

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 „Forschungsnahe 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“) selbstständig 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		Forschungsnahe Vertiefung		Außerphysikalischer Wahlbereich		Tutorium/Zusatzfächer *)		ΣCr			
	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			$Cr_1 + Cr_2 + Cr_3 = 60$			
	Hauptseminar	3	Projektarbeit	≥ 3	Industrieprojekt	6						
ΣCr	$18 \leq Cr_1 \leq 36$		$18 \leq Cr_2 \leq 36$		$6 \leq Cr_3 \leq 24$							
	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.	Veranstaltungsnr.	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
Veranstaltungsnr.	Veranstaltungskürzel
Statistische Physik	Theo4
Lehrende	Fach
Dozenten der Theoretischen 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.	Veranstaltungsnamen	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, Renomierung.
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.	Veranstaltungsnr.	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.	Veranstaltungsnamen	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
Veranstaltungsnamen	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.	Veranstaltungsnr.	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		GOfL		
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				
Desjonquieres, 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
2	30 h	60 h	90 h
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	
Horn-von Hoegen, Lorke, Mergel, Nienhaus		Physik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
1	WS	Deutsch	PHYSIK-B1-GR1, PHYSIK-B3-GR2
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand
2	30 h	60 h	90 h
ECTS-Credits			
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 Plasmaphysik.				
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
2	30 h	60 h	90 h
ECTS-Credits	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 selbstständig 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 Dünnschichttechnologie		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, Heterostrukturbaulemente				
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-Ofl1	
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				
Desjonquieres, 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-Ofl2
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				
Desjonquieres, 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
2	30 h	60 h	90 h
ECTS-Credits	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.	Veranstaltungsnr.	SWS	Arbeitsauf- wand 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
2	30 h	60 h	90 h
ECTS-Credits			
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, Elektronenstrahllithographie, 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		
Farle, Lorke, Schneider, Wende		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		
Horn-von Hoegen, Nienhaus, Lorke		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 selbstständig 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		NlOp		
Lehrende		Fach	Lehreinheit	
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 Differenzfrequenzzerzeugung, 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, 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				
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, Kleinefeld, 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, Kleinefeld, 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 selbstständig 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.	Veranstaltungsnr.	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
2	30 h	60 h	90 h
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			
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)			
Studien-/Prüfungsleistung			
Unbenotete Studienleistung: Regelmäßige aktive Teilnahme an der Vorlesung.			
Literatur			
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.			
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. Stephani, 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					
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.					
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
2	30 h	60 h	90 h
ECTS-Credits			
3			
Lehrform			
Übungen und/oder Rechnerpraktikum			
Lernziele			
Die Studierenden können ausgewählte einschlägige Methoden der modernen Theoretischen Physik selbstständig 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.	Veranstaltungsnamen	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, Kontaktodynamik).				
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 Lagen 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 amorphen und kristallinen Wachstums, 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, Verspannungseffekte bei Heteroepitaxie, Wachstumsinstabilitäten, Kinetische Aufrauhung, 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 Umweltphysik, 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	
Schreckenberg		Physik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
2	SS	Deutsch	PHYSIK-B3-TH1, PHYSIK-B5-MN2
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand
2	30 h	60 h	90 h
ECTS-Credits			
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 - Rückkopplungseffekte 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. Boccara: 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	
Guhr		Physik	
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
2	SS	Deutsch	PHYSIK-B3-TH1, PHYSIK-B4-TH2, PHYSIK-B6-TH4
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand
2	30 h	60 h	90 h
ECTS-Credits			
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, Schreckenberg, Wolf		Physik	Physik
Semester	Turnus	Sprache	Voraussetzungen
2	SS	Deutsch	
SWS	Präsenzstudium	Eigenstudium	Arbeitsaufwand
2	30 h	60 h	90 h
ECTS-Credits			
3			
Lehrform			
Übungen und/oder Rechnerpraktikum			
Lernziele			
Die Studierenden können ausgewählte einschlägige Methoden der modernen Theoretischen Physik selbstständig 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.	Veranstaltungsnamen	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 - Integrität 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 Condensation				
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, diffusionsbegrenztes 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 Momementengleichungen, 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 fortgeschrittenen Kenntnisse in der Quanteninformationstheorie.				
Inhalte				
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.				
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 selbstständig 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.	Veranstaltungename	SWS	Arbeitsauf- wand 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	Arbeitsauf- wand 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 Cl-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)

Studien-/Prüfungsleistung
Klausurarbeit mit einer Dauer von 120 Minuten
Keine Klausur für Master Physik
Literatur
<ul style="list-style-type: none">- 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: <u>Grundlagen der Mikrosystemtechnik</u>, 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				
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.				
Inhalte				
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.				

Studien-/Prüfungsleistung
Mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer
Literatur
<ol style="list-style-type: none">1) K. Bergmann: Elektrische Messtechnik, Vieweg Verlag 19972) Clyde F. Coombs, Jr.: Electronic Instrument Handbook, McGraw-Hill Book Company 20003) B. E. Jones: Messgeräte, Messverfahren, Messsysteme, Teil 1 und 2, Oldenburg - Verlag 19804) M. Thumm, W. Wiesbeck, S. Kern: Hochfrequenzmesstechnik: Verfahren und Messsysteme, Teubner - Verlag 19975) L. Reimer: Rasterelektronenmikroskopie, Springer - Verlag 19776) M. L. Meade: Lock-in amplifiers: Principles and applications, Peter Peregrinus Ltd. 19897) J. T. L. Thong (ed.): Electron Beam Testing Technology, Plenum Press 19938) D. Wolf (ed.): Noise in Physical Systems, Springer Verlag 19789) W. Gruhle: Elektronisches Messen, Springer Verlag 198710) D. Sarid, Scanning Force Microscopy, Oxford University Press, 199311) 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	Arbeitsauf- wand in h	ECTS- Credits
I	Optoelektronik	3	90	3
II	Optoelektronik Praktikum	3	80	3
III				
IV				
Summe		6	170	6

Lernziele des Moduls

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.

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.

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 stimuliert 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. Sie 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		Nachrichtentechnische Systeme		Elektrotechnik und Informationstechnik
Prof. Dr.-Ing. Holger Vogt		Mikroelektronische Bauelemente und Schaltungen		
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				
Die Studenten sind fähig, die Grundlagen der AVT zu erklären und die zugehörigen Konzepte zu hinterfragen. 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				
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*, Kluver 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				
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.				

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	Arbeitsauf- wand 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
Dozenten des FB Wirtschaftswissenschaften	Wirtschaftswissenschaften
Semester	Turnus
2	SS
	Sprache
	deutsch
	Voraussetzungen
	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 diesem 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-Collel, 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	Arbeitsauf- wand 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
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				
<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>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.	Veranstaltungename	SWS	Arbeitsauf- wand 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	Arbeitsauf- wand 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
Dozenten der Physik	Physik
	Lehreinheit

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 Masterarbeit 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	Arbeitsauf- wand 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	Arbeitsauf- wand 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.