UNIVERSITÄT PADERBORN
Die Universität der Informationsgesellschaft

AMTLICHE MITTEILUNGEN

VERKÜNDUNGSBLATT DER UNIVERSITÄT PADERBORN AM.UNI.PB

AUSGABE 12.24 VOM 11. APRIL 2024

BESONDERE BESTIMMUNGEN DER PRÜFUNGSORDNUNG FÜR DEN BACHELORSTUDIENGANG PHYSIK DER FAKULTÄT FÜR NATURWISSENSCHAFTEN AN DER UNIVERSITÄT PADERBORN

VOM 11. APRIL 2024

HERAUSGEBER: PRÄSIDIUM DER UNIVERSITÄT PADERBORN

Besondere Bestimmungen der Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang Physik der Fakultät für Naturwissenschaften an der Universität Paderborn

vom 11. April 2024

Aufgrund des § 2 Absatz 4 und des § 64 Absatz 1 des Gesetzes über die Hochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen (Hochschulgesetz – HG) vom 16. September 2014 (GV.NRW. S. 547), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 5. Dezember 2023 (GV. NRW. S. 1278), hat die Universität Paderborn folgende Ordnung erlassen:

Inhaltsverzeichnis

§ 31 Allgemeine und Besondere Bestimmungen 3
§ 32 Erwerb von Kompetenzen und Sprachenregelung 3
§ 33 Akademischer Grad 3
§ 34 Studienbeginn 3
§ 35 Zugangsvoraussetzungen 3
§ 36 Gliederung, Studieninhalte, Module 4
§ 37 Prüfende 5
§ 38 Teilnahmevoraussetzungen, Zulassung, Meldung und Abmeldung 5
§ 39 Leistungen in den Modulen 6
§ 40 Bachelorarbeit und weitere Abschlussleistungen 7
§ 41 Zusatzleistungen 8
§ 42 Gesamtnote 8
§ 43 Wiederholung und Kompensation von Prüfungsleistungen, Abwahl von Modulen 8
§ 44 Übergangsbestimmungen 8
§ 45 Inkrafttreten und Veröffentlichung 9
Anhang 1: Studienverlaufsplan 10
Anhang 2: Modulbeschreibungen 16

§ 31
Allgemeine und Besondere Bestimmungen

Diese Besonderen Bestimmungen gelten in Verbindung mit den Allgemeinen Bestimmungen der Prüfungsordnungen der Bachelorstudiengänge der Fakultät für Naturwissenschaften an der Universität Paderborn in der jeweils geltenden Fassung (Allgemeine Bestimmungen). Für einen sachgerechten Aufbau des Studiums befindet sich im Anhang ein Studienverlaufsplan. Einzelheiten zu den Modulen können den Modulbeschreibungen im Anhang entnommen werden, die Teil dieser Besonderen Bestimmungen sind.

§ 32
Erwerb von Kompetenzen und Sprachenregelung

(1) Der Bachelorabschluss bildet einen ersten berufsqualifizierenden Abschluss des Studiums der Physik. Das Studium vermittelt den Studierenden neben den allgemeinen Studienzielen des § 58 Abs. 1 HG insbesondere die Fähigkeit, physikalische und teilweise auch übergreifende Probleme, die zielorientiertes und logisch fundiertes Herangehen erfordern, auf der Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse selbstständig einzuordnen und durch den Einsatz naturwissenschaftlicher, mathematischer und informationstechnologischer Methoden zu analysieren bzw. zu lösen. Daneben erwerben die Studierenden Grundkompetenzen in Schlüsselqualifikationen (z. B. Zeitmanagement, Lern- und Arbeitstechniken, Teamfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit, Fremdsprachen, Regeln guter wissenschaftlicher Praxis) sowie die Fähigkeit, diese Qualifikationen weiter auszubauen.

(2) Bachelorstudium und Bachelorprüfung finden überwiegend in deutscher Sprache statt. Module in englischer Sprache sind in den Modulbeschreibungen ausgewiesen.

§ 33
Akademischer Grad

Aufgrund des erfolgreichen Abschlusses des Bachelorstudiums wird der akademische Grad „Bachelor of Science“ (B.Sc.) verliehen.

§ 34
Studienbeginn

Das Studium kann zum Wintersemester oder Sommersemester aufgenommen werden. Der Studienbeginn zum Wintersemester wird empfohlen.

§ 35
Zugangsvoraussetzungen

(1) Es gibt keine weiteren Zugangsvoraussetzungen gemäß § 5 Absatz 2 der Allgemeinen Bestimmungen.

(2) Für den Fall, dass die Studienbewerberin bzw. der Studienbewerber in dem bisherigen Studiengang an einer Hochschule im Geltungsbereich des Grundgesetzes eine nach der Prüfungsordnung erforderliche Prüfung endgültig nicht bestanden hat und der bisherige Studiengang eine erhebliche inhaltliche Nähe zu dem Bachelorstudiengang Physik aufweist, wird die Einschreibung unter den Voraussetzungen des § 5 Absatz 3 der Allgemeinen Bestimmungen versagt.

(3) Das Curriculum des Bachelorstudiengangs Physik sieht je nach gewählter Studienvariante Sprachkurse in Englisch oder in Französisch auf dem Niveau B2 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens vor. Hierfür wird empfohlen, bereits zu Beginn des Studiums entsprechende Vorkenntnisse mindestens auf dem Niveau B1 zu besitzen. Fehlende Vorkenntnisse können bei Bedarf studienbegleitend durch vorbereitende Sprachkurse in Form von Zusatzmodulen gemäß § 20 erworben werden; die damit verbundenen Prüfungsleistungen werden nicht für die Bachelorprüfung angerechnet.

§ 36
Gliederung, Studieninhalte, Module

(1) Im Bachelorstudiengang Physik können folgende verschiedene Studienvarianten gewählt werden:

- Naturwissenschaften/Technik,
- Mathematik,
- Französisch.

(2) In allen Studienvarianten des Bachelorstudiengangs Physik sind folgende Module zu absolvieren:

1. Im ersten und im zweiten Studienjahr sind die folgenden Module zu absolvieren:

- Modul Experimentalphysik A (7 LP) (Pflichtmodul)
- Modul Experimentalphysik B (7 LP) (Pflichtmodul)
- Modul Experimentalphysik C (7 LP) (Pflichtmodul)
- Modul Experimentalphysik D (6 LP) (Pflichtmodul)
- Modul Moderne Optik (7 LP) (Pflichtmodul)
- Modul Theoretische Physik A (8 LP) (Pflichtmodul)
- Modul Theoretische Physik B (8 LP) (Pflichtmodul)
- Modul Theoretische Physik C (8 LP) (Pflichtmodul)
- Modul Physikalisches Grundpraktikum I (15LP) (Pflichtmodul)

2. Im dritten Studienjahr sind die folgenden Module zu absolvieren:

- Modul Festkörperphysik (7 LP) (Pflichtmodul)
- Modul Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum (6 LP) (Pflichtmodul)
- Modul Theoretische Physik D (8 LP) (Pflichtmodul)
- Wahlbereich Angewandte Physik/Mathematik:

  es ist ein Modul aus dem Angebot zu wählen (7 LP) (Wahlpflichtmodul)
- Vertiefung A:

  Es ist das Modul „Laserphysik und Spektroskopie“ oder das Modul „Computerphysik" zu wählen (7 LP) (Wahlpflichtmodul)
- Vertiefung B:

  Es ist das Modul „Halbleiterphysik“ oder das Modul „Festkörpertheorie“ zu wählen (7 LP) (Wahlpflichtmodul)
- Modul 29: Bachelorarbeit (15 LP) (Pflichtmodul)

(3) Zusätzlich zu den in Absatz 2 genannten Pflicht- und Wahlpflichtmodulen sind je nach gewählter Studienvariante die folgenden Module zu absolvieren:

Studienvariante Naturwissenschaften/Technik

- Modul Höhere Mathematik I (16 LP) (Pflichtmodul)
- Modul Höhere Mathematik II (8 LP) (Pflichtmodul)
- Modul Komplexe Analysis (6 LP) (Pflichtmodul)
- Modul Programmieren (8 LP) (Pflichtmodul)
- Modul Physikalisches Grundpraktikum II (6 LP) (Pflichtmodul)
- Modul Technisches Englisch I (6 LP) (Pflichtmodul)

Studienvariante Mathematik

- Modul Analysis 1 (9 LP) (Pflichtmodul)
- Modul Analysis 2 (9 LP) (Pflichtmodul)
- Modul Analysis 3 (7 LP) (Pflichtmodul)
- Modul Analysis 4 (7 LP) (Pflichtmodul)
- Modul Lineare Algebra 1 (9 LP) (Pflichtmodul)
- Modul Technisches Englisch I (6LP) (Pflichtmodul)
- Modul Einführung in Python 3 LP (Pflichtmodul)

Studienvariante Französisch

- Modul Höhere Mathematik I (16 LP) (Pflichtmodul)
- Modul Höhere Mathematik II (8 LP) (Pflichtmodul)
- Modul Komplexe Analysis (6 LP) (Pflichtmodul)
- Modul Programmieren (8 LP) (Pflichtmodul)
- Modul Französisch B“ (12 LP) (Pflichtmodul)

§ 37
Prüfende

Der Kreis der Prüfenden kann im Rahmen des § 65 HG erweitert werden.

§ 38
Teilnahmevoraussetzungen, Zulassung, Meldung und Abmeldung

(1) Teilnahmevoraussetzungen für ein Modul gemäß § 7 Absatz 2 der Allgemeinen Bestimmungen regeln die Modulbeschreibungen.

(2) Zur Bachelorarbeit kann nur zugelassen werden, wer zum Zeitpunkt des Antrags auf Zulassung mindestens 130 LP erreicht hat.

(3) Weitere Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen gemäß § 12 Absatz 2 der Allgemeinen Bestimmungen, wie zum Beispiel etwaige Studienleistungen oder Anwesenheitsobliegenheiten, werden in § 39 und den Modulbeschreibungen geregelt.

(4) Die Festlegung der Studienvariante erfolgt mit der Meldung zu der ersten Prüfung zu einem in § 36 genannten Modul. Auf Antrag beim Prüfungsausschuss ist ein einmaliger Wechsel der Studienvariante möglich, auch nach dem endgültigen Nichtbestehen einer Prüfung, wenn die betreffende Prüfung in der neu gewählten Studienvariante nicht erforderlich ist.

§ 39
Leistungen in den Modulen

(1) In den Modulen sind Leistungen nach Maßgabe der Modulbeschreibungen zu erbringen.

(2) Prüfungsleistungen werden gemäß § 15 der Allgemeinen Bestimmungen in Form von Klausuren, mündlichen Prüfungen oder in anderen Formen erbracht. Weitere mögliche Formen von Prüfungsleistungen sind:

1. Abschlussportfolio
   Das Abschlussportfolio umfasst auf Grundlage der Studienleistungen übergreifende schriftliche Ausarbeitungen zu individuell vorgegebenen Themen sowie ein Abschlussgespräch.
2. Sprachpraxisprüfung:
   Eine Sprachpraxisprüfung besteht aus einem schriftlichen Teil, in dem die Sprachkompetenz in den Bereichen Hör- und Leseverstehens sowie im schriftlichen Ausdruck abgeprüft wird und der mit einer Gewichtung von 75% in die Gesamtnote eingeht, und einem mündlichen Teil, in dem die mündliche Sprachkompetenzen abgeprüft werden und der mit einer Gewichtung von 25% in die Gesamtnote eingeht. Der schriftliche Teil hat eine Dauer von ca. 90-120 Minuten und der mündliche Teil eine Dauer von ca. 10 Minuten.
3. Ein Fachgespräch ist eine mündliche Prüfungsform, bei der der Prüfling seine Kenntnisse, sein Verständnis und seine Fähigkeiten in einem bestimmten Fachgebiet unter Beweis stellt. Es dient dazu, die Kompetenz des Prüflings in der Anwendung und Integration von Wissen zu bewerten und seine Fähigkeit zu überprüfen, komplexe Konzepte zu verstehen und zu diskutieren.

   Der Prüfende stellt dem Prüfling Fragen zu einem vorgegebenen oder ausgewählten Themenbereich stellen. Der Prüfling hat die Aufgabe, auf die Fragen zu antworten und dabei seine Kenntnisse, sein Verständnis und seine Fähigkeiten zu demonstrieren.

   Die Bewertung des Fachgesprächs erfolgt auf der Grundlage der Qualität der Antworten des Prüflings, seiner Fähigkeit, Kenntnisse anzuwenden und komplexe Konzepte zu diskutieren, sowie seiner allgemeinen mündlichen Kommunikationsfähigkeiten.

   In einem Fachgespräch wird nicht nur das Faktenwissen des Prüflings bewertet, sondern auch seine kritischen Denkfähigkeiten, sein Problemlösungsvermögen und seine Fähigkeit zur wissenschaftlichen Argumentation.

(3) Die Dauer einer Klausur beträgt 60 bis 180 Minuten.

Der Umfang eines Abschlussportfolios beträgt 15 – 45 Seiten.

Die Dauer eines Abschlussgesprächs beträgt 10 – 25 Minuten.

Die Dauer eines Fachgesprächs beträgt ca. 20 – 30 Minuten.

Die Dauer eines Prüfungsgesprächs beträgt 45 – 60 Minuten.

Die Dauer einer mündlichen Prüfung beträgt 30 – 45 Minuten.

(4) Sofern in den Modulbeschreibungen Rahmenvorgaben zu Form, Dauer oder Umfang von Prüfungsleistungen enthalten sind, setzt der Prüfungsausschuss im Benehmen mit der bzw. dem Prüfenden fest, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist. Dies wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit von der bzw. dem jeweiligen Lehrenden und im Campus Management System der Universität Paderborn oder in sonstiger geeigneter Weise bekannt gegeben.

(5) Als Studienleistung kommt insbesondere in Betracht:

- Portfolio (ca. 3 Seiten),
- Gesamtheit der Versuche:

  In den Praktika sollen die Kandidatinnen und Kandidaten nachweisen, dass sie eine experimentelle Aufgabe angemessen vorbereiten, unter Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten durchführen, auswerten und dokumentieren sowie ihr Vorgehen in Diskussionsrunden sprachlich und inhaltlich korrekt darstellen können. Um die Zusammenarbeit zu üben und aus Sicherheitsgründen werden die Versuche in der Regel in Kleingruppen von zwei bis vier Studierenden gemeinsam durchgeführt. Es besteht eine verpflichtende Teilnahme an den Praktikumstagen mit Laborarbeit und Diskussionsrunden mit drei Impulsvorträgen. Während des Praktikumstages wird ein handschriftliches Laborbuch geführt, in dem die Aufnahme der Messwerte, die Beschreibung und Durchführung des Experiments, Grafiken, Ergebnisdarstellungen und Notizen aus den Diskussionsrunden protokollarisch festgehalten werden. Die Betreuerin bzw. der Betreuer prüft am Ende des Praktikumstages die Vollständigkeit des Laborbuchs. Stellt die Betreuerin bzw. der Betreuer eine unzureichende Vorbereitung der Studierenden fest, die keine sichere Durchführung des Versuchs erwarten lässt, so kann der Versuch erst zu einem späteren Termin durchgeführt werden. Praktikumsmodule sind in Teile gegliedert, die jeweils die innerhalb eines Semesters vorgesehenen Versuche umfassen. Als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung sind Studienleistungen in Form des erfolgreichen Abschlusses jedes Praktikumsteils zu erbringen. Für den erfolgreichen Abschluss eines Praktikumsteils muss ein vollständiges Laborbuch (s.o.) vorliegen. Die Laborbücher sind Grundlage des Abschlussportfolios nach Absatz 2 Nr. 1.

Näheres regeln die Modulbeschreibungen. Sofern in den Modulbeschreibungen Rahmenvorgaben enthalten sind, setzt die bzw. der jeweilige Lehrende fest, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist. Dies wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit von der bzw. dem jeweiligen Lehrenden und im Campus Management System der Universität Paderborn oder in sonstiger geeigneter Weise bekannt gegeben.

