

Modulhandbuch

Angewandte Physik

Master of Science Stand: 05.07.19

Curriculum

Angewandte Physik (M.Sc.), PO 2019

Die Module sind entsprechend der Studierreihenfolge sortiert.

Module und Lehrveranstaltungen	CP	SWS	empfohl. Semester	Lehrformen	Leistungsart	Prüfungsformen	fV
Theoretische Physik 2	8	6	1.		PL	K o. mP	
Dynamik der Teilchen und Felder	4	3	1.	SU			
Quantenphysik	4	3	1.	SU			
Mathematik	4	4	1.		PL	K o. mP	
Höhere Mathematik	4	4	1.	SU			
Theoretische Physik 1	7	5	1.		PL	K o. mP	
Physik elektronischer / optischer Materialien	4	3	1.	SU			
Statistische Physik	3	2	1.	SU			
Modellierung	9	7	1. - 2.				
Modellierung und Simulation physikalischer Systeme	4	3	2.	SU	SL	RPr o. KT	
Systeme und Signale	5	4	1.	SU	PL	K o. mP	
Professional Skills	6	4	1. - 2.				
LV-Liste: Professional Skills – Es müssen zwei Lehrveranstaltungen gewählt werden.	6	4.0	1. - 2.		~	~	
Entrepreneurship	3	2	2.	SU	SL	AH	
Innovationsmanagement	3	2	2.	SU	SL	AH	
Projektmanagement 2	3	2	1.	SU	SL	AH	
Statistische Versuchsplanung	3	2	2.	SU	SL	AH	
Wissenschaftliches Schreiben	3	2	1.	SU	SL	AH	
Forschungsprojekt	14		1. - 2.		PL	PT	
Forschungsprojekt	14		1. - 2.	Proj			
Photonik (siehe Fußnote 1)	6	4	2.		PL	K o. mP	
Optische Sensorik	3	2	2.	SU			
Quantenelektronik	3	2	2.	SU			
Experimentelle Methodik (siehe Fußnote 2)	6	5	2.				
Laseranwendung	3	3	2.	SU	PL	K o. mP	
Oberflächen- und Dünnschichtphysik / Nanotechnologie	3	2	2.	SU	SL	RPr o. KT	
Master-Thesis	30		3.				Ja
Master-Arbeit	27		3.	MA	PL	AH	
Master-Kolloquium	3		3.	Kol	PL	FG	

Allgemeine Abkürzungen:

CP: Credit-Points nach ECTS, **SWS:** Semesterwochenstunden, **PL:** Prüfungsleistung, **SL:** Studienleistung, **MET:** mit Erfolg teilgenommen, ~: je nach Auswahl, —: nicht festgelegt, **fV:** formale Voraussetzungen ("Ja": Näheres siehe Prüfungsordnung und Modulhandbuch)

Lehrformen:

SU: Seminaristischer Unterricht, **MA:** Master-Arbeit, **Kol:** Kolloquium, **Proj:** Projekt

Prüfungsformen:

AH: Ausarbeitung/Hausarbeit, **FG:** Fachgespräch, **K:** Klausur, **KT:** Kurzttest, **PT:** praktische/künstlerische Tätigkeit, **RPr:** Referat/Präsentation, **mP:** mündliche Prüfung

¹Die Lehrveranstaltung "Quantenelektronik" wird in Englisch gehalten.

²Die Lehrveranstaltung "Laseranwendung" wird in Englisch gehalten.

Inhaltsverzeichnis

Pflichtmodule	4
Theoretische Physik 2	4
Dynamik der Teilchen und Felder	6
Quantenphysik	7
Mathematik	8
Höhere Mathematik	10
Theoretische Physik 1	11
Physik elektronischer / optischer Materialien	13
Statistische Physik	14
Modellierung	16
Modellierung und Simulation physikalischer Systeme	18
Systeme und Signale	20
Professional Skills	22
Entrepreneurship	24
Innovationsmanagement	26
Projektmanagement 2	28
Statistische Versuchsplanung	30
Wissenschaftliches Schreiben	32
Forschungsprojekt	34
Forschungsprojekt	36
Photonik	37
Optische Sensorik	39
Quantenelektronik	41
Experimentelle Methodik	43
Lasieranwendung	45
Oberflächen- und Dünnschichtphysik / Nanotechnologie	47
Master-Thesis	49
Master-Arbeit	51
Master-Kolloquium	52

Modul

Theoretische Physik 2 Theoretical Physics 2

Modulnummer	Kürzel TP2	Modulverbindlichkeit Pflicht	Modulverwendbarkeit
Arbeitsaufwand 8 CP, davon 6 SWS	Dauer 2 Semester	Häufigkeit jedes Semester	Sprache(n) Deutsch
Fachsemester 1. (empfohlen)	Prüfungsart Modulprüfung	Leistungsart Prüfungsleistung	Modulbenotung Benotet (differenziert)

Hinweise für Curriculum

Modulverantwortliche(r)

Prof. Dr.rer.nat. Hans-Dieter Bauer

formale Voraussetzungen

empfohlene fachliche Voraussetzungen

Kompetenzen

Fach- und Methodenkompetenzen (Wissen und Verstehen sowie Anwendung und Erzeugung von Wissen)

Das Konzept der Quantisierung kann als das erfolgreichste der modernen Physik gelten. Die Beschreibung der theoretischen Grundlagen der Quantenphysik und ihre Anwendung auf die Interpretation der Eigenschaften der Materie (Teilchen, Festkörper, Wechselwirkung mit Licht) ist zentrales Anliegen dieses Moduls. Während die LV Quantenphysik die elementaren Modelle und Begriffe einführt und auf einfache physikalische Systeme anwendet, wird in der LV Physik der Teilchen und Felder u.a. durch Einführung des Hamilton-Formalismus das klassische Analogon der quantenmechanischen Beschreibung vermittelt.

Die Studierenden lernen, aufbauend auf grundlegenden Quantisierungskonzepten und ihrer mathematischen Darstellung, die Vielfalt der mikroskopischen Materieeigenschaften zu verstehen und ihren Einfluss auf das makroskopische Verhalten der Materie abzuleiten.

Der Aufbau der Materie, ihre mikroskopischen und makroskopischen Eigenschaften sowie das Verständnis für optische Phänomene ist Teil des Fundamentes der modernen Physik und damit grundlegend für ein Arbeiten in den Bereichen Forschung und Entwicklung.

Fachunabhängige Kompetenzen (Kommunikation und Kooperation)

Fachunabhängige Kompetenzen werden integriert erworben.

Prüfungsform

Klausur o. mündliche Prüfung (*Die Prüfungsform sowie ggf. die exakte Prüfungsdauer werden vom Prüfungsausschuss zu Beginn des Semesters fachbereichsöffentlich bekannt gegeben.*)

Gewichtungsfaktor für Gesamtnote

nach CP

Gesamtworkload des Moduls Arbeitsaufwand = Zeitstunden (h)

240 Stunden

Anteil Präsenzzeit in Zeitstunden (h)

90 Stunden

Anteil Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung in Zeitstunden (h)

150 Stunden

Anmerkungen/Hinweise

Zugehörige Lehrveranstaltungen

Pflichtveranstaltung/en:

- Dynamik der Teilchen und Felder (SU, 1. Sem., 3 SWS)
- Quantenphysik (SU, 1. Sem., 3 SWS)

Zugehörige Lehrveranstaltung

Dynamik der Teilchen und Felder
Dynamics of Particles and Fields

LV-Nummer	Kürzel	Arbeitsaufwand 4 CP, davon 3 SWS als Seminaristischer Unterricht	Fachsemester 1. (empfohlen)
Veranstaltungsformen Seminaristischer Unterricht	Häufigkeit jedes Semester	Sprache(n) Deutsch	

Verwendbarkeit der LV

Dozentinnen/Dozenten

Prof. Dr. Hans Hely

ggf. besondere formale Voraussetzungen

empfohlene fachliche Voraussetzungen

Kompetenzen/Lernziele der LV

Anwenden theoretisch physikalischer Lösungsprinzipien im Bereich Mechanik und Elektrodynamik

Themen/Inhalte der LV

- Lagrange Gleichungen: Bewegung im Zentralfeld, Streuung von Teilchen
- Schwingungen mit mehreren Freiheitsgraden
- Hamiltonsche Gleichungen
- Ladungen im elektromagnetischen Feld
- Zeitlich langsam veränderliche Felder
- Maxwellsche Gleichungen
- Elektromagnetische Wellen

Literatur

- W. Nolting: Grundkurs: Theoretische Physik,
 - Band 2 - Analytische Mechanik, Springer Verlag
 - Band 3 - Klassische Elektrodynamik, Springer Verlag
- T. Fließbach: Mechanik, Spektrum Verlag
- T. Fließbach: Elektrodynamik, Spektrum Verlag
- A. Lindner: Grundkurs Theoretische Physik, Teubner Verlag

Medienformen

Arbeitsaufwand der LV in Zeitstunden (h)

120 Stunden

Anmerkungen/Hinweise

Zugehörige Lehrveranstaltung

Quantenphysik
Quantum Physics

LV-Nummer	Kürzel	Arbeitsaufwand 4 CP, davon 3 SWS als Seminaristischer Unterricht	Fachsemester 1. (empfohlen)
Veranstaltungsformen Seminaristischer Unterricht	Häufigkeit jedes Semester	Sprache(n) Deutsch	

Verwendbarkeit der LV

Dozentinnen/Dozenten

Prof. Dr.rer.nat. Hans-Dieter Bauer

ggf. besondere formale Voraussetzungen

empfohlene fachliche Voraussetzungen

Kompetenzen/Lernziele der LV

Eingehenderes Verständnis der grundlegenden Prinzipien der Quantenphysik und Kenntnis der einschlägigen Experimente. Beherrschung der wichtigsten Begrifflichkeiten zur quantitativen Beschreibung und rechnerischen Lösung typischer einfacher Probleme der Quantenphysik. Einblick in die erkenntnistheoretischen Implikationen des quantenphysikalischen Modells.

