

universität freiburg

# Modulhandbuch

## Master-of-Education (M.Ed.) Physics

Physikalisches Institut  
Fakultät für Mathematik und Physik  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg



Fach	Physik (Hauptfach)
Abschluss	Master of Education (M.Ed.)
Prüfungsordnung	PO 2018
Art des Studiengangs	konsekutiv
Studienform	Vollzeitstudium
Studiendauer	4 Semester (Regelstudienzeit)
Unterrichtssprache	deutsch
Studienbeginn	Winter- und Sommersemester
Hochschule	Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Fakultät	Fakultät für Mathematik und Physik
Institut	Physikalisches Institut
Homepage	<a href="http://www.physik.uni-freiburg.de">www.physik.uni-freiburg.de</a>
Profil des Studiengangs	Der Studiengang Master of Education (M.Ed.) vertieft neben den beiden wissenschaftlichen Fächern die lehramtsspezifischen Anteile der universitären Ausbildung. Die wissenschaftlichen Lehrveranstaltungen im Fach Physik bauen auf den Inhalten des lehramtsbezogenen Bachelorstudiums auf und erweitern so die fachliche Breite. Die Masterarbeit kann abschließend in einem der beiden Fächer oder im Bereich der Bildungswissenschaften verfasst werden.
Ausbildungsziele/ Qualifikationsziele des Studiengangs	<p>Gemäß Rahmenvorgabeverordnung für Lehramtsstudiengänge in BW vom März 2015 beherrschen die Absolventinnen und Absolventen naturwissenschaftliche Denkweisen, verfügen über grundlegende, anschlussfähige fachwissenschaftliche Kenntnisse über das gesamte Spektrum der Physik und der wichtigsten physikalischen Konzepte. Sie können unter Beachtung wissenschaftlicher Erkenntnisse Vermittlungs-, Lern- und Bildungsprozesse im Fach Physik planen und durchführen. Sie verfügen über analytisch-kritische Reflexionsfähigkeit sowie fachwissenschaftliche und fachdidaktische Kompetenzen.</p> <p>Die Absolventinnen und Absolventen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ sind vertraut mit Arbeits- und Erkenntnismethoden der Physik sowie mit der Handhabung von wissenschaftlichen Geräten.</li> <li>■ verfügen über Kompetenzen zur fachbezogenen Reflexion und Kommunikation.</li> <li>■ können mithilfe gefestigter Grundlagenkenntnisse physikalische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erfassen, sachlich und ethisch bewerten sowie die Bedeutung physikalischer Themen für Individuum und Gesellschaft begründen.</li> <li>■ können neuere physikalische Forschung in Übersichtsdarstellungen, auch in englischer Sprache, verstehen und sie für den Unterricht erschließen.</li> <li>■ kennen fachdidaktische Theorien, Modelle und Erkenntnismethoden und können diese analysieren und beurteilen,</li> <li>■ verfügen über grundlegende Kenntnisse physikbezogener Lehr-Lernforschung.</li> </ul>

Zulassungsvoraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Abschluss eines lehramtsbezogenen Bachelorstudiengangs</li> <li>■ Kenntnisse der deutschen Sprache auf dem Niveau C1</li> <li>■ Nachweis der Teilnahme an der Online-Selbstreflexion Lehramtsstudium und Lehrer*innenberuf (OSEL) der School of Education FACE.</li> </ul>
---------------------------	---

## 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:in).

## Verzeichnis der Abkürzungen

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



## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Master-of-Education, wissenschaftliches Fach Physik .....</b>	<b>3</b>
1.1. Der Studiengang .....	3
1.2. Bewerbung und Zulassung zum Studiengang .....	3
1.3. Aufbau des Studiums im wissenschaftlichen Fach Physik.....	3
1.3.1. Fachwissenschaft Physik (17 ECTS Punkte).....	4
1.3.2. Fachdidaktik Physik (10 ECTS Punkte) .....	4
1.3.3. Masterarbeit (10 ECTS-Punkte) .....	5
1.4. Prüfungs- und Studienleistungen .....	5
1.5. Arbeitsaufwand / ECTS-Punkte System .....	5
1.6. Bildung der Gesamtnote .....	5
<b>2. Studienorganisation.....</b>	<b>6</b>
2.1. Zeitlicher Studienverlauf / Studienplan .....	6
2.2. Belegung von Lehrveranstaltungen.....	7
2.3. Anmeldung zu Studien- und Prüfungsleistungen.....	7
2.4. Wiederholung von Prüfungen.....	7
<b>3. Beschreibung der Module .....</b>	<b>8</b>
3.1. Fachwissenschaft (17 ECTS Punkte).....	8
3.1.1. Experimentalphysik (7 ECTS Punkte).....	8
3.1.2. Wahlpflichtmodul Physik (5 ECTS Punkte) .....	10
3.1.3. Physiklabor für Fortgeschrittene (5 ECTS Punkte) .....	11
3.2. Fachdidaktik (10 ECTS Punkte).....	13
3.2.1. Fachdidaktik Physik (6 ECTS Punkte) .....	13
3.2.2. Labor für Demonstrationsversuche Physik (4 ECTS Punkte) .....	15
<b>4. Physikveranstaltungen im Wahlpflichtmodul Physik .....</b>	<b>17</b>
4.1. Grundlagen der Halbleiterphysik (5 ECTS Punkte) .....	18
4.2. Biophysik: Grundlagen und Konzepte (7 ECTS Punkte).....	19
4.3. Datenanalyse für Naturwissenschaftler/innen: Statistische Methoden in Theorie und Praxis (7 ECTS Punkte).....	21

4.4. Photovoltaische Energiekonversion (5 ECTS Punkte).....	23
4.5. Einführung in die Moderne Digitalelektronik (7 ECTS Punkte).....	24
4.6. Einführung in die Astrophysik (7 ECTS Punkte) .....	25
4.7. Dynamische Systeme in der Biologie (7 ECTS Punkte) .....	26
4.8. Spezielle Relativitätstheorie (5 ECTS Punkte).....	27
4.9. Einführung in Maschinelles Lernen (7 ECTS Punkte).....	28

# 1. Master-of-Education, wissenschaftliches Fach Physik

## 1.1. Der Studiengang

Der Studiengang Master of Education (M.Ed.) vertieft neben den beiden wissenschaftlichen Fächern die lehramtspezifischen Anteile der universitären Ausbildung. Die Masterarbeit kann abschließend in einem der beiden Fächer oder im Bereich der Bildungswissenschaften verfasst werden.

1. wissenschaftliches Fach	2. wissenschaftliches Fach	Lehramtspezifische Anteile	Erweiterungsfach
Fachwissenschaft 17 ECTS-Pkt.	Fachwissenschaft 17 ECTS-Pkt.	Bildungswissenschaften 35 ECTS-Pkt.	Ergänzendes Masterstudium im Umfang von 90 oder 120 ECTS-Pkt.
Fachdidaktik 10 ECTS-Pkt.	Fachdidaktik 10 ECTS-Pkt.	Schulpraxissemester 16 ECTS-Pkt.	
Masterarbeit 15 ECTS-Pkt.			

Im Rahmen eines ergänzenden Masterstudiums kann aus obigem Katalog freiwillig ein drittes Fach im Umfang von 90 oder 120 ECTS-Punkten studiert werden. Erstgenannte Option befähigt zum Unterrichten in Sekundarstufe I, letztere auch in Sekundarstufe II.