(6) Im Rahmen qualifizierter Teilnahme kommen insbesondere in Betracht:

- Übungsaufgaben, die in der Regel wöchentlich als Hausaufgaben und/oder Präsenzaufgaben gestellt werden,
- Projektarbeit,
- schriftliche Vortragsausarbeitung,
- Testat.

Näheres regeln die Modulbeschreibungen. Sofern in den Modulbeschreibungen Rahmenvorgaben enthalten sind, setzt die bzw. der jeweilige Lehrende fest, was im Rahmen qualifizierter Teilnahme konkret zu erbringen ist. Dies wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit von der bzw. dem jeweiligen Lehrenden und im Campus Management System der Universität Paderborn oder in sonstiger geeigneter Weise bekannt gegeben.

§ 40
Bachelorarbeit und weitere Abschlussleistungen

(1) Der Umfang der Bachelorarbeit umfasst ohne Anhänge 30 bis 50 Seiten. Die Bearbeitungszeit für die Bachelorarbeit beträgt drei Monate.

(2) Abweichend von § 17 Abs. 8 der Allgemeinen Bestimmungen wird die Bachelorarbeit in der Regel in deutscher oder englischer Sprache verfasst.

(3) Eine mündliche Verteidigung gemäß § 19 der Allgemeinen Bestimmungen ist erforderlich. Die mündliche Verteidigung besteht aus einem Vortrag über die wesentlichen Ergebnisse und thematischen Schwerpunkte der Arbeit von ca. 25 Minuten Dauer. Im Anschluss an den Vortrag wird den Prüfenden Gelegenheit zu Nachfragen gegeben. Die Gesamtdauer der mündlichen Verteidigung soll 60 Minuten nicht überschreiten. Bachelorarbeit und mündliche Verteidigung haben eine Gewichtung von 4:1 bei der Bildung der Note für das Abschlussmodul.

§ 41
Zusatzleistungen

Studierende können Zusatzleistungen gemäß § 20 der Allgemeinen Bestimmungen in nicht teilnehmerbegrenzten Modulen des Studiengangs erbringen.

§ 42
Gesamtnote

(1) Die Gesamtnote wird gemäß § 21 der Allgemeinen Bestimmungen gebildet.

(2) Auf Antrag der/des Studierenden bleiben bei der Bildung der Gesamtnote maximal zwei Prüfungsleistungen unberücksichtigt. Die Summe der Leistungspunkte der unberücksichtigten Module darf 24 Leistungspunkte nicht überschreiten. Die unberücksichtigten Lehrveranstaltungen müssen Lehrveranstaltungen des ersten oder zweiten Fachsemesters sein.

(3) Die Studierenden müssen ihren Antrag nach Bestehen der letzten Prüfung beim Zentralen Prüfungssekretariat stellen. Für den Fall, dass die/der Studierende keine Wahl trifft, werden alle Module bei der Bildung der Gesamtnote berücksichtigt

(4) Abweichend von § 21 der Allgemeinen Bestimmungen wird anstelle der Gesamtnote „sehr gut“ das Gesamturteil „mit Auszeichnung bestanden“ erteilt, wenn die Gesamtnote der Bachelorarbeit 1,0 lautet und das entsprechend Absatz §21 (2) der Allgemeinen Bestimmungen gewichtete Mittel der übrigen Prüfungsleistungen nicht schlechter als 1,3 ist.

§ 43
Wiederholung von Prüfungsleistungen

Die Anzahl der Prüfungsversuche gemäß § 22 Absatz 1 der Allgemeinen Bestimmungen ist auf vier begrenzt.

§ 44
Übergangsbestimmungen

(1) Diese Prüfungsordnung findet auf alle Studierende Anwendung, die erstmalig ab Wintersemester 2024/25 an der Universität Paderborn für den Bachelorstudiengang Physik eingeschrieben sind.

(2) Studierende, die vor dem Wintersemester 2024/25 an der Universität Paderborn für den Bachelorstudiengang Physik eingeschrieben worden sind, können ihre Bachelorprüfung einschließlich etwaiger Wiederholungsprüfungen letztmalig im Sommersemester 2028 nach der Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang Physik an der Universität Paderborn vom 16. Juni

2017 (AM.Uni.Pb. 47.17), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Zweiten Satzung zur Änderung der Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang Physik der Fakultät für Naturwissenschaften an der Universität Paderborn vom 26. November 2020 (AM.Uni.Pb 48.20), ablegen. Ab dem Wintersemester 2028/2029 wird die Bachelorprüfung einschließlich Wiederholungsprüfungen nach dieser Prüfungsordnung abgelegt.

(3) Auf Antrag kann in den Bachelorstudiengang Physik nach dieser Prüfungsordnung gewechselt werden. Der Wechsel ist unwiderruflich.

§ 45
Inkrafttreten und Veröffentlichung

(1) Diese Besonderen Bestimmungen treten am 1. Oktober 2024 in Kraft. Gleichzeitig tritt die Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang Physik an der Universität Paderborn in der Fassung vom 26. November 2020 außer Kraft. § 44 bleibt unberührt.

(2) Diese Besonderen Bestimmungen werden in den Amtlichen Mitteilungen der Universität Paderborn (AM.Uni.Pb.) veröffentlicht.

(3) Gemäß § 12 Absatz 5 HG kann nach Ablauf eines Jahres seit der Bekanntmachung dieser Ordnung gegen diese Ordnung die Verletzung von Verfahrens- oder Formvorschriften des Hochschulgesetzes oder des Ordnungs- oder des sonstigen autonomen Rechts der Hochschule nicht mehr geltend gemacht werden, es sei denn,

1. die Ordnung ist nicht ordnungsgemäß bekannt gemacht worden,
2. das Präsidium hat den Beschluss des die Ordnung beschließenden Gremiums vorher beanstandet,
3. der Form- oder Verfahrensmangel ist gegenüber der Hochschule vorher gerügt und dabei die verletzte Rechtsvorschrift und die Tatsache bezeichnet worden, die den Mangel ergibt, oder
4. bei der öffentlichen Bekanntmachung der Ordnung ist auf die Rechtsfolge des Rügeausschlusses nicht hingewiesen worden.

Ausgefertigt aufgrund des Beschlusses des Fakultätsrates der Fakultät für Naturwissenschaften vom 3. Mai 2023 sowie nach Prüfung der Rechtmäßigkeit durch das Präsidium der Universität Paderborn vom 28. Juni 2023.

Paderborn, den 11. April 2024

Die Präsidentin
der Universität Paderborn

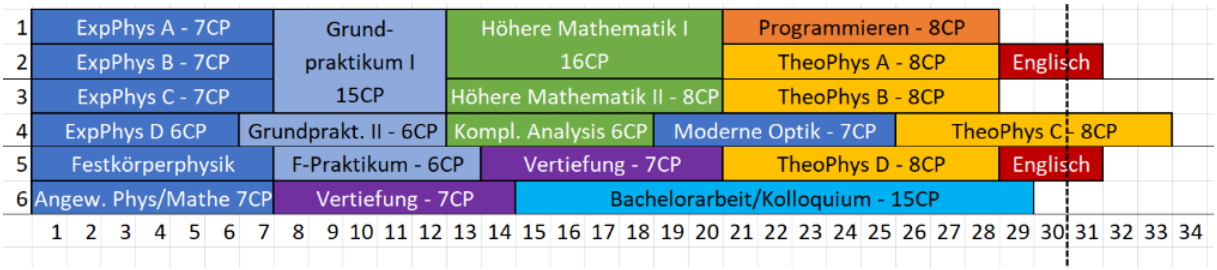
Professorin Dr. Birgitt Riegraf

Anhang 1:
Studienverlaufsplan: Studienvariante Naturwissenschaften/Technik

Semester	Modul	LP	Workload (h)
1.	Experimentalphysik A	7	210
	Physikalisches Grundpraktikum I	5	150
	Höhere Mathematik I	8	240
	Programmieren	8	240
Summe		**28**	**840**
2.	Experimentalphysik B	7	210
	Physikalisches Grundpraktikum I	5	150
	Höhere Mathematik I	8	240
	Theoretische Physik A	8	240
	Technisches Englisch I *a) English for Students of Natural Sciencess*		90
Summe		**31**	**930**
3.	Experimentalphysik C	7	210
	Physikalisches Grundpraktikum I	5	150
	Höhere Mathematik II	8	240
	Theoretische Physik B	8	240
Summe		**28**	**840**
4.	Experimentalphysik D	6	180
	Physikalisches Grundpraktikum II	6	180
	Komplexe Analysis	6	180
	Moderne Optik	7	210
	Theoretische Physik C	8	240
Summe		**33**	**990**
5.	Festkörperphysik	7	210
	Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum	6	180
	Vertiefung A Modul Laserphysik und Spektroskopie oder Modul Computerphysik	7	210

	Theoretische Physik D	8	240
	Technisches Englisch I *b) English Writing Skills for Students of Natural Sciencess*		90
Summe		**31**	**930**
6.	Wahlbereich Angewandte Physik/Mathematik	7	210
	Vertiefung B Modul Halbleiterphysik oder Modul Festkörpertheorie	7	210
	Bachelorarbeit	15	450
Summe		**29**	**870**

Der dargestellte Studienverlaufsplan gilt als Empfehlung und Orientierung und kann individuell anders zusammengestellt werden. Zu beachten sind dabei die Voraussetzungen zur Belegung bestimmter Module nach den Modulbeschreibungen. Module, die gemäß § 36 Absatz 3 spezifisch für diese Studienvariante sind, sind zur Hervorhebung in kursiver Schrift dargestellt.

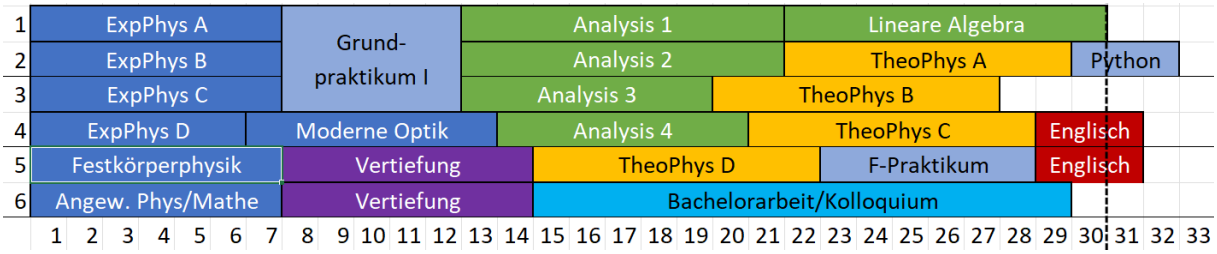


Studienverlaufsplan: Studienvariante Mathematik

Semester	Modul	LP	Workload (h)
1.	Experimentalphysik A	7	210
	Physikalisches Grundpraktikum I	5	150
	Analysis 1	9	270
	Lineare Algebra 1	9	270
Summe		**30**	**900**
2.	Experimentalphysik B	7	210
	Physikalisches Grundpraktikum I	5	150
	Analysis 2	9	270
	Theoretische Physik A	8	240
	Einführung in Python	3	90
Summe		**32**	**960**
3.	Experimentalphysik C	7	210
	Physikalisches Grundpraktikum I	5	150
	Analysis 3	7	210
	Theoretische Physik B	8	240
Summe		**27**	**810**
4.	Experimentalphysik D	6	180
	Moderne Optik	7	210
	Theoretische Physik C	8	240
	Analysis 4	7	210
	Technisches Englisch I *a) English for Students of Natural Sciences s*		90
Summe		**31**	**930**
5.	Festkörperphysik	7	210
	Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum	6	180
	Vertiefung A Modul Laserphysik und Spektroskopie oder Modul Computerphysik	7	210
	Theoretische Physik D	8	240

	Technisches Englisch I *b) English Writing Skills for Students of Natural Sciences s*		90
Summe		**31**	**930**
6.	Wahlbereich Angewandte Physik/Mathematik	7	210
	Vertiefung B Modul Halbleiterphysik oder Modul Festkörpertheorie	7	210
	Bachelorarbeit	15	450
Summe		**29**	**870**

Der dargestellte Studienverlaufsplan gilt als Empfehlung und Orientierung und kann individuell anders zusammengestellt werden. Zu beachten sind dabei die Voraussetzungen zur Belegung bestimmter Module nach den Modulbeschreibungen. Module, die gemäß § 36 Absatz 3 spezifisch für diese Studienvariante sind, sind zur Hervorhebung in kursiver Schrift dargestellt.

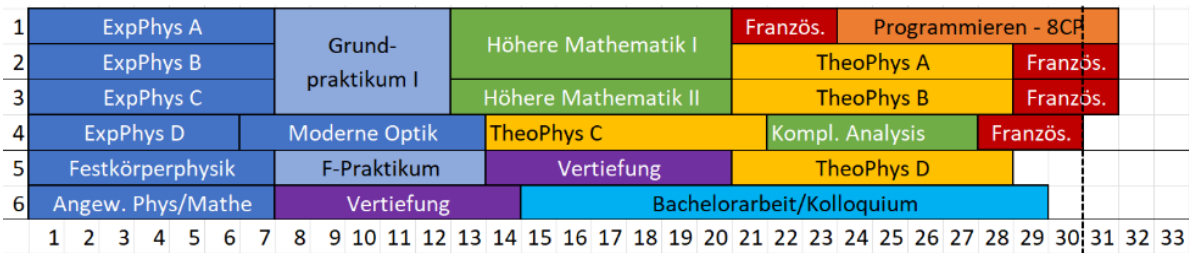


Studienverlaufsplan: Studienvariante Französisch

Semester	Modul	LP	Workload (h)
1.	Experimentalphysik A	7	210
	Physikalisches Grundpraktikum I	5	150
	Höhere Mathematik I	8	240
	Programmieren	8	240
	Französisch B2 *a) Französisch B2.1*		90
Summe		**31**	**930**
2.	Experimentalphysik B	7	210
	Physikalisches Grundpraktikum I	5	150
	Höhere Mathematik I	8	240
	Theoretische Physik A	8	240
	Französisch B2 *b) Französisch B2.2*		90
Summe		**31**	**930**
3.	Experimentalphysik C	7	210
	Physikalisches Grundpraktikum I	5	150
	Höhere Mathematik II	8	240
	Theoretische Physik B	8	240
	Französisch B2 *c) Französisch B2.3*		90
Summe		**31**	**930**
4.	Experimentalphysik D	6	180
	Komplexe Analysis	6	180
	Moderne Optik	7	210
	Theoretische Physik C	8	240
	Französisch B2 d) Französisch B2.4		90
Summe		**30**	**900**

5.	Festkörperphysik	7	210
	Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum	6	180
	Vertiefung A Modul Laserphysik und Spektroskopie oder Modul Computerphysik	7	210
	Theoretische Physik D	8	240
Summe		**28**	**840**
6.	Angewandte Physik/Mathematik	7	210
	Vertiefung B Modul Halbleiterphysik oder Modul Festkörpertheorie	7	210
	Bachelorarbeit	15	450
Summe		**29**	**870**

Der dargestellte Studienverlaufsplan gilt als Empfehlung und Orientierung und kann individuell anders zusammengestellt werden. Zu beachten sind dabei die Voraussetzungen zur Belegung bestimmter Module nach den Modulbeschreibungen. Module, die gemäß § 36 Absatz 3 spezifisch für diese Studienvariante sind, sind zur Hervorhebung in kursiver Schrift dargestellt.



Anhang 2:
Modulbeschreibungen

Experimentalphysik A (Mechanik, Thermodynamik)

Experimental Physics A (Mechanics, Thermodynamics)

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
01	210	7	1.	Jedes WS	1	de	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Experimentalphysik A	V	60	60	P	60
b)	Experimentalphysik A	Ü	30	60	P	30

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

Keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

Keine

4 Inhalte:

Mechanik:

- Maßsysteme und Einheiten
- Kinematik und Dynamik des Massepunktes
- Energie und Impuls
- Stoßprozesse
- Relativistische Mechanik
- Rotationsbewegungen
- Harmonische Schwingungen
- Wellen
- Mechanik von Flüssigkeiten und Gasen

Thermodynamik:

- Thermodynamische Eigenschaften von Gasen
- Thermische Ausdehnung
- Wärmekapazität
- Wärmetransport
- Reale Gase
- Spezielle Zustandsänderungen idealer Gase
- Hauptsätze der Thermodynamik
- Kreisprozesse

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden sollen befähigt werden, die grundlegenden Konzepte der Mechanik und Thermodynamik fundiert und korrekt auf Problemstellungen aus diesen Bereichen anzuwenden.

