

2025

MATHEMATISCH-
NATURWISSENSCHAFTLICHE
FAKULTÄT

UNIVERSITÄT ZU KÖLN

DEKANAT



MODULHANDBUCH

PHYSIK

1-FACH-BACHELOR OF SCIENCE

VERSION 1.1

NACH DER PRÜFUNGSORDNUNG FÜR DEN 1-FACH-BACHELORSTUDIENGANG PHYSIK
(FASSUNG 09.08.2023)

HERAUSGEBER	Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät der Universität zu Köln
REDAKTION	Petra Neubauer-Guenther, Peter Schilke, Svenja Wilden
ADRESSE	Department Physik, Zülpicher Straße 77, 50937 Köln
E-MAIL	modulhandbuecher-physik@uni.koeln.de
STAND	19.05.2025

Kontaktpersonen

Studiendekan/in: Prof. Dr. Axel G. Griesbeck

Department Chemie, Greinstr. 4

(+49) 0221 470 3083

griesbeck@uni-koeln.de

Studiengangsverantwortliche/r: Prof. Dr. Dennis Mücher

Institut für Kernphysik

(+49) 0221 470 3460

muecher@ikp.uni-koeln.de

Prüfungsausschussvorsitzende/r: Prof. Dr. Dennis Mücher

Institut für Kernphysik

(+49) 0221 470 3460

muecher@ikp.uni-koeln.de

Fachstudienberater/in: Dr. Michael Weinert

Institut für Kernphysik

(+49) 0221 470 3628

mweiner1@uni-koeln.de

Legende

AM	Aufbaumodul	SSt	Selbststudium
BM	Basismodul	SWS	Semesterwochenstunde
EM	Ergänzungsmodul	SI	Studium Integrale
K	Kontaktzeit (= Präsenzzeit in LV)	UzK	Universität zu Köln
LV	Lehrveranstaltung	VN	Vor- und Nachbereitungszeit
LP	Leistungspunkt (engl.: CP)	WP	Wahlpflichtveranstaltung
P	Pflichtveranstaltung	WL	Workload = Arbeitsaufwand
SM	Schwerpunktmodul		

Inhaltsverzeichnis

KONTAKTPERSONEN.....	III
LEGENDE.....	IV
1 DAS STUDIENFACH PHYSIK.....	1
1.1 Inhalte, Studienziele und Voraussetzungen	1
1.2 Studienaufbau und -abfolge	1
1.3 LP-Gesamtübersicht.....	2
1.4 Semesterbezogene LP-Übersicht.....	3
1.5 Zusatzbereich SI	4
1.6 Berechnung der Gesamtnote	4
2 MODULBESCHREIBUNGEN UND MODULTABELLEN.....	6
2.1 Basismodule	6
2.3 Schwerpunktmodule.....	45
2.4 Ergänzungsmodule	45
2.5 Bachelorarbeit	50
3 STUDIENHILFEN	52
3.1 Musterstudienplan	52
3.2 Fach- und Prüfungsberatung	54
3.3 Weitere Informations- und Beratungsangebote.....	54

1 Das Studienfach Physik

1.1 Inhalte, Studienziele und Voraussetzungen

Im Bachelorstudium Physik wird ein breites Grundlagenwissen in der experimentellen und theoretischen Physik vermittelt. Dieses wird in Praktika und intensiv betreuten Übungen verfestigt. Zusätzlich werden grundlegende Kenntnisse in Mathematik und benachbarten Wissenschaften erworben. Das Bachelorstudium führt zu einem ersten berufsqualifizierenden Abschluss und befähigt zur Fortsetzung des Studiums im konsekutiven Masterstudiengang.

Die Anwendung der erworbenen Kenntnisse zur Lösung von Fragestellungen im Rahmen des aktuellen Stands der Wissenschaft soll die Studierenden in besonderem Maße befähigen komplexe Problemstellungen durch strukturiertes Vorgehen und analytisches Denken zu lösen. Damit bereitet der Bachelorstudiengang Physik die Studierenden auf ein breites Spektrum an möglichen Berufsbildern und die damit verbundenen vielfältigen Anforderungen der Berufswelt vor.

Voraussetzungen für die Aufnahme des Bachelorstudiums Physik sind neben den formalen Voraussetzungen für den Hochschulzugang lediglich Schulwissen aus dem Abitur oder aus einem vergleichbaren Abschluss. Es erfolgt keine besondere Eignungsfeststellung. Grundsätzlich können alle Module des ersten Semesters ohne weitere Vorkenntnisse begonnen und absolviert werden. Insbesondere ist die Leistungskurswahl Physik im Abitur keine Voraussetzung. Gute Mathematikkenntnisse aus der Schule sind sehr hilfreich, aber nicht unbedingt erforderlich. Diese können auch im Vorkurs aufgefrischt werden, der vor Studienbeginn angeboten wird. Für die Aufnahme des Studiums sollte ein grundsätzliches Interesse an Naturwissenschaften und deren Verständnis vorliegen. Das Bachelorstudium wird in deutscher Sprache gelehrt. Mit fortschreitendem Studium und speziell für die Bachelorarbeit sollten Englischkenntnisse vorliegen, da die Fachliteratur in Englisch veröffentlicht wird.

1.2 Studienaufbau und -abfolge

Das Studium kann sowohl zum Wintersemester als auch zum Sommersemester begonnen werden. Das dafür geschaffene zusätzliche Modulangebot (Experimentalphysik I und Mathematik für Studierende der Physik I) sowie die Gestaltung der Module Mathematik für Studierende der Physik I und II in unabhängige Module ermöglichen neben dem zusätzlichen Studienbeginn im Sommersemester auch zeitnahe Wiederholungsmöglichkeiten.

Die Veranstaltungen sind zu größeren thematischen Einheiten zusammengefasst. Dabei gibt es folgende übergeordnete Modulbereiche:

- *Experimentalphysik* (Vorlesungen und Übungen): Experimentalphysik I und II (Mechanik, Wärmelehre, Elektrodynamik, Optik). In diesen Veranstaltungen werden die Fachgrundlagen und einige Fachvertiefungen der Physik vermittelt.
- *Mathematik* (Vorlesungen und Übungen): Mathematik für Studierende der Physik I und II sowie Analysis I. In diesen Veranstaltungen wird das mathematische Grundwissen vermittelt.

- *Praktikum A*: Mechanik, Wärmelehre, Elektrik, Optik. Im Praktikum werden die Grundlagen in kleinen Gruppen angewandt. Durchführung, Auswertung und Darstellung von physikalischen Experimenten werden erlernt.
- *Fortgeschrittene Experimentalphysik* (Vorlesungen, Übungen und Praktika): Atomphysik, Festkörperphysik sowie Kern- und Teilchenphysik. In diesen Veranstaltungen werden die Fachgrundlagen der fortgeschrittenen Experimentalphysik vermittelt. In den Praktika werden die Grundlagen zu fortgeschrittenen Experimenten aus den Bereichen Atom- und Molekülphysik, Festkörperphysik sowie Kernphysik in kleinen Gruppen angewandt, wobei Durchführung, Auswertung und schriftliche und mündliche Darstellung von physikalischen Experimenten erlernt werden.
- *Theoretische Physik* (Vorlesungen und Übungen): Klassische Mechanik, Quantenmechanik, Klassische Feldtheorie und Statistische Physik sowie Computerphysik. In diesen Veranstaltungen werden die Fachgrundlagen der Theoretischen Physik und der Computerphysik vermittelt.
- *Wahlpflichtfach Physik* (Vorlesungen und Übungen): Astrophysik oder Biologische Physik. Zwischen diesen beiden Modulen kann gewählt werden; das andere kann innerhalb des Wahlbereichs (s.u.) eingebracht werden. In diesen Veranstaltungen werden die Fachgrundlagen im entsprechenden Spezialgebiet der Physik vermittelt.
- *Wahlpflichtfach Mathematik* (Vorlesungen und Übungen): Ergänzende Veranstaltungen der Mathematik. In diesen Veranstaltungen wird das mathematische Grundwissen erweitert.
- *Wahlbereich*: Lehrveranstaltungen der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät ausgenommen schon belegter Veranstaltungen. Einführende Veranstaltungen werden empfohlen. Lehrveranstaltungen des eigenen Studiengangs sowie Lehrveranstaltungen des eigenen Fachs, die ausschließlich für Studierende anderer Studiengänge konzipiert sind, sind ausgeschlossen.
- *Bachelorarbeit mit Kolloquium*: Bearbeitung eines individuellen Themas aus der aktuellen Forschung in einem der Forschungsschwerpunkte der Kölner Physik.

Bei den in den folgenden Abschnitten dargestellten Studienablaufplänen sowie den in den Tabellen hinterlegten Zuordnungen der Module zu den jeweiligen Semestern handelt es sich um die empfohlene Abfolge. Unter Beachtung der Modulvoraussetzungen kann von dieser Abfolge abgewichen werden.

1.3 LP-Gesamtübersicht

Das Studium der Physik mit dem Studienziel Bachelor of Science umfasst insgesamt 180 Leistungspunkte (LP). Hierbei entfallen 156 LP auf das Fachstudium sowie jeweils 12 LP auf das Studium Integrale und die Bachelorarbeit mit Kolloquium.

LP-Gesamtübersicht	
Fachstudium Physik	156 LP
Studium Integrale	12 LP
Bachelorarbeit	12 LP
Gesamt	180 LP

1.4 Semesterbezogene LP-Übersicht

In der Übersicht sind beide Studierendengruppen, die ihr Studium zum WiSe oder zum SoSe aufnehmen, berücksichtigt.

LP-Übersicht					
Sem. (WiSe- Start)	Sem. (SoSe- Start)	Modul	K	VN	LP
1	1	Experimentalphysik I	84h	186h	9
1	1	Mathematik für Studierende der Physik I	84h	186h	9
1	2	Analysis I	84h	186h	9
2	1	Experimentalphysik II	84h	186h	9
2	3	Mathematik für Studierende der Physik II	84h	186h	9
2	3	Klassische Mechanik	84h	186h	9
2 – 3	2 – 3	Praktikum A	112h	248h	12
3	2	Atomphysik	114h	246h	12
3	4	Quantenmechanik	84h	186h	9
3 – 4	4 – 5	Wahlpflichtfach Mathematik	84h	186h	9
4	5	Festkörperphysik	86h	184h	9
4	5	Computerphysik	84h	186h	9
4	5	Klassische Feldtheorie*	56h oder 84h	124h oder 186h	6 oder 9
5	4	Kern- und Teilchenphysik	86h	184h	9
5	4	Wahlpflichtfach Physik	56h	124h	6
5	6	Statistische Physik	84h	186h	9
6	6	Bachelorarbeit	**	**	12
1 – 6	1 - 6	Wahlbereich*	**	**	9 oder 12
1 - 6	1 – 6	Studium Integrale	**	**	12

*) Für die Module Klassische Feldtheorie und Wahlbereich können zwei Varianten gewählt werden. In der Variante A belegen Studierende die beiden Module mit jeweils 9 Leistungspunkten. In der Variante B wird die Klassische Feldtheorie mit 6 Leistungspunkten belegt, dafür können 12 Leistungspunkte im Wahlbereich eingebracht werden.

**) Abhängig von der Wahl.

1.5 Zusatzbereich Studium Integrale (SI)

Das Studium Integrale ist der fächerübergreifende Bestandteil jedes Bachelorstudiums an der UzK (mit der Ausnahme der Lehramtsstudiengänge). Das Studium Integrale wird einheitlich in allen Bachelorstudiengängen der Universität mit einem Umfang von 12 LP absolviert. Das SI ermöglicht eine individuelle Profilbildung über das Fachstudium hinaus. Dabei können sowohl fachbezogene als auch fachübergreifende Kompetenzen z.B. durch EDV- und Sprachkurse erworben beziehungsweise vertieft werden. Der Erwerb von Kompetenzen mit Relevanz für die berufliche Entwicklung wie Kommunikations- oder Organisationskompetenz bereitet die Studierenden auf den Einstieg in das Berufsleben vor.

Alle Fächer der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät, der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät und der Philosophischen Fakultät bieten für dieses Modul Veranstaltungen an. Außerdem gibt es Angebote des Rechenzentrums und des International Office der UzK sowie des Professional Centers. Ein Teil der Angebote ist auch für die vorlesungsfreie Zeit vorgesehen, womit eine Entlastung der Vorlesungszeit erreicht werden kann. Bis zu 6 LP können im Rahmen eines Berufspraktikums erworben werden.

1.6 Berechnung der Gesamtnote

Mit Rücksicht auf die nötige Eingewöhnungsphase bei Studienbeginn und die Herausforderungen des anspruchsvollen Studiums, werden die drei schlechtesten Modulnoten aus der Gewichtung für die Gesamtnote herausgenommen. Nicht aus der Gewichtung herausgenommen werden können die Module Praktikum A, Atomphysik, Festkörperphysik, Kern- und Teilchenphysik sowie die Bachelorarbeit.

Das Ergänzungsmodul Studium Integrale wird für die Gesamtnotenberechnung nicht berücksichtigt.

In der folgenden Tabelle ist die Gewichtung der einzelnen Module für die Gesamtnote aufgelistet.

Gewicht der Modulnoten für die Gesamtnote		
Modul	LP	Gewicht für die Gesamtnote
Experimentalphysik I	9	2/36*
Mathematik für Studierende der Physik I	9	2/36*
Analysis I	9	2/36*
Experimentalphysik II	9	2/36*
Mathematik für Studierende der Physik II	9	2/36*
Praktikum A	12	3/36
Klassische Mechanik	9	2/36*
Atomphysik	12	3/36
Quantenmechanik	9	2/36*

Wahlpflichtfach Mathematik	9	2/36*
Festkörperphysik	9	3/36
Computerphysik	9	2/36*
Klassische Feldtheorie	9 oder 6	2/36*
Kern- und Teilchenphysik	9	3/36
Wahlpflichtfach Physik	6	2/36*
Statistische Physik	9	2/36*
Abschlussmodul	12	4/36
Wahlbereich	9 oder 12	2/36*
Studium Integrale	12	0

*) : Das Gewicht bei den drei Modulen mit den schlechtesten Modulnoten ist 0.

2 Modulbeschreibungen und Modultabellen

Im Folgenden sind die einzelnen Module im Detail beschrieben. Unter Punkt „Studiensemester“ ist das empfohlene Semester nach Musterstudienplan angegeben. Hierbei bezieht sich die erste Angabe jeweils auf den Studienstart im Wintersemester, die zweite Angabe auf den Studienstart im Sommersemester.

2.1 Basismodule

In den Basismodulen Experimentalphysik I und II, Praktikum A, Mathematik für Studierende der Physik I und II sowie Analysis I werden die grundlegenden physikalischen und mathematischen Kenntnisse für das Studium vermittelt.

