



**BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL**

**Modulhandbuch des Studiengangs
Master Physik**

Stand: 4. Mai 2017

Inhaltsverzeichnis

Allgemeine Vertiefungsfächer	4
DA Data Analysis	4
GDP Gruppen- und Darstellungstheorie in der Physik	6
FQM Fortgeschrittene Quantenmechanik	8
ART Allgemeine Relativitätstheorie	10
EAP Einführung in die Atmosphärenphysik	11
MSV Messtechnik und Signalverarbeitung	13
EFK Experimentelle Festkörperphysik	15
TFK Theoretische Festkörperphysik	17
GETA Grundlagen der Elementarteilchenphysik und der Teilchenastrophysik	19
KOS Kosmologie	21
Schwerpunkt Atmosphärenphysik	22
APST1 Spezielle Themen der Atmosphärenphysik I	22
APST2 Spezielle Themen der Atmosphärenphysik II	24
APST3 Spezielle Themen der Atmosphärenphysik III	25
APS1 Seminar zur Atmosphärenphysik I	26
APS2 Seminar zur Atmosphärenphysik II	27
APS3 Seminar zur Atmosphärenphysik III	28
APML Atmosphärenforschung - Methoden	29
APPK Atmosphärenforschung - Projekte	30
APMM Atmosphärenforschung - Modellierungen	31
CDA Chemie und Dynamik der Atmosphäre	32
APEM Atmosphärenforschung - Messungen	33
APDV Atmosphärenforschung - Datenverarbeitung	34
Schwerpunkt Kondensierte Materie	35
DBV Digitale Bildverarbeitung in der Medizinischen Physik	35
BGV1 Bildgebende Verfahren 1	37
BGV2 Bildgebende Verfahren 2	39
BGV3 Bildgebende Verfahren 3	41
ERP Experimentelle Röntgenphysik	43
SAFM Synthese und Analytik funktionaler Materialschichten	45
SEFO Seminar experimentelle Festkörper- und Oberflächenphysik	47
VTT Vielteilchentheorien	48
SFT Statistische Feldtheorie	49
ELV Exakt lösbare Vielteilchenmodelle	51
SELM Seminar zu Exakt lösbare Modelle	52
SSP Seminar zur Statistischen Physik	53
SMwM Statistische Mechanik weicher Materie	54
NMvM Numerische Methoden in der Physik der weichen Materie	55
AMwM Anwendungen und Methoden der Computersimulation weicher kondensierter Materie	56
SPC Stochastische Prozesse	57
NDC Nichtlineare Dynamik und Chaos	58
Schwerpunkt Teilchenphysik	59
STEP Spezielle Themen der Elementarteilchenphysik	59
STTA Spezielle Themen der Teilchenastrophysik	61
SMTP Das Standardmodell der Elementarteilchenphysik	62
QFT Quantenfeldtheorie in der Teilchenphysik	63

TPWR	Weltweit verteiltes Rechnen	64
TPDP	Detectors and Methods in Particle and Astroparticle Physics	65
PHK	Physik der Hadronen und Kerne	67
SDT	Seminar zu Detektoren der Teilchenphysik	69
STP	Seminar zur Teilchenphysik	70
STB	Seminar zur Teilchenphysik an Beschleunigern	71
SPPS	Seminar zur Physik der Proton-(Anti)Proton Stöße	72
SETA	Seminar zu Experimenten der Teilchenastrophysik	73
SNP	Seminar zur Neutrinophysik	74
SPKS	Seminar zur Physik der kosmischen Strahlung	75
SMP	Seminar zur Mittelenergiephysik	76
STPM	Seminar zur Teilchenphänomenologie	77
VLGT	Vertiefungsseminar zur Lattice Gauge Theory	78
VTP	Vertiefungsseminar zur Teilchenphänomenologie	79
Fortgeschrittenen-Projektpraktikum		80
FPP	Fortgeschrittenen-Projektpraktikum	80
Master-Phase		83
MFS	Fachliche Spezialisierung	83
MMP	Methodenerkenntnis und Projektplanung	85
MA	Master-Arbeit mit Abschlusskolloquium	86
Nichtphysikalische Wahlpflichtmodule		87
Wei.Num	Weiterführung Numerik	87
Vert.Opt	Vertiefung Optimierung	89
E.OR.LP	Einführung in Operations Research	90
Wei.OR.DP	Weiterführung Operations Research: Diskrete Optimierung	92
G.LinAlg2	Grundlagen aus der Linearen Algebra II	94
E.Alg	Einführung in die Algebra	96
Vert.Alg	Vertiefung Algebra	98
Wei.LieAlg	Weiterführung Algebra: Lie-Algebren	99
Wei.AlgGeo	Weiterführung Algebra: Algebraische Geometrie	101
G.Ana3	Grundlagen aus der Analysis III	103
Ve.DGln	Differentialgleichungen	105
Ve.Mgfn	Analysis auf Mannigfaltigkeiten	107
Vert.FunkAna	Vertiefung Funktionalanalysis	109
Wei.FunkAna	Weiterführung Analysis: Funktionalanalysis	111
Wei.KomAlg	Weiterführung Algebra: Kommutative Algebra	113
Wei.KompAna	Weiterführung Analysis: Komplexe Analysis	115
Wei.Maß	Weiterführung Stochastik: Maß- und Integrationstheorie	117
Auf.NumAna	Numerical Analysis and Simulation I	119
Vert.NumAna	Numerical Analysis and Simulation II	120
Wei.Stat	Weiterführung Stochastik: Angewandte Statistik	121
WM.VerMath	Versicherungsmathematik	123
WM.FinMath	Finanzmathematik	124
Vert.Algo	Parallel Algorithms	126
FBE0106	Regelungstheorie	127
FBE0153	Hochspannungstechnik	128
FBE0088	Lasermesstechnik	130
FBE0149	Organic Electronics	131
FBE0056	Bildgebung und Sensorik	132
FBE0104	Rechnernetze und Datenbanken	133
PHY17A	Vertiefung Fachdidaktik Physik	134
BWiGes 5.2	Produktions- und Logistikmanagement	136
MWiWi 1.6	Informationsmanagement	138
MWiWi 1.4	Innovations- und Technologiemanagement	140

Allgemeine Vertiefungsfächer

Die Absolvent(inn)en verfügen nach Abschluss der Module im Allgemeinen Vertiefungsfach über folgende Qualifikationen:

Fachliche Qualifikationen:

- Sie kennen fortgeschrittene Methoden, Techniken und Begriffsbildungen in weiteren Teilgebieten der Physik,
- und können diese schriftlich oder mündlich zusammenfassen und präsentieren.

Schlüsselqualifikationen:

- Sie entwickeln eigenständig neue Wege zur Lösung physikalischer Probleme
- Sie besitzen eine Präsentationskompetenz in Wort, Grafik und Schrift

Einzelne der Module stammen aus den Schwerpunkten (H=Herkunft): Atmosphärenphysik (A), Kondensierte Materie (K) und der Teilchenphysik (T). Es muss mindestens ein Modul aus der Experimentalphysik (EP) und mindestens ein Modul aus der Theoretischen Physik (TP) gewählt werden. Desweiteren dürfen die Module nicht aus dem gewählten Schwerpunkt der Master-Arbeit stammen und mindestens ein Modul muss explizit aus einem anderen Schwerpunkt gewählt werden. Verschiedene Module können auch im gewählten Schwerpunkt der Master-Arbeit eingesetzt werden. Die Verwendbarkeit im jeweiligen Schwerpunkt wird durch das Label V markiert.

Modul	H	V	Kürzel	Methode	LP
Data Analysis	-	T	DA	EP	6
Gruppen- und Darstellungstheorie in der Physik	-	KT	GDP	TP	6
Fortgeschrittene Quantenmechanik	-	KT	FQM	TP	9
Allg. Relativitätstheorie	-	T	ART	TP	6
Einführung in die Atmosphärenphysik	A	A	EAP	EP	9
Messtechnik und Signalverarbeitung	-	KAT	MSV	EP	6
Experimentelle Festkörperphysik	K	K	EFK	EP	6
Theoretische Festkörperphysik	K	K	TFK	TP	9
Grundlagen der Elementarteilchen- und Teilchenastrophysik	T	T	GETA	EP	9
Kosmologie	T	T	KOS	EP	6

DA Data Analysis

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 6 LP
Stellung der Note: 6/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	180 h

Lernergebnisse / Kompetenzen:

Die Absolvent(inn)en beherrschen die mathematischen Konzepte und praktischen Methoden der Analyse von Messdaten. Sie sind in der Lage physikalische Parameter mit Hilfe der Methode des Maximum Likelihood und der Methode der kleinsten Quadrate abzuschätzen. Die Studierenden sind insbesondere mit den Besonderheiten der Anwendung dieser Methoden im Bereich der experimentellen Teilchenphysik vertraut. Im Rahmen der beiden behandelten Parameterschätzungsmethoden sind die Absolvent(inn)en in Lage die Fehler auf die Messwerte mit verschiedenen Verfahren zu berechnen. Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse der Entfaltung von Verteilungen.

Modulverantwortliche(r):

Prof. Dr. C. Zeitnitz

Nachweise zu Data Analysis			
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Data Analysis			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Wahrscheinlichkeit, Verteilungen und ihre Eigenschaften, Erwartungswerte, RMS, Korrelation, Fehlerfortpflanzung, Tests, Parameterschätzung, Max. Likelihood, Methode der kleinsten Quadrate, Fits, Optimierung, Vertrauensintervalle, Entfaltung, Bootstrap u. Jackknife, Parameterisierungen			

b Übung Data Analysis			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

GDP Gruppen- und Darstellungstheorie in der Physik

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird 2-jährlich angeboten.	Workload: 6 LP
Stellung der Note: 6/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	180 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen die mathematische Grundlagen der Gruppen- und Darstellungstheorie und besitzen Kenntnisse über die Anwendbarkeit der Gruppentheorie in der Physik und Vermittlung der Bedeutung von Symmetrien und des Zusammenhangs von gruppentheoretischen Methoden. Sie gewinnen einen Überblick über die mathematischen Strukturen der Symmetrien in der Physik. Die so gewonnen Erkenntnisse können eigenständig auf andere und neue Probleme übertragen werden.		
Modulverantwortliche(r): PD Dr. M. Karbach		

Nachweise zu Gruppen- und Darstellungstheorie in der Physik

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Gruppen- und Darstellungstheorie in der Physik

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Eine Auswahl aus den Themen: <ul style="list-style-type: none"> - Elementare Gruppentheorie - Kristallographische Gruppen - Darstellungen endlicher Gruppen - Lie-Gruppen und Lie-Algebren - Die Drehgruppe und ihre Darstellungen - Wigner-Eckart-Theorem - Lorentz- und Poincaregruppe und ihre Darstellungen - Spinoren - Harmonische Oszillatorgruppe 			

b Übung Gruppen- und Darstellungstheorie in der Physik

b Übung Gruppen- und Darstellungstheorie in der Physik (Fortsetzung)			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

FQM Fortgeschrittene Quantenmechanik

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 9/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen fortgeschrittene Methoden und Techniken der Quantenmechanik, insbesondere die relativistische Formulierung und Feldquantisierung der Quantenmechanik. Sie sind in der Lage, Ableitung und Behandlung von fortgeschrittenen quantenmechanischen Problemen zu formulieren. Sie gewinnen einen Überblick über verschiedene Rechenmethoden und Näherungen sowie die fundamentale Bedeutung relativistischer Phänomene in der Physik. Die Absolvent(inn)en kennen die Grundlagen der theoretischen Teilchenphysik.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. R. Harlander		

Nachweise zu Fortgeschrittene Quantenmechanik

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 120 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Fortgeschrittene Quantenmechanik

Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 135 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> - Invarianz der Bewegungsgleichungen und Erhaltungssätze - Zeitumkehr - Zeitabhängige Störungstheorie - Variationsmethoden - Hartree-Fock-Gleichung - Struktur der Moleküle - Streutheorie: Wirkungsquerschnitt, Bornsche Reihe, Einfach- und Mehrfachstreuung - S- und T-Matrix - Relativistische Quantenmechanik: Klein-Gordon und Dirac-Gleichung - Feldquantisierung - Quantentheorie der Strahlung - Grundlagen der Teilchenphysik 			

b Übung Fortgeschrittene Quantenmechanik			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

ART Allgemeine Relativitätstheorie

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird 2-jährlich angeboten.	Workload: 6 LP
Stellung der Note: 6/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	180 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en beherrschen die Grundprinzipien der allg. Relativitätstheorie als theoretisches Fundament der Kosmologie. Sie verstehen das Urknall-Modell und seine wichtigsten Säulen (Hubble-Expansion, Mikrowellenhintergrundstrahlung, Synthese der leichten Elemente) und begreifen die Notwendigkeit der Existenz dunkler Materie und dunkler Energie. Sie sind in der Lage, das erlernte Wissen in Übungsaufgaben anzuwenden und zu vertiefen.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. A. Klümper		

Nachweise zu Allgemeine Relativitätstheorie

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Modalität der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Vorlesung Allgemeine Relativitätstheorie

Stellung im Modul: Pflicht (4 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 86,25 h	Kontaktzeit: 3 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Allgemeine Koordinatentransformationen, Metrik der Raumzeit, Geodäten, Lösungen der Einsteinschen Gleichungen, Schwarze Löcher, kosmische Dynamik und Weltmodelle, Hubble Gesetz, kritische Dichte des Universums, kosmologische Konstante, Altersbestimmungen, Mikrowellenhintergrundstrahlung, Primordiale Nukleosynthese, Dunkle Materie			

b Übung Allgemeine Relativitätstheorie

Stellung im Modul: Pflicht (2 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 48,75 h	Kontaktzeit: 1 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

EAP Einführung in die Atmosphärenphysik

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird semesterweise angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 9/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en besitzen ein Verständnis fundamentaler Zusammenhänge in der Atmosphärenphysik und haben Kenntnisse über grundlegende Gleichungen der Atmosphärenphysik. Sie kennen den Zusammenhang zwischen chemischen und physikalischen Prozessen in der Atmosphäre. Sie haben einen fundierten Überblick über den Spurenstoffhaushalt und die Strahlungsbilanz der Erde sowie die atmosphärische Zirkulation. Die Absolvent(inn)en verstehen die grundlegenden Phänomene des Wetters und des Klimas.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. R. Koppmann		

Nachweise zu Einführung in die Atmosphärenphysik

Teil der Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: Modulteil(e) a
Teil der Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: Modulteil(e) b
Bemerkungen:			

a Einführung in die Atmosphärenphysik

Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 135 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> - Grundgleichungen und Definitionen - Atmosphärische Thermodynamik - Strahlung im System Atmosphäre - Globale Energiebilanz und Treibhauseffekt - Spurengase und Photochemie - Dynamik der Atmosphäre - Atmosphärische Zirkulation - Kopplung von Chemie und Transport - Äußere Einflüsse auf die Atmosphäre - Ionosphäre und Magnetosphäre 			

b Übung Einführung in die Atmosphärenphysik

b Übung Einführung in die Atmosphärenphysik (Fortsetzung)			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

MSV Messtechnik und Signalverarbeitung

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 6 LP
Stellung der Note: 6/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	180 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen moderne Messverfahren und besitzen die erforderlichen Kenntnisse aus den Bereichen analoge und digitale Signalverarbeitung, Systemtheorie und physikalische Messtechnik. Die Studierenden sollen durch die Vorlesung u.a. in die Lage versetzt werden, Systeme zur Aufnahme und Verarbeitung von Messdaten nach Kriterien wie Empfindlichkeit, Auflösung oder Dynamik zu beurteilen und zu optimieren. Die Kenntnisse finden im weiteren Verlauf des Studiums (insbesondere im Bereich experimenteller Masterarbeiten) sowie in späteren, applikationsorientierten beruflichen Tätigkeiten in Wissenschaft oder Industrie ihre Anwendung.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. H. Bomsdorf		

Nachweise zu Messtechnik und Signalverarbeitung

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 150 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 5	Nachweis für: Modulteil(e) a
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 45 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 5	Nachweis für: Modulteil(e) a
unbenotete Studienleistung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 1	Nachweis für: Modulteil(e) b
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Messtechnik und Signalverarbeitung

Stellung im Modul: Pflicht (5 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 116,25 h	Kontaktzeit: 3 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Signale im Zeit- und Frequenzbereich, Digitalisierung, FT - DFT, LTI-Systeme, Übertragungsfunktionen, komplexe Frequenzebene, Laplacetransformation, z-Transformation, passive und aktive Filter, Signale und Rauschen, Rauschquellen, Rauschfortpflanzung, Methoden zur Empfindlichkeitsverbesserung, Modulation, Demodulation, Mischung (analog/digital), Spektrumanalyse, Netzwerkanalyse, Digitale Filter, Algorithmen zur digitalen Signal- und Bildverarbeitung, Wavelet-Transformation, Tomographische Rekonstruktionsverfahren, Messverfahren (beispielhaft), z.B. Messung ionisierender Strahlung, Spektroskopie, Tomographische Verfahren			

b Übung Messtechnik und Signalverarbeitung			
Stellung im Modul: Pflicht (1 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 18,75 h	Kontaktzeit: 1 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

EFK Experimentelle Festkörperphysik		
Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 6 LP
Stellung der Note: 6/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	180 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen weiterführender festkörperphysikalische Methoden und Theorien sowie moderne Experimentiertechniken, die bei der Entwicklung neuer, maßgeschneiderter Funktionsmaterialien auftreten. Sie sind in der Lage die verwendeten physikalischen und technischen Prinzipien auf wissenschaftliche Arbeit an laufenden Forschungsprojekten im Bereich der Materialforschung und -analyse sowie der Verfeinerung der bestehenden Synthese- bzw. Analysemethoden anzuwenden.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. R. Frahm		

Nachweise zu Experimentelle Festkörperphysik			
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Experimentelle Festkörperphysik			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 56,25 h	Kontaktzeit: 3 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Vertiefung der Kenntnisse in Festkörperphysik, u.a.: - Fermiflächen, Berechnung und Vermessung, thermoelektrische Effekte. - Reale Kristalle (Fehlstellen), Phasenübergänge, Materie in eingeschränkten Dimensionen -Größeneffekte - Dünne Schichten, Quantendrähte, Quantenpunkte, Legierungen, Intermetallische Phasen - Supraleitung, Hochtemperatursupraleitung - Materie unter extremen Temperaturen und Drücken - Aktuelle Themen der Festkörperforschung Moderne Verfahren zur Festkörperspektroskopie in Theorie und Experiment. u.a.: - Ramanspektroskopie, Röntgenabsorptionsspektroskopie, Röntgenfluoreszenzspektroskopie, Elektronenspektroskopien: Photoelektronen- und Augerelektronenspektroskopie, Photoelektronenbeugung - Plasmonen, Polaritonen, Polaronen – dielektrische Eigenschaften - Optische Eigenschaften von Festkörpern und Festkörperoberflächen. - Elektronenenergieverlustspektroskopie, Opt. Spektrosk. von ionischen Fehlstellen, Exzitonen - Moderne Spektrometer und deren Lichtquellen, Monochromatoren und Detektoren.			