## 1.2. Bewerbung und Zulassung zum Studiengang

Der Beginn des Studiums ist im Fach Physik zum Winter- und zum Sommersemester möglich. Da in einigen anderen Fächern nur zum Wintersemester begonnen werden kann, ist ein Beginn zum Sommersemester daher nur bei passender Fächerkombination möglich.

Ende der Bewerbungsfrist ist jeweils der 15. Juli zum Winter- und der 15. Januar zum Sommersemester. Die Bewerbung erfolgt zentral über die Universität. Zuständig für das Bewerbungsverfahren ist das Service Center Studium (<http://www.studium.uni-freiburg.de>).

## 1.3. Aufbau des Studiums im wissenschaftlichen Fach Physik

Der Gesamtumfang des Masterstudiums (M.Ed.) mit zwei Hauptfächern einschließlich des Schulpraxissemesters und der Masterarbeit beträgt vier Semester und 120 ECTS-Punkte. Dabei entfallen jeweils 17 ECTS-Punkte auf die Fachwissenschaften und 10 ECTS-Punkte auf die Fachdidaktik jedes der beiden Hauptfächer, 35 ECTS-Punkte auf die Bildungswissenschaften, 16 ECTS-Punkte auf das Praxis-Schulsemester und 15 ECTS-Punkte auf die abschließende Masterarbeit.

### 1.3.1. Fachwissenschaft Physik (17 ECTS Punkte)

Die Module der Fachwissenschaft Physik gliedern sich in folgende Pflicht- und Wahlpflichtmodule gemäß den Angaben in der Prüfungsordnung:

Modul Lehrveranstaltung	Art	P/WP	SWS	ECTS- Punkte	Semes- ter	Studienleistung/ Prüfungsleistung
<b>Experimentalphysik (7 ECTS-Punkte)</b>						
Experimentalphysik V	V + Ü	P	4 + 2	7	1	SL: Übungen SL: Klausur
<b>Wahlpflichtmodul Physik (5 ECTS-Punkte)</b>						
Vorlesung Physik nach Wahl	V + Ü	WP	4–5	5	1 oder 2	SL: Übungen PL: Klausur oder mündl. Prüfung
<b>Physiklabor für Fortgeschrittene (5 ECTS-Punkte)</b>						
Physiklabor für fortgeschrittene Lehramtsstudierende	V + Ü + S	P	4	5	2	PL: mündl. Prü- fung, prakt. Lei- stung und schriftl. Ausarbeitung (Protokoll)

Abkürzungen in den Tabellen:

Art = Art der Lehrveranstaltung; P = Pflichtveranstaltung; WP = Wahlpflichtveranstaltung; SWS = vorgesehene Semesterwochenstundenzahl; Semester = empfohlenes Fachsemester bei Aufnahme des Studiums zum Wintersemester; S = Seminar; Ü = Übung; V = Vorlesung; PL = Prüfungsleistung; SL = Studienleistung

### 1.3.2. Fachdidaktik Physik (10 ECTS Punkte)

Im Bereich der Fachdidaktik sind die nachfolgend aufgeführten Module zu absolvieren:

Modul Lehrveranstaltung	Art	P/WP	SWS	ECTS- Punkte	Semes- ter	Studienleistung/ Prüfungsleistung
<b>Fachdidaktik Physik (6 ECTS-Punkte)</b>						
Kontextorientierung und Physik im Alltag	V	P	2	2	1	SL
Fachdidaktik der Physik der Kursstufe	V + S	P	2	3	4	SL
Modulabschlussprüfung		P		1	4	PL: Klausur
<b>Labor für Demonstrationsversuche Physik (4 ECTS-Punkte)</b>						
Labor für Demonstrationsversuche	Ü	P	2	4	1 oder 3	PL: Klausur

Die Module im Modul **Fachdidaktik Physik** erstrecken sich gemäß Prüfungsordnung aus rein formalen Gründen über vier Semester. Es ist den Studierenden allerdings völlig freigestellt, wann sie die Veranstaltungen innerhalb ihres Curriculums absolvieren. Die Lehrveranstaltung *Kontextorientierung und Physik im Alltag* wird immer im WiSe und die *Fachdidaktik der Physik der Kursstufe* jedes Semester angeboten. Aus organisatorischen Gründen und je nach Fächerkombination kann es sogar sinnvoll sein, beide Veranstaltungen im selben Semester zu hören, so dass das Modul gegebenenfalls auch innerhalb eines Semesters abgeschlossen werden kann.



### 1.3.3. Masterarbeit (10 ECTS-Punkte)

Die Masterarbeit kann in einem der gewählten Hauptfächer oder im Bereich der Bildungswissenschaften angefertigt werden. Voraussetzung für die Zulassung zur Masterarbeit ist, dass im Studiengang M.Ed. für das Lehramt Gymnasium insgesamt mindestens 60 ECTS-Punkte erworben wurden.

Wird die Masterarbeit im Fach Physik angefertigt, so wird dabei eigenständig unter Anleitung ein Forschungsthema bearbeitet und dazu eine 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 Masterarbeit von dem/der Betreuer:in bekanntgegeben. Die Bearbeitungszeit der Masterarbeit beträgt vom Tag der Bekanntgabe des Themas und der Anmeldung 4 Monate.

## 1.4. Prüfungs- und Studienleistungen

Ein Modul ist dann erfolgreich absolviert, wenn alle darin enthaltenen Prüfungs- und Studienleistungen erbracht wurden.

**Prüfungsleistungen (PL)** sind schriftliche oder mündliche Modulprüfungen, in denen alle Komponenten eines Moduls abgeprüft werden. Prüfungsleistungen sind grundsätzlich benotet und gehen entsprechend der in 1.6 dargestellten Gewichtung in die Gesamtnote ein.

**Studienleistungen (SL)** sind individuelle Leistungen, die von den Studierenden im Zusammenhang mit Lehrveranstaltungen erbracht werden. In der Regel bestehen diese aus der regelmäßigen und erfolgreichen Teilnahme an schriftlichen Übungen oder an Klausuren. Studienleistungen sind nicht benotet und gehen somit nicht in die Endnote ein.

Die **erfolgreiche Teilnahme** an den Übungen erfordert das Erreichen von mindestens 50-60% der insgesamt für die Bearbeitung der Übungsblätter vergebenen Punkte und 1-2-maliges Vorrechnen im wöchentlichen Tutorat. Die **regelmäßige Teilnahme** an den Übungen ist in der Prüfungsordnung definiert und gilt als erfolgt, wenn nicht mehr als 15% der Übungsstunden versäumt wurden.

## 1.5. 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.

## 1.6. Bildung der Gesamtnote

Die Gesamtnote errechnet sich als das gewichtete arithmetische Mittel der Abschlussnoten in den beiden gewählten Fächern und den Bildungswissenschaften sowie der Note der Masterarbeit, wobei die Abschlussnoten in den beiden wissenschaftlichen Fächern und den Bildungswissenschaften jeweils 2-fach und die Note der Masterarbeit 1-fach gewichtet werden.