Titel des Moduls: Experimentalphysik I						
Art des Moduls ☐ Basismodul ☐ Aufbaumodul ☐ Ergänzungsmodul				Kurztitel Exp 1		
Kennnummer	Workload	Leistungs- punkte	Studien- semester	Häufigkeit des Angebots	Beginn des Angebots	Dauer
MN-P-ExpPh1	270 Zeitstd.	9 LP	1. Semester	Jedes Semester	WiSe/SoSe	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung		Kontaktzeit 56 h 28 h		Selbststudium 96 h 90 h	
2	Ziele des Moduls und zu erwerbende Kompetenzen Verständnis der Grundbegriffe der Mechanik (Kraft, Energie, Impuls, Schwingungen, Wellen, etc.) und Wärmelehre (Wärme, Temperatur, etc.). Die Studierenden machen sich mit der mathematischen Formulierung physikalischer Phänomene und dem Lösen einfacher physikalischer Probleme vertraut. Anhand grundlegender Demonstrationsexperimente soll ein Verständnis elementarer Naturgesetze erworben werden. Die Vorlesungen und Übungen vermitteln die benötigten Fachkenntnisse und stellen hohe Ansprüche an das analytische Denkvermögen der Studierenden. Insbesondere soll auch die Fähigkeit entwickelt werden, Probleme zu abstrahieren. Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeit und Präsentationskompetenz. Durch Teamarbeit bei den Übungen und zur Prüfungsvorbereitung lernen die Studierenden, dass im Team die eigenen Stärken eine Hilfe für andere Studierende sein können und die eigenen Schwächen durch die Kompetenzen der anderen Teammitglieder ausgeglichen werden können. Damit schult das Modul auch soziale Kompetenzen wie Teamfähigkeit und Kritikfähigkeit. Erfahrungsgemäß setzen sich viele Studierende durch das im Vergleich zur Schule hohe Niveau und Tempo der Veranstaltung erfolgreich mit ihrer Resilienz auseinander und machen Erfahrungen mit verschiedenen Problembewältigungsstrategien.					
3	Inhalte des Moduls Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit Übungen, die folgende Themen behandelt: 1. Mechanik • Mechanik von Massenpunkten • Dynamik starrer Körper • Mechanik von Festkörpern, Flüssigkeiten und Gasen • Schwingungen • Wellen 2. Wärmelehre • Ideales Gas, kinetische Gastheorie • Hauptsätze der Wärmelehre, Entropie • Transportphänomene • Wärmekraftmaschinen					

	• Reale Gase und Phasenumwandlungen <u>Literaturempfehlungen:</u> Halliday, Resnick, Walker: Physik (Wiley-VCH) Meschede: Gerthsen Physik (Springer Berlin) Giancoli: Physik (Pearson) Demtröder: Experimentalphysik 1 (Springer)
4	Lehr- und Lernformen Vorlesung mit Übungen
5	Modulvoraussetzungen Formal: Zulassung zum Studium der Physik mit dem Studienziel Bachelor Inhaltlich: Keine
6	Form der Modulprüfung/Modulabschlussprüfung Zu Beginn der vorlesungsfreien Zeit findet eine 120 bis 180-minütige Klausur statt, deren Inhalt der Stoff aus Vorlesung und Übungen ist. Zur Teilnahme an der Klausur sind das erfolgreiche Bestehen der Übungen sowie eine Anmeldung erforderlich. Vor Beginn oder am Anfang des Folgesemesters wird eine Wiederholungsklausur angeboten. Die Klausurnote ist die Modulnote. Im Falle von zwei bestandenen Klausuren (vgl. § 20 (10) Prüfungsordnung) ist die bessere Note die Modulnote.
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Das erfolgreiche Bestehen der Übungen und der Klausur.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) B. A. (GymGe/BK) Physik B. Sc. Geophysik und Meteorologie, B. Sc. Mathematik, B. Sc. Geographie
9	Gesamtnote/Fachnote Das Gewicht der Modulnote für die Gesamtnote beträgt 2/36. Falls die Note dieses Moduls zu den drei schlechtesten Modulnoten aus den Modulen gemäß Abschnitt 1.6. gehört, beträgt das Gewicht für die Gesamtnote 0.
10	Modulbeauftragte/r A. Zilges
11	Sonstige Informationen Version: 30.11.2022 SW, PN, AZ

Titel des Moduls: Experimentalphysik II						
Art des Moduls ☐ Basismodul ☐ Aufbaumodul ☐ Ergänzungsmodul				Kurztitel Exp 2		
Kennnummer	Workload	Leistungs- punkte	Studien- semester	Häufigkeit des Angebots	Beginn des Angebots	Dauer
MN-P-ExpPh2	270 Zeitstd.	9 LP	2. oder 1. Semester	Jedes SoSe	SoSe	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit		Selbststudium	
	a) Vorlesung		56 h		96 h	
	b) Übung		28 h		90 h	
2	Ziele des Moduls und zu erwerbende Kompetenzen Verständnis der Grundbegriffe der Elektrodynamik (Ladung, Strom, elektromagnetische Felder, etc.) und Optik. Die Studierenden machen sich mit der mathematischen Formulierung physikalischer Phänomene und dem Lösen einfacher physikalischer Probleme vertraut. Anhand grundlegender Experimente soll ein Verständnis elementarer Naturgesetze erworben werden. Die Vorlesungen und Übungen vermitteln die benötigten Fachkenntnisse und stellen hohe Ansprüche an das analytische Denkvermögen der Studierenden. Insbesondere soll auch die Fähigkeit entwickelt werden, Probleme zu abstrahieren. Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch der Ausbildung von Problemlösungsstrategien. Zusätzliche Ziele sind der Erwerb von Kommunikationsfähigkeit und Präsentationskompetenz. Durch Teamarbeit bei den Übungen und zur Prüfungsvorbereitung lernen die Studierenden, dass im Team die eigenen Stärken eine Hilfe für andere Studierende sein können und die eigenen Schwächen durch die Kompetenzen der anderen Teammitglieder ausgeglichen werden können. Damit schult das Modul auch soziale Kompetenzen wie Teamfähigkeit und Kritikfähigkeit.					
3	Inhalte des Moduls Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit Übungen, die folgende Themen behandelt: Elektrodynamik • Elektrostatik • elektrischer Strom • Magnetostatik • Spezielle Relativitätstheorie • Induktion • Materie im Magnetfeld • Maxwell-Gleichungen im Vakuum und in Materie • Wechselstrom, Schwingkreis • Elektromagnetische Wellen (Wellengleichung, Ausbreitung, Huygens'sches Prinzip, Polarisierung, Interferenz, stehende Wellen) • Elektromagnetische Wellen in Materie und an Grenzflächen (dielektrische Funktion und Oszillatormodell, Brechung, Reflexion, Fresnel-Gleichungen) • Geometrische Optik <u>Literaturempfehlungen:</u> Halliday Resnick Walker, Physik (Wiley-VCH) Gerthsen, Physik (Springer Berlin)					

	Bergmann Schäfer, Lehrbuch der Experimentalphysik Band II (de Gruyter) Demtröder: Experimentalphysik 2 (Springer)
4	Lehr- und Lernformen Vorlesung mit Übungen
5	Modulvoraussetzungen Formal: Zulassung zum Studium der Physik mit dem Studienziel Bachelor Inhaltlich: Keine
6	Form der Modulprüfung/Modulabschlussprüfung Zu Beginn der vorlesungsfreien Zeit findet eine 120 bis 180-minütige Klausur statt, deren Inhalt der Stoff aus Vorlesung und Übungen ist. Zur Teilnahme an der Klausur sind das erfolgreiche Bestehen der Übungen sowie eine Anmeldung erforderlich. Vor Beginn oder am Anfang des Folgesemesters wird eine Wiederholungsklausur angeboten. Die Klausurnote ist die Modulnote. Im Falle von zwei bestandenen Klausuren (vgl. § 20 Absatz 10 Prüfungsordnung) ist die bessere Note die Modulnote.
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Das erfolgreiche Bestehen der Übungen und der Klausur.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) B. A. (GymGe/BK) Physik B. Sc. Geophysik und Meteorologie, B. Sc. Mathematik, B. Sc. Geographie
9	Gesamtnote/Fachnote Das Gewicht der Modulnote für die Gesamtnote beträgt 2/36. Falls die Note dieses Moduls zu den drei schlechtesten Modulnoten aus den Modulen gemäß Abschnitt 1.6. gehört, beträgt das Gewicht für die Gesamtnote 0.
10	Modulbeauftragte/r T. Michely
11	Sonstige Informationen Version: 31.01.2023 SW, PN, TM

Titel des Moduls: Mathematik für Studierende der Physik I						
Art des Moduls ☐ Basismodul ☐ Aufbaumodul ☐ Ergänzungsmodul				Kurztitel MaPhy 1		
Kennnummer	Workload	Leistungs- punkte	Studien- semester	Häufigkeit des Angebots	Beginn des Angebots	Dauer
MN-P-MaPhy1	270 Zeitstd.	9 LP	1. Semester	Jedes Semester	WiSe/SoSe	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit		Selbststudium	
	a) Vorlesung		56 h		96 h	
	b) Übung		28 h		90 h	
2	Ziele des Moduls und zu erwerbende Kompetenzen Beherrschung grundlegender mathematischer Techniken und Fähigkeiten, die zur Lösung physikalischer Aufgabenstellungen benötigt werden. Inhaltlich dient dieser Kurs vor allem als Vorbereitung auf die Kursvorlesungen der Theoretischen Physik und stellt gezielt die dort benötigten mathematischen Hilfsmittel (insbesondere aus der Analysis und der Linearen Algebra) bereit. Die Vorlesungen und Übungen vermitteln die benötigten Fachkenntnisse und stellen hohe Ansprüche an das analytische Denkvermögen der Studierenden. Insbesondere soll auch die Fähigkeit entwickelt werden, Probleme zu abstrahieren. Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeit und Präsentationskompetenz. Durch Teamarbeit bei den Übungen und zur Prüfungsvorbereitung lernen die Studierenden, dass im Team die eigenen Stärken eine Hilfe für andere Studierende sein können und die eigenen Schwächen durch die Kompetenzen der anderen Teammitglieder ausgeglichen werden können. Damit schult das Modul auch soziale Kompetenzen wie Teamfähigkeit und Kritikfähigkeit. Erfahrungsgemäß setzen sich viele Studierende durch das im Vergleich zur Schule hohe Niveau und Tempo der Veranstaltung erfolgreich mit ihrer Resilienz auseinander und machen Erfahrungen mit verschiedenen Problembewältigungsstrategien.					
3	Inhalte des Moduls Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit Übungen, die folgende Themen behandelt: • Differentiation und Integration • Reihen, Taylorreihe • Vektorrechnung, Skalarprodukt, Kreuzprodukt • Raumkurven und Linienintegrale, der Gradient • Gruppen und Körper, komplexe Zahlen • Differentialgleichungen • Fourierreihen und Fouriertransformation <u>Literaturempfehlungen:</u> Arens, Hettlich, Karpfinger, Kockelkorn, Mathematik (Spektrum) Fischer Kaul, Mathematik für Physiker, Band 1 (Teubner) Kerner und von Wahl, Mathematik für Physiker (Springer) Altland, von Delft, Mathematics for Physicists (Cambridge University Press)					

4	Lehr- und Lernformen Vorlesung mit Übungen
5	Modulvoraussetzungen Formal: Zulassung zum Studium der Physik mit dem Studienziel Bachelor Inhaltlich: Keine
6	Form der Modulprüfung/Modulabschlussprüfung Zu Beginn der vorlesungsfreien Zeit findet eine 120 bis 180-minütige Klausur statt, deren Inhalt der Stoff aus Vorlesung und Übungen ist. Zur Teilnahme an der Klausur sind das erfolgreiche Bestehen der Übungen sowie eine Anmeldung erforderlich. Vor Beginn oder am Anfang des Folgesemesters wird eine Wiederholungsklausur angeboten. Die Klausurnote ist die Modulnote. Im Falle von zwei bestandenen Klausuren (vgl. § 20 Absatz 10 Prüfungsordnung) ist die bessere Note die Modulnote.
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Das erfolgreiche Bestehen der Übungen und der Klausur.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) B. Sc. Geophysik und Meteorologie
9	Gesamtnote/Fachnote Das Gewicht der Modulnote für die Gesamtnote beträgt 2/36. Falls die Note dieses Moduls zu den drei schlechtesten Modulnoten aus den Modulen gemäß Abschnitt 1.6. gehört, beträgt das Gewicht für die Gesamtnote 0.
10	Modulbeauftragte/r A. Altland
11	Sonstige Informationen Version: 16.02.2023 SW, PN, AA

Titel des Moduls: Mathematik für Studierende der Physik II						
Art des Moduls ☐ Basismodul ☐ Aufbaumodul ☐ Ergänzungsmodul				Kurztitel MaPhy 2		
Kennnummer	Workload	Leistungs- punkte	Studien- semester	Häufigkeit des Angebots	Beginn des Angebots	Dauer
MN-P-MaPhy2	270 Zeitstd.	9 LP	2. oder 3. Semester	Jedes SoSe	SoSe	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit		Selbststudium	
	a) Vorlesung		56 h		96 h	
	b) Übung		28 h		90 h	
2	Ziele des Moduls und zu erwerbende Kompetenzen Beherrschung grundlegender mathematischer Techniken und Fähigkeiten, die zur Lösung physikalischer Aufgabenstellungen benötigt werden. Inhaltlich dient dieser Kurs vor allem als Vorbereitung auf die Kursvorlesungen der Theoretischen Physik und stellt gezielt die dort benötigten mathematischen Hilfsmittel (insbesondere aus der Analysis und der Linearen Algebra) bereit. Die Vorlesungen und Übungen vermitteln die benötigten Fachkenntnisse und stellen hohe Ansprüche an das analytische Denkvermögen der Studierenden. Insbesondere soll auch die Fähigkeit entwickelt werden, Probleme zu abstrahieren. Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeit und Präsentationskompetenz. Durch Teamarbeit bei den Übungen und zur Prüfungsvorbereitung lernen die Studierenden, dass im Team die eigenen Stärken eine Hilfe für andere Studierende sein können und die eigenen Schwächen durch die Kompetenzen der anderen Teammitglieder ausgeglichen werden können. Damit schult das Modul auch soziale Kompetenzen wie Teamfähigkeit und Kritikfähigkeit.					
3	Inhalte des Moduls Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit Übungen, die folgende Themen behandelt: • Koordinatensysteme • Vektoranalysis • Lineare Algebra • Orthogonale und unitäre Transformationen, Darstellung von Gruppen • Tensorrechnung, metrische Tensor • Funktionentheorie <u>Literaturempfehlungen:</u> Arens, Hettlich, Karpfinger, Kockelkorn, Mathematik (Spektrum) Fischer Kaul, Mathematik für Physiker, Band 1 (Teubner) Kerner und von Wahl, Mathematik für Physiker (Springer) Altland, von Delft, Mathematics for Physicists (Cambridge University Press)					
4	Lehr- und Lernformen Vorlesung mit Übungen					
5	Modulvoraussetzungen					

	Formal: Zulassung zum Studium der Physik mit dem Studienziel Bachelor Inhaltlich: Keine
6	Form der Modulprüfung/Modulabschlussprüfung Zu Beginn der vorlesungsfreien Zeit findet eine 120 bis 180-minütige Klausur statt, deren Inhalt der Stoff aus Vorlesung und Übungen ist. Zur Teilnahme an der Klausur sind das erfolgreiche Bestehen der Übungen sowie eine Anmeldung erforderlich. Vor Beginn oder am Anfang des Folgesemesters wird eine Wiederholungsklausur angeboten. Die Klausurnote ist die Modulnote. Im Falle von zwei bestandenen Klausuren (vgl. § 20 Absatz 10 Prüfungsordnung) ist die bessere Note die Modulnote.
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Das erfolgreiche Bestehen der Übungen und der Klausur.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) B. Sc. Geophysik und Meteorologie
9	Gesamtnote/Fachnote Das Gewicht der Modulnote für die Gesamtnote beträgt 2/36. Falls die Note dieses Moduls zu den drei schlechtesten Modulnoten aus den Modulen gemäß Abschnitt 1.6. gehört, beträgt das Gewicht für die Gesamtnote 0.
10	Modulbeauftragte/r A. Altland
11	Sonstige Informationen Version: 16.02.2023 SW, PN, AA

