



Fachbereich Physik

# Modulhandbuch

## Bachelorstudiengang Physik

gemäß Prüfungsordnung ab Wintersemester 2022/23 (PO2022)

Stand 17. April 2025



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Beschreibung des Studiengangs</b>	<b>5</b>
1.1	Qualifikationsziele	5
1.2	Struktur des Studiengangs	6
<b>2</b>	<b>Studienverlaufsplan</b>	<b>7</b>
2.1	Übersicht nach Studienverlauf	7
2.2	Übersicht nach Modulen	8
<b>3</b>	<b>Modulbeschreibungen</b>	<b>10</b>
3.1	Bachelor-Pflichtmodule	10
3.1.1	Physik Grundkurse	11
PGK1	Physik Grundkurs 1 (Mechanik und Wärmelehre)	11
PGK2	Physik Grundkurs 2 (Elektromagnetismus)	12
PGKAM	Physik Grundkurs - Analytische Mechanik	13
PGKOP	Physik Grundkurs - Optik	14
3.1.2	Mathematik für Physiker/-innen	15
MP1	Mathematik für Physiker/-innen 1 (Analysis 1)	15
MP2	Mathematik für Physiker/-innen 2 (Lineare Algebra 1)	16
MP3	Mathematik für Physiker/-innen 3 (Analysis 2)	17
MP4	Mathematik für Physiker/-innen 4	18
3.1.3	Basismodule Experimentalphysik (BM-EP)	19
BMEPAAP	Astronomie und Astrophysik	19
BMEPAAPK	Astronomie und Astrophysik (mit Klausur)	20
BMEPAML	Atome, Moleküle und Licht	21
BMEPKM	Kondensierte Materie	22
BMEPKTP	Kern- und Teilchenphysik	23
BMEPPN	Physik der Nanostrukturen	24
BMEPPNK	Physik der Nanostrukturen (mit Klausur)	25
3.1.4	Basismodule Theoretische Physik (BM-TP)	26
BMTPQM	Quantenmechanik 1	26
BMTPFQT	Quantenmechanik 2	27
BMTPTDS	Thermodynamik und Statistik	28
BMTPKFT	Klassische Feldtheorie	29
3.1.5	Praktika	30
PP1	Physikalisches Praktikum 1	30
PP2	Physikalisches Praktikum 2	31
PP3	Physikalisches Praktikum 3	32
OP	Orientierungspraktikum	33
3.1.6	Abschluss des Studiums	34
FINAL	Abschlussmodul	34
3.2	Ergänzungsmodule (EM)	36
3.2.1	Naturwissenschaftliche Fächer, Informatik	37
AC1001	Chemie für Naturwissenschaftler/-innen – Allgemeine und Anorganische Chemie	37
OC0100	Organische Chemie für Naturwissenschaftler/-innen	38
PC0930	Physikalisch-chemisches Praktikum für fortgeschrittene Studierende der Physik	39
INF1110	Informatik I	40
INF1120	Informatik II	41
3.2.2	Mathematik	42
3.2.3	Physik	43
MVK	Mathematischer Vorbereitungskurs für das Physikstudium	43
MEGK2	Mathematische Ergänzungen zu Physik Grundkurs 2	44
EPGKI	Ergänzungen zur Physik I: Rechnen und Verstehen	45
EL1	Elektronik 1	46
EL2	Elektronik 2	47
NEV	Nachhaltige Energieversorgung – eine Herausforderung für Wissenschaft und Ethik	48

3.2.4	Alle Fakultäten	49	
3.3	Überfachliche Qualifikationen (ÜQ)	50	
	EFPROG	Der Computer als Werkzeug in der Physik - Eine Einführung in die Programmierung	51
	PSTUT1	Proseminar für Tutorierende der Übung zur Physik I (Mechanik und Wärmelehre)	52
	PSTUT2	Proseminar für Tutorierende der Übung zur Physik II (Elektromagnetismus)	53
	WVOA	Wissenschaftliche Visualisierung und Öffentlichkeitsarbeit	54
	SRTPP	Die Spezielle Relativitätstheorie als Beispiel für einen Paradigmenwechsel in der Physik	55
3.4	Vertiefungsfächer (VF)	56	
	VF1	Astronomie und Astrophysik	58
	VF2	Astroteilchenphysik	59
	VF3	Biologische und Medizinische Physik	60
	VF4	Kern- und Teilchenphysik	61
	VF5	Atome und Licht: Quantenoptik	62
	VF6	Kondensierte Materie	63
	VF7	Nanostrukturen und Grenzflächen	64
	VF8	Wissenschaftliches Rechnen	65
	VF9	Fortgeschrittene Theoretische Physik	66

# 1 Beschreibung des Studiengangs

## 1.1 Qualifikationsziele

Die Qualifikationsziele des Bachelorstudiengangs Physik an der Universität Tübingen entsprechen in Auszügen der Empfehlung der Konferenz der Fachbereiche Physik (beschlossen am 8.11.2010):

Ein erfolgreich absolviertes Bachelorstudiengang soll einerseits einen frühen Einstieg ins Berufsleben ermöglichen (Berufsbefähigung) und andererseits die Absolventinnen und Absolventen auch zu einem weiterführenden Studium befähigen. Die Absolventinnen und Absolventen des Bachelorstudiengangs Physik verfügen mit ihren Kenntnissen und Fähigkeiten über eine Qualifizierung auf solider naturwissenschaftlich-mathematischer Grundlage, über bestimmte überfachliche Qualifikationen und über eine hohe Flexibilität, die eine vorzügliche Basis insbesondere für die weitere Qualifizierung und Spezialisierung darstellt. Im Rahmen des 4-jährigen Bachelorstudiengangs werden die fachlichen Kenntnisse und Fertigkeiten aus den ersten drei Studienjahren vertieft und erweitert. Die Absolventinnen und Absolventen haben Spezialkenntnisse in einem Teilfach der Physik auf höchstem Niveau erworben. Sie sind prinzipiell zur Aufnahme eines entsprechenden Masterstudiums geeignet. Mögliche Berufsperspektiven und Arbeitsmöglichkeiten bestehen außerhalb der Forschung an Universitäten, Hochschulen, Max-Planck Instituten vor allem im verarbeitenden Gewerbe (z.B. Halbleiterindustrie, optische Industrie, Medizintechnik), in Banken, Versicherungen, Investmentfonds, in der Unternehmensberatung und im Patentwesen.

Im Einzelnen stellen sich die Qualifikationsziele wie folgt dar:

- Fundierte Kenntnisse in der klassischen Physik und Vertrautheit mit den Grundlagen der Quanten-, Atom und Molekül-, Kern-, Elementarteilchen- und Festkörperphysik.
- Kenntnis wichtiger, in der Physik eingesetzter mathematischer Methoden.
- Exemplarische Anwendung des Wissens auf physikalische Aufgabenstellungen, Erwerb eines Grundsteins für Problemlösungskompetenz.
- Vertrautheit mit den Grundprinzipien des Experimentierens, Einsetzen moderner physikalischer Messmethoden und Befähigung, die Aussagekraft der Resultate richtig einzuschätzen.
- Fähigkeit, physikalische und teilweise auch übergreifende Probleme, die zielorientiertes und logisch fundiertes Herangehen erfordern, auf der Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse selbstständig einzurichten und durch Einsatz naturwissenschaftlicher und mathematischer Methoden zu analysieren bzw. zu lösen.
- Befähigung, Wissen auf unterschiedlichen Gebieten einzusetzen und in der beruflichen Tätigkeit verantwortlich zu handeln.
- Erste Erfahrungen mit überfachlichen Qualifikationen (z. B. Zeitmanagement, Lern- und Arbeitstechniken, Kooperationsbereitschaft, Kommunikationsfähigkeit, Regeln guter wissenschaftlicher Praxis, soziale Kompetenzen) und Fähigkeit diese weiter auszubauen.
- Befähigung, eine wissenschaftliche Aufgabenstellung zu lösen und ihre Ergebnisse im mündlichen Vortrag und schriftlich zu präsentieren.
- Vertiefung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Kenntnisse, Erweiterung des Überblicks über innerphysikalische Zusammenhänge und Spezialisierung auf einem Spezialgebiet der Physik, dass Anschluss an die aktuelle internationale Forschung gefunden werden kann.
- Beispielhaftes Einsetzen des Wissens an komplexen physikalischen Problemen und Aufgabenstellungen und Fähigkeit diese auf einer wissenschaftlichen Basis zu analysieren, zu formulieren und möglichst weitgehend zu lösen.

## 1.2 Struktur des Studiengangs

Die ersten drei Semester des Bachelorstudiengangs Physik sind geprägt von den Physik Grundkursen 1 (Mechanik & Wärmelehre), 2 (Elektromagnetismus), sowie der Analytischen Mechanik und der Optik. Diese Kurse sollen die Grundlagen für das weitere Studium der Physik legen. Ziel dieser Kurse ist es, die Studierenden sowohl an die experimentelle als auch die theoretische Physik heranzuführen. Dies wird erreicht durch die "integrierte" Form der Grundkurse Physik 1 und 2, die jeweils gemeinsam von einem/einer Dozierenden aus der Experimentalphysik und aus einem/einer aus der theoretischen Physik gehalten werden. Die Analytische Mechanik ist dann eine reine Theorievorlesung; die parallel laufende Optik widmet sich experimentellen Aspekten. Die Grundkurse werden begleitet durch eine dedizierte Ausbildung in den Grundlagen der Mathematik, die durch die Kurse in der Mathematik für PhysikerInnen geliefert wird, sowie durch die Physikalischen Praktika 1 und 2, die die frühe experimentelle Ausbildung vertiefen.

Mit dem vierten Fachsemester beginnt für die Studierenden ein breit angelegtes Hauptstudium der Physik. Fünf experimentelle Basismodule (Astronomie und Astrophysik; Atome, Moleküle und Licht; Kondensierte Materie; Kern- und Teilchenphysik; Physik der Nanostrukturen) bieten fundierte Einführungen in einen Großteil der modernen Themen der Experimentalphysik, mit besonderem Bezug auf die in der Tübinger Forschung vertretenen Arbeitsbereiche. Seitens der Theorie gibt es vier Basismodule (Quantenmechanik 1 und 2; Thermodynamik und Statistik; Klassische Feldtheorie), die das Gebäude der modernen theoretischen Physik umfassen. Die insgesamt neun Basismodule werden alle von den Studierenden besucht, typischerweise verteilt über die Semester 4–8. Auch in diesem Teil des Studiums spielen Praktika eine wichtige Rolle. Das Physikalische Praktikum 3 bietet den Studierenden Möglichkeiten zu fortgeschrittenen experimentellen Studien. Das überfachliche Orientierungspraktikum dient der Unterstützung bei der späteren Berufsfindung und wird in der Regel außerhalb der Universität in einem kommerziellen Unternehmen oder an einer anderen Universität oder Forschungseinrichtung absolviert. Weitere überfachliche Qualifikationen sind zu erwerben; hier kann aus einer Vielzahl von Modulen aus dem Angebot der Universität im Bereich überfachliche berufsfeldorientierte Kompetenzen gewählt werden.

Zentral im fortgeschrittenen Studienverlauf ist die Vertiefung in einem speziellen Bereich der Physik. Hierzu bietet der Studiengang neun Vertiefungsfächer (Astronomie und Astrophysik; Astroteilchenphysik; Biologische und Medizinische Physik; Kern- und Teilchenphysik; Atome und Licht: Quantenoptik; Kondensierte Materie; Nanostrukturen und Grenzflächen; Wissenschaftliches Rechnen; Fortgeschrittene Theoretische Physik) an, unter denen eine freie Wahl getroffen wird. Die Vertiefungsfächer decken weite Bereiche der modernen Forschung in der Physik ab, wiederum mit besonderem Bezug auf die Tübinger Forschungslandschaft.

Eine Reihe von weiteren frei wählbaren Modulen runden das Physikstudium ab. Ziel dieser Module ist eine breitere Fächerung der Ausbildung in der Physik, aber auch in anderen Bereichen der Mathematik und der Naturwissenschaften. Die Studierenden haben hier große Wahlmöglichkeiten in allen Fachbereichen der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät.

Darüber hinaus bietet der Studiengang die Möglichkeit zu einem 1- oder 2-semestrigen Auslandsaufenthalt. Grundsätzlich eignet sich für ein Auslandsstudium jedes Fachsemester nach dem ersten Studienjahr, in aller Regel bieten sich aber das 5. oder 6. Semester an, da die Module insbesondere im dritten Studienjahr durch eine gewisse Flexibilität ausgezeichnet sind. Erste Informationen zu Möglichkeiten eines Auslandsstudiums können unter der entsprechenden [Webseite](#) des Studiengangs abgerufen werden.

Am Ende des Bachelorstudiums Physik steht ein Abschlussmodul. Dieses beinhaltet eine viermonatige Bachelorarbeit, die in einer Arbeitsgruppe des Fachbereichs Physik angefertigt wird. In ihr stellen die Studierenden unter Beweis, dass sie in der Lage sind, sich innerhalb der vorgegebenen Frist in eine Problemstellung der aktuellen Forschung einzuarbeiten. Eine zweite Komponente des Abschlussmoduls wird durch zwei mündliche Prüfungen gebildet, eine in der experimentellen und eine in der theoretischen Physik. Gegenstand der Prüfungen sind jeweils zwei der oben genannten experimentellen bzw. theoretischen Basismodule, die dabei frei gewählt werden können. In den beiden Prüfungen zeigen die Studierenden, dass sie das erworbene fachbezogene Wissen zusammenhängend verstanden haben und erklären und anwenden können.

Details zur Struktur des Studiengangs können den Tabellen im nächsten Abschnitt entnommen werden.

## 2 Studienverlaufsplan

### 2.1 Übersicht nach Studienverlauf

Sem.	Physik Grundkurse Basismodule Experimentalphysik (EP) Basismodule Theoretische Physik (TP)			Vertiefungs-fach (VF) <sup>3</sup>	Ergänzungsmodule (EM) <sup>4</sup>	Mathematik	Praktika	überfachl. Quali. (ÜQ)	Abschluss-Projekt	cr-pts
1	Physik Grundkurs 1 (Mechanik & Wärmelehre) V6+Ü3			12	EM 1	Mathematik für Phys. 1 V4+Ü2 9		ÜQ 1 3		27 +3
2	Physik Grundkurs 2 (Elektromagnetismus) V6+Ü3			12			Mathematik für Phys. 2 V4+Ü2 9	Physikal. Prakt. 1 4 +2 3		25 +5
3	Physik Grundkurs - Optik V3+Ü1 6	Physik Grundkurs – Analytische Mechanik V4+Ü2 (2/3 Semester) 6				Mathematik für Phys. 3 V4+Ü2 9	Physikal. Prakt. 2 4 +2 3	ÜQ 3 3		25 +5
4	1BM-EP V4+Ü2 6	BM-TP: Quantenmechanik 1 V5+Ü3 12			EM 2	Mathematik für Phys. 4 V3+Ü1 6				30
5	1BM-EP V4+Ü2 6	1BM-EP/TP V4+Ü2 6	1BM-TP V4+Ü2 6		EM 3		Orientier.-Prakt. <sup>4</sup> 9			21 +9
6	1BM-EP/TP V4+Ü2 6	1,2BM-EP (Abschlussklausur) V4+Ü2 9		VF 1 9	EM 4					30
7	1BM-EP/TP V4+Ü2 6	VF 2 3					Physikal. Prakt. 3 7+2		Abschluss-modul <sup>5</sup> 12	28 +2
8	1BM-EP/TP V4+Ü2 6	VF 3 9		EM 5 3					12	30
cr-pts				99	21	24	33	15 +15 9	24	216 +24

cr-pts=ECTS-Punkte [für jedes Modul unten rechts angegeben]; V=Vorlesung; Ü=Übung [Zahlen=Semesterwochenstunden]; BM=Basismodul; ÜQ=überfachliche Qualifikation

Leistungspunkte (ECTS-Punkte; cr-pts):

1 ECTS-Punkt = 30 Stunden studentischer Arbeitsaufwand

- Blau: fachliche ECTS-Punkte

- Rot: ECTS-Punkte für überfachliche, berufsfeldorientierte Zusatzqualifikationen (ÜQ)

<sup>1</sup>BM-EP/TP = Basismodul Experimentalphysik oder Theoretische Physik:

die Reihenfolge der Module ist frei wählbar (werden allerdings (bis auf Astronomie & Astrophysik) jeweils nur im WiSe od. SoSe angeboten).

BM-EP: Astronomie & Astrophysik (WiSe & SoSe), Kondensierte Materie (WiSe), Atome Moleküle & Licht (SoSe), Kern- & Teilchenphysik (WiSe), Physik der Nanostrukturen (SoSe).

BM-TP: Thermodynamik & Statistik (WiSe), Quantenmechanik 2 (WiSe), Klassische Feldtheorie (SoSe).

<sup>2</sup>Für die Abschlussklausur kann zwischen dem Basismodul Astronomie & Astrophysik oder dem Basismodul Physik der Nanostrukturen gewählt werden. Das für die Klausur gewählte Basismodul kann nicht Gegenstand der mündlichen Prüfung im Abschlussmodul sein.

<sup>3</sup>Das Vertiefungsfach umfasst insgesamt 21 ECTS-Punkte und kann sich über mehrere Semester erstrecken; die Aufteilung ist nicht festgelegt. Die Vertiefungsfächer (aus den Themenbereichen Astronomie und Astrophysik, Astroteilchenphysik, Biologische und Medizinische Physik, Kern- und Teilchenphysik, Atome und Licht: Quantenoptik, Kondensierte Materie, Nanostrukturen und Grenzflächen, Wissenschaftliches Rechnen, Fortgeschritten Theoretische Physik) und deren Lehrveranstaltungen sind im Modulhandbuch beschrieben.

<sup>4</sup>Die Ergänzungsmodule (EM): umfassen zusammen 24 Leistungspunkte.

– EM im Umfang von mind. 9 cr-pts. sind aus dem Bereich der Naturwissenschaften (außer Physik), Informatik, oder Mathematik zu belegen.

– mindestens weitere 6 cr-pts. müssen als EM aus dem Bereich Physik belegt werden.

– bis zu 9 cr-pts. sind als EM frei wählbar, aus dem Angebot aller Fakultäten der Univ. Tübingen inklusive MNF mit Physik (auch Studium Professionale u. Forum Scientiarum).

<sup>4</sup>Das Orientierungspraktikum dient der Berufsfindung. Es sollen damit mögliche Anwendungsfelder des Erlernten ausgelotet werden.

Das Orientierungspraktikum sollte außerhalb der Universität in einem kommerziellen Unternehmen oder an einer anderen Universität oder Forschungseinrichtung im Inland oder im Ausland absolviert werden.