b Übung Experimentelle Festkörperphysik			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 78,75 h	Kontaktzeit: 1 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

TFK Theoretische Festkörperphysik

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 9/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen den strukturellen Aufbau von Festkörpern, die Symmetrien von Kristallgittern und der elementaren Anregungen. Sie können eigenständig Dispersionsrelationen für Phononen und Bandelektro- nen und ihrer Konsequenzen für thermodynamische Eigenschaften im Rahmen von effektiven Modellen ableiten. Sie kennen verschiedene Rechenmethoden und die fundamentale Bedeutung der Korrelationsfunktionen für die Erklärung von Transportphänomenen und von Verfahren zur Materialuntersuchung wie Streuexperimente mit Neutronen etc.		
Voraussetzungen: Keine formalen, empfohlen Theoretische Physik 1- 4 aus dem B.Sc. in Physik		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. A. Klümper		

Nachweise zu Theoretische Festkörperphysik

Teil der Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: Modulteil(e) a
Teil der Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: Modulteil(e) b

a Theoretische Festkörperphysik

Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 135 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: - Hamiltonoperatoren der Festkörpertheorie - Adiabatisches Prinzip - Kristallgitter und Symmetrien - Blochsches Theorem - Phononen und Thermodynamik der Gitterschwingungen - Neutronenstreuung am Kristall - Bändermodell - Transportphänomene - optische Eigenschaften			

b Übung Theoretische Festkörperphysik

b Übung Theoretische Festkörperphysik (Fortsetzung)			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

GETA Grundlagen der Elementarteilchenphysik und der Teilchenastrophysik

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 9/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en beherrschen die Struktur des Standardmodells der Elementarteilchenphysik und möglicher Erweiterungen und erwerben Grundlagen zur theoretischen Berechnung und experimentellen Messung der Eigenschaften von Elementarteilchen an Teilchenbeschleunigern höchster Energie. Die Absolvent(inn)en sind in der Lage, die Wechselbeziehung zwischen der Teilchenphysik und Astroteilchenphysik darzulegen. Sie können die Mechanismen, die der Entstehung kosmischer Teilchenstrahlung zugrunde liegt, erklären und darlegen, wie kosmische Strahlung experimentell nachgewiesen werden kann.		
Voraussetzungen: Keine formalen, empfohlen sind die Grundvorlesungen der Experimentalphysik des B.Sc. Physik.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. R. Harlander		

Nachweise zu Grundlagen der Elementarteilchenphysik und der Teilchenastrophysik

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Grundlagen der Elementarteilchenphysik und der Teilchenastrophysik

Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 135 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> - Theorie der Feynman-Diagramme - Grundlagen der Starken und der Elektroschwachen Wechselwirkung - Fermionsektor: Top-Quark, CKM-Matrix, Neutrinos - Mögliche Erweiterungen (u.a. Supersymmetrie, Extra Dimensionen) - Experimentelle Daten und allg. Eigenschaften der Teilchen-, γ- und ν-Strahlung, Entstehungsprozesse, - aktive Galaxien, Rätsel der höchstenergetischen Teilchen - TeV γ-Strahlung, solare Neutrinos, TeV-Neutrino-Astronomie, neue experimentelle Techniken - Bezug zur Kosmologie 			

b Übung Grundlagen der Elementarteilchenphysik und der Teilchenastrophysik			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

KOS Kosmologie		
Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird 2-jährlich angeboten.	Workload: 6 LP
Stellung der Note: 6/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	180 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en beherrschen die Grundprinzipien der Kosmologie. Sie verstehen das Urknall-Modell und seine wichtigsten Säulen (Hubble-Expansion, Mikrowellenhintergrundstrahlung, Synthese der leichten Elemente) und begreifen die Notwendigkeit der Existenz dunkler Materie und dunkler Energie.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. K.-H. Kampert		

Nachweise zu Kosmologie			
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Kosmologie			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 56,25 h	Kontaktzeit: 3 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Allgemeine Koordinatentransformationen, Metrik der Raumzeit, Geodäten, Lösungen der Einsteinschen Gleichungen, Schwarze Löcher, kosmische Dynamik und Weltmodelle, Hubble Gesetz, kritische Dichte des Universums, kosmologische Konstante, Altersbestimmungen, Mikrowellenhintergrundstrahlung, Primordiale Nukleosynthese, Dunkle Materie			

b Übung Kosmologie			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 78,75 h	Kontaktzeit: 1 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

Schwerpunkt Atmosphärenphysik

Die Absolvent(inn)en verfügen nach Abschluss der Module im Schwerpunktfach Atmosphärenphysik über folgende Qualifikationen:

Fachliche Qualifikationen:

- Sie kennen fortgeschrittene Methoden, Techniken und Begriffsbildungen im Bereich der Atmosphärenphysik, - und können diese schriftlich oder mündlich zusammenfassen und präsentieren.

Schlüsselqualifikationen:

- Sie können sich kritisch mit aktuellen Forschungsergebnissen auseinandersetzen,
- sie gehen konstruktiv mit Forschungsberichten in der Literatur auch in englischer Sprache,
- sie besitzen eine Präsentationskompetenz in Wort, Grafik und Schrift.

APST1 Spezielle Themen der Atmosphärenphysik I

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 3 LP
Stellung der Note: 3/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	90 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en besitzen ein vertieftes Verständnis zu speziellen Themen der Atmosphärenphysik, der Atmosphärenchemie, der verwendeten Messtechniken sowie der solarerterrestrischen Beziehungen.		
Voraussetzungen: erfolgreiche Absolvierung des Moduls EAP im Master-Studiengang Physik oder des Moduls ATM im Bachelor-Studiengang Physik		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. R. Koppmann		

Nachweise zu Spezielle Themen der Atmosphärenphysik I

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: ganzes Modul

a Spezielle Themen der Atmosphärenphysik I

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		

a Spezielle Themen der Atmosphärenphysik I (Fortsetzung)**Inhalte:**

Nach Aktualität im Wechsel ein Thema aus den Gebieten Dynamik der Atmosphäre, Chemie der Atmosphäre, Sonnenphysik und Magnetosphäre, Messmethoden der Geophysik, Troposphärenchemie, Molekülspektroskopie, Planetenatmosphären. Alternativ kann die Veranstaltung "Physik, Chemie und Bilanzen atmosphärischer Spurengase I" des Bereiches Umweltchemie angeboten werden. Konkrete Themen sind zum Beispiel:

- Klimawandel: Vom Prozessverständnis zur Vorhersage
- Die extra-tropische Tropopausenregion: Beobachtung und Simulation
- Dynamik und Transport in der Stratosphäre (zweisemestrig)
- Messtechniken in der Atmosphärenphysik
- Atmosphärischer Strahlungstransport
- Inverse Modellierung von Fernerkundungsdaten

APST2 Spezielle Themen der Atmosphärenphysik II

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 3 LP
Stellung der Note: 3/120	Das Modul sollte im 2. Semester begonnen werden.	90 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en besitzen ein vertieftes Verständnis zu speziellen Themen der Atmosphärenphysik, der Atmosphärenchemie, der verwendeten Messtechniken sowie der solarerterrestrischen Beziehungen.		
Voraussetzungen: erfolgreiche Absolvierung des Moduls EAP im Master- Studiengang Physik oder des Moduls ATM im Bachelor-Studiengang Physik		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. R. Koppmann		

Nachweise zu Spezielle Themen der Atmosphärenphysik II

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: ganzes Modul

a Spezielle Themen der Atmosphärenphysik II

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Nach Aktualität im Wechsel ein Thema aus den Gebieten Dynamik der Atmosphäre, Chemie der Atmosphäre, Sonnenphysik und Magnetosphäre, Messmethoden der Geophysik, Troposphärenchemie, Molekülspektroskopie, Planetenatmosphären. Alternativ kann die Veranstaltung "Physik, Chemie und Bilanzen atmosphärischer Spurengase II" des Bereiches Umweltchemie angeboten werden. Konkrete Themen sind zum Beispiel:			
<ul style="list-style-type: none"> • Klimawandel: Vom Prozessverständnis zur Vorhersage • Die extra-tropische Tropopausenregion: Beobachtung und Simulation • Dynamik und Transport in der Stratosphäre (zweisemestrig) • Messtechniken in der Atmosphärenphysik • Atmosphärischer Strahlungstransport • Inverse Modellierung von Fernerkundungsdaten 			

APST3 Spezielle Themen der Atmosphärenphysik III

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 3 LP
Stellung der Note: 3/120	Das Modul sollte im 3. Semester begonnen werden.	90 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en besitzen ein vertieftes Verständnis zu speziellen Themen der Atmosphärenphysik, der Atmosphärenchemie, der verwendeten Messtechniken sowie der solarerterrestrischen Beziehungen.		
Voraussetzungen: erfolgreiche Absolvierung des Moduls EAP im Master- Studiengang Physik oder des Moduls ATM im Bachelor-Studiengang Physik		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. R. Koppmann		

Nachweise zu Spezielle Themen der Atmosphärenphysik III

Modulabschlussprüfung

Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: ganzes Modul
--	--	-------------------------------	--------------------------------------

a Spezielle Themen der Atmosphärenphysik III

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Nach Aktualität im Wechsel ein Thema aus den Gebieten Dynamik der Atmosphäre, Chemie der Atmosphäre, Sonnenphysik und Magnetosphäre, Messmethoden der Geophysik, Troposphärenchemie, Molekülspektroskopie, Planetenatmosphären. Konkrete Themen sind zum Beispiel:			
<ul style="list-style-type: none"> • Klimawandel: Vom Prozessverständnis zur Vorhersage • Die extra-tropische Tropopausenregion: Beobachtung und Simulation • Dynamik und Transport in der Stratosphäre (zweisemestrig) • Messtechniken in der Atmosphärenphysik • Atmosphärischer Strahlungstransport • Inverse Modellierung von Fernerkundungsdaten 			

APS1 Seminar zur Atmosphärenphysik I

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird semesterweise angeboten.	Workload: 3 LP
Stellung der Note: 3/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	90 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en sind in der Lage sich mit einem ausgewählten Thema der Atmosphärenphysik zu befassen und dieses in einem Seminarvortrag vorzustellen. Sie beherrschen die Informationsrecherche in der Literatur und im Internet sowie die Aufbereitung der Informationen zu einer Präsentation. Sie können, die behandelten Themen zielgruppengerecht darstellen und didaktisch gestalten.		
Voraussetzungen: erfolgreiche Absolvierung des Moduls EAP im Master- Studiengang Physik oder des Moduls ATM im Bachelor-Studiengang Physik		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. R. Koppmann		

Nachweise zu Seminar zur Atmosphärenphysik I

Modulabschlussprüfung

Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: ganzes Modul
---	----------------------------	-------------------------------	--------------------------------------

a Seminar zur Atmosphärenphysik I

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Themen aus der aktuellen Forschung und deren Präsentation			

APS2 Seminar zur Atmosphärenphysik II

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird semesterweise angeboten.	Workload: 3 LP
Stellung der Note: 3/120	Das Modul sollte im 2. Semester begonnen werden.	90 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en sind in der Lage sich mit einem ausgewählten Thema der Atmosphärenphysik zu befassen und dieses in einem Seminarvortrag vorzustellen. Sie beherrschen die Informationsrecherche in der Literatur und im Internet sowie die Aufbereitung der Informationen zu einer Präsentation. Sie können, die behandelten Themen zielgruppengerecht darstellen und didaktisch gestalten.		
Voraussetzungen: erfolgreiche Absolvierung des Moduls EAP im Master- Studiengang Physik oder des Moduls ATM im Bachelor-Studiengang Physik		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. R. Koppmann		

Nachweise zu Seminar zur Atmosphärenphysik II

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: ganzes Modul

a Seminar zur Atmosphärenphysik II

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Themen aus der aktuellen Forschung und deren Präsentation. Konkrete Themen sind zum Beispiel: <ul style="list-style-type: none"> • Klimawandel: Vom Prozessverständnis zur Vorhersage • Die extra-tropische Tropopausenregion: Beobachtung und Simulation • Dynamik und Transport in der Stratosphäre (zweisemestrig) • Messtechniken in der Atmosphärenphysik • Atmosphärischer Strahlungstransport • Inverse Modellierung von Fernerkundungsdaten 			

APS3 Seminar zur Atmosphärenphysik III

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird semesterweise angeboten.	Workload: 3 LP
Stellung der Note: 3/120	Das Modul sollte im 3. Semester begonnen werden.	90 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en sind in der Lage sich mit einem ausgewählten Thema der Atmosphärenphysik zu befassen und dieses in einem Seminarvortrag vorzustellen. Sie beherrschen die Informationsrecherche in der Literatur und im Internet sowie die Aufbereitung der Informationen zu einer Präsentation. Sie können, die behandelten Themen zielgruppengerecht darstellen und didaktisch gestalten.		
Voraussetzungen: erfolgreiche Absolvierung des Moduls EAP im Master- Studiengang Physik oder des Moduls ATM im Bachelor-Studiengang Physik		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. R. Koppmann		

Nachweise zu Seminar zur Atmosphärenphysik III

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: ganzes Modul

a Seminar zur Atmosphärenphysik III

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Themen aus der aktuellen Forschung und deren Präsentation			

APML Atmosphärenforschung - Methoden		
Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 2 Semester. Das Modul wird semesterweise angeboten.	Workload: 6 LP
Stellung der Note: 6/120	Das Modul sollte im 3. Semester begonnen werden.	180 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen die neuesten Ergebnisse und Erkenntnisse aus Publikation in Fachzeitschriften zu Methoden der Atmosphärenforschung.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. R. Koppmann		

Nachweise zu Atmosphärenforschung - Methoden			
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul

a Methodenerkenntnis und Ergebnisdarstellung in der Geophysik I			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Beschäftigung mit aktueller Forschung anhand der neuesten Originalveröffentlichungen, von Konferenzberichten, von Workshops u.Ä.			

b Methodenerkenntnis und Ergebnisdarstellung in der Geophysik II			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Beschäftigung mit aktueller Forschung anhand der neuesten Originalveröffentlichungen, von Konferenzberichten, von Workshops u.Ä.			

APPK Atmosphärenforschung - Projekte

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 2 Semester. Das Modul wird semesterweise angeboten.	Workload: 6 LP
Stellung der Note: 6/120	Das Modul sollte im 3. Semester begonnen werden.	180 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en sind in der Lage wissenschaftliche Projekte in der Atmosphärenforschung zu planen, dokumentieren und durchführen und das eigene Handeln kritisch zu hinterfragen.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. R. Koppmann		

Nachweise zu Atmosphärenforschung - Projekte

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul

a Projektplanung und Kontrolle I

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Konkrete Planung und Durchführung von Forschungsprojekten, Erstellung von Zeit-, Einsatz-, und Kostenplänen, Berichtswesen			

b Projektplanung und Kontrolle II

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Konkrete Planung und Durchführung von Forschungsprojekten, Erstellung von Zeit-, Einsatz-, und Kostenplänen, Berichtswesen			

APMM Atmosphärenforschung - Modellierungen

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 2 Semester. Das Modul wird semesterweise angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 6/120	Das Modul sollte im 3. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen verschiedene Modelle der dynamisch/chemischen Vorgänge in der Atmosphäre und wissen mit Hilfe von Messdaten die Modelle zur Vorhersage von Atmosphärenvorgänge zu nutzen. Sie sind in der Lage die benötigte Software zu entwickeln bzw. weiter zu entwickeln, zu dokumentieren und zu nutzen.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. R. Koppmann		

Nachweise zu Atmosphärenforschung - Modellierungen

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul

a Kolloquium zur Modellierung von Atmosphärenvorgängen I

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 56,25 h	Kontaktzeit: 3 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Einführung in die Modellierung physikalischer und chemischer Prozesse der Atmosphäre, Anwendung von globalen 1-D / 3-D Modellen, Vergleiche mit Messdaten			

b Kolloquium zur Modellierung von Atmosphärenvorgängen II

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 56,25 h	Kontaktzeit: 3 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Einführung in die Modellierung physikalischer und chemischer Prozesse der Atmosphäre, Anwendung von globalen 1-D / 3-D Modellen, Vergleiche mit Messdaten			

CDA Chemie und Dynamik der Atmosphäre

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 6 LP
Stellung der Note: 6/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	180 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen hochmoderne Messtechniken, die zum aktuellen Stand der Forschung an einem Forschungsinstitut gehören.		
Voraussetzungen: erfolgreiche Absolvierung des Moduls EAP im Master- Studiengang Physik oder des Moduls ATM im Bachelor-Studiengang Physik		
Bemerkungen: Diese Veranstaltung ist ein Kompaktkurs, der am Forschungszentrum Jülich durchgeführt wird. Die Studierenden sollen einen Überblick gewinnen über die verschiedenen Aspekte der Atmosphärenphysik und Atmosphärenchemie und sich die Grundlagen aus angrenzenden Wissensbereichen erarbeiten, um Verständnis für interdisziplinäre Fragestellungen zu erwerben.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. R. Koppmann		

Nachweise zu Chemie und Dynamik der Atmosphäre

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul

a Kompaktkurs Atmosphärische Chemie und Dynamik

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 56,25 h	Kontaktzeit: 3 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Struktur und Zusammensetzung der Atmosphäre, Gasphasenchemie der Troposphäre, Aerosole, Isotope Stratosphärenchemie, Fernerkundungsmethoden und Ergebnisse, Transporte und deren Zusammenwirken mit der Chemie, Globale Veränderungen, Modellierungen			

b Übungen zum Kompaktkurs Atmosphärische Chemie und Dynamik

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 78,75 h	Kontaktzeit: 1 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

APEM Atmosphärenforschung - Messungen

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 2 Semester. Das Modul wird semesterweise angeboten.	Workload: 6 LP
Stellung der Note: 6/120	Das Modul sollte im 3. Semester begonnen werden.	180 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen moderne Meßtechniken, die an der Grenze der heutigen experimentellen Möglichkeiten liegen, sie besitzen tiefgehende Kenntnisse in den Bereichen Elektronik, Vakuumtechnik, Kryotechnik und Gasanalyseverfahren. Sie sind in der Lage mit entsprechenden Apparaturen professionell umzugehen.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. R. Koppmann		

Nachweise zu Atmosphärenforschung - Messungen

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul

a Kolloquium zu Atmosphärenerkundungsmethoden I

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 56,25 h	Kontaktzeit: 3 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Einführung in moderne Messtechniken, deren Auslegung und Anwendung			

b Kolloquium zu Atmosphärenerkundungsmethoden II

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 56,25 h	Kontaktzeit: 3 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Einführung in moderne Messtechniken, deren Auslegung und Anwendung			

APDV Atmosphärenforschung - Datenverarbeitung

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 2 Semester. Das Modul wird semesterweise angeboten.	Workload: 6 LP
Stellung der Note: 6/120	Das Modul sollte im 3. Semester begonnen werden.	180 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen die gängigen Datenverarbeitungsmethoden zur Aufbereitung, Darstellung, Speicherung von Messdaten auf der Basis konkreter Projekte.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. R. Koppmann		

Nachweise zu Atmosphärenforschung - Datenverarbeitung

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul

a Kolloquium zur Datenverarbeitung von globalen und lokalen Messdaten I

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 56,25 h	Kontaktzeit: 3 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Einführung in moderne Datenverarbeitungsmethoden, Auswertung von Messdaten, deren Darstellung und Archivierung			

b Kolloquium zur Datenverarbeitung von globalen und lokalen Messdaten II

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 56,25 h	Kontaktzeit: 3 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Einführung in moderne Datenverarbeitungsmethoden, Auswertung von Messdaten, deren Darstellung und Archivierung			

Schwerpunkt Kondensierte Materie

Die Absolvent(inn)en verfügen nach Abschluss der Module im Schwerpunkt Kondensierte Materie über folgende Qualifikationen:

Fachliche Qualifikationen:

- Sie kennen fortgeschrittene Methoden, Techniken und Begriffsbildungen in speziellen Teilgebieten der Kondensierten Materie,
- sie können diese schriftlich oder mündlich zusammenfassen und präsentieren.