Themen/Inhalte der LV

- Limits der Klassischen Physik
- Schrödinger Gleichung, freies Teilchen, unendlich tiefer Potentialtopf
- Eindimensionales Wellenpaket
- Quantenmechanische Operatoren, Observable, Erwartungswerte
- Heisenberg'sche Unschärferelation
- Teilchen im endlichen Potentialtopf, stationäre Zustände, Termschema
- Potentialwälle, Streuzustände
- Schwingungen in der Quantenphysik
- Rotation in der Quantenphysik, sphärisch-symmetrische Potentiale
- Wasserstoffatom, Atomaufbau
- Mehrelektronenatome, Periodensystem
- Moleküle in der Quantenphysik
- Quantenphysik und Spektroskopie
- Ergänzende Kapitel

Literatur

D. J. Griffiths: Quantenmechanik, Pearson 2012

Medienformen

Powerpoint-Präsentation (auch als Skript zu verwenden) Tafelanschiebe

Arbeitsaufwand der LV in Zeitstunden (h)

120 Stunden

Anmerkungen/Hinweise

Modul

Mathematik
Mathematics

Modulnummer 8100	Kürzel MAT	Modulverbindlichkeit Pflicht	Modulverwendbarkeit
Arbeitsaufwand 4 CP, davon 4 SWS	Dauer 2 Semester	Häufigkeit jedes Semester	Sprache(n) Deutsch
Fachsemester 1. (empfohlen)	Prüfungsart Modulprüfung	Leistungsart Prüfungsleistung	Modulbenotung Benotet (differenziert)

Hinweise für Curriculum

Modulverantwortliche(r)
Prof. Dr. Friedhelm Schönfeld

formale Voraussetzungen

empfohlene fachliche Voraussetzungen

Kompetenzen

Fach- und Methodenkompetenzen (Wissen und Verstehen sowie Anwendung und Erzeugung von Wissen)

Die Mathematik als Sprache des Physikers wird in diesem Modul deutlich über das Bachelor-Niveau hinaus weiterentwickelt. Neben der Vermittlung reiner Mathematikkenntnisse wird vor allem auf deren Anwendung für physikalischer Problemstellungen Wert gelegt. Es werden mathematische Werkzeuge eingeführt und deren Einsatz anhand von Beispielen aus unterschiedlichen physikalischen Gebieten eingeübt.

Ziel ist eine vertiefte Fähigkeit zur Verwendung mathematischer Formalismen bei der physikalischen Modellbildung.

Das Modul vermittelt mathematische Kompetenzen, die nötig sind, um eigenständiges wissenschaftliches Arbeiten zu dokumentieren und zu interpretieren. Die behandelten mathematischen Methoden sind von allgemeiner Relevanz und weit über die konkreten physikalischen Fragestellungen hinaus einsetzbar.

Fachunabhängige Kompetenzen (Kommunikation und Kooperation)

Fachunabhängige Kompetenzen werden integriert erworben.

Prüfungsform

Klausur o. mündliche Prüfung (*Die Prüfungsform sowie ggf. die exakte Prüfungsdauer werden vom Prüfungsausschuss zu Beginn des Semesters fachbereichsöffentlich bekannt gegeben.*)

Gewichtungsfaktor für Gesamtnote

nach CP

Gesamtworkload des Moduls Arbeitsaufwand = Zeitstunden (h)

120 Stunden

Anteil Präsenzzeit in Zeitstunden (h)

60 Stunden

Anteil Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung in Zeitstunden (h)

60 Stunden

Anmerkungen/Hinweise

Zugehörige Lehrveranstaltungen

Pflichtveranstaltung/en:

- Höhere Mathematik (SU, 1. Sem., 4 SWS)

Zugehörige Lehrveranstaltung

Höhere Mathematik
Higher Mathematics

LV-Nummer	Kürzel	Arbeitsaufwand 4 CP, davon 4 SWS als Seminaristischer Unterricht	Fachsemester 1. (empfohlen)
Veranstaltungsformen Seminaristischer Unterricht	Häufigkeit jedes Semester	Sprache(n) Deutsch	

Verwendbarkeit der LV

Dozentinnen/Dozenten

Prof. Dr. Friedhelm Schönfeld

ggf. besondere formale Voraussetzungen

empfohlene fachliche Voraussetzungen

- Fundierte Kenntnisse in Linearer Algebra und Analysis

Kompetenzen/Lernziele der LV

Studierende können Themen der höheren Mathematik selbständig erarbeiten und mathematische Methoden in andere Felder angewandter Wissenschaften übertragen. Studierende können mathematische Konzepte erweitern und an wissenschaftlichen Diskussionen in Forschung und Entwicklung teilnehmen.

Themen/Inhalte der LV

- Transformationsverhalten von Vektoren und Matrizen
- Vektoranalysis: Integralsätze von Gauß und Stokes, Potenzialtheorie
- Wichtige partielle Differentialgleichungen in der Physik: Wellen-, Diffusions-, Wärmeleitungs-, Potential-, Navier-Stokes-Gleichung
- Lösungsmethoden partieller Differentialgleichungen
- Funktionentheorie: komplexe Differenzierbarkeit, Integralsatz von Cauchy, Laurent-Reihen, Residuensatz

Literatur

- Christian Lang u. Norbert Pucker, Mathematische Methoden der Physik, Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, ISBN 3-8274-158-6
- George B. Arfken u. Hans J. Weber, Mathematical Methods for Physicists, Elsevier Academic Press, ISBN 978-0-12-088584-8
- Tilo Arens et al., Mathematik, Spektrum Akademischer Verlag, ISBN 978-3-8274-1758-9

Medienformen

Arbeitsaufwand der LV in Zeitstunden (h)

120 Stunden

Anmerkungen/Hinweise

Modul

Theoretische Physik 1
Theoretical physics 1

Modulnummer 8300	Kürzel TP1	Modulverbindlichkeit Pflicht	Modulverwendbarkeit
Arbeitsaufwand 7 CP, davon 5 SWS	Dauer 2 Semester	Häufigkeit jedes Semester	Sprache(n) Deutsch
Fachsemester 1. (empfohlen)	Prüfungsart Modulprüfung	Leistungsart Prüfungsleistung	Modulbenotung Benotet (differenziert)

Hinweise für Curriculum

Modulverantwortliche(r)

Prof. Dr. rer. nat. habil. Friedemann Völklein

formale Voraussetzungen

empfohlene fachliche Voraussetzungen

Kompetenzen

Fach- und Methodenkompetenzen (Wissen und Verstehen sowie Anwendung und Erzeugung von Wissen)

Es werden grundlegende Konzepte zur klassischen und quantentheoretischen Beschreibung von Vielteilchensystemen und von Festkörpern vermittelt. Dabei stehen die thermodynamischen, elektronischen und optischen Eigenschaften im Vordergrund. Die Studenten lernen, aufbauend auf den theoretisch-physikalischen Modellen die Vielfalt der mikroskopischen und makroskopischen Eigenschaften der Materie zu durchdringen, daraus ein Verständnis für experimentelle Untersuchungsmethoden zu gewinnen und eigenständig planend experimentelle Arbeiten zu konzipieren. Das Verständnis für die Eigenschaften und das Verhalten von Vielteilchensystemen und Festkörpern ist Teil des Fundamentes der modernen Physik und damit grundlegend für ein Arbeiten in den Bereichen Forschung und Entwicklung.

Fachunabhängige Kompetenzen (Kommunikation und Kooperation)

Fachunabhängige Kompetenzen werden integriert erworben.

Prüfungsform

Klausur o. mündliche Prüfung (*Die Prüfungsform sowie ggf. die exakte Prüfungsdauer werden vom Prüfungsausschuss zu Beginn des Semesters fachbereichsöffentlich bekannt gegeben.*)

Gewichtungsfaktor für Gesamtnote

nach CP

Gesamtworkload des Moduls Arbeitsaufwand = Zeitstunden (h)

210 Stunden

Anteil Präsenzzeit in Zeitstunden (h)

75 Stunden

Anteil Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung in Zeitstunden (h)

135 Stunden

Anmerkungen/Hinweise

Zugehörige Lehrveranstaltungen

Pflichtveranstaltung/en:

- 8302 Physik elektronischer / optischer Materialien (SU, 1. Sem., 3 SWS)
- Statistische Physik (SU, 1. Sem., 2 SWS)

Zugehörige Lehrveranstaltung

Physik elektronischer / optischer Materialien

Physics of electronic / optical material

LV-Nummer

8302

Kürzel**Arbeitsaufwand**

4 CP, davon 3 SWS als Seminaristischer Unterricht

Fachsemester

1. (empfohlen)

Veranstaltungsformen

Seminaristischer Unterricht

Häufigkeit

jedes Jahr

Sprache(n)

Deutsch

Verwendbarkeit der LV**Dozentinnen/Dozenten**

Prof. Dr. rer. nat. habil. Friedemann Völklein

ggf. besondere formale Voraussetzungen**empfohlene fachliche Voraussetzungen****Kompetenzen/Lernziele der LV**

Verständnis der atomaren Struktur und der daraus resultierenden elektronischen und optischen Eigenschaften von Festkörpern. Befähigung zur Planung von Experimenten zur Bestimmung festkörperphysikalischer Eigenschaften und zur ihrer Auswertung einschließlich der Beurteilung von Messfehlern.

