



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Bachelor

Master

Doktorat

Universitäts-
lehrgang

Studienplan (Curriculum)
für das
Masterstudium
Technische Physik
UE 066 461

Technische Universität Wien
Beschluss des Senats der Technischen Universität Wien
am 20. Juni 2022

Gültig ab 1. Oktober 2022

Inhaltsverzeichnis

1. Grundlage und Geltungsbereich	3
2. Qualifikationsprofil	3
3. Dauer und Umfang	4
4. Zulassung zum Masterstudium	4
5. Aufbau des Studiums	5
6. Lehrveranstaltungen	8
7. Prüfungsordnung	8
8. Studierbarkeit und Mobilität	9
9. Diplomarbeit	10
10. Akademischer Grad	10
11. Qualitätsmanagement	10
12. Inkrafttreten	11
13. Übergangsbestimmungen	11
A. Modulbeschreibungen	12
B. Lehrveranstaltungstypen	22
C. Semestereinteilung der Lehrveranstaltungen	23
D. Wahlfachkataloge	24
E. Katalog der Projektarbeiten	33
F. Prüfungsfächer mit den zugeordneten Pflichtmodulen und Lehrveranstaltungen	37

1. Grundlage und Geltungsbereich

Der vorliegende Studienplan definiert und regelt das ingenieurwissenschaftliche Masterstudium *Technische Physik* an der Technischen Universität Wien. Dieses Masterstudium basiert auf dem Universitätsgesetz 2002 – UG (BGBl. I Nr. 120/2002 idgF) – und den *Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung der Technischen Universität Wien* in der jeweils geltenden Fassung. Die Struktur und Ausgestaltung dieses Studiums orientieren sich am Qualifikationsprofil gemäß Abschnitt 2.

2. Qualifikationsprofil

Physikalisches Wissen ist unverzichtbar um Vorgänge und Abläufe des täglichen Lebens zu begreifen, Phänomene und Naturerscheinungen zu erfassen und zu nutzen. Physikalische Erkenntnisse tragen zum innovativen Fortschritt und der Nachhaltigkeit von Forschung und Technik bei. Neugierde und Kreativität von Physiker_innen sorgen für eine beständige Vermehrung des Wissens und bewirken dadurch eine dynamische Entwicklung unserer Gesellschaft.

Das Masterstudium *Technische Physik* vermittelt eine breite, wissenschaftlich und methodisch hochwertige, auf dauerhaftes Wissen ausgerichtete Ausbildung, welche die Absolvent_innen sowohl für eine Weiterqualifizierung im Rahmen eines facheinschlägigen oder fachverwandten Doktoratsstudiums als auch für eine Beschäftigung in beispielsweise folgenden Tätigkeitsbereichen befähigt und international konkurrenzfähig macht. Insbesondere sind dies nationale und internationale Forschungseinrichtungen, der universitäre Forschungs- und Lehrbetrieb sowie industrielle Forschung und Entwicklung; die Informationstechnologie und optische Industrie, der Anlagen- und Maschinenbau, das Banken- und Versicherungswesen, das Eich- und Vermessungswesen sowie der öffentliche Sektor und Schulungsbereich.

Die Absolvent_innen des Masterstudiums *Technische Physik* sind aufgrund ihrer Ausbildung ausgezeichnet geeignet, in allen technischen und naturwissenschaftlichen Bereichen tätig zu werden und dabei anspruchsvolle Aufgaben zu übernehmen.

Aufgrund der beruflichen Anforderungen werden im Masterstudium *Technische Physik* Qualifikationen hinsichtlich folgender Kategorien vermittelt.

Fachliche und methodische Kompetenzen

Absolvent_innen verfügen über

- fundierte fachliche und methodische Kenntnisse für den Einstieg in eine einschlägige Berufstätigkeit;
- die Fähigkeit, eigenständig Fachwissen zu erwerben;
- umfassende Kenntnis der Themengebiete und Modellvorstellungen der experimentellen, angewandten und theoretischen Physik.

Kognitive und praktische Kompetenzen

Absolvent_innen

- können Zusammenhänge zwischen den Teilgebieten der Physik erkennen, können experimentelle Untersuchungen und Modellrechnungen zur Ermittlung benötigter Daten durchführen sowie die Zuverlässigkeit solcher Daten beurteilen und ihre Grenzen bewerten;
- können physikalische Abläufe dokumentieren und interpretieren;
- können systematisch und strukturiert denken;
- sind imstande, sich jene Informationen und Kenntnisse zu verschaffen, die zum Einstieg in eine neue Technik notwendig sind. Sie können neue Entwicklungen in ihr Wissensschema einordnen und sich in neue Wissensbereiche einarbeiten;
- haben im Rahmen ihres Studiums bereits wissenschaftliche Arbeiten verfasst und verfügen so über Fertigkeiten im wissenschaftlichen Aufgabenspektrum.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen

Absolvent_innen

- spezifizierte Aufgabenstellungen auf der Basis ihres fundierten Wissens zu bearbeiten;
- Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen zu vermitteln;
- in Teams zu arbeiten;
- technische Entwicklungen voranzutreiben;
- sich Herausforderungen und Problemen zu stellen.

3. Dauer und Umfang

Der Arbeitsaufwand für das Masterstudium *Technische Physik* beträgt 120 ECTS-Punkte. Dies entspricht einer vorgesehenen Studiendauer von 4 Semestern als Vollzeitstudium.

ECTS-Punkte (ECTS) sind ein Maß für den Arbeitsaufwand der Studierenden. Ein Studienjahr umfasst 60 ECTS-Punkte, wobei ein ECTS-Punkt 25 Arbeitsstunden entspricht (gemäß § 54 Abs. 2 UG).

4. Zulassung zum Masterstudium

Die Zulassung zum Masterstudium *Technische Physik* setzt den Abschluss eines fachlich in Frage kommenden Bachelorstudiums oder eines anderen fachlich in Frage kommenden Studiums mindestens desselben hochschulischen Bildungsniveaus an einer anerkannten inländischen oder ausländischen postsekundären Bildungseinrichtung voraus.

Fachlich in Frage kommend sind jedenfalls das Bachelorstudium *Technische Physik* an der Technischen Universität Wien sowie die Bachelorstudien *Technische Physik* an der Technischen Universität Graz und der Universität Linz und das Bachelorstudium *Physik* an der Universität Graz.

Zum Ausgleich wesentlicher fachlicher Unterschiede können alternative oder zusätzliche Lehrveranstaltungen und Prüfungen im Ausmaß von maximal 30 ECTS-Punkten vorgeschrieben werden, die im Laufe des Masterstudiums zu absolvieren sind.

Personen, deren Erstsprache nicht Deutsch ist, haben die Kenntnis der deutschen Sprache, sofern dies gem. § 63 Abs. 1 Z 3 UG erforderlich ist, nachzuweisen.

5. Aufbau des Studiums

Die Inhalte und Qualifikationen des Studiums werden durch *Module* vermittelt. Ein Modul ist eine Lehr- und Lerneinheit, welche durch Eingangs- und Ausgangsqualifikationen, Inhalt, Lehr- und Lernformen, den Regelarbeitsaufwand sowie die Leistungsbeurteilung gekennzeichnet ist. Die Absolvierung von Modulen erfolgt in Form einzelner oder mehrerer inhaltlich zusammenhängender *Lehrveranstaltungen*. Thematisch ähnliche Module werden zu *Prüfungsfächern* zusammengefasst, deren Bezeichnung samt Umfang und Gesamtnote auf dem Abschlusszeugnis ausgewiesen wird.

Prüfungsfächer und zugehörige Module

Das Masterstudium *Technische Physik* gliedert sich in nachstehende Prüfungsfächer mit den ihnen zugeordneten Modulen.

Pflichtfächer (35,0 ECTS)

Atom-, Kern- und Teilchenphysik (8,0 ECTS)

Grundlagen und Analyseverfahren der kondensierten Materie (7,0 ECTS)

Numerische Methoden und Simulationen (6,0 ECTS)

Theoretische Physik (14,0 ECTS)

Technische Qualifikationen (46,0 ECTS)

Vertiefung 1 (12,0 ECTS)

Vertiefung 2 (14,0 ECTS)

Projektarbeit 1 (10,0 ECTS)

Projektarbeit 2 (10,0 ECTS)

Freie Wahlfächer und Transferable Skills (9,0 ECTS)

Freie Wahlfächer und Transferable Skills (9,0 ECTS)

Diplomarbeit (30,0 ECTS)

Siehe Abschnitt 9.

Kurzbeschreibung der Module

Dieser Abschnitt charakterisiert die Module des Masterstudiums *Technische Physik* in Kürze. Eine ausführliche Beschreibung ist in Anhang A zu finden.

Atom-, Kern- und Teilchenphysik (8,0 ECTS) Dieses Modul stellt eine fachspezifische Spezialisierung in der Atom-, Kern- und Teilchenphysik dar. Dies umfasst die Prinzipien der Teilchenbeschleunigung, Teilchenbeschleunigerexperimente und -anlagen der aktuellen Forschung, die Interpretation von Ergebnissen und Messdaten in der Atom-, Kern- und Teilchenphysik, die Beschreibung der Struktur von Nukleonen und Atomen. Das Modul beinhaltet die fundamentalen Wechselwirkungen von Teilchen, die Modelle der Symmetrie und Supersymmetrie sowie eine umfassende Beschreibung der Standardmodelle der Teilchenphysik.

Grundlagen und Analyseverfahren der kondensierten Materie (7,0 ECTS) Dieses Modul erlaubt eine Vertiefung der Grundlagen und Analyseverfahren der kondensierten Materie. Es beinhaltet Materialien, die im Fokus der aktuellen Forschung stehen, die Theorie der Fermiflüssigkeit, Modelle elementarer Anregungen sowie Methoden zur Bestimmung von Materialgrößen. Es wird darauf eingegangen, wie Untersuchungsmethoden ablaufen, in Hinsicht auf ein bestimmtes Analyseziel und in Bezug auf reale Probeneigenschaften, welche physikalischen Untersuchungsmethoden zur Verfügung stehen und welche physikalischen Effekte dafür genutzt werden. In diesem Modul wird die Durchführung einer Untersuchungsmethode von der Probenvorbereitung bis zur Fehleranalyse und Auswertung behandelt.