<sup>5</sup> Das Abschlussmodul beinhaltet folgende Elemente. In der Bachelorarbeit (12 cr-pts.) soll eine wissenschaftliche Fragestellung eigenständig bearbeitet werden. Die Ergebnisse sollen in schriftlicher Form dargestellt werden, sowie in der Regel im Seminar der Arbeitsgruppe, in welcher die Arbeit angesiedelt ist, vorgestellt werden. In zwei mündlichen Prüfungen (12 cr-pts.) wird vernetztes Wissen zu ausgewählten Basismodulen der experimentellen und theoretischen Physik behandelt und diskutiert.

Unterrichtssprache in den Modulen ist in der Regel Deutsch. Lehrveranstaltungen können in englischer Sprache abgehalten werden.

## 2.2 Übersicht nach Modulen

Im Folgenden geben wir eine Übersicht zum Studienverlauf in Form einer Tabelle, die die im Studiengang zu belegenden Module aufzeigt.

Empfohlenes Fachsemester	Modulnummer	Modultitel	Art der Veranstltg.	Prüfungs-Form/Studienleistung	LP
Studienabschnitt: Physik Grundkurse (Pflichtmodule)					
1	PGK1	Physik Grundkurs 1 (Mechanik & Wärmelehre)	V+Ü	K oder mP	12
2	PGK2	Physik Grundkurs 2 (Elektromagnetismus)	V+Ü	K oder mP	12
3	PGKOP	Physik Grundkurs - Optik	V+Ü	K oder mP	6
3	PGKAM	Physik Grundkurs – Analytische Mechanik	V+Ü	K oder mP	6
Studienabschnitt: Mathematik für PhysikerInnen (Pflichtmodule)					
1	MP1	Mathematik für Physiker/-innen 1	V+Ü	K oder mP	9
2	MP2	Mathematik für Physiker/-innen 2	V+Ü	K oder mP	9
3	MP3	Mathematik für Physiker/-innen 3	V+Ü	K oder mP	9
4	MP4	Mathematik für Physiker/-innen 4	V+Ü	K oder mP	6
Studienabschnitt: Basismodule Experimentalphysik (Pflichtmodule)					
4 oder 6	BMEPAAP / BMEPAAPK	Astronomie und Astrophysik	V+Ü	ÜN bzw. K	6 bzw. 9
6	BMEPAML	Atome, Moleküle und Licht	V+Ü	ÜN	6
5 oder 7	BMEPKM	Kondensierte Materie	V+Ü	ÜN	6
5 oder 7	BMEPKTP	Kern- und Teilchenphysik	V+Ü	ÜN	6
6 oder 8	BMEPPN / BMEPPNK	Physik der Nanostrukturen	V+Ü	ÜN bzw. K	6 bzw. 9
Studienabschnitt: Basismodule Theoretische Physik (Pflichtmodule)					
4	BMTPQM	Quantenmechanik 1	V+Ü	K	12
5	BMTPTDS	Thermodynamik und Statistik	V+Ü	ÜN	6
6 oder 8	BMTPKFT	Klassische Feldtheorie	V+Ü	ÜN	6
5 oder 7	BMFQT	Quantenmechanik 2	V+Ü	ÜN	6
Studienabschnitt: Praktika (Pflichtmodule)					
2	PP1	Physikalisches Praktikum 1	P	PN	6
3	PP2	Physikalisches Praktikum 2	P	PN	6

7	PP3	Physikalisches Praktikum 3	P	PN	9
5	OP	Orientierungspraktikum	P	PN	9
Studienabschnitt: Abschlussprojekt (Pflichtmodul)					
7,8	FINAL	Abschlussmodul (Bachelorarbeit, vernetztes Wissen Exp.Physik/Theor.Physik)	BA	BA, 2x mP	24
Studienabschnitt: Ergänzungsmodule (Wahlbereich)					
1-8		Module aus den Studiengängen des Fachbereichs Physik und anderer Fachbereiche der Mathematisch- Naturwissenschaftlichen Fakultät (nähere Regelung siehe <b>Kap. 3.2</b> der Modulbeschreibungen)			24
Studienabschnitt: Überfachliche Qualifikationen (Wahlbereich)					
1-3		Module aus dem Angebot der Universität zum Bereich überfachliche berufsfeldorientierte Kompetenzen (nähere Regelung siehe <b>Kap. 3.3</b> der Modulbeschreibungen)			9
Studienabschnitt: Vertiefungsfach (Wahlbereich)					
6-8		Module aus einem Teilbereich der Physik, die mit einer modulübergreifenden Prüfung abgeschlossen werden (nähere Regelung siehe <b>Kap. 3.4</b> der Modulbeschreibungen)		mP	21
<b>Erläuterung der Abkürzungen:</b>					
Lehrform: V=Vorlesung, Ü=Übungen, P=Praktikum					
Prüfungsform: K=Klausur, mP=mündliche Einzelprüfung, BA=Bachelorarbeit					
Studienleistung: ÜN=Übungsnachweis, PN=Praktikumsnachweis					

## 3 Modulbeschreibungen

### 3.1 Bachelor-Pflichtmodule

Die Bachelor-Pflichtmodule beinhalten die Physik Grundkurse, Mathematik für Physiker/-innen, die Basismodule Experimentalphysik, die Basismodule Theoretische Physik, die Praktika und das Abschlussmodul. In allen Fällen sind im Bachelor-Studiengang Physik die Leistungspunkte in vollem Umfang zu erwerben.

Im Basismodul Quantenmechanik 1 ist eine Abschlussklausur verpflichtend. Ebenso ist eine Abschlussklausur **entweder** im Basismodul Astronomie und Astrophysik **oder** im Basismodul Physik der Nanostrukturen verpflichtend.

Die Inhalte von zwei der drei verbleibenden unbenoteten Basismodule der theoretischen Physik (Quantenmechanik 2, Thermodynamik und Statistik, Klassische Feldtheorie) fließen in eine mündliche Prüfung zur theoretischen Physik ein, die einen Teil des Abschlussmoduls bildet. Die Inhalte von zwei der vier verbleibenden unbenoteten Basismodule der Experimentalphysik (Atome, Moleküle und Licht, Kondensierte Materie, Kern- und Teilchenphysik, sowie das nicht bereits schriftlich geprüfte Basismodul Astronomie und Astrophysik bzw. Physik der Nanostrukturen) werden in einer entsprechenden mündlichen Prüfung zur Experimentalphysik abgehandelt, die ebenfalls zum Abschlussmodul gehört. Die Wahl der Basismodule, die Gegenstand dieser beiden mündlichen Prüfungen sind, ist unter den genannten Modulen frei.

### 3.1.1 Physik Grundkurse

#### PGK1 Physik Grundkurs 1 (Mechanik und Wärmelehre) Modulkennziffer: PGK1

**Titel:** Physik Grundkurs 1 (Mechanik und Wärmelehre)

**Veranstaltungsart:** Vorlesung (6 SWS) und Übungen (3 SWS)

**Aufwand:** 360 h (Kontaktzeit 135 h, Selbststudium 225 h)

**Leistungspunkte:** 12

#### Verwendbarkeit:

Physik Grundkurs in den Studiengängen Bachelor und Lehramt Physik und Lehramt Astronomie

#### Zulassungsvoraussetzungen:

keine

#### Empfohlene Vorkenntnisse:

Mathematischer Vorbereitungskurs für das Physikstudium

#### Inhalt:

Mechanik: Raum, Zeit, Messung Koordinatensysteme, Vektoren, Newtonsche Bewegungsgleichungen, Kraft, konservatives Kraftfeld, Arbeit (Wegintegrale, Gradient), Lösung von Bewegungsgleichungen (Differentialgleichungen), Harmonischer Oszillatator, mit Dämpfung, angetriebener Oszillatator (komplexe Zahlen), Gravitationsgesetz, Keplergesetze, Drehimpuls, Vierteilchensysteme, Schwerpunkt, Starrer Körper (Volumenintegrale), Trägheitstensor, Rotationen, (Orthogonale Transformationen), Scheinkräfte, Kreisel, Schwingungen und Wellen, Akustik, Fourier-Zerlegung Wärmelehre: Temperatur, Wärmekapazität, Boltzmann Verteilung, Ideales Gas, barometrische Höhenformel, Entropie, Wärmekraftmaschinen, Phasenübergänge

#### Lernziele/Kompetenzen:

Die Studierenden verstehen die grundlegenden Methoden und Konzepte der Mechanik und der Wärmelehre. Sie erkennen den Zusammenhang zwischen den physikalischen Experimenten der Mechanik/Wärmelehre und den mathematischen Formulierungen. Die Studierenden sind in der Lage, die in der Vorlesung behandelten Inhalte wiederzugeben und anhand von Beispielen zu erläutern. Sie können einfache physikalische Probleme mathematisch formulieren und exakt oder näherungsweise lösen. Bei allen Themen nutzen sie die geeignete Fachsprache sowie mathematische Methoden.

#### Prüfungsmodalitäten:

Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung (Klausur oder mündliche Prüfung) ist die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen.

**Benotung:** Das Modul wird benotet.

**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, Start im Wintersemester

**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 150

#### Anmeldeformalitäten:

siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)

#### Modulverantwortliche(r):

Dozierende des Fachbereichs Physik

**PGK2 Physik Grundkurs 2 (Elektromagnetismus) Modulkennziffer: PGK2****Titel:** Physik Grundkurs 2 (Elektromagnetismus)**Veranstaltungsart:** Vorlesung (6 SWS) und Übungen (3 SWS)**Aufwand:** 360 h (Kontaktzeit 135 h, Selbststudium 225 h)**Leistungspunkte:** 12**Verwendbarkeit:**

Physik Grundkurs in den Studiengängen Bachelor und Lehramt Physik und Lehramt Astronomie

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Mathematischer Vorbereitungskurs zum Studium der Physik und Informatik

**Inhalt:**

Elektrostatik (Flächenintegrale, Rotation, Divergenz Sätze von Stokes und Gauß), Randwertprobleme, Multipolentwicklung, Elektrostatik im Medium, Ohmsches Gesetz, Magnetostatik, Maxwell Gleichungen, Wechselstrom, Induktivitäten, Kapazitäten, komplexe Widerstände, einfache Schaltungen, Elektromagnetische Wellen, Spezielle Relativitätstheorie

**Lernziele/Kompetenzen:**

Die Studierenden verstehen die grundlegenden Methoden und Konzepte der Elektrodynamik. Sie haben die Grundkonzepte der Speziellen Relativitätstheorie verstanden. Sie erkennen den Zusammenhang zwischen den physikalischen Experimenten der Elektrodynamik und den entsprechenden mathematischen Formulierungen. Die Studierenden sind in der Lage, die in der Vorlesung behandelten Inhalte der Elektrodynamik und der Speziellen Relativitätstheorie wiederzugeben und anhand von Beispielen zu erläutern. Sie können einfache physikalische Probleme mathematisch formulieren und exakt oder näherungsweise lösen. Bei allen Themen nutzen sie die geeignete Fachsprache sowie mathematische Methoden.

**Prüfungsmodalitäten:**

Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung (Klausur oder mündliche Prüfung) ist die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen.

**Benotung:** Das Modul wird benotet.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, Start im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 150**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

Dozierende des Fachbereichs Physik

**PGKAM Physik Grundkurs - Analytische Mechanik Modulkennziffer: PGKAM****Titel:** Physik Grundkurs - Analytische Mechanik**Veranstaltungsart:** Vorlesung (4 SWS, nur bis zur Weihnachtspause) und Übungen (2 SWS, ebenfalls nur bis zur Weihnachtspause)**Aufwand:** 180 h (Kontaktzeit 60 h, Selbststudium 120 h)**Leistungspunkte:** 6**Verwendbarkeit:**

Analytische Mechanik in den Studiengängen Bachelor of Science and Bachelor of Education

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Physik Grundkurse 1 und 2

**Inhalt:**

Zwangsbedingungen, D'Alembertsches Prinzip, Variationsprinzip, Lagrange- und Hamilton-Formalismus, Symmetrien und Erhaltungsgrößen, Phasenraum, kanonische Transformationen

**Lernziele/Kompetenzen:**

Die Studierenden verstehen die grundlegenden Methoden und Konzepte der Analytischen Mechanik. Sie erkennen den Zusammenhang zwischen den physikalischen Konzepten der Mechanik und den entsprechenden mathematischen Formulierungen. Die Studierenden sind in der Lage, die in der Vorlesung behandelten Inhalte wiederzugeben und anhand von Beispielen zu erläutern. Sie können einfache physikalische Probleme mathematisch formulieren und exakt oder näherungsweise lösen. Bei allen Themen nutzen sie die geeignete Fachsprache sowie mathematische Methoden.

**Prüfungsmodalitäten:**

Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung (Klausur oder mündliche Prüfung) ist die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

**Benotung:** Das Modul wird benotet.**Dauer des Moduls/Turnus:** 2/3 eines Semesters, im Wintersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 150**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

Dozierende des Fachbereichs Physik

**PGKOP Physik Grundkurs - Optik Modulkennziffer: PGKOP****Titel:** Physik Grundkurs - Optik**Veranstaltungsart:** Vorlesung (3 SWS) und Übungen (1 SWS; optional 2 SWS nach der Weihnachtspause)**Aufwand:** 180 h (Kontaktzeit 60 h, Selbststudium 120 h)**Leistungspunkte:** 6**Verwendbarkeit:**

Optik in den Studiengängen Bachelor of Science und Bachelor of Education

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Physik Grundkurse 1 und 2

**Inhalt:**

Elektromagnetische Theorie des Lichts, Phasen- und Gruppengeschwindigkeiten, Dispersion von Licht im Medium, Brechungsindex, Geometrische Optik (Fermatsches Prinzip), Instrumente der geometrischen Optik, Beugung am Spalt, Gitter, Kohärenz von Lichtwellen, Interferenz, Polarisation, Röntgenstrahlung

**Lernziele/Kompetenzen:**

Die Studierenden verstehen die grundlegenden Methoden und Konzepte der Optik. Sie erkennen den Zusammenhang zwischen den physikalischen Experimenten der Optik und den entsprechenden mathematischen Formulierungen. Die Studierenden sind in der Lage, die in der Vorlesung behandelten Inhalte der Optik wiederzugeben und anhand von Beispielen zu erläutern. Bei allen Themen nutzen sie die geeignete Fachsprache sowie mathematische Methoden.

**Prüfungsmodalitäten:**

Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung (Klausur oder mündliche Prüfung) ist die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

**Benotung:** Das Modul wird benotet.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Wintersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 150**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

Dozierende des Fachbereichs Physik

### 3.1.2 Mathematik für Physiker/-innen

#### MP1 Mathematik für Physiker/-innen 1 (Analysis 1) Modulkennziffer: MP1

**Titel:** Mathematik für Physiker/-innen 1

**Veranstaltungsart:** Vorlesung (4 SWS) und Übungen (2 SWS)

**Aufwand:** 270 h (Kontaktzeit 90 h, Selbststudium 180 h)

**Leistungspunkte:** 9

#### Verwendbarkeit:

Mathematik für Physiker/-innen im Bachelor-Studiengang Physik

#### Zulassungsvoraussetzungen:

keine

#### Empfohlene Vorkenntnisse:

keine

#### Inhalt:

Einfache Logik und Mengen. Aufbau der reellen und komplexen Zahlen. Folgen, Konvergenz und Reihen; Konvergenzkriterien; Potenzreihen, Funktionenfolgen; punktweise und gleichmäßige Konvergenz. Stetige Funktionen im Eindimensionalen und ihre Eigenschaften. Differentialrechnung im Eindimensionalen (insbesondere Mittelwertsatz, Taylorentwicklung). Riemann-Integral im Eindimensionalen.

#### Lernziele/Kompetenzen:

Die Studierenden kennen und verstehen die grundlegenden Begriffe, Aussagen und Methoden der eindimensionalen Analysis, wie sie für das Studium der Physik relevant sind. Ihr Abstraktionsvermögen wurde gefördert und sie sind im analytischen Denken geschult. Anhand eines strukturorientierten Zugangs haben sie gelernt, physikalisch relevante Aussagen der Mathematik einzuordnen, mathematische Beweise der Analysis nachzuvollziehen und in einfachen Beispielen selbstständig mathematische Aussagen zu beweisen bzw. zu widerlegen. Sie haben die wesentlichen Zusammenhänge der Theorie der eindimensionalen Analysis erkannt und sind in der Lage, die zentralen Aussagen der Vorlesungen in diese Zusammenhänge einzuordnen.

In den Übungen haben sie sich einen sicheren, präzisen und selbstständigen Umgang mit den Begriffen, Aussagen und Methoden aus den Vorlesungen erarbeitet. Zudem wurde dort die Präsentations- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden durch schriftliche Arbeiten und die Präsentation eigener Lösungen geschult. Die Studierenden sind in der Lage, sich durch Selbststudium Wissen anzueignen und gleichzeitig wurde ihre Teamfähigkeit durch Arbeit in kleineren Gruppen gefördert.

#### Prüfungsmodalitäten:

Die Modulprüfung findet als Klausur (90-180 min) oder als mündliche Prüfung (20-30 min) statt. Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung ist der Übungsnachweis durch erfolgreiche Teilnahme an den Übungen.

**Benotung:** Das Modul wird benotet.

**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Wintersemester und Sommersemester

**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 120

#### Anmeldeformalitäten:

siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)

#### Modulverantwortliche(r):

Studiendekan/-in des Fachbereichs Mathematik

**MP2 Mathematik für Physiker/-innen 2 (Lineare Algebra 1) Modulkennziffer: MP2**

**Titel:** Mathematik für Physiker/-innen 2

**Veranstaltungsart:** Vorlesung (4 SWS) und Übungen (2 SWS)

**Aufwand:** 270 h (Kontaktzeit 90 h, Selbststudium 180 h)

**Leistungspunkte:** 9

**Verwendbarkeit:**

Mathematik für Physiker/-innen im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Mathematik für Physiker/-innen 1

**Inhalt:**

Vektorräume und lineare Abbildungen. Matrizenkalkül und lineare Gleichungssysteme. Determinanten, Eigenwerte, Diagonalisierbarkeit und Jordansche Normalform. Euklidische und unitäre Vektorräume, Spektersätze, Grundzüge der analytischen Geometrie.