Themen/Inhalte der LV

- Kristall-Struktur, reziprokes Gitter und elektronische Bandstruktur von Festkörpern
- Bandstruktur und Ladungsträger-Statistik in Halbleitern
- Ladungs-Transport in Festkörpern (Boltzmann-Transportgleichung)
- Theorie thermo-elektro-galvanomagnetischer Effekte in Festkörpern
- Dielektrische und optoelektronische Eigenschaften
- Experimentelle Methoden zur Bestimmung festkörperphysikalischer Eigenschaften

Literatur

- C. Kittel: Einführung in die Festkörperphysik
- P. S. Kirejew: Physik der Halbleiter

Medienformen**Arbeitsaufwand der LV in Zeitstunden (h)**

120 Stunden

Anmerkungen/Hinweise

Zugehörige Lehrveranstaltung

Statistische Physik
Statistical Physics

LV-Nummer	Kürzel	Arbeitsaufwand 3 CP, davon 2 SWS als Seminaristischer Unterricht	Fachsemester 1. (empfohlen)
Veranstaltungsformen Seminaristischer Unterricht	Häufigkeit jedes Semester	Sprache(n) Deutsch	

Verwendbarkeit der LV

Dozentinnen/Dozenten

Prof. Dr. rer. nat. habil. Friedemann Völklein

ggf. besondere formale Voraussetzungen

empfohlene fachliche Voraussetzungen

Kompetenzen/Lernziele der LV

- Verständnis der statistischen Phänomene in physikalischen Vielteilchen-Systemen

Anwendungen:

- Freies Elektronengas
- Richardson-Gesetz
- Plancksche Strahlungsverteilung
- spezifische Wärme von Festkörpern

Themen/Inhalte der LV

- Einführung in den Wahrscheinlichkeitsbegriff
- Diskrete und kontinuierliche Verteilungsfunktionen
- Statistische Masszahlen; Statistische Auswertung von Zufallsexperimenten
- Statistische Korrelation von zwei Zufallsgrößen und Regressionsanalyse
- Statistische Prüfung von Hypothesen; Statistische Stichproben und Qualitätssicherung
- Zeitmittel und Scharmittel
- Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung
- Phasenraum, Mikro- und Makrozustände
- Statistische Definition der Entropie
- Verteilungsfunktionen für Bosonen und Fermionen

Literatur

- Sommerfeld: Thermodynamik und Statistik
- Berkeley Physik Kurs 5: Statistische Physik
- Reif: Statistische Physik und Physik der Wärme
- Vojta/Vojta: Teubner-Taschenbuch der Statistischen Physik
- Storm: Wahrscheinlichkeitsrechnung, Mathematische Statistik, Statistische Qualitätskontrolle

Medienformen

Arbeitsaufwand der LV in Zeitstunden (h)

90 Stunden

Anmerkungen/Hinweise

Modul

Modellierung
Modelling

Modulnummer 8400	Kürzel MO1	Modulverbindlichkeit Pflicht	Modulverwendbarkeit
Arbeitsaufwand 9 CP, davon 7 SWS	Dauer 2 Semester	Häufigkeit jedes Semester	Sprache(n) Deutsch
Fachsemester 1. - 2. (empfohlen)		Prüfungsart Zusammengesetzte Modulprüfung	

Hinweise für Curriculum

Begründung für zusammengesetzte Modulprüfung

Die prozessorientierte Studienleistung ergänzt didaktisch die ergebnisorientierte Prüfungsleistung.

Modulverantwortliche(r)

Prof. Dr. Andreas Brensing

formale Voraussetzungen

empfohlene fachliche Voraussetzungen

Kompetenzen

Fach- und Methodenkompetenzen (Wissen und Verstehen sowie Anwendung und Erzeugung von Wissen)

Komplexe physikalische Phänomene oder Systeme darzustellen und ihr Verhalten zu verstehen erfordert deutlich über das Bachelor-Niveau hinausgehende mathematisch-theoretische aber auch praktisch-technische Kenntnisse und Fertigkeiten.

Die LV Systeme und Signale macht mit grundsätzlichen Systemeigenschaften und ihrer mathemat. Beschreibung vertraut, führt in wichtige Modelle und Kategorien von Systemen ein und befähigt zur kritischen Betrachtung solcher Systeme. Die LV Modellierung und Simulation physikalischer Systeme geht von konkreten physikalischen Systemen aus und übt deren Beschreibung bzw. Modellierung anhand komplexer Simulationstools ein.

Erreicht werden soll ein Verständnis für das Zusammenwirken von Einzelkomponenten in einem System und die Fähigkeit der Beschreibung derart komplexer Systeme. Weiterhin soll ein vertieftes Verständnis für die Wirkungsweise moderner Software und vor allem ein kritischer Umgang mit ihr erzielt werden.

Der Umgang mit komplexen Systemen, ihr Verständnis und ihre Darstellung und Nutzung, vor allem mittels moderner Software, gehören zu den Hauptanforderungen an technische Entwickler und Forschende.

Fachunabhängige Kompetenzen (Kommunikation und Kooperation)

Fachunabhängige Kompetenzen werden integriert erworben.

Zusammensetzung der Modulnote

CP-gewichteter Mittelwert aus den LV-Noten

Gewichtungsfaktor für Gesamtnote

nach CP

Gesamtworkload des Moduls Arbeitsaufwand = Zeitstunden (h)

270 Stunden

Anteil Präsenzzeit in Zeitstunden (h)

105 Stunden

Anteil Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung in Zeitstunden (h)

165 Stunden

Anmerkungen/Hinweise**Zugehörige Lehrveranstaltungen**Pflichtveranstaltung/en:

- Modellierung und Simulation physikalischer Systeme (SU, 2. Sem., 3 SWS)
- Systeme und Signale (SU, 1. Sem., 4 SWS)

Zugehörige Lehrveranstaltung

Modellierung und Simulation physikalischer Systeme

Modelling and Simulation of physical Systems

LV-Nummer	Kürzel	Arbeitsaufwand 4 CP, davon 3 SWS als Seminaristischer Unterricht	Fachsemester 2. (empfohlen)
Veranstaltungsformen Seminaristischer Unterricht	Häufigkeit jedes Semester	Sprache(n)	

Verwendbarkeit der LV

Dozentinnen/Dozenten

ggf. besondere formale Voraussetzungen

empfohlene fachliche Voraussetzungen

Kompetenzen/Lernziele der LV

Die LV Modellierung und Simulation physikalischer Systeme geht von konkreten physikalischen Systemen aus und übt deren Beschreibung bzw. Modellierung anhand komplexer Simulationstools ein. Bei den simulierten physikalischen Systemen handelt es sich um komplexere mechanische und optische Systeme. • Eigenständiges Programmieren mit der High-Level-Sprache MATLAB • Numerische und algebraische Lösungsverfahren zur Lösung von Differentialgleichungen • Erschließen kommerzieller Simulationssoftware (Algorithmen, Handling), • Bewertung von Simulationsergebnissen und -programmen • Teamarbeit in den Programmierprojekten • Präsentation der erstellten Programme

Themen/Inhalte der LV

• Erlernen der high-level-Sprache MATLAB; • Erstellen eines interaktiv nutzbaren Programms zur Berechnung und grafischen Darstellung der Eigenschaften eines speziellen physikalischen Systems unter Verwendung von MATLAB; • Kennenlernen von Testmethoden und Bewertungskriterien für Simulationsprogramme; • Kennenlernen von Algorithmus und Arbeitsweise eines FEM-Simulationstools • Beispiele zu Simulationsaufgabenthemen: gekoppelte Drehpendel, Foucault-Pendel, Planetenbewegung, optische Schichten, optische Systeme, Fourier-Optik, Moden in planaren Wellenleitern, Gauß'sche Laserstrahlen.

Literatur

U. Stein: Einstieg in das Programmieren mit MATLAB St. Lynch: Dynamical systems with applications using MATLAB T. Sauerbier: Theorie und Praxis von Simulationssystemen W. J. Kaufmann, L. L. Smarr: Simulierte Welten Physikalische Fachliteratur und Aufsätze zur gewählten Simulationsaufgabe

Medienformen

• Skript • Präsentationsfolien • Programmier-Übungsaufgaben • Simulationsprojekt • Nutzung der Software Matlab

Leistungsart

Studienleistung

Prüfungsform

Referat/Präsentation o. Kurzttest (Die Prüfungsform sowie ggf. die exakte Prüfungsdauer werden vom Prüfungsausschuss zu Beginn des Semesters fachbereichsöffentlich bekannt gegeben.)

