



Sommersemester 25

# Modulhandbuch

für das Studium

**Physik**

**Masterstudiengang**

gültig in Verbindung mit der Prüfungsordnung MPO 2012

# Übersicht nach Modulgruppen

## 1) Pflichtbereich (21 CP)

01-PHY-MA-TheoPhysP: Fortgeschrittene Theoretische Physik (15 CP).....	3
01-PHY-MA-FP: Fortgeschrittenenpraktikum (6 CP).....	6

## 2) Wahlpflichtbereich (69 CP)

Es müssen folgende Bereiche belegt werden:

- Fortgeschrittene Experimentalphysik (9cp)
- physikalisches Wahlfach (15cp)
- zweites Wahlpflichtfach (15cp)
- Vorbereitungsprojekt (15cp)
- Fachliche Spezialisierung (15cp)

### a) Fortgeschrittene Experimentalphysik (9 CP)

01-PHY-MA-ExpPhy AM: Fortgeschrittene Experimentalphysik: Atom- & Molekülphysik (9 CP).....	8
---	---

### b) Wahlpflichtfach (30 CP)

Es müssen ein physikalisches und ein weiteres Wahlpflichtfach mit jeweils 15cp belegt werden.

01-PHY-MA-AO: Angewandte Optik (15 CP).....	10
01-PHY-MA-BP: Biophysik (15 CP).....	14
01-PHY-MA-CMS: Computergestützte Materialwissenschaften (15 CP).....	18
01-PHY-MA-FKP: Festkörperphysik (15 CP).....	22
01-PHY-MA-TheoPhys WP: Theoretische Physik (15 CP).....	26
01-PHY-MA-UP: Umweltphysik (15 CP).....	28
01-PHY-MA-AP: Astrophysik (15 CP).....	32

### c) Vorbereitungsprojekt (15 CP)

Das Vorbereitungsprojekt findet in den einzelnen Arbeitsgruppen statt und bereitet auf die Masterarbeit vor.

01-PHY-MA-VoP: Vorbereitungsprojekt (18 CP).....	36
--	----

### d) Fachliche Spezialisierung (15 CP)

Die Fachliche Spezialisierung findet in den einzelnen Arbeitsgruppen statt und bereitet auf die Masterarbeit vor.

01-PHY-MA-FSp: Fachliche Spezialisierung (15 CP).....	37
---	----

**3) Masterarbeit (Forschungsprojekt) mit Kolloquium (30 CP)**

01-PHY-MA-FoP: Abschlussmodul (30 CP)..... 38

**4) Ergänzende Veranstaltungen**

01-PHY-MA-0: Ergänzende Veranstaltungen im Master Physik (NaN CP)..... 40

## Modul 01-PHY-MA-TheoPhysP: Fortgeschrittene Theoretische Physik

### Advanced Theoretical Physics

#### Modulgruppenzuordnung:

- Pflichtbereich

#### Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:

keine

#### Lerninhalte:

##### Theoretische Physik I + II

Voraussetzungen Theoretische Physik II b (Quantenmechanik und Mathematik zur Quantenmechanik) und Theoretische Physik III (Statistische Physik) aus dem Bachelorstudiengang „Vollfach Physik“; es sollen auf den Grundlagen aufbauende Kapitel der Quantenmechanik und Statistischen Physik behandelt werden, die in den Bachelor-Kursen aus Zeitgründen nicht mehr vorkommen, z.B. :

- Addition von Drehimpulsen
- Quanten- theorie von Viel-Teilchensystemen (identische Teilchen, 2. Quantisierung)
- Atome mit mehreren Elektronen
- Moleküle
- Streutheorie aus der Quantenmechanik und Reale Gase
- Magnetismus
- Phasenübergänge
- Stochastische Bewegungsgleichungen (Brownsche Bewegung, Fokker-Planck-Gleichungen) aus der Statistischen Physik

##### Theoretische Festkörperphysik I + II:

- Adiabatische Näherung
- Elektronen im periodischen Potential
- Bloch-Theorem
- elektronische Bandstruktur
- Elektron-Elektron- Wechselwirkung
- Hartree-Fock-Näherung
- Dichtefunktionaltheorie
- Ab-Initio-Methoden
- Transporttheorie
- Gitterschwingungen
- Elektron-Phonon-Wechselwirkung
- optische Eigenschaften
- magnetische Eigenschaften
- Supraleitung
- Vielteilchen-Methoden

#### Lernergebnisse / Kompetenzen:

Das Modul soll die Grundlagen der theoretischen Physik vertiefen und in moderne und aktuelle Teilgebiete der theoretischen Physik einführen, wobei die wichtigsten (insbesondere auch numerischen) Techniken und Methoden zur Behandlung und Lösung von Problemen der theoretischen Physik erlernt werden sollen.

**Workloadberechnung:**  
 84 h Vor- und Nachbereitung  
 114 h Prüfungsvorbereitung  
 252 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**  
 nein

<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch	<b>Modulverantwortliche(r):</b> Prof. Dr. rer. nat. Frank Jahnke
<b>Häufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Dauer:</b> 2 Semester
<b>Modul gültig seit / Modul gültig bis:</b> SoSe 24 / -	<b>ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:</b> 15 / 450 Stunden

### Modulprüfungen

<b>Modulprüfung:</b> Prüfungsleistung	
<b>Prüfungstyp:</b> Modulprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Bekanntgabe zu Beginn des Semesters	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> nein
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> 1 / - / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	

<b>Modulprüfung:</b> Studienleistung	
<b>Prüfungstyp:</b> Modulprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Bekanntgabe zu Beginn des Semesters	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> ja
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> - / 1 / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	

### Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Themen der höheren Theoretischen Physik	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Dozent*in:</b>

<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung Übung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Prüfungsleistung Studienleistung
--	---

<b>Lehrveranstaltung:</b> Theoretische Festkörperphysik 1	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Dozent*in:</b>
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung Übung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Prüfungsleistung Studienleistung

<b>Lehrveranstaltung:</b> Höhere Theoretische Physik 2	
<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester, jährlich	<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Dozent*in:</b>
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung Übung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Prüfungsleistung Studienleistung

<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b>
<b>Themen der höheren Theoretischen Physik: Quantenelektrodynamik, Eichtheorie, Hydrodynamik, Distributionentheorie (Vorlesung)</b>

<b>Lehrveranstaltung:</b> Theoretische Festkörperphysik 2	
<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester, jährlich	<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Dozent*in:</b>
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Prüfungsleistung Studienleistung

<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b>
<b>Theoretische Festkörperphysik 2: Vielteilchenphysik - Einführung in die Technik der Feynman-Diagramme (Vorlesung)</b>
Sollten sich Studierende aus internationalen Studiengängen zu der Veranstaltung anmelden, wird die Veranstaltung in englischer Sprache gehalten. Ansonsten ist die Veranstaltungssprache Deutsch.

