

---

# Modulhandbuch

**Masterstudiengang Physik (ab WiSe 16/17)**

**Mathematisch-Naturwissenschaftlich-  
Technische Fakultät**

**Wintersemester 2021/2022**

Prüfungsordnung vom 13.7.2016

---

**Wichtige Zusatzinformation für das WS 2021/22 aufgrund der Corona-Pandemie:**

**Bitte berücksichtigen Sie, dass aufgrund der Entwicklungen der Corona-Pandemie die Angaben zu den jeweiligen Prüfungsformaten in den Modulhandbüchern ggf. noch nicht aktuell sind. Welche Prüfungsformate schließlich bei welchen Modulen möglich sein werden, wird im weiteren Verlauf des Semesters geklärt und festgelegt werden.**

---

## Zielsetzung und Profil des Studiengangs

Der Masterabschluss stellt einen weiteren berufs- und forschungsqualifizierenden Abschluss des Studiums der Physik dar, der an die mit einem einschlägigen ersten berufsqualifizierenden Hochschulabschluss, in der Regel dem Bachelorgrad, erworbenen Kompetenzen anknüpft. Durch den Masterabschluss wird festgestellt, ob der Kandidat/die Kandidatin über vertiefte Fachkenntnisse in der Physik verfügt und die Fähigkeit besitzt, nach modernen wissenschaftlichen Methoden selbstständig und kritisch zu arbeiten.

Der Masterstudiengang Physik besteht aus 6 Modulgruppen. Die jeweils zu erbringenden Leistungspunkte (LP) sind im Folgenden in Klammern angegeben. Die Gesamtzahl der zu erbringenden Leistungspunkte beträgt 120.

1. Festkörperphysik (8 LP)
2. Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren
  - a) Seminar (4 LP)
  - b) Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren (30 LP)
3. Physikalischer Wahlbereich (30-33 LP)
4. Nebenfach (15-18 LP)
5. Abschlussleistung (Masterarbeit und Kolloquium) (30 LP)

In den Modulgruppen 3 und 4 sind umfangreiche Wahlmöglichkeiten vorgesehen; insgesamt müssen 48 Leistungspunkte erbracht werden. Diese Wahlmöglichkeiten erlauben den Studierenden, nach eigenem Interesse und im Hinblick auf das spätere Berufsziel Schwerpunkte zu setzen. Zurzeit sind die folgenden Nebenfächer zugelassen:

- Chemie (18 LP)
- Materialwissenschaften (18 LP)
- Mathematik (18 LP)
- Geographie (16 LP)
- Informatik (16 LP)
- Philosophie (16 LP)
- Wirtschaftswissenschaften (Betriebswirtschaftslehre) (15 LP)
- Wirtschaftswissenschaften (Volkswirtschaftslehre) (15 LP)

Falls in einem Nebenfach Leistungspunkte erzielt werden, die über die angegebenen Werte hinausgehen, können diese nicht angerechnet werden.

Die zu erreichenden Lernergebnisse im Masterstudiengang gehen deutlich über die Lernergebnisse des Bachelorstudiengangs hinaus. Folgende fachlichen und sozialen Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen sind für die Berufs- und Forschungsqualifizierung der Masterabsolventen/absolventinnen wesentlich:

- Sie besitzen vertiefte Kenntnisse der Methoden und Techniken in der modernen Festkörperphysik sowie ausgewählter weiterer Teilbereiche der Physik, die es ihnen erlauben, Anschluss an die aktuelle, internationale Forschung zu finden. Sie haben ihr Wissen exemplarisch bei der Bearbeitung komplexer Aufgabenstellungen eingesetzt, für die eine fundierte Analyse auf der Basis naturwissenschaftlicher Grundlagen notwendig war.
- Sie haben in der einjährigen Forschungsphase gelernt, die entsprechenden Experimente zu planen, aufzubauen und durchzuführen bzw. Modellbildung und analytische und numerische Verfahren zur Lösung anspruchsvoller Problemstellungen einzusetzen. Sie besitzen die Fähigkeit, verschiedene mögliche Lösungsansätze gegeneinander abzuwägen und den voraussichtlich besten Ansatz auszuwählen. Sie sind mit den Grundsätzen guter wissenschaftlicher Praxis vertraut.

- Sie besitzen grundsätzlich die Fähigkeit, sich in ein neues technisch-physikalisches Spezialgebiet einzuarbeiten, d. h. insbesondere die aktuelle Fachliteratur zu recherchieren und zu verstehen sowie darauf aufbauend Experimente bzw. theoretische Untersuchungen zu konzipieren und durchzuführen. Sie sind in der Lage, ihre Ergebnisse angemessen, d. h. in schriftlicher Form in der Masterarbeit und in mündlicher Form in einem Vortrag, darzustellen. Sie besitzen die Kompetenz, ihre Ergebnisse in die aktuelle internationale Forschung einzuordnen und sie auf nationalen und internationalen Konferenzen zu vertreten.
- Sie besitzen vertiefte Kenntnisse und einen guten Überblick in einem Nebenfach. Die Kombination von vertieften naturwissenschaftlichen Kompetenzen mit sehr guten Kenntnissen in einer anderen Disziplin erlaubt es ihnen, auch Tätigkeiten außerhalb des eigenen Spezialgebiets erfolgreich auszuüben.
- Ihr fachliches und überfachliches Wissen ermöglicht es ihnen, in Verbindung mit breiten Analyse- und Methodenkompetenzen, aktuelle technische Entwicklungen einzuordnen und Schlussfolgerungen für die zukünftige Entwicklung zu ziehen. Sie sind somit in der Lage, diesbezüglich Verantwortung nicht nur in der Wissenschaft, sondern auch in der Gesellschaft zu übernehmen.
- Sie haben, insbesondere während der Forschungsphase, Schlüsselqualifikationen wie Teamfähigkeit, eigenständige Projektplanung, Kommunikationsfähigkeit und Durchhaltevermögen erworben. Sie haben gelernt, mit größeren Schwierigkeiten und Fehlschlägen, die bei einer Forschungstätigkeit außerhalb vordefinierter Standards und Lösungsmuster nicht ausgeschlossen werden können, umzugehen, d. h. sie besitzen insbesondere die Fähigkeit, ggf. mit einer modifizierten Strategie weiterzuarbeiten. Während der Forschungsphase haben sie interkulturelle Erfahrungen gemacht.
- Mit den erworbenen Kenntnissen, Fähigkeiten und Kompetenzen sind sie in der Lage, das umfassende und fachlich breite Berufsbild des Physikers/der Physikerin auszufüllen. Aufgrund vertiefter analytisch-methodischer Kompetenz sind sie flexibel und auf einen Einsatz in unterschiedlichen Berufsfeldern vorbereitet. Aufgrund der Kombination von wissenschaftlich-technischer mit sozialer Kompetenz sind sie für die Übernahme von Führungsverantwortung geeignet.
- Die erworbenen Kompetenzen, insbesondere in der eigenständigen Forschung, befähigen sie grundsätzlich zur Aufnahme eines Promotionsstudiums.

Der Masterstudiengang Physik wurde zum Wintersemester 2009/10 eingerichtet. Die aktuelle "neue" Prüfungsordnung wurde am 13. Juli 2016 genehmigt und bekannt gegeben; sie trat am 14. Juli 2016 in Kraft. Die Prüfungsordnungen sind in der Rechtssammlung der Universität zu finden.

\*\*\*\*\*

Studiengangsbeauftragter:  
Prof. Dr. Ulrich Eckern

## Übersicht nach Modulgruppen

### 1) Festkörperphysik (ECTS: 8)

PHM-0044: Experimentelle Festkörperphysik (8 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	8
PHM-0046: Theoretische Festkörperphysik (8 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	11

### 2) Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren (ab WiSe 16/17) (ECTS: 34)

#### a) Seminar (ECTS: 4)

PHM-0088: Seminar Journal Club (4 ECTS/LP, Wahlpflicht)	13
PHM-0090: Seminar über Spektroskopie an funktionalen Materialien (4 ECTS/LP, Wahlpflicht)	14
PHM-0092: Seminar über Thermodynamik und Transport im Festkörper (4 ECTS/LP, Wahlpflicht)	15
PHM-0093: Seminar über Physik dünner Schichten (4 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	17
PHM-0094: Seminar über Neue Materialien und Konzepte in der Informationstechnologie (4 ECTS/LP, Wahlpflicht)	19
PHM-0095: Seminar über Magnetische Resonanz (4 ECTS/LP, Wahlpflicht)	21
PHM-0096: Seminar on Glass Physics (4 ECTS/LP, Wahlpflicht)	23
PHM-0097: Seminar über Elektronische Eigenschaften der Materie (4 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	25
PHM-0188: Seminar on Spectroscopy of Organic Semiconductors (4 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	27
PHM-0197: Seminar on Selected Topics in Nanomagnetism (4 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	29
PHM-0098: Seminar über Fluidodynamik komplexer Flüssigkeiten (4 ECTS/LP, Wahlpflicht)	31
PHM-0099: Seminar über Plasmen in Forschung und Industrie (4 ECTS/LP, Wahlpflicht)	33
PHM-0100: Seminar über Ausgewählte Aspekte der Klima- und Atmosphärenforschung (4 ECTS/LP, Wahlpflicht)	35
PHM-0101: Seminar über Ressourcenstrategie (4 ECTS/LP, Wahlpflicht)	37
PHM-0102: Seminar über Moderne Aspekte der Quantentheorie (4 ECTS/LP, Wahlpflicht)	40
PHM-0105: Seminar über Theorie wechselwirkender Elektronen (4 ECTS/LP, Wahlpflicht)	42
PHM-0106: Seminar on Thermoelectric Properties of Nano- and Heterostructures (4 ECTS/LP, Wahlpflicht)	44
PHM-0249: Seminar on Magnetic skyrmions in crystals and thin films (4 ECTS/LP, Wahlpflicht)	46

#### b) Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren (ECTS: 30)

PHM-0107: Fachpraktikum (15 ECTS/LP, Pflicht)	48
---	----

---

\* = Im aktuellen Semester wird mindestens eine Lehrveranstaltung für dieses Modul angeboten

PHM-0108: Projektarbeit (15 ECTS/LP, Pflicht)..... 50

**3) Physikalischer Wahlbereich (ab WiSe 16/17) (ECTS: 30 - 33)**

Hinweis: In den Modulgruppen "Physikalischer Wahlbereich" und "Nebenfach" sind umfangreiche Wahlmöglichkeiten vorgesehen; insgesamt müssen 48 Leistungspunkte erbracht werden. Diese Wahlmöglichkeiten erlauben den Studierenden, nach eigenem Interesse und im Hinblick auf das spätere Berufsziel Schwerpunkte zu setzen. Zurzeit sind die folgenden Nebenfächer zugelassen: Chemie, Materialwissenschaften, Mathematik (jeweils 18 LP); Geographie, Informatik, Philosophie (jeweils 16 LP); Wirtschaftswissenschaften (Betriebswirtschaftslehre), Wirtschaftswissenschaften (Volkswirtschaftslehre) (je 15 LP). Das bedeutet, wenn ein Student oder eine Studentin z. B. ein 16-LP-Nebenfach wählen möchte, muss er oder sie in der Modulgruppe "Physikalischer Wahlbereich" 32 LP erbringen. D. h. die Zahl der Leistungspunkte, die in der Modulgruppe "Physikalischer Wahlbereich" erbracht werden müssen, hängt von der Wahl des Nebenfachs ab. Bitte beachten Sie dies bei der Prüfungsanmeldung!

PHM-0265: Research challenges in cell biophysics (6 ECTS/LP) \* ..... 52

PHM-0044: Experimentelle Festkörperphysik (8 ECTS/LP, Wahlpflicht) \* ..... 54

PHM-0046: Theoretische Festkörperphysik (8 ECTS/LP, Wahlpflicht) \* ..... 57

PHM-0014: Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum (6 Versuche) (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) \* ..... 59

PHM-0048: Physics and Technology of Semiconductor Devices (6 ECTS/LP, Wahlpflicht)..... 61

PHM-0049: Nanostructures / Nanophysics (6 ECTS/LP, Wahlpflicht)..... 63

PHM-0051: Biophysics and Biomaterials (6 ECTS/LP, Wahlpflicht)..... 65

PHM-0052: Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation and Neutrons (6 ECTS/LP, Wahlpflicht)..... 67

PHM-0053: Chemical Physics I (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) \* ..... 69

PHM-0054: Chemical Physics II (6 ECTS/LP, Wahlpflicht)..... 71

PHM-0219: Moderne Optik (6 ECTS/LP, Wahlpflicht)..... 73

PHM-0056: Ion-Solid Interaction (6 ECTS/LP, Wahlpflicht)..... 75

PHM-0057: Physics of Thin Films (6 ECTS/LP, Wahlpflicht)..... 77

PHM-0058: Organic Semiconductors (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) \* ..... 79

PHM-0059: Magnetism (6 ECTS/LP, Wahlpflicht)..... 81

PHM-0060: Low Temperature Physics (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) \* ..... 83

PHM-0061: Plasmaphysik und Fusionsforschung (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) \* ..... 85

PHM-0062: Plasmadiagnostik (6 ECTS/LP, Wahlpflicht)..... 87

PHM-0193: Plasma-Material-Wechselwirkung (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) \* ..... 89

PHM-0063: Physik der Atmosphäre I (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) \* ..... 91

---

\* = Im aktuellen Semester wird mindestens eine Lehrveranstaltung für dieses Modul angeboten

PHM-0065: Physik der Atmosphäre II (6 ECTS/LP).....	93
PHM-0066: Superconductivity (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....	95
PHM-0067: Complex Materials: Fundamentals and Applications (8 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	97
PHM-0068: Spintronics (6 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	99
PHM-0069: Applied Magnetic Materials and Methods (6 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	101
PHM-0117: Surfaces and Interfaces (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....	103
PHM-0199: Understanding Correlated Materials (6 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	105
PHM-0201: Physics of Energy Technologies (6 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	107
PHM-0203: Physics of Cells (6 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	109
PHM-0252: Optical Excitations in Materials (6 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	111
PHM-0084: Theorie der kondensierten Materie (8 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	113
PHM-0070: Vielteilchentheorie (8 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	115
PHM-0071: Nonequilibrium Statistical Physics (8 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	117
PHM-0073: Relativistische Quantenfeldtheorie (8 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	119
PHM-0075: Allgemeine Relativitätstheorie (8 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	121
PHM-0077: Theorie des Magnetismus (8 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....	123
PHM-0079: Theorie der Phasenübergänge (8 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	125
PHM-0080: Theorie der Supraleitung (8 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	127
PHM-0083: Computational Physics and Materials Science (8 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	129
PHM-0085: Theoretische Biophysik (8 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	131
PHM-0086: Dynamik nichtlinearer und chaotischer Systeme (8 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	133
PHM-0087: Basics of Quantum Computing (8 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	135
PHM-0187: Mathematik und Physik der Raum-Zeit (8 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	137
PHM-0153: Method Course: Magnetic and Superconducting Materials (8 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	139
PHM-0206: Method Course: Infrared Microspectroscopy under Pressure (8 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....	141
PHM-0223: Method Course: Tools for Scientific Computing (8 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	143
PHM-0224: Method Course: Theoretical Concepts and Simulation (8 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	145
PHM-0228: Symmetry concepts and their applications in solid state physics and materials science (6 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	147
PHM-0225: Analog Electronics for Physicists and Materials Scientists (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * ...	149
PHM-0226: Digital Electronics for Physicists and Materials Scientists (6 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	151

PHM-0150: Method Course: Spectroscopy on Condensed Matter (8 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....	153
PHM-0251: Theorie magnetischer Skyrmionen (8 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	155

## 4) Nebenfach (ab WiSe 16/17) (ECTS: 15 - 18)

Hinweis: In den Modulgruppen "Physikalischer Wahlbereich" und "Nebenfach" sind umfangreiche Wahlmöglichkeiten vorgesehen; insgesamt müssen 48 Leistungspunkte erbracht werden. Diese Wahlmöglichkeiten erlauben den Studierenden, nach eigenem Interesse und im Hinblick auf das spätere Berufsziel Schwerpunkte zu setzen. Zurzeit sind die folgenden Nebenfächer zugelassen: Chemie, Materialwissenschaften, Mathematik (jeweils 18 LP); Geographie, Informatik, Philosophie (jeweils 16 LP); Wirtschaftswissenschaften (Betriebswirtschaftslehre), Wirtschaftswissenschaften (Volkswirtschaftslehre) (je 15 LP). Das bedeutet, wenn ein Student oder eine Studentin z. B. ein 16-LP-Nebenfach wählen möchte, muss er oder sie in der Modulgruppe "Physikalischer Wahlbereich" 32 LP erbringen. D. h. die Zahl der Leistungspunkte, die in der Modulgruppe "Physikalischer Wahlbereich" erbracht werden müssen, hängt von der Wahl des Nebenfachs ab. Bitte beachten Sie dies bei der Prüfungsanmeldung!

### a) Chemie (ECTS: 18)

PHM-0218: Novel Methods in Solid State NMR Spectroscopy (6 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	157
PHM-0053: Chemical Physics I (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....	158
PHM-0054: Chemical Physics II (6 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	160
PHM-0110: Materials Chemistry (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....	162
PHM-0112: Chemisches Fortgeschrittenenpraktikum (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....	164
PHM-0113: Advanced Solid State Materials (6 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	166
PHM-0114: Porous Functional Materials (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....	168

### b) Materialwissenschaften (ECTS: 18)

PHM-0117: Surfaces and Interfaces (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....	170
PHM-0110: Materials Chemistry (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....	172
PHM-0114: Porous Functional Materials (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....	174
PHM-0122: Non-Destructive Testing (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....	176
MRM-0112: Finite-Elemente-Modellierung von Multiphysik-Phänomenen (6 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	178
PHM-0253: Dielectric Materials (6 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	180

### c) Mathematik (ECTS: 18)

MTH-1040: Analysis III (9 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....	181
MTH-1240: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen (9 ECTS/LP, Wahlpflicht).....	183

MTH-1110: Gewöhnliche Differentialgleichungen (9 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	185
MTH-1150: Einführung in die Stochastik (Stochastik I) (9 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	187
MTH-1160: Statistik (Stochastik II) (= Statistik (Stochastik II)) (9 ECTS/LP, Wahlpflicht)	189
MTH-1100: Funktionalanalysis (9 ECTS/LP, Wahlpflicht)	190
MTH-1050: Einführung in die Algebra (9 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	191
MTH-1070: Einführung in die Geometrie (9 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	193
MTH-1220: Topologie (= Topologie) (9 ECTS/LP, Wahlpflicht)	194
MTH-1080: Funktionentheorie (9 ECTS/LP, Wahlpflicht)	195
MTH-1140: Einführung in die Optimierung (Optimierung I) (9 ECTS/LP, Wahlpflicht)	197
MTH-1200: Nichtlineare und kombinatorische Optimierung (Optimierung II) (9 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	198
MTH-1560: Stochastische Differentialgleichungen (9 ECTS/LP, Wahlpflicht)	200
MTH-1550: Nichtlineare partielle Differentialgleichungen (9 ECTS/LP, Wahlpflicht)	202
MTH-2290: Theorie partieller Differentialgleichungen (= Theorie partieller Differentialgleichungen) (9 ECTS/LP, Wahlpflicht)	203

## **d) Geographie (ECTS: 16)**

GEO-1017: Physische Geographie I (10 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	204
GEO-1020: Physische Geographie II (10 ECTS/LP, Wahlpflicht)	206
GEO-5128: Geoinformatik - 6LP (= Geoinformatik) (6 ECTS/LP) *	208

## **e) Informatik (ECTS: 16)**

INF-0111: Informatik 3 (8 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	210
INF-0138: Systemnahe Informatik (8 ECTS/LP, Wahlpflicht)	212
INF-0081: Kommunikationssysteme (8 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	214
INF-0087: Multimedia Grundlagen I (8 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	216
INF-0166: Multimedia Grundlagen II (8 ECTS/LP, Wahlpflicht)	218
INF-0073: Datenbanksysteme (8 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	220

## **f) Philosophie (ECTS: 16)**

PHI-0026: Überblick Philosophiegeschichte/Systematik (8 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	222
PHI-0027: Text und Diskurs Philosophiegeschichte/Systematik (8 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	224

## **g) Wirtschaftswissenschaften (Betriebswirtschaftslehre) (ECTS: 15)**

WIW-0001: Kostenrechnung (5 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	231
WIW-0014: Bilanzierung I (5 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	233
WIW-0002: Bilanzierung II (5 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	235
WIW-0003: Investition und Finanzierung (5 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	237
WIW-0004: Produktion und Logistik (5 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	239
WIW-0005: Marketing (5 ECTS/LP, Wahlpflicht)	241
WIW-0006: Organisation und Personalwesen (5 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	242
WIW-0007: Wirtschaftsinformatik (5 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	244

## **h) Wirtschaftswissenschaften (Volkswirtschaftslehre) (ECTS: 15)**

WIW-0008: Mikroökonomik I (5 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	246
WIW-0009: Mikroökonomik II (5 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	248
WIW-0010: Makroökonomik I (5 ECTS/LP, Wahlpflicht)	250
WIW-0011: Makroökonomik II (5 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	252
WIW-0012: Wirtschaftspolitik (5 ECTS/LP, Wahlpflicht) *	254

## **5) Abschlussleistung (ECTS: 30)**

PHM-0205: Masterarbeit (30 ECTS/LP, Pflicht)	256
--	-----

<b>Modul PHM-0044: Experimentelle Festkörperphysik</b> <i>Experimental Solid State Physics</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.1 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. István Kézsmárki		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dielektrische Funktion des Elektronengases</li> <li>• Dielektrische Festkörper</li> <li>• Polare Ordnung</li> <li>• Optische Spektroskopie</li> <li>• Magnetismus von Festkörpern</li> <li>• Magnetische Resonanz</li> <li>• Supraleitung</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen Konzepte, Phänomenologie und experimentelle Methoden zur Erforschung von Struktur und Dynamik kondensierter Materie,</li> <li>• haben Fertigkeiten, komplexe Experimente selbständig durchzuführen; sie sind vertraut mit allgemeinen Auswertemethoden und können selbständig Messdaten bewerten und analysieren, und sie</li> <li>• besitzen die Kompetenz, übergreifende Problemstellungen im Bereich der experimentellen Festkörperphysik selbständig zu bearbeiten. Dies umfasst insbesondere die kritische Wertung der Messergebnisse und detaillierte Interpretationen experimenteller Ergebnisse durch aktuelle Theorien.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Erlernen analytisch-methodischer Kompetenz, Schulung von wissenschaftlichem und logischem Denken, Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit Lehrbüchern und insbesondere mit englischer Fachliteratur</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Das Modul baut auf den Inhalten der Bachelor-Vorlesungen Physik I - III, Theoretische Physik I - IV und insbesondere auf Physik IV auf.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Experimentelle Festkörperphysik</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 4		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Inhalte:**

- Dielektrische Funktion des Elektronengases
  - Dispersionsrelation elektromagnetischer Wellen
  - Plasmaschwingungen
  - Polaritonen
  - Polaronen und Exzitonen
- Dielektrische Festkörper
  - Dielektrische Konstante
  - Polarisierbarkeit, Innere Felder
- Polare Ordnung
  - Ferroelektrizität
  - Anti-Ferroelektrizität
- Optische Spektroskopie
  - FIR und Raman Streuung
  - Elektronenspektroskopie
- Magnetismus von Festkörpern
  - Grundbegriffe und Einleitung
  - Magnetische Momente im Festkörper
  - Diamagnetismus
  - Paramagnetismus
  - Magnetische Wechselwirkung
  - Ferro- und Antiferromagnetismus
  - Magnetische Domänen
- Magnetische Resonanz
  - Blochgleichung
  - NMR und ESR
- Supraleitung
  - Grundbegriffe und Phänomenologie
  - Meißner-Effekt, Eindringtiefe, Kohärenzlänge
  - Thermodynamik
  - Grundlagen der BCS-Theorie
  - Hochtemperatur- und unkonventionelle Supraleiter

**Literatur:**

- N.W. Ashcroft, N.D. Mermin, Festkörperphysik (Oldenbourg)
- Ch. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik (Oldenbourg)
- D. Craik, Magnetism: Principles and Applications
- N. Spaldin, Magnetic Materials
- W. A. Harrison, Electronic Structure and the Properties of Solids
- W. Buckel, Supraleitung

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Experimentelle Festkörperphysik** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Modulteil: Übung zu Experimentelle Festkörperphysik**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Experimentelle Festkörperphysik (Übung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Experimentelle Festkörperphysik**

Klausur / Prüfungsdauer: 120 Minuten

<b>Modul PHM-0046: Theoretische Festkörperphysik</b> <i>Theoretical Solid State Physics</i>		8 ECTS/LP
Version 2.1.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Liviu Chioncel		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kristallstruktur, reziprokes Gitter</li> <li>• Nichtwechselwirkende Elektronen im periodischen Potential: Bloch-Theorem, Störungstheorie, stark gebundene Elektronen</li> <li>• Semiklassische Dynamik von Blochelektronen: Zener-Durchbruch, Semiklassik im konstanten Magnetfeld, Drude-Theorie, Diffusion</li> <li>• Gitterdynamik: Born-Oppenheimer-Näherung, Phononen, Debye- und Einstein-Modell</li> <li>• Elektron-Elektron-Wechselwirkung: Hartree-Fock-Näherung, Dichtefunktionaltheorie, Abschirmung</li> <li>• Formalismus der zweiten Quantisierung</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Grundlagen und Methoden der quantentheoretischen Beschreibung von Festkörpern und ihren Eigenschaften im Rahmen nicht wechselwirkender Vielteilchensysteme bzw. effektiver Einteilchentheorien,</li> <li>• sind in der Lage, physikalische Fragestellungen der Festkörperphysik theoretisch zu formulieren und durch Anwendung geeigneter Näherungsmethoden zu untersuchen,</li> <li>• haben die Fähigkeit, Problemstellungen in den genannten Teilgebieten selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Das Modul baut insbesondere auf den Inhalten der Bachelor-Vorlesungen Theoretische Physik II + III und Physik IV auf.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Theoretische Festkörperphysik</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 4		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Literatur:**

- N. W. Ashcroft and N. D. Mermin, Solid State Physics (Rinehart and Winston)
- J. Callaway, Quantum Theory of the Solid State (Academic)
- P. Coleman, Introduction to Many Body Physics (Cambridge)
- P. Fulde, Electron Correlations in Molecules and Solids (Springer)
- G. Giuliani and G. Vignale, Quantum Theory of the Electron Liquid (Cambridge)
- C. Kittel, Quantum Theory of Solids (Wiley)
- P. L. Taylor and O. Heinonen, A Quantum Approach to Condensed Matter Physics (Cambridge)
- J. M. Ziman, Prinzipien der Festkörpertheorie (Harri Deutsch)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Theoretische Festkörperphysik** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.\**

Willkommen bei der Theoretischen Festkörperphysik! Die Vorlesung/Übung wird hybrid stattfinden: Die Vorlesungen/Übungen vom 18.10.-24.11. werden online stattfinden. Die Vorlesungen/Übungen vom 29.11.-9.2. werden präsent stattfinden. \*\*Sie können sich ab sofort hier auf der Vorlesungsseite anmelden, dann erhalten Sie alle Mitteilungen.\*\* (Sie brauchen sich nicht zusätzlich auf der Übungsseite anzumelden.)

**Modulteil: Übung zu Theoretische Festkörperphysik**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Theoretische Festkörperphysik**

Klausur / Prüfungsdauer: 150 Minuten

**Beschreibung:**

Ausnahme WS 20/21: Prüfungsform mündliche Prüfung  
siehe Anlage 1a der Corona-Satzung

<b>Modul PHM-0088: Seminar Journal Club</b> <i>Seminar Journal Club</i>		4 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Achim Wixforth		
<b>Inhalte:</b> Aktuelle Forschungsergebnisse und ‚Klassiker‘ der Physik sollen von den Studierenden zusammengefasst und in Form eines Vortrags vorgestellt werden. Dazu eine kurze Zusammenfassung der erarbeiteten Literatur als schriftliche Hausarbeit.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erarbeiten sich Kenntnisse in der Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse anhand der Vorstellung aktueller Veröffentlichungen,</li> <li>• haben Fertigkeiten, komplexe experimentelle Forschungsergebnisse aufzuarbeiten und in kurzer, prägnanter Form in einem Vortrag und einem ‚Term paper‘ darzustellen, und</li> <li>• besitzen die Kompetenz, übergreifende Problemstellungen im Bereich der experimentellen Festkörperphysik selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen: Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit englischsprachiger Fachliteratur / Erlernen von Präsentationstechniken / kritische Reflexion experimenteller Ergebnisse im internationalen wissenschaftlichen Kontext / Präsentation eigener Ergebnisse auf wissenschaftlichen Konferenzen / Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 30 Std. Seminar (Präsenzstudium) 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Solide Kenntnisse in den Grundlagen der Physik, insbesondere Festkörper- und Nanophysik		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Seminarvortrag (ca. 30 - 45 min)
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Seminar Journal Club</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>SWS:</b> 2		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Literatur:</b> Die zu bearbeitende Literatur wird den Studierenden zur Verfügung gestellt.		
<b>Prüfung</b> <b>Seminar Journal Club</b> Seminar / Prüfungsdauer: 45 Minuten, unbenotet		

<b>Modul PHM-0090: Seminar über Spektroskopie an funktionalen Materialien</b> <i>Seminar on Spectroscopy of Functional Materials</i>		4 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christine Kuntscher		
<b>Inhalte:</b> Verschiedene funktionale Materialien werden diskutiert hinsichtlich ihrer: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellungsmethode,</li> <li>• anwendungsrelevanten physikalischen und chemischen Eigenschaften,</li> <li>• geeigneten spektroskopischen Charakterisierungsmethode,</li> <li>• möglichen bzw. bereits realisierten Anwendungen.</li> </ul> Beispiele der diskutierten funktionalen Materialien sind: Kohlenstoff-Nanostrukturen (Fullerene, Kohlenstoff-Nanoröhren), Supraleiter, Hochtemperatursupraleiter, Materialien mit kolossalem Magnetowiderstand, Ferroelektrika, Multiferroika, dünne Filme und Oberflächen, anorganische und organische Schichtstrukturen.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen aktuelle Forschungsthemen aus dem Gebiet der funktionalen Materialien und kennen deren spektroskopische Charakterisierungsmethoden und mögliche Anwendungen.</li> <li>• Sie besitzen die Fertigkeit, sich selbständig in ein aktuelles Themengebiet einzuarbeiten und die erworbenen Kenntnisse überzeugend zu kommunizieren.</li> <li>• Die Studierenden sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung und strukturierten Darstellung eines vorgegebenen speziellen Themas.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 30 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Es wird empfohlen das Modul Solid State Spectroscopy zuerst zu absolvieren.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Seminar über Spektroskopie an funktionalen Materialien</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Literatur:</b> Es werden Originalartikel aus der Fachliteratur zu dem jeweiligen Thema ausgegeben.		
<b>Prüfung</b> <b>Seminar über Spektroskopie an funktionalen Materialien</b> Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet		

<b>Modul PHM-0092: Seminar über Thermodynamik und Transport im Festkörper</b> <i>Seminar on Thermodynamics and Transport in Solids</i>		4 ECTS/LP
Version 2.0.0 (seit SoSe16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Georg Eickerling Dr. Ernst-Wilhelm Scheidt		
<b>Inhalte:</b> Mögliche Themen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentelle Methoden zur spezifischen Wärme: adiabatische Relaxations und ac-Methode</li> <li>• Experimentelle Methoden zur Bestimmung magnetischer Suszeptibilität: Foner-Magnetometer, Faraday - Waage, Superconducting Quantum Interference Device-Methode, ac- und Torque-Methode</li> <li>• Interpretation der Messgröße „spezifische Wärme“                         <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Elektronen, Phononen und Magnonen in der spezifischen Wärme</li> <li>◦ Phasenübergänge (Supraleitung, Antiferro- und Ferromagnetismus)</li> <li>◦ Schottky-Anomalie ( Kristallfeld und magnetische Beiträge)</li> </ul> </li> <li>• Interpretation der Messgröße „Magnetisierung“ und „Suszeptibilität“.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Band und lokaler Dia- bzw. Paramagnetismus in Metallen</li> <li>◦ Phasenübergänge (Supraleitung, Antiferro- und Ferromagnetismus)</li> <li>◦ Quasi-Phasenübergänge (Spin-Glass und Meta-Magnetismus)</li> </ul> </li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden lernen experimentelle Methoden zur Bestimmung thermodynamischer Eigenschaften in Festkörpern kennen (z. B. spezifische Wärme- und Magnetisierungsstudien). Weiter werden theoretische Beschreibungen von Elektronen, Phononen, Magnonen sowie von Phasenübergängen (Supraleitung, Antiferromagnetismus, Ferromagnetismus, etc.) vertieft.</li> <li>• Sie besitzen die Fertigkeit, sich selbständig in ein aktuelles Themengebiet unter Verwendung moderner Methoden der Literaturrecherche einzuarbeiten und dieses zu durchdringen.</li> <li>• Sie sind kompetent, das Thema mit angemessener Medienunterstützung anschaulich und überzeugend darzustellen.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Bei der Auswahl der Vortragsthemen können die Wünsche der Studierenden berücksichtigt werden, z. B. Hall-Effekt, thermische Transporteigenschaften, etc.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 30 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Es wird dringend empfohlen, das Modul Experimentelle Festkörperphysik zuerst zu absolvieren.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Moduleile</b>
<b>Moduleil: Seminar über Thermodynamik und Transport im Festkörper</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>SWS:</b> 2
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Gängige Festkörperphysik-Lehrbücher wie C. Kittel, S. Hunklinger, Ashcroft/Mermin</li><li>• A. Tari, The Specific Heat of Matter at Low Temperatures (Imperial College Press)</li><li>• S. Blundell, Magnetism in Condensed Matter (Oxford University Press)</li><li>• Weitere Literatur wird im Seminar angegeben.</li></ul>
<b>Prüfung</b> <b>Seminar über Thermodynamik und Transport im Festkörper</b> Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet

<b>Modul PHM-0093: Seminar über Physik dünner Schichten</b> <i>Seminar on Physics of Thin Films</i>		4 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Helmut Karl		
<b>Inhalte:</b> Folgende Themen bzw. Themenkreise werden behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellungsmethoden (Thermisches Aufdampfen PVD, Sputtern, CVD, Laserablation, MBE, ALD)</li> <li>• Materialien (Metalle, Halbleiter, Isolatoren, Oxide, organische Materialien)</li> <li>• Schichtwachstum (Epitaxie, Keimbildung, Wachstum, Texturbildung)</li> <li>• Charakterisierung (Topographie, Elementzusammensetzung, Kristallstruktur, Textur, Mikro- und Nanostruktur mittels REM, TEM, STM, AFM, XRD, EDX, RBS, RHEED, LEED, Raman, IR)</li> <li>• Physikalische Eigenschaften (elektrisch, mechanisch, optisch)</li> <li>• Dotierung</li> <li>• Grenzflächen</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die wichtigsten Herstellungsverfahren, Charakterisierungsmethoden und physikalischen Eigenschaften dünner Schichten,</li> <li>• besitzen die Fertigkeit, sich selbständig in ein aktuelles Themengebiet einzuarbeiten und die erworbenen Kenntnisse überzeugend zu präsentieren, und</li> <li>• sind kompetent in der selbständigen Bearbeitung und strukturierten Darstellung eines vorgegebenen, speziellen Themas.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Bei der Auswahl der Vortragsthemen können die Wünsche der Studierenden berücksichtigt werden.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 30 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundkenntnisse aus Physik I - IV, Festkörperphysik		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Seminar über Physik dünner Schichten</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Literatur:**

- Klug and Alexander: X-ray diffraction procedures for polycrystalline and amorphous materials (Wiley, 1974)
- Spieß, Schwarzer, Behnken, Teichert: Moderne Röntgenbeugung (Vieweg + Teubner, 2005)
- Kleber: Einführung in die Kristallographie (Oldenbourg)
- Handbook of Deposition Technologies for Films and Coatings, edited by R. Bunshah (Noyes, 1994)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Seminar über Physik dünner Schichten** (Seminar)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Seminar über Physik dünner Schichten**

Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet

<b>Modul PHM-0094: Seminar über Neue Materialien und Konzepte in der Informationstechnologie</b> <i>Seminar on New Materials and Concepts in Information Technology</i>		4 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Matthias Schreck		
<b>Inhalte:</b> Folgende Themen bzw. Themenkreise werden behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktueller Stand und Perspektiven der Mikroelektronik</li> <li>• Datenspeicher (Konzepte, Techniken, physikalische Prinzipien)</li> <li>• Sensoren</li> <li>• Einzel-Atom-Dotierung</li> <li>• Halbleiterquantenpunkte (optische und elektronische Eigenschaften)</li> <li>• Photonische Kristalle</li> <li>• Optischer Computer</li> <li>• Spinelektronik</li> <li>• Qbits</li> <li>• Elektronische Bauelemente aus Diamant</li> <li>• Kohlenstoffnanoröhrchen</li> <li>• Metallische und oxidische Nanocluster (in Isolatoren, Mie-Modell, Eigenschaften)</li> <li>• Organische Elektronik + Leuchtdioden</li> <li>• Oxid-, GaN- Epitaxie auf Silizium</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden physikalischen Phänomene im Hinblick auf ihren möglichen Einsatz in (zukünftigen) elektronischen und optischen Bauelementen für die Informationsverarbeitung,</li> <li>• besitzen die Fertigkeit, sich selbständig in ein aktuelles Themengebiet einzuarbeiten und die erworbenen Kenntnisse überzeugend zu präsentieren und</li> <li>• sind kompetent, einen eigenen Standpunkt zu einem komplexen Sachverhalt zu entwickeln und diesen in der Diskussion zu vertreten.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Bei der Auswahl der Vortragsthemen können die Wünsche der Studierenden und aktuelle Themen berücksichtigt werden.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 30 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundkenntnisse aus Physik I - IV, Festkörperphysik		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Seminar über Neue Materialien und Konzepte in der Informationstechnologie</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2		

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Inhalte:**

siehe Modulbeschreibung

**Literatur:**

Aktuelle Forschungsberichte und Reviews, die in der Vorbesprechung bekannt gegeben werden.