Die Studierenden

- besitzen ein fundiertes Faktenwissen in den Bereichen der experimentellen Mechanik und Thermodynamik,
- haben den logischen Aufbau der Mechanik und Thermodynamik durchschaut,
- kennen die Schlüsselexperimente aus den Bereichen Mechanik und Thermodynamik,
- kennen das Wesen der physikalischen Modellbildung und die Rolle des Experimentes dabei,
- haben erste Fähigkeit erworben, physikalische Probleme mathematisch zu formulieren und quantitative Ergebnisse zu erzielen,
- können die Gesetzmäßigkeiten aus den Bereichen Mechanik und Thermodynamik auf einfache Problemstellungen anwenden und quantitative Vorhersagen machen,
- haben durch Vorrechnen im Rahmen der Übungsaufgaben erste Präsentationskompetenzen erworben.

6 Prüfungsleistung:

[x] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-b)	Klausur	180 Min.	100 %

7 Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:

zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
b)	Übungsaufgaben als Präsenz- und Hausaufgaben	wöchentlich	QT

8 Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:

Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an den Übungen.

9 Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

10 Gewichtung für Gesamtnote:

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

11 Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:

B. Ed. Physik GyGe, B. Sc. Mathematik, B. Sc. Materialwissenschaften

12 Modulbeauftragter:

Prof. Dr. Dirk Reuter, Prof. Dr. Cedrik Meier

13 Sonstige Hinweise:

keine

Experimentalphysik B (Elektrodynamik, Optik)

Experimental Physics B (Electrodynamics, Optics)

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
02	210	7	2.	Jedes SS	1	de	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Experimentalphysik B	V	60	60	P	60
b)	Experimentalphysik B	Ü	30	60	P	30

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

Keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

Keine

4 Inhalte:

<u>Elektrizitätslehre:</u>

- Elektrostatik
- Elektrischer Strom
- Magnetostatik
- Zeitlich veränderliche Felder
- Wechselstrom

<u>Optik:</u>

- Elektromagnetische Wellen
- Geometrische Optik
- Wellenoptik

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden sollen befähigt werden, die grundlegenden Konzepte der Elektrodynamik und Optik fundiert und korrekt auf Problemstellungen aus diesen Bereichen anzuwenden.

Die Studierenden

- besitzen ein fundiertes Faktenwissen in den Bereichen der experimentellen Elektrodynamik und Optik.
- haben den logischen Aufbau der Elektrodynamik und Optik durchschaut
- kennen die Schlüsselexperimente aus den Bereichen Elektrodynamik und Optik und können diese eigenständig erklären.
- können die Gesetzmäßigkeiten aus den Bereichen Elektrodynamik und Optik auf einfache Problemstellungen anwenden und quantitative Vorhersagen machen.

6	**Prüfungsleistung:** [x] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-b)	Klausur	180 Min.	100 %

7	**Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:**

zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
b)	Übungsaufgaben als Präsenz- und Hausaufgaben	wöchentlich	QT

8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:** Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an den Übungen.
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** B. Ed. Physik GyGe, B. Sc. Mathematik, B. Sc. Materialwissenschaften
12	**Modulbeauftragter:** Prof. Dr. Dirk Reuter, Prof. Dr. Cedrik Meier
13	**Sonstige Hinweise:** keine

Experimentalphysik C (Atom- und Quantenphysik)

Experimental Physics C (Atomic and Quantum Physics)

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
03	210	7	3.	Jedes WS	1	de	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Experimentalphysik C	V	60	60	P	60
b)	Experimentalphysik C	Ü	30	60	P	30

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

keine

4 Inhalte:

Atome:

- Atomistische Struktur der Materie
- Mikroskopische und makroskopische Eigenschaften: Teilchenzahl, Stoffmenge
- Das Elektron
- Physikalische Eigenschaften von Atomen: Masse, Ladung, Aufbau.
- Streuversuche: Atom-/Atom-Streuung, Stoßparameter, Wirkungsquerschnitt
- Der Rutherford'sche Streuversuch

Photonen:

- Der photoelektrische Effekt, Teilchenbild, Energie des Photons
- Röntgenstrahlung: Umkehrung des photoelektrischen Effekts
- Der Compton-Effekt: Impuls des Photons
- Röntgenstrahlen als Wellen: Bragg'sche Beugung, Debye-Scherrer, Laue
- Temperaturstrahlung: Strahlungsformel, Kirchhoff-Gesetz, Einstein-Koeffizienten

Materie als Wellen:

- De-Broglie Wellenlänge, Materiewellen
- Doppelspaltexperiment mit Elektronen
- Wellenfunktion, Schrödingergleichung
- Operatoren: Ort, Impuls, Zeitentwicklung, Hamiltonoperator
- Eindimensionale Potentialprobleme: Teilchen im Kasten, harmonischer Oszillator
- Stationäre Schrödingergleichung: Diskrete Energieniveaus

Atomphysik:

- Franck-Hertz Versuch, stationäre Energieniveaus
- Spektroskopie: Emission, Absorption, spektroskopische Einheiten
- Das Wasserstoffatom
- Spektroskopische Beobachtungen, spektrale Serien, Rydberg-Formel
- Schrödingergleichung für Einelektronenatome
- Winkelabhängigkeit: Drehimpulsquantenzahl, magnetische Quantenzahl
- Eigenschaften des quantenmechanischen Drehimpulses
- Radialteil der Wellenfunktion, Hauptquantenzahl *n*

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden

- verfügen über ein fundiertes Faktenwissen zu den Eigenschaften von Atomen und Photonen,
- haben erste Einblicke in die quantenmechanische Beschreibung von Materie gewonnen,
- haben die Prinzipien der quantenmechanischen Beschreibung atomarer Energiezustände und Orbitale verstanden,
- können mit Quantisierungsregeln und Quantenzahlen des Wasserstoffatoms umgehen.

6 Prüfungsleistung:

[x] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-b)	Klausur	180 Min.	100 %

7 Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:

zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
b)	Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben	wöchentlich	QT

8 Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:

Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an den Übungen.

9 Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

10 Gewichtung für Gesamtnote:

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

11 Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:

B. Ed. Physik GyGe, B. Sc. Mathematik, B. Sc. Materialwissenschaften

12 Modulbeauftragter:

Prof. Dr. Cedrik Meier, Prof. Dr. Jörg Lindner

13 Sonstige Hinweise:

keine

Experimentalphysik D (Molekül- und Kernphysik)

Experimental Physics D (Molecular and Nuclear Physics)

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
04	180	6	4.	Jedes WS	1	de	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Experimentalphysik D	V	45	55	P	60
b)	Experimentalphysik D	Ü	30	50	P	30

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

keine

4 Inhalte:

Atomphysik:

- Spin: Stern-Gerlach-Experiment, Quantisierungsregeln, magnetische Spinquantenzahl
- Wasserstoffähnliche Atome: Alkali-Atome
- Pauli-Prinzip, Schalenstruktur, Periodensystem der Elemente
- Aufhebung der ℓ-Entartung, Quantendefekt
- Magnetisches Moment des Bahndrehimpulses, Landé-Faktor, gyromagnetisches Verhältnis
- Magnetisches Moment des Spins
- Feinstruktur, Spin-Bahn-Wechselwirkung
- Atome in äußeren Magnetfeldern: Zeeman-Effekte, Paschen-Back-Effekt
- Atome in elektrischen Feldern: Stark-Effekte
- Optische Übergänge und Auswahlregeln

Molekülphysik:

- Molekulare Bindungen, LCAO-Methode, MO-Methode, σ- und π-Orbitale
- Kossel- und Lewis-Modell
- Spektroskopie: Rotations- und Vibrationsübergänge, Auswahlregeln
- Elektronische Übergänge: Franck-Condon-Prinzip
- Vielatomige Moleküle, Promotion, Hybridisierung

Kernphysik:

- Aufbau der Atomkerne
- Kerndrehimpuls und magnetisches Moment
- Kernbindung, Bindungsenergie pro Nukleon
- Kernmodelle: Potentialtopfmodell, Tröpfchenmodell, Bethe-Weizsäcker-Formel
- Instabile Kerne, Radioaktivität, Isobarenregel, α- und $\beta^{\pm}$-Zerfälle, Gammastrahlung
- Kernspaltung, Kernreaktoren, Brutreaktoren
- Elementarteilchen, Standardmodell

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden

- verfügen über ein vertieftes Faktenwissen zum Spin und zu Wechselwirkungseffekten im Atom,
- kennen den Zusammenhang zwischen Drehimpuls und magnetischen Momenten,
- können den Einfluss externer Felder auf die atomaren Zustände beschreiben,
- haben erste Kompetenzen in der Physik von Mehrelektronenatomen erworben,
- verfügen über ein einführendes Wissen zur Molekülphysik, insbesondere zu Bindungen und Übergängen,
- kennen den Aufbau der Atomkerne sowie die Natur der Kernbindung und des Kernzerfalls,
- haben grundlegende Kenntnisse zum Standardmodell der Elementarteilchenphysik erworben.

6 Prüfungsleistung:

[x] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-b)	Klausur	180 Min.	100 %

7 Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:

zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
b)	Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben	wöchentlich	QT

8 Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:

Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an den Übungen.

9 Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

10 Gewichtung für Gesamtnote:

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

11 Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: -

keine

12 Modulbeauftragter:

Prof. Dr. Cedrik Meier, Prof. Dr. Jörg Lindner

13 Sonstige Hinweise:

keine

Moderne Optik

Modern Optics

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
05	210	7	4.	Jedes SS	1	de	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Moderne Optik	V	60	60	P	60
b)	Moderne Optik	Ü	30	60	P	30

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

keine

4 Inhalte:

Grundlagen der Wellenoptik:

- Maxwell-Gleichungen und Wellenausbreitung
- Brechungsindex, Absorption, Dispersion
- Reflexion und Brechung

Geometrische Optik:

- Strahlenoptische Abbildungen (in paraxialer Näherung) von Linsen und Spiegeln
- Abbildungsmatrizen
- Ausgewählte optische Instrumente (Auge, Lupe, Mikroskop, Fernrohr)
- Abbildungsfehler

Interferenz:

- Superpositionsprinzip und Interferenzbedingung
- Zweistrahl-Interferometer und deren Anwendung
- Vielstrahlinterferometer und optische Resonatoren

Beugung:

- Grundzüge der Beugungstheorie
- Fraunhofer Beugung
- Fresnel-Beugung

Zeitliche und räumliche Kohärenz:

- Kohärenz und Young'scher Doppelspalt
- Zeitliche Kohärenz und Fourier-Spektroskopie
- Räumliche Kohärenz und Michelson Sterninterferometer

Elemente der Fourieroptik:

- Transformationseigenschaften einer Linse
- Bildentstehung bei kohärenter Beleuchtung

Polarisation und Doppelbrechung:

- Jones-Vektoren und Schwingungsellipse
- Stokes-Parameter und Poincaré-Kugel
- Lichtausbreitungen in anisotropen Kristallen
- Bauteile aus anisotropen Kristallen

Optik geführter Wellen:

- Ausbreitung von Wellen in Wellenleitern

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden sollen befähigt werden, ein grundlegendes Verständnis für die Konzepte und Anwendungen der (klassischen) Optik zu entwickeln und diese auch in komplexeren Systemen erkennen und anzuwenden.
Die Studierenden

- haben die wesentlichen Konzepte und Gesetze der (klassischen) Optik verstanden und können diese in einen gesamtphysikalischen Zusammenhang einordnen,
- sind in der Lage, Licht als elektromagnetische Welle zu beschreiben und das Verhalten solcher Wellen zu erklären,
- sind befähigt, optische Systeme mit strahlenoptischen Methoden zu analysieren und darauf aufbauend selbstständig einfache optische Systeme zu konzipieren,
- sind befähigt, optische Phänomene (wie Interferenz, Beugung, Polarisation, etc.) quantitativ zu beschreiben, und können einfache physikalische Probleme mathematisch formulieren und exakt oder näherungsweise lösen,
- haben ein Verständnis entwickelt für moderne optische Prinzipien (wie Fourieroptik, Kohärenz, geführte optische Wellen) und deren Anwendung.

6 Prüfungsleistung:

[x] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-b)	Klausur	180 Min.	100 %

7 Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:

zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
b)	Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben	wöchentlich	QT

8 Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:

Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an den Übungen.

9 Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

10 Gewichtung für Gesamtnote:

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

11 Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: -

keine

12 Modulbeauftragter:

Dr. Harald Herrmann

13 Sonstige Hinweise:

keine

Theoretische Physik A (Klassische Mechanik)

Theoretical Physics A (Classical Mechanics)

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
06	240	8	2.	Jedes SS	1	de	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Theoretische Physik A	V	60	75	P	60
b)	Theoretische Physik A	Ü	30	75	P	30

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

keine

4 Inhalte:

- Newton'sche Bewegungsgleichungen, Kräfte, Zwangsbedingungen
- Verallgemeinerte Koordinaten, Lagrange-Funktion
- Symmetrien und Erhaltungssätze
- Bewegung im Zentralfeld, Kepler-Problem, Zweikörperproblem
- Bewegung starrer Körper
- Mehrdimensionale Schwingungen
- Hamilton'sche Formulierung der Mechanik
- Relativistische Mechanik, Lorentz-Transformation

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden sollen ein Verständnis der grundlegenden Konzepte der klassischen theoretischen Mechanik und der relativistischen Mechanik entwickeln und erwerben die Fähigkeit diese Konzepte auf konkrete Probleme anzuwenden.

Die Studierenden

- kennen die fundamentalen Axiome der klassischen Mechanik,
- sind in der Lage, die Mechanik von Massepunkten in Potentialen mathematisch im Rahmen der Newton‘sche Bewegungsgleichungen zu beschreiben und diese für einfache Fälle zu lösen,
- sind mit den Konzepten zur Beschreibung von Zwangskräften vertraut,
- sind in der Lage, Symmetrien und Erhaltungssätze zu erkennen und diese zur Vereinfachung konkreter mechanischer Probleme zu nutzen,
- kennen die Konzepte zur Beschreibung Zwei- und Mehrkörpersystemen und können diese auf einfache Probleme anwenden,
- kennen die Lagrange’schen und Hamilton’schen Formulierungen der klassischen Mechanik und können diese auf konkrete Probleme anwenden,
- sind mit den Grundzügen der speziellen Relativitätstheorie und der relativistischen Mechanik vertraut.

6 Prüfungsleistung:

[X] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-b)	Klausur	180 Min.	100%

7 Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:

zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
b)	Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben	wöchentlich	QT

8 Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:

Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an den Übungen.

9 Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

10 Gewichtung für Gesamtnote:

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

11 Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:

B. Sc. Mathematik

12 Modulbeauftragte/r:

Prof. Dr. Torsten Meier

13 Sonstige Hinweise:

keine

Theoretische Physik B (Elektrodynamik)

Theoretical Physics B (Electrodynamics)

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
07	240	8	3.	Jedes WS	1	de	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Theoretische Physik B	V	60	75	P	60
b)	Theoretische Physik B	Ü	30	75	P	30

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

keine

4 Inhalte:

- Elektrostatik, Randwertprobleme, Multipolentwicklung
- Magnetostatik
- Zeitabhängige elektromagnetische Felder, Maxwell-Gleichungen
- Potentiale und Eichtransformationen, Erhaltungssätze
- Strahlungsfelder bewegter Ladungen, elektromagnetische Wellen
- Elektrodynamik in Materie
- Relativistische kovariante Formulierung der Maxwell-Gleichungen

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden sollen ein grundlegendes Verständnis der klassischen Elektrodynamik entwickeln und erwerben die Fähigkeit die theoretischen Konzepte auf konkrete Probleme anzuwenden.