LV-Benotung

Benotet

Arbeitsaufwand der LV in Zeitstunden (h)

120 Stunden

Anmerkungen/Hinweise

Zugehörige Lehrveranstaltung

Systeme und Signale
Systems and Signals

LV-Nummer	Kürzel	Arbeitsaufwand 5 CP, davon 4 SWS als Seminaristischer Unterricht	Fachsemester 1. (empfohlen)
Veranstaltungsformen Seminaristischer Unterricht	Häufigkeit jedes Semester	Sprache(n) Deutsch	

Verwendbarkeit der LV

Dozentinnen/Dozenten

Prof. Dr. Andreas Brensing

ggf. besondere formale Voraussetzungen

empfohlene fachliche Voraussetzungen

Kompetenzen/Lernziele der LV

Die Studierenden können Signale und lineare zeitinvariante (LTI) Systeme im Sinne der Signal- und Systemtheorie klassifizieren und beschreiben. Sie beherrschen die grundlegenden Integraltransformationen zeitkontinuierlicher und zeitdiskreter deterministischer Signale und Systeme. Sie können deterministische Signale und Systeme in Zeit- und Bildbereich mathematisch beschreiben und analysieren. Sie verstehen elementare Operationen und Konzepte der Signalverarbeitung und können diese in Zeit- und Bildbereich beschreiben. Sie können einfache Systeme hinsichtlich wichtiger Eigenschaften wie Betrags- und Phasenfrequenzgang, Stabilität, Linearität etc. analysieren und entwerfen. Sie können den Einfluss von LTI-Systemen auf die Signaleigenschaften in Zeit- und Frequenzbereich beurteilen. Die Studierenden kennen übergeordnete Prinzipien und Eigenschaften von verschiedenen physikalisch-technischen Systemen.

Themen/Inhalte der LV

- Klassifizierung von Signalen und Systemen
- Standardsignale
- Modellbildung von Systemen anhand technisch-physikalischer Beispiele
- Mathematische Beschreibung und Berechnung linear-zeitinvarianter Systeme mittels linearer Differentialgleichungen (zeitkontinuierlich) bzw. Differenzgleichung (zeitdiskret) – Stoßantwort und mathematische Faltung
- Mathematische Beschreibung und Berechnung linear-zeitinvarianter Systeme im Bildbereich mittels Fourier-Transformation, Laplace-Transformation und z-Transformation - Übertragungsfunktion
- Stabilität von Systemen
- Grundlagen der Filtertheorie
- Filteranwendungen
- Linearisierung von nichtlinearen Systemen
- Gekoppelte Systeme

Literatur

1. Hans Dieter Lüke: Signalübertragung; Springer
2. Martin Werner: Signale und Systeme; Vieweg + Teubner
3. Josef Hoffmann, Franz Quint: Einführung in Signale und Systeme; Oldenbourg Verlag
4. Rolf Unbehauen: Systemtheorie, Oldenbourg Wissenschaftsverlag

Medienformen

Projektion und Tafel

Leistungsart

Prüfungsleistung

Prüfungsform

Klausur o. mündliche Prüfung (*Die Prüfungsform sowie ggf. die exakte Prüfungsdauer werden vom Prüfungsausschuss zu Beginn des Semesters fachbereichsöffentlich bekannt gegeben.*)

LV-Benotung

Benotet

Arbeitsaufwand der LV in Zeitstunden (h)

150 Stunden

Anmerkungen/Hinweise

Modul

Professional Skills
Professional Skills

Modulnummer 8600	Kürzel PSK	Modulverbindlichkeit Pflicht	Modulverwendbarkeit
Arbeitsaufwand 6 CP, davon 4 SWS	Dauer 1 Semester	Häufigkeit jedes Semester	Sprache(n) Deutsch
Fachsemester 1. - 2. (empfohlen)		Prüfungsart Modulprüfung (Wahlpflichtbereich)	

Hinweise für Curriculum

Begründung für zusammengesetzte Modulprüfung

Modulverantwortliche(r)

Prof. Dr.rer.nat. Hans-Dieter Bauer

formale Voraussetzungen

empfohlene fachliche Voraussetzungen

Kompetenzen

Fach- und Methodenkompetenzen (Wissen und Verstehen sowie Anwendung und Erzeugung von Wissen)

Allgemein

Die beruflichen Anforderungen an einen Physiker oder Ingenieur im Bereich F&E gehen über rein fachliche Kompetenzen und Fertigkeiten hinaus. Dem breiten und vielfältigen außerfachlichen Anforderungsprofil soll mit zwei individuell wählbaren LV entsprochen werden.

Im Hinblick auf das Modul

Erfolgreiches Publizieren, Projekte planen und gezielt durchführen, Informationen zugänglich machen und effizient aufbereiten, Innovationen verstehen und nutzen sowie ein Projekt in ein wirtschaftliches Unternehmen überführen sind häufige außerfachliche Problemstellungen bzw. Anforderungen.

Fach-/ Methoden-/ Lern-/ soziale Kompetenzen

Je nach LV werden v.a. organisatorische, kommunikative und analytische Fähigkeiten geschult. Näheres s. LV-Beschreibungen.

Einbindung in die Berufsvorbereitung

Die vermittelten Fähigkeiten und Fertigkeiten sollen helfen, die nicht-fachlichen Herausforderungen der Berufswelt zu meistern.

Fachunabhängige Kompetenzen (Kommunikation und Kooperation)

Fachunabhängige Kompetenzen werden integriert erworben.

Zusammensetzung der Modulnote

Gewichtungsfaktor für Gesamtnote

nach CP

Gesamtworkload des Moduls Arbeitsaufwand = Zeitstunden (h)

180 Stunden

Anteil Präsenzzeit in Zeitstunden (h)

60 Stunden

Anteil Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung in Zeitstunden (h)

120 Stunden

Anmerkungen/Hinweise

Zugehörige Lehrveranstaltungen

Zugehörige Lehrveranstaltung

Entrepreneurship

Entrepreneurship

LV-Nummer 8609 (SL), 8610 (PL)	Kürzel	Arbeitsaufwand 3 CP, davon 2 SWS als Seminaristischer Unterricht	Fachsemester 2. (empfohlen)
Veranstaltungsformen Seminaristischer Unterricht	Häufigkeit jedes Jahr	Sprache(n) Deutsch	

Verwendbarkeit der LV

Dozentinnen/Dozenten

Prof. Dr. Thomas Heimer

ggf. besondere formale Voraussetzungen

empfohlene fachliche Voraussetzungen

Kompetenzen/Lernziele der LV

Der Kurs will den Studierenden Ansätze des Entrepreneurships vermitteln. Ziel ist es, die Studierenden in die Lage zu versetzen, den Prozess der Unternehmensgründung theoriebasiert zu verstehen und umsetzen zu können.

Themen/Inhalte der LV

Die folgenden Inhalte werden durch den Kurs vermittelt:

- Die Bedeutung von Unternehmensgründung für die deutsche Wirtschaft
- Innovation und Entrepreneurship - Zwei Seiten der selben Münze
- Was ist Entrepreneurship? - Definitionen
- Was zeichnet Entrepreneure aus? Von den geborenen Führern zu modernen Ansätzen
- Was macht Unternehmensgründungen erfolgreich?
- Finanzierung von Unternehmensgründungen

Literatur

- Afuah, Allan: Innovation Management: strategies, implementation, and profits/Allan Afuah - 2nd ed. - 2003
- Drucker, Peter F.: Innovation and Entrepreneurship: practice and principles/Peter F. Drucker - 1993
- Empirical Entrepreneurship in Europe: new perspectives/ed. by Michael Dowling... - 2007
- Entrepreneurship Research in Europe: outcomes and perspectives/ed. by Alain Fayolle - 2005
- Venkataraman, S.; Sarasvathy, Saras D.: Strategy and Entrepreneurship: outlines of an untold story/S. Venkataraman and Saras D. Sarasvathy, in: The Blackwell Handbook of Strategic Management S. 650-668

Medienformen

Leistungsart

Studienleistung

Prüfungsform

Ausarbeitung/Hausarbeit

LV-Benotung

Benotet

Arbeitsaufwand der LV in Zeitstunden (h)

90 Stunden

Anmerkungen/Hinweise

Zugehörige Lehrveranstaltung

Innovationsmanagement
Innovation Management

LV-Nummer 8605 (SL), 8606 (PL)	Kürzel	Arbeitsaufwand 3 CP, davon 2 SWS als Seminaristischer Unterricht	Fachsemester 2. (empfohlen)
Veranstaltungsformen Seminaristischer Unterricht	Häufigkeit jedes Jahr	Sprache(n) Deutsch	

Verwendbarkeit der LV

- Studiengang: Medizintechnik
- Modul: Professional Skills
- Lehrveranstaltungsliste: Professional Skills
- Lehrveranstaltung: Innovationsmanagement

Dozentinnen/Dozenten

Prof. Dr. Thomas Heimer

ggf. besondere formale Voraussetzungen

empfohlene fachliche Voraussetzungen

Kompetenzen/Lernziele der LV

Der Kurs zielt auf die Vermittlung neuer Ansätze des Innovationsmanagements und der Technikgenese- und Diffusionssteuerung. Den Studierenden erlernen und verstehen theoriebasiert der Einfluss sozio-ökonomischer Einflüsse auf den Technikgenese- und Diffusionsprozess.