Titel des Moduls: Analysis I (entspricht dem gleichnamigen Modul des B.Sc. Mathematik)						
Art des Moduls ☐ Basismodul ☐ Aufbaumodul ☐ Ergänzungsmodul				Kurztitel Ana 1		
Kennnummer	Workload	Leistungs- punkte	Studien- semester	Häufigkeit des Angebots	Beginn des Angebots	Dauer
MN-P-Ana1	270 Zeitstd.	9 LP	1. oder 2. Semester	Jedes WiSe	WiSe	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung c) Prüfungsvorbereitung		Kontaktzeit 56 h 28 h ---		Selbststudium 112 h 56 h 18 h	
2	Ziele des Moduls und zu erwerbende Kompetenzen Kenntnis der grundlegenden Konzepte und Methoden der Analysis, Vertrautheit mit den zugehörigen Techniken und Kenntnis von Anwendungen. Stoffunabhängig gewinnen die Studierenden einen tiefen Einblick in die Methoden abstrakter mathematischer Argumentation. In Vorlesungen und Übungen werden neben den Fachkenntnissen auch Fähigkeiten zum Einordnen, Erkennen, Formulieren und Lösen von Problemen vermittelt und konzeptionelles, analytisches und logisches Denken wird trainiert. Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeit und Präsentationskompetenz.					
3	Inhalte des Moduls Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit Übungen, die folgende Themen behandelt: • Reelle und komplexe Zahlen • Folgen, Reihen, Grenzwerte • Stetige und differenzierbare Funktionen • Differentialrechnung • Elementare Funktionen • Integralrechnung <u>Literaturempfehlungen:</u> H. Heuser, Lehrbuch der Analysis 1 O. Forster, Analysis 1 K. Königsberger, Analysis 1 Zu weiterer Literatur vgl. das aktuelle Kommentierte Vorlesungsverzeichnis					
4	Lehr- und Lernformen Vorlesung mit Übungen					
5	Modulvoraussetzungen Formal: Zulassung zum Studium der Physik mit dem Studienziel Bachelor Inhaltlich: Schulmathematik auf Abiturniveau					
6	Form der Modulprüfung/Modulabschlussprüfung					

	Zu Beginn der vorlesungsfreien Zeit findet eine 120 bis 180-minütige Klausur statt, deren Inhalt der Stoff aus Vorlesung und Übungen ist. Zur Teilnahme an der Klausur sind das erfolgreiche Bestehen der Übungen sowie eine Anmeldung erforderlich. Vor Beginn oder am Anfang des Folgesemesters wird eine Wiederholungsklausur angeboten. Die Klausurnote ist die Modulnote.
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Das erfolgreiche Bestehen der Übungen und der Klausur.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Import aus dem B. Sc. Mathematik.
9	Gesamtnote/Fachnote Das Gewicht der Modulnote für die Gesamtnote beträgt 2/36. Falls die Note dieses Moduls zu den drei schlechtesten Modulnoten aus den Modulen gemäß Abschnitt 1.6. gehört, beträgt das Gewicht für die Gesamtnote 0.
10	Modulbeauftragte/r A. Altland (für die Kooperation mit den Modulbeauftragten des B.Sc. Mathematik)
11	Sonstige Informationen Version: 07.03.2023 SW, PN

Titel des Moduls: Praktikum A						
Art des Moduls - o Basismodul - o Aufbaumodul - o Ergänzungsmodul				Kurztitel PraktA		
Kennnummer	Workload	Leistungs- punkte	Studien- semester	Häufigkeit des Angebots	Beginn des Angebots	Dauer
MN-P-PraktA	360 Zeitstd.	12 LP	2. bis 3. Semester	Jedes Semester	WiSe/SoSe	2 Semester
1	Lehrveranstaltungen a) Versuchsvorbereitung b) Versuchsdurchführung c) Auswertung der Versuche		Kontaktzeit --- 112 h ---		Selbststudium 124 h --- 124 h	
2	Ziele des Moduls und zu erwerbende Kompetenzen Vermittlung von grundlegenden experimentellen Methoden anhand von eigenständig durchzuführenden Versuchen. Grundlagen der Messwerterfassung und –verarbeitung. Bestimmen von Messunsicherheiten, Darstellung und Bewertung von experimentellen Ergebnissen. Grundlagen der wissenschaftlichen Berichtsführung. Vertiefung des Vorlesungsstoffes sowie physikalischer Konzepte und Vorstellungen. Durch Teamarbeit bei den Versuchen und zur Prüfungsvorbereitung lernen die Studierenden, dass im Team die eigenen Stärken eine Hilfe für andere Studierende sein können und die eigenen Schwächen durch die Kompetenzen der anderen Teammitglieder ausgeglichen werden können. Damit schult das Modul auch soziale Kompetenzen wie Teamfähigkeit und Kritikfähigkeit. Zusätzlich erwerben die Studierenden Kommunikationsfähigkeit und Präsentationskompetenz.					
3	Inhalte des Moduls Das Modul besteht aus 20 Versuchen mit je fünf grundlegenden Versuchen aus den vier Bereichen Mechanik, Wärmelehre, Elektrik und Optik. <u>Literaturempfehlungen:</u> Schenk u. Kremer, Physikalisches Praktikum (Vieweg+Teubner) Eichler, Kronfeldt u. Sahm, Das Neue Physikalische Grundpraktikum (Springer) Bergmann Schäfer, Lehrbuch der Experimentalphysik Band I-III (de Gruyter) Lehrbücher zur Vorlesung in Experimentalphysik sowie: http://www.ph1.uni-koeln.de/AP					
4	Lehr- und Lernformen Die Versuche werden in zwei unabhängigen Teilen von je zehn Versuchen durchgeführt werden, für die eine separate Anmeldung in der vorlesungsfreien Zeit stattfindet. In der Regel wird mit den Bereichen Mechanik und Wärme begonnen. Mit der Anmeldung zum Praktikum erfolgt die Einteilung in Gruppen zu 2-3 Personen pro Experiment. Vor jedem Versuch findet eine Vorbesprechung über den Inhalt des Experimentes statt. Vorbereitung, Messungen und Auswertung sind schriftlich zu dokumentieren. Zu Beginn des Praktikums wird eine Einführungsveranstaltung angeboten, in der Protokollführung, Messwertbehandlung und Fehlerrechnung am Beispiel erläutert werden.					
5	Modulvoraussetzungen Formal: Zulassung zum Studium der Physik mit dem Studienziel Bachelor					

	Inhaltlich: Kenntnisse über Inhalt der Module <i>Experimentalphysik I bzw. II</i> bis zum Zeitpunkt des jeweiligen Versuches
6	Form der Modulprüfung/Modulabschlussprüfung Die erfolgreiche Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Versuche werden unbenotet testiert. Im Falle des Nichtbestehens können in jedem der beiden Teile bis zu zwei Versuche wiederholt werden oder durch andere Versuche aus dem jeweiligen Bereich ersetzt werden. Die zehn Versuche eines Teiles müssen bis Ende der anschließenden vorlesungsfreien Zeit abgeschlossen werden. Nach erfolgreichem Bestehen der 20 Versuche erfolgt die mündliche Modulabschlussprüfung, die im Falle des Nichtbestehens wiederholt werden kann. Gegenstand der Abschlussprüfung sind der theoretische Hintergrund, der experimentelle Aufbau und die Ergebnisse der 20 Versuche. Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Das erfolgreiche Absolvieren der Versuche und das Bestehen der mündlichen Prüfung.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) B. A. (GymGe/BK) Physik B. Sc. Geophysik und Meteorologie, B. Sc. Mathematik
9	Gesamtnote/Fachnote Das Gewicht der Modulnote für die Gesamtnote beträgt 3/36.
10	Modulbeauftragte/r C. Straubmeier, T. Koethe
11	Sonstige Informationen Version: 15.11.2022 SW, PN, CS, TK

2.2 Aufbaumodule

Auf die Basismodule folgen die drei Aufbaumodule der Experimentalphysik Atomphysik, Festkörperphysik sowie Kern- und Teilchenphysik mit zugehörigem Praktikumsteilen, in denen die Kenntnisse dieser Themengebiete durch thematisch passende Versuche vertieft werden. Die grundlegenden Kenntnisse der Theoretischen Physik werden in den vier Modulen Klassische Mechanik, Quantenmechanik, Klassische Feldtheorie und Statistische Physik beigebracht. Im Modul Computerphysik werden grundlegende Programmierkenntnisse vermittelt, um numerische Methoden zur Lösung physikalischer Probleme zu behandeln. Als weiteres Aufbaumodul im Bereich Experimentalphysik muss als Wahlpflicht entweder Astrophysik oder Biologische Physik gewählt werden. Ein weiteres Aufbaumodul muss als Wahlpflicht im Bereich Mathematik belegt werden.

Titel des Moduls: Atomphysik						
Art des Moduls ☐ Basismodul ☐ Aufbaumodul ☐ Ergänzungsmodul				Kurztitel Atom		
Kennnummer	Workload	Leistungs- punkte	Studien- semester	Häufigkeit des Angebots	Beginn des Angebots	Dauer
MN-P-Atom	360 Zeitstd.	12 LP	3. oder 2. Semester	Jedes WiSe	WiSe	1 bis 2 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit		Selbststudium	
	a) Vorlesung		56 h		96 h	
	b) Übung		28 h		90 h	
	c) Praktikum		30 h		60 h	
2	Ziele des Moduls und zu erwerbende Kompetenzen					
	Verständnis der Grundbegriffe des Welle-Teilchen-Dualismus sowie der Atomphysik. Die Studierenden machen sich mit der mathematischen Formulierung physikalischer Phänomene und dem Lösen einfacher physikalischer Probleme vertraut. Anhand grundlegender Experimente soll ein Verständnis elementarer Naturgesetze erworben werden.					
	Die Vorlesungen und Übungen vermitteln die benötigten Fachkenntnisse und stellen hohe Ansprüche an das analytische Denkvermögen der Studierenden. Insbesondere soll auch die Fähigkeit entwickelt werden, Probleme zu abstrahieren.					
	Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch der Ausbildung von Problemlösungsstrategien. Zusätzliche Ziele sind der Erwerb von Kommunikationsfähigkeit und Präsentationskompetenz. Der Praktikumsteil vermittelt anspruchsvolle physikalische Zusammenhänge anhand von eigenständig durchzuführenden Experimenten. Ziele sind das Bestimmen von Messgrößen mit ihren Fehlern, das Erlernen von moderner experimenteller Methodik sowie die schriftliche Darstellung von wissenschaftlichen Zusammenhängen.					
3	Durch Teamarbeit bei den Übungen, im Praktikumsteil sowie zur Prüfungsvorbereitung lernen die Studierenden, dass im Team die eigenen Stärken eine Hilfe für andere Studierende sein können und die eigenen Schwächen durch die Kompetenzen der anderen Teammitglieder ausgeglichen werden können. Damit schult das Modul auch soziale Kompetenzen wie Teamfähigkeit und Kritikfähigkeit.					
	Inhalte des Moduls					
	Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit Übungen und einem Praktikumsteil. Es werden die folgenden Themen behandelt:					
	1. Wellen und Teilchen ☐ Interferenz und Beugung (Kohärenz, Michelson-Interferometer, Doppelspalt, Gitter, Fresnel-Beugung, Fraunhofer-Beugung) ☐ Schwarzkörperstrahlung ☐ Photoeffekt ☐ Compton-Effekt ☐ Beugungseffekte bei Teilchen ☐ Welle-Teilchen Dualismus ☐ Unschärfe-Relationen 2. Atomphysik					

	• Rutherford-Versuch • Stern-Gerlach-Versuch • Atomstruktur, Atommodell von Bohr • Wasserstoffatom: Spektralserien, Auswahlregeln (phänomenologisch) • Schrödinger-Gleichung: einfache Anwendungen, z.B. Kastenpotenzial • Wasserstoff-Atom mit Schrödinger-Gleichung, Orbitalmodell • Drehimpulse in der Quantenmechanik • Linienstrahlungsprozesse • Laser • Tunnel-Effekt • Feinstruktur, Hyperfeinstruktur • Zeeman-Effekt, Stark-Effekt • Harmonischer Oszillator • Atome mit vielen Elektronen • Moleküle Der Praktikumsteil besteht aus drei grundlegenden Versuchen aus dem Bereich der Atomphysik. <u>Literaturempfehlungen:</u> Bergmann Schäfer, Lehrbuch der Experimentalphysik Band II (de Gruyter) Halliday, Resnick, Walker, Physik (Wiley-VCH) Eisberg, Resnick, Quantum Physics (Wiley) Gerthsen, Physik (Springer Berlin) Feynman, Feynman Lectures on Physics Band III (Addison Wesley) Beiser, Concepts of Modern Physics (McGraw-Hill) Berkeley Physics Course Vol. 4 (McGraw-Hill) Demtröder, Experimentalphysik 3 (Springer Berlin)
4	Lehr- und Lernformen Vorlesung mit Übungen sowie drei Praktikumsversuchen. Für den Praktikumsteil ist eine separate Anmeldung erforderlich. Die Durchführung des Praktikumsteils erfolgt in Gruppen zu 2-3 Personen pro Experiment. Vor jedem Versuch findet eine Vorbesprechung über den Inhalt des jeweiligen Experimentes statt. Vorbereitung, Messungen und Auswertung sind schriftlich zu dokumentieren und werden als Gruppenarbeit eingereicht. Das Praktikum wird in jedem Semester angeboten, wobei die Versuchsdurchführung auch in der vorlesungsfreien Zeit stattfinden kann.
5	Modulvoraussetzungen Formal: Zulassung zum Studium der Physik mit dem Studienziel Bachelor Inhaltlich: Kenntnisse über den Inhalt der Module <i>Experimentalphysik I</i> und <i>Experimentalphysik II</i>, für den Praktikumsteil Kenntnisse der Vorlesung <i>Atomphysik</i>.
6	Form der Modulprüfung/Modulabschlussprüfung Zu Beginn der vorlesungsfreien Zeit findet eine 120 bis 180-minütige Klausur statt, deren Inhalt der Stoff aus Vorlesung und Übungen ist. Zur Teilnahme an der Klausur sind das erfolgreiche Bestehen der Übungen sowie eine Anmeldung erforderlich. Vor Beginn oder am Anfang des Folgesemesters wird eine Wiederholungsklausur angeboten. Die Klausur ist das erste Prüfungselement. Im Falle von zwei bestandenen Klausuren (vgl. § 20 Absatz 10 Prüfungsordnung) zählt die bessere Note für das Prüfungselement Klausur. Die erfolgreiche Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Versuche wird unbenotet testiert. Alle drei Versuche müssen bestanden werden, nicht bestandene Versuche können zweimal wiederholt werden. Nach erfolgreichem Abschluss der Versuche erfolgt eine 20–30-minütige mündliche Prüfung als zweites Prüfungselement.