Die Abschlussnote im Fach Physik errechnet sich aus den Modulnoten nach folgender Gewichtung:

Modul	Anteil der Modulnote an der Abschlussnote
Wahlpflichtmodul Physik	25 Prozent
Physiklabor für Fortgeschrittene	25 Prozent
Fachdidaktik Physik	25 Prozent
Labor für Demonstrationsversuche Physik	25 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 dem folgenden Plan empfohlen (gilt für Studienbeginn zum Wintersemester):

Sem.	Fachwissenschaft Physik	Fachdidaktik
1	Experimentalphysik V 7 ECTS	Kontextorientierung und Physik im Alltag 2 ECTS
2	Spezialvorlesung nach Wahl 5 ECTS	Physiklabor für Fortgeschrittene Lehramtsstudierende 5 ECTS
3		Labor für Demonstrationsversuche (Block) 4 ECTS
4	Masterarbeit Physik (optional im anderen Fach oder in den Bildungswissenschaften) 15 ECTS	Fachdidaktik der Physik der Kursstufe 3 ECTS
		Fachdidaktik: Modulabschlussprüfung 1 ECTS

Die Vorlesung zur Experimentalphysik V findet jeweils im Wintersemesters statt.

Das Physiklabor für Fortgeschrittene Lehramtsstudierende wird jeweils in der vorlesungsfreien Zeit angeboten, entweder im Zeitraum Ende Februar-Mitte April oder Ende August-Anfang Oktober (siehe <https://www.physik.uni-freiburg.de/studium/labore/fp/fpla>).

Das Labor für Demonstrationsversuche findet zukünftig als Blockveranstaltung statt, so dass keine Kollisionen mit dem vorgeschriebenen Schulpraktikum auftreten sollten (siehe <http://www.demolab.physik.uni-freiburg.de>).

## 2.2. Belegung von Lehrveranstaltungen

Für die Teilnahme an Vorlesungen wird eine Online-Belegung empfohlen. Belegungen sind über das elektronische Campus-Management System HISinOne <https://campus.uni-freiburg.de/> vor Vorlesungsbeginn bis Ende der Vorlesungszeit möglich. Die Belegung einer Vorlesung ist **nicht** bindend und verpflichtet **nicht** zur Teilnahme an den Übungen und der abschließenden Prüfung. Dafür sind separate Anmeldungen zu Studien- und Prüfungsleistungen notwendig (siehe 2.3).

Zur Teilnahme an den Physiklaboren ist zunächst eine Anmeldung bei der jeweiligen Laborleitung, z.B. online über die zentrale Lernplattform ILIAS <https://ilias.uni-freiburg.de>, notwendig (Details siehe unter [www.physik.uni-freiburg.de/studium/labore](http://www.physik.uni-freiburg.de/studium/labore)).

## 2.3. Anmeldung zu Studien- und Prüfungsleistungen

Zum Abschluss eines Moduls müssen alle darin enthaltenen Studien- und Prüfungsleistungen bestanden werden. **Studienleistungen** sind in der Regel die erfolgreiche Teilnahme an Übungen und/oder Klausuren. **Prüfungsleistungen** sind in der Regel Klausuren, mündl. Prüfungen, Seminarvorträge oder Laborpraktika. Für die Teilnahme an Studienleistungen oder studienbegleitenden Prüfungsleistungen ist eine fristgerechte Prüfungsanmeldung über das elektronische Campus-Management System HISinOne <https://campus.uni-freiburg.de/> notwendig. Der gemeinsame Anmeldezeitraum der Physik beginnt zu Vorlesungsbeginn und endet eine Woche vor der ersten Prüfung. Innerhalb dieses Zeitraums sind sowohl Anmeldungen als auch Stornierungen möglich. Die aktuellen Termine und Modalitäten werden auf der Homepage des Prüfungsamts Physik [www.physik.uni-freiburg.de/studium/pruefungen](http://www.physik.uni-freiburg.de/studium/pruefungen) bekannt gegeben.

Die Anmeldung zu Klausuren sollte für den ersten anberaumten Klausurtermin erfolgen. Abweichend davon ist es für die Prüfungen der Kursvorlesungen gestattet zum Zwecke des Entzerrens von Prüfungsterminen sich erst zur Nachholklausur als Erstversuch anzumelden. Davon wird jedoch abgeraten, da in diesem Fall eine Prüfungswiederholung erst wieder ein ganzes Jahr später möglich ist, was unter Umständen zu einer Studienzeitverlängerung führt.

Für eine rechtzeitige Anmeldung zu den Studien- und Prüfungsleistungen ist der/die Student:in verantwortlich. Das Versäumen der Anmeldefrist führt zum Ausschluss von der Prüfung.

## 2.4. Wiederholung von Prüfungen

Nicht bestandene Prüfungsleistungen können einmalig wiederholt werden. Die Wiederholungsprüfung muss zum nächstmöglichen Prüfungstermin stattfinden. Für **zwei** Prüfungsleistungen wird zusätzlich eine zweite Wiederholung zugelassen. Ausgenommen davon ist die Masterarbeit, die nur einmal wiederholt werden darf.

Die Wiederholung bereits bestandener Prüfungsleistungen zum Zwecke der Notenverbesserung ist nicht gestattet.

## 3. Beschreibung der Module

### 3.1. Fachwissenschaft (17 ECTS Punkte)

#### 3.1.1. Experimentalphysik (7 ECTS Punkte)

Modul 07LE33M-MEd-Exp	Experimentalphysik						7 ECTS
<b>Verantwortlich</b>	Studiendekan:in Physik						
<b>Lehrveranstaltungen</b>	<b>Veranstaltung</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>ECTS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>Semester</b>	
	Experimentalphysik V	V	4	7	SL: Klausur	WiSe	
	Experimentalphysik V	Ü	2		SL: Übung	WiSe	
	<b>Gesamt:</b>		4+2	<b>7</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungs- und Studienleistungen</b>	Die Studienleistungen bestehen aus einer schriftlichen Klausur (Dauer: 60-180 Minuten) und aus der regelmäßigen und erfolgreichen Teilnahme an den Übungen.						
<b>Modulnote</b>	unbenotet						
<b>Qualifikationsziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind in der Lage rechnerische oder phänomenologische Lösungen von physikalischen Problemstellungen im Bereich der Kernphysik und Elementarteilchenphysik eigenständig zu erarbeiten.</li> <li>Die Studierenden können eigene Lösungen vor der Gruppe vorrechnen und die Lösungswege diskutieren.</li> </ul>						
<b>Lehrinhalte</b>	<b>Experimentalphysik V - Kern- und Elementarteilchenphysik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen von Streu- und Zerfallsprozessen</li> <li>Struktur und Eigenschaften von Atomkernen, Kernmodelle und Kernzerfälle</li> <li>Teilchenbeschleuniger und Teilchendetektoren</li> <li>Anwendungen der Kern- und Teilchenphysik</li> <li>Symmetrien, Spektrum der Elementarteilchen, elektromagnetische, starke und schwache Wechselwirkung</li> <li>Standardmodell der Teilchenphysik und seine Grenze</li> </ul>						
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	<b>Veranstaltung</b>	<b>Art</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Summe</b>		
	Experimentalphysik V	V	60 h	80 h	140 h		
	Experimentalphysik V	Ü	30 h	40 h	70 h		
	<b>Gesamt:</b>		<b>90 h</b>	<b>120 h</b>	<b>210 h</b>		
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Ed. Physik						