**Prüfung**

**Seminar über Neue Materialien und Konzepte in der Informationstechnologie**

Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet

<b>Modul PHM-0095: Seminar über Magnetische Resonanz</b> <i>Seminar on Magnetic Resonance</i>		4 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Dr. Hans-Albrecht Krug von Nidda		
<b>Inhalte:</b> Folgende Themen werden behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Magnetische Momente von freien Ionen</li> <li>• Magnetische Suszeptibilität im Festkörper</li> <li>• Dynamik der Magnetisierung: Blochgleichungen</li> <li>• Grundlagen der gepulsten Kernspinresonanz</li> <li>• Grundlagen der Elektronenspinresonanz</li> <li>• Magnetische Resonanz in Industrie und Geologie</li> <li>• Kernspintomographie in der Medizin</li> <li>• Magnetische Resonanz im Festkörper</li> <li>• Anregung von Spinwellen</li> <li>• Magnetische Solitonen und Vortizes</li> <li>• Neutronenstreuung</li> <li>• Myonenspinrotation</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen die physikalischen Grundlagen von Kern- und Elektronenspinresonanz,</li> <li>• kennen die Anwendungsmöglichkeiten der magnetischen Resonanz sowohl in der Festkörperphysik, als auch in anderen Bereichen wie Chemie, Geologie, Medizin und Industrie,</li> <li>• besitzen die Fähigkeit, sich selbstständig in ein wissenschaftliches Thema einzuarbeiten und</li> <li>• sind kompetent, das Thema anschaulich und umfassend zu präsentieren.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Bei der Auswahl der Vortragsthemen können die Wünsche der Studierenden berücksichtigt werden.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 30 Std. Seminar (Präsenzstudium) 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundkenntnisse der Quantenmechanik		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Seminar über Magnetische Resonanz</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Literatur:**

- C. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik (Oldenbourg)
- G. E. Pake, T. L. Estle, The Physical Principles of Electron Paramagnetic Resonance (Benjamin)
- 24. IFF Ferienkurs, Magnetismus von Festkörpern und Grenzflächen (ausgewählte Vorlesungsmanuskripte)
- Originalarbeiten aus wissenschaftlichen Zeitschriften

**Prüfung**

**Seminar über Magnetische Resonanz**

Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet

<b>Modul PHM-0096: Seminar on Glass Physics</b> <i>Seminar on Glass Physics</i>		4 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: PD Dr. Peter Lunkenheimer		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Gläser</li> <li>• Polymere</li> <li>• Metallische Gläser</li> <li>• Relaxationsphänomene</li> <li>• Modelle zum Glasübergang</li> <li>• Alterungsphänomene in Gläsern</li> <li>• Nicht-strukturelle Gläser</li> <li>• Ionenleitung</li> <li>• Elektronen in Gläsern</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Phänomenologie des Glaszustandes und des Glasübergangs, die Materialeigenschaften von Gläsern, deren technische Anwendungen und die wichtigsten Modellbeschreibungen von glasbildender Materie. Sie verfügen über Kenntnisse zur Gestaltung von wissenschaftlichen Präsentationen.</li> <li>• Sie besitzen die Fertigkeit, sich unter Verwendung verschiedener Informationsquellen selbständig in ein physikalisches oder materialwissenschaftliches Themengebiet einzuarbeiten. Sie sind in der Lage, einen wissenschaftlichen Vortrag unter Verwendung moderner, computergestützter Präsentationstechniken in graphisch ansprechender Form zu erstellen und diesen in informativer und anschaulicher Weise, unter Einhaltung eines vorgegebenen Zeitrahmens, zu präsentieren.</li> <li>• Die Studierenden besitzen die Kompetenz, bei der Erstellung einer Präsentation zu einem wissenschaftlichen Thema zwischen wichtigen und unwichtigen Inhalten zu unterscheiden, die ausgewählten Inhalte in didaktisch geschickter Weise aufzubereiten und strukturiert darzustellen.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit Lehrbüchern und englischsprachiger Fachliteratur, Erwerb von Abstraktionsfähigkeiten am Beispiel des physikalischen Glasbegriffs, Fähigkeit zur vergleichenden Wertung konkurrierender Modelle zur Erklärung experimenteller Ergebnisse, Erlernen von Präsentationstechniken, Einüben der Fachsprache Englisch.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 30 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundkenntnisse in Festkörperphysik		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Seminar on Glass Physics</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 2		
<b>Lernziele:</b> see module description		

**Inhalte:**

see module description

**Literatur:**

- H. Scholze, Glas (Vieweg)
- S. R. Elliott, Physics of Amorphous Materials (Longman)
- R. Zallen, The Physics of Amorphous Solids (Wiley)
- J. Zarzycki (ed.), Material Science and Technology, Vol. 9: Glasses and Amorphous Materials (VCH)
- J. Zarzycki, Glasses and the Vitreous State (Cambridge University Press)

**Prüfung**

**Seminar on Glass Physics**

Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet

<b>Modul PHM-0097: Seminar über Elektronische Eigenschaften der Materie</b> <i>Seminar on Electronic Properties of Matter</i>		4 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Philipp Gegenwart Dr. Veronika Fritsch		
<b>Inhalte:</b> In diesem Modul werden sowohl grundlegende als auch aktuelle Themen der Festkörperphysik behandelt, wobei die elektronischen Freiheitsgrade (Ladung, Spin) und mögliche Anwendungen im Zentrum stehen.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnis der elektronischen Eigenschaften der Materie und sind mit aktuellen Fragestellungen dieses Forschungsfeldes vertraut.</li> <li>• Sie besitzen die Fertigkeit, die erworbene Kenntnis auf neue Fragestellungen anzuwenden. Sie sind in der Lage, eine wissenschaftliche Präsentation zu gestalten und vorzutragen.</li> <li>• Die Studierenden sind kompetent in der eigenständigen Bearbeitung eines vorgegebenen, speziellen Themas. Sie können das Thema strukturiert darstellen und ihre eigenen Erkenntnisse dazu in der Diskussion mit den übrigen Seminarteilnehmern vertreten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Erlernen von Präsentationstechniken, Vermittlung wissenschaftlicher Inhalte in auch für Laien verständlicher Form.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Bei der Auswahl der Vortragsthemen können die Wünsche der Studierenden berücksichtigt werden.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 30 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Kenntnisse der Festkörperphysik		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Seminar über Elektronische Eigenschaften der Materie</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantenmechanische Grundlagen</li> <li>• Isolierte magnetische Momente und Momente im Festkörper</li> <li>• Magnetische Wechselwirkungen</li> <li>• Phasenübergänge</li> <li>• Detektion magnetischer Strukturen und ihrer Anregungen</li> <li>• Hochkorrelierte Systeme und neue Quantenphasen</li> <li>• Magnetwiderstandseffekte und Anwendungen</li> </ul>		

**Literatur:**

- S. Blundell, Magnetism in Condensed Matter, Oxford [u.a.], Oxford Univ. Press, 2003
- N. W. Ashcroft, N. D. Mermin: Festkörperphysik, Deutsch: München, Oldenbourg, 2013; Englisch: Andover [u.a.], Cengage Learning, 2011
- C. Kittel: Einführung in die Festkörperphysik, Deutsch: München, Oldenbourg, 2013; Englisch: Hoboken, NJ, Wiley, 2005
- H. Ibach, H. Lüth: Festkörperphysik, Berlin [u.a.], Springer, 2009

Weitere Literatur wird den Studierenden im Seminar zur Verfügung gestellt.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Seminar über Elektronische Eigenschaften der Materie / Seminar on Electronic Properties of Matter (Seminar)**

*\*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.\**

**Prüfung**

**Seminar über Elektronische Eigenschaften der Materie**

Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet

<b>Modul PHM-0188: Seminar on Spectroscopy of Organic Semiconductors</b> <i>Seminar on Spectroscopy of Organic Semiconductors</i>		4 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Brütting		
<b>Inhalte:</b> The seminar will cover selected examples from the physics of organic semiconductors and their applications in optoelectronic devices.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students know the basic concepts of organic semiconductors with respect to application in optoelectronic devices.</li> <li>• They acquire the skill to identify the essential points of a current research topic and present them to their fellow students.</li> <li>• The students are competent in treating a given problem in an autonomous way, using specialized literature. They are able to develop their own assessment, and to present and defend their opinion in the discussion with their fellow students.</li> <li>• Integrated acquirement of key qualifications: gaining experience in working with scientific literature in English, and improving presentation techniques as well as English speaking skills.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 30 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Sound knowledge of molecular and solid state physics as well as the physics of semiconductors; recommended participation in the lecture on Organic Semiconductors		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Seminar on Spectroscopy of Organic Semiconductors</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>SWS:</b> 2		
<b>Lernziele:</b> see module description		
<b>Inhalte:</b> see module description		
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• M. Schwoerer, H. Ch. Wolf: Organic Molecular Solids (Wiley-VCH)</li> <li>• W. Brütting (editor): Physics of Organic Semiconductors (Wiley-VCH)</li> <li>• A. Köhler, H. Bässler: Electronic Processes in Organic Semiconductors (Wiley-VCH)</li> </ul>		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Seminar on Spectroscopy of Organic Semiconductors</b> (Seminar) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>		

**Prüfung**

**Seminar on Spectroscopy of Organic Semiconductors**

Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet

<b>Modul PHM-0197: Seminar on Selected Topics in Nanomagnetism</b> <i>Seminar on Selected Topics in Nanomagnetism</i>		4 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Manfred Albrecht		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Magnetic nanoparticles</li> <li>• Magnetic coupling phenomena</li> <li>• Magneto-transport phenomena</li> <li>• Magnetic sensors, permanent magnets</li> <li>• Experimental methods</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Knowledge of physical properties and applications of magnetic phenomena and material systems in selected fields</li> <li>• The students are competent in treating a given special topic in an autonomous way. They are able to present this topic in a structured way, to develop their own assessment, and to present and defend their opinion in the discussion with their fellow students.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills: practicing technical English, working with English specialist literature, ability to interpret experimental results</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> From time to time, the seminar will be supplemented by lectures from external experts.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 30 Std. Seminar (Präsenzstudium) 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Basics in solid state physics and magnetism		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> presentation (60 minutes)
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Seminar on Selected Topics in Nanomagnetism</b>		
<b>Lehrformen:</b> Seminar		
<b>Sprache:</b> Englisch		
<b>SWS:</b> 2		
<b>Lernziele:</b> see module description		
<b>Inhalte:</b> see module description		

**Literatur:**

- S. Blundell: Magnetism in Condensed Matter. Oxford Master Series in Condensed Matter Physics, Oxford, 2008
- R. C. O'Handley: Modern Magnetic Materials - Principles and Applications. Wiley-Interscience Publications, New York, 2000
- J. M. D. Coey: Magnetism and Magnetic Materials. Cambridge University Press, Cambridge, 2010
- J. Stöhr and H. C. Siegmann: Magnetism - From Fundamentals to Nanoscale Dynamics. Springer, Berlin, Heidelberg, 2006

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Seminar on Selected Topics in Nanomagnetism** (Seminar)

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

**Prüfung**

**Seminar on Selected Topics in Nanomagnetism**

Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet

<b>Modul PHM-0098: Seminar über Fluidodynamik komplexer Flüssigkeiten</b> <i>Seminar on Fluid Dynamics of Complex Liquids</i>		4 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS12/13) Modulverantwortliche/r: PD Dr. Thomas Franke		
<b>Inhalte:</b> Aktuelle Forschungsergebnisse und klassische Veröffentlichungen werden von den Studierenden zusammengefasst und in Form eines Vortrags vorgestellt. Dazu soll eine kurze Zusammenfassung der erarbeiteten Literatur als schriftliche Hausarbeit erfolgen.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erarbeiten sich Kenntnisse der Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse anhand der Präsentation aktueller Publikationen,</li> <li>• lernen sich selbständig in komplexe experimentelle Forschungsergebnisse einzuarbeiten und diese in Form eines Vortrags und einer schriftlichen Hausarbeit zusammen zu fassen,</li> <li>• sind kompetent, einen eigenen Standpunkt zu einem komplexen Sachverhalt zu entwickeln und diesen in der Diskussion zu vertreten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen: Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit englischsprachiger Fachliteratur, Erlernen von Präsentationstechniken, kritische Reflexion experimenteller Ergebnisse im internationalen wissenschaftlichen Kontext, Präsentation eigener Ergebnisse auf wissenschaftlichen Konferenzen, Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 30 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Solide Kenntnisse der Inhalte der Module Physik I - IV, insbesondere Strömungslehre und Elastizitätslehre		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Seminarvortrag mit Diskussion, etwa 45 min; schriftliche Ausarbeitung, etwa 10 Seiten
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Seminar über Fluidodynamik komplexer Flüssigkeiten</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Literatur:</b> Die zu bearbeitende Literatur wird den Studierenden zur Verfügung gestellt.		

**Prüfung**

**Seminar über Fluidodynamik komplexer Flüssigkeiten**

Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet

<b>Modul PHM-0099: Seminar über Plasmen in Forschung und Industrie</b> <i>Seminar on Plasmas in Research and Industry</i>		4 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr.-Ing. Ursel Fantz		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Niedertemperatur-Plasmaphysik</li> <li>• Plasmadiagnostik</li> <li>• Plasmaprozesstechnik</li> <li>• Industrielle Anwendungen von Plasmen</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse der Denkweisen und Methoden in einem Spezialgebiet der Plasmaphysik.</li> <li>• Sie haben die Fertigkeit, sich selbständig, nach Rücksprache mit dem jeweiligen Betreuer, in ein begrenztes Themengebiet einzuarbeiten und dieses zu durchdringen. Sie sind in der Lage, das Thema für ein studentisches Publikum anschaulich darzustellen.</li> <li>• Die Studierenden sind kompetent in der eigenständigen Bearbeitung eines vorgegebenen Themas. Sie können ihre Ergebnisse strukturiert darstellen und in der Diskussion vertreten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Erlernen der wissenschaftlichen Präsentation anwendungsorientierter Thematiken, Entwicklung eines eigenen Standpunkts zu einem komplexen Sachverhalt, Fähigkeit zur wissenschaftlichen Diskussion.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Bei der Auswahl der Vortragsthemen können die Wünsche der Studierenden berücksichtigt werden.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 30 Std. Seminar (Präsenzstudium) 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Inhalte der Vorlesung "Plasmaphysik" wünschenswert.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Vortrag im Seminar
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Seminar über Plasmen in Forschung und Industrie</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>SWS:</b> 2		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Literatur:**

- Vorlesungsskript (EPP Homepage)
- M. Kaufmann: Plasmaphysik und Fusionsforschung (Teubner, 2003)
- R. J. Goldston, P.H. Rutherford: Introduction to Plasma Physics (IOP Publishing, 1997)
- F. F. Chen: Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion (Plenum Press, 1990)
- M. A. Lieberman, A. J. Lichtenberg: Principles of Plasma Discharges and Materials Processing (Wiley, 2005)
- G. Janzen: Plasmatechnik (Hüthig, 1992)
- R. Hippler: Low Temperature Plasmas (Wiley-VCH, 2008)
- J. R. Roth: Industrial Plasma Engineering (IOP Publishing, 1995)
- A. Grill: Cold Plasma in Materials Fabrication (IEEE Press, 1994)

**Prüfung**

**Seminar über Plasmen in Forschung und Industrie**

Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet

<b>Modul PHM-0100: Seminar über Ausgewählte Aspekte der Klima- und Atmosphärenforschung</b> <i>Seminar on Selected Topics of Climate and Atmosphere Research</i>		4 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Michael Bittner		
<b>Inhalte:</b> Folgende Themen bzw. Themenkreise werden behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau, Zirkulation und Kopplungsmechanismen der Atmosphäre</li> <li>• Klimamodellierung</li> <li>• Prinzip der Fernerkundung (Landoberfläche, Atmosphäre)</li> <li>• Wolken, Aerosole</li> <li>• Ozon</li> <li>• Einfluss des Menschen auf das Klima</li> <li>• Experimentelle Methoden zur Erfassung atmosphärischer Parameter</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Denkweisen und grundlegenden Methoden in einem modernen Spezialgebiet, der Atmosphärenphysik, einschließlich einiger wichtiger technologischer Anwendungsmöglichkeiten.</li> <li>• Sie besitzen die Fertigkeit, sich unter Verwendung moderner Methoden der Literaturrecherche selbständig in ein aktuelles Themengebiet einzuarbeiten und dieses zu durchdringen. Sie sind in der Lage, das Thema mit angemessener Medienunterstützung anschaulich und überzeugend darzustellen.</li> <li>• Die Studierenden sind kompetent in der eigenständigen Bearbeitung eines vorgegebenen, speziellen Themas. Sie können das Thema strukturiert darstellen und ihre eigenen Bewertungen dazu in der Diskussion mit den übrigen Seminarteilnehmern vertreten.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Das Seminar wird in der Umweltforschungsstation Schneefernerhaus (Zugspitze) als Blockseminar in der vorlesungsfreien Zeit durchgeführt.  Die Veranstaltung wird nur dann abgehalten werden können, wenn es die Sicherheitslage aufgrund Covid19 dies zulässt.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 30 Std. Seminar (Präsenzstudium) 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> gute Kenntnisse der Thermodynamik, Molekül- und Atomphysik und Optik		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Seminar über Ausgewählte Aspekte der Klima- und Atmosphärenforschung</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Michael Bittner, PD Dr. habil. Sabine Wüst <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Inhalte:**

siehe Modulbeschreibung

**Literatur:**

- W. Rödel, Physik unserer Umwelt: Die Atmosphäre (Springer)
- G. Visconti, Fundamentals of physics and chemistry of the atmosphere (Springer)
- G. P. Brasseur et al., Atmospheric chemistry and global change (Oxford)
- K. E. Trenberth (Ed.), Climate System Modeling (Cambridge)
- W. G. Rees, Physical principles of remote sensing: 1. Remote sensing (Cambridge)
- J. P. Peixoto und A. H. Oort, Physics of climate (American Institute of Physics)
- C. Elachi, Introduction to the physics and techniques of remote sensing (Wiley)

**Prüfung**

**Seminar über Ausgewählte Aspekte der Klima- und Atmosphärenforschung**

Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet

<b>Modul PHM-0101: Seminar über Ressourcenstrategie</b> <i>Seminar on Resource Strategy</i>		4 ECTS/LP
Version 1.2.0 (seit SoSe15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Armin Reller		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse und kritische Bewertung von technologischen Wertschöpfungsketten</li> <li>• Behandlung von ressourcen-, umwelt-, gesellschafts- und wirtschaftsrelevanten Auswirkungen, die sich aus der Entwicklung und Anwendung aktueller wie zukünftiger Technologien ergeben</li> <li>• Erarbeitung von Konzepten für einen zukunftsfähigen Umgang mit Technologien und deren Ressourcen</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifikation komplexer Zusammenhänge zwischen der Verfügbarkeit, den Eigenschaften und Funktionen biologischer, mineralischer und energetischer Ressourcen für die Entwicklung und Anwendung von Hochtechnologien</li> <li>• Ganzheitliche Analyse und Bewertung von Funktionsmaterialien und Technologien hinsichtlich der Ressourcenkritikalität anhand ausgewählter technischer, ökologischer, wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Kriterien</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen wie Teamfähigkeit im Rahmen von Gruppenübungen, schriftliche Dokumentation und didaktisch ansprechende mündliche Präsentation von Arbeitsergebnissen und des erworbenen Wissens über Disziplingrenzen hinweg (Soft Skills), selbständige Bearbeitung vorgegebener komplexer Fragestellungen mithilfe gängiger Methoden der Ressourcenstrategie und Kritikallitätsforschung sowie Erwerb der Fähigkeit des interdisziplinären Arbeitens und Denkens (Kontexterfassung)</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Dieses Modul wurde bis zum Sommersemester 2013 unter dem Titel Seminar über Ressourcengeographie angeboten.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 30 Std. Seminar (Präsenzstudium) 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundlagen der Thermodynamik, Elektrodynamik und Festkörperphysik		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Hausarbeit (Bearbeitungszeit 2 Wochen) und Referat (40 min)
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Seminar über Energiesysteme der Zukunft</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich nach Bedarf WS oder SoSe <b>SWS:</b> 2		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		

<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Behandlung physikalischer und materialwissenschaftlicher Grundlagen, die für die Entwicklung und Anwendung ausgewählter Energiesysteme von Bedeutung sind. Ergänzend werden weiterführende ressourcen-, umwelt- und wirtschaftsrelevante Fragestellungen identifiziert und diskutiert, die sich aus der Planung, technischen Umsetzung und Anwendung aktueller und zukünftiger Energiesysteme ergeben. Hierzu zählen Energietechnologien im Bereich der Energiebereitstellung (wie etwa Solarthermie, Photovoltaik, Thermoelektrizität, Brennstoffzellen usw.), der Energiespeicherung (chemische, physikalische sowie natürliche Energiespeicher) sowie die Energieverteilung (Hochspannungsübertragung, supraleitende Netze, intelligente Stromnetze (Smart Grids) usw.). In einer Exkursion (optional) sollen die entsprechenden Energiesysteme in der Anwendung kennengelernt werden.</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Goetzberger, A., Voß, B., Knobloch, J.: Sonnenenergie: Photovoltaik. Physik und Technologie der Solarzelle. Teubner-Verlag. Stuttgart, 1997.</li> <li>• Henseling, K. O.: Am Ende des fossilen Zeitalters. Ökom-Verlag. München, 2008.</li> <li>• Kaltschmitt, M.: Erneuerbare Energien. Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. Springer-Verlag. Berlin, 2006.</li> <li>• Schindler, J.; Held, M.: Postfossile Mobilität. Wegweiser für die Zeit nach dem Peak Oil. Verlag für Akademische Schriften. Bad Homburg, 2009.</li> <li>• Wagner, H.-J.: Was sind die Energien des 21. Jahrhunderts? Der Wettlauf um die Lagerstätten. Fischer-Verlag. Frankfurt a. M., 2007.</li> <li>• Watter, H.: Nachhaltige Energiesysteme. Grundlagen, Systemtechnik und Anwendungsbeispiele aus der Praxis. Vieweg und Teubner-Verlag. Wiesbaden, 2009.</li> </ul>
<p><b>Modulteil: Seminar über Ressourcenstrategien für Zukunftstechnologien</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Seminar</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich nach Bedarf WS oder SoSe</p> <p><b>SWS:</b> 2</p>
<p><b>Lernziele:</b></p> <p>siehe Modulbeschreibung</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Die Entwicklung und Anwendung von Hochtechnologien im Bereich des Transport-, Informations-, Kommunikations- und Medizinwesens sowie der Energiebereitstellung haben weltweit zu einer verstärkten Nachfrage nach energetischen, metallischen und mineralischen Ressourcen geführt. Die Lebenszyklen der dabei zum Einsatz kommenden Werkstoffe sind äußerst vielfältig und verändern aufgrund ihrer durch Menschenhand erzeugten raumzeitlichen Mobilität die globalen sozio-ökonomischen und ökologischen Verhältnisse. Diese in ihrer Tragweite kaum erkannten Kontexte werden im Rahmen des Seminars in einer Bestandsaufnahme für ausgewählte Hochtechnologien exemplarisch zusammengeführt, um daraus Strategien für einen verantwortlichen Umgang mit Zukunftstechnologien und deren Ressourcen abzuleiten. Das Seminar behandelt pro Semester wechselnde Themenschwerpunkte.</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reller, A.; Marschall, L.; Meißner, S.; Schmidt, C. (2013): Ressourcenstrategien: Eine interdisziplinäre Einführung in den nachhaltigen Umgang mit Ressourcen. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.</li> <li>• Haas, D.-H.; Schlesinger, D. M. (2007): Umweltökonomie und Ressourcenmanagement. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.</li> <li>• Schmidt-Bleek, F. (2007): Nutzen wir die Erde richtig? Fischer Verlag, Frankfurt a.M.</li> <li>• Jäger, J. (2007): Was verträgt unsere Erde noch? Fischer Verlag, Frankfurt a.M.</li> <li>• Hendrickson, C. T. ; Lave, L. B.; Matthews, H. S. (2006): Environmental Life Cycle Assessment of Goods and Services. RFF Press, Washington, D.C.</li> </ul>

**Prüfung**

**Seminar über Ressourcenstrategie**

Hausarbeit/Seminararbeit / Prüfungsdauer: 2 Wochen

**Beschreibung:**

Die Prüfungsleistung besteht aus einer selbständig erarbeiteten schriftlichen Hausarbeit zu einem ausgewählten Seminarthema im Umfang von 15-20 Seiten.

(Für Bachelor Ingenieurinformatik PO 2013 und 2017)

**Prüfung**

**Seminar über Ressourcenstrategie**

Seminar / Prüfungsdauer: 40 Minuten, unbenotet

**Beschreibung:**

Die Prüfungsleistung besteht aus einer selbständig erarbeiteten mündlichen Präsentation zu einem ausgewählten Seminarthema im Umfang von 40 Minuten.

(Für Master Physik und Bachelor Ingenieurinformatik PO 2018)

<b>Modul PHM-0102: Seminar über Moderne Aspekte der Quantentheorie</b> <i>Seminar on Modern Topics in Quantum Theory</i>		4 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gert-Ludwig Ingold		
<b>Inhalte:</b> In diesem Seminar werden modernere Entwicklungen der Quantentheorie diskutiert, die über den Stoff einer Vorlesung im Bachelorstudiengang hinausgehen. Die Vortragsthemen stammen zum Beispiel aus den Bereichen Nichtlokalität, Verschränkung mit Anwendungen in der Quanteninformation, Dekohärenz und Quantendissipation sowie quantenmechanischer Messprozess.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen moderne Entwicklungen in der Quantentheorie und haben sich mit aktuellen Forschungsthemen auseinandergesetzt.</li> <li>• Sie besitzen die Fertigkeit, sich anhand von Originalliteratur und durch eigene bibliographische Recherchen selbständig in ein aktuelles Forschungsthema einzuarbeiten.</li> <li>• Sie sind in der Lage, aktuelle Forschungsergebnisse für eine interessante und verständliche Präsentation aufzubereiten, und können adäquat zwischen verschiedenen Präsentationstechniken auswählen.</li> <li>• Sie können Forschungsergebnisse in der Diskussion vertreten, aber auch kritisch bewerten. Als Zuhörer nehmen sie aktiv an der Diskussion teil.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Die genaue Auswahl der Vortragsthemen richtet sich nach den Wünschen der Studierenden, wobei auch zum Thema passende, aktuelle Entwicklungen berücksichtigt werden.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 30 Std. Seminar (Präsenzstudium) 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> gute Kenntnisse der Quantentheorie		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Seminar über Moderne Aspekte der Quantentheorie</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Literatur:</b> Die Vortragsthemen werden überwiegend anhand von Originalliteratur erarbeitet, die je nach Themenwahl bekannt gegeben wird.		

**Prüfung**

**Seminar über Moderne Aspekte der Quantentheorie**

Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet

<b>Modul PHM-0105: Seminar über Theorie wechselwirkender Elektronen</b> <i>Seminar on Theory of Interacting Electrons</i>		4 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Arno Kampf		
<b>Inhalte:</b> Vorträge aus folgenden Themenkreisen werden angeboten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quanten-Hall-Effekt</li> <li>• Unkonventionelle Supraleiter</li> <li>• Magnetismus</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, grundlegende Konzepte der Quantenmechanik wechselwirkender Elektronen anzuwenden.</li> <li>• Sie haben die Fähigkeit, die wesentlichen Aspekte eines physikalischen Problems zu identifizieren und ihren Mitstudierenden zu erklären.</li> <li>• Die Studierenden können selbständig ein für sie neues Thema erarbeiten und in einem Vortrag darstellen.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Die Vortragsthemen werden in Absprache mit den Studierenden vergeben.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 30 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Kenntnisse in Theoretischer Festkörperphysik sind empfehlenswert.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Seminar über Theorie wechselwirkender Elektronen</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• D.C. Mattis, The Theory of Magnetism I (Springer)</li> <li>• A. Auerbach, Interacting Electrons and Quantum Magnetism (Springer)</li> <li>• A.M. Zagoskin, Quantum Theory of Many-Body Systems (Springer)</li> <li>• Z.F. Ezawa, Quantum Hall Effects (World Scientific)</li> <li>• P. Fazekas, Lecture Notes on Electron Correlation and Magnetism (World Scientific)</li> </ul>		

**Prüfung**

**Seminar über Theorie wechselwirkender Elektronen**

Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet

<b>Modul PHM-0106: Seminar on Thermoelectric Properties of Nano- and Heterostructures</b>		4 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: N.N.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamic description of thermoelectric effects, Onsager relations</li> <li>• Boltzmann theory of thermoelectric effects</li> <li>• Band-structure based calculations of transport coefficients</li> <li>• Electron-phonon and phonon-phonon scattering</li> <li>• Spin caloritronics, spin-orbit interaction</li> <li>• Charge, spin, and heat transport in nanostructures and quantum wires</li> <li>• Charge, spin, and heat transport in heterostructures and layered systems</li> <li>• Materials aspects, design of thermoelectric devices</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students are familiar with the experimental and theoretical concepts in a modern research field, which has significant applications for converting waste heat to electrical energy.</li> <li>• They acquire the skill to familiarize themselves independently with a current research topic, using modern methods of literature search. They are able to present the topic, using the appropriate media, clearly and convincingly.</li> <li>• The students are competent in treating a given special topic in an autonomous way. They are able to present this topic in a structured way, to develop their own assessment, and to present and defend their opinion in the discussion with their fellow students.</li> <li>• Integrated acquirement of key qualifications: The students will gain experience in working with books and articles in English, and improve their presentation techniques as well as their English speaking skills.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Once in a while and if time permits, the seminar will be supplemented by lectures from external experts.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 30 Std. Seminar (Präsenzstudium) 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Good knowledge of quantum mechanics, statistical physics, and solid state physics		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> presentation (60 min)
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Seminar on Thermoelectric Properties of Nano- and Heterostructures</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 2		
<b>Lernziele:</b> see module description		
<b>Inhalte:</b> see module description		

**Literatur:**

- Herbert B. Callen, *Thermodynamics* (Wiley), esp. chapters 16 and 17
- Neil W. Ashcroft and N. David Mermin, *Solid State Physics* (Holt, Rinehart and Winston), esp. chapters 12, 13 and 16
- J. M. Ziman, *Principles of the Theory of Solids* (Cambridge University Press), esp. chapters 6 and 7
- J. M. Ziman, *Electrons and Phonons - The Theory of Transport Phenomena in Solids* (Oxford University Press), esp. chapters VII - XI
- Jaroslav Fabian, Alex Matos-Abiague, Christian Ertler, Peter Stano, and Igor Zutic, *Semiconductor Spintronics*, *acta physica slovacica* **57**, 565-907 (2007)
- Gerrit E. W. Bauer, Eiji Saitoh, and Bart J. van Wees, *Spin Caloritronics*, *Nature Materials* **11**, 391-399 (2012)
- L. D. Hicks and M. S. Dresselhaus, *Thermoelectric Figure of Merit of a One-Dimensional Conductor*, *Phys. Rev. B* **47**, 16631 (1993)
- Georg K. H. Madsen and David J. Singh, *BoltzTrap. A Code for Calculating Band-Structure Dependent Quantities*, *Comp. Phys. Commun.* **175**, 67-71 (2006)
- David J. Singh, *Oxide Thermoelectrics*, *Mater. Res. Soc. Symp. Proc.* 1044, 1044-U02-05 (2008)
- Mildred S. Dresselhaus, et al., *New Directions for Low-Dimensional Thermoelectric Materials*, *Adv. Mater.* **19**, 1043-1053 (2007)
- Karol I. Wysokinski, *Thermoelectric Transport in the Three Terminal Quantum Dot*, *J. Phys. Condens. Matter* **24**, 335303 (2012) (8 pp.)

**Prüfung**

**Seminar on Thermoelectric Properties of Nano- and Heterostructures**

Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet

<b>Modul PHM-0249: Seminar on Magnetic skyrmions in crystals and thin films</b> <i>Seminar on Magnetic skyrmions in crystals and thin films</i>	4 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. István Kézsmárki	
<b>Inhalte:</b> 1.) Magnetic interactions governing the formation of spin spirals and skyrmions <ul style="list-style-type: none"> <li>• Competition between symmetric and antisymmetric exchange interactions leading to magnetic modulations (mechanism #1)</li> <li>• Frustration of exchange interactions giving rise to magnetic modulations (mechanism #2)</li> <li>• Competition between easy-axis magnetic anisotropy and magnetic dipole-dipole interaction leading to magnetic modulations (mechanism #3)</li> </ul> 2.) Different classes of magnetic magnetic spirals and skyrmions <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spin helices versus spin cycloids; Bloch- and Néel-type skyrmions versus antiskyrmions; introduction of vorticity and helicity</li> <li>• Stability of the different types of skyrmion lattices depending on the crystal symmetry of the host materials (for skyrmions stabilized via mechanism #1)</li> <li>• Experimental observation of magnetic skyrmions</li> <li>• Real-space imaging of magnetic spirals and skyrmions using scanning probe techniques, such as magnetic force microscopy and scanning tunneling microscopy</li> <li>• Real-space imaging of magnetic spirals and skyrmions using Lorentz transmission electron microscopy</li> <li>• Reciprocal-space imaging of magnetic spirals and skyrmions using small angle neutron and X-ray scattering</li> <li>• Signatures of magnetic spiral and skyrmion lattice states in thermodynamic and transport properties</li> <li>• Spectroscopic studies on the excitations of magnetic spiral and skyrmion lattice states</li> </ul> 3.) Possible magnetic memory applications of skyrmions <ul style="list-style-type: none"> <li>• Race-track type memories</li> <li>• Hard-drive style memories</li> </ul> 4.) Manipulation of individual skyrmions and skyrmion lattices by external stimuli	
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand basic physical concepts behind the formation and manipulation of modulated magnetic textures, such as spin spirals and magnetic skyrmions, on the nano- to mesoscopic scale.</li> <li>• learn to know the experimental methods frequently used to image/detect magnetic skyrmions</li> <li>• learn to assess a scientific problem and present the subject in a concise and understandable manner</li> </ul>	
<b>Bemerkung:</b> The seminar will consist of two parts: i) tutorial part about the basic concepts (different magnetic interactions leading to skyrmion formation and different classes of skyrmions), ii) seminar talks of students based on research articles (review articles whenever possible) describing the experimental observation of skyrmions, their manipulation and their possible applications in magnetic memories.	
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 30 Std. Seminar (Präsenzstudium)	
<b>Voraussetzungen:</b> Grundkenntnisse der Quantenmechanik	

<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

**Modulteile**

**Modulteil:** [Seminar on Magnetic skyrmions in crystals and thin films](#)

**Lehrformen:** Seminar

**Dozenten:** Prof. Dr. István Kézsmárki

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 2

**ECTS/LP:** 4.0

**Prüfung**

**Seminar on Magnetic skyrmions in crystals and thin films**

Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten

<b>Modul PHM-0107: Fachpraktikum</b> <i>Practical Training</i>		15 ECTS/LP
Version 1.0.1 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Helmut Karl bzw. Vorsitzender des Prüfungsausschusses		
<b>Inhalte:</b> entsprechend der gewählten Methodik		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen ausgewählte Methoden, die in einer der Arbeitsgruppen des Instituts für Physik Anwendung finden,</li> <li>• besitzen die Fertigkeit, diese Methoden in laufende wissenschaftliche Untersuchungen einzubringen, sowie die Fähigkeit, eine wissenschaftliche Methode und ihre beispielhafte Anwendung angemessen schriftlich darzustellen,</li> <li>• und sind grundsätzlich kompetent, sich in moderne experimentelle oder theoretische Methoden einzuarbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Teamfähigkeit, Methodenkompetenz, Fähigkeit, ein Thema schriftlich darzustellen</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Das Fachpraktikum wird im SoSe 2020 angeboten, sobald es die aktuelle Situation erlaubt.  Es wird empfohlen, dieses Modul vor dem Modul Projektarbeit oder parallel dazu zu absolvieren. Die thematische Wahl des Moduls Fachpraktikum sollte im Hinblick auf das angestrebte Thema der Masterarbeit erfolgen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 450 Std. 150 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium) 300 Std. Praktikum (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> werden vom jeweiligen Betreuer/von der jeweiligen Betreuerin bekannt gegeben		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> mindestens mit "ausreichend" bewerteter Abschlussbericht
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester Siehe Bemerkungen	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 12	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Fachpraktikum</b> <b>Lehrformen:</b> Praktikum <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Lehr-/Lernmethoden:</b> Erarbeitung spezieller wissenschaftlicher Methoden anhand konkreter Fragestellungen; in der Regel Mitarbeit in der jeweiligen Arbeitsgruppe		
<b>Literatur:</b> wird vom jeweiligen Betreuer/von der jeweiligen Betreuerin bekannt gegeben		

---

**Prüfung**

**Fachpraktikum**

Projektarbeit, schriftlicher Abschlussbericht, ca. 20 Seiten / Bearbeitungsfrist: 4 Wochen

<b>Modul PHM-0108: Projektarbeit</b> <i>Project Work</i>		15 ECTS/LP
Version 1.0.1 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Helmut Karl bzw. Vorsitzender des Prüfungsausschusses		
<b>Inhalte:</b> entsprechend dem gewählten Thema		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind mit einem aktuellen Forschungsthema und der zugehörigen Literatur vertraut,</li> <li>• sind in der Lage, ein Forschungsthema kritisch zu reflektieren und mit angemessener Medienunterstützung überzeugend darzustellen,</li> <li>• besitzen die Kompetenz, ein kleineres Forschungsprojekt unter Anleitung mit wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Teamfähigkeit, eigenständiges Arbeiten, Präsentationstechniken, Fähigkeit, ein Thema in der Diskussion zu vertreten</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Die Projektarbeit wird im SoSe 2020 angeboten, sobald es die aktuelle Situation erlaubt.  In diesem Modul bearbeitet der Student/die Studentin in der Regel einen kleineren, genau definierten Teilaspekt der laufenden wissenschaftlichen Forschungen einer Arbeitsgruppe.  Es wird empfohlen, dieses Modul nach dem Modul Fachpraktikum oder parallel dazu zu absolvieren. Die thematische Wahl des Moduls Projektarbeit sollte im Hinblick auf das angestrebte Thema der Masterarbeit erfolgen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 450 Std. 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 300 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> werden vom jeweiligen Betreuer/von der jeweiligen Betreuerin bekannt gegeben		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> mit "bestanden" bewertete mündliche Präsentation
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester Siehe Bemerkungen	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 12	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Projektarbeit</b> <b>Lehrformen:</b> Praktikum <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Literatur:</b> wird vom jeweiligen Betreuer/von der jeweiligen Betreuerin bekannt gegeben		

**Prüfung**

**Projektarbeit**

Projektarbeit, mündliche Präsentation mit Diskussion / Prüfungsdauer: 90 Minuten, unbenotet

<b>Modul PHM-0265: Research challenges in cell biophysics</b> <i>Research challenges in cell biophysics</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS21/22) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christoph Alexander Weber		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamics of phase separation</li> <li>• Random phase approximation</li> <li>• Kinetics of phase separation</li> <li>• Chemical reactions in crowded environments</li> <li>• Chemically active emulsions</li> </ul> <p>Students can pick one research topic per lecture and accept a research challenge for the second half of the lecture. Research challenges will cover various questions on the Origin of life, Phase Transitions and Chemical Reactions in Living Cells.</p>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students <ul style="list-style-type: none"> <li>• have basic theoretical knowledge about the physics of living systems such as the cell or non-equilibrium assemblies with life-like features</li> <li>• are capable of reading leading-edge research papers relevant to solve their research challenge and know how to bridge between textbook knowledge and research questions</li> <li>• know how to productively discuss their research approach and progress with the project supervisor and other students forming a research team</li> <li>• are able to communicate their results in a final seminar talk.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 100 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 20 Std. Prüfungsvorbereitung (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Knowledge of thermodynamics and statistical mechanics as taught on the bachelor level in the corresponding theory course.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Research challenges in cell biophysics</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>SWS:</b> 3		
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Samuel A. Safran, <i>Statistical Thermodynamics of Surfaces, Interfaces and Membranes</i> (CRC Press, 2003)</li> <li>• Christoph A. Weber, David Zwicker, Frank Jülicher und Chiu Fan Lee, <i>Physics of active emulsions</i>, Rep. Prog. Phys. <b>82</b>, 064601 (2019)</li> </ul>		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Research challenges in cell biophysics</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>		

Lectures will cover a set of topics on the statistical mechanics of living systems. In particular, we discuss the physics of phase separation in living cells, theories on how to control chemical reactions and aggregation processes in biological systems, as well as learn how the theory of phase transitions far away from thermodynamic equilibrium may allow us to solve one or another conundrum on the origin of life. For each lecture, you will be offered one research topic. You can investigate these topics with me as well as Ph.D. students and postdocs of our research group in the second half of the course. Research topics will cover various questions on the Origin of life, Phase Transitions, and Chemical Reactions in Living Cells. Our course is in particular suited for senior Bachelor and Master students who are interested in theoretical concepts from Statistical Mechanics (in particular: phase transitions, polymer physics, chemical reactions,...) and would like to get a flavor of modern ... (weiter siehe Digicampus)

**Modulteil: Übung zu Research challenges in cell biophysics****Lehrformen:** Übung**Sprache:** Englisch / Deutsch**SWS:** 1**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:****Übung zu Research challenges in cell biophysics***\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Here we discuss the research projects on how to develop theory for living systems.

**Prüfung****Research challenges in cell biophysics**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

<b>Modul PHM-0044: Experimentelle Festkörperphysik</b> <i>Experimental Solid State Physics</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.1 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. István Kézsmárki		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dielektrische Funktion des Elektronengases</li> <li>• Dielektrische Festkörper</li> <li>• Polare Ordnung</li> <li>• Optische Spektroskopie</li> <li>• Magnetismus von Festkörpern</li> <li>• Magnetische Resonanz</li> <li>• Supraleitung</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen Konzepte, Phänomenologie und experimentelle Methoden zur Erforschung von Struktur und Dynamik kondensierter Materie,</li> <li>• haben Fertigkeiten, komplexe Experimente selbständig durchzuführen; sie sind vertraut mit allgemeinen Auswertemethoden und können selbständig Messdaten bewerten und analysieren, und sie</li> <li>• besitzen die Kompetenz, übergreifende Problemstellungen im Bereich der experimentellen Festkörperphysik selbständig zu bearbeiten. Dies umfasst insbesondere die kritische Wertung der Messergebnisse und detaillierte Interpretationen experimenteller Ergebnisse durch aktuelle Theorien.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Erlernen analytisch-methodischer Kompetenz, Schulung von wissenschaftlichem und logischem Denken, Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit Lehrbüchern und insbesondere mit englischer Fachliteratur</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Das Modul baut auf den Inhalten der Bachelor-Vorlesungen Physik I - III, Theoretische Physik I - IV und insbesondere auf Physik IV auf.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Experimentelle Festkörperphysik</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 4		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Inhalte:**

- Dielektrische Funktion des Elektronengases
  - Dispersionsrelation elektromagnetischer Wellen
  - Plasmaschwingungen
  - Polaritonen
  - Polaronen und Exzitonen
- Dielektrische Festkörper
  - Dielektrische Konstante
  - Polarisierbarkeit, Innere Felder
- Polare Ordnung
  - Ferroelektrizität
  - Anti-Ferroelektrizität
- Optische Spektroskopie
  - FIR und Raman Streuung
  - Elektronenspektroskopie
- Magnetismus von Festkörpern
  - Grundbegriffe und Einleitung
  - Magnetische Momente im Festkörper
  - Diamagnetismus
  - Paramagnetismus
  - Magnetische Wechselwirkung
  - Ferro- und Antiferromagnetismus
  - Magnetische Domänen
- Magnetische Resonanz
  - Blochgleichung
  - NMR und ESR
- Supraleitung
  - Grundbegriffe und Phänomenologie
  - Meißner-Effekt, Eindringtiefe, Kohärenzlänge
  - Thermodynamik
  - Grundlagen der BCS-Theorie
  - Hochtemperatur- und unkonventionelle Supraleiter

**Literatur:**

- N.W. Ashcroft, N.D. Mermin, Festkörperphysik (Oldenbourg)
- Ch. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik (Oldenbourg)
- D. Craik, Magnetism: Principles and Applications
- N. Spaldin, Magnetic Materials
- W. A. Harrison, Electronic Structure and the Properties of Solids
- W. Buckel, Supraleitung

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Experimentelle Festkörperphysik** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Modulteil: Übung zu Experimentelle Festkörperphysik**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Experimentelle Festkörperphysik (Übung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Experimentelle Festkörperphysik**

Klausur / Prüfungsdauer: 120 Minuten

<b>Modul PHM-0046: Theoretische Festkörperphysik</b> <i>Theoretical Solid State Physics</i>		8 ECTS/LP
Version 2.1.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Liviu Chioncel		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kristallstruktur, reziprokes Gitter</li> <li>• Nichtwechselwirkende Elektronen im periodischen Potential: Bloch-Theorem, Störungstheorie, stark gebundene Elektronen</li> <li>• Semiklassische Dynamik von Blochelektronen: Zener-Durchbruch, Semiklassik im konstanten Magnetfeld, Drude-Theorie, Diffusion</li> <li>• Gitterdynamik: Born-Oppenheimer-Näherung, Phononen, Debye- und Einstein-Modell</li> <li>• Elektron-Elektron-Wechselwirkung: Hartree-Fock-Näherung, Dichtefunktionaltheorie, Abschirmung</li> <li>• Formalismus der zweiten Quantisierung</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Grundlagen und Methoden der quantentheoretischen Beschreibung von Festkörpern und ihren Eigenschaften im Rahmen nicht wechselwirkender Vielteilchensysteme bzw. effektiver Einteilchentheorien,</li> <li>• sind in der Lage, physikalische Fragestellungen der Festkörperphysik theoretisch zu formulieren und durch Anwendung geeigneter Näherungsmethoden zu untersuchen,</li> <li>• haben die Fähigkeit, Problemstellungen in den genannten Teilgebieten selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Das Modul baut insbesondere auf den Inhalten der Bachelor-Vorlesungen Theoretische Physik II + III und Physik IV auf.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Theoretische Festkörperphysik</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 4
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung

**Literatur:**

- N. W. Ashcroft and N. D. Mermin, Solid State Physics (Rinehart and Winston)
- J. Callaway, Quantum Theory of the Solid State (Academic)
- P. Coleman, Introduction to Many Body Physics (Cambridge)
- P. Fulde, Electron Correlations in Molecules and Solids (Springer)
- G. Giuliani and G. Vignale, Quantum Theory of the Electron Liquid (Cambridge)
- C. Kittel, Quantum Theory of Solids (Wiley)
- P. L. Taylor and O. Heinonen, A Quantum Approach to Condensed Matter Physics (Cambridge)
- J. M. Ziman, Prinzipien der Festkörpertheorie (Harri Deutsch)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Theoretische Festkörperphysik** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.\**

Willkommen bei der Theoretischen Festkörperphysik! Die Vorlesung/Übung wird hybrid stattfinden: Die Vorlesungen/Übungen vom 18.10.-24.11. werden online stattfinden. Die Vorlesungen/Übungen vom 29.11.-9.2. werden präsent stattfinden. \*\*Sie können sich ab sofort hier auf der Vorlesungsseite anmelden, dann erhalten Sie alle Mitteilungen.\*\* (Sie brauchen sich nicht zusätzlich auf der Übungsseite anzumelden.)