**Modul 01-PHY-MA-FP: Fortgeschrittenenpraktikum**

## Advanced Laboratory

**Modulgruppenzuordnung:**

- Pflichtbereich

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

keine

**Lerninhalte:**

Ausgewählte Versuche u.a. zu folgenden Themen (Beispiele)

- Transmissionselektronenmikroskopie
- Satellitenbilddauswertung
- Gamma-Spektroskopie
- FTIR
- DOAS
- HeNe-Laser
- Michelson-Interferometer

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

- Kenntnis der modernen Messmethoden
- Einblicke in moderne physikalische Forschung und deren Methoden
- Vorbereitung auf eine experimentelle Master-Arbeit durch Schreiben wissenschaftlicher Berichte, Erstellen eines Posters und Halten eines wissenschaftlichen Vortrags

**Workloadberechnung:**

132 h Vor- und Nachbereitung

48 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Kathrin Sebald

**Häufigkeit:**

jedes Semester

**Dauer:**

2 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

WiSe 11/12 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

6 / 180 Stunden

**Dieses Modul ist unbenotet!****Modulprüfungen****Modulprüfung:** Modulprüfung**Prüfungstyp:** Modulprüfung**Prüfungsform:**

Bekanntgabe zu Beginn des Semesters

**Die Prüfung ist unbenotet?**

ja

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

- / 1 / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

**Lehrveranstaltungen des Moduls****Lehrveranstaltung:** Praktikum**Häufigkeit:**

jedes Semester

**Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**SWS:**

4,00

**Dozent\*in:****Lehrform(en):**

Praktikum

**Zugeordnete Modulprüfung:**

Modulprüfung

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen****Fortgeschrittenenpraktikum** (Praktikum)

2 SWS nach Vereinbarung



**Modul 01-PHY-MA-ExpPhy AM: Fortgeschrittene Experimentalphysik: Atom- & Molekülphysik**  
 Advanced Experimental Physics – Atom & Molecule Physics

**Modulgruppenzuordnung:**

- Wahlpflichtbereich / Fortgeschrittene Experimentalphysik

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

keine

**Lerninhalte:**

**Atomphysik:**

- Grundlegende Eigenschaften von Atomen
- Kernstruktur des Atoms
- Photonen, Elektronen und Materiewellen
- Das Bohrsche Model von Atomen
- Quantenmechanische Behandlung des H-Atoms
- Spin-Bahn-Kopplung und Feinstrukturaufspaltung
- Atome im äußeren Magnetfeld: Zeeman-Effekt
- Atome in äußeren elektrischen Feld: Stark-Effekt
- Mehrelektronenatome; Kopplungsmechanismen
- Röntgenspektren: Bremsstrahlung und Linienspektren
- Kernspin und Hyperfeinstruktur
- Laser und spektroskopische Methoden

**Molekülphysik:**

- Einführung in die Molekülphysik
- Chemische Bindung
- Symmetrien und Symmetrieoperationen
- Mehrelektronenproblem
- Wechselwirkungen von Molekülen und Licht
- Methoden der Molekülspektroskopie
- Rotationsspektren
- Schwingungsspektren
- Raman-Spektren
- Elektronenspektren
- Anwendung der Molekülphysik

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

- Strukturiertes Wissen der Atom- und Molekülphysik
- Kenntnis der Entwicklung der Spektroskopie

**Workloadberechnung:**

84 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden  
 64 h Prüfungsvorbereitung  
 122 h Vor- und Nachbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch	<b>Modulverantwortliche(r):</b> Prof. Dr. Hartmut Bösch
<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester, jährlich	<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Modul gültig seit / Modul gültig bis:</b> SoSe 24 / -	<b>ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:</b> 9 / 270 Stunden

## Modulprüfungen

<b>Modulprüfung:</b> Prüfungsleistung	
<b>Prüfungstyp:</b> Modulprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Bekanntgabe zu Beginn des Semesters	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> nein
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> 1 / - / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	

<b>Modulprüfung:</b> Studienleistung	
<b>Prüfungstyp:</b> Modulprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Bekanntgabe zu Beginn des Semesters	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> ja
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> - / 1 / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	

## Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Fortgeschrittene Experimentalphysik	
<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester, jährlich	<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Dozent*in:</b>
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung Übung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Prüfungsleistung Studienleistung
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Fortgeschrittene Experimentalphysik (Vorlesung)</b> Please note: Part of the lecture will be held in English	

**Modul 01-PHY-MA-AO: Angewandte Optik**  
Applied Optics (Compulsary optional subject)

**Modulgruppenzuordnung:**

- Wahlpflichtbereich / Wahlpflichtfach

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

keine

**Lerninhalte:****Optik und Photonik - Grundlagen und Anwendungen – Grundlagen und Anwendungen*****Optics and Photonics - Foundations and Applications***

## Deutsch

- Geometrische Optik
- Wellenoptik
- strahlungsphysikalische und photometrische Beschreibung von Licht
- Fourier-Theorie
- Skalare Beugungstheorie
- Übertragungsverhalten optischer Systeme
- Beugungsbegrenzte Auflösung und deren Überwindung
- Phasensichtbarmachung
- Speckle
- Methoden der kohärenten Optik
- diffraktive Optik, photonische Kristalle, Metamaterialien,
- Elemente der nichtlinearen Optik und der Quantenoptik
- Optische und opto-elektronische Komponenten und Systeme
- aktuelle Themen optischer und photonischer Forschung und Technologie

*Englisch*

- *Geometrical optics*
- *wave optics*
- *radiation and photometric description of light*
- *Fourier-theory*
- *scalar diffraction theory*
- *transfer properties of optical systems*
- *diffraction limited resolution and beyond*
- *phase imaging*
- *speckle*
- *methods of coherent optics*
- *diffractive optics, photonic crystals, meta materials*
- *elements of non- linear and quantum optics*
- *optical and opto-electronic components and systems*
- *current trends in optical and photonic science and technology*

**Laser und photonische Systeme*****Laser and photonic Systems***

## Deutsch

- Grundlagen, Theorie und Aufbau von Lasersystemen
- Ultrakurzpulslaser etc.
- Optische Messtechnik
- aktuelle Themen optischer und photonischer Forschung und Technologie

*Englisch*

- *introduction to Laser theory*
- *design of Laser systems*
- *ultra short pulse Laser etc.*
- *optical metrology*
- *current topics of optical and photonic science and technology*

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

- Prinzipien und Konzepte der geometrischen und wellenoptischen Beschreibung von Licht und moderner optischer, photonischer und optoelektronischer Systeme
- *Principals and concepts of the geometrical and wave optical description of light and modern optical, photonic and opto electronic systems*
- Physikalische und technische Prinzipien von Lasern, Verständnis optischer Messprinzipien und deren Anwendung, Kennenlernen der Prinzipien und Realisierungen moderner optischer, photonischer und optoelektronischer Systeme
- *Physical and technical principles of lasers, understanding of principles of optical metrology and its applications, getting to know principles and realization of modern optical, photonic and opto electronic systems*

**Workloadberechnung:**

266 h Vor- und Nachbereitung  
 140 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden  
 44 h Prüfungsvorbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

ja

<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch / Englisch	<b>Modulverantwortliche(r):</b> Prof. Dr.rer.nat. Ralf B. Bergmann
<b>Häufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Dauer:</b> 2 Semester
<b>Modul gültig seit / Modul gültig bis:</b> WiSe 24/25 / -	<b>ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:</b> 15 / 450 Stunden

**Modulprüfungen**

<b>Modulprüfung:</b> Prüfungsleistung	
<b>Prüfungstyp:</b> Modulprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Bekanntgabe zu Beginn des Semesters	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> nein
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> 1 / - / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch / Englisch (wahlweise)	
<b>Modulprüfung:</b> Studienleistung	
<b>Prüfungstyp:</b> Modulprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Bekanntgabe zu Beginn des Semesters	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> ja
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> - / 1 / -	