Numerische Methoden und Simulationen (6,0 ECTS) Dieses Modul stellt eine Spezialisierung im Bereich der Numerik und der dafür notwendigen Programmierkenntnisse dar. Dies umfasst die Kategorisierung einer numerischen Problemstellung, die eindeutige Formulierung des Zieles einer numerischen Berechnung und das Programmieren von essentiellen Algorithmen der Problemstellung zu bewältigen. Im Modul wird die Aufbereitung von Daten vermittelt und die Visualisierung dieser durch das Erstellen von Graphen und Plots. Es werden numerische Berechnungen zur Lösung jener mathematischen Probleme, die nicht analytisch gelöst werden können, angewendet. Zusätzlich werden Simulationen durchgeführt, die sowohl im mathematisch-physikalischen Bereich eine wichtige Rolle spielen als auch in der Medizin, Biologie und Chemie. Das Modul teilt sich in die zwei Bereiche: (i) Numerische Methoden: Auffindung von Nullstellen, Ableitung oder lokalen Minima und Maxima durch Näherungsverfahren, Vor- und Nachteile der verschiedenen Näherungsverfahren, Anwendungsbereich der Näherungsverfahren und Versagen der Näherungsverfahren. (ii) Simulationen: Beschreibung physikalischer Phänomene durch Modelle und näherungsweise Lösen durch numerische Simulationen, Erzeugen von Zufallszahlen, Einfluss von Wechselwirkungen zwischen Teilchen oder Ereignissen bei Simulationen, Simulation von Prozessen aus Festkörperphysik und Werkstoffkunde.

Theoretische Physik (14,0 ECTS) Dieses Modul erlaubt eine Spezialisierung im Bereich der theoretischen Physik. Dies umfasst die quantenmechanische Beschreibung von Teilchen- und Vielteilchensystemen, elektrodynamische Prozesse in Materie und im Vakuum sowie die statistische Theorie von Systemen mit einer großen Anzahl an Teilchen.

Weiters beinhaltet es quantenmechanische Messprozesse und Dichteoperatoren, die Beschreibung von elektromagnetischen Wellen in Materie und Phasenübergänge und kritische Phänomene. Das Verständnis der unterschiedlichen Theorien und Modelle wird geschult, es werden störungstheoretische Ansätze, Spezialgebiete wie relativistische Quantenmechanik und relativistische Elektrodynamik und Supraleitung behandelt. Dieses Modul beinhaltet zusätzlich die aktuellsten Forschungsgebiete und die neusten Technologien in den Gebieten der Quantenmechanik, Elektrodynamik und Statistischen Physik.

Projektarbeit 1 (10,0 ECTS) Dieses Modul beinhaltet die Durchführung und Verfassung einer Projektarbeit. Es umfasst die Literaturrecherche, die Einführung in das Arbeitsgebiet, das Bewältigen einer experimentellen, numerischen oder theoretischen Aufgabenstellung und die Dokumentation dieses Projektes. Die Studierenden werden während der Projektarbeit fachlich betreut. Sie sollen eigenständig an der Aufgabe arbeiten und Rücksprache mit dem_der Betreuer_in halten.

Projektarbeit 2 (10,0 ECTS) Dieses Modul beinhaltet die Durchführung und Verfassung einer Projektarbeit. Es umfasst die Literaturrecherche, die Einführung in das Arbeitsgebiet, das Bewältigen einer experimentellen, numerischen oder theoretischen Aufgabenstellung und die Dokumentation dieses Projektes. Die Studierenden werden während der Projektarbeit fachlich betreut. Sie sollen eigenständig an der Aufgabe arbeiten und Rücksprache mit dem_der Betreuer_in halten.

Vertiefung 1 (12,0 ECTS) Dieses Modul erlaubt den Studierenden die Vertiefung auf einem selbstgewählten Fachgebiet der Physik. Die Studierenden entscheiden sich für einen der gebundenen Wahlfachkataloge: A) Theoretische und mathematische Physik, B) Atomare und subatomare Physik, C) Physik der kondensierten Materie, D) angewandte Physik. In den Lehrveranstaltungen aus dem gewählten Wahlfachkatalog werden die mathematischen und physikalischen Modelle vermittelt, die Forschungsbereiche vorgestellt, deren interdisziplinären Felder behandelt, physikalische Berechnungen durchgeführt, die physikalischen Messapparaturen und Geräte angewendet oder detailliert erklärt und die jetzigen und zukünftigen Technologien diskutiert.

Vertiefung 2 (14,0 ECTS) Dieses Modul erlaubt den Studierenden die Vertiefung auf einem selbstgewählten Fachgebiet der Physik. Die Studierenden entscheiden sich für einen der gebundenen Wahlfachkataloge: A) Theoretische und mathematische Physik, B) Atomare und subatomare Physik, C) Physik der kondensierten Materie, D) angewandte Physik. In den Lehrveranstaltungen aus dem gewählten Wahlfachkatalog werden die mathematischen und physikalischen Modelle vermittelt, die Forschungsbereiche vorgestellt, deren interdisziplinären Felder behandelt, physikalische Berechnungen durchgeführt, die physikalischen Messapparaturen und Geräte angewendet oder detailliert erklärt und die jetzigen und zukünftigen Technologien diskutiert.

Freie Wahlfächer und Transferable Skills (9,0 ECTS) Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls dienen der Vertiefung des Faches sowie der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen.

6. Lehrveranstaltungen

Die Stoffgebiete der Module werden durch Lehrveranstaltungen vermittelt. Die Lehrveranstaltungen der einzelnen Module sind in Anhang A in den jeweiligen Modulbeschreibungen spezifiziert. Lehrveranstaltungen werden durch Prüfungen im Sinne des UG beurteilt. Die Arten der Lehrveranstaltungsbeurteilungen sind in der Prüfungsordnung (Abschnitt 7) festgelegt.

Betreffend die Möglichkeiten der Studienkommission, Module um Lehrveranstaltungen für ein Semester zu erweitern, und des Studienrechtlichen Organs, Lehrveranstaltungen individuell für einzelne Studierende Wahlmodulen zuzuordnen, wird auf § 27 des Studienrechtlichen Teils der Satzung der TU Wien verwiesen.

7. Prüfungsordnung

Der positive Abschluss des Masterstudiums erfordert:

1. die positive Absolvierung der im Studienplan vorgeschriebenen Module, wobei ein Modul als positiv absolviert gilt, wenn die ihm gemäß Modulbeschreibung zuzurechnenden Lehrveranstaltungen positiv absolviert wurden,
2. die Abfassung einer positiv beurteilten Diplomarbeit und
3. die positive Absolvierung der kommissionellen Abschlussprüfung. Diese erfolgt mündlich vor einem Prüfungssenat gemäß § 13 und § 19 der *Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung der Technischen Universität Wien* und dient der Präsentation und Verteidigung der Diplomarbeit und dem Nachweis der Beherrschung des wissenschaftlichen Umfeldes. Dabei ist vor allem auf Verständnis und Überblickswissen Bedacht zu nehmen. Die Anmeldevoraussetzungen zur kommissionellen Abschlussprüfung gemäß § 17 (1) der *Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung der Technischen Universität Wien* sind erfüllt, wenn die Punkte 1 und 2 erbracht sind.

Das Abschlusszeugnis beinhaltet

- (a) die Prüfungsfächer mit ihrem jeweiligen Umfang in ECTS-Punkten und ihren Noten,
- (b) das Thema und die Note der Diplomarbeit,
- (c) die Note der kommissionellen Abschlussprüfung,
- (d) die Gesamtbeurteilung sowie
- (e) auf Antrag des_der Studierenden die Gesamtnote des absolvierten Studiums gemäß §72a UG.

Die Note des Prüfungsfaches „Diplomarbeit“ ergibt sich aus der Note der Diplomarbeit. Die Note jedes anderen Prüfungsfaches ergibt sich durch Mittelung der Noten jener Lehrveranstaltungen, die dem Prüfungsfach über die darin enthaltenen Module zuzuordnen sind, wobei die Noten mit dem ECTS-Umfang der Lehrveranstaltungen gewichtet werden. Bei einem Nachkommateil kleiner gleich 0,5 wird abgerundet, andernfalls wird aufgerundet. Wenn keines der Prüfungsfächer schlechter als mit „gut“ und mindestens die Hälfte mit „sehr gut“ benotet wurde, so lautet die *Gesamtbeurteilung* „mit Auszeichnung bestanden“ und ansonsten „bestanden“.

Lehrveranstaltungen des Typs VO (Vorlesung) werden aufgrund einer abschließenden mündlichen und/oder schriftlichen Prüfung beurteilt. Alle anderen Lehrveranstaltungen besitzen immanenten Prüfungscharakter, d.h., die Beurteilung erfolgt laufend durch eine begleitende Erfolgskontrolle sowie optional durch eine zusätzliche abschließende Teilprüfung.

Zusätzlich können zur Erhöhung der Studierbarkeit Gesamtprüfungen zu Lehrveranstaltungen mit immanentem Prüfungscharakter angeboten werden, wobei diese wie ein Prüfungstermin für eine Vorlesung abgehalten werden müssen und § 15 (6) des *Studienrechtlichen Teils der Satzung der Technischen Universität Wien* hier nicht anwendbar ist.

Der positive Erfolg von Prüfungen und wissenschaftlichen sowie künstlerischen Arbeiten ist mit „sehr gut“ (1), „gut“ (2), „befriedigend“ (3) oder „genügend“ (4), der negative Erfolg ist mit „nicht genügend“ (5) zu beurteilen. Bei Lehrveranstaltungen, bei denen eine Beurteilung in der oben genannten Form nicht möglich ist, werden diese durch „mit Erfolg teilgenommen“ (E) bzw. „ohne Erfolg teilgenommen“ (O) beurteilt.

8. Studierbarkeit und Mobilität

Studierende des Masterstudiums *Technische Physik* sollen ihr Studium mit angemessenem Aufwand in der dafür vorgesehenen Zeit abschließen können.

Den Studierenden wird empfohlen, ihr Studium nach dem Semestervorschlag in Anhang C zu absolvieren.

Die Anerkennung von im Ausland absolvierten Studienleistungen erfolgt durch das zuständige studienrechtliche Organ. Zur Erleichterung der Mobilität stehen die in § 27 Abs. 1 bis 3 der *Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung der Technischen Universität Wien* angeführten Möglichkeiten zur Verfügung. Diese Bestimmungen können in Einzelfällen auch zur Verbesserung der Studierbarkeit eingesetzt werden.

Die Zahl der jeweils verfügbaren Plätze und das Verfahren zur Vergabe dieser Plätze in Lehrveranstaltungen mit beschränkten Ressourcen wird von der Lehrveranstaltungsleitung festgelegt und vorab bekannt gegeben. Die Lehrveranstaltungsleitung ist berechtigt, für ihre Lehrveranstaltung Ausnahmen von der Teilnahmebeschränkung zuzulassen.

