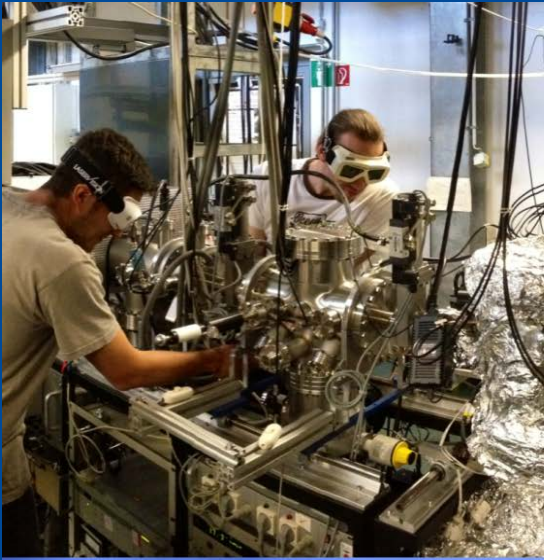




Modulhandbuch



Bachelor of Science (B.Sc.)
Physik

Vorbemerkungen:

Dieses Modulhandbuch ersetzt nicht das Vorlesungsverzeichnis, welches jedes Semester aktualisiert und veröffentlicht wird und jeweils aktuelle Informationen zu den Veranstaltungen enthält (z.B. Zeit, Ort und Dozent).

Beachten Sie: Rechtsverbindlich ist allein die jeweils gültige Prüfungsordnung.

Verzeichnis der Abkürzungen

BOK	Berufsfeldorientierte Kompetenzen
B.Sc.	Bachelor of Science
HISinOne	das Campus Management-Portal an der Universität Freiburg (enthält Vorlesungsverzeichnisse und Studienplaner, sowie Leistungsübersichten und Prüfungsanmeldemöglichkeit)
PL	Prüfungsleistung (benotete Prüfungen; gehen in die Endnote ein)
SL	Studienleistung (unbenotete Prüfungen; gehen nicht in die Endnote ein)
V	Vorlesung
Ü	Übungen
S	Seminar
Lab	Labor
SoSe	Sommersemester
WiSe	Wintersemester
ECTS	<i>European Credit Transfer System</i>
SWS	Semesterwochenstunden (1 SWS entspricht einer Veranstaltung von 45 Minuten Dauer, die im Semester wöchentlich stattfindet)

Inhaltsverzeichnis

1. Der Bachelor of Science (B.Sc.) Physik in Freiburg.....	3
1.1. Der Studiengang	3
1.2. Struktur und Aufbau des Studiums.....	3
1.3. Arbeitsaufwand / ECTS-Punkte System.....	5
1.4. Pflicht- und Wahlpflichtmodule	5
1.5. Berufsfeldorientierte Kompetenzen (BOK)	6
1.6. Bachelorarbeit.....	6
1.7. Gesamtnote	7
2. Studienorganisation.....	8
2.1. Zeitlicher Studienverlauf / Studienplan	8
2.2. Anmeldungen.....	9
2.3. Leistungsnachweise.....	9
3. Beschreibung der Module	11
3.1. Pflichtbereich	11
3.1.1. Analysis (9 ECTS Punkte).....	11
3.1.2. Lineare Algebra (18 ECTS Punkte).....	13
3.1.3. Höhere Mathematik (9 ECTS Punkte).....	15
3.1.4. Experimentalphysik A (16 ECTS Punkte)	17
3.1.5. Experimentalphysik B (7 ECTS Punkte)	19
3.1.6. Experimentalphysik C (7 ECTS Punkte)	21
3.1.7. Experimentalphysik D (7 ECTS Punkte)	22
3.1.8. Theoretische Physik A (18 ECTS Punkte)	23
3.1.9. Theoretische Physik B (8 ECTS Punkte)	26
3.1.10. Theoretische Physik C (8 ECTS Punkte).....	28
3.1.11. Physiklabor A (17 ECTS Punkte)	30
3.1.12. Physiklabor B (12 ECTS Punkte)	33
3.1.13. Bachelormodul A (12 ECTS Punkte).....	35
3.2. Wahlpflichtbereich.....	37
3.2.1. Wahlpflichtmodul Physik (11 ECTS Punkte)	37
3.2.2. Wahlpflichtmodul Physik oder Mathematik (5 ECTS Punkte).....	39
3.2.3. Fachfremdes Wahlpflichtmodul (8 ECTS Punkte)	40

4. Physikveranstaltungen im Wahlpflichtbereich	41
4.1.1. Grundlagen der Halbleiterphysik (5 ECTS Punkte)	41
4.1.2. Biophysik der Zelle (7 ECTS Punkte).....	42
4.1.3. Statistische Methoden der Datenanalyse (7 ECTS Punkte)	43
4.1.4. Photovoltaische Energiekonversion (5 ECTS Punkte).....	45
4.1.5. Einführung in die Moderne Digitalelektronik (7 ECTS Punkte)	46
4.1.6. Einführung in die Astrophysik (7 ECTS Punkte)	47
4.1.7. Astronomisches Praktikum (5 ECTS Punkte)	48
4.1.8. Optische Fallen und Partikel-Tracking (7 ECTS Punkte).....	49
4.1.9. Materie an Oberflächen (7 ECTS Punkte)	50
4.1.10. Dynamische Systeme in der Biologie (7 ECTS Punkte)	51
4.1.11. Spezielle Relativitätstheorie (5 ECTS Punkte).....	52

1. Der Bachelor of Science (B.Sc.) Physik in Freiburg

1.1. Der Studiengang

Der Bachelor-of-Science Studiengang Physik ist wissenschaftsorientiert und vermittelt im Rahmen seiner aufeinander aufbauenden Kursvorlesungen die volle Breite der experimentellen und theoretischen Grundlagen der Physik. Ziel ist eine möglichst breite Physikausbildung und eine dadurch bedingte Berufsbefähigung. Diese wird durch eine begrenzte fachliche Schwerpunktsetzung und insbesondere durch die Vermittlung von Schlüsselqualifikationen innerhalb und außerhalb der fachlichen Ausbildung unterstützt. Der Bachelor-Studiengang ermöglicht somit einerseits einen frühen Einstieg ins Berufsleben (Berufsbefähigung) und befähigt andererseits die Absolventen/innen zu einem weiterführenden Studium, etwa im Rahmen eines anschließenden Masterstudiums.

Die wesentlichen Kompetenzen für eine spätere naturwissenschaftlich-technische Tätigkeit, die durch das Studium vermittelt werden, sind neben der fachlichen Ausgewiesenheit etwa das sichere Beherrschen der grundlegenden Mathematik, der sichere Umgang mit Mess- und Gerätetechnik, die selbständige Bewertung und Einschätzung von Forschungsergebnissen, die konstruktive Mitarbeit in einem Team, sowie die Fähigkeit komplexe Sachverhalte analysieren, darstellen und erklären zu können. Neben fachspezifischem Wissen werden auch berufsfeldbezogene Schlüsselkompetenzen vermittelt, um etwa den Anforderungen auf dem Arbeitsmarktes zu begegnen.

Am Ende ihres Studiums erhalten die Studierenden im Rahmen ihrer Bachelorarbeit, in der ein begrenztes Thema aus einem Teilgebiet der Physik oder einem angrenzenden Gebiet nach wissenschaftlichen Methoden bearbeitet wird, einen Einblick in das selbständige wissenschaftliche Arbeiten.

1.2. Struktur und Aufbau des Studiums

Der Gesamtumfang des Studiengangs Bachelor-of-Science Physik entspricht 180 ECTS-Punkten. Dabei entfallen 160 ECTS-Punkte auf das Hauptfach Physik, wobei mindestens 8 und höchsten 13 ECTS-Punkte davon in fachfremden Wahlmodulen erbracht werden. Die restlichen 20 ECTS-Punkte werden als Berufsfeldorientierte Kompetenzen (BOK) absolviert, wobei 12 ECTS-Punkte davon als interne BOK am Physikalischen Institut und weitere 8 ECTS-Punkte extern am Zentrum für Schlüsselqualifikationen (ZfS) erbracht werden.

Der Studiengang gliedert sich in folgende Pflicht- und Wahlpflichtmodule:

Pflichtbereich:

Modul	Lehrveranstaltung	Art	SWS	ECTS-Punkte	Empf. FS	Studienleistung/ Prüfungsleistung
Analysis	Analysis für Studierende der Physik	V+Ü	4 + 2	9	1	PL schriftlich
Lineare Algebra	Lineare Algebra I	V+Ü	4 + 2	9	1	PL schriftlich
	Lineare Algebra II	V+Ü	4 + 2	9	2	PL schriftlich

Höhere Mathematik	Höhere Mathematik	V+Ü	4 + 2	9	4	SL
Experimentalphysik A	Experimentalphysik I	V+Ü	4 + 2	6	1	SL
	Experimentalphysik II	V+Ü	4 + 2	6	2	SL
	Modulabschlussprüfung ¹⁾			4	2	PL: mündlich
Experimentalphysik B	Experimentalphysik III	V+Ü	4 + 2	7	3	PL: schriftlich
Experimentalphysik C	Experimentalphysik IV	V+Ü	4 + 2	7	4	PL: schriftlich
Experimentalphysik D	Experimentalphysik V	V+Ü	4 + 2	7	5	PL: schriftlich
Theoretische Physik A	Theoretische Physik I	V+Ü	4 + 2	7	2	SL
	Theoretische Physik II	V+Ü	4 + 2	7	3	SL
	Modulabschlussprüfung ²⁾			4	3	PL: mündlich
Theoretische Physik B	Theoretische Physik III	V+Ü	4 + 2	8	4	PL: schriftlich
Theoretische Physik C	Theoretische Physik IV	V+Ü	4 + 2	8	5	PL: schriftlich
Physiklabor A	Wissenschaftliches Programmieren	V+Ü	2 + 2	5 (3)*	1	SL
	Physiklabor für Anfänger und Anfängerinnen Teil 1	V+Ü+S	5	6 (2)*	2	PL: mündlich und schriftlich
	Physiklabor für Anfänger und Anfängerinnen Teil 2	V+Ü+S	5	6 (2)*	3	PL: mündlich und schriftlich
Physiklabor B	Experimentelle Methoden	V+Ü	2 + 2	5	4	SL
	Physiklabor für Fortgeschrittene	V+Ü+S	10	7 (3)*	5	PL: mündlich und schriftlich
Bachelormodul	Bachelorarbeit			10	6	PL: schriftlich
	Bachelorkolloquium	K		2	6	SL: Vortrag

Wahlpflichtbereich:

Modul	Lehrveranstaltung	Art	SWS	ECTS	Empf. FS	Studienleistung/ Prüfungsleistung
Wahlpflichtmodul Physik	Seminar	S	2	4 (2)*	4-6	PL: mündlich
	Spezialvorlesung	V+Ü	3 + 2	7	4-6	PL: schriftlich oder mündlich
Wahlpflichtmodul Physik oder Mathematik	Geeignete Lehrveranstaltung nach Wahl	variabel	-	5	4-6	SL
Fachfremdes Wahlpflichtmodul	Geeignete Lehrveranstaltung nach Wahl	variabel	-	8	2-6	SL

Abkürzungen in den Tabellen:

Art = Art der Veranstaltung; SWS = vorgesehene Semesterwochenstundenzahl; Empf. FS = empfohlenes Fachsemester; K = Kolloquium; S = Seminar; Ü = Übung; V = Vorlesung; PL = Prüfungsleistung; SL = Studienleistung

* In Klammern ist jeweils ausgewiesen, wie viele der insgesamt für das Modul vergebenen ECTS-Punkte auf den Bereich Berufsfeldorientierte Kompetenzen (interne Berufsfeldorientierte Kompetenzen) entfallen.

¹⁾ Die **Orientierungsprüfung** besteht aus der mündlichen *Modulabschlussprüfung Experimentalphysik A*. Gemäß der Prüfungsordnung soll die Orientierungsprüfung am Ende des 2. Fachsemesters, muss jedoch spätestens bis Ende des 3. Fachsemesters erfolgreich abgelegt werden. Prüfungsgegenstand ist der Inhalt der Lehrveranstaltungen Experimentalphysik I und II.