Themen/Inhalte der LV

Die folgenden Inhalte werden durch den Kurs vermittelt:

- Die Rolle von Innovationen in einer Volkswirtschaft
- Sozio-ökonomische Steuerung des Technikgeneseprozesses
- Methoden der Diffusionssteuerung
- Adoptionsverhalten bei technischen Standards, Probleme und Risiken
- Strategisches Innovationsmanagement

Literatur

- Gerybadze, Alexander, 2004, Technologie- und Innovationsmanagement, Vahlen Verlag
- Dosi, G., 1982, Technological Paradigms and technological trajectories, in: Research Policy, Vol. 11

Medienformen

Leistungsart

Studienleistung

Prüfungsform

Ausarbeitung/Hausarbeit

LV-Benotung

Benotet

Arbeitsaufwand der LV in Zeitstunden (h)

90 Stunden

Anmerkungen/Hinweise

Zugehörige Lehrveranstaltung

Projektmanagement 2
Project Management 2

LV-Nummer 8603 (SL), 8604 (PL)	Kürzel	Arbeitsaufwand 3 CP, davon 2 SWS als Seminaristischer Unterricht	Fachsemester 1. (empfohlen)
Veranstaltungsformen Seminaristischer Unterricht	Häufigkeit jedes Jahr	Sprache(n) Deutsch	

Verwendbarkeit der LV

- Studiengang: Medizintechnik
- Modul: Professional Skills
- Lehrveranstaltungsliste: Professional Skills
- Lehrveranstaltung: Projektmanagement 2

Dozentinnen/Dozenten

Prof. Dr.-Ing. Ludwig Dorn, Prof. Dr. Thomas Heimer

ggf. besondere formale Voraussetzungen

empfohlene fachliche Voraussetzungen

Kompetenzen/Lernziele der LV

Die Studierenden sollen mit den Ansätzen des Projektmanagements vertraut gemacht werden und die Methodiken des Projektmanagement erlernen.

Themen/Inhalte der LV

Die folgenden Inhalte werden durch den Kurs vermittelt:

- Einführung in das Projektmanagement
- Projektorganisation
- Projektplanung
- Projektsteuerung
- Projektabschluss

Literatur

- Vorlesungsskript
- Bea, F.X., S. Scheurer, S. Hesselmann, 2008, Projektmanagement, Stuttgart
- Kerzner, H., 2003, Projektmanagement: Ein systemorientierter Ansatz zur Planung und Steuerung, Bonn
- Litke, H.-D., 2007, Projektmanagement: Methoden, Techniken, Verhaltensweisen, 5. Erweiterte Auflage, München

Medienformen

Leistungsart

Studienleistung

Prüfungsform

Ausarbeitung/Hausarbeit

LV-Benotung

Benotet

Arbeitsaufwand der LV in Zeitstunden (h)

90 Stunden

Anmerkungen/Hinweise

Zugehörige Lehrveranstaltung

Statistische Versuchsplanung
Design of Experiment

LV-Nummer	Kürzel	Arbeitsaufwand 3 CP, davon 2 SWS als Seminaristischer Unterricht	Fachsemester 2. (empfohlen)
Veranstaltungsformen Seminaristischer Unterricht	Häufigkeit jedes Semester	Sprache(n) Deutsch	

Verwendbarkeit der LV

- Studiengang: Medizintechnik
- Modul: Professional Skills
- Lehrveranstaltungsliste: Professional Skills
- Lehrveranstaltung: Statistische Versuchsplanung

Dozentinnen/Dozenten

Daria Dassow

ggf. besondere formale Voraussetzungen

empfohlene fachliche Voraussetzungen

Kompetenzen/Lernziele der LV

Die Studierenden sollen die Prinzipien der Planung und Auswertung von Versuchen mit vielen Einflussgrößen lernen, üben und für typische in Industrie und Forschung auftretende Fragestellungen anwenden. Sie sollen dadurch in die Lage versetzt werden, Einsatzmöglichkeiten der Methoden korrekt einzuschätzen und bei Bedarf diese auch selbständig einsetzen zu können.

Themen/Inhalte der LV

- Vorgehensweise und Prinzipien der Versuchsplanung, der Weg vom Problem zum Versuchsplan. Faktorielle Versuchspläne und ihre Einsatzgebiete.
- Auswertung von Versuchsplänen.
- Versuchspläne für nichtlineare Zusammenhänge. Orthogonale Felder als Versuchspläne.
- Teilfaktorielle Versuchspläne und das Screening Problem.
- Störquellen für Messungen und Störquellen für Systemverhalten. Umgang mit Störgrößen.

Literatur

- Wilhelm Kleppmann. Taschenbuch Versuchsplanung, Hanser, 2013
- Karl Siebertz, David van Bebber, Tomas Hochkirchen. Statistische Versuchsplanung – Design of Experiments, Springer, 2010.
- Lorenz Braun, Claus Morgenstern, Michael Radeck. Prozessoptimierung mit statistischen Verfahren, Hanser, 2010

Medienformen

- Skriptum und Präsentationsfolien zur Vorlesung
- Arbeitsblätter für die Übungen

Leistungsart

Studienleistung

Prüfungsform

Ausarbeitung/Hausarbeit

LV-Benotung

Benotet

Arbeitsaufwand der LV in Zeitstunden (h)

90 Stunden

Anmerkungen/Hinweise

Zugehörige Lehrveranstaltung

Wissenschaftliches Schreiben
Scientific writing

LV-Nummer 8601 (SL), 8602 (PL)	Kürzel	Arbeitsaufwand 3 CP, davon 2 SWS als Seminaristischer Unterricht	Fachsemester 1. (empfohlen)
Veranstaltungsformen Seminaristischer Unterricht	Häufigkeit jedes Jahr	Sprache(n) Deutsch	

Verwendbarkeit der LV

- Studiengang: Medizintechnik
- Modul: Professional Skills
- Lehrveranstaltungsliste: Professional Skills
- Lehrveranstaltung: Wissenschaftliches Schreiben

Dozentinnen/Dozenten

M.A. Michaela Paefgen-Laß

ggf. besondere formale Voraussetzungen

empfohlene fachliche Voraussetzungen

Kompetenzen/Lernziele der LV

- Themen finden, definieren und eingrenzen
- Material recherchieren
- Wissen und Ideen sinnvoll gliedern und strukturieren (cluster, mind-map)
- Sprachliche und formale Anforderungen an wissenschaftliche Texte anwenden können (Letter, Abstrakt, Bericht)
- Die richtige Angabe von Zitaten und Quellen
- Texte durch Aufbau und Sprache informativ und attraktiv gestalten
- Texte für den Berufsalltag unterscheiden und verfassen können (Nachricht, Pressemitteilung, Fachbeitrag, Anwenderreportage, Unternehmensdarstellung, Gebrauchsanweisung)
- Das Bild zum Text, den Text zum Bild finden
- Die Qualität eigener und fremder Texte beurteilen
- Grundlagen der Öffentlichkeitsarbeit: Wie komme ich mit meinem Text in die Zeitung

Themen/Inhalte der LV

Ein großer Teil wissenschaftlicher Arbeit besteht aus dem Lesen und Schreiben von Texten. Dabei wird leider oft unnötig viel Zeit verschwendet. Und: nichts hemmt den Schreibprozess mehr als ein leeres Blatt. Der Schreibprozess wird durchsichtiger, wenn die einzelnen Schritte entzerrt und die Anforderungen jedes einzelnen Schrittes herausgearbeitet werden. Die Studierenden sollen lernen, Startschwierigkeiten zu überwinden, die einzelnen Schritte im Schreibprozess zu unterscheiden und richtig einzusetzen. Wissen und Ideen sollen strukturiert (cluster, mind-map) und in einen logischen Aufbau gebracht werden können. Auf die schnelle Niederschrift der Rohfassung folgt das gründliche Überarbeiten. Der/die Studierende lernt in der Gruppe das Beurteilen von eigenen und fremden Texten.

Die Teilnehmer/innen sollen unterscheiden können zwischen Texten für den akademischen und den späteren praxisbezogenen Berufsalltag. Es wird gelernt, die verschiedenen stilistischen Anforderungen zu beachten und das Leserinteresse immer im Blick zu haben. Außerdem soll der Kurs zeigen, welche Anforderungen Texte erfüllen müssen, um über den Schreibtisch von Redakteuren an die Öffentlichkeit zu gelangen.