**Modulteil: Übung zu Theoretische Festkörperphysik**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Theoretische Festkörperphysik**

Klausur / Prüfungsdauer: 150 Minuten

**Beschreibung:**

Ausnahme WS 20/21: Prüfungsform mündliche Prüfung  
siehe Anlage 1a der Corona-Satzung

<b>Modul PHM-0014: Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum (6 Versuche)</b> <i>Advanced Physics Laboratory Course (6 experiments)</i>		6 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Manfred Albrecht Dr. Matthias Schreck		
<b>Inhalte:</b> Es sind während der Vorlesungszeit (jeweils mittwochs ganztägig) sechs Versuche u. a. aus den Feldern Kernphysik, Festkörperphysik, Plasmaphysik, Molekülphysik etc. durchzuführen. Eine Kurzbeschreibung zu den aktuell verfügbaren Versuchen findet sich auf der unten angegebenen Internet-Seite.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die experimentellen Grundlagen der Festkörperphysik und der Quantenmechanik und sind mit den gängigen Methoden der physikalischen Messtechnik vertraut.</li> <li>• Sie sind in der Lage, sich in ein Spezialgebiet der Physik einzuarbeiten und vertiefte Versuche aus diesem Spezialgebiet selbständig durchzuführen und auszuwerten.</li> <li>• Sie besitzen die Kompetenz, physikalische Fragestellungen mittels geeigneter experimenteller Methoden zu untersuchen, die Versuchsergebnisse zu analysieren und im Rahmen theoretischer Modellvorstellungen zu interpretieren.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Weitere Informationen: <a href="https://www.uni-augsburg.de/en/fakultaet/mntf/physik/groups/exp4/teaching/fp/">https://www.uni-augsburg.de/en/fakultaet/mntf/physik/groups/exp4/teaching/fp/</a>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 120 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium) 60 Std. Praktikum (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundkenntnisse aus Physik I – V, Festkörperphysik, Quantenmechanik	<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Sechs mindestens mit „ausreichend“ bewertete Laborversuche. Jeder einzelne Versuch wird bewertet; bei der Bewertung finden folgende Kriterien mit gleichem Gewicht Anwendung: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vorbesprechung vor dem Versuch</li> <li>2. Versuchsdurchführung</li> <li>3. Auswertung und schriftliche Ausarbeitung</li> <li>4. Abschlussbesprechung nach Rückgabe der Auswertungen</li> </ol> Die Gesamtnote für dieses Modul errechnet sich aus dem arithmetischen Mittel der in jedem einzelnen Versuch erzielten Bewertungen.	
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester

<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Moduleile</b>		
<b>Modulteil: Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum (6 Versuche)</b>		
<b>Lehrformen:</b> Praktikum		
<b>Sprache:</b> Deutsch		
<b>SWS:</b> 4		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Literatur:</b> Die Anleitungen sind elektronisch zum Download verfügbar. Weiterführende Literatur ist in den einzelnen Anleitungen angegeben.		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b>		
<b>Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum (6 Versuche)</b> (Praktikum) <i>*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.*</i> Alle aktuellen Informationen zum Praktikum und zur Anmeldung finden sich unter <a href="https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/mntf/physik/groups/exp4/teaching/fp/">https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/mntf/physik/groups/exp4/teaching/fp/</a>		

<b>Modul PHM-0048: Physics and Technology of Semiconductor Devices</b> <i>Physics and Technology of Semiconductor Devices</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Helmut Karl		
<b>Inhalte:</b> 1. Basic properties of semiconductors (electronic bandstructure, doping, carrier excitations and carrier transport) 2. Semiconductor diodes and transistors 3. Semiconductor technology		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic knowledge of solid-state and semiconductor physics such as electronic bandstructure, doping, carrier excitations, and carrier transport.</li> <li>• Application of developed concepts (effective mass, quasi-Fermi levels) to describe the basic properties of semiconductors.</li> <li>• Application of these concepts to describe and understand the operation principles of semiconductor devices such as diodes and transistors</li> <li>• Knowledge of the technologically relevant methods and tools in semiconductor micro- and nanofabrication.</li> <li>• Integrated acquisition of soft skills: autonomous working with specialist literature in English, acquisition of presentation techniques, capacity for teamwork, ability to document experimental results, and interdisciplinary thinking and working.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> recommended prerequisites: basic knowledge in solid state physics, statistical physics and quantum mechanics.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Physics and Technology of Semiconductor Devices</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 3		
<b>Lernziele:</b> see module description		
<b>Inhalte:</b> see module description		

**Literatur:**

Additional reading:

- Yu und Cardona: Fundamentals of Semiconductors (Springer)
- Sze: Physics of Semiconductor Devices (Wiley)
- Sze: Semiconductor Devices (Wiley)
- Singh: Electronic and Optoelectronic Properties of Semiconductor Structures (Cambridge University Press)

**Modulteil: Physics and Technology of Semiconductor Devices (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 1

**Inhalte:**

see module description

**Prüfung**

**Physics and Technology of Semiconductor Devices**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Physics and Technology of Semiconductor Devices

<b>Modul PHM-0049: Nanostructures / Nanophysics</b> <i>Nanostructures / Nanophysics</i>		6 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. István Kézsmárki		
<b>Inhalte:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Semiconductor quantum wells, wires and dots, low dimensional electron systems</li> <li>2. Magnetotransport in low-dimensional systems, Quantum-Hall-Effect, Quantized conductance</li> <li>3. Optical properties of nanostructures and their application in modern optoelectronic devices, Nanophotonics</li> <li>4. Fabrication and detection of nanostructures</li> <li>5. Ferroic properties of nanostructures (Magnetism, Multiferroicity)</li> </ol>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic knowledge of the fundamental concepts in modern nanoscale science</li> <li>• Profound knowledge of low-dimensional semiconductor structures and how these systems can be applied for novel functional devices for high-frequency electronics and optoelectronics</li> <li>• Knowledge of different fabrication approaches using bottom-up and top-down techniques</li> <li>• Application of these concepts to tackle present problems in nanophysics</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills: autonomous working with specialist literature in English, acquisition of presentation techniques, capacity for teamwork, ability to document experimental results, and interdisciplinary thinking and working.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
Gesamt: 180 Std.		
80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)		
60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b>		
recommended prerequisites: basic knowledge in solid-state physics and quantum mechanics.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Nanostructures / Nanophysics</b>		
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung		
<b>Sprache:</b> Englisch		
<b>SWS:</b> 4		
<b>Lernziele:</b>		
see module description		
<b>Inhalte:</b>		
see module description		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yu und Cardona: Fundamentals of Semiconductors</li> <li>• Singh: Electronic and Optoelectronic Properties of Semiconductor Structures (Cambridge University Press)</li> <li>• Davies: The Physics of low-dimensional Semiconductors (Cambridge University Press)</li> </ul>		

**Prüfung**

**Nanostructures / Nanophysics**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Nanostructures / Nanophysics

<b>Modul PHM-0051: Biophysics and Biomaterials</b> <i>Biophysics and Biomaterials</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Dr. Stefan Thalhammer		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radiation Biophysics</li> <li>• Microfluidics</li> <li>• Membranes</li> <li>• Membranal transport</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn basic terms, concepts and phenomena of biological physics,</li> <li>• learn models of the (bio)polymer-theory, microfluidic, radiation biophysics, nanobiotechnology, membranes and neuronal networks,</li> <li>• adapt skills in the independent processing of problems and deal with current literature. They will be able to translate a biological observation into a physical question.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills: autonomous working with specialist literature in english, acquisition of presentation techniques, capacity for teamwork, ability to document experimental results, and interdisciplinary thinking and working.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Mechanics, Thermodynamics, Statistical Physics, basic knowledge in Molecular Biology		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Biophysics and Biomaterials</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 3		
<b>Lernziele:</b> see module description		

**Inhalte:**

- Radiation Biophysics
  - Radiation sources
  - Interaction of radiation with biological matter
  - Radiation protection principles
  - Low dose radiation
  - LNT model in radiation biophysics
- Microfluidics
  - Life at Low Reynolds Numbers
  - The Navier-Stokes Equation
  - Low Reynolds Numbers – The Stokes Equation
  - Breaking the Symmetry
- Membranes
  - Thermodynamics and Fluctuations
  - Thermodynamics of Interfaces
  - Phase Transitions – 2 state model
  - Lipid membranes and biological membranes, membrane elasticity
- Membranal transport
  - Random walk, friction and diffusion
  - Transmembranal ionic transport and ion channels
  - Electrophysiology of cells
  - Neuronal Dynamics

**Literatur:**

- T. Herrmann, Klinische Strahlenbiologie – kurz und bündig, Elsevier Verlag, ISBN-13: 978-3-437-23960-1
- J. Freyschmidt, Handbuch diagnostische Radiologie – Strahlenphysik, Strahlenbiologie, Strahlenschutz, Springer Verlag, ISBN: 3-540-41419-3
- S. Haeberle, R. Zengerle, Microfluidic platforms for lab-on-a-chip applications, Lab-on-a-chip, 2007, 7, 1094-1110
- J. Berthier, Microdrops and digital microfluidics, William Andrew Verlag, ISBN:978-0-8155-1544-9
- lecture notes

**Modulteil: Biophysics and Biomaterials (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 1

**Prüfung**

**Biophysics and Biomaterials**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Biophysics and Biomaterials

<b>Modul PHM-0052: Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation and Neutrons</b> <i>Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation and Neutrons</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christine Kuntscher		
<b>Inhalte:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Electromagnetic radiation: description, generation, detection [5]</li> <li>2. Spectral analysis of electromagnetic radiation: monochromators, spectrometer, interferometer [2]</li> <li>3. Excitations in the solid state: Dielectric function [2]</li> <li>4. Infrared spectroscopy</li> <li>5. Ellipsometry</li> <li>6. Photoemission spectroscopy</li> <li>7. X-ray absorption spectroscopy</li> <li>8. Neutrons: Sources, detectors</li> <li>9. Neutron scattering</li> </ol>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basics of spectroscopy and important instrumentation and methods,</li> <li>• have acquired the skills of formulating a mathematical-physical ansatz in spectroscopy and can apply these in the field of solid state spectroscopy,</li> <li>• have the competence to deal with current problems in solid state spectroscopy autonomously, and are able to judge proper measurement methods for application.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> basic knowledge in solid-state physics		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation and Neutrons</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 3		
<b>Lernziele:</b> see module description		
<b>Inhalte:</b> see module description		

**Literatur:**

- H. Kuzmany, Solid State Spectroscopy (Springer)
- N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, Solid State Physics (Holt, Rinehart and Winston)
- J. M. Hollas, Modern Spectroscopy

**Modulteil: Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation and Neutrons (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 1

**Prüfung**

**Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation and Neutrons**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation and Neutrons

<b>Modul PHM-0053: Chemical Physics I</b> <i>Chemical Physics I</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Scherer		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basics of quantum chemical methods</li> <li>• Molecular symmetry and group theory</li> <li>• The electronical structure of transition metal complexes</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basics of the extended-Hückel-method and the density functional theory,</li> <li>• know the basics of group theory,</li> <li>• are able to apply the knowledge gained through consideration of symmetry from vibration-, NMR-, and UV/VIS-spectroscopy, and</li> <li>• are able to interpret and predict the basical geometric, electronical and magnetical properties of transition metal complexes.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills: ability to specialize in a scientific topic and to apply the acquired knowledge for solving scientific problems.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> It is possible for students to do EHM calculations autonomously and analyze electronical structures of molecules on a computer cluster within the scope of the tutorial.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> It is recommended to complete the experiments FP11 (IR-spectroscopy) and FP17 (Raman-spectroscopy) of the module "Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum".		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Chemical Physics I</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 3
<b>Lernziele:</b> see module description

**Inhalte:**

- Basics of quantum chemical methods
  - Extended Hueckel method (EHM)
  - Modern quantum chemical methods of chemical physics
  - Application: exemplary calculations and interpretation of simple electronic structures
- Molecular symmetry and group theory
  - Symmetry operations and matrix transformations
  - Point groups
  - Reducible and irreducible representations
  - Character tables
  - Application: infrared- and raman-spectroscopy, NMR-spectroscopy
- The electronic structure of transition metal complexes
  - Ligand field theory and angular-overlap model (AOM)
  - The physical basics of the spectrochemical series
  - Molecular orbital theory of transition metal complexes
  - Application: UV/VIS-spectroscopy, molecular magnetism

**Literatur:**

- J. Reinhold, Quantentheorie der Moleküle (Teubner)
- H.-H. Schmidtke, Quantenchemie (VCH)
- D. C. Harris und M. D. Bertolucci, Symmetry and Spectroscopy (Dover Publications)
- D. M. Bishop, Group Theory and Chemistry (Dover Publications)
- J. K. Burdett, Chemical Bonds: A Dialog (Wiley)
- F. A. Kettle, Physical Inorganic Chemistry (Oxford University Press)
- A. Frisch, Exploring Chemistry with Electronic Structure Methods (Gaussian Inc. Pittsburg, PA)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Chemical Physics I** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Modulteil: Chemical Physics I (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 1

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Chemical Physics I (Tutorial)** (Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Chemical Physics I**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Chemical Physics I

<b>Modul PHM-0054: Chemical Physics II</b> <i>Chemical Physics II</i>		6 ECTS/LP
Version 1.3.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Scherer PD Dr. Georg Eickerling		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to computational chemistry</li> <li>• Hartree-Fock Theory</li> <li>• DFT in a nutshell</li> <li>• Prediction of reaction mechanisms</li> <li>• calculation of physical and chemical properties</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basic quantum chemical methods of chemical physics to interpret the electronic structures in molecules and solid-state compounds,</li> <li>• have therefore the competence to autonomously perform simple quantum chemical calculations using Hartree-Fock and Density Functional Theory (DFT) and to interpret the electronic structure of functional molecules and materials with regard to their chemical and physical properties</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills: ability to specialize in a scientific topic and to apply the acquired knowledge for solving scientific problems.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> It is possible for students to do quantum chemical calculations autonomously and analyze electronical structures of molecules on a computer cluster within the scope of the tutorial.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> It is highly recommended to complete the module Chemical Physics I first.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Chemical Physics II</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 3		
<b>Lernziele:</b> see module description		

**Literatur:**

- I. N. Levine, Quantum Chemistry, Pearson, 7th ed **2013**.
- A. Szabo, N. S. Ostlund, Modern Quantum Chemistry, Dover, **1996** (EbookCentral ebook).
- E. G. Lewars, Computational Chemistry, Springer, **2011**.
- D. C. Young, Computational Chemistry: A practical guide for applying techniques to real world problems, Wiley ebook, **2002**.
- R. A. van Santen, Ph. Sautet, Computational Methods in Catalysis and Materials Science, Wiley ebook, **2009**.
- P. Popelier, Atoms in Molecules: An Introduction, Pearson Education Limited, **2000**.
- A. Frisch, Exploring Chemistry with Electronic Structure Methods, Gaussian Inc. Pittsburg, PA.

**Modulteil: Chemical Physics II (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 1

**Lernziele:**

see module description

**Prüfung**

**Chemical Physics II**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Chemical Physics II

<b>Modul PHM-0219: Moderne Optik</b> <i>Modern Optics</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Brütting		
<b>Inhalte:</b> Klassische Optik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strahlenoptik</li> <li>• Wellenoptik</li> <li>• Lichtausbreitung in Materie</li> </ul> Quantenoptik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kohärenz und Interferenz</li> <li>• Photonenstatistik</li> <li>• Laser</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Grundlagen der klassischen Optik und die Konzepte der Quantenoptik,</li> <li>• sind in der Lage, optische Komponenten für wissenschaftliche Fragestellungen zu analysieren und</li> <li>• sind kompetent im praktischen Einsatz derartiger Systeme.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Umgang mit englischsprachiger Spezialliteratur.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes inkl. Prüfungsvorbereitung (Selbststudium) 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Allgemeine Optikkenntnisse aus der Grundvorlesung		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Ein Erwerb von Leistungspunkten ist ausgeschlossen, wenn bereits das Modul "Angewandte Optik" (PHM-0055) erfolgreich absolviert wurde.
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Moderne Optik</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Wolfgang Brütting, Prof. Dr. Hubert J. Krenner <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>SWS:</b> 4 <b>ECTS/LP:</b> 6.0		
<b>Lernziele:</b> s. Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> s. Modulbeschreibung		

**Literatur:**

- B.E.A. Saleh, M.C. Teich: Fundamentals of Photonics (Wiley)
- M. Fox: Quantum Optics (Oxford)

**Prüfung**

**Moderne Optik**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 45 Minuten

<b>Modul PHM-0056: Ion-Solid Interaction</b> <i>Ion-Solid Interaction</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Helmut Karl		
<b>Inhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction (areas of scientific and technological application, principles)</li> <li>• Fundamentals of atomic collision processes (scattering, cross-sections, energy loss models, potentials in binary collision models)</li> <li>• Ion-induced modification of solids (integrated circuit fabrication with emphasis on ion induced phenomena, ion implantation, radiation damage, ion milling and etching (RIE), sputtering, erosion, deposition)</li> <li>• Transport phenomena</li> <li>• Analysis with ion beams</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b>		
The students:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• know the physical principles and the basic mechanisms of the interaction between particles and solid state bodies in the energy range of eV to MeV,</li> <li>• are able to choose adequate physical models for specific technological and scientific applications, and</li> <li>• have the competence to work extensively autonomous on problems concerning the interaction between ions and solid state bodies.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b>		
Gesamt: 180 Std.		
20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)		
20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b>		
Basic Courses in Physics I–IV, Solid State Physics, Nuclear Physics		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Ion-Solid Interaction</b>		
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung		
<b>Sprache:</b> Englisch		
<b>SWS:</b> 3		
<b>Lernziele:</b> see module description		
<b>Inhalte:</b> see module description		

**Literatur:**

- R. Smith, Atomic and ion collisions in solids and at surfaces (Cambridge University Press, 1997)
- E. Rimini, Ion implantation: Basics to device fabrication (Kluwer, 1995)
- W. Eckstein: Computer Simulation of Ion-Solid Interactions (Springer, 1991)
- H. Ryssel, I. Ruge: Ionenimplantation (Teubner, 1978)
- Y. H. Ohtsuki: Charged Beam Interaction with Solids (Taylor & Francis, 1983)
- J. F. Ziegler (Hrsg.): The Stopping and Range of Ions in Solids (Pergamon)
- R. Behrisch (Hrsg.): Sputtering by Particle Bombardment (Springer)
- M. Nastasi, J. K. Hirvonen, J. W. Mayer: Ion-Solid Interactions: Fundamentals and Applications (Cambridge University Press, 1996)
- <http://www.SRIM.org>

**Modulteil: Ion-Solid Interaction (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 1

**Prüfung**

**Ion-Solid Interaction**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Ion-Solid Interaction

<b>Modul PHM-0057: Physics of Thin Films</b> <i>Physics of Thin Films</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: PD Dr. German Hammerl		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Layer growth</li> <li>• Thin film technology</li> <li>• Analysis of thin films</li> <li>• Properties and applications of thin films</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know methods of thin film technology and material properties and applications of thin films,</li> <li>• have acquired skills of grouping the various technologies for producing thin layers with respect to their properties and applications, and</li> <li>• have the competence to deal with current problems in the field of thin film technology largely autonomously.</li> <li>• Integrated acquisition of soft skills: practicing technical English, working with English specialist literature, ability to interpret experimental results.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Physics of Thin Films</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 4		
<b>Lernziele:</b> see module description		
<b>Inhalte:</b> see module description		
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• H. Frey, G. Kienel, Dünnschichttechnologie (VDI Verlag, 1987)</li> <li>• H. Lüth, Solid Surfaces, Interfaces and Thin Films (Springer Verlag, 2001)</li> <li>• A. Wagendristel, Y. Wang, An Introduction to Physics and Technology of Thin Films (World Scientific Publishing, 1994)</li> <li>• M. Ohring, The Materials Science of Thin Films (Academic Press, 1992)</li> </ul>		

**Prüfung**

**Physics of Thin Films**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Physics of Thin Films

<b>Modul PHM-0058: Organic Semiconductors</b> <i>Organic Semiconductors</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Brütting		
<b>Inhalte:</b> Basic concepts and applications of organic semiconductors  Introduction <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materials and preparation</li> <li>• Structural properties</li> <li>• Electronic structure</li> <li>• Optical and electrical properties</li> </ul> Devices and Applications <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organic metals</li> <li>• Light-emitting diodes</li> <li>• Field-effect transistors</li> <li>• Solar cells and laser</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basic structural and electronic properties of organic semiconductors as well as the essential function of organic semiconductor devices,</li> <li>• have acquired skills for the classification of the materials taking into account their specific features in the functioning of components,</li> <li>• and have the competence to comprehend and attend to current problems in the field of organic electronics.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills: practicing technical English, working with English specialist literature, ability to interpret experimental results</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> It is strongly recommended to complete the module solid-state physics first. In addition, knowledge of molecular physics is desired.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Organic Semiconductors</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 3		
<b>Lernziele:</b> see module description		

**Inhalte:**

see module description

**Literatur:**

- M. Schwoerer, H. Ch. Wolf: Organic Molecular Solids (Wiley-VCH)
- W. Brütting (editor): Physics of Organic Semiconductors (Wiley-VCH)
- A. Köhler, H. Bässler: Electronic Processes in Organic Semiconductors (Wiley-VCH)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Organic Semiconductors** (Vorlesung + Übung)

*\*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.\**

Tutorial takes place every Wednesday in seminar room 2004-T

**Modulteil: Organic Semiconductors (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 1

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Organic Semiconductors (Tutorial)** (Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Organic Semiconductors**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Organic Semiconductors

<b>Modul PHM-0059: Magnetism</b> <i>Magnetism</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Dr. Hans-Albrecht Krug von Nidda		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• History, basics</li> <li>• Magnetic moments, classical and quantum phenomenology</li> <li>• Exchange interaction and mean-field theory</li> <li>• Magnetic anisotropy and magnetoelastic effects</li> <li>• Thermodynamics of magnetic systems and applications</li> <li>• Magnetic domains and domain walls</li> <li>• Magnetization processes and micro magnetic treatment</li> <li>• AC susceptibility and ESR</li> <li>• Spintransport / spintronics</li> <li>• Recent problems of magnetism</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basic properties and phenomena of magnetic materials and the most important methods and concepts for their description, like mean-field theory, exchange interactions and micro magnetic models,</li> <li>• have the ability to classify different magnetic phenomena and to apply the corresponding models for their interpretation, and</li> <li>• have the competence independently to treat fundamental and typical topics and problems of magnetism.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> basics of solid-state physics and quantum mechanics		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Magnetism</b>		
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung		
<b>Sprache:</b> Englisch		
<b>SWS:</b> 3		
<b>Lernziele:</b> see module description		
<b>Inhalte:</b> see module description		

**Literatur:**

- D. H. Martin, Magnetism in Solids (London Iliffe Books Ltd.)
- J. B. Goodenough, Magnetism and the Chemical Bond (Wiley)
- P. A. Cox, Transition Metal Oxides (Oxford University Press)
- C. Kittel, Solid State Physics (Wiley)
- D. C. Mattis, The Theory of Magnetism (Wiley)
- G. L. Squires, Thermal Neutron Scattering (Dover Publications Inc.)

**Modulteil: Magnetism (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 1

**Prüfung**

**Magnetism**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Magnetism

<b>Modul PHM-0060: Low Temperature Physics</b> <i>Low Temperature Physics</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Philipp Gegenwart		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction</li> <li>• Properties of matter at low temperatures</li> <li>• Cryoliquids and superfluidity</li> <li>• Cryogenic engineering</li> <li>• Thermometry</li> <li>• Quantum Matter</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students:  know the basic properties of matter at low temperatures and the corresponding experimental techniques, have acquired the theoretical knowledge to perform low-temperature measurements, and know how to experimentally investigate current problems in low-temperature physics.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Physik IV - Solid-state physics		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Low Temperature Physics</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 3		
<b>Lernziele:</b> see module description		

**Inhalte:**

- Introduction (temperature scale, history of low temperature physics)
- Properties of matter at low temperatures (specific heat, thermal expansion, electrical resistance, thermal conductivity)
- Cryoliquids and superfluidity (nitrogen, hydrogen, 4-He and 3-He: phase diagrams, superfluidity)
- Cryogenic engineering (liquefaction of gases, helium cryostats, dilution refrigerator, adiabatic demagnetization, further techniques)
- Thermometry (primary and secondary thermometers at different temperature regimes)
- Quantum Matter (quantum Transport, Quantum phase transitions, Quantum spin liquids)

**Literatur:**

C. Enss, S. Hunklinger, Tieftemperaturphysik (Springer)  
F. Pobell, Matter and Methods at Low Temperatures (Springer)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Low Temperature Physics** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Modulteil: Low Temperature Physics (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 1

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Low Temperature Physics (Tutorial)** (Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Low Temperature Physics**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Low Temperature Physics

<b>Modul PHM-0061: Plasmaphysik und Fusionsforschung</b> <i>Plasma Physics and Fusion Research</i>		6 ECTS/LP
Version 1.2.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr.-Ing. Ursel Fantz Dr. Stefan Briefi		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plasmaphysik (Wintersemester)</li> <li>• Fusionsforschung (Sommersemester)</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Methoden und Konzepte der Plasmaphysik und sind mit einfachen, grundlegenden Anwendungen vertraut,</li> <li>• kennen den aktuellen Stand der Fusionsforschung</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, Problemstellungen in den genannten Bereichen selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit Lehrbüchern und englischsprachiger Fachliteratur, Training des logischen Denkens, Verknüpfung experimenteller Ergebnisse mit theoretischer Beschreibung, Aneignung einer interdisziplinären Denkweise.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 100 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Physik III		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich Beginn jedes WS	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 2 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Plasmaphysik</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 2		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen</li> <li>• Plasmacharakteristika</li> <li>• Thermodynamisches Gleichgewicht</li> <li>• Stoßprozesse</li> <li>• Teilchenbewegung im Magnetfeld</li> <li>• Vielteilchenbeschreibung</li> <li>• Wellen im Plasma</li> </ul>		

**Literatur:**

- Vorlesungsskript (EPP Homepage)
- M. Kaufmann: Plasmaphysik und Fusionsforschung (Teubner, 2003)
- R. J. Goldston, P. H. Rutherford: Introduction to Plasma Physics (IOP Publishing, 1997)
- F. F. Chen: Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion (Plenum Press, 1990)
- U. Schumacher: Fusionsforschung (wiss. Buchgesellschaft, 1993)
- M. Kikuchi, K. Lackner, M. Q. Tran: Fusion Physics (IAEA, 2012)
- M. A. Lieberman, A. J. Lichtenberg: Principles of Plasma Discharges and Materials Processing (Wiley, 2005)
- G. Janzen: Plasmatechnik (Hüthig, 1992)
- R. Hippler: Low Temperature Plasmas (Wiley-VCH, 2008)
- J. R. Roth: Industrial Plasma Engineering (IOP Publishing, 1995)
- A. Grill: Cold Plasma in Materials Fabrication (IEEE Press, 1994)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Plasmaphysik** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Modulteil: Fusionsforschung**

**Lehrformen:** Vorlesung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Inhalte:**

- Kernfusion
- Fusion durch Trägheitseinschluss
- Fusion mit magnetischem Einschluss
- Transport in magnetisierten Plasmen
- Diagnostik von Fusionsplasmen

**Literatur:**

siehe Modulteil "Plasmaphysik"

**Prüfung**

**Plasmaphysik und Fusionsforschung**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

<b>Modul PHM-0062: Plasmadiagnostik</b> <i>Plasma Diagnostics</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10 gültig bis SoSe15) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr.-Ing. Ursel Fantz		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Plasmaspektroskopie (Wintersemester)</li> <li>• Methoden der Plasmadiagnostik (Sommersemester)</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben detaillierte Kenntnisse der spektroskopischen Methoden,</li> <li>• kennen die physikalischen Grundlagen unterschiedlichster Diagnostikverfahren,</li> <li>• haben grundlegende Kenntnisse über die Anwendung der Diagnostikverfahren in der Fusionsforschung, der Astrophysik und in industriellen Anlagen,</li> <li>• und haben einen Überblick über die Charakterisierung von Plasmen mittels geeigneter Methoden.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Erlernen des eigenständigen Arbeitens, Einarbeitung in englischsprachige Fachliteratur, Einarbeitung in Teilaspekte mit deren zielgerichteten Relevanz, Erlernen eines anwendungsorientierten Denkens, Fähigkeit zur Reflexion experimenteller Ergebnisse.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Zu diesem Modul werden zur Zeit keine Vorlesungen angeboten.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 100 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Die Vorlesung baut auf den Inhalten des Moduls Plasmaphysik und Fusionsforschung auf.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b>	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 2 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Grundlagen der Plasmaspektroskopie</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>SWS:</b> 2		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gleichgewichtsbeziehungen für Plasmen</li> <li>• Atomare Daten und Ratenkoeffizienten</li> <li>• Spektrale Größen und ihre Grundlagen</li> <li>• Passive Spektroskopie in verschiedenen Frequenzbereichen</li> <li>• Aktive Spektroskopie</li> </ul>		

**Literatur:**

- A. P. Thorne: Spectrophysics (Chapman and Hall, 1988)
- M. Kaufmann: Plasmaphysik und Fusionsforschung (Teubner, 2003)
- I. H. Hutchinson: Principles of Plasma Diagnostics (Cambridge Univ. Press, 1994)

**Modulteil: Methoden der Plasmadiagnostik**

**Lehrformen:** Vorlesung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Inhalte:**

- Diagnostik der Plasma-Wand-Wechselwirkung in Fusionsplasmen
- Diagnostik von Gasentladungen und industriellen Prozessen
- Messung magnetischer Felder
- Strahlungsleistung, Tomographie und Thermographie
- Diagnostik heißer Plasmen

**Literatur:**

siehe Modulteil "Grundlagen der Plasmaspektroskopie"

**Prüfung**

**Plasmadiagnostik**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

<b>Modul PHM-0193: Plasma-Material-Wechselwirkung</b> <i>Plasma Material Interaction</i>		6 ECTS/LP
Version 2.0.0 (seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr.-Ing. Ursel Fantz Dr. Marco Wischmeier		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fundamentals of plasma material interactions (winter term)</li> <li>High heat load components in nuclear fusion devices (summer term)</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Knowledge: The students know the fundamental plasma material interaction processes and their implication for nuclear fusion research in light of the technological boundary conditions and challenges.</li> <li>Skills: The students are proficient in a differentiated analysis of complex systems, based on learning from examples of power exhaust in fusion devices.</li> <li>Competencies: The students are competent in elaborating current topics of plasma material interaction.</li> <li>Integrated achievement of key qualifications: Acquirement of interdisciplinary knowledge, independent work with English literature, abstraction and approximation of complex processes using numerical models, application-oriented thinking and ability to contemplate about experimental results.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> The two lectures of this module can be followed in an arbitrary order. Thus, the module can be started at a summer or winter term.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> recommended: module "Plasmaphysik und Fusionsforschung"		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> general examination for entire module
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 2 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Fundamentals of plasma material interactions</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 2		
<b>Lernziele:</b> see description of module		
<b>Inhalte:</b> Fundamental plasma boundary physics, erosion processes: physical sputtering, chemical erosion, radiation induced sublimation, arcs, experimental observation of surface processes in plasmas, methods for characterizing surfaces, coating techniques, hydrogen retention, surface modification by plasmas.		

<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Stangeby: The plasma boundary of magnetic fusion devices (IOP, 2000)</li> <li>• R. Clark, D. Reiter (Eds.): Nuclear Fusion Research, Understanding Plasma-Surface Interactions (Springer, 2005)</li> <li>• O. Auciello, D. L. Flamm (Eds.): Plasma Diagnostics, Volume 2: Surface Analysis and Interactions (Plasma-Materials Interactions) (Academic Press, 1989)</li> <li>• M. Turnyanskiy et al.: European roadmap to the realization of fusion energy: Mission for solution on heat-exhaust systems (Fusion Engineering and Design, 2015)</li> </ul>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Fundamentals of plasma material interactions</b> (Vorlesung)  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p>
<p><b>Modulteil: High heat load components in nuclear fusion devices</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung  <b>Sprache:</b> Englisch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  <b>SWS:</b> 2</p>
<p><b>Lernziele:</b>          see description of module</p>
<p><b>Inhalte:</b>          Interdependency of material choices and fusion performance, material choices and technologies for power exhaust in a fusion power plant, migration of materials in a fusion plasma, diagnostics for plasma material interaction in fusion devices (in situ and post mortem), numerical methods for studying plasma material interaction.</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Stangeby: The plasma boundary of magnetic fusion devices (IOP, 2000)</li> <li>• R. Clark, D. Reiter (Eds.): Nuclear Fusion Research, Understanding Plasma-Surface Interactions (Springer, 2005)</li> <li>• M. Turnyanskiy et al.: European roadmap to the realization of fusion energy: Mission for solution on heat-exhaust systems, Fusion Engineering and Design (2015)</li> <li>• V. A. Evtikhin et al.: Lithium divertor concept and results of supporting experiments, Plasma Phys. Control. Fusion 44, 955 (2002)</li> <li>• T. Hirai et al.: ITER tungsten divertor design development and qualification program, Fusion Eng. Des. 88, 1798 (2013)</li> <li>• A. R. Raffray et al.: High heat flux components - Readiness to proceed from near term fusion systems to power plants, Fusion Eng. Des. 85, 93 (2010)</li> </ul>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Plasma Material Interaction</b>          Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten</p>

<b>Modul PHM-0063: Physik der Atmosphäre I</b> <i>Physics of the Atmosphere I</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Michael Bittner		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Einführung</li> <li>• Strahlung: Planck-Funktion, Strahlungsbilanz der Atmosphäre, Heizraten, Treibhauseffekt, Strahlungsmodelle</li> <li>• Dynamik: Navier-Stokes-, Kontinuitäts- und Adiabatengleichung, atmosphärische Wellen</li> <li>• Chemie: Absorptions- &amp; Emissionsspektren, Heizraten</li> <li>• Darstellung der Prozesse in Modellen</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften und Phänomene der atmosphärischen Prozesse im Bereich Strahlung und Dynamik sowie (eingeschränkt) der Chemie,</li> <li>• haben Fertigkeiten zur Formulierung moderner Fragestellungen der Atmosphärenphysik erworben</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, aktuelle Problemstellungen aus den Bereichen der Atmosphärenphysik, der Fernerkundung und Modellierung weitgehend selbständig zu beurteilen und Lösungsansätze aufzuzeigen.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Im jeweils folgenden Sommersemester wird in der Regel das Vertiefungsmodul Physik der Atmosphäre II angeboten.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Die Vorlesung baut auf den Inhalten der Experimentalphysik-Vorlesungen des Bachelorstudiengangs Physik auf.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Physik der Atmosphäre I</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>SWS:</b> 2		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Literatur:**

- G. Visconti, Fundamentals of physics and chemistry of the atmosphere (Springer)
- D. G. Andrews, An introduction to atmospheric physics (Cambridge)
- J. T. Houghton, The physics of atmospheres (Cambridge)
- L. D. Landau, E. M. Lifschitz, Lehrbuch der theoretischen Physik: Hydrodynamik (Harri Deutsch)
- H. Pichler, Dynamik der Atmosphäre (Spektrum)
- W. Rödel, Physik unserer Umwelt: Die Atmosphäre (Springer)
- M. Z. Jacobson, Fundamentals of atmospheric modeling (Cambridge)
- W. G. Rees, Physical principles of remote sensing: 1. Remote sensing (Cambridge)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Physik der Atmosphäre I** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Die Gashölle unseres Planeten – die Atmosphäre - isoliert unseren Lebensraum vom kalten Weltraum. Diese vergleichsweise dünne Luftschicht (sie macht nur etwa 1% des Erdradius aus) sorgt durch den natürlichen Treibhauseffekt für angenehme Temperaturen, filtert die gesundheitsschädliche energiereiche solare und kosmische Strahlung, verteilt über Strömungssysteme auf regionalen, kontinentalen und planetaren Skalen Spurengase, Aerosole und den Niederschlag. Die Vorlesung vermittelt grundlegende physikalische Kenntnisse aus den Bereichen der atmosphärischen Thermodynamik (z.B. Ideales Gasgesetz, hydrostatisches Gleichgewicht) und atmosphärischer Strahlung (z.B. Planck-Funktion, Strahlungstransportgleichung, Strahlungsbilanz). Der Bezug zu aktuellen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten wird aufgezeigt. Die Vorlesung kann von Studierenden der Geografie als Nebenfach gebucht werden. Vertieft wird der Vorlesungsstoff durch eine begleitende Übung. Unter Anleitung werden hier Präsenzaufgaben bearbeitet.  
... (weiter siehe Digicampus)

**Modulteil: Übung zu Physik der Atmosphäre I**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Physik der Atmosphäre I** (Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Die Übungen werden getrennt für Studierende der MNTF (PD Dr. Sabine Wüst; Raum 2003 T) und der Geografie (Dr. Lisa Küchelbacher; Raum tbd) durchgeführt.

**Prüfung**

**Physik der Atmosphäre I**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

<b>Modul PHM-0065: Physik der Atmosphäre II</b> <i>Physics of the Atmosphere II</i>		6 ECTS/LP
Version 2.0.0 (seit SoSe16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Michael Bittner PD Dr. habil. Sabine Wüst		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamik der Atmosphäre (Grundlagen, Wellen)</li> <li>• Chemie der Stratosphäre (Ozonabbau)</li> <li>• Atmosphärenfernerkundung (satellitenbasierte Methoden, bodengestützte Messtechniken)</li> <li>• Numerische Methoden</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Prozesse im Bereich der atmosphärischen Dynamik mit Schwerpunkt auf Wellen, im Bereich der stratosphärischen Ozonchemie und sie kennen die grundlegenden messtechnischen Verfahren zur Fernerkundung der Atmosphäre sowie deren numerische Umsetzung</li> <li>• haben Fertigkeiten zur Formulierung moderner Fragestellungen der Atmosphärenphysik erworben</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, aktuelle Problemstellungen aus dem Bereich der Atmosphärenphysik weitgehend selbständig zu beurteilen und Lösungsansätze aufzuzeigen.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Jeweils im Wintersemester wird das Modul Physik der Atmosphäre I angeboten.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Das Modul baut auf den Inhalten der Experimentalphysik-Vorlesungen des Bachelorstudiengangs Physik sowie dem Modul „Physik der Atmosphäre I“ auf.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Physik der Atmosphäre II</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Michael Bittner <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>SWS:</b> 2		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Literatur:**

- G. Visconti, Fundamentals of physics and chemistry of the atmosphere (Springer)
- D. G. Andrews, An introduction to atmospheric physics (Cambridge)
- J. T. Houghton, The physics of atmospheres (Cambridge)
- L. D. Landau, E. M. Lifschitz, Lehrbuch der theoretischen Physik: Hydrodynamik (Harri Deutsch)
- H. Pichler, Dynamik der Atmosphäre (Spektrum)
- W. Rödel, Physik unserer Umwelt: Die Atmosphäre (Springer)
- M. Z. Jacobson, Fundamentals of atmospheric modeling (Cambridge)
- W. G. Rees, Physical principles of remote sensing: 1. Remote sensing (Cambridge)

**Modulteil: Physik der Atmosphäre II: Numerische Verfahren**

**Lehrformen:** Vorlesung

**Dozenten:** PD Dr. habil. Sabine Wüst

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Inhalte:**

Ergänzend zum ersten Modulteil werden numerische Methoden behandelt.