Die Studierenden

- kennen die fundamentalen elektrischen und magnetischen Effekte und sind mit deren vereinheitlichter mathematischer Formulierung im Rahmen der Maxwell-Gleichungen vertraut,
- sind in der Lage, Probleme der Elektrostatik und der Magnetostatik mathematisch zu formulieren und die sich ergebenden Gleichungen für einfache Fälle zu lösen,
- sind mit den Konzepten elektrodynamischer Potentiale und Eichtransformationen vertraut,
- können die Ausbreitung elektromagnetischer Felder und deren Erzeugung durch bewegte Ladungen im Rahmen von Wellengleichungen beschreiben,
- kennen die Konzepte zur Beschreibung von Elektrodynamik in Materie und können diese anwenden,
- sind mit der relativistischen kovarianten Formulierung der Maxwell-Gleichungen vertraut.

6	**Prüfungsleistung:** [X] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-b)	Klausur	180 Min.	100%

7	**Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:**

zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
b)	Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben	wöchentlich	QT

8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:** Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an den Übungen.
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Bachelor Mathematik
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Torsten Meier
13	**Sonstige Hinweise:** keine

Theoretische Physik C (Quantenmechanik)

Theoretical Physics C (Quantum Mechanics)

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
08	240	8	4	Jedes SS	1	de	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Theoretische Physik C	V	60	75	P	60
b)	Theoretische Physik C	Ü	30	75	P	30

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

keine

4 Inhalte:

- Grundbegriffe der Quantenmechanik (heuristisch)
- Schrödinger-Gleichung
- Axiomatik der Quantenmechanik
- Harmonischer Oszillator
- Zentralfeld
- Zeitunabhängige Störungstheorie
- Elemente der Atom- und Molekülphysik
- Konzeptionelle Fragen der Quantenmechanik

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Das Modul dient der Einführung in die grundlegenden Konzepte und Rechenmethoden der Quantenmechanik.

Die Studierenden

- haben ein Verständnis der Schrödinger-Gleichung und der Beschreibung von Zuständen durch Wellenfunktionen,
- verfügen über die Fähigkeit zur Lösung eindimensionaler Potentialprobleme und deren Interpretation,
- beherrschen den Beschreibungsformalismus und die grundlegenden Näherungs- und Lösungsmethoden der Quantentheorie,
- verstehen den Spin als quantenmechanische Eigenschaft,
- können dreidimensionale Probleme im Zentralfeld behandeln und die Ergebnisse zum Verständnis atomarer und molekularer Eigenschaften anwenden.

6	**Prüfungsleistung:** [X] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-b)	Klausur	180 Min.	100%

7	**Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:**

zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
b)	Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben	wöchentlich	QT

8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:** Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an den Übungen.
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Lehramt Physik GyGe, Bachelor Mathematik, Bachelor Elektrotechnik
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Wolf Gero Schmidt, Prof. Dr. Arno Schindlmayr
13	**Sonstige Hinweise:** keine

Physikalisches Grundpraktikum I

Basic Physics Lab Course I

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
09	450	15	1.–3.	Jedes Semester	3	de	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Physikalisches Grundpraktikum I	V	30	270	P	60
b)	Physikalisches Grundpraktikum I	Ü	15		P	30
c)	Physikalisches Grundpraktikum I	S	135		P	12

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

keine

4 Inhalte:

Die Praktikumstage gliedern sich in alternierend aufeinander aufbauende Diskussions- und Experimentierphasen. Um die o.g. Lernergebnisse zu erreichen, arbeiten jeweils drei Zweierteams an verschiedene Experimente zu einem gemeinsamen Oberthema. Diese sechs Studierenden diskutieren gemeinsam in moderierten Gesprächsrunden ausgewählte Gesichtspunkte zu den Experimenten. Die Komplexität der Aufgabenstellungen nimmt in den drei Semestern kontinuierlich zu, um die Kompetenzfacetten zunächst separat und später integriert zu fördern.

1. Semester:

Vorlesung:

- Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten und Experimentieren

Präsenzübung:

- Schrittweise Anwendung der Theorie auf ein Experiment

Laborseminar:

- Grundlagen des wissenschaftlichen Experimentierens
- Planung, Durchführung oder Aufbau einfacher Experimente aus der Mechanik
- Visualisierung und Verbalisierung der Versuchsplanung
- Erfassen von Messdaten mittels einfacher Instrumente
- Angeleitetes Verfassen wissenschaftlicher Berichte

2. Semester:

Vorlesung:

- Grundlagen der Elektrotechnik (Löten, Schaltungsdesign)

Laborseminar:

- Erweiterte Grundlagen des wissenschaftlichen Experimentierens
- Themengebiete Elektrizität, Elektromagnetismus
- Doppel-Versuchstage bestehend aus Bau eines Messgerätes und
- Durchführung von Messaufgaben mit diesem Messgerät

	▪ Erlernen handwerklicher Techniken wie Löten etc. ▪ Erarbeiten und Vortragen von Impulsreferaten ▪ Wissenschaftlich korrekte Visualisierung z.B. der Schaltung ▪ Vertieftes Verfassen wissenschaftlicher Berichte **3. Semester:** <u>Workshop:</u> ▪ Grundlagen zum Programmieren ▪ Laborseminar ▪ Fortgeschrittenes wissenschaftliches Experimentieren ▪ Gemischte Themenfelder, überwiegend aus der klassischen Physik ▪ Automatisiertes Ansteuern und Auslesen von Geräten ▪ Fortgeschrittenes Verfassen und Korrigieren wissenschaftlicher Berichte ▪ Erarbeiten und Halten von Kurzvorträgen zum Experiment
5	**Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:** Die Studierenden sollen befähigt werden, im Team wissenschaftliche Forschung korrekt und fundiert zu betreiben. Dazu gehört neben der Labortätigkeit auch der wissenschaftliche Diskurs, also die Fähigkeit, über physikalische Sachverhalte sprachlich und inhaltlich angemessen zu diskutieren und zu schreiben. Folgende Kompetenzfacetten werden daher in den drei Semestern gezielt und aufeinander aufbauend gefördert. <u>Experimentelle Kompetenzfacetten:</u> Die Studierenden können zu vorgegebenen physikalischen Phänomenen der klassischen Physik Fragestellungen entwickeln sowie die Versuchsdesigns planen und dimensionieren. Sie können die Planung umsetzen, d.h. die Materialien und Messgeräte sachgerecht zu einem experimentellen Aufbau zusammenführen sowie den Aufbau testen, Schwachstellen beurteilen und ihn optimieren. Die zur Aufnahme der Messdaten erforderlichen Messgeräte können ressourcenschonend, sachgerecht und zielgerichtet verwendet werden. Verschiedene Methoden zur Auswertung der Messdaten sind bekannt und können selbstständig der jeweiligen Aufgabe angemessen gewählt und angewendet werden. Die Studierenden können die Ergebnisse vor dem Hintergrund des Messaufbaus interpretieren (Messfehler abschätzen und beurteilen) und über einen Vergleich mit Literatur- bzw. theoretischen Werten einordnen. Sie können das gesamte Experiment abschließend reflektieren und kriteriengeleitet beurteilen. <u>Sprachkompetenz-Facetten:</u> Die Studierenden sind mit den Regeln einer wissenschaftlichen Diskussion und dem fachwissenschaftlichen Sprachgebrauch vertraut und können dies situationsangemessen anwenden, wenn sie ihre Versuchsplanung und -durchführung sowie die Berechnung der Messergebnisse beschreiben und diskutieren. Außerdem können sie kriteriengeleitet und unter Einbeziehung der theoretischen fachlichen Grundlagen über die Einordnung dieser Ergebnisse und die Beurteilung der Experimente diskutieren. Im Bereich der schriftlichen Sprachkompetenzen kennen die Studierenden den Aufbau und die Struktur eines Berichts als die erste wissenschaftliche Veröffentlichungsform ihrer Disziplin und verfassen ihre schriftlichen Ausarbeitungen nach diesen Regeln. Sie können selbstständig Literatur recherchieren, auswählen und auswerten sowie die Informationen im Rahmen ihrer Vorbereitung für Expertenvorträge oder zu gestaltende Poster adäquat aufbereiten. Sie kennen die Regeln für die Führung eines Laborbuches und sind sicher in der Anwendung dieser. <u>Sozialkompetenz-Facetten:</u> Die Studierenden verfügen über das Wissen, was erfolgreiche Teamarbeit ausmacht, und sind geübt darin, es in der Labor- und Gesprächspraxis zielführend und sicher anzuwenden. Dazu zählen Facetten wie Zuhören, Ausreden lassen, Kooperieren, höflicher Umgang und effiziente Arbeitsteilung. <u>Selbstkompetenz-Facetten:</u> Die Studierenden arbeiten zunehmend selbstständig, eigenverantwortlich, ausdauernd, konzentriert und terminorientiert. Sie sind geübt darin, ihren Arbeitsprozess mit sich, dem Praktikumspartner bzw. der Praktikumspartnerin sowie dem Betreuenden kritisch zu reflektieren und so ihren Lernprozess verstehen und vorantreiben zu können. Dabei stehen die Problemerkennungs- und -lösefähigkeit sowie die Belastbarkeit und Stressresistenz im Mittelpunkt.

6 Prüfungsleistung:

[X] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-c)	Abschlussportfolio	Das Abschlussportfolio umfasst auf Grundlage der Studienleistungen schriftliche Ausarbeitungen im Umfang von 20-35 Seiten zu individuell vorgegebenen Themen sowie ein Abschlussgespräch mit experimentellen Anteilen mit einer Dauer von 15–20 Minuten.	100%

7 Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:

zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
c)	Gesamtheit der Versuche	ca. sechs Versuche pro Praktikumsteil	SL

8 Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:

Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist das Bestehen der Studienleistungen zu den drei Praktikumsteilen.

9 Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

10 Gewichtung für Gesamtnote:

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

11 Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:

B. Ed. Physik GyGe, B. Sc. Mathematik, B. Sc. Elektrotechnik

12 Modulbeauftragte/r:

Dr. Marc Sacher

13 Sonstige Hinweise:

keine

Höhere Mathematik I

Higher Mathematics I

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
10	480	16	1.–2.	Jedes WS	2	de	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Höhere Mathematik A	V	60	75	P	bis zu 270
b)	Höhere Mathematik A	Ü	30	75	P	bis zu 30
c)	Höhere Mathematik B	V	60	75	P	bis zu 270
d)	Höhere Mathematik B	Ü	30	75	P	bis zu 30

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

keine

4 Inhalte:

Höhere Mathematik A:

- Grundlagen: Mengen und Funktionen (insbesondere Polynomfunktionen, Exponentialfunktion und trigonometrische Funktionen), Vektorrechnung in $\mathbf{R}^2$ und $\mathbf{R}^3$, komplexe Zahlen, vollständige Induktion
- Konvergenz und Stetigkeit: reelle und komplexe Zahlenfolgen, Grenzwerte, Stetigkeit reeller Funktionen, Zwischenwertsatz
- Differentialrechnung in einer reellen Variablen: Differentialquotient, Differenzierbarkeit, Ableitungsregeln, Mittelwertsatz, Extremwertprobleme, Taylor-Polynome
- Integralrechnung in einer reellen Variablen: Definition des Integrals, Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung, Integrationsmethoden
- Gewöhnliche Differentialgleichungen: Trennung der Variablen, lineare Differentialgleichungen erster Ordnung
- Unendliche Reihen: Konvergenzkriterien, Potenzreihen, Taylor-Reihen

Höhere Mathematik B:

- Lineare Algebra: Gruppen, Vektorräume, Basis und Dimension, Skalarprodukt, lineare Gleichungssysteme und Matrizen, Gauß-Algorithmus, Determinanten, Eigenwerte und Eigenvektoren
- Differentialgleichungen: lineare Differentialgleichungen höherer Ordnung, Systeme linearer Differentialgleichungen
- Differentialrechnung in mehreren Variablen: Konvergenz, Stetigkeit, Differenzierbarkeit, partielle Ableitungen, Kettenregel, Extremwerte mit und ohne Nebenbedingungen

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Das Modul bietet eine Einführung in die Grundlagen der Mathematik, die während des Studiums der Physik benötigt werden; insbesondere werden Grundbegriffe und Grundtechniken der Analysis und der linearen Algebra behandelt.

Die Studierenden

- verstehen die Grundbegriffe der Analysis und der linearen Algebra,
- sind in der Lage, die Grundtechniken der Analysis und der linearen Algebra anzuwenden,
- haben die große Bedeutung der mathematisch-methodischen Denkweise (Definition, Satz, Beweis) erkannt,

- haben die Fähigkeit zum abstrakten mathematischen Denken und Schließen entwickelt,
- können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einsetzen,
- sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden.

6 Prüfungsleistung:

[X] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-d)	Klausur oder mündliche Prüfung	120–180 Min. 30–45 Min.	100%

7 Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:

zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
b)	Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben oder bis zu drei Testate	wöchentlich 45–60 Min.	QT
d)	Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben oder bis zu drei Testate	wöchentlich 45–60 Min.	QT

8 Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:

Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an den Übungen b) und d).

9 Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

10 Gewichtung für Gesamtnote:

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

11 Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:

Bachelor Elektrotechnik, Bachelor Computer Engineering, Bachelor Wirtschaftswissenschaften (Elektrotechnik), Bachelor Materialwissenschaften

12 Modulbeauftragte/r:

Dr. Cornelia Kaiser

13 Sonstige Hinweise:

keine

Höhere Mathematik II

Higher Mathematics II

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
	240	8	3.	Jedes WS	1	de	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Höhere Mathematik C	V	60	75	P	bis zu 210
b)	Höhere Mathematik C	Ü	30	75	P	bis zu 30

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

keine

4 Inhalte:

- Vektoranalysis: Kurvenintegrale, Vektorfelder und Potentiale, Divergenz, Laplace-Operator und Rotation
- Integration in mehreren Variablen: mehrdimensionales Riemann-Integral, Integrale über Normalbereiche, Zylinder- und Kugelkoordinaten
- Integralsätze: Oberflächenintegrale, Integralsatz von Gauß, Integralsatz von Stokes
- Partielle Differentialgleichungen: Separationsansatz, Laplace-Gleichung, Wärmeleitungsgleichung, Wellengleichung

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden sollen fortgeschrittene mathematische Techniken für Anwendungen in der Physik erlernen, insbesondere auf dem Gebiet der Analysis.

Die Studierenden

- verstehen fortgeschrittene Begriffe der Analysis,
- sind in der Lage, fortgeschrittene Techniken der Analysis anzuwenden,
- haben die große Bedeutung der mathematisch-methodischen Denkweise (Definition, Satz, Beweis) erkannt,
- haben die Fähigkeit zum abstrakten mathematischen Denken und Schließen entwickelt,
- können die Kenntnisse und Fertigkeiten disziplinübergreifend einsetzen,
- sind durch die abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte in der Lage, sich selbst weiterzubilden.

6 Prüfungsleistung:

[X] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-b)	Klausur oder mündliche Prüfung	120 Min. ca. 30 Min.	100%

7 Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:

zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
b)	Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben oder bis zu drei Testate	wöchentlich 45–60 Min.	QT

8 Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:

Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an den Übungen.

9 Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

10 Gewichtung für Gesamtnote:

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

11 Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:

B. Sc. Elektrotechnik, B. Sc. Computer Engineering, B. Sc. Wirtschaftswissenschaften (Elektrotechnik)

12 Modulbeauftragte/r:

Dr. Cornelia Kaiser

13 Sonstige Hinweise:

keine

Komplexe Analysis

Complex Analysis

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
12	180	6	4.	Jedes SS	1	de	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Komplexe Analysis	V	45	55	P	bis zu 90
b)	Komplexe Analysis	Ü	30	50	P	bis zu 30

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

keine

4 Inhalte:

- Funktionentheorie: Holomorphe Funktionen, Cauchy'scher Integralsatz, Laurent-Reihen, Residuensatz, Kramers-Kronig-Relationen
- Fourier-Reihen und Fourier-Transformation

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden

- kennen die besonderen Eigenschaften komplex differenzierbarer Funktionen im Vergleich zu nur reell differenzierbaren Funktionen,
- können Integrale in der komplexen Ebene mit Hilfe des Residuensatzes berechnen und dafür bei Bedarf selbst geeignete Integrationswegergänzungen vornehmen,
- kennen die Grundzüge der mathematischen Hilbertraumtheorie (Orthonormalbasen, Unitäre, hermitesche Operatoren, Eigenwerte/diskretes Spektrum)
- haben die Fähigkeit, die Fourier-Reihe bzw. Fourier-Transformation einer gegebenen Funktion zu konstruieren und diese Darstellung als Lösungsstrategie für Differentialgleichungen einzusetzen.