**Prüfungssprache(n):**  
Deutsch / Englisch (wahlweise)

## Lehrveranstaltungen des Moduls

**Lehrveranstaltung:** Vorlesung zur Angewandten Optik

**Häufigkeit:**  
jedes Semester

**Unterrichtssprache(n):**  
Deutsch / Englisch (wahlweise)

**SWS:**  
0,00

**Dozent\*in:**

**Lehrform(en):**  
Vorlesung

**Zugeordnete Modulprüfung:**  
Prüfungsleistung

### Zugeordnete Lehrveranstaltungen

**Grundlagen des Lasers und Einführung in die optische Messtechnik** (Vorlesung)

Weitere Informationen zu diesen Veranstaltungen finden Sie hier: <http://www.bias.de/Lehre>

**Lehrveranstaltung:** Seminar zur Angewandten Optik

**Häufigkeit:**  
jedes Semester

**Unterrichtssprache(n):**  
Deutsch / Englisch (wahlweise)

**SWS:**  
0,00

**Dozent\*in:**

**Lehrform(en):**  
Seminar

**Zugeordnete Modulprüfung:**  
Studienleistung

### Zugeordnete Lehrveranstaltungen

**Seminar zur angewandten Optik** (Seminar)

Weitere Informationen zu diesen Veranstaltungen finden Sie hier: <http://www.bias.de/Lehre>

**Modul 01-PHY-MA-BP: Biophysik**  
Biophysics (Compulsary optional subject)

**Modulgruppenzuordnung:**

- Wahlpflichtbereich / Wahlpflichtfach

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

keine

**Lerninhalte:****Einführung in die Biophysik**

- Chemisches Gleichgewicht und Kinetik
- Aufbau von Proteinen
- Kolloidale Wechselwirkungen
- Enzymatik
- Membranen und Membranpotential
- Photophysik und Photosynthese
- statische und dynamische Lichtstreuung
- Biophysik des Sehens und Hörens
- Immunsystem
- molekulare Motoren
- Zellbewegung
- Musterbildung
- Netzwerke
- Evolution

**Einführung in die Biologie für Physiker**

- Moleküle des Lebens: Lipide, Polysaccharide, Aminosäuren, Proteine, Nucleinsäuren, DNA
- Funktion der Proteine
- Enzyme
- Zytoskelett
- Proteinsynthese
- Aufbau von Zellen
- Organellen
- Sinnesphysiologie
- Immunsystem

**Praktikum**

Vier Versuche, beispielsweise:

- Kraftmikroskopie
- Lichtmikroskopie
- Fluoreszenzspektroskopie
- NMR-Tomographie

**Seminar zur Biophysik**

ausgewählte Themen der modernen Biophysik

**Polymerphysik**

- Polymere
- Gele
- Rheologie

**Einzelmolekültechniken**

- Fluoreszenz
- Optische und magnetische Pinzetten
- Kraftmikroskopie

**Mikroskopische Techniken**

- Lichtmikroskopie (Phasentechniken, Fluoreszenz, confokale Mikroskopie)

- Röntgen- und Elektronenmikroskopie
- Rastersondenmikroskopie

**Theoretische Biophysik**



**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

Das Modul führt in die biologischen und physikalischen Grundlagen der Biophysik ein. Außerdem werden die wichtigsten Techniken zum Studium biophysikalischer Fragen vorgestellt und im Rahmen eines Praktikums geübt. Im zweiten Semester des Moduls wird durch spezielle Veranstaltungen an die aktuelle Forschung heran geführt.

**Workloadberechnung:**

44 h Prüfungsvorbereitung  
 140 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden  
 266 h Vor- und Nachbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

ja

<b>Unterrichtsprache(n):</b> Deutsch	<b>Modulverantwortliche(r):</b> Prof. Dr. rer. nat. Manfred Radmacher
<b>Häufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Dauer:</b> 2 Semester
<b>Modul gültig seit / Modul gültig bis:</b> WiSe 11/12 / -	<b>ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:</b> 15 / 450 Stunden

**Modulprüfungen**

<b>Modulprüfung:</b> Prüfungsleistung	
<b>Prüfungstyp:</b> Modulprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Bekanntgabe zu Beginn des Semesters	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> nein
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> 1 / - / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Modulprüfung:</b> Studienleistung	
<b>Prüfungstyp:</b> Modulprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Bekanntgabe zu Beginn des Semesters	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> ja
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> - / 1 / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	

**Lehrveranstaltungen des Moduls**

<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung zur Biophysik
---

<b>Häufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Unterrichtsprache(n):</b> Deutsch
<b>SWS:</b> 0,00	<b>Dozent*in:</b>
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Prüfungsleistung Studienleistung
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b>	
<p><b>Biophysikalisches Praktikum</b> (Praktikum) 2 SWS Ort und Zeit nach Vereinbarung</p> <p><b>Current Topics in Biophysics</b> (Vorlesung) 2 SWS Vorlesung + 2 SWS Seminar Ort und Zeit nach Vereinbarung</p> <p><b>Magnet-Resonanz-Tomographie: Grundlagen und Applikationen</b> (Vorlesung) Veranstaltungsort: Fraunhofer MEVIS, Max-von-Laue-Str. 2</p> <p><b>Mechanics of Cells and Tissues</b> (Vorlesung) Ort nach Vereinbarung</p> <p><b>Theoretical Neurophysics</b> (Vorlesung) Informationen zur Veranstaltung finden Sie hier: <a href="https://nc.uni-bremen.de/index.php/s/6jBjEwoEM8gPFsp/download/theoretical_neurophysics_SoSe2025_eng.pdf">https://nc.uni-bremen.de/index.php/s/6jBjEwoEM8gPFsp/download/theoretical_neurophysics_SoSe2025_eng.pdf</a> Übungen nach Vereinbarung</p>	
<b>Lehrveranstaltung:</b> Seminar zur Biophysik	
<b>Häufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Unterrichtsprache(n):</b> Deutsch
<b>SWS:</b> 0,00	<b>Dozent*in:</b>
<b>Lehrform(en):</b> Seminar	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Prüfungsleistung Studienleistung
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Seminar zur Biophysik</b> (Seminar)	

**Modul 01-PHY-MA-CMS: Computergestützte Materialwissenschaften**  
Computational Material Sciences (Compulsary optional subject)

**Modulgruppenzuordnung:**

- Wahlpflichtbereich / Wahlpflichtfach

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

keine

**Lerninhalte:****Numerik für Physiker:**

- Fließkommandarstellung
- Rundungsfehler
- Maschinengenauigkeit
- Lineare Gleichungssysteme
- Interpolation und Extrapolation
- Numerische Differentiation
- Quadratur und Kubatur
- Extrema und Nullstellen
- Eigenprobleme
- Schnelle Fourier-Transformation (FFT)
- Integration gewöhnlicher Differential- gleichungen

**Computational Physics:**

- Numerische Integrationsmethoden gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen
- chaotische Systeme
- diskrete dynamische Systeme
- Populationsdynamik
- Dynamik konkurrierender Systeme
- Numerische Integrationsmethoden partieller Differentialgleichungen
- selbstähnlicher Strukturen
- Fraktale
- Monte-Carlo (MC) Methoden

**Theoretische Festkörperphysik I:**

- Adiabatische Näherung
- Elektronen im periodischen Potential
- Bloch-Theorem
- elektronische Bandstruktur
- Elektron-Elektron-Wechselwirkung
- Elektron- Phonon-Wechselwirkung