**Literatur:**

M. Z. Jacobson, Fundamentals of Atmospheric Modeling, Cambridge University Press, 2005

**Prüfung**

**Physik der Atmosphäre II**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

<b>Modul PHM-0066: Superconductivity</b> <i>Superconductivity</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS11/12) Modulverantwortliche/r: PD Dr. Reinhard Tidecks		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introductory Remarks and Literature</li> <li>• History and Main Properties of the Superconducting State, an Overview</li> <li>• Phenomenological Thermodynamics and Electrodynamics of the SC</li> <li>• Ginzburg-Landau Theory</li> <li>• Microscopic Theories</li> <li>• Fundamental Experiments on the Nature of the Superconducting State</li> <li>• Josephson-Effects</li> <li>• High Temperature Superconductors</li> <li>• Application of Superconductivity</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• will get an introduction to superconductivity,</li> <li>• by a presentation of experimental results they will learn the fundamental properties of the superconducting state,</li> <li>• are informed about the most important technical applications of superconductivity.</li> <li>• Special attention will be drawn to the basic concepts of the main phenomeno-logical and microscopic theories of the superconducting state, to explain the experimental observations.</li> <li>• For self-studies a comprehensive list of further reading will be supplied.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physik IV – Solid-state physics</li> <li>• Theoretical physics I-III</li> </ul>		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Superconductivity</b>		
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung		
<b>Sprache:</b> Englisch		
<b>SWS:</b> 4		
<b>Lernziele:</b> see module description		
<b>Inhalte:</b> see module description		

**Literatur:**

- W. Buckel, Supraleitung, 5. Auflage (VCH, Weinheim, 1994)
- W. Buckel und R. Kleiner, Supraleitung, 6. Auflage (WILEY-VCH, Weinheim, 2004)
- M. Tinkham, Introduction to Superconductivity, 2nd Edition (McGraw-Hill, Inc., New York, 1996, Reprint by Dover Publications Inc. Miniola , 2004)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Superconductivity** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

**Prüfung**

**Superconductivity**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Superconductivity

<b>Modul PHM-0067: Complex Materials: Fundamentals and Applications</b> <i>Complex materials: Fundamentals and Applications</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe14) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Manfred Albrecht		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phasenbildung, Nukleation, Phasendiagramme</li> <li>• Amorphe Materialien</li> <li>• Ferrimagnete</li> <li>• Ferroelektrika</li> <li>• Multiferroika</li> <li>• Formgedächtnislegierungen</li> <li>• Thermoelektrische Materialien</li> <li>• Niedrigdimensionale Materialsysteme (u.a. Quantenpunkte)</li> <li>• Untersuchungsmethoden</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe und Konzepte der modernen Festkörperphysik,</li> <li>• besitzen ein fundiertes Verständnis grundlegender physikalischer Zusammenhänge in komplexen Materialien und deren Anwendungen,</li> <li>• besitzen Kenntnis von der qualitativen Beobachtung über die quantitative Messung bis hin zur verallgemeinernden mathematischen Beschreibung physikalischer Effekte ausgewählter komplexer Materialsysteme.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit englischsprachiger Fachliteratur, Erlernen von Präsentationstechniken, Teamfähigkeit, Fähigkeit zur Dokumentation experimenteller Ergebnisse, interdisziplinäres Denken und Arbeiten</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundlagen der Festkörperphysik		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Complex Materials: Fundamentals and Applications</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>SWS:</b> 4		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Literatur:**

wird in der Vorlesung bekannt gegeben

**Modulteil: Complex Materials: Fundamentals and Applications (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch / Deutsch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Complex Materials: Fundamentals and Applications**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

<b>Modul PHM-0068: Spintronics</b> <i>Spintronics</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe14) Modulverantwortliche/r: PD Dr. German Hammerl		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction into magnetism</li> <li>• Basic spintronic effects and devices</li> <li>• Novel materials for spintronic applications</li> <li>• Spin-sensitive experimental methods</li> <li>• Semiconductor based spintronics</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the fundamental properties of magnetic materials, the basic spintronic effects, and the related device structures,</li> <li>• have acquired skills in identifying materials with respect to their applicability for spintronic devices,</li> <li>• and have the competence to deal with current problems in the field of semi-conductor and metal based spintronics largely autonomously.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Spintronics</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 3		
<b>Lernziele:</b> see module description		
<b>Inhalte:</b> see module description		
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, Solid State Physics, Cengage Learning (2011), ISBN: 81-315-0052-7</li> <li>• C. Felser, G. H. Hechler, Spintronics - From Materials to Devices, Springer (2013), ISBN: 978-90-481-3831-9</li> <li>• S. Bandyopadhyay, M. Cahay, Introduction to Spintronics, CRC Press (2008), ISBN: 978-0-9493-3133-6</li> </ul>		

---

**Modulteil: Spintronics (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 1

**Prüfung**

**Spintronics**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Spintronics

<b>Modul PHM-0069: Applied Magnetic Materials and Methods</b> <i>Applied Magnetic Materials and Methods</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS14/15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Manfred Albrecht		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basics of magnetism</li> <li>• Ferrimagnets, permanent magnets</li> <li>• Magnetic nanoparticles</li> <li>• Superparamagnetism</li> <li>• Exchange bias effect</li> <li>• Magnetoresistance, sensors</li> <li>• Experimental methods (e.g. Mößbauer Spectroscopy, mu-SR)</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students know the basic terms and concepts of magnetism,</li> <li>• get a profound understanding of basic physical relations and their applications,</li> <li>• acquire the ability to describe qualitative observations, interpret quantitative measurements, and develop mathematical descriptions of physical effects of chosen magnetic material systems.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills: autonomous working with specialist literature in English, acquisition of presentation techniques, capacity for teamwork, ability to document experimental results, and interdisciplinary thinking and working.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Basics in solid state physics		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Applied Magnetic Materials and Methods</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 3		
<b>Lernziele:</b> see module description		
<b>Inhalte:</b> see module description		
<b>Literatur:</b> to be announced at the beginning of the lecture		

---

**Modulteil: Applied Magnetic Materials and Methods (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 1

**Prüfung**

**Applied Magnetic Materials and Methods**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Applied Magnetic Materials and Methods

<b>Modul PHM-0117: Surfaces and Interfaces</b> <i>Surfaces and Interfaces</i>	6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Manfred Albrecht	
<b>Inhalte:</b> Introduction <ul style="list-style-type: none"> <li>• The importance of surfaces and interfaces</li> </ul> Some basic facts from solid state physics <ul style="list-style-type: none"> <li>• Crystal lattice and reciprocal lattice</li> <li>• Electronic structure of solids</li> <li>• Lattice dynamics</li> </ul> Physics at surfaces and interfaces <ul style="list-style-type: none"> <li>• Structure of ideal and real surfaces</li> <li>• Relaxation and reconstruction</li> <li>• Transport (diffusion, electronic) on interfaces</li> <li>• Thermodynamics of interfaces</li> <li>• Electronic structure of surfaces</li> <li>• Chemical reactions on solid state surfaces (catalysis)</li> <li>• Interface dominated materials (nano scale materials)</li> </ul> Methods to study chemical composition and electronic structure, application examples <ul style="list-style-type: none"> <li>• Scanning electron microscopy</li> <li>• Scanning tunneling and scanning force microscopy</li> <li>• Auger – electron – spectroscopy</li> <li>• Photo electron spectroscopy</li> </ul>	
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• have knowledge of the structure, the electronical properties, the thermodynamics, and the chemical reactions on surfaces and interfaces,</li> <li>• acquire the skill to solve problems of fundamental research and applied sciences in the field of surface and interface physics,</li> <li>• have the competence to solve certain problems autonomously based on the thought physical basics.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills.</li> </ul>	
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)	
<b>Voraussetzungen:</b> recommended prerequisites: - basic knowledge from chemistry lectures - basic knowledge in solid state physics and materials science (crystallography, electronic structure, thermodynamics of solids), covered e.g. by the modules "Physics IV - Solid State Physics" or "Materials Science I+II"	

<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

**Modulteile****Modulteil: Surfaces and Interfaces****Lehrformen:** Vorlesung**Sprache:** Englisch**Angebotshäufigkeit:** jährlich**SWS:** 3**Lernziele:**

see module description

**Inhalte:**

see module description

**Literatur:**

- Ertl, Küppers: Low Energy Electrons and Surface Chemistry (VCH)
- Lüth: Surfaces and Interfaces of Solids (Springer)
- Zangwill: Physics at Surfaces (Cambridge)
- Feldmann, Mayer: Fundamentals of Surface and thin Film Analysis (North Holland)
- Henzler, Göpel: Oberflächenphysik des Festkörpers (Teubner)
- Briggs, Seah: Practical Surface Analysis I und II (Wiley)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:****Surfaces and Interfaces** (Vorlesung)*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\****Modulteil: Surfaces and Interfaces (Tutorial)****Lehrformen:** Übung**Sprache:** Englisch**Angebotshäufigkeit:** jährlich**SWS:** 1**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:****Surfaces and Interfaces (Tutorial)** (Übung)*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\****Prüfung****Surfaces and Interfaces**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Surfaces and Interfaces

<b>Modul PHM-0199: Understanding Correlated Materials</b> <i>Understanding Correlated Materials</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Philipp Gegenwart Dr. Veronika Fritsch		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthesis and characterization of correlated materials</li> <li>• Crystal structures and their symmetries, relation between crystallographic symmetry and physical properties</li> <li>• Electronic states of atoms and crystals, nature of electronic correlations</li> <li>• Magnetic phenomena and their origin</li> <li>• Low-temperature experiments on correlated materials</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• get to know the basic methods of materials growth and characterization</li> <li>• have acquired the theoretical knowledge to design low-temperature experiments and interpret their results</li> <li>• acquire the ability to treat fundamental and applied problems of correlated materials</li> </ul> Integrated acquirement of soft skills. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Learn to work independently with literature in English language</li> <li>• Learn and apply presentation techniques</li> <li>• Learn the rules of good scientific practice</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 15 Std. Seminar (Präsenzstudium) 30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 15 Std. Übung (Präsenzstudium) 120 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> basics of solid-state physics and quantum mechanics		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> oral presentation (60 min)
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Understanding Correlated Materials</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Philipp Gegenwart <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 2		
<b>Lernziele:</b> see module description		
<b>Inhalte:</b> see module description		

<p><b>Lehr-/Lernmethoden:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung und Präsenzstudium</li> <li>• Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur, Eigenstudium</li> <li>• Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen, Eigenstudium</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. Blundell, Magnetism in Condensed Matter, Oxford, Oxford Univ. Press, 2003</li> <li>• N. W. Ashcroft, N. D. Mermin: Festkörperphysik, Deutsch: München, Oldenbourg, 2013</li> <li>• C. Kittel: Einführung in die Festkörperphysik, Deutsch: München, Oldenbourg, 2013</li> <li>• J. B. Goodenough, Magnetism and the Chemical Bond, John Wiley &amp; Sons, Inc. 1963</li> <li>• W. Buckel, R. Kleiner, Superconductivity, WILEY-VCH Verlag GmbH &amp; Co., Weinheim 2004</li> </ul>
<p><b>Modulteil: <a href="#">Understanding Correlated Materials (Tutorial)</a></b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Übung</p> <p><b>Sprache:</b> Englisch</p> <p><b>SWS:</b> 1</p>
<p><b>Lernziele:</b></p> <p>see module description</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>see module description</p>
<p><b>Lehr-/Lernmethoden:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übung</li> <li>• Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur, Eigenstudium</li> <li>• Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen, Eigenstudium</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>see module description</p>
<p><b>Modulteil: <a href="#">Understanding Correlated Materials (Seminar)</a></b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Seminar</p> <p><b>Sprache:</b> Englisch</p> <p><b>SWS:</b> 1</p>
<p><b>Lernziele:</b></p> <p>see module description</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>see module description</p>
<p><b>Lehr-/Lernmethoden:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminar</li> <li>• Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur, Eigenstudium</li> <li>• Vor und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen, Eigenstudium</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>see module description</p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Understanding Correlated Materials</b></p> <p>Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten</p>

<b>Modul PHM-0201: Physics of Energy Technologies</b> <i>Physics of Energy Technologies</i>		6 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit SoSe16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Brütting		
<b>Inhalte:</b> Die Vorlesung behandelt die Grundlagen konventioneller Energiewandler sowie neue Konzepte für erneuerbare Energien. Die folgenden Themen werden angesprochen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen zu Energie und Klima</li> <li>• Fossile Energiequellen</li> <li>• Nukleare Energiequellen</li> <li>• Regenerative Energiequellen</li> <li>• Energiespeicherung und -transport</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studenten kennen die physikalischen Grundlagen verschiedener Energietechnologien.</li> <li>• Sie sind in der Lage deren Effizienz und Potenzial zu bewerten.</li> <li>• Sie sind in der Lage sich über ein spezifisches Problem mit Hilfe der Fachliteratur zu informieren und sich somit sachkompetent an der laufenden Energiediskussion zu beteiligen.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Solide Grundlagen der Physik, insbesondere Thermodynamik und Festkörperphysik.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Physics of Energy Technologies</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 3		
<b>Lernziele:</b> s. Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> s. Modulbeschreibung		

**Literatur:**

- B. Diekmann, E. Rosenthal: Energie
- J. Fricke, W.L. Borst: Essentials of Energy Technology
- D.J.C. MacKay: Sustainable Energy - without the hot air
- K. Heinloth: Die Energiefrage
- K. Stierstadt: Energie, das Problem und die Wende

**Modulteil: Physics of Energy Technologies (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 1

**Lernziele:**

s. Modulbeschreibung

**Inhalte:**

s. Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Physics of Energy Technologies**

Vorlesung + Begleitseminar / Prüfungsdauer: 45 Minuten

<b>Modul PHM-0203: Physics of Cells</b> <i>Physics of Cells</i>		6 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Achim Wixforth Dr. Christoph Westerhausen		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Physical principles in Biology</li> <li>Cell components and their material properties: cell membrane, organelles, cytoskeleton</li> <li>Thermodynamics of proteins and biological membranes</li> <li>Physical methods and techniques for studying cells</li> <li>Cell adhesion – interplay of specific, universal and elastic forces</li> <li>Tensile strength and elasticity of tissue - macromolecules of the extra cellular matrix</li> <li>Micro mechanics and properties of the cell as a biomaterial</li> <li>Cell-cell-communication</li> <li>Cell migration</li> <li>Cell stimulation and cell-computer-communication</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students <ul style="list-style-type: none"> <li>get to know a highly interdisciplinary field of physics.</li> <li>learn the basics on physical properties of human cells, as building blocks of living organisms and their material properties.</li> <li>learn about the impact of forces on the behavior of living cells</li> <li>learn physical description of fundamental biological processes and properties of biomaterials.</li> <li>are able to express biophysical questions and define model systems to answer these questions.</li> </ul> The students learn the following key qualifications: <ul style="list-style-type: none"> <li>self-dependent working with English specialist literature.</li> <li>presentation techniques.</li> <li>documentation of experimental results.</li> <li>interdisciplinary thinking and working.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Mechanics, Thermodynamics		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Physics of Cells</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>SWS:</b> 2		

<b>Lernziele:</b> see module description
<b>Inhalte:</b> see module description
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Sackmann, Erich, and Rudolf Merkel. <i>Lehrbuch der Biophysik</i>. Wiley-VCH, 2010.</li><li>• Nelson, Philip. <i>Biological physics</i>. New York: WH Freeman, 2004.</li><li>• Boal, D. <i>Mechanics of the Cell</i>. Cambridge University Press, 2012.</li><li>• Lecture notes</li></ul>
<b>Modulteil: Physics of Cells (Tutorial)</b> <b>Lehrformen:</b> Übung <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 2
<b>Lernziele:</b> see module description
<b>Inhalte:</b> see module description
<b>Literatur:</b> see module description
<b>Prüfung</b> <b>Physics of Cells</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

<b>Modul PHM-0252: Optical Excitations in Materials</b> <i>Optical Excitations in Materials</i>		6 ECTS/LP
Version 1.8.0 (seit SoSe20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Joachim Deisenhofer		
<b>Inhalte:</b> 1. Classical Light-Matter Interaction in Solids: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction: Typical Optical Response of Metals and Semiconductors</li> <li>• Classical electromagnetic wave propagation in linear optical media (Maxwell Equations, refractive index, reflection, transmission, absorption)</li> <li>• Anisotropic media, birefringence, longitudinal solutions</li> <li>• Classical Drude-Lorentz oscillator model</li> <li>• Spectroscopic techniques: Fourier-Transform-Spectroscopy, Time-domain Spectroscopy, Ellipsometry</li> </ul> 2. Quantum Aspects of Light-Matter interaction <ul style="list-style-type: none"> <li>• qm approach to absorption and emission: Lorentzian lineshape, Fermi's Golden Rule</li> <li>• Electric-dipole and magnetic-dipole approximation</li> <li>• Rabi-oscillations and the need for quantum optical approaches</li> <li>• A glimpse of non-linear optics</li> </ul> 3. Excitations in different material classes <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optical properties of semiconductors/insulators, molecular materials, metals</li> <li>• Absorption and Luminescence, excitons, luminescence centers</li> <li>• Optoelectronics, detectors, light emitting devices</li> <li>• Quantum confined structures: tuning of absorption and emission</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Students know the fundamentals of light-matter interaction in solids and gain a solid background of spectroscopic methods and optical excitations in solids. They are able to analyze materials' requirements and have the competence to select materials for different kinds of applications.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Basic knowledge of classical electrodynamics, atomic and solid state physics.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Optical Excitations in Materials</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 4 <b>ECTS/LP:</b> 6.0		

**Literatur:**

1. Mark Fox, Optical Properties of Solids, Oxford Master Series
2. Mark Fox, Quantum Optics: An Introduction, Oxford Master Series

**Prüfung**

**Optical Excitations in Materials**

Einzelprüfung mündlich / Prüfungsdauer: 30 Minuten

<b>Modul PHM-0084: Theorie der kondensierten Materie</b> <i>Condensed Matter Theory</i>		8 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit SS10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Thilo Kopp		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Landau-Fermiflüssigkeitstheorie</li> <li>• Transport-Theorie: Die Boltzmann-Gleichung</li> <li>• Theorie des Magnetismus</li> <li>• Theorie der Supraleitung</li> <li>• Zusätzlich werden spezielle Themen behandelt, wie zum Beispiel: Quanten-Hall-Effekt, Topologische Isolatoren, Ungeordnete Systeme, Phasenübergänge</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Grundlagen und Methoden der quantentheoretischen Beschreibung der kondensierten Materie,</li> <li>• sind in der Lage, physikalische Fragestellungen der Physik der kondensierten Materie theoretisch zu formulieren und durch Anwendung geeigneter Näherungsmethoden zu untersuchen,</li> <li>• besitzen die Kompetenz, Problemstellungen in den genannten Teilgebieten selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Die Vorlesung baut insbesondere auf den Inhalten der Bachelormodule Theoretische Physik II + III, Physik IV sowie des Mastermoduls Theoretische Festkörperphysik auf.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Theorie der kondensierten Materie</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>SWS:</b> 4		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Literatur:**

- N. W. Ashcroft and N. D. Mermin, Solid State Physics (Rinehart and Winston)
- P. M. Chaikin and T. C. Lubensky, Principles of Condensed Matter Physics (Cambridge University Press)
- G. Giuliani and G. Vignale, Quantum Theory of the Electron Liquid (Cambridge University Press)
- H. Bruus and K. Flensberg, Many-Body Quantum Theory in Condensed Matter Physics: An Introduction (Oxford Graduate Texts)
- G. D. Mahan, Many-Particle Physics (Springer)
- P. Phillips, Advanced Solid State Physics (Cambridge University Press)
- P. Fazekas, Lecture Notes on Electron Correlation and Magnetism (World Scientific)
- M. Z. Hasan and C. L. Kane, Colloquium: Topological insulators, Rev. Mod. Phys. **82**, 3046 (2010)
- P. G. de Gennes, Superconductivity of Metals and Alloys (Addison-Wesley)
- M. Tinkham, Introduction to Superconductivity (Dover)

**Modulteil: Übung zu Theorie der kondensierten Materie**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Theorie der kondensierten Materie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

<b>Modul PHM-0070: Vielteilchentheorie</b> <i>Many-Body Theory</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Arno Kampf		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantenmechanik für Vielteilchensysteme (2. Quantisierung)</li> <li>• Zweizeitige Green-Funktionen</li> <li>• Lineare Resonanztheorie (verallgemeinerte Suszeptibilitäten)</li> <li>• Vielteilchensysteme ohne dynamische Korrelationen</li> <li>• Das Wicksche Theorem</li> <li>• Näherung des effektiven Feldes</li> <li>• BCS-Theorie der Supraleitung</li> <li>• Diagrammatische Störungsrechnung</li> <li>• Statistische Physik des Nichtgleichgewichts</li> <li>• Fermionische und bosonische Modellsysteme</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte zur Beschreibung von quantenmechanischen Vielteilchensystemen.</li> <li>• Sie sind in der Lage, approximative Methoden der Vielteilchenphysik zur Berechnung von spektroskopischen Meßgrößen und Transportkoeffizienten anzuwenden und</li> <li>• sind kompetent, Problemstellungen aus den genannten Bereichen selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Kenntnisse der Theoretischen Festkörperphysik		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Vielteilchentheorie</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>SWS:</b> 4		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Literatur:**

- W. Nolting, Grundkurs Theoretische Physik, Band 7, "Vielteilchentheorie" (Verlag Zimmermann Neufang)
- A. Messiah, "Quantum Mechanics", Band 2
- R.D. Mattuck, "A Guide to Feynman Diagrams in the Many Body Problem" (Dover Publications)
- A.L. Fetter, I.D. Walecka, "Quantum Theory of Many-Particle Systems" (McGraw Hill)
- A.A. Abrikosov, L.P. Gorkov, I. Dzyaloshinsky, "Methods of Quantum Field Theory" (Dover Publications)
- S. Doniach, E.H. Sondheimer, Frontiers in Physics Lecture Note Series 44, "Green
- G.D. Mahan, "Many-Particle Physics" (Plenum Press)
- I.W. Negele, H. Orland, "Quantum Many-Particle Physics", Frontiers in Physics Lecture Note Series 68 (Addison Wesley).

**Modulteil: Übung zu Vielteilchentheorie**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Vielteilchentheorie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

<b>Modul PHM-0071: Nonequilibrium Statistical Physics</b> <i>Nonequilibrium Statistical Physics</i>		8 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: N.N.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basics of Statistical Physics</li> <li>• Stochastic processes, Brownian motion</li> <li>• Linear response theory (Green-Kubo approach, fluctuation-dissipation theorems)</li> <li>• Kinetic transport theory (BGK, Boltzmann and Vlasov equations)</li> <li>• Thermodynamics of linear irreversible processes</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students know about the complexity and diversity of nonequilibrium phenomena,</li> <li>• appreciate, in particular, the differences between physics in equilibrium and out of equilibrium,</li> <li>• have a good command of the theoretical techniques required to treat phenomena far from equilibrium, and are able to apply these methods to concrete problems,</li> <li>• and are competent to acquaint themselves with open scientific questions.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills: autonomous working with scientific literature in English, improving written and spoken English during lectures and exercises, interdisciplinary thinking and working</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Occasionally this module is given in two parts (2+1 hours each).		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> It is assumed that the students are familiar with the contents of a four-semester course in theoretical physics, including Thermodynamics and Statistical Physics.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Nonequilibrium Statistical Physics</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 4		
<b>Lernziele:</b> see module description		
<b>Inhalte:</b> see module description		

**Literatur:**

- R. Zwanzig, Nonequilibrium Statistical Mechanics (Oxford University Press)
- H. B. Callen, Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics, Chapt. 19 and Part II (Wiley)
- H. J. Kreuzer, Nonequilibrium Thermodynamics and its Statistical Foundations (Clarendon Press, Oxford)
- J. Jäckle, Einführung in die Transporttheorie (Vieweg Verlag)
- G. Röpke, Statistische Mechanik für das Nichtgleichgewicht (Physik-Verlag)
- P. Hänggi and H. Thomas, Stochastic Processes: Time-Evolution, Symmetries and Linear Response (Phys. Rep. 88, 207-319 (1982))
- R. Kubo, M. Toda, N. Hashitsume, Statistical Physics II - Nonequilibrium Mechanics (Springer)
- C. W. Gardiner, Handbook of Stochastic Methods (Springer)
- H. Risken, The Fokker-Planck Equation (Springer)
- L. D. Landau, E. M. Lifschitz, Statistische Physik (Akademie-Verlag)
- E. M. Lifschitz, L. P. Pitaevskij, Physikalische Kinetik (Akademie-Verlag)

**Modulteil: Nonequilibrium Statistical Physics (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

see module description

**Prüfung**

**Nonequilibrium Statistical Physics**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

<b>Modul PHM-0073: Relativistische Quantenfeldtheorie</b> <i>Relativistic Quantum Field Theory</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gert-Ludwig Ingold		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erinnerung an die kovariante Formulierung der speziellen Relativitätstheorie und an die klassische Feldtheorie</li> <li>• Freies Klein-Gordon-Feld</li> <li>• Freies Dirac-Feld</li> <li>• Freies elektromagnetisches Feld</li> <li>• Quantenelektrodynamik</li> <li>• Elektroschwache Wechselwirkung</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die wesentlichen Grundlagen der Theorie der Elementarteilchen, insbesondere die relativistische feldtheoretische Beschreibung von Fermionen und Bosonen, die Beschreibung von Wechselwirkungen am Beispiel der Quantenelektrodynamik sowie gruppentheoretische Grundlagen,</li> <li>• können Zusammenhänge zwischen einer relativistischen Quantenfeldtheorie und der quantenfeldtheoretischen Beschreibung von Festkörpern herstellen</li> <li>• und sind in der Lage, das erworbene Wissen auf die Analyse konkreter Problemstellungen anzuwenden.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen. Dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Stoff eines viersemestrigen Kurses in Theoretischer Physik		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Relativistische Quantenfeldtheorie</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>SWS:</b> 4		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Literatur:**

- J. D. Bjorken, S. D. Drell, Relativistische Quantenmechanik (BI-Wissenschaftsverlag)
- J. D. Bjorken, S. D. Drell, Relativistische Quantenfeldtheorie (BI-Wissenschaftsverlag)
- W. Greiner u. a., Theoretische Physik, Bände 7, 7A, 8 (Harri Deutsch)
- M. E. Peskin, D. V. Schroeder, An Introduction to Quantum Field Theory (Westview Press)
- M. Kaku, Quantum field theory (Oxford University Press)

**Modulteil: Übung zu Relativistische Quantenfeldtheorie**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Inhalte:**

siehe Modulbeschreibung

**Literatur:**

siehe zugehörige Vorlesung

**Prüfung**

**Relativistische Quantenfeldtheorie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

<b>Modul PHM-0075: Allgemeine Relativitätstheorie</b> <i>General Relativity</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gert-Ludwig Ingold		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Äquivalenzprinzip</li> <li>• Bewegung in gekrümmten Räumen (metrischer Tensor, ko- und kontravariante Vektoren, Tensoren, freies Teilchen in gekrümmten Koordinaten)</li> <li>• Schwarzschildmetrik (Bewegung im Gravitationsfeld, nichtrelativistische Näherung)</li> <li>• Konsequenzen der gekrümmten Geometrie im Sonnensystem (Spektralverschiebung, Periheldrehung, Lichtablenkung, Radarechoverzögerung)</li> <li>• Paralleltransport und kovariante Ableitung</li> <li>• Geodätische Präzession</li> <li>• Riemannscher Krümmungstensor und Ricci-Tensor (geodätische Abweichung, Paralleltransport und Krümmung)</li> <li>• Energie-Impuls-Tensor</li> <li>• Einsteinsche Feldgleichung</li> <li>• Schwarzschildlösung in verschiedenen Koordinaten</li> <li>• Gravitationswellen</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden theoretischen Prinzipien der Allgemeinen Relativitätstheorie sowie einige experimentelle Tests der Theorie,</li> <li>• verstehen die physikalische Relevanz der formalen Methoden der Differentialgeometrie</li> <li>• und sind in der Lage, typische Problemstellungen der Allgemeinen Relativitätstheorie selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen. Dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Kenntnisse der Theoretischen Physik und Mathematik, wie sie üblicherweise in einem Bachelorstudiengang Physik oder einem Bachelorstudiengang Mathematik mit Nebenfach Physik erworben werden		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Moduleile</b>		
<b>Moduleil: Allgemeine Relativitätstheorie</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>SWS:</b> 4		

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Inhalte:**

siehe Modulbeschreibung

**Literatur:**

J. Foster, J. D. Nightingale, A short course in general relativity (Springer)

**Modulteil: Übung zu Allgemeine Relativitätstheorie**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Allgemeine Relativitätstheorie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

<b>Modul PHM-0077: Theorie des Magnetismus</b> <i>Theory of Magnetism</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Thilo Kopp		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Magnetismus und elektronische Wechselwirkung</li> <li>• Spinaustausch</li> <li>• Para- und Diamagnetismus</li> <li>• Quantenhalleffekt</li> <li>• Ising-Modell</li> <li>• Heisenberg-Modell</li> <li>• Hubbard-Modell</li> <li>• Kondo-Problem</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Mechanismen, die im Festkörper zum Magnetismus führen,</li> <li>• kennen die magnetischen Quantenmodelle und die Standard-Lösungsverfahren,</li> <li>• können den Zusammenhang zwischen Magnetismus und elektronischen Korrelationen herstellen</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, Problemstellungen in den genannten Bereichen selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Es wird empfohlen, das Modul Theoretische Festkörperphysik zuerst zu absolvieren.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Theorie des Magnetismus</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>SWS:</b> 4		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Literatur:**

- P. Fazekas, Electron Correlation and Magnetism (World Scientific)
- W. Nolting, Quantentheorie des Magnetismus (Teubner)
- K. Yosida, Theory of Magnetism (Springer)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Theorie des Magnetismus** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Modulteil: Übung zu Theorie des Magnetismus**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Theorie des Magnetismus** (Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Theorie des Magnetismus**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

<b>Modul PHM-0079: Theorie der Phasenübergänge</b> <i>Theory of Phase Transitions</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Thilo Kopp		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in kritische Phänomene</li> <li>• Ising-Modell</li> <li>• Mittlere-Feld-Theorie und Landau Theorie</li> <li>• Fluktuationen</li> <li>• Anomale Dimension und Skalenhypothese</li> <li>• Renormierungsgruppe</li> <li>• Epsilon-Entwicklung</li> <li>• Kosterlitz-Thouless-Übergang; oder (alternativ) Quantenphasenübergänge</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Konzepte zur Erstellung von Mean-Field-Theorien und des Ginzburg-Landau-Funktional und verstehen die Bedeutung des Skalenverhaltens bei Phasenübergängen,</li> <li>• haben die Fertigkeit erworben, Fluktuationskorrekturen zu berechnen und können Renormierungs-Gruppen-Analysen durchführen,</li> <li>• besitzen die Kompetenz, Problemstellungen in den genannten Bereichen selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Es wird empfohlen, das Modul Theoretische Festkörperphysik zuerst zu absolvieren.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Theorie der Phasenübergänge</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>SWS:</b> 4		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Literatur:**

- N. Goldenfeld, Lectures on Phase Transitions and the RG (Addison-Wesley)
- P. M. Chaikin and T. C. Lubensky, Principles of Condensed Matter Physics (Cambridge University Press)
- J. Cardy, Scaling and Renormalization in Statistical Physics (Cambridge University Press)
- P. Pfeuty and G. Toulouse, Introduction to the RG and to Critical Phenomena (John Wiley & Sons)

**Modulteil: Übung zu Theorie der Phasenübergänge**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Theorie der Phasenübergänge**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

<b>Modul PHM-0080: Theorie der Supraleitung</b> <i>Theory of Superconductivity</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: N.N.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historie, wichtige Experimente</li> <li>• Bardeen-Cooper-Schrieffer-Theorie</li> <li>• Elektrodynamik von Supraleitern</li> <li>• Ginzburg-Landau-Theorie</li> <li>• Josephson-Effekt</li> <li>• Fluktuationen des Ordnungsparameters</li> <li>• Gorkov-Gleichungen, Nambu-Formalismus</li> <li>• Schmutzige Supraleiter</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften und Phänomene supraleitender Materialien sowie die wichtigsten theoretischen Methoden und Konzepte zu ihrer Beschreibung, wie die BCS-Theorie und die Methode der Greenschen Funktionen,</li> <li>• haben Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von modernen Fragestellungen der Vielteilchenphysik, insbesondere im Rahmen der Mean-Field-Näherung, erworben,</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, aktuelle Problemstellungen aus der Theorie der Supraleitung weitgehend selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Es wird empfohlen, das Modul Theoretische Festkörperphysik zuerst zu absolvieren. Außerdem sind Kenntnisse aus der Vielteilchentheorie wünschenswert.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Theorie der Supraleitung</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester <b>SWS:</b> 4		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Inhalte:**

siehe Modulbeschreibung

**Literatur:**

- N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, Solid State Physics (Holt, Rinehart and Winston)
- M. Tinkham, Introduction to Superconductivity (McGraw-Hill)
- A. A. Abrikosov, Fundamentals of the Theory of Metals (Academic)
- E. M. Lifschitz, L. P. Pitaevskii, Statistical Physics Part 2 (Pergamon)
- P. G. de Gennes, Superconductivity in Metals and Alloys (Westview)
- R. D. Parks (editor), Superconductivity, Vol. 1 & 2 (Marcel Dekker)

**Modulteil: Übung zu Theorie der Supraleitung**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**Angebotshäufigkeit:** alle 4 Semester

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Theorie der Supraleitung**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

<b>Modul PHM-0083: Computational Physics and Materials Science</b> <i>Computational Physics and Materials Science</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Liviu Chioncel		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic Numerical Methods</li> <li>• Ordinary and Partial Differential Equations</li> <li>• Density Functional Theory and Molecular Dynamics</li> <li>• Advanced Methods for Many-Particle Systems</li> <li>• Monte Carlo Simulations</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die numerischen Methoden, die für die Lösung physikalischer und materialwissenschaftlicher Probleme geeignet sind, insbesondere Methoden zur Lösung gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen sowie Molekulardynamik und Monte-Carlo-Simulationen,</li> <li>• sind in der Lage, diese Verfahren praktisch umzusetzen,</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, theoretisch-numerische Problemstellungen aus den verschiedensten Bereichen der Physik und der Materialwissenschaften unter Anleitung zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Das Modul setzt die Inhalte des Bachelor-Moduls „Numerische Verfahren“ (BaPhy-45-01) sowie elementare Programmierkenntnisse (zum Beispiel Fortran, C/C++, Python, ...) voraus.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Computational Physics and Materials Science</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 4		
<b>Lernziele:</b> see module description		

**Inhalte:**

- Basic Numerical Methods
  - Programing languages: Fortran, C++, Perl, Python, compilation and execution
  - Differentiation and integration, interpolations and approximations
  - Zeros and extremes of a single-variable function
  - Matrices in physics: Gauss elimination, LU decomposition, Cholesky factorization, recursive algorithm
- Ordinary and Partial Differential Equations
  - The Euler method, the second and fourth order Runge-Kutta method
  - Simple pendulum, double pendulum, Poincare plots, chaotic regime
  - Boundary value and eigen value problems: elastic waves in a vibrating rod, the shooting method
  - One dimensional Schrödinger equation, Numerov algorithm
- Density Functional Theory and Molecular Dynamics
  - Density Functional Theory for solids: the muffin-tin concept
  - Electronic structure calculations with APW, KKR and LMTO methods
  - Molecular dynamics simulations, the Verlet algorithm
  - Structure and dynamics of real materials, ab-initio molecular dynamics
- Advanced Methods for Many-Particle Systems
  - The second quantization and the Hartree-Fock method
  - Models and many body Hamiltonians and their numerical representation
  - Exact diagonalization, the power method, Lanczos method
  - Lehmannn representation, Green functions, dynamic correlations
- Monte Carlo Simulations
  - Random numbers, high dimensional integrals, Importance sampling, Diffusion limited aggregation.
  - Markov chains, Metropolis algorithm, Ising model, Wang-Landau algorithm, simulated annealing, traveling salesman problem
  - Quantum Monte Carlo methods, path integrals and path integral Monte Carlo, QMC on the lattice, Heisenberg model, world-line approach
  - Determinantal QMC, the Hirsch-Fye algorithm, continuous time QMC

**Literatur:**

- Tao Pang, An Introduction to Computational Physics (Cambridge University Press)
- J. M. Thijssen, Computational Physics (Cambridge University Press)
- S. Koonin, D. Meredith, Computational Physics (Addison-Wesley)
- W. H. Press et al., Numerical Recipes (Cambridge University Press) [available on-line at <http://www.nr.com/>]
- D. C. Rapaport, The Art of Molecular Dynamics Simulation (Cambridge University Press)
- R. H. Landau, M. J. Paez, C. Bordeianu, Computational Physics (Wiley-VCH)

**Modulteil: Computational Physics and Materials Science (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 2

**Prüfung**

**Computational Physics and Materials Science**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

<b>Modul PHM-0085: Theoretische Biophysik</b> <i>Theoretical Biophysics</i>		8 ECTS/LP
Version 2.0.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: PD Dr. Igor Goychuk		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cell structure and organization. Molecules of life, structure-function relations. Importance of dynamics, spatial and time scales</li> <li>• Molecular forces in biological structures. Entropic forces and importance of electrostatics. Energy scales. Molecular dynamics and visualization</li> <li>• Global transitions in proteins. Two-state thermodynamical model and Arrhenius kinetics, importance of both entropy and enthalpy changes</li> <li>• Biochemical reactions: macroscopic enzyme kinetics and stochastic effects in real cells</li> <li>• Gene-protein circuits (genetic regulation), genetic switches and oscillators</li> <li>• Transmembrane transport: ion channels, pumps, and transporters</li> <li>• Excitable membranes: Hodgkin-Huxley model and bottom-up approach</li> <li>• Molecular motors as macromolecular Brownian machines and biochemical cycle kinetics</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen Grundbegriffe, Konzepte, Phänomenologie und Theorie zur Erforschung von Struktur, Dynamik und Kinetik der biologisch relevanten molekularen Systeme, sowie die wichtigsten biophysikalischen Modelle,</li> <li>• sind in der Lage, freie Software für biophysikalische Simulationen einzusetzen,</li> <li>• sind kompetent, theoretische Modelle selbst vorzuschlagen und zu untersuchen.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> In der Regel wird dieses Modul in zwei Teilen angeboten (jeweils 2 V + 1 Ü).		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Mechanik, Elektrodynamik, Statistische Physik		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 2 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Theoretische Biophysik (Teil 1)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 2		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		

<p><b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Nelson, Biological Physics: Energy, Information, Life (Freeman, New York, 2004)</li> <li>• M. B. Jackson, Molecular and Cellular Biophysics (Cambridge University Press, 2006)</li> <li>• J. Keener and J. Sneyd, Mathematical Physiology (Springer, New York, 2001)</li> <li>• T. L. Hill, Free Energy Transduction and Biochemical Cycle Kinetics (Dover Publications, 2004)</li> <li>• R. Nossal and H. Lecar, Molecular and Cell Biophysics (Addison-Wesley, Redwood City, 1991)</li> <li>• T. D. Pollard, W. C. Earnshaw, and J. Lippincott-Schwartz, Cell Biology, second edition (Spektrum Verlag, 2007)</li> </ul>
<p><b>Modulteil: Übung zu Theoretische Biophysik (Teil 1)</b>  <b>Lehrformen:</b> Übung  <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester  <b>SWS:</b> 1</p>
<p><b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung</p>
<p><b>Modulteil: Theoretische Biophysik (Teil 2)</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung  <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  <b>SWS:</b> 2</p>
<p><b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung</p>
<p><b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Nelson, Biological Physics: Energy, Information, Life (Freeman, New York, 2004)</li> <li>• M. B. Jackson, Molecular and Cellular Biophysics (Cambridge University Press, 2006)</li> <li>• J. Keener and J. Sneyd, Mathematical Physiology (Springer, New York, 2001)</li> <li>• T. L. Hill, Free Energy Transduction and Biochemical Cycle Kinetics (Dover Publications, 2004)</li> <li>• R. Nossal and H. Lecar, Molecular and Cell Biophysics (Addison-Wesley, Redwood City, 1991)</li> <li>• T. D. Pollard, W. C. Earnshaw, and J. Lippincott-Schwartz, Cell Biology, second edition (Spektrum Verlag, 2007)</li> </ul>
<p><b>Modulteil: Übung zu Theoretische Biophysik (Teil 2)</b>  <b>Lehrformen:</b> Übung  <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  <b>SWS:</b> 1</p>
<p><b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung</p>
<p><b>Prüfung</b>  <b>Theoretische Biophysik</b>  Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten</p>

<b>Modul PHM-0086: Dynamik nichtlinearer und chaotischer Systeme</b> <i>Dynamics of Nonlinear and Chaotic Systems</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS12/13) Modulverantwortliche/r: N.N.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen nichtlinearer Dynamik</li> <li>• Seltsame Attraktoren und fraktale Dimensionen</li> <li>• Chaos in Hamiltonschen Systemen</li> <li>• Kontrolle und Synchronisation von Chaos</li> <li>• Dynamisches Chaos in realen Systemen</li> <li>• Quantenchaos</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften chaotischer Systeme,</li> <li>• kennen die Probleme, aber auch die Möglichkeiten, die gegenüber linearen Systemen entstehen,</li> <li>• haben die Kompetenz, Fragen zu den genannten Themen zu formulieren und zu beantworten,</li> <li>• und können solche Systeme im Hinblick auf Anwendungen qualitativ und quantitativ modellieren.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Einüben der Fachsprache Englisch</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Stoff eines viersemestrigen Kurses in theoretischer Physik, insbesondere Mechanik		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Dynamik nichtlinearer und chaotischer Systeme</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 4		
<b>Lernziele:</b> see module description		
<b>Inhalte:</b> see module description		
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E. Ott, Chaos in Dynamical Systems (Cambridge University Press, 2nd ed., 2009)</li> <li>• Scholarpedia, section "Dynamical Systems" (<a href="http://www.scholarpedia.org">http://www.scholarpedia.org</a>)</li> <li>• N. Tufillaro, T. Abbott, and J. Reilly, An Experimental Approach to Nonlinear Dynamics and Chaos (Addison-Wesley, New York, 1992)</li> </ul>		

---

**Modulteil: Übung zu Dynamik nichtlinearer und chaotischer Systeme**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 2

**Prüfung**

**Dynamik nichtlinearer und chaotischer Systeme**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

<b>Modul PHM-0087: Basics of Quantum Computing</b> <i>Basics of Quantum Computing</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe15) Modulverantwortliche/r: N.N.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction: Hilbert space, density matrix, quantum operators</li> <li>• Qubits as two-level systems and their realizations (with spins, real and artificial atoms, photonic devices, etc)</li> <li>• Entanglement and its qualifiers; entangled states and their applications</li> <li>• Quantum measurements</li> <li>• Quantum gates: building blocks of quantum computing</li> <li>• Quantum algorithms and their implementations</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students will learn <ul style="list-style-type: none"> <li>• the basic principles of quantum information theory and quantum computing,</li> <li>• how to construct and evaluate simple quantum circuits,</li> <li>• how to simulate quantum circuits on classical PCs.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Good knowledge of quantum mechanics		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig (i. d. R. im SoSe)	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Basics of Quantum Computing</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 4
<b>Lernziele:</b> see module description
<b>Inhalte:</b> see module description
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• D. DiVincenzo, Quantum Computation, Science <b>270</b>, 255-261 (1995)</li> <li>• M. Nielsen and I. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information (Cambridge University Press, 2000)</li> <li>• J. Stolze and D. Suter, Quantum Computing (Wiley-VCH, 2004)</li> </ul>

---

**Modulteil: Basics of Quantum Computing (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 2

**Prüfung**

**Basics of Quantum Computing**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

<b>Modul PHM-0187: Mathematik und Physik der Raum-Zeit</b> <i>Mathematics and Physics of Space-Time</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gert-Ludwig Ingold Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>In diesem interdisziplinären Modul werden die mathematischen und physikalischen Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie von jeweils einem Dozenten der Mathematik und der Physik gemeinsam unterrichtet. Somit schlägt das Modul eine Brücke von der Differentialgeometrie bis hin zur Beobachtung gravitativer Effekte auf kosmischen Skalen.</p> <p>Folgende Themenbereiche werden unter anderem angesprochen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Koordinatensysteme</li> <li>• Symmetrien und Kovarianz</li> <li>• Äquivalenzprinzip</li> <li>• Vektorfelder, Differentialformen und Tensoren</li> <li>• Parallelverschiebung</li> <li>• Krümmung und Torsion</li> <li>• Geodäten</li> <li>• Konsequenzen der gekrümmten Geometrie im Sonnensystem</li> <li>• Einsteinsche Feldgleichung und Energie-Impuls Tensor</li> <li>• Einstein-Cartan-Geometrie</li> <li>• Schwarzschildlösung und weitere exakte Lösungen</li> <li>• Gravitationswellen</li> </ul>		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die mathematischen Grundlagen der Allgemeinen Relativitätstheorie und verstehen deren physikalische Relevanz.</li> <li>• Sie kennen die physikalischen Konzepte der Allgemeine Relativitätstheorie sowie wichtige experimentelle Tests der Theorie.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, typische Problemstellungen der Allgemeinen Relativitätstheorie selbständig zu bearbeiten.</li> </ul> <p>Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch die Arbeit in Kleingruppen entwickeln die Studierenden ihre Teamfähigkeit.</li> <li>• Sie sind in der Lage, in einem interdisziplinären Kontext zielgruppenorientiert zu argumentieren und eine fachfremde Argumentation einzuordnen und zu verstehen.</li> </ul>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 240 Std.</p> <p>60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Übung (Präsenzstudium)</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Kenntnisse der Theoretischen Physik und Mathematik, wie sie üblicherweise in einem Bachelorstudiengang Physik oder einem Bachelorstudiengang Mathematik mit Nebenfach Physik erworben werden</p>		<p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b></p> <p>Bestehen der Modulprüfung</p>
<p><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig</p>	<p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.</p>	<p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester</p>

<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> keine	
------------------	-----------------------------------	--

**Moduleile****Modulteil: Geometrie und Gravitation****Lehrformen:** Vorlesung**Sprache:** Deutsch / Englisch**SWS:** 4**Lernziele:**

- Die Studierenden kennen die mathematischen Grundlagen der Allgemeinen Relativitätstheorie und verstehen deren physikalische Relevanz.
- Sie kennen die physikalischen Konzepte der Allgemeine Relativitätstheorie sowie wichtige experimentelle Tests der Theorie.

**Inhalte:**

siehe Modulbeschreibung

**Literatur:**

- R. W. Sharpe, *Differential Geometry* (Springer-Verlag, 2000)
- R. P. Feynman, *Feynman Lectures on Gravitation* (Westview Press, 2002)
- J. Foster, J. D. Nightingale, *A short course in general relativity* (Springer-Verlag, 2010)
- S. M. Carroll, *Spacetime and Geometry: An Introduction to General Relativity* (Cummings, 2003)
- Ch. W. Misner, K. S. Thorne, J. A. Wheeler, *Gravitation* (Princeton University Press, 2017)

**Modulteil: Übung zu Geometrie und Gravitation****Lehrformen:** Übung**Sprache:** Deutsch / Englisch**SWS:** 2**Lernziele:**

- Die Studierenden sind in der Lage, typische Problemstellungen der Allgemeinen Relativitätstheorie selbständig zu bearbeiten.

Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen:

- Durch die Arbeit in Kleingruppen entwickeln die Studierenden ihre Teamfähigkeit.
- Sie sind in der Lage, in einem interdisziplinären Kontext zielgruppenorientiert zu argumentieren und eine fachfremde Argumentation einzuordnen und zu verstehen.