<b>Vorkenntnisse</b>	Experimentalphysik I-IV
<b>Sprache</b>	Deutsch

## 3.1.2. Wahlpflichtmodul Physik (5 ECTS Punkte)

Modul 07LE33K-MEd18-WP	Wahlpflichtmodul Physik						5 ECTS
<b>Verantwortlich</b>	Studiendekan:in Physik						
<b>Lehrveranstaltungen</b>	<b>Veranstaltung</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>ECTS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>Semester</b>	
	Spezialvorlesung	V+Ü	4-5	5	PL: Klausur oder mündl. Prüfung	WiSe + SoSe	
	<b>Gesamt:</b>			<b>5</b>			
<b>Organisation</b>	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 im M.Ed. als Spezialvorlesung belegt werden.						
<b>Zu erbringende Prüfungs- und Studienleistungen</b>	Die Prüfungsleistung besteht aus einer abschließenden Klausur (Dauer: 60-180 Minuten) oder einer mündlichen Prüfung (Prüfungsgespräch, max. Dauer: 30 Minuten) und gegebenenfalls aus der regelmäßigen und erfolgreichen Teilnahme an den Übungen.						
<b>Modulnote</b>	Die Modulnote entspricht der Note der abschließenden Prüfungsleistung.						
<b>Qualifikationsziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind in der Lage rechnerische oder phänomenologische Lösungen von physikalischen Problemstellungen aus dem Bereich der Spezialvorlesung zu erarbeiten.</li> <li>Die Studierenden können eigene Lösungen vor der Gruppe vorrechnen und die Lösungswege diskutieren.</li> </ul>						
<b>Lehrinhalte</b>	Inhalte entsprechen den Inhalten der jeweiligen Spezialvorlesung und den Vorgaben des jeweiligen Dozenten.						
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	<b>Veranstaltung</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Summe</b>			
	Spezialvorlesung	60 h	90 h	150 h			
	<b>Gesamt:</b>	<b>60 h</b>	<b>90 h</b>	<b>150 h</b>			
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Ed. Physik, B.Sc. Physik						
<b>Vorkenntnisse</b>	Gemäß Vorlesungsankündigung						
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch						

### 3.1.3. Physiklabor für Fortgeschrittene (5 ECTS Punkte)

Modul 07LE33M-MEd-FPLA	Physiklabor für Fortgeschrittene Lehramtsstudierende						5 ECTS
<b>Verantwortlich</b>	Studiendekan:in Physik, Leitung des Physiklabors						
<b>Lehrveranstaltungen</b>	<b>Veranstaltung</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>ECTS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>Semester</b>	
	Physiklabor für Fortgeschrittene Lehramtsstudierende	Lab	4	5	PL: mündl. Prüfung, schriftl. Ausarbeitung und prakt. Leistung	WiSe + SoSe	
	<b>Gesamt:</b>			<b>5</b>			
<b>Organisation</b>	<p>Das <b>Physiklabor für fortgeschrittene Lehramtsstudierende</b> wird zweimal jährlich angeboten und findet grundsätzlich als Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit statt. Mögliche Termine sind entweder der Zeitraum Mitte Februar - Mitte April oder der Zeitraum Mitte August - Mitte Oktober. Termine für die Seminarvorträge können in der Vorlesungszeit stattfinden.</p> <p>Die Online-Anmeldung zum Labor hat in der Regel bis etwa 10 Wochen vor Beginn zu erfolgen gemäß Angaben auf <a href="https://www.physik.uni-freiburg.de/studium/labore/">https://www.physik.uni-freiburg.de/studium/labore/</a>.</p>						
<b>Zu erbringende Prüfungs- und Studienleistungen</b>	<p>Es sind 4 Versuche und ein Seminarvortrag (Teilprüfungen, benotet) als Teilleistungen zu erbringen. Die einzelnen Teilleistungen (Versuche) bestehen jeweils aus einem Eingangstestat (schriftl./mündl.), in dem der Nachweis erbracht wird, dass die Teilnehmer sich ausreichende Grundkenntnisse zur physikalischen Fragestellung des Versuchs, den physikalischen Grundlagen und dem experimentellen Aufbau angeeignet haben. Des Weiteren wird zu jedem Versuch ein schriftliches Protokoll angefertigt. Versuchsvorbereitung und -durchführung werden mitbewertet. In die Bewertung eines Versuchs gehen die Einzelleistungen mit folgender Gewichtung ein:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 20% Eingangstestat (schriftl./mündl.)</li> <li>- 20% praktische Leistung während der Durchführung</li> <li>- 60% Protokoll (schriftlich)</li> </ul> <p>Zu einem Versuch wird eine mündliche Präsentation im Rahmen eines gemeinsamen Seminars gehalten.</p> <p>Das arithmetische Mittel der Bewertungen der einzelnen Versuche und des Seminarvortrags ergibt die Note der Prüfungsleistung des Moduls.</p>						
<b>Modulnote</b>	Die Prüfungsleistung im Physiklabor für Fortgeschrittene Lehramtsstudierende ergibt die Modulnote.						
<b>Wiederholungsprüfung</b>	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 zum nächsten Semester möglich.						
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden sind in der Lage, fortgeschrittene wissenschaftliche Experimente durchzuführen, zu protokollieren und auszuwerten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne physikalische Messtechnik kann fachgerecht bedient und für Messarbeiten verwendet werden.</li> </ul>						

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortgeschrittene Auswertemethoden, insbesondere unter Einsatz von Auswerteprogrammen, werden beherrscht.</li> </ul>			
<b>Lehrinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführungsveranstaltung mit Laser- und Strahlenschutzunterweisung</li> <li>- Durchführung von 3 Versuchen (jeweils 1,5 Tage) aus dem Programm des FP-I und ein einwöchiger Versuch aus dem Programm des FP-II.</li> <li>- Seminarvortrag über die Ergebnisse des langen Versuchs</li> </ul>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	<b>Veranstaltung</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Summe</b>
	Physiklabor für Fortgeschrittene Lehramtsstudierende	90 h	60 h	150 h
	<b>Gesamt:</b>	<b>90 h</b>	<b>60 h</b>	<b>150 h</b>
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Ed. Physik			
<b>Voraussetzungen / nützliche Vorkenntnisse</b>	Der Nachweis von gültigen Laser- und Strahlenschutzbelehrungen muss erbracht werden. Dringend empfohlen ist die erfolgreiche Teilnahme an der Veranstaltung <i>Experimentalphysik V</i> vor dem Beginn des <i>Physiklabors für fortgeschrittene Lehramtsstudierende</i> . Nützliche Vorkenntnisse zur Teilnahme am <i>Physiklabor für fortgeschrittene Lehramtsstudierende</i> werden in der Veranstaltung <i>Experimentelle Methoden</i> vermittelt.			
<b>Sprache</b>	Deutsch			