	Die Modulnote ergibt sich aus dem gewichteten Mittelwert der Noten der beiden Prüfungselemente.
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Das erfolgreiche Bestehen der Übungen und der Klausur sowie der Praktikumsversuche und der mündlichen Praktikumsprüfung.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) B. A. (GymGe/BK) Physik B. Sc. Geophysik und Meteorologie, B. Sc. Mathematik
9	Gesamtnote/Fachnote Das Gewicht der Modulnote für die Gesamtnote beträgt 3/36.
10	Modulbeauftragte/r D. Riechers (Vorlesung und Übung) und F. Lewen (Praktikum)
11	Sonstige Informationen Version: 22.02.2023 SW, PN, PS

Titel des Moduls: Festkörperphysik						
Art des Moduls ☐ Basismodul ☐ Aufbaumodul ☐ Ergänzungsmodul				Kurztitel Fest		
Kennnummer	Workload	Leistungs- punkte	Studien- semester	Häufigkeit des Angebots	Beginn des Angebots	Dauer
MN-P-Fest	270 Zeitstd.	9 LP	4. oder 5. Semester	Jedes SoSe	SoSe	1 bis 2 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit		Selbststudium	
	a) Vorlesung		42 h		76 h	
	b) Übung		14 h		48 h	
	c) Praktikum		30 h		60 h	
2	Ziele des Moduls und zu erwerbende Kompetenzen Beherrschung der wichtigsten Konzepte der Festkörperphysik. Verständnis der grundlegenden Eigenschaften von Materialien, wie zum Beispiel der mechanischen Festigkeit und dem elektrischen Widerstand. Erlernen der prinzipiellen Untersuchungsmethoden an Festkörpern. Die Studierenden machen sich mit der mathematischen Formulierung physikalischer Phänomene und dem Lösen einfacher physikalischer Probleme vertraut. Anhand von Experimenten wird das Verständnis grundlegender Festkörpereigenschaften vertieft. Die Vorlesungen und Übungen vermitteln die benötigten Fachkenntnisse und stellen hohe Ansprüche an das analytische Denkvermögen der Studierenden. Insbesondere soll auch die Fähigkeit entwickelt werden, Probleme zu abstrahieren. Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch der Ausbildung von Problemlösungsstrategien. Zusätzliche Ziele sind der Erwerb von Kommunikationsfähigkeit und Präsentationskompetenz. Der Praktikumsteil vermittelt anspruchsvolle physikalische Zusammenhänge anhand von eigenständig durchzuführenden Experimenten. Ziele sind das Bestimmen von Messgrößen mit ihren Fehlern, das Erlernen von moderner experimenteller Methodik sowie die schriftliche Darstellung von wissenschaftlichen Zusammenhängen. Durch Teamarbeit bei den Übungen, im Praktikumsteil sowie zur Prüfungsvorbereitung lernen die Studierenden, dass im Team die eigenen Stärken eine Hilfe für andere Studierende sein können und die eigenen Schwächen durch die Kompetenzen der anderen Teammitglieder ausgeglichen werden können. Damit schult das Modul auch soziale Kompetenzen wie Teamfähigkeit und Kritikfähigkeit.					
3	Inhalte des Moduls Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit Übungen und einem Praktikumsteil. Es werden die folgenden Themen behandelt: • Kristallstruktur • reziproke Gitter • Gitterschwingungen • Bindungen in Kristallen • Phononen • elektronische Struktur von Stoffen • thermische, optische, elektrische und magnetische Eigenschaften von Stoffen • Supraleitung					

	Der Praktikumsteil besteht aus drei grundlegenden Versuchen aus dem Bereich der Festkörperphysik. <u>Literaturempfehlungen:</u> Kittel, Introduction to Solid State Physics (Wiley and Sons) Ibach Lüth, Festkörperphysik (Springer Berlin) Ashcroft Mermin, Solid State Physics (Thomson learning) Gross und Marx, Festkörperphysik (Oldenbourg Verlag)
4	Lehr- und Lernformen Vorlesung mit Übungen sowie drei Praktikumsversuchen. Für den Praktikumsteil ist eine separate Anmeldung erforderlich. Die Durchführung des Praktikumsteils erfolgt in Gruppen zu 2-3 Personen pro Experiment. Vor jedem Versuch findet eine Vorbesprechung über den Inhalt des jeweiligen Experimentes statt. Vorbereitung, Messungen und Auswertung sind schriftlich zu dokumentieren und werden als Gruppenarbeit eingereicht. Das Praktikum wird in jedem Semester angeboten, wobei die Versuchsdurchführung auch in der vorlesungsfreien Zeit stattfinden kann.
5	Modulvoraussetzungen Formal: Zulassung zum Studium der Physik mit dem Studienziel Bachelor Inhaltlich: Kenntnisse über den Inhalt der Module <i>Experimentalphysik I und II</i>, <i>Mathematik für Studierende der Physik I und II</i>, <i>Atomphysik</i> sowie für den Praktikumsteil Kenntnisse der Vorlesung <i>Festkörperphysik</i>.
6	Form der Modulprüfung/Modulabschlussprüfung Die erfolgreiche Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Versuche wird unbenotet testiert. Alle drei Versuche müssen bestanden werden, nicht bestandene Versuche können zweimal wiederholt werden. Das Modul wird mit einer mündlichen Prüfung abgeschlossen, deren Inhalt der Stoff aus Vorlesung, Übungen und Praktikum ist. Voraussetzung für die Zulassung zur mündlichen Prüfung sind das erfolgreiche Bestehen der Übungen sowie das erfolgreiche Bestehen der drei Praktikumsversuche. Für die mündliche Prüfung ist eine Anmeldung über das Prüfungsamt erforderlich. Die Note der mündlichen Prüfung ist die Modulnote.
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Das erfolgreiche Bestehen der Übungen, der Praktikumsversuche und der mündlichen Abschlussprüfung.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Für Wahlbereiche anderer B. Sc. oder M. Sc. Studiengänge geeignet.
9	Gesamtnote/Fachnote Das Gewicht der Modulnote für die Gesamtnote beträgt 3/36.
10	Modulbeauftragte/r M. Braden (Vorlesung und Übung) und T. Lorenz (Praktikum)
11	Sonstige Informationen Version: 19.12.2022 MB, TL, SW, PN

Titel des Moduls: Kern- und Teilchenphysik						
Art des Moduls ☐ Basismodul ☐ Aufbaumodul ☐ Ergänzungsmodul				Kurztitel Kern		
Kennnummer	Workload	Leistungs- punkte	Studien- semester	Häufigkeit des Angebots	Beginn des Angebots	Dauer
MN-P-Kern	270 Zeitstd.	9 LP	5. oder 4. Semester	Jedes WiSe	WiSe	1 bis 2 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit		Selbststudium	
	a) Vorlesung		42 h		76 h	
	b) Übung		14 h		48 h	
	c) Praktikum		30 h		60 h	
2	Ziele des Moduls und zu erwerbende Kompetenzen					
	Kenntnisse grundlegender Konzepte der Kern- und Teilchenphysik. Übergreifende Methodenkenntnisse der Atom-, Kern und Teilchenphysik. Die Studierenden machen sich mit der mathematischen Formulierung physikalischer Phänomene und dem Lösen einfacher physikalischer Probleme vertraut. Anhand von Experimenten wird das Verständnis grundlegender kernphysikalischer Eigenschaften erworben werden.					
	Die Vorlesungen und Übungen vermitteln die benötigten Fachkenntnisse und stellen hohe Ansprüche an das analytische Denkvermögen der Studierenden. Insbesondere soll auch die Fähigkeit entwickelt werden, Probleme zu abstrahieren.					
	Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch der Ausbildung von Problemlösungsstrategien. Zusätzliche Ziele sind der Erwerb von Kommunikationsfähigkeit und Präsentationskompetenz. Der Praktikumsteil vermittelt anspruchsvolle physikalische Zusammenhänge an Hand von eigenständig durchzuführenden Experimenten. Ziele sind das Bestimmen von Messgrößen mit ihren Fehlern, das Erlernen von moderner experimenteller Methodik sowie die schriftliche Darstellung von wissenschaftlichen Zusammenhängen.					
3	Durch Teamarbeit bei den Übungen, im Praktikumsteil sowie zur Prüfungsvorbereitung lernen die Studierenden, dass im Team die eigenen Stärken eine Hilfe für andere Studierende sein können und die eigenen Schwächen durch die Kompetenzen der anderen Teammitglieder ausgeglichen werden können. Damit schult das Modul auch soziale Kompetenzen wie Teamfähigkeit und Kritikfähigkeit.					
	Inhalte des Moduls					
	Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit Übungen und einem Praktikumsteil. Es werden die folgenden Themen behandelt:					
	Der Praktikumsteil besteht aus drei grundlegenden Versuchen aus dem Bereich der Kern- und					

	Teilchenphysik. <u>Literaturempfehlungen:</u> Bethge: Kernphysik (Springer) Demtröder: Experimentalphysik 4 (Springer) Mayer-Kuckuk: Kernphysik (Teubner) Krane: Introductory Nuclear Physics (Wiley & Sons) Casten: Nuclear Structure from a Simple Perspective (Oxford University Press) Heyde: Basic Ideas and Concepts in Nuclear Physics (Institute of Physics Publishing) Povh, Rith, Scholz, Zetsche: Teilchen und Kerne (Springer) Machner: Einführung in die Kern- und Elementarteilchenphysik (Wiley) Martin: Nuclear and Particle Physics (Wiley)
4	Lehr- und Lernformen Vorlesung mit Übungen sowie 3 Praktikumsversuchen. Für den Praktikumsteil ist eine separate Anmeldung erforderlich. Die Durchführung des Praktikumsteils erfolgt in Gruppen zu 2-3 Personen pro Experiment. Vor jedem Versuch findet eine Vorbesprechung über den Inhalt des Experimentes statt. Vorbereitung, Messungen und Auswertung sind schriftlich zu dokumentieren und werden als Gruppenarbeit eingereicht. Das Praktikum wird in jedem Semester angeboten.
5	Modulvoraussetzungen Formal: Zulassung zum Studium der Physik mit dem Studienziel Bachelor Inhaltlich: Kenntnisse über den Inhalt des Moduls <i>Atomphysik</i> sowie für den Praktikumsteil Kenntnisse der Vorlesung <i>Kern- und Teilchenphysik</i>.
6	Form der Modulprüfung/Modulabschlussprüfung Die erfolgreiche Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Versuche wird unbenotet testiert. Alle drei Versuche müssen bestanden werden, nicht bestandene Versuche können zweimal wiederholt werden. Nach der Vorlesung findet zu Beginn der vorlesungsfreien Zeit eine 120 bis 180-minütige Klausur statt, deren Inhalt der Stoff aus Vorlesung, Übungen und Praktikum ist. Voraussetzung für die Teilnahme an der Klausur sind das erfolgreiche Bestehen der Übungen sowie das erfolgreiche Bestehen der drei Praktikumsversuche. Für die Klausur ist eine Anmeldung erforderlich. Am Ende der vorlesungsfreien Zeit des Folgesemesters wird eine Wiederholungsklausur angeboten. Die Klausurnote ist die Modulnote. Im Falle von zwei bestandenen Klausuren (vgl. § 20 Absatz 10 Prüfungsordnung) ist die bessere Note die Modulnote.
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Das erfolgreiche Bestehen der Übungen und der Praktikumsversuche sowie der anschließenden Klausur.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Für Wahlbereiche anderer B. Sc. oder M. Sc. Studiengänge geeignet.
9	Gesamtnote/Fachnote Das Gewicht der Modulnote für die Gesamtnote beträgt 3/36.
10	Modulbeauftragte/r P. Reiter (Vorlesung, Übung und Praktikum)
11	Sonstige Informationen Version: 17.02.2023 SW, PN, PR

Titel des Moduls: Klassische Mechanik						
Art des Moduls ☐ Basismodul ☐ Aufbaumodul ☐ Ergänzungsmodul				Kurztitel TP I		
Kennnummer	Workload	Leistungs- punkte	Studien- semester	Häufigkeit des Angebots	Beginn des Angebots	Dauer
MN-P-TPI	270 Zeitstd.	9 LP	2. oder 3. Semester	Jedes SoSe	SoSe	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit		Selbststudium	
	a) Vorlesung		56 h		96 h	
	b) Übung		28 h		90 h	
2	Ziele des Moduls und zu erwerbende Kompetenzen Verständnis der Grundprinzipien mathematischer Naturbeschreibung. Fähigkeit zur Abstraktion physikalischer Phänomene in mathematischer Sprache. Grundprinzipien physikalischer Theoriebildung: Axiomatik, Symmetrien, Erhaltungssätze. Umgang mit Differentialgleichungen als zentralem Werkzeug zur Beschreibung physikalischer Phänomene. Kenntnis der wichtigsten exakt lösbaren Modellprobleme der klassischen Physik. Wichtige Näherungsverfahren zur approximativen Lösung komplexer Probleme. Die Vorlesungen und Übungen vermitteln die benötigten Fachkenntnisse und stellen hohe Ansprüche an das analytische Denkvermögen der Studierenden. Insbesondere soll auch die Fähigkeit entwickelt werden, Probleme zu abstrahieren. Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch der Ausbildung von Problemlösungsstrategien. Zusätzliches Ziel ist der Erwerb von Kommunikationsfähigkeit und Präsentationskompetenz. Durch Teamarbeit bei den Übungen und zur Prüfungsvorbereitung lernen die Studierenden, dass im Team die eigenen Stärken eine Hilfe für andere Studierende sein können und die eigenen Schwächen durch die Kompetenzen der anderen Teammitglieder ausgeglichen werden können. Damit schult das Modul auch soziale Kompetenzen wie Teamfähigkeit und Kritikfähigkeit.					
3	Inhalte des Moduls Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit Übungen, die folgende Themen behandelt: 1. Newtonsche Mechanik • Erhaltungssätze, Symmetriegruppen der Newtonmechanik • Keplerproblem • Schwingungen von Systemen aus Punktteilchen 2. Lagrange & Hamiltonmechanik • Variationsprinzipien und Euler-Lagrange Gleichung • Starrer Körper • Hamilton Gleichung • Grundstrukturen der analytischen Mechanik (Phasenraum, Poisson-Klammern, Liouville'scher Satz) • Grundlagen des Hamilton'schen Chaos <u>Literaturempfehlungen:</u> Fließbach, Mechanik - Lehrbuch zur Theoretischen Physik I (Spektrum) Scheck, Theoretische Physik, 1. Mechanik (Springer)					

4	Lehr- und Lernformen Vorlesung mit Übungen
5	Modulvoraussetzungen Formal: Zulassung zum Studium der Physik mit dem Studienziel Bachelor Inhaltlich: Kenntnisse über den Inhalt des Moduls <i>Mathematik für Studierende der Physik I</i>
6	Form der Modulprüfung/Modulabschlussprüfung Zu Beginn der vorlesungsfreien Zeit findet eine 120 bis 180-minütige Klausur statt, deren Inhalt der Stoff aus Vorlesung und Übungen ist. Zur Teilnahme an der Klausur sind das erfolgreiche Bestehen der Übungen sowie eine Anmeldung erforderlich. Vor Beginn oder am Anfang des Folgesemesters wird eine Wiederholungsklausur angeboten. Die Klausurnote ist die Modulnote. Im Falle von zwei bestandenen Klausuren (vgl. § 20 Absatz 10 Prüfungsordnung) ist die bessere Note die Modulnote.
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Das erfolgreiche Bestehen der Übungen und der Klausur.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) B. Sc. Geophysik und Meteorologie, M. Sc. Mathematik
9	Gesamtnote/Fachnote Das Gewicht der Modulnote für die Gesamtnote beträgt 2/36. Falls die Note dieses Moduls zu den drei schlechtesten Modulnoten aus den Modulen gemäß Abschnitt 1.6. gehört, beträgt das Gewicht für die Gesamtnote 0.
10	Modulbeauftragte/r D. Gross
11	Sonstige Informationen Version: 20.02.2023 SW, PN, DG