9. Diplomarbeit

Die Diplomarbeit ist eine künstlerisch-wissenschaftliche Arbeit, die dem Nachweis der Befähigung dient, ein Thema selbstständig inhaltlich und methodisch vertretbar zu bearbeiten. Das Thema der Diplomarbeit ist von der oder dem Studierenden frei wählbar und muss im Einklang mit dem Qualifikationsprofil stehen.

Das Prüfungsfach *Diplomarbeit* umfasst 30 ECTS-Punkte und besteht aus der wissenschaftlichen Arbeit (Diplomarbeit), die mit 27 ECTS-Punkten bewertet wird, sowie aus der kommissionellen Abschlussprüfung im Ausmaß von 3 ECTS-Punkten.

Der Prüfungskommission bei der kommissionellen Abschlussprüfung soll zumindest je eine Person mit Lehrbefugnis oder gleichzuhaltender wissenschaftlicher Qualifikation aus dem Gebiet der Experimentalphysik und aus dem Gebiet der theoretischen Physik angehören.

10. Akademischer Grad

Den Absolvent_innen des Masterstudiums *Technische Physik* wird der akademische Grad „Diplom-Ingenieur“/„Diplom-Ingenieurin“ – abgekürzt „Dipl.-Ing.“ oder „DI“ (international vergleichbar mit „Master of Science“) – verliehen.

11. Qualitätsmanagement

Das Qualitätsmanagement des Masterstudiums *Technische Physik* gewährleistet, dass das Studium in Bezug auf die studienbezogenen Qualitätsziele der TU Wien konsistent konzipiert ist und effizient und effektiv abgewickelt sowie regelmäßig überprüft wird. Das Qualitätsmanagement des Studiums erfolgt entsprechend dem Plan-Do-Check-Act Modell nach standardisierten Prozessen und ist zielgruppenorientiert gestaltet. Die Zielgruppen des Qualitätsmanagements sind universitätsintern die Studierenden und die Lehrenden sowie extern die Gesellschaft, die Wirtschaft und die Verwaltung, einschließlich des Arbeitsmarktes für die Studienabgänger_innen.

In Anbetracht der definierten Zielgruppen werden sechs Ziele für die Qualität der Studien an der Technischen Universität Wien festgelegt: (1) In Hinblick auf die Qualität und Aktualität des Studienplans ist die Relevanz des Qualifikationsprofils für die Gesellschaft und den Arbeitsmarkt gewährleistet. In Hinblick auf die Qualität der inhaltlichen Umsetzung des Studienplans sind (2) die Lernergebnisse in den Modulen des Studienplans geeignet gestaltet um das Qualifikationsprofil umzusetzen, (3) die Lernaktivitäten und -methoden geeignet gewählt, um die Lernergebnisse zu erreichen, und (4) die Leistungsnachweise geeignet, um die Erreichung der Lernergebnisse zu überprüfen. (5) In Hinblick auf die Studierbarkeit der Studienpläne sind die Rahmenbedingungen gegeben, um diese zu gewährleisten. (6) In Hinblick auf die Lehrbarkeit verfügt das Lehrpersonal über fachliche und zeitliche Ressourcen um qualitätsvolle Lehre zu gewährleisten.

Um die Qualität der Studien zu gewährleisten, werden der Fortschritt bei Planung, Entwicklung und Sicherung aller sechs Qualitätsziele getrennt erhoben und publiziert. Die Qualitätssicherung überprüft die Erreichung der sechs Qualitätsziele. Zur Messung des ersten und zweiten Qualitätszieles wird von der Studienkommission zumindest einmal pro Funktionsperiode eine Überprüfung des Qualifikationsprofils und der Modulbeschreibungen vorgenommen. Zur Überprüfung der Qualitätsziele zwei bis fünf liefert die laufende Bewertung durch Studierende, ebenso wie individuelle Rückmeldungen zum Studienbetrieb an das Studienrechtliche Organ, laufend ein Gesamtbild über die Abwicklung des Studienplans. Die laufende Überprüfung dient auch der Identifikation kritischer Lehrveranstaltungen, für welche in Abstimmung zwischen studienrechtlichem Organ, Studienkommission und Lehrveranstaltungsleiter_innen geeignete Anpassungsmaßnahmen abgeleitet und umgesetzt werden. Das sechste Qualitätsziel wird durch qualitätssichernde Instrumente im Personalbereich abgedeckt. Zusätzlich zur internen Qualitätssicherung wird alle sieben Jahre eine externe Evaluierung der Studien vorgenommen.

12. Inkrafttreten

Dieser Studienplan tritt mit 1. Oktober 2022 in Kraft.

13. Übergangsbestimmungen

Die Übergangsbestimmungen werden gesondert im Mitteilungsblatt verlautbart und liegen im Dekanat der Fakultät für Physik auf.

A. Modulbeschreibungen

Die den Modulen zugeordneten Lehrveranstaltungen werden in folgender Form angeführt:

9,9/9,9 XX Titel der Lehrveranstaltung

Dabei bezeichnet die erste Zahl den Umfang der Lehrveranstaltung in ECTS-Punkten und die zweite ihren Umfang in Semesterstunden. ECTS-Punkte sind ein Maß für den Arbeitsaufwand der Studierenden, wobei ein Studienjahr 60 ECTS-Punkte umfasst und ein ECTS-Punkt 25 Stunden zu je 60 Minuten entspricht. Eine Semesterstunde entspricht so vielen Unterrichtseinheiten wie das Semester Unterrichtswochen umfasst. Eine Unterrichtseinheit dauert 45 Minuten. Der Typ der Lehrveranstaltung (XX) ist in Anhang *Lehrveranstaltungstypen* auf Seite 22 im Detail erläutert.

Atom-, Kern- und Teilchenphysik

Regelarbeitsaufwand: 8,0 ECTS

Lernergebnisse: Kompetenzen für das Verständnis der Atom-, Kern und Teilchenphysik.

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, den Aufbau und die Funktionsweise von Teilchenbeschleunigern zu diskutieren, den Nachweis von Teilchen zu beschreiben, die Struktur von Nukleonen und Atomen zu erklären sowie fundamentale Wechselwirkungen und Symmetrien zu verstehen. Die Studierenden werden in der Lage sein, das Standardmodell der Teilchenphysik zu beschreiben, den Wirkungsquerschnitt einer Teilchenkollision zu berechnen und die Dirac-Gleichung abzuleiten.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, sich in einschlägige Fachpublikationen einzuarbeiten, diese zu diskutieren und eigenständig Lösungen atom-, kern- und teilchenphysikalischer Probleme zu erarbeiten. Die Studierenden können Modelle für atom-, kern- und teilchenphysikalische Phänomene bilden.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage selbstständig neue Themen zu erarbeiten, um ihr Wissen auf dem jeweils aktuellen Stand zu halten. Sie sind in der Lage, Lösungsansätze zu erarbeiten, formale Denkweisen zu adaptieren, zielgerichtet abstrakte Ergebnisse zu interpretieren, ihr Abstraktionsvermögen weiterzuentwickeln sowie Lehrmaterialien und Fachpublikationen sachkompetent auszuwählen und zu verwenden.

Inhalt:

- Prinzipien der Teilchenbeschleunigung
- Methoden des Teilchennachweis
- Struktur von Nukleonen und Atomen
- fundamentale Wechselwirkungen
- Symmetrien

- Standardmodell der Teilchenphysik

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Die Studierenden kennen die Methoden der Atom-, Kern- und Teilchenphysik I aus dem zugrunde liegenden Bachelorstudium. Sie können die verschiedenen Kernmodelle anwenden und Kerneigenschaften erklären.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage Größenskalen in der Atom-, Kern- und Teilchenphysik einzuordnen und Ergebnisse von Berechnungen zu interpretieren.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Die Studierenden können die Zusammenhänge und Unterschiede der Atom-, Kern- und Teilchenphysik identifizieren. Sie beherrschen die notwendigen Kompetenzen zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: VO: Vortrag über die oben genannten Kapitel. Schriftliche und/ oder mündliche Prüfung.

Lehrveranstaltungen des Moduls: Die folgende Lehrveranstaltung ist verpflichtend zu absolvieren.

8,0/4,0 VO Atom-, Kern- und Teilchenphysik

Grundlagen und Analyseverfahren der kondensierten Materie

Regelarbeitsaufwand: 7,0 ECTS

Lernergebnisse: Kompetenzen für die Erfassung und Analyse von kondensierter Materie.

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, fundierte Kenntnisse der Festkörperphysik zu vermitteln, physikalische Prinzipien zur Bestimmung von Festkörpereigenschaften zu analysieren und anzuwenden. Die Studierenden sind in der Lage, Analyseverfahren für bestimmte Prüfungen sachkompetent auszuwählen und diese kritisch zu bewerten.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, eigenständig Lösungsansätze sowohl in theoretischen und experimentellen als auch in anwendungsorientierten technischen Fragestellungen zu erarbeiten, die aktuellen Gebiete der Festkörperforschung zu erklären und die neusten Technologien zu beschreiben. Die Studierenden können bei wissenschaftlichen Projekten und Entwicklungen mitarbeiten und sich auf diese Weise auf die selbständige Forschung vorbereiten.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage selbstständig Wissensgebiete und Lösungsansätze im Bereich der Festkörperphysik zu erarbeiten sowie komplexe, umfangreiche und praxisnahe Fragestellungen zu bewältigen.

Inhalt:

Festkörperphysik II Materialien der aktuellen Forschung; Landau'sche Theorie der Fermiflüssigkeit; elementare Anregungen; Wechselwirkungen; materialspezifische Methoden in der Festkörperphysik.

Physikalische Analytik Untersuchungsmethoden aus der Sicht des Analysezieles und der realen Probeneigenschaften; physikalische Untersuchungsmethoden und die dafür angewendeten physikalischen Effekte; Probenvorbereitung; Probenauswahl; Fehleranalyse; Auswerteverfahren.

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Die Studierenden kennen die Grundlagen der Lehrveranstaltungen Physikalischen Messtechnik I, Materialwissenschaften, Festkörperphysik I, Quantentheorie I, Statistische Physik I und Chemie für TPH aus dem zugehörigen Bachelorstudium. Sie können messtechnische Apparaturen erklären und Ergebnisse der Messungen interpretieren. Die Studierenden sind in der Lage auf Eigenschaften von Atomen, durch ihre Stellung im Periodensystem der Elemente, zu schließen.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden können die Durchführung von Messverfahren beschreiben, die Ergebnisse interpretieren und auf die Eigenschaften der Materialien zurückschließen.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Die Studierenden können Zusammenhänge zwischen den Analyseverfahren und Experimenten herstellen. Sie beherrschen die notwendigen Kompetenzen zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Vortrag über die oben angeführten Stoffgebiete; schriftliche und/ oder mündliche Prüfung.