## 3.2. Fachdidaktik (10 ECTS Punkte)

### 3.2.1. Fachdidaktik Physik (6 ECTS Punkte)

Modul 07LE33M-MEd-FD	Fachdidaktik Physik						6 ECTS
<b>Verantwortlich</b>	Studiendekan:in Physik						
<b>Lehrveranstaltungen</b>	<b>Veranstaltung</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>ECTS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>Semester</b>	
	Kontextorientierung und Physik im Alltag	V	2	2	SL: Übungen und schriftl. Ausarbeitung	WiSe	
	Fachdidaktik der Physik der Kursstufe	V + S	2	3	SL: aktive Teilnahme	SoSe und WiSe	
	Modulabschlussprüfung			1	PL: Klausur		
	<b>Gesamt:</b>			<b>6</b>			
<b>Organisation</b>	<p>Die Veranstaltung <b>Kontextorientierung und Physik im Alltag</b> wird in Zusammenarbeit mit der PH Freiburg angeboten: Rund die Hälfte der Vorlesungsstunden besteht in einer Einführung in die Kontextorientierung in der Schule und wird von einem Vertreter der Fachdidaktik der Physik von der PH abgehalten. Die andere Hälfte der Vorlesungsstunden werden Dozenten der Physik der Universität Freiburg den Alltagsbezug ihrer Forschung darstellen.</p> <p>Die Veranstaltung <b>Fachdidaktik der Physik der Kursstufe</b> wird unter der Verantwortung der PH-Freiburg angeboten.</p>						
<b>Zu erbringende Prüfungs- und Studienleistungen</b>	<p>Die Studienleistung in der Veranstaltung „<b>Kontextorientierung und Physik im Alltag</b>“ besteht aus der erfolgreichen Bearbeitung von Übungsaufgaben und des Verfassens einer schriftlichen Ausarbeitung nach Maßgabe der Dozierenden.</p> <p>Die Studienleistung in der Veranstaltung „<b>Fachdidaktik der Physik der Kursstufe</b>“ besteht aus der regelmäßigen Teilnahme an der Veranstaltung.</p> <p>Die Prüfungsleistung der Modulabschlussprüfung besteht aus einer schriftlichen Klausur (Dauer: 90 Minuten), die zu gleichen Teilen die Inhalte und Kompetenzen beider Veranstaltungen überprüft.</p>						
<b>Modulnote</b>	Die Modulnote ermittelt sich aus den Ergebnissen der schriftlichen Prüfungsleistung.						
<b>Qualifikationsziele</b>	<p><b>Kontextorientierung und Physik im Alltag</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden kennen empirische Ergebnisse zum Interesse von Schülerinnen und Schülern.</li> <li>Die Studierenden kennen Befunde zur empirischen Wirksamkeit von Kontexten im Physikunterricht.</li> <li>Die Studierenden können den Einsatz von Kontexten im Physikunterricht kritisch diskutieren.</li> </ul>						

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen den Alltagsbezug zu Themen physikalischer Forschung.</li> <li>• Die Studierenden können kontextorientierte Unterrichtsreihen planen.</li> </ul> <p><b>Fachdidaktik der Physik der Kursstufe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können in der Kursstufe verwendete Modelle anwenden.</li> <li>• Die Studierenden kennen Experimente und Visualisierungen zu Themen der Kursstufe.</li> <li>• Die Studierenden kennen Schülervorstellungen zu Themen der Kursstufe.</li> <li>• Die Studierenden können mathematische Modelle zu Themen der Kursstufe schülergerecht darstellen und erklären.</li> <li>• Die Studierenden kennen Unterrichtskonzepte zur Quantenmechanik und Teilchenphysik.</li> <li>• Die Studierenden können Unterrichtsreihen zu Themen der Kursstufe planen.</li> </ul>			
<b>Lehrinhalte</b>	<p><b>Kontextorientierung und Physik im Alltag</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Befunde, Theorien und Beispiele zum Einsatz von Kontexten im Physikunterricht aus der fachdidaktischen Forschung</li> <li>- Alltagsbezug aktueller physikalischer Forschung am Physikalischen Institut</li> </ul> <p><b>Fachdidaktik der Physik der Kursstufe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Behandlung von Schwingungen und Wellen in der Schule</li> <li>- Veranschaulichung des Feldbegriffs</li> <li>- Didaktische Zugänge zur Quantentheorie</li> <li>- Didaktische Zugänge zur Kern- und Teilchenphysik</li> </ul>			
<b>Literaturempfehlung</b>	werden von den jeweiligen Dozenten bekannt gegeben.			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	<b>Veranstaltung</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Summe</b>
	Kontextorientierung und Physik im Alltag	30 h	30 h	60 h
	Fachdidaktik der Physik der Kursstufe	30 h	60 h	90 h
	Modulabschlussprüfung	1,5 h	28,5 h	30 h
	<b>Gesamt:</b>	<b>61,5 h</b>	<b>118,5 h</b>	<b>180 h</b>
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Ed.mit Hauptfach Physik			
<b>Voraussetzungen und Vorkenntnisse</b>	Nachweis der erfolgreichen Teilnahme an der Veranstaltung „Einführung in die Fachdidaktik der Physik“ und „Diagnostizieren im Unterricht“ aus dem polyvalenten 2-Hauptfächer-Bachelorstudiengang oder gleichwertige Veranstaltungen.			
<b>Sprache</b>	Deutsch / Englisch			

### 3.2.2. Labor für Demonstrationsversuche Physik (4 ECTS Punkte)

Modul 07LE33M-MEd-DEMO	Labor für Demonstrationsversuche Physik						4 ECTS
<b>Verantwortlich</b>	Studiendekan:in Physik						
<b>Lehrveranstaltungen</b>	<b>Veranstaltung</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>ECTS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>Turnus</b>	
	Labor für Demonstrationsversuche	Ü	2	4	PL: Klausur	WiSe	
	<b>Gesamt:</b>		<b>2</b>	<b>4</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungs- und Studienleistungen</b>	Die Veranstaltung besteht aus der praktischen Durchführung und der Präsentation von Schülerexperimenten. Die Inhalte werden in einer Klausur schriftlich geprüft (Dauer: 60-180 Minuten).						
<b>Modulnote</b>	Die Modulnote ist das Ergebnis der schriftlichen Abschlussklausur.						
<b>Qualifikationsziele</b>	<b>Labor für Demonstrationsversuche</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen typische Schulversuche und Geräte</li> <li>• Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Fertigkeiten für den eigenständigen Aufbau und die Auswertung von schulelevanten Experimenten.</li> <li>• Die Studierenden beherrschen den sachverständigen Umgang mit den Experimentiermaterialien unter Berücksichtigung der Sicherheitsrichtlinien</li> <li>• Die Studierenden können Experimente fachlich korrekt aufarbeiten und didaktisch sinnvoll vorführen</li> </ul>						
<b>Lehrinhalte</b>	<b>Labor für Demonstrationsversuche</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eigenständiges Aufbauen, Durchführen und Auswerten von Demonstrations- und Schülerexperimenten</li> <li>- Präsentation und fachlich korrekte Darstellung von Experimenten</li> <li>- Didaktische Bewertung von Demonstrations- und Schülerexperimenten</li> <li>- Sicherer Umgang mit Experimentiermaterialien und Geräten</li> </ul>						
<b>Literaturempfehlung</b>	werden von den jeweiligen Dozent:innen bekannt gegeben.						
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	<b>Veranstaltung</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Summe</b>			
	Labor für Demonstrationsversuche	44	44	88			
	Modulabschlussprüfung	1,5	30,5	32			
	<b>Gesamt:</b>	<b>45,5</b>	<b>74,5</b>	<b>120</b>			
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Ed.mit Hauptfach Physik						

<b>Voraussetzungen und nützliche Vorkenntnisse</b>	Vorausgesetzt werden die Module Experimentalphysik A, Experimentalphysik B, Theoretische Physik A, Theoretische Physik B, Physiklabor für Anfänger/Innen I und II aus dem polyvalenten 2-Hauptfächerbachelorstudiengang oder gleichwertige Kompetenzen.
<b>Sprache</b>	Deutsch

## 4. Physikveranstaltungen im Wahlpflichtmodul Physik

Im Bereich des Wahlpflichtmoduls Physik 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. Neben diesen Lehrveranstaltungen können nach vorheriger Absprache mit dem/der jeweiligen Dozent:in auch Veranstaltungen des Moduls Elective Subjects der M.Sc. Studiengänge gewählt werden.