²⁾ Voraussetzung für die Teilnahme an der mündlichen *Modulabschlussprüfung Theoretische Physik A* ist das Erbringen der Studienleistungen in Theoretischen Physik I und II. Prüfungsgegenstand ist der Lehrstoff beider Lehrveranstaltungen.

1.3. Arbeitsaufwand / ECTS-Punkte System

Das *European Credit Transfer System (ECTS)* ist ein System, das europaweit mehr Kompatibilität und Mobilität zwischen den Studiengängen der Hochschulen in den verschiedenen Ländern herstellen soll. Die im Studium zu erwerbenden ECTS-Punkte bestimmen den zeitlichen Aufwand der für ein Modul zu erbringen ist. Dabei entspricht ein ECTS-Punkt einem Arbeitsaufwand von etwa 30 Stunden pro Semester. Der Arbeitsaufwand beinhaltet die Teilnahme an den Lehrveranstaltungen, deren Vor- und Nachbereitung, Bearbeitung der Übungsaufgaben, sowie Prüfungsvorbereitung und Prüfungen. Das ECTS-System ermöglicht die Akkumulation von Punkten und Noten vom ersten Semester an und erleichtert damit die Dokumentation des Studienfortschritts.

1.4. Pflicht- und Wahlpflichtmodule

Der Studiengang besteht aus einer Reihe von Pflicht-, Wahlpflichtmodulen, die entsprechend der Vorgaben der Prüfungsordnung belegt werden müssen.

Pflichtmodule

Die Veranstaltungen im Pflichtbereich umfassen die Grundvorlesungen in Mathematik, Experimenteller und Theoretischer Physik, sowie die Physiklabore und die Bachelorarbeit. Außer bei der Wahl des Bachelorarbeitsthemas bestehen im Pflichtbereich keine Wahlmöglichkeiten.

Wahlpflichtmodul Physik

Die Veranstaltungen im Rahmen des Wahlpflichtmoduls Physik (ein Seminar und eine Spezialvorlesung) sind aus dem Angebot des B.Sc. Studiengangs Physik frei wählbar. Die erbrachten Leistungen sind benotet und gehen in die Endnote ein. Veranstaltungen aus dem M.Sc. Studiengang können nach Absprache mit dem jeweiligen Dozenten als Spezialvorlesung belegt werden.

Wahlpflichtmodul Physik oder Mathematik

In diesem Wahlpflichtmodul können beliebige Veranstaltungen aus den B.Sc. Studiengängen Physik und/oder Mathematik gewählt werden, die noch nicht im Rahmen anderer Module belegt wurden. Außerdem können ausgewählte Veranstaltungen der M.Sc. Studiengänge (in Absprache mit den jeweiligen Dozenten) belegt werden. Die erbrachten Leistungen sind unbenotet und gehen somit nicht in die Endnote ein.

Fachfremdes Wahlpflichtmodul

Veranstaltungen im Rahmen des Fachfremden Wahlmoduls werden stets nach den Modalitäten der anbietenden Lehreinheit behandelt. Belegfristen und Bedingungen zum Erwerb der Studienleistungen sind dabei zu beachten. In vielen Fällen sind Anmeldungen erforderlich. Man sollte

sich absolvierte Studienleistungen bescheinigen lassen, so dass diese anschließend durch das Prüfungsamt des Physikalischen Instituts verbucht werden können.

1.5. Berufsfeldorientierte Kompetenzen (BOK)

Der Bereich „Berufsfeldorientierte Kompetenzen (BOK)“ bietet den Studierenden die Möglichkeit Zusatzqualifikationen mit einem persönlichen Profil zu erwerben. Dabei sollen insbesondere übergreifende Schlüsselqualifikationen gefördert werden, um etwa den Anforderungen des Arbeitsmarktes zu begegnen. Zur Gestaltung und Organisation dieses Bereiches hat die Universität Freiburg eine eigene fakultätsübergreifende Einrichtung, das Zentrum für Schlüsselqualifikationen (ZfS), gegründet. Die BOK-Veranstaltungen des ZfS der Universität Freiburg gliedern sich in die Kompetenzfelder *Management, Kommunikation, Medien, EDV* und *Fremdsprachen*.

Im Bereich BOK sind insgesamt 20 ECTS-Punkte zu erwerben, wovon 12 ECTS bereits im Rahmen der Labore und eines Seminars am Physikalischen Institut erbracht werden („interne BOK“). Die übrigen 8 ECTS werden in Veranstaltungen des ZfS erbracht, wobei die Studierenden dabei frei wählen können, in welchen Bereichen sie Kompetenzen erwerben möchten.

Beachten Sie auch das Angebot der BOK-Kurse von Dozenten des Physikalischen Instituts wie z.B.:

- Wissenschaftliches Rechnen mit Mathematica ®
- Einführung in die Digitalelektronik
- Statistische Methoden der Datenanalyse

Das aktuelle Angebot ist den Vorlesungsverzeichnissen des Instituts und des ZfS zu entnehmen. Die Anmeldung muss jedoch in jedem Fall über das ZfS erfolgen. Das gesamte Angebot, die Teilnahmebedingungen, Anmeldemodalitäten und weitere Informationen entnehmen Sie bitte den Internetseiten des ZfS unter <http://www.zfs.uni-freiburg.de>.

1.6. Bachelorarbeit

Im Rahmen der Bachelorarbeit wird unter Anleitung ein Forschungsthema bearbeitet und eine eigenständige wissenschaftliche Arbeit angefertigt. In der Regel wählt die/der Studierende dazu eine/n Betreuer/in und ein allgemeines Arbeitsgebiet. Das eigentliche Bearbeitungsthema wird dann mit der Anmeldung der Bachelorarbeit von der/vom Betreuer/in bekanntgegeben. Die Bearbeitungszeit der Bachelorarbeit beträgt vom Tag der Bekanntgabe des Themas und der Anmeldung exakt 3 Monate.

Mit der Bachelorarbeit kann erst begonnen werden wenn 120 ECTS-Punkte im Pflichtbereich erfolgreich absolviert wurden.

1.7. Gesamtnote

Die Gesamtnote errechnet sich aus den Noten der einzelnen Module nach folgender Gewichtung, die dem Arbeitsaufwand sowie der fachwissenschaftlichen Relevanz der jeweiligen Module Rechnung trägt:

Modul	Gewicht in der Gesamtnote
Analysis	5 Prozent
Lineare Algebra	10 Prozent
Experimentalphysik A	12 Prozent
Experimentalphysik B	5 Prozent
Experimentalphysik C	5 Prozent
Experimentalphysik D	5 Prozent
Theoretische Physik A	12 Prozent
Theoretische Physik B	6 Prozent
Theoretische Physik C	6 Prozent
Physiklabor A	8 Prozent
Physiklabor B	5 Prozent
Wahlpflicht Physik	9 Prozent
Bachelorarbeit	12 Prozent

2. Studienorganisation

Im Verlauf des Studiums sind eine Vielzahl von Veranstaltungen zu besuchen sowie Studienleistungen und Prüfungsleistungen zu absolvieren. Dabei gilt es verschiedene die Organisation des Studiums betreffende Modalitäten zu beachten.

2.1. Zeitlicher Studienverlauf / Studienplan

Der Verlauf des Studiums ist nicht vorgeschrieben, sofern die Rahmenbedingungen gemäß der Prüfungsordnung eingehalten werden. Es wird aber ein Studienverlauf gemäß des folgenden Plans empfohlen (Veranstaltungen eines Moduls tragen die gleiche Farbe):

FS	Mathematik Module		Theoretische Physik A - C	Experimentalphysik A - D	Physiklabore A + B	Mündl. Prüfungen	Wahlpflichtmodule	Σ ECTS
1	Lineare Algebra I 9 ECTS	Analysis für Physiker 9 ECTS		Experimentalphysik I 6 ECTS	Wissenschaftl. Programmieren 5 ECTS			29
2	Lineare Algebra II 9 ECTS		Theoretische Physik I 7 ECTS	Experimentalphysik II 6 ECTS	Physiklabor für Anfänger I 6 ECTS	Experimentalphysik A (Orientierungsprüfung) 4 ECTS		32
3			Theoretische Physik II 7 ECTS	Experimentalphysik III 7 ECTS	Physiklabor für Anfänger II 6 ECTS	Theoretische Physik A 4 ECTS	Fachfremdes Wahlpflichtmodul 8 ECTS	32
4		Höhere Mathematik 9 ECTS	Theoretische Physik III 8 ECTS	Experimentalphysik IV 7 ECTS	Experimentelle Methoden 5 ECTS			29
5			Theoretische Physik IV 8 ECTS	Experimentalphysik V 7 ECTS	Physiklabor für Fortgeschrittene 7 ECTS		Seminar 4 ECTS BOK 4 ECTS	30
6	Bachelorarbeit und Kolloquium 10+2 ECTS						Spezialvorlesungen 7 + 5 ECTS BOK 4 ECTS	28

Die Modulabschlussprüfung *Experimentalphysik A* ist die Orientierungsprüfung und muss bis spätestens Ende des 3. Fachsemesters erfolgreich abgelegt werden. Die mündlichen Modulabschlussprüfungen *Experimentalphysik A* und *Theoretische Physik A* finden in der Regel jeweils in einem 3-wöchigen Zeitraum zu Beginn des jeweiligen Semesters statt.

Die Physiklabore werden jeweils in der vorlesungsfreien Zeit durchgeführt.

2.2. Anmeldungen

Es wird unterschieden zwischen Anmeldungen, die zur Teilnahme an Lehrveranstaltungen erforderlich sind und Anmeldungen, die zum Absolvieren studienbegleitender Prüfungsleistungen berechtigen.

Teilnahme an Lehrveranstaltungen

Zur Teilnahme an den Physiklaboren ist eine Anmeldung bei der jeweiligen Laborleitung, in der Regel online über die Homepage des Physikalischen Instituts, notwendig. Zur Teilnahme an Vorlesungen bzw. Vorlesungen mit integrierten Übungen ist keine Online-Anmeldung (Belegung) erforderlich. In Übungen und Seminaren, die auf einer Interaktion von Studierenden und Dozenten bzw. Tutoren beruhen, besteht die Erbringung der Leistungen unter anderem auch in einer regelmäßigen Teilnahme an den Veranstaltungen. Einzelheiten bestimmen die jeweiligen Dozenten und werden zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.

Prüfungsanmeldungen

Für studienbegleitende Prüfungsleistungen ist eine fristgerechte Prüfungsanmeldung über das elektronische Campus-Management System HISinOne notwendig (<http://www.uni-freiburg.de/go/campus>). Der Anmeldezeitraum beginnt in der Regel zu Vorlesungsbeginn und endet drei Wochen vor Vorlesungsende. Innerhalb dieses Zeitraums sind sowohl Anmeldungen als auch Stornierungen möglich. Die genauen Termine und Modalitäten finden sich auf der Homepage des Prüfungsamts Physik.

Die Online-Anmeldung zu den mündlichen Modulabschlussprüfungen *Experimentalphysik A* und *Theoretische Physik A* haben getrennt zu erfolgen. Die Anmeldefristen dazu werden vom Prüfungsamt Physik bekanntgegeben (i.d.R. 1.10.-15.11. im WiSe und 01.05.-15.06. im SoSe).

Für eine rechtzeitige Anmeldung zu den Prüfungen ist der/die Student/in verantwortlich.

2.3. Leistungsnachweise

Die für die einzelnen Lehrveranstaltungen, Module oder sonstigen Leistungen vorgesehenen ECTS-Punkte werden vergeben, wenn jeweils alle erforderlichen studienbegleitenden Prüfungsleistungen und/oder Studienleistungen erfolgreich erbracht wurden.