Schlüsselqualifikationen:

- Sie können sich kritisch mit aktuellen Forschungsergebnissen auseinandersetzen
- sie entwickeln eigenständig neue Wege zur Lösung physikalischer Probleme,
- sie besitzen eine Präsentationskompetenz in Wort, Grafik und Schrift,
- sie können ihr Wissen in adäquater Weise an Fachleute und Nichtfachleute vermitteln.

DBV Digitale Bildverarbeitung in der Medizinischen Physik

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 4 LP
Stellung der Note: 4/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	120 h
Lernergebnisse / Kompetenzen:		
Die Absolvent(inn)en kennen die Grundlagen und Anwendungen der Bildverarbeitung in der Medizinischen Physik und sind in der Lage die verwendeten physikalischen und technischen Prinzipien zur Weiterentwicklung bildgebender Verfahren zu verwenden.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. U. Pietrzyk		

Nachweise zu Digitale Bildverarbeitung in der Medizinischen Physik

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 45 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: Modulteil(e) a
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 120 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: Modulteil(e) a
unbenotete Studienleistung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 1	Nachweis für: Modulteil(e) b
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Digitale Bildverarbeitung in der medizinischen Physik

a Digitale Bildverarbeitung in der medizinischen Physik (Fortsetzung)			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Hierarchie der Bildverarbeitungsoperationen, Digitalisierung von Bilddaten, Distanzmaße, Rasterung, mathematisches Modell für digitale, quantisierte Bilder, Charakterisierung digitaler Bilder, Entropie, allgemeine Skalierungsfunktion, Operationen im Ortsbereich, Differenzoperatoren, Operatoren bei logischen Bildern, Medianfilter, Operationen im Ortsfrequenzraum, Digitale Filterung, diskrete, zweidimensionale Fouriertransformation, Modifikation der Ortskoordinaten, Vergrößerung, Verkleinerung, kubische Faltung, generalisierte lineare geometrische Transformationen, Interpolation nach Polynomen, Operationen mit mehrkanaligen und Zeitreihenbildern, die Hauptkomponententransformation, Einführung in Segmentationsverfahren, Grundlagen der numerischen Klassifikation			

b Übung Digitale Bildverarbeitung in der medizinischen Physik			
Stellung im Modul: Pflicht (1 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 18,75 h	Kontaktzeit: 1 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

BGV1 Bildgebende Verfahren 1

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 4 LP
Stellung der Note: 4/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	120 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen die Grundlagen und Anwendungen der Bildgebung mittels Röntgenstrahlung (und Ultraschall) in der Medizin mit Ausblick auf andere Einsatzgebiete in Wissenschaft und Technik. Sie sind in der Lage die verwendeten physikalischen und technischen Prinzipien zur Weiterentwicklung bildgebender Verfahren zu nutzen.		
Bemerkungen: Das Modul steht in inhaltlichem Zusammenhang zu den Modulen Bildgebende Verfahren 2 und 3. Zur Vorbereitung und Ergänzung vermittelt das Modul „Messtechnik und Signalverarbeitung“ die zum Verständnis moderner bildgebender Messverfahren erforderlichen Kenntnisse aus den Bereichen analoge und digitale Signalverarbeitung, Systemtheorie und physikalische Messtechnik.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. H. Bomsdorf		

Nachweise zu Bildgebende Verfahren 1

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 45 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: Modulteil(e) a
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 120 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: Modulteil(e) a
unbenotete Studienleistung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 1	Nachweis für: Modulteil(e) b
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Bildgebende Verfahren 1: Röntgenbildgebung

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		

a Bildgebende Verfahren 1: Röntgenbildgebung (Fortsetzung)

Inhalte:

Beschreibung und Verarbeitung digitaler Bilder, Ortsfrequenzraum, Sampling, Histogrammtransformationen Erzeugung von Röntgenstrahlung, Röntgenröhren, Wechselwirkung von Röntgen- und Gammastrahlen mit Materie / biologischem Gewebe, Detektoren für Röntgen- und Gammaquanten, analoge und digitale Bildaufnehmer und -verstärker für Röntgenstrahlung, Methoden der Röntgenbildgebung, Kontrast, Empfindlichkeit (Messzeit, Quantenrauschen) und Ortsauflösung, Unschärfen, Punktbildfunktion, Modulationsübertragungsfunktion, Schichtbildverfahren, Computertomographie, Doppelenergiemethoden, Angiographie, Röntgenstreutomographie und orts aufgelöste Materialbestimmung, biologische Strahlenwirkung und Strahlenschutz, Ultraschallbildgebung (Physikalische Grundlagen, Methoden, technische Komponenten)

b Übung Bildgebende Verfahren 1: Röntgenbildgebung

Stellung im Modul: Pflicht (1 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 18,75 h	Kontaktzeit: 1 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		

Inhalte:

Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.

BGV2 Bildgebende Verfahren 2

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 4 LP
Stellung der Note: 4/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	120 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen die Grundlagen und Anwendungen der Bildgebung mittels Magnetresonanztomographie (Medizinische Physik). Sie sind in der Lage die verwendeten physikalischen und technischen Prinzipien zur Weiterentwicklung bildgebender Verfahren zu nutzen.		
Bemerkungen: Das Modul steht in inhaltlichem Zusammenhang zu den Modulen Bildgebende Verfahren 1 und 3. Zur Vorbereitung und Ergänzung vermittelt das Modul „Messtechnik und Signalverarbeitung“ die zum Verständnis moderner bildgebender Messverfahren erforderlichen Kenntnisse aus den Bereichen analoge und digitale Signalverarbeitung, Systemtheorie und physikalische Messtechnik.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. H. Bomsdorf		

Nachweise zu Bildgebende Verfahren 2

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 45 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: Modulteil(e) a
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 120 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: Modulteil(e) a
unbenotete Studienleistung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 1	Nachweis für: Modulteil(e) b
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Bildgebende Verfahren 2: Magnetresonanztomographie

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Physikalische Grundlagen der Kernspinresonanz, Blochgleichungen, Pulsmethoden und Relaxation, Fourier-Transform NMR, Magnetresonanztomographie, Ortskodierung, k-Raum, Rekonstruktionsverfahren, Pulssequenzen, technische Komponenten, Messung von Perfusion und Diffusion, Angiographie, „schnelle“ MRT-Bildgebungsverfahren, Messung dynamischer Vorgänge, Funktionelle MRT-Bildgebung, in-vivo MR-Spektroskopie, Wirkung der elektromagnetischen Felder auf den Organismus			

b Übung Bildgebende Verfahren 2: Magnetresonanz-Tomographie			
Stellung im Modul: Pflicht (1 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 18,75 h	Kontaktzeit: 1 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

BGV3 Bildgebende Verfahren 3

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 4 LP
Stellung der Note: 4/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	120 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen die Verfahren der nuklear medizinischen Bildgebung (Medizinische Physik). Sie sind in der Lage die verwendeten physikalischen und technischen Prinzipien zur Weiterentwicklung bildgebender Verfahren zu nutzen.		
Bemerkungen: Das Modul steht in inhaltlichem Zusammenhang zu den Modulen Bildgebende Verfahren 1 und 2. Zur Vorbereitung und Ergänzung vermittelt das Modul „Messtechnik und Signalverarbeitung“ die zum Verständnis moderner bildgebender Messverfahren erforderlichen Kenntnisse aus den Bereichen analoge und digitale Signalverarbeitung, Systemtheorie und physikalische Messtechnik.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. U. Pietrzyk		

Nachweise zu Bildgebende Verfahren 3

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 45 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: Modulteil(e) a
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 120 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: Modulteil(e) a
unbenotete Studienleistung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 1	Nachweis für: Modulteil(e) b
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Bildgebende Verfahren 3: Positronen-Emissionstomographie

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Einführung in die nuklearmedizinische Bildgebung, Teilchendetektoren in der Medizin, Tomographie, Kategorien tomographischer Verfahren, Emissionstomographie, Bildgebung mit radioaktiven Isotopen, Strahlkollimation: physikalisch und elektronisch, Berechnung von Basisparametern für Kollimatoren, Rekonstruktion medizinischer Bilder aus Projektionen, Erzeugung der Radionuklide für die PET, Berechnung physiologischer Parameter im Rahmen von Kompartiment-Modellen, Multimodale Bildgebung mit PET, CT, SPECT und MRT, Bildregistrierung multimodaler medizinischer Bilder			

b Übung Bildgebende Verfahren 3: Positronen-Emissionstomographie

Stellung im Modul: Pflicht (1 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 18,75 h	Kontaktzeit: 1 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

ERP Experimentelle Röntgenphysik

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 4 LP
Stellung der Note: 4/120	Das Modul sollte im 2. Semester begonnen werden.	120 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen moderne Röntgen-Experimentiertechniken, insbesondere auch die Verwendung von Synchrotronstrahlung. Sie haben einen Überblick über Strukturuntersuchungen zur Materialentwicklung und in-situ Charakterisierung und kennen die relevanten Strahlenschutzaspekte. Die Darstellung der verwendeten physikalischen und technischen Prinzipien soll eine wissenschaftliche Mitarbeit an Forschungsprojekten zur Materialforschung ermöglichen.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. R. Frahm		

Nachweise zu Experimentelle Röntgenphysik

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 4	Nachweis für: ganzes Modul

a Röntgenphysik

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 56,25 h	Kontaktzeit: 3 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Röntgen-Quellen: Röntgenröhren und Synchrotronstrahlung (Erzeugung, Eigenschaften, Charakterisierung). Monochromatoren, Röntgen-Spiegel, Detektoren, Datenerfassung, Datenanalyse. Röntgenbeugung - Verfeinerungsverfahren (u.a. Rietveld), Kleinwinkelstreuung. Spannungs- und Texturanalyse, Größenbestimmung. Dünnschichtverfahren: Beugung, Reflektometrie, Streuung bei Streifendem Einfall. Oberflächenröntgenbeugung, anomale Dispersion, Röntgenmikroskopie, Tomographie. Synchrotron-gebundene Methoden: Röntgenabsorptionsspektroskopie, Zirkulardichroismus, magneto-optische Effekte, stehende Röntgenwellenfelder, spektroskopische Tomographie. Anwendung der Methoden auf moderne Materialien und aktuelle Problemstellungen in Forschung und Technik.			

b Physikalische Grundlagen des Strahlenschutzes

Stellung im Modul: Pflicht (1 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 18,75 h	Kontaktzeit: 1 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		

b Physikalische Grundlagen des Strahlenschutzes (Fortsetzung)

Inhalte:

Ionisierende Strahlung, Dosisbegriffe, Messung ionisierender Strahlung.
Wechselwirkung mit Gewebe, biologische Strahlenwirkung, Wechselwirkung mit der DNS, Primär- und Sekundärprozesse (chemische/biochemische Veränderungen). Deterministische/Stochastische Strahlenschäden, Simulation der Strahlenschädigung. Grundlagen der rechtlichen Bestimmungen und deren Umsetzung.

SAFM Synthese und Analytik funktionaler Materialschichten

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 2 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 6 LP
Stellung der Note: 6/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	180 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en haben einen Überblick moderner Herstellungsverfahren für dünne Schichten und strukturierte Filme sowie adäquater hochauflösender Abbildungs- und spektraler Analyseverfahren.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. G. Müller		

Nachweise zu Synthese und Analytik funktionaler Materialschichten

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul

a Synthese funktionaler Materialschichten

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte:			
<p>1. Moderne Syntheseverfahren für dünne Schichten und strukturierte Filme</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reale Substratoberflächen und Interfaces, Adhäsion, Kontamination, Vakuum - Polier- und Reinigungsverfahren für Substrate, elektrochemische Beschichtungsverfahren, Benetzung - Flamm- und Plasmasprizen, Lichtbogenbeschichtung, gepulste Laser-Ablation - DC- und Magnetron-Sputtern von Metallen, RF- und Ionen-Sputtern von Isolatoren - physikalische u. chemische Dampfphasenabscheidung, Ionenunterstützte Deposition (IBAD) - Druckverfahren, Photo-, X-ray- und Elektronenstrahlithografie, Nass- und Trockenätztechniken (RIE) - Nanodruckverfahren, Rastersondendeposition, Selbstwachstum geordneter Nanostrukturen - Polykristalline, texturierte und epitaktische Schichten, Übergitter, Oberflächenpassivierung <p>2. Anwendungen funktioneller Materialschichten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Korrosions- und Verschleisschutzschichten, tribologische Schichten, diamantähnliche Schichten - Li-Ionenbatterien: Interkalationsphänomene in Übergangsmetallverbindungen, Superkondensatoren - Feldemission aus metall. Spitzen u. Nioboberflächen, Fowler-Nordheim-Theorie u. Überhöhungsmodelle - Si-Spitzenanordnungen, Kohlenstoff-Nanoröhren u. metallische Nanodrähte für kalte FE- Kathoden - III-V-Halbleiter und ternäre Verbindungen für Leuchtdioden, Optoelektronik und Photovoltaik 			

b Analytik funktionaler Materialschichten

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		

b Analytik funktionaler Materialschichten (Fortsetzung)**Inhalte:**

1. Moderne Abbildungs- und Analyseverfahren von Materialschichten

- Optische, UV- und X-ray-Mikroskopie, Interferometrie und Profilometrie, Ellipsometrie
- Elektronenmikroskopie (SEM, TEM) und Elektronenbeugung (EBSD, LEED und RHEED)
- optische Nahfeldmikroskopie (SNOM), atomar auflösende Scanning-Verfahren (TAP, STM, AFM etc.)
- Massenspektroskopie (incl. TOF), Sekundärionen- und Neutral-Massenspektroskopie (SIMS/SNMS)
- Röntgenbeugung (XRD), Rutherford/Ionen-Rückstreuung (RBS) und Channeling
- Fourier-transf. IR-Spektroskopie (FTIR), Raman-Streuung
- Optische Emission (GDOES), UV- und X-ray-Photoemission (UPS/XPS)
- Augerelektronen- (AES), Energieverlustspektroskopie (EELS)
- Energiedispersive X-ray Analyse (EDX), Photolumineszenz- und Fluoreszenz-Spektroskopie (PLS)
- X-ray Reflektions- und Absorptions-Spektroskopie (XAS, EXAFS, XANES)

2. Anwendungen von Materialschichten in Hoch- und Nanotechnologie

- Tief- und Hochtemperatur-Supraleiterschichten für Hohlraumresonatoren und planare Mikrowellenfilter
- Magnetische Filme für schnelle Datenaufnahme und hochdichte Datenspeicherung
- Quantendrähte und Quantenpunkte für Photonik und Einzelektronenbauteile

SEFO Seminar experimentelle Festkörper- und Oberflächenphysik

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 2 Semester. Das Modul wird semesterweise angeboten.	Workload: 6 LP
Stellung der Note: 6/120	Das Modul sollte im 2. Semester begonnen werden.	180 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en besitzen einen Überblick über fortgeschrittene Themen zur experimentellen Festkörperphysik und sind in der Lage selbstständig über ein vorgegebenes Thema aus der aktuellen Forschung im Schwerpunkt Kondensierte Materie eine Präsentation zu gestalten und ihr Wissen verständlich zu präsentieren.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. R. Frahm		

Nachweise zu Seminar experimentelle Festkörper- und Oberflächenphysik

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul

a Seminar zur experimentellen Festkörperphysik I

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 78,75 h	Kontaktzeit: 1 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Experimentelle Methoden und physikalische Probleme an Beispielen aus der aktuellen Forschungsliteratur			

b Seminar zur experimentellen Festkörperphysik II

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Experimentelle Methoden zu aktuellen Forschungsthemen im Schwerpunkt Kondensierte Materie			

VTT Vielteilchentheorien

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird 2-jährlich angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 9/120	Das Modul sollte im 2. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen fortgeschrittene Phänomene der Festkörperphysik, die sich nicht durch Einteilchenmodelle beschreiben lassen. Sie sind in der Lage die auftretenden Wechselwirkungen von Phononen und Elektronen durch graphische Störungstheorie zu beschreiben und zu berechnen.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. A. Klümper		

Nachweise zu Vielteilchentheorien

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Vielteilchentheorie

Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 135 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: - Besetzungszahldarstellung - Mikroskopische elektronische Modelle der Festkörperphysik - Greensche Funktionen und Störungsrechnung - Feynman-Diagramme - Physikalische Anwendungen der Störungsrechnung - Lineare Antworttheorie			

b Übung Vielteilchentheorie

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

SFT Statistische Feldtheorie

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird 2-jährlich angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 9/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen die Phänomenologie der Phasenübergänge und Kritikalität von Gitter- und Kontinuumsmodellen. Systematisierung des Spektrums der kritischen Exponenten und Herleitung von Skalenargumenten mittels der Renormierungsgruppe und speziell im zweidimensionalen Fall durch die Konforme Invarianz. Sie beherrschen Rechentechniken wie renormierungsgruppenverbesserte Störungstheorie und Integrierbarkeit von niedrigdimensionalen Systemen.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. A. Klümper		

Nachweise zu Statistische Feldtheorie

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Statistische Feldtheorie

Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 135 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> - Kritische Phänomene - Renormierungsgruppe - Konforme Invarianz und Feldtheorie - Finite-Size-Scaling - Zwei-dimensionales Ising-Modell - Nichtlineares Sigma-Modell - Thermodynamik exakt lösbarer Vertexmodelle - Stochastische Systeme - Random-Walk und Brownsche Bewegung 			

b Übung Statistische Feldtheorie

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
---	---------------------------	---------------------------------	--

b Übung Statistische Feldtheorie (Fortsetzung)	
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.	