## 4.1. Grundlagen der Halbleiterphysik (5 ECTS Punkte)

Modul Nr. 07LE33M-HL	Grundlagen der Halbleiterphysik / Fundamentals of Semiconductors & Optoelectronics					5 ECTS
<b>Dozent:innen</b>	apl. Prof. Joachim Wagner (Fraunhofer ISE), Prof. Andreas Bett (Fraunhofer ISE)					
<b>Veranstaltungsdetails</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>ECTS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>Semester</b>	
	Vorlesung (V)	2	5	SL	WiSe	
	Übung (Ü)	1				
<b>Häufigkeit</b>	In der Regel jedes Jahr im Wintersemester					
<b>Qualifikationsziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind in der Lage rechnerische oder phänomenologische Lösungen von physikalischen/mathematischen Problemstellungen aus dem Bereich der Spezialvorlesung eigenständig zu erarbeiten.</li> <li>Die Studierenden können eigene Lösungen vor der Gruppe vorrechnen und die Lösungswege diskutieren.</li> </ul>					
<b>Lehrinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kristallgitter, anorganische Halbleitermaterialien (z.B. Si, Ge, GaAs)</li> <li>Herstellung von Halbleiter-Volumenkristallen und epitaktischen Schichten</li> <li>Elektronische Bandstruktur, Tight-binding vs. Ein-Elektronen-Modell</li> <li>n- und p-Dotierung, effektive Masse</li> <li>Zustandsdichte, Ladungsträgerstatistik</li> <li>elektronischer Transport, Felder und Ströme, p-n-Übergang</li> <li>Quantisierungseffekte in Halbleitern, 2D-, 1D- und 0D-Halbleiterheterostrukturen</li> <li>Halbleiter-Quantenfilme und -Übergitter</li> </ul>					
<b>Verwendbarkeit</b>	B.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul Physik oder Mathematik (SL) M.Ed. Physik: Wahlpflichtmodul Physik (PL) M.Sc. Physics und M.Sc. Applied Physics					
<b>Vorkenntnisse</b>	Experimentalphysik IV (Kondensierte Materie)					
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch					

## 4.2. Biophysik: Grundlagen und Konzepte (7 ECTS Punkte)

<b>Modul Nr.</b> 11LE50V-5380	<b>Biophysik: Grundlagen und Konzepte</b>					<b>7 ECTS</b>
<b>Dozent:innen</b>	Prof. Alexander Rohrbach (IMTEK)					
<b>Veranstaltungsdetails</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>ECTS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>Semester</b>	
	Vorlesung (V)	3	7	SL oder PL	WiSe	
	Übung (Ü)	2				
<b>Häufigkeit</b>	jedes Jahr im Wintersemester					
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Vorlesung stellt einen Streifzug durch die moderne Zellbiophysik dar, adressiert Fragen der aktuellen Forschung und stellt moderne Untersuchungsmethoden vor. Dies beinhaltet klassische, aber auch neueste physikalische Modelle und Theorien, welche in Kombination mit experimentellen Messmethoden einen erheblichen Fortschritt in der Biophysik, ermöglicht haben.</p> <p>Die Studierenden sollen lernen, wie Methoden aus der klassischen Mechanik mit denen der statistischen Physik verknüpft werden, um das Verhalten biologischer Strukturen in Zeit und Raum zu verstehen. Dies beinhaltet die Reduktion und Abstraktion komplexer biologischer Probleme, damit diese mathematisch und durch Computersimulationen beschrieben und so durch den Vergleich mit Messungen und Analysemethoden besser verstanden werden können.</p> <p>Die Vorlesung (3 ECTS) richtet sich an Physiker:innen und Ingenieur:innen im Masterstudium. Der Vorlesungsstoff wird mit wöchentlichen Übungen (zusätzlich 3-4 ECTS) veranschaulicht und gefestigt.</p>					
<b>Lehrinhalte</b>	<p>Die Vorlesung stellt Grundlagen und moderne Konzepte der Biophysik und der Physik der weichen Materie dar. Vielfältiges Anschauungsmaterial wird mit mathematischen Konzepten der statistischen Mechanik vorgestellt - im Ortsraum wie im Frequenzraum.</p> <p>Inhalte:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aufbau der Zelle oder Das Rezept für biophysikalische Forschung</li> <li>2. Diffusion und Fluktuationen</li> <li>3. Mess- und Manipulationstechniken</li> <li>4. Biologisch relevante Kräfte</li> <li>5. Biophysik der Proteine</li> <li>6. Polymerphysik einzelner Filamente</li> <li>7. Visko-Elastizität und Mikro-Rheologie</li> <li>8. Die Dynamik des Zytoskeletts</li> <li>9. Molekulare Motoren</li> <li>10. Membran-Biophysik</li> <li>11. Anhang</li> </ol>					
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rob Phillips: Physical Biology of the Cell</li> <li>• Joe Howard: Mechanics of Motor Proteins and the Cytoskeleton</li> <li>• Gary Boal: Mechanics of the Cell</li> <li>• Erich Sackmann &amp; Rudolf Merkel: Lehrbuch der Biophysik</li> </ul>					

<b>Verwendbarkeit</b>	B.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul Physik (PL), Wahlpflichtmodul Physik/ Mathematik (SL) M.Ed. Physik: Wahlpflichtmodul Physik (PL) M.Sc. Physics und M.Sc. Applied Physics
<b>Vorkenntnisse</b>	-
<b>Sprache</b>	Deutsch