Literatur

Aktuelle Handouts

Medienformen

Leistungsart

Studienleistung

Prüfungsform

Ausarbeitung/Hausarbeit

LV-Benotung

Benotet

Arbeitsaufwand der LV in Zeitstunden (h)

90 Stunden

Anmerkungen/Hinweise

Modul

Forschungsprojekt
Research Project

Modulnummer 8700	Kürzel FPR	Modulverbindlichkeit Pflicht	Modulverwendbarkeit
Arbeitsaufwand 14 CP, davon SWS	Dauer 1 Semester	Häufigkeit jedes Semester	Sprache(n) Deutsch oder Englisch
Fachsemester 1. - 2. (empfohlen)	Prüfungsart Modulprüfung	Leistungsart Prüfungsleistung	Modulbenotung Benotet (differenziert)

Hinweise für Curriculum

Modulverantwortliche(r)

Prof. Dr.rer.nat. Hans-Dieter Bauer

formale Voraussetzungen

empfohlene fachliche Voraussetzungen

Kompetenzen

Fach- und Methodenkompetenzen (Wissen und Verstehen sowie Anwendung und Erzeugung von Wissen)

Durch aktive Teilnahme an einem Forschungsvorhaben soll die Fähigkeit vermittelt werden, die fachlichen Inhalte des Studiums unter Bedingungen der Forschungspraxis unter Anleitung zur Lösung komplexer Probleme anwenden zu können. Das Forschungsprojekt soll organisatorisch und inhaltlich zur Thematik der Master-Thesis überleiten und wird in einer externen oder internen Forschungs- oder Entwicklungsgruppe durchgeführt. Die spezifischen wissenschaftlichen Arbeitsweisen (Informationsbeschaffung, gezielte Wissensvertiefung, exakte Formulierung der offenen Fragen, Versuchsplanung, Versuchsdurchführung und -auswertung, Interpretation, Präsentation und Dokumentation der Ergebnisse) sollen in einer forschungsorientierten Arbeitsgruppe erlernt werden. Die Studierenden lernen anhand einer Forschungs- oder Entwicklungsaufgabe, ihr Wissen für physikalisch-technische Problemlösungen einzusetzen und eine Aufgabe termingerecht abzuschließen. Die Tätigkeit in einer Arbeitsgruppe stärkt die Team- und Kommunikationsfähigkeit. Das Modul ist wesentliches Element der Vorbereitung auf eigenständiges wissenschaftliches Arbeiten im Modul Master-Thesis, für weitere wissenschaftliche Qualifikationen und in der späteren beruflichen Tätigkeit.

Fachunabhängige Kompetenzen (Kommunikation und Kooperation)

Fachunabhängige Kompetenzen werden integriert erworben.

Prüfungsform

praktische/künstlerische Tätigkeit

Gewichtungsfaktor für Gesamtnote

nach CP

Gesamtworkload des Moduls Arbeitsaufwand = Zeitstunden (h)

420 Stunden

Anteil Präsenzzeit in Zeitstunden (h)

0 Stunden

Anteil Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung in Zeitstunden (h)

420 Stunden

Anmerkungen/Hinweise

Zugehörige Lehrveranstaltungen

Pflichtveranstaltung/en:

- 8700 Forschungsprojekt (Proj, 1. - 2. Sem., SWS)

Zugehörige Lehrveranstaltung

Forschungsprojekt
Research Project

LV-Nummer 8700	Kürzel	Arbeitsaufwand 14 CP, davon SWS als Projekt	Fachsemester 1. - 2. (empfohlen)
Veranstaltungsformen Projekt	Häufigkeit	Sprache(n) Deutsch, Englisch	

Verwendbarkeit der LV

Dozentinnen/Dozenten

Prof. Dr.rer.nat. Hans-Dieter Bauer

ggf. besondere formale Voraussetzungen

empfohlene fachliche Voraussetzungen

Kompetenzen/Lernziele der LV

Die LV trägt zu den Lernergebnissen des Moduls mit der Erarbeitung der angegebenen Themen/Inhalte bei.

Themen/Inhalte der LV

Fachpraktisch und fächerübergreifend werden je nach Anforderung des Arbeitsplatzes die Inhalte des Master-Studiums anwendungsbezogen fortgeführt.

Literatur

Veröffentlichungen zum jeweiligen Forschungsgebiet: Wissenschaftl. Publikationen, Projektberichte, Patente.

Medienformen

Arbeitsaufwand der LV in Zeitstunden (h)

420 Stunden

Anmerkungen/Hinweise

Modul

Photonik
Photonics

Modulnummer	Kürzel PHO	Modulverbindlichkeit Pflicht	Modulverwendbarkeit
Arbeitsaufwand 6 CP, davon 4 SWS	Dauer 2 Semester	Häufigkeit jedes Semester	Sprache(n) Deutsch oder Englisch; Deutsch
Fachsemester 2. (empfohlen)	Prüfungsart Modulprüfung	Leistungsart Prüfungsleistung	Modulbenotung Benotet (differenziert)

Hinweise für Curriculum

Die Lehrveranstaltung "Quantenelektronik" wird in Englisch gehalten.

Modulverantwortliche(r)

Prof. Dr. rer. nat. Stefan Kontermann

formale Voraussetzungen

empfohlene fachliche Voraussetzungen

Kompetenzen

Fach- und Methodenkompetenzen (Wissen und Verstehen sowie Anwendung und Erzeugung von Wissen)

Ähnlich wie die Elektronik das vergangene Jahrhundert revolutioniert hat, so werden die neuen Möglichkeiten, die sich durch den Einsatz von Photonen eröffnen, für das 21. Jahrhundert maßgebend sein. Brillante Laserquellen, kompakte und präzise Sensorik, maßgeschneiderte Optiken, hochauflösende Bildgebung in der Medizin sowie leistungsfähige Glasfasernetze zur High-Speed-Datenübertragung markieren den aktuellen technischen Fortschritt. Ausgehend von der gemeinsamen Basis, Licht technologisch nutzbar zu machen, verbindet die Photonik so unterschiedliche Bereiche wie hochpräzise Lasermaterialbearbeitung, Sensorik, biologische Bildgebung, Beleuchtungstechnik und Medizintechnik und Informationsübertragung durch Lichtwellenleiter. Dieses Modul vermittelt deshalb grundlegende Konzepte zur theoretischen Beschreibung von elektromagnetischen Wellen. Der Fokus liegt dabei auf der Theorie der ebenen Wellen, der paraxialen Wellen, der räumlichen Beschreibung von Laserstrahlen, der Physik evaneszenter Felder und der Ultrakurz-pulsoptik.

Fachunabhängige Kompetenzen (Kommunikation und Kooperation)

Dieses Modul vermittelt die Kompetenz, die erlernten Grundlagen auf aktuelle Verfahren und Entwicklungen im Bereich der Optik zu verstehen und zu bewerten.

Prüfungsform

Klausur o. mündliche Prüfung (*Die Prüfungsform sowie ggf. die exakte Prüfungsdauer werden vom Prüfungsausschuss zu Beginn des Semesters fachbereichsöffentlich bekannt gegeben.*)

Gewichtungsfaktor für Gesamtnote

nach CP

Gesamtworkload des Moduls Arbeitsaufwand = Zeitstunden (h)

180 Stunden

Anteil Präsenzzeit in Zeitstunden (h)

60 Stunden

Anteil Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung in Zeitstunden (h)

120 Stunden

Anmerkungen/Hinweise

Zugehörige Lehrveranstaltungen

Pflichtveranstaltung/en:

- Optische Sensorik (SU, 2. Sem., 2 SWS)
- Quantenelektronik (SU, 2. Sem., 2 SWS)

Zugehörige Lehrveranstaltung

Optische Sensorik
Optical Sensors

LV-Nummer	Kürzel	Arbeitsaufwand 3 CP, davon 2 SWS als Seminaristischer Unterricht	Fachsemester 2. (empfohlen)
Veranstaltungsformen Seminaristischer Unterricht	Häufigkeit jedes Jahr	Sprache(n) Deutsch	

Verwendbarkeit der LV

Dozentinnen/Dozenten

Prof. Dr. rer. nat. Stefan Kontermann

ggf. besondere formale Voraussetzungen

empfohlene fachliche Voraussetzungen

- adäquate Kenntnisse in angewandter Physik

Kompetenzen/Lernziele der LV

Vermittlung wesentlicher Phänomene der Ausbreitung optischer Strahlung, insbesondere an Grenzflächen und Mikrostrukturen, deren mathematische Beschreibung und deren Anwendungen in der optischen Sensorik.
Vermittlung der Fähigkeit, aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet aktiv zu verfolgen und dessen Methodik eigenständig auf eigene Problemstellungen in der Forschung anzuwenden.