Lehrveranstaltungen des Moduls: Die folgenden Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

4,0/2,0 VO Festkörperphysik II

3,0/2,0 VO Physikalische Analytik

Numerische Methoden und Simulationen

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse: Kompetenzen für das Arbeiten mit numerischen Methoden und Durchführen von Simulationen.

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, die Vorteile sowie die Grenzen numerischer Berechnungen aufzuzeigen, numerische Methoden auf physikalische Probleme anzuwenden, Integrationen und Anpassungen durchzuführen sowie Monte Carlo-Simulationen auszuführen. Die Studierenden werden in der Lage sein, verschiedene Wege zur Lösungen eines physikalischen Problems zu bestimmen und den für die Anwendung am besten geeigneten auszuwählen.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, Modelle physikalischer Probleme aufzustellen und diese in numerischen Rechnungen umzusetzen. Sie können das erlernte, abstrakte Denken anhand von Programmstrukturen, Abläufen und Flussdiagrammen darstellen sowie Auswahlkriterien für numerische Methoden auflisten.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, Computer- und Programmierkenntnisse zu erarbeiten und das strukturierte abstrakte Denken weiterzuentwickeln. Sie sind in der Lage verfügbare Quellen sowie das Internet kritisch zu bewerten und sachkompetent zu verwenden.

Inhalt:

- Fortran (elementare Kenntnisse dieser, in der Physik weit verbreiteten, Programmiersprache)
- Integration
- Anpassung
- Auffindung von Nullstellen
- Lineare Algebra
- Differentialgleichungen
- Monte Carlo Simulationen

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Die Studierenden besitzen Programmierkenntnisse aus Datenverarbeitung aus dem zugrunde liegenden Bachelorstudium. Weiters können sie grundlegende Kenntnisse aus den Lehrveranstaltungen Quantentheorie I und Statistische Physik I, die ebenfalls aus dem zugrunde liegenden Bachelorstudium stammen, zusammenfassen.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden können Datenstrukturen erklären und elementare Algorithmen entwickeln. Sie sind in der Lage Messwerte zu interpretieren und den Messfehler anzugeben sowie deren Richtigkeit abzuschätzen.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Die Studierenden können in Kleingruppen an Programmierbeispielen arbeiten und können Quellen zur Erweiterung des Programmierwissens verwenden.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: VU: Vortrag mit anschließender Gruppenübung. Anwenden des Gelernten auf Programmierbeispiele aus der Physik. Leistungskontrolle durch regelmäßige Beurteilung von Protokollen und erstellten Programmen sowie schriftliche Tests und/oder praktische Prüfungen am Computer.

Lehrveranstaltungen des Moduls: Die folgende Lehrveranstaltung ist verpflichtend zu absolvieren.

6,0/4,0 VU Numerische Methoden und Simulationen

Theoretische Physik

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Kompetenzen für die Anwendung der theoretischen Physik.

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, Symmetrien in der Quantenmechanik zu beschreiben, Quantenmechanik von Vielteilchensystemen zu analysieren, elektrodynamische Prozesse in Materie zu berechnen sowie die statistische Theorie von Nichtgleichgewichtssystemen zu erklären. Sie können die Lagrangesche Feldtheorie anwenden, Brownsche Bewegung und Diffusion erläutern und statistische Modelle für Computersimulationen erklären. Die Studierenden werden in der Lage sein, die Themengebiete der Quantentheorie, Elektrodynamik und statistischen Physik zu verstehen und bis zum aktuellen Stand der Forschung zu erklären.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, eigenständig Lösungen aus der Quantenphysik, der Elektrodynamik und der Statistischen Physik zu erarbeiten und das Gelernte bezüglich theoretischer Fragestellungen mit Hilfe mathematischer Werkzeuge anzuwenden. Die Studierenden sind in der Lage, in der Quantenmechanik der Elektrodynamik und der Statistischen Physik Modelle zu bilden sowie Messergebnisse und Daten dieser physikalischen Gebiete zu analysieren und deren Richtigkeit zu beurteilen.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage Wissensgebiete und Lösungsansätze zu erarbeiten, komplexe und umfangreiche Fragestellungen zu bewältigen, das Abstraktionsvermögen weiterzuentwickeln sowie Lehrmaterialien sachkompetent auszuwählen und zu verwenden.

Inhalt:

Quantentheorie II Symmetrien in der Quantenmechanik, Messprozesse und Dichteoperator, Streutheorie, Quantenmechanik von Vielteilchensystemen, Störungstheorie, relativistische Quantenmechanik, Semiklassische Methoden oder Pfadintegrale.

Elektrodynamik II Elektrodynamik in Materie, Abstrahlung, Wellen in Materie, skalare Beugungstheorie, Streuung und Absorption von Strahlung, ausgewählte Anwendungen, relativistische Elektrodynamik, Lagrangesche Feldtheorie.

Statistische Physik II Statistische Theorie von Nichtgleichgewichtssystemen, Brownsche Bewegung und Diffusion, Transporttheorie, Phasenübergänge und kritische Phänomene, Ginzburg-Landau-Theorie, Computersimulationen (Monte Carlo, Molekulardynamik), Supraleitung, Einführung in die nichtlineare Dynamik.

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Die Studierenden können die Methoden aus den Lehrveranstaltungen Quantentheorie I, Elektrodynamik I, Statistische Physik I aus dem zugrundeliegenden Bachelorstudium anwenden und Problemstellungen aus diesen Fächern bewältigen.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden können Ergebnisse aus den Bereichen der Quantentheorie, Elektrodynamik und Statistischen Physik interpretieren und erklären.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Die Studierenden beherrschen die notwendigen Kompetenzen zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Quantentheorie II Vortrag über die oben angeführten Kapitel; Prüfungen mit Rechenbeispielen und Theoriefragen; Einüben des Gelernten durch Lösen von Übungsbeispielen; Leistungskontrolle durch regelmäßige Beurteilung von Tafelleistungen und Tests.

Elektrodynamik II, Statistische Physikk II Vortrag über die oben angeführten Kapitel; schriftliche und/ oder mündliche Prüfung.

Lehrveranstaltungen des Moduls: Die folgenden Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

6,0/3,0 VU Quantentheorie II

4,0/2,0 VO Elektrodynamik II

4,0/2,0 VO Statistische Physik II

Projektarbeit 1

Regelarbeitsaufwand: 10,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, physikalische Problemstellungen unter fachlicher Betreuung eigenständig zu erarbeiten

Kognitive und praktische Kompetenzen: Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, selbstständig zu arbeiten, eigenständige Leistungen zu erbringen sowie eine wissenschaftliche Arbeit formal korrekt zu verfassen.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage sich in Arbeitsgruppen und Laborumgebungen einzuarbeiten, zielorientiert zu arbeiten sowie verfügbare Quellen, inklusive des Internets, sachkompetent zu verwenden und kritisch zu bewerten.

Inhalt:

- Experimentelle, numerische und/oder theoretische Aufgabenstellungen und
- zugehörige Dokumentation.

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Die Studierenden kennen die Grundkenntnisse der Physik und Vorkenntnisse im jeweiligen Fachgebiet. Es wird angeraten, die Projektarbeit, wie im Semesterplan vorgesehen, zeitnah zur Diplomarbeit auszuführen.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden verstehen den Zusammenhang in dem ihre Projektarbeit steht. Sie sind in der Lage sich mit Literatur zu dem Fachgebiet auseinanderzusetzen und sich in das Thema einzuarbeiten.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Die Studierenden können selbstständig unter Anleitung arbeiten.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Einführung in das Arbeitsgebiet; selbstständiges Arbeiten unter fachlicher Betreuung; Bewertung der praktischen Durchführung und der schriftlichen Arbeit.

Lehrveranstaltungen des Moduls: Es ist eine selbstgewählte Lehrveranstaltung im Umfang von 10 ECTS-Punkten aus dem *Katalog der Projektarbeiten* (siehe S. 33) verpflichtend zu absolvieren.

Projektarbeit 2

Regelarbeitsaufwand: 10,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, physikalische Problemstellungen unter fachlicher Betreuung eigenständig zu erarbeiten

Kognitive und praktische Kompetenzen: Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, selbstständig zu arbeiten, eigenständige Leistungen zu erbringen sowie eine wissenschaftliche Arbeit formal korrekt zu verfassen.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage sich in Arbeitsgruppen und Laborumgebungen einzuarbeiten, zielorientiert zu arbeiten sowie verfügbare Quellen, inklusive des Internets, sachkompetent zu verwenden und kritisch zu bewerten.

Inhalt:

- Experimentelle, numerische und/oder theoretische Aufgabenstellungen und
- zugehörige Dokumentation.

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Die Studierenden kennen die Grundkenntnisse der Physik und können die Vorkenntnisse im jeweiligen Fachgebiet beschreiben. Es wird angeraten, die Projektarbeit, wie im semesterplan vorgesehen, zeitnah zur Diplomarbeit auszuführen.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden können die mathematischen und physikalischen Grundkenntnisse anwenden. Sie sind in der Lage sich mit Literatur zu dem Fachgebiet auseinanderzusetzen und in das Thema einzuarbeiten.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Die Studierenden besitzen die Kompetenzen zum selbstständigen, wissenschaftlichen arbeiten.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Einführung in das Arbeitsgebiet; selbstständiges Arbeiten unter fachlicher Betreuung; Bewertung der praktischen Durchführung und der schriftlichen Arbeit.

Lehrveranstaltungen des Moduls: Es ist eine selbstgewählte Lehrveranstaltung im Umfang von 10 ECTS-Punkten aus dem *Katalog der Projektarbeiten* (siehe S. 33) verpflichtend zu absolvieren.

Vertiefung 1

Regelarbeitsaufwand: 12,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach Absolvierung dieses Moduls haben die Studierenden ihre Kenntnisse in einem selbstgewählten Fachgebiet der Physik vertieft, können die Anwendungen dieses Fachgebietes auflisten sowie die aktuellen und zukünftigen Technologien beschreiben.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, eigenständig Lösungen physikalischer und technischer Fragestellungen zu erarbeiten, die interdisziplinären Gebiete aufzulisten sowie ihre Interessensfelder zu erweitern und zu vertiefen.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, selbstständig Wissensgebiete und Lösungsansätze zu erarbeiten, als kritisch wahrgenommene Technologien im gesellschaftlichen Kontext einzuordnen sowie verfügbares Wissen und Quellen moderner Medien sachkompetent zu verwenden und kritisch zu bewerten.