**Lernziele/Kompetenzen:**

Die Studierenden kennen und verstehen die grundlegenden Begriffe, Aussagen und Methoden der Linearen Algebra. Ihr Abstraktionsvermögen wurde gefördert, sie sind im analytischen Denken geschult und ihre mathematische Phantasie wurde angeregt. Anhand eines strukturorientierten Zugangs haben sie gelernt, physikalisch relevante Aussagen der Mathematik einzuordnen, mathematische Beweise der Linearen Algebra nachzuvollziehen und in einfachen Beispielen selbstständig mathematische Aussagen zu beweisen bzw. zu widerlegen. Sie haben die wesentlichen Zusammenhänge der Theorie der Linearen Algebra erkannt und sind in der Lage, die zentralen Aussagen der Vorlesungen in diese Zusammenhänge einzuordnen.

In den Übungen haben sie sich einen sicheren, präzisen und selbstständigen Umgang mit den Begriffen, Aussagen und Methoden aus den Vorlesungen erarbeitet. Zudem wurde dort die Präsentations- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden durch schriftliche Arbeiten und die Präsentation eigener Lösungen geschult. Die Studierenden sind in der Lage, sich durch Selbststudium Wissen anzueignen und gleichzeitig wurde ihre Teamfähigkeit durch Arbeit in kleineren Gruppen gefördert.

**Prüfungsmodalitäten:**

Die Modulprüfung findet als Klausur (90-180 min) oder als mündliche Prüfung (20-30 min) statt. Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung ist der Übungsnachweis durch erfolgreiche Teilnahme an den Übungen.

**Benotung:** Das Modul wird benotet.

**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester und Wintersemester

**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 120

**Anmeldeformalitäten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)

**Modulverantwortliche(r):**

Studiendekan/-in des Fachbereichs Mathematik

**MP3 Mathematik für Physiker/-innen 3 (Analysis 2) Modulkennziffer: MP3****Titel:** Mathematik für Physiker/-innen 3**Veranstaltungsart:** Vorlesung (4 SWS) und Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 270 h (Kontaktzeit 90 h, Selbststudium 180 h)**Leistungspunkte:** 9**Verwendbarkeit:**

Mathematik für Physiker/-innen im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Mathematik für Physiker/-innen 1 und 2

**Inhalt:**

Topologische Grundbegriffe in metrischen und normierten Räumen. Folgen, Konvergenz und Reihen; Konvergenzkriterien; Potenzreihen, Funktionenfolgen; punktweise und gleichmäßige Konvergenz. Stetige Funktionen zwischen metrischen Räumen und ihre Eigenschaften. Differentialrechnung im Mehrdimensionalen (insbesondere Mittelwertsatz, Taylorentwicklung, Satz über implizite Funktionen, Satz von der Umkehrfunktion, Extrema unter Nebenbedingungen). Riemann-Integral im Mehrdimensionalen (insbesondere Satz von Fubini, Transformationsformel). Grundbegriffe aus der Theorie der gewöhnlichen Differentialgleichungen (Satz von Picard-Lindelöf, lineare gewöhnliche Differentialgleichungen, Flüsse).

**Lernziele/Kompetenzen:**

Die Studierenden kennen und verstehen die grundlegenden Begriffe, Aussagen und Methoden der mehrdimensionalen Analysis, wie sie für das Studium der Physik relevant sind. Ihr Abstraktionsvermögen wurde gefördert und sie sind im analytischen Denken geschult. Sie haben die wesentlichen Zusammenhänge der Theorie der ein- und der mehrdimensionalen Analysis, ihre Gemeinsamkeiten und Unterschiede, erkannt und sind in der Lage, die physikalisch relevanten Aussagen der Vorlesungen in diese Zusammenhänge einzuordnen.

In den Übungen haben sie sich einen sicheren, präzisen und selbständigen Umgang mit den Begriffen, Aussagen und Methoden aus den Vorlesungen erarbeitet. Zudem wurde dort die Präsentations- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden durch schriftliche Arbeiten und die Präsentation eigener Lösungen geschult. Die Studierenden sind in der Lage, sich durch Selbststudium Wissen anzueignen und gleichzeitig wurde ihre Teamfähigkeit durch Arbeit in kleineren Gruppen gefördert.

**Prüfungsmodalitäten:**

Die Modulprüfung findet als Klausur (90-180 min) oder als mündliche Prüfung (20-30 min) statt. Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung ist der Übungsnachweis durch erfolgreiche Teilnahme an den Übungen.

**Benotung:** Das Modul wird benotet.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Wintersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 120**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

Dozierende des Fachbereichs Mathematik

**MP4 Mathematik für Physiker/-innen 4 Modulkennziffer: MP4**

**Titel:** Mathematik für Physiker/-innen 4

**Veranstaltungsart:** Vorlesung (3 SWS) und Übungen (1 SWS)

**Aufwand:** 180 h (Kontaktzeit 60 h, Selbststudium 120 h)

**Leistungspunkte:** 6

**Verwendbarkeit:**

Mathematik für Physiker/-innen im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Mathematik für Physiker/-innen 1, 2 und 3

**Inhalt:**

Holomorphe Funktionen, Cauchy-Riemannsche Differentialgleichungen. Stammfunktionen, Cauchysche Integralformel, Cauchyscher Integralsatz. Formale und konvergente Potenzreihen, komplex-analytische Funktionen, Identitätssatz. Laurentreihen, holomorphe Funktionen mit isolierten Singularitäten, Satz von Casorati-Weierstraß. Residuensatz und Anwendungen. Kurven- und Flächenintegrale. Integralsätze von Green, Gauß und Stokes.

**Lernziele/Kompetenzen:**

Die Studierenden kennen die Grundlagen der Funktionentheorie und sind mit den Integralsätzen vertraut. Sie beherrschen die wesentlichen Rechentechniken und können Wegintegrale sowie Kurven- und Flächenintegrale explizit lösen. Sie kennen zentrale Anwendungen der Theorie in der Mathematik und Physik und haben die Fähigkeit, abstrakte Fragestellungen in konkrete Probleme der Funktionentheorie zu transferieren und dort zu lösen.

In den Übungen haben sie sich einen sicheren, präzisen und selbständigen Umgang mit den Begriffen, Aussagen und Methoden aus den Vorlesungen erarbeitet. Zudem wurde dort die Präsentations- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden durch schriftliche Arbeiten und die Präsentation eigener Lösungen geschult. Die Studierenden sind in der Lage, sich durch Selbststudium Wissen anzueignen und gleichzeitig wurde ihre Teamfähigkeit durch Arbeit in kleineren Gruppen gefördert.

**Prüfungsmodalitäten:**

Die Modulprüfung findet als Klausur (90-180 min) oder als mündliche Prüfung (20-30 min) statt. Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung ist der Übungsnachweis durch erfolgreiche Teilnahme an den Übungen.

**Benotung:** Das Modul wird benotet.

**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester

**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 120

**Anmeldeformalitäten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)

**Modulverantwortliche(r):**

Studiendekan/-in des Fachbereichs Mathematik

**3.1.3 Basismodule Experimentalphysik (BM-EP)****BMEPAAP Astronomie und Astrophysik Modulkennziffer: BMEPAAP****Titel:** Astronomie und Astrophysik**Veranstaltungsart:** Vorlesung (4 SWS) und Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 180 h (Kontaktzeit 90 h, Selbststudium 90 h)**Leistungspunkte:** 6**Verwendbarkeit:**

Basismodul Experimentalphysik im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Physik Grundkurse 1 und 2; Analytische Mechanik

**Inhalt:**

Grundlagen: Beobachtungsmethoden, Koordinatensysteme;

Sonnensystem: Himmelsmechanik, Aufbau, Physik der Planeten, Entstehung;

Physik der Sterne: Entstehung, Atmosphären, Aufbau, Entwicklung, Endstadien;

Extragalaktik: Galaxien, Strukturbildung, Kosmologie

**Lernziele/Kompetenzen:**

Die Studierenden verstehen die experimentellen Grundlagen und deren mathematische Beschreibung auf dem Gebiet der Astronomie und Astrophysik. Die Studierenden kennen die prominenten Beispiele dieses Gebietes und sind in der Lage, ausgewählte Beispiele mit angemessenem Schwierigkeitsgrad zu lösen. Sie haben eine anschauliche Vorstellung physikalischer Phänomene in dem Gebiet erworben und sind in der Lage, in anschaulicher Weise über physikalische Sachverhalte des Gebietes zu kommunizieren. Die Studierenden sind in der Lage, ihr erworbenes Wissen anzuwenden, indem sie zum Themenbereich der Astronomie und Astrophysik selbstständig physikalische Probleme bearbeiten.

**Prüfungsmodalitäten:**

Teilnahme; unbenotet. Keine studienbegleitende Prüfung.

**Benotung:** Das Modul wird nicht benotet.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester und im Wintersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 120**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

A. Santangelo, K. Werner

**BMEPAAPK Astronomie und Astrophysik (mit Klausur) Modulkennziffer: BMEPAAPK**

**Titel:** Astronomie und Astrophysik (mit Klausur)

**Veranstaltungsart:** Vorlesung (4 SWS) und Übungen (2 SWS)

**Aufwand:** 270 h (Kontaktzeit 90 h, Selbststudium 180 h)

**Leistungspunkte:** 9

**Verwendbarkeit:**

Basismodul Experimentalphysik im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Physik Grundkurse 1 und 2; Analytische Mechanik

**Inhalt:**

Grundlagen: Beobachtungsmethoden, Koordinatensysteme;

Sonnensystem: Himmelsmechanik, Aufbau, Physik der Planeten, Entstehung;

Physik der Sterne: Entstehung, Atmosphären, Aufbau, Entwicklung, Endstadien;

Extragalaktik: Galaxien, Strukturbildung, Kosmologie

**Lernziele/Kompetenzen:**

Die Studierenden verstehen die experimentellen Grundlagen und deren mathematische Beschreibung auf dem Gebiet der Astronomie und Astrophysik. Die Studierenden kennen die prominenten Beispiele dieses Gebietes und sind in der Lage, ausgewählte Beispiele mit angemessenem Schwierigkeitsgrad zu lösen. Sie haben eine anschauliche Vorstellung physikalischer Phänomene in dem Gebiet erworben und sind in der Lage, in anschaulicher Weise über physikalische Sachverhalte des Gebietes zu kommunizieren. Die Studierenden sind in der Lage, ihr erworbenes Wissen anzuwenden, indem sie zum Themenbereich der Astronomie und Astrophysik selbstständig physikalische Probleme bearbeiten.

**Prüfungsmodalitäten:**

Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung (Klausur) ist die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen.

**Benotung:** Das Modul wird benotet.

**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester und im Wintersemester

**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 120

**Anmeldeformalitäten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)

**Modulverantwortliche(r):**

A. Santangelo, K. Werner

**BMEPAML Atome, Moleküle und Licht Modulkennziffer: BMEPAML****Titel:** Atome, Moleküle und Licht**Veranstaltungsart:** Vorlesung (4 SWS) und Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 180 h (Kontaktzeit 90 h, Selbststudium 90 h)**Leistungspunkte:** 6**Verwendbarkeit:**

Basismodul Experimentalphysik im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Physik Grundkurse 1 und 2; Basismodul Quantenmechanik 1

**Inhalt:**

Schrödinger-Gleichung und wasserstoffähnliche Atome, Photonen, Anwendungen des Photonenbildes, Spektroskopie, relativistische Behandlung des Wasserstoffatoms, Spin, Spin-Bahn-Kopplung, Hyperfeinstruktur, Mehrelektronenatome, Molekülbinding, Vibratoren und Rotationen von Molekülen, Molekülspektroskopie, Elektron im Magnetfeld, Ionenfallen, Atome im statischen Feld, Wechselwirkung von Atomen mit Licht, Laserkühlung von Atomen, Atomfallen.

**Lernziele/Kompetenzen:**

Die Studierenden verstehen die experimentellen Grundlagen und deren mathematische Beschreibung in der Physik der Atome, Moleküle und des Lichts. Die Studierenden kennen die prominenten Beispiele dieses Gebietes und sind in der Lage, ausgewählte Beispiele mit angemessenem Schwierigkeitsgrad zu lösen. Sie haben eine anschauliche Vorstellung physikalischer Phänomene in dem Gebiet erworben und sind in der Lage, in anschaulicher Weise über physikalische Sachverhalte des Gebietes zu kommunizieren. Die Studierenden sind in der Lage, ihr erworbenes Wissen anzuwenden, indem sie zum Themenbereich der Physik der Atome, Moleküle und des Lichts selbstständig physikalische Probleme bearbeiten.

**Prüfungsmodalitäten:**

Teilnahme; unbenotet. Keine studienbegleitende Prüfung.

**Benotung:** Das Modul wird nicht benotet.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 120**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

J. Fortágh, T. Schäffer, F. Schreiber

**BMEPKM Kondensierte Materie Modulkennziffer: BMEPKM****Titel:** Kondensierte Materie**Veranstaltungsart:** Vorlesung (4 SWS) und Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 180 h (Kontaktzeit 90 h, Selbststudium 90 h)**Leistungspunkte:** 6**Verwendbarkeit:**

Basismodul Experimentalphysik im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Physik Grundkurse 1 und 2; Basismodul Quantenmechanik 1

**Inhalt:**

Struktur, Dynamik und Mechanik kondensierter Materie (Kristalle, Flüssigkristalle, Flüssigkeiten); Elektronische Struktur von Festkörpern I: Freies Elektronengas und Bloch-Wellen, Kristallgitter, Phononen; Elektronische Struktur von Festkörpern II: Energiebänder, Metalle, Halbleiter, Isolatoren; Ordnungsphänomene und Phasenübergänge, Magnetismus, Supraleitung

**Lernziele/Kompetenzen:**

Die Studierenden verstehen die experimentellen Grundlagen und deren mathematische Beschreibung auf dem Gebiet der Kondensierten Materie. Die Studierenden kennen die prominenten Beispiele dieses Gebietes und sind in der Lage, ausgewählte Beispiele mit angemessenem Schwierigkeitsgrad zu lösen. Sie haben eine anschauliche Vorstellung physikalischer Phänomene in dem Gebiet erworben und sind in der Lage, in anschaulicher Weise über physikalische Sachverhalte des Gebietes zu kommunizieren. Die Studierenden sind in der Lage, ihr erworbenes Wissen anzuwenden, indem sie zum Themenbereich der Kondensierten Materie selbstständig physikalische Probleme bearbeiten.

**Prüfungsmodalitäten:**

Teilnahme; unbenotet. Keine studienbegleitende Prüfung.

**Benotung:** Das Modul wird nicht benotet.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Wintersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 120**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

F. Schreiber, R. Kleiner

**BMEPKTP Kern- und Teilchenphysik Modulkennziffer: BMEPKTP****Titel:** Kern- und Teilchenphysik**Veranstaltungsart:** Vorlesung (4 SWS) und Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 180 h (Kontaktzeit 90 h, Selbststudium 90 h)**Leistungspunkte:** 6**Verwendbarkeit:**

Basismodul Experimentalphysik im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Physik Grundkurse 1 und 2; Basismodul Quantenmechanik 1

**Inhalt:**

Konzept für subatomare Untersuchungen, Grundgrößen des Atomkerns und seiner Bausteine, Nukleon-Nukleon-Wechselwirkung, Aufbau der Atomkerne (Kernstruktur), Kernreaktionen, Radioaktiver Zerfall, Betazerfall, Neutrinos und schwache Wechselwirkung, Mesonen und Baryonen, Urbausteine der Materie und ihre Wechselwirkungen

**Lernziele/Kompetenzen:**

Die Studierenden verstehen die experimentellen Grundlagen und deren mathematische Beschreibung auf dem Gebiet der Kern- und Teilchenphysik. Die Studierenden kennen die prominenten Beispiele dieses Gebietes und sind in der Lage, ausgewählte Beispiele mit angemessenem Schwierigkeitsgrad zu lösen. Sie haben eine anschauliche Vorstellung physikalischer Phänomene in dem Gebiet erworben und sind in der Lage, in anschaulicher Weise über physikalische Sachverhalte des Gebietes zu kommunizieren. Die Studierenden sind in der Lage, ihr erworbenes Wissen anzuwenden, indem sie zum Themenbereich der Kern- und Teilchenphysik selbstständig physikalische Probleme bearbeiten.

**Prüfungsmodalitäten:**

Teilnahme; unbenotet. Keine studienbegleitende Prüfung.

**Benotung:** Das Modul wird nicht benotet.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Wintersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 120**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

J. Jochum

**BMEPPN Physik der Nanostrukturen Modulkennziffer: BMEPPN**

**Titel:** Physik der Nanostrukturen

**Veranstaltungsart:** Vorlesung (4 SWS) und Übungen (2 SWS)

**Aufwand:** 180 h (Kontaktzeit 90 h, Selbststudium 90 h)

**Leistungspunkte:** 6

**Verwendbarkeit:**

Basismodul Experimentalphysik im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Physik Grundkurse 1 und 2; Basismodul Quantenmechanik 1; Basismodul Kondensierte Materie

**Inhalt:**

Sprache: Englisch (language: english).

Einführung: Festkörperphysik in reduzierten Dimensionen; elektronische Eigenschaften von Nanostrukturen; Herstellungsverfahren und Charakterisierungsmethoden; optische Eigenschaften von Nanostrukturen; Tunnel- und Josephson-Effekte in metallischen und supraleitenden Systemen; magnetische Eigenschaften von Nanostrukturen

**Lernziele/Kompetenzen:**

Die Studierenden verstehen die experimentellen Grundlagen und deren mathematische Beschreibung auf dem Gebiet der Nanostrukturen und Grenzflächen und deren Anwendungen. Die Studierenden kennen die prominenten Beispiele dieses Gebietes und sind in der Lage, ausgewählte Beispiele mit angemessenem Schwierigkeitsgrad zu lösen. Sie haben eine anschauliche Vorstellung physikalischer Phänomene in dem Gebiet erworben und sind in der Lage, in anschaulicher Weise über physikalische Sachverhalte des Gebietes zu kommunizieren. Die Studierenden sind in der Lage, ihr erworbenes Wissen anzuwenden, indem sie zum Themenbereich der Nanostrukturen und Grenzflächen selbstständig physikalische Probleme bearbeiten.

**Prüfungsmodalitäten:**

Teilnahme; unbenotet. Keine studienbegleitende Prüfung.

**Benotung:** Das Modul wird nicht benotet.

**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester

**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 120

**Anmeldeformalitäten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)

**Modulverantwortliche(r):**

M. Fleischer, D. Kölle, F. Schreiber

**BMEPPNK Physik der Nanostrukturen (mit Klausur) Modulkennziffer: BMEPPNK****Titel:** Physik der Nanostrukturen (mit Klausur)**Veranstaltungsart:** Vorlesung (4 SWS) und Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 270 h (Kontaktzeit 90 h, Selbststudium 180 h)**Leistungspunkte:** 9**Verwendbarkeit:**

Basismodul Experimentalphysik im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Physik Grundkurse 1 und 2; Basismodul Quantenmechanik 1; Basismodul Kondensierte Materie

**Inhalt:**

Sprache: Englisch (language: english).