Studienleistungen sind individuelle schriftliche, mündliche oder praktische Leistungen, die von Studierenden im Zusammenhang mit Lehrveranstaltungen erbracht werden. Form und Umfang der zu erbringenden Leistungen werden in der Regel zu Beginn der jeweiligen Lehrveranstaltung vom Dozenten bekannt gegeben. Erbrachte Studienleistungen werden bewertet, aber nicht notwendigerweise benotet, jedoch müssen für ihre Anerkennung die definierten Mindestanforderungen erfüllt worden sein. Ihre Bewertung geht nicht in die B.Sc. Abschlussnote ein. Studienleistungen sind i.d.R. Bestandteil aller Lehrveranstaltungen.

Studienbegleitende Prüfungen werden im Fach Physik als Modulteilprüfungen abgelegt, d.h. die Prüfung bezieht sich jeweils auf eine oder mehrere Lehrveranstaltungen eines Moduls. Die genaue Form und der Umfang der Prüfungsleistungen sowie Prüfungstermine werden in der Regel zu Beginn der jeweiligen Lehrveranstaltung vom Dozenten bekannt gegeben. Die Prüfungsleistungen werden von dem Leiter bzw. der Leiterin der jeweiligen Lehrveranstaltung abgenommen und benotet. Die Bewertung geht in die B.Sc. Abschlussnote ein. Für das Absolvieren von Prüfungsleistungen ist eine fristgerechte Prüfungsanmeldung (siehe oben) notwendig.

In Lehrveranstaltungen, die mit studienbegleitenden Prüfungen abschließen sind darüber hinaus in der Regel auch immer Studienleistungen zu erbringen.

Wiederholungen von Prüfungen

Nicht bestandene studienbegleitende Prüfungsleistungen können einmal wiederholt werden. Die Wiederholungsprüfung muss zum nächstmöglichen Prüfungstermin stattfinden. Für drei Prüfungsleistungen wird zusätzlich eine weitere Wiederholung zugelassen. Ausgenommen davon sind allerdings die Orientierungsprüfung und die Bachelorarbeit, die beide nur jeweils einmal wiederholt werden dürfen.

Die Wiederholung bereits bestandener Prüfungsleistungen zur Notenverbesserung ist nicht gestattet.

3. Beschreibung der Module

3.1. Pflichtbereich

3.1.1. Analysis (9 ECTS Punkte)

Modul 07LE33M-ANA	Analysis						9 ECTS
Verantwortlich	Studiendekan Physik						
Lehrveranstaltungen	Veranstaltung	Form	SWS	ECTS	Prüfung	Turnus	
	Analysis für Studierende der Physik	V+Ü	4 + 2	9	PL	WiSe	
	Gesamt:			9			
Organisation	<p>Die Prüfungsleistung der Veranstaltung <i>Analysis für Studierende der Physik</i> erfolgt schriftlich in Form einer Klausur. Die Zulassungsvoraussetzungen für die schriftliche Prüfung werden vom Dozenten bekanntgegeben (in der Regel die regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen).</p> <p>Die Anmeldung zur Prüfung erfolgt online nach Angaben des Prüfungsamts.</p>						
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der abschließenden Prüfungsleistung.						
Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden beherrschen die Symbole mathematischer Schreibweise und können diese zur Charakterisierung mathematischer Strukturen anwenden. Sie kennen die bekannten Beweismethoden (induktive Beweismethode, Beweis durch Widerspruch, etc.). Sie können die Grenzwerte von Folgen bestimmen und die gängigen Konvergenzkriterien bei Reihen anwenden. Die Studierenden sind in der Lage, Funktionen, auch in mehreren Variablen, abzuleiten und zu integrieren. Sie können lineare gewöhnliche Differentialgleichungen (sowohl homogene als auch periodisch getriebene) unter vorgegebenen Anfangsbedingungen lösen. Sie können entlang von Wegen, auf Flächen oder auch allgemeine Volumina integrieren und erkennen geeignete Koordinaten je Randbedingungen an die Integrale. Die Studierenden kennen die in der Physik gebräuchlichen Koordinatensysteme. Sie können den Gauß'schen und Stokes'schen Integralsatz anwenden. 						
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Grundlagen der Mengenlehre, Äquivalenz- und Ordnungsrelationen Einführung in die komplexen Zahlen, Euler-Formel, Beziehungen zu trigo- 						

	<p>nometrischen und hyperbolischen Funktionen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beweisverfahren • Funktionen, Umkehrfunktionen • Folgen, Grenzwerte, Cauchy-Grenzwert, offenen und geschlossene Mengen • Reihen, Konvergenzkriterien, Stetigkeit von Funktionen • Ableitung von (auch mehrkomponentigen) Funktionen, auch in mehreren Variablen, Ableitungsregeln • Koordinatensysteme, speziell Polar-, Zylinder- und Kugelkoordinaten. • Integration, Integrationsregeln, Wegintegration, Flächen- und Volumenintegration, Gaußscher und Stokes'scher Satz 			
Arbeitsaufwand in Stunden	Veranstaltung	Präsenz	Selbststudium	Summe
	Analysis für Studierende der Physik	90 h	180 h	270 h
	Gesamt:	90 h	180 h	270 h
Verwendbarkeit	B.Sc. Physik			
Voraussetzungen / nützliche Vorkenntnisse	Empfohlen werden die Inhalte des Vorkurs Mathematik (ein Skript ist über die Webseite verfügbar).			
Sprache	Deutsch			

3.1.2. Lineare Algebra (18 ECTS Punkte)

Modul 07LE33M-LA	Lineare Algebra						18 ECTS
Verantwortlich	Studiendekan Mathematik						
Lehrveranstaltungen	Veranstaltung	Form	SWS	ECTS	Prüfung	Turnus	
	Lineare Algebra I	V+Ü	4+2	9	PL	WiSe	
	Lineare Algebra II	V+Ü	4+2	9	PL	SoSe	
	Gesamt:			18			
Organisation	<p>Die Prüfungsleistungen der Veranstaltungen <i>Lineare Algebra I</i> und <i>II</i> erfolgen schriftlich jeweils in Form einer Klausur. Die Zulassungsvoraussetzungen für die schriftlichen Prüfungen werden vom Dozenten bekanntgegeben (in der Regel die regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen).</p> <p>Die Anmeldung zu den Prüfungen erfolgt online nach Angaben des Prüfungsamts Physik.</p>						
Modulnote	Die Modulnote ermittelt sich aus dem Mittelwert der beiden Prüfungsleistungen. Es müssen beide Prüfungsleistungen mit mindestens der Note 4 bestanden sein.						
Lernergebnisse	<p>Lineare Algebra I</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden sind in der Lage, mit den Strukturen einer Gruppe, eines Körpers und eines Vektorraums zu arbeiten und innerhalb dieser Strukturen einfache Beweise zu führen. Sie können charakteristische Polynome von Matrizen berechnen und in einfachen Fällen die Eigenwerte dieser Matrizen bestimmen. Die Studierenden können eigene Lösungen vor der Gruppe vorrechnen und die Lösungswege diskutieren. <p>Lineare Algebra II</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden kennen die grundlegenden Zusammenhänge zur Theorie des euklidischen Vektorraums. Sie können ein Basissystem orthonormalisieren. Die Studierenden können eigene Lösungen vor der Gruppe vorrechnen und die Lösungswege diskutieren. 						
Inhalt	<p>Lineare Algebra I</p> <ul style="list-style-type: none"> Grundbegriffe, Gruppen, Körper, Vektorräume über beliebigen Körpern, Basis und Dimension, lineare Abbildungen und darstellende Matrix, Matri- 						

	<p>zenkalkül</p> <ul style="list-style-type: none"> • lineare Gleichungssysteme, Gauß-Algorithmus, Linearformen, Dualraum, Quotientenvektorräume und Homomorphiesatz, Determinante, Eigenwerte, Polynome, charakteristisches Polynom, Hauptraumzerlegung, Jordan'sche Normalform, Diagonalisierbarkeit. <p>Lineare Algebra II</p> <ul style="list-style-type: none"> • Symmetrische Bilinearformen: Orthogonalbasen, Sylvester'scher Trägheitssatz. • Euklidische und Hermitesche Vektorräume: Skalarprodukte, Kreuzprodukt, Gram'sche Determinante. • Gram-Schmidt-Verfahren, orthogonale Transformationen, (selbst-) adjungierte Abbildungen, Spektralsatz, Hauptachsentransformation. • Affine Räume. 			
Arbeitsaufwand in Stunden	Veranstaltung	Präsenz	Selbststudium	Summe
	Lineare Algebra I	90 h	180 h	270 h
	Lineare Algebra II	90 h	180 h	270 h
	Gesamt:	180 h	360 h	540 h
Verwendbarkeit	B.Sc. Physik, B.Sc. Mathematik			
Voraussetzungen / nützliche Vorkenntnisse	Empfohlen werden die Inhalte des Vorkurs Mathematik (ein Skript ist über die Webseite verfügbar).			
Sprache	Deutsch			

3.1.3. Höhere Mathematik (9 ECTS Punkte)

Modul 07LE33M-HöMa	Höhere Mathematik						9 ECTS
Verantwortlich	Studiendekan Physik						
Lehrveranstaltungen	Veranstaltung	Form	SWS	ECTS	Prüfung	Turnus	
	Höhere Mathematik für Physiker	V+Ü	4+2	9	SL	SoSe	
	Gesamt:			9			
Organisation	Die Studienleistung in <i>Höhere Mathematik für Physiker</i> besteht in der Regel aus einer schriftlichen Klausur.						
Modulnote	-						
Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können die wesentlichen Zusammenhänge aus der Theorie der analytischen Funktionen beschreiben und herleiten. • Die Studierenden sind in der Lage, mit analytischen und holomorphen Funktionen zu rechnen. Sie können den Residuensatz anwenden. Sie können Lösungen der 2-dimensionalen Laplace-Gleichung unter verschiedenen Randbedingungen aus komplexen Funktionen konstruieren. • Die Studierenden können lineare homogene und inhomogene Differentialgleichungen auch in mehreren Variablen formal lösen. Sie erkennen die behandelten nicht-linearen gewöhnlichen Differentialgleichungen und wissen, welche Funktionen diese Gleichungen lösen. Sie können auch auf der Ebene von Funktionenräumen mit einer Vektorraumstruktur die Ergebnisse der Linearen Algebra (bezüglich der Eigenwerte und Eigenvektoren selbstadjungierter Operatoren) anwenden. 						
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Funktionentheorie: Komplexe, holomorphe und meromorphe Funktionen, Laurent-Reihen. Cauchy-Riemann'sche Differentialgleichungen, Komplexe Integration, Satz von Cauchy, Satz von Liouville, Residuensatz. • Gewöhnliche Differentialgleichungen: Existenz- und Eindeigkeitssätze, Lipschitz-Bedingungen, Lineare Differentialgleichungen, Wronski-Determinante; homogene und inhomogene Differentialgleichungen, Matrix-Exponentialfunktion. • Ein-dimensionale Sturm-Liouville-Probleme, Eigenwertprobleme, Orthogonalsysteme • Spezielle Differentialgleichungen: Bessel, Hermite, Legendre, hypergeometrisch, konfluent hypergeometrisch und ihre Lösungen. 						