Themen/Inhalte der LV

Verständnis der theoretischen Grundlagen und Funktionsprinzipien von

- Winkelspektrum / Fourier-Optik
- Grenzflächenoptik
- Optik dünner Schichten
- Wellenleiteroptik
- Nahfeldoptik
- moderne optische Sensoren und Messverfahren
- Lorentz-Oszillator- und Drude-Modell zur Beschreibung der Dispersion
- Fresnellsche Gleichungen
- Beschreibung der Polarisation

Literatur

- A. Buckman: Guided Wave Photonics
- G. A. Reider: Photonik
- D. Meschede: Optik, Licht und Laser
- B. Saleh, M. Teich: Fundamentals of Photonics
- M. Ohtsu, K. Kobayashi: Optical Near Fields
- Physikalische Fachliteratur und Aufsätze

Medienformen

- Tafelanschrieb
- Diskussion
- Präsentationsfolien
- Übungen

Arbeitsaufwand der LV in Zeitstunden (h)

90 Stunden

Anmerkungen/Hinweise

Zugehörige Lehrveranstaltung

Quantenelektronik
Quantum Electronics

LV-Nummer	Kürzel	Arbeitsaufwand 3 CP, davon 2 SWS als Seminaristischer Unterricht	Fachsemester 2. (empfohlen)
Veranstaltungsformen Seminaristischer Unterricht	Häufigkeit jedes Jahr	Sprache(n) Deutsch, Englisch	

Verwendbarkeit der LV

Dozentinnen/Dozenten

Prof. Dr. rer. nat. Stefan Kontermann

ggf. besondere formale Voraussetzungen

empfohlene fachliche Voraussetzungen

- adäquate Kenntnisse in angewandter Physik

Kompetenzen/Lernziele der LV

Vermittlung wesentlicher Phänomene der Wechselwirkung von Licht mit Materie und deren mathematischer Beschreibung und deren Anwendungen:

- Laser und deren Strahlung
- Lineare Eigenschaften optischer Medien
- Nichtlineare Eigenschaften optischer Medien
- Vermittlung der Fähigkeit, die Theorie quantenelektronischer Prozesse auf der Ebene der halbklassischen Beschreibung zu verstehen und anzuwenden

Themen/Inhalte der LV

- Laserstrahlung: Gaußsche Strahlen und deren Transformation durch optische Komponenten,
- Ultrakurze Lichtimpulse, Erzeugung, Eigenschaften, Dispersionsmanagement, optische Solitonen
- Auswirkung von Dispersion verschiedener Ordnung auf Lichtpulse
- Lineare Optik: Absorption und Dispersion,
- Nichtlineare Optik: SHG, Kerr-Effekt, FWM,
- optische Pinzette, Laserstrahlkühlung

Literatur

- G. A. Reider: Photonik
- A. Yariv, P. Yeh: Optical Waves in Crystals
- B. Saleh, M. Teich: Fundamentals of Photonics
- K. Iizuka: Elements of Photonics 1, 2
- Physikalische Fachliteratur

Medienformen

- Tafelanschrieb
- Diskussion
- Präsentationsfolien
- Übungen

Arbeitsaufwand der LV in Zeitstunden (h)

90 Stunden

Anmerkungen/Hinweise

Modul

Experimentelle Methodik Experimental Methods

Modulnummer 8500	Kürzel EM1	Modulverbindlichkeit Pflicht	Modulverwendbarkeit
Arbeitsaufwand 6 CP, davon 5 SWS	Dauer 2 Semester	Häufigkeit jedes Semester	Sprache(n) Deutsch; Englisch
Fachsemester 2. (empfohlen)		Prüfungsart Zusammengesetzte Modulprüfung	

Hinweise für Curriculum

Die Lehrveranstaltung "Laseranwendung" wird in Englisch gehalten.

Begründung für zusammengesetzte Modulprüfung

Modulverantwortliche(r)

Prof. Dr.rer.nat. Hans-Dieter Bauer

formale Voraussetzungen

empfohlene fachliche Voraussetzungen

Kompetenzen

Fach- und Methodenkompetenzen (Wissen und Verstehen sowie Anwendung und Erzeugung von Wissen)

Das Experiment als ursprünglichste Methode der physikalischen Forschung nimmt in einem Studiengang zur Angewandten Physik eine zentrale Stellung ein. Einerseits soll die exp. Methodik als solche vertieft werden, andererseits muss verdeutlicht werden, wie ein Anwendungsgebiet mit mehreren Methoden erschlossen oder eine Methodik für Anwendungen in unterschiedlichen Gebieten eingesetzt werden kann. Die LV Laseranwendung will die Studierenden mit einem äußerst wertvollen Werkzeug der physikalischen Forschung, seinen Eigenschaften und vielfältigen Applikationen bekannt machen. In der LV Oberflächen- und Dünnschichtphysik/Nanotechnologie werden neben Methoden zur Darstellung und Charakterisierung dünner Schichten und Nanostrukturen auch Aspekte ihrer Anwendung in modernen Feldern der Hochtechnologie vermittelt. Durch das Vorstellen experimenteller Methoden und moderner Anwendungsgebiete soll primär ein profunder Überblick erlangt werden, der für die konkrete Planung, auswertung und Interpretation von Experimenten befähigt. Da die Absolventinnen und Absolventen speziell in forschungsnahen Arbeitsfeldern (Forschungsinstitut, Entwicklungsabteilung) ihre berufliche Position finden werden, bereitet das Modul maßgeblich auf die berufliche Tätigkeit vor.

Fachunabhängige Kompetenzen (Kommunikation und Kooperation)

Fachunabhängige Kompetenzen werden integriert erworben.

Zusammensetzung der Modulnote

Gewichtungsfaktor für Gesamtnote

nach CP

Gesamtworkload des Moduls Arbeitsaufwand = Zeitstunden (h)

180 Stunden

Anteil Präsenzzeit in Zeitstunden (h)

75 Stunden

Anteil Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung in Zeitstunden (h)

105 Stunden

Anmerkungen/Hinweise**Zugehörige Lehrveranstaltungen**Pflichtveranstaltung/en:

- Laseranwendung (SU, 2. Sem., 3 SWS)
- Oberflächen- und Dünnschichtphysik / Nanotechnologie (SU, 2. Sem., 2 SWS)

Zugehörige Lehrveranstaltung

Laseranwendung
Laser Applications

LV-Nummer	Kürzel	Arbeitsaufwand 3 CP, davon 3 SWS als Seminaristischer Unterricht	Fachsemester 2. (empfohlen)
Veranstaltungsformen Seminaristischer Unterricht	Häufigkeit jedes Jahr	Sprache(n) Englisch	

Verwendbarkeit der LV

Dozentinnen/Dozenten

Prof. Dr.rer.nat. Hans-Dieter Bauer

ggf. besondere formale Voraussetzungen

empfohlene fachliche Voraussetzungen

Kompetenzen/Lernziele der LV

Verständnis des Laserprinzips und der Eigenschaften von Laserstrahlung. Kenntnisse zur Messtechnik in der Spektroskopie. Kenntnisse über die wichtigsten Methoden der lasergestützten Spektroskopie und Interferometrie. Einblick in die Phänomene der Wechselwirkung von Laserstrahlung mit Materie. Einblick in weitere Anwendungen von Lasern in der Messtechnik und Medizin.

Themen/Inhalte der LV

- Grundlagen des Lasers, Eigenschaften von Laserstrahlung, Typen von Lasern
- Eigenschaften von Spektren und Spektrallinien
- Spektroskopische Methoden (IR- und Raman-Spektroskopie, Dopplerfreie Spektroskopie)
- Laufzeitmethoden (Laser-Doppler-Velocimetrie, OTDR, LIDAR)
- Interferenzmethoden (Interferometrie und Interferenzmikroskopie, FTIR-Spektrometrie, Holographie für die Materialinspektion, Anwendungen holographischer Gitter, Laserkreisel/Sagnac-Effekt)
- Erzeugung und Nachweis kurzer Laserpulse
- Wechselwirkung von Laserstrahlung mit Materie, insbes. Gewebe
- Anwendungen des Lasers in der Medizin

Literatur

ppt-Skript W. Demtröder, Laserspektroskopie, Springer Verlag F. K. Kneubühl, M. W. Sigrist, Laser, Teubner Verlag D. Meschede, Optik, Licht und Laser, Teubner Verlag (jeweils teilweise) Liste wird ergänzt durch Spezialkapitel oder Arbeitsmaterial zu medizintechnisch relevanten Themen.

Medienformen

ppt-Präsentation, gleichzeitig als Skript fungierend, Tafelanschriften

Leistungsart

Prüfungsleistung

Prüfungsform

Klausur o. mündliche Prüfung (Die Prüfungsform sowie ggf. die exakte Prüfungsdauer werden vom Prüfungsausschuss zu Beginn des Semesters fachbereichsöffentlich bekannt gegeben.)

LV-Benotung

Benotet

Arbeitsaufwand der LV in Zeitstunden (h)

90 Stunden

Anmerkungen/Hinweise

Zugehörige Lehrveranstaltung

Oberflächen- und Dünnschichtphysik / Nanotechnologie
Surface and Thin Film Physics / Nanotechnology

LV-Nummer	Kürzel	Arbeitsaufwand 3 CP, davon 2 SWS als Seminaristischer Unterricht	Fachsemester 2. (empfohlen)
Veranstaltungsformen Seminaristischer Unterricht	Häufigkeit jedes Semester	Sprache(n) Deutsch	

Verwendbarkeit der LV

Dozentinnen/Dozenten

Dr. Markus Bender

ggf. besondere formale Voraussetzungen

empfohlene fachliche Voraussetzungen

Kompetenzen/Lernziele der LV

Verständnis für das physikalische Verhalten von Oberflächen und Grenzflächen im Unterschied zu den physikalischen Eigenschaften massiver Festkörper im Inneren. Kenntnis grundlegender Begriffe zur Beschreibung des Verhaltens von Oberflächen und Grenzflächen (z.B. Oberflächenspannung, Bindungsverhältnisse, Teilchenemission). Vertieftes Wissen zu den Methoden der Herstellung dünner Schichten, ihrer Vor- und Nachteile sowie Anwendungsgebiete. Fähigkeit zur Einordnung (Anwendungsbereich, Erkenntnisgewinn) von Methoden der Schichtanalytik, z.B. hinsichtlich Schichthaftung, Struktur und Zusammensetzung. Überblick zu den Anwendungsgebieten dünner Schichten im Alltag und zu den aktuellen Forschungsgebieten, insbesondere im Bereich Nanotechnologie.