**Atomistische Modellierung:**

- Klassische Modellierung chemischer Bindungen
- empirische Potentialansätze für molekulare und Festkörpersysteme
- Strategien zur Geometrieoptimierung
- Monte-Carlo und Molekulardynamik mit klassischen Potentialansätzen
- Hartree-Fock-Näherung und Elektronenkorrelationen
- Methoden der semiempirischen Quantenchemie
- Dichtefunktionalmethoden und ihre Realisierungen
- Quantenkräfte und ab-initio Molekulardynamik
- Tight-binding Theorie auf Basis der Dichtefunktionaltheorie

**Makroskopische Modellierung:**

- Modellierung realer Probleme durch die Finite-Elemente-Methode
- Mathematische Grundlagen der FEM.
- Behandlung von elliptischen und parabolischen Problemen
- Fehlerschätzung
- ~~Strategien zur Netzerstellung~~

- nicht lineare Probleme
- Anwendung der FEM auf reale Probleme

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

Das Modul soll in das Gebiet der computerunterstützten Physik, und insbesondere der computerunterstützten Materialwissenschaft einführen. Es soll das nötige theoretische und praktische Wissen vermittelt werden, um verschiedene physikalische Phänomäne aus dem Gebiet der Festkörperphysik und der Materialwissenschaft mit Hilfe von Computersimulationen auf diversen Zeit- und Größenskalen untersuchen zu können.

**Workloadberechnung:**

140 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden  
 44 h Prüfungsvorbereitung  
 266 h Vor- und Nachbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

ja

<b>Unterrichtsprache(n):</b> Deutsch	<b>Modulverantwortliche(r):</b> Prof. Dr. Vasily Ploshikhin
<b>Häufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Dauer:</b> 2 Semester
<b>Modul gültig seit / Modul gültig bis:</b> SoSe 24 / -	<b>ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:</b> 15 / 450 Stunden

**Modulprüfungen**

<b>Modulprüfung:</b> Prüfungsleistung	
<b>Prüfungstyp:</b> Modulprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Bekanntgabe zu Beginn des Semesters	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> nein
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> 1 / - / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	

<b>Modulprüfung:</b> Studienleistung	
<b>Prüfungstyp:</b> Modulprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Bekanntgabe zu Beginn des Semesters	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> ja
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> - / 1 / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Deutsch	

**Lehrveranstaltungen des Moduls**

<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung zu Computergesützte materialwissenschaften
--

<b>Häufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Unterrichtsprache(n):</b> Deutsch
<b>SWS:</b> 0,00	<b>Dozent*in:</b>
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Studienleistung Prüfungsleistung
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Multiskalen Material- und Prozesssimulation</b> (Vorlesung) Die Veranstaltung findet in Raum 1020/1030 des AIB-Gebäudes statt.	
<b>Lehrveranstaltung:</b> Seminar zu Computergestützte Materialwissenschaften	
<b>Häufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Unterrichtsprache(n):</b> Deutsch
<b>SWS:</b> 0,00	<b>Dozent*in:</b>
<b>Lehrform(en):</b> Seminar	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Studienleistung Prüfungsleistung

**Modul 01-PHY-MA-FKP: Festkörperphysik**  
Solid Physics (Compulsary optional subject)

**Modulgruppenzuordnung:**

- Wahlpflichtbereich / Wahlpflichtfach

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

keine

**Lerninhalte:****Fortgeschrittene Festkörperphysik**

- Niederdimensionale Strukturen: Wachstum und elektronische Eigenschaften
- Bänder und Zustandsdichten
- Bewegung von Elektronen im Magnetfeld
- Mehrteilcheneffekte in Festkörpern
- Nichtlineare Festkörperoptik und –dynamik
- Transmissionselektronenmikroskopie
- Festkörperoberflächen
- Nichtoptische Spektroskopie
- Bauelemente

**Theoretische Festkörperphysik I**

- Elektronische Zustände und Bandstruktur
- Gitterschwingungen und Elektron-Phonon-Wechselwirkung
- Effekte der Elektron-Elektron-Wechselwirkung
- Optische und magnetische Eigenschaften, Transport

**Oberflächenphysik**

- Die geometrische Struktur von Oberflächen
- Phononen und elektronische Struktur von Oberflächen
- Adsorption und Desorption

**Synchrotronstrahlung: Grundlagen und Anwendungen**

- Erzeugung von Synchrotronstrahlung
- Wechselwirkung von Licht mit Materie, Absorption, Reflexion, Streuung und Beugung
- Experimentelle Methoden und Anwendungsbeispiele
- Freie Elektronenlaser für den Röntgenbereich

**Optoelektronische Bauelemente**

- Detektoren und Solarzellen
- Lichtemitter und deren Charakterisierung
- Laserdioden (Kanten- und Oberflächenemitter)
- Integrierte Opto-und Mikroelektronik

**Kristallwachstum**

- Thermodynamik der Phasensysteme
- Siliziumzüchtung
- Züchtung von Verbindungshalbleitern
- Epitaktische Verfahren

**Makroskopische Quantenphänomene**

- Quantisierter Hall-Effekt
- Supraleitung
- Superfluidität

**Transmissionselektronenmikroskopie**

- Geometrische und Wellenoptik
- Grundlagen der Elektronenoptik
- Praktische Aspekte
- Praktische und Computerübungen

**Wellenoptik**

- Wellen



**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

Sicheres und strukturiertes Wissen zu den genannten physikalischen Themenbereichen Kenntnis der einschlägigen Kerngedanken und Schlüsselexperimente/Modellbildungen Kenntnis der Mess- und Rechenmethoden und Größenordnungen der zentralen Größen Vertrautheit mit komplexen Versuchsaufbauten und Computersystemen

Einblicke in moderne physikalische Forschung und deren Methoden Vorbereitung auf eine experimentelle Master-Arbeit

**Workloadberechnung:**

140 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

44 h Prüfungsvorbereitung

266 h Vor- und Nachbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

ja

**Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Martin Eickhoff

**Häufigkeit:**

jedes Semester

**Dauer:**

2 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

WiSe 11/12 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

15 / 450 Stunden

**Modulprüfungen**

**Modulprüfung:** Prüfungsleistung

**Prüfungstyp:** Modulprüfung

**Prüfungsform:**

Bekanntgabe zu Beginn des Semesters

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

1 / - / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

**Modulprüfung:** Studienleistung

**Prüfungstyp:** Modulprüfung

**Prüfungsform:**

Bekanntgabe zu Beginn des Semesters

**Die Prüfung ist unbenotet?**

ja

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

- / 1 / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

## Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung zur Festkörperphysik	
<b>Häufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch
<b>SWS:</b> 0,00	<b>Dozent*in:</b>
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Prüfungsleistung Studienleistung
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b></p> <p><b>Angewandte Quantenoptik</b> (Vorlesung)</p> <p><b>Experimentelle Nanostrukturphysik</b> (Vorlesung)</p> <p><b>Theoretische Festkörperphysik 2: Vielteilchenphysik - Einführung in die Technik der Feynman-Diagramme</b> (Vorlesung)</p> <p>Sollten sich Studierende aus internationalen Studiengängen zu der Veranstaltung anmelden, wird die Veranstaltung in englischer Sprache gehalten. Ansonsten ist die Veranstaltungssprache Deutsch.</p>	
<b>Lehrveranstaltung:</b> Seminar zur Festkörperphysik	
<b>Häufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch
<b>SWS:</b> 0,00	<b>Dozent*in:</b>
<b>Lehrform(en):</b> Seminar	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Prüfungsleistung Studienleistung
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b></p> <p><b>Aktuelle Themen der Nanostrukturphysik</b> (Proseminar)</p> <p><b>Bremen-Cardiff Semiconductor Seminar</b> (Seminar)</p> <p><b>Gemeinsames Festkörperseminar</b> (Seminar)</p>	