Titel des Moduls: Quantenmechanik						
Art des Moduls - o Basismodul - o Aufbaumodul - o Ergänzungsmodul				Kurztitel TP II		
Kennnummer	Workload	Leistungs- punkte	Studien- semester	Häufigkeit des Angebots	Beginn des Angebots	Dauer
MN-P-TPII	270 Zeitstd.	9 LP	3. oder 4. Semester	Jedes WiSe	WiSe	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung		Kontaktzeit 56 h 28 h		Selbststudium 96 h 90 h	
2	Ziele des Moduls und zu erwerbende Kompetenzen Verständnis der grundlegenden Konzepte der Quantenphysik und ihrer mathematischen Formulierung. Grundprinzipien physikalischer Theoriebildung: Axiomatik, Symmetrien, Erhaltungssätze. Umgang mit Differentialgleichungen als zentralem Werkzeug zur Beschreibung physikalischer Phänomene. Verständnis der Bedeutung der Quantentheorie für die moderne Physik. Die Vorlesungen und Übungen vermitteln die benötigten Fachkenntnisse und stellen hohe Ansprüche an das analytische Denkvermögen der Studierenden. Insbesondere soll auch die Fähigkeit entwickelt werden, Probleme zu abstrahieren. Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch der Ausbildung von Problemlösungsstrategien. Zusätzliches Ziel ist der Erwerb von Kommunikationsfähigkeit und Präsentationskompetenz. Durch Teamarbeit bei den Übungen und zur Prüfungsvorbereitung lernen die Studierenden, dass im Team die eigenen Stärken eine Hilfe für andere Studierende sein können und die eigenen Schwächen durch die Kompetenzen der anderen Teammitglieder ausgeglichen werden können. Damit schult das Modul auch soziale Kompetenzen wie Teamfähigkeit und Kritikfähigkeit.					
3	Inhalte des Moduls Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit Übungen, die folgende Themen behandelt: • Phänomene in atomaren Dimensionen • Schrödinger-Gleichung • Hermitesche Operatoren im Hilbertraum • Teilchen im elektromagnetischen Feld • semiklassischer Limes • eindimensionale Systeme: harmonischer Oszillator • Tunneleffekt, gebundene und Streuzustände • Drehimpuls und Drehgruppe, Spin • Wasserstoff-Atom • Axiome der Quantenphysik: unitäre Transformationen, Bilder der Zeitentwicklung • Landau-Niveaus, Aharonov-Bohm-Effekt • Näherungsverfahren, zeitunabhängige und zeitabhängige Störungstheorie • Bosonen und Fermionen, Atome und Moleküle • Interpretation: Messprozess, Bellsche Ungleichungen, Dekohärenz • Optional: Grundlagen der Quanteninformationsverarbeitung <u>Literaturempfehlungen:</u>					

	Messiah, Quantenmechanik I und II (de Gruyter) Feynman, Feynman Lectures on Physics Vol 3 (Addison Wesley) Sakurai, Modern Quantum Mechanics (Addison Wesley) Schwabl, Quantenmechanik (Springer)
4	Lehr- und Lernformen Vorlesung mit Übungen
5	Modulvoraussetzungen Formal: Zulassung zum Studium der Physik mit dem Studienziel Bachelor Inhaltlich: Kenntnisse über den Inhalt der Module <i>Analysis I</i>, <i>Mathematik für Studierende der Physik II</i>
6	Form der Modulprüfung/Modulabschlussprüfung Zu Beginn der vorlesungsfreien Zeit findet eine 120 bis 180-minütige Klausur statt, deren Inhalt der Stoff aus Vorlesung und Übungen ist. Zur Teilnahme an der Klausur sind das erfolgreiche Bestehen der Übungen sowie eine Anmeldung erforderlich. Vor Beginn oder am Anfang des Folgesemesters wird eine Wiederholungsklausur angeboten. Die Klausurnote ist die Modulnote. Im Falle von zwei bestandenen Klausuren (vgl. § 20 Absatz 10 Prüfungsordnung) ist die bessere Note die Modulnote.
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Das erfolgreiche Bestehen der Übungen und der Klausur.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) M. Sc. Mathematik; für Wahlbereiche anderer physiknaher B. Sc. oder M. Sc. Studiengänge geeignet.
9	Gesamtnote/Fachnote Das Gewicht der Modulnote für die Gesamtnote beträgt 2/36. Falls die Note dieses Moduls zu den drei schlechtesten Modulnoten aus den Modulen gemäß Abschnitt 1.6. gehört, beträgt das Gewicht für die Gesamtnote 0.
10	Modulbeauftragte/r S. Diehl
11	Sonstige Informationen Version: 24.11.2022 SD, SW, PN

Titel des Moduls: Computerphysik						
Art des Moduls ☐ Basismodul ☐ Aufbaumodul ☐ Ergänzungsmodul				Kurztitel Comp		
Kennnummer	Workload	Leistungs- punkte	Studien- semester	Häufigkeit des Angebots	Beginn des Angebots	Dauer
MN-P-Comp	270 Zeitstd.	9 LP	4. oder 5. Semester	Jedes SoSe	SoSe	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung		Kontaktzeit 56 h 28 h		Selbststudium 96 h 90 h	
2	Ziele des Moduls und zu erwerbende Kompetenzen Die Vorlesung behandelt numerische Methoden zur Lösung physikalischer Probleme. Dabei werden zum einen wesentliche Algorithmen und numerische Verfahren eingeführt und ihre Anwendung auf Fragestellungen der Mechanik, Elektrodynamik, Quantenmechanik und statistischen Physik diskutiert. Zum anderen werden grundlegende Programmiertechniken eingeführt und typischerweise am Beispiel der Programmiersprache Julia konkretisiert und implementiert. Die Studierenden erwerben im Rahmen der Vorlesung umfängliches algorithmisches Wissen und hinreichende Programmiererfahrung, um auch neue Fragestellungen numerisch behandeln zu können. Die Vorlesungen und Übungen vermitteln die benötigten Fachkenntnisse und stellen hohe Ansprüche an das analytische Denkvermögen der Studierenden. Insbesondere soll auch die Fähigkeit entwickelt werden, Probleme algorithmisch zu abstrahieren. Die eigenständige Bearbeitung kleiner Programmierprojekte im Rahmen der Übungen dient neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch der Ausbildung von Problemlösungsstrategien. Zusätzliches Ziel der Übungen sind der Erwerb von Kommunikationsfähigkeit und Präsentationskompetenz – insbesondere im Hinblick auf technisch abstrakte Zusammenhänge. Durch Teamarbeit bei den Übungen und zur Prüfungsvorbereitung lernen die Studierenden, dass im Team die eigenen Stärken eine Hilfe für andere Studierende sein können und die eigenen Schwächen durch die Kompetenzen der anderen Teammitglieder ausgeglichen werden können. Damit schult das Modul auch soziale Kompetenzen wie Teamfähigkeit und Kritikfähigkeit.					
3	Inhalte des Moduls Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit Übungen, die folgende Themen behandelt: • Iterative Verfahren • Numerische Lösung gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen • Numerische Lösung von Gleichungssystemen, Eigenwertprobleme • Zufallszahlen und Monte-Carlo Methoden Parallel dazu werden folgende Aspekte der Programmiertechnik behandelt: • Rechnerstrukturen • Elementare algorithmische Strukturen (Schleifen, Verzweigung, Prozeduren) • Einführung in eine imperative Programmiersprache (typischerweise Julia) • Einführende Aspekte objekt-orientierter Programmiertechniken • Einführende Aspekte paralleler Programmiertechniken <u>Literaturempfehlungen:</u>					

	Einführend: S. Gerlach, Computerphysik, Springer Spektrum T. Pang, An Introduction to Computational Physics, Cambridge University Press Begleitend und weiterführend: Lloyd N. Trefethen and David Bau III, Numerical linear algebra (SIAM) W.H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery, Numerical Recipes in C, Cambridge University Press
4	Lehr- und Lernformen Vorlesung mit Übungen
5	Modulvoraussetzungen Formal: Zulassung zum Studium der Physik mit dem Studienziel Bachelor Inhaltlich: Vorkenntnisse in einer Programmiersprache sind hilfreich, werden aber nicht vorausgesetzt.
6	Form der Modulprüfung/Modulabschlussprüfung Zu Beginn der vorlesungsfreien Zeit findet eine 120 bis 180-minütige Klausur statt, deren Inhalt der Stoff aus Vorlesung und Übungen ist. Zur Teilnahme an der Klausur sind das erfolgreiche Bestehen der Übungen, insbesondere einer größeren selbst zu implementierenden Projektarbeit am Ende des Semesters, sowie eine Anmeldung erforderlich. Vor Beginn oder am Anfang des Folgesemesters wird eine Wiederholungsklausur angeboten. Die Klausurnote ist die Modulnote. Im Falle von zwei bestandenen Klausuren (vgl. § 20 Absatz 10 Prüfungsordnung) ist die bessere Note die Modulnote.
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Das erfolgreiche Bestehen der Übungen und der Klausur.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Für Wahlbereiche anderer physiknaher B. Sc. oder M. Sc. Studiengänge geeignet.
9	Gesamtnote/Fachnote Das Gewicht der Modulnote für die Gesamtnote beträgt 2/36. Falls die Note dieses Moduls zu den drei schlechtesten Modulnoten aus den Modulen gemäß Abschnitt 1.6. gehört, beträgt das Gewicht für die Gesamtnote 0.
10	Modulbeauftragte/r S. Trebst
11	Sonstige Informationen Version: 16.02.2023 SW, PN, ST

Titel des Moduls: Klassische Feldtheorie A						
Art des Moduls ☐ Basismodul ☐ Aufbaumodul ☐ Ergänzungsmodul				Kurztitel TP III A		
Kennnummer	Workload	Leistungs- punkte	Studien- semester	Häufigkeit des Angebots	Beginn des Angebots	Dauer
MN-P-TPIII-A	270 Zeitstd.	9 LP	4. oder 5. Semester	Jedes SoSe	SoSe	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung		Kontaktzeit 56 h 28 h		Selbststudium 96 h 90 h	
2	Ziele des Moduls und zu erwerbende Kompetenzen Verständnis der grundlegenden Konzepte der Feldtheorie und ihrer mathematischen Formulierung. Grundprinzipien physikalischer Theoriebildung: Axiomatik, Symmetrien, Erhaltungssätze. Umgang mit Differentialgleichungen und Integralsätzen als zentrale Werkzeuge zur Beschreibung physikalischer Phänomene. Wichtige Näherungsverfahren zur approximativen Lösung komplexer Probleme. Verständnis der Bedeutung der Feldtheorie für die moderne Physik. Die Vorlesungen und Übungen vermitteln die benötigten Fachkenntnisse und stellen hohe Ansprüche an das analytische Denkvermögen der Studierenden. Insbesondere soll auch die Fähigkeit entwickelt werden, Probleme zu abstrahieren. Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch der Ausbildung von Problemlösungsstrategien. Zusätzliches Ziel ist der Erwerb von Kommunikationsfähigkeit und Präsentationskompetenz. Durch Teamarbeit bei den Übungen und zur Prüfungsvorbereitung lernen die Studierenden, dass im Team die eigenen Stärken eine Hilfe für andere Studierende sein können und die eigenen Schwächen durch die Kompetenzen der anderen Teammitglieder ausgeglichen werden können. Damit schult das Modul auch soziale Kompetenzen wie Teamfähigkeit und Kritikfähigkeit.					
3	Inhalte des Moduls In diesem Modul werden folgende Themen der Klassischen Feldtheorie behandelt: • Historische und begriffliche Einleitung • Spezielle Relativitätstheorie • Die Grundgleichungen des elektromagnetischen Feldes • Elektrostatik und Magnetostatik • Elektromagnetische Wellen • Eichinvarianz der Elektrodynamik • Elektrodynamik kontinuierlicher Medien • Die Grenzen der klassischen Elektrodynamik • Vertiefung: z.B. Feldgleichungen der Gravitation und Gravitationswellen; Hydrodynamik, Solitonen; Quantisierung des Photonfeldes <u>Literaturempfehlungen:</u> T. Fließbach - Elektrodynamik J. Jackson, Klassische Elektrodynamik (Gruyter) L. Landau und E. Lifschitz - Band II: Klassische Feldtheorie					

4	Lehr- und Lernformen Vorlesung mit Übungen
5	Modulvoraussetzungen Formal: Zulassung zum Studium der Physik mit dem Studienziel Bachelor Inhaltlich: Kenntnisse über den Inhalt der Module <i>Mathematik für Studierende der Physik I und II</i>
6	Form der Modulprüfung/Modulabschlussprüfung Zu Beginn der vorlesungsfreien Zeit findet eine 120 bis 180-minütige Klausur statt, deren Inhalt der Stoff aus Vorlesung und Übungen ist. Zur Teilnahme an der Klausur sind das erfolgreiche Bestehen der Übungen sowie eine Anmeldung erforderlich. Vor Beginn oder am Anfang des Folgesemesters wird eine Wiederholungsklausur angeboten. Die Klausurnote ist die Modulnote. Im Falle von zwei bestandenen Klausuren (vgl. § 20 Absatz 10 Prüfungsordnung) ist die bessere Note die Modulnote.
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Das erfolgreiche Bestehen der Übungen und der Klausur.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Für Wahlbereiche anderer physiknaher B. Sc. oder M. Sc. Studiengänge geeignet.
9	Gesamtnote/Fachnote Das Gewicht der Modulnote für die Gesamtnote beträgt 2/36. Falls die Note dieses Moduls zu den drei schlechtesten Modulnoten aus den Modulen gemäß Abschnitt 1.6. gehört, beträgt das Gewicht für die Gesamtnote 0.
10	Modulbeauftragte/r S. Walch-Gassner
11	Sonstige Informationen Version: 24.11.2022 AA, SW, PN