Arbeitsaufwand in Stunden	Veranstaltung	Präsenz	Selbststudium	Summe
	Höhere Mathematik für Physiker	90 h	180 h	270 h
	Gesamt:	90 h	180 h	270 h
Verwendbarkeit	B.Sc. Physik			
Voraussetzungen / nützliche Vorkenntnisse	Für die Vorlesung werden die Inhalte der Grundvorlesungen Analysis für Studierende der Physik, Lineare Algebra I und II vorausgesetzt.			
Sprache	Deutsch			

3.1.4. Experimentalphysik A (16 ECTS Punkte)

Modul 07LE33M-ExA	Experimentalphysik A						16 ECTS
Verantwortlich	Studiendekan Physik						
Lehrveranstaltungen	Veranstaltung	Form	SWS	ECTS	Prüfung	Turnus	
	Experimentalphysik I	V+Ü	4+2	6	SL	WiSe	
	Experimentalphysik II	V+Ü	4+2	6	SL	SoSe	
	Modulabschlussprüfung	P		4	mündl./PL	WiSe/ SoSe	
	Gesamt:			16			
Organisation/ Voraussetzungen	<p>Die Kriterien der Studienleistungen werden vom jeweiligen Dozenten bekanntgegeben. Die Studienleistungen in der <i>Experimentalphysik I</i> und <i>II</i> sind nicht Voraussetzung für die Zulassung zur mündlichen Modulabschlussprüfung <i>Experimentalphysik A</i>.</p> <p>Die Anmeldung zur Prüfung erfolgt online, nach Angaben des Prüfungsamts.</p> <p>Die Modulabschlussprüfung <i>Experimentalphysik A</i> gilt als Orientierungsprüfung. Sie darf höchstens einmal wiederholt werden und muss spätestens bis zum Ende des 3. Fachsemesters bestanden werden.</p>						
Modulnote	Die Note der mündlichen Modulabschlussprüfung bildet die Modulnote.						
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<p>Experimentalphysik I</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden sind in der Lage rechnerische oder phänomenologische Lösungen von physikalischen Problemstellungen im Bereich der klassischen Mechanik und Thermodynamik eigenständig zu erarbeiten. Die Studierenden können eigene Lösungen vor der Gruppe vorrechnen und die Lösungswege diskutieren. <p>Experimentalphysik II</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden sind in der Lage rechnerische oder phänomenologische Lösungen von physikalischen Problemstellungen im Bereich der Elektrodynamik und der geometrischen und Wellenoptik eigenständig zu erarbeiten. Die Studierenden können eigene Lösungen vor der Gruppe vorrechnen und die Lösungswege diskutieren. 						

Inhalt	<p>Experimentalphysik I - Mechanik, Gase und Flüssigkeiten, Wärmelehre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kinematik des Massenpunktes & Newtonsche Mechanik: Gleichförmige & gleichmäßig beschleunigte Bewegung, Newtonsche Gesetze, Inertialsysteme, Galilei Transformation, kinetische & potentielle Energie, Impuls • Mechanik starrer und deformierbarer Körper: Schwerpunkt, Trägheitsmomente, Steinerscher Satz, Haft-/Gleitreibung • Schwingungen und Wellen: erzwungene und gedämpfte Schwingung, Resonanz, gekoppelte Oszillatoren, Ausbreitung von Wellen, stehende Wellen, Akustik • Gase und Flüssigkeiten: Kinetische Gastheorie, Geschwindigkeitsverteilung, Druck, Hydrostatik, Strömungen, Kontinuitätsgleichung • Wärmelehre und Thermodynamik: Wärmekapazität, Wärmetransport, innere Energie, Erster Hauptsatz der Thermodynamik, ideales Gas, adiabatische Zustandsänderung, Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, Entropie, Carnot Prozess, Aggregatzustände <p>Experimentalphysik II - Elektromagnetismus und Optik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektrostatik: Coulombsches Gesetz, elektrische Felder, elektrostatisches Potential, elektrischer Dipol, Strom und Spannung, • Magnetostatik: Lorentz-Kraft, Gesetz von Biot-Savart, magnetischer Dipol, Magnetismus • Elektrodynamik: Elektromagnetische Induktion, Wechselstrom, Schwingkreis, Hertz'scher Dipol • Elektromagnetische Wellen: Maxwell-Gleichungen, Wellenausbreitung, Interferenz, Dispersion, Polarisation, Resonatoren, thermische Strahlung, Photonen • Grundlagen der geometrischen und Wellenoptik: Fermat'sches Prinzip, optische Abbildung, optische Komponenten 			
Arbeitsaufwand in Stunden	Veranstaltung	Präsenz	Selbststudium	Summe
	Experimentalphysik I	90 h	120 h	210 h
	Experimentalphysik II	90 h	120 h	210 h
	Modulabschlussprüfung	1 h	59 h	60 h
	Gesamt:	181 h	299 h	480 h
Verwendbarkeit	B.Sc. Physik, Polyvalenter 2-Hauptfach Bachelor Physik			
Vorkenntnisse	<p>Experimentalphysik I: Inhalte des Vorkurs Mathematik (Skript online)</p> <p>Experimentalphysik II: Experimentalphysik I und Mathematikvorlesungen</p>			
Sprache	Deutsch			

3.1.5. Experimentalphysik B (7 ECTS Punkte)

Modul 07LE33M-ExB	Experimentalphysik B						7 ECTS
Verantwortlich	Studiendekan Physik						
Lehrveranstaltungen	Veranstaltung	Form	SWS	ECTS	Prüfung	Turnus	
	Experimentalphysik III	V+Ü	4+2	7	PL	WiSe	
	Gesamt:			7			
Organisation	<p>Die Lehrveranstaltung wird schriftlich geprüft. Die Zulassungsvoraussetzungen für die schriftliche Prüfung werden vom Dozenten bekanntgegeben (in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen).</p> <p>Die Anmeldung zur Prüfung erfolgt online nach Angaben des Prüfungsamts.</p>						
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der abschließenden Prüfungsleistung.						
Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden sind in der Lage rechnerische oder phänomenologische Lösungen von physikalischen Problemstellungen im Bereich der fortgeschrittenen Optik, der Quantenphysik und der Atomphysik eigenständig zu erarbeiten. Die Studierenden können eigene Lösungen vor der Gruppe vorrechnen und die Lösungswege diskutieren. 						
Inhalt	<p>Experimentalphysik III - Spezielle Relativitätstheorie, Optik, Quantenphysik und Atomphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> Grundlagen der speziellen Relativitätstheorie: Inertialsysteme, Lorentz-Transformation, Zeitdilatation, Längenkontraktion Fortgeschrittene Optik: Polarisation von Licht, Doppelbrechung, Polarisationsoptik, Gaußsche Strahlen, optische Resonatoren, Laser, Grundlagen der nicht-linearen Optik Quantenphysik: Quantenphänomene, Unschärferelation, Schrödinger-Gleichung, Axiome der Quantenmechanik, Bahn-Drehimpulse, Wasserstoffatom Struktur einfacher atomarer Systeme, Periodensystem, Wechselwirkung Licht-Materie 						
Arbeitsaufwand in Stunden	Veranstaltung	Präsenz	Selbststudium	Summe			
	Experimentalphysik III	90 h	120 h	210 h			
	Gesamt:	90 h	120 h	210 h			

Verwendbarkeit	B.Sc. Physik, Polyvalenter 2-Hauptfach Bachelor Physik
Vorkenntnisse	Experimentalphysik I und II
Sprache	Deutsch

3.1.6. Experimentalphysik C (7 ECTS Punkte)

Modul 07LE33M-ExC	Experimentalphysik C						7 ECTS
Verantwortlich	Studiendekan Physik						
Lehrveranstaltungen	Veranstaltung	Form	SWS	ECTS	Prüfung	Turnus	
	Experimentalphysik IV	V+Ü	4+2	7	PL	SoSe	
	Gesamt:			7			
Organisation	Die Lehrveranstaltung wird schriftlich geprüft. Die Zulassungsvoraussetzungen für die schriftliche Prüfung werden vom Dozenten bekanntgegeben. Die Anmeldung zur Prüfung erfolgt online nach Angaben des Prüfungsamts.						
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der abschließenden Prüfungsleistung.						
Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden sind in der Lage rechnerische oder phänomenologische Lösungen von physikalischen Problemstellungen im Bereich der Atom-, Molekül- und Festkörperphysik eigenständig zu erarbeiten. Studierende können Lösungen vor Gruppe vorrechnen und diskutieren. 						
Inhalt	Experimentalphysik IV - Atom-, Molekül und Festkörperphysik <ul style="list-style-type: none"> Komplexe atomare Systeme und periodisches System: Quantenmechanischer harmonischer Oszillator, He-Atom, Linienbreiten, Stern-Gerlach-Experiment, Elektronenspin und Bahndrehimpuls, Spin-Bahn-Kopplung, Zeeman-Effekt, Kernspin, Hyperfeinstruktur Struktur und Eigenschaften von Molekülen: Molekülbindung, elektronische Anregung, Franck-Condon Prinzip, Hybridisierung, Normalschwingungen Struktur und Eigenschaften von Festkörpern und Oberflächen: Bindungen im Festkörper, Kristallstruktur, Bloch-Theorem, Bragg-Streuung, Dynamik von Kristallgittern (Phononen) 						
Arbeitsaufwand in Stunden	Veranstaltung	Präsenz	Selbststudium	Summe			
	Experimentalphysik IV	90 h	120 h	210 h			
	Gesamt:	90 h	120 h	210 h			
Verwendbarkeit	B.Sc. Physik						
Vorkenntnisse	Experimentalphysik I-III						
Sprache	Deutsch						

3.1.7. Experimentalphysik D (7 ECTS Punkte)

Modul 07LE33M-ExD	Experimentalphysik D						7 ECTS
Verantwortlich	Studiendekan Physik						
Lehrveranstaltungen	Veranstaltung	Form	SWS	ECTS	Prüfung	Turnus	
	Experimentalphysik V	V+Ü	4+2	7	PL	WiSe	
	Gesamt:			7			
Organisation	Die Lehrveranstaltung wird schriftlich geprüft. Die Zulassungsvoraussetzungen für die schriftliche Prüfung werden vom Dozenten bekanntgegeben (in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen). Die Anmeldung zur Prüfung erfolgt online nach Angaben des Prüfungsamts.						
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der abschließenden Prüfungsleistung.						
Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind in der Lage rechnerische oder phänomenologische Lösungen von physikalischen Problemstellungen im Bereich der Kernphysik und Elementarteilchenphysik eigenständig zu erarbeiten. • Die Studierenden können eigene Lösungen vor der Gruppe vorrechnen und die Lösungswege diskutieren. 						
Inhalt	Experimentalphysik V - Kern- und Elementarteilchenphysik <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen von Streu- und Zerfallsprozessen • Struktur und Eigenschaften von Atomkernen, Kernmodelle und Kernzerfälle • Teilchenbeschleuniger und Teilchendetektoren • Anwendungen der Kern- und Teilchenphysik • Symmetrien, Spektrum der Elementarteilchen, elektromagnetische, starke und schwache Wechselwirkung • Standardmodell der Teilchenphysik und seine Grenze 						
Arbeitsaufwand in Stunden	Veranstaltung	Präsenz	Selbststudium	Summe			
	Experimentalphysik V	90 h	120 h	210 h			
	Gesamt:	90 h	120 h	210 h			
Verwendbarkeit	B.Sc. Physik						
Vorkenntnisse	Experimentalphysik I-IV						
Sprache	Deutsch						

3.1.8. Theoretische Physik A (18 ECTS Punkte)

Modul 07LE33M-TheoA	Theoretische Physik A						18 ECTS
Verantwortlich	Studiendekan Physik						
Lehrveranstaltungen	Veranstaltung	Form	SWS	ECTS	Prüfung	Turnus	
	Theoretische Physik I	V+Ü	4+2	7	SL	SoSe	
	Theoretische Physik II	V+Ü	4+2	7	SL	WiSe	
	Modulabschlussprüfung	P		4	PL mündl.	WiSe/ SoSe	
	Gesamt:			18			
Organisation/ Voraussetzungen	<p>Die Studienleistungen in der <i>Theoretischen Physik I</i> und <i>Theoretischen Physik II</i> sind Voraussetzung für die Zulassung zur mündlichen Modulabschlussprüfung <i>Theoretische Physik A</i>. Die Kriterien der Studienleistungen werden vom jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.</p> <p>Die Anmeldung zur Prüfung erfolgt online, nach Angaben des Prüfungsamts.</p>						
Modulnote	Die Note der mündlichen Modulabschlussprüfung bildet die Modulnote.						
Lernergebnisse	<p>Theoretische Physik I - Newtonsche und Hamiltonsche Mechanik, Relativitätstheorie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind in der Lage, zu mechanischen Problemstellungen die Lagrange-Funktion und die Bewegungsgleichung aufzustellen. Sie kennen den Zusammenhang zwischen Symmetrien und Erhaltungsgrößen und können diese in einfachen Fällen zur Reduktion der Freiheitsgrade nutzen. Sie können bei rotationsinvarianten Potenzialen das effektive Potenzial ableiten und daraus quantitativ die Form möglicher Bahnkurven bestimmen. • Die Studierenden kennen die Methode der Lagrange-Parameter zur Behandlung von Zwangsbedingungen und können diese auf einfache Probleme auch außerhalb der Mechanik anwenden. • Sie kennen die Zusammenhänge zwischen Nicht-Inertialsystemen und Scheinkräften und können die Phänomene im Zusammenhang mit den Coriolis-Kräften erklären. Sie kennen die Bewegungsgleichungen des starren Körpers, können diesen für den symmetrischen Fall lösen und können die verschiedenen Bewegungsformen (Präzession und Nutation) beschreiben und im Zusammenhang mit dem System Erde beschreiben. • Die Studierenden können eigene Lösungen vor der Gruppe vorrechnen und die Lösungswege diskutieren. 						