6 Prüfungsleistung:

[X] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-b)	Klausur oder mündliche Prüfung	120 Min. 30-45 Min.	100%

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.

<table>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
<table>
<tr><th>zu</th><th>Form</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>SL / QT</th></tr>
<tr><td>b)</td><td>Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben</td><td>wöchentlich</td><td>QT</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an den Übungen.</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
keine</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr. Tobias Weich</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
keine</td></tr>
</table>

Programmieren

Programming

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
13	240	8	1.	Jedes WS	1	de	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Programmieren	V3Ü4	105	135	P	450/40

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

keine

4 Inhalte:

Inhalte der Lehrveranstaltung Programmieren:
Die Veranstaltung richtet sich an Studierende mit wenigen oder keinen Vorkenntnissen in der Softwareentwicklung. Sie führt die Studierenden an diese Tätigkeit heran, indem sie auf systematische und wissenschaftlich fundierte Art und Weise die grundlegenden Bausteine der imperativen und objektorientierten Programmierung in Python vermittelt und deren Anwendung praktisch einübt.
Die Veranstaltung umfasst folgende Inhalte:

- Grundlegende Programmierbausteine (Variablen, Operatoren und Ausdrücke, Zuweisungen, Verzweigungen, Schleifen, Ein- und Ausgabe)
- Elementare Datentypen und Typverträglichkeit (Integer, String, Float, Boolean)
- Funktionen (Definition, Aufruf, Parameter, Rückgabewerte)
- Automatische Tests (Entwurf, Implementierung, Ausführung)
- Datentypen (Arrays, Dictionaries)
- Rekursion (rekursive Problemreduktion, Abbruchbedingung, Zusammenhang zur Iteration)
- Klassen (Klassen und Objekte, Attribute und Methoden, Überladung, Sichtbarkeit, Delegation, Gleichheit und Identität, statische und nicht-statische Attribute)
- Ausnahmen (Definition, Behandlung)
- Dateizugriff und Betriebssystemaufrufe (Lesen und Schreiben, sequentiell und Direktzugriff

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Nach Abschluss dieses Moduls können Studierende

- Syntax und Semantik der wesentlichen Sprachkonstrukte einer objektorientierten Sprache erläutern
- Grundkonzepte der imperativen und objektorientierten Programmierung erläutern, einfache algorithmische Lösungsmuster nachvollziehen und diese passend für gegebene Problemstellungen auswählen
- einfache Algorithmen und Objektstrukturen zur Problemlösung entwerfen, implementieren und testen
- für einfache Anwendungsprobleme eine geeignete programmtechnische Lösung auswählen
- grundlegende Programmentwurfsprinzipien und -methoden anwenden
- der Anwendungsdomäne entsprechende einfache Objektstrukturen entwerfen
- die grundlegenden Werkzeuge der Softwareentwicklung effektiv einsetzen
- Lösungsansätze für Programmierprobleme gemeinsam in Kleingruppen entwickeln
- Lösungsansätze für Programmierprobleme bewerten
- eigene analytische und konzeptionelle Fähigkeiten einschätzen

6 Prüfungsleistung:

[x] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)	Klausur	120-180 Min.	100 %

7 Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:

zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
a)	Schriftliche Übungsaufgaben und/oder Minitests		SL

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.

8 Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:

Bestehen der Studienleistung.

9 Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

10 Gewichtung für Gesamtnote:

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

11 Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:

B. Ed. Physik GyGe, B. Sc. Mathematik, B. Sc. Materialwissenschaften

12 Modulbeauftragter:

Prof. Dr. Stefan Böttcher

13 Sonstige Hinweise:

Hinweise der Lehrveranstaltung Programmieren:

Methodische Umsetzung

Die Inhalte werden im Vorlesungsteil an typischen Beispielen eingeführt, in den praktischen Übungen unter Anleitung erprobt und in Hausübungen in eigenständiger Bearbeitung der Studierenden vertieft. Dabei wird die Anwendung der wichtigsten Softwareentwicklungswerkzeuge wie Editor, Interpreter und Debugger eingeübt.

Literaturangaben

- Mark Lutz: Learning Python, 5th ed., O'Reilly
- Thomas Theis: Einstieg in Python, Rheinwerk Computing
- Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben

Physikalisches Grundpraktikum II

Basic Physics Lab Course II

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
14	180	6	4.	Jedes SS	1	de/en	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Physikalisches Grundpraktikum II	S	75	105	P	6

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

keine

4 Inhalte:

Selbstständiges Experimentieren zu physikalischen Aufgabenstellungen, die sich weitestgehend aus dem Stoff der Vorlesungen Experimentalphysik A–D ableiten lassen. Ausgegend von einer selbst zu entwickelnden Fragestellung wird das komplette Projekt selbst geplant, wichtige Meilensteine festgesetzt, das Experiment aufgebaut, erprobt und getestet, Daten erfasst und ausgewertet. Sowohl die Idee als auch das fertige Experiment stellen die Studierenden im Rahmen einer Präsentation einem Fachpublikum vor. Unterstützung erhalten die Teilnehmenden zunächst über Diskussionen und Beratungen mit ihren Peers. Erfahrene Dozenten begleiten zurückhaltend die Entwicklung der Experimente und das Erreichen der Meilensteine. Sie stehen auf Anfrage jederzeit zur Verfügung und überwachen die Einhaltung der Sicherheit.

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Im Physikalischen Grundpraktikum II erlernen die Studierenden die eigenständige Forschungstätigkeit am Beispiel typischer physikalischer Phänomene. Die Studierenden werden befähigt, im Team eigenverantwortlich und koordiniert eine umfangreichere Aufgabenstellung bzw. ein Projekt nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten zu planen und durchzuführen. Neben der Labortätigkeit soll auch der jeweils erforderliche wissenschaftliche Diskurs mit den Peers bedarfsgerecht selbst gesteuert werden. Die im Grundpraktikum I gezielt und aufeinander aufbauend erworben Kompetenzfacetten (experimentelle Kompetenz, Sprach-, Sozial- und Selbstkompetenz) werden hier durch eine selbstständige Anwendung vertieft und gefestigt.

6 Prüfungsleistung:

[X] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

u	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)	Abschlussportfolio	Das (ganz oder teilweise elektronisch geführte) Abschlussportfolio umfasst alle im Rahmen der Veranstaltung erarbeiteten Produkte (wie z.B. Laborbuch, Poster, Planung, Vortragsfolien und/oder Bericht) sowie ggf. Ausarbeitungen zu individuell vorgegebenen Themen.	100%

7	**Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:** keine
8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:** keine
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** keine
12	**Modulbeauftragte/r:** Dr. Marc Sacher
13	**Sonstige Hinweise:** keine

Technisches Englisch I

English for Technical Purposes I

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
15	180	6	2. und 5.	Jedes Semester	2	en	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	English for Students of Natural Sciences	Ü	30	60	WP	bis zu 20
b)	English Writing Skills for Students of Natural Sciences	Ü	30	60	WP	bis zu 20

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

Teilnahmevoraussetzung ist der Nachweis der notwendigen Vorkenntnisse auf dem Niveau B2.1.

4 Inhalte:

<u>English for Students of Natural Sciences:</u>

In diesem Sprachkurs werden alle Fertigkeiten (Hörverstehen, Leseverstehen, mündliche Produktion, mündliche Interaktion und Schreiben) trainiert. Die Teilnehmer erweitern ihr (Fach-)Vokabular und wiederholen grammatische Regeln. Es wird mit verschiedenen authentischen Materialien (wie z. B. Fachtexten, Vorträgen) gearbeitet.

<u>English Writing Skills for Students of Natural Sciences:</u>

Dieser Sprachkurs legt einen Schwerpunkt auf die Vermittlung der schriftlichen Kompetenz und bereitet die Studierenden auf das Verfassen zusammenhängender wissenschaftlicher Texte im Bereich der Naturwissenschaften vor. Die Teilnehmer lernen, fachtypische kürzere Texte (z. B. Berichte, Abstracts) mit unterschiedlichen sprachlichen und stilistischen Mitteln zu verfassen, zu strukturieren und dabei typische Fehler zu vermeiden.

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Teilnehmer erweitern ihren allgemeinen und ihren fachbezogenen Englischwortschatz. Sie werden in die Lage versetzt, Versuchsaufbauten und -abläufe mündlich und schriftlich in englischer Sprache zu beschreiben, Erläuterungen zu technischen Zusammenhängen zu geben, Ergebnisse in Protokollen und Berichten festzuhalten und kürzere strukturierte Texte zu Fachthemen zu verfassen. Die Kurse orientieren sich am Niveau B2 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens.

Die Studierenden

- **a.** besitzen Kenntnisse grundlegender Merkmale wissenschaftlicher Textarten für den englischsprachigen Raum und können diese auf eigene Darstellungen anwenden,
- **b.** können Versuchsaufbauten, -abläufe und -ergebnisse aus dem Umfeld ihres eigenen Fachstudiums in englischer Sprache kommunizieren.

6 Prüfungsleistung:

[] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [X] Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)	Sprachpraxisprüfung	Schriftlicher Teil: ca. 90-120 Min. Mündlicher Teil: ca. 10 Min.	50%
b)	Klausur	ca. 120 min	50%

7 Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:

zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
a)	Portfolio	ca. 3 Seiten	SL

8 Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:

Teilnahmevoraussetzung ist die regelmäßige Teilnahme an den zwei Sprachkursen (jeweils maximal drei Fehltermine).

Zusätzlich zu a): Bestehen der Studienleistung.

9 Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn alle Modulteilprüfungen bestanden sind.

10 Gewichtung für Gesamtnote:

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

11 Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:

B. Sc. Materialwissenschaften

12 Modulbeauftragter:

Dr. Sigrid Behrent

13 Sonstige Hinweise:

Literaturempfehlungen erfolgen zu Beginn der Veranstaltung.

Analysis 1

Analysis 1

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
16	270	9	1.	Jedes WS	1	de	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Analysis 1	V	60	90	P	bis zu 200
b)	Analysis 1	Ü	30	90	P	bis zu 25

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:
keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:
keine

4 Inhalte:
- Vollständige Induktion
- Reelle und komplexe Zahlen
- Folgen und Reihen
- Grenzwerte für Funktionen
- Stetigkeit
- Differenzierbare und integrierbare Funktionen in einer reellen Variablen
- Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung
- Funktionenfolgen
- Potenzreihen

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:
Die Studierenden
- verfügen über Grundkenntnisse der Analysis einer Veränderlichen,
- sind vertraut mit grundlegenden Beweismethoden und können selbst Beweise führen,
- kennen zentrale Begriffe der Analysis (wie Konvergenz und Stetigkeit) und können sicher mit ihnen umgehen,
- kennen insbesondere die Begriffe der Ableitung und des Integrals und ihre grundlegenden Eigenschaften, sie können diese interpretieren und berechnen,
- beherrschen die Epsilontik.

6 Prüfungsleistung:
[X] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-b)	Klausur oder mündliche Prüfung	120 - 180 Min. 30 - 45 Min.	100%

7 Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:

zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
b)	Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben	wöchentlich	QT

8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:** Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an der Übung b).
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Bachelor Mathematik, Bachelor Technomathematik, Bachelor Informatik
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Helge Glöckner
13	**Sonstige Hinweise:** Keine

Analysis 2

Analysis 2

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
17	270	9	2.	Jedes SS	1	de	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Analysis 2	V	60	90	P	bis zu 200
b)	Analysis 2	Ü	30	90	P	bis zu 25

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

keine

4 Inhalte:

- Normen und die Topologie des $\mathbf{R}^n$
- Metrische Räume und topologische Grundbegriffe
- Kompaktheit
- Stetige und differenzierbare Abbildungen mehrerer Variabler: totales Differential, partielle Ableitungen, Taylor-Formel, Extremstellenbestimmung
- Lösen nichtlinearer Gleichungen: Banachscher Fixpunktsatz, Satz über die Umkehrabbildung, Satz über die implizite Funktion, Extrema unter Nebenbedingungen
- Einführung in gewöhnliche Differentialgleichungen, Satz von Picard-Lindelöf

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden

- erweitern ihre Kenntnisse der Analysis,
- vertiefen ihre Kenntnisse der Integralrechnung einer Variablen,
- beherrschen den Umgang mit Normen bei der Abschätzung von Abständen,
- können mit linearen Approximationen umgehen sowie Approximationen höherer Ordnung,
- sind mit Anfangswertproblemen vertraut und kennen Lösungsmethoden; auch können sie einfache Probleme durch Differentialgleichungen modellieren,
- haben die Fähigkeit zum selbstständigen, aktiven Umgang mit Fragestellungen der Differentialrechnung in mehreren Variablen,
- sind in der Lage, interessengelenkt selbstständig mathematische Einsichten zu erarbeiten,
- können allein oder gemeinsam mit anderen einfache Fragestellungen auf dem Gebiet der Analysis lösen.

6 Prüfungsleistung:

[X] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-b)	Klausur oder mündliche Prüfung	120 - 180 Min. 30 - 45 Min.	100%

<table>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
<table>
<tr><th>zu</th><th>Form</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>SL / QT</th></tr>
<tr><td>b)</td><td>Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben</td><td>wöchentlich</td><td>QT</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an der Übung b).</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Bachelor Mathematik, Bachelor Technomathematik, Bachelor Informatik</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr. Helge Glöckner</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Empfohlene Vorkenntnisse: die Fachkompetenzen aus Analysis 1 und Lineare Algebra 1</td></tr>
</table>

Analysis 3

Analysis 3

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
18	210	7	3.	Jedes WS	1	de	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Analysis 3	V	45	60	P	bis zu 75
b)	Analysis 3	Ü	30	75	P	bis zu 25

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

Keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

Keine

4 Inhalte:

- Maß- und Integrationstheorie: σ-Algebren und Maße, messbare Funktionen, Lebesguesches Integral, Konvergenzsätze, Produktmaße, Satz von Fubini-Tonelli, Bildmaße und Transformationsformel.
- Untermannigfaltigkeiten von $\mathbf{R}^n$

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden

- vertiefen ihre Kenntnisse der Analysis weiter,
- können Volumina und mehrdimensionale Integrale berechnen und kennen die zugehörige Integrationstheorie,
- haben die Fähigkeit, mit einfachen Fragestellungen im Bereich Maß- und Integrationstheorie eigenständig oder angeleitet umzugehen,
- können selbstständig Lehrbuchliteratur erarbeiten und beherrschen grundlegende Prinzipien der Analysis.

6 Prüfungsleistung:

[X] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-b)	Klausur oder mündliche Prüfung	120 - 180 Min. 30 - 45 Min.	100%

7 Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:

zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
b)	Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben	wöchentlich	QT

8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:** Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an der Übung b).
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Bachelor Mathematik, Bachelor Technomathematik
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Margit Rösler
13	**Sonstige Hinweise:** Empfohlene Vorkenntnisse: die Fachkompetenzen aus Analysis 1, Analysis 2, Lineare Algebra 1

Analysis 4

Analysis 4

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
19	210	7	4.	Jedes SS	1	de	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Analysis 4	V	45	60	P	bis zu 75
b)	Analysis 4	Ü	30	75	P	bis zu 25

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

Keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

Keine

4 Inhalte:

- Vertiefung der Integrationstheorie: Integration auf Untermannigfaltigkeiten von $\mathbf{R}^n$, Integralsätze.
- Komplexe Funktionentheorie: Holomorphe Funktionen, Identitätssatz, Satz von Liouville, Umlaufzahlen (Index), Cauchyscher Integralsatz, Potenzreihen und Laurentreihen, isolierte Singularitäten, Residuensatz
- Gegebenenfalls weitere Ergänzungen zur Analysis

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden

- haben ihre Kenntnisse der Integrationstheorie und Mannigfaltigkeiten vertieft,
- können Kurven- und Flächenintegrale berechnen und mit den zuhörigen Integralsätzen umgehen,
- kennen die besonderen Eigenschaften komplex differenzierbarer Funktionen im Vergleich zu nur reell differenzierbaren Funktionen,
- sind in der Lage, Beziehungen zwischen topologischen und analytischen Problemen herzustellen.