Titel des Moduls: Klassische Feldtheorie B						
Art des Moduls ☐ Basismodul ☐ Aufbaumodul ☐ Ergänzungsmodul				Kurztitel TP III B		
Kennnummer	Workload	Leistungs- punkte	Studien- semester	Häufigkeit des Angebots	Beginn des Angebots	Dauer
MN-P-TPIII-B	180 Zeitstd.	6 LP	4. oder 5. Semester	Jedes SoSe	SoSe	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit		Selbststudium	
	a) Vorlesung		37 h		64 h	
	b) Übung		19 h		60 h	
2	Ziele des Moduls und zu erwerbende Kompetenzen Verständnis der grundlegenden Konzepte der Feldtheorie und ihrer mathematischen Formulierung. Grundprinzipien physikalischer Theoriebildung: Axiomatik, Symmetrien, Erhaltungssätze. Umgang mit Differentialgleichungen und Integralsätzen als zentrale Werkzeuge zur Beschreibung physikalischer Phänomene. Wichtige Näherungsverfahren zur approximativen Lösung komplexer Probleme. Verständnis der Bedeutung der Feldtheorie für die moderne Physik. Die Vorlesungen und Übungen vermitteln die benötigten Fachkenntnisse und stellen hohe Ansprüche an das analytische Denkvermögen der Studierenden. Insbesondere soll auch die Fähigkeit entwickelt werden, Probleme zu abstrahieren. Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch der Ausbildung von Problemlösungsstrategien. Zusätzliches Ziel ist der Erwerb von Kommunikationsfähigkeit und Präsentationskompetenz. Durch Teamarbeit bei den Übungen und zur Prüfungsvorbereitung lernen die Studierenden, dass im Team die eigenen Stärken eine Hilfe für andere Studierende sein können und die eigenen Schwächen durch die Kompetenzen der anderen Teammitglieder ausgeglichen werden können. Damit schult das Modul auch soziale Kompetenzen wie Teamfähigkeit und Kritikfähigkeit.					
3	Inhalte des Moduls In diesem Modul werden folgende Themen der Klassischen Feldtheorie behandelt: • Historische und begriffliche Einleitung • Spezielle Relativitätstheorie • Die Grundgleichungen des elektromagnetischen Feldes • Elektrostatik und Magnetostatik • Elektromagnetische Wellen • Eichinvarianz der Elektrodynamik • Elektrodynamik kontinuierlicher Medien • Die Grenzen der klassischen Elektrodynamik <u>Literaturempfehlungen:</u> T. Fließbach - Elektrodynamik J. Jackson, Klassische Elektrodynamik (Gruyter) L. Landau und E. Lifschitz - Band II: Klassische Feldtheorie					
4	Lehr- und Lernformen Vorlesung mit Übungen					

5	Modulvoraussetzungen Formal: Zulassung zum Studium der Physik mit dem Studienziel Bachelor Inhaltlich: Kenntnisse über den Inhalt der Module <i>Mathematik für Studierende der Physik I und II</i>
6	Form der Modulprüfung/Modulabschlussprüfung Zu Beginn der vorlesungsfreien Zeit findet eine 120 bis 180-minütige Klausur statt, deren Inhalt der Stoff aus Vorlesung und Übungen ist. Zur Teilnahme an der Klausur sind das erfolgreiche Bestehen der Übungen sowie eine Anmeldung erforderlich. Vor Beginn oder am Anfang des Folgesemesters wird eine Wiederholungsklausur angeboten. Die Klausurnote ist die Modulnote. Im Falle von zwei bestandenen Klausuren (vgl. § 20 Absatz 10 Prüfungsordnung) ist die bessere Note die Modulnote.
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Das erfolgreiche Bestehen der Übungen und der Klausur.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Für Wahlbereiche anderer physiknaher B. Sc. oder M. Sc. Studiengänge geeignet.
9	Gesamtnote/Fachnote Das Gewicht der Modulnote für die Gesamtnote beträgt 2/36. Falls die Note dieses Moduls zu den drei schlechtesten Modulnoten aus den Modulen gemäß Abschnitt 1.6. gehört, beträgt das Gewicht für die Gesamtnote 0.
10	Modulbeauftragte/r S. Walch-Gassner
11	Sonstige Informationen Version: 15.11.2022 SW, PN

Titel des Moduls: Statistische Physik						
Art des Moduls ☐ Basismodul ☐ Aufbaumodul ☐ Ergänzungsmodul				Kurztitel TP IV		
Kennnummer	Workload	Leistungs- punkte	Studien- semester	Häufigkeit des Angebots	Beginn des Angebots	Dauer
MN-P-TPIV	270 Zeitstd.	9 LP	5. oder 6. Semester	Jedes WiSe	WiSe	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit		Selbststudium	
	a) Vorlesung		56 h		96 h	
	b) Übung		28 h		90 h	
2	Ziele des Moduls und zu erwerbende Kompetenzen Kenntnis und Beherrschung der Grundbegriffe der statistischen Physik und Thermodynamik sowie deren mathematische Formulierung. Grundprinzipien physikalischer Theoriebildung: Axiomatik, Symmetrien, Erhaltungssätze. Umgang mit Differentialgleichungen und Integralsätzen als zentrale Werkzeuge zur Beschreibung physikalischer Phänomene. Wichtige Näherungsverfahren zur approximativen Lösung komplexer Probleme. Die Vorlesungen und Übungen vermitteln die benötigten Fachkenntnisse und stellen hohe Ansprüche an das analytische Denkvermögen der Studierenden. Insbesondere soll auch die Fähigkeit entwickelt werden, Probleme zu abstrahieren. Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch der Ausbildung von Problemlösungsstrategien. Zusätzliches Ziel ist der Erwerb von Kommunikationsfähigkeit und Präsentationskompetenz. Durch Teamarbeit bei den Übungen und zur Prüfungsvorbereitung lernen die Studierenden, dass im Team die eigenen Stärken eine Hilfe für andere Studierende sein können und die eigenen Schwächen durch die Kompetenzen der anderen Teammitglieder ausgeglichen werden können. Damit schult das Modul auch soziale Kompetenzen wie Teamfähigkeit und Kritikfähigkeit.					
3	Inhalte des Moduls In diesem Modul werden folgende Themen der Statistischen Physik behandelt: 1. Statistische Beschreibung der Natur • Wahrscheinlichkeiten und Verteilungen, Mikro- und Makrozustände • Entropie und thermisches Gleichgewicht • Gleichgewichts-Ensembles und statistische Potentiale • Statistische Begründung der Thermodynamik 2. Thermodynamik • Potentiale, Relationen, Prozesse, Hauptsätze • Phasengleichgewichte 3. Gleichgewicht in wechselwirkungsfreien Systemen • Klassisches ideales Gas • Ideale Quantengase 4. Gleichgewicht in wechselwirkenden Systemen • Molekularfeld-Methode • Ferromagnetische Systeme, Phasenübergänge, kritische Phänomene 5. Optionale Themen: z.B. Einführung in Nichtgleichgewichts-Phänomene und stochastische Prozesse; ungeordnete Systeme					

	<u>Literaturempfehlungen:</u> T. Fließbach, Statistische Physik, Spektrum L. Peliti, Statistical Mechanics in a Nutshell (Princeton UP) F. Reif, Statistische Physik und Theorie der Wärme, de Gruyter, Berlin 1987 H. Callen, Thermodynamics (Wiley) N.G. van Kampen, Statistical Processes in Physics and Chemistry (North Holland)
4	Lehr- und Lernformen Vorlesung mit Übungen
5	Modulvoraussetzungen Formal: Zulassung zum Studium der Physik mit dem Studienziel Bachelor Inhaltlich: Kenntnisse über Wärmelehre aus den Modulen <i>Experimentalphysik I</i> und <i>Praktikum A</i>, Inhalt des Moduls <i>Quantenmechanik</i>
6	Form der Modulprüfung/Modulabschlussprüfung Zu Beginn der vorlesungsfreien Zeit findet eine 120 bis 180-minütige Klausur statt, deren Inhalt der Stoff aus Vorlesung und Übungen ist. Zur Teilnahme an der Klausur sind das erfolgreiche Bestehen der Übungen sowie eine Anmeldung erforderlich. Vor Beginn oder am Anfang des Folgesemesters wird eine Wiederholungsklausur angeboten. Die Klausurnote ist die Modulnote. Im Falle von zwei bestandenen Klausuren (vgl. § 20 Absatz 10 Prüfungsordnung) ist die bessere Note die Modulnote.
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Das erfolgreiche Bestehen der Übungen und der Klausur.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Für Wahlbereiche anderer physiknaher B. Sc. oder M. Sc. Studiengänge geeignet.
9	Gesamtnote/Fachnote Das Gewicht der Modulnote für die Gesamtnote beträgt 2/36. Falls die Note dieses Moduls zu den drei schlechtesten Modulnoten aus den Modulen gemäß Abschnitt 1.6. gehört, beträgt das Gewicht für die Gesamtnote 0.
10	Modulbeauftragte/r J. Berg
11	Sonstige Informationen Version: 28.11.2022 JB, SW, PN

Titel des Moduls: Wahlpflichtfach Physik Astrophysik						
Art des Moduls ☐ Basismodul ☐ Aufbaumodul ☐ Ergänzungsmodul				Kurztitel Astro		
Kennnummer	Workload	Leistungs- punkte	Studien- semester	Häufigkeit des Angebots	Beginn des Angebots	Dauer
MN-P- WPAstro	180 Zeitstd.	6 LP	5. oder 4. Semester	Jedes WiSe	WiSe	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung		Kontaktzeit 42 h 14 h		Selbststudium 76 h 48 h	
2	Ziele des Moduls und zu erwerbende Kompetenzen Beherrschung der wichtigsten Konzepte der Astrophysik. Verständnis der grundlegenden experimentellen Methoden in der Astronomie. Die Studierenden machen sich mit der mathematischen Formulierung physikalischer Phänomene und dem Lösen einfacher physikalischer Probleme vertraut. Anhand grundlegender Experimente soll ein Verständnis elementarer Naturgesetze erworben werden. Die Vorlesungen und Übungen vermitteln die benötigten Fachkenntnisse und stellen hohe Ansprüche an das analytische Denkvermögen der Studierenden. Insbesondere soll auch die Fähigkeit entwickelt werden, Probleme zu abstrahieren. Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch der Ausbildung von Problemlösungsstrategien. Zusätzliche Ziele sind der Erwerb von Kommunikationsfähigkeit und Präsentationskompetenz. Durch Teamarbeit bei den Übungen und zur Prüfungsvorbereitung lernen die Studierenden, dass im Team die eigenen Stärken eine Hilfe für andere Studierende sein können und die eigenen Schwächen durch die Kompetenzen der anderen Teammitglieder ausgeglichen werden können. Damit schult das Modul auch soziale Kompetenzen wie Teamfähigkeit und Kritikfähigkeit.					
3	Inhalte des Moduls Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit Übungen. Es werden die folgenden Themen behandelt: • Teleskope, Koordinatensysteme, Zeitmessung • Keplersche Gesetze, Virialsatz, Strahlungsprozesse und Spektrallinien • Sonnensystem und Exoplaneten • Stellare Astrophysik: Eigenschaften, Innerer Aufbau und Entwicklung von Sternen • Die Milchstraße und externe Galaxien: interstellares Medium, Struktur und Dynamik, Galaxienhaufen • Grundlagen der Kosmologie: Verteilung der Materie im Universum, dunkle Materie, Urknall und Entwicklung, Strukturbildung <u>Literaturempfehlungen:</u> Shu, The Physical Universe (University Science Books, Mill Valley California) Unsöld, Baschek, Der neue Kosmos (Springer Verlag, Berlin) Weigert, Wendker, Wisotzki, Astronomie und Astrophysik (VCH Verlag, Weinheim) Carroll, Ostlie, An Introduction to Modern Astrophysics (Pearson Education Limited)					
4	Lehr- und Lernformen Vorlesung mit Übungen.					

5	Modulvoraussetzungen Formal: Zulassung zum Studium der Physik mit dem Studienziel Bachelor Inhaltlich: Kenntnisse über den Inhalt der Module <i>Experimentalphysik I</i> und <i>II</i> sowie <i>Atomphysik</i> .
6	Form der Modulprüfung/Modulabschlussprüfung Zu Beginn der vorlesungsfreien Zeit findet eine 120 bis 180-minütige Klausur statt, deren Inhalt der Stoff aus Vorlesung und Übungen ist. Zur Teilnahme an der Klausur sind das erfolgreiche Bestehen der Übungen sowie eine Anmeldung erforderlich. Vor Beginn oder am Anfang des Folgesemesters wird eine Wiederholungsklausur angeboten. Die Klausurnote ist die Modulnote. Im Falle von zwei bestandenen Klausuren (vgl. § 20 Absatz 10 Prüfungsordnung) ist die bessere Note die Modulnote.
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Das erfolgreiche Bestehen der Übungen und der Klausur.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Für Wahlbereiche anderer B. Sc. oder M. Sc. Studiengänge geeignet.
9	Gesamtnote/Fachnote Das Gewicht der Modulnote für die Gesamtnote beträgt 2/36.
10	Modulbeauftragte/r P. Schilke
11	Sonstige Informationen Version: 22.02.2023 SW, PN, PS

Titel des Moduls: Wahlpflichtfach Physik Biologische Physik						
Art des Moduls ☐ Basismodul ☐ Aufbaumodul ☐ Ergänzungsmodul				Kurztitel Bio		
Kennnummer	Workload	Leistungs- punkte	Studien- semester	Häufigkeit des Angebots	Beginn des Angebots	Dauer
MN-P-WPBio	180 Zeitstd.	6 LP	5. oder 4. Semester	Jedes WiSe	WiSe	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit		Selbststudium	
	a) Vorlesung		42 h		76 h	
	b) Übung		14 h		48 h	
2	Ziele des Moduls und zu erwerbende Kompetenzen Beherrschung der wichtigsten Konzepte der Biologischen Physik. Verständnis der grundlegenden experimentellen Methoden in der Biologischen Physik. Die Studierenden machen sich mit der mathematischen Formulierung physikalischer Phänomene und dem Lösen einfacher physikalischer Probleme vertraut. Anhand grundlegender Experimente soll ein Verständnis elementarer Naturgesetze erworben werden. Die Vorlesungen und Übungen vermitteln die benötigten Fachkenntnisse und stellen hohe Ansprüche an das analytische Denkvermögen der Studierenden. Insbesondere soll auch die Fähigkeit entwickelt werden, Probleme zu abstrahieren. Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch der Ausbildung von Problemlösungsstrategien. Zusätzliche Ziele sind der Erwerb von Kommunikationsfähigkeit und Präsentationskompetenz. Durch Teamarbeit bei den Übungen und zur Prüfungsvorbereitung lernen die Studierenden, dass im Team die eigenen Stärken eine Hilfe für andere Studierende sein können und die eigenen Schwächen durch die Kompetenzen der anderen Teammitglieder ausgeglichen werden können. Damit schult das Modul auch soziale Kompetenzen wie Teamfähigkeit und Kritikfähigkeit.					
3	Inhalte des Moduls Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit Übungen. Konzepte aus der Statistischen Physik, der Mechanik, sowie der Elektrodynamik werden angewandt, um zu verstehen, wie physikalische Prinzipien lebende Systeme steuern. Lebende Systeme befinden sich weit außerhalb des thermodynamischen Gleichgewichts. Die Vorlesung baut auf Methoden aus der Gleichgewichts-Thermodynamik auf und vermittelt die Erweiterung auf Methoden jenseits des Gleichgewichts. Es werden die folgenden Themen behandelt: • Einführung in die molekulare Zellbiologie • Physikalische Methoden in der Biologie Im thermodynamischen Gleichgewicht: • Struktur von Biomolekülen mittels <i>Random walk</i> und freien Energielandschaften • Mechanische und elektrische Eigenschaften von Molekülen und Zellen Außerhalb des thermodynamischen Gleichgewichts: • Ungerichtete und gerichtete Diffusion • Chemische Ratengleichungen und Dynamik von Zellen • Molekulare Motoren • Nervenleitung					