Inhalt: Aktuelle Erkenntnisse, Methoden und Technologien in dem gewählten Fachgebiet.

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Die Studierenden können die Grundkenntnisse aus experimenteller und theoretischer Physik sowie der Mathematik, den gewähltem Fachgebiet entsprechend, zusammenfassen.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage das gewählte Fachgebiete zu beschreiben und die dafür notwendigen Vorkenntnisse zusammenzufassen.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Die Studierenden können Zusammenhänge und Verknüpfungen zu anderen Fachgebieten herstellen. Sie beherrschen die notwendigen Kompetenzen zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Vorlesungen und/oder praktische Übungen, Seminare; schriftliche und/oder mündliche Prüfungen.

Lehrveranstaltungen des Moduls: Es sind selbstgewählte Lehrveranstaltungen im Ausmaß von 12,0 ECTS Punkten aus *einem* der gebundenen Wahlfachkatalog (A, B, C oder D), s. Anhang Wahlfachkataloge, S. 24, oder aus einem durch den die Studiendekan_in genehmigten individuellen Katalog verpflichtend zu absolvieren. Lehrveranstaltungen im Rahmen des ATHENS-Programms oder von Gastprofessor_innen an der TU Wien, Fakultät für Physik, können für den thematisch passenden Wahlfachkatalog verwendet werden.

Vertiefung 2

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, ihre Kenntnisse in selbstgewählten Fachgebieten der Physik zu vertiefen, deren Anwendungen zusammenzufassen und die aktuellen und zukünftigen Technologien zu beschreiben. Die Studierenden können die theoretischen Modelle der gewählten Fachgebiete erläutern und praktische Versuche und Experimente analysieren.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, eigenständig Lösungen physikalischer und technischer Fragestellungen zu erarbeiten, die interdisziplinären Gebiete aufzulisten sowie ihre Interessensfelder zu erweitern und zu vertiefen.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, selbstständig Wissensgebiete und Lösungsansätze zu erarbeiten, als kritisch wahrgenommene Technologien im gesellschaftlichen Kontext einzuordnen sowie verfügbares Wissen und Quellen moderner Medien sachkompetent zu verwenden und kritisch zu bewerten.

Inhalt: Aktuelle Erkenntnisse und neuste Technologien in den gewählten Fachgebieten.

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Die Studierenden kennen die Grundkenntnisse aus experimenteller und theoretischer Physik sowie der Mathematik, den gewählten Fachgebieten entsprechend. Sie können die Fachgebiete ihren Anwendungen zuordnen und die grundlegenden physikalischen Voraussetzungen benennen.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden können Messergebnisse sowie Ergebnisse aus theoretischen Modellen interpretieren und bereits Erlerntes auf neue Anwendungen umlegen.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage ihre Meinungen, Ideen und Fragen zu kommunizieren. Sie beherrschen die notwendigen Kompetenzen zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Vorlesungen und/oder praktische Übungen, Seminare; schriftliche und/oder mündliche Prüfungen

Lehrveranstaltungen des Moduls: Es sind selbstgewählte Lehrveranstaltungen im Ausmaß von 14,0 ECTS aus den gebundenen Wahlfachkatalog (A, B, C oder D), s. Anhang Wahlfachkataloge, S. 24, oder aus einem durch den_die Studiendekan_in genehmigten individuellen Katalog verpflichtend zu absolvieren. Lehrveranstaltungen im Rahmen des ATHENS-Programms oder von Gastprofessor_innen an der TU Wien, Fakultät für Physik, können für den thematisch passenden Wahlfachkatalog verwendet werden. Die Pflichtlehrveranstaltungen des Masterstudiums *Physikalische Energie- und Messtechnik* können ebenfalls gewählt werden.

Freie Wahlfächer und Transferable Skills

Regelarbeitsaufwand: 9,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls dienen der Vertiefung des Faches sowie der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen.

Inhalt: Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Erwartete Vorkenntnisse: Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Verpflichtende Voraussetzungen: Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen

Lehrveranstaltungen des Moduls: Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls können frei aus dem Angebot an wissenschaftlichen und künstlerischen Lehrveranstaltungen, die der Vertiefung des Faches oder der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen dienen, aller anerkannten in- und ausländischen postsekundären Bildungseinrichtungen ausgewählt werden, mit der Einschränkung, dass zumindest 4,5 ECTS aus den Themenbereichen der Transferable Skills zu wählen sind. Für die Themenbereiche der Transferable Skills werden insbesondere Lehrveranstaltungen aus dem zentralen Wahlfachkatalog der TU Wien für „Transferable Skills“ empfohlen.

B. Lehrveranstaltungstypen

EX: Exkursionen sind Lehrveranstaltungen, die außerhalb des Studienortes stattfinden. Sie dienen der Vertiefung von Lehrinhalten im jeweiligen lokalen Kontext.

LU: Laborübungen sind Lehrveranstaltungen, in denen Studierende in Gruppen unter Anleitung von Betreuer_innen experimentelle Aufgaben lösen, um den Umgang mit Geräten und Materialien sowie die experimentelle Methodik des Faches zu lernen. Die experimentellen Einrichtungen und Arbeitsplätze werden zur Verfügung gestellt.

PR: Projekte sind Lehrveranstaltungen, in denen das Verständnis von Teilgebieten eines Faches durch die Lösung von konkreten experimentellen, numerischen, theoretischen oder künstlerischen Aufgaben vertieft und ergänzt wird. Projekte orientieren sich an den praktisch-beruflichen oder wissenschaftlichen Zielen des Studiums und ergänzen die Berufsvorbildung bzw. wissenschaftliche Ausbildung.

SE: Seminare sind Lehrveranstaltungen, bei denen sich Studierende mit einem gestellten Thema oder Projekt auseinandersetzen und dieses mit wissenschaftlichen Methoden bearbeiten, wobei eine Reflexion über die Problemlösung sowie ein wissenschaftlicher Diskurs gefordert werden.

UE: Übungen sind Lehrveranstaltungen, in denen die Studierenden das Verständnis des Stoffes der zugehörigen Vorlesung durch Anwendung auf konkrete Aufgaben und durch Diskussion vertiefen. Entsprechende Aufgaben sind durch die Studierenden einzeln oder in Gruppenarbeit unter fachlicher Anleitung und Betreuung durch die Lehrenden (Universitätslehrer_innen sowie Tutor_innen) zu lösen. Übungen können auch mit Computerunterstützung durchgeführt werden.

VO: Vorlesungen sind Lehrveranstaltungen, in denen die Inhalte und Methoden eines Faches unter besonderer Berücksichtigung seiner spezifischen Fragestellungen, Begriffsbildungen und Lösungsansätze vorgetragen werden. Bei Vorlesungen herrscht keine Anwesenheitspflicht.

VU: Vorlesungen mit integrierter Übung vereinen die Charakteristika der Lehrveranstaltungstypen VO und UE in einer einzigen Lehrveranstaltung.

C. Semestereinteilung der Lehrveranstaltungen

1. Semester (WS)	30 ECTS
VO Elektrodynamik II	4,0 ECTS
VU Quantentheorie II	6,0 ECTS
VO Physikalische Analytik	3,0 ECTS
VO Festkörperphysik II	4,0 ECTS
Lehrveranstaltungen aus den gebundenen Wahlfachkatalogen	10,0 ECTS
Freiwahlfächer und Transferable Skill	3,0 ECTS
2. Semester (SS)	30 ECTS
VO Atom-, Kern- und Teilchenphysik	8,0 ECTS
VO Statistische Physik II	4,0 ECTS
VU Numerische Methoden und Simulationen	6,0 ECTS
Lehrveranstaltungen aus den gebundenen Wahlfachkatalogen	9,0 ECTS
Freiwahlfächer und Transferable Skill	3,0 ECTS
3. Semester (WS)	30 ECTS
Projektarbeit 1	10,0 ECTS
Projektarbeit 2	10,0 ECTS
Lehrveranstaltungen aus den gebundenen Wahlfachkatalogen	7,0 ECTS
Freiwahlfächer und Transferable Skill	3,0 ECTS
4. Semester (SS)	30 ECTS
Diplomarbeit	27,0 ECTS
Kommissionelle Abschlussprüfung	3,0 ECTS

D. Wahlfachkataloge

D.1. Gebundener Wahlfachkatalog A) Theoretische und mathematische Physik

3,0/2,0 VO Advanced Atomic Theory
3,0/2,0 VO Aktuelle Kernstrukturmethoden
3,0/2,0 PR Arbeitsgemeinschaft für fundamentale Wechselwirkungen I
3,0/2,0 PR Arbeitsgemeinschaft für fundamentale Wechselwirkungen II
3,0/2,0 VO Astro-Teilchenphysik
3,0/2,0 VO Attosekundenphysik
3,0/2,0 VO Black Holes I
3,0/2,0 VO Black Holes II
3,0/2,0 VO Classical and Quantum Chaos
3,0/2,0 VO Coherent Control of Quantum Systems
6,0/4,0 VU Computational Materials Science
3,0/2,0 VO Computational Physics
6,0/4,0 VU Computational Statistical Physics
3,0/2,0 VO Einführung in die Allgemeine Relativitätstheorie
2,0/2,0 EX Einführung in Forschungsgebiete der Fakultät für Physik
3,0/2,0 VO Einführung in die Quantenfeldtheorie I
3,0/2,0 VO Einführung in die Quantenfeldtheorie II
3,0/2,0 VO Einführung in die Teilchenphysik
3,0/2,0 UE Elektrodynamik II
3,0/2,0 VO Geometrie und Gravitation I
3,0/2,0 VO Geometrie und Gravitation II
3,0/2,0 VO Geometrische Methoden der Theoretischen Physik
3,0/2,0 VU Geometry, Topology and Physics I
3,0/2,0 VU Geometry, Topology and Physics II
3,0/2,0 VO Gittereichtheorie
3,0/2,0 VO Gravitation and Cosmology I
3,0/2,0 VO Gravitation and Cosmology II
3,0/2,0 VO Gravity and holography in lower dimensions I
3,0/2,0 VO Gravity and holography in lower dimensions II
3,0/2,0 VO Grundlagen der Plasmatheorie
3,0/2,0 VO Grundlagen und Anwendung der Festkörpertheorie
3,0/2,0 VO Introduction to Quantum Electrodynamics
3,0/2,0 VO Selected Topics Quantum Optics
3,0/2,0 VO Knotentheorie und Statistische Mechanik
3,0/2,0 VO Kosmologie und Teilchenphysik
3,0/2,0 VO Laser-Matter Interaction
3,0/2,0 VO Lie-Gruppen in der Feldtheorie
3,0/2,0 VO Logische Methoden in der Theoretischen Physik
3,0/2,0 SE Literaturseminar Theoretische Quantendynamik