Einführung: Festkörperphysik in reduzierten Dimensionen; elektronische Eigenschaften von Nanostrukturen; Herstellungsverfahren und Charakterisierungsmethoden; optische Eigenschaften von Nanostrukturen; Tunnel- und Josephson-Effekte in metallischen und supraleitenden Systemen; magnetische Eigenschaften von Nanostrukturen

**Lernziele/Kompetenzen:**

Die Studierenden verstehen die experimentellen Grundlagen und deren mathematische Beschreibung auf dem Gebiet der Nanostrukturen und Grenzflächen und deren Anwendungen. Die Studierenden kennen die prominenten Beispiele dieses Gebietes und sind in der Lage, ausgewählte Beispiele mit angemessenem Schwierigkeitsgrad zu lösen. Sie haben eine anschauliche Vorstellung physikalischer Phänomene in dem Gebiet erworben und sind in der Lage, in anschaulicher Weise über physikalische Sachverhalte des Gebietes zu kommunizieren. Die Studierenden sind in der Lage, ihr erworbenes Wissen anzuwenden, indem sie zum Themenbereich der Nanostrukturen und Grenzflächen selbstständig physikalische Probleme bearbeiten.

**Prüfungsmodalitäten:**

Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung (Klausur) ist die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen.

**Benotung:** Das Modul wird benotet.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 120**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

M. Fleischer, D. Kölle, F. Schreiber

**3.1.4 Basismodule Theoretische Physik (BM-TP)****BMTPQM Quantenmechanik 1 Modulkennziffer:** BMTPQM**Titel:** Quantenmechanik 1**Veranstaltungsart:** Vorlesung (5 SWS) und Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 360 h (Kontaktzeit 105 h, Selbststudium 255 h)**Leistungspunkte:** 12**Verwendbarkeit:**

Basismodul Theoretische Physik im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Physik Grundkurse 1 und 2; Analytische Mechanik; Optik

**Inhalt:**

Die Grenzen der klassischen Physik: Compton-Effekt, Photoeffekt, Schwarzkörperstrahlung; eindimensionale Wellenmechanik, Unschärferelation, Schrödinger Gleichung, stationäre Lösungen, gebundene Zustände, eindimensionale Potentialprobleme (gebundene Zustände und Streuprobleme), Tunneleffekt, harmonischer Oszillator, periodische Potentiale; Formalismus der Quantentheorie: Hilbertraum, Operatoren, Darstellungen, Axiome. Grundlagen der Atomphysik: Drehimpuls, sphärisch-symmetrische Potentiale, Wasserstoffatom, Spin, Kopplung von Drehimpulsen: Spin-Spin und LS-Kopplung; Feinstruktur; Stationäre und zeitabhängige Störungstheorie; Formulierung der Quantenmechanik durch Pfadintegrale.

**Lernziele/Kompetenzen:**

Die Studierenden kennen die vertieften, grundlegenden Konzepte der Quantenmechanik und können sie anhand physikalischer Modellsysteme erläutern. Die Studierenden besitzen die notwendigen mathematischen Fähigkeiten, die zum Verständnis der Quantenmechanik notwendig sind. Sie besitzen weiterhin die Fertigkeiten, Problemstellungen in der Quantenmechanik eigenständig zu strukturieren, differenziert zu analysieren und mit den gelernten Methoden Lösungsansätze und Modelle zu erarbeiten. Sie können diese aus physikalischer Sicht bewerten und kommunizieren.

**Prüfungsmodalitäten:**

Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung (Klausur) ist die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen.

**Benotung:** Das Modul wird benotet.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 120**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

Dozierende des Instituts für Theoretische Physik

**BMTPFQT Quantenmechanik 2 Modulkennziffer: BMTPFQT****Titel:** Quantenmechanik 2**Veranstaltungsart:** Vorlesung (4 SWS) und Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 180 h (Kontaktzeit 90 h, Selbststudium 90 h)**Leistungspunkte:** 6**Verwendbarkeit:**

Basismodul Theoretische Physik im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Basismodul Quantenmechanik 1

**Inhalt:**

Zeitabhängige Störungstheorie, Heisenberg- und Diracbild; Licht-Materie Wechselwirkung, Auswahlregeln, Quantisierung des Strahlungsfelds; Streutheorie, Vierteilchensysteme; Mehrelektronensysteme; Elemente der Molekülphysik; Relativistische Quantenmechanik, Dirac-Gleichung; ggf. Funktionalintegral-Quantisierung, Basiselemente der Gruppentheorie.

**Lernziele/Kompetenzen:**

Die Studierenden erwerben ein fundiertes Fachwissen über die fortgeschrittenen Konzepte und Methoden der Quantentheorie. Sie erlernen die mathematischen Methoden und die physikalischen Modelle, die in der fortgeschrittenen Quantentheorie Verwendung finden. Sie erwerben das Verständnis der grundlegenden Methoden und Arbeitsweisen, das sie befähigt, weiterführende Vorlesungen insbesondere im Vertiefungsfach mit Gewinn zu absolvieren. Die Studierenden sind in der Lage, selbstständig ihr Wissen auf dem Gebiet zu erweitern und sich hierfür geeignete Literatur zu beschaffen.

**Prüfungsmodalitäten:**

Teilnahme; unbenotet. Keine studienbegleitende Prüfung.

**Benotung:** Das Modul wird nicht benotet.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Wintersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 120**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

Dozierende des Instituts für Theoretische Physik

**BMPTDS Thermodynamik und Statistik Modulkennziffer: BMPTDS**

**Titel:** Thermodynamik und Statistik

**Veranstaltungsart:** Vorlesung (4 SWS) und Übungen (2 SWS)

**Aufwand:** 180 h (Kontaktzeit 90 h, Selbststudium 90 h)

**Leistungspunkte:** 6

**Verwendbarkeit:**

Basismodul Theoretische Physik im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Physik Grundkurse 1 und 2; Analytische Mechanik; Basismodul Quantenmechanik 1

**Inhalt:**

Grundprinzip in der Statistik, thermodynamisches Gleichgewicht, thermodynamische Größen (Temperatur, Druck, chemisches Potential), erster und zweiter Hauptsatz, mikrokanonisches, kanonisches und großkanonisches Ensemble, thermodynamische Potentiale, thermodynamische Prozesse (insbes. Carnot-Prozess), ideales Gas, van-der-Waals Gas, Phasenübergänge, chemische Reaktionen (Massenwirkungsgesetz), Quantenstatistik: Fermi- und Bose-Verteilung, Bose-Kondensation, Wärmestrahlung und Gitterschwingungen

**Lernziele/Kompetenzen:**

Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte der Thermodynamik und Statistik und können sie anhand physikalischer Modellsysteme erläutern. Die Studierenden besitzen die notwendigen mathematischen Fähigkeiten, die zum Verständnis der Thermodynamik und Statistik notwendig sind. Sie besitzen weiterhin die Fertigkeiten, Problemstellungen in der Thermodynamik und Statistik eigenständig zu strukturieren, differenziert zu analysieren und mit den gelernten Methoden Lösungsansätze und Modelle zu erarbeiten. Sie können diese aus physikalischer Sicht bewerten und kommunizieren.

**Prüfungsmodalitäten:**

Teilnahme; unbenotet. Keine studienbegleitende Prüfung.

**Benotung:** Das Modul wird nicht benotet.

**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Wintersemester

**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 120

**Anmeldeformalitäten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)

**Modulverantwortliche(r):**

Dozierende des Instituts für Theoretische Physik

**BMTPKFT Klassische Feldtheorie Modulkennziffer: BMTPKFT****Titel:** Klassische Feldtheorie**Veranstaltungsart:** Vorlesung (4 SWS) und Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 180 h (Kontaktzeit 90 h, Selbststudium 90 h)**Leistungspunkte:** 6**Verwendbarkeit:**

Basismodul Theoretische Physik im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Physik Grundkurse 1 und 2; Analytische Mechanik

**Inhalt:**

Poincaré-Invarianz, relativistische Punktmasse, Euler-Lagrange Gleichungen für Felder. Noether-Theorem, Energie-Impuls-Tensor, Drehimpulstensor, Maxwell-Gleichungen, elektromagnetische Wellen, elektromagnetische Strahlung, Multipolentwicklungen, Kugelfunktionen, Randwertprobleme, Äquivalenzprinzip und Allgemeine Relativitätstheorie, Basiselemente der Riemannschen Geometrie, Einsteinsche Feldgleichungen, Schwarzschildlösung, Gravitationswellen.

**Lernziele/Kompetenzen:**

Die Studierenden kennen die vertieften, grundlegenden Konzepte der klassischen Feldtheorie und können sie anhand physikalischer Modellsysteme erläutern. Die Studierenden besitzen die notwendigen mathematischen Fähigkeiten, die zum Verständnis der klassischen Feldtheorie notwendig sind. Sie besitzen weiterhin die Fertigkeiten, Problemstellungen in der Feldtheorie eigenständig zu strukturieren, differenziert zu analysieren und mit den gelernten Methoden Lösungsansätze und Modelle zu erarbeiten. Sie können diese aus physikalischer Sicht bewerten und kommunizieren.

**Prüfungsmodalitäten:**

Teilnahme; unbenotet. Keine studienbegleitende Prüfung.

**Benotung:** Das Modul wird nicht benotet.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 120**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

Dozierende des Instituts für Theoretische Physik und des Instituts für Astronomie und Astrophysik

### 3.1.5 Praktika

#### PP1 Physikalisches Praktikum 1 Modulkennziffer: PP1

**Titel:** Physikalisches Praktikum 1

**Veranstaltungsart:** Praktikum

**Aufwand:** 180 Stunden; 15 Versuche (jeweils ca. 3 Stunden)

**Leistungspunkte:** 4 (fachlich) + 2 (überfachl. berufsfeldorientierte Zusatzqualifikation)

**Verwendbarkeit:**

Praktikum im Bachelor-Studiengang Physik;

davon 2 LP als Personale Kompetenz

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Physik Grundkurs 1

**Inhalt:**

**Fachlicher Teil:** Es werden in Kleingruppen Experimente durchgeführt zu den Themen der Physik Grundkurse 1–3. **Personale Kompetenzen:** Vortrag und Übungen zur Methodik des Praktikums und Experimentierens; Planung und Selbstorganisation; sorgfältiges und genaues Arbeiten, auch im Team; strukturierte und zielgruppenorientierte Präsentation von Ergebnissen.

**Lernziele/Kompetenzen:**

**Fachlicher Teil:** Erlernen praktischer Fähigkeiten zur Durchführung und Auswertung physikalischer Experimente; insbesondere zum Umgang mit Genauigkeit, Messunsicherheiten, Signifikanz, Fehlerarten; Einführung in Software zur Datenaufnahme und -auswertung; **Personale Kompetenzen:** Stärkung methodisch-problemlösenden Denkens für Lern- und Arbeitstechniken (Methoden- und Kommunikationskompetenz); Stärkung sozial-kommunikativen Denkens und Verhaltens für Kooperationsformen (Sozialkompetenz).

**Benotung:** Bei vollständig protokollierter Durchführung aller Versuche wird ein unbenotetes Testat erteilt.

**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommer- und Wintersemester; sowohl während der Vorlesungszeit als auch als Blockpraktikum in den letzten drei Wochen der vorlesungsfreien Zeit

**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 120

**Anmeldeformalitäten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)

**Modulverantwortliche(r):**

T. Hehl

**PP2 Physikalisches Praktikum 2 Modulkennziffer: PP2****Titel:** Physikalisches Praktikum 2**Veranstaltungsart:** Praktikum**Aufwand:** 180 Stunden; 15 Versuche (jeweils ca. 3 Stunden)**Leistungspunkte:** 4 (fachlich) + 2 (Personale Kompetenz)**Verwendbarkeit:**

Praktikum im Bachelor-Studiengang Physik;  
davon 2 LP als überfachliche, berufsfeldorientierte Zusatzqualifikation

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Physik Grundkurse 1 und 2; Physikalisches Praktikum 1

**Inhalt:**

**Fachlicher Teil:** Es werden in Kleingruppen Experimente durchgeführt zu den Themen der Physik Grundkurse 1–3. **Personale Kompetenzen:** Vortrag und Übungen zur Methodik des Praktikums und Experimentierens; Bewältigung komplexer Planungen, auch im Sinne eines Projektmanagements unter Einbeziehung der Beteiligten; einvernehmliche und wertschätzende Aufgabenverteilung im Team unter Effizienzgesichtspunkten, auch bei der Präsentation von Ergebnissen.

**Lernziele/Kompetenzen:**

**Fachlicher Teil:** Erlernen praktischer Fähigkeiten zur Durchführung und Auswertung physikalischer Experimente, insbesondere die korrekte Anwendung von Regeln für das Abfassen von Berichten, Zusammenfassungen und grafischen Darstellungen; Vertiefung von Softwarekenntnissen zur Datenaufnahme und -auswertung. **Personale Kompetenzen:** Stärkung methodisch-problemlösenden Denkens für Lern- und Arbeitstechniken (Methoden- und Kommunikationskompetenz); Stärkung sozial-kommunikativen Denkens und Verhaltens für Kooperationsformen (Sozialkompetenz).

**Benotung:** Bei vollständig protokollierter Durchführung aller Versuche wird ein unbenotetes Testat erteilt.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommer- und Wintersemester; sowohl während der Vorlesungszeit als auch als Blockpraktikum in den letzten drei Wochen der vorlesungsfreien Zeit**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 120**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

T. Hehl, J. Rheinlaender

**PP3 Physikalisches Praktikum 3 Modulkennziffer: PP3**

**Titel:** Physikalisches Praktikum 3

**Veranstaltungsart:** Praktikum

**Aufwand:** 270 Stunden; 10 Versuche (jeweils ca. 6 Stunden)

**Leistungspunkte:** 7 (fachlich) + 2 (Personale Kompetenz)

**Verwendbarkeit:**

Praktikum im Bachelor-Studiengang Physik;  
davon 2 LP als Personale Kompetenz

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Physik Grundkurse 1 und 2; Basismodule Kern- und Teilchenphysik, Atome, Moleküle und Licht, Kondensierte Materie

**Inhalt:**

**Fachlicher Teil:** ausgewählte Experimente aus den Bereichen Kern-/Teilchen-, Atom- und Festkörperphysik

**Personale Kompetenzen:** Vortrag und Übungen zur Methodik des Praktikums und Experimentierens; Bewältigung komplexer Planungen, auch im Sinne eines Projektmanagements unter Einbeziehung der Beteiligten; einvernehmliche und wertschätzende Aufgabenverteilung im Team unter Effizienzgesichtspunkten, auch bei der Präsentation von Ergebnissen.

**Lernziele/Kompetenzen:**

**Fachlicher Teil:** Erlernen weiterführender praktischer Fähigkeiten zur Durchführung und Auswertung physikalischer Experimente, insbesondere die korrekte Anwendung von Regeln für das Abfassen von Berichten, Zusammenfassungen und grafischen Darstellungen; Vertiefung von Softwarekenntnissen zur Datenaufnahme und -auswertung. **Personale Kompetenzen:** Stärkung methodisch-problemlösenden Denkens für Lern- und Arbeitstechniken (Methoden- und Kommunikationskompetenz); Stärkung sozial-kommunikativen Denkens und Verhaltens für Kooperationsformen (Sozialkompetenz).

**Prüfungsmodalitäten:**

Für jeden der zehn Versuche werden maximal 10 Punkte vergeben (maximal 5 für die Versuchsdurchführung (inkl. Testat) und maximal 5 für die schriftliche Versuchsausarbeitung). Kriterium für das Bestehen des Moduls ist das Erreichen von mindestens 50 Punkten und die vollständig protokolierte Durchführung aller Versuche.

**Benotung:** Das Modul ist unbenotet.

**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommer- und Wintersemester

**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 40

**Anmeldeformalitäten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)

**Modulverantwortliche(r):**

E. Goldobin

**OP Orientierungspraktikum Modulkennziffer: OP****Titel:** Orientierungspraktikum**Veranstaltungsart:** Praktikum**Leistungspunkte:** 9**Aufwand:** 270 Stunden**Verwendbarkeit:**

Praktikum im Bachelor-Studiengang Physik; im vollen Umfang (9 LP) als überfachliche, berufsfeldorientierte Zusatzqualifikation

**Zulassungsvoraussetzungen:**

Das Orientierungspraktikum muss vorab vom Prüfungsausschuss (oder Praktikumsbeauftragten) genehmigt werden.

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Physik Grundkurse 1 und 2; Physikalisches Praktikum 1 und 2

**Inhalt:**

Das Orientierungspraktikum dient der Berufsfindung. Es soll eine Anschauung von praktischen Tätigkeiten im Studiengang vermitteln. Es sollte als Forschungs- oder Berufspraktikum in einem kommerziellen Unternehmen oder an einer anderen Universität oder Forschungseinrichtung im In- und Ausland, aber nicht im Fachbereich Physik der Universität Tübingen absolviert werden.

**Lernziele/Kompetenzen:**

Das Orientierungspraktikum dient der Berufsfindung. Es sollen mögliche Anwendungsfelder der im Bachelorstudium erlernten Inhalte ausgelotet werden.

**Prüfungsmodalitäten:**

Die Anerkennung des Orientierungspraktikums erfolgt durch den Prüfungsausschuss (oder Praktikumsbeauftragten). Voraussetzung für die Anerkennung ist die Vorlage eines Praktikumsberichts sowie eines von der Praktikumsstelle ausgestellten Praktikumszeugnisses und Teilnahmebescheinigung.

**Benotung:** Das Modul ist unbenotet.**Dauer des Moduls/Turnus:** 5 Wochen, ganztägig oder entsprechende Aufteilung auf mehrere Termine; während des Semesters oder in der vorlesungsfreien Zeit (im Sommer- und Wintersemester)**Maximale Teilnehmerzahl:** individuelles Praktikum**Anmeldeformalitäten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)

**Modulverantwortliche(r):**

Praktikumsbeauftragter des Fachbereichs Physik

### 3.1.6 Abschluss des Studiums

**FINAL Abschlussmodul Modulkennziffer:** FINAL

**Titel:** Abschlussmodul (Bachelorarbeit und Abschlussprüfungen)

**Veranstaltungsart:** Projekt und mündliche Prüfungsgespräche in experimenteller und theoretischer Physik

**Aufwand:** 720 h (Selbststudium 720 h)

**Leistungspunkte:** 24 (davon 12 für die Bachelorarbeit und jeweils 6 für die beiden mündlichen Prüfungen)

**Verwendbarkeit:**

Projekt (Abschlussarbeit) und mündliche Abschlussprüfungen im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

siehe Prüfungs- und Studienordnung

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

erfolgreiches Bachelor-Studium bis zum 7. Semester; Besuch der Basismodule Experimentalphysik und Theoretische Physik

**Inhalt:**

Bachelorarbeit: Bearbeitung eines Themas der theoretischen oder experimentellen Physik unter Anleitung. Einführung in die spezifischen Methoden und Inhalte des Arbeitsgebiets. In der Regel Teilnahme an und Präsentation der Arbeit in einem zugehörigen Arbeitsgruppenseminar (siehe Vorlesungsverzeichnis im ALMA-Portal). Erforderlich ist ein schriftlicher Bericht über die Bearbeitung einer physikalischen Fragestellung, die der/die Studierende in Absprache mit einem prüfungsberechtigten Mitglied der Fakultät behandelt.