**Prüfung****Geometrie und Gravitation**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

<b>Modul PHM-0153: Method Course: Magnetic and Superconducting Materials</b> <i>Method Course: Magnetic and Superconducting Materials</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Philipp Gegenwart		
<b>Inhalte:</b> Methods of growth and characterization: Sample preparation (bulk materials and thin films), e.g., <ul style="list-style-type: none"> <li>• arc melting</li> <li>• flux-growth</li> <li>• sputtering and evaporation</li> </ul> Sample characterization, e.g., <ul style="list-style-type: none"> <li>• X-ray diffraction</li> <li>• electron microscopy, scanning tunneling microscopy</li> <li>• magnetic susceptibility, electrical resistivity</li> <li>• specific heat</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students <ul style="list-style-type: none"> <li>• get to know the basic methods of materials growth and characterization, such as poly- and single crystal growth, thin-film growth, X-ray diffraction, magnetic susceptibility, dc-conductivity, and specific heat measurements</li> <li>• are trained in planning and performing complex experiments</li> <li>• learn to evaluate and analyze the collected data, are taught to work on problems in experimental solid state physics, including analysis of measurement results and their interpretation in the framework of models and theories</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Recommended: basic knowledge in solid state physics and quantum mechanics		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> presentation and written report on the experiments (editing time 3 weeks, max. 30 pages)
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Method Course: Magnetic and Superconducting Materials</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 2		

---

**Modulteil: Method Course: Magnetic and Superconducting Materials (Practical Course)**

**Lehrformen:** Laborpraktikum

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 4

**Prüfung**

**Method Course: Magnetic and Superconducting Materials**

Bericht

**Prüfungsvorleistungen:**

Method Course: Magnetic and Superconducting Materials

<b>Modul PHM-0206: Method Course: Infrared Microspectroscopy under Pressure</b> <i>Method Course: Infrared Microspectroscopy under Pressure</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christine Kuntscher		
<b>Inhalte:</b> Electrodynamics of solids Maxwell equations and electromagnetic waves in matter Optical variables Theories for dielectric function: i. Free carriers in metals and semiconductors (Drude) ii. Interband absorptions in semiconductors and insulators iii. Vibrational absorptions iv. Multilayer systems FTIR microspectroscopy Components of FTIR spectrometers i. Light sources ii. Interferometers iii. Detectors Microscope components High pressure experiments Equipments Pressure calibration Experimental techniques under high pressure i. IR spectroscopy ii. Raman scattering iii. Magnetic measurements iv. Transport measurements		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students Learn about the basics of the light interaction with various materials and the fundamentals of FTIR microspectroscopy, Are introduced to the high pressure equipments used in infrared spectroscopy, Learn to carry out infrared microspectroscopy experiments under pressure, Learn to analyze the measured optical spectra.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Written report
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Method Course: Infrared Microspectroscopy under Pressure</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Method Course: Infrared Microspectroscopy under Pressure (Vorlesung)</b> <i>*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.*</i>
<b>Modulteil: Method Course: Infrared Microspectroscopy under Pressure (Practical Course)</b> <b>Lehrformen:</b> Laborpraktikum <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 4
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Method Course: Infrared Microspectroscopy under Pressure (Practical Course) (Praktikum)</b> <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>
<b>Prüfung</b> <b>Method Course: Infrared Microspectroscopy under Pressure</b> Bericht

<b>Modul PHM-0223: Method Course: Tools for Scientific Computing</b> <i>Method Course: Tools for Scientific Computing</i>		8 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit SoSe18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gert-Ludwig Ingold		
<b>Inhalte:</b> Important tools for scientific computing are taught in this module and applied to specific scientific problems by the students. As far as tools depend on a particular programming language, Python will be employed. Tools to be discussed include: <ul style="list-style-type: none"> <li>• numerical libraries like NumPy and SciPy</li> <li>• visualisation of numerical results</li> <li>• use of a version control system like git and its application in collaborative work</li> <li>• testing of code</li> <li>• profiling</li> <li>• documentation of programs</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students are capable of solving a physical problem of some complexity by means of numerical techniques. They are able to visualize the results and to adequately document their program code.</li> <li>• The students know examples of numerical libraries and are able to apply them to solve scientific problems.</li> <li>• The students know methods for quality assurance like the use of unit tests. They know techniques to identify run-time problems.</li> <li>• The students know a distributed version control system and are able to use it in a practical problem.</li> <li>• The students have gained practical experience in a collaborative project work. They are able to plan and carry out a programming project in a small group.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> The number of students will be limited to 12.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 60 Std. laufende Vor- und Nachbereitung (Selbststudium) 90 Std. Teilnahme an Lehrveranstaltungen (Präsenzstudium) 30 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 60 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Knowledge of the programming language Python is expected on the level taught in the module PHM-0041 „Einführung in das Programmieren für Physiker und Materialwissenschaftler“.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Method Course: Tools for Scientific Computing</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>SWS:</b> 2		

<p><b>Lernziele:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students know the numerical libraries NumPy and SciPy and selected tools for the visualization of numerical results.</li> <li>• The students know fundamental techniques for the quality assurance of programs like the use of unit tests, profiling and the use of the version control system git. They are able to adequately document their code.</li> </ul>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• numerical libraries NumPy and SciPy</li> <li>• graphics with matplotlib</li> <li>• version control system Git and workflow for Gitlab/Github</li> <li>• unit tests</li> <li>• profiling</li> <li>• documentation using docstrings and Sphinx</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A. Scopatz, K. D. Huff, <i>Effective Computation in Physics</i> (O'Reilly, 2015)</li> </ul>
<p><b>Modulteil: Method Course: Tools for Scientific Computing (Practical Course)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Praktikum</p> <p><b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch</p> <p><b>SWS:</b> 4</p>
<p><b>Lernziele:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students are capable of solving a physical problem of some complexity by means of numerical techniques and to visualize the results.</li> <li>• They have gained some experience in the application of methods for quality assurance of their code and are able to appropriately document their programs.</li> <li>• The students are able to work in a team and know how to make use of tools like Gitlab/Github.</li> <li>• The students are able to present the status of their work, to critically assess it and to accept suggestions from others.</li> </ul>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>The tools discussed in the lecture will be applied to specific scientific problems by small teams of 2-3 students under supervision. The teams regularly inform the other teams in oral presentations on their progress, the tools employed as well as encountered problems and their solution.</p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Method Course: Tools for Scientific Computing</b></p> <p>Bericht / Bearbeitungsfrist: 4 Wochen</p> <p><b>Beschreibung:</b></p> <p>The requirement for credit points is based on a scientific programming project carried out in a small team of 2-3 students. The work will be judged on the basis of a joint final report and the contributions of the individual students as documented in the team's Gitlab project. The final report should contain an explanation of the scientific problem and its numerical implementation as well as a presentation of results. The code should be appropriately documented and tested.</p>

<b>Modul PHM-0224: Method Course: Theoretical Concepts and Simulation</b> <i>Method Course: Theoretical Concepts and Simulation</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Liviu Chioncel		
<b>Inhalte:</b> This module covers Monte-Carlo methods (computational algorithms) for classical and quantum problems. Python as programming language will be employed. The following common applications will be discussed: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monte-Carlo integration, stochastic optimization, inverse problems</li> <li>• Feynman path integrals: the connection between classical and quantum systems</li> <li>• Order and disorder in spin systems, fermions, and boson</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students are capable of obtaining numerical solutions to problems too complicated to be solved analytically</li> <li>• The students are able to present (graphically), discuss and analyze the results</li> <li>• The students gain experience in formulating and carrying out a collaborative project</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> The number of students will be limited to 8.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 60 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium) 60 Std. laufende Vor- und Nachbereitung (Selbststudium) 90 Std. Teilnahme an Lehrveranstaltungen (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Knowledge of the programming language Python is expected on the level taught in the modul PHM-0041. Requirements to understand basic concepts in physics: Classical Mechanics (Newton, Lagrange), Electrodynamics, Thermodynamics and Quantum Mechanics.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Method Course: Theoretical Concepts and Simulation</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>SWS:</b> 2		
<b>Inhalte:</b> Concepts of classical and quantum statistical physics: <ul style="list-style-type: none"> <li>• the meaning of sampling, random variables, ergodicity</li> <li>• equidistribution, pressure, temperature</li> <li>• path integrals, quantum statistics, enumeration, cluster algorithms</li> </ul>		
<b>Literatur:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Werner Krauth, Algorithms and Computations (Oxford University Press, 2006)</li> <li>2. R. H. Landau, A Survey of Computational Physics (Princeton Univ. Press, 2010)</li> </ol>		

**Modulteil: Method Course: Theoretical Concepts and Simulation (Practical Course)**

**Lehrformen:** Praktikum

**Sprache:** Englisch / Deutsch

**SWS:** 4

**Inhalte:**

see above

**Literatur:**

see above

**Prüfung**

**Method Course: Theoretical Concepts and Simulation**

Bericht / Bearbeitungsfrist: 4 Wochen

**Beschreibung:**

The requirement for the credit points is based on a programming project carried out in a team of 2-3 students. The final report contains the formulation and a theoretical introduction into the problem, the numerical implementation, and the presentation of the results.

<b>Modul PHM-0228: Symmetry concepts and their applications in solid state physics and materials science</b> <i>Symmetry concepts and their applications in solid state physics and materials science</i>	6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS18/19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. István Kézsmárki Deisenhofer, Joachim, Dr.	
<b>Inhalte:</b> The topical outline of the course is as follows: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction and common examples <ul style="list-style-type: none"> <li>o Motivating examples</li> <li>o Polar and axial vectors and tensors</li> <li>o Spatial and temporal symmetries and charge conjugation</li> <li>o Symmetries of measurable quantities and fields</li> <li>o Symmetries of physical laws (classical and quantum)</li> <li>o Conservation laws (linear and angular momentum, energy, etc.)</li> <li>o Symmetry of measurement configurations (reciprocity, etc.)</li> </ul> </li> <li>• Neumann principle <ul style="list-style-type: none"> <li>o Linear response theory and Onsager relations</li> <li>o Applications to vector and tensor quantities: electric and magnetic dipole moment of molecules; ferroelectricity, ferromagnetism, piezoelectricity and magnetoelectricity in crystals; wave propagation in anisotropic media (sound and light)</li> </ul> </li> <li>• Symmetry allowed energy terms <ul style="list-style-type: none"> <li>o On the level of classical free energy: Polar, nematic and magnetic order parameters (Landau expansion)</li> <li>o On the level of Hamiltonians: Molecular vibrations, crystal field potential, magnetic interactions</li> </ul> </li> <li>• Symmetry of physical states <ul style="list-style-type: none"> <li>o Spatial inversion and parity eigenstates</li> <li>o Discrete translations and the Bloch states</li> </ul> </li> <li>• Spontaneous symmetry breaking upon phase transitions (Landau theory)</li> <li>• Outlook: Symmetry guides for skyrmion-host materials, multiferroic compounds and axion insulators</li> </ul>	
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The course aims at providing insights into the simple use of symmetry concepts to understand phenomena and material properties without performing detailed calculations. On the same basis, it gives some guides how to make minimal plans for experiments using the symmetry of the studied materials or vice versa how to determine the symmetry of materials from the output of experiments.	
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Teilnahme an Lehrveranstaltungen (Präsenzstudium) 60 Std. Prüfungsvorbereitung (Selbststudium) 60 Std. laufende Vor- und Nachbereitung (Selbststudium)	
<b>Voraussetzungen:</b> Background in basic quantum mechanics is required.	

<b>Angebotshäufigkeit:</b> nach Bedarf WS und SoSe	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

**Modulteile****Modulteil: Symmetry concepts and their applications in solid state physics and materials science****Lehrformen:** Vorlesung**Dozenten:** Prof. Dr. István Kézsmárki**Sprache:** Englisch**SWS:** 3**ECTS/LP:** 6.0**Prüfung****Symmetry concepts and their applications in solid state physics and materials science**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

**Modulteile****Modulteil: Symmetry concepts and their applications in solid state physics and materials science (Tutorial)****Lehrformen:** Übung**Sprache:** Englisch**SWS:** 1

<b>Modul PHM-0225: Analog Electronics for Physicists and Materials Scientists</b> <i>Analog Electronics for Physicists and Materials Scientists</i>		6 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Andreas Hörner		
<b>Inhalte:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Basics in electronic and electrical engineering</li> <li>2. Quadrupole theory</li> <li>3. Electronic Networks</li> <li>4. Semiconductor Devices</li> <li>5. Implementation of transistors</li> <li>6. Operational amplifiers</li> <li>7. Optoelectronic Devices</li> <li>8. Measurement Devices</li> </ol>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basic terms, concepts and phenomena of electronic and electrical engineering for the use in the Lab,</li> <li>• have skills in easy circuit design, measuring and control technology, analog electronics,</li> <li>• have expertise in independent working on circuit problems. They can calculate and develop easy circuits.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Analog Electronics for Physicists and Materials Scientists</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Dozenten:</b> Andreas Hörner <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 4 <b>ECTS/LP:</b> 6.0		
<b>Lernziele:</b> see module description		
<b>Inhalte:</b> see module description		
<b>Literatur:</b> see module description		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b>		

**Analog Electronics for Physicists and Materials Scientists** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Analog Electronics Analog Electronics for Physicists and Materials Scientists**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Analog Electronics for Physicists and Materials Scientists

**Beschreibung:**

Ausnahmefall Wintersemester 2021/22: Klausur (90 Minuten)

<b>Modul PHM-0226: Digital Electronics for Physicists and Materials Scientists</b> <i>Digital Electronics for Physicists and Materials Scientists</i>		6 ECTS/LP
Version 1.2.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Andreas Hörner		
<b>Inhalte:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Boolean algebra and logic gates</li> <li>2. Digital electronics and calculation of digital circuits</li> <li>3. Converters (Analog – Digital, Digital – Analog)</li> <li>4. Principle of digital memory and communication,</li> <li>5. Microprocessors and Networks</li> </ol>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basic terms, concepts and phenomena of electronic and electrical engineering for the use in the Lab,</li> <li>• have skills in easy circuit design, measuring and control technology and digital electronics,</li> <li>• have expertise in independent working on circuit problems. They develop easy digital circuits and program microprocessors</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Digital Electronics for Physicists and Materials Scientists</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Dozenten:</b> Andreas Hörner <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 4 <b>ECTS/LP:</b> 6.0		
<b>Lernziele:</b> see module description		
<b>Inhalte:</b> see module description		
<b>Literatur:</b> see module description		

**Prüfung**

**Digital Electronics Digital Electronics for Physicists and Materials Scientists**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

**Beschreibung:**

Ausnahmefall SoSe 2021: schriftliche Prüfung, Klausur mit 90 Minuten Dauer

<b>Modul PHM-0150: Method Course: Spectroscopy on Condensed Matter</b> <i>Method Course: Spectroscopy on Condensed Matter</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe15) Modulverantwortliche/r: PD Dr. Stephan Krohns		
<b>Inhalte:</b> Dielectric Spectroscopy [8] <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methods</li> <li>• Cryo-techniques</li> <li>• Measurement quantities</li> <li>• Relaxation processes</li> <li>• Dielectric phenomena</li> </ul> Ferroelectric Materials [7] <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanism of ferroelectric polarization</li> <li>• Hysteresis loop measurements</li> <li>• Dielectric spectroscopy</li> </ul> Glassy Matter [8] <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction</li> <li>• Glassy phenomena</li> <li>• Dielectric spectroscopy</li> </ul> Multiferroic Materials [7] <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction</li> <li>• Microscopic origins of multiferroicity</li> <li>• Pyrocurrent measurements</li> <li>• Dielectric spectroscopy</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn about the basic concepts of dielectric spectroscopy and the phenomena examined with it. Therefore they are instructed in experimental methods for the investigation of the dielectric properties of condensed matter,</li> <li>• are trained in planning and performing complex experiments. They learn to evaluate and analyze the collected data,</li> <li>• are taught to work on problems in experimental solid state physics, including analysis of measurement results and their interpretation in the framework of models and theories.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> <b>ELECTIVE COMPULSORY MODULE</b>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Recommended: basic knowledge in solid state physics, basic knowledge in physics of glasses and supercooled liquids		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> written report on the experiments (editing time 2 weeks)
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig (i. d. R. im WS)	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Moduleile</b>
<b>Moduleil: Method Course: Spectroscopy on Condensed Matter</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 2
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Method Course: Spectroscopy on Condensed Matter (Vorlesung)</b> <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>
<b>Moduleil: Method Course: Spectroscopy on Condensed Matter (Practical Course)</b> <b>Lehrformen:</b> Laborpraktikum <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 4
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Method Course: Spectroscopy on Condensed Matter (Practical Course) (Praktikum)</b> <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>
<b>Prüfung</b> <b>Method Course: Spectroscopy on Condensed Matter</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 45 Minuten <b>Prüfungsvorleistungen:</b> Method Course: Spectroscopy on Condensed Matter

<b>Modul PHM-0251: Theorie magnetischer Skyrmionen</b> <i>Theory of magnetic skyrmions</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS19/20) Modulverantwortliche/r: Priv. Doz. Dr. Wolfgang Häusler		
<b>Inhalte:</b> Topologische Invarianten Topologische Anregungen in Ferromagneten in einer, in zwei und in drei Raumdimensionen Dzyaloshinsky-Moriya Wechselwirkung Energiefunktional und Euler-Lagrange-Gleichung mit Skyrmionenlösung Landau-Lifshitz-Gilbert Dynamik Skyrmionen-Erzeugung und Skyrmionen-Vernichtung Stromgetriebene Skyrmionen Skyrmionen auf Supraleitern		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden kennen die Bedeutung von Topologie in der Physik Sie besitzen gründliche theoretische Kompetenzen und können sie sicher anwenden Sie kennen solitäre Lösungen nichtlinearer Differentialgleichungen und verstehen das topologische Problem einer Skyrmionenzahländerung, auch unter effektiv gedämpfter Dynamik Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 6 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Klassische Mechanik, Klassische Elektrodynamik/Feldtheorie, Quantenmechanik  Modul Theoretische Physik IV (Feldtheorie) (PHM-0020) - empfohlen		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig (i. d. R. im WS) nach Bedarf: WS oder SoSe	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> viermalig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Theorie magnetischer Skyrmionen</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Dozenten:</b> Priv. Doz. Dr. Wolfgang Häusler <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich nach Bedarf WS oder SoSe <b>SWS:</b> 4 <b>ECTS/LP:</b> 8.0
<b>Lernziele:</b> Die Studierenden kennen die Bedeutung von Topologie in der Physik Sie besitzen gründliche theoretische Kompetenzen und können sie sicher anwenden Sie kennen solitäre Lösungen nichtlinearer Differentialgleichungen und verstehen das topologische Problem einer Skyrmionenzahländerung, auch unter effektiv gedämpfter Dynamik Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen

**Inhalte:**

Topologische Invarianten  
Topologische Anregungen in Ferromagneten in einer, in zwei und in drei Raumdimensionen  
Dzyaloshinsky-Moriya Wechselwirkung  
Energiefunktional und Euler-Lagrange-Gleichung mit Skyrmionenlösung  
Landau-Lifshitz-Gilbert Dynamik  
Skyrmionen-Erzeugung und Skyrmionen-Vernichtung  
Stromgetriebene Skyrmionen  
Skyrmionen auf Supraleitern

**Literatur:**

Jan Seidel (Editor) "Topological Structures in Ferroic Materials - Domain Walls, Vortices and Skyrmions", Springer Series in Materials Science (2016)  
Shinichiro Seki and Masahito Mochizuki "Skyrmions in Magnetic Materials", SpringerBriefs in Physics (2016)  
Albert Fert, Vincent Cros and João Sampaio "Skyrmions on the track", Nat. Nanotechnol. 8, 152 (2013)  
Wang Kang, Yangqi Huang, Xichao Zhang, Yan Zhou, Weisheng Zhao "Skyrmion-Electronics: An Overview and Outlook", Proceedings of the IEEE 104, 2040 (2016)  
A. Bogdanov and A. Hubert "Thermodynamically stable magnetic vortex states in magnetic crystals", Journal of Magnetism and Magnetic Materials 138, 255 (1994)

**Prüfung**

**PHM-0251 Theorie magnetischer Skyrmionen**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

<b>Modul PHM-0218: Novel Methods in Solid State NMR Spectroscopy</b> <i>Novel Methods in Solid State NMR Spectroscopy</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Leo van Wüllen		
<b>Inhalte:</b> The physical basis of nuclear magnetic resonance Pulsed NMR methods; Fourier Transform NMR Internal interactions Magic Angle Spinning Modern pulse sequences or how to obtain specific information about the structure and dynamics of solid materials Recent highlights of the application of modern solid state NMR in materials science		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Moduleile</b>		
<b>Modulteil: Novel Methods in Solid State NMR Spectroscopy</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 3		
<b>Modulteil: Novel Methods in Solid State NMR Spectroscopy (Tutorial)</b> <b>Lehrformen:</b> Übung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 1		
<b>Literatur:</b> 1. M. H. Levitt, Spin Dynamics, John Wiley and Sons, Ltd., 2008. 2. H. Günther, NMR spectroscopy, Wiley 2001. 3. M.Duer, Introduction to Solid-State NMR spectroscopy, Blackwell Publishing Ltd., 2004. 4. D. Canet: NMR - concepts and methods, Springer, 1994.		
<b>Prüfung</b> <b>Novel Methods in Solid State NMR Spectroscopy</b> Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten		

<b>Modul PHM-0053: Chemical Physics I</b> <i>Chemical Physics I</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Scherer		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basics of quantum chemical methods</li> <li>• Molecular symmetry and group theory</li> <li>• The electronical structure of transition metal complexes</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basics of the extended-Hückel-method and the density functional theory,</li> <li>• know the basics of group theory,</li> <li>• are able to apply the knowledge gained through consideration of symmetry from vibration-, NMR-, and UV/VIS-spectroscopy, and</li> <li>• are able to interpret and predict the basical geometric, electronical and magnetical properties of transition metal complexes.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills: ability to specialize in a scientific topic and to apply the acquired knowledge for solving scientific problems.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> It is possible for students to do EHM calculations autonomously and analyze electronical structures of molecules on a computer cluster within the scope of the tutorial.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> It is recommended to complete the experiments FP11 (IR-spectroscopy) and FP17 (Raman-spectroscopy) of the module "Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum".		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

**Modulteile****Modulteil: Chemical Physics I****Lehrformen:** Vorlesung**Sprache:** Englisch**SWS:** 3**Lernziele:**

see module description

**Inhalte:**

- Basics of quantum chemical methods
  - Extended Hueckel method (EHM)
  - Modern quantum chemical methods of chemical physics
  - Application: exemplary calculations and interpretation of simple electronic structures
- Molecular symmetry and group theory
  - Symmetry operations and matrix transformations
  - Point groups
  - Reducible and irreducible representations
  - Character tables
  - Application: infrared- and raman-spectroscopy, NMR-spectroscopy
- The electronic structure of transition metal complexes
  - Ligand field theory and angular-overlap model (AOM)
  - The physical basics of the spectrochemical series
  - Molecular orbital theory of transition metal complexes
  - Application: UV/VIS-spectroscopy, molecular magnetism

**Literatur:**

- J. Reinhold, Quantentheorie der Moleküle (Teubner)
- H.-H. Schmidtke, Quantenchemie (VCH)
- D. C. Harris und M. D. Bertolucci, Symmetry and Spectroscopy (Dover Publications)
- D. M. Bishop, Group Theory and Chemistry (Dover Publications)
- J. K. Burdett, Chemical Bonds: A Dialog (Wiley)
- F. A. Kettle, Physical Inorganic Chemistry (Oxford University Press)
- A. Frisch, Exploring Chemistry with Electronic Structure Methods (Gaussian Inc. Pittsburg, PA)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Chemical Physics I** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Modulteil: Chemical Physics I (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 1

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Chemical Physics I (Tutorial)** (Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Chemical Physics I**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Chemical Physics I

<b>Modul PHM-0054: Chemical Physics II</b> <i>Chemical Physics II</i>		6 ECTS/LP
Version 1.3.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Scherer PD Dr. Georg Eickerling		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to computational chemistry</li> <li>• Hartree-Fock Theory</li> <li>• DFT in a nutshell</li> <li>• Prediction of reaction mechanisms</li> <li>• calculation of physical and chemical properties</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basic quantum chemical methods of chemical physics to interpret the electronic structures in molecules and solid-state compounds,</li> <li>• have therefore the competence to autonomously perform simple quantum chemical calculations using Hartree-Fock and Density Functional Theory (DFT) and to interpret the electronic structure of functional molecules and materials with regard to their chemical and physical properties</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills: ability to specialize in a scientific topic and to apply the acquired knowledge for solving scientific problems.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> It is possible for students to do quantum chemical calculations autonomously and analyze electronical structures of molecules on a computer cluster within the scope of the tutorial.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> It is highly recommended to complete the module Chemical Physics I first.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Chemical Physics II</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 3		
<b>Lernziele:</b> see module description		

**Literatur:**

- I. N. Levine, Quantum Chemistry, Pearson, 7th ed **2013**.
- A. Szabo, N. S. Ostlund, Modern Quantum Chemistry, Dover, **1996** (EbookCentral ebook).
- E. G. Lewars, Computational Chemistry, Springer, **2011**.
- D. C. Young, Computational Chemistry: A practical guide for applying techniques to real world problems, Wiley ebook, **2002**.
- R. A. van Santen, Ph. Sautet, Computational Methods in Catalysis and Materials Science, Wiley ebook, **2009**.
- P. Popelier, Atoms in Molecules: An Introduction, Pearson Education Limited, **2000**.
- A. Frisch, Exploring Chemistry with Electronic Structure Methods, Gaussian Inc. Pittsburg, PA.

**Modulteil: Chemical Physics II (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 1

**Lernziele:**

see module description

**Prüfung**

**Chemical Physics II**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Chemical Physics II

<b>Modul PHM-0110: Materials Chemistry</b> <i>Materials Chemistry</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Henning Höpfe		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revision of basic chemical concepts</li> <li>• Solid state chemical aspects of selected materials, such as <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Thermoelectrics</li> <li>◦ Battery electrode materials, ionic conductors</li> <li>◦ Hydrogen storage materials</li> <li>◦ Data storage materials</li> <li>◦ Phosphors and pigments</li> <li>◦ Heterogeneous catalysis</li> <li>◦ nanoscale materials</li> </ul> </li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students will <ul style="list-style-type: none"> <li>• be able to apply basic chemical concepts on materials science problems,</li> <li>• broaden their ability to derive structure-property relations of materials combining their extended knowledge about symmetry-related properties, chemical bonding in solids and chemical properties of selected compound classes,</li> <li>• be able to assess synthetic approaches towards relevant materials,</li> <li>• acquire skills to perform literature research using online data bases.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> The lecture course is based on the Bachelor in Materials Science courses Chemie I and Chemie III (solid state chemistry).		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Materials Chemistry</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 3
<b>Lernziele:</b> see module description
<b>Inhalte:</b> see module description

**Literatur:**

- A. R. West, Solid State Chemistry, John Wiley, Chichester.
- U. Müller, Inorganic Structural Chemistry, Wiley-VCH.
- R. Dronskowski, Computational Chemistry of Solid State Materials, Wiley VCH.
- Textbooks on Basics of Inorganic Chemistry such as J. E. Huheey, E. Keiter, R. Keiter, Anorganische Chemie, de Gruyter, or equivalents.
- Moreover, selected reviews and journal articles will be cited on the slides.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Materials Chemistry** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.\**

**Modulteil: Materials Chemistry (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 1

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Materials Chemistry (Tutorial)** (Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Materials Chemistry**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Materials Chemistry

<b>Modul PHM-0112: Chemisches Fortgeschrittenenpraktikum</b> <i>Advanced Chemistry Laboratory Course</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Scherer		
<b>Inhalte:</b> Mitarbeit an einem aktuellen Forschungsprojekt, vorzugsweise als Blockpraktikum. Im Mittelpunkt steht dabei die chemische Synthese (organische Moleküle, metallorganische Komplexe, Makromoleküle, Festkörper- und Hybridsysteme). In Absprache mit den Studenten können jedoch auch Fragestellungen aus dem Bereich der chemischen Analytik (z. B. Infrarot- und NMR-Spektroskopie, Thermogravimetrie), der Strukturaufklärung mit Beugungstechniken (Röntgen-, Neutronen-, Elektronenbeugung) oder auch Theorieprojekte mit Hilfe quantenchemischer Methoden bearbeitet werden.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erwerben je nach gewähltem Schwerpunktthema vertiefte Kenntnisse in den Bereichen Materialsynthese, Strukturaufklärung, chemische Analytik sowie bei der Durchführung quantenmechanischer Rechnungen,</li> <li>• besitzen die Fertigkeit, unter Anleitung selbständig chemische Fragestellungen zu bearbeiten,</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, erzielte Ergebnisse in Form einer wissenschaftlichen schriftlichen Ausarbeitung zu interpretieren und darzustellen.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständige Projektplanung, Durchhaltevermögen</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Blockpraktikum (4 Wochen)		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 120 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium) 60 Std. Praktikum (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Es wird dringend empfohlen, zwei der Module Chemie III, Chemical Physics I und II, Materials Chemistry, Materials Synthesis, Advanced Solid State Materials oder Porous Functional Materials zuerst zu absolvieren.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Abschlussbericht (Bearbeitungsdauer 2 Wochen)
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Chemisches Fortgeschrittenenpraktikum</b> <b>Lehrformen:</b> Praktikum <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 4		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Literatur:</b> Nach Rücksprache mit dem jeweiligen Betreuer, entsprechend der gewählten Schwerpunktthematik.		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b>		

---

**Chemisches Fortgeschrittenenpraktikum (Praktikum)**

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

<b>Modul PHM-0113: Advanced Solid State Materials</b> <i>Advanced Solid State Materials</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS10/11) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Henning Höpfe		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Repitition of concepts</li> <li>• Novel silicate-analogous materials</li> <li>• Luminescent materials</li> <li>• Pigments</li> <li>• Heterogeneous catalysis</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students are aware of correlations between composition, structures and properties of functional materials,</li> <li>• acquire skills to predict the properties of chemical compounds, based on their composition and structures,</li> <li>• gain competence to evaluate the potential of functional materials for future technological developments, and</li> <li>• will know how to measure the properties of these materials.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Contents of the modules Chemie I, and Chemie II or Festkörperchemie (Bachelor Physik, Bachelor Materialwissenschaften)		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Advanced Solid State Materials</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 3		
<b>Lernziele:</b> see module description		
<b>Inhalte:</b> see module description		
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A. West, Solid State Chemistry and Its Applications</li> <li>• L. Smart, E. Moore, Solid State Chemistry</li> <li>• Scripts Solid State Chemistry and Chemistry I and II</li> </ul>		
<b>Modulteil: Advanced Solid State Materials (Tutorial)</b> <b>Lehrformen:</b> Übung <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 1		

**Inhalte:**

see module description

**Literatur:**

- A. West, Solid State Chemistry and Its Applications
- L. Smart, E. Moore, Solid State Chemistry
- Scripts Solid State Chemistry and Chemistry I and II

**Prüfung**

**Advanced Solid State Materials**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Advanced Solid State Materials

<b>Modul PHM-0114: Porous Functional Materials</b> <i>Porous Functional Materials</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SS11) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Volkmer		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Overview and historical developments</li> <li>• Structural families of porous frameworks</li> <li>• Synthesis strategies</li> <li>• Adsorption and diffusion</li> <li>• Thermal analysis methods</li> <li>• Catalytic properties</li> <li>• Advanced applications and current trends</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students shall acquire knowledge about design principles and synthesis of porous functional materials,</li> <li>• broaden their capabilities to characterize porous solid state materials with special emphasis laid upon sorption and thermal analysis,</li> <li>• become introduced into typical technical applications of porous solids.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Subsequent to the lecture course, the students can take part in a hands-on method course ``Porous Materials Synthesis and Characterization" to practice their knowledge.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> participation in the course Materials Chemistry		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> one written examination, 90 min
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Porous Functional Materials</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 4		
<b>Inhalte:</b> see module description		
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paul A. Wright, Microporous Framework Solids (RSC Materials Monographs, 2008)</li> <li>• selected reviews and journal articles cited on the slides</li> </ul>		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Porous Functional Materials</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>		

**Prüfung**

**Porous Functional Materials**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Porous Functional Materials

<b>Modul PHM-0117: Surfaces and Interfaces</b> <i>Surfaces and Interfaces</i>	6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Manfred Albrecht	
<b>Inhalte:</b> Introduction <ul style="list-style-type: none"> <li>• The importance of surfaces and interfaces</li> </ul> Some basic facts from solid state physics <ul style="list-style-type: none"> <li>• Crystal lattice and reciprocal lattice</li> <li>• Electronic structure of solids</li> <li>• Lattice dynamics</li> </ul> Physics at surfaces and interfaces <ul style="list-style-type: none"> <li>• Structure of ideal and real surfaces</li> <li>• Relaxation and reconstruction</li> <li>• Transport (diffusion, electronic) on interfaces</li> <li>• Thermodynamics of interfaces</li> <li>• Electronic structure of surfaces</li> <li>• Chemical reactions on solid state surfaces (catalysis)</li> <li>• Interface dominated materials (nano scale materials)</li> </ul> Methods to study chemical composition and electronic structure, application examples <ul style="list-style-type: none"> <li>• Scanning electron microscopy</li> <li>• Scanning tunneling and scanning force microscopy</li> <li>• Auger – electron – spectroscopy</li> <li>• Photo electron spectroscopy</li> </ul>	
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• have knowledge of the structure, the electronical properties, the thermodynamics, and the chemical reactions on surfaces and interfaces,</li> <li>• acquire the skill to solve problems of fundamental research and applied sciences in the field of surface and interface physics,</li> <li>• have the competence to solve certain problems autonomously based on the thought physical basics.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills.</li> </ul>	
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)	
<b>Voraussetzungen:</b> recommended prerequisites: - basic knowledge from chemistry lectures - basic knowledge in solid state physics and materials science (crystallography, electronic structure, thermodynamics of solids), covered e.g. by the modules "Physics IV - Solid State Physics" or "Materials Science I+II"	

<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

**Modulteile****Modulteil: Surfaces and Interfaces****Lehrformen:** Vorlesung**Sprache:** Englisch**Angebotshäufigkeit:** jährlich**SWS:** 3**Lernziele:**

see module description

**Inhalte:**

see module description

**Literatur:**

- Ertl, Küppers: Low Energy Electrons and Surface Chemistry (VCH)
- Lüth: Surfaces and Interfaces of Solids (Springer)
- Zangwill: Physics at Surfaces (Cambridge)
- Feldmann, Mayer: Fundamentals of Surface and thin Film Analysis (North Holland)
- Henzler, Göpel: Oberflächenphysik des Festkörpers (Teubner)
- Briggs, Seah: Practical Surface Analysis I und II (Wiley)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:****Surfaces and Interfaces** (Vorlesung)*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\****Modulteil: Surfaces and Interfaces (Tutorial)****Lehrformen:** Übung**Sprache:** Englisch**Angebotshäufigkeit:** jährlich**SWS:** 1**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:****Surfaces and Interfaces (Tutorial)** (Übung)*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\****Prüfung****Surfaces and Interfaces**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Surfaces and Interfaces

<b>Modul PHM-0110: Materials Chemistry</b> <i>Materials Chemistry</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Henning Höpfe		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revision of basic chemical concepts</li> <li>• Solid state chemical aspects of selected materials, such as <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Thermoelectrics</li> <li>◦ Battery electrode materials, ionic conductors</li> <li>◦ Hydrogen storage materials</li> <li>◦ Data storage materials</li> <li>◦ Phosphors and pigments</li> <li>◦ Heterogeneous catalysis</li> <li>◦ nanoscale materials</li> </ul> </li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students will <ul style="list-style-type: none"> <li>• be able to apply basic chemical concepts on materials science problems,</li> <li>• broaden their ability to derive structure-property relations of materials combining their extended knowledge about symmetry-related properties, chemical bonding in solids and chemical properties of selected compound classes,</li> <li>• be able to assess synthetic approaches towards relevant materials,</li> <li>• acquire skills to perform literature research using online data bases.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> The lecture course is based on the Bachelor in Materials Science courses Chemie I and Chemie III (solid state chemistry).		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Materials Chemistry</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 3		
<b>Lernziele:</b> see module description		
<b>Inhalte:</b> see module description		

**Literatur:**

- A. R. West, Solid State Chemistry, John Wiley, Chichester.
- U. Müller, Inorganic Structural Chemistry, Wiley-VCH.
- R. Dronskowski, Computational Chemistry of Solid State Materials, Wiley VCH.
- Textbooks on Basics of Inorganic Chemistry such as J. E. Huheey, E. Keiter, R. Keiter, Anorganische Chemie, de Gruyter, or equivalents.
- Moreover, selected reviews and journal articles will be cited on the slides.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Materials Chemistry** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.\**

**Modulteil: Materials Chemistry (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 1

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Materials Chemistry (Tutorial)** (Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Materials Chemistry**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Materials Chemistry

<b>Modul PHM-0114: Porous Functional Materials</b> <i>Porous Functional Materials</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SS11) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Volkmer		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Overview and historical developments</li> <li>• Structural families of porous frameworks</li> <li>• Synthesis strategies</li> <li>• Adsorption and diffusion</li> <li>• Thermal analysis methods</li> <li>• Catalytic properties</li> <li>• Advanced applications and current trends</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students shall acquire knowledge about design principles and synthesis of porous functional materials,</li> <li>• broaden their capabilities to characterize porous solid state materials with special emphasis laid upon sorption and thermal analysis,</li> <li>• become introduced into typical technical applications of porous solids.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Subsequent to the lecture course, the students can take part in a hands-on method course ``Porous Materials Synthesis and Characterization" to practice their knowledge.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> participation in the course Materials Chemistry		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> one written examination, 90 min
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Porous Functional Materials</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 4		
<b>Inhalte:</b> see module description		
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paul A. Wright, Microporous Framework Solids (RSC Materials Monographs, 2008)</li> <li>• selected reviews and journal articles cited on the slides</li> </ul>		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Porous Functional Materials</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>		

**Prüfung**

**Porous Functional Materials**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Porous Functional Materials

<b>Modul PHM-0122: Non-Destructive Testing</b> <i>Non-Destructive Testing</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS14/15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Markus Sause		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to nondestructive testing methods</li> <li>• Visual inspection</li> <li>• Ultrasonic testing</li> <li>• Guided wave testing</li> <li>• Acoustic emission analysis</li> <li>• Thermography</li> <li>• Radiography</li> <li>• Eddy current testing</li> <li>• Specialized nondestructive methods</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students <ul style="list-style-type: none"> <li>• acquire knowledge in the field of nondestructive evaluation of materials,</li> <li>• are introduced to important concepts in nondestructive measurement techniques,</li> <li>• are able to independently acquire further knowledge of the scientific topic using various forms of information.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Basic knowledge on materials science, in particular composite materials		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Non-Destructive Testing</b>		
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung		
<b>Sprache:</b> Englisch		
<b>SWS:</b> 3		
<b>Lernziele:</b> see module description		
<b>Inhalte:</b> see module description		

**Literatur:**

- Raj: Practical Non-destructive Testing
- Shull: Nondestructive Evaluation - Theory and Applications
- Krautkrämer: Ultrasonic testing of materials
- Grosse: Acoustic Emission Testing
- Rose: Ultrasonic waves in solid media
- Maldague: Nondestructive Evaluation of Materials by Infrared Thermography
- Herman: Fundamentals of Computerized Tomography
- Further literature - actual scientific papers and reviews - will be announced at the beginning of the lecture.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Non-Destructive Testing** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

**Modulteil: Non-Destructive Testing (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 1

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Non-Destructive Testing (Tutorial)** (Übung)

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

**Prüfung**

**Non-Destructive Testing**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Non-Destructive Testing

<b>Modul MRM-0112: Finite-Elemente-Modellierung von Multiphysik-Phänomenen</b> <i>Finite element modeling of multiphysics phenomena</i>		6 ECTS/LP
Version 2.1.0 (seit WS19/20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Markus Sause Dozenten: Prof. Dr. Sause / Prof. Dr Peter		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernen existierende numerische Verfahren zur Modellierung und Simulation von physikalischen Prozessen und Systemen kennen</li> <li>• Erlernen Fertigkeiten zur Anwendung von numerischen Verfahren für realitätsnahe Problemstellungen</li> <li>• Erlernen grundlegende Funktionsprinzipien eines FEM Programmes durch Anwendung von „COMSOL Multiphysics“</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Dieses Modul wird von Dozenten des MRM, der Physik und der Mathematik angeboten. Es ist vorgesehen für Physik- und WING-Studierende, die einen Einblick in ein modernes FEM-Programm bekommen möchten, wie es in akademischen und industriellen Anwendungen eingesetzt wird. Belegung des Moduls ist nur möglich, wenn das Modul "MRM-0107" noch nicht erfolgreich abgeschlossen wurde.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Empfohlen: MTH-6110 - Numerische Verfahren für Materialwissenschaftler und Physiker		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Finite-Elemente-Modellierung von Multiphysik-Phänomenen</b>		
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung		
<b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Malte Peter, Prof. Dr. Markus Sause		
<b>Sprache:</b> Deutsch		
<b>SWS:</b> 2		
<b>Inhalte:</b> Die folgenden Inhalte werden vorgestellt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung und Simulation von physikalischen Prozessen und Systemen</li> <li>• Grundlegende Konzepte von FEM Programmen</li> <li>• Erzeugung von Rechennetzen</li> <li>• Optimierungsstrategien</li> <li>• Auswahl von Lösungsalgorithmen</li> <li>• Beispielanwendungen aus der Elektrodynamik</li> <li>• Beispielanwendungen aus der Thermodynamik</li> <li>• Beispielanwendungen aus der Kontinuumsmechanik</li> <li>• Beispielanwendungen aus der Fluidodynamik</li> <li>• Kopplung von Differentialgleichung zur Lösung von Multiphysik-Phänomenen</li> </ul>		

<b>Lehr-/Lernmethoden:</b> Folien und Tafelarbeit
<b>Literatur:</b> Bücher: <ul style="list-style-type: none"><li>• C. Grossmann, H.-G. Roos: Numerical Treatment of Partial Differential Equations, Springer.</li><li>• C. Eck, H. Garcke, P. Knabner: Mathematische Modellierung, Springer.</li><li>• R. M. Temam, A. M. Miranville: Mathematical modeling in continuum mechanics. Cambridge.</li></ul> Weitere Literaturempfehlungen werden zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.
<b>Prüfung</b> <b>Finite-Elemente-Modellierung von Multiphysik-Phänomenen</b> Schriftlich-Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 60 Minuten
<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Übung zu Finite-Elemente-Modellierung von Multiphysik-Phänomenen</b> <b>Lehrformen:</b> Übung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2
<b>Lehr-/Lernmethoden:</b> Eigenständige Bearbeitung von Themenstellungen zur Vertiefung des Vorlesungsinhaltes

<b>Modul PHM-0253: Dielectric Materials</b> <i>Dielectric Materials</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe20) Modulverantwortliche/r: PD Dr. Stephan Krohns PD Dr. Peter Lunkenheimer		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimental techniques: quantities, broadband dielectric spectroscopy, nonlinear and polarization measurements</li> <li>• Dynamic processes in dielectric materials: relaxation processes, phenomenological models</li> <li>• Dielectric properties of disordered matter: liquids, glasses, plastic crystals</li> <li>• Charge transport: hopping conductivity, universal dielectric response</li> <li>• Ionic conductivity: conductivity mechanism, dielectric properties, advanced electrolytes for energy-storage devices</li> <li>• Maxwell-Wagner relaxations: equivalent-circuits, applications (supercapacitors), colossal-dielectric-constant materials</li> <li>• Electroceramics: Materials, Properties (relaxor ferroelectric, ferroelectric, antiferroelectric and multiferroic), Applications</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Students know the fundamentals of electromagnetic wave propagation and have a sound background for a broad spectrum of dielectric phenomena. They are able to analyze materials requirements and have the competence to select materials for different kinds of applications.		
<b>Bemerkung:</b> <b>Elective compulsory module</b>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Basic knowledge of solid state physics		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Dielectric Materials</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Dozenten:</b> PD Dr. Stephan Krohns, PD Dr. Peter Lunkenheimer <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch		
<b>Prüfung</b> <b>Dielectric Materials Dielectric Materials</b> Referat / Prüfungsdauer: 45 Minuten <b>Prüfungsvorleistungen:</b> Dielectric Materials		

<b>Modul MTH-1040: Analysis III</b>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Student(inn)en haben sich ein solides Grundwissen der Analysis erarbeitet. Sie kennen das Lebesgue-Integration, grundlegende Eigenschaften von Mannigfaltigkeiten und die Integralsätze. Sie haben ihre Abstraktionsfähigkeit und ihre geometrische Anschauung für analytische Sachverhalte geschult.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 3. - 6.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Analysis III</b>		
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung, Übung		
<b>Sprache:</b> Deutsch		
<b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>SWS:</b> 6		
<b>ECTS/LP:</b> 9.0		
<b>Inhalte:</b> Dieses Modul vertieft und setzt die Differential- und Integralrechnung mehrerer Veränderlicher mit globalen Anwendungen auf Mannigfaltigkeiten fort: Maßtheorie Lebesgue-Integration Mannigfaltigkeiten Differentialformen und Integralsätze Voraussetzungen: Grundlagen der reellen eindimensionalen und mehrdimensionalen Analysis		
<b>Literatur:</b> Forster, O.: Analysis III, Springer, 2012. Königsberger, K.: Analysis II. Springer-Verlag, 2009. H. Bauer: Maß- und Integrationstheorie (de Gruyter, 1990) K. Jänich: Vektoranalysis (Springer, 2005)		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b>		
<b>Analysis III</b> (Vorlesung + Übung) <i>*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.*</i> Dieses Modul vertieft und setzt die Differential- und Integralrechnung mehrerer Veränderlicher mit globalen Anwendungen auf Mannigfaltigkeiten fort: Maßtheorie Lebesgue-Integration Mannigfaltigkeiten Differentialformen und Integralsätze		

**Prüfung**

**Analysis III**

Portfolioprüfung, Klausur

<b>Modul MTH-1240: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen</b> <i>Numerical analysis of ordinary differential equations</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Malte Peter		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Verständnis der grundlegenden numerischen Verfahren zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen inkl. Kondition, Stabilität, Algorithmik und Konvergenzanalyse; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppe, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 4. - 6.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen</b>		
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung		
<b>Sprache:</b> Deutsch		
<b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>SWS:</b> 6		
<b>ECTS/LP:</b> 9.0		
<b>Inhalte:</b> Knappe Zusammenfassung der benötigten Resultate der Theorie gewöhnlicher Differentialgleichungen Kondition von Anfangswertproblemen, Fehleranalyse Rekursionsgleichungen Einschrittverfahren Schrittweitensteuerung Extrapolationsmethoden Mehrschrittverfahren Steife Differentialgleichungen  Empfohlene Voraussetzungen: Grundlagen der reellen eindimensionalen und mehrdimensionalen Analysis, Eigenschaften linearer Abbildungen zwischen endlichdimensionalen Vektorräumen, Matrizenkalkül inkl. Spektraleigenschaften, Programmierkenntnisse, grundlegende Kenntnisse der Numerik		
<b>Literatur:</b> Deuffhard, P., Bornemann, F.: Numerische Mathematik II. Walter de Gruyter. Stoer, J., Bulirsch, R.: Numerische Mathematik II. Springer. Hairer, E., Wanner, G.: Solving Ordinary Differential Equations. Springer.		

