergebnisse in schriftlicher Form zusammenzufassen. Sie können die wesentlichen Erkenntnisse in geeigneter Form präsentieren und in einer wissenschaftlichen Diskussion verteidigen.
Inhalte
Je nach Ausrichtung der Arbeit.
Studien-/Prüfungsleistung
Das Modul besteht aus der Master-Abschlussarbeit, die von zwei Prüferinnen oder Prüfern bewertet wird (PO §23 Abs.10).
Literatur
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Die Master-Arbeit wird von einer Hochschullehrerin oder einem Hochschullehrer oder einem Privatdozenten oder einer Privatdozentin betreut (PO §23 Abs.3).

Kompetenzbereich
TUTORIUM/ZUSATZFÄCHER

Modulname		Modulkürzel	
Tutorium für Fortgeschrittene		PHYSIK-M1-TUF	
Modulverantwortliche/r		Fachbereich	
Dozenten der Physik		Physik	
Verwendung in Studiengängen	Master-Studiengang Physik		
Studienjahr	Dauer	Modultyp	
1	15 Wochen	Wahl	
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung		Empfohlene Voraussetzungen	
		Studienberatung	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
I	Spezielle Probleme der theoretischen Physik	4		
II	Spezielle Probleme der experimentellen Physik	4		
III				
IV				
Summe		8		

Lernziele des Moduls

Die Studierenden können Grundkenntnisse der Physik im Kontext des Kompetenzbereichs „Erweiterte Grundlagen der Physik“ selbsttätig anwenden und umsetzen.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Dieses Modul kann nicht auf die 120 ECTS-Punkte der Master-Prüfung angerechnet werden.

Modulname		Modulkürzel
Tutorium für Fortgeschrittene		PHYSIK-M1-TUF
Veranstaltungsname		Veranstaltungskürzel
Spezielle Probleme der theoretischen Physik		SpTheo
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
1	WS	Deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
4				

Lehrform
Vorlesung mit Übungen
Lernziele
Die Studierenden können Grundkenntnisse der Theoretischen Physik im Kontext des Kompetenzbereichs „Erweiterte Grundlagen der Physik“ selbsttätig anwenden und umsetzen.
Inhalte
Nach Absprache mit den Studierenden.
Studien-/Prüfungsleistung
Überprüfung durch wöchentliche Anwesenheitsübungen
Literatur
Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Diese Veranstaltung kann nicht auf die 120 ECTS-Punkte der Master-Prüfung angerechnet werden.

Modulname		Modulkürzel
Tutorium für Fortgeschrittene		PHYSIK-M1-TUF
Veranstaltungsname		Veranstaltungskürzel
Spezielle Probleme der experimentellen Physik		SpExp
Lehrende	Fach	Lehreinheit
Dozenten der Physik	Physik	Physik

Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
1	WS	Deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand	ECTS-Credits
4				

Lehrform
Vorlesung mit Übungen
Lernziele
Die Studierenden können Grundkenntnisse der experimentellen Physik im Kontext des Kompetenzbereichs „Erweiterte Grundlagen der Physik“ selbsttätig anwenden und umsetzen.
Inhalte
Nach Absprache mit den Studierenden.
Studien-/Prüfungsleistung
Überprüfung durch wöchentliche Anwesenheitsübungen
Literatur
Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Diese Veranstaltung kann nicht auf die 120 ECTS-Punkte der Master-Prüfung angerechnet werden.