ELV Exakt lösbare Vielteilchenmodelle

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird semesterweise angeboten.	Workload: 6 LP
Stellung der Note: 6/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	180 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen die klassische Ergebnisse zu exakt gelösten Modellen der Statistischen Physik und Vielteilchenphysik. Sie können die erworbenen Kenntnisse der Konzepte und Methoden zur Berechnung der physikalischen Eigenschaften integrierbarer Modelle insbesondere der Thermodynamik und der kritischen Exponenten an Phasenübergängen eigenständig berechnen und auf verwandte Probleme übertragen.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. A. Klümper		

Nachweise zu Exakt lösbare Vielteilchenmodelle

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Exakt lösbare Vielteilchenmodelle

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: - Exakt lösbare mikroskopische Modelle der Festkörperphysik - Die Bethesche Lösung der Heisenbergkette oder verwandte Modelle - Stringhypothese und Takahashis Gleichungen - Der thermodynamische Bethe-Ansatz für die Heisenbergkette - Der algebraische Zugang zu exakt lösbaren Quantensystemen - Aktuelle Modelle aus dem Bereich der Statistischen Mechanik			

b Übung Exakt lösbare Vielteilchenmodelle

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

SELM Seminar zu Exakt lösbare Modelle		
Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird semesterweise angeboten.	Workload: 6 LP
Stellung der Note: 6/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	180 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en besitzen einen Überblick über fortgeschrittene Themen zur allgemeinen Problemen der Exakt lösbaren Modelle und sind in der Lage selbstständig über ein vorgegebenes Thema aus der aktuellen Forschung eine Präsentation zu gestalten und ihr Wissen verständlich zu präsentieren.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Klümper		

Nachweise zu Seminar zu Exakt lösbare Modelle			
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul

a Seminar zu exakt lösbaren Modellen			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Methoden der Exakt lösbaren Modelle			

b Seminar zu Darstellungstheorie und Anwendungen in der Physik			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Mathematische Grundlagen der Darstellungstheorie Exakt lösbarer Modelle			

SSP Seminar zur Statistischen Physik		
Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird semesterweise angeboten.	Workload: 3 LP
Stellung der Note: 3/120	Das Modul sollte im 3. Semester begonnen werden.	90 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en besitzen einen Überblick über fortgeschrittene Themen zur allgemeinen Problemen der Statistischen Mechanik und sind in der Lage selbstständig über ein vorgegebenes Thema aus der aktuellen Forschung im Schwerpunkt Kondensierte Materie eine Präsentation zu gestalten und ihr Wissen verständlich zu präsentieren.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Klümper		

Nachweise zu Seminar zur Statistischen Physik			
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: ganzes Modul

a Seminar zur Statistischen Physik			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Modelle und Methoden der Statistischen Mechanik und Statistischen Feldtheorie, sowie Anwendungen in der Festkörperphysik			

SMwM Statistische Mechanik weicher Materie

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 6 LP
Stellung der Note: 6/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	180 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen die theoretischen Grundlagen zum Aufbau moderner Werkstoffe, insbesondere auf der Basis von Polymeren. Sie besitzen eine vertiefte Kenntnis in der Elastizitätstheorie und können die Finiten-Elemente-Methode auf physikalische Probleme der Materialforschung anwenden.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. R. Henschke		

Nachweise zu Statistische Mechanik weicher Materie

Modulabschlussprüfung

Art des Nachweises: Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Statistische Mechanik weicher Materie

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 56,25 h	Kontaktzeit: 3 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: - Polymere und Biopolymere - Dielektrische und magnetische Phänomene - Fluktuationsphänomene - Phasen und Phasenübergänge - Irreversible Thermodynamik - Einführung in die Elastizitätstheorie			

b Übung Statistische Mechanik weicher Materie

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 78,75 h	Kontaktzeit: 1 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

NMvM Numerische Methoden in der Physik der weichen Materie

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 6 LP
Stellung der Note: 6/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	180 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen ausgesucht industrierelevante numerische Konzepte bzw. Techniken und sind in der Lage diese auf konkrete Probleme der Materialforschung anzuwenden.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. R. Hentschke		

Nachweise zu Numerische Methoden in der Physik der weichen Materie

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Numerische Methoden in der Physik der weichen Materie

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 56,25 h	Kontaktzeit: 3 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: - Einführung in die Quantenmechanik von Molekülen - Empirische Kraftfelder und molekulare Mechanik - Molekulardynamik-Simulationsmethoden - Monte Carlo-Simulationsmethoden - Einführung in Finite Elemente-Methoden			

b Übung Numerische Methoden in der Physik der weichen Materie

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 78,75 h	Kontaktzeit: 1 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

AMwM Anwendungen und Methoden der Computersimulation weicher kondensierter Materie

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird semesterweise angeboten.	Workload: 3 LP
Stellung der Note: 3/120	Das Modul sollte im 3. Semester begonnen werden.	90 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen die theoretischen und numerischen Konzepte, die den Einstieg in die materialwissenschaftliche Forschungs- und Entwicklungsabteilung der einschlägigen Industrien ermöglichen. Dabei werden besonders die Kenntnisse und Fähigkeiten hervorgehoben, die im Modul NMwM erworben wurden.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. R. Hentschke		

Nachweise zu Anwendungen und Methoden der Computersimulation weicher kondensierter Materie

Modulabschlussprüfung

Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: ganzes Modul
--	----------------------------	-------------------------------	--------------------------------------

a Anwendungen und Methoden der Computersimulation weicher kondensierter Materie

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die Teilnehmer sollen über ausgesuchte grundlegende sowie wichtige neue wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Bereich Computersimulation weicher kondensierter Materie vortragen.			

SPC Stochastische Prozesse		
Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird sporadisch angeboten.	Workload: 3 LP
Stellung der Note: 3/120	Das Modul sollte im 2. Semester begonnen werden.	90 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen nicht deterministische Systeme und die Nichtgleichgewichtsdynamik Stochastischer Prozesse. Sie kennen die wichtigsten stochastischen Modelle und deren Anwendbarkeit in der Physik.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Kantz		

Nachweise zu Stochastische Prozesse			
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Stochastische Prozesse			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Vorlesung/ Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> - Zufallsvariable und Verteilungen - Klassifikation stochastischer Prozesse in diskreter und kontinuierlicher Zeit - Markovprozesse und Fokker-Planck-Gleichung - Eigenschaften und Lösungen der Fokker-Planck-Gleichung - Nichtmarkovische Prozesse und langreichweitige Korrelationen 			

NDC Nichtlineare Dynamik und Chaos

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird sporadisch angeboten.	Workload: 3 LP
Stellung der Note: 3/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	90 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen die grundlegenden Eigenschaften nicht-deterministischer Systeme und Chaos und kennen den Unterschied sowohl auf mathematischer als auch auf physikalischer Seite, der sich durch die Beschreibung nichtlinearer Gleichungen ergibt. Sie haben einen Überblick der wichtigsten nichtlinearen Modelle und deren Eigenschaften.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. H. Kantz		

Nachweise zu Nichtlineare Dynamik und Chaos

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Nichtlineare Dynamik und Chaos

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: - Dynamische Systeme in diskreter und kontinuierlicher Zeit - Lineare Stabilitätsanalyse und Bifurkationen - Routen ins Chaos - Informationstheoretischer Zugang zu chaotischen Systemen - Thermodynamischer Formalismus			

Schwerpunkt Teilchenphysik

Die Absolvent(inn)en verfügen nach Abschluss der Module im Schwerpunkt Teilchenphysik über folgende Qualifikationen:

Fachliche Qualifikationen:

- Sie kennen fortgeschrittene Methoden, Techniken und Begriffsbildungen in speziellen Teilgebieten der Kondensierten Materie,
- sie können diese schriftlich oder mündlich zusammenfassen und präsentieren.

Schlüsselqualifikationen:

- Sie können sich kritisch mit aktuellen Forschungsergebnissen auseinandersetzen,
- sie entwickeln eigenständig neue Wege zur Lösung physikalischer Probleme,
- sie besitzen eine Präsentationskompetenz in Wort, Grafik und Schrift,
- sie können ihr Wissen in adäquater Weise an Fachleute und Nichtfachleute vermitteln.

STEP Spezielle Themen der Elementarteilchenphysik

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 4 LP
Stellung der Note: 4/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	120 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en besitzen vertiefte Kenntnisse zu speziellen Themen der Elementarteilchenphysik. Der jeweilige Themenkreis wird im Wechselauf aktuelle Fragestellungen angepasst.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. P. Mättig		

Nachweise zu Spezielle Themen der Elementarteilchenphysik

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 4	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 4	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Spezielle Themen der Elementarteilchenphysik

Stellung im Modul: Pflicht (2 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 37,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		

a Spezielle Themen der Elementarteilchenphysik (Fortsetzung)
Inhalte:

Vorlesung zu wechselnden Themenkreisen aus der Elementarteilchenphysik, z.B.

- Physik des Higgs-Bosons, Top-Quarks, ...
- Supersymmetrie
- Physik der Beschleuniger
- Rechenmethoden der Feldtheorie
- Verknüpfung zwischen Kosmologie und Elementarteilchenphysik

b Übung Spezielle Themen der Elementarteilchenphysik

Stellung im Modul:	Lehrform:	Selbststudium:	Kontaktzeit:
Pflicht (2 LP)	Übung	48,75 h	1 SWS × 11,25 h

Angebot im: SS+WS **Fremdkomponente:** nein

Inhalte:

Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.

STTA Spezielle Themen der Teilchenastrophysik

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird 2-jährlich angeboten.	Workload: 4 LP
Stellung der Note: 4/120	Das Modul sollte im 2. Semester begonnen werden.	120 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Studierenden haben bereits Grundkenntnisse in der Teilchenastrophysik erworben. Diese Lehrveranstaltung dient der Vertiefung in ausgewählten Themenkreisen und führt die Studierenden an aktuelle experimentelle und theoretische Fragestellungen. Wechselseitige Implikationen verschiedener Bereiche der Astroteilchenphysik werden beleuchtet. Die Studierenden sind mit dem aktuellen Stand der Forschung vertraut und in der Lage, aktuelle Forschungsergebnisse und Veröffentlichungen einzuordnen.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. K.-H. Kampert		

Nachweise zu Spezielle Themen der Teilchenastrophysik

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 4	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 4	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Spezielle Themen der Teilchenastrophysik

Stellung im Modul: Pflicht (2 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 37,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Vorlesung zu wechselnden Themenkreisen aus der Teilchenastrophysik, z.B.: Neutrinoastrophysik, Neutrinoastronomie, Physik der höchstenergetischen kosmischen Strahlung, Detektoren der Teilchenastrophysik, Dunkle Materie			

b Übung Spezielle Themen der Teilchenastrophysik

Stellung im Modul: Pflicht (2 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 48,75 h	Kontaktzeit: 1 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

SMT P Das Standardmodell der Elementarteilchenphysik

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 9/120	Das Modul sollte im 3. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen Eigenschaften und Grundlagen des Standardmodells		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. P. Mättig		

Nachweise zu Das Standardmodell der Elementarteilchenphysik

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Vorlesung zum Standardmodell

Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 135 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Grundlagen und Eigenschaften des Standardmodells			

b Übungen zur Vorlesung zum Standardmodell

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die Inhalte aus der Vorlesung werden an konkreten Beispielen geübt.			

QFT Quantenfeldtheorie in der Teilchenphysik

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 6 LP
Stellung der Note: 6/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	180 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen die Methoden und Techniken in der Quantenfeldtheorie. Sie können Probleme in der Teilchenphysik im Lagrangeformalismus formulieren und auch berechnen und sind in der Lage computergestützten Berechnungen zu erstellen.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Z. Fodor		

Nachweise zu Quantenfeldtheorie in der Teilchenphysik

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul

a Quantenfeldtheorie in der Teilchenphysik

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Vorlesungsreihe zu wechselnden Themen aus der modernen Quantenfeldtheorie: Regularisierungsmethoden: Lattice, Dimensionale Regularisierung, Pfadintegrale; Quantisierung und Monte-Carlo-Simulationen; Renormierung und Renormierungsgruppe; Störungstheorie: höhere Ordnungen, algebraische Integrationsmethoden			

b Übung Quantenfeldtheorie in der Teilchenphysik

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 78,75 h	Kontaktzeit: 1 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

TPWR Weltweit verteiltes Rechnen

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 4 LP
Stellung der Note: 4/120	Das Modul sollte im 2. Semester begonnen werden.	120 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en können Strategien und die verwendeten Netzwerkprotokolle in einem weltweiten Rechnerverbund benennen und näher erläutern. Die Studierenden können die Middleware des weltweiten Rechnernetzes anwenden und einfache Softwarekomponenten selbstständig entwickeln. Sie sind in der Lage, Lösungsstrategien für die Verarbeitung großer Datenmengen in einem weltweiten Rechenverbund zu entwickeln und vorzustellen.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. P. Mättig		

Nachweise zu Weltweit verteiltes Rechnen

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 4	Nachweis für: ganzes Modul

a Weltweit verteiltes Rechnen

Stellung im Modul: Pflicht (2 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 37,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Strategien und Methoden des weltweit verteilten Rechnens, aktuelle Probleme bei der Weiterentwicklung der Middleware und bei ihrer Anwendung in der Teilchenphysik.			

b Übung Weltweit verteiltes Rechnen

Stellung im Modul: Pflicht (2 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 48,75 h	Kontaktzeit: 1 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

TPDP Detectors and Methods in Particle and Astroparticle Physics

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 6 LP
Stellung der Note: 6/120	Das Modul sollte im 2. Semester begonnen werden.	180 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en können die physikalischen Prinzipien und Bauelemente von Teilchenbeschleunigern benennen und erläutern. Sie sind in der Lage einfache Rechnungen der linearen Strahloptik auszuführen. Die Studierenden können die Wechselwirkungen von Teilchenstrahlung verschiedener Art mit Materie in detaillierter Form beschreiben und den Zusammenhang zu Techniken, Methoden und Bauelementen moderner Detektoren und Experimente in der Teilchen- und Teilchenastrophysik herstellen. Die Absolvent(inn)en sind in der Lage die Möglichkeiten und Probleme unterschiedlicher Detektortypen zu diskutieren. Sie können den Einsatz und das Zusammenspiel von Detektoren in Großexperimenten präzise erläutern.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. W. Wagner		

Nachweise zu Detectors and Methods in Particle and Astroparticle Physics

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Detector Physics

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 56,25 h	Kontaktzeit: 3 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Wechselwirkung von Teilchen mit Materie, Schauer, Impuls- und Spurmessung, Spurdetektoren (Gaskammern, Halbleiterdetektoren, Zeitmessung, Energiemessung (Kalorimeter), Teilchenidentifikation, Experimente der Teilchen und Astro-Teilchen-Physik, Instrumentation, Daten-Akquisition			

b Übung Detector Physics

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 78,75 h	Kontaktzeit: 1 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		

b Übung Detector Physics (Fortsetzung)

Inhalte:

Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.

PHK Physik der Hadronen und Kerne

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 5 LP
Stellung der Note: 5/120	Das Modul sollte im 2. Semester begonnen werden.	150 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Basierend auf den Grundlagen der Hadronen- und Kernphysik werden in der Vorlesung zentrale Themen verschiedener Reaktionsmechanismen in der Mittelenergiephysik (bis einige GeV) aufgegriffen. Die Absolvent(inn)en erwerben vertiefte Kompetenzen der theoretischen und experimentellen Aspekte des Teilchentransports und der physikalischen Grundlagen der zugrundeliegenden Prozesse. Die Absolvent(inn)en sind in der Lage nukleare Daten und Methoden zur Monte-Carlo Simulation komplexer Transport-Phänomene in Modellen umzusetzen.		
Modulverantwortliche(r): PD Dr. Frank Goldenbaum		

Nachweise zu Physik der Hadronen und Kerne

Modulabschlussprüfung

Art des Nachweises: Schriftliche Hausarbeit (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 5	Nachweis für: ganzes Modul
---	----------------------------	-------------------------------	--------------------------------------

a Physik der Hadronen und Kerne - Reaktionsmechanismen in der Mittelenergiephysik

Stellung im Modul: Pflicht (2 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 37,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Experimentelle Daten und Wirkungsquerschnitte in Nukleon-Nukleon und Nukleon-Kern Wechselwirkungen, Proton-, Antiproton-, Ionen- und Meson-induzierte Anregung und Zerfall heißer Materie, Reaktionsmechanismen Spallation, Verdampfung, Multifragmentation/Fragmentation, Spaltung und Vaporisation, Zustandsgleichung, Temperatur, Anregungsenergie, Hadron-, Meson-, Lepton-Transport, Schauerentwicklung beim Durchgang durch Materie, Vorstellung neuer experimenteller Techniken, Anwendung moderner Simulationsmethoden und 3D Teilchentransportmodelle (GEANT4,...). Nach Absprache kann eine Besichtigung des Proton/Deuteron Beschleunigers COSY (Cooler Synchrotron) in Jülich sowie dort aufgebauter interner und externer Experimente angeboten werden.			

b Übung Physik der Hadronen und Kerne - Reaktionsmechanismen in der Mittelenergiephysik

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 78,75 h	Kontaktzeit: 1 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		



b Übung Physik der Hadronen und Kerne - Reaktionsmechanismen in der Mittelenergiephysik (Fortsetzung)

Inhalte:

Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.