### 4.3. Datenanalyse für Naturwissenschaftler/innen: Statistische Methoden in Theorie und Praxis (7 ECTS Punkte)

<b>Modul Nr.</b> 07LE33M-STATMETH	<b>Datenanalyse für Naturwissenschaftler/innen: 7 ECTS</b>				
<b>Statistische Methoden in Theorie und Praxis</b>					
<b>Dozent:innen</b>	Dozent:innen der experimentellen Teilchenphysik				
<b>Veranstaltungsdetails</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>ECTS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>Semester</b>
	Vorlesung (V)	3	7	SL oder PL	WiSe
	Übung (Ü)	2			
<b>Häufigkeit</b>	In der Regel jedes Jahr im Wintersemester				
<b>Qualifikationsziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden beherrschen die wichtigen Methoden der Datenanalyse, können diese auf verschiedene Probleme anwenden und die Lösungen analytisch oder computerunterstützt bestimmen.</li> <li>• Die Studierenden können Kenngrößen von Stichproben bestimmen.</li> <li>• Die Studierenden können Zufallszahlen gemäß einer vorgegebenen Funktion mit Hilfe des Computers erzeugen und die Simulation von einfachen Messungen durchführen.</li> <li>• 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.</li> <li>• Die Studierenden können die Verträglichkeit von Messergebnissen mit verschiedenen Hypothesen bewerten und verschiedene Testmethoden anwenden.</li> <li>• Die Studierenden können Vertrauensintervalle auf unterschiedliche Art für geschätzte Parameter bestimmen und verstehen deren Bedeutung.</li> </ul>				
<b>Lehrinhalte</b>	<p>In den Übungen, die großteils 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"> <li>• Deskriptive Statistik: Mittelwert, Median, Modalwert. Varianz, Standardabweichung, höhere Momente, Kovarianz, Korrelation</li> <li>• Grundlagen der Statistik: Wahrscheinlichkeitsdefinitionen, Frequentistische und Bayesianische Schule, Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen, Transformation von Zufallsvariablen, Faltung, Fehlerfortpflanzung</li> <li>• Ausgewählte Wahrscheinlichkeitsverteilungen, deren Bedeutung und Zusammenhang, Zentraler Grenzwertsatz und dessen Anwendung,</li> <li>• Die Monte-Carlo-Methode: Transformationsmethode und von Neumannsche Zurückweisungsmethode</li> <li>• Grundlagen der Parameterschätzung: Zielsetzung, Eigenschaften von Schätzer (Konsistenz, Effizienz, Erwartungstreue)</li> <li>• Methode der Maximum-Likelihood: Prinzip, Eigenschaften der Schätzer, Bestimmung der Varianz für den Schätzer</li> <li>• Die Methode der Kleinsten Quadrate: Prinzip, Eigenschaften, Varianz</li> </ul>				

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hypothesentest: Grundprinzip, Signifikanz und Mächtigkeit, P-Wert, Neyman-Pearson-Lemma, Teststatistiken aus Likelihoodverhältnis, Multivariate Klassifizierungsmethoden</li><li>• Vertrauensintervalle: Frequentistische und Bayesianische Interpretation und Konstruktion, Vertrauensintervalle an Grenzen von Parameterräumen und bei kleinen Stichproben</li></ul>
<b>Verwendbarkeit</b>	B.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul Physik (PL), Wahlpflichtmodul Physik/ Mathematik (SL) M.Ed. Physik: Wahlpflichtmodul Physik (PL)
<b>Vorkenntnisse</b>	Grundlagen der Analysis
<b>Sprache</b>	Deutsch

#### 4.4. Photovoltaische Energiekonversion (5 ECTS Punkte)

<b>Modul Nr.</b> 07LE33M-PHOTOVOLT	<b>Photovoltaische Energiekonversion / Photovoltaic Energy Conversion</b>					<b>5 ECTS</b>
<b>Dozent:innen</b>	Dr. Uli Würfel (Fraunhofer ISE), Prof. Dr. Andreas Bett (Fraunhofer ISE)					
<b>Veranstaltungsdetails</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>ECTS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>Semester</b>	
	Vorlesung (V)	2	5	SL oder PL	WiSe	
	Übung (Ü)	1				
<b>Häufigkeit</b>	In der Regel jedes Jahr im Wintersemester					
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden kennen die Grundlagen der Photovoltaik und beherrschen die der photovoltaischen Energiekonversion zu Grunde liegenden Konzepte der Atom-, Molekül- und Halbleiterphysik					
<b>Lehrinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Solarzelle als beleuchtete Halbleiterdiode</li> <li>• Thermodynamik der idealen Solarzelle, maximale Wirkungsgrade</li> <li>• Lichtabsorption in Halbleitern, elektronische Rekombinationen</li> <li>• Der p-n-Übergang, Ladungsträgertransportvorgänge in Halbleitern</li> <li>• Siliziumsolarzellen auf Waferbasis</li> <li>• Material- und Scheibengewinnung für kristalline Si-Solarzellen</li> <li>• Dünne kristalline Si-Solarzellen</li> <li>• Dünnschichtsolarzellen aus amorphem Silizium, CIS und CdTe</li> <li>• Tandemsolarzellen, monolithische Strukturen aus III/V Materialien</li> <li>• Farbstoffsensibilisierte und organische Solarzellen</li> <li>• Thermophotovoltaik - Photovoltaische Konversion von IR-Strahlung</li> </ul>					
<b>Verwendbarkeit</b>	B.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul Physik/ Mathematik (SL) M.Ed. Physik: Wahlpflichtmodul Physik (PL) M.Sc. Physics und M.Sc. Applied Physics (SL oder PL)					
<b>Vorkenntnisse</b>	-					
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch					

## 4.5. Einführung in die Moderne Digitalelektronik (7 ECTS Punkte)

<b>Modul Nr.</b> 07LE33M-DIGIELEC	<b>Einführung in die Moderne Digitalelektronik</b>					<b>7 ECTS</b>
<b>Dozent:innen</b>	apl. Prof. Horst Fischer					
<b>Veranstaltungsdetails</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>ECTS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>Semester</b>	
	Vorlesung (V)	2	7	SL oder PL	SoSe	
	Übung (Ü)	3				
<b>Häufigkeit</b>	In der Regel jedes Jahr im Sommersemester					
<b>Qualifikationsziele</b>	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.					
<b>Lehrinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungsfelder der Digitalelektronik</li> <li>• Grundlagen und logische Verknüpfungen</li> <li>• Schaltkreisfamilien</li> <li>• Rechenschaltungen</li> <li>• programmierbare Bausteine (FPGA und CPLD)</li> <li>• Zahlen und Speicher</li> <li>• Automaten</li> <li>• Systeme zur Datenaufzeichnung</li> </ul> <p>In der praktischen Übung werden Logikbausteine (FPGA) selbst programmiert.</p>					
<b>Verwendbarkeit</b>	B.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul Physik (PL), Wahlpflichtmodul Physik/ Mathematik (SL) M.Ed. Physik: Wahlpflichtmodul Physik (PL)					
<b>Vorkenntnisse</b>	-					
<b>Sprache</b>	Deutsch					

## 4.6. Einführung in die Astrophysik (7 ECTS Punkte)

<b>Modul Nr.</b> 07LE33M-ASTROPHYS	<b>Einführung in die Astrophysik</b>					<b>7 ECTS</b>
<b>Dozent:innen</b>	N.N.					
<b>Veranstaltungsdetails</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>ECTS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>Semester</b>	
	Vorlesung (V)	3	7	SL oder PL	SoSe	
	Übung (Ü)	2				
<b>Häufigkeit</b>	In der Regel jedes Jahr im Sommersemester					
<b>Qualifikationsziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind vertraut mit wesentlichen Zielen und Ergebnissen der modernen Astrophysik.</li> <li>• 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.</li> </ul>					
<b>Lehrinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koordinatensysteme</li> <li>• Das Sonnensystem</li> <li>• Teleskope und Instrumente</li> <li>• Photometrie</li> <li>• Aufbau und Entwicklung von Sternen</li> <li>• Die Sonne</li> <li>• Veränderliche Sterne</li> <li>• Die Milchstraße</li> <li>• Das Interstellare Medium</li> <li>• Extragalaktische Physik</li> <li>• Strukturen im Universum und Kosmologie</li> </ul>					
<b>Verwendbarkeit</b>	B.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul Physik (PL), Wahlpflichtmodul Physik/ Mathematik (SL) M.Ed. Physik: Wahlpflichtmodul Physik (PL)					
<b>Vorkenntnisse</b>	Experimentalphysik I-III, Theoretische Physik I-III					
<b>Sprache</b>	Deutsch					