6 Prüfungsleistung:

[X] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-b)	Klausur oder mündliche Prüfung	120 - 180 Min. 30 - 45 Min.	100%

7 Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:

zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
b)	Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben	wöchentlich	QT

8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:** Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an der Übung b).
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** Bachelor Mathematik, Bachelor Technomathematik
12	**Modulbeauftragte/r:** Prof. Dr. Christian Fleischhack
13	**Sonstige Hinweise:** Empfohlene Vorkenntnisse: die Fachkompetenzen aus Analysis 1, Analysis 2, Analysis 3, Lineare Algebra 1

Lineare Algebra 1

Linear Algebra 1

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
20	270	9	1.	Jedes WS	1	de	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Lineare Algebra 1	V	60	90	P	bis zu 300
b)	Lineare Algebra 1	Ü	30	90	P	bis zu 25

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

Keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

Keine

4 Inhalte:

- Matrizenrechnung: Grundbegriffe, lineare Gleichungssysteme, Gauß-Algorithmus
- Algebraische Strukturen: Gruppen, Ringe, Körper, Restklassen, komplexe Zahlen
- Vektorräume: Grundbegriffe, Basen, Dimension
- lineare Abbildungen: Rangsatz, Basiswechsel, lineare Abbildungen versus Matrizen
- Determinanten
- Eigenwerte

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden

- haben ein Verständnis einfacher Fragestellungen der linearen Algebra erworben,
- haben grundlegende Begriffe und Methoden der linearen Algebra kennengelernt,
- sind in der Lage, Methoden der linearen Algebra auf einfache Probleme anzuwenden,
- haben die Fähigkeit zum selbstständigen, aktiven Umgang mit einfachen Fragestellungen im Bereich der linearen Algebra erlangt,
- beherrschen einen sicheren Umgang mit einfachen Algorithmen und grundlegenden Beweistechniken der linearen Algebra,
- haben Teamfähigkeit durch Zusammenarbeit mit anderen Studierenden bei der Bearbeitung von Gegenständen der Vorlesung und Problemen der Übungen ausgebildet.

6 Prüfungsleistung:

[X] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-b)	Klausur oder mündliche Prüfung	120 - 180 Min. 30 - 45 Min.	100%

<table>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
<table>
<tr><th>zu</th><th>Form</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>SL / QT</th></tr>
<tr><td>b)</td><td>Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben</td><td>wöchentlich</td><td>QT</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an der Übung b).</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
Bachelor Mathematik, Bachelor Technomathematik, Bachelor Informatik</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragte/r:
Prof. Dr. Kai-Uwe Schmidt</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
Keine</td></tr>
</table>

Einführung in Python

Introduction to Python

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
21	90	3	2.	Jedes SS	1	en	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Einführung in Python	V1	15	30	P	60
b)	Einführung in Python	Ü1	15	30	P	30

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

keine

4 Inhalte:

Inhalte der Lehrveranstaltung Python-Kompaktkurs:
Diese Veranstaltung ist ein spezieller Programmierkurs zur Nutzung von Python zur Experimentsteuerung und Datenerfassung. Die Veranstaltung umfasst folgende Inhalte:

- Kurze allgemeine Einführung in die Programmiersprache Python
  - Installation von Python
  - Sprachsyntax
  - Ausführen von Skripten
- Einführung in die wichtigsten wissenschaftlichen Pakete der Python-Bibliothek
  - Numpy (Array-basierte numerische Berechnungen)
  - Matplotlib (Visualisierung von Daten)
  - Scipy (Fortgeschrittene mathematische Funktionen z.B. für Signalverarbeitung usw.)
- Kommunikationsschnittstellen
  - Allgemein
  - Verwendung von Python zur Kommunikation z.B. mit Messgeräten
- Imperative und objektorientierte Ansätze für die Kommunikation
  - Entwicklung einfacher Gerätetreiber
  - Automatisierung von Messung
- Simulation eines realistischen Messaufbaus
  - Experimentsteuerung mit mehreren Messgeräten
  - Datenanalyse

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Nach Abschluss haben Studierende

- Grundkenntnisse im Umgang mit Python als Programmiersprache zur Experimentsteuerung und Datenerfassung erlangt
- Grundkonzepte der imperativen und objektorientierten Programmierung speziell im Hinblick auf Anwendungen in der Gerätesteuerung erlangt
- grundlegenden Werkzeuge der Softwareentwicklung von Geräte- und Experimentsteuerungen erlangt

6 Prüfungsleistung:

[x] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
b)	Abschlussportfolio		

7 Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:

zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
a)	Erfolgreiche Bearbeitung der (Programmier-)Übungen		SL

Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.

8 Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:

Bestehen der Studienleistung.

9 Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

10 Gewichtung für Gesamtnote:

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

11 Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:

keine

12 Modulbeauftragter:

Dr. Harald Herrmann

13 Sonstige Hinweise:

Hinweise der Lehrveranstaltung Programmieren:

Alternativ zur Präsenzveranstaltung kann der Vorlesungsteil auch als Video-Kurs angeboten werden, so dass die Studierenden selbst das Lerntempo bestimmen können. Damit wird der Situation Rechnung getragen, dass die Studierenden unterschiedlich gute Vorkenntnisse haben.

Französisch B2

French B2

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
22	360	12	1.–4.	Jedes Semester	4	fr	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Französisch B2.1	Ü	30	60	WP	bis zu 20
b)	Französisch B2.2	Ü	30	60	WP	bis zu 20
c)	Französisch B2.3	Ü	30	60	WP	bis zu 20
d)	Französisch B2.4	Ü	30	60	WP	bis zu 20

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

Teilnahmevoraussetzung ist der Nachweis der notwendigen Vorkenntnisse auf dem Niveau B1.

4 Inhalte:

Die Studierenden trainieren ihre Hör-, Lese- und Schreibfertigkeiten in französischer Sprache ebenso wie die mündliche Produktion und Interaktion. Die Schwerpunkte der einzelnen Kurse sind

- Alltagsgespräche und Texte zu allgemeinen Themen
- Radio- und Fernsehbeiträge sowie Interviews
- Filme und Literatur, Gefühle und Meinungen

Fachgespräche und -texte sowie das Verstehen und Halten von Präsentationen

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Kurse orientieren sich am Niveau B2 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens.

Die Studierenden

- werden in die Lage versetzt, gesprochener französischer Sprache sowohl in Alltagssituationen und standardsprachlichen Medienbeiträgen als auch in akademischen Vorlesungen und berufsbezogenen Präsentationen zu folgen und die Hauptaussagen zu verstehen,
- lernen, längere und komplexe Texte wie Nachrichtenbeiträge, literarische Werke oder Fachartikel zu verstehen und relevante Informationen zu entnehmen,
- sind fähig, sich spontan und fließend an Gesprächen zu allgemeinen Themen sowie an fachlichen Diskussionen zu beteiligen und dabei eigene Meinungen und Standpunkte differenziert auszudrücken,
- lernen, allgemeine Themen und solche des eigenen Fachgebiets klar und systematisch zu präsentieren und dabei wesentliche Punkte und unterstützende Details hervorzuheben,

sind geübt, strukturierte Texte zu vorbereiteten Themen einschließlich des eigenen Fachgebiets zu verfassen, Begründungen und Abwägungen von Vor- und Nachteilen zu formulieren, Briefe zu schreiben und ihre Gefühle differenziert schriftlich auszudrücken.

6	**Prüfungsleistung:** [] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [X] Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 Min. 10 Min.	25%
b)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 Min. 10 Min.	25%
c)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 Min. 10 Min.	25%
d)	Klausur oder mündliche Prüfung	90 Min. 10 Min.	25%

7	**Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:** keine
8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:** Teilnahmevoraussetzung ist die regelmäßige Teilnahme an den vier Sprachkursen (jeweils maximal drei Fehltermine).
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn alle Modulteilprüfungen bestanden sind.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** keine
12	**Modulbeauftragter:** Dr. Sigrid Behrent
13	**Sonstige Hinweise:** Bei erfolgreichem Abschluss des Moduls besteht zusätzlich die Möglichkeit, die Prüfung zum hochschulspezifischen Fremdsprachenzertifikat UNIcert® II abzulegen.

Festkörperphysik

Solid State Physics

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
23	210	7	5.	Jedes WS	1	De/en	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Festkörperphysik	V	60	60	P	60
b)	Festkörperphysik	Ü	30	60	P	30

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

keine

4 Inhalte:

- Struktur der Kristalle, Beugung, reziprokes Gitter
- Bindungsverhältnisse in Kristallen, elastische Eigenschaften
- Phononen und thermische Eigenschaften
- Freies Elektronengas, BändermodellHalbleiter
- Optische Eigenschaften von Isolatoren
- Magnetismus
- Supraleitung

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden sollen befähigt werden, die grundlegenden Konzepte zur Beschreibung von Festkörpern zu verstehen, anzuwenden und selbstständig zu bearbeiten.

Die Studierenden

- verfügen über ein fundiertes Fachwissen im Bereich der Festkörperphysik,
- haben die logische Struktur des Fachs erkannt,
- sind in der Lage die physikalischen Gesetzmäßigkeiten mathematisch zu beschreiben,
- sind in der Lage Gesetzmäßigkeiten der Festkörperphysik herzuleiten,
- sind in der Lage die Gesetzmäßigkeiten der Festkörperphysik prädiktiv anzuwenden,
- können die physikalischen Sachverhalte der Festkörperphysik anschaulich kommunizieren.

6 Prüfungsleistung:

[x] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-b)	Klausur oder mündliche Prüfung	180 Min. 30–45 Min.	100 %

<table>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
<table>
<tr><th>zu</th><th>Form</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>SL / QT</th></tr>
<tr><td>b)</td><td>Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben</td><td>wöchentlich</td><td>QT</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an der Übung b).</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
keine</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragter:
Prof. Dr. Klaus Jöns, Prof. Dr. D. Reuter</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
keine</td></tr>
</table>

Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum

Advanced Physics Lab Course

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
24	180	6	5.	Jedes WS	1	de / en	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Laborseminar	S	15	15	P	15
b)	Übung	Ü	15	15	P	30
c)	Praktikum	P	60	60	P	bis zu 12

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

keine

4 Inhalte:

Versuchsblock: Sechs jeweils in Zweiergruppen durchzuführende Versuche aus verschiedenen Bereichen:

- mindestens drei Versuche zu grundlegenden physikalischen Effekten (z. B. Compton-Effekt, Hall-Effekt, Zeeman-Effekt, Mössbauer-Effekt).
- mindestens ein Versuch aus dem Themenfeld „Materialwissenschaften“ (z. B. Spektroskopie, Röntgenstrukturanalyse, etc.)
- mindestens ein Versuch aus dem Themenfeld „Optoelektronik und Photonik“ (z. B. Laserdioden, Photodioden, etc.)
- mindestens ein Versuch aus dem Themenfeld „Computer-Praktikum“ (z. B. Monte-Carlo-Simulation, Theorie komplexer Systeme, etc.)

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Das Physikalische Fortgeschrittenenpraktikum soll auf die eigenständige Forschungstätigkeit (Bachelorarbeit) vorbereiten und in gehobene bis anspruchsvolle Versuche aus den Bereichen der Angewandten Physik und Experimentalphysik sowie die praxisnahe Durchführung numerischer Experimente und Methoden aus den Bereichen der Theoretischen Physik einführen.

Die Studierenden

- erlernen den Umgang mit modernen physikalischen Experimentiermethoden und Messgeräten und kennen deren Anwendungsmöglichkeiten in der Grundlagenforschung und in der aktuellen industriellen Produktentwicklung,
- sind in der Lage, auch komplexere physikalische Experimente selbstständig durchzuführen, diese Durchführung wissenschaftlich zu protokollieren, die resultierenden Ergebnisse zu interpretieren und Fehlerquellen zu diskutieren,
- sind befähigt, Grundlagenwissen aktueller Experimente und Techniken selbstständig zu recherchieren, aufzubereiten, zu präsentieren und zu diskutieren.

6 Prüfungsleistung:

[x] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-c)	Abschlussportfolio	ca. 18 Seiten	100%

7 Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:

zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
c)	Gesamtheit der Versuche	sechs Versuche	SL

8 Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:

Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist das Bestehen der Studienleistungen zu dem Praktikumsteil.

9 Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

10 Gewichtung für Gesamtnote:

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

11 Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:

keine

12 Modulbeauftragter:

Dr. Harald Herrmann

13 Sonstige Hinweise:

keine

Theoretische Physik D (Thermodynamik, Statistik)

Theoretical Physics D (Thermodynamics, Statistics)

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
25	240	8	5.	Jedes WS	1	de	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Theoretische Physik D	V	60	75	P	60
b)	Theoretische Physik D	Ü	30	75	P	30

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

keine

4 Inhalte:

- Temperatur und thermisches Gleichgewicht
- Zustandsgrößen und Zustandsgleichungen, Phasenübergänge
- Hauptsätze der Thermodynamik
- Entropie und thermodynamische Potentiale
- Mathematische Grundlagen der Statistischen Physik
- Mikro- und Makrozustände
- Mikrokanonisches, kanonisches und großkanonisches Ensemble
- Quantenstatistische Systeme

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden erwerben ein Verständnis der grundlegenden Konzepte der Thermodynamik und der Statistischen Physik sowie der Methoden zur phänomenologischen bzw. statistischen Beschreibung von klassischen und quantenmechanischen Vielteilchensystemen.

Die Studierenden

- verstehen die Modellbildung der Thermodynamik zur phänomenologischen Beschreibung makroskopischer Vielteilchensysteme mittels Zustandsgrößen,
- beherrschen die Zustandsgleichungen zur Beschreibung von *pVT*-Systemen und deren Verallgemeinerungen wie z. B. Para- und Ferromagneten,
- kennen grundlegende Begriffe wie Temperatur und Entropie zur Beschreibung von Systemen im thermischen Gleichgewicht,
- kennen die Hauptsätze der Thermodynamik und deren Anwendung auf grundlegende Systeme wie z. B. Wärme-Kraft-Maschinen,
- verstehen das Konzept der thermodynamischen Potentiale und deren Anwendung zur Berechnung von Zustandsgrößen und zur Charakterisierung von Phasenübergängen,
- beherrschen die Ableitung thermodynamischer Größen mit Mitteln der statistischen Mechanik und Quantenstatistik zur phänomenologischen Beschreibung von Vielteilchensystemen.

6 Prüfungsleistung:

[X] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-b)	Klausur oder mündliche Prüfung	180 Min. 45 Min.	100%

7 **Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:**

zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
b)	Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben	wöchentlich	QT

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:**
Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an der Übung b).

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:**
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

11 **Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:**
Bachelor Mathematik

12 **Modulbeauftragte/r:**
Prof. Dr. Wolf Gero Schmidt, Dr. Uwe Gerstmann

13 **Sonstige Hinweise:**
keine

Wahlpflichtbereich Angewandte Physik/Mathematik

Energie und Umwelt

Energy and Environment

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
26a	210	7	6.	SS	1	de/en	WP

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Energie und Umwelt	V	60	60	WP	60
b)	Energie und Umwelt	Ü	30	60	WP	30

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

keine

4 Inhalte:

Das Modul behandelt die Physik und Technologien moderner Energiekonzepte, deren Auswirkung auf die Umwelt sowie Fragen der für neue Energiewandlungsprozesse benötigten Materialien. Themen sind (auszugsweise):

- Globaler und lokaler Energiebedarf und Energieressourcen
- Treibhauseffekt, Treibhausgase der Atmosphäre, Umgang mit CO_2
- Solare Einstrahlung auf der Erdoberfläche
- Solarthermische Energiekonversion & Wärmekraftmaschinen: Solarkamine, Solarpaneele, Solartürme, Rinnenkraftwerke, Dish-Stirling-Systeme, (Selektive) Absorber, Kreisprozesse
- Grundlagen und moderne Konzepte der anorganischen und organischen Photovoltaik
- Energy harvesting: Thermoelektrische, piezoelektrische und triboelektrische Energiewandlung
- Nutzung von Windenergie: Verfügbarkeit, Anlagenkonzepte, Wirkungsgrade und Intermittanzproblem
- Brennstoffzellen und Wasserstoffspeicherung
- Energiespeichertechnologien

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Den Studierenden soll ein Überblick und Einblick in aktuelle Fragen der Energieversorgung und ein Verständnis aktueller Grenzen existierender Energiewandlungsprozesse vermittelt werden.