**Modul 01-PHY-MA-TheoPhys WP: Theoretische Physik**  
Theoretische Physik

**Modulgruppenzuordnung:**

- Wahlpflichtbereich / Wahlpflichtfach

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

keine

**Lerninhalte:**

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

**Workloadberechnung:**

266 h Vor- und Nachbereitung  
140 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden  
44 h Prüfungsvorbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

ja

**Unterrichtsprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Stefan Bornholdt

**Häufigkeit:**

**Dauer:**

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

WiSe 11/12 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

15 / 450 Stunden

**Modulprüfungen**

**Modulprüfung: Prüfungsleistung**

**Prüfungstyp: Modulprüfung**

**Prüfungsform:**

Bekanntgabe zu Beginn des Semesters

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

1 / - / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

**Modulprüfung: Studienleistung**

**Prüfungstyp: Modulprüfung**

**Prüfungsform:**

Bekanntgabe zu Beginn des Semesters

**Die Prüfung ist unbenotet?**

ja

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

- / 1 / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

## Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung zur Theoretischen Physik	
<b>Häufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Unterrichtsprache(n):</b> Deutsch
<b>SWS:</b> 0,00	<b>Dozent*in:</b>
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Prüfungsleistung Studienleistung
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b></p> <p><b>Komplexe adaptive Systeme</b> (Vorlesung)</p> <p><b>Physik komplexer Systeme</b> (Vorlesung)</p> <p><b>Themen der höheren Theoretischen Physik: Quantenelektrodynamik, Eichtheorie, Hydrodynamik, Distributionentheorie</b> (Vorlesung)</p> <p><b>Theoretical Neurophysics</b> (Vorlesung) Informationen zur Veranstaltung finden Sie hier: <a href="https://nc.uni-bremen.de/index.php/s/6jBjEwoEM8gPFsp/download/theoretical_neurophysics_SoSe2025_eng.pdf">https://nc.uni-bremen.de/index.php/s/6jBjEwoEM8gPFsp/download/theoretical_neurophysics_SoSe2025_eng.pdf</a> Übungen nach Vereinbarung</p> <p><b>Theoretische Festkörperphysik 2: Vielteilchenphysik - Einführung in die Technik der Feynman-Diagramme</b> (Vorlesung) Sollten sich Studierende aus internationalen Studiengängen zu der Veranstaltung anmelden, wird die Veranstaltung in englischer Sprache gehalten. Ansonsten ist die Veranstaltungssprache Deutsch.</p>	
<b>Lehrveranstaltung:</b> Seminar zur Theoretischen Physik	
<b>Häufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Unterrichtsprache(n):</b> Deutsch
<b>SWS:</b> 0,00	<b>Dozent*in:</b>
<b>Lehrform(en):</b> Seminar	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Prüfungsleistung Studienleistung
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b></p> <p><b>Gruppenseminar "Aktuelle Probleme der Theoretischen Festkörperphysik"</b> (Seminar)</p> <p><b>Neuere Probleme der Physik komplexer Systeme</b> (Seminar)</p> <p><b>Seminar zu Fragen der Halbleiterphysik</b> (Seminar)</p> <p><b>Seminar über Fragen der theoretischen Neurophysik</b> (Proseminar)</p>	

**Modul 01-PHY-MA-UP: Umweltphysik**  
Environmental Physics (Compulsary optional subject)

**Modulgruppenzuordnung:**

- Wahlpflichtbereich / Wahlpflichtfach

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

keine

**Lerninhalte:**

Das Studium der Umweltphysik beschäftigt sich insbesondere mit dem System Erde und den komplexen Zusammenhängen zwischen Atmosphäre, Hydrosphäre, Kryosphäre, Landmassen und dem Klima.

Aus folgenden Veranstaltungen kann für das Wahlfach Umweltphysik im Umfang von 15 CP gewählt werden:

**Atmospheric Chemistry:**

- Chemische und photochemische Prozesse der verschiedenen Atmosphärenschichten

**Atmospheric Physics:**

- Einführung in den Aufbau der Atmosphäre
- Physikalische und chemische Prozesse in der Atmosphäre

**Dynamics I & II:**

- Einführung in die fundamentalen physikalischen Bewegungsgleichungen zur Beschreibung der Dynamik von Atmosphäre, Ozean, Eis und fester Erde.

**Physical Oceanography I+II:**

- Topographie des Ozeans
- Die Bewegungsgleichung
- Der windgetriebene Ozean
- Rolle des Ozeans für Energiehaushalt und Klima

**Climate System I:**

- Klima auf der Erde
- Klimawandel
- Energiebilanz
- Strahlung & Konvektion
- Rolle des Ozeans im Klimasystem
- Rolle der Kryosphäre im Klimasystem
- Klimawandel in jüngster Zeit
- 1,5-Grad-Ziel

**Atmospheric Spectroscopy:**

- Huygens-Prinzip, Interferenz-, Prismen- und Gitterspektrometer, Fourier-Transform-Spektroskopie, Übergänge, Rotationsspektren, Schwingungsspektren, Rotations-Schwingungs-Spektren, Fernerkundungsmethoden

**Measurement Techniques (Praktikum):**

- Eine Reihe von praktischen Messungen und Berechnungsexperimenten von meteorologischen Größen, atmosphärischen Spurengasen, Meeresströmungen, Eisdicke und Absorptionsquerschnitten mit verschiedenen Techniken wird von den Studenten unter Aufsicht von Tutoren durchgeführt.

Aus folgenden Seminaren kann maximal 1 Seminar gewählt werden:

- IUP Seminar on Environmental Physics
- Seminar on Physics and Chemistry of the Atmosphere
- Seminar on Physical Oceanography I
- Seminar on Physical Oceanography II

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

Das Modul führt in die physikalischen Grundlagen der Umweltphysik ein. Außerdem werden die wichtigsten Messmethoden vorgestellt und im Rahmen eines Praktikums angewendet. Darüber hinaus wird durch spezielle Veranstaltungen an die aktuelle Forschung herangeführt und die entsprechenden Kenntnisse werden vertieft.