	<p>Theoretische Physik II - Theorie der elektromagnetischen Felder</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die Maxwell-Gleichungen und können die phänomenologische Bedeutung der einzelnen Terme beschreiben. • Die Studierenden sind in der Lage, einfache Randwertprobleme in der Elektrostatik und Magnetostatik zu lösen. Sie können die allgemeinen Lösungen mithilfe des skalaren Potentials bzw. Vektorpotentials in Poisson- und Wellengleichungen umformen. Sie können die Lösungen linearer Gleichungen mit Quelltermen mithilfe Green'scher Funktionen ausdrücken. Sie kennen die kovariante Formulierung der Maxwelltheorie. • Die Studierenden können eigene Lösungen vor der Gruppe vorrechnen und die Lösungswege diskutieren.
<p>Inhalt</p>	<p>Theoretische Physik I - Mechanik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kinematik des Massenpunktes und Newton'sche Mechanik, Erhaltungsgrößen, Schwingungen und Wellen, erzwungene Schwingungen, Resonanz. • Lagrange-Funktion und Hamilton'sches Prinzip, Beziehungen zwischen Invarianzen und Erhaltungsgrößen (Noether-Theorem) • allgemeine rotationsinvariante Potentiale, effektive Potentiale, speziell das Kepler-Problem • Inertialsysteme, Bezugssysteme, beschleunigte Bezugssysteme und Scheinkräfte, Coriolis-Kraft • starrer Körper, Trägheitstensor, Lösung des achsensymmetrischen Falls; Präzession und Nutation. • Hamilton'sche Mechanik, Phasenraum, Legendre-Transformation. • relativistische Mechanik des freien Punktteilchens, Minkowski-Raum, Raumzeit-Diagramme, relativistischer Doppler-Effekt (transversal und longitudinal) <p>Theoretische Physik II - Elektromagnetismus und Optik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Vektoranalysis; Gradient, Divergenz, Rotation, Laplace-Operator auch in (orthogonalen) verallgemeinerten Koordinaten; Dirac-Funktion, Testfunktionen, Distributionen, Ableitungen von Distributionen; Green'sche Funktionen zum Laplace-Operator, zur Laplace-, Helmholtz- und Wellengleichung; retardierte und avancierte Green'sche Funktionen. • Maxwell-Gleichungen im Vakuum und in Materie in differentieller und integraler Form, Kontinuitätsgleichung, Lorentz-Kraft. • Elektrostatik, skalares Potential, Randwertprobleme, Multipolentwicklung • Magnetostatik, Vektorpotential, Eichfreiheit und Coulomb-Eichung • freie elektromagnetische Wellen • Energie des elektromagnetischen Feldes, Poynting-Vektor, Maxwell'scher Spannungstensor. • kovariante Formulierung der Maxwell-Gleichungen, Feldstärketensor und dualer Tensor, Viererstrom und Viererpotential. • Grundlagen der Maxwell-Gleichungen in Medien.

Arbeitsaufwand in Stunden	Veranstaltung	Präsenz	Selbststudium	Summe
	Theoretische Physik I	90 h	150 h	240 h
	Theoretische Physik II	90 h	150 h	240 h
	Modulabschlussprüfung	1 h	59 h	60 h
	Gesamt	181 h	359 h	540 h
Verwendbarkeit	B.Sc. Physik, Polyvalenter 2-Hauptfach Bachelor Physik			
Vorkenntnisse	Experimentelle Physik I, Analysis für Physiker und Lineare Algebra I. Die Studierenden sollten parallel zur Theoretischen Physik I die Lineare Algebra II hören.			
Sprache	Deutsch			

3.1.9. Theoretische Physik B (8 ECTS Punkte)

Modul 07LE33M-TheoB	Theoretische Physik B						8 ECTS
Verantwortlich	Studiendekan Physik						
Lehrveranstaltungen	Veranstaltung	Form	SWS	ECTS	Prüfung	Turnus	
	Theoretische Physik III - Quantenmechanik	V+Ü	4+2	8	PL	SoSe	
	Gesamt:			8			
Organisation	<p>Die Lehrveranstaltung wird schriftlich geprüft. Die Zulassungsvoraussetzungen für die schriftliche Prüfung werden vom Dozenten bekanntgegeben (in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen).</p> <p>Die Anmeldung zur Prüfung erfolgt online nach Angaben des Prüfungsamts.</p>						
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der abschließenden Prüfungsleistung.						
Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die Schrödinger-Gleichung sowie die Grundaxiome der Quantentheorie. Sie können die Schrödinger-Gleichung in einfachen Fällen (Kastenpotenzial und harmonischer Oszillator) lösen und kennen die Lösungen für das Coulomb-Problem. • Die Studierenden kennen den mathematischen Rahmen der Quantentheorie (Hilbertraum, lineare Operatoren). Sie können zu einem gegebenen klassischen Newton'schen System die zugehörige Quantentheorie formulieren. Sie kennen die Interpretation des Quantenzustands, die Born'sche Regel, die Heisenberg'sche Formulierung der Quantenmechanik sowie die Quantenmechanik einfacher Vielteilchensysteme. • Sie kennen den Formalismus der zeitunabhängigen Störungstheorie und können diesen in niedrigster nicht-trivialer Ordnung auf einfache Probleme anwenden. 						
Inhalt	<p>Theoretische Physik III - Quantenmechanik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hilbertraum, Bra-Ket-Notation, spezielle lineare Operatoren (selbstadjungierte Operatoren, Projektionsoperatoren, unitäre Operatoren), Eigenwerte, Eigenvektoren und Spektrum. Der Raum L^2. • deBroglie-Beziehungen zwischen Energie und Frequenz bzw. Impuls und Wellenzahl, Doppelspaltexperiment, Schrödinger-Gleichung. Allgemeine Quantisierungsbedingungen. • Lösungen der Schrödinger-Gleichung für unendliches Kastenpotenzial, endliches Kastenpotenzial (Tunneleffekt, Anschlussbedingungen), harmonischer Oszillator. 						

	<ul style="list-style-type: none"> • allgemeines rotationsinvariantes Potenzial, gequantelter Bahndrehimpuls und magnetische Quantenzahl, Spin und Pauli-Prinzip. Speziell Coulomb-Problem. • Zeitabhängige und zeitunabhängige Störungsrechnung, Einführung in die Streutheorie. • Mehrteilchensysteme; Tensorprodukt, symmetrisierte bzw. antisymmetrisierte Zustände bei identischen Bosonen bzw. Fermionen. Begriff der Verschränkung. 			
Arbeitsaufwand in Stunden	Veranstaltung	Präsenz	Selbststudium	Summe
	Theoretische Physik III	90 h	150 h	240 h
	Gesamt	90 h	150 h	240 h
Verwendbarkeit	B.Sc. Physik			
Voraussetzungen / nützliche Vorkenntnisse	Theoretische Physik I und II			
Sprache	Deutsch			

3.1.10. Theoretische Physik C (8 ECTS Punkte)

Modul 07LE33M-TheoC	Theoretische Physik C						8 ECTS
Verantwortlich	Studiendekan Physik						
Lehrveranstaltungen	Veranstaltung	Form	SWS	ECTS	Prüfung	Turnus	
	Theoretische Physik IV – Statistische Mechanik	V+Ü	4+2	8	PL	WiSe	
	Gesamt:			8			
Organisation	<p>Die Lehrveranstaltung wird schriftlich geprüft. Die Zulassungsvoraussetzungen für die schriftliche Prüfung werden vom Dozenten bekanntgegeben (in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen).</p> <p>Die Anmeldung zur Prüfung erfolgt online nach Angaben des Prüfungsamts.</p>						
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der abschließenden Prüfungsleistung.						
Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die Grundlagen der Thermodynamik (Hauptsätze, Gibb'sche Fundamentalform) und können einfache Beziehungen zwischen den Zustandsgrößen ableiten. Sie kennen die Zustandsgleichungen für das freie klassische Gas. • Die Studierenden kennen die wichtigsten thermodynamischen Potentiale und wissen, unter welchen physikalischen Bedingungen sie anzuwenden sind. Die können die Potentiale ineinander umrechnen. • Die Studierenden kennen die wichtigsten Zusammenhänge beim freien Bose- und Fermi-Gas, sie kennen die van der Waals-Gleichung und das Weiss'sche Modell des Magnetismus. Sie können zu einfachen Problemen die kanonische bzw. großkanonische Zustandssumme formulieren. Die können die Bedeutung kritischer Exponenten. 						
Inhalt	<p>Theoretische Physik IV - Statistische Mechanik und theoretische Thermodynamik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der theoretischen Thermodynamik. Nullter, erster, zweiter und dritter Hauptsatz der Thermodynamik, Gibb'sche Fundamentalform, statistischer Entropiebegriff, thermodynamische Potentiale, Legendre-Transformationen; thermische und kalorische Zustandsgleichung, Maxwell-Relationen, einfache Beziehungen zwischen Materialgrößen; speziell die Zustandsgrößen und Beziehungen beim freien Gas. Zyklische Prozesse (Carnot-Prozess, Stirling-Prozess), Wirkungsgrad. • klassische und quantenmechanische Beschreibung von thermodynamischen Gleichgewichtszuständen (Gesamtheiten). Zustandssummen der 						

	<p>kanonischen und Großkanonischen Gesamtheit. Maxwell-Verteilung, barometrische Höhenformel, Virialsatz, klassische Störungsrechnung.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Freie Quantengase: Bose-Gas, Bose-Einstein-Kondensation; Fermi-Gas bei tiefen Temperaturen, Photonen (Planck'sche Strahlungsformel), Phononen, thermodynamische Freiheitsgrade. Dia-, Para- und Ferromagnetismus. • Einführung in die Theorie der Phasenübergänge, Landau-Theorie des Phasenübergangs, kritische Exponenten. 			
Arbeitsaufwand in Stunden	Veranstaltung	Präsenz	Selbststudium	Summe
	Theoretische Physik IV	90 h	150 h	240 h
	Gesamt	90 h	150 h	240 h
Verwendbarkeit	B.Sc. Physik			
Voraussetzungen / nützliche Vorkenntnisse	Theoretische Physik I-III			
Sprache	Deutsch			

3.1.11. Physiklabor A (17 ECTS Punkte)

Modul 07LE33M-LabA	Physiklabor A						17 ECTS
Verantwortlich	Leiter des Physiklabors						
Lehrveranstaltungen	Veranstaltung	Form	SWS	ECTS	Prüfung	Turnus	
	Wissenschaftliches Programmieren	V+Ü	2 + 2	5	SL	WiSe	
	Physiklabor für Anfänger und Anfängerinnen Teil 1	V+Ü +S	5	6	PL	SoSe	
	Physiklabor für Anfänger und Anfängerinnen Teil 2	V+Ü +S	5	6	PL	WiSe	
	Gesamt:			17			
Organisation	<p>Die Physiklabore (Teil 1 und 2) finden grundsätzlich als Blockveranstaltungen in der vorlesungsfreien Zeit statt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teil 1: ca. 1. September bis Vorlesungsbeginn des folgenden WiSe - Teil 2: ca. 1 Woche nach Vorlesungsende bis ca. 1 Woche vor Vorlesungsbeginn des folgenden SoSe <p>Die Anmeldung zu den Laboren erfolgt in der Regel bis etwa 3 Monate vor Beginn online (http://www.mathphys.uni-freiburg.de/physik/praktika.php).</p>						
Besonderheiten	<p>Für jeden Versuch muss in einem Gespräch mit der Betreuerin bzw. dem Betreuer des Versuchs der Nachweis erbracht werden, dass die bzw. der Studierende sich ausreichende Grundkenntnisse zur physikalischen Fragestellung des Versuchs, den physikalischen Grundlagen und dem experimentellen Aufbau angeeignet hat.</p> <p>Die Prüfungsleistung wird schriftlich, in Form von Protokollen zu jedem Versuch, erbracht. Dabei muss jeder Versuch bestanden werden. Versuchsvorbereitung und -durchführung werden mitbewertet. Die Bewertungen werden addiert und durch die Anzahl der im jeweiligen Laborteil vorgesehenen Versuche geteilt. Die so berechneten Mittelwerte werden auf den zulässigen Notenbereich 1,0 bis 4,0 abgebildet und ergeben nach Rundung auf eine Dezimalstelle hinter dem Komma die Endnote für die jeweilige Laborveranstaltung.</p>						
Modulnote	Das arithmetische Mittel der beiden Prüfungsleistungen zu den Physiklaboren für Anfänger Teil 1 und Teil 2 ergibt die Modulnote.						