5,0/3,0 VU Machine Learning in Physics
 3,0/2,0 VO Neuronale Netzwerke
 5,0/4,0 VU Numerische Methoden der Physik
 3,0/2,0 VO Pfadintegrale in der Quantenmechanik und Quantenfeldtheorie
 3,0/2,0 VU Phänomenologische Teilchenphysik
 3,0/2,0 VO Phasenübergänge und kritische Phänomene
 3,0/2,0 VO Physics of 2D Materials
 3,0/2,0 VO Physik lebender Materie
 3,0/2,0 VO Physik weicher Materie
 3,0/2,0 VO Quanten-Interferometrie im Phasenraum I
 3,0/2,0 VO Quanten-Interferometrie im Phasenraum II
 3,0/2,0 VO Quantenberechenbarkeit u. -komplexitätstheorie
 3,0/2,0 VO Quantenchromodynamik I
 3,0/2,0 VO Quantenchromodynamik II
 3,0/2,0 VO Quantenfeldtheorie und Symmetrien I
 3,0/2,0 VO Quantenfeldtheorie und Symmetrien II
 3,0/2,0 VO Quantenfeldtheorie für Vielteilchensysteme
 2,0/1,0 UE Quantenfeldtheorie für Vielteilchensysteme
 3,0/2,0 VO Quanteninformationstheorie I
 3,0/2,0 VO Quanteninformationstheorie II
 3,0/2,0 VO Quantenthermodynamik I
 3,0/2,0 VO Quantenthermodynamik II
 3,0/2,0 VO Quantisierte Feldmodelle in einer nichtkommutativen Raumzeit
 3,0/2,0 VO Quantum phenomena in nanostructures
 3,0/2,0 VO Quantum Dynamics in Nanostructures
 3,0/2,0 VO Quantum Theory of Angular Momenta
 3,0/2,0 VO Rechenverfahren in der Oberflächenphysik
 3,0/2,0 VO Selected Topics in Theoretical Physics I
 3,0/2,0 VO Selected Topics in Theoretical Physics II
 3,0/2,0 VO Selected Topics in Theoretical Physics III
 1,5/1,0 VO Semiconductor Detectors
 2,0/2,0 SE Seminar für Theoretische Physik 1
 2,0/2,0 SE Seminar für Theoretische Physik 2
 2,0/2,0 SE Seminar über Atomare und Subatomare Physik
 3,0/2,0 VO Solitonen, Differentialgeometrie und Topologie
 3,0/2,0 VO Statistical Theory of Electromagnetic Radiation
 3,0/2,0 VO Statistische Methoden der Datenanalyse
 3,0/2,0 UE Statistische Methoden der Datenanalyse
 3,0/2,0 UE Statistische Physik II
 3,0/2,0 VO Steuerung und Auswertung von Experimenten
 2,0/2,0 UE Steuerung und Auswertung von Experimenten
 3,0/2,0 VO Streu- und Reaktionstheorie
 3,0/2,0 VO String Theory I
 3,0/2,0 VO String Theory II

3,0/2,0 VO Supersymmetry
 3,0/2,0 UE Symbolische Mathematik in der Physik
 3,0/2,0 VO Teilchenphysik, Stand und Perspektiven
 3,0/2,0 VO The Physics of Compact Stars
 3,0/2,0 VO Theoretical Particle Physics
 3,0/2,0 VO Theoretical Quantum Optics
 3,0/2,0 VO Theoretical Solid State Physics I
 3,0/2,0 VO Theoretical Solid State Physics II
 3,0/2,0 VO Theorie der Supraleitung
 3,0/2,0 VO Theorie komplexer Systeme
 3,0/2,0 VO Theory of magnetism
 3,0/2,0 VO Thermische Quantenfeldtheorie
 3,0/2,0 VO Thermodynamik
 1,5/1,0 UE Thermodynamik
 3,0/2,0 VU Wissenschaftliches Programmieren

D.2. Gebundener Wahlfachkatalog B) Atomare und subatomare Physik

3,0/2,0 VO Advanced Atomic Theory
 2,0/2,0 SE Advances in Quantum Science and Quantum Technology
 3,0/2,0 PR Arbeitsgemeinschaft für fundamentale Wechselwirkungen I
 3,0/2,0 PR Arbeitsgemeinschaft für fundamentale Wechselwirkungen II
 2,0/2,0 LU Archäometrie: Datierung, Spurenelement-Bestimmung
 3,0/2,0 VO Archäometrie: Physikalische Methoden der Altersbestimmung
 3,0/2,0 VO Astro-Teilchenphysik
 2,0/2,0 UE Atom-, Kern- und Teilchenphysik II
 3,0/2,0 VO Atomare Stoßprozesse
 3,0/2,0 VO Atoms - Light - Matter Waves
 3,0/2,0 VO Attosekundenphysik
 3,0/2,0 VO Ausgewählte Experimente der Atom-, Kern- und Teilchenphysik
 1,5/1,0 VO Biologische Strahleneffekte
 3,0/2,0 VO Black Holes I
 3,0/2,0 VO Black Holes II
 3,0/2,0 VO Data Analysis of Experiments with Particle Detectors
 3,0/2,0 VO Der Laser in Physik, Chemie, Biologie und Medizin
 2,0/2,0 EX Einführung in Forschungsgebiete der Fakultät für Physik
 3,0/2,0 VO Einführung in die Modelle der Elementarteilchenphysik I
 1,0/2,0 UE Einführung in die Modelle der Elementarteilchenphysik I
 3,0/2,0 VO Einführung in die Modelle der Elementarteilchenphysik II
 3,0/2,0 UE Einführung in die Modelle der Elementarteilchenphysik II
 3,0/2,0 VO Einführung in die Plasmaphysik und -technik
 3,0/2,0 VO Einführung in die Teilchenphysik

1,0/1,0 UE Elektrodynamik II
 2,0/2,0 LU Experimente am MedAustron Teilchenbeschleuniger
 3,0/1,0 VO Fundamental Physics with Coherent X-Rays and Neutrons
 3,0/1,0 VO Fundamental Physics with Polarized Neutrons
 1,5/1,0 VO Fusionstechnologie
 3,0/2,0 VO Gammaspektrometrie
 3,0/2,0 VO Gittereichtheorie
 3,0/2,0 VO Grundlagen der experimentellen Quantenphysik
 3,0/2,0 VO Grundlagen der Plasmatheorie
 3,0/2,0 VO Grundlagen der Teilchendetektoren
 3,0/2,0 VO Ionen-Festkörper-Wechselwirkungen
 3,0/2,0 VO Kosmologie und Teilchenphysik
 3,0/2,0 SE Literaturseminar Theoretische Quantendynamik
 3,0/2,0 VO Macroscopic Quantum Systems
 3,0/2,0 VO Mehrteilchensysteme
 3,0/2,0 VO Methods of Quantitative X-ray Fluorescence Analysis
 3,0/2,0 VO Neutronen und Kernphysik
 3,0/2,0 VO Neutronen- und Festkörperphysik
 3,0/2,0 VO Neutronen- und Röntgendiffraktometrie
 3,0/2,0 VO Neutronenoptik und Tomographie
 3,0/2,0 VO Nukleare Astrophysik
 3,0/2,0 VO Pfadintegrale in der Quantenmechanik und Quantenfeldtheorie
 3,0/2,0 VU Phänomenologische Teilchenphysik
 3,0/2,0 VO Physics of Exotic Atoms
 3,0/2,0 VO Quanteninformationstheorie I
 3,0/2,0 VO Quanteninformationstheorie II
 3,0/2,0 VO Quantenthermodynamik I
 3,0/2,0 VO Quantenthermodynamik II

D.3. Gebundener Wahlfachkatalog C) Physik der kondensierten Materie

3,0/2,0 VO Advanced Theory of Superconductivity and Magnetism
 6,0/4,0 VU Computational Materials Science
 3,0/2,0 VO Computational Physics
 2,0/2,0 EX Einführung in Forschungsgebiete der Fakultät für Physik
 3,0/2,0 VO Electronic Structure of Solids and Surfaces
 3,0/2,0 VO Elektrochemische Oberflächenphysik – Electrochemical surface science
 4,0/4,0 LU Elektronenmikroskopie
 1,5/1,0 VO Elektronenstrahl-Mikroanalyse
 1,0/1,0 UE Elektronenstrahl-Mikroanalyse
 3,0/2,0 VO Experimentelle Methoden der Oberflächenphysik
 3,0/2,0 VO Festkörperspektroskopie

1,5/1,0 VO Fullerenes: Solid State and Magnetic Properties
 3,0/2,0 VO Electron Microscopy: Principles and Fundamentals
 3,0/2,0 VO Grundlagen und Anwendung der Festkörpertheorie
 3,0/2,0 VO Hochauflösende Elektronenmikroskopie von Festkörpern
 3,0/2,0 VO Hochtemperatur-Supraleiter
 3,0/2,0 VO Kernmagnetische Messmethoden
 3,0/2,0 VO Knotentheorie und Statistische Mechanik
 2,0/2,0 SE Low Temperature Physics
 3,0/2,0 VO Magnetic Properties Measurements
 3,0/2,0 VO Magnetische Relaxationsprozesse
 3,0/2,0 VO Magnetism in the Solid State
 3,0/2,0 VO Magnetismus
 3,0/2,0 VO Crystal Growth: Theory and Practice
 3,0/2,0 VO Methoden und Materialien der modernen optischen Spektroskopie
 2,0/2,0 SE Neutronen- und Festkörperphysik
 3,0/2,0 VO Neutronen- und Röntgendiffraktometrie
 3,0/2,0 VO Neutronenoptik und Tomographie
 3,0/2,0 SE New Developments in Surface Science
 3,0/2,0 VO Oberflächenphysik
 3,0/2,0 VO Phasenübergänge und kritische Phänomene
 3,0/2,0 VO Physics in High Magnetic Fields
 3,0/2,0 VO Physics of colloidal dispersions
 3,0/2,0 VO Physics of Magnetic Materials
 3,0/2,0 VO Physics of 2D Materials
 3,0/2,0 VO Physik ausgewählter Materialien
 3,0/2,0 VO Physik weicher Materie
 3,0/2,0 VO Physik dünner Schichten
 2,0/2,0 UE Physik dünner Schichten
 6,0/5,0 LU Praktikum aus Festkörperphysik
 4,0/4,0 LU Praktikum aus Tieftemperaturphysik
 3,0/2,0 VO Quantenfeldtheorie für Vielteilchensysteme
 3,0/2,0 VO Quantum Computing and Quantum Dots
 3,0/2,0 SE Seminar aus Festkörperphysik
 3,0/2,0 SE Seminar Computational Materials Science
 3,0/2,0 VO SQUIDS - Grundlagen und Anwendungen
 3,0/2,0 VO Strongly Correlated Electron Systems
 3,0/2,0 SE Superconductivity Seminar
 3,0/2,0 VO Supraleitung
 3,0/2,0 VO Surface Science
 3,0/2,0 VO Techniken der analytischen Elektronenmikroskopie
 3,0/2,0 VO Theoretical Solid State Physics I
 3,0/2,0 VO Theoretical Solid State Physics II
 3,0/2,0 VO Theorie der Supraleitung
 3,0/2,0 VO Theory of condensed matter spectroscopies