**Workloadberechnung:**

266 h Vor- und Nachbereitung  
 44 h Prüfungsvorbereitung  
 140 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

ja

<b>Unterrichtsprache(n):</b> Englisch	<b>Modulverantwortliche(r):</b> Prof. Dr. rer.nat. Justus Notholt
<b>Häufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Dauer:</b> 2 Semester
<b>Modul gültig seit / Modul gültig bis:</b> SoSe 24 / -	<b>ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:</b> 15 / 450 Stunden

**Modulprüfungen**

<b>Modulprüfung:</b> Prüfungsleistung	
<b>Prüfungstyp:</b> Modulprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Bekanntgabe zu Beginn des Semesters	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> nein
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> 1 / - / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Englisch	

<b>Modulprüfung:</b> Studienleistung	
<b>Prüfungstyp:</b> Modulprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Bekanntgabe zu Beginn des Semesters	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> ja
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> - / 1 / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Englisch	

**Lehrveranstaltungen des Moduls**

<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung zur Umweltphysik
--

<b>Häufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Unterrichtssprache(n):</b> Englisch
<b>SWS:</b> 0,00	<b>Dozent*in:</b>
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Prüfungsleistung Studienleistung
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Atmospheric Spectroscopy</b> (Vorlesung)	
<b>Climate System I</b> (Vorlesung)	
<b>Dynamics II</b> (Vorlesung)	
<b>Measurement Techniques</b> (Vorlesung) In the first 3 weeks, the lectures will be in room N3130. All further weekly appointments: Rooms depending on the respective experiment. / (4 SWS) Please check the PEP homepage for further course details (lecture + practical).	
<b>Physical Oceanography II</b> (Vorlesung)	
<b>Lehrveranstaltung:</b> Seminar zur Umweltphysik	
<b>Häufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Unterrichtssprache(n):</b> Englisch
<b>SWS:</b> 0,00	<b>Dozent*in:</b>
<b>Lehrform(en):</b> Seminar	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Prüfungsleistung Studienleistung
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b>	
<b>IUP Seminar on Environmental Physics</b> (Seminar)	
<b>Seminar on Physical Oceanography II</b> (Seminar)	
<b>Seminar on Physics and Chemistry of the Atmosphere</b> (Seminar)	
<b>Lehrveranstaltung:</b> Praktikum zur Umweltphysik	
<b>Häufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Unterrichtssprache(n):</b> Englisch
<b>SWS:</b> 0,00	<b>Dozent*in:</b>
<b>Lehrform(en):</b> Praktikum	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Prüfungsleistung Studienleistung



**Modul 01-PHY-MA-AP: Astrophysik**  
Astrophysik

**Modulgruppenzuordnung:**

- Wahlpflichtbereich / Wahlpflichtfach

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

keine

**Lerninhalte:****Spezielle Relativitätstheorie**

Vorrelativistische Physik, erste Experimente, Herleitung der Lorentz-Transformationen, Speziell-Relativistische Effekte, Minkowski-Raum, Maxwell-Theorie, relativistische Quantenmechanik, Synchronisation, Testtheorien

**Allgemeine Relativitätstheorie**

Differentialgeometrie, Begründung der Riemannschen Raum-Zeit-Struktur, Geodätengleichungen, Elektromagnetismus im Gravitationsfeld, Einsteinsche Feldgleichungen, Schwarzschild-Lösung, Kerr-Lösung, Bahnen in Schwarzschild- und Kerr-Geometrie, Schwarze Löcher, Thermodynamik Schwarzer Löcher, Sonnensystemeffekte, PPN Formalismus, Bewegung von Teilchen mit Spin

**Stellare Astrophysik**

Hubble Diagramm; Sternstruktur, nukleare Energieproduktion, Energietransport (Konvektion und Strahlung), Eigengravitation, Entartungsdruck, Strahlungsdruck; Homologie-Beziehungen; Sternentwicklung, rote Riesen, Überriesen, Helium-Flash, Schalenbrennen; Veränderliche Sterne, Cepheiden, Luminous Blue Variables (LBV); Braune Zwerge; Kompakte Objekte, Weiße Zwerge, Neutronensterne und Schwarze Löcher; Doppelsternsysteme; interstellare Materie; Sternentstehung

**Planetenphysik**

Aufbau des Sonnensystems, Aufbaus und Charakteristika der einzelnen Planeten und Monde, Kometen, Meteoriten und Asteroiden, Kuiper Gürtel und Oortsche Wolke, Astrobiologie, Satelliten gestützte Erkenntnisse und anthropogene Verseuchung (planetaryprotection), Entstehung des Sonnensystems, Extrasolare Planeten und ihre Detektionsmethoden

**Gravitationslinsen**

1. Einführung: Historische Anmerkungen, Stand der Beobachtungen; 2. Theoretische Grundlagen: Geodätengleichung, Geometrie von Lichtbündeln, Fermatsches Prinzip, Kaustiken, quasi-Newtonsche Näherung, Beispiele (Schwarzschild-Lensing u.a.); 3. Astrophysikalische Anwendungen: Microlensing, Weak Lensing (Dunkle Materie, Dunkle Energie, Cosmic Shear)

**Bewegungsgleichungen in der Allgem. Relativitätstheorie – relativistische Himmelmmechanik**

Kepler-Problem, Schwarzloch-Raumzeiten (Schwarzschild, Kerr, Reissner-Nordström, Kerr-Newman, Taub-NUT), Geodätengleichung, Killing Vektoren, Elliptische Funktionen (Weierstraß p-, sigma- und zeta-Funktion), Observable

**Kosmologie****Schwarze Löcher****Experimente und Technologien für Tests der Relativitätstheorie****Himmelsmechanik****Chaos in der Himmelsmechanik****Extragalaktische Astronomie****Neutronensterne**

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

Sicheres und strukturiertes Wissen zu den genannten physikalischen Themenbereichen  
 Kenntnis der einschlägigen Kerngedanken und Schlüsselexperimente/Modellbildungen  
 Kenntnis der mathematischen Methoden  
 Einblicke in moderne Forschung auf dem Gebiet der Gravitations- und Astrophysik  
 Vorbereitung auf eine theoretische Master-Arbeit

**Workloadberechnung:**

266 h Vor- und Nachbereitung  
 44 h Prüfungsvorbereitung  
 140 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

ja

**Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. rer. nat. Claus Lämmerzahl

**Häufigkeit:**

**Dauer:**

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

WiSe 11/12 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

15 / 450 Stunden

**Modulprüfungen**

**Modulprüfung:** Prüfungsleistung

**Prüfungstyp:** Modulprüfung

**Prüfungsform:**

Bekanntgabe zu Beginn des Semesters

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

- / - / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

**Modulprüfung:** Studienleistung

**Prüfungstyp:** Modulprüfung

**Prüfungsform:**

Bekanntgabe zu Beginn des Semesters

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

- / - / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

**Lehrveranstaltungen des Moduls**

**Lehrveranstaltung:** Vorlesung zur Astrophysik

<b>Häufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Unterrichtsprache(n):</b> Deutsch
<b>SWS:</b> 0,00	<b>Dozent*in:</b>
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b>
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b> <b>Experimental Gravitation</b> (Vorlesung) <b>Introduction to General Relativity and Cosmology</b> (Vorlesung) <b>Space Telescopes</b> (Vorlesung) <b>Stellar Astrophysics</b> (Vorlesung)	

<b>Lehrveranstaltung:</b> Seminar zur Astrophysik	
<b>Häufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Unterrichtsprache(n):</b> Deutsch
<b>SWS:</b> 0,00	<b>Dozent*in:</b>
<b>Lehrform(en):</b> Seminar	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b>
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b> <b>Fascination Space</b> Die Ringvorlesung "Fascination Space - On the scientific and practical use of astronautics" informiert über spannende wissenschaftliche Fragestellungen im Bereich der Raumfahrt, für das tägliche Leben wichtige und unverzichtbare praktische Anwendungen der Raumfahrt, an die Grenzen gehende technologische Herausforderungen sowie über vergangene, geplante und laufende Raumfahrtmissionen. Lehrende der Universität Bremen und kooperierender Institute sowie Vertreter regionaler Industrieunternehmen bringen den Studierenden und allen interessierten MitarbeiterInnen der Universität Bremen Raumfahrt in Forschung und Anwendung in allgemeinverständlicher Form in Vorlesungen und ausführlichen Diskussionen nahe. ***** This seminar series intends to convey exciting aerospace research questions on a more general level and to allow discussions between experts and audience. Professionals from academia and industry will look into applications from space research, some... (weiter siehe Stud.IP)	

**Modul 01-PHY-MA-VoP: Vorbereitungsprojekt**  
 Preparatory Project

**Modulgruppenzuordnung:**

- Wahlpflichtbereich / Vorbereitungsprojekt

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

keine

**Lerninhalte:**

Die Inhalte ergeben sich aus dem Forschungsgebiet, in dem das Vorbereitungsprojekt angesiedelt ist.