Wiederholungsprüfung	Sind nur einzelne Versuche zu wiederholen, so kann dies in der Regel innerhalb eines Jahres erfolgen. Ist ein gesamter Laborteil zu wiederholen, so ist dies erst nach einem Jahr wieder möglich.			
Lernergebnisse/ Kompetenzen	<p>Wissenschaftliches Programmieren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können einfache Programme in einer höheren Programmiersprache (z.B. in <i>Python</i>) erstellen. • Die Studierenden können einfache analytische und numerische Rechnungen mit <i>Mathematica</i> durchführen und Datensätze/Bilder numerisch bearbeitet werden. • Die Studierenden können Messreihen mit Hilfe von Software auswerten. <p>Physiklabor für Anfänger (Teil 1 und Teil 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind in der Lage grundlegende wissenschaftliche Experimente unter Anleitung aufzubauen, durchzuführen, eigenständig zu protokollieren und auszuwerten. • Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Datenanalyse und Fehlerabschätzung. 			
Inhalt	<p>Wissenschaftliches Programmieren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in eine moderne Programmiersprache (z.B. <i>Python</i>) • Analytisches und numerisches Rechnen, so wie Grundlagen der elektronischen Datenanalyse und Bildverarbeitung mit <i>Mathematica</i> • Einführung in ein Datenanalyseprogramm (z.B. Origin oder Root) <p>Physiklabor für Anfänger (Teil 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Datenanalyse und Fehlerabschätzung anhand labornaher experimenteller Beispiele, Einführung in die Fehlerrechnung (Einführungsveranstaltung) • 13 grundlegende Versuche aus der Mechanik, Hydrodynamik, Akustik, und Wärmelehre <p>Physiklabor für Anfänger (Teil 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 17 grundlegende Versuche zu Elektromagnetismus und Elektronik, Optik, Atom- und Kernphysik 			
Literatur	Zu den Laboren werden Versuchsanleitungen in der Vorbesprechung ausgegeben. Literaturhinweise finden sich im Internet, gezielte Literaturangaben zu den Versuchen sind in den Versuchsanleitungen angegeben.			
Arbeitsaufwand in Stunden	Veranstaltung	Präsenz	Selbststudium	Summe
	Wissenschaftliches Programmieren	60 h	90 h	150 h
	Physiklabor für Anfänger 1	75 h	105 h	180 h
	Physiklabor für Anfänger 2	75 h	105 h	180 h

	Gesamt:	210 h	300 h	510 h
Verwendbarkeit	B.Sc. Physik			
Voraussetzungen / nützliche Vorkenntnisse	Die erfolgreiche Teilnahme am <i>Physiklabor für Anfänger und Anfängerinnen Teil 1</i> ist in der Regel Voraussetzung zur Teilnahme an <i>Teil 2</i> .			
Sprache	Deutsch			

3.1.12. Physiklabor B (12 ECTS Punkte)

Modul 07LE33M-LabB	Physiklabor B						12 ECTS
Verantwortlich	Leiter des Physiklabors						
Lehrveranstaltungen	Veranstaltung	Form	SWS	ECTS	Prüfung	Turnus	
	Experimentelle Methoden	V+Ü	2+2	5	SL	SoSe	
	Physiklabor für Fortgeschrittene	V+Ü +S	10	7	PL	WiSe	
	Gesamt:			12			
Organisation	<p>Das Physiklabor für Fortgeschrittene findet grundsätzlich als Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit statt (ca 1. September bis Mitte Oktober).</p> <p>Die Online-Anmeldung zum Labor hat in der Regel bis etwa 10 Wochen vor Beginn zu erfolgen. (http://www.mathphys.uni-freiburg.de/physik/praktika.php)</p> <p>Für jeden Versuch wird ein Eingangstestat (schriftliche/mündliche Eingangsprüfung) verlangt. Maximal zwei Versuche dürfen aufgrund eines nichtbestandenem Eingangstests wiederholt werden. Neben dem Eingangstestat werden jeweils Versuchsdurchführung sowie die schriftliche Auswertung und Ausarbeitung der aufgezeichneten Versuchsdaten bewertet. Jeder Versuch muss bestanden werden.</p> <p>Aus der Summe der in den einzelnen Versuchen erreichten Punkte wird eine Gesamtnote gebildet.</p>						
Modulnote	Die Modulnote entspricht der Endnote des Teilmoduls Physiklabor für Fortgeschrittene.						
Wiederholungsprüfung	Einzelne Versuche müssen/können an den angebotenen Nachholterminen unmittelbar nach Ende des regulären Praktikums nachgeholt werden. Ist das gesamte Physiklabor zu wiederholen, so ist dies erst nach einem Jahr wieder möglich.						
Lernergebnisse	<p>Experimentelle Methoden</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden sind in der Lage adäquate statistische Methoden zur Auswertung der Versuche einschließlich der Berechnung bzw. Abschätzung statistischer und systematischer Fehler anzuwenden. Den Studierenden werden Aufbau und Funktionsweise wichtiger Detektorkomponenten sowie analoger und digitaler Elektronikschaltungen 						

	gen vermittelt.			
	<p>Physiklabor für Fortgeschrittene</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind in der Lage fortgeschrittene wissenschaftliche Experimente durchzuführen, zu protokollieren und auszuwerten. • Moderne physikalische Messtechnik kann fachgerecht bedient und für Messarbeiten verwendet werden. • Fortgeschrittene Auswertemethoden, insbesondere unter Einsatz von Auswerteprogrammen werden beherrscht. 			
Inhalt	<p>Experimentelle Methoden</p> <ul style="list-style-type: none"> - Statistische Methoden der Datenanalyse - Datenanalyse mit ROOT - Grundlagen der Elektronik - Digitale und analoge Messtechnik - Grundlagen von Detektoren <p>Physiklabor für Fortgeschrittene</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einführungsveranstaltung mit Laser- und Strahlenschutzbelehrungen - Durchführung von 9 fortgeschrittenen physikalischen Experimenten aus den Bereichen Kern- und Teilchenphysik, Atom- und Molekülphysik, Festkörperphysik und Optik 			
Arbeitsaufwand in Stunden	Veranstaltung	Präsenz	Selbststudium	Summe
	Experimentelle Methoden	60 h	90 h	150 h
	Physiklabor für Fortgeschrittene	150 h	60 h	210 h
	Gesamt:	210 h	150 h	360 h
Verwendbarkeit	B.Sc. Physik			
Voraussetzungen / nützliche Vorkenntnisse	Voraussetzung zur Teilnahme am <i>Physiklabor für Fortgeschrittene</i> ist die erfolgreiche Teilnahme an der Veranstaltung <i>Experimentelle Methoden</i> .			
Sprache	Deutsch			

3.1.13. Bachelormodul A (12 ECTS Punkte)

Modul 07LE33M-BSC	Bachelormodul						12 ECTS
Verantwortlich	Dozenten der Physik						
Lehrveranstaltungen	Veranstaltung	Form	SWS	ECTS	Prüfung	Turnus	
	Bachelorarbeit			10	PL	ganzjährig	
	Bachelorkolloquium	K		2	SL	ganzjährig	
	Gesamt:			12			
Organisation	<p>Der Studierende wählt einen Dozenten und ein allgemeines Arbeitsgebiet. Der Dozent muss mit der Betreuung einverstanden sein. Die Bekanntgabe des Bearbeitungsthemas erfolgt am Tag der Anmeldung. Die Dauer der Bachelorarbeit beträgt vom Tag der Bekanntgabe des Themas und der Anmeldung exakt 3 Monate.</p> <p>Der Kolloquiumvortrag sollte zeitnah zur Abgabe der Bachelorarbeit erfolgen, in jedem Fall jedoch nicht früher als 4 Wochen vor Abgabe und nicht später als 6 Wochen nach Abgabe der Arbeit. Der Vortrag ist öffentlich. Nach dem Vortrag dürfen Fragen zum Thema der Arbeit gestellt werden.</p>						
Modulnote	Die Modulnote ist die Note der Bachelorarbeit. Die Bewertung der Bachelorarbeit erfolgt durch zwei Prüfer/Prüferinnen wovon mindestens einer/eine als hauptamtliche/r Professor/in am Physikalischen Institut der Albert-Ludwigs-Universität tätig sein muss. Das Modul Bachelorarbeit darf höchstens einmal wiederholt werden.						
Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können unter Anleitung eine einfache Forschungsarbeit planen und durchführen. Sie können die theoretischen Grundlagen, den Stand der Forschung anhand einer Literaturrecherche, sowie die Ergebnisse ihrer eigenen Forschungsarbeit in wissenschaftlicher Form schriftlich darstellen. Die Studierenden sind in der Lage, einen wissenschaftlichen Vortrag über die Ergebnisse ihrer Forschungstätigkeit zu halten und Fragen zu dem Thema zu beantworten. 						
Inhalt	Der Inhalt der Bachelorarbeit und des anschließenden Kolloquiums wird vom jeweiligen betreuenden Dozenten bestimmt.						
Arbeitsaufwand in Stunden	360 h, davon entfallen ca. 300 h auf die Erstellung der Bachelorarbeit und ca. 60 h auf die Vorbereitung und Durchführung des Kolloquiumvortrags.						

Dauer	Die Bearbeitungszeit beträgt 3 Monate (von Themenstellung bis Abgabe der Arbeit)
Verwendbarkeit	B.Sc. Physik
Voraussetzungen/ Zulassung zur Bachelorarbeit	Aus dem Pflichtbereich des B.Sc. Physik müssen mindestens 120 ECTS erfolgreich abgeschlossen sein.
Sprache	Die Bachelorarbeit kann in deutscher oder englischer Sprache abgefasst werden. Ist die Arbeit auf Englisch abgefasst, muss sie als Anhang eine kurze Zusammenfassung in deutscher Sprache enthalten.