**Prüfung**

**Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen**

Modulprüfung, Portfolio

<b>Modul MTH-1110: Gewöhnliche Differentialgleichungen</b>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tatjana Stykel		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Verständnis der grundlegenden Fragestellungen bei gewöhnlichen Differentialgleichungen inkl. Existenz und Eindeutigkeit der Lösungen sowie qualitative Analyse des Lösungsverhaltens; Beherrschung elementarer Lösungstechniken; Erwerb von Schlüsselqualifikationen: die Studierenden lernen Bewegungsvorgänge als Differentialgleichungen zu formulieren, passende Lösungsstrategien zu entwickeln und umzusetzen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 3. - 6.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

**Modulteile****Modulteil: Gewöhnliche Differentialgleichungen****Sprache:** Deutsch**Arbeitsaufwand:**

- 2 Std. Übung (Präsenzstudium)
- 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)

**SWS:** 6**ECTS/LP:** 9.0**Inhalte:**

- \* Lösungsverfahren für spezielle Klassen von gewöhnlichen Differentialgleichungen
- \* Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen
- \* Stetige Abhängigkeit der Lösungen
- \* Grundzüge der qualitativen Theorie, Stabilität
- \* Randwertprobleme

Voraussetzungen: Kenntnisse in Analysis I, II und Lineare Algebra I, II

**Literatur:**

- Aulbach: Gewöhnliche Differentialgleichungen. Spektrum, 2004.
- Walter: Gewöhnliche Differentialgleichungen. Springer, 2000.
- Heuser: Gewöhnliche Differentialgleichungen (Vieweg+Teubner, 2009)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:****Gewöhnliche Differentialgleichungen** (Vorlesung + Übung)*\*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.\**

Diese Vorlesung bietet eine Einführung in die Theorie der gewöhnlichen Differentialgleichungen. Es handelt sich hierbei um Gleichungen, die eine (unbekannte) Funktion in einer Variablen mit einigen ihrer Ableitungen in Relation setzt. Insbesondere lassen sich viele Phänomene der Natur-, Sozial- oder Wirtschaftswissenschaften (zumindest näherungsweise) in Form von gewöhnlichen Differentialgleichungen beschreiben. Beispiele hierfür sind etwa die Bewegungen eines schwingenden Pendels, Zinsentwicklungen, Wachstumsmodelle für Populationen und Räuber-Beute-Modelle. Über die Analyse der entsprechenden Gleichungen möchte man dann Vorhersagen

über die relevanten Funktionen (hier in Abhängigkeit eines Zeit-Parameters) treffen. Im Rahmen dieser Vorlesung werden wir zunächst einige explizite Lösungsverfahren kennenlernen, die sich auf spezielle Klassen gewöhnlicher Differentialgleichungen anwenden lassen. Für viele Differentialgleichungen kann man zwar keine explizite Lösung angeben, jedoch gibt es  
... (weiter siehe Digicampus)

### Prüfung

#### **Gewöhnliche Differentialgleichungen**

Modulprüfung, Portfolio

<b>Modul MTH-1150: Einführung in die Stochastik (Stochastik I)</b> <i>Probability I</i>		9 ECTS/LP
Version 2.0.0 (seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Vitali Wachtel		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ereignissysteme,</li> <li>• Sigma-Algebren,</li> <li>• Aufbau der Maß- und Integrationstheorie,</li> <li>• Zufallsvariablen,</li> <li>• Zufallsvektoren,</li> <li>• Wahrscheinlichkeitsverteilungen,</li> <li>• Numerische Charakteristika von Zufallsgrößen,</li> <li>• Konvergenzarten von Zufallsgrößen,</li> <li>• Grenzwertsätze der Wahrscheinlichkeitsrechnung</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Fähigkeiten zur Übersetzung von stochastischen Problemstellungen in eine mathematische Sprache, Fähigkeiten zur Lösung von stochastischen Anwendungsproblemen in Naturwissenschaft, Technik und Wirtschaft, Kennenlernen der wichtigsten Verteilungen und deren Kenngrößen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundlagen der reellen eindimensionalen und mehrdimensionalen Analysis, Eigenschaften linearer Abbildungen zwischen endlichdimensionalen Vektorräumen, Matrizenkalkül inkl. Spektraleigenschaften.  Modul Lineare Algebra I (MTH-1000) Modul Lineare Algebra II (MTH-1010) Modul Analysis I (MTH-1020) Modul Analysis II (MTH-1030)		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 3. - 6.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Einführung in die Stochastik (Stochastik I)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Lothar Heinrich <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 6 <b>ECTS/LP:</b> 9.0
<b>Lernziele:</b> Fähigkeiten zur Übersetzung von stochastischen Problemstellungen in eine mathematische Sprache, Fähigkeiten zur Lösung von stochastischen Anwendungsproblemen in Naturwissenschaft, Technik und Wirtschaft, Kennenlernen der wichtigsten Verteilungen und deren Kenngrößen.

**Inhalte:**

- Ereignissysteme,
- Sigma-Algebren,
- Aufbau der Maß- und Integrationstheorie,
- Zufallsvariablen,
- Zufallsvektoren,
- Wahrscheinlichkeitsverteilungen,
- Numerische Charakteristika von Zufallsgrößen,
- Konvergenzarten von Zufallsgrößen,
- Grenzwertsätze der Wahrscheinlichkeitsrechnung

**Literatur:**

Wird in der Vorlesung bekannt gegeben

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Einführung in die Stochastik (Stochastik I)** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Ereignissysteme, Sigma-Algebren, Aufbau der Maß- und Integrationstheorie, Zufallsvariablen, Zufallsvektoren, Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Numerische Charakteristika von Zufallsgrößen, Konvergenzarten von Zufallsgrößen, Grenzwertsätze der Wahrscheinlichkeitsrechnung

**Prüfung**

**Einführung in die Stochastik (Stochastik I)**

Klausur

<b>Modul MTH-1160: Statistik (Stochastik II)</b> (= Statistik (Stochastik II)) <i>Probability II</i>		9 ECTS/LP
Version 2.0.0 (seit SoSe17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Lothar Heinrich		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Beherrschung der grundlegenden Methoden des statistischen Schätzens und Testens, Erlernen aus Beobachtungen, Kenntnisse über eine unbekannte Verteilung zu erhalten, Erlernen statistische Tests auszuwählen, durchzuführen und zu interpretieren.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Analysis I Analysis II Lineare Algebra I Lineare Algebra II Einführung in die Stochastik (Stochastik I)		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 4. - 6.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Einführung in die mathematische Statistik (Stochastik II)</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 6 <b>ECTS/LP:</b> 9.0		
<b>Inhalte:</b> Bedingte Erwartungen, Grenzwertsätze der Wahrscheinlichkeitsrechnung, Beschreibende Statistik, Empirische Verteilungsfunktion, Signifikanztests, Parameterschätzungen, Tests in normalverteilten Grundgesamtheiten		
<b>Prüfung</b> <b>Einführung in die mathematische Statistik (Stochastik II)</b> Klausur / Prüfungsdauer: 180 Minuten		

<b>Modul MTH-1100: Funktionalanalysis</b>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Student(inn)en haben sich die funktionalanalytischen Grundlagen für viele vertiefte Analysismodule erarbeitet. Sie sind in der Lage, in abstrakten Problemen allgemeine Strukturen zu erkennen und zu analysieren.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 3. - 6.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

**Modulteile****Modulteil: Funktionalanalysis****Lehrformen:** Vorlesung, Übung**Sprache:** Deutsch**Arbeitsaufwand:**

4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)

2 Std. Übung (Präsenzstudium)

**SWS:** 6**ECTS/LP:** 9.0**Inhalte:**

Normierte Vektorräume und Banachräume

Funktionale

lineare Operatoren und Grundprinzipien der Funktionalanalysis

Voraussetzungen: Solide Grundkenntnisse in Analysis und Linearer Algebra

**Prüfung****Funktionalanalysis**

Portfolioprüfung

<b>Modul MTH-1050: Einführung in die Algebra</b> <i>Introduction to algebra</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS19/20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studenten verstehen Fragen über prinzipielle Lösbarkeit von Polynomgleichungen und ihre Anwendungen und können diese beantworten. Die Studenten haben Kenntnisse der Geschichte und Entwicklung der Mathematik im Rahmen der Galoisschen Theorie erlangt.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Keine inhaltlichen Voraussetzungen abgesehen vom Abitur-Wissen.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 5.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

**Modulteile****Modulteil: Einführung in die Algebra****Lehrformen:** Vorlesung, Übung**Sprache:** Deutsch**Arbeitsaufwand:**

4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)

**SWS:** 6**ECTS/LP:** 9.0**Inhalte:**

Die Einführung in die Algebra beginnt mit einer leicht verständlichen Einführung in die Galoissche Theorie der Symmetrien der Lösungen einer Polynomgleichung. Anhand dieses konkreten Zuganges werden Begriffe aus der Gruppen-, Ring- und Körpertheorie motiviert und eingeführt. Am Ende werden Ausblicke auf den moderneren abstrakten Zugang und Verallgemeinerungen gegeben. Themen sind:

Zahlbereiche

Polynome

Symmetrien

Galoissche Theorie

Konstruktionen mit Zirkel und Lineal

Auflösbarkeit von Gleichungen

Es werden die Grundlagen für alle weiterführenden Module in Algebra, Zahlentheorie und Arithmetischer und Algebraischer Geometrie gelegt. Außerdem ist die Algebra eine sinnvolle Grundlage für Module in Komplexer Geometrie und Algebraischer Topologie.

Voraussetzungen: Keine inhaltlichen Voraussetzungen abgesehen vom Abitur-Wissen.

**Literatur:**

Serge Lang: Algebra. Springer-Verlag.

H. Edwards: Galois Theory. Springer-Verlag.

I. Stewart: Galois Theory. Chapman Hall/CRC.

Marc Nieper-Wißkirchen: Galoissche Theorie.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Einführung in die Algebra** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Einführung in die Algebra**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 20 Minuten

<b>Modul MTH-1070: Einführung in die Geometrie</b> <i>Introduction to Geometry</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Verständnis der grundlegenden Konzepte und Methoden in der modernen Geometrie. Befähigung zum weiterführenden Studium geometrischer und topologischer Themen im Rahmen der Bachelor- und Masterausbildung.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 4. - 6.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Einführung in die Geometrie</b></p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 6 <b>ECTS/LP:</b> 9.0</p> <p><b>Inhalte:</b> Aspekte der Geometrie, insbesondere Differentialgeometrie, etwa: Krümmungsbegriffe Riemannsche Metriken Geodäten Parallelverschiebung innere und äußere Geometrie Gruppen in der Geometrie Voraussetzungen: Solide Grundkenntnisse in Analysis und Linearer Algebra</p> <p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Einführung in die Geometrie</b> (Vorlesung + Übung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p>

<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Einführung in die Geometrie</b> Klausur / Prüfungsdauer: 180 Minuten</p>
--

<b>Modul MTH-1220: Topologie (= Topologie)</b> <i>Topology</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Verständnis der grundlegenden Konzepte und Methoden der Topologie und ihrer Wechselwirkung mit der Geometrie. Befähigung zum weiterführenden Studium geometrischer und topologischer Themen im Rahmen der Bachelor- und Masterausbildung.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 2 oder 4 (So-)Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 3. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

**Modulteile****Modulteil: Topologie****Sprache:** Deutsch**Arbeitsaufwand:**

4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)

2 Std. Übung (Präsenzstudium)

**SWS:** 6**ECTS/LP:** 9.0**Inhalte:**

mögliche Inhalte:

- Grundlagen der mengentheoretischen Topologie
- topologische Invarianten (Fundamentalgruppe, Homologie, Homotopie)
- Simplizialkomplexe
- Mannigfaltigkeiten

Voraussetzungen:

Analysis I

Analysis II

Lineare Algebra I

Lineare Algebra II

**Prüfung****Topologie**

Modulprüfung

<b>Modul MTH-1080: Funktionentheorie</b> <i>Complex Analysis</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Dr. Peter Quast		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studenten sollen ein Verständnis für die grundlegenden Konzepte und Methoden der komplexen Analysis entwickeln. Sie sollen die Befähigung zu selbständiger wissenschaftlicher Arbeit im Bereich der Funktionentheorie lernen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

**Modulteile****Modulteil: Funktionentheorie****Sprache:** Deutsch**Arbeitsaufwand:**

4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)

2 Std. Übung (Präsenzstudium)

**SWS:** 6**ECTS/LP:** 9.0

**Inhalte:**

Funktionentheorie ist der traditionelle Name für die Theorie der komplexwertigen analytischen oder holomorphen Funktionen einer komplexen Veränderlichen. Diese Funktionen sind einerseits sehr gewöhnlich, in dem Sinne nämlich, daß man ihnen in vielen mathematischen Gebieten begegnet. Polynome sind zum Beispiel holomorph, ebenso Sinus und Kosinus, der Exponentialfunktionen, der Logarithmus usw., wenn sie als von einer komplexen Variablen abhängig aufgefaßt werden.

Andererseits haben die holomorphen Funktionen erstaunliche Eigenschaften und gehorchen merkwürdigen strikten Gesetzen, die sich nicht erraten lassen, wenn diese Funktionen nur so im reellen Gewande der Analysis daherkommen gesehen werden.

Holomorphe Funktionen

Der Cauchysche Integralsatz

Erste Folgerungen aus dem Cauchyschen Integralsatz

Isolierte Singularitäten

Analytische Fortsetzung

Die Umlaufzahlversion des Cauchyschen Integralsatzes

Der Residuenkalkül

Folgen holomorpher Funktionen

Satz von Mittag-Leffler und Weierstraßscher Produktsatz

Der Riemannsche Abbildungssatz

Ausblicke

Voraussetzungen: Solide Grundkenntnisse in Linearer Algebra. Kenntnisse der reellen Analysis in einer Variablen.

Kenntnisse der reellen Analysis in mehreren Variablen sind hilfreich.

**Literatur:**

Jähnich, K.: Funktionentheorie.

**Prüfung**

**Funktionentheorie**

Modulprüfung, schriftliche Prüfung oder mündliche Prüfung oder Portfolioprüfung

<b>Modul MTH-1140: Einführung in die Optimierung (Optimierung I)</b> <i>Introduction to Optimization</i>		9 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Mirjam Dür		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundvorlesungen zur Analysis und Lineare Algebra		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 3. - 6.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Einführung in die Optimierung (Optimierung I)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Arbeitsaufwand:</b> 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 4 <b>ECTS/LP:</b> 9.0
<b>Lernziele:</b> Die Studierenden sollen lernen, wie reale Optimierungsprobleme mathematisch modelliert und beschrieben werden können. Gleichzeitig soll das Verständnis für die auftretenden Zulässigkeitsbereiche in der linearen Optimierung (Polyeder) geweckt werden.
<b>Inhalte:</b> In dieser Vorlesung wird eine allgemeine Einführung in die Optimierung gegeben und speziell werden die folgenden fundamentalen Methoden der linearen Optimierung behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trennungssätze</li> <li>• Simplex-Verfahren</li> <li>• Polyedertheorie</li> <li>• Dualitätstheorie</li> <li>• Parametrische Optimierung</li> <li>• Ellipsoid Methode</li> </ul>
<b>Prüfung</b> <b>Einführung in die Optimierung (Optimierung I)</b> Klausur / Prüfungsdauer: 180 Minuten

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Einführung in die Optimierung (Optimierung I) (Übung)</b> <b>Lehrformen:</b> Übung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2
<b>Inhalte:</b> Übungen vertiefen und ergänzen den Vorlesungsstoff; die Teilnahme wird unbedingt empfohlen.

<b>Modul MTH-1200: Nichtlineare und kombinatorische Optimierung (Optimierung II)</b> <i>Introduction to Nonlinear and Combinatorial Optimization</i>		9 ECTS/LP
Version 1.3.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Mirjam Dür		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studenten sollen lernen, wie man mit realen und mathematischen Optimierungsfragestellungen umgeht, wenn allgemeinere Voraussetzungen, wie z.B. Nichtlinearität der Modellierung oder Ganzzahligkeit der Variablen vorliegen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundvorlesungen zur Analysis und Lineare Algebra, Einführung in die Optimierung (Optimierung I)		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 4. - 6.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Grundlagen der nichtlinearen und der kombinatorischen Optimierung (Optimierung II)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 4 <b>ECTS/LP:</b> 9.0
<b>Inhalte:</b> In dieser Vorlesung wird zunächst die Theorie der nichtlinearen Optimierung behandelt. Anschließend wird eine Einführung in die diskrete Optimierung insbesondere in die Netzwerkoptimierung gegeben.  Nichtlineare Optimierung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tangentialkegel, Linearisierender Kegel</li> <li>• Fritz-John und KKT Punkte</li> <li>• Sensitivitätsanalyse</li> <li>• Dualitätstheorie</li> <li>• Numerische Methoden</li> </ul> Diskrete Optimierung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Graphen, Wege, Kreise</li> <li>• Kürzeste Wege</li> <li>• Bäume</li> <li>• Flüsse</li> </ul>
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Grundlagen der nichtlinearen und kombinatorischen Optimierung (Optimierung II)</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>

Hierbei handelt es sich um die Fortsetzung der Vorlesung Einführung in die Optimierung (Optimierung I) aus dem Sommersemester. Die Vorlesung Grundlagen der nichtlinearen und kombinatorischen Optimierung (Optimierung II) besteht aus zwei Teilen. • Einen Schwerpunkt bilden die Grundlagen der sog. Nichtlinearen Optimierung. Dabei geht es hauptsächlich um die Behandlung von Optimalitätskriterien für nichtnotwendigerweise lineare Optimierungsprobleme. Diese Betrachtung wird durch einen kurzen Überblick über algorithmische Methoden zur Lösung von nicht-restringierten und restringierten Optimierungsproblemen abgerundet. • Der zweite Schwerpunkt umfasst eine Einführung in die Algorithmische Graphentheorie, mit dem Ziel der Behandlung grundlegender Problemstellungen wie das Auffinden kürzester Wege, minimal aufspannender Bäume, sowie wertmaximaler und kostenminimaler Güterflüsse.  
... (weiter siehe Digicampus)

**Prüfung**

**Grundlagen der nichtlinearen und der kombinatorischen Optimierung (Optimierung II)**

Klausur / Prüfungsdauer: 180 Minuten

**Modulteile**

**Modulteil: Nichtlineare und kombinatorische Optimierung (Optimierung II) (Übung)**

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Inhalte:**

Übungen vertiefen und ergänzen den Vorlesungsstoff; die Teilnahme wird unbedingt empfohlen.

<b>Modul MTH-1560: Stochastische Differentialgleichungen</b> <i>Stochastic Differential Equations</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Blömker		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Phänomene der stochastischen Analysis insbesondere der stochastischen Differentialgleichungen. Befähigung zum selbständigen Erarbeiten fortführender Literatur für Anwendungen im Bereich Finanzmathematik und stochastischer Dynamik, Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen, Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen mithilfe der erlernten Methoden Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Eigenständiges Arbeiten mit (englischsprachiger) wissenschaftlicher Literatur, wissenschaftliches Denken, vertiefte Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen, Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b>	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 6.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Stochastische Differentialgleichungen</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Dirk Blömker <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester <b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 6 <b>ECTS/LP:</b> 9.0		

**Inhalte:**

Dieses Modul führt in die Theorie der stochastischen Differentialgleichungen ein.

Ito-Formel

Ito-Isometrie

Ito-Integral

Martingale

Brownsche Bewegung

Existenz-und Eindeigkeitssatz

Diffusionsprozesse

partielle Differentialgleichungen

Black-Scholes Formel

Optionspreisbewertung

Voraussetzungen: Notwendig ist ein gutes Grundwissen in der Wahrscheinlichkeitstheorie und der Analysis.

Hilfreich, aber nicht zwingend notwendig, sind Vorkenntnisse in gewöhnlichen Differentialgleichungen und stochastischen Prozessen.

**Literatur:**

Oksendal: Stochastic Differential Equations. Springer.

Karatzas Shreve: Brownian Motion and Stochastic Calculus. Springer.

Evans: An Introduction to Stochastic Differential Equations.

Steele: Stochastic Calculus and Financial Applications. Springer.

**Prüfung**

**Stochastische Differentialgleichungen**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

<b>Modul MTH-1550: Nichtlineare partielle Differentialgleichungen</b>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Student(inn)en kennen moderne Zugänge zu ausgewählten Beispielklassen in der Theorie der partiellen Differentialgleichungen. Sie sind in der Lage, aufbauend auf den Inhalten der Vorlesung Forschungsliteratur in diesen Gebieten zu lesen und sich selbstständig in weiterführende Aspekte einzuarbeiten.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b>	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

**Modulteile****Modulteil: Nichtlineare Partielle Differentialgleichungen****Sprache:** Deutsch**Angebotshäufigkeit:** unregelmäßig**Arbeitsaufwand:**

4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)

2 Std. Übung (Präsenzstudium)

**SWS:** 6**ECTS/LP:** 9.0**Inhalte:**

Ausgewählte Aspekte der Theorie der Nichtlinearen Partiellen Differentialgleichungen

Voraussetzungen: Solide Kenntnisse der mehrdimensionalen Differential- und Integralrechnung, Funktionalanalysis sowie der schwachen Lösungstheorie linearer elliptischer Gleichungen.

**Literatur:**

- \* Gilbarg, D., Trudinger, N.S.: Elliptic Partial Differential Equations of Second Order (Springer, 1977)
- \* Giusti, E.: Direct Methods in the Calculus of Variations (World Scientific Publishing, 2003)
- \* Giaquinta, M., Martinazzi, L.: An Introduction to the Regularity Theory for Elliptic Systems, Harmonic Maps and Minimal Graphs (Edizioni della Normale, 2012,
- \* Evans, L.C.: Partial Differential Equations (AMS, 1998),
- \* Renardy, M., Rogers, R.C.: An Introduction to Partial Differential Equations (Springer, 1993),
- \* Schweizer, B.: Partielle Differentialgleichungen (Springer, 2013)

**Prüfung****Nichtlineare Partielle Differentialgleichungen**

Portfolioprüfung

<b>Modul MTH-2290: Theorie partieller Differentialgleichungen (= Theorie partieller Differentialgleichungen)</b>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Student(inn)en kennen klassische Herangehensweisen sowie moderne Zugänge zur Theorie der partiellen DGL. Sie sind in der Lage, theoretische Modelle naturwissenschaftlicher Probleme in einfachen Fällen selbst zu formulieren, solche Modelle aber auch in komplexen Situationen zu verstehen und problemorientiert zu analysieren.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b>	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 4. - 6.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Theorie partieller Differentialgleichungen</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester <b>SWS:</b> 6 <b>ECTS/LP:</b> 9.0		
<b>Inhalte:</b> Allgemeines Dieses Modul führt in die klassische moderne Aspekte der Theorie der partiellen DGL ein. Inhaltsübersicht als Auflistung * elementare Lösungsmethoden * lokale Existenztheorie * Sobolev-Räume * elliptische Gleichungen zweiter Ordnung Voraussetzungen: Solide Kenntnisse Analysis I, II und III; nicht zwingend, aber von Vorteil: Funktionalanalysis		
<b>Literatur:</b> Evans, L.C., Partial Differential Equations, Providence, 1998. Folland, G.B., Introduction to Partial Differential Equations, Princeton, 1995		
<b>Prüfung</b> <b>Theorie partieller Differentialgleichungen</b> Portfolioprüfung		

<b>Modul GEO-1017: Physische Geographie I</b> <i>Physical Geography I</i>		10 ECTS/LP
Version 2.2.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: PD Dr. Andreas Philipp		
<b>Inhalte:</b> Gegenstand der Pflichtvorlesung sind die Grundlagen der physisch-geographischen Teilgebiete Klimatologie, Hydrogeographie und Geomorphologie. Im begleitenden Proseminar, das in mehrfachen Parallelkursen angeboten wird, werden Inhalte aus der Pflichtvorlesung aufgegriffen und ergänzend behandelt. Eigenständige Erarbeitung oder Vertiefung eines umgrenzten Stoffbereichs anhand von wissenschaftlicher Literatur. Verfassen eines wissenschaftlich fundierten Berichts in Form einer Hausarbeit sowie deren Präsentation im Proseminar.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach Abschluss dieses Moduls haben die Studierenden einen Überblick über die ersten drei Teilgebiete der Physischen Geographie und kennen die grundlegenden Begriffe, Konzepte, Modelle und Methoden der Klimatologie, Hydrogeographie und Geomorphologie. Sie besitzen erweitertes Fachwissen in einem dieser Teilbereiche und können dieses Fachwissen schriftlich und mündlich kommunizieren. Sie sind in der Lage, charakteristische Fragestellungen der Physischen Geographie mit dem korrekten Fachvokabular zu bearbeiten und die Lösungsansätze für Probleme aus diesen Themenbereichen in einzelnen Fällen zu erläutern.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 300 Std. 60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Seminar (Präsenzstudium) 60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 90 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Prüfungsleistung: Klausur  Studienleistung: Teilnahme und aktive Mitarbeit, Referat und Hausarbeit im Proseminar.  Hinweis: Plagiat in der Hausarbeit führt zum direkten Ausschluss vom Modul - eine Prüfungsteilnahme ist dann nicht möglich.
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Physische Geographie I (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 4		
<b>Inhalte:</b> Gegenstand der Pflichtvorlesung sind die Grundlagen der physisch-geographischen Teilgebiete Klimatologie, Hydrogeographie und Geomorphologie. Im begleitenden Proseminar, das in mehrfachen Parallelkursen angeboten wird, werden Inhalte aus der Pflichtvorlesung aufgegriffen und ergänzend behandelt.		

**Literatur:**

Weischet, W. & W.Endlicher (2012): Einführung in die Klimatologie. 8. Aufl. Borntraeger. Berlin-Stuttgart.  
 Zepp, H. (2014): Geomorphologie. 6. Aufl. UTB. Paderborn.  
 Fohrer, N. et al. (2016): Hydrologie. UTB basics, Stuttgart.  
 Gebhardt H., Glaser R., Radtke U., Reuber P. (Hg.)(2016): Geographie: Physische Geographie und Humangeographie. 2. Aufl. Heidelberg.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Grundkursvorlesung Physische Geographie 1 (Vorlesung)**

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

**Modulteil: Physische Geographie I (Proseminar)**

**Lehrformen:** Proseminar

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

Eigenständige Aufarbeitung und Vertiefung eines umgrenzten Stoffbereichs anhand von wissenschaftlicher Literatur. Verfassen eines wissenschaftlich fundierten Berichts in Form einer Hausarbeit sowie Präsentation der Inhalte der Hausarbeit vor Kollegen. Nachweis des wissenschaftlichen Arbeitens. Im digitalen Semester sind die Lernziele den Möglichkeiten angepasst.

**Inhalte:**

Es werden Inhalte aus der Pflichtvorlesung aufgegriffen und ergänzend behandelt.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**01. Proseminar zur Vorlesung: Physische Geographie 1 (Proseminar)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**02. Proseminar zur Vorlesung: Physische Geographie 1 (Proseminar)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**03. Proseminar zur Vorlesung: Physische Geographie 1 (Proseminar)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**04. Proseminar zur Vorlesung: Physische Geographie 1 (Proseminar)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**05. Proseminar zur Vorlesung: Physische Geographie 1 (Proseminar)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**06. Proseminar zur Vorlesung: Physische Geographie 1 (Proseminar)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**07. Proseminar zur Vorlesung: Physische Geographie 1 (Proseminar)**

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

**08. Proseminar zur Vorlesung: Physische Geographie 1 (Proseminar)**

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

**09. Proseminar zur Vorlesung: Physische Geographie 1 (Proseminar)**

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

**10. Proseminar zur Vorlesung: Physische Geographie 1 (Proseminar)**

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

**Prüfung**

**PGI 10 Physische Geographie I (10LP)**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

<b>Modul GEO-1020: Physische Geographie II</b> <i>Physical Geography II</i>		10 ECTS/LP
Version 2.2.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: PD Dr. Andreas Philipp		
<b>Inhalte:</b> Gegenstand der Pflichtvorlesung sind die Grundlagen der physisch-geographischen Teilgebiete Bodengeographie, Biogeographie und geökologische Zonen der Erde. Im begleitenden Proseminar, das in mehrfachen Parallelkursen angeboten wird, werden Inhalte aus der Pflichtvorlesung aufgegriffen und ergänzend behandelt. Eigenständige Erarbeitung oder Vertiefung eines umgrenzten Stoffbereichs anhand von wissenschaftlicher Literatur. Verfassen eines wissenschaftlich fundierten Berichts in Form einer Hausarbeit sowie deren Präsentation im Proseminar.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach Abschluss dieses Moduls haben die Studierenden einen Überblick über die zweiten drei Teilgebiete der Physischen Geographie und kennen die grundlegenden Begriffe, Konzepte, Modelle und Methoden der Bodenkunde, Biogeographie sowie der geökologischen Zonen der Erde. Sie besitzen erweitertes Fachwissen in einem dieser Teilbereiche und können dieses Fachwissen schriftlich und mündlich kommunizieren. Sie sind in der Lage, charakteristische Fragestellungen der Physischen Geographie mit dem korrekten Fachvokabular zu bearbeiten und die Lösungsansätze für Probleme aus diesen Themenbereichen in einzelnen Fällen zu erläutern.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 300 Std. 60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 90 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium) 30 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Prüfungsleistung: Klausur  Studienleistung: Teilnahme und aktive Mitarbeit, Referat und Hausarbeit im Proseminar. Im digitalen Semester sind die Lernziele den Möglichkeiten angepasst.  Hinweis: Plagiat in der Hausarbeit führt zum direkten Ausschluss vom Modul - eine Prüfungsteilnahme ist dann nicht möglich.
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Physische Geographie II (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 4		

**Inhalte:**

Gegenstand der Pflichtvorlesung sind die Grundlagen der physisch-geographischen Teilgebiete Bodengeographie, Biogeographie und geökologische Zonen der Erde.

**Literatur:**

Gebhardt H., Glaser R., Radtke U., Reuber P. (Hg.)(2016): Geographie: Physische Geographie und Humangeographie. 2. Aufl. Heidelberg.

Scheffer, F. & P. Schachtschabel (2010): Lehrbuch der Bodenkunde. 16. Aufl. Spektrum. 569 S.

Glawion, R. et al. (2012): Biogeographie. Westermann. 400 S.

Schultz, J. (2010): Ökozonen. UTB. 128 S.

**Modulteil: Proseminar Physische Geographie II**

**Lehrformen:** Proseminar

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Inhalte:**

Im begleitenden Proseminar, das in mehrfachen Parallelkursen angeboten wird, werden Inhalte aus der Pflichtvorlesung aufgegriffen und ergänzend behandelt.

**Prüfung**

**PGII 10 Physische Geographie II (10 LP)**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

<b>Modul GEO-5128: Geoinformatik - 6LP (= Geoinformatik)</b> <i>Geoinformatics - 6 ECTS</i>		6 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sabine Timpf		
<b>Inhalte:</b> Dieses Modul bietet einen grundlegenden Überblick über die Methoden der geographischen Informationsverarbeitung, d.h. Datenerfassung, -verarbeitung, -analyse und -präsentation. Die zentralen Konzepte der Geoinformatik werden vorgestellt und mit Hilfe von Beispielen und Übungen verständlich gemacht. Die Arbeitsweisen der Methoden werden in der Übung zur Vorlesung besprochen und sowohl der sprachliche Umgang mit dem Fachvokabular als auch die Anwendung der Methoden geübt.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden sind in der Lage die wissenschaftlichen und praktischen Grundlagen der digitalen Verarbeitung geographischer Informationen widerzugeben und zu erläutern, aktuelle Softwaresysteme, die Geodaten speichern, managen, analysieren und visualisieren, zu nennen und deren Eigenschaften zu erklären, sowie die grundlegenden Verarbeitungsmethoden (s.1.) zu erkennen, Geodaten selbständig und in (den Daten) angemessener Form mit Hilfe aktueller Softwaresysteme zu verarbeiten (Grundlagen) sowie typische Produkte (Karte, GIS-Projekt) anzufertigen, sowie die einem praktischen Problem angemessene Methode der Geodatenverarbeitung oder -analyse zu identifizieren und durchzuführen (bzw. deren Durchführung zu leiten). Schlüsselqualifikationen: Abstraktionsfähigkeit, GIS-Anwendung (Einsatz neuer Medien), Arbeiten mit Lehrbüchern und englischsprachiger Literatur		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 3. - 8.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Moduleile</b>		
<b>Modulteil: Vorlesung Geoinformatik</b> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>SWS:</b> 2		
<b>Inhalte:</b> Die Vorlesung bietet einen grundlegenden Überblick über die Methoden der geographischen Informationsverarbeitung, d.h. Datenerfassung, -verarbeitung, -analyse und -präsentation. Die zentralen Konzepte der Geoinformatik werden vorgestellt und mit Hilfe von Beispielen verständlich gemacht.		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Vorlesung Geoinformatik - Konzepte</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.*</i> VHB-Kurs - unbedingt Ankündigung im Digicampus lesen.		
<b>Modulteil: Übungen zur Vorlesung Geoinformatik</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2		

**Inhalte:**

In der Übung werden die Arbeitsweisen der Methoden besprochen und sowohl der sprachliche Umgang mit dem Fachvokabular sowie die Anwendung der Methoden und Algorithmen als Transferaufgaben geübt. Es wird in ein GIS-System eingeführt.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übungen zur Vorlesung Geoinformatik (Übung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Modulgesamtprüfung GEO-5128**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten

Bearbeitungsfrist: 60 Minuten

**Beschreibung:**

Die Klausur wird jedes Semester angeboten.

<b>Modul INF-0111: Informatik 3</b> <i>Computer Science 3</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe14) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Torben Hagerup Prof. Dr. Robert Lorenz		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden verfügen über ein grundlegendes Verständnis von Algorithmen und Datenstrukturen, unter anderem betreffend effiziente Sortier- und Suchverfahren sowie die geschickte Speicherung großer Datenmengen mit entsprechenden Zugriffsoperationen. Sie können dieses in konkreten Fragestellungen anwenden und haben ausgewählte Teile der vorgestellten Verfahren eigenständig programmiert.		
<b>Schlüsselqualifikationen:</b> analytisch-methodische Kompetenz; Abwägen von Lösungsansätzen; Abstraktionsfähigkeit; Training des logischen Denkens; eigenständiges Arbeiten mit Lehrbüchern und englischsprachiger Fachliteratur; Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 30 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Modul Informatik 1 (INF-0097) - empfohlen Modul Informatik 2 (INF-0098) - empfohlen Modul Diskrete Strukturen für Informatiker (INF-0109) - empfohlen		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>  <b>Modulteil: Informatik 3 (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 4
<b>Inhalte:</b> Effizienzüberlegungen, Bäume, Sortierverfahren, Hashtabellen, Union-Find-Strukturen, Graphen, kürzeste Wege, Minimalgerüste, Greedy-Algorithmen, Backtracking, Tabellierung, amortisierte Komplexität, NP-Vollständigkeit
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenes Skriptum</li> <li>• M. Weiss: Data Structures and Algorithm Analysis in Java, Pearson 2011</li> </ul>
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Informatik III (Vorlesung)</b> <i>*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.*</i> Die Vorlesung behandelt wichtige Algorithmen (z.B. Suchen, Sortieren, Mengendarstellung, Berechnung kürzester Wege) und die zugehörigen Datenstrukturen (z.B. Suchbäume, Hash-Tabellen). Sie erläutert anhand von Beispielen Entwurfsmethoden wie greedy, teile und herrsche und dynamisches Programmieren. Weiter werden

Grundtechniken der Komplexitätsanalyse sowie einige prinzipielle Fragen der Effizienz (z.B. NP-Vollständigkeit) besprochen.

**Modulteil: Informatik 3 (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Informatik III (Übung)**

*\*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.\**

Informationen zum Übungsbetrieb finden Sie im Dateien-Bereich der Digicampus-Veranstaltung zur Vorlesung Informatik 3: [https://digicampus.uni-augsburg.de/dispatch.php/course/details?sem\\_id=afc80b81cb7b209d980c064b297cdc95](https://digicampus.uni-augsburg.de/dispatch.php/course/details?sem_id=afc80b81cb7b209d980c064b297cdc95) Die Anmeldung zum Übungsbetrieb ist z. B.

über folgenden Link erreichbar: [https://digicampus.uni-augsburg.de/dispatch.php/course/details?sem\\_id=46b8f6dedd078c0cf31b792886e86b5d](https://digicampus.uni-augsburg.de/dispatch.php/course/details?sem_id=46b8f6dedd078c0cf31b792886e86b5d)

über folgenden Link erreichbar: [https://digicampus.uni-augsburg.de/dispatch.php/course/details?sem\\_id=46b8f6dedd078c0cf31b792886e86b5d](https://digicampus.uni-augsburg.de/dispatch.php/course/details?sem_id=46b8f6dedd078c0cf31b792886e86b5d)

sem\_id=46b8f6dedd078c0cf31b792886e86b5d

**Prüfung**

**Informatik 3 (Klausur)**

Klausur / Prüfungsdauer: 120 Minuten

<b>Modul INF-0138: Systemnahe Informatik</b> <i>Foundations of Technical Computer Science</i>		8 ECTS/LP
Version 2.0.0 (seit SoSe20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sebastian Altmeyer		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden erwerben Kompetenzen in den folgenden Bereichen auf einem grundlegenden, praxisorientierten, aber wissenschaftlichen Niveau: Aufbau von Mikrorechnern, Mikroprozessoren, Pipelining, Assemblerprogrammierung, Parallelprogrammierung und Betriebssysteme. Sie können die Funktionsweise von wichtigen Komponenten von Mikroprozessoren und Betriebssystemen nachvollziehen. Darüber hinaus sind sie in der Lage, RISC- und CISC-Architekturen voneinander abzugrenzen, In-Order und Out-of-Order-Architekturen zu unterscheiden, die Auswirkungen von Compileroptimierungen auf Laufzeit und Programmgröße einzuschätzen sowie den Einfluss verschiedener Architekturweiterungen auf das Gesamtsystem einzuordnen. Weiterhin erwerben sie durch praktische Übungen Programmierkenntnisse in RISC-V-Assembler sowie paralleler Programmierung. Sie wenden deren grundlegende Konzepte mit C + POSIX-Threads in praxisrelevanten Aufgabestellungen an.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Analytisch-methodische Kompetenz im Bereich der Systemnahen Informatik; Abwägung von Lösungsansätzen; Präsentation von Lösungen von Übungsaufgaben; Selbstreflexion; Fertigkeit zur Zusammenarbeit in Teams; Qualitätsbewusstsein, Akribie</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 30 Std. Übung (Präsenzstudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p>		
<b>Voraussetzungen:</b> Modul Informatik 1 (INF-0097) - empfohlen		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Moduleile</b>		
<b>Modulteil: Systemnahe Informatik (Vorlesung)</b>		
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung		
<b>Sprache:</b> Deutsch		
<b>SWS:</b> 4		
<p><b>Inhalte:</b> Der erste Teil der Vorlesung gibt eine Einführung in die Mikroprozessortechnik. Es werden hier Prozessoraufbau und Mikrocomputersysteme behandelt und ein Ausblick auf Server und Multiprozessoren gegeben. Dieser Bereich wird in den Übungen durch Assemblerprogrammierung eines RISC-Prozessors vertieft. Im zweiten Teil der Vorlesung werden Grundlagen der Multicores und der parallelen Programmierung gelehrt. Der dritte Teil beschäftigt sich mit Grundlagen von Betriebssystemen. Die behandelten Themenfelder umfassen unter anderem Prozesse/Threads, Synchronisation, Scheduling und Speicherverwaltung. Die Übungen zur parallelen Programmierung und zu Betriebssystemtechniken runden das Modul ab.</p>		

**Literatur:**

- U. Brinkschulte, T. Ungerer: Mikrocontroller und Mikroprozessoren, 3. Auflage, Springer-Verlag, 2010
- D. A. Patterson, J. L. Hennessy: Computer Organization and Design, 5. Auflage, Elsevier, 2013
- D. A. Patterson, J. L. Hennessy: Rechnerorganisation und Rechnerentwurf, 5. Auflage, De Gruyter Oldenbourg, 2016
- A. S. Tanenbaum, H. Bos: Moderne Betriebssysteme, 4. Auflage, Pearson, 2016
- Theo Ungerer: Parallelrechner und parallele Programmierung, Spektrum-Verlag, 1997
- R. Brause: Betriebssysteme: Grundlagen und Konzepte, 3. Auflage Springer-Verlag, 2013

**Modulteil: Systemnahe Informatik (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Prüfung**

**Systemnahe Informatik (Klausur)**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

<b>Modul INF-0081: Kommunikationssysteme</b> <i>Communication systems</i>		8 ECTS/LP
Version 2.0.0 (seit WS20/21) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Jörg Hähner		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung verstehen die Studierenden die wesentlichen Konzepte/Verfahren/Begriffe aus den Bereichen Kommunikations- und Rechnernetzen auf einem grundlegenden, praxisorientierten, aber wissenschaftlichem Niveau. Sie sind mit den grundlegenden Architekturen, Protokolle und Algorithmen des Internets vertraut und können deren Alternativen im jeweiligen Anwendungszusammenhang bewerten und auswählen. Gleichzeitig können sie das Gelernte auf praktisch relevanten Problemstellungen anwenden.  Schlüsselqualifikationen: Kompetenz zum Erkennen von bedeutenden technischen Entwicklungen, Qualitätsbewusstsein, Akribie; Fertigkeit zur verständlichen Darstellung und Dokumentation von Ergebnissen; Fertigkeit der Zusammenarbeit in Teams.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Übung (Präsenzstudium) 60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 5.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Kommunikationssysteme (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 4
<b>Inhalte:</b> Die Vorlesung behandelt die grundlegenden Modelle, Verfahren, Systemkonzepte und Technologien die im Bereich der digitalen Kommunikationstechnik und des Internets zum Einsatz kommen. Der Fokus hierbei ist auf Protokollen und Verfahren, die den ISO/OSI-Schichten 1-4 zuzuordnen sind.  Die weiteren in der Vorlesung behandelten Themen sind unter anderem: Lokale Netze nach IEEE802.3 und IEEE802.11, Internet Protokollen wie IPv4, IPv6, TCP und UDP, IP-Routings-verfahren, das Breitband IP-Netz, die aktuelle Mobilfunknetze, Netzmanagement-funktionen und NGN-Anwendungen wie VoIP, IPTV und RCS. Außerdem wird eine Exkursion zu einer Vermittlungsstelle der Deutsche Telekom Netzproduktion in München organisiert.