1,0/1,0 UE Theory of condensed matter spectroscopies
 3,0/2,0 VO Theory of Electronic Spectra of Solids and Surfaces
 3,0/2,0 VO Theory of Magnetism
 3,0/2,0 VO Thermoelectricity and Transport in Solids
 3,0/2,0 VO Tieftemperaturphysik
 3,0/2,0 VO Time-Dependent Many-Body Systems
 3,0/2,0 VO Versetzungen in Kristallen
 3,0/2,0 VU Wissenschaftliches Programmieren

D.4. Gebundener Wahlfachkatalog D) Angewandte Physik

3,0/2,0 VO Alternative nukleare Energiesysteme
 2,0/2,0 LU Archäometrie: Datierung, Spurenelement-Bestimmung
 3,0/2,0 VO Archäometrie: Physikalische Methoden der Altersbestimmung
 3,0/2,0 VO Atomare Stoßprozesse
 3,0/2,0 VO Biological and Medical Applications of Nuclear Physics I
 3,0/2,0 VO Biological and Medical Applications of Nuclear Physics II
 1,5/1,0 VO Biologische Strahleneffekte
 1,5/1,0 VO Biomembranes
 3,0/2,0 VO Brennstoffzellen
 4,0/4,0 LU Chemische Übungen für TPH
 3,0/2,0 VO Der Laser in Physik, Chemie, Biologie und Medizin
 3,0/2,0 VO Techniken der Signalerfassung und Auswertung
 2,0 /2,0 LU Techniken der Signalerfassung und Auswertung
 3,0/2,0 VO Einführung in die Akustik
 3,0/2,0 VO Einführung in die Biomedizinische Technik
 2,0/2,0 EX Einführung in Forschungsgebiete der Fakultät für Physik
 3,0/2,0 VO Einführung in die Plasmaphysik und -technik
 3,0/2,0 VO Einführung in die Tieftemperaturphysik und -technologie
 3,0/2,0 VO Electron Microscopy: Principles and Fundamentals
 3,0/2,0 VO Electronic Structure of Solids and Surfaces
 3,0/2,0 VO Elektrochemische Oberflächenphysik – Electrochemical surface science
 4,0/4,0 LU Elektronenmikroskopie
 1,5/1,0 VO Elektronenstrahl-Mikroanalyse
 1,0/1,0 UE Elektronenstrahl-Mikroanalyse
 3,0/2,0 VO Elektronische Analog- und Digitaltechnik
 3,0/2,0 VO Elektronische Messtechnik
 3,0/2,0 VO Energieübertragung und Kraftwerke
 4,0/4,0 LU Experimentelle Methoden der Hochenergiephysik
 3,0/2,0 VO Experimentelle Methoden der Oberflächenphysik
 3,0/2,0 VO Festkörperspektroskopie
 1,5/1,0 VO Flüssigszintillations-Spektrometrie
 3,0/2,0 VO Functional Imaging Technology and Devices - Physical Principles
 3,0/2,0 VO Gammaskpektrometrie

1,5/1,0 VO Geochemie
 4,0/4,0 LU Graphical Programming and Experiment Control
 3,0/2,0 VO Grundlagen der Teilchendetektoren
 3,0/2,0 VO Grundlagen und Anwendung der Mikrocomputer-Technik
 2,0/2,0 LU Grundlagen und Anwendung der Mikrocomputer-Technik
 3,0/2,0 VO Grundzüge der Thermischen Energieanlagen
 3,0/3,0 LU Herstellung und Charakterisierung von Solarzellen
 3,0/2,0 VO Hochauflösende Elektronenmikroskopie von Festkörpern
 3,0/2,0 VO Hochtemperatur-Supraleiter
 3,0/2,0 VO Introduction to Nanotechnology
 3,0/2,0 VO Ionen-Festkörper-Wechselwirkungen
 3,0/2,0 VO Isotopentechnik
 3,0/2,0 VO Kernmagnetische Messmethoden
 3,0/2,0 VO Laser-Matter Interaction
 3,0/2,0 VO Magnetic Properties Measurements
 3,0/2,0 VO Magnetismus
 3,0/2,0 VO Medizinische Physik in der Radiologie
 3,0/2,0 VO Methoden und Materialien der modernen optischen Spektroskopie
 3,0/2,0 VO Methods of Quantitative X-ray Fluorescence Analysis
 3,0/2,0 VO Mikroskopie an Biomolekülen
 2,0/2,0 LU Mikroskopie an Biomolekülen
 3,0/2,0 VO Nachhaltige Energieträger
 3,0/2,0 VO Neuronale Netzwerke
 3,0/2,0 VO Neutron Activation Analysis
 3,0/2,0 VO Neutronen- und Festkörperphysik
 3,0/2,0 SE New Developments in Surface Science
 3,0/2,0 VO Nuclear Analytical Methods
 3,0/2,0 VO Nuclear Electronics
 3,0/2,0 VO Nuclear Engineering
 3,0/2,0 VO Nuclear Engineering 2
 1,5/1,0 VO Nukleare Umweltanalytik
 3,0/2,0 VO Oberflächenphysik
 3,0/2,0 VO Physics in High Magnetic Fields
 3,0/2,0 VO Physics of Magnetic Materials
 3,0/2,0 VO Physik der Atmosphäre
 3,0/2,0 VO Physik der Silizium-Halbleiter-Materialien
 1,5/1,0 VO Physik der Solarzelle
 3,0/2,0 VO Physik dünner Schichten
 2,0/2,0 UE Physik dünner Schichten
 3,0/2,0 VO Physik lebender Materie
 3,0/2,0 VO Physik und Anwendung ultrakurzer Lichtimpulse
 3,0/2,0 VO Physikalische Grundlagen des Kernfusionsreaktors
 3,0/2,0 VO Physikalische Sensoren
 3,0/2,0 VO Piezoelektrische Wandler und Resonatoren

3,0/2,0 VO Plasmatechnologie und -chemie
 3,0/2,0 LU Practical Course in X-Ray Analytical Methods
 6,0/5,0 LU Praktikum aus Festkörperphysik
 4,0/4,0 LU Praktische Übungen am Reaktor
 3,0/3,0 LU Praktische Übungen aus Reaktorinstrumentierung
 4,0/4,0 LU Praktische Übungen aus Strahlenphysik
 3,0/2,0 VO Radiochemie I
 4,0/4,0 LU Radiochemisches Praktikum
 4,0/4,0 LU Radionuklidbestimmung in Umweltproben
 3,0/2,0 VO Radioökologie
 3,0/2,0 VO Reaktorphysik
 1,0/1,0 UE Rechenmethoden des Strahlenschutzes I
 1,0/1,0 UE Rechenmethoden des Strahlenschutzes II
 3,0/2,0 VO Rechenverfahren in der Oberflächenphysik
 3,0/2,0 VO Schallausbreitung und Lärmschutz
 1,5/1,0 VO Semiconductor Detectors
 2,0/2,0 SE Seminar aus Allgemeiner Physik
 2,0/2,0 SE Seminar aus Festkörperphysik
 2,0/2,0 SE Seminar aus Reaktorsicherheit
 3,0/2,0 SE Seminar Computational Materials Science
 3,0/2,0 VO Soft matter analysis techniques and applications
 3,0/2,0 VO Space Propulsion
 3,0/2,0 VO Spezialverfahren der Röntgenfluoreszenzanalyse
 3,0/2,0 VO SQUIDS - Grundlagen und Anwendungen
 4,5/3,0 VO Strahlenphysik
 3,0/2,0 SE Strahlenphysikalische Anwendungen in Technik und Medizin
 3,0/2,0 VO Strahlenphysikalische Methoden in der Medizin
 3,0/2,0 VO Strahlenschutz nichtionisierender Strahlung
 3,0/2,0 VO Strahlenschutz und Dosimetrie
 4,0/4,0 LU Strahlenschutzpraktikum
 4,5/3,0 VO Strömungslehre für TPH
 3,0/2,0 SE Superconductivity Seminar
 3,0/2,0 VO Supraleitung
 3,0/2,0 VO Surface Science
 3,0/2,0 VO Technische Akustik
 3,0/2,0 VO Technische Optik
 3,0/2,0 VO Technischer Strahlenschutz I
 3,0/2,0 VO Technischer Strahlenschutz II
 3,0/2,0 VO Technologie dünner Schichten
 3,0/2,0 VO Teilchenbeschleuniger
 3,0/2,0 VO Theorie komplexer Systeme
 3,0/2,0 VO Theory of Electronic Spectra of Solids and Surfaces
 3,0/2,0 VO Thermoelectricity and Transport in Solids
 3,0/2,0 VO Tieftemperaturphysik

3,0/2,0 VO Ultrahochvakuumtechnik
 3,0/2,0 VO Ultraschall in Medizin und Biologie
 3,0/2,0 VO Vakuumphysik und -Messtechnik
 3,0/2,0 VO Versetzungen in Kristallen
 3,0/2,0 VO Wasserstofftechnik
 1,5/1,0 VO Weltraumdosimetrie
 3,0/2,0 VU Wissenschaftliches Programmieren
 3,0/2,0 VO X-Ray Analytical Methods
 3,0/2,0 VO Einführung in die medizinphysikalischen Grundlagen der Ionentherapie
 2,0/2,0 SE Seminar über medizinische Strahlenphysik und Ionentherapie
 3,0/2,0 VO Kolloid- und Grenzflächenphysik

D.5. Wahlfachkatalog studienrichtungsspezifischer Zusatzqualifikationen („Soft Skills“)

1,5/1,0 VO Elektronische Anzeigesysteme
 3,0/2,0 VO Die wirtschaftliche Bedeutung erneuerbarer Energieträger
 3,0/2,0 SE Einführung in das wissenschaftliche Präsentieren und Publizieren
 2,0/2,0 EX Einführung in Forschungsgebiete der Fakultät für Physik
 3,0/2,0 VO How Science Inspires Science Fiction
 3,0/2,0 VO Physik schwerer Reaktorunfälle
 3,0/2,0 SE Präsentationstechniken in der Physik
 3,0/2,0 VO Strahlenphysikalische und gesellschaftliche Aspekte des Strahlenschutzes
 2,0/1,5 VO Umweltschutz in der Energiewirtschaft
 2,0/2,0 SE VWA-Mentoring I
 2,0/2,0 SE VWA-Mentoring II
 3,0/2,0 VO Wissenschaft und Öffentlichkeit
 4,0/4,0 VO Wissenschaftliches Publizieren 1

Dieser Katalog ist identisch mit den entsprechenden Katalogen im Bachelorstudium Technische Physik und im Masterstudium Physikalische Energie- und Messtechnik.