3.2. Wahlpflichtbereich

3.2.1. Wahlpflichtmodul Physik (11 ECTS Punkte)

Modul 07LE33K-WPPhys	Wahlpflichtmodul Physik						11 ECTS
Verantwortlich	Studiendekan Physik						
Lehrveranstaltungen	Veranstaltung	Form	SWS	ECTS	Prüfung	Turnus	
	Seminar	S	2	4	PL	WiSe+SoSe	
	Spezialvorlesung	V+Ü	3 + 2	7	PL	WiSe+SoSe	
	Gesamt:			11			
Organisation	<p>Physikalisches Seminar: Eine Vorstellung der angebotenen Seminare und die Einteilung erfolgt in einer gemeinsamen Einführungsveranstaltung jeweils zu Semesterbeginn. Von den Studierenden wird jeweils ein wissenschaftlicher Vortrag gehalten mit anschließender Diskussion (mündl. Präsentation, ca. 60 Minuten). Die aktive Teilnahme an allen Vorträgen des Seminars wird vorausgesetzt. Die Prüfungsleistung im <i>Seminar</i> besteht aus einem benoteten wissenschaftlichen Vortrag.</p> <p>Spezialvorlesung: Studierende wählen eine weiterführende Vorlesung zu einem speziellen Thema der Physik (siehe Abschnitt 4). Veranstaltungen aus dem Bereich "Elective Subjects" des M.Sc. Studienganges können nach Absprache mit dem jeweiligen Dozenten als B.Sc. Spezialvorlesung belegt werden.</p>						
Modulnote	Die Modulnote wird als Mittelwert aus den beiden Prüfungsleistungen ermittelt; dabei müssen beide Prüfungen mit mindestens der Note 4 bestanden sein.						
Lernergebnisse	<p>Physikalisches Seminar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Studierende sind in der Lage sich in ein Thema durch entsprechende Literaturrecherche und der Auswahl geeigneter Quellen einzuarbeiten. • Die Studierenden können einen fachlichen Vortrag ausarbeiten und in Form einer mündlichen Präsentation halten. <p>Spezialvorlesung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind in der Lage rechnerische oder phänomenologische Lösungen von physikalischen Problemstellungen aus dem Bereich der Spezialvorlesung zu erarbeiten. 						

	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können eigene Lösungen vor der Gruppe vorrechnen und die Lösungswege diskutieren. 			
Inhalt	<p>Physikalisches Seminar Im Seminar werden Vorträge aus einem zusammenhängenden Gebiet der Physik oder eines Nachbargebiets von verschiedenen Studierenden und Dozenten gehalten.</p> <p>Spezialvorlesung Inhalte entsprechen den Inhalten der jeweiligen Spezialvorlesung und den Vorgaben des jeweiligen Dozenten (siehe Abschnitt 3).</p>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Veranstaltung	Präsenz	Selbststudium	Summe
	Physikalisches Seminar	30 h	90 h	120 h
	Spezialvorlesung	75 h	135 h	210 h
	Gesamt:	105 h	225 h	330 h
Verwendbarkeit	B.Sc. Physik			
Vorkenntnisse	-			
Sprache	Deutsch			

3.2.2. Wahlpflichtmodul Physik oder Mathematik (5 ECTS Punkte)

Modul 07LE33K-WPPHysMath	Wahlpflichtmodul Physik oder Mathematik 5 ECTS					
Verantwortlich	Studiendekan Physik, Studiendekan Mathematik					
Lehrveranstaltungen	Veranstaltung	Form	SWS	ECTS	Prüfung	Turnus
	Lehrveranstaltung der Physik oder Mathematik	variabel	variabel	5	SL	WiSe+SoSe
Organisation	<p>Studierende wählen eine weiterführende Lehrveranstaltung aus dem Bereich der Physik (siehe Abschnitt 3) oder der Mathematik (Angaben entsprechend dem Modulhandbuch des B.Sc. Studiengangs Mathematik).</p> <p>Veranstaltungen aus dem Bereich "Elective Subjects" des M.Sc. Studienganges können nach Absprache mit dem jeweiligen Dozenten als B.Sc. Spezialvorlesung belegt werden.</p>					
Modulnote	-					
Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden sind in der Lage rechnerische oder phänomenologische Lösungen von physikalischen/mathematischen Problemstellungen aus dem Bereich der Spezialvorlesung eigenständig zu erarbeiten. Die Studierenden können eigene Lösungen vor der Gruppe vorrechnen und die Lösungswege diskutieren. 					
Inhalt	<p>Inhalte entsprechen den Inhalten der jeweiligen Lehrveranstaltung und den Vorgaben des jeweiligen Dozenten (siehe Abschnitt 4).</p> <p>Inhalte der Mathematikveranstaltungen gemäß dem Modulhandbuch des B.Sc. Studiengangs Mathematik.</p>					
Arbeitsaufwand in Stunden	Veranstaltung	Präsenz	Selbststudium	Summe		
	Lehrveranstaltung der Physik oder Mathematik	variabel	variabel	150 h		
Verwendbarkeit	B.Sc. Physik					
Vorkenntnisse	-					
Sprache	Deutsch					

3.2.3. Fachfremdes Wahlpflichtmodul (8 ECTS Punkte)

Modul 07LE33M-WPFF	Fachfremdes Wahlpflichtmodul						8 ECTS
Verantwortlich	Anbietende Lehreinheit						
Lehrveranstaltungen	Veranstaltung	Form	SWS	ECTS	Prüfung	Turnus	
	Fachfremde Lehrveranstaltungen nach Wahl	Gemäß anbietender Lehreinheit		5	SL	WiSe+SoSe	
Organisation	Studierende wählen eine Veranstaltung einer anderen Fakultät. Dabei sind die Teilnahmebedingungen, Belegfristen und Bedingungen zum Erwerb der Studienleistungen der anbietenden Fakultät zu beachten.						
Modulnote	-						
Lernergebnisse	Die Studierenden erwerben fachübergreifende und interdisziplinäre Kenntnisse nach individuellen Neigungen und Bedarf.						
Inhalt	Gemäß anbietender Lehreinheit						
Arbeitsaufwand in Stunden	Gemäß anbietender Lehreinheit						
Verwendbarkeit	B.Sc. Physik						
Voraussetzungen / nützliche Vorkenntnisse	Gemäß anbietender Lehreinheit						
Sprache	Gemäß anbietender Lehreinheit						

4. Physikveranstaltungen im Wahlpflichtbereich

Im Bereich der Wahlpflichtmodule Physik bzw. Physik oder Mathematik können verschiedene Veranstaltungen nach Interesse und Verfügbarkeit gewählt werden. Mögliche Veranstaltungen finden teilweise jährlich oder auch in unregelmäßigem Rhythmus statt. Die Auswahl der aktuell angebotenen Veranstaltungen entnehmen Sie bitte dem jeweils gültigen Vorlesungsverzeichnis.

In der Folge finden Sie eine Auswahl wiederkehrender Veranstaltungen für den B.Sc. Physik. Neben diesen regulär für den B.Sc. Studiengang angebotenen Lehrveranstaltungen können nach vorheriger Absprache mit dem jeweiligen Dozenten auch Veranstaltungen des „Elective Subjects“ Modul des M.Sc. Studiengangs Physik gewählt werden.

4.1.1. Grundlagen der Halbleiterphysik (5 ECTS Punkte)

Vorlesung 07LE33V-HL	Grundlagen der Halbleiterphysik / Fundamentals of Semiconductors & Optoelectronics					5 CP
Dozent/en	apl. Prof. Joachim Wagner					
Veranstaltungsdetails	Form	SWS	ECTS	Prüfung	Turnus	
	Vorlesung (V)	2+1	5	SL oder PL	In der Regel im WiSe	
Häufigkeit	In der Regel jedes Jahr im Wintersemester					
Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden sind in der Lage rechnerische oder phänomenologische Lösungen von physikalischen/mathematischen Problemstellungen aus dem Bereich der Spezialvorlesung eigenständig zu erarbeiten. Die Studierenden können eigene Lösungen vor der Gruppe vorrechnen und die Lösungswege diskutieren. 					
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Kristallgitter, anorganische Halbleitermaterialien (z.B. Si, Ge, GaAs) Herstellung von Halbleiter-Volumenkristallen und epitaktischen Schichten Elektronische Bandstruktur, Tight-binding vs. Ein-Elektronen-Modell n- und p-Dotierung, effektive Masse Zustandsdichte, Ladungsträgerstatistik elektronischer Transport, Felder und Ströme, p-n-Übergang Quantisierungseffekte in Halbleitern, 2D-, 1D- und 0D-Halbleiterheterostrukturen Halbleiter-Quantenfilme und -Übergitter 					
Vorkenntnisse	Experimentalphysik IV (Kondensierte Materie)					
Sprache	Deutsch oder Englisch					

4.1.2. Biophysik der Zelle (7 ECTS Punkte)

Vorlesung 11LE50V-5305	Biophysik der Zelle / Biophysics of the Cell					7 CP
Dozent/en	Prof. Alexander Rohrbach					
Veranstaltungsdetails	Form	SWS	ECTS	Prüfung	Turnus	
	Vorlesung und Übung (V+Ü)	3+2	7	SL oder PL	In der Regel im WiSe	
Häufigkeit	jedes Jahr im Wintersemester					
Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind in der Lage rechnerische oder phänomenologische Lösungen von physikalischen/mathematischen Problemstellungen aus dem Bereich der Spezialvorlesung eigenständig zu erarbeiten. • Die Studierenden können eigene Lösungen vor der Gruppe vorrechnen und die Lösungswege diskutieren. 					
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Struktur und Aufbau der Zelle oder Das Rezept für zellbiophysikalische Forschung • Diffusion und Fluktuationen • Mess- und Manipulationstechniken • Biologisch relevante Kräfte • Biophysik der Proteine • Polymerphysik • Viskoelastizität und Mikro-Rheologie • Die Dynamik des Zytoskeletts • Molekulare Motoren • Membranphysik 					
Nützliche Vorkenntnisse	-					
Sprache	Deutsch oder Englisch					

4.1.3. Statistische Methoden der Datenanalyse (7 ECTS Punkte)

Vorlesung 07LE33V-STATMETH	Statistische Methoden der Datenanalyse					7 CP
Dozent/en	Dozenten der experimentellen Teilchenphysik					
Veranstaltungsdetails	Form	SWS	ECTS	Prüfung	Turnus	
	Vorlesung und Übung (V+Ü)	3+2	7	SL oder PL	In der Regel im WiSe	
Häufigkeit	In der Regel jedes Jahr im Wintersemester					
Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden beherrschen die wichtigen Methoden der Datenanalyse, können diese auf verschiedene Probleme anwenden und die Lösungen analytisch oder computerunterstützt bestimmen. • Die Studierenden können Kenngrößen von Stichproben bestimmen. • Die Studierenden können Zufallszahlen gemäß einer vorgegebenen Funktion mit Hilfe des Computers erzeugen und die Simulation von einfachen Messungen durchführen. • Die Studierenden können die geeignete Methode verwenden, um gesuchte Parameter und deren Unsicherheit aus einer Stichprobe zu bestimmen. Sie können einfache Problemstellungen analytisch und komplexere mit Hilfe von Computerunterstützung lösen. • Die Studierenden können die Verträglichkeit von Messergebnissen mit verschiedenen Hypothesen bewerten und verschiedene Testmethoden anwenden. • Die Studierenden können Vertrauensintervalle auf unterschiedliche Art für geschätzte Parameter bestimmen und verstehen deren Bedeutung. 					
Inhalt	<p>In den Übungen, die größtenteils am Computer stattfinden, werden die erlernten Konzepte vertieft. Mit einfachen Programmierbeispielen wird die Anwendung für die Laborpraxis geübt. Das Programmpaket ROOT und die Programmiersprache C(++) werden hierzu verwendet.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deskriptive Statistik: Mittelwert, Median, Modalwert. Varianz, Standardabweichung, höhere Momente, Kovarianz, Korrelation • Grundlagen der Statistik: Wahrscheinlichkeitsdefinitionen, Frequentistische und Bayesianische Schule, Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen, Transformation von Zufallsvariablen, Faltung, Fehlerfortpflanzung • Ausgewählte Wahrscheinlichkeitsverteilungen, deren Bedeutung und Zusammenhang, Zentraler Grenzwertsatz und dessen Anwendung, • Die Monte-Carlo-Methode: Transformationsmethode und von Neumannsche Zurückweisungsmethode • Grundlagen der Parameterschätzung: Zielsetzung, Eigenschaften von Schätzer (Konsistenz, Effizienz, Erwartungstreue) 					

	<ul style="list-style-type: none"> • Methode der Maximum-Likelihood: Prinzip, Eigenschaften der Schätzer, Bestimmung der Varianz für den Schätzer • Die Methode der Kleinsten Quadrate: Prinzip, Eigenschaften, Varianz • Hypothesentest: Grundprinzip, Signifikanz und Mächtigkeit, P-Wert, Neyman-Pearson-Lemma, Teststatistiken aus Likelihoodverhältnis, Multivariate Klassifizierungsmethoden • Vertrauensintervalle: Frequentistische und Bayesianische Interpretation und Konstruktion, Vertrauensintervalle an Grenzen von Parameterräumen und bei kleinen Stichproben
Nützliche Vorkenntnisse	Grundlagen der Analysis
Sprache	Deutsch