	Experimentelle Evolution <u>Literaturempfehlungen:</u> Skript zur Vorlesung Phillips, R., Kondev, J., Theriot, J., H. Garcia, Physical Biology of the Cell, Garland Science, New York, 2013 Nelson, P., Biological Physics: Energy, Information, Life, Freeman, New York, 2004
4	Lehr- und Lernformen Vorlesung mit Übungen.
5	Modulvoraussetzungen Formal: Zulassung zum Studium der Physik mit dem Studienziel Bachelor Inhaltlich: Kenntnisse über den Inhalt der Module <i>Experimentalphysik I</i> und <i>II</i> sowie <i>Atomphysik</i> . Es wird empfohlen, das Modul <i>Theoretische Physik IV (Statistische Physik)</i> parallel zu hören.
6	Form der Modulprüfung/Modulabschlussprüfung Zu Beginn der vorlesungsfreien Zeit findet eine 120 bis 180-minütige Klausur statt, deren Inhalt der Stoff aus Vorlesung und Übungen ist. Zur Teilnahme an der Klausur sind das erfolgreiche Bestehen der Übungen sowie eine Anmeldung erforderlich. Vor Beginn oder am Anfang des Folgesemesters wird eine Wiederholungsklausur angeboten. Die Klausurnote ist die Modulnote. Im Falle von zwei bestandenen Klausuren (vgl. § 20 Absatz 10 Prüfungsordnung) ist die bessere Note die Modulnote.
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Das erfolgreiche Bestehen der Übungen und der Klausur.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Für Wahlbereiche anderer B. Sc. oder M. Sc. Studiengänge geeignet.
9	Gesamtnote/Fachnote Das Gewicht der Modulnote für die Gesamtnote beträgt 2/36.
10	Modulbeauftragte/r B. Maier
11	Sonstige Informationen Version: 20.12.2022 BM, SW, PN

Titel des Moduls: Wahlpflichtfach Mathematik						
Art des Moduls ☐ Basismodul ☐ Aufbaumodul ☐ Ergänzungsmodul				Kurztitel WF Mathe		
Kennnummer	Workload	Leistungs- punkte	Studien- semester	Häufigkeit des Angebots	Beginn des Angebots	Dauer
MN-P- WFMathe	270 Zeitstd.	9 LP	3., 4. oder 5. Semester	Jedes Semester	Jedes Semester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit		Selbststudium	
	a) Vorlesung		56 h		112 h	
	b) Übung		28 h		56 h	
	c) Prüfungsvorbereitung		--		18 h	
2	Ziele des Moduls und zu erwerbende Kompetenzen Kenntnis von grundlegenden Konzepten und Methoden eines weiteren Gebiets der Mathematik, Verständnis der entsprechenden mathematischen Sätze und ausgewählter Anwendungen. In Vorlesungen und Übungen werden neben den Fachkenntnissen auch Fähigkeiten zum Einordnen, Erkennen, Formulieren und Lösen von Problemen vermittelt und konzeptionelles, analytisches und logisches Denken wird trainiert. Die Übungen dienen neben der Vertiefung des Vorlesungsstoffs auch dem Erwerb von Kommunikationsfähigkeit und Präsentationskompetenz.					
3	Inhalte des Moduls Für den Wahlpflichtbereich Mathematik wird eines der unten aufgeführten Module (Vorlesung mit Übungen) im Umfang von 9 LP aus dem B.Sc. Mathematik belegt. Die jeweiligen Modulinhalt und Literaturempfehlungen können dem Modulhandbuch des B.Sc. Mathematik entnommen werden. Es können gewählt werden - im Wintersemester: Analysis III, Einführung in die Stochastik sowie Elementare Differentialgeometrie. - im Sommersemester: Analysis II, Funktionentheorie sowie Numerische Mathematik Weitere Module können auf der Webseite des Departments Physik aufgelistet sein.					
4	Lehr- und Lernformen Vorlesung mit Übungen					
5	Modulvoraussetzungen Formal: Zulassung zum Studium der Physik mit dem Studienziel Bachelor Inhaltlich: Kenntnisse über den Inhalt der Module <i>Mathematik für Studierende der Physik I & II</i> sowie <i>Analysis I</i> .					
6	Form der Modulprüfung/Modulabschlussprüfung Zu Beginn der vorlesungsfreien Zeit findet eine 120 bis 180-minütige Klausur statt, deren Inhalt der Stoff aus Vorlesung und Übungen ist. Zur Teilnahme an der Klausur sind das erfolgreiche Bestehen der Übungen sowie eine Anmeldung erforderlich. Vor Beginn oder am Anfang des Folgesemesters wird eine Wiederholungsklausur angeboten.					

	Die Klausurnote ist die Modulnote.
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Das erfolgreiche Bestehen der Übungen und der Klausur.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Import aus dem B.Sc. Mathematik.
9	Gesamtnote/Fachnote Das Gewicht der Modulnote für die Gesamtnote beträgt 2/36. Falls die Note dieses Moduls zu den drei schlechtesten Modulnoten aus den Modulen gemäß Abschnitt 1.6. gehört, beträgt das Gewicht für die Gesamtnote 0.
10	Modulbeauftragte/r A. Altland (für die Kooperation mit den Modulbeauftragten des B.Sc. Mathematik)
11	Sonstige Informationen Version: 07.03.2023 SW, PN

2.3 Schwerpunktmodule

Entfällt

2.4 Ergänzungsmodule

Im Wahlbereich und auch im Studium Integrale können zusätzliche Kenntnisse benachbarter Disziplinen erworben werden. Im Wahlbereich werden dazu geeignete Veranstaltungen und Module der Mathematisch Naturwissenschaftlichen Fakultät belegt, Veranstaltungen zum Studium Integrale können aus allen Fächern der Universität zu Köln gewählt werden.

Titel des Moduls: Wahlbereich						
Art des Moduls ☐ Basismodul ☐ Aufbaumodul ☐ Ergänzungsmodul				Kurztitel Wahlbereich		
Kennnummer	Workload	Leistungs- punkte	Studien- semester	Häufigkeit des Angebots	Beginn des Angebots	Dauer
MN-P-WaBa-A bzw. MN-P-WaBa-B	270 Zeitstd. 360 Zeitstd.	9 LP 12 LP	Je nach Wahl: 1. bis 6. Semester	Jedes Semester	Jedes Semester	Je nach Wahl: 1 bis 2 Semester
1	Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Seminar c) Übung d) Praktikum		Kontaktzeit Abhängig von der individuellen Wahl		Selbststudium Abhängig von der individuellen Wahl	
2	Ziele des Moduls und zu erwerbende Kompetenzen Vermittlung von Grundlagenwissen in mindestens einem weiteren naturwissenschaftlichen Fach. Der Wahlbereich bietet Raum für individuelle Profilbildung und fachliche Ergänzung gemäß den Interessen der Studierenden.					
3	Inhalte des Moduls Im Rahmen des Wahlbereichs erbringen die Studierenden 9 LP (Variante A) oder 12 LP (Variante B) – je nachdem welches der Module <i>Klassische Feldtheorie A</i> oder <i>Klassische Feldtheorie B</i> gewählt wird. Der Wahlbereich kann sich aus mehreren Modulen bzw. Veranstaltungen zusammensetzen, wobei der Gesamtumfang mindestens 9 bzw. 12 LP umfassen muss. In der Regel wird in der Variante A ein Modul mit 9 LP gewählt, in der Variante B werden zwei Module zu 6 LP belegt. Die Studierenden können für den Wahlbereich aus geeigneten Lehrveranstaltungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät wählen ausgenommen schon belegter Veranstaltungen, Pflichtmodule des eigenen Studiengangs sowie Lehrveranstaltungen des eigenen Fachs, die ausschließlich für Studierende anderer Studiengänge konzipiert sind. Aus der Mathematik sind die thematisch überschneidenden Module <i>Analysis I</i> , <i>Lineare Algebra I</i> und <i>II</i> , sowie das im Rahmen des <i>Wahlpflichtfachs Mathematik</i> belegte Modul ausgeschlossen. Generell werden einführende Veranstaltungen in den benachbarten Fächern empfohlen.					

	Insbesondere kann das nicht als Wahlpflichtfach Physik belegte Modul <i>Astrophysik</i> oder <i>Biologische Physik</i> in den Wahlbereich eingebracht werden. Die jeweiligen Inhalte und Literaturempfehlungen ergeben sich aus den Modulbeschreibungen der gewählten Module bzw. Veranstaltungen. Wählbare Module bzw. Veranstaltungen sind zum Beispiel: • Mit 9 LP: Biologie I/A (Molekulare Grundlagen der Biochemie/Zellbiologie), Biologie II/A (Evolution, Entwicklung und Systematik der Tiere), Biologie I/B (Genetik), Biologie II/B (Evolution, Entwicklung und Systematik der Pflanzen), Biologie III/A (Biochemie), Biologie III/B (Physiologie); Allgemeine Chemie für Studierende der Naturwissenschaften (= Chemie für Studierende der Physik), Physikalische Chemie I; Einführung in die Erd- und Klimaphysik I, Schwerpunktmodule aus dem B.Sc. Geophysik und Meteorologie (z.B. Geophysik des Erdkörpers oder Geophysikalische Fluidodynamik: Ozeane, Atmosphäre und Weltraum); Algebra, Funktionentheorie, Gewöhnliche DGL, Elementare Differentialgeometrie, Numerische Mathematik, Einführung in die Stochastik; Informatik I, Informatik II. • Mit 6 LP: Organische Chemie I, Theoretische Chemie; Numerische Methoden: Zeitreihenanalyse und Statistik, Einführung in die Erd- & Klimaphysik II; Algorithmische Mathematik und Programmieren, Schwerpunktseminare der Mathematik; Astrophysik bzw. Biologische Physik. • Mit 3 LP: für Nebenfach freigegebene Vorlesungen der Basis- und AufbauModule des B.Sc. Geowissenschaften (z.B. Allgemeine Geologie oder Evolution und Struktur der Biosphäre). Für die Wahlmöglichkeiten aus der Mathematik und der Physik gelten dabei die oben beschriebenen Einschränkungen. Weitere Möglichkeiten finden sich auch auf der entsprechenden Webseite des B.Sc. Physik.
4	Lehr- und Lernformen Die Organisation der wählbaren Module erfolgt durch die jeweiligen Fachbereiche.
5	Modulvoraussetzungen Siehe entsprechende Modulbeschreibungen der jeweiligen Fachbereiche
6	Form der Modulprüfung/Modulabschlussprüfung Siehe entsprechende Modulbeschreibungen der jeweiligen Fachbereiche Bei importierten Modulen gelten die Regeln des jeweiligen Departments. Das nicht bestandene Modul kann einmal durch eine andere Auswahl an Veranstaltungen kompensiert werden. Wird der Wahlbereich mit nur einer Veranstaltung bzw. einem Modul erfüllt, so ist die Prüfungsnote die Modulnote. Besteht der Wahlbereich aus mehreren Veranstaltungen, so ergibt sich die Modulnote aus dem gewichteten arithmetischen Mittel der Einzelnoten. Gemäß § 6 Absatz 7 der Prüfungsordnung kann sich die Modulprüfung in der Variante A (9 LP) aus maximal 2 Prüfungselementen zusammensetzen, in der Variante B (12 LP) aus maximal 3 Prüfungselementen.
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Siehe entsprechende Modulbeschreibungen der jeweiligen Fachbereiche
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Siehe entsprechende Modulbeschreibungen der jeweiligen Fachbereiche
9	Gesamtnote/Fachnote Das Gewicht der Modulnote für die Gesamtnote beträgt 2/36. Falls die Note dieses Moduls zu den drei schlechtesten Modulnoten aus den Modulen gemäß Abschnitt 1.6. gehört, beträgt das Gewicht für die Gesamtnote 0.

10	Modulbeauftragte/r Der bzw. die Prüfungsausschussvorsitzende
11	Sonstige Informationen Version: 01.03.2023 SW, PN

Titel des Moduls: Studium Integrale						
Art des Moduls - o Basismodul - o Aufbaumodul - o Ergänzungsmodul				Kurztitel SI		
Kennnummer	Workload	Leistungs- punkte	Studien- semester	Häufigkeit des Angebots	Beginn des Angebots	Dauer
MN-P-SI	360 Zeitstd.	12 LP	1. bis 6. Semester	Jedes Semester	Jedes Semester	Abhängig von der speziellen Wahl
1	Lehrveranstaltungen Abhängig von der individuellen Wahl der Studierenden		Kontaktzeit s. Lehrveranstaltungen		Selbststudium s. Lehrveranstaltungen	
2	Ziele des Moduls und zu erwerbende Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls ... • hat der/die Studierende seine individuelle Kreativität und sein wissenschaftliches Urteilsvermögen über die eigentlichen Fachgrenzen hinaus weiterentwickelt und durch die Auseinandersetzung mit fächerübergreifenden Themen, Forschungsansätzen, Lösungskonzepten und Theorien berufsbefähigende Kompetenzen erworben, die für die Integration von Wissenschaft, Forschung und Anwendung über die Grenzen der Fachdisziplinen hinweg von besonderer Bedeutung sind. • besitzt der/die Studierende durch die Auseinandersetzung mit Fachinhalten, methodischen Ansätzen und Theorien anderer Fächer das erforderliche Problembewusstsein für innovative und integrative Lösungsansätze. Im Rahmen eines fakultativen Berufspraktikums sollen die kommunikativen Fähigkeiten sowie die Präsentationstechniken der Studierenden ausgebildet oder gestärkt werden. Die Studierenden erwerben oder vertiefen darüber hinaus weitere Kompetenzen wie Eigeninitiative und Selbstreflexion.					
3	Inhalte des Moduls Neben der Bildung fachübergreifender Kompetenzen bietet das Studium Integrale Raum für die individuelle Profilbildung und fachliche Ergänzung. Diese kann sowohl im ergänzenden Studium fachbezogener und fachnaher Lehrinhalte als auch im Erwerb allgemeiner fachübergreifender Kompetenzen (z.B. EDV-Kenntnisse, Präsentations- und Schreibkompetenzen, Informationsbeschaffung, Vermittlungskompetenzen, Kommunikations- und Organisationskompetenzen sowie Erweiterung/Erwerb von Fremdsprachenkenntnissen) liegen. Prinzipiell kann der/die Studierende die Teilmodule für die insgesamt zu erbringenden 12 Leistungspunkte frei aus dem Angebot der gesamten Universität wählen (ausgenommen: Module aus dem Pflicht- und Wahlpflichtbereich Physik des eigenen Studiengangs bzw. anderweitige Module, deren Inhalte durch den eigenen Studiengang abgedeckt werden). Weitere Informationen finden sich auf den Webseiten der Universität zu Köln: https://portal.uni-koeln.de/studium-lehre/studierende/studium-integrale-extracurriculare-angebote Im Rahmen eines Berufspraktikums, das mit bis zu 6 Leistungspunkten angerechnet werden kann, sollen die Studierenden insbesondere praktische Erfahrungen in betrieblichen Umgebungen und industriellen Arbeitsabläufen erwerben.					
4	Lehr- und Lernformen					

	Von der individuellen Wahl abhängig.
5	Modulvoraussetzungen Formal: Einschreibung in den Studiengang B.Sc. Physik. Inhaltlich: Von der individuellen Wahl der Studierenden abhängig. Einzelheiten zu den Anmeldemodalitäten und sonstige Voraussetzungen sind den jeweiligen Veranstaltungsankündigungen zu entnehmen.
6	Form der Modulprüfung/Modulabschlussprüfung Von der individuellen Wahl der Studierenden abhängig. Angaben zu den in den einzelnen Teilmodulen vorgesehenen Prüfungsformen finden sich in den entsprechenden Modulbeschreibungen der jeweiligen Fachbereiche bzw. Fakultäten.
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Insgesamt müssen mindestens 12 Leistungspunkte nachgewiesen werden. Die Leistungspunkte für ein Berufspraktikum werden zuerkannt, wenn die Studierenden einen Praktikumsbericht gemäß § 12 Absatz 3 d) der Prüfungsordnung einreichen (mit Bescheinigung der das Praktikum bereitstellenden Einrichtung).
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Das Studium Integrale ist Bestandteil des Wahlpflichtbereichs zahlreicher Studiengänge der Universität zu Köln.
9	Gesamtnote/Fachnote Das Studium Integrale wird nicht benotet.
10	Modulbeauftragte/r Der bzw. die Prüfungsausschussvorsitzende
11	Sonstige Informationen Version: 19.05.2025 SW, PN

2.5 Bachelorarbeit

Zum Abschluss des Bachelorstudiums folgt die Bachelorarbeit, in der ein begrenztes Problems der Physik nach wissenschaftlichen Methoden selbstständig bearbeitet wird, und wissenschaftlich schriftlich und mündlich (Kolloquium) dargestellt wird.