SDT Seminar zu Detektoren der Teilchenphysik

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 2 Semester. Das Modul wird sporadisch angeboten.	Workload: 3 LP
Stellung der Note: 3/120	Das Modul sollte im 2. Semester begonnen werden.	90 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Vertiefung der Kenntnisse in der Teilchenphysik und ihren Techniken. Verständnis aktueller Fragestellungen und Methoden insbesondere zur Vorbereitung und im Umfeld der Masterarbeit. Weitgehend selbstständige Einarbeitung in Fragestellungen der Teilchenphysik. Darstellung physikalischer Sachverhalte, Experimente und Detektoren für Experten.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Mättig		

Nachweise zu Seminar zu Detektoren der Teilchenphysik

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: ganzes Modul

a Seminar zu Detektoren der Teilchenphysik

Stellung im Modul: Wahlpflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Experimentelle Methoden und physikalische Probleme bei der Entwicklung und Anwendung von Detektoren und Detektorelementen in der Teilchenphysik			

STP Seminar zur Teilchenphysik		
Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird semesterweise angeboten.	Workload: 3 LP
Stellung der Note: 3/120	Das Modul sollte im 2. Semester begonnen werden.	90 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Studierenden sind fähig, sich selbstständig in spezielle, zum Teil für sie unvertraute Themen aus der Elementar- oder Astroteilchenphysik einzuarbeiten und verständlich darüber vorzutragen. Sie beherrschen den Umgang mit zeitgemäßen Präsentationsmedien.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Harlander		

Nachweise zu Seminar zur Teilchenphysik			
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: ganzes Modul

a Hauptseminar zur Teilchenphysik			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Behandlung theoretischer und experimenteller Fragen der Teilchenphysik (obligatorisch für alle Studierenden des Schwerpunktes Teilchenphysik)			

STB Seminar zur Teilchenphysik an Beschleunigern

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 2 Semester. Das Modul wird sporadisch angeboten.	Workload: 3 LP
Stellung der Note: 3/120	Das Modul sollte im 2. Semester begonnen werden.	90 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen Teilchenphysik an Beschleunigern und ihren Techniken. Sie verstehen aktuelle Fragestellungen und Methoden insbesondere zur Vorbereitung und im Umfeld der Masterarbeit. Weitgehend selbstständige Einarbeitung in Fragestellungen der Teilchenphysik. Darstellung physikalischer Sachverhalte, Experimente und Detektoren für Experten.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Mättig		

Nachweise zu Seminar zur Teilchenphysik an Beschleunigern

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: ganzes Modul

a Seminar zur Teilchenphysik an Beschleunigern

Stellung im Modul: Wahlpflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Experimentelle und theoretische Probleme bei der Durchführung und Analyse von Experimenten der Teilchenphysik an Beschleunigern			

SPPS Seminar zur Physik der Proton-(Anti)Proton Stöße

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 2 Semester. Das Modul wird sporadisch angeboten.	Workload: 3 LP
Stellung der Note: 3/120	Das Modul sollte im 2. Semester begonnen werden.	90 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen die Teilchenphysik der Proton-(Anti)Proton Stößen und ihren Techniken. Sie verstehen aktuelle Fragestellungen und Methoden insbesondere zur Vorbereitung und im Umfeld der Masterarbeit. Weitgehend selbstständige Einarbeitung in Fragestellungen der Teilchenphysik.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Mättig		

Nachweise zu Seminar zur Physik der Proton-(Anti)Proton Stöße

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: ganzes Modul

a Seminar zur Physik der Proton-(Anti)Proton Stöße

Stellung im Modul: Wahlpflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Experimentelle Methoden und physikalische Probleme der Physik an pp und ppbar Collidernan Beispielen aus der aktuellen Forschung			

SETA Seminar zu Experimenten der Teilchenastrophysik

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 2 Semester. Das Modul wird sporadisch angeboten.	Workload: 3 LP
Stellung der Note: 3/120	Das Modul sollte im 2. Semester begonnen werden.	90 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen die spezielle Probleme und Methoden der Teilchenastrophysik und den aktuellen Stand der Forschung insbesondere auch im Umfeld der Master-Arbeit.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Helbing		

Nachweise zu Seminar zu Experimenten der Teilchenastrophysik

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: ganzes Modul

a Seminar zur Experimenten der Teilchenastrophysik

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Experimentelle und Theoretische Aspekte bei der Durchführung und Analyse von Teilchen-astrophysikalischen Experimenten			

SNP Seminar zur Neutrinophysik		
Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird semesterweise angeboten.	Workload: 3 LP
Stellung der Note: 3/120	Das Modul sollte im 3. Semester begonnen werden.	90 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen die spezielle Probleme und Methoden der Neutrinophysik und haben den aktuellen Stand der Forschung verstanden, insbesondere auch im Umfeld der Master-Arbeit.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Helbing		

Nachweise zu Seminar zur Neutrinophysik			
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: ganzes Modul

a Seminar zur Neutrinophysik			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Eigenschaften von Neutrinos, Experimente zur Neutrinophysik			

SPkS Seminar zur Physik der kosmischen Strahlung

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 2 Semester. Das Modul wird sporadisch angeboten.	Workload: 3 LP
Stellung der Note: 3/120	Das Modul sollte im 2. Semester begonnen werden.	90 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen die spezielle Probleme und Methoden der Teilchenastrophysik und den aktuellen Stand der Forschung, insbesondere auch im Umfeld der Master-Arbeit.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Helbing		

Nachweise zu Seminar zur Physik der kosmischen Strahlung

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: ganzes Modul

a Seminar zur Physik der kosmischen Strahlung

Stellung im Modul: Wahlpflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Eigenschaften hochenergetischer kosmischer Strahlung, Propagation, Messung und Nachweismethoden			

SMP Seminar zur Mittelenergiephysik		
Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 2 Semester. Das Modul wird 2-jährlich angeboten.	Workload: 3 LP
Stellung der Note: 3/120	Das Modul sollte im 2. Semester begonnen werden.	90 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en besitzen grundlegende und auch vertiefende Kenntnisse im Bereich der Mittelenergiephysik und ihren Techniken, insbesondere auch im Umfeld der Masterarbeit.		
Modulverantwortliche(r): PD Dr. Goldenbaum		

Nachweise zu Seminar zur Mittelenergiephysik			
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: ganzes Modul

a Spezielle Themen der Mittelenergiephysik			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: zu wechselnden Themenkreisen aus der Physik der Hadronen und Kerne, z.B. - Antiwasserstoffproduktion am AD des CERN Symmetrie von Materie und Antimaterie; Produktion der Konstituenten von $H^0 \equiv (p, e^+)$; H^0 Formation; Synthese von p and e^+ ; , Einfang und Kühlung; elektro-magnetische Fallen und magnetische Flaschen; Spektroskopie von H^0 ; die Suche nach schweren Anti-Elementen (He , Li ... C) - Konzepte, grundlegende Ideen und Möglichkeiten der Transmutation Beschleuniger getriebene Systeme (ADS) zur Transmutation langlebiger Isotoperadioactiven Abfalls.; kernphysikalische Experimente zur Bestimmung relevanter Wirkungsquerschnitte und Datenbibliotheken; Neutronenproduktion induziert durch hochenergetische geladene Teilchen; Spallation; Neutroneneinfangwahrscheinlichkeit; Resonanzen; ADS und unterkritische „energy-amplifiers“ ;			

STPM Seminar zur Teilchenphänomenologie		
Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 2 Semester. Das Modul wird sporadisch angeboten.	Workload: 3 LP
Stellung der Note: 3/120	Das Modul sollte im 2. Semester begonnen werden.	90 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen Methoden in der Theoretischen Teilchenphysik der aktuellen Forschung insbesondere im Umfeld der Master-Arbeit.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Knechtli		

Nachweise zu Seminar zur Teilchenphänomenologie			
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: ganzes Modul

a Seminar zur Teilchenphänomenologie			
Stellung im Modul: Wahlpflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Konzepte der modernen Elementarteilchenphysik mit Schwerpunkten in der Lattice GaugeTheorie und der Störungstheorie, sowie deren Anwendungen			

VLGT Vertiefungsseminar zur Lattice Gauge Theory

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 2 Semester. Das Modul wird sporadisch angeboten.	Workload: 3 LP
Stellung der Note: 3/120	Das Modul sollte im 2. Semester begonnen werden.	90 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen Methoden in der Theoretischen Teilchenphysik auf dem Gitter (Lattice Gauge Theory).		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Knechtli		

Nachweise zu Vertiefungsseminar zur Lattice Gauge Theory

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: ganzes Modul

a Vertiefungsseminar zur Lattice Gauge Theory

Stellung im Modul: Wahlpflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Gitterfeldtheorie für skalare Felder. Schranke für das Higgs-Boson. Elektroschwache Theorie auf dem Gitter. Gitter QCD bei nichtverschwindenden Temperaturen und Dichten. Schwache Zerfälle auf dem Gitter. Algorithmen für chirale Fermionen.			

VTP Vertiefungsseminar zur Teilchenphänomenologie

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird semesterweise angeboten.	Workload: 3 LP
Stellung der Note: 3/120	Das Modul sollte im 3. Semester begonnen werden.	90 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Vertiefung der Kenntnisse und Methoden in der Theoretischen Teilchenphysik insbesondere im Umfeld der Master-Arbeit.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. R. Harlander		

Nachweise zu Vertiefungsseminar zur Teilchenphänomenologie

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: ganzes Modul

a Seminar zur Teilchenphänomenologie

Stellung im Modul: Wahlpflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Gitterfeldtheorie für skalare Felder. Schranke für das Higgs-Boson. Elektroschwache Theorie auf dem Gitter. Gitter QCD bei nichtverschwindenden Temperaturen und Dichten. Schwache Zerfälle auf dem Gitter. Algorithmen für chirale Fermionen.			

Fortgeschrittenen-Projektpraktikum

Die Absolvent(inn)en verfügen nach Abschluss des Moduls Fortgeschrittenen Projektpraktikum über folgende Qualifikationen:

Fachliche Qualifikationen:

– Sie kennen fortgeschrittene Methoden und Messtechniken,

Schlüsselqualifikationen:

- Sie sind in der Lage projektorientiert in einem kleinen Team zu arbeiten,
- sie besitzen eine Präsentationskompetenz in Wort, Grafik und Schrift,
- sie können ihr Wissen in adäquater Weise an Fachleute und Nichtfachleute vermitteln.

FPP Fortgeschrittenen-Projektpraktikum

Stellung im Studiengang: Pflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird semesterweise angeboten.	Workload: 12 LP
Stellung der Note: 12/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	360 h

Lernergebnisse / Kompetenzen:

Die Absolvent(inn)en kennen typische Fragestellungen der aktuellen physikalischen Forschung in verschiedenen Bereichen der Physik und besitzen einen Überblick über in den Forschungsgruppen bearbeitete Projekte. Sie sind vorbereitet auf eine eigenständige Forschungstätigkeit und besitzen ausreichende Kenntnisse für die Auswahl eines Themas der Masterarbeit.

FPP Fortgeschrittenen-Projektpraktikum (Fortsetzung)

Bemerkungen:

Es werden drei Projekte in den Forschungsgruppen der Fachgruppe, die nahe an Fragestellungen der Forschung angesiedelt sind, in 2er Gruppen durchgeführt. Folgende Projekte stehen regelmäßig zur Auswahl:

- Atmosphärenphysik: Temperaturmessung in der Hochatmosphäre
- Kondensierte Materie: Untersuchung der Feldemissionseigenschaften einer kalten Kathode, Rasterkraftmikroskopie, Kristalluntersuchung mit Röntgenbeugung, Herstellung und Charakterisierung dünner Schichten, Auger-Elektronenspektroskopie zur Elementanalyse, Röntgenstrukturanalyse
- Kondensierte Materie: Thermodynamische Eigenschaften von Spinketten, Numerische Lösungsverfahren nichtlinearer Gleichungssysteme, Simulation von Lennard-Jones Fluiden
- Astroteilchenphysik: Messungen mit einem Radioteleskop, Messung der kosmischen Strahlung durch Nachweis ausgedehnter Luftschauer
- Teilchenphysik/Computing: Automatisierte Datennahme, Ereignisselektion von Top-Quark Ereignissen mit Neuronalem Netz, Messung der Top-Quark-Masse aus der Flugstrecke von B-Hadronen, GRID, Renormierungsgruppe und große Vereinheitlichung
- Rechnergestützte Physik: kritische Exponenten mit Monte Carlo Renormierungsgruppe, Ising-Modell, Chaos in der klassischen Mechanik, Quantenmechanik am Computer
- Projekte zu Bildgebenden Verfahren in Industrie und Medizin

Die Projekte sollen durch umfangreiche Protokolle dokumentiert und in einem Seminarvortrag in der Forschungsgruppe dargestellt werden. Neben Projekten in der Fachgruppe besteht die Möglichkeit, ein Praktikum in mindestens vergleichbarem Umfang an einer auswärtigen Forschungseinrichtung als Projektpraktikum anzuerkennen.

Die Projekte müssen in verschiedenen Forschungsschwerpunkten durchgeführt werden, wobei mindestens eines aus der Experimentalphysik und eines aus der theoretischen Physik kommen muss.

Modulverantwortliche(r):

Dr. K. Hamacher

Nachweise zu Fortgeschrittenen-Projektpraktikum

Teil der Modulabschlussprüfung

Art des Nachweises:	Prüfungsdauer:	Nachgewiesene LP:	Nachweis für:
Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	-	4	Modulteil(e) a

Teil der Modulabschlussprüfung

Art des Nachweises:	Prüfungsdauer:	Nachgewiesene LP:	Nachweis für:
Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	-	4	Modulteil(e) b

Teil der Modulabschlussprüfung

Art des Nachweises:	Prüfungsdauer:	Nachgewiesene LP:	Nachweis für:
Präsentation mit Kolloquium (uneingeschränkt)	-	4	Modulteil(e) c

a Projektpraktikum - Experimentalphysik

Stellung im Modul: Pflicht (4 LP)	Lehrform: Praktikum	Selbststudium: 75 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die Inhalte werden vom Betreuer des Praktikums festgelegt.			

b Projektpraktikum - Theoretische Physik

Stellung im Modul: Pflicht (4 LP)	Lehrform: Praktikum	Selbststudium: 75 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die Inhalte werden vom Betreuer des Praktikums festgelegt.			

c Projektpraktikum - Exp. oder Theo. Physik

Stellung im Modul: Pflicht (4 LP)	Lehrform: Praktikum	Selbststudium: 75 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die Inhalte werden vom Betreuer des Praktikums festgelegt.			

Master-Phase

Die Absolvent(inn)en verfügen nach Abschluss des Moduls überfolgende Qualifikationen:

Fachliche Qualifikationen:

– Sie kennen fortgeschrittene Methoden, Techniken und Begriffsbildungen in einem ausgewählten Gebiet der Physik.

Schlüsselqualifikationen:

- Sie können sich kritisch mit aktuellen Forschungsergebnissen auseinandersetzen
- sie entwickeln eigenständig neue Wege zur Lösung physikalischer Probleme,
- sie gehen konstruktiv mit Forschungsberichten in der Literatur auch in englischer Sprache um,
- sie sind in der Lage, projektorientiert in einem Team zu arbeiten,
- sie können ihre eigenen Forschungsergebnisse verteidigen,
- sie besitzen eine Präsentationskompetenz in Wort, Grafik und Schrift,
- sie können ihr Wissen in adäquater Weise an Fachleute und Nichtfachleute vermitteln,
- sie erkennen die Notwendigkeit zur stetigen Weiterbildung.

MFS Fachliche Spezialisierung

Stellung im Studiengang: Pflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird semesterweise angeboten.	Workload: 15 LP
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 3. Semester begonnen werden.	450 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen den aktuellen Forschungsstand im Spezialgebiet und erwerben fachliche Spezialkenntnisse.		
Voraussetzungen: Absolvierung des Masterstudiums in dem in der Prüfungsordnung spezifizierten Rahmen, empfohlen sind die vertiefenden Schwerpunktfächer.		
Modulverantwortliche(r): Betreuer der Master-Arbeit		

Nachweise zu Fachliche Spezialisierung

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Sammelmappe mit Begutachtung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 15	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Sammelmappe mit Begutachtung (Inhalt, Frist und Form der jeweiligen Einzelleistung wird zu Beginn vom Betreuer der Master-Arbeit festgelegt.)			

a Fachgruppen-Seminar Physik

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
---	-----------------------------	---------------------------------	--

a Fachgruppen-Seminar Physik (Fortsetzung)	
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein
Inhalte: Das Fachgruppen-Seminar der Physik ist das zentrale Seminar der Physik. Es werden aktuelle Themenbereiche der Forschung, sowie die neuesten Fortschritte aus der eigenen Fachgruppe präsentiert. Das Seminar findet in jedem Semester statt.	

b Fachliche Spezialisierung			
Stellung im Modul: Pflicht (12 LP)	Lehrform: Form nach Ankündigung	Selbststudium: 360 h	Kontaktzeit: 0 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Einarbeitung in das spezielle Fachgebiet, auf dem die Master-Arbeit geschrieben werden soll. Das Modul bildet mit dem anschließenden Modul Methodenkenntnis und Projektplanung und der Master-Arbeit eine untrennbare Einheit und muss daher in der gleichen Arbeitsgruppe belegt werden, in der auch die Master-Arbeit geschrieben werden soll. Die eigentliche fachliche Spezialisierung wird in den Arbeitsgruppen definiert und kann in verschiedenen Lehrformen, wie Praktika, Kolloquia, Vorlesungen, Übungen oder anderen Formen spezifiziert sein.			

MMP Methodenerkenntnis und Projektplanung		
Stellung im Studiengang: Pflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird semesterweise angeboten.	Workload: 15 LP
Stellung der Note: 15/120	Das Modul sollte im 3. Semester begonnen werden.	450 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen die nötigen Methoden zur Strukturierung des vorgesehenen Forschungsprojektes der Master-Arbeit. Sie können mit wissenschaftlicher Literatur umgehen und eigenständig recherchieren.		
Voraussetzungen: Absolvierung des Masterstudiums in dem in der Prüfungsordnungsspezifizierten Rahmens		
Modulverantwortliche(r): Betreuer der Master-Arbeit		

Nachweise zu Methodenerkenntnis und Projektplanung			
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Sammelmappe mit Begutachtung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 15	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Sammelmappe mit Begutachtung (Inhalt, Frist und Form der jeweiligen Einzelleistung wird zu Beginn vom Betreuer der Master-Arbeit festgelegt.)			

a Methodenerkenntnis und Projektplanung			
Stellung im Modul: Pflicht (15 LP)	Lehrform: Form nach Ankündigung	Selbststudium: 450 h	Kontaktzeit: 0 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Kennenlernen der speziellen Methoden des Fachgebietes, auf dem die Masterarbeit geschrieben werden soll, und Planung des in der Master-Arbeit zu bearbeitenden Forschungsprojekts. Das Modul bildet mit dem vorangegangenen Modul Fachliche Spezialisierung und der Master-Arbeit eine untrennbare Einheit und muss daher in dergleichen Arbeitsgruppe belegt werden, in der auch die Master-Arbeit geschrieben werden soll.			

MA Master-Arbeit mit Abschlusskolloquium

Stellung im Studiengang: Pflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird semesterweise angeboten.	Workload: 30 LP
Stellung der Note: 30/120	Das Modul sollte im 4. Semester begonnen werden.	900 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Absolvent(inn)en kennen Methoden, Techniken und Verfahren in einem ausgewählten Gebiet der Physik und können sie auf ein konkretes und aktuelles wissenschaftliches Problem anwenden. Sie besitzen Erfahrung im Projektmanagement und dem Arbeiten in einer großen Gruppe.		
Modulverantwortliche(r): Betreuer der Master-Arbeit		

Nachweise zu Master-Arbeit mit Abschlusskolloquium

Teil der Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Hausarbeit (1-mal wiederholbar)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 28	Nachweis für: ganzes Modul
unbenotete Studienleistung			
Art des Nachweises: Präsentation mit Kolloquium	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 2	Nachweis für: Modulteil(e) a

a Abschlusskolloquium

Stellung im Modul: Pflicht (2 LP)	Lehrform: Seminar	Selbststudium: 37,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte:			

b Master-Arbeit

Stellung im Modul: Pflicht (28 LP)	Lehrform: Projekt	Selbststudium: 840 h	Kontaktzeit: 0 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die Master-Arbeit bildet den Abschluss des Masterstudiums. In ihrem Rahmen bearbeiten die Studierenden selbständig ein aktuelles Thema aus der Forschungsarbeit eines der Schwerpunkte der Fachgruppe: Atmosphärenphysik, Kondensierte Materie oder Teilchenphysik. Die Ergebnisse werden in einem Abschlusskolloquium verteidigt und sollen in der Regel zu einer wissenschaftliche Publikation beitragen.			