Die Studierenden

- sind in der Lage, physikalisches Grundlagenwissen zur Bewältigung technologischer Herausforderungen des Spezialgebiets anzuwenden,
- haben die Fähigkeit, konkrete Konzepte zur Nutzung von Solarenergie zu erstellen,
- können das Potenzial unterschiedlicher Energiewandlungsprozesse beurteilen und deren Nutzung standortbezogen vergleichen,
- verstehen aktuelle Konzepte zur technologischen Weiterentwicklung in den Bereichen Photovoltaik, Solarthermie, Energy Harvesting, Windenergie sowie Energiespeicherung und die damit verbundenen Materialfragen,
- sind in der Lage, die in öffentlichen Quellen verfügbaren Informationen zu eruieren und kritisch zu hinterfragen,
- verfügen über die Kompetenz, aktuelle Fachliteratur zu beschaffen und zu verstehen und abgesteckte Teilgebiete fachlich fundiert zu präsentieren und zu diskutieren.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
[x] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)-b)</td><td>Klausur
oder mündliche Prüfung</td><td>120 Min.
30–45 Min.</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
<table>
<tr><th>zu</th><th>Form</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>SL / QT</th></tr>
<tr><td>b)</td><td>Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben</td><td>wöchentlich</td><td>QT</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an der Übung b).</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
keine</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragter:
Prof. Dr. Jörg Lindner</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
keine</td></tr>
</table>

Materialanalytik

Material Analytics

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
26b	210	7	6.	SS	1	de/en	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Materialanalytik	V	60	60	WP	60
b)	Materialanalytik	Ü	30	60	WP	30

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:
keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:
keine

4 Inhalte:

- Ultrahochvakuumtechnologie (UHV)
- Grundlagen der Teilchenoptik und Spektroskopie
- Auger-Elektronenspektroskopie (AES), Sekundärionenmassenspektroskopie (SIMS)
- Morphologie und Struktur der Oberflächen: Relaxation, Rekonstruktion und Defekte
  - Niederenergetische Elektronenbeugung (LEED)
  - Reflektion hochenergetisch gebeugter Elektronen (RHEED)
  - Hochauflösende Röngenbeugung
  - Röntgenreflexion, Rutherford-Rückstreuung
  - Photoemission (UPS, XPS)
- Optische Messmethoden
  - Absorption-, Reflexions- und Transmissionsmessungen
  - Ellipsometrie
  - Photo-, Elektro- und Kathodolumineszenz
  - IR- und Raman-Spektroskopie
- Elektronische Messmethoden
  - Hall-Effekt, Shubnikov-de-Haas-Oszillationen,
- Quanten-Hall-Effekt

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden sollen befähigt werden, die grundlegenden Konzepte der Vakuumtechnik, und die verschiedenen Messmethoden der Oberflächen- und Festkörperuntersuchung korrekt und fundiert auf Problemstellungen der Oberflächen und Festkörperphysik anzuwenden und selbstständig zu bearbeiten. Die Studierenden

- besitzen Grundkenntnisse der Vakuumtechnik und die Fähigkeit UHV-Vakuumkammern für Oberflächenuntersuchungen zu konzipieren und zu entwerfen,
- besitzen Grundkenntnisse der Teilchenoptik zur Untersuchung von Oberflächen und Festkörpern,
- haben die Fähigkeit, unterschiedliche Messverfahren auf Fragestellungen der Oberflächen- und Festkörperphysik anzuwenden,
- haben die Fähigkeiten, die es Ihnen ermöglicht, die elektrischen, optischen, chemischen und morphologischen Eigenschaften von Oberflächen und Festkörpern zu untersuchen und das erworbene Wissen auf unterschiedlichen Gebieten der Festkörper- und Oberflächenphysik einzusetzen.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
[x] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)-b)</td><td>Klausur
oder mündliche Prüfung</td><td>120 Min.
30–45 Min.</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
<table>
<tr><th>zu</th><th>Form</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>SL / QT</th></tr>
<tr><td>b)</td><td>Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben</td><td>wöchentlich</td><td>QT</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an der Übung b).</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
keine</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragter:
Prof. Dr. Donat As</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
keine</td></tr>
</table>

Astrophysik

Astrophysics

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
26c	210	7	6.	SS	1	de	WP

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Astrophysik	V	60	60	WP	60
b)	Astrophysik	Ü	30	60	WP	30

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

keine

4 Inhalte:

Das Modul behandelt die Grundlagen moderner Astrophysik und Kosmologie sowie aktuelle Forschungsmissionen und Erkenntnisse. Themen sind (auszugweise):

- Physik der Planeten: Gezeiten, Roche-Grenze, planetare Magnetfelder, Atmosphären, Grundlagen der Physik von Gesteins- und Gasplaneten
- Physik der Sonne: Aufbau der Sonne, äußere Atmosphäre, dynamische Eigenschaften, Fusionsprozesse
- Physik der Sterne: Zustandsgrößen und ihre Bestimmung, Zusammenhänge der Zustandsgrößen, Hertzsprung-Russell-Diagramm
- Sternentstehung- und Entwicklung: Hauptreihe, Materiekreislauf, Endstadien der Sternentwicklung, kompakte Objekte
- Exoplaneten, habitable Zonen
- Galaxien, Galaxienhaufen, Filamente
- Grundlagen der Kosmologie: klassische Friedmann-Modelle, Expansion des Universums, Urknall, Entstehung der Elemente
- Dunkle Materie, dunkle Energie
- Forschungsmissionen der Astrophysik: Erdgebundene Beobachtung, Weltraumteleskope, Raumsonden

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden erhalten einen Überblick und Einblick in den Aufbau des Universums und der Himmelskörper sowie in aktuelle und ungeklärte Fragestellungen der Astrophysik und Kosmologie.

Die Studierenden

- sind in der Lage, physikalisches Grundwissen auf ausgewählte astronomische Problemstellungen anwenden,
- kennen astronomische und astrophysikalische Objekte, Messmethoden und Einheiten,
- besitzen Grundkenntnisse zum Aufbau und der Entwicklung der Sterne und können den Einfluss der Sterne auf die Bewohnbarkeit von Planeten erläutern,
- verstehen aktuelle Theorien zur Entstehung und Entwicklung des Universums und können deren Nachweismethoden erläutern,
- sind in der Lage, die in öffentlichen Quellen verfügbaren Informationen kritisch zu beurteilen,
- verfügen über die Kompetenz, aktuelle Fachliteratur zu beschaffen, zu verstehen und abgesteckte Teilgebiete fachlich fundiert zu präsentieren und zu diskutieren.

6 **Prüfungsleistung:**

[x] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

Zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-b)	Klausur oder Mündliche Prüfung	120 Min. 30-45 Min.	100%

7 **Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:**

zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
b)	Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben	wöchentlich	QT

8 **Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:**

Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an der Übung b).

9 **Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:**

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

10 **Gewichtung für Gesamtnote:**

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet. (Faktor: 1)

11 **Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:**

keine

12 **Modulbeauftragte/r:**

Dr. Sascha Hohmann

13 **Sonstige Hinweise:**

keine

Allgemeine Chemie

General Chemistry

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
26d	210	7	6.	WS	1	de	WP

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Allgemeine Chemie	V	60	60	WP	bis zu 240
b)	Allgemeine Chemie	Ü	30	60	WP	bis zu 30

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:
keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:
keine

4 Inhalte:
- Einführung in die Grundlagen der Anorganischen Chemie
- Stofftrennung, Stöchiometrie, Atombau, Periodensystem
- Chemische Bindung
- Chemische Energetik und Gleichgewichte
- Säure-Base-Reaktionen, Redoxreaktionen, Elektrochemie

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden

- beherrschen die grundlegenden Konzepte der Chemie,
- besitzen die Fähigkeit zur abstrakten Formulierung chemischer Sachverhalte und Modelle,
- können die in den Vorlesungen und Übungen gewonnenen Erkenntnisse zur Begründung, Durchführung und Auswertung entsprechender Laborexperimente anwenden,
- haben die Fähigkeit zur sprachlich und logisch korrekten Argumentation und zur Kommunikation wissenschaftlicher Sachverhalte, sie können die Lösungen von Übungsaufgaben ausarbeiten und mündlich, z. B. an der Tafel, präsentieren.

6 Prüfungsleistung:
[x] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

Zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-b)	Klausur	120 Min.	100%

7 Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
keine

8 Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Keine

9 Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

10 Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet. (Faktor: 1)

11 Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
keine

12 Modulbeauftragter:
Prof. Dr. Michael Tiemann

13 Sonstige Hinweise:
keine

Lineare Algebra 2

Linear Algebra 2

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
26e	210	7	6.	WS	1	de	WP

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Lineare Algebra 2	V	60	60	WP	25
b)	Lineare Algebra 2	Ü	30	60	WP	25

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

keine

4 Inhalte:

- Faktorräume
- Symmetrische und alternierende Bilinearformen, euklidische und unitäre Vektorräume
- Minimalpolynom, Jordansche Normalform,
- Normalformen für orthogonale, unitäre, symmetrische Abbildungen (bzw. Matrizen)

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden sind in der Lage, theoretische Denkmuster auf Probleme der euklidischen Geometrie anzuwenden. Sie haben ihre Abstraktionsfähigkeit verstärkt ausgebildet. Die Studierenden haben ein vertieftes Verständnis für den Umgang mit grundlegenden Konzepten (wie Vektorraum, lineare Abbildung) und zur Beherrschung von Normalformproblemen erworben.

Sie haben eine (mündliche und schriftliche) Ausdrucksfähigkeit zur Beschreibung mathematischer Sachverhalte und Argumente (in den Übungen) entwickelt. Die Studierenden haben durch Zusammenarbeit mit anderen Studierenden bei der Bearbeitung von Gegenständen der Vorlesung und Problemen der Übung Teamfähigkeit ausgebildet.

6 Prüfungsleistung:

[x] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

Zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-b)	Klausur	120 Min.	100%

7 Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:

zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
b)	Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben.	wöchentlich	QT

8 Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:

Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an der Übung b).

9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet. (Faktor: 1)
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** keine
12	**Modulbeauftragter:** Prof. Dr. Jürgen Klüners
13	**Sonstige Hinweise:** Literatur (exemplarisch) − M. Artin: Algebra − S. Bosch: Lineare Algebra − G. Fischer: Lineare Algebra − F. Lorenz: Lineare Algebra Weitere Literatur wird ggf. vom jeweiligen Dozenten bekannt gegeben.

Hilbertraummethoden

Hilbert space methods

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
26f	210	7	6.	WS	1	de/en	WP

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Hilbertraummethoden	V	60	60	WP	100
b)	Hilbertraummethoden	Ü	30	60	WP	25

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

keine

4 Inhalte:

Das Modul kann in mehreren Ausrichtungen, z. B. als „Hilbertraummethoden“, „Grundlagen der Funktionalanalysis“ oder als eine Vertiefung der Funktionentheorie (in einer oder mehreren variablen) angeboten werden. Exemplarisch für die Ausrichtung „Hilbertraummethoden“: Hilberträume, Orthonormalbasen, lineare beschränkte Operatoren zwischen Hilberträumen, Variationsprobleme; Elemente der Banachraumtheorie; Anwendungen, z. B. Integraloperatoren oder Rand- und Eigenwertprobleme bei Differentialgleichungen.

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse der Analysis in ausgewählten Bereichen. Exemplarisch für die Ausrichtung „Hilbertraummethoden“: Die Studenten verfügen über grundlegende Kenntnisse in der Theorie der Hilberträume und, soweit hierfür sinnvoll, auch in der Theorie der Banachräume. Die Studenten sind in der Lage, Funktionen als Punkte eines geeigneten abstrakten Raumes aufzufassen und dies zur Lösung elementarer funktionalanalytischer Probleme einzusetzen

6 Prüfungsleistung:

[x] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

Zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-b)	Klausur	120 Min.	100%

7 Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:

zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
b)	Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben.	wöchentlich	QT

8 Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:

Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an der Übung b).

9 Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet. (Faktor: 1)
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** keine
12	**Modulbeauftragter:** Prof. Dr. Christian Fleischhack
13	**Sonstige Hinweise:** Literatur (exemplarisch) − Reed/Simon: Methods of Modern Mathematical Physics, Bd. 1, Academic Press. − Rudin: Functional Analysis, McGraw-Hill. − Weidmann: Lineare Operatoren in Hilberträumen, Stuttgart. − Werner: Einführung in die höhere Analysis, Springer. Weitere Literatur wird ggf. vom jeweiligen Dozenten bekannt gegeben.

Mannigfaltigkeiten

Manifolds

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
26g	210	7	6.	WS	1	de/en	WP

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Mannigfaltigkeiten	V	60	60	WP	100
b)	Mannigfaltigkeiten	Ü	30	60	WP	25

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

keine

4 Inhalte:

Die Vorlesung schließt an die Inhalte der Grundmodule „Analysis“ und „Lineare Algebra“ an. Die folgenden Themen sind in der Vorlesung zu behandeln: Differenzierbare Strukturen, Tangentialbündel, Vektorfelder und Differentialformen, Integration auf Mannigfaltigkeiten, Metriken und Affine Zusammenhänge.

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden haben Kenntnis der zentralen Konzepte, Beispiele und Problemstellungen der Theorie differenzierbarer Mannigfaltigkeiten.

- Die Studierenden haben die Fähigkeit, Beispiele auf das Vorliegen differentialgeometrischer Eigenschaften zu überprüfen.
- Die Studierenden haben sich durch angeleitetes Üben die Fähigkeit erworben, Standardrechnungen eigenständig durchzuführen und kleinere Beweise selbst zu entwickeln.
- Die Studierenden können gezielt in Fachtexten zum Thema nach Information suchen, diese finden und aufnehmen.

6 Prüfungsleistung:

[x] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

Zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-b)	Klausur	120 Min.	100%

7 Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:

zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
b)	Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben.	wöchentlich	QT

8 Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:

Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an der Übung b).

9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet. (Faktor: 1)
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** B. Sc. Mathematik
12	**Modulbeauftragter:** Prof. Dr. Joachim Hilgert
13	**Sonstige Hinweise:** Literatur (exemplarisch) − Abraham, R., Marsden, J., Ratiu, T.: Manifolds, tensor analysis, and applications. Springer, 1988 − Kühnel, W.: Differentialgeometrie. Vieweg+Teubner, 2010 − Lang, S.: Introduction to differentiable manifolds, Springer, 2002 − Lee, J.M.: Introduction to topological manifolds. Springer GTM 202, 2011 − Narasimhan, R.: Analysis on real and complex manifolds. North Holland, 1985 − Spivak, M.: Calculus on manifolds. Benjamin, 1965 − Warner, F.: Foundations of differentiable manifolds and Lie groups. Springer, 1983 Weitere Literatur wird ggf. vom jeweiligen Dozenten bekannt gegeben.