Mündliche Abschlussprüfungen: Gegenstand der Prüfung in der **Experimentalphysik** ist der Inhalt von zwei Modulen aus dem Bereich der Basismodule Experimentalphysik, wobei **dasjenige Basismodul ausgenommen ist, in dem die Abschlussklausur geschrieben wird** (d.h. entweder das Basismodul Astronomie & Astrophysik oder das Basismodul Physik der Nanostrukturen). Die Dauer der Prüfung beträgt 1h. Die Prüfung kann nach Absprache von einem oder von zwei prüfungsberechtigten Mitglied(ern) der Fakultät abgenommen werden. Gegenstand der Prüfung in der **theoretischen Physik** ist der Inhalt von zwei Modulen aus dem Bereich der Basismodule Theoretische Physik, wobei **das Basismodul Quantenmechanik 1 ausgenommen ist**. Die Dauer der Prüfung beträgt 1h. Die Prüfung kann nach Absprache von einem oder von zwei prüfungsberechtigten Mitglied(ern) der Fakultät abgenommen werden.

**Lernziele/Kompetenzen:**

Bachelorarbeit: Erlernen spezieller Arbeitsmethoden der Physik durch projektbezogene Tätigkeit in einer Arbeitsgruppe. Die Studierenden sind in der Lage, sich innerhalb der vorgegebenen Frist in eine Problemstellung der aktuellen Forschung einzuarbeiten. Sie setzen sich fundiert mit der wissenschaftlichen Literatur im gewählten Arbeitsfeld auseinander und bewerten diese kritisch in Bezug zur eigenen Arbeit. Sie vertiefen ihre Problemlösekompetenz und können ihr Methodenwissen transferieren. Die Studierenden können ihre Ergebnisse in wissenschaftlich angemessener Form dokumentieren und darstellen.

Mündliche Abschlussprüfungen: Die Studierenden zeigen, dass sie das in den jeweils für die Prüfungen ausgewählten Basismodulen erworbene fachbezogene Wissen zusammenhängend verstanden haben und erklären und anwenden können. Sie zeigen, dass sie in der Lage sind, durch Selbststudium ihr Wissen zu vertiefen und zu vernetzen. Sie können ihr Wissen unter Verwendung von präziser und treffender Fachsprache präsentieren.

**Benotung:**

Die Bachelorarbeit ist ein schriftlicher benoteter Arbeitsbericht, der in der Regel einen Umfang von nicht mehr als 15 Seiten haben sollte. Er wird von einem Betreuer/einer Betreuerin begutachtet und benotet.

Die beiden mündlichen Prüfungen werden separat von den jeweiligen Prüfern/Prüferinnen benotet. Die Gesamtnote des Moduls ergibt sich aus der mit 25% gewichteten Note der Bachelorarbeit und aus den mit jeweils 37,5% gewichteten Noten der mündlichen Prüfungen.

**Dauer des Moduls/Turnus:** 2 Semester (davon Bachelorarbeit ein Semester für ca. 20 h/Woche)

**Maximale Teilnehmerzahl:** Individuelles Projekt / individuelle Prüfung

**Anmeldeformalitäten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)

**Modulverantwortliche(r):**

Prüfungsberechtigte Mitglieder des Fachbereichs Physik

## 3.2 Ergänzungsmodule (EM)

### Struktur:

Insgesamt sind EM im Umfang von 24 Leistungspunkten zu belegen. Der Umfang (Zahl der Leistungspunkte) der einzelnen Module sowie die Gesamtzahl der EM ist nicht festgelegt.

- EM im Umfang von mindestens neun Leistungspunkten müssen aus geeigneten Modulen in **naturwissenschaftlichen Fächern (außerhalb der Physik), der Mathematik oder der Informatik** gewählt werden. Hier sollen insbesondere einführende Module aus anderen Disziplinen belegt werden. Einige empfohlene Module sind im Modulhandbuch aufgelistet. Es ist aber auch die Belegung anderer geeigneter Module möglich. Die Eignung wird vom Prüfungsausschuss, bzw. von dessen Vorsitzenden festgestellt.
- EM im Umfang von mindestens sechs Leistungspunkten müssen aus dem Lehrangebot der **Physik** erbracht werden. Neben den hier explizit ausgewiesenen Ergänzungsmodulen können insbesondere einzelne Lehrveranstaltungen der Vertiefungsfächer (s. Kap. 3.4) verwendet werden (sofern diese nicht im Vertiefungsfach selbst angerechnet werden sollen). Die tabellarische Übersicht zu jedem Vertiefungsfach enthält ebenfalls die Information welche Lehrveranstaltungen der Vertiefungsfächer auch als Ergänzungsmodul verwendbar sind.
- Weitere EM mit einem Umfang von bis zu neun Leistungspunkten können frei aus dem **Angebot aller Fakultäten der Universität** gewählt werden, sofern hierfür ausreichende Kapazitäten vorhanden sind. Eine automatische Berechtigung zur Teilnahme an solchen Veranstaltungen anderer Fakultäten besteht jedoch nicht. Es empfiehlt sich vorab anzufragen, ob eine Teilnahme an der gewünschten Veranstaltung möglich ist. Hier können auch Module aus dem **Studium Professionale** und dem Angebot des **Forum Scientiarum** belegt werden, falls diese nicht im Bereich überfachliche Qualifikationen (s. Kap. 3.3) angerechnet werden sollen.

### Benotung:

Insgesamt werden EM im Umfang von 15 Leistungspunkten bei der Berechnung der Bachelor-Note berücksichtigt. Es ist daher darauf zu achten dass eine ausreichende Menge an benoteten EM belegt wird.

**3.2.1 Naturwissenschaftliche Fächer, Informatik**

**AC1001 Chemie für Naturwissenschaftler/-innen – Allgemeine und Anorganische Chemie**  
**Modulkennziffer:** AC1001

**Titel:** Chemie für Naturwissenschaftler/-innen – Allgemeine und anorganische Chemie

**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS) und Praktikum (6 Versuchstage)

**Aufwand:** 180 Stunden

**Leistungspunkte:** 6

**Verwendbarkeit:**

Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

keine

**Inhalt:**

Allgemeines: Einteilung der Stoffe, Chemische Reaktionen, Stöchiometrische Gesetze, stöchiometrisches Rechnen; der Atombau: Atomspektren, Schrödinger-Gleichung, Elektronenkonfiguration; das Periodensystem: die periodischen Eigenschaften der Elemente; die chemische Bindung: Ionenbindung (Gitterenergie, Kristallsysteme), kovalente Bindung (Oktettregel, VSEPR Konzept), koordinative Bindung in Komplexen; Säuren, Basen, Salze: Protolysen, pH-Werte, Pufferlösungen; Chemie des Sauerstoffs, des Stickstoffs und der Edelgase; Wasserstoff, Wasser und Wasserstoffperoxid; Redoxreaktionen; Chemie der Elemente der Hauptgruppen

**Lernziele/Kompetenzen:**

Die Studierenden kennen das Basiswissen der Chemie und verstehen die grundlegenden Prinzipien der Allgemeinen und Anorganischen Chemie. Sie haben sich Kenntnisse in verschiedenen Arbeitstechniken wie Filtrieren, Trocknen, Wägen, Titrieren, Ionennachweise etc. angeeignet. Sie können pH-Werte bestimmen, das Massenwirkungsgesetz, Löslichkeitsprodukt und die Spannungsreihe anwenden.

**Prüfungsmodalitäten:**

Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur (etwa 75 min, zu Vorlesung und Praktikum), die nach Abschluss des Praktikums durchgeführt wird. Bei vollständig protokollierter Durchführung aller Versuche wird ein unbenotetes Testat erteilt; dieses Testat ist die Zulassungsvoraussetzung zur Klausur.

**Benotung:** Das Modul wird benotet.

**Dauer des Moduls/Turnus:** Vorlesung: im Wintersemester (2 Stunden pro Woche)

Praktikum: 6 Versuchstage (je 8 h) in der vorlesungsfreien Zeit im Wintersemester (Feb./März)

**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 60

**Anmeldeformalitäten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)

**Modulverantwortliche(r):**

M. Seitz, H. Mayer

**OC0100 Organische Chemie für Naturwissenschaftler/-innen Modulkennziffer: OC0100****Titel:** Organische Chemie für Naturwissenschaftler/-innen**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS) und Praktikum (6 Versuchstage)**Aufwand:** 180 Stunden**Leistungspunkte:** 6**Verwendbarkeit:**

Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Grundkenntnisse in der Chemie wie aus dem Modul Chemie für Naturwissenschaftler/-innen – Allgemeine und Anorganische Chemie

**Inhalt:**

- Zusammenhänge zwischen Struktur und Bindung in organischen Molekülen, Kohlenwasserstoffe
- die wichtigsten funktionellen Gruppen und der Einfluss auf die Verbindungseigenschaften
- die wichtigsten Mechanismen organischer Reaktionen
- Aufbau, Wirkung und Funktionen wichtiger organischer Materialien, Naturstoffe und Biomoleküle
- experimentelle Arbeitstechniken der organischen Chemie

**Lernziele/Kompetenzen:**

Die Studierenden sollen ein Verständnis der Strukturen, Reaktionen und Mechanismen kohlenstoffhaltiger Verbindungen erlernen. Anhand praktischer Experimente sollen die allgemeinen Grundlagen der chemischen Stoffe und ihrer Reaktionen kennengelernt werden. Durch die eigenständige Durchführung von Laborexperimenten sollen außerdem die grundlegenden Labor- und Analysetechniken der organischen Chemie erlernt werden, wie z. B. Dünnschichtchromatographie, Destillation, Umkristallisation, Schmelzpunktbestimmung und die Durchführung von organischen Reaktionen.

**Prüfungsmodalitäten:**

Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur (etwa 75 min, zu Vorlesung und Praktikum), die nach Abschluss des Praktikums durchgeführt wird. Bei vollständig protokollierter Durchführung aller Versuche wird ein unbenotetes Testat erteilt; dieses Testat ist die Zulassungsvoraussetzung zur Klausur.

**Benotung:** Das Modul wird benotet.**Dauer des Moduls/Turnus:** Vorlesung: im Wintersemester (2 Stunden pro Woche)

Praktikum: 6 Versuchstage (je 8 h) in der vorlesungsfreien Zeit im Wintersemester (Feb./März)

**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 60**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

B. Speiser, H. Mayer

**PC0930 Physikalisch-chemisches Praktikum für fortgeschrittene Studierende der Physik**  
**Modulkennziffer:** PC0930

**Titel:** Physikalisch-chemisches Praktikum für fortgeschrittene Studierende der Physik

**Veranstaltungsart:** Praktikum (3 SWS)

**Aufwand:** 90 Stunden [5 Versuche, jeweils ca. 6 Std.]

**Leistungspunkte:** 3

**Verwendbarkeit:**

Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Chemie für Naturwissenschaftler/-innen – Allgemeine und Anorganische Chemie

**Inhalt:**

Fünf Versuche aus: Dielektrizitätskonstanten, IR-Spektroskopie, UV/Vis-Spektroskopie, XPS (Röntgenphotoelektronenspektroskopie), STM (Scanning Tunneling Microscopy) oder Photokinetik

**Lernziele/Kompetenzen:**

Wechselwirkung elektromagnetischer Strahlung/Materie, Symmetriebetrachtungen, Fouriertransformation, Ähnlichkeiten und Unterschiede der Spektroskopiearten, hochauflöste Mikroskopie, Reaktionskinetik

**Prüfungsmodalitäten:**

Testat zu den einzelnen Versuchen und Abschlusskolloquium

**Benotung:** Das Modul wird benotet.

**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Winter- und Sommersemester

**Maximale Teilnehmerzahl:** keine Beschränkung

**Anmeldeformalitäten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)

**Modulverantwortliche(r):**

Dozierende der Physikalischen und Theoretischen Chemie

**INF1110 Informatik I Modulkennziffer: INF1110****Titel:** Informatik I**Veranstaltungsart:** Vorlesung (4 SWS) mit Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 270 h (Kontaktzeit 90 h, Selbststudium 180 h)**Leistungspunkte:** 9**Verwendbarkeit:**

Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

mathematischer Vorbereitungskurs für das Physikstudium

**Inhalt:**

Elemente des Programmierens, Fallunterscheidungen und Verzweigungen, zusammengesetzte und gemischte Daten, Programmieren mit Akkumulatoren, Higher-Order-Funktionen, interaktive Programme, rekursive Datenstrukturen und rekursive Funktionen, Pattern Matching, Entwurf von Programmen, Entwurfsrezepte, Reduktionssemantik und Programmäquivalenz

**Lernziele/Kompetenzen:**

Studierende kennen Konstruktionsanleitungen für die systematische Konstruktion von Computerprogrammen und können diese sachgerecht einsetzen. Sie können Probleme strukturieren, abstrakt beschreiben und danach Programme in einem disziplinierten Prozess entwickeln. Sie können ihre Ergebnisse verständlich präsentieren und Details ihres Lösungswegs in der Fachterminologie erläutern.

**Prüfungsmodalitäten:**

Modulprüfung findet als Klausur (90 min) statt.

**Benotung:** Das Modul wird benotet.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Wintersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** Vorlesung: keine Beschränkung; Übungen: 10-15 Teilnehmer**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

Ostermann, Grust

**INF1120 Informatik II Modulkennziffer: INF1120****Titel:** Informatik II**Veranstaltungsart:** Vorlesung (4 SWS) mit Übungen (2 SWS)**Aufwand:** 270 h (Kontaktzeit 90 h, Selbststudium 180 h)**Leistungspunkte:** 9**Verwendbarkeit:**

Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

Informatik I

**Inhalt:**

Modellierung von Daten, Klassenkonzept, Komposition und Vereinigung von Klassenreferenzen, Klassenhierarchien, objektorientierte Modellierung und Programmierung, funktionale Methoden, Kapselung von Zustand, abstrakte Klassen, Sichtbarkeit und Zugriffsrechte, imperative Methoden, GUI-Programmierung, ModelView-Controller Muster, Visitor-Muster, Debugging

**Lernziele/Kompetenzen:**

Kompetenzen Studierende kennen Methoden und Werkzeuge der objektorientierten Modellierung und Programmierung und können diese sachgerecht einsetzen.

**Prüfungsmodalitäten:**

Modulprüfung findet als Klausur (90 min) statt.

**Benotung:** Das Modul wird benotet.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** Vorlesung: keine Beschränkung; Übungen: 10-15 Teilnehmer**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

Dozierende der praktischen Informatik

### 3.2.2 Mathematik

Als Ergänzungsmodule aus dem Bereich der Mathematik werden insbesondere folgende Module empfohlen:

- Numerik
- Mathematical Relativity
- Geometry in Physics
- Mathematical Quantum Theory
- Mathematical Statistical Physics
- Stochastische Prozesse
- Wahrscheinlichkeitstheorie

Dies sind Module aus den Abschnitten 2 und 3 des B.Sc. Mathematik oder Module vom Typ Mathematische Breitenbildung oder vom Typ Vertiefungsmodule aus dem M.Sc. Mathematik als Wahlpflichtmodule. Der Umfang jedes dieser Module beträgt typischerweise 9 Leistungspunkte, die sich aus einer Vorlesung (4 SWS) und zugehörigen Übungen (2 SWS) ergeben. Die entsprechenden Modulbeschreibungen finden sich in den „Modulhandbüchern Mathematik“ (siehe Webseiten „Studium“ des Fachbereichs Mathematik). Prinzipiell können auch andere Module aus den genannten Bereichen Mathematik belegt werden; hierbei sollte jedoch die Eignung als Ergänzungsmodul vorab mit den jeweiligen Dozenten, bzw. dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses geklärt werden.

### 3.2.3 Physik

**MVK Mathematischer Vorbereitungskurs für das Physikstudium Modulkennziffer: MVK**

**Titel:** Mathematischer Vorbereitungskurs für das Physikstudium

**Veranstaltungsart:** Vorlesung (3 Std./Tag) mit Übungen (2 Std./Tag),

**Aufwand:** 60 Stunden

**Leistungspunkte:** 3

**Verwendbarkeit:**

Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

keine

**Inhalt:**

Der Zahlenbereich – Vektorrechnung – Grenzwerte und Reihen – Reelle Funktionen einer reellen Veränderlichen – Differentialrechnung – Integralrechnung – Funktionen mehrerer Veränderlichen

**Lernziele/Kompetenzen:**

Wiederholung der mathematischen Abiturkenntnisse - Bereitstellung der mathematischen Kenntnisse für den Physik-Grundkurs 1

Auch: Entspanntes Kennenlernen von Kommilitonen, Tutorierende und dem Campusbetrieb

**Prüfungsmodalitäten:**

Teilnahme an Vorlesung und Übungen

**Benotung:** Das Modul ist unbenotet.

**Dauer des Moduls/Turnus:** Zehntägiger Kurs; Beginn zweieinhalb Wochen vor Beginn der Vorlesungszeit; im Winter- und Sommersemester.

**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 100

**Anmeldeformalitäten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)

**Modulverantwortliche(r):**

M. Stratmann

**MEGK2 Mathematische Ergänzungen zu Physik Grundkurs 2 Modulkennziffer: MEGK2**

**Titel:** Mathematische Ergänzungen zu Physik Grundkurs 2

**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)

**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)

**Leistungspunkte:** 3

**Verwendbarkeit:**

Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

Teilnahme am Physik Grundkurs 2 und Studienanfänger im Sommersemester; Ausnahmen müssen individuell geregelt werden.

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

keine

**Inhalt:**

Mathematische Inhalte und Techniken, die Inhalt des Physik Grundkurses 1 sind, und die zum Verständnis des Physik Grundkurses 2 benötigt werden

**Lernziele/Kompetenzen:**

Der Kurs soll Studienanfängern den Einstieg in den Physik Grundkurs 2 ermöglichen. Es werden mathematische Inhalte und Techniken erarbeitet, die Inhalt des Physik Grundkurses 1 sind und Zweitsemestern bereits zur Verfügung stehen.