Nichtphysikalische Wahlpflichtmodule

Es müssen Module mit einem Gesamtumfang von 8-12LP gewählt werden.
Module die bereits zum Erwerb von Leistungspunkten im Bachelor-Studiengang belegt wurden, sind im Rahmen der Master-Prüfung nicht erneut anererkennungsfähig.

Wei.Num Weiterführung Numerik

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 2 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Studierenden haben weitergehende Kenntnisse in einem Gebiet der Numerischen Mathematik erworben und können fortgeschrittene Methoden anwenden. Sie können selbstständig weitergehende Methoden und Konzepte der Numerik entwickeln und auf neue Situationen anwenden.		
Voraussetzungen: Einführung in die Numerik		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Matthias Ehrhardt		

Nachweise zu Weiterführung Numerik

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Sammelmappe mit Begutachtung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Bestandteile der Sammelmappe werden zu Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben.			

a Numerical Linear Algebra

Stellung im Modul: Wahlpflicht (5 LP)	Lehrform: Vorlesung/ Übung	Selbststudium: 116,25 h	Kontaktzeit: 3 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Direkte und iterative Methoden zur Lösung linearer Gleichungssysteme, für Eigenwert- und Singulärwertaufgaben. Die Verfahren werden in Bezug auf Stabilität, Konvergenz und Aufwand analysiert und zur Problemlösung in verschiedenen Anwendungen eingesetzt.			

a Numerical Linear Algebra (Fortsetzung)	
Bemerkungen: Vorlesungssprache Englisch.	

b Mathematische Modellierung			
Stellung im Modul: Wahlpflicht (4 LP)	Lehrform: Vorlesung/ Übung	Selbststudium: 86,25 h	Kontaktzeit: 3 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Fallbeispiele aus Natur-, Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften für: Dynamische Modelle und Netzwerkan-satz; Erhaltungsgleichungen; Diffusionsprozesse			
Bemerkungen: Veranstaltung findet nur alle 2 Jahre statt.			

c Numerische Methoden der Analysis			
Stellung im Modul: Wahlpflicht (4 LP)	Lehrform: Vorlesung/ Übung	Selbststudium: 86,25 h	Kontaktzeit: 3 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Ausgewählte Kapitel der numerischen Analysis, z. B. Numerische Finanzmathematik (Computational Finance), Interpolation und Approximation: Glättende Splines, Wavelets, Neuronale Netze, FFT; numerische Quadratur: Extrapolation und Gauß-Quadratur; nichtlineare Gleichungen und Minimierungsaufgaben; nichtlineare Ausgleichsrechnung			
Bemerkungen: Veranstaltung findet nur alle 2 Jahre statt.			

d Asymptotische Analysis (Mehrskalenmethoden)			
Stellung im Modul: Wahlpflicht (5 LP)	Lehrform: Vorlesung/ Übung	Selbststudium: 116,25 h	Kontaktzeit: 3 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Asymptotische Entwicklungen, Mehrskalenmethoden, verschiedene Typen von Grenzschichten, Numerische Verfahren für singular gestörte Gleichungen, Exponential Fitting Methoden, diskrete Multiskalenansätze			

Vert.Opt Vertiefung Optimierung

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird 2-jährlich angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Studierenden erwerben weitreichende Kenntnisse in einem aktuellen Spezialgebiet der Optimierung und Approximation. Sie sind in der Lage, die Verfahren zu implementieren und in Bezug auf ihre Leistungsfähigkeit numerisch zu testen. Es wird ein selbstständiges vertieftes Literaturstudium gefordert.		
Voraussetzungen: Kenntnisse in Optimierung und/oder Numerik auf Bachelor-Level		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Kathrin Klamroth		

Nachweise zu Vertiefung Optimierung

Modulabschlussprüfung

Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
--	--	-------------------------------	--------------------------------------

a Methoden und Techniken wichtiger Teilgebiete der Optimierung

Stellung im Modul: Pflicht (9 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 225 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Aktuelle Spezialgebiete der Optimierung und Approximation wie z.B.: Multikriterielle Optimierung: Anwendungen und Motivation; Optimalitätskonzepte; Skalarisierungsverfahren und ihre Eigenschaften; multikriterielle lineare Optimierung; multikriterielle diskrete Optimierung; Ausblick Standortoptimierung: Anwendungen und Motivation; kontinuierliche 1-Standortprobleme; kontinuierliche Mehrstandortprobleme; Diskrete und Netzwerkstandortprobleme; Ausblick Innere Punkte Methoden: Grundlagen: Barrieremethoden und zentraler Pfad; Grundzüge und Ansätze der Innere Punkte Methoden; zulässige und unzulässige Verfahren der linearen und nichtlinearen Optimierung; ggf. Verfahren für lineare Komplementaritätsprobleme und Variationsungleichungen Spieltheorie: Einführung in strategische Spiele; Nash-Gleichgewichte; endliche Spiele; Variationsungleichungen; Spiele in Extensivform Approximationstheorie: Existenz, Eindeutigkeit, Charakterisierung Bestapproximation in normierten, linearen Räumen; Bestapproximation durch trigonometrische und algebraische Polynome; verschiedene Methoden der Approximation			
Bemerkungen: Wechselndes Angebotssemester. Ggf. wird ein Teil des Selbststudiums durch eine Übung ersetzt.			

E.OR.LP Einführung in Operations Research

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 0/180	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Studierenden haben breite Kenntnisse in der linearen Optimierung erworben und können ihre Methoden anwenden. Sie sind in der Lage, praxisorientierte Probleme aus dem Bereich der linearen Optimierung zu modellieren und mit selbstimplementierten Programmen zu lösen. Die Studierenden haben außerdem einen Überblick über grundlegende Fragestellungen und Lösungsansätze der nichtlinearen Optimierung.		
Voraussetzungen: Inhalte der Grundlagen aus der Linearen Algebra I und Grundlagen aus der Analysis I. Empfohlen werden außerdem die Module Grundlagen aus der Linearen Algebra II und Grundlagen aus der Analysis II. Elementare Programmierkenntnisse sind von Vorteil, können aber auch studienbegleitend erworben werden.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Kathrin Klamroth		

Nachweise zu Einführung in Operations Research

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 180 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Lineare Optimierung und Grundlagen der nichtlinearen Optimierung

Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 135 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Anwendungsbezug und Modellierung linearer und nichtlinearer Optimierungsprobleme; Überblick über die Methoden der Optimierung; Lineare Optimierung: Optimalität und Basislösungen; Simplexverfahren; 2-Phasen-Methode; Dualität und primal-dualer Simplex; grundlegende Idee Innerer Punkte Verfahren; Ausblick; Nichtlineare Optimierung: Konvexe Probleme; KKT-Bedingungen; Dualität; Abstiegsverfahren; Ausblick			

b Übung zu Lineare Optimierung und Grundlagen der nichtlinearen Optimierung

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispiel- und Programmieraufgaben geübt			

Wei.OR.DP Weiterführung Operations Research: Diskrete Optimierung

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Studierenden kennen die wichtigsten Methoden und Verfahren der diskreten Optimierung. Sie sind in der Lage, praxisorientierte Probleme aus dem Bereich der diskreten Optimierung zu modellieren und mit selbstimplementierten Programmen zu lösen.		
Voraussetzungen: Inhalte der Grundlagen aus der Linearen Algebra I und Grundlagen aus der Analysis I. Empfohlen werden außerdem die Module Grundlagen aus der Linearen Algebra II und Grundlagen aus der Analysis II. Elementare Programmierkenntnisse sind von Vorteil, können aber auch studienbegleitend erworben werden.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Kathrin Klamroth		

Nachweise zu Weiterführung Operations Research: Diskrete Optimierung

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 180 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Diskrete Optimierung

Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 135 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Anwendungsbezug und Modellierung diskreter Optimierungsprobleme; Überblick über die Methoden der Optimierung; Netzwerkoptimierung: Spannende Bäume und kürzeste Wege in Netzen; Maximalfluss-Probleme; Probleme kostenminimaler Flüsse; Zuordnungsprobleme; optimale Routen; Ausblick; Ganzzahlige Optimierung: Anwendungen und Modellierung; konvexe Polyeder; Schnittebenenverfahren; Branch and Bound; Ausblick			

b Übung zu Diskrete Optimierung			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispiel- und Programmieraufgaben geübt			

G.LinAlg2 Grundlagen aus der Linearen Algebra II

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird semesterweise angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Studierenden haben ein tieferes Verständnis abstrakter algebraischer Strukturen erworben. Sie besitzen umfassende Kenntnisse in der Normalformentheorie und können Techniken der multilinearen Algebra einsetzen.		
Voraussetzungen: (Inhaltlich:) Grundlagen aus der Linearen Algebra I		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Klaus Bongartz		

Nachweise zu Grundlagen aus der Linearen Algebra II

unbenotete Studienleistung

Art des Nachweises: Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 3	Nachweis für: Modulteil(e) b
---	----------------------------	-------------------------------	--

Modulabschlussprüfung

Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 120 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul
--	---	-------------------------------	--------------------------------------

Modulabschlussprüfung

Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul
---	--	-------------------------------	--------------------------------------

Bemerkungen:

Die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung setzt den Übungsnachweis voraus.
Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

a Lineare Algebra II

Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 135 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
---	-------------------------------	--------------------------------	--

Angebot im: SS+WS **Fremdkomponente:** nein

Inhalte:

Normalformen für Matrizen, Faktorräume, Dualität, Bilinearformen und quadratische Formen, Multilineare Algebra.

b Übung zu Lineare Algebra II

b Übung zu Lineare Algebra II (Fortsetzung)			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

E.Alg Einführung in die Algebra

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Studierenden kennen die allgemeinen Prinzipien algebraischer Strukturen, sie erwerben ein tieferes Verständnis für Gruppen, Ringe und Körper und haben einen Einblick in die Anwendungen der abstrakten Methoden der Algebra, insbesondere bei der Lösung historisch bedeutsamer Probleme gewonnen. Die Studierenden werden befähigt, vertiefende Veranstaltungen zur Algebra zu verstehen.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Roland Huber		

Nachweise zu Einführung in die Algebra

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 120 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Prüfungsform der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Einführung in die Algebra

Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 135 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Gruppen, Homomorphismen, Normalteiler und Faktorgruppen, zyklische Gruppen, Ringe, Ideale und Faktorringe, Polynomringe, Quotientenkörper, faktorielle Ringe, algebraische und transzendente Körpererweiterungen, Galoisgruppen, Anwendungen in der Geometrie und auf das Problem der Auflösbarkeit algebraischer Gleichungen			
Voraussetzungen: Grundlagen aus der Linearen Algebra I,II			

b Übung zu Einführung in die Algebra

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
---	---------------------------	---------------------------------	--

b Übung zu Einführung in die Algebra (Fortsetzung)	
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.	
Voraussetzungen: Grundlagen der Linearen Algebra I, II	

Vert.Alg Vertiefung Algebra

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird 2-jährlich angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Studierenden beherrschen ein Teilgebiet der Algebra so gut, dass sie Originalliteratur lesen und ein kleines Forschungsproblem bearbeiten können.		
Voraussetzungen: Aufbau Algebra		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Markus Reineke		

Nachweise zu Vertiefung Algebra

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul

a Algebra II

Stellung im Modul: Pflicht (9 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 225 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Eine Auswahl aus den Themen: Darstellungstheorie, nicht-kommutative Algebra			
Bemerkungen: Ggf. wird ein Teil des Selbststudiums durch eine Übung ersetzt.			

Wei.LieAlg Weiterführung Algebra: Lie-Algebren

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird sporadisch angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Studierenden beherrschen vertiefte Begriffsbildungen und Methoden der Algebra und können sie zur Beschreibung verschiedener diskreter Strukturen einsetzen und anwenden. Durch die Beschäftigung mit abstrakten Begriffen und Methoden und durch das Kennenlernen von tiefer liegenden mathematischen Ergebnissen werden die Studierenden zur Abstraktion und zum selbstständigen aktiven Umgang mit anspruchsvollen mathematischen Fragestellungen befähigt.		
Bemerkungen: In jedem Wintersemester wird eines der Module <i>Weiterführung Algebra</i> angeboten. Sporadisch ist ein zusätzliches Angebot im Sommer möglich.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Markus Reineke		

Nachweise zu Weiterführung Algebra: Lie-Algebren

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 120 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Lie-Algebren

Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 135 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Struktur und Klassifikation der komplexen halbeinfachen Lie-Algebren			
Voraussetzungen: Einführung in die Algebra			

b Übung zu Lie-Algebren			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

Wei.AlgGeo Weiterführung Algebra: Algebraische Geometrie

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Studierenden beherrschen vertiefte Begriffsbildungen und Methoden der Algebra und können sie zur Beschreibung verschiedener Strukturen einsetzen und anwenden. Durch die Beschäftigung mit abstrakten Begriffen und Methoden und durch das Kennenlernen von tiefer liegenden mathematischen Ergebnissen werden die Studierenden zur Abstraktion und zum selbstständigen aktiven Umgang mit anspruchsvollen mathematischen Fragestellungen befähigt.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Roland Huber		

Nachweise zu Weiterführung Algebra: Algebraische Geometrie

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 120 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Algebraische Geometrie

Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 135 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Affine und projektive Varietäten, Hilbertscher Nullstellensatz, Dimensionen, Morphismen von Varietäten, Garben regulärer Funktionen, Funktionenkörper, eventuell auch Anwendungen der algebraischen Geometrie (zum Beispiel in der Kryptographie oder Codierungstheorie)			
Voraussetzungen: Einführung in die Algebra			

b Übung zu Algebraische Geometrie

b Übung zu Algebraische Geometrie (Fortsetzung)			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			
Voraussetzungen: Einführung in die Algebra			

G.Ana3 Grundlagen aus der Analysis III

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Studierenden kennen Ergebnisse und Methoden der Analysis, insbesondere die über die Standardinhalte der Differential- und Integralrechnung einer Veränderlichen hinausgehende Lebesguesche Integrationstheorie. Sie können Randintegrale auf Volumenintegrale zurückführen (und umgekehrt). Sie kennen die Anwendbarkeit dieser Theorie in anderen mathematischen, naturwissenschaftlichen und technischen Bereichen und haben zugleich eine höhere Stufe der Abstraktionsfähigkeit erlangt.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Gregor Herbort		

Nachweise zu Grundlagen aus der Analysis III

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 120 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 40 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.			

a Analysis III

Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 135 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: a) Lebesguesche Integrationstheorie b) Integrale über Kurven und Flächen c) Integralsätze: Integralformel von Gauß/oder Green , Integralformel von Stokes und Anwendung auf einfache Gebiete (Normalbereiche)			

b Übung zu Analysis III

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		



b Übung zu Analysis III (Fortsetzung)

Inhalte:

Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.

Ve.DGIn Differentialgleichungen

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird 2-jährlich angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Studierenden sind mit der mathematischen Modellierung physikalischer Vorgänge durch Differentialgleichungen vertraut und kennen vertiefte Begriffsbildungen und Methoden zur Typisierung, zur Untersuchung von Existenz, Eindeutigkeit und zur Bestimmung von Lösungen.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Birgit Jacob		

Nachweise zu Differentialgleichungen

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 120 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Modalitäten der Modulabschlussprüfung werden zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.			

a Elemente der Theorie der Differentialgleichungen

Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 135 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Behandlung von gewöhnlichen Differentialgleichungen: Typeneinteilungen und Lösungsmethoden. Systeme linearer Dgln., Anfangswertprobleme, Stabilitätstheorie, Anwendungen auf Probleme der Physik und anderer Bereiche.			
Voraussetzungen: Grundlagen aus der Analysis I-II, Grundlagen aus der Linearen Algebra I			

b Übung zu Elemente der Theorie der Differentialgleichungen

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		

b Übung zu Elemente der Theorie der Differentialgleichungen (Fortsetzung)

Inhalte:

Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.

Ve.Mgfn Analysis auf Mannigfaltigkeiten

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird sporadisch angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Studierenden beherrschen den Umgang mit lokalen differenzierbaren Koordinaten, sind mit dem Cartan-schen Kalkül der Differentialformen und seinen Anwendungen in der Integrationstheorie vertraut und können den Kalkül in Formeln der klassischen Vektoranalysis übersetzen. Sie beherrschen wichtige Techniken der Höheren Analysis, die auch in der Algebraischen Geometrie, der Darstellungstheorie und der Theoretischen Physik gebraucht werden.		
Voraussetzungen: Grundlagen aus der Analysis I und II, Grundlagen aus der Linearen Algebra I und II		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Gregor Herbort		

Nachweise zu Analysis auf Mannigfaltigkeiten

Modulabschlussprüfung

Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 120 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
--	---	-------------------------------	--------------------------------------

Modulabschlussprüfung

Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 40 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
---	--	-------------------------------	--------------------------------------

Bemerkungen:

Die Form der Modulabschlussprüfung wird in der Vorlesung bekannt gegeben

a Analysis auf Mannigfaltigkeiten

Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 135 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		

Inhalte:

- a) Differenzierbare Mannigfaltigkeiten, Tangentialvektoren und Vektorfelder
- b) Differentialformen, Integration auf Mannigfaltigkeiten, Satz von Stokes
- c) Riemannsche Metriken
- d) Vektoranalysis

b Übung zu Analysis auf Mannigfaltigkeiten

b Übung zu Analysis auf Mannigfaltigkeiten (Fortsetzung)			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

Vert.FunkAna Vertiefung Funktionalanalysis		
Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird 2-jährlich angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Studierenden sind mit einem Teilgebiet der Funktionalanalysis soweit vertraut, dass sie eine Masterthesis aus diesem Gebiet verfassen können. Es wird ein besonders vertieftes selbständiges Studium von begleitender Literatur gefordert.		
Voraussetzungen: Aufbau Funktionalanalysis		
Bemerkungen: In jedem zweiten Sommersemester wird eine der beiden Modulkomponenten angeboten.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Birgit Jacob		

Nachweise zu Vertiefung Funktionalanalysis			
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul

a Funktionalanalysis II			
Stellung im Modul: Wahlpflicht (9 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 225 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Eine Auswahl aus Themen der Funktionalanalysis, wie z.B: <ul style="list-style-type: none"> - Stark stetige Halbgruppen - Systemtheorie unendlich dimensionaler Systeme - Frecheträume und ihre Dualitätstheorie - Standardräume der Analysis - Blockoperatormatrizen - Spektral- und Störungstheorie selbstadjungierter Operatoren in Kreinräumen 			
Bemerkungen: Ggf. wird ein Teil des Selbststudiums durch eine Übung ersetzt.			

b Funktionalanalytische Methoden bei partiellen Differentialgleichungen

b Funktionalanalytische Methoden bei partiellen Differentialgleichungen (Fortsetzung)			
Stellung im Modul: Wahlpflicht (9 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 225 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Einführung geeigneter Funktionenräume (wie Sobolevräume, Distributionen); Anwendung funktionalanalytischer Methoden auf Problemstellungen aus dem Bereich der linearen partiellen Differentialgleichungen, wie z.B. elliptische Randwertprobleme, Halbgruppen beschränkter Operatoren und ihre Anwendung auf Anfangs- oder Anfangs-Randwertprobleme hyperbolischer oder parabolischer Differentialgleichungen, Existenz von Elementarlösungen, globale Lösbarkeit, Regularität der Lösungen.			
Bemerkungen: Ggf. wird ein Teil des Selbststudiums durch eine Übung ersetzt.			