Werkstoffkunde 1

Materials science 1

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
26h	210	7	6.	WS	1	de/en	WP

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Werkstoffkunde 1	V	60	60	WP	150
b)	Werkstoffkunde 1	Ü	30	60	WP	60

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:
keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:
keine

4 Inhalte:

- Werkstoffhauptgruppen, Gefügestruktur und Eigenschaften, Materialauswahl
- Atomaufbau, kristalline und nichtkristalline (amorphe) Atomanordnungen, Gitterstörungen
- Legierungslehre
- Zustandsänderungen bei reinen Metallen, Erholungs- und Rekristallisationsverhalten
- Werkstoffprüfung
- Grundlagen der Wärmebehandlung
- Wichtige Normen für den Bereich Stahl und Eisen
- Nichteisenmetalle
- Magnetismus
- Keramische Werkstoffe
- Verbundwerkstoffe

Im Vordergrund der Vorlesung Werkstoffkunde 1 steht die Vermittlung von Kenntnissen über Strukturwerkstoffe und (weniger ausführlich) Funktionswerkstoffe, das Erkennen der Zusammenhänge zwischen atomarem Festkörperaufbau, mikroskopischen Beobachtungen und Werkstoffkennwerten sowie die Beurteilung von Eigenschaften und den daraus resultierenden Verwendungsmöglichkeiten. Beginnend beim Atomaufbau werden über mögliche Gitterstörungen die Eigenschaften verschiedener Werkstoffe betrachtet. Die Herstellung der Werkstoffe erfordert Kenntnisse über die wichtigsten Zustandsdiagramme. Dabei wird besonders auf das “Eisen-KohlenstoffDiagramm” eingegangen. Für die Bewertung der Werkstoffeigenschaften werden grundlegende Verfahren der Werkstoffprüfung wie Zugversuch, Härteprüfung, Kerbschlagbiegeversuch, Dauerschwingversuch vorgestellt und besprochen. Es werden Kenntnisse über mögliche Werkstoffschädigungen, wie z.B. Korrosion, und deren Vermeidung vermittelt.

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden können anhand der vermittelten Kenntnisse über Struktur- und Funktionswerkstoffe Zusammenhänge zwischen dem atomaren Festkörperaufbau, dem mikroskopischen Gefüge und den Werkstoffkennwerten herleiten. Sie können vermittelte Formeln anwenden und einfache Aufgaben berechnen. Sie sind in der Lage, fachspezifische Diagramme zu lesen und das Ergebnis schriftlich u./o. mündlich zu formulieren. Sie können Werkstoffbezeichnungen lesen und interpretieren und sind in der Lage, daraus resultierende Eigenschaften sowie Verwendungsmöglichkeiten der Werkstoffe abzuleiten. Die Studierenden sind in der Lage, selbstständig oder im Team grundlegende werkstoffkundliche Fragestellungen sowohl qualitativ als auch quantitativ zu bewerten und somit das in der Theorie erworbene Wissen in der Praxis anzuwenden. Die Kenntnis der Abhängigkeiten von „Herstellung, Mikrostruktur und Eigenschaften“ befähigt sie, sich auch in bisher unbekannte Themengebiete der Werkstoffkunde einzuarbeiten

6	**Prüfungsleistung:** [x] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

Zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-b)	Klausur	120 Min.	100%

7	**Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:**

zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
b)	Fachgespräch	20-30 Minuten	QT

8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:** Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an der Übung b).
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet. (Faktor: 1)
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** B. Sc. Maschinenbau
12	**Modulbeauftragter:** Prof. Dr. Mirko Schaper
13	**Sonstige Hinweise:** keine

Vertiefung A

Laserphysik und Spektroskopie							
Laser Physics and Spectroscopy							
Modulnummer: 27a	**Workload (h):** 210	**LP:** 7	**Studiensemester:** 5.	**Turnus:** Jedes WS	**Dauer (in Sem.):** 1	**Sprache:** de/en	**P/WP:** WP

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Laserphysik und Spektroskopie	V	60	60	WP	bis zu 60
b)	Laserphysik und Spektroskopie	Ü	30	60	WP	bis zu 30

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

keine

4 Inhalte:

- Emission und Absorption von Licht
- Einführung in die Atom- und Molekülspektren
- Absorptionsspektroskopie
- Aufbau und Funktionsweise eines Lasers
- Ausgewählte Beispiele für Laser
- Laserschutz und Sicherheitsausrüstung
- Frequenzkonversion mit nichtlinearen optischen Methoden
- Zeitaufgelöste Laserspektroskopie
- Raman-Spektroskopie
- Ellipsometrie
- Optische Frequenzkämme
- Terahertz-Spektroskopie

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden sollen befähigt werden, die grundlegenden Konzepte der Laserphysik und Spektroskopie korrekt und fundiert auf Problemstellungen der Physik anzuwenden und selbstständig zu bearbeiten.

Die Studierenden

- besitzen die Fähigkeit Fragestellungen aus dem Bereich der Laserphysik zu erkennen, zu analysieren und gegenüber der klassischen linearen Optik abzugrenzen,
- sind in der Lage zum eigenständigen Lösen von Ratengleichungen durch Anwenden von Näherungen auf reale Atomsysteme,
- sind in der Lage zur selbstständigen Beschreibung der Arbeitsprinzipien von Lasern und der eigenständigen Bestimmung von Betriebsbedingungen für den Laserbetrieb,
- können eigenständig Problemstellungen der Spektroskopie zu erkennen und entsprechend angebrachte Lösungsstrategien bei Standard-Problemen, die Laserquellen beinhalten, entwickeln,
- können Abstraktionen von komplexeren Problemstellungen beim Umgang mit der optischen Spektroskopie

selbstständig anwenden und diese auf Näherungen zur Lösung der Problemstellung übertragen,
- haben die Fähigkeit, sich selbstständig mit aktueller Gesetzgebung zur Thematik Lasersicherheit zu beschäftigen.

6 Prüfungsleistung:

[x] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-b)	Klausur oder mündliche Prüfung	180 Min. 30–45 Min.	100%

7 Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:

zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
b)	Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben	wöchentlich	QT

8 Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:

Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an der Übung b).

9 Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

10 Gewichtung für Gesamtnote:

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

11 Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:

keine

12 Modulbeauftragter:

Prof. Dr. Thomas Zentgraf; Prof. Dr. Tim Bartley

13 Sonstige Hinweise:

keine

Computerphysik

Computational Physics

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
27b	210	7	5.	Jedes WS	1	de/en	WP

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Computerphysik	V	60	120	P	bis zu 60
b)	Computerphysik	Ü	30		P	bis zu 30

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

keine

4 Inhalte:

- Einführung in das wissenschaftliche Rechnen
- Computerarithmetik, Maschinenzahlen, Approximations- und Rundungsfehler
- Lineare Gleichungssysteme
- Approximative Darstellung von Funktionen, Polynominterpolation
- Numerische Integration, Newton-Cotes-Formeln
- Bestimmung von Nullstellen, Bisektion und Newton-Verfahren
- Numerische Lösung von gewöhnlichen Differentialgleichungen
- Dynamische Systeme, deterministisches Chaos, Fraktale
- Numerische Lösung von partiellen Differentialgleichungen
- Monte-Carlo-Verfahren, Pseudozufallszahlen, Metropolis-Algorithmus

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, mit Hilfe selbst geschriebener Computerprogramme numerische Näherungslösungen für einfache physikalische Problemstellungen zu berechnen.

Die Studierenden

- sind fähig, gegebene mathematische Modelle durch Skalierung oder Äquivalenzumformungen in eine für die numerische Behandlung geeignete Form zu bringen,
- können eigenständig kleinere Computerprogramme für numerische Anwendungen erstellen und dazu bei Bedarf externe Bibliotheken einbinden,
- verfügen über Strategien, ihre Computerprogramme zu verifizieren und die Ergebnisse auf Konvergenz zu überprüfen,
- kennen verschiedene alternative Lösungsverfahren für elementare numerische Probleme und können unter diesen für konkrete Anwendungsfälle ein optimales Verfahren auswählen,
- haben die Fähigkeit, numerisch erzeugte Daten grafisch darzustellen und auszuwerten,
- sind sich des möglichen Auftretens von chaotischem Verhalten in deterministischen Systemen bewusst, sie können dieses mit numerischen Mitteln nachweisen und analysieren.

6 Prüfungsleistung:

[x] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)-b)	Klausur	180 Min.	100%

7 Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:

zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
b)	Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben	wöchentlich	QT

8 Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:

Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an der Übung b).

9 Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.

10 Gewichtung für Gesamtnote:

Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).

11 Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:

Bachelor Materialwissenschaften

12 Modulbeauftragter:

Prof. Dr. Arno Schindlmayr

13 Sonstige Hinweise:

keine

Vertiefung B

Halbleiterphysik							
Semiconductor Physics							
Modulnummer: **28a**	**Workload (h):** 210	**LP:** 7	**Studiensemester:** 6.	**Turnus:** Jedes SS	**Dauer (in Sem.):** 1	**Sprache:** de/en	**P/WP:** WP

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Halbleiterphysik	V	60	60	WP	bis zu 60
b)	Halbleiterphysik	Ü	30	60	WP	bis zu 30

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

keine

4 Inhalte:

- Klassifizierung und Herstellung von Halbleitern
- Bandstruktur
- Halbleiter-Heterostrukturen
- Dotierung und Ladungsträger-Statistik
- Ladungsträger-Transport und -Streuung
- Zweidimensionales Elektronengas und Quanten-Hall-Effekt
- *p-n*-Übergang und Bipolar-Transistoren
- Feldeffekt-Transistoren
- Optoelektronische Bauelemente

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden sollen befähigt werden, die grundlegenden Konzepte zur Beschreibung von Halbleitern und Halbleiter-Bauelementen zu verstehen, anzuwenden und selbstständig zu bearbeiten.

Die Studierenden

- verfügen über ein fundiertes Fachwissen auf dem Gebiet der Halbleiterphysik,
- verfügen über ein fundiertes Wissen zu Halbleiter-Bauelementen,
- sind in der Lage, die physikalischen Gesetzmäßigkeiten mathematisch zu beschreiben,
- sind in der Lage, Gesetzmäßigkeiten der Halbleiterphysik herzuleiten,
- sind in der Lage, die Gesetzmäßigkeiten der Halbleiterphysik prädiktiv anzuwenden,
- können die physikalisch-technischen Sachverhalte der Halbleiterphysik anschaulich kommunizieren.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
[x] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)-b)</td><td>Klausur
oder mündliche Prüfung</td><td>180 Min.
30–45 Min.</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
<table>
<tr><th>zu</th><th>Form</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>SL / QT</th></tr>
<tr><td>b)</td><td>Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben</td><td>wöchentlich</td><td>QT</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an der Übung b).</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
keine</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragter:
Prof. Dr. Klaus Jöns, Prof. Dr. D. Reuter</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
keine</td></tr>
</table>

Festkörpertheorie

Solid State Theory

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
28b	210	7	6.	Jedes SS	1	de/en	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Festkörpertheorie	V	60	120	P	bis zu 60
b)	Festkörpertheorie	Ü	30		P	bis zu 30

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:

keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:

keine

4 Inhalte:

- Beschreibung von Festkörpern als quantenmechanische Vielteilchensysteme
- Separation von Gitter- und Elektronendynamik, Born-Oppenheimer-Näherung
- Kristallstruktur, Translations- und Punktsymmetrien, Brillouin-Zone
- Dynamik des Kristallgitters, harmonische Näherung, Phononen
- Bandstruktur der Phononen, spezifische Wärmekapazität
- Bloch-Theorem, Bandstruktur der Elektronen, Zustandsdichte
- Hartree- und Hartree-Fock-Näherung, Austauschwechselwirkung, Koopmans' Theorem
- Dichtefunktionaltheorie, Kohn-Sham-Verfahren, Lokale-Dichte-Näherung
- Licht-Materie-Wechselwirkung, Antwort auf externe elektromagnetische Felder

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:

Die Studierenden sollen ein Verständnis grundlegender Konzepte der theoretischen Festkörperphysik und der systematischen Zusammenhänge zwischen den mikroskopischen und makroskopischen Materialeigenschaften innerhalb einer einheitlichen quantenmechanischen Beschreibung entwickeln.

Die Studierenden

- können die Herleitung makroskopischer Materialeigenschaften aus einem mikroskopischen, quantenmechanischen Ansatz nachvollziehen und fundierte Aussagen über die Art und Güte der dabei gemachten Näherungen treffen,
- sind mit den Konzepten von Austausch und Korrelation vertraut und können die zugehörigen Energiebeiträge physikalisch korrekt interpretieren,
- verfügen über die mathematischen Fähigkeiten, die behandelten Verfahren selbstständig auf Modelle wie das homogene Elektronengas anzuwenden,
- sind in der Lage, mit Hilfe einfacher Näherungen qualitative Vermutungen über die Bandstruktur der Elektronen und Phononen eines Materials aufzustellen und zu begründen,
- kennen die prinzipiellen Möglichkeiten und Grenzen der Hartree-Fock-Näherung und der Dichte-funktionaltheorie hinsichtlich der quantitativen Vorhersage von Materialeigenschaften.

<table>
<tr><td>6</td><td>Prüfungsleistung:
[x] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)
<table>
<tr><th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr>
<tr><td>a)-b)</td><td>Klausur
oder mündliche Prüfung</td><td>180 Min.
30–45 Min.</td><td>100%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:
<table>
<tr><th>zu</th><th>Form</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>SL / QT</th></tr>
<tr><td>b)</td><td>Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben</td><td>wöchentlich</td><td>QT</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>8</td><td>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:
Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung ist die qualifizierte Teilnahme an der Übung b).</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Gewichtung für Gesamtnote:
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:
keine</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Modulbeauftragter:
Prof. Dr. Arno Schindlmayr</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Sonstige Hinweise:
keine</td></tr>
</table>

Bachelorarbeit

Bachelor's thesis

Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:
29	450	15	6.	Jedes Semester	1	de/en	P

1 Modulstruktur:

	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Schriftliche Bachelorarbeit		10	415	P	1
b)	Mündliche Verteidigung		1	24	P	1

2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:
keine

3 Teilnahmevoraussetzungen:
Mindestens 130 Leistungspunkte

4 Inhalte:
Bearbeitung eines zeitlich begrenzten Forschungsprojekts unter Anleitung und individueller Betreuung, Darstellung des Themas, der erzielten Ergebnisse und Diskussion ihrer Relevanz in der schriftlichen Bachelorarbeit, Präsentation und Verteidigung.

5 Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:
Die Studierenden

- können sich unter Anleitung in einen Teilbereich eines Forschungsgebietes einarbeiten,
- sind in der Lage, zu einem vorgegebenen Thema selbstständig Literatur zu recherchieren,
- besitzen die Fähigkeit, sich in eine Messmethode oder ein theoretisches Konzept einzuarbeiten, und können ein eigenes kleines Projekt nach wissenschaftlichen Methoden und Standards unter Anleitung bearbeiten,
- haben Einblick in die Arbeitsweise eines Forscherteams,
- können eine kürzere wissenschaftliche Arbeit selbstständig verfassen,
- können einen wissenschaftlichen Vortrag über selbst gewonnene Ergebnisse geeignet strukturieren und vor einem Publikum wiedergeben,
- haben gelernt, in einer wissenschaftlichen Diskussion auch mit kritischen Fragen umzugehen und ihre eigenen Resultate zu vertreten,
- kennen die Regeln guter wissenschaftlicher Praxis und wenden diese an,
- sind in der Lage, eine realistische Zeiteinteilung für ein begrenztes eigenes Projekt zu entwerfen,
- haben Qualifikationen wie Selbstständigkeit und Teamfähigkeit trainiert,
- beherrschen die deutsche bzw. englische Fachsprache in freier Rede.

6 Prüfungsleistung:
[] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [x] Modulteilprüfungen (MTP)

zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a)	Bachelorarbeit	30-50 Seiten (ohne Anhänge)	80%
b)	Mündliche Verteidigung einschließlich Prüfgespräch	45 – 60 Min	20%

7	**Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:** **keine**
8	**Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:** Voraussetzung für die Teilnahme an der mündlichen Verteidigung ist die als bestanden bewertete schriftliche Bachelorarbeit.
9	**Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Bachelorarbeit und die mündliche Verteidigung einschließlich Prüfungsgespräch bestanden sind.
10	**Gewichtung für Gesamtnote:** Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	**Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:** keine
12	**Modulbeauftragter:** Prof. Dr. Cedrik Meier, Prof. Dr. T. Zentgraf
13	**Sonstige Hinweise:** keine

HERAUSGEBER
PRÄSIDIUM DER UNIVERSITÄT PADERBORN
WARBURGER STR. 100
33098 PADERBORN

HTTP://WWW.UNI-PADERBORN.DE

ISSN 2199-2819