**Benotung:** Teilnahme, unbenotet

**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester

**Maximale Teilnehmerzahl:** Je nach Zahl der Studienanfänger im Sommersemester

**Anmeldeformalitäten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)

**Modulverantwortliche(r):**

Die Dozierenden des Physik Grundkurses 2

**EPGKI Ergänzungen zur Physik I: Rechnen und Verstehen Modulkennziffer: EPGKI****Titel:** Ergänzungen zur Physik I: Rechnen und Verstehen**Veranstaltungsart:** Seminar (2 SWS)**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)**Leistungspunkte:** 3**Verwendbarkeit:**

Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

Teilnahme am Physik Grundkurs 1; Ausnahmen müssen individuell geregelt werden

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Mathematischer Vorbereitungskurs für das Physikstudium

**Inhalt:**

Mathematik der Mechanik: Vektoren, Felder, Differentialgleichungen, komplexe Zahlen, mehrdimensionale Integrale, Fouriertransformation. Verbindung von physikalischen Problemstellungen und Ideen in Mechanik/Wärmelehre mit mathematischem Werkzeug. Behandlung offener Fragen aus der Physik I. Bezug zu und Relevanz für Chemie und Biologie im Nanoscience-Studiengang.

**Lernziele/Kompetenzen:**

Es werden mathematisch-physikalische Inhalte und Techniken vertieft, die Inhalt von Physik Grundkurs 1 sind; Anwendungsfähigkeit in den Grundlagen der Mechanik und der Wärmelehre.

**Prüfungsmodalitäten:**

Teilnahme am Seminar

**Benotung:** Das Modul ist unbenotet.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Wintersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** Je nach Zahl der Studienanfänger im Wintersemester**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

Dozierende des Fachbereichs Physik

**EL1 Elektronik 1 Modulkennziffer: EL1****Titel:** Elektronik 1**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS) mit Praktikum (4 SWS); optional: nur Vorlesung**Aufwand:** 180 h (Kontaktzeit 90h, Selbststudium 90 h); optional 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h) nur Vorlesung**Leistungspunkte:** 3 Vorlesung (benotet); 3 Praktikum (unbenotet)**Verwendbarkeit:**

Pflichtmodul im Studiengang Lehramt NwT, Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik, Wahlmodul im Lehramt-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Komplexe Zahlen für die Wechselstromrechnung.

**Inhalt:**

Vorlesung: Haustechnik und Sicherheit, Spannung, Strom, Komponenten elektrischer Schaltungen (Widerstand, Induktivität, Kapazität) und Grundgesetze (Kirchhoffsche Regeln), Halbleiter (Bauelemente, Schaltungstechnik, Technologien), logische Schaltungen.

Praktikum: Es werden Experimente zu den Themen der Vorlesung Elektronik 1 durchgeführt.**Lernziele/Kompetenzen:**

Die Studierenden erlernen die Grundlagen der Elektronik und Schaltungstechnik und der Sicherheit elektr. Geräte und Schaltungen. Sie sind im Umgang mit Messgeräten und mit der Analyse und Konzeption messtechnisch relevanter Schaltungen vertraut. Sie erlernen praktische Fähigkeiten zur Durchführung von Experimenten.

**Prüfungsmodalitäten:**

Vorlesung: Klausur oder mündl. Prüfung

Praktikum: Bei vollständig protokollierter Durchführung aller Versuche wird ein Testat erteilt.**Benotung:** Das Modul wird benotet.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** Vorlesung ca. 60, Praktikum max. 4 \* 14**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

C. Kalkuhl

**EL2 Elektronik 2 Modulkennziffer: EL2****Titel:** Elektronik 2**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS) mit Praktikum (4 SWS); optional: nur Vorlesung**Aufwand:** 180 h (Kontaktzeit 90h, Selbststudium 90 h); optional 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h) nur Vorlesung**Leistungspunkte:** 3 Vorlesung (benotet); 3 Praktikum (unbenotet)**Verwendbarkeit:**

Ergänzungsmodul im Studiengang Lehramt NwT,

Ergänzungsmodul im Bachelor-Studiengang Physik,

Ergänzungsmodul im BEd-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

Elektronik 1 (Praktikum + Vorlesung)

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

keine

**Inhalt:**Vorlesung: Erweiterte Kenntnisse in Digitalelektronik (Microcontroller, programmierbare Hardware wie CPLDs und FPGAs), Digital - Analog Wandlung, Regelungstechnik, Stromversorgung, Vierpole, Leitungstheorie und Anwendung auf die Messtechnik.Praktikum: Es werden Experimente zu den Themen der Vorlesung Elektronik 2 durchgeführt. Schwerpunkt Microcontroller + FPGA**Lernziele/Kompetenzen:**

Die Studierenden vertiefen die Grundlagen der Elektronik und Schaltungstechnik und der Sicherheit elektr. Geräte und Schaltungen. Sie vertiefen ihre Kompetenzen im Umgang mit Messgeräten und der Analyse und Konzeption messtechnisch relevanter Schaltungen. Sie vertiefen ihr praktischen Fähigkeiten zur Durchführung von Experimenten.

**Prüfungsmodalitäten:**Vorlesung: Klausur oder mündl. PrüfungPraktikum: Bei vollständig protokollierter Durchführung aller Versuche wird ein Testat erteilt.**Benotung:** Das Modul wird benotet.**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Wintersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** Vorlesung ca. 45, Praktikum ca. 14**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

C. Kalkuhl

**NEV Nachhaltige Energieversorgung – eine Herausforderung für Wissenschaft und Ethik**  
**Modulkennziffer:** NEV

**Titel:** Nachhaltige Energieversorgung – eine Herausforderung für Wissenschaft und Ethik

**Veranstaltungsart:** Seminar (2 SWS)

**Aufwand:** 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)

**Leistungspunkte:** 3

**Verwendbarkeit:**

Ergänzungsmodul oder überfachliche Qualifikation (ÜQ) im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

Grundkenntnisse in Naturwissenschaften und Technik

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Physik Grundkurse 1–3, EPG 1

**Inhalt:**

Wie kann unsere Energieversorgung in Zukunft gesichert werden? Welche Techniken stehen zur Verfügung? Wie kann zwischen ihnen abgewogen werden? Welche ethischen Fragen sind dabei zu berücksichtigen? Zur Beantwortung dieser Fragen bedarf es sowohl empirisch-naturwissenschaftlicher als auch ethischer Kenntnisse bzw. Kompetenzen. Am Beispiel der Energiefrage führt das Seminar daher in die Grundbegriffe der Angewandten Ethik ein und macht mit Ansätzen aus der Technikfolgenabschätzung und der Umweltethik vertraut. Auf diesem Hintergrund werden die gegenwärtige Situation der Energieversorgung im Hinblick auf Resourcen, Nachhaltigkeit und Gefährdung der Umwelt analysiert und mögliche Zukunftsszenarien diskutiert. Dabei werden neben der konventionellen Energieversorgung durch fossile Brennstoffe und Kernspaltung vor allem alternative Konzepte wie die Nutzung regenerativer Energieträger (Solarenergie) vorgestellt und diskutiert.

**Lernziele/Kompetenzen:**

Die Studierenden arbeiten sich in die Grundlagen und aktuellen Fragestellungen auf dem Gebiet der nachhaltigen Energieversorgung ein. Die Studierenden können wechselseitige Abhängigkeit ethischer Fragestellungen und technischer Gegebenheiten am Beispiel der Energieversorgung diskutieren. Sie erlangen ein breiten Überblick über den Bedarf an Energie und Technologien zu deren Erzeugung und deren ethische Beurteilung. Die Studierenden können einen Vortrag über ein komplexes Thema der modernen Physik so strukturieren und halten, dass ein physikalisch gebildetes Publikum dem Vortrag gut folgen kann.

**Prüfungsmodalitäten:**

Aktive Teilnahme mit Seminarvortrag

**Benotung:** benotet

**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester

**Maximale Teilnehmerzahl:** ca. 30

**Anmeldeformalitäten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)

**Modulverantwortliche(r):**

J. Jochum

### 3.2.4 Alle Fakultäten

Siehe

- Vorlesungsverzeichnis in Campus Portal für Studium und Lehre:  
<https://alma.uni-tuebingen.de>
- Kursangebot „Studium Professionale“:  
<http://www.career-service.uni-tuebingen.de>
- Lehrangebot des Forum Scientiarum:  
<http://www.forum-scientiarum.uni-tuebingen.de>

### 3.3 Überfachliche Qualifikationen (ÜQ)

Es sind überfachliche, berufsfeldorientierte Kompetenzen („überfachliche Qualifikationen“; ÜQ) im Umfang von 24 Leistungspunkten zu erwerben. Der Umfang (Zahl der Leistungspunkte) der einzelnen Module sowie die Gesamtzahl der Module im Bereich ÜQ sind nicht festgelegt. Die Module sind unbenotet.

Es werden speziell ausgewiesene Module aus dem Fachbereich Physik anerkannt; dies sind die Physikalischen Praktika 1–3, die mit jeweils 2 Leistungspunkten für ÜQ angerechnet werden und das Orientierungspraktikum im Umfang von 9 Leistungspunkten (s. Kap. 3.1.5).

Die verbleibenden 9 Leistungspunkte sollen über Module aus dem Lehr- und Kursangebot des Studium Professionale (Career-Service), des Forum Scientiarum oder anderen zentralen Einrichtungen der Universität Tübingen erbracht werden. Es können auch geeignete (d.h. überfachliche, berufsfeldorientierte Kompetenzen vermittelnde) Module aus dem Bereich aller Fakultäten angerechnet werden. Für solche Module müssen die als ÜQ anrechenbaren Leistungspunkte im jeweiligen Modulhandbuch explizit ausgewiesen sein. Eine automatische Berechtigung zur Teilnahme an solchen Veranstaltungen anderer Fakultäten besteht jedoch nicht. Es empfiehlt sich vorab anzufragen, ob eine Teilnahme an der gewünschten Veranstaltung möglich ist.

Zur Förderung der überfachlichen, berufsfeldorientierten Kompetenzen bietet der Career Service der Univ. Tübingen ein umfangreiches Kursangebot im Rahmen des „Studium Professionale“ an. Informationen zum Kursangebot und zur Anmeldung zu den Kursen finden sich unter „Kursangebote“ auf der Homepage des Career Service,

<http://www.career-service.uni-tuebingen.de>.

Das FORUM SCIENTIARUM ist eine zentrale Einrichtung der Universität Tübingen zur Förderung des Dialogs zwischen den Wissenschaften in Forschung und Lehre. Informationen zum Lehrangebot finden sich unter

<http://www.forum-scientiarum.uni-tuebingen.de>.

**EFPROG Der Computer als Werkzeug in der Physik - Eine Einführung in die Programmierung**  
**Modulkennziffer:** EFPROG**Titel:** Der Computer als Werkzeug in der Physik - Eine Einführung in die Programmierung**Veranstaltungsart:** Vorlesung mit integrierten Übungen**Leistungspunkte:** 3**Aufwand:** 90 h**Verwendbarkeit:**

Überfachliche Qualifikation im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

keine (Laptop wird benötigt)

**Inhalt:**

Grundlegendes Verständnis der Arbeitsweise von Programmiersprachen Installation und Aufsetzen einer Entwicklungsumgebung für Python. Programmierung mit Python mit speziellem Fokus auf die Module numpy, scipy, und matplotlib mit einer einheitlichen Entwicklungsumgebung. Einführung in das Arbeiten mit jupyter notebooks als Vorbereitung für das Grundpraktikum. Datenfitting mit dem Computer. Ausblick auf C/C++.

**Lernziele/Kompetenzen:**

Studierende können nach erfolgreicher Teilnahme den Computer für Aufgaben im Grundstudium sicher einsetzen und verwenden und zeigen ein Verständnis moderner Programmiersprachen wie Python und C++.

**Prüfungsmodalitäten:**

Erfolgreiche Teilnahme an Vorlesung und Präsenzübungen.

**Benotung:** nicht benotet**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, nur im Wintersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** 35**Anmeldeformalitäten:** siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

**PSTUT1 Proseminar für Tutorierende der Übung zur Physik I (Mechanik und Wärmelehre)****Modulkennziffer:** PSTUT1**Titel:** Proseminar für Tutorierende der Übung zur Physik I (Mechanik und Wärmelehre)**Veranstaltungsart:** Proseminar**Aufwand:** 60 h(30 h Präsenz + 30 h Selbststudium)**Leistungspunkte:** 2**Verwendbarkeit:**

Überfachliche Qualifikation im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

Übungstutor

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Physik I

**Inhalt:**

Betreuung von Übungen und Präsenzübungen in der Physik I, Berichte über Erfolg und Misserfolg didaktischer Maßnahmen, Beteiligung am Vorlesungsforum, Bewertung der Komplexität von Übungsaufgaben, Erarbeitung von Musterlösungen, Suche nach Plagiaten

**Lernziele/Kompetenzen:**

Studierende beherrschen den Stoff der Physik-I-Grundvorlesung sicher, können darüber selbstständig referieren, eigene Beispiele und Aufgaben erarbeiten und andere Studierende beim Lösen der Übungsaufgaben anleiten. Sie kennen die Grundlagen von Menschenführung und Teilnehmeraktivierung und können Hilfestellung bei Lernproblemen leisten.

**Prüfungsmodalitäten:**

Wöchentliche Teambesprechungen

**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, nur im Wintersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** 20**Anmeldeformalitäten:**siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

**PSTUT2 Proseminar für Tutorierende der Übung zur Physik II (Elektromagnetismus)**  
**Modulkennziffer:** PSTUT2

**Titel:** Proseminar für Tutorierende der Übung zur Physik II (Elektromagnetismus)

**Veranstaltungsart:** Proseminar

**Aufwand:** 60 h(30 h Präsenz + 30 h Selbststudium)

**Leistungspunkte:** 2

**Verwendbarkeit:**

Überfachliche Qualifikation im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

Übungstutor

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Physik II

**Inhalt:**

Betreuung von Übungen und Präsenzübungen in der Physik II, Berichte über Erfolg und Misserfolg didaktischer Maßnahmen, Beteiligung am Vorlesungsforum, Bewertung der Komplexität von Übungsaufgaben, Erarbeitung von Musterlösungen, Suche nach Plagiaten

**Lernziele/Kompetenzen:**

Studierende beherrschen den Stoff der Physik-II-Grundvorlesung sicher, können darüber selbstständig referieren, eigene Beispiele und Aufgaben erarbeiten und andere Studierende beim Lösen der Übungsaufgaben anleiten. Sie kennen die Grundlagen von Menschenführung und Teilnehmeraktivierung und können Hilfestellung bei Lernproblemen leisten.

**Prüfungsmodalitäten:**

Wöchentliche Teambesprechungen

**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, nur im Sommersemester

**Maximale Teilnehmerzahl:** 20

**Anmeldeformalitäten:**

siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)

**Modulverantwortliche(r):**

**WVOA Wissenschaftliche Visualisierung und Öffentlichkeitsarbeit Modulkennziffer: WVOA**

**Titel:** Wissenschaftliche Visualisierung und Öffentlichkeitsarbeit

**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)

**Aufwand:** 60 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 30 h); mit benoteter Präsentation 90 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 60 h)

**Leistungspunkte:** 2; mit Präsentation 3

**Verwendbarkeit:**

Überfachliche Qualifikation im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

keine

**Inhalt:**

Die Vorlesung behandelt den Prozess der Entwicklung von Visualisierung wissenschaftlicher Ergebnisse vom Konzept bis zur Realisierung sowie deren Einsatz in der Öffentlichkeitsarbeit, weiter die Konzeption, Planung und Durchführung von Veranstaltungen zur Öffentlichkeitsarbeit. Themen sind die Auswahl der Zielgruppe(n), darauf aufbauend der Entwurf zielgruppenspezifischer Darstellungen. Die Aufmerksamkeit der Zielgruppe muss geweckt und gehalten werden. In der Regel muss eine Balance zwischen Anschaulichkeit und wissenschaftlicher Korrektheit und Vollständigkeit gefunden werden. Mögliche Fehlinterpretationen von Visualisierungen durch die Adressaten müssen eingeschätzt und möglichst vermieden werden. Die wichtigsten Schritte bei der Konzeption, Planung und Durchführung einer Veranstaltung zur Öffentlichkeitsarbeit werden besprochen. Alle behandelten Themen werden veranschaulicht durch fundierte Analyse von Beispielen erfolgreicher (sowie einiger nicht so erfolgreicher) Visualisierung und Öffentlichkeitsarbeit. Dazu gehören die entsprechenden Projekte in den Sonderforschungsbereichen "Computational Physics" und "Gravitational Wave Astronomy", die Ausstellungen "Einsteinmobil" und "Einstein-Wellen-mobil", die Aktivitäten wissenschaftlicher Gesellschaften und der DFG, und viele andere.

**Lernziele/Kompetenzen:**

Studierende sollen in der Lage sein, Visualisierungen wissenschaftlicher Themen zu konzipieren und Veranstaltungen zu organisieren. Dazu gehört die Auswahl der Aspekte eines wissenschaftlichen Themas, die vermittelt werden können und sollen und der Mittel, mit denen dies geschehen kann, sowie die Abschätzung des erforderlichen Aufwands. Die wichtigsten Schritte bei der Planung einer kurzen oder längeren Veranstaltung sollen vertraut sein.

**Prüfungsmodalitäten:**

Teilnahme an Vorlesung; wahlweise unbenotet (2 LP) oder benotet (3 LP, erfordert Erstellen einer Präsentation).

**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Sommersemester

**Maximale Teilnehmerzahl:** 30

**Anmeldeformalitäten:** siehe Vorlesungsverzeichnis in Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)

**Modulverantwortliche(r):**

H.-P. Nollert

**SRTPP Die Spezielle Relativitätstheorie als Beispiel für einen Paradigmenwechsel in der Physik**  
**Modulkennziffer:** SRTPP**Titel:** Die Spezielle Relativitätstheorie als Beispiel für einen Paradigmenwechsel in der Physik**Veranstaltungsart:** Vorlesung (2 SWS)**Aufwand:** 60 h (Kontaktzeit 30 h, Selbststudium 30 h)**Leistungspunkte:** 2**Verwendbarkeit:**

Überfachliche Qualifikation im Bachelor-Studiengang Physik

**Zulassungsvoraussetzungen:**

keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Physik Grundkurs 1

**Inhalt:**

Weshalb fiel den Physikern Ende des 19. Jahrhunderts eine "kleine" Anpassung — Lorentztransformation statt Galileittransformation — so schwer, dass die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie als Revolution in der theoretischen Physik angesehen werden kann? Weshalb verändern sich dadurch unsere Vorstellungen von Raum und Zeit, von Kausalität, von Energie und Masse, in drastischer Weise? Diese Fragen werden in dieser Vorlesung nicht aus historischer oder philosophischer Sicht diskutiert, sondern aus Sicht der Physik.