Wei.FunkAna Weiterführung Analysis: Funktionalanalysis

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Studierenden kennen vertiefte Begriffsbildungen und Methoden der Analysis. Sie können sie zur Analyse und Lösung von typischen Fragestellungen der Funktionalanalysis einsetzen. Durch die Beschäftigung mit abstrakten Begriffen und Methoden und durch das Kennenlernen von tieferliegenden mathematischen Ergebnissen werden die Studierenden zur Abstraktion und zum selbständigen aktiven Umgang mit anspruchsvollen mathematischen Fragestellungen befähigt.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Birgit Jacob		

Nachweise zu Weiterführung Analysis: Funktionalanalysis

Modulabschlussprüfung

Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
--	--	-------------------------------	--------------------------------------

Modulabschlussprüfung

Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 120 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
---	---	-------------------------------	--------------------------------------

Bemerkungen:

Die Modalitäten der Modulabschlussprüfung werden zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

a Grundlagen der Funktionalanalysis

Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 135 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
---	-------------------------------	--------------------------------	--

Angebot im: SS **Fremdkomponente:** nein

Inhalte:

Grundprinzipien der Funktionalanalysis; klassische Banachräume; Theorie der beschränkten Operatoren zwischen Banach- und Hilberträumen; Fouriertransformation; Spektraltheorie für kompakte Operatoren

Voraussetzungen:

Grundlagen aus der Analysis I-III, Grundlagen aus der Linearen Algebra I-II

b Übung zu Grundlagen der Funktionalanalysis

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
---	---------------------------	---------------------------------	--

b Übung zu Grundlagen der Funktionalanalysis (Fortsetzung)	
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.	

Wei.KomAlg Weiterführung Algebra: Kommutative Algebra		
Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird sporadisch angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Studierenden beherrschen vertiefte Begriffsbildungen und Methoden der Algebra und können sie zur Beschreibung verschiedener diskreter Strukturen einsetzen und anwenden. Durch die Beschäftigung mit abstrakten Begriffen und Methoden und durch das Kennenlernen von tiefer liegenden mathematischen Ergebnissen werden die Studierenden zur Abstraktion und zum selbstständigen Umgang mit anspruchsvollen mathematischen Fragestellungen befähigt.		
Bemerkungen: In jedem Wintersemester wird eines der Module <i>Weiterführung Algebra</i> angeboten. Sporadisch ist ein zusätzliches Angebot im Sommer möglich.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Sascha Orlik		

Nachweise zu Weiterführung Algebra: Kommutative Algebra			
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 120 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Prüfungsform der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Kommutative Algebra			
Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 135 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Bereitstellung Grund legender Begriffe für die Zahlentheorie und algebraische Geometrie: Ringerweiterungen; Noethersche und Artinsche Ringe; Dedekindringe; Vervollständigung; Dimensionstheorie			
Voraussetzungen: Einführung in die Algebra			

b Übung zu Kommutative Algebra			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

Wei.KompAna Weiterführung Analysis: Komplexe Analysis

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen:		
<p>Die Studierenden kennen vertiefte Begriffsbildungen und Methoden der Analysis. Sie können sie für die Analyse und Lösung von typischen Fragestellungen aus der Komplexen Analysis einsetzen. Durch die Beschäftigung mit abstrakten Begriffen und Methoden und durch das Kennenlernen von tieferliegenden mathematischen Ergebnissen werden die Studierenden zur Abstraktion und zum selbstständigen aktiven Umgang mit anspruchsvollen mathematischen Fragestellungen befähigt.</p>		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Nikolay Shcherbina		

Nachweise zu Weiterführung Analysis: Komplexe Analysis

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 40 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 120 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird in der Vorlesung bekannt gegeben			

a Elemente der Komplexen Analysis

Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 135 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Eine Auswahl aus den folgenden Schwerpunkten und Themen: Rungesche Approximationstheorie und Anwendungen, Existenzsätze für meromorphe Funktionen (Mittag-Leffler, Weierstraß), Geometrische Funktionentheorie (Spiegelungsprinzip, Holomorphe Fortsetzung, Werteverteilungstheorie) Einführung in die Funktionentheorie mehrerer Veränderlicher: Holomorphiebegriff, Holomorphe Fortsetzung, Hartogsphänomen, Holomorph-Konvexität, plurisubharmonische Funktionen, Abbildungstheorie			

b Übung zu Elemente der Komplexen Analysis			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

Wei.Maß Weiterführung Stochastik: Maß- und Integrationstheorie

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird 2-jährlich angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Studierenden haben ein vertieftes Verständnis für die mathematischen Grundlagen der Erweiterungstheorie der Maße und der Integrationstheorie erworben und sind befähigt, fortgeschrittene Themen der Stochastik zu verstehen.		
Voraussetzungen: Grundlagen aus der Analysis I + II, Grundlagen aus der linearen Algebra, Einführung in die Stochastik		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Barbara Rüdiger-Mastandrea		

Nachweise zu Weiterführung Stochastik: Maß- und Integrationstheorie

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 90 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Maß- und Integrationstheorie

Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 135 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die Studierenden können die Erweiterungstheorie der Maße auf endliche und zählbar unendliche Produktmaßräume anwenden, die in Modellierungen vorkommen. Das Lebesgueintegral wird jetzt nicht nur auf reellwertigen Räumen definiert, sondern auf Maßräumen im Allgemeinen und so auch in Zusammenhang mit der Definition von Erwartung aus der Wahrscheinlichkeitstheorie gebracht. Außerdem werden auch Stiltjes-Integrale eingeführt und in diesem Zusammenhang Funktionen mit endlicher Variation besprochen. Die Einführung von Stiltjesintegralen ermöglicht das Verständnis der Integration bzgl. Verteilungen, was durch erworbene Kenntnisse von Bildmaßen wiederum den Zusammenhang mit der Definition von Erwartungswert ermöglicht. Unterschiedliche Formen von Konvergenzen (in L^p , nach Maß, fast sicher) werden eingeführt und so der Unterschied zwischen deterministischer Modellierung und Modellierung durch die Maßtheorie verständlich gemacht.			

b Übung zu Maß- und Integrationstheorie			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

Auf.NumAna Numerical Analysis and Simulation I		
Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: The students are familiar with complex algorithms for the numerical simulation of ordinary differential equations. They are able to analyze and classify such algorithms, to apply them properly and develop them further.		
Voraussetzungen: Numerical mathematics from a Bachelors' programme; particularly suited for students with Bachelor in Mathematics, Financial Mathematics or Applied Science.		
Bemerkungen: The language for this module is English.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Michael Günther		

Nachweise zu Numerical Analysis and Simulation I			
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 120 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: The form of the exam is announced at the beginning of the lecture.			

a Numerical Analysis and Simulation for ODEs			
Stellung im Modul: Pflicht (9 LP)	Lehrform: Vorlesung/ Übung	Selbststudium: 202,5 h	Kontaktzeit: 6 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: ODE models in science, economics and engineering Short synopsis on theory of ODEs One-step and extrapolation methods Multi-step methods Numerical methods for stiff systems Application-oriented models and schemes (e.g., DAEs and geometric integration)			

Vert.NumAna Numerical Analysis and Simulation II		
Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Students are familiar with complex algorithms for the numerical simulation of partial differential equations and are able to analyze and classify them, apply them properly and develop them further.		
Voraussetzungen: Numerical analysis at Bachelor level; particularly suited for students with Bachelor in Mathematics, Financial Mathematics or Applied Science; Numerical Analysis and Simulation for ODEs		
Bemerkungen: The language for this module is English.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Michael Günther		

Nachweise zu Numerical Analysis and Simulation II			
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 120 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: The form of the exam is announced at the beginning of the lecture.			

a Numerical Analysis and Simulation for PDEs			
Stellung im Modul: Pflicht (9 LP)	Lehrform: Vorlesung/ Übung	Selbststudium: 202,5 h	Kontaktzeit: 6 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: PDE models in science, economics and engineering Classification and well-posedness of PDEs Elliptic problems Parabolic problems Hyperbolic problems Heterogeneous problems			

Wei.Stat Weiterführung Stochastik: Angewandte Statistik

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird 2-jährlich angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Studierenden kennen fundamentale Methoden aus der beschreibenden Statistik. Sie sind in der Lage, Parameterschätzungen und Hypothesentests durchzuführen, und sind mit wichtigen statistischen Verfahren aus dem Bereich Linearer Modelle vertraut. Sie sind in der Lage, durch diese Methoden fachgerecht statistische Modelle aufzustellen und zu beurteilen sowie Ergebnisse zu interpretieren.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Hanno Gottschalk		

Nachweise zu Weiterführung Stochastik: Angewandte Statistik

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 90 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird am Anfang der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Angewandte Statistik

Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 135 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Beschreibende Statistik; Punktschätzer und Intervallschätzer für Parameter einer Verteilung; Maximum Likelihood Methoden, Testen von Hypothesen. Allgemeines zu Linearen Modellen, Regressionsanalyse, Varianzanalyse, Chi-Quadrat-Anpassungstests, Einführung und Ausblick in verteilungsunabhängige Verfahren.			
Voraussetzungen: Einführung in die Stochastik			

b Übung zu Angewandte Statistik

b Übung zu Angewandte Statistik (Fortsetzung)			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			
Voraussetzungen: Einführung in die Stochastik			

WM.VerMath Versicherungsmathematik		
Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird 2-jährlich angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Studierenden sind mit den grundlegenden stochastischen Modellen der Versicherungsmathematik vertraut und beherrschen die zugehörigen mathematischen Methoden. Sie sind in der Lage, Problemstellungen der Versicherungsmathematik zu lösen. Speziell im Bereich Krankenversicherung haben sie einen vertieften Einblick in konkrete Fragestellungen aus der Versicherungsbranche erhalten.		
Voraussetzungen: Grundlagen aus der Analysis I, II, Grundlagen aus der Linearen Algebra I, Einführung in die Stochastik		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Hanno Gottschalk		

Nachweise zu Versicherungsmathematik			
Teil der Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 90 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul

a Versicherungsmathematik			
Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 135 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Grundlagen aus der Finanzmathematik; stochastische Verfahren zur Schätzung von Sterbewahrscheinlichkeiten; Versicherungsformen (Kapitalversicherungen, Leibrenten); Grundlagen der Prämienkalkulation (Nettoprämien, Bruttoprämien); mathematische Methoden zur Berechnung des Deckungskapitals; Modelle verschiedener Ausscheideursachen; Versicherung auf mehrere Leben; Schadensberechnung eines Portefeuilles von Versicherungen, Krankenversicherung. Gegebenenfalls werden diese Grundlagen zum Teil von einem Lehrbeauftragten aus der Praxis vermittelt.			

b Übung zu Versicherungsmathematik			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

WM.FinMath Finanzmathematik		
Stellung im Studiengang: Pflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 0/180	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Studierenden sind mit der mathematischen Modellierung von Problemstellungen der Finanzmathematik vertraut. Sie beherrschen die zugehörigen mathematischen Verfahren und sind in der Lage, diese zur Lösung finanzmathematischer Problemstellungen anzuwenden.		
Voraussetzungen: Grundlagen aus der Analysis I und II, Grundlagen aus der Linearen Algebra I und II, Einführung in die Stochastik, Einführung in die Numerik.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Barbara Rüdiger-Mastandrea		

Nachweise zu Finanzmathematik			
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 90 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Form der Modulabschlussprüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			

a Finanzmathematik			
Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 135 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Zinsbegriff: Unterschiedliche Modelle für die Zinsberechnung; Verzinsungsarten; Behandlung unterschiedlicher Zinsverrechnungsperioden; Effektivzinsberechnung; periodische Ein- und Auszahlungen; Renten: Behandlung von Zahlungsströmen unter verschiedenen Aspekten wie Dauer, voll- oder unterjährige Zahlungs- und Zinsverrechnungsperioden, nach- oder vorschüssige Renten; Tilgung: Behandlung von Annuitäten unter verschiedenen Gesichtspunkten wie Agio bzw. Disagio, aufgeschobene Tilgung und veränderliche Raten; Rentabilität: Behandlung verschiedener Modelle und Methoden zur Rentabilitätsberechnung und Bewertung von Investitionsprojekten; Einführung in die Portfoliotheorie: Statistische Grundlagen, Volatilität; Einführung in derivative Finanzprodukte: Floater, Termingeschäfte, Optionen. Gegebenenfalls Implementierung von Verfahren der Finanzmathematik mittels gängiger Programmierumgebungen (wie VBA oder die Financial Toolbox von Matlab).			

b Übung zu Finanzmathematik			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die in der Vorlesung behandelten Lehrinhalte werden an konkreten Beispielaufgaben geübt.			

Vert.Algo Parallel Algorithms		
Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: The students know the special algorithmic demands in High Performance Computing. They are able to design parallel algorithms and to analyze them, in particular with respect to efficiency.		
Voraussetzungen: Basic knowledge of numerical mathematics and fundamental algorithms.		
Bemerkungen: The language for this module is English.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Andreas Frommer		

Nachweise zu Parallel Algorithms			
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 120 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 30 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: The form of the exam is announced at the beginning of the lecture.			

a Parallel Algorithms			
Stellung im Modul: Pflicht (9 LP)	Lehrform: Vorlesung/ Übung	Selbststudium: 202,5 h	Kontaktzeit: 6 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Parallel architectures and parallel programming models, speedup, efficiency, scalability, linear systems of equations, sparse matrices and graphs, partitioning methods, iterative methods, coloring schemes, incomplete factorizations, domain decomposition and Schwarz iterative methods			

FBE0106 Regelungstheorie

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 6 LP
Stellung der Note: 0/180	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	180 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Studierenden beherrschen den Reglerentwurf im Zustandsraum und ihnen sind die Grundlagen der Stabilitätstheorie nichtlinearer Systeme bekannt. Die Studierenden erlangen vertiefende Kenntnisse für Forschung und Entwicklung.		
Bemerkungen: Erwartet werden gute Kenntnisse der Höheren Mathematik und der Regelungstechnik.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. B. Tibken		

Nachweise zu Regelungstheorie

Modulabschlussprüfung

Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 120 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul
--	---	-------------------------------	--------------------------------------

a Regelungstheorie

Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung/ Übung	Selbststudium: 123,75 h	Kontaktzeit: 5 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Zustandsraum, Optimalregler, nichtlineare Systeme, harmonische Balance, Lyapunovsche Stabilitätstheorie.			

FBE0153 Hochspannungstechnik

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 6 LP
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	180 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse der Hochspannungstechnik, insbesondere aus den Bereichen Überspannung, Messung und Erzeugung von Hochspannungen. Sie kennen die theoretischen Grundlagen des elektrischen Feldes, von Isolierstoffen und Durchschlagmechanismen. Sie lernen die gängigen Betriebsmittel von Hochspannungsnetzen, ihre Funktionsweise und wesentliche konstruktive Merkmale kennen.		
Bemerkungen: Erwartet werden Kenntnisse aus dem Modul Energiesysteme. Hilfreich sind Kenntnisse aus dem Modul Planung und Betrieb elektrischer Netze.		
Modulverantwortliche(r): Univ.-Prof.Dr.-Ing. Markus Zdrallek		

Nachweise zu Hochspannungstechnik

Modulabschlussprüfung

Art des Nachweises: Sammelmappe mit Begutachtung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Sammelmappe mit Begutachtung einschließlich mündlicher oder schriftlicher Prüfung. Die Art der Prüfung wird am Anfang des Semesters bekannt gegeben. Dauer der mündlichen Prüfung: 30 min Dauer der schriftlichen Prüfung: 120 min Die Sammelmappe gilt als vollständig, wenn die Teilnahme am Pflichtpraktikum Hochspannungstechnik erfolgreich absolviert und die mündliche oder schriftliche Prüfung bestanden wurde.			

a Hochspannungstechnik

Stellung im Modul: Pflicht (4 LP)	Lehrform: Vorlesung/ Übung	Selbststudium: 86,25 h	Kontaktzeit: 3 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		

a Hochspannungstechnik (Fortsetzung)
Inhalte:

Die Lehrveranstaltung Hochspannungstechnik vermittelt die Grundlagen der Hochspannungstechnik und gibt einen Überblick über Eigenschaften, Effekte und Vorgänge im Bereich der Hochspannungsbetriebsmittel.

Im Einzelnen werden die folgenden Themen behandelt:

- **Hochspannung und Überspannungen**

Eigenschaften und Effekte sehr hoher Spannungen, Entstehung von Überspannungen und deren Gefährdungspotential

- **Erzeugung und Messung hoher Spannungen**

Eigenschaften und schaltungstechnische Realisierung von Anordnungen/Geräten zur Erzeugung und Messung von hohen Wechsel-, Gleich- und Stoßspannungen zur Prüfung von Hochspannungsbetriebsmitteln

- **Grundlagen elektrischer Felder**

Eigenschaften elektrischer Felder, Berechnung von Feldverläufen typischer Anordnungen der Hochspannungstechnik, Näherungsverfahren zur Abschätzung des Feldverlaufs

- **Isolierstoffe und Durchschlagmechanismen**

Eigenschaften und Durchschlagmechanismen gasförmiger, flüssiger und fester Isolierstoffe; Durchschlagverhalten in homogenen und inhomogenen Feldverläufen, Teilentladungsmechanismen etc.

- **Betriebsmittel für Hochspannungsnetze**

Übersicht über Betriebsmittel für Hochspannungsnetze und deren Eigenschaften, z.B. Isolatoren, Schaltgeräte und Schaltanlagen, Transformatoren und Energiekabel etc.

Die Inhalte der Vorlesung werden in den zugehörigen Übungen vertieft. Im Rahmen eines Laborpraktikums werden Versuche zu einzelnen Themen der Vorlesung durchgeführt.