Themen/Inhalte der LV

1. Einführung: Definition Grenzfläche, Oberfläche, dünne Schichten und deren Anwendungsgebiete, dicke Schichten, Notwendigkeit von Vakuum
2. Theorie der Oberfläche: vom Festkörper zur Oberfläche, Strukturen, Oberflächenspannung, Teilchenemission, insb. Elektronen und Sputtern
3. Herstellung dünner Schichten: Präparation der Oberfläche, Umwandlungsmethoden, PVD und CVD Methoden, elektrochemische Abscheidung, Schichtwachstum
4. Analytik an dünnen Schichten: Mechanisch (Haftung, Härte, Dickenmessung, Rasterkraftmikroskopie); Elektrisch (Leitfähigkeit, Elektronenmobilität, auch thermische Eigenschaften); Optische Eigenschaften (Optische Spektroskopie, Antireflexion); Analytik mit Strahlung (XRF, XRD, XPS, Elektronenmikroskopie, EELS, EDX AES, ERDA, RBS, SIMS)
5. Spezielle und aktuelle Themen (2D-Systeme, Graphen, stimulierte Desorption, mit DOP zu Nanostrukturen)

Literatur

- M. Ohring, The Materials Science of Thin Films, Academic Press (1992 first edition, 2002 second edition) General outline of the lecture
- D. L. Smith, Thin-Film Deposition, McGraw-Hill, Inc. (1995) used mainly for thin films
- M. C. Desjonqueres et al., Concepts in Surface Physics, 2nd, 1998 „Theorie der Oberfläche“
- L. C. Feldman, J. W. Mayer, Fundamentals of Surface and Thin Film Analysis, North-Holland
- H. Frey, „Vakuum-Beschichtung“, Band 1-5, VDI-Verlag (1995)
- W. Schilling, W. Zinn, „Dünne Schichten und Schichtsysteme“, 17. IFF-Ferienkurs, Vorlesungsmanuskripte, Kernforschungsanlage Jülich GmbH, Institut für Festkörperforschung (1986)
- N. Pinna, M. Knez, „Atomic Layer Deposition of Nanostructured Materials“, Wiley-VCH (2012)
- K. W. Kolasinski, „Surface Science, Foundations of Catalysis and Nanoscience“, 2001, Wiley
- G. Kienel (Hrsg.), „Vakuumbeschichtung 3 – Anlagenautomatisierung, Mess- und Analysetechnik“, 1994, VDI Verlag

Medienformen

- Powerpoint
- Tafelanschrift
- kleine Experimente und Exponate
- Präsentation der Studierenden
- Exkursion zum GSI-Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, Darmstadt

Leistungsart

Studienleistung

Prüfungsform

Referat/Präsentation o. Kurztest (*Die Prüfungsform sowie ggf. die exakte Prüfungsdauer werden vom Prüfungsausschuss zu Beginn des Semesters fachbereichsöffentlich bekannt gegeben.*)

LV-Benotung

Benotet

Arbeitsaufwand der LV in Zeitstunden (h)

90 Stunden

Anmerkungen/Hinweise

Modul

Master-Thesis
Master Thesis

Modulnummer 9050	Kürzel MT	Modulverbindlichkeit Pflicht	Modulverwendbarkeit
Arbeitsaufwand 30 CP, davon SWS	Dauer 1 Semester	Häufigkeit jedes Semester	Sprache(n) Deutsch oder Englisch
Fachsemester 3. (empfohlen)		Prüfungsart Zusammengesetzte Modulprüfung	

Hinweise für Curriculum

Begründung für zusammengesetzte Modulprüfung

Modulverantwortliche(r)

Prof. Dr. rer. nat. habil. Friedemann Völklein

formale Voraussetzungen

- Die Zulassung zur Master-Arbeit kann beantragen, wer sechs Module erfolgreich abgeschlossen hat sowie sich zum Modul Forschungsprojekt angemeldet hat.

empfohlene fachliche Voraussetzungen

Kompetenzen

Fach- und Methodenkompetenzen (Wissen und Verstehen sowie Anwendung und Erzeugung von Wissen)

Es soll die Fähigkeit vertieft und am konkreten Problem erprobt werden, die im Studium erworbenen Erkenntnisse und Kompetenzen im Rahmen einer Forschungs- oder Entwicklungsarbeit unter berufspraktischen Bedingungen weitgehend selbstständig anzuwenden.

Die spezifischen wissenschaftlichen Arbeitsweisen (Informationsbeschaffung, Wissensvertiefung, Versuchsplanung, Versuchsdurchführung und -auswertung, Interpretation, Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse) sollen weitgehend selbstständig ausgeführt werden. Die Kandidatin/der Kandidat ist in der Lage, ausgehend vom aktuellen Forschungsstand ihres/seines Fachgebietes ihr/sein theoretisches Wissen und ihre/seine erlernte Methoden- und Systemkompetenz einzusetzen, um innerhalb einer vorgegebenen Frist eine komplexe Problemstellung aus dem Bereich der Forschung und Entwicklung selbstständig mit wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten.

Die Studierenden lernen anhand einer Forschungs- oder Entwicklungsaufgabe, ihr Wissen für physikalisch-technische Problemlösungen einzusetzen und ein Aufgabe termingerecht abzuschließen. Sie erwerben die Fähigkeit zur theoriegeleiteten anwendungsbezogenen Forschung sowie analytische, konstruktive und kreative Fähigkeiten zur Neu- und Weiterentwicklung von Methoden und Verfahren. Das Modul ist wesentliches Element der Vorbereitung auf eigenständiges wissenschaftliches Arbeiten in der späteren beruflichen Tätigkeit und für weitere Qualifikationen.

Fachunabhängige Kompetenzen (Kommunikation und Kooperation)

Die Tätigkeit in einer Arbeitsgruppe stärkt die Team- und Kommunikationsfähigkeit, die abschließende Zusammenfassung der Ergebnisse in der Master-Thesis und im zugehörigen Kolloquium festigt ihre Kompetenz hinsichtlich der Interpretation, Dokumentation und Präsentation wissenschaftlicher Resultate.

Zusammensetzung der Modulnote

Gewichtungsfaktor für Gesamtnote

nach CP

Gesamtworkload des Moduls Arbeitsaufwand = Zeitstunden (h)

900 Stunden

Anteil Präsenzzeit in Zeitstunden (h)

0 Stunden

Anteil Selbststudium inklusive Prüfungsvorbereitung in Zeitstunden (h)

900 Stunden

Anmerkungen/Hinweise**Zugehörige Lehrveranstaltungen**Pflichtveranstaltung/en:

- Master-Arbeit (MA, 3. Sem., SWS)
- Master-Kolloquium (Kol, 3. Sem., SWS)

Zugehörige Lehrveranstaltung

Master-Arbeit
Master Thesis

LV-Nummer	Kürzel	Arbeitsaufwand 27 CP, davon SWS als Master-Arbeit	Fachsemester 3. (empfohlen)
Veranstaltungsformen Master-Arbeit	Häufigkeit jedes Semester	Sprache(n) Deutsch, Englisch	

Verwendbarkeit der LV

Dozentinnen/Dozenten

Dozentinnen und Dozenten des Studiengangs

ggf. besondere formale Voraussetzungen

empfohlene fachliche Voraussetzungen

Kompetenzen/Lernziele der LV

Die LV trägt zu den Lernergebnissen des Moduls mit der Erarbeitung der angegebenen Themen/Inhalte bei.

Themen/Inhalte der LV

Forschungs- und Entwicklungsaufgabe der angewandten Physik, Darstellung der Ergebnisse im Fachbereichsseminar, in der Master-Thesis und im Rahmen des Kolloquiums zur Master-Thesis

Literatur

Aktuelle Fachliteratur zur Thematik der Master-Arbeit.

Medienformen

Leistungsart

Prüfungsleistung

Prüfungsform

Ausarbeitung/Hausarbeit

LV-Benotung

Benotet

Arbeitsaufwand der LV in Zeitstunden (h)

810 Stunden

Anmerkungen/Hinweise

Zugehörige Lehrveranstaltung

Master-Kolloquium

Thesis Seminar

LV-Nummer	Kürzel	Arbeitsaufwand 3 CP, davon SWS als Kolloquium	Fachsemester 3. (empfohlen)
Veranstaltungsformen Kolloquium	Häufigkeit jedes Semester	Sprache(n) Deutsch, Englisch	

Verwendbarkeit der LV

Dozentinnen/Dozenten

Dozentinnen und Dozenten des Studiengangs

ggf. besondere formale Voraussetzungen

empfohlene fachliche Voraussetzungen

Kompetenzen/Lernziele der LV

Die LV trägt zu den Lernergebnissen des Moduls mit der Erarbeitung der angegebenen Themen/Inhalte bei.

Themen/Inhalte der LV

Literatur

Medienformen

Leistungsart

Prüfungsleistung

Prüfungsform

Fachgespräch

LV-Benotung

Benotet

Arbeitsaufwand der LV in Zeitstunden (h)

90 Stunden

Anmerkungen/Hinweise