**Literatur:**

- Keith W. Ross, James F. Kurose, "Computernetzwerke", Pearson Studium Verlag, München, 2012
- Larry L. Peterson, Bruce S. Davie, "Computernetze: Eine systemorientierte Einführung", dpunkt.verlag, Heidelberg, 2007.
- Anatol Badach, Erwin Hoffmann, "Technik der IP-Netze" Hanser Verlag, München, 2007.
- Gerd Siegmund, "Technik der Netze - Band 1 und 2", Hüthig Verlag, Heidelberg, 2009.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Kommunikationssysteme** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

Die Vorlesung "Kommunikationssysteme" behandelt die grundlegenden Modelle, Verfahren und Technologien, die heutzutage in modernen Kommunikationslösungen zum Einsatz kommen. Die Vorlesung behandelt die Frage, welche Mittel und Wege notwendig sind, damit Anwendungen mithilfe von Systemen kommunizieren können.

Dazu werden die Methoden, die Infrastruktur, die Schnittstellen und die technischen Abläufe behandelt. Der Fokus liegt hierbei auf Protokollen und Verfahren, die den ISO/OSI-Schichten 1-4 zuzuordnen sind.

**Modulteil: Kommunikationssysteme (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Kommunikationssysteme - Übungsgruppe "Bell" (Montag 14:15)** (Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Kommunikationssysteme - Übungsgruppe "Floyd" (Montag 16:15)** (Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Kommunikationssysteme - Übungsgruppe "Marconi" (Dienstag 10:15)** (Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Kommunikationssysteme - Übungsgruppe "Metcalfe" (Dienstag 16:15)** (Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Kommunikationssysteme - Übungsgruppe "Shannon" (Freitag 12:15)** (Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Kommunikationssysteme**

Klausur / Prüfungsdauer: 120 Minuten

<b>Modul INF-0087: Multimedia Grundlagen I</b> <i>Foundations of Multimedia I</i>		8 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit SoSe14) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Rainer Lienhart		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul besitzen die Studierenden grundlegende Kenntnisse der maschinellen Verarbeitung von multimedialen Daten (Ton, Bild und Video), sowohl mit klassischen Methoden als auch mittels maschinellem Lernen. Sie sind in der Lage, bekannte Verfahren auf dem Gebiet der Verarbeitung von Multimediadaten zu verstehen und programmatisch umzusetzen, sowie die erlernten Prinzipien auf neue Probleme geeignet anzuwenden. Sie entwickeln Fertigkeiten zur logischen, analytischen und konzeptionellen Denken im Bereich der digitalen Signalverarbeitung und multimedialen Datenverarbeitung.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> mathematische-formale Grundlagen; quantitative Aspekte der Informatik; Fertigkeit zur Analyse und Strukturierung von Problemstellungen; Entwicklung und Umsetzung von Lösungsstrategien; Vernetzung unterschiedlicher Fachgebiete; Kenntnisse praxisrelevanter Aufgabenstellungen</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Übung (Präsenzstudium) 60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p>		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Erfolgreiche Teilnahme an beiden Klausuren: Zwischenklausur in der Semestermitte und Abschlussklausur
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 5.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Multimedia Grundlagen I (Vorlesung)</b>		
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung		
<b>Sprache:</b> Deutsch		
<b>SWS:</b> 4		
<p><b>Inhalte:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung</li> <li>2. Mathematische Grundlagen (Komplexe Zahlen, Matrizen und Vektoren, mehrdimensionale Ableitungen, Geometrische Reihen)</li> <li>3. Digitale Signalverarbeitung (Lineare zeitinvariante Systeme und Fourier-Transformation)</li> <li>4. Digitale Bildverarbeitung (Kameramodelle, Farbräume, Bildoperationen, Segmentierung)</li> <li>5. Maschinelles Lernen (Begriffe, Lineare Regression und Polynominterpolation, Konzeptlernen, Neuronale Netze)</li> </ol>		

**Literatur:**

Zu 3.

- Oppenheim, A. V., Schafer, R. W., and Buck, J. R. Discrete-time signal processing. Prentice-Hall, 2nd edition. 1999
- Richard G. Lyons. Understanding Digital Signal Processing. Prentice Hall, 3rd edition. 2010

Zu 4.

- Bernd Jähne. Digital Image Processing. Springer Verlag
- David A. Forsyth and Jean Ponce. Computer Vision: A Modern Approach. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458

Zu 5.

- Tom Mitchell. Machine Learning. McGraw Hill, 1997

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Grundlagen der Signalverarbeitung und des Maschinellen Lernens (Multimedia Grundlagen I)** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

**Modulteil: Multimedia Grundlagen I (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Grundlagen der Signalverarbeitung und des Maschinellen Lernens (Multimedia Grundlagen I)**  
(Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

"Die Anmeldung zu den Übungsgruppen ist ab sofort möglich. Das Video unter Links und Informationen ist eine Anleitung zur Anmeldung. Bitte beachten Sie die folgenden Punkte. - Es gibt 6 Übungsgruppen, die über die Woche verteilt sind. Die genauen Zeiten stehen im Namen der Übung. - Bei den Übungsgruppen müssen Sie Prioritäten festlegen, welcher Termin ihnen am liebsten (zweitliebsten, drittliebsten usw.) wäre. Damit eine optimale Zuteilung möglich ist, vergeben Sie bitte Prioritäten für *\*alle\** Termine. - Eine Prioritätenvergabe auf dem Smartphone ist leider nicht möglich, nutzen Sie daher einen Computer für die Anmeldung. - Anmeldeschluss ist Donnerstag, der 21.10.2021 um 18:00." Link zur Anmeldung: [https://digicampus.uni-augsburg.de/dispatch.php/course/details?sem\\_id=2e62fae503d2546cadfb9e4e705bd22b](https://digicampus.uni-augsburg.de/dispatch.php/course/details?sem_id=2e62fae503d2546cadfb9e4e705bd22b)

... (weiter siehe Digicampus)

**Prüfung**

**Zwischenprüfung**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten, unbenotet

**Beschreibung:**

Das Bestehen ist erforderlich für die Teilnahme an der "Multimedia Grundlagen I Klausur"

**Prüfung**

**Multimedia Grundlagen I (Klausur)**

Klausur / Prüfungsdauer: 120 Minuten

**Beschreibung:**

Das Bestehen der Zwischenklausur ist Voraussetzung.

<b>Modul INF-0166: Multimedia Grundlagen II</b> <i>Foundations of Multimedia II</i>		8 ECTS/LP
Version 1.3.0 (seit SoSe13) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Elisabeth André		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul beherrschen die Studierenden wesentliche Grundlagen und Techniken zum Entwurf, der Realisierung und der Evaluation von Systemen der multimodalen Mensch-Technik Interaktion. Diese werden u.a. an Beispielen und aktuellen Entwicklungen durchgespielt um im Rahmen dessen die speziellen Anforderungen der Mensch-Technik zu identifizieren und zu verstehen. Studierende erlangen die Kompetenz die Vor- und Nachteile von geeigneten Methoden und deren Auswahl und sicheren Anwendung für die Umsetzung von Entwurfsalternativen identifizieren, gegenüberstellen und einordnen. Sie sind außerdem in der Lage die Entwurfsalternativen im jeweiligen Anwendungszusammenhang zu bewerten und aufgrund dessen fachliche Lösungskonzepte in Programme umzusetzen. Im Rahmen der modulbegleitenden Übung erwerben Studierende Fertigkeiten zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken sowie durch die praktische Anwendung der Methoden ein Qualitätsbewusstsein und Akribie für die wissenschaftliche Arbeitsweise.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Mathematisch-formale Grundlagen; Kompetenz zur Vernetzung unterschiedlicher Fachgebiete; Kenntnisse von praxisrelevanten Aufgabenstellungen ; Fertigkeit zur Analyse und Strukturierung von Informatikproblemstellungen; Fertigkeit zur Entwicklung und Umsetzung von Lösungsstrategien; Quantitative Aspekte der Informatik; Fertigkeit zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken; Methoden zur Entwicklung größerer Softwaresysteme, Konstruktion von Abstraktionen und Architekturen; Fertigkeit der Zusammenarbeit in Teams; Fertigkeit zur verständlichen Darstellung und Dokumentation von Ergebnissen.</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 30 Std. Übung (Präsenzstudium)</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b> Programmiererfahrung Modul Multimedia Grundlagen I (INF-0087) - empfohlen</p>		
<p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester</p>	<p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 3.</p>	<p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester</p>
<p><b>SWS:</b> 6</p>	<p><b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs</p>	
<p><b>Modulteile</b></p>		
<p><b>Modulteil: Multimedia Grundlagen II (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 4</p>		
<p><b>Inhalte:</b> Interaktionsformen und -metaphern, Erkennung und Interpretation von Benutzereingaben, Generierung und Synchronisation von Systemausgaben, Multimodale Dialogsysteme, Benutzer- und Diskursmodellierung, Agentenbasierte Multimodale Interaktion, Evaluation von multimodalen Benutzerschnittstellen, Benutzungsschnittstellen der nächsten Generation (Perzeptive Interfaces, Emotionale Interfaces, Mensch-Roboter Interaktion etc.)</p>		

**Literatur:**

- Schenk, G. Rigoll: Mensch-Maschine-Kommunikation: Grundlagen von sprach- und bildbasierten Benutzerschnittstellen
- Daniel Jurafsky, James H. Martin: Speech and Language Processing. Pearson Prentice Hall
- T. Mitchell: Machine Learning, McGraw Hill

**Modulteil: Multimedia Grundlagen II (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Prüfung**

**Multimedia Grundlagen II**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

<b>Modul INF-0073: Datenbanksysteme</b> <i>Database Systems</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe14) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Peter Michael Fischer		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der Teilnahme an der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, die in der Vorlesung Datenbanksysteme I vermittelten fachlichen Grundlagen in die Praxis umzusetzen. Diese umfassen vor allem Datenorganisation, Datenmodelle, konzeptionelle Modellierung mit ER, das relationales Modell sowie deklarative Datendefinition und Anfragen mit SQL. Darüber hinaus haben die Studierenden ein grundlegendes Verständnis von Implementierungstechniken von Datenbanksystemen wie Datenspeicherung und Indexe, Anfragebearbeitung mit Optimierung und Transaktionsverwaltung und können deren Auswirkungen auf die Praxis einordnen.</p> <p>Sie verfügen über fachspezifische Kenntnisse grundlegende Problemstellungen im Bereich Datenbanken zu verstehen und durch Anwenden erlernter Fähigkeiten zu lösen.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Eigenständiges Arbeiten mit Lehrbüchern; Eigenständiges Arbeiten mit Datenbanksystemen; Abstraktionsfähigkeit; Analytische und strukturierte Problemlösungsstrategien; Umsetzen fachlicher Lösungskonzepte in Programm und Modelle, Fertigkeit zur Analyse und Strukturierung komplexer Informatikproblemstellungen; Kenntnisse der Vor-/Nachteile von Entwurfsalternativen und Bewertung im jeweiligen Zusammenhang; Auswahl und sichere Anwendung geeigneter Methoden; Kenntnisse von praxisrelevanten Aufgabenstellungen; Fertigkeit zur Lösung von Problemen unter praxisnahen Randbedingungen;</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Übung (Präsenzstudium) 60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p>		
<b>Voraussetzungen:</b> Modul Informatik 2 (INF-0098) - empfohlen		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<p><b>Modulteil: Datenbanksysteme (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>SWS:</b> 4</p>		
<p><b>Inhalte:</b> Die Vorlesung beinhaltet grundlegende Konzepte von Datenbanksystemen und deren Anwendungen. Konkrete Inhalte sind: DB-Architektur, Entity-Relationship-Modell, Relationenmodell, Relationale Query-Sprachen, SQL, Algebraische Query-Optimierung, Implementierung der Relationenalgebra, Ablaufsteuerung paralleler Transaktionen, DB-Recovery und verteilte Transaktionen, Normalformtheorie.</p>		

**Literatur:**

- Kemper, A.; Eickler, A.: Datenbanksysteme, Oldenburg, 2011  
(alle Auflagen für diese Vorlesung nutzbar)
- Elmasri, R.; Navathe, S.B.: Grundlagen von Datenbanksystemen (3. aktualisierte Auflage)  
(auch auf Englisch)
- Saacke, Sattler, Heuer: Datenbanken – Konzepte und Sprachen
- Kießling, W.; Köstler, G.: Multimedia-Kurs Datenbanksysteme – auch Skript der Vorjahre
- Garcia-Molina, Ullman, Widom: Database Systems: The Complete Book. Pearson, 2nd revised Edition, 2013.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Datenbanksysteme I (Vorlesung)**

*\*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.\**

Vorlesung: - Die Vorlesung findet in der Form von Aufzeichnungen und Live-Fragestunden statt (Blended Learning) - Die Aufzeichnungen werden am Montagmorgen für die gesamte Woche in Digicampus hochgeladen. - Fragestunden finden zu den üblichen Vorlesungszeiten Präsenz statt, die werden aufgezeichnet - Zu den Fragestunden wird es jeweils ein Tweedback geben, in den sie vorher und während der Stunde Fragen sammeln und Rückmeldungen geben können  
Übungen: - Die Übungen finden vorwiegend in Präsenz statt, zusätzlich Übungen via Zoom/Breakouts werden nach Bedarf ergänzt - Es wird Präsenzaufgaben (werden z.T. gemeinsam bearbeitet, z.T. vorgerechnet) und Hausaufgaben (abgeben, werden korrigiert) geben - Auf die Aufgaben werden Bonuspunkte vergeben  
Übungsgruppen: - Anmeldung in Digicampus über Anmeldezeit ab 14.10., 8:00 Uhr bis einschließlich. 21.10., 17:59. Anmeldezeit funktioniert prioritätsbasiert, d.h. jeder Student gibt die Übungsgruppen von der wichtigsten bis unwichtigsten Priorität an. -  
... (weiter siehe Digicampus)

**Modulteil: Datenbanksysteme (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**SWS:** 2

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Datenbanksysteme (Übung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Datenbanksysteme (Klausur)**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

<b>Modul PHI-0026: Überblick Philosophiegeschichte/Systematik</b> <i>Overview History of Philosophie / Systematic Philosophy</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christian Schröer		
<b>Inhalte:</b> Die Lehrveranstaltungen zur Geschichte der Philosophie vermitteln Zugänge zu den Begrifflichkeiten und Denkweisen früherer Epochen sowie zu den besonderen Arbeitsweisen der Geisteswissenschaften. Im Rahmen der systematischen Philosophie kann man sich mit klassischen und modernen Positionen der Theoretischen Philosophie oder mit Grundfragen der allgemeinen oder angewandten Ethik befassen.		
<b>Bemerkung:</b> Für Moduldetails beachten Sie bitte auch den Leitfaden für alle Studiengänge: <a href="https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/philsoz/fakultat/philosophie/leitfaden/">https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/philsoz/fakultat/philosophie/leitfaden/</a>		
<b>Voraussetzungen:</b> Im Vorlesungsmodul besucht man zwei Vorlesungen, legt aber nur eine Modulgesamtprüfung ab		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Geschichte der Philosophie</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2 <b>ECTS/LP:</b> 4.0
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Geschichte der Philosophie: Antike</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.*</i> Die abendländische Philosophie beginnt im griechischen Sprachraum ca. 600 Jahre vor Chr. mit den sogen. ionischen Naturphilosophen. Bereits diese sowie die darauffolgenden Generationen griechischer Philosophen geben etliche der großen Fragen vor, die von Platon und Aristoteles aufgegriffen und der zukünftigen Philosophie mit auf dem Weg gegeben werden: Was ist wirklich? Wie können wir das Wirkliche erkennen? Gibt es objektive Werte? Worin besteht ein gelingendes Leben? Die Philosophie der Antike umfasst ein Jahrtausend. Daher ist es nicht verwunderlich, dass sich in der Antike höchst unterschiedliche Verständnisweisen von Philosophie ausprägten. Anhand von ausgewählten Denkern wie den Sophisten, Sokrates, Platon, Aristoteles, Plotin und Vertreter der Stoa sollen diese thematisiert werden: Philosophie als Daseinsbewältigung; Philosophie als Grundlagenwissenschaft; Philosophie als Suche nach ewigen Wahrheiten; Philosophie als praktisches Orientierungswissen. Dabei wird auch auf die ungeb ... (weiter siehe Digicampus) <b>Philosophie der Neuzeit</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.*</i> Programmatisches Ziel der neuzeitlichen Philosophie ist die Begründung eines gesicherten, umfassenden und für jedermann zugänglichen Wissens. Da die scholastische Theologie des Spätmittelalters diesem Ideal nicht mehr zu entsprechen scheint, fällt es nun der Philosophie zu, die Grundlagen menschlichen Denkens, Wissens und Handelns aus genuin eigenen Quellen heraus zu entwickeln. Vorbild ist zum einen die gedankliche Präzision der Mathematik, zum andern die empirische Methode der neu aufbrechenden Naturwissenschaften. Das neue Denken orientiert sich in beiden Fällen nicht mehr an der natürlichen Ordnung der Dinge, sondern an

der Ordnung wissenschaftlicher Beweisbarkeit - mit allen kritischen Folgen für ein ganzheitliches Verständnis der Welt, des Menschen und des menschlichen Handelns. Die Einseitigkeit einer rationalistischen und empiristischen Philosophie tritt zum Ende des 18. Jahrhunderts in den Blick und stellt die Philosophie erneut vor die Aufgabe, sich selbst als systematische G  
... (weiter siehe Digicampus)

**Modulteil: Systematisch Philosophie**

**Lehrformen:** Vorlesung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**ECTS/LP:** 4.0

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Einführung in die Erkenntnistheorie** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.\**

Die Vorlesung gibt einen Überblick über einige zentrale Themen und Probleme der Erkenntnistheorie. Hierbei beschäftigen wir uns vornehmlich mit a) Definition(en) des Wissens im Unterschied zu bloßen Meinungen, b) mit möglichen Quellen des Wissens (z. B. Wahrnehmung, Erinnerung, Zeugnis durch andere), c) mit verschiedenen Ansätzen der erkenntnistheoretischen Rechtfertigung (Internalismus, Externalismus), d) mit der Struktur der Rechtfertigung (Foundationalismus, Köheränztheorie), e) mit erkenntnistheoretischen Tugenden sowie f) mit Wahrheitstheorien. Dabei wird auch die Relevanz dieser Themen für theologische Fragestellungen besprochen.

**Philosophie der Mathematik** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

Über die ganze Geschichte der Philosophie hinweg ist die mathematische Erkenntnis das Vorbild menschlicher Erkenntnismöglichkeiten geblieben. Die Vorlesung thematisiert die Erkenntnistheorie der Mathematik und ihre verschiedenen ontologischen Ausdeutungen.

**Prüfung**

**PHIL-0026 Überblick Philosophiegeschichte/Systematik**

Modulprüfung, Mündliche Prüfung (30') oder Klausur (120')

<b>Modul PHI-0027: Text und Diskurs Philosophiegeschichte/ Systematik</b> <i>Text and Discourse History of Philosophy / Systematic Philosophy</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christian Schröer		
<b>Inhalte:</b> Die Lehrveranstaltungen zur Geschichte der Philosophie vermitteln Zugänge zu den Begrifflichkeiten und Denkweisen früherer Epochen sowie zu den besonderen Arbeitsweisen der Geisteswissenschaften. Im Rahmen der systematischen Philosophie kann man sich mit klassischen und modernen Positionen der Theoretischen Philosophie oder mit Grundfragen der allgemeinen oder angewandten Ethik befassen.		
<b>Bemerkung:</b> Für Moduldetails beachten Sie bitte auch den Leitfaden für alle Studiengänge: <a href="https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/philsoz/fakultat/philosophie/leitfaden/">https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/philsoz/fakultat/philosophie/leitfaden/</a>		
<b>Voraussetzungen:</b> Im Seminarmodul nimmt man regelmäßig und aktiv (Referat) an zwei Seminaren teil; hier besteht die Modulgesamtprüfung darin, dass man zu einem der beiden Seminare eine Hausarbeit schreibt.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Geschichte der Philosophie</b>  <b>Lehrformen:</b> Seminar  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>SWS:</b> 2  <b>ECTS/LP:</b> 4.0</p>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>(Thomas-Projekt): Thomas von Aquin, Ethik III: Die inneren Prinzipien des Handelns - Habitus und Tugenden (Summa Theologiae I-II 49-70) (Seminar)</b>  <i>*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.*</i>                  Die allgemeine Ethik des Thomas, der wohl „bedeutendste Beitrag zur praktischen Philosophie zwischen Aristoteles und Kant“ (Kluxen), befasst sich im Anschluss an die allgemeine Handlungs- und Affektenlehre mit den „inneren Prinzipien“ des menschlichen Handelns. Gemeint sind die inneren charakterlichen und kognitiven Grundhaltungen (habitus) des Menschen, die durch wiederholtes Verhalten, Erziehung und Bildung ausgebildet werden und das Handeln maßgeblich bestimmen, im Unterschied zu den anschließend behandelten äußeren Prinzipien des Handelns, die in Form von gesetzlichen Vorschriften die gesellschaftliche Praxis leiten. Soweit die inneren Grundhaltungen dem guten Leben dienen, werden sie als Tugenden (virtutes) aufgefasst. Thomas behandelt in diesem mittleren Teil seiner allgemeinen Ethik zunächst den Begriff des Habitus und entwirft dann den Grundriss einer allgemeinen Tugendlehre, die die vier klassischen Kardinaltugenden (Klugheit, Besonnenheit, Mut/Tapferkeit, Gerechtigkeit) sowie                  ... (weiter siehe Digicampus)</p> <p><b>Die Verborgenheit Gottes - Klassische (theologische) und aktuelle (religionsphilosophische) Texte (Seminar)</b>  <i>*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.*</i>                  Der wohl bekannteste philosophische Einwand gegen die Existenz Gottes beruht auf dem Problem des Übels. Ein vergleichbar gewichtiger Einwand, der in den letzten Jahrzehnten im religionsphilosophischen Diskurs in den Vordergrund getreten ist, ist das sogen. Problem der Verborgenheit Gottes. Es besagt im Kern, dass die Existenz</p>

eines moralisch vollkommenen und an Beziehung interessierten Gottes nicht damit vereinbar zu sein scheint, dass offenbar viele Menschen sich zwar eine Gottesbeziehung wünschen würden, aber schlichtweg aufgrund mangelnder Indizien nicht zur Überzeugung gelangen, dass es diesen Gott gibt. Wie kann dies aber sein, wenn Gott mit seinen Geschöpfen eine persönliche Beziehung eingehen will und daher genügend Belege für seine Existenz bereitstellen sollte? Die atheistische Antwort lautet: Weil es diesen Gott eben nicht gibt! Verschiedene aktuelle religionsphilosophische Antworten auf diese (atheistische) These werden wir im Seminar kennenlernen. Zudem werden wir uns auch ... (weiter siehe Digicampus)

**Kant: Zum ewigen Frieden** (Hauptseminar)

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

Mit der „satirischen“ Frage, ob sich das so titulierte Schild „jenes holländischen Gastwirts, worauf ein Kirchhof gemalt war“, wohl an die „Staatsoberhäupter, die des Krieges nie satt werden können“ oder nur an „die Philosophen“ gerichtet habe, beginnt Kant im Jahr 1795, auf dem Höhepunkt seines Schaffens, seine kleine Schrift über die ethischen und rechtlichen Grundlagen eines dauerhaften Friedens unter den Völkern. Um seinen Beitrag nicht nur an einen engen Gelehrtenkreis, sondern auch an die Vertreter der Politik zu adressieren, gießt er seine Überlegungen in die Form eines Friedensvertrags, der im Kern aus sechs Präliminar-Artikel und drei Definitiv-Artikel besteht und mit einem Zusatz, einem „Geheim-Artikel“ und einem Anhang über den Frieden in ethischer und politischer Sicht ergänzt wird. Kant nimmt die klassische Lehre beim Wort, dass das Ziel allen ‚gerechten Krieges‘ nichts anderes als der Frieden sein könne. Seine Mahnung hat bis heute nichts an Bedeutung, Aktualität und Drin

... (weiter siehe Digicampus)

**Logik der Fehlschlüsse - Fehlschlüsse der Logik (online vhb-Kurs)** (Seminar)

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

Bitte beachten: Kursanmeldung: 01.10.2021 00:00 Uhr bis 15.11.2021 23:59 Uhr Kursabmeldung: 01.10.2021 00:00 Uhr bis 15.11.2021 23:59 Uhr Kursbearbeitung / Kurslaufzeit: 05.10.2021 00:00 bis 14.03.2022 23:59  
Der Link zur Anmeldung bei der vhb lautet: <https://www.vhb.org/startseite/> und danach geht es weiter unter "Schlüsselqualifikationen", "Methodenkompetenz". Königin Necessitas wird Sie demnächst empfangen. Denn Sie sind bei diesem Seminar die Hauptperson, die sich mit folgenden Fragen beschäftigt: Was ist ein logisch gültiger Schluss? Was sind Fehlschlüsse und in welchen Arten kommen sie vor? Wie bewähren sich Schlüsse und (tatsächliche oder scheinbare) Fehlschlüsse beim Argumentieren? Lassen sich gute Gründe dafür anführen, am Stellenwert logisch gültiger Schlüsse zu zweifeln? Was soll das sein und gibt es das überhaupt – eine Logik der Fehlschlüsse und die Fehlschlüsse der Logik? Diese Fragen stellen sich Ihnen während eines virtuellen Praktikums, das Sie für den philosophischen S

... (weiter siehe Digicampus)

**Niccolò Machiavelli: Il Principe und Discorsi – die Macht der Manipulation?** (Seminar)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Der Renaissance-Autor Niccolò Machiavelli genießt eine widersprüchliche Reputation bzw. Rezeption: gilt er einerseits als Repräsentant der Befürwortung einer skrupellosen (a-moralischen) politischen Praxis, so wird er andererseits auch als Realist konkreter Machtpolitik i.S. einer angemessenen Beschreibung des „Wesens“ von Politik eingeordnet. Gilt er den einen als Möglichkeit einer Orientierung unternehmerischer Führung und ökonomischen Handelns („Machiavelli für Manager“), so repräsentiert er für andere den Ahnherrn von bewusst praktizierten Fake-News, von bewusst eingesetzter Lüge, Manipulation und intendiertem Betrug zur Durchsetzung einseitiger politischer Machtinteressen, wie wir sie diesseits und jenseits des Atlantiks sowie Pazifiks in vielfältigen Formen aktuell beobachten können. Wer war „dieser“ Machiavelli, wie sind seine Positionen politikhistorisch, aber insbesondere philosophisch einzuordnen? Anhand der Lektüre der beiden Texte „Il Principe“ und „Discorsi“ soll nicht nur

... (weiter siehe Digicampus)

**Philosophische Anthropologie im 21. Jahrhundert** (Seminar)

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

Was ist das Wesen des Menschen und was genau macht ihn zu dem, der er ist? Die klassische philosophische Anthropologie hat in Zeiten starker Naturalisierungstendenzen (sowohl außerhalb als auch innerhalb der

Philosophie) oft zu kämpfen, weiterhin als legitimer Ansprechpartner für diese Fragen angesehen zu werden. Insbesondere die Biologie, die sich seit einigen Jahren aufmacht, die Physik als Leitwissenschaft abzulösen, drängt in einigen radikalen Interpretationen in Gebiete, die lange Zeit der Philosophie vorbehalten waren: Was ist das Wahre, das Gute und das Schöne? Die Philosophie sollte nicht den Fehler begehen, explanatorische Erfolge der Evolutionären Anthropologie kleinzureden oder mit Nichtbeachtung zu strafen. Gleichzeitig liegt es aber an ihr, (Kategorien-) Fehler, wissenschaftstheoretische Unzulänglichkeiten und missglückte Vereinfachungen aufzuzeigen. Die Aufgabe der Philosophie geht jedoch weit über diese mahnende Funktion hinaus: In der heutigen Zeit ist eine eingehende B

... (weiter siehe Digicampus)

#### **René Descartes: Meditationen (Seminar)**

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

Meditationen über die Grundlagen der Philosophie (1641) gelten als bedeutendstes Werk René Descartes'. In den Meditationen wird die Frage aufgeworfen, worin die intuitiv gewisesten Grundlagen der menschlichen Erkenntnis bestehen. Die Auseinandersetzung mit dieser Frage beruht auf der Entwicklung der Methode des systematischen Zweifels, die von der Anerkennung der ursprünglichen Gewissheit der Tatsache des Denkens ausgeht und eine Rekonstruktion angezweifelter Denkinhalte auf der Basis der intuitiven Gewissheit fordert, und führt Descartes zum Bejahen des Dualismus der denkenden und ausgedehnten Substanzen. Im Seminar wird das Werk diskutiert. Das Seminar wird online abgehalten. Zur Durchführung des Seminars werden sowohl asynchrone als auch synchrone Formate eingesetzt. Die erste Zoom-Sitzung findet am 04.11.2021 statt. Wir arbeiten mit folgenden Texten: R. Descartes. Meditationen mit sämtlichen Einwänden und Erwiderungen. Meiner, Hamburg, 2009 (eine ältere Übersetzung ist frei im In

... (weiter siehe Digicampus)

#### **Sein und Nichts. (Meta-)Metaphysik an der Grenze des Denkens (Seminar)**

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

Dieses Seminar widmet sich den zwei großen philosophischen Kernbegriffen des ‚Seins‘ und des ‚Nichts‘ in ihren vielfältigen historischen und systematischen Bedeutungen. Insbesondere soll das Augenmerk auf den Begriff des ‚Nichts‘ gerichtet werden, der oftmals zu wenig rigorose theoretische Behandlung erfährt. Anhand von klassischen und modernen analytischen Texten soll der Versuch einer Annäherung an diese äußerst schwierigen Fundamentalkonzepte unternommen werden.

#### **Theologie als Wissenschaft im Mittelalter anhand ausgewählter Prologe zum Sentenzenkommentar (Seminar)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Hat die Theologie Platz neben den profanen Wissenschaften und der Philosophie? Ist Theologie überhaupt eine Wissenschaft? Ist sie eine theoretische Wissenschaft oder will sie auf praktische Weise Orientierung bieten für unser Leben? Wie soll man argumentieren, wenn es um religiöse Überzeugungen geht? Theologen im 13. Jahrhundert beginnen, sich mit derartigen Fragen auseinander zu setzen, da sie sich einem größeren Selbstbewusstsein der Philosophen gegenübersehen. Sie stellen fest: Theologie, die im akademischen Kontext ernst genommen werden will, muss hohe wissenschaftliche Anforderungen erfüllen. Wir werden uns im Seminar mit den deutschen Übersetzungen lateinischer Originaltexte und dazugehörigen Kommentaren beschäftigen, an denen man die Entwicklung der theologischen Wissenschaftslehre im 13. Jahrhundert verfolgen kann. Dabei werden wir auch immer wieder einen Blick in das lateinische Original werfen. Die Auseinandersetzung mit den in den Texten gestellten Fragen samt entsprechender

... (weiter siehe Digicampus)

#### **Thomas M. Scanlon: What we owe to each other (Seminar)**

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

Lässt sich bewerten, welche Handlungen richtig und welche falsch sind, und falls ja, wie? Wie ist mit ethischen Konflikten umzugehen? Zählt das Wohl der Vielen mehr als das Wohl der Wenigen? Scanlon's "What we owe to each other" ist eines der wichtigsten Bücher zur modernen Ethik, das auf diese und andere Fragen antwortet. Nach der Diskussion grundlegender Begriffe (reasons, values, well-being) stellt Scanlon seinen eigenen, kontraktualistischen Ethikentwurf vor, der auf wechselseitiger Verantwortbarkeit beruht. Seminarsprache ist deutsch, das Buch liegt aber nur in englisch vor. Die Fähigkeit und Bereitschaft, längere englische Texte zu lesen sind daher Voraussetzung für die Teilnahme. Es wird zwei Vortreffen geben, die jeweils abends per Zoom

stattfinden. Das Seminar selbst ist in Präsenz geplant, kann aber, falls es die Lage erfordern sollte, auch kurzfristig auf ein Online-Format umgestellt werden. Als Einstieg eignet sich folgende Rezension: Nagel, Thomas: One-to-One, in: London R  
 ... (weiter siehe Digicampus)

**Was ist Wissen? Platons Kritik des Empirismus im Dialog Theaitet (Seminar)**

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

Die drei Dialoge Theaitet, Sophistes und Politikos bilden, wie aus der jeweiligen Rahmenhandlung hervorgeht, eine fiktive Trilogie, in der jeweils derselbe Kreis von Gesprächspartnern im Beisein des Sokrates drei Definitionsfragen behandelt: Was ist Wissen? Was ist ein Sophist? Was ist ein Politiker? Der Theaitet bildet zusammen mit dem Dialog Sophistes, dem er sowohl in der fiktiven Chronologie als auch in der Entstehung vorangeht, ein wissenstheoretisches Doppelwerk, indem Platon im Theaitet vornehmlich die empiristische Erkenntnisauffassung des Protagoras und der Herakliteer behandelt, während er im Sophistes die im Theaitet noch ausdrücklich ausgeklammerte Behandlung des parmenideischen Verständnisses der redestimmten Einsicht im direkten Gespräch mit einem Vertreter der eleatischen Lehrtradition durchführt. Im Mittelpunkt des Dialogs Theaitet steht insbesondere das Verhältnis von Wahrnehmung, Meinung und Wissen sowohl in theoretischer als auch in politisch-praktischer Perspektive  
 ... (weiter siehe Digicampus)

**Ästhetiktheorien (Seminar)**

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

In der Industrie ist selten die Rede von Themen, um die es in den weichen Fächern geht: Literatur, Kunst oder Philosophie beschäftigen sich mit Ästhetik, Bewusstsein und „Sinn“ oder „Seele“. Die Industrie tut das deutlich weniger. Doch genau das schlägt bei zunehmender Digitalisierung immer mehr zu Buche. Angeblich liegen nämlich 50-70% aller kostenintensiven Fehlentwicklungen, wie beispielsweise unkooperatives Grundverhalten oder Burnouts, nicht an technischen, sondern an zwischenmenschlichen Problemen und an einer – aus Sicht der weichen Fächer – eindimensionalen Handhabung des menschlichen Bewusstseins. Warum ist das so und was kann man aus Sicht der Philosophie dagegen tun? Das Seminar sucht eine Antwort darauf, indem es sich mit folgenden Fragen beschäftigt: - Wie ästhetische Wahrnehmung und Bewusstsein „funktionieren“ - Wie beides in der Philosophie und den nicht-ökonomischen Fächern beschrieben wird - Wie die Ökonomie davon profitieren kann Ziel des Seminars ist eine gute Orient  
 ... (weiter siehe Digicampus)

**Modulteil: Systematische Philosophie**

**Lehrformen:** Seminar  
**Sprache:** Deutsch  
**SWS:** 2  
**ECTS/LP:** 4.0

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Fake News & Verschwörungstheorien aus Sicht der Philosophie (Blockseminar) (Seminar)**

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

Fake News und – im Rahmen dieser Beschreibung noch undifferenziert pars pro toto für verschiedene Formen von Verschwörungserzählungen – Verschwörungstheorien erfahren zwar in der Coronapandemie eine besondere Hochkonjunktur, haben jedoch eine lange Geschichte und werden seit geraumer Zeit von sehr heterogenen Teilen der Bevölkerung zustimmend rezipiert: Der „Fall Lisa“ und „Pizzagate“ sind Beispiele aus der jüngsten Prä-Coronazeit. Das Seminar macht sich zur Aufgabe, Fake News und Verschwörungstheorien aus einer philosophischen Warte näher zu beleuchten und sowohl Kriterien von Fake News und Verschwörungstheorien als auch Mechanismen der Offenlegung und Entgegnung herauszuarbeiten. Dabei wird den philosophischen Subdisziplinen Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie eine besondere Bedeutung zukommen. Neben klassischen und generellen Themen wie Wissen und Wahrheit auf Seite der Erkenntnistheorie und Voraussetzungen, Methoden und Reichweite der Wissenschaften auf Seite der Wissenschaftstheo  
 ... (weiter siehe Digicampus)

**Hans Joas: Die Macht des Heiligen. Eine Alternative zur Geschichte von der Entzauberung (Seminar)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Mit seinem 2017 erschienenen Werk "Die Macht des Heiligen. Eine Alternative zur Geschichte von der Entzauberung" unterzieht der in Berlin lehrende Soziologe und Religionsphilosoph Hans Joas (geb. 1948) der Auffassung einer stetig fortschreitenden Säkularisierung in der Moderne einer umfassenden Kritik. Insbesondere der von Max Weber (1864–1920) prominent formulierten These von der „Entzauberung der Welt“ wirft Joas Einseitigkeit vor. Dem setzt er die Grundthese einer beständigen Selbsttranszendenz des Menschen entgegen. An die Stelle der Vorstellung eines linearen Säkularisierungsprozesses müsse ein Wechselspiel von Sakralisierung und Desakralisierung konstatiert werden. Somit ergäben sich neue Dialogmöglichkeiten für religiös Glaubende wie Nichtglaubende. Das Seminar versteht sich als Lektürekurs zentraler Passagen von Joas' Buch und weiterer Texte mit gemeinsamer Diskussion. Darüber hinausgehend sollen jedoch auch moderne Formen von Spiritualität und Transzendenz Erfahrungen im weites  
... (weiter siehe Digicampus)

**Kant: Zum ewigen Frieden** (Hauptseminar)

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

Mit der „satirischen“ Frage, ob sich das so titulierte Schild „jenes holländischen Gastwirts, worauf ein Kirchhof gemalt war“, wohl an die „Staatsoberhäupter, die des Krieges nie satt werden können“ oder nur an „die Philosophen“ gerichtet habe, beginnt Kant im Jahr 1795, auf dem Höhepunkt seines Schaffens, seine kleine Schrift über die ethischen und rechtlichen Grundlagen eines dauerhaften Friedens unter den Völkern. Um seinen Beitrag nicht nur an einen engen Gelehrtenkreis, sondern auch an die Vertreter der Politik zu adressieren, gießt er seine Überlegungen in die Form eines Friedensvertrags, der im Kern aus sechs Präliminar-Artikel und drei Definitiv-Artikel besteht und mit einem Zusatz, einem „Geheim-Artikel“ und einem Anhang über den Frieden in ethischer und politischer Sicht ergänzt wird. Kant nimmt die klassische Lehre beim Wort, dass das Ziel allen ‚gerechten Krieges‘ nichts anderes als der Frieden sein könne. Seine Mahnung hat bis heute nichts an Bedeutung, Aktualität und Dringlichkeit  
... (weiter siehe Digicampus)

**Logik der Fehlschlüsse - Fehlschlüsse der Logik (online vhb-Kurs)** (Seminar)

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

Bitte beachten: Kursanmeldung: 01.10.2021 00:00 Uhr bis 15.11.2021 23:59 Uhr Kursabmeldung: 01.10.2021 00:00 Uhr bis 15.11.2021 23:59 Uhr Kursbearbeitung / Kurslaufzeit: 05.10.2021 00:00 bis 14.03.2022 23:59  
Der Link zur Anmeldung bei der vhb lautet: <https://www.vhb.org/startseite/> und danach geht es weiter unter "Schlüsselqualifikationen", "Methodenkompetenz". Königin Necessitas wird Sie demnächst empfangen. Denn Sie sind bei diesem Seminar die Hauptperson, die sich mit folgenden Fragen beschäftigt: Was ist ein logisch gültiger Schluss? Was sind Fehlschlüsse und in welchen Arten kommen sie vor? Wie bewähren sich Schlüsse und (tatsächliche oder scheinbare) Fehlschlüsse beim Argumentieren? Lassen sich gute Gründe dafür anführen, am Stellenwert logisch gültiger Schlüsse zu zweifeln? Was soll das sein und gibt es das überhaupt – eine Logik der Fehlschlüsse und die Fehlschlüsse der Logik? Diese Fragen stellen sich Ihnen während eines virtuellen Praktikums, das Sie für den philosophischen S  
... (weiter siehe Digicampus)

**Logische Analyse in Alltag und Philosophie** (Hauptseminar)

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

Das Hauptseminar behandelt diejenigen logischen Phänomene der Alltagssprache, die für die Philosophie von besonderer Bedeutung sind: (1) Aussagesätze, Namen, Prädikate, generelle Terme, (2) die Vielfalt der Namen (singuläre und plurale), (3) die Multifunktionalität von „ist“, (4) Identität und Existenz, (5) Quantoren und Satzoperatoren, (6) Modalitäten, (7) Konditionalsätze (insbesondere kontrafaktische), (8) Indexikalität, (9) Bedeutung (Sinn) und Bezug, (10) Extensionalität und Intensionalität, (11) Arten der Wahrheit, (12) Mehrdeutigkeit und Vagheit, (13) wörtlicher und übertragener Sinn, usw. Ziel des Seminars ist nicht eine erschöpfende Behandlung aller dieser Themen, sondern vielmehr, anhand von Phänomenen und Problemen, eine Schärfung des logischen Unterscheidungsvermögens, das unabdingbar ist für die angemessene Einschätzung philosophischer Argumentationen. Das Seminar wird durch eine Takehome-Klausur abgeschlossen.  
... (weiter siehe Digicampus)

**Philosophische Anthropologie im 21. Jahrhundert** (Seminar)

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

Was ist das Wesen des Menschen und was genau macht ihn zu dem, der er ist? Die klassische philosophische Anthropologie hat in Zeiten starker Naturalisierungstendenzen (sowohl außerhalb als auch innerhalb der Philosophie) oft zu kämpfen, weiterhin als legitimer Ansprechpartner für diese Fragen angesehen zu werden. Insbesondere die Biologie, die sich seit einigen Jahren aufmacht, die Physik als Leitwissenschaft abzulösen, drängt in einigen radikalen Interpretationen in Gebiete, die lange Zeit der Philosophie vorbehalten waren: Was ist das Wahre, das Gute und das Schöne? Die Philosophie sollte nicht den Fehler begehen, explanatorische Erfolge der Evolutionären Anthropologie kleinzureden oder mit Nichtbeachtung zu strafen. Gleichzeitig liegt es aber an ihr, (Kategorien-) Fehler, wissenschaftstheoretische Unzulänglichkeiten und missglückte Vereinfachungen aufzuzeigen. Die Aufgabe der Philosophie geht jedoch weit über diese mahnende Funktion hinaus: In der heutigen Zeit ist eine eingehende B  
... (weiter siehe Digicampus)

#### **René Descartes: Meditationen** (Seminar)

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

Meditationen über die Grundlagen der Philosophie (1641) gelten als bedeutendstes Werk René Descartes'. In den Meditationen wird die Frage aufgeworfen, worin die intuitiv gewissten Grundlagen der menschlichen Erkenntnis bestehen. Die Auseinandersetzung mit dieser Frage beruht auf der Entwicklung der Methode des systematischen Zweifels, die von der Anerkennung der ursprünglichen Gewissheit der Tatsache des Denkens ausgeht und eine Rekonstruktion angezweifelter Denkinhalte auf der Basis der intuitiven Gewissheit fordert, und führt Descartes zum Bejahen des Dualismus der denkenden und ausgedehnten Substanzen. Im Seminar wird das Werk diskutiert. Das Seminar wird online abgehalten. Zur Durchführung des Seminars werden sowohl asynchrone als auch synchrone Formate eingesetzt. Die erste Zoom-Sitzung findet am 04.11.2021 statt. Wir arbeiten mit folgenden Texten: R. Descartes. Meditationen mit sämtlichen Einwänden und Erwiderungen. Meiner, Hamburg, 2009 (eine ältere Übersetzung ist frei im In  
... (weiter siehe Digicampus)

#### **Sein und Nichts. (Meta-)Metaphysik an der Grenze des Denkens** (Seminar)

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

Dieses Seminar widmet sich den zwei großen philosophischen Kernbegriffen des ‚Seins‘ und des ‚Nichts‘ in ihren vielfältigen historischen und systematischen Bedeutungen. Insbesondere soll das Augenmerk auf den Begriff des ‚Nichts‘ gerichtet werden, der oftmals zu wenig rigorose theoretische Behandlung erfährt. Anhand von klassischen und modernen analytischen Texten soll der Versuch einer Annäherung an diese äußerst schwierigen Fundamentalkonzepte unternommen werden.