Inwieweit sollen und können bekannte Ergebnisse der Newtonschen Mechanik reproduziert werden, wo und wie zeigen sich die wesentlichen Unterschiede? Spielt Licht eine herausgehobene Rolle in der speziellen Relativitätstheorie, und wenn ja, welche? Was genau ist der Gehalt von Merksätzen wie "Bewegte Uhren gehen langsamer, bewegte Maßstäbe sind verkürzt"? Wächst die Masse von Objekten wirklich mit ihrer Geschwindigkeit? Was genau bedeutet die Formel  $E = mc^2$ , und was nicht? Welche impliziten Annahmen liegen den vielen so genannten Paradoxa der Relativitätstheorie zugrunde, wie lassen diese sich auflösen?

**Lernziele/Kompetenzen:**

Teilnehmer lernen die SRT kennen und verstehen, auch in ihrer historischen Entwicklung. Sie können die Bedeutung des Formalismus, von Experimenten dazu, Effekten, scheinbaren Paradoxa etc. unter wissenschaftlichen wie wissenschaftshistorischen Gesichtspunkten analysieren und einordnen, insbesondere auch im Vergleich zu anderen Theorien, wie etwa der Newtonschen Mechanik oder der Äthertheorie. Sie können existierende umgangssprachliche Beschreibungen von Aspekten der Theorie analysieren und bewerten und selbst Formulierungen entwickeln, die inhaltlich angemessen sind und Missverständnisse so weit wie möglich vermeiden.

Sie sind in der Lage, die hier erworbenen Kompetenzen auf andere Theorien, die sie im Lauf ihres Studiums kennenlernen, zu übertragen und entsprechend anzuwenden.

**Prüfungsmodalitäten:**

Teilnahme an Vorlesung; wahlweise unbenotet (2 LP) oder benotet (3 LP, erfordert Erstellen einer Präsentation).

**Dauer des Moduls/Turnus:** 1 Semester, im Wintersemester**Maximale Teilnehmerzahl:** 30**Anmeldeformalitäten:** siehe Vorlesungsverzeichnis in Alma-Portal für Studium und Lehre (<https://alma.uni-tuebingen.de>)**Modulverantwortliche(r):**

H.-P. Nollert

### 3.4 Vertiefungsfächer (VF)

#### Struktur:

Vertiefungsfächer umfassen bestimmte Teilbereiche der Physik. Im Bachelorstudium wird ein Vertiefungsfach durch Belegen von Lehrveranstaltungen im Umfang von 21 Leistungspunkten studiert. Eventuell geforderte Voraussetzungen und Einschränkungen bezüglich der Auswahl der Module sind für jedes Vertiefungsfach separat in diesem Modulhandbuch beschrieben. Das Angebot und die Beschreibung der einzelnen Vertiefungsfachmodule ist dem „Verzeichnis zu den Vertiefungsfächern im Bachelorstudiengang Physik“ und dem aktuellen Vorlesungsverzeichnis im Campus-Portal zu entnehmen.

#### Prüfungsmodalitäten:

Das Modul „Vertiefungsfach“ wird mündlich von zwei Dozierenden geprüft. Die mündliche Prüfung dauert eine Stunde. Voraussetzung für das Ablegen der mündlichen Vertiefungsfachprüfung ist die regelmäßige Teilnahme an den Veranstaltungen des Vertiefungsfachs im Umfang von 21 Leistungspunkten und das Erbringen von Studienleistungen.

Es stehen neun Vertiefungsfächer zur Auswahl (siehe folgende Übersicht).

#### Übersicht: Vertiefungsfächer und Koordinatoren

	Vertiefungsfach	Koordinator	e-mail
1	Astronomie und Astrophysik	A. Santangelo	santangelo@astro.uni-tuebingen.de
2	Astroteilchenphysik	J. Jochum	josef.jochum@uni-tuebingen.de
3	Biologische und Medizinische Physik	F. Schreiber	frank.schreiber@uni-tuebingen.de
4	Kern- und Teilchenphysik	T. Lachenmaier	tobias.lachenmaier@uni-tuebingen.de
5	Atome und Licht: Quantenoptik	C. Zimmermann	claus.zimmermann@uni-tuebingen.de
6	Kondensierte Materie	D. Kölle	koelle@uni-tuebingen.de
7	Nanostrukturen und Grenzflächen	D. Wharam	david.wharam@uni-tuebingen.de
8	Wissenschaftliches Rechnen	M. Oettel	martin.oettel@ifap.uni-tuebingen.de
9	Fortgeschrittene Theoretische Physik	R. Roth	roland.roth@uni-tuebingen.de

**Übersichten zu den Vertiefungsfächern**

## VF1 Astronomie und Astrophysik

### Übersicht:

<b>Seminar zu Astro- und Teilchenphysik</b> Seminar (2 SWS) 3 LP im WS – auch VF2,4,8	<b>Seminar zu aktuellen Problemen der Astronomie und Astrophysik</b> Seminar (2 SWS) 3 LP im SS – auch VF2
<b>Astrophysikalisches Fortgeschrittenen-Praktikum</b> Praktikum (5 SWS) 6LP im WS und SS	<b>Astronomisches Praktikum</b> Seminar/Praktikum (2 SWS) 3LP im WS und SS – auch EM
<b>Theoretische Astrophysik</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP optional mit Übungen (2 SWS) 6 LP im WS – auch EM	<b>Relativistic Astrophysics and Experimental Gravitation</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP optional mit Übungen (2 SWS) 6 LP im SS – auch VF2, EM
<b>Einführung in die Relativitätstheorie</b> Vorlesung (2 SWS) mit Übungen (2 SWS) 6 LP im WS – auch EM	<b>Beobachtungstechniken der Astrophysik</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP  im WS – auch EM
<b>Hochenergie-Astrophysik</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP optional mit Übungen (2 SWS) 6 LP im WS – auch EM	<b>Astrophysik mit Teilchen</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP ca. alle 2 Jahre – auch VF2, EM
<b>High-Energy Sources in our Galaxy</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP ca. alle 2 Jahre – auch EM	<b>Computational Astrophysics</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP optional mit Übungen (2 SWS) 6 LP im SS – auch VF8, EM
<b>Numerische Methoden in Physik und Astrophysik</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP optional mit Übungen (2 SWS) 6 LP im WS - auch VF8, VF9, EM	<b>Extragalakt. Astronomie und Astrophysik</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP optional mit Übungen (2 SWS) 6 LP im SS – auch EM
<b>Kosmologie</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP optional mit Übungen (2 SWS) 6 LP im SS – auch VF2, EM	<b>Planeteneentstehung</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP  im SS – auch EM
<b>Sternentstehung</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP ca. alle 2 Jahre – auch EM	<b>Exoplaneten</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im WS - auch EM
<b>Veränderliche Sterne</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP ca. alle 2 Jahre – auch EM	<b>Bau und Entwicklung der Sterne</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP optional mit Übungen (2 SWS) 6 LP ca. alle 2 Jahre – auch EM
<b>Physik der Sternatmosphären</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP optional mit Übungen (2 SWS) 6 LP ca. alle 2 Jahre – auch EM	<b>Advanced topics in gravitation</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP  jedes Wintersemester
<b>Black Hole Physics</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP ca. alle 2 Jahre – auch EM	

### Inhalte und Ziele:

Astronomie und Astrophysik befinden sich in einem „goldenen Zeitalter“. Neuartige Beobachtungsmöglichkeiten mit bodengebundenen und weltraumgestützten Teleskopen sowie die Modellierung komplexer astrophysikalischer Systeme lassen ganz neue Erkenntnisse über unser Universum, dessen Bestandteile und grundlegender physikalischer Phänomene gewinnen. Das Vertiefungsfach „Astronomie und Astrophysik“ gibt einen Einblick in die Arbeitsmethoden der modernen Astrophysik und führt an die neuesten Forschungsergebnisse heran.

### Struktur:

Die erfolgreiche Teilnahme am Basismodul „Astronomie und Astrophysik“ ist Voraussetzung für alle Veranstaltungen im Vertiefungsfach Astronomie und Astrophysik. **Die Teilnahme an einem Seminar und am Astrophysikalischen Fortgeschrittenenpraktikum ist obligatorisch.**

**Prüfungsmodalitäten und Benotung:** Alle Veranstaltungen sind unbenotet; der Besuch der Veranstaltungen wird durch Testat bestätigt. Das Vertiefungsfach wird modulübergreifend und mündlich von zwei Dozierenden geprüft. Die mündliche Prüfung dauert eine Stunde.

**Koordinator:** K. Werner (werner@astro.uni-tuebingen.de)

## VF2 Astroteilchenphysik

### Übersicht:

<b>Seminar zu Astro- und Teilchenphysik</b> Seminar (2 SWS) 3 LP im WS – auch VF1,4,8	<b>Kosmologie</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP optional mit Seminar/Übungen (2 SWS) 6 LP im SS – auch VF1, EM
<b>Neutrinophysik</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP optional mit Übungen (2 SWS) 6 LP ca. alle 2 Jahre – auch VF4, EM	<b>Astrophysik mit Teilchen</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP  ca. alle 2 Jahre – auch VF1, EM
<b>Experimentelle Astroteilchenphysik</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP optional mit Übungen (2 SWS) 6 LP ca. alle 2 Jahre – auch VF4, EM	<b>Relativistic Astrophysics and Experimental Gravitation</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP optional mit Übungen (2 SWS) 6 LP im SS – auch VF1, EM
<b>Bausteine der Materie, ihre Wechselwirkungen und zusammengesetzte Systeme</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im SS – auch VF4, EM	
<b>Quantenfeldtheorie und Teilchenphysik I</b> Vorlesung (4 SWS) 6 LP optional mit Übungen (2 SWS) 9 LP ca. alle 2 Jahre – auch VF4, EM	<b>Moderne Feldtheorie und Teilchenphysik</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP optional mit Übungen (2 SWS) 6 LP ca. alle 2 Jahre – auch VF4, EM
<b>Seminar zu aktuellen Problemen der Astronomie und Astrophysik</b> Seminar (2 SWS) 3 LP im SS – auch VF1	<b>Messmethoden in Kern- und Teilchenphysik</b> Block-Praktikum (4 SWS) 3 LP im WS – auch VF4
<b>Physik und Experimente der schwachen Wechselwirkung</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im SS – auch VF4	<b>Hochenergie-Astrophysik</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP optional mit Übungen (2 SWS) 6 LP im WS – auch VF1
<b>Yang-Mills-Theorie</b> Vorlesung (4 SWS) 6 LP optional mit Übungen (2 SWS) 9 LP ca. alle 2 Jahre – auch VF4	<b>Quantenfeldtheorie und Teilchenphysik II</b> Vorlesung (4 SWS) 6 LP optional mit Übungen (2 SWS) 9 LP ca. alle 2 Jahre – auch VF4, EM
<b>Colliderphysik</b> Vorlesung (2 SWS) 3LP ca. alle 2 Jahre – auch VF4,9,EM	<b>Experimentelle Teilchenphysik (für Fortgeschrittene)</b> Vorlesung (2 SWS) 3LP ca. alle 2 Jahre im SS – auch VF4,EM

### Inhalte und Ziele:

Zusammenhang zwischen der elementaren Struktur der Materie und der Struktur des Universums. Das Vertiefungsfach wird von den Dozenten des Kepler Centers for Astro and Particle Physics betreut und stellt eine Verbindung dar zwischen den Vertiefungsfächern Astrophysik, Astronomie und Kern- und Teilchenphysik.

### Struktur:

Insgesamt sind Module im Umfang von 21 Leistungspunkten zu belegen. **Das „Seminar zu Astro- und Teilchenphysik“ ist obligatorisch.** Die restlichen Leistungspunkte können frei aus den verbleibenden Veranstaltungen gewählt werden. In Einzelfällen können auch Leistungspunkte aus hier nicht aufgeführten Veranstaltungen angerechnet werden.

### Prüfungsmodalitäten und Benotung:

Alle Veranstaltungen sind unbenotet; der Besuch der Veranstaltungen wird durch Testat bestätigt. Das Vertiefungsfach wird mündlich von zwei Dozierenden aus verschiedenen Teilbereichen (Astrophysik, theoretische Astrophysik, experimentelle Teilchenphysik, theoretische Teilchenphysik) geprüft. Die mündliche Prüfung dauert eine Stunde.

**Koordinator:** J. Jochum (josef.jochum@uni-tuebingen.de)

### VF3 Biologische und Medizinische Physik

#### Übersicht:

Biologische Physik	Medizinische Physik
<b>Physik der molekularen und biologischen Materie</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im SS – auch VF6, VF7, EM	
<b>Seminar zur Physik der Nanostrukturen und Grenzflächen</b> Seminar (2 SWS) 3 LP im WS und SS	
<b>Physik der molekularen und biologischen Nanostrukturen</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im WS – auch VF7, EM	
<b>NanoBioPhysik und Rastersondenmikroskopie</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im SS – auch VF6, VF7, EM	
<b>Experimental Techniques in NanoScience and Biophysics</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im WS – auch VF6, VF7, EM	
<b>Praktikum in Nanotechnologie und Biophysik</b> Praktikum (4 SWS) 6 LP im WS und SS	
<b>Experimentelle und Theoretische Soft Matter Physik</b> Vorlesung (4 SWS) mit Übungen (2 SWS) 9 LP im SS - auch VF 7	<b>Medizinische Physik Teil I</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im WS
<b>Fortgeschrittene Statistische Physik</b> Vorlesung (4 SWS) und Übungen (2 SWS), 9 LP Im SS - auch VF6, 7, 9, EM	<b>Medizinische Physik Teil II</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im SS
<b>Advanced Topics in Condensed Matter</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im WS und SS - auch VF9, EM	<b>Methoden der medizinischen Physik</b> Praktikum/Seminar (2 SWS) 3 LP im SS

#### Inhalte und Ziele:

Vermittlung der Grundlagen der Molekülphysik und wichtiger molekularer Wechselwirkungen sowie der in diesem Bereich verwendeten Untersuchungsmethoden. Grundlagen biologischer Materialien sowie der Biologie, Anatomie und Physiologie. Methoden der medizinischen Diagnostik und Therapie mit physikalischen Methoden.

#### Struktur:

Die Vorlesungen „Physik der molekularen und biologischen Materie“ und „Physik der molekularen und biologischen Nanostrukturen“, das Seminar „Physik der Nanostrukturen und Grenzflächen“ sowie das „Praktikum in Nanotechnologie und Biophysik“ sind obligatorisch. Daneben werden weitere Veranstaltungen besucht.

#### Prüfungsmodalitäten und Benotung:

Alle Veranstaltungen sind unbenotet; der Besuch der Veranstaltungen wird durch Testat bestätigt. Das Vertiefungsfach wird mündlich von zwei Dozierenden geprüft. Die mündliche Prüfung dauert eine Stunde.

**Koordinator:** F. Schreiber (frank.schreiber@uni-tuebingen.de)

## VF4 Kern- und Teilchenphysik

### Übersicht:

Experimentelle Kern- & Teilchenphysik	Theoretische Kern- & Teilchenphysik
	<b>Seminar zu Astro- und Teilchenphysik</b> Seminar (2 SWS) 3 LP im WS – auch VF1,2,8
<b>Experimentelle Astroteilchenphysik</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP optional mit Übungen (2 SWS) 6 LP ca. alle 2 Jahre – auch VF2, EM	
<b>Neutrinophysik</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP optional mit Übungen (2 SWS) 6 LP ca. alle 2 Jahre – auch VF2, EM	<b>Quantenfeldtheorie und Teilchenphysik I/II</b> jeweils Vorlesung (4 SWS) 6 LP optional mit Übungen (2 SWS) 9 LP ca. alle 2 Jahre – auch VF2, EM
<b>Messmethoden in Kern- und Teilchenphysik</b> Block-Praktikum (4 SWS) 3 LP  im WS – auch VF2	<b>Ausgewählte Themen der Quantenfeldtheorie</b> Vorlesung (2 SWS) mit Übungen (2 SWS) 6 LP ca. alle 2 Jahre – auch VF2,9, EM
<b>Physik und Experimente der schwachen Wechselwirkung</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP etwa alle zwei Jahre im Sommersemester	<b>Moderne Feldtheorie und Teilchenphysik</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP optional mit Übungen (2 SWS) 6 LP ca. alle 2 Jahre – auch VF2, EM
<b>Experimentelle Teilchenphysik (für Fortgeschrittene)</b> Vorlesung (2 SWS) 3LP ca. alle 2 Jahre im SS – auch VF2,EM	<b>Colliderphysik</b> Vorlesung (2 SWS) 3LP ca. alle 2 Jahre – auch VF2,9,EM
<b>Particle Physics</b> Vorlesung (4 SWS) mit Übungen (2 SWS) 9 LP im Sommersemester – auch EM	<b>Einführung in die Elementarteilchenphysik</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im SS - auch EM
	<b>Numerische Methoden der statistischen Physik</b> Vorlesung (2 SWS) und Übungen (2 SWS) 6 LP ca. alle 2 Jahre
	<b>Symmetriegruppen in der Teilchenphysik</b> Vorlesung mit integrierten Übungen (2 SWS) 2 LP jährlich

### Inhalte und Ziele:

Das Wahlfach Teilchen- und Kernphysik beschäftigt sich mit den Grundbausteinen der Materie und ihren fundamentalen Wechselwirkungen. Darüber hinaus befasst es sich mit dem Atomkern als idealem Labor, um mit wohldefiniertem Anwachsen der Nukleonenzahl die zunehmende Komplexität des Vielteilchensystems bei gleichzeitigem Auftreten neuer Freiheitsgrade (kollektive Moden etc.) zu studieren. Dieses Wahlfach ist eng verknüpft mit den Veranstaltungen des Kepler Centers über aktuelle Themen der Kosmologie, Astronomie, Astrophysik und Astroteilchenphysik.

### Struktur:

**Das Seminar „Astro- und Teilchenphysik“ ist obligatorisch.** Daneben werden weitere Veranstaltungen besucht, so dass mindestens 21 LPs erreicht werden, wobei **aus jedem Teilbereich** (Experimentelle oder Theoretische Kern- und Teilchenphysik) mindestens **eine Vorlesung** besucht werden muss. Anstelle der Vorlesung „Experimentelle Astroteilchenphysik“ kann auch ein anderes Vorlesungsmodul aus dem Vertiefungsfach „Astroteilchenphysik“ gewählt werden.