4.1.4. Photovoltaische Energiekonversion (5 ECTS Punkte)

Vorlesung 07LE33V-PHOTOVOLT	Photovoltaische Energiekonversion					5 CP
Dozent/en	Prof. Eicke Weber					
Veranstaltungsdetails	Form	SWS	ECTS	Prüfung	Turnus	
	Vorlesung und Übung (V+Ü)	2+1	5	SL	In der Regel im SoSe	
Häufigkeit	In der Regel jedes Jahr im Sommersemester					
Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden kennen die Grundlagen der Photovoltaik und beherrschen die der photovoltaischen Energiekonversion zu Grunde liegenden Konzepte der Atom-, Molekül- und Halbleiterphysik 					
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Die Solarzelle als beleuchtete Halbleiterdiode Thermodynamik der idealen Solarzelle, maximale Wirkungsgrade Lichtabsorption in Halbleitern, elektronische Rekombinationen Der p-n-Übergang, Ladungsträgertransportvorgänge in Halbleitern Siliziumsolarzellen auf Waferbasis Material- und Scheibengewinnung für kristalline Si-Solarzellen Dünne kristalline Si-Solarzellen Dünnschichtsolarzellen aus amorphem Silizium, CIS und CdTe Tandemsolarzellen, monolithische Strukturen aus III/V Materialien Farbstoffsensibilisierte und organische Solarzellen Thermophotovoltaik - Photovoltaische Konversion von IR-Strahlung 					
Nützliche Vorkenntnisse	-					
Sprache	Deutsch oder Englisch					

4.1.5. Einführung in die Moderne Digitalelektronik (7 ECTS Punkte)

Vorlesung 07LE33V-DIGIELEC	Einführung in die Moderne Digitalelektronik					7 CP
Dozent/en	apl. Prof. Horst Fischer					
Veranstaltungsdetails	Form	SWS	ECTS	Prüfung	Turnus	
	Vorlesung und Übung (V+Ü)	2+3	7	SL oder PL	In der Regel im SoSe	
Häufigkeit	In der Regel jedes Jahr im Sommersemester					
Lernergebnisse	Die Teilnehmenden erhalten einen Überblick über die wesentlichen Anwendungsgebiete und Methoden in der heutigen Digitalelektronik. Sie lernen an Hand von Beispielen die Konzepte und Funktionsweise digitaler Schaltkreise kennen und werden in die Programmierung von logischen Bausteinen eingeführt.					
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Anwendungsfelder der Digitalelektronik • Grundlagen und logische Verknüpfungen • Schaltkreisfamilien • Rechenschaltungen • programmierbare Bausteine (FPGA und CPLD) • Zahlen und Speicher • Automaten • Systeme zur Datenaufzeichnung <p>In der praktischen Übung werden Logikbausteine (FPGA) selbst programmiert.</p>					
Nützliche Vorkenntnisse	-					
Sprache	Deutsch					

4.1.6. Einführung in die Astrophysik (7 ECTS Punkte)

Vorlesung 07LE33V-ASTROPHYS	Einführung in die Astrophysik					7 CP
Dozent/en	Prof. Oskar von der Lühe					
Veranstaltungsdetails	Form	SWS	ECTS	Prüfung	Turnus	
	Vorlesung und Übung (V+Ü)	3+2	7	SL oder PL	In der Regel im SoSe	
Häufigkeit	In der Regel jedes Jahr im Sommersemester					
Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind vertraut mit wesentlichen Zielen und Ergebnissen der modernen Astrophysik. • Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der physikalischen Eigenschaften der Sonne und des Planetensystems, des Aufbaus und der Entwicklung von Sternen, sowie die Grundlagen der Physik von Sternsystemen und des modernen kosmologischen Weltbildes. 					
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Koordinatensysteme • Das Sonnensystem • Teleskope und Instrumente • Photometrie • Aufbau und Entwicklung von Sternen • Die Sonne • Veränderliche Sterne • Die Milchstraße • Das Interstellare Medium • Extragalaktische Physik • Strukturen im Universum und Kosmologie 					
Nützliche Vorkenntnisse	Experimentalphysik I-III, Theoretische Physik I-III					
Sprache	Deutsch					

4.1.7. Astronomisches Praktikum (5 ECTS Punkte)

Praktikum 07LE33P-ASTROLAB	Astronomisches Praktikum					5 CP
Dozent/en	apl. Prof. Wolfgang Schmidt					
Veranstaltungsdetails	Form	SWS	ECTS	Prüfung	Turnus	
	Praktikum (Pr)	4	5	SL	SoSe	
Häufigkeit	In der Regel jedes Jahr im Sommersemester					
Lernergebnisse	Die Studierenden sind vertraut mit grundlegenden experimentellen Methoden der Astronomie.					
Inhalt	<p>Es werden sowohl Versuche im Sonnenobservatorium auf dem Schauinsland als auch im Kiepenheuer Institut Für Sonnenphysik (KIS) durchgeführt.</p> <p>Allgemeine Versuche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grobe Klassifikation von Sternspektren • Einführung in die Datenverarbeitung mit dem Computer • Masse-Leuchtkraft-Beziehung bestimmt mit Doppelsternen • Entfernungsbestimmung von M100 mit Cepheiden • Bestimmung der Bahnelemente von Planeten & Kometen <p>Versuche am Schauinslandobservatorium:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sonnenteleskop und Spektrograph • Messung der Sonnenrotation • Messung von Magnetfeldern in Sonnenflecken 					
Nützliche Vorkenntnisse	Vorlesung "Einführung in die Astrophysik"					
Sprache	Deutsch					

4.1.8. Optische Fallen und Partikel-Tracking (7 ECTS Punkte)

Vorlesung 11LE50V-5219	Optische Fallen und Partikel-Tracking					7 CP
Dozent/en	Prof. Alexander Rohrbach					
Veranstaltungsdetails	Form	SWS	ECTS	Prüfung	Turnus	
	Vorlesung und Übung (V+Ü)	3 + 2	7	SL oder PL	In der Regel im SoSe	
Häufigkeit	In der Regel jedes Jahr im Sommersemester					
Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen wesentliche Grundlagen der Optik, der statistischen Physik und der Biologie/Biophysik. • Die Studierenden lernen, was mit optischen Kräften machbar ist, wo physikalische Grenzen liegen und was im Moment noch durch Technologie beschränkt wird. • Die Studierenden kennen wichtige Anwendungen von optischen Fallen in der Biologie, oder in fluktuationsgesteuerten Systemen. 					
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Licht – Informationsträger und Akteur • Nur über die Mikroskopie • Lichtstreuung • Optische Kräfte • Bewegungsverfolgung jenseits des Unschärfebereichs • Brownsche Bewegung und Kalibrierungstechniken • Photonische Kraftmikroskopie • Anwendungen in der Biophysik • Time-Multiplexing und holographisch optische Fallen • Anwendungen in der Mikrosystemtechnik • Anwendungen in der Nanotechnologie 					
Nützliche Vorkenntnisse	-					
Sprache	Deutsch oder Englisch					

4.1.9. Materie an Oberflächen (7 ECTS Punkte)

Vorlesung 07LE33V-	Materie an Oberflächen					7 CP
Dozent/en	Prof. Günter Reiter					
Veranstaltungsdetails	Form	SWS	ECTS	Prüfung	Turnus	
	Vorlesung und Übung (V+Ü)	3 + 2	7	SL oder PL	unregelmäßig	
Häufigkeit	unregelmäßig					
Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden besitzen einen Überblick über physikalische Phänomene, die nur an Oberflächen und Grenzflächen auftreten. • Die Studierenden kennen spezielle strukturelle und elektronische Eigenschaften von Flüssigkeits- und Festkörperoberflächen und sind sich deren Bedeutung in verschiedenen Bereichen der modernen Materialwissenschaften und der Nanotechnologie bewusst. 					
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Beschreibung von Grenzflächen: Thermodynamik und Kinetik • Wechselwirkungskräfte an Grenzflächen: kurz- und langreichweitige Kräfte, ... • Flüssigkeiten und Flüssigkeitsgrenzflächen: Tropfen, Blasen, Wellen, "flüssige Murmeln" • Struktur von Festkörperoberflächen: Elektronische Prozesse an Oberflächen • Festkörper-Flüssigkeit Grenzflächen: Hydrodynamik, Kapillarität, Benetzung,... • Grenzflächenprozesse: Adsorption/Desorption, Phasenübergänge • Herstellung von wohldefinierten Festkörperoberflächen: Oberflächenrekonstruktion, Oberflächentransport,... • Wachstums- und Auflösungsprozesse: Epitaxie, Keimbildung, Gitterfehl-anpassung, mechanische Spannungen • Organische Schichten und Nanostrukturen auf Oberflächen: gezielte Strukturierung von Oberflächen auf nm-Skala 					
Nützliche Vorkenntnisse	Experimentalphysik IV (Kondensierte Materie)					
Sprache	Englisch					

4.1.10. Dynamische Systeme in der Biologie (7 ECTS Punkte)

Vorlesung 07LE33V-DYNBIO	Dynamische Systeme in der Biologie					7 CP
Dozent/en	Prof. Jens Timmer					
Veranstaltungsdetails	Form	SWS	ECTS	Prüfung	Turnus	
	Vorlesung und Übung (V+Ü)	3 + 2	7	SL	unregelmäßig	
Häufigkeit	unregelmäßig					
Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen Grundlagen der physikalisch motivierten mathematischen Modellierung biologischer Systeme. • Die Studierenden können anhand ausgewählter exemplarischer Modelle die biologischen Grundlagen und ihre mathematischen und physikalischen Eigenschaften diskutieren. 					
Inhalt	<p>Mathematische Biologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Populationsdynamik • Neuronenmodelle • Strukturbildung • Enzymdynamik <p>Systembiologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Metabolische Netzwerke • Signaltransduktionskaskaden • Genregulation • Slides der letzten Woche: Chemotaxis, JAK-STAT Signalling, Epo Rezeptor, und Identifizierbarkeit 					
Nützliche Vorkenntnisse	Klassische Mechanik, Differentialgleichungen					
Sprache	Deutsch					

4.1.11. Spezielle Relativitätstheorie (5 ECTS Punkte)

Vorlesung 07LE33V-SPRT	Spezielle Relativitätstheorie					7 CP
Dozent/en	Prof. Stefan Dittmaier					
Veranstaltungsdetails	Form	SWS	ECTS	Prüfung	Turnus	
	Vorlesung und Übung (V+Ü)	3+1	5	SL	unregelmäßig	
Häufigkeit	unregelmäßig					
Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die mathematischen Grundlagen der Speziellen Relativitätstheorie und können diese in der klassischen Feldtheorie anwenden. • Die Studierenden gewinnen erste Einblicke in die Grundlagen der Allgemeinen Relativitätstheorie. 					
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Das Relativitätsprinzip (Galilei Invarianz, Lorentz Invarianz) • Struktur der Lorentztransformationen (Lorentzgruppe, Poincaregruppe) • Relativistische Mechanik (Vierervektoren und Tensoren, Viererimpuls, Relativistische Stoßprozesse, Wirkungsprinzip, Minkowski-Kraft) • Relativistische Feldtheorie und Elektrodynamik (Kovariante Formulierung der Lorentz-Kraft, Maxwellgleichungen, Klassische Feldtheorie, Wirkungsprinzip der Elektrodynamik) • Beschleunigte Bezugssysteme und Ausblick auf die allgemeine Relativitätstheorie (Beschleunigte Bezugssysteme in der Speziellen Relativitätstheorie, Äquivalenzprinzip, Bewegung in gekrümmter Raumzeit) 					
Nützliche Vorkenntnisse	Theoretische Physik I-III					
Sprache	Deutsch					