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

- Umsetzung einer wissenschaftlichen Fragestellung in eine experimentelle und/oder theoretische Untersuchung
- erfolgreiche Strategien bei der Planung und Durchführung von wissenschaftlichen Untersuchungen
- vorläufige wiss. Ergebnisse in einer Arbeit zusammenfassen und präsentieren

**Workloadberechnung:**

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Andreas Rosenauer

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

WiSe 25/26 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

18 / 540 Stunden

**Dieses Modul ist unbenotet!**

**Modulprüfungen**

**Modulprüfung:** Thesenpapier

**Prüfungstyp:** Modulprüfung

**Prüfungsform:**

Projektbericht

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

1 / - / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

## Modul 01-PHY-MA-FSp: Fachliche Spezialisierung

### Professional Specialisation

**Modulgruppenzuordnung:**

- Wahlpflichtbereich / Fachliche Spezialisierung

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

keine

**Lerninhalte:**

Die Inhalte ergeben sich aus dem physikalischen Wahlpflichtfach, in dem die Thesis angesiedelt ist:

- Umweltphysik
- Biophysik
- Theoretische Physik
- Festkörperphysik
- Angewandte Optik
- Computergestützte Materialwissenschaften

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

- Kenntnis und Verständnis der aufgabenspezifischen physikalischen Grundlagen
- Erkennen des Bezugs zu den angrenzenden Gebieten und die Fähigkeit, diese Kenntnisse schriftlich und mündlich darzustellen und für eigene Forschung zu nutzen.

**Workloadberechnung:**
**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

ja

**Unterrichtsprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Andreas Rosenauer

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

SoSe 24 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

15 / 450 Stunden

**Dieses Modul ist unbenotet!**

## Modulprüfungen

**Modulprüfung:** Modulprüfung

**Prüfungstyp:** Modulprüfung

**Prüfungsform:**

Bekanntgabe zu Beginn des Semesters

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

1 / - / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

**Modul 01-PHY-MA-FoP: Abschlussmodul**

Research Project and Final Colloquium

**Modulgruppenzuordnung:**

- Masterarbeit (Forschungsprojekt) mit Kolloquium

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

keine

**Lerninhalte:**

Die Inhalte ergeben sich aus dem physikalischen Wahlpflichtfach, in dem die Thesis angesiedelt ist.

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

- Umsetzung einer wissenschaftliche Fragestellung in eine experimentelle und/oder theoretische Untersuchung
- Erfolgreiche Strategien bei der Planung und Durchführung von wissenschaftlichen Untersuchungen
- Fähigkeit zur kritischen Bewertung, Einordnung und Diskussion eigener wiss. Ergebnisse
- Wiss. Ergebnisse in einer Arbeit zusammenfassen und präsentieren

**Workloadberechnung:**

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtsprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Andreas Rosenauer

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

SoSe 24 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

30 / 900 Stunden

**Modulprüfungen**

**Modulprüfung:** Masterarbeit

**Prüfungstyp:** Modulprüfung

**Prüfungsform:**

Masterarbeit

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

1 / - / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

**Modulprüfung:** Kolloquium

**Prüfungstyp:** Modulprüfung

**Prüfungsform:**

Kolloquium

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

1 / - / -

---

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch



## Modul 01-PHY-MA-0: Ergänzende Veranstaltungen im Master Physik

### Ergänzende Veranstaltungen im Master Physik

**Modulgruppenzuordnung:**

- Ergänzende Veranstaltungen

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

keine

**Lerninhalte:****Lernergebnisse / Kompetenzen:****Workloadberechnung:****Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

ja

**Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**Modulverantwortliche(r):**

N.N.

**Häufigkeit:****Dauer:****Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

SoSe 23 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

## Modulprüfungen

**Modulprüfung:** Ohne Prüfung**Prüfungstyp:****Prüfungsform:**

Siehe Freitext

**Die Prüfung ist unbenotet?**

ja

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

- / - / -

**Prüfungssprache(n):**

Deutsch

## Lehrveranstaltungen des Moduls

**Lehrveranstaltung:** Ergänzende Veranstaltungen im Master Physik**Häufigkeit:****Unterrichtssprache(n):**

Deutsch

**SWS:**

0,00

**Dozent\*in:****Lehrform(en):**

Vorlesung

Übung

Seminar

Betreute Selbststudieneinheit

**Zugeordnete Modulprüfung:****Zugeordnete Lehrveranstaltungen**

## **From Idealized to Real Relativity, to Exact Space Navigation, to Volume Dynamics and to Quantum Physics** (Blockveranstaltung)

Our concept: We investigate present-day special and general relativity theory and discover a fundamental inherent idealization. For it, we use empirical data as well as a proof. The idealization must be overcome in order to enable navigation in interplanetary space and beyond. For it, we derive an improved version of relativity and confirm its physical reality with the Hacking criterion and with empirical data. We derive quanta from special relativity, thereby we show the founded and robust structure of quantum physics, including generalizations. We discover a space paradox, with it we show that even space has a particle structure. We derive the dynamics of volume in nature, and we show that it provides and explains the dynamics and postulates of quanta. Altogether, we provide exact, insightful, improved and generalized foundations for relativity and quantum physics. We emphasize that we achieve precise accordance with observation, while we do not execute any fit or use any hypothesis,... (weiter siehe Stud.IP)

## **Global Climate Change and Society** (Vorlesung)

This course is designed to tackle the current scenario of climate change and its impact on society. We discuss natural and anthropogenic climate variability with focus on their control and feedback mechanisms. We also provide basic knowledge of instrumental climate data, natural climate archives and climate model output for scenarios of past, present and future climate. All theoretical components of this module are connected to the societal aspect of climate change. The students will be challenged to discuss climate change impacts to different stakeholders and to communicate with them in a tailored manner. Bridging theoretical with practical knowledge, this course will enable the students to further spread correct scientific content to society and to get inspired and inspire others in the process.