### Prüfungsmodalitäten und Benotung:

Alle Veranstaltungen sind unbenotet; der Besuch der Veranstaltungen wird durch Testat bestätigt. Das Vertiefungsfach wird mündlich von zwei Dozierenden geprüft. Die mündliche Prüfung dauert eine Stunde.

**Koordinator:** T. Lachenmaier (tobias.lachenmaier@uni-tuebingen.de)

## VF5 Atome und Licht: Quantenoptik

### Übersicht:

Sommersemester	Wintersemester
<b>Quantenmaterie</b> Vorlesung+Übungen (2 SWS) 3 LP – auch EM	<b>Cold atomic quantum systems</b> Vorlesung und Übungen (2+2SWS) 3+3LP – auch EM
<b>Experimentelle Quantenoptik, Laborversuche</b> Praktikum (4 SWS) 6 LP	<b>Experimentelle Quantenoptik</b> Vorlesung und Übungen (2+2SWS) 3+3LP – auch EM
<b>Fundamentals of optical quantum technologies</b> Vorlesung (2+2 SWS) 3+3 LP – EM	<b>Laserphysik, Laborversuche</b> Praktikum (4 SWS) 6 LP – auch EM
<b>Theorie der Quanteninformation</b> Vorlesung+Übungen (4+2 SWS) 6+3 LP nur jedes zweite Jahr im Wechsel mit <b>VFTQO</b> – auch VF9, EM	<b>Theoretische Quantenoptik</b> Vorlesung+Übungen (4+2 SWS) 6+3 LP nur jedes zweite Jahr im Wechsel mit <b>VFTQI</b> – auch VF9, EM
<b>Theorie offener Quantensysteme</b> Vorlesung+Übungen (2+2 SWS) 3+3 LP – auch VF9, EM	<b>Many-body Quantum Optics</b> Vorlesung+Übungen (2+2 SWS) 3+3 LP – auch VF9, EM

Die mit EM gekennzeichneten Veranstaltungen sind auch als Ergänzungsmodul geeignet. Die VF9 gekennzeichneten Veranstaltungen können auch im Vertiefungsfach VF9 („Fortgeschrittene Theoretische Physik“) angerechnet werden.

**Inhalte und Ziele:** Quantenmechanik zum Anfassen: Die moderne Quantenoptik vereint fundamentale quantenmechanische Theorie mit experimentellem Handwerk. Im Vertiefungsfach „Atome und Licht: Quantenoptik“ geht es um theoretische Themen wie die Quantenphysik des Lichts, Quanteninformationsverarbeitung, kalte Atome und atomare Quantengase mit und ohne äußerer Reservoir. Sie machen aber auch praktische Erfahrungen mit den ausgeklügelten experimentellen Methoden der modernen Laserphysik, die in den aktuellen Experimenten überall zum Einsatz kommen.

**Struktur:** Insgesamt sind aus den oben aufgeführten Veranstaltungen Module im Umfang von 21 Leistungspunkten (LP) zu belegen. Vorlesungen können auch ohne Übungen angerechnet werden, Übungen alleine dagegen nicht.

**Prüfungsmodalitäten und Benotung:** Werden die Veranstaltungen als Vertiefungsfach angerechnet, sind sie unbenotet. Die Gesamtnote des Vertiefungsfachs wird dann durch eine einstündige mündliche Abschlussprüfung bestimmt. Benotete Scheine z.B. als Ergänzungsmodul sind bei Teilnahme an den Übungen möglich. Unbenotete, reine Sitzscheine außerhalb des Vertiefungsfachs „Atome und Licht: Quantenoptik“ sind für die Vorlesungen mit 2 SWS Umfang bei durchgehender Teilnahme auch möglich, werden aber nur mit 2 LP angerechnet.

**Koordinator:** Bei Fragen wenden Sie sich bitte an Chr. Groß (christian.gross@uni-tuebingen.de)

## VF6 Kondensierte Materie

### Übersicht:

<b>Seminar zur kondensierten Materie</b> Seminar (2 SWS) 3 LP im WS und SS – auch VF7, EM	
<b>Experiment</b>	
<b>Kompaktkurs über Röntgen- und Neutronenstreuung an Kristallen und Grenzflächen</b> Block-Vorlesung mit Übungen (2 SWS) 3 LP im WS – auch VF7, EM	<b>Physik der molekularen und biologischen Materie</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im SS – auch VF3, VF7, EM
<b>NanoBioPhysik und Rastersondenmikroskopie</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im SS – auch VF3, VF7, EM	<b>Experimental Techniques in NanoScience and Biophysics</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im WS oder SS – auch VF3, VF7, EM
<b>Physik und Technologie der Halbleiter</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im WS – auch VF7, EM	<b>Halbleiterpraktikum</b> Block-Praktikum (2 SWS) 3 LP im WS – auch VF7, EM
<b>Grundlagen der Supraleitung</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im WS und SS – auch VF7, EM	<b>Anwendungen der Supraleitung</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im WS und SS – auch VF7, EM
<b>Makroskopische Quantenphänomene in Josephson-kontakten und verwandten Systemen</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im WS und SS – auch VF7, EM	<b>Quantenmaterie</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im WS und SS – auch EM
<b>Projektpraktikum Supraleiter Dünnschichten</b> Block-Praktikum (2 SWS) 3 LP im WS und SS – auch VF7, EM	<b>Applications of Nanoscale Materials</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im SS – auch VF7, EM
<b>Elektronenmikroskopie und -spektroskopie am Beispiel neuer niedrigdimensionaler Materialien I und II</b> Block-Veranstaltung mit Vorlesung, Übung und Praktikum: I (5 SWS) 6 LP; I+II (7 SWS) 9 LP im SS – auch VF7, EM	<b>Optische (Nano-)Spektroskopie</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im WS – auch VF6, EM
<b>Praktikum in Nanotechnologie und Biophysik</b> Praktikum (4 SWS) 6 LP im WS und SS	
<b>Theorie</b>	
	<b>Fortgeschrittene Statistische Physik</b> Vorlesung (4 SWS) und Übungen (2 SWS), 9 LP im SS, auch VF3, 7, 9, EM
<b>Advanced Topics in Condensed Matter</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im WS und SS – auch VF3, 9, EM	<b>Numerische Methoden der statistischen Physik</b> Vorlesung (2 SWS) mit Übungen (2 SWS) 6 LP ca. alle 2 Jahre – auch VF4, 8, 9, EM
<b>Theorie der kondensierten Materie</b> Vorlesung (4 SWS) 6 LP im WS – auch VF7, 9, EM	<b>Quantenvielteilchentheorie</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP ca. alle 2 Jahre – auch VF7, VF9, EM

### Inhalte und Ziele:

Das Vertiefungsfach „kondensierte Materie“ bietet einen Einblick in eine moderne Disziplin der Physik, die sich durch eine enge Verknüpfung von grundlagenphysikalischen Aspekten und Anwendungen auszeichnet. Es beinhaltet sowohl die Vermittlung von experimentellen und theoretischen Methoden und Techniken als auch die Vertiefung in die Physik und Anwendungen von Halbleitern, Supraleitern und molekularer und biologischer Materie.

### Struktur:

**Ein Seminar ist obligatorisch.** Nach Absprache mit dem VF-Koordinator können auch andere Seminare angerechnet werden, falls diese inhaltlich passend sind, hierzu gehört insbesondere das „Seminar zur Physik der Nanostrukturen und Grenzflächen“ aus VF7.

### Prüfungsmodalitäten und Benotung:

Alle Veranstaltungen sind unbenotet. Das Vertiefungsfach wird mündlich von zwei Dozenten oder Dozentinnen geprüft, jede(r) aus einem der beiden Teilbereiche. Die mündliche Prüfung dauert eine Stunde.

**Koordinator:** D. Kölle (koelle@uni-tuebingen.de)

## VF7 Nanostrukturen und Grenzflächen

### Übersicht:

<b>Seminar zur Physik der Nanostrukturen und Grenzflächen</b> Seminar (2 SWS) 3 LP im SS und WS	
<b>Experiment</b>	
<b>Praktikum in Nanotechnologie und Biophysik</b> Praktikum (4 SWS) 6 LP im WS und SS	
<b>Kompaktkurs über Röntgen- und Neutronenstreuung an Kristallen und Grenzflächen</b> Block-Vorlesung mit Übungen (2 SWS) 3 LP im WS – auch VF6, EM	
<b>Physik und Technologie der Halbleiter</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im WS – auch VF6, EM	<b>Halbleiterpraktikum</b> Block-Praktikum (2 SWS) 3 LP im WS – auch VF6, EM
<b>Halbleiter Nanostrukturen und Bauelemente</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im SS – auch EM	<b>Physik der molekularen und biologischen Nanostrukturen</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im SS – auch VF3, EM
<b>Optische (Nano-)Spektroskopie</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im WS – auch VF6, EM	<b>Physik der molekularen und biologischen Materie</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im SS – auch VF3, VF6, EM
<b>NanoBioPhysik und Rastersondenmikroskopie</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im SS – auch VF3, VF6, EM	<b>Experimental Techniques in NanoScience and Biophysics</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im SS oder WS – auch VF3, VF6, EM
<b>Grundlagen der Supraleitung</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im WS – auch VF5, 6, EM	<b>Anwendungen der Supraleitung: Dünnfilm-Bauelemente</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im SS – auch VF5, 6, EM
<b>Makroskopische Quantenphänomene in Josephson-kontakten und verwandten Systemen</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im SS – auch VF5, EM	<b>Projektpraktikum Supraleiter-Dünnfilme</b> Praktikum (2 SWS) 3 LP im SS und WS – auch VF5,6, EM
<b>Theorie</b>	
<b>Fortgeschrittene Statistische Physik</b> Vorlesung (4 SWS) und Übungen (2 SWS), 9 LP im SS, auch VF3, 6, 9, EM	
<b>Theorie der kondensierten Materie</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im SS – auch VF6, EM	<b>Theorie korrelierter Vielteilchensysteme</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im WS – auch VF5,6, EM
<b>Experimentelle und Theoretische Soft Matter Physik</b> Vorlesung (4 SWS) mit Übungen (2 SWS) 9 LP im SS – auch VF3	<b>Statistische Feldtheorie von Vielteilchensystemen bei tiefen Temperaturen</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP ca. alle 2 Jahre – auch VF6, EM
<b>Einführung in die Theorie der Supraleitung</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP ca. alle 2 Jahre – auch VF6, EM	

**Inhalte und Ziele:** Das Vertiefungsfach „Nanostrukturen und Grenzflächen“ bietet eine aktuelle Übersicht der Physik und Anwendungen von Nanostrukturen und Grenzflächen. Im Vordergrund steht zum Einen das Verständnis der physikalischen Modelle zur Beschreibung von Nanostrukturen und Grenzflächen. Zum Anderen werden die Anwendungsgebiete von Nanostrukturen und Grenzflächen, insbesondere zur Klärung grundlegender physikalischer Fragestellungen, behandelt.

**Struktur:** Das Seminar „Physik der Nanostrukturen und Grenzflächen“ und das „Praktikum in Nanotechnologie und Biophysik“ sind obligatorisch (zusammen 9 LP). Daneben werden weitere Vorlesungen und maximal ein weiteres Praktikum besucht.

**Prüfungsmodalitäten und Benotung:** Alle Veranstaltungen sind unbenotet; der Besuch der Veranstaltungen wird durch Testat bestätigt. Das Vertiefungsfach wird mündlich von zwei Dozierenden geprüft. Die mündliche Prüfung dauert eine Stunde.

**Koordinator:** D. Wharam (david.wharam@uni-tuebingen.de)

**VF8 Wissenschaftliches Rechnen****Übersicht:**

Physik	Mathematik
	<b>Praktikum: Computational Physics</b> Praktikum (5 SWS) mit Vorlesung (2 SWS) 9 LP im WS – auch EM
	<b>Seminar aus den Vertiefungsfächern</b> Seminar (2 SWS) 3 LP im WS - auch VF1,2,4
<b>Einführung in das Programmieren für wissenschaftliche Anwendungen</b> Vorlesung (2 SWS) mit Übungen (2 SWS) 6 LP im WS oder SS – auch EM	<b>Theoretische Physik mit MatLab/MuPad</b> Vorlesung (2 SWS) mit Übungen (1 SWS) 5 LP mit Ergänzungsvortrag 6 LP im WS – auch EM
<b>Numerische Methoden in Physik und Astrophysik</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP, optional mit Übungen (2 SWS) 6 LP im WS - auch VF1, VF9, EM	<b>Numerische Mathematik für Physiker</b> Vorlesung (2 SWS) mit Übungen (2 SWS) und Programmervorkurs (12 Std.) 8 LP im SS – auch EM
<b>Computational Astrophysics</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP optional mit Übungen (2 SWS) 6 LP im SS - auch VF1, VF9, EM	<b>Numerik partieller Differentialgleichungen I</b> Vorlesung (4 SWS) mit Übungen (2SWS) 9 LP im WS – auch EM
<b>Numerische Methoden der statistischen Physik</b> Vorlesung (2 SWS) und Übungen (2 SWS) 6 LP ca. alle 2 Jahre	<b>Numerik partieller Differentialgleichungen II</b> Vorlesung (4 SWS) mit Übungen (2SWS) 9 LP im SS – auch EM
<b>Programming in Mathematica</b> Vorlesung mit Übungen (2 SWS) 3 LP im SS – auch EM	

**Inhalte und Ziele:**

Die numerische Berechnung physikalisch-technischer Vorgänge hat sich neben Theorie und Experiment mittlerweile zum dritten Standbein der naturwissenschaftlichen Forschung entwickelt. Das Vertiefungsfach Wissenschaftliches Rechnen ist eine gemeinschaftliche Veranstaltung der Physik und Mathematik mit dem Ziel, die Studenten an das Gebiet der numerischen Simulation physikalisch, mathematischer Problemstellungen heranzuführen.

**Struktur:**

**Die Teilnahme am „Praktikum: Computational Physics“ und einem Seminar ist obligatorisch.** Weitere Veranstaltungen können ggf. auch angerechnet werden, nach Rücksprache mit dem/der Modulverantwortlichen.

**Prüfungsmodalitäten und Benotung:**

Alle Veranstaltungen sind unbenotet; der Besuch der Veranstaltungen wird durch Testat bestätigt. Das Vertiefungsfach wird mündlich von zwei Dozierenden geprüft. Die mündliche Prüfung dauert eine Stunde. Falls Module aus beiden Teilbereichen belegt wurden, erfolgt die Prüfung durch zwei Dozierende, jede(r) aus einem der beiden Teilbereiche.

**Koordinator:** M. Oettel (martin.oettel@ifap.uni-tuebingen.de)

## VF9 Fortgeschrittene Theoretische Physik

### Übersicht:

<p><b>Seminar zu “Modernen Themen der theoretischen Physik”</b>            Seminar (2 SWS) 3 LP            im SS - auch EM            oder Theorievortrag im <b>Seminar zu “Astro- und Teilchenphysik”</b>            Seminar (2 SWS) 3 LP            im WS - auch VF 1, 4, 8</p>	
<b>Quantenfeldtheorie und Teilchenphysik I</b> Vorlesung (4 SWS) 6 LP falls mit Übungen (2 SWS) angeboten 9 LP ca. alle 2 Jahre - auch VF 2, 4, EM	<b>Quantenfeldtheorie und Teilchenphysik II</b> Vorlesung (4 SWS) 6 LP falls mit Übungen (2 SWS) angeboten 9 LP ca. alle 2 Jahre - auch VF 2, 4, EM
<b>Theory of Open Quantum Systems</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP im SS20 und WS - auch VF 5, EM	<b>Theoretische Quantenoptik</b> Vorlesung (4 SWS) und Übungen (2 SWS) 9 LP im WS - auch VF5 und EM
<b>Colliderphysik</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP ca. alle 2 Jahre - auch VF2,4,EM	<b>Theorie der kondensierten Materie</b> Vorlesung mit Übungen (2 SWS) 6 LP im WS - auch VF 6, 7, EM
<b>Quantenvielteilchentheorie</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP auch VF 6, 7,9 EM	<b>Numerische Methoden der Statistischen Physik</b> Vorlesung (2 SWS) und Übungen (2 SWS) 6 LP ca. alle 2 Jahre - auch VF 4, 6, 8, EM
<b>Numerische Methoden in Physik und Astrophysik</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP falls mit Übungen (2 SWS) angeboten 6 LP im WS - auch VF 1, 8, EM	<b>Einführung in die Relativitätstheorie</b> Vorlesung (2 SWS) mit Übungen (2 SWS) 6 LP im WS - auch VF 1, EM
<b>Numerische Mathematik für Physiker</b> Vorlesung (2 SWS) mit Übungen (2 SWS) und Programmierzirkus (12 Std.) 8 LP im SS - auch VF 8, EM	<b>Moderne Feldtheorie und Teilchenphysik</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP falls mit Übungen (2 SWS) angeboten 6 LP ca. alle 2 Jahre - auch VF 2, 4, EM
<b>Advanced Topics in Condensed Matter</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP  auch VF 3, 6, EM	<b>Theoretische Astrophysik</b> Vorlesung (2 SWS) 3 LP falls mit Übungen (2 SWS) angeboten 6 LP im WS - auch VF 1, EM
<b>Theorie der Quanteninformation</b> Vorlesung (4 SWS) und Übungen (2 SWS) 6+3 LP im SS - auch VF 5 und EM	

### Inhalte und Ziele:

Das Vertiefungsfach “Fortgeschrittene Theoretische Physik” bietet einen Einblick in die aktuellen Aspekte und Methoden der theoretischen Physik. Ziel ist das Erlangen von fachübergreifenden methodischen Kenntnissen aus der theoretischen Spitzforschung. Die Auswahl der Themen lehnt sich eng an die im Institut vertretenen Forschungsgebiete an.

### Struktur:

**Das Seminar “Theoretische Physik” (oder ein Theorievortrag in einem anderen Seminar) ist obligatorisch**, alle anderen Module sind bis zum Erreichen der nötigen 21 LP frei kombinierbar. In Einzelfällen können auch LP aus hier nicht angeführten Veranstaltungen angerechnet werden.

**Prüfungsmodalitäten und Benotung:** Alle Veranstaltungen sind unbenotet; die erfolgreiche Teilnahme an einer Veranstaltung wird durch ein Testat bestätigt. Das Vertiefungsfach wird mündlich von zwei Dozierenden geprüft. Die Prüfung dauert eine Stunde.

**Koordinator:** R. Roth (roland.roth@uni-tuebingen.de)