#### **Sinn im Leben / Sinn des Lebens?** (Seminar)

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

VERANSTALTUNG IST VOLL, KEINE ANMELDUNG MEHR MÖGLICH Die Jahre 2020 und 2021 konfrontierten uns deutlich mit der Frage nach Sinnhaftigkeit: Sie verlangten von uns eine individuelle Stellungnahme bezüglich mehrerer Fragestellungen. Wie sinnvoll ist unser Leben, wovon ist unser Sinn bestimmt? Ist es überhaupt sinnvoll, nach einem Sinn im Leben zu fragen, kann gar ein Sinn des Lebens gefunden werden? Erwartet uns jenseits der „42“ je eine andere Antwort? In diesem Semester setzen wir uns mit der noetischen Aufforderung, unserem individuellen Sein Sinn abzuringen, auseinander. Als Lektüre werden wir den Sammelband Der Sinn des Lebens, erschienen im dtv (5. Auflage 2004), herausgegeben von Christoph Fehige, Georg Meggle und Ulla Wessels, heranziehen, der unterschiedliche Anschauungen von Bertrand Russell über Albert Einstein bis William Shakespeare und Douglas Adams u.v.a.m. darstellt.  
... (weiter siehe Digicampus)

#### **WISSENSCHAFT, WAHRHEIT UND FAKE.** (Seminar)

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

Anhand zeitgenössischer wissenschaftlicher Literatur werden im Seminar ausgewählte Themen behandelt, die um die Begriffe von Erkenntnis, Wissenschaft, Wahrheit und Fälschung kreisen. Dabei werden u.a. folgende Fragen analysiert und diskutiert: Was kann als verlässliches wissenschaftliches Wissen gelten? Sind anti-wissenschaftliche Positionen auf dem Vormarsch? Weshalb sind Menschen anfällig für Fake News,

Verschwörungsthesen und Lügen? Wie verändert sich vor diesem Hintergrund der gesellschaftliche Diskurs? Welche Rolle spielen hierbei die „sozialen Medien“? Welche Gefahren gehen hiervon für die Demokratie aus?

**What is love? - Philosophische Antworten aus der Antike (Seminar)**

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

**Ästhetiktheorien (Seminar)**

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

In der Industrie ist selten die Rede von Themen, um die es in den weichen Fächern geht: Literatur, Kunst oder Philosophie beschäftigen sich mit Ästhetik, Bewusstsein und „Sinn“ oder „Seele“. Die Industrie tut das deutlich weniger. Doch genau das schlägt bei zunehmender Digitalisierung immer mehr zu Buche. Angeblich liegen nämlich 50-70% aller kostenintensiven Fehlentwicklungen, wie beispielsweise unkooperatives Grundverhalten oder Burnouts, nicht an technischen, sondern an zwischenmenschlichen Problemen und an einer – aus Sicht der weichen Fächer – eindimensionalen Handhabung des menschlichen Bewusstseins. Warum ist das so und was kann man aus Sicht der Philosophie dagegen tun? Das Seminar sucht eine Antwort darauf, indem es sich mit folgenden Fragen beschäftigt: - Wie ästhetische Wahrnehmung und Bewusstsein „funktionieren“ - Wie beides in der Philosophie und den nicht-ökonomischen Fächern beschrieben wird - Wie die Ökonomie davon profitieren kann Ziel des Seminars ist eine gute Orient  
... (weiter siehe Digicampus)

**Prüfung**

**PHI-0027 Text und Diskurs Philosophiegeschichte/Systematik**

Hausarbeit/Seminararbeit, Aktive Teilnahme an jeweils einem Seminar, Modulgesamtprüfung: 1 Hausarbeit

<b>Modul WIW-0001: Kostenrechnung</b> <i>Cost Accounting</i>		5 ECTS/LP
Version 4.3.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Jennifer Kunz		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, die Grundlagen der notwendigen Methoden der Kosten- und Leistungsrechnung, welche nötig sind um Kosteninformationen für eine effektive und effiziente Unternehmensführung zu erhalten, zu begreifen. Sie sind nach dem Besuch der Veranstaltung in der Lage, die Kostenrechnung in der Praxis zu nutzen und sie auf theoretisch fundierter Basis zu hinterfragen. Ferner sind sie dadurch in der Lage die drei Stufen der Vollkostenrechnung, die Erlös- und die Erfolgsrechnung zu verstehen. Die Erkenntnisse werden durch Fallstudien und Übungen vertieft.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 150 Std. 54 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 33 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 21 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Es sind keine Vorkenntnisse notwendig.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> schriftliche Prüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Kostenrechnung (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2		
<b>Literatur:</b> Coenenberg, A. G., Fischer, T. M. & Günther, T. (2016). Kostenrechnung und Kostenanalyse, 9. Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel. Ewert, R. & Wagenhofer, A. (2014). Interne Unternehmensrechnung, 8. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer. Schildbach, T. & Homburg, C. (2008). Kosten- und Leistungsrechnung, 10. Auflage. Stuttgart: Lucius & Lucius. Weber, J. & Weißenberger, B. (2021). Einführung in das Rechnungswesen, 10. Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Kostenrechnung (Vorlesung)</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.*</i> 1. Einordnung in den Controlling-Kontext 2. Strukturierung von Kosten 3. Kostenartenrechnung 4. Kostenstellenrechnung 5. Kostenträgerrechnung 6. Erlösrechnung 7. Ergebnisrechnung		
<b>Modulteil: Kostenrechnung (Übung)</b> <b>Lehrformen:</b> Übung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 2		

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Kostenrechnung (Übung)** (Übung)

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

1. Einordnung in den Controlling-Kontext 2. Strukturierung von Kosten 3. Kostenartenrechnung 4. Kostenstellenrechnung 5. Kostenträgerrechnung 6. Erlösrechnung 7. Ergebnisrechnung

**Kostenrechnung (Übung, Präsenztermin: Dienstag, 16:15 - 17:45 Uhr, Hörsaal K 1001)** (Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Kostenrechnung (Übung, Präsenztermin: Dienstag, 18:15 - 19:45 Uhr, Hörsaal K 1004)** (Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Kostenrechnung (Übung, Präsenztermin: Donnerstag, 14:15 - 15:45 Uhr, Hörsaal K 1002)** (Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Kostenrechnung**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Beschreibung:**

jedes Semester

<b>Modul WIW-0014: Bilanzierung I</b> <i>Financial Accounting I</i>		5 ECTS/LP
Version 5.0.0 (seit WS18/19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Schultze		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul verstehen die Studierenden die Bestandteile und Ziele des betrieblichen Rechnungswesens. Sie sind in der Lage, den Aufbau und die Funktionsweise des betrieblichen Rechnungswesens sowie die grundlegenden Zusammenhänge der verschiedenen Teilbereiche im Rechnungswesen zu beschreiben. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die wichtigsten Sachverhalte abbilden zu können sowie die notwendigen Techniken zur Vorbereitung und Erstellung des Jahresabschlusses anwenden zu können. Nach Besuch der Veranstaltung kennen sie die rechtlichen Grundlagen zur Buchführungspflicht und verstehen die grundlegenden Instrumente eines Jahresabschlusses.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 150 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 38 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Es sind keine Vorkenntnisse notwendig.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> schriftliche Prüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteil:</b> Bilanzierung I (Vorlesung)
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2
<b>Literatur:</b> Coenenberg/Haller/Mattner/Schultze (2021): Einführung in das Rechnungswesen: Grundlagen der Buchführung und Bilanzierung, 8. Aufl., Stuttgart 2021.
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Bilanzierung I (Vorlesung GBM + ReWi)</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.*</i> Diese Veranstaltung vermittelt die grundlegenden Kenntnisse des Aufbaus und der Funktionsweise des betrieblichen Rechnungswesens. Die Basis für das Verständnis der Zusammenhänge der verschiedenen Teilbereiche des Rechnungswesens wird gelegt. Inhalte der Vorlesung: • Rechnungswesen als Informationsbasis der Unternehmensführung • Rechtliche Grundlagen • Vom Inventar zur Bilanz • Erfassung der Güter- und Finanzbewegungen • Von der Eröffnungsbilanz zur Schlussbilanz • Organisation der Bücher • Sachverhalte im warenwirtschaftlichen Bereich • Sachverhalte im personalwirtschaftlichen Bereich • Sachverhalte im produktionswirtschaftlichen Bereich • Sachverhalte im anlagenwirtschaftlichen Bereich • Sachverhalte im finanzwirtschaftlichen Bereich • Vorbereitung des Jahresabschlusses <b>Bilanzierung I (Vorlesung)</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.*</i> Diese Veranstaltung vermittelt die grundlegenden Kenntnisse des Aufbaus und der Funktionsweise des betrieblichen Rechnungswesens. Die Basis für das Verständnis der Zusammenhänge der verschiedenen

Teilbereiche des Rechnungswesens wird gelegt. Inhalte der Vorlesung: • Rechnungswesen als Informationsbasis der Unternehmensführung • Rechtliche Grundlagen • Vom Inventar zur Bilanz • Erfassung der Güter- und Finanzbewegungen • Von der Eröffnungsbilanz zur Schlussbilanz • Organisation der Bücher • Sachverhalte im warenwirtschaftlichen Bereich • Sachverhalte im personalwirtschaftlichen Bereich • Sachverhalte im produktionswirtschaftlichen Bereich • Sachverhalte im anlagenwirtschaftlichen Bereich • Sachverhalte im finanzwirtschaftlichen Bereich • Vorbereitung des Jahresabschlusses

**Bilanzierung I (Vorlesung, Präsenztermin: Montag 12:15-13:45 Uhr)** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Modulteil: Bilanzierung I (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Bilanzierung I (Übung GBM + ReWi)** (Übung)

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

Übung zur Vorlesung Bilanzierung I (Buchhaltung) (GBM + ReWi)

**Bilanzierung I (Übung)** (Übung)

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

Übung zur Vorlesung Bilanzierung I (Buchhaltung)

**Bilanzierung I (Übung, Präsenztermin: Dienstag 10:15-11:45 Uhr)** (Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Bilanzierung I (Übung, Präsenztermin: Donnerstag 12:15-13:45 Uhr)** (Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Bilanzierung I**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Beschreibung:**

jedes Semester

<b>Modul WIW-0002: Bilanzierung II</b> <i>Financial Accounting II</i>		5 ECTS/LP
Version 4.2.0 (seit WS18/19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Robert Ullmann		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach Bestehen dieses Moduls kennen die Studierenden die Ziele und Funktionen des Jahresabschlusses. Sie können die dazu notwendigen Rechtsvorschriften des HGB (und EStG) benennen. Sie verstehen die Konzeption der Grundsätze ordnungsmäßiger Buchführung (GoB) und deren Einfluss auf die Bilanzierung. Sie können die einschlägigen Vorschriften hinsichtlich des Ansatzes, der Bewertung und des Ausweises anwenden. Die Studierenden sind damit in der Lage, mit Hilfe vorgegebener Sachverhalte eine Bilanz und Gewinn- und Verlustrechnung aufzustellen. Des Weiteren können sie Ansatz- und Bewertungsfragen in den Bereichen des Anlage- und Umlaufvermögens sowie des Eigen- und Fremdkapitals zutreffend beantworten. Sie kennen zudem die weiteren Bilanzpositionen ARAP/PRAP und latente Steuern. Daneben verstehen sie auch die Funktionen der Gewinn- und Verlustrechnung und der Kapitalflussrechnung und deren Zusammenhang mit der Bilanz.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 150 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 38 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Gutes Verständnis der Buchungssystematik aus der Veranstaltung Bilanzierung I.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> schriftliche Prüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Bilanzierung (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2
<b>Literatur:</b> Baetge, J./Kirsch, H./Thiele, S.: Bilanzen, aktuelle Auflage. Bitz, M./Schneeloch, D./Wittstock, W./Patek, G.: Der Jahresabschluss - Nationale und internationale Rechtsvorschriften, Analyse und Politik, aktuelle Auflage. Coenenberg, A./Haller, A./Mattner, G./Schultze, W.: Einführung in das Rechnungswesen. Grundlagen der Buchführung und Bilanzierung, aktuelle Auflage.
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Bilanzierung II (Wiederholungsklausur WiSe 2021/22)</b> <i>*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.*</i> • Überblick über die Grundlagen der Jahresabschlusserstellung • Grundsätze ordnungsgemäßer Buchführung • Bilanzierung von Anlage- und Umlaufvermögen • Bilanzierung von Eigen- und Fremdkapital • Rechnungsabgrenzungsposten • Gewinn- und Verlustrechnung • Bilanzkennzahlen • Überblick über die Grundlagen der Ertragsteuern (Gewerbe-, Körperschaft- und Einkommensteuer) und der Umsatzsteuer

**Modulteil: Bilanzierung II (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Bilanzierung II (Wiederholungsklausur WiSe 2021/22)**

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

- Überblick über die Grundlagen der Jahresabschlusserstellung • Grundsätze ordnungsgemäßer Buchführung • Bilanzierung von Anlage- und Umlaufvermögen • Bilanzierung von Eigen- und Fremdkapital
- Rechnungsabgrenzungsposten • Gewinn- und Verlustrechnung • Bilanzkennzahlen • Überblick über die Grundlagen der Ertragsteuern (Gewerbe-, Körperschaft- und Einkommensteuer) und der Umsatzsteuer

**Prüfung**

**Bilanzierung II**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Beschreibung:**

jedes Semester

<b>Modul WIW-0003: Investition und Finanzierung</b> <i>Investment and Financing</i>		5 ECTS/LP
Version 3.0.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marco Wilkens		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Kurs sind die Studierenden in der Lage, die grundsätzlichen Methoden und Instrumente, die in operativen Investitions- und Finanzierungsentscheidungen essenziell sind, anzuwenden und deren Ergebnisse zu interpretieren. Die Studierenden lernen die Anwendung zentraler dynamischer Verfahren der Investitionsrechnung, zentraler Ansätze bei Entscheidung unter Unsicherheit sowie grundlegender Methoden zur Bewertung von Forwards und Optionen. In diesem Kontext wird die Fähigkeit, in finanziellen Größen zu denken und diese zu analysieren, weiterentwickelt. Darüber hinaus verstehen die Studierenden den Zeitwert des Geldes und sind in der Lage, das Risiko eines Zahlungsstroms, das bei Investitionen berücksichtigt werden muss, zu messen. Zudem erlernen die Studierenden die Anwendung grundlegender theoretischer Kenntnisse im Bereich der Wertpapieranalyse und Portfoliotheorie.</p> <p>Neben diesen technischen Fähigkeiten, haben die Studierenden nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul ein tiefgehendes Verständnis der Kapitalmärkte und der zugehörigen Theorie, die in diesem Kurs gelehrt wird. Zudem wird ein grundlegendes Verständnis für die Finanzierungsproblematik von Unternehmen und die damit verbundenen wichtigsten Finanzierungsformen vermittelt.</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 150 Std. 42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 44 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 24 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p>		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> schriftliche Prüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<p><b>Modulteil: Investition und Finanzierung (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2</p>		
<p><b>Literatur:</b> Literaturhinweise werden in den Vorlesungsunterlagen gegeben und beziehen sich i.d.R. auf Berk/DeMarzo (2013): Corporate Finance.</p>		
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Wiederholungsübung Investition und Finanzierung (Vorlesung + Übung)</b> <i>*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.*</i> Dieser Kurs vermittelt grundsätzliche Methoden und Instrumente, die in operativen Investitions- und Finanzierungsentscheidungen essenziell sind. Im Zuge dessen lernen die Studenten die Anwendung zentraler statistischer und dynamischer Verfahren der Investitionsrechnung, zentraler Ansätze bei Entscheidung unter Unsicherheit, grundlegender Kenntnisse im Bereich der Wertpapieranalyse und Portfoliotheorie sowie wichtiger Finanzierungsformen der Unternehmenspraxis. Neben diesen technischen Fähigkeiten, haben die Studenten nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul ein tiefgehendes Verständnis der Kapitalmärkte und der zugehörigen</p>		

Theorie, die in diesem Kurs gelehrt wird. Zudem wird es Ihnen leichter fallen in finanziellen Größen zu denken. So können sie in Ihrer Entscheidungskalkül einbeziehen, dass ein Zahlungsstrom heute mehr wert ist als ein Zahlungsstrom derselben Höhe in der (entfernten) Zukunft. Daneben werden Sie erkennen, dass auch das Risiko von Zahlungsströmen gemessen werden muss  
... (weiter siehe Digicampus)

**Modulteil: Investition und Finanzierung (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Wiederholungsübung Investition und Finanzierung (Vorlesung + Übung)**

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

Dieser Kurs vermittelt grundsätzliche Methoden und Instrumente, die in operativen Investitions- und Finanzierungsentscheidungen essenziell sind. Im Zuge dessen lernen die Studenten die Anwendung zentraler statistischer und dynamischer Verfahren der Investitionsrechnung, zentraler Ansätze bei Entscheidung unter Unsicherheit, grundlegender Kenntnisse im Bereich der Wertpapieranalyse und Portfoliotheorie sowie wichtiger Finanzierungsformen der Unternehmenspraxis. Neben diesen technischen Fähigkeiten, haben die Studenten nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul ein tiefgehendes Verständnis der Kapitalmärkte und der zugehörigen Theorie, die in diesem Kurs gelehrt wird. Zudem wird es Ihnen leichter fallen in finanziellen Größen zu denken. So können sie in Ihrer Entscheidungskalkül einbeziehen, dass ein Zahlungsstrom heute mehr wert ist als ein Zahlungsstrom derselben Höhe in der (entfernten) Zukunft. Daneben werden Sie erkennen, dass auch das Risiko von Zahlungsströmen gemessen werden muss  
... (weiter siehe Digicampus)

**Prüfung**

**Investition und Finanzierung**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Beschreibung:**

jedes Semester

<b>Modul WIW-0004: Produktion und Logistik</b> <i>Production and Logistics</i>		5 ECTS/LP
Version 4.5.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Axel Tuma		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul besitzen die Studierenden grundlegende Kenntnisse über die Inhalte der Unternehmensfelder Produktion und Logistik. Sie erlangen ein grundlegendes Verständnis über die (produktions-)wirtschaftlichen Zusammenhänge verschiedener Planungsaufgaben in diesen Bereichen. Weiterhin verstehen sie, neben den traditionellen Inhalten der strategischen Planung, der mittelfristigen Produktionsplanung und der kurzfristigen Planung, jeweils auch umweltschutzorientierte Aspekte zu integrieren. Gleichzeitig werden sie dazu in die Lage versetzt verschiedene Planungsaufgaben zu analysieren, in entsprechende Entscheidungs- und Planungsprobleme zu überführen und aktuelle Methoden der Planung anzuwenden. Die erlangten Kenntnisse und Analysefähigkeiten befähigen die Studierenden auch anderweitige Problemstellungen zu adressieren und die erlernten Methoden flexibel anzuwenden.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 150 Std. 60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 28 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Es sind keine Vorkenntnisse notwendig. Die Module "WIW-0013: Einführung in die Wirtschaftswissenschaften" und "WIW-0015: Mathematik I" werden vorbereitend empfohlen.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> schriftliche Prüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Produktion und Logistik (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2
<b>Literatur:</b> Domschke, W.; Scholl, A.: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, 4. Aufl., Springer-Verlag, Berlin et al. 2008. Günther, H.-O.; Tempelmeier, H.: Produktion und Logistik, 7. Aufl., Springer Verlag, Berlin et al. 2007. Stadtler, H.; Kilger, C.; Meyr, H. (Hrsg.): Supply Chain Management und Advanced Planning: Konzepte, Modelle und Software, 1. Aufl., Springer-Verlag, Berlin et al. 2010.
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Produktion und Logistik (Vorlesung + Übung)</b> <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> Die Vorlesung vermittelt eine Einführung in die industrielle Produktion und Logistik. Im Rahmen der Veranstaltung werden die zentralen produktionswirtschaftlichen und logistischen Planungsprobleme behandelt und die zu ihrer Lösung verfügbaren, grundlegenden Methoden im Überblick vorgestellt. Hierbei werden Grundlagen zum strategischen Produktionsmanagements, zur Gestaltung der Infrastruktur des Produktionssystems, zur operativen

Produktionsplanung und -steuerung und zur Transportlogistik präsentiert. Abschließend geht die Vorlesung auf die Frage ein, wie Umweltaspekte bei den genannten Problemstellungen Berücksichtigung finden können.

**Produktion und Logistik Vorlesung (Präsenztermin: Montag 8:15 - 9:45 Uhr) (Vorlesung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Modulteil: Produktion und Logistik (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Produktion und Logistik (Vorlesung + Übung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Die Vorlesung vermittelt eine Einführung in die industrielle Produktion und Logistik. Im Rahmen der Veranstaltung werden die zentralen produktionswirtschaftlichen und logistischen Planungsprobleme behandelt und die zu ihrer Lösung verfügbaren, grundlegenden Methoden im Überblick vorgestellt. Hierbei werden Grundlagen zum strategischen Produktionsmanagements, zur Gestaltung der Infrastruktur des Produktionssystems, zur operativen Produktionsplanung und -steuerung und zur Transportlogistik präsentiert. Abschließend geht die Vorlesung auf die Frage ein, wie Umweltaspekte bei den genannten Problemstellungen Berücksichtigung finden können.

**Prüfung**

**Produktion und Logistik**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Beschreibung:**

jedes Semester

<b>Modul WIW-0005: Marketing</b> <i>Marketing</i>		5 ECTS/LP
Version 4.1.0 (seit SoSe19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Heribert Gierl		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, die Grundlagen und Ziele des Marketings, insbesondere die Zusammenhänge der vier P's hinsichtlich produkt-, preis-, distributions- und kommunikationspolitischer Ausrichtung, zu verstehen und zu bewerten. Ferner sind sie in der Lage, den vollständigen Prozess der Gewinnung von Daten durch die Marketingforschung und die Verwendung dieser Daten zur Entwicklung und Bewertung von Marketing-relevanten Handlungsalternativen zu verstehen und entsprechend anzuwenden. Die relevanten Übungsaufgaben sind entweder im Selbststudium zu bearbeiten oder können durch Besuchen der angebotenen Übungen geübt werden.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 150 Std. 42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 28 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> schriftliche Prüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Marketing (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2		
<b>Literatur:</b> Diverse Veröffentlichungen zu Themen der Vorlesung auf der Website des Lehrstuhls. Gierl, H.: Übungsaufgaben Marketing, aktuelle Auflage, Eul Verlag.		
<b>Modulteil: Marketing (Übung)</b> <b>Lehrformen:</b> Übung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2		
<b>Prüfung</b> <b>Marketing</b> Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten <b>Beschreibung:</b> jedes Semester		

<b>Modul WIW-0006: Organisation und Personalwesen</b> <i>Organisation and Human Resource</i>		5 ECTS/LP
Version 4.3.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Susanne Warning Prof. Dr. Erik E. Lehmann		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage:  1. im Teilbereich Organisation die Grundlagen der ökonomischen Organisationstheorie zu verstehen. Aufbauend auf den zentralen Konstrukten der Neuen Institutionenökonomie können die Studierenden den Aufbau von Organisationsstrukturen darstellen und diskutieren.  2. im Teilbereich Personalwesen die Handlungsfelder des Personalwesens und dessen Einordnung im Unternehmen wiederzuerkennen und zu verstehen. Die Studierenden sollen personalwirtschaftliche Methoden auf theoretische Inhalte und praktische Beispiele anwenden und diese entsprechend wirtschaftswissenschaftlicher Methoden analysieren können.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 150 Std. 49 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 50 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 21 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> schriftliche Prüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Organisation und Personalwesen (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2		
<b>Literatur:</b> Organisation: Jost, P.-J.: Ökonomische Organisationstheorien. 1. Aufl. Wiesbaden: Gabler Verlag 2000. Jost, P.-J.: Organisation und Koordination. 1. Aufl. Wiesbaden: Gabler Verlag 2000. Picot, A.; Dietl, H.; Franck, E.: Organisation. 5. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag 2008. Personalwesen: Schneider, Martin; Sadowski, Dieter; Frick, Bernd; Warning, Susanne (2020): Personalökonomie und Personalpolitik. Grundlagen einer evidenzbasierten Praxis. Stuttgart: Schäffer-Poeschel. Literatur zu aktuellen Entwicklungen wird in der Vorlesung angegeben		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Organisation und Personalwesen (Vorlesung)</b> <i>*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.*</i>		

Teil Organisation (Präsenz & Live-Stream via Zoom) • Grundlagen der Organisationstheorie • Zentrale Konstrukte der neuen Institutionenökonomie • Aufbau von Organisationsstrukturen • Analyse und Gestaltung von Organisationsstrukturen Teil Personalwesen (Live-Stream via Zoom) • Entgeltkomponenten • Gestaltung von Vergütungssystemen • Personalnachfrage und Personalbeschaffung • Qualifizierung

**Organisation und Personalwesen (Präsenztermin: Mittwoch, 10.15-11.45 Uhr)** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

### Prüfung

**Organisation und Personalwesen**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Beschreibung:**

jedes Semester

<b>Modul WIW-0007: Wirtschaftsinformatik</b> <i>Management Information Systems</i>		5 ECTS/LP
Version 5.0.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniel Veit		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The module communicates the fundamentals of information systems. Upon the successful completion of this module, students can differentiate between types of information systems. They are aware of the tools or processes of IT project and business process management. Students have an understanding of the impacts of information systems on firms and society and are able to discuss their consequences for strategic decision making. They are also able to critically reflect on the associated challenges. As a result, students have the fundamental skills and abilities necessary to make informed strategic and operational IT management decisions and to understand their implications for a variety of stakeholders.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 150 Std. 48 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> schriftliche Prüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Management Information Systems (Wirtschaftsinformatik) (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 2
<b>Literatur:</b> Laudon, K. C., and Laudon, J. P. 2020. Management Information Systems: Managing the Digital Firm, 16th Edition.  Piccoli, G., and Pigni, F. 2019. Information Systems for Managers (With Cases), 4th Edition, Prospect Press Inc. Further readings will be given in the lecturing materials.
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Management Information Systems (dt. Wirtschaftsinformatik) (Vorlesung + Übung)</b> <i>*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.*</i> - Course Introduction - Introduction to MIS - Information Systems & Strategy - Information Systems & Organization - Sourcing IS - Managing IT Projects - Managing Business Processes - Databases - Knowledge Management & Business Intelligence - Social Issues of IS - Securing & Governing IS - Revision and Outlook
<b>Modulteil: Management Information Systems (Wirtschaftsinformatik) (Übung)</b> <b>Lehrformen:</b> Übung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>SWS:</b> 2
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b>

**Management Information Systems (dt. Wirtschaftsinformatik)** (Vorlesung + Übung)

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

- Course Introduction - Introduction to MIS - Information Systems & Strategy - Information Systems & Organization
- Sourcing IS - Managing IT Projects - Managing Business Processes - Databases - Knowledge Management & Business Intelligence - Social Issues of IS - Securing & Governing IS - Revision and Outlook

**Prüfung**

**Wirtschaftsinformatik**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Beschreibung:**

jedes Semester

<b>Modul WIW-0008: Mikroökonomik I</b> <i>Microeconomics I</i>		5 ECTS/LP
Version 2.1.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Peter Michaelis		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul besitzen die Studierenden Grundkenntnisse in den Bereichen der Haushalts- und Unternehmenstheorie. Die Studierenden sind in der Lage, die grundlegenden Determinanten der Konsumententscheidungen von Haushalten und der Produktionsentscheidungen von Unternehmen zu verstehen. Die Studierenden sind darüber hinaus in der Lage, einfache mikroökonomische Fragestellungen aus den Bereichen der Haushalts- und Unternehmenstheorie zu analysieren.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 150 Std. 42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 58 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Fähigkeit zu logischem Denken und gute Grundkenntnisse in Mathematik (Algebra, Differentialrechnung). Vorbereitung anhand der zur Verfügung gestellten Literatur.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> schriftliche Prüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Moduleile</b>
<b>Modulteil: Mikroökonomik I (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 2
<b>Literatur:</b> Varian, H. (2016): Grundzüge der Mikroökonomik, 9. Aufl., München: De Gruyter Oldenbourg.
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Mikroökonomik I</b> (Vorlesung + Übung) <i>*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.*</i> Theorie des Haushalts: • Budgetbeschränkung • Präferenzen und Nutzenfunktion • Nutzenmaximierung und individuelle Nachfrage • Einkommens- und Substitutionseffekt • Aggregierte Marktnachfrage • Das Arbeitsangebot des Haushalts Theorie der Unternehmung: • Technologie und Produktionsfunktion • Gewinnmaximierung • Kostenminimierung • Durchschnitts- und Grenzkosten • Individuelles Angebot und Marktangebot
<b>Modulteil: Mikroökonomik I (Übung)</b> <b>Lehrformen:</b> Übung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Mikroökonomik I</b> (Vorlesung + Übung) <i>*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.*</i>

Theorie des Haushalts: • Budgetbeschränkung • Präferenzen und Nutzenfunktion • Nutzenmaximierung und individuelle Nachfrage • Einkommens- und Substitutionseffekt • Aggregierte Marktnachfrage • Das Arbeitsangebot des Haushalts  
Theorie der Unternehmung: • Technologie und Produktionsfunktion • Gewinnmaximierung • Kostenminimierung • Durchschnitts- und Grenzkosten • Individuelles Angebot und Marktangebot

**Prüfung**

**Mikroökonomik I**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Beschreibung:**

jedes Semester

<b>Modul WIW-0009: Mikroökonomik II</b> <i>Microeconomics II</i>		5 ECTS/LP
Version 2.0.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Robert Nuscheler		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden verstehen die Funktionsweise des allgemeinen Gleichgewichts mit zwei Märkten sowie die Bedeutung und Auswirkungen der Interaktion dieser Märkte. Die Studierenden sind in der Lage, den ersten Hauptsatz der Wohlfahrtsökonomik anzuwenden. Ferner können sie identifizieren, wann ein Marktversagen vorliegt und wann dieses eine effiziente Ressourcenallokation verhindert. Die Studierenden sind zudem in der Lage, unterschiedliche Formen von Marktmacht - sei es ein Monopol oder Oligopol - und deren Auswirkungen auf das Gleichgewicht eines Marktes zu analysieren und eine wohlfahrtsökonomische Bewertung vorzunehmen. Weiterhin sind die Studierenden mit den Grundlagen der Spieltheorie vertraut.</p> <p><b>Methodische Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, das allgemeine Gleichgewicht einer Ökonomie mit zwei Märkten zu berechnen. Dadurch werden sie in die Lage versetzt, mathematische Methoden für Optimierungsprobleme unter Nebenbedingungen kompetent anzuwenden. Weiterhin können die Studierenden die Probleme nicht nur rechnerisch lösen, sondern auch grafisch darstellen und analysieren.</p> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden können das Erlernte nicht nur in weiterführenden Veranstaltungen der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät anwenden, sondern darüber hinaus - den Alltag der Studierenden eingeschlossen. So sind Studierende in der Lage, Entscheidungssituationen unter Anreizgesichtspunkten zu analysieren und Handlungsoptionen zu bewerten.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, Fragestellungen aus dem Wirtschaftsleben sowie Problemstellungen aus dem Alltag systematisch zu analysieren. Dabei verstehen sie es, die Fragestellungen auf ihren Kern zu reduzieren und zu einer modellgestützten Lösung zu gelangen, die sie vor Außenstehenden kompetent vertreten können.</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 150 Std.</p> <p>40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>38 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)</p>		
<b>Voraussetzungen:</b> Mikroökonomik I		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> schriftliche Prüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<p><b>Modulteil: Mikroökonomik II (Vorlesung)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>SWS:</b> 2</p>		

**Literatur:**

Varian, Hal (2016): Grundzüge der Mikroökonomik, 9. Auflage, Oldenbourg Verlag.

**Modulteil: Mikroökonomik II (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Semester

**SWS:** 2

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Mikroökonomik II Wiederholungskurs (Übung)**

*\*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.\**

**Mikroökonomik II Wiederholungskurs (Übung, Präsenztermin: Fr, 08:15-09:45) (Übung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Mikroökonomik II**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Beschreibung:**

jedes Semester

<b>Modul WIW-0010: Makroökonomik I</b> <i>Macroeconomics I</i>		5 ECTS/LP
Version 2.1.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Alfred Maußner		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <b>Fachbezogene Kompetenz:</b> <p>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul kennen die Studierenden die wichtigsten Begriffe, Datenquellen und Größenordnungen aus dem Bereich der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung. Sie kennen Ursachen kumulativer Prozesse am Gütermarkt, wissen wie die Notenbank das Geldangebot steuert und über welche Kanäle Güter- und Finanzmärkten miteinander verflochten sind.</p> <b>Methodische Kompetenz:</b> <p>Die Studierenden können statische lineare Multiplikatormodelle formulieren und lösen, beherrschen die Mechanik des IS-LM-Modells und können die Dynamik einfacher Modelle grafisch und algebraisch untersuchen.</p> <b>Fachübergreifende Kompetenz und Schlüsselqualifikation:</b> <p>Die Studierenden sind in der Lage wirtschaftspolitische Debatten zu verfolgen, entsprechende Stellungnahmen von Verbänden, Politikern und Forschungsinstituten zu hinterfragen und können sich so ein eigenes Urteil bilden, das sie auch gegenüber interessierten Laien vertreten können.</p>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 150 Std. 42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 24 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 44 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Mikroökonomik I : Sie sollten einzelwirtschaftliche Entscheidungsprobleme mit Hilfe von Optimierungsmodellen formulieren und lösen können. Mathematik I: Differentialrechnung.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> schriftliche Prüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Makroökonomik I (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2		
<b>Literatur:</b> Blanchard, Olivier, Macroeconomics, 7th ed., Pearson, 2017. Blanchard, Olivier und Gerhard Illing, Makroökonomie, 7. aktualis. u. erw. Aufl., Pearson Studium, München 2017. Mankiw, N. Gregory, Macroeconomics, 10th ed., Worth Publishers, 2018. Maußner, Alfred und Joachim Klaus, Grundzüge der mikro- und makroökonomischen Theorie, 2. Aufl., Franz Vahlen, München 1997.		

**Modulteil: Makroökonomik I (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Prüfung**

**Makroökonomik I**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Beschreibung:**

jedes Semester

<b>Modul WIW-0011: Makroökonomik II</b> <i>Macroeconomics II</i>		5 ECTS/LP
Version 2.2.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Alfred Maußner		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <b>Fachbezogene Kompetenzen:</b> Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul kennen die Studierenden die vielfältigen Wechselwirkungen zwischen Faktor-, Güter- und Finanzmärkten. Sie sind in der Lage, wirtschaftliche Schocks zu identifizieren und deren Folgen für Einkommen, Produktion und Inflation abzuschätzen und können mit Hilfe des AS-AD-Modells einer kleinen offenen Volkswirtschaft aktuelle wirtschaftspolitische Debatten nachvollziehen und kritisch beurteilen. <b>Methodische Kompetenzen:</b> Die Studierenden beherrschen das AS-AD-Modell einer kleinen offenen Volkswirtschaft und können mit dessen Hilfe eigenständig die Folgen wirtschaftspolitischer Maßnahmen abschätzen. Fachübergreifende Kompetenz und Schlüsselqualifikation: Die Studierenden sind in der Lage wirtschaftspolitische Debatten zu verfolgen, entsprechende Stellungnahmen von Verbänden, Politikern und Forschungsinstituten zu hinterfragen und können sich so ein eigenes Urteil bilden, das sie auch gegenüber interessierten Laien vertreten können.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 150 Std. 46 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 22 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Besuch der Veranstaltung Makroökonomik I		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> schriftliche Prüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Makroökonomik II (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2		
<b>Literatur:</b> Blanchard, Olivier, Macroeconomics, 7th ed., Pearson, 2017. Blanchard, Olivier und Gerhard Illing, Makroökonomie, 7. aktualis. u. erw. Aufl., Pearson Studium, München 2017. Burda, Michael und Charles Wyplosz, Macroeconomics: A European Text, 7th ed., Oxford University Press, 2017. Dornbusch, Rüdiger, Stanley Fischer und Richard Startz, Macroeconomics, 13th ed., McGraw-Hill Education, 2017. Mankiw, N. Gregory, Macroeconomics, 10th ed., Worth Publishers, 2018. Maußner, Alfred und Joachim Klaus, Grundzüge der mikro- und makroökonomischen Theorie, 2. Aufl., Franz Vahlen, München 1997.		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b>		

**Makroökonomik II (Vorlesung)** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

1. Preise, Produktion und Beschäftigung in der geschlossenen Volkswirtschaft 1.1 Der Arbeitsmarkt 1.2 Das AS-AD-Modell 2. Preise, Produktion und Beschäftigung in der kleinen, offenen Volkswirtschaft 2.1 Die IS-Kurve der kleinen, offenen Volkswirtschaft 2.2 Die LM-Kurve der kleinen, offenen Volkswirtschaft 2.3 Das IS-LM-Modell der kleinen, offenen Volkswirtschaft 2.4 Das AS-AD-Modell der kleinen, offenen Volkswirtschaft

**Modulteil: Makroökonomik II (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Prüfung**

**Makroökonomik II**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Beschreibung:**

jedes Semester

<b>Modul WIW-0012: Wirtschaftspolitik</b> <i>Economic Policy</i>		5 ECTS/LP
Version 3.0.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Peter Welzel		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, die theoretischen Grundlagen sowie die institutionellen Rahmenbedingungen der Wirtschaftspolitik zu verstehen. Sie kennen Ziele, Mittel und Träger der Wirtschaftspolitik. Mit Hilfe der in der Veranstaltung verwendeten mikro- und makroökonomischen Modellierungen entwickeln die Studierenden ein Verständnis für die Zusammenhänge von gesellschaftlichen Zielen und Einzelinteressen. Ferner sind sie in der Lage, wirtschaftspolitische Aktionen anhand der vorgestellten Begründungen für wirtschaftspolitisches Handeln zu analysieren. Insgesamt können sich Studierende nach erfolgreicher Teilnahme kritisch und theoretisch fundiert mit aktuellen Problemen der praktischen Wirtschaftspolitik auseinandersetzen und diese bewerten.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 150 Std. 48 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 21 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 21 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Mikroökonomische Grundlagen (Marktmacht im Monopol/Oligopol, Nachfragefunktion, Gewinnmaximierung, Wohlfahrt), makroökonomische Grundlagen (AS-AD Kurven, IS-LM Kurven, Grundlagen zu Güter-, Arbeits- und Finanzmärkten).		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> schriftliche Prüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Moduleile</b>		
<b>Moduleil: Wirtschaftspolitik (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2		
<b>Literatur:</b> Welzel, P., Wirtschaftspolitik. Eine theorieorientierte Einführung (Skript zur Vorlesung).		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Wirtschaftspolitik</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.*</i> Folgende Leitfragen führen durch die Veranstaltung: 1. Was ist Wirtschaftspolitik und welche Ziele werden mit ihr verfolgt? 2. Wie können rationale Entscheidungen für Gruppen von Individuen gefällt werden? 3. Wer macht Wirtschaftspolitik und womit wird sie gemacht? 4. Wann ist Wirtschaftspolitik sinnvoll und was ist rationale Wirtschaftspolitik? 5. Wie geht Wirtschaftspolitik mit Marktversagen um? 6. Was sind Politikregeln und weshalb gibt es sie? 7. Wie funktioniert Geldpolitik? 7. Wie funktioniert Fiskalpolitik?		

**Prüfung**

**Wirtschaftspolitik**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Beschreibung:**

jedes Semester

<b>Modul PHM-0205: Masterarbeit</b> <i>Master Thesis</i>		30 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Helmut Karl bzw. Vorsitzender des Prüfungsausschusses		
<b>Inhalte:</b> entsprechend dem gewählten Thema		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen den aktuellen Stand der Forschung in einem Spezialgebiet sowie die entsprechende Literatur,</li> <li>• sind in der Lage, moderne experimentelle oder theoretische Methoden zur vertieften Bearbeitung einer Fragestellung der aktuellen Forschung einzusetzen und die Ergebnisse zu interpretieren,</li> <li>• besitzen die Kompetenz, ein physikalisches Problem innerhalb einer vorgegebenen Frist selbständig mit wissenschaftlichen Methoden umfassend zu bearbeiten und die wissenschaftlichen Grundlagen des Problems sowie ihre Ergebnisse schriftlich darzustellen;</li> <li>• außerdem sind sie in der Lage, ein aktuelles Forschungsthema, nämlich das Thema ihrer Masterarbeit, in sich geschlossen und überzeugend mündlich mit angemessener Medienunterstützung darzustellen sowie ihre Ergebnisse gegenüber den beiden Prüfern zu verteidigen.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Teamfähigkeit, Durchhaltevermögen, Fähigkeit zur schriftlichen Dokumentation eigener wissenschaftlicher Ergebnisse, kritische Reflexion eigener Ergebnisse im internationalen wissenschaftlichen Kontext, Grundsätze gute wissenschaftlicher Praxis. Die Studierenden besitzen Fach- und Methodenkompetenz sowie Kompetenz in Schlüsselqualifikationen entsprechend den allgemeinen Lernzielen des Studiengangs.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Die Masterarbeit wird im SoSe 2020 angeboten, sobald es die aktuelle Situation erlaubt.  Die Masterarbeit ist innerhalb von sechs Monaten nach Ausgabe des Themas abzugeben. Auf Antrag des Kandidaten/der Kandidatin kann der Prüfungsausschuss die Bearbeitungszeit in begründeten Fällen verlängern.  Die Durchführung der Masterarbeit an einer Einrichtung außerhalb der Universität Augsburg ist mit Zustimmung des Prüfungsausschusses möglich.  Die Masterarbeit geht mit 26/30 und das Kolloquium mit 4/30 in die Modulgesamtnote ein.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 900 Std. 120 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 260 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium) 260 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 260 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Voraussetzungen laut Prüfungsordnung: Beginn der Masterarbeit frühestens nach dem Erwerb der erforderlichen Leistungspunkte der Modulgruppe 1 "Festkörperphysik" sowie des Moduls Fachpraktikum.  Sonstige Voraussetzungen werden vom jeweiligen Betreuer/von der jeweiligen Betreuerin bekannt gegeben.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> mindestens mit "ausreichend" bewertete schriftliche Abschlussarbeit und mindestens mit "ausreichend" bewertetes Kolloquium
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester Siehe Bemerkungen	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Masterarbeit</b> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung
<b>Literatur:</b> wird vom jeweiligen Betreuer/von der jeweiligen Betreuerin bekannt gegeben
<b>Modulteil: Kolloquium</b> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung
<b>Literatur:</b> wird vom jeweiligen Betreuer/von der jeweiligen Betreuerin bekannt gegeben