## **Grundlagen der 3D-Druck-Technologien** (Vorlesung)

Die Veranstaltung findet in Raum 1020/1030 des AIB-Gebäudes statt. In dieser Veranstaltung werden Grundlagen des 3D-Drucks vermittelt. Thematisiert werden die Prinzipien diverser Verfahren und die praktische Umsetzung der Topologieoptimierung, des bionischen Designs und der digitalen Bauteilvorbereitung zum 3D-Druck. Inhalt: Geschichte des 3D-Drucks Verarbeitung metallischer Werkstoffe (Laserstrahlschmelzen, Elektronenstrahlschmelzen, Binder-Jetting, DED-Verfahren) Verarbeitung von Kunststoffen (Stereolithographie, FDM, Laser-Sintern, Binder Jetting) Physikalische und materialwissenschaftliche Aspekte der additiven Fertigung (Eigenspannungen, Verzug, Mikrostruktur) Design, Topologieoptimierung und Bionik

## **Grundlagen der Materialwissenschaften** (Vorlesung)

Die Veranstaltung findet in Raum 1020/1030 des AIB-Gebäudes statt. Materialwissenschaft verbindet Physik und Ingenieurwissenschaft. Es ist ein modernes Fachgebiet, das sich vor allem mit der Struktur und den daraus resultierenden Eigenschaften von Materialien beschäftigt. Nahezu 70 % aller technischen Innovationen hängen direkt oder indirekt von Materialinnovationen ab. Daher sind die materialwissenschaftlichen Kompetenzen in allen Branchen moderner Industrie (z.B. Luft- und Raumfahrt, Automotive, Energie- und Umweltwirtschaft) sehr gefragt. Die Vorlesung bietet einen Überblick über die grundlegenden Fragen der Materialwissenschaft: - Was sind die wichtigsten Eigenschaften von Materialien und wie werden sie ermittelt? - Warum haben unterschiedliche Materialarten (Metalle, Polymere, Keramiken, Verbundwerkstoffe) unterschiedliche Eigenschaften? - Wie sind Materialien strukturell aufgebaut und welchen Einfluss hat ihre Atom-, Nano- und Mikrostruktur auf die Eigenschaften? - Wie können die... (weiter siehe Stud.IP)

## **Grundlagen moderner Fertigungstechnologien** (Vorlesung)

Die Veranstaltung findet in Raum 1020/1030 des AIB-Gebäudes statt. Moderne Produktionstechnologien sind der Schlüssel zur effizienten Herstellung von Produkten in allen Industriezweigen, wie z. B.

Luft- und Raumfahrt, Automobilbau, Medizin, Energie und Umwelt. Die moderne Fertigung erfährt derzeit einen tiefgreifenden Wandel durch Digitalisierung und Anwendung von computergestützten Lösungen, die eine effizientere Steuerung der Produktionsprozesse ermöglichen. Die Vorlesung gibt einen Überblick über die wichtigsten modernen Fertigungstechnologien, von den Grundlagen des computergestützten Produktdesigns (CAD) bis hin zu den modernen computergestützten Fertigungsverfahren (CAM), wie z.B. Gießen, Umformen, Fräsen sowie Lasermaterialbearbeitung und additive Fertigung. Diese Lehrveranstaltung stellt einen Crashkurs in modernen Fertigungstechnologien dar. Sie setzt keine speziellen Vorkenntnisse voraus und ist insbesondere für Studierende der Natur-, Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften... (weiter siehe Stud.IP)

**Patente, Schutzrechte und Geistiges Eigentum** (Vorlesung)

Blockkurs Ende des Semesters

**Physikalisches Kolloquium**

Informationen zur Veranstaltung: <https://www.uni-bremen.de/de/universitaet/campus/veranstaltungskalender/kategorie/physikalisches-kolloquium/>

**Praktikum Grundlagen der 3D Druck Technologien** (Praktikum)

Die Veranstaltung findet in Raum 1020/1030 des AIB-Gebäudes statt.

**Praktikum Grundlagen der Materialwissenschaften** (Praktikum)

Die Veranstaltung findet in Raum 1020/1030 des AIB-Gebäudes statt. Das Praktikum „Grundlagen der Materialwissenschaften“ wird als eine ergänzende Lehrveranstaltung für die Vorlesung „Grundlagen der Materialwissenschaften“ angeboten. Das Praktikum ist besonders empfehlenswert für Studierende der Natur- und Ingenieurwissenschaften (Physik, Elektrotechnik, Chemie, Informatik, Produktionstechnik usw.). Die erworbenen Kompetenzen werden vor allem in modernen Branchen wie der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie, der Energie- und Medizintechnik benötigt, wo die Materialien zu innovativen Produkten verarbeitet werden. Der erste Teil des Praktikums ist dem Thema „Mikrostruktur und Eigenschaften“ gewidmet. Im Mittelpunkt stehen die Ausbildung des Gefüges metallischer Werkstoffe (Mikro-, Meso- und Makrogefüge) und die Methoden zur gezielten Einstellung eines bestimmten Gefüges und Steuerung der daraus resultierenden Werkstoffeigenschaften. Im zweiten Teil des Praktikums lernen die Studier... (weiter siehe Stud.IP)

**Praktikum Grundlagen moderner Fertigungstechnologien** (Vorlesung)

Die Veranstaltung findet in Raum 1020/1030 des AIB-Gebäudes statt.

**Sicherheitsschulung mit Feuerlöschübung, SoSe 2025 Ref.02** (Blockveranstaltung)

Vortrag: HS 2010 (großer Hörsaal) praktische Feuerlöschübung: Emmy-Noether-Str. hinter dem SFG Gebäude Beginn ab 10:00 Uhr (kein akademisches Viertel), bitte pünktlich erscheinen. Im Anschluss (ab ca. 12 Uhr) praktische Feuerlöschübung im Außenbereich hinter dem SFG-Gebäude, Platz Emmy-Noether-Straße. Die Teilnehmenden werden gebeten, auf wetterfeste Kleidung und festes Schuhwerk zu achten, da die Feuerlöschübung draußen stattfindet.

**Synthese und Analyse von Halbleiternanostrukturen** (Seminar)

Zielgruppe des Seminars sind BSc- und MSc-Studierende, die in AG Eickhoff Ihre jeweilige Arbeit schreiben. Zeit und Ort der Veranstaltung werden kurzfristig bekannt gegeben.

**Universelle Eigenschaften des Entscheidens** (Vorlesung)

Die Veranstaltung findet statt in der Rotunde im Cartesium oder im Hörsaal 3 W0040/50 im Gebäude NW1. <https://www.uni-bremen.de/decisions> Alle Lebensformen auf der Erde müssen Entscheidungen in der einen oder anderen Weise treffen, um zu überleben, Nachkommen zu sichern, oder ihre spezifische Nische im Ökosystem unserer Erde auszugestalten und einzunehmen. Im täglichen

Leben fällen Menschen ununterbrochen Entscheidungen, allein oder zusammen mit anderen. Wir sind uns selbst gewahr. Wir glauben, dass wir bewusste und wissensbasierte Entscheidungen treffen. Im Gegensatz dazu stehen einfache Lebensformen z.B. Hydren oder Schleimpilze, die kein Gehirn oder nicht einmal ein Nervensystem haben. Nichtsdestoweniger zeigen sie ein komplexes Verhalten, um optimale Entscheidungen zu treffen, die ihr Überleben sichern. Fasst man allgemein Entscheidungsprozesse als die Suche nach einer optimalen Lösung auf, lassen sich auch unbelebte Prozesse als Entscheidungsprozesse verstehen, wie sie z.B. in der... (weiter siehe Stud.IP)

**Universelle Mechanismen des Entscheidens** (Seminar)

**Wissenschaftliches Programmieren** (Vorlesung)

Sollten sich Studierende des Graduiertenkollegs RTG-QM3 zu der Veranstaltung anmelden, wird die Veranstaltung in englischer Sprache gehalten. Ansonsten ist die Veranstaltungssprache Deutsch.

[Webseite der Veranstaltung] <https://www.bccms.uni-bremen.de/cms/people/b-aradi/wissen-progr/>