## 4.7. Dynamische Systeme in der Biologie (7 ECTS Punkte)

Modul Nr. 07LE33M-DYNBIO	Dynamische Systeme in der Biologie					7 ECTS
<b>Dozent:innen</b>	Prof. Jens Timmer					
<b>Veranstaltungsdetails</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>ECTS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>Semester</b>	
	Vorlesung (V)	3	7	SL oder PL	unregelmäßig	
	Übung (Ü)	2				
<b>Häufigkeit</b>	unregelmäßig					
<b>Qualifikationsziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen Grundlagen der physikalisch motivierten mathematischen Modellierung biologischer Systeme.</li> <li>• Die Studierenden können anhand ausgewählter exemplarischer Modelle die biologischen Grundlagen und ihre mathematischen und physikalischen Eigenschaften diskutieren.</li> </ul>					
<b>Lehrinhalte</b>	<p>Mathematische Biologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Populationsdynamik</li> <li>• Neuronenmodelle</li> <li>• Strukturbildung</li> <li>• Enzymdynamik</li> </ul> <p>Systembiologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metabolische Netzwerke</li> <li>• Signaltransduktionskaskaden</li> <li>• Genregulation</li> <li>• Slides der letzten Woche: Chemotaxis, JAK-STAT Signalling, Epo Rezeptor, und Identifizierbarkeit</li> </ul>					
<b>Verwendbarkeit</b>	B.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul Physik (PL), Wahlpflichtmodul Physik/ Mathematik (SL) M.Ed. Physik: Wahlpflichtmodul Physik (PL) M.Sc. Physics und M.Sc. Applied Physics (SL oder PL)					
<b>Vorkenntnisse</b>	Klassische Mechanik, Differentialgleichungen					
<b>Sprache</b>	Deutsch					

## 4.8. Spezielle Relativitätstheorie (5 ECTS Punkte)

<b>Modul Nr.</b> 07LE33M-SPRT	<b>Spezielle Relativitätstheorie</b>					<b>7 ECTS</b>
<b>Dozent:innen</b>	Prof. Stefan Dittmaier					
<b>Veranstaltungsdetails</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>ECTS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>Semester</b>	
	Vorlesung (V)	3	5	SL	unregelmäßig	
	Übung (Ü)	1				
<b>Häufigkeit</b>	unregelmäßig					
<b>Qualifikationsziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die mathematischen Grundlagen der Speziellen Relativitätstheorie und können diese in der klassischen Feldtheorie anwenden.</li> <li>• Die Studierenden gewinnen erste Einblicke in die Grundlagen der Allgemeinen Relativitätstheorie.</li> </ul>					
<b>Lehrinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Relativitätsprinzip (Gallilei Invarianz, Lorentz Invarianz)</li> <li>• Struktur der Lorentztransformationen (Lorentzgruppe, Poincaregruppe)</li> <li>• Relativistische Mechanik (Vierervektoren und Tensoren, Viererimpuls, Relativistische Stoßprozesse, Wirkungsprinzip, Minkowski-Kraft)</li> <li>• Relativistische Feldtheorie und Elektrodynamik (Kovariante Formulierung der Lorentz-Kraft, Maxwellgleichungen, Klassische Feldtheorie, Wirkungsprinzip der Elektrodynamik)</li> <li>• Beschleunigte Bezugssysteme und Ausblick auf die allgemeine Relativitätstheorie (Beschleunigte Bezugssysteme in der Speziellen Relativitätstheorie, Äquivalenzprinzip, Bewegung in gekrümmter Raumzeit)</li> </ul>					
<b>Verwendbarkeit</b>	B.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul Physik/ Mathematik (SL) M.Ed. Physik: Wahlpflichtmodul Physik (PL)					
<b>Vorkenntnisse</b>	Theoretische Physik I-III					
<b>Sprache</b>	Deutsch					

## 4.9. Einführung in Maschinelles Lernen (7 ECTS Punkte)

<b>Modul Nr.</b> 07LE33M-MLEARN	<b>Einführung in Maschinelles Lernen</b>					<b>7 ECTS</b>
<b>Dozent:innen</b>	Prof. Markus Schumacher					
<b>Veranstaltungsdetails</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>ECTS</b>	<b>Prüfung</b>	<b>Semester</b>	
	Vorlesung (V)	3	7	SL	unregelmäßig	
	Übung (Ü)	2				
<b>Häufigkeit</b>	unregelmäßig					
<b>Qualifikationsziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen verschiedene Arten des Maschinellen Lernens und Grundlagen, Aufgaben und Methoden des überwachten Lernens</li> <li>• Die Studierenden kennen verschiedene Methoden des Überwachten Lernens wie lineare Methoden, baumbasierte Methoden und verschiedene Netzwerkstrukturen, wann diese angewendet werden, wie diese trainiert werden und wie die Güte des Modells bewertet wird.</li> <li>• Sie kennen unterschiedliche Regularisierungsmethoden und deren Anwendung und Methoden der Minimierung basierend auf dem Gradientenabstieg.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage einfache Probleme des überwachten Lernens für Regression und Klassifizierung mit den verschiedenen Methoden (Lineare, Baumbasierte, Neuronale Netzwerke) in einfachen Pythonprogrammen zu lösen.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage die Güte des gelernten Modells kritisch zu bewerten, Hinweise auf Übertraining zu erkennen und geeignete Regularisierungsmethoden ebenfalls in Python zu implementieren.</li> </ul>					
<b>Lehrinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersicht über Maschinelles Lernen</li> <li>• Grundlagen des überwachten Lernens für Regression und Klassifizierung, Varianz-Bias-Zerlegung bzw. -kompromiss</li> <li>• Lineare Modelle: Lineare Regression, Logistische Regression, Lineare Diskriminantenanalyse, Ridge- und LASSO-Regularisierung</li> <li>• Gradientenabstieg und dessen Erweiterungen, Kreuzvalidierung</li> <li>• Einfache Regressions- und Entscheidungsbäume, Ensemblemethoden (Bagging, Boosting, Random Forests) und Anwendung auf Bäume</li> <li>• Klassische und Tiefe Neuronale Netzwerke, Fehlerrückpropagation, Regularisierungsoptionen (Early Stopping, Dropout, Batch Normalisation, ...)</li> <li>• Konvolutionelle und Rekurrente Netzwerke und deren Anwendung</li> </ul>					
<b>Verwendbarkeit</b>	B.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul Physik (PL), Wahlpflichtmodul Physik/ Mathematik (SL) M.Ed. Physik: Wahlpflichtmodul Physik (PL)					
<b>Vorkenntnisse</b>	Grundlagen statistischer Methoden, Analysis für Physiker					
<b>Sprache</b>	Deutsch					