Voraussetzungen:

Formal: Teilnahmevoraussetzung für die mündliche Prüfung ist die erfolgreiche Teilnahme am Laborpraktikum. Inhaltlich: Erwartet werden Kenntnisse aus dem Modul Energiesysteme. Hilfreich sind Kenntnisse aus dem Modul Planung und Betrieb elektrischer Netze.

b Hochspannungstechnik

Stellung im Modul:	Lehrform:	Selbststudium:	Kontaktzeit:
Pflicht (2 LP)	Praktikum	37,5 h	2 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		

Inhalte:

Im Laborpraktikum Hochspannungstechnik werden die gleichen Inhalte wie in der Vorlesung Hochspannungstechnik (siehe Modulteil I) vermittelt. Die Praktikumsversuche sind so ausgelegt, dass die in der Vorlesung und Übung gewonnenen Kenntnisse praktisch angewendet und vertieft werden.

Obligatorische Bestandteile des Laborpraktikums sind eine ausführliche Sicherheitsunterweisung für Hochspannungsanlagen und eine Einführung in die Technik der Hochspannungshalle.

Im Einzelnen sind zu den folgenden Themen Versuche vorgesehen:

- Erzeugung und Messung hoher Spannungen
- Isolationskoordination
- Teilentladungsmessungen

Voraussetzungen:

Erwartet werden Kenntnisse aus der Vorlesung und der Übung zur Lehrveranstaltung Hochspannungstechnik.

FBE0088 Lasermesstechnik

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 6 LP
Stellung der Note: 0/180	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	180 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Studierenden erlangen ein grundlegendes Verständnis der Erzeugung, Manipulation und Detektion von Laserstrahlung. Sie kennen wichtige Messmethoden, z.B. zur Entfernung- oder Geschwindigkeitsbestimmung, und sind in der Lage, sie experimentell zu realisieren und im Hinblick auf die erzielbare Genauigkeit zu bewerten. Ferner kennen sie Modelle der Laserstrahlung und der darin enthaltenen Information.		
Bemerkungen: Erwartet werden gute Kenntnisse der Höheren Mathematik.		
Modulverantwortliche(r): Dr. rer. nat. Albrecht Brockhaus		

Nachweise zu Lasermesstechnik

Modulabschlussprüfung

Art des Nachweises: Sammelmappe mit Begutachtung einschließlich mündlicher Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 45 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Sammelmappe gilt als vollständig, wenn die Übung und das in der Übung enthaltene Praktikum: Lasermesstechnik erfolgreich absolviert und die mündliche Prüfung bestanden wurde.			

a Lasermesstechnik

Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung/ Übung	Selbststudium: 123,75 h	Kontaktzeit: 5 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Es werden Grundlagen und aktuelle Anwendungen der Lasermesstechnik besprochen. Einige Methoden, vorwiegend aus dem Bereich Automotive, sollen in einem begleitenden Praktikum exemplarisch untersucht werden. Themenübersicht: Grundlagen des Lasers, Technische Optik, Strahlungsdetektoren, Entfernungsmessung durch Triangulation und Laufzeitmessung, Laser-Doppler			

FBE0149 Organic Electronics

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird semesterweise angeboten.	Workload: 6 LP
Stellung der Note: 0/180	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	180 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Veranstaltung vermittelt einen Überblick zu organischen Halbleitern sowie der organischen Elektronik im Allgemeinen. Es werden grundlegende Kenntnisse bezüglich elektrischer und optischer Vorgänge in organischen Materialien übermittelt. Aufbauend erlangen die Studierenden vertiefte Kenntnisse über die Funktionsweise wichtiger Bauelemente, wie der organischen Leuchtdiode, organischer Transistoren und organischer Solarzellen. Ergänzend wird die Technologie organischer Bauelemente vorgestellt und experimentell vertieft.		
Bemerkungen: Erwartet werden gute Kenntnisse aus Werkstoffe und Grundschaltungen.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. rer. nat. Thomas Riedl		

Nachweise zu Organic Electronics

Modulabschlussprüfung

Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 45 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul
--	--	-------------------------------	--------------------------------------

a Organic Electronics

Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 123,75 h	Kontaktzeit: 5 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Grundlagen organischer Halbleiter <ul style="list-style-type: none"> - Organische Materialien (Polymere, Oligomere, Dendrimere, kleine Moleküle) - Merkmale organischer Halbleiter - Optische Eigenschaften - Elektrische Eigenschaften Technologische Aspekte <ul style="list-style-type: none"> - Herstellung dünner Filme - Vakuumprozessierung/Druckverfahren Funktionsweise organischer Bauelemente <ul style="list-style-type: none"> - Organische Transistoren - Organische Speicher - Großflächige Elektronik - Photovoltaik - Organische Leuchtdioden OLEDs für Allgemeinbeleuchtung und Displays - Organische Laser Marktaussichten für organische Bauelemente			

FBE0056 Bildgebung und Sensorik		
Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird semesterweise angeboten.	Workload: 6 LP
Stellung der Note: 0/180	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	180 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Es wird die Fähigkeit der mathematischen Modellierung von optischen Systemen vermittelt. Die Studierenden erlangen vertiefende Kenntnisse für Forschung und Entwicklung.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. rer. nat. U. Pfeiffer		

Nachweise zu Bildgebung und Sensorik			
Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Mündliche Prüfung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 45 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul

a Bildgebung und Sensorik / Optical Imaging and Sensing			
Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung/ Übung	Selbststudium: 123,75 h	Kontaktzeit: 5 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: ja Fremdmodul: Alle Lehrveranstaltungen des Fachbereichs E Verantwortliche(r): QSL-Team		
Inhalte: Maxwell equation and waves, Geometrical imaging / Optical elements, Focal imaging / Projection tomography, Wave imaging / Wave propagation, Diffraction / Wave analysis of optical elements, Fourier analysis of imaging, Coherent imaging / Optical coherent tomography, Radiometry, sources for imaging (optical/electronic), Thermal sources, Plank black-body-radiation, matter waves, Imaging: X-rays, optical, thermal, THz-waves, micro-waves, atmospheric absorption, Antenna theory, directivity, gain, efficiency, radiation pattern, Friis formular, pathloss / Radar equation, radar cross-section, Imaging detectors (optical/electronic) / Photoconductive/photovoltaic detectors, Square-law detectors, heterodyne receivers, resistive mixers, distributed resistive mixers, Electronic noise, thermal noise, shot noise, 1/f noise, Imaging SNR, responsivity, noise-equivalent power, noise figure, Radar, pulsed radar, CW radar, FMCW radar, range resolution, ambiguity function, phased arrays, radar for 3D imaging, Image sampling, THz tomography, radon transformation, algorithm examples, image examples			
Bemerkungen: Vorlesungssprache ist: Deutsch oder English (nach Absprache)			

FBE0104 Rechnernetze und Datenbanken

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 6 LP
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	180 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Studierende erlangen grundlegende Methodenkompetenzen für weiterführende Veranstaltungen Ihres Studiums. Diese besteht in der Fähigkeit zur Auslegung von Rechnernetzen unter Echtzeitaspekten sowie der Auswahl und Auslegung einer Datenbank. Im Praktikum der Veranstaltung wird sowohl Methoden- als auch Sozialkompetenz erreicht. Es wird die Fähigkeit zur Analyse komplexer Systeme erworben.		
Bemerkungen: Erwartet werden Grundzüge der Informatik.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. D. Tutsch		

Nachweise zu Rechnernetze und Datenbanken

Modulabschlussprüfung

Art des Nachweises: Sammelmappe mit Begutachtung einschließlich schriftlicher Prüfung (Klausur) (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: 120 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 6	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Die Sammelmappe gilt als vollständig wenn die Übung und das in der Übung enthaltene Praktikum sowie die schriftliche Prüfung erfolgreich absolviert wurden.			

a Rechnernetze und Datenbanken

Stellung im Modul: Pflicht (6 LP)	Lehrform: Vorlesung/ Übung	Selbststudium: 123,75 h	Kontaktzeit: 5 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Rechnernetze: Einführung in Rechnernetze, Anwendungsschicht / höhere Schichten, Transportschicht, Vermittlungsschicht, Sicherungsschicht, Bitübertragungsschicht, Netzarchitekturen für Multiprozessorsysteme Datenbanken: Einführung in Datenbanken, Datenbankentwurf und ER-Modell, Relationale Schaltalgebra, Nicht-Relationale Datenbanken			

PHY17A Vertiefung Fachdidaktik Physik

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 4 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 10 LP 300 h
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Studierenden verfügen über Kenntnisse von Methoden und Inhalten des naturwissenschaftlichen Unterrichts und sind in der Lage, Unterrichtsstunden und Unterrichtsreihen unter Beachtung aller strukturierenden Elemente ausführlich zu planen. Sie können die Planungen didaktisch begründen und selbstständig in die Praxis umsetzen. Sie sind dazu fähig, Unterrichtsbesuche und eigene Unterrichtsversuche kritisch zu reflektieren und zu analysieren. Sie verfügen über ein breites Spektrum an praktischer Erfahrung zum Aufbau, zur Durchführung und zum Einsatz von physikalischen Schüler- und Demonstrationsversuchen.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Grebe-Ellis		

Nachweise zu Vertiefung Fachdidaktik Physik

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Sammelmappe mit Begutachtung (uneingeschränkt)	Prüfungsdauer: -	Nachgewiesene LP: 10	Nachweis für: ganzes Modul
Bemerkungen: Inhalt, Frist und Form der jeweiligen Einzelleistungen wird zu Semesterbeginn vom Prüfungsausschuss rechtzeitig und verbindlich durch Aushang bekannt gegeben.			

a Didaktik des Physikunterrichts

Stellung im Modul: Pflicht (4 LP)	Lehrform: Seminar/ Übung	Selbststudium: 86,25 h	Kontaktzeit: 3 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: Die Studierenden setzen hier die Inhalte der Vorlesung „Ziele, Inhalte und Methoden des naturwissenschaftlichen Unterrichts“ teils eigenständig, teils angeleitet in die Praxis um und können sie auf konkrete Unterrichtssituationen anwenden. Gleichzeitig können sie erstmalig zu Unterrichtsplanung und –verlauf fundiert Stellung beziehen und unterrichtliches Geschehen einer fachwissenschaftlichen und didaktischen Reflexion unterziehen. Sie kennen und benennen in der Reflexion Kriterien und Ursachen, die den Unterrichtsverlauf bestimmen können und verfügen über Alternativen, insbesondere wenn das beobachtete Geschehen von der Planung abweicht. Sie nehmen Unterrichtsprozesse sowie die Kommunikation und Interaktion der am Unterricht beteiligten Personen bewusst wahr und leiten daraus Handlungsoptionen für eigene Unterrichtstätigkeit ab.			

b Experimentieren im Physikunterricht

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Form nach Ankündigung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
---	---	---------------------------------	--

b Experimentieren im Physikunterricht (Fortsetzung)	
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein
<p>Inhalte:</p> <p>Die Übungen „Schulorientiertes Experimentieren Teil 1 und 2“ aus dem Bachelorstudiengang erfahren mit dieser Veranstaltung eine sinnvolle und notwendige Erweiterung. Die Auswahl der Themen folgt fachsystematischen Gesichtspunkten und orientiert sich hinsichtlich der fachdidaktischen Strukturierung an den Lehrplanvorgaben. Die Studierenden werden mit einer Vielzahl von schulischen Demonstrationsgeräten und deren Einsatzmöglichkeiten im Unterricht vertraut gemacht. Sie kennen die fachlichen und fachdidaktischen Voraussetzungen für die Planung und Durchführung von Demonstrationsversuchen und können mögliche Fehlerquellen im Vorfeld abschätzen. Sie sind in der Lage, die Sinnhaftigkeit von Versuchen hinsichtlich ihrer unterrichtsbezogenen Funktionalität fachdidaktisch zu begründen und in angemessenem wissenschaftlichen Kontext zu demonstrieren. Zu einem ausgewählten Thema stellen sie eine unter geeigneten fachlichen und didaktischen Gesichtspunkten konzipierte Reihe von Experimenten zu einer Unterrichtseinheit zusammen, die im Rahmen eines Experimentaltvortrags in Auszügen präsentiert wird.</p>	

c Physik und ihre Didaktik			
Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Vorlesung/ Seminar	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS+WS	Fremdkomponente: nein		
<p>Inhalte:</p> <p>Erweiterung und Vertiefung verschiedener Schwerpunkte zu Zielen, Inhalten und Methoden des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Recherche und Diskussion ausgewählter Themen der fachdidaktischen Forschung. Erschließung, interdisziplinäre Vernetzung und didaktische Aufbereitung fachwissenschaftlich vertiefter Inhalte der Physik, Kontextualisierung und didaktische Reduktion, selbständiges Erproben geplanter Vermittlungswege durch betreutes Microteaching im Rahmen des BSL Schülerlabors.</p>			

BWiGes 5.2 Produktions- und Logistikmanagement

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 9 LP
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	270 h
Lernergebnisse / Kompetenzen: Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls besitzen die Studierenden ein grundlegendes Verständnis produktionswirtschaftlicher und logistischer Fragestellungen. Sie können quantitative und qualitative Methoden zur Modellierung und Lösung industrieller Fragestellungen anwenden. Sie haben ein grundlegendes Verständnis für die wichtigsten Instrumente wie Simulation, Optimierung und betriebliche Planungssysteme (APS, ERP) entwickelt.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Grit Walther		

Nachweise zu Produktions- und Logistikmanagement

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (2-mal wiederholbar)	Prüfungsdauer: 90 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 9	Nachweis für: ganzes Modul

a Produktionsmanagement

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Konzepte und Methoden der Produktionsplanung und -steuerung • Advanced Planning Systeme • Prognoseverfahren • Produktionsprogrammplanung • Materialwirtschaft • Ablaufplanung • Produktionssteuerung 			

b Logistikmanagement

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		

b Logistikmanagement (Fortsetzung)
Inhalte:

- Beschaffungslogistik
- Distributionslogistik
- Ersatzteillogistik
- Transportsysteme und Verkehr
- Reverse Logistics

c Übung Produktions- und Logistikmanagement

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		

Inhalte:

Übungen und Fallstudien zur Vertiefung der Inhalte der Veranstaltungen Produktionsmanagement und Logistikmanagement.

MWiWi 1.6 Informationsmanagement

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 10 LP 300 h
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Studierenden erwerben Kenntnisse über das Wissensgebiet des Informationsmanagement. Dabei lernen die Studierenden Grundkonzepte des Informationsmanagement kennen, die Bedeutung der Information als unternehmerische Ressource kennen. Darüber hinaus werden ausgewählte Bereiche des Informationsmanagement wie Datenmanagement und Projektmanagement vertieft und die Studierenden lernen methoden- und werkzeuggestützt die Nutzung der Ressource Information anhand ausgewählter praktischer Beispiele kennen.		
Modulverantwortliche(r): Dr. Volker Arendt		

Nachweise zu Informationsmanagement

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (2-mal wiederholbar)	Prüfungsdauer: 90 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 10	Nachweis für: ganzes Modul

a Informationsmanagement

Stellung im Modul: Pflicht (7 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 165 h	Kontaktzeit: 4 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in das Informationsmanagement • Information als unternehmerische Ressource • Informationsinfrastruktur • Datenmanagement: Methoden, Konzepte und Technologien • Informationsnutzung: Data Warehousing, OnLine Analytical Processing und Data Mining 			

b Projektmanagement

Stellung im Modul: Pflicht (3 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 67,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: WS	Fremdkomponente: nein		

b Projektmanagement (Fortsetzung)

Inhalte:

- Einführung in das Projektmanagement
- Vorgehensmodelle der industriellen Praxis
- Projektorganisation und -planung
- Projektsteuerung
- Multiprojektmanagement und Aufwandsschätzung
- Risiko- und Qualitätsmanagement

MWiWi 1.4 Innovations- und Technologiemanagement

Stellung im Studiengang: Wahlpflicht	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester. Das Modul wird jährlich angeboten.	Workload: 10 LP 300 h
Stellung der Note: 0/120	Das Modul sollte im 1. Semester begonnen werden.	
Lernergebnisse / Kompetenzen: Die Studierenden werden zur Analyse und zur Steuerung von Innovationsprozessen befähigt. Die Veranstaltungen behandeln weiterhin Strategien und Maßnahmen zum Technologiemanagement in Unternehmen. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, innovations- und technologiepolitische Problemstellungen in Unternehmen zu lösen. Neben den Vorlesungen werden auch Fallstudien und Übungen zum Innovations- und Technologiemanagement angeboten.		
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Peter Witt		

Nachweise zu Innovations- und Technologiemanagement

Modulabschlussprüfung			
Art des Nachweises: Schriftliche Prüfung (Klausur) (2-mal wiederholbar)	Prüfungsdauer: 90 min. Dauer	Nachgewiesene LP: 10	Nachweis für: ganzes Modul

a Innovationsmanagement

Stellung im Modul: Pflicht (4 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 97,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		

a Innovationsmanagement (Fortsetzung)

Inhalte:

- Grundbegriffe des Innovationsmanagements
- Gesellschaftliche Einstellungen zu Innovationen
- Staatliche Innovationspolitik
- Innovationsstrategien
- Innovationsinitiativen
- Zielbildung in Innovationsprozessen
- Die Steuerung von Innovationsprozessen
- Die Organisation von Forschung und Entwicklung
- Promotoren der Innovation
- Widerstände gegen Innovationen
- Innovation und Kooperation
- Messung und Bewertung des Innovationserfolgs
- Fallbeispiele von Innovationsprozessen

b Technologiemanagement

Stellung im Modul: Pflicht (4 LP)	Lehrform: Vorlesung	Selbststudium: 97,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		

b Technologiemanagement (Fortsetzung)

Inhalte:

- Begriff und Gegenstand des Technologiemanagements
- Technologieorientierte Umweltanalyse
- Technologieorientierte Konkurrenzanalyse
- Technologieorientierte Unternehmensanalyse
- Formulierung einer Technologiestrategie
- Interne Technologieentwicklung
- Technologiebeschaffung von anderen Unternehmen
- Technologiebeschaffung von Hochschulen und Erfindern
- Patentierung von selbst entwickelten Technologien
- Technologieverwertung durch Produktentwicklung
- Technologieverwertung durch Lizenzierung
- Technologieverwertung durch Technologieverkauf

c Fallstudien / Übungen

Stellung im Modul: Pflicht (2 LP)	Lehrform: Übung	Selbststudium: 37,5 h	Kontaktzeit: 2 SWS × 11,25 h
Angebot im: SS	Fremdkomponente: nein		

Inhalte:

Es werden Anwendungen und Fallstudien zum Innovations- und Technologiemanagement vermittelt. Dabei kommen internationale Unternehmen und Beispiele aus verschiedenen Branchen zur Sprache.