Titel des Moduls: Bachelorarbeit						
Art des Moduls				Kurztitel		
Bachelorarbeit				Arbeit		
Kennnummer	Workload	Leistungs- punkte	Studien- semester	Häufigkeit des Angebots	Beginn des Angebots	Dauer
MN-P-Bac	360 Zeitstd.	12 LP	6. Semester	Kontinuierlich, das Modul ist nicht an Vor- lesungszeiten gebunden.	Kontinuierlich, das Modul ist nicht an Vor- lesungszeiten gebunden.	12 Wochen
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit		Selbststudium	
	a) Bachelorarbeit		Abhängig von der speziellen Themenwahl		Abhängig von der speziellen Themenwahl	
	b) Kolloquium		1 h		24 h	
2	Ziele des Moduls und zu erwerbende Kompetenzen Die Studierenden sollen in diesem Modul lernen ein begrenztes Problem der Physik nach wissenschaftlichen Methoden selbständig zu bearbeiten. Die Bearbeitung umfasst auch die wissenschaftliche Darstellung im Rahmen einer schriftlichen Arbeit sowie eines Vortrags im Kolloquium. Dabei erwerben die Studierenden neben vertieften Fachkenntnissen auch fachübergreifende Kompetenzen wie wissenschaftliche Argumentation, das Verfassen eines wissenschaftlichen Textes sowie die Vermittlung der eigenen Erkenntnisse in einem Vortrag. Durch die begrenzte Bearbeitungszeit trainieren die Studierenden zusätzlich ihr Zeitmanagement.					
3	Inhalte des Moduls Das Modul besteht aus der Bachelorarbeit mit Kolloquium. Die Bachelorarbeit behandelt ein eigenständig zu bearbeitendes begrenztes Thema der Physik, welches abschließend in einer 50 Seiten (DIN A4, Schriftgröße 12 pt, Zeilenabstand 1,5) nicht überschreitenden Ausarbeitung dokumentiert sowie in einem Kolloquium mündlich vorgetragen wird. Die Bachelorarbeit und/oder das Kolloquium können in englischer Sprache verfasst bzw. abgehalten werden. <u>Literaturempfehlungen:</u> Die Literatur ist vom individuellen Thema der Arbeit abhängig und wird zu Beginn des Moduls von dem jeweiligen Betreuer bzw. der jeweiligen Betreuerin genannt.					
4	Lehr- und Lernformen Projekt					
5	Modulvoraussetzungen Formal: Vor der Ausgabe des Themas der Bachelorarbeit sollen mindestens 148 LP erworben worden sein. Ausnahmen regelt der Prüfungsausschuss.					

	Inhaltlich: Kenntnis der Inhalte der im Studienplan in den ersten fünf Semestern vorgesehenen Veranstaltungen.
6	Form der Modulprüfung/Modulabschlussprüfung Die Bachelorarbeit und das Kolloquium werden von zwei Gutachtenden bewertet. Die Note dieses Moduls ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel der Bewertungen der schriftlichen Bachelorarbeit und des Kolloquiums mit den Gewichten 3 zu 1. In Ausnahmefällen, die in der Prüfungsordnung geregelt sind, wird zur Bewertung der Bachelorarbeit ein drittes Gutachten beauftragt. Am Tag des Kolloquiums muss das Gutachten bzw. müssen die Gutachten zur Bachelorarbeit vorliegen. Die Benotung des Kolloquiums erfolgt am Tag des Kolloquiums. Eine nicht bestandene Bachelorarbeit kann einmal wiederholt werden.
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Das erfolgreiche Bestehen der Bachelorarbeit und des Kolloquiums.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Entfällt.
9	Gesamtnote/Fachnote Das Gewicht der Modulnote für die Gesamtnote beträgt 4/36.
10	Modulbeauftragte/r Der bzw. die Prüfungsausschussvorsitzende
11	Sonstige Informationen Version: 01.03.2023 SW, PN

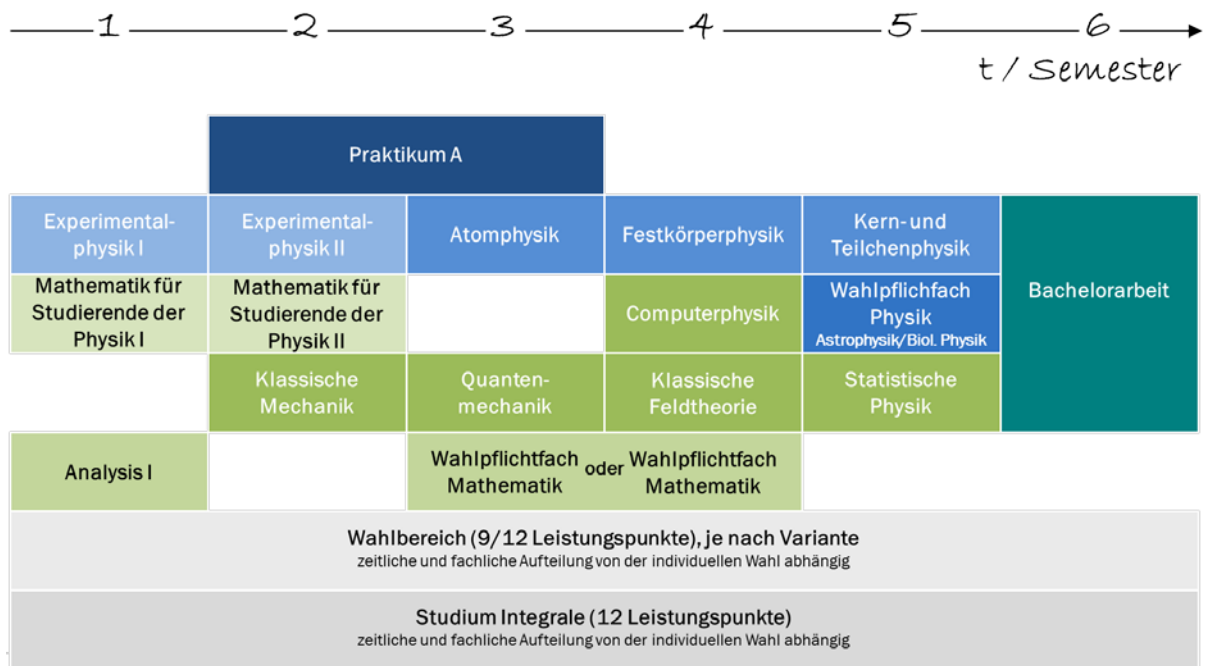
3 Studienhilfen

3.1 Musterstudienplan

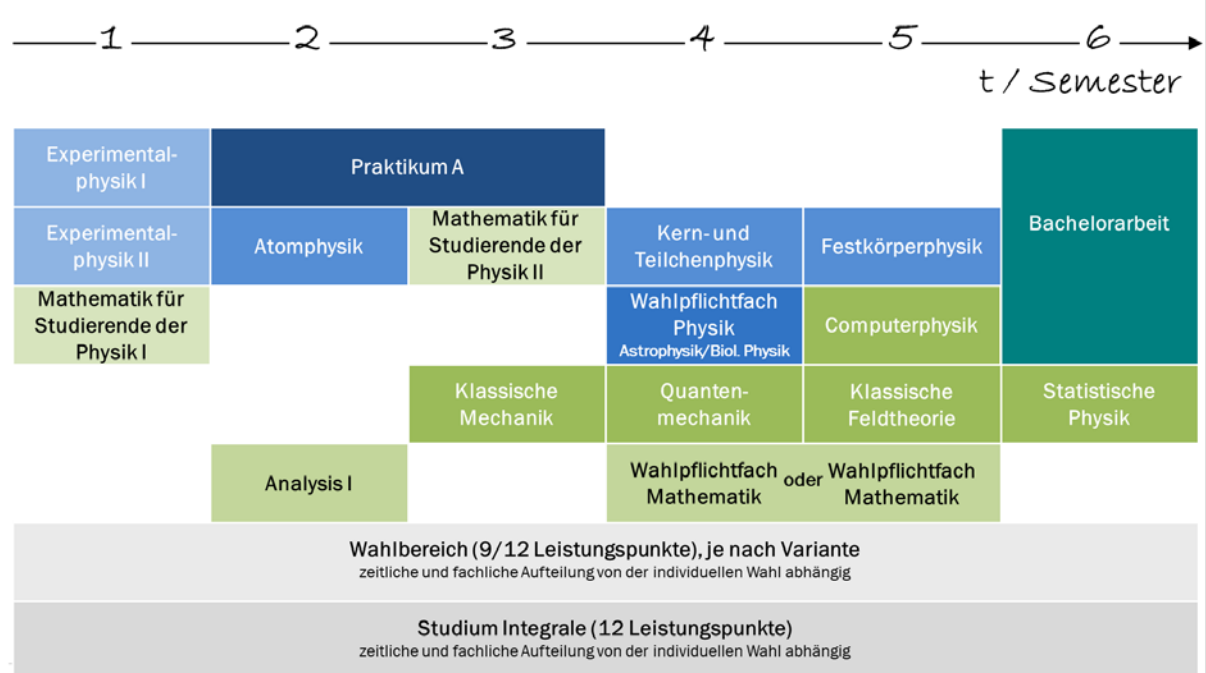
Die folgenden Musterstudienpläne entsprechen der Empfehlung der Fachgruppe Physik. Die Pläne sind auf den Studienstart zum Wintersemester und den Studienstart zum Sommersemester zugeschnitten. Selbstverständlich kann, unter Beachtung der jeweiligen Modulvoraussetzungen, auch eine andere Reihenfolge der Module gewählt werden. In diesem Fall wird aber dringend empfohlen, diese individuelle Wahl im Rahmen der Studienberatung zu besprechen.

Insbesondere sind die Zeitfenster für die Module Wahlbereich und die Veranstaltungen zum Studium Integrale flexibel. In Abhängigkeit von der individuellen Wahl wird empfohlen, diese Veranstaltungen frühzeitig in den Studienablaufplan einzuplanen, da viele in Betracht kommende Veranstaltungen nicht jedes Semester angeboten werden.

Studienverlaufsplan für den Studienbeginn im **Wintersemester**:



Studienverlaufsplan für den Studienbeginn im Sommersemester:



Zusätzlich zu den Modulen im hier gezeigten Plan bietet die Fachgruppe Physik einen Vorkurs sowohl vor dem Wintersemester als auch vor dem Sommersemester an. Der Vorkurs dient insbesondere zum Auffrischen beziehungsweise Angleichen der Schulkenntnisse in Mathematik. Weiterhin dient er aber auch sozialen Aspekten, wie das Eingewöhnen in das neue Universitätsumfeld oder das Bilden von Arbeits- und Lerngruppen mit anderen Studierenden.

Die Termine des Vorkurses werden rechtzeitig auf den Webseiten bekannt gegeben. Die Teilnahme wird eindringlich empfohlen.

3.2 Fach- und Prüfungsberatung

Rechtsverbindliche Auskünfte zu Prüfungsvoraussetzungen und Prüfungsleistungen erteilen die oder der Vorsitzende des Prüfungsausschusses sowie die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Prüfungsamtes Physik.

Die Fachstudienberatung wird von den Fachstudienberaterinnen beziehungsweise Fachstudienberater des Departments Physik während der Sprechzeiten durchgeführt. Die Sprechzeiten werden auf den Webseiten des Departments Physik veröffentlicht. Eine individuelle Studienberatung wird empfohlen. Angesprochen sind hier Schülerinnen und Schüler, die ein Physikstudium in Betracht ziehen, Studierende, die ihr Studium aufnehmen, sowie Studierende, die sich bereits im Studium befinden.

3.3 Weitere Informations- und Beratungsangebote

Für Studierende, die sich für ein Auslandsstudium interessieren, steht neben den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des International Office der Universität zu Köln auch der ERASMUS-Beauftragte des Departments Physik (verantwortlich Professor Bocquillon) zur Verfügung.

Die von den Studierenden gewählten Vertrauensdozentinnen und –dozenten fungieren als Mediatoren bei Konflikten zwischen Studierenden und Lehrenden beziehungsweise mit Lehraufgaben befassten Personen, Prüfungsausschüssen, dem Prüfungsamt oder anderen Studierenden. Sie sind erste Ansprechpersonen und vermitteln ratsuchende Studierende bei Bedarf an geeignete Beratungsstellen. Sie werden jedes Jahr neu gewählt, eine Wiederwahl ist möglich. Die amtierenden Vertrauensdozentinnen und –dozenten werden auf der Webseite des Departments Physik bekannt gegeben.

Zusätzlich bieten engagierte Studierende im Rahmen der Fachschaftsarbeit umfangreiche Hilfestellung speziell für Studierende an. Dies umfasst zum Beispiel Orientierungseinheiten zu Beginn des Studiums, aber auch Beratungstätigkeiten während des Studiums. Die Fachschaft organisiert außerdem Tutorien zu allen Anfangsmodulen, an denen die Studierenden auf freiwilliger Basis teilnehmen können.

Fachübergreifend steht den Studierenden ein reichhaltiges Beratungsangebot an der Universität zu Köln zur Verfügung. Die wichtigsten Beratungsstellen sind in der untenstehenden Tabelle zusammengefasst.

Beratungsangebot der Universität zu Köln	
Zentrale Studienberatung https://verwaltung.uni-koeln.de/abteilung21/content/	Allgemeine Fragen zu Studium, Fächerwahl etc.
Studierendensekretariat https://verwaltung.uni-koeln.de/studsek/content/	Fragen zur Einschreibung, Rückmeldung etc.
Kölner Studierendenwerk https://www.kstw.de/	Soziale Aspekte im Zusammenhang mit dem Studium
ASTA https://www.asta.uni-koeln.de/	Studentische Interessensvertretung
Beauftragte für Studierende mit Behinderung oder chronischer Erkrankung (Service Zentrum Inklusion) https://inklusion.uni-koeln.de/beauftragte_fuer_studierende_mit_behinderung_oder_chronischer_erkrankung/index_ger.html	Studieren mit Behinderung oder chronischer Erkrankung
International Office https://portal.uni-koeln.de/international/redirectseiten/international-office	Studieren im Ausland, Unterstützung internationaler Studierender
Zentrale Gleichstellungsbeauftragte https://www.gb.uni-koeln.de/	Vereinbarkeit von Familie und Studium, Sexualisierte Diskriminierung