E. Katalog der Projektarbeiten

Dieser Katalog korrespondiert mit den entsprechenden Katalogen im Bachelorstudium Technische Physik und im Masterstudium Physikalische Energie- und Messtechnik. Für die Durchführung und den Abschluss dieser Lehrveranstaltungen im Rahmen des Masterstudiums ist ein entsprechendes Niveau einzuhalten und ein Protokoll anzufertigen.

Für das Masterstudium *Technische Physik* sind zwei verschiedene Lehrveranstaltungen aus dem folgenden Katalog von Projektarbeiten zu absolvieren:

E.1. Atom- und Quantenphysik

- 10,0/8,0 PR Projektarbeit Atomuhren und Quantenmetrologie
- 10,0/8,0 PR Projektarbeit Decoherence and Quantum Informations
- 10,0/8,0 PR Projektarbeit Experimentelle Atomphysik
- 10,0/8,0 PR Projektarbeit Experimentelle Quantenoptik
- 10,0/8,0 PR Projektarbeit Gravitation und Quantenmechanik
- 10,0/8,0 PR Projektarbeit Grundlagen und Anwendungen des Korrespondenzprinzips
- 10,0/8,0 PR Projektarbeit Ionenphysik
- 10,0/8,0 PR Projektarbeit Nanophotonik
- 10,0/8,0 PR Projektarbeit Quantenoptik
- 10,0/8,0 PR Projektarbeit Quantentechnologie
- 10,0/8,0 PR Projektarbeit Theoretische Quantenoptik
- 10,0/8,0 PR Projektarbeit Ultra Cold Atoms and Spectroscopy

E.2. Computational Materials Science

- 10,0/8,0 PR Projektarbeit Computational Materials Science
- 10,0/8,0 PR Projektarbeit Electronic Structures of Solids and Surfaces
- 10,0/8,0 PR Projektarbeit Festkörpertheorie
- 10,0/8,0 PR Projektarbeit Machine Learning and Data Compression in Physics
- 10,0/8,0 PR Projektarbeit Magnetic Interactions
- 10,0/8,0 PR Projektarbeit Wellenfunktionsbasierte Methoden in der Festkörperphysik

E.3. Festkörperphysik

- 10,0/8,0 PR Projektarbeit Elektronenmikroskopie von Halbleitern
- 10,0/8,0 PR Projektarbeit Experimentelle Festkörperphysik
- 10,0/8,0 PR Projektarbeit Experimenteller Magnetismus
- 10,0/8,0 PR Projektarbeit Nukleare Festkörperphysik
- 10,0/8,0 PR Projektarbeit Quantenmechanik von mesoskopischen Systeme
- 10,0/8,0 PR Projektarbeit Quantenphänomene in Festkörpern
- 10,0/8,0 PR Projektarbeit Supraleitung
- 10,0/8,0 PR Projektarbeit Thermoelektrika

E.4. Fundamentale Wechselwirkungen

10,0/8,0 PR Projektarbeit Black Hole Physics
10,0/8,0 PR Projektarbeit Feldtheorie
10,0/8,0 PR Projektarbeit Quantenfeldtheorie
10,0/8,0 PR Projektarbeit Schwache Wechselwirkung
10,0/8,0 PR Projektarbeit Starke Wechselwirkung
10,0/8,0 PR Projektarbeit Symmetrien in fundamentalen Wechselwirkungen
10,0/8,0 PR Projektarbeit Teilchenphysik
10,0/8,0 PR Projektarbeit Theoretische Elementarteilchenphysik
10,0/8,0 PR Projektarbeit Thermal Field Theory

E.5. Kern- und Teilchenphysik

10,0/8,0 PR Projektarbeit Experimentelle Hadronenphysik
10,0/8,0 PR Projektarbeit Experimentelle Teilchenphysik
10,0/8,0 PR Projektarbeit Kernphysik
10,0/8,0 PR Projektarbeit Methoden der Teilchenphysik
10,0/8,0 PR Projektarbeit Neutronenphysik
10,0/8,0 PR Projektarbeit Nukleare Astrophysik
10,0/8,0 PR Projektarbeit Quarks und Kerne
10,0/8,0 PR Projektarbeit Subatomare Physik

E.6. Nichtlineare Dynamik

10,0/8,0 PR Projektarbeit Chaotische Systeme
10,0/8,0 PR Projektarbeit Klassisches und Quantenchaos
10,0/8,0 PR Projektarbeit Mathematische Physik
10,0/8,0 PR Projektarbeit Simulationen komplexer Systeme
10,0/8,0 PR Projektarbeit Wechselwirkung von Atomen mit Laserfeldern

E.7. Oberflächenphysik

10,0/8,0 PR Projektarbeit Angewandte Oberflächenphysik
10,0/8,0 PR Projektarbeit Applied Interface Physics
10,0/8,0 PR Projektarbeit Dünnschichtanalytik
10,0/8,0 PR Projektarbeit Dynamische Oberflächenprozesse
10,0/8,0 PR Projektarbeit Interactions with Surfaces
10,0/8,0 PR Projektarbeit Nanostrukturen an Oberflächen
10,0/8,0 PR Projektarbeit Neutronenoptik
10,0/8,0 PR Projektarbeit Oberflächenphysik
10,0/8,0 PR Projektarbeit Surface Science

E.8. Physik bei extremen Skalen

10,0/8,0 PR Projektarbeit Angewandte Tieftemperaturphysik
10,0/8,0 PR Projektarbeit Experimentelle Tieftemperaturphysik
10,0/8,0 PR Projektarbeit Grundlagen der Supraleitung
10,0/8,0 PR Projektarbeit Hochdruckexperimente
10,0/8,0 PR Projektarbeit Hochtemperatursupraleiter

E.9. Soft Matter und Biophysik

10,0/8,0 PR Projektarbeit Biophysik
10,0/8,0 PR Projektarbeit Laseranwendungen in der Medizin
10,0/8,0 PR Projektarbeit Physikalische Methoden in der Medizin
10,0/8,0 PR Projektarbeit Physik lebender Materie
10,0/8,0 PR Projektarbeit Statistische Mechanik
10,0/8,0 PR Projektarbeit Theorie der kondensierten Materie
10,0/8,0 PR Projektarbeit Weiche Materie

E.10. Spektroskopie

10,0/8,0 PR Projektarbeit Analytische Elektronenmikroskopie
10,0/8,0 PR Projektarbeit Elektrodynamik neuartiger optischer Materialien
10,0/8,0 PR Projektarbeit Elektronen-Energieverlustspektrometrie
10,0/8,0 PR Projektarbeit Festkörperspektroskopie
10,0/8,0 PR Projektarbeit Laserspektroskopie
10,0/8,0 PR Projektarbeit Röntgendiffraktometrie

E.11. Strahlenphysik

10,0/8,0 PR Projektarbeit Angewandte Strahlenphysik
10,0/8,0 PR Projektarbeit Archäometrie
10,0/8,0 PR Projektarbeit Elektronen- und Röntgenphysik
10,0/8,0 PR Projektarbeit Neutronenaktivierungsanalyse
10,0/8,0 PR Projektarbeit Nukleare Umweltanalytik
10,0/8,0 PR Projektarbeit Radiochemie
10,0/8,0 PR Projektarbeit Radiologische Umweltmessung
10,0/8,0 PR Projektarbeit Röntgenanalytik
10,0/8,0 PR Projektarbeit Röntgenspektrometrie
10,0/8,0 PR Projektarbeit Strahlenschutz und Dosimetrie

E.12. Technologien

10,0/8,0 PR Projektarbeit Dauermagnetwerkstoffe
10,0/8,0 PR Projektarbeit Dünnschichttechnologie

10,0/8,0 PR Projektarbeit Einkristallherstellung und Probenpräparation
10,0/8,0 PR Projektarbeit Hart- und Weichmagnete
10,0/8,0 PR Projektarbeit Oberflächentechnik
10,0/8,0 PR Projektarbeit Metrologie
10,0/8,0 PR Projektarbeit Physikalische Messtechnik
10,0/8,0 PR Projektarbeit Physikalische Messwerterfassung
10,0/8,0 PR Projektarbeit Plasmatechnik
10,0/8,0 PR Projektarbeit Reaktortechnik
10,0/8,0 PR Projektarbeit Sensoren und Messverfahren

F. Prüfungsfächer mit den zugeordneten Pflichtmodulen und Lehrveranstaltungen

Prüfungsfach „Pflichtfächer“ (35,0 ECTS)

Modul „Atom-, Kern- und Teilchenphysik“ (8,0 ECTS)

8,0/4,0 VO Atom-, Kern- und Teilchenphysik

Modul „Grundlagen und Analyseverfahren der kondensierten Materie“ (7,0 ECTS)

4,0/2,0 VO Festkörperphysik II

3,0/2,0 VO Physikalische Analytik

Modul „Numerische Methoden und Simulationen“ (6,0 ECTS)

6,0/4,0 VU Numerische Methoden und Simulationen

Modul „Theoretische Physik“ (14,0 ECTS)

6,0/3,0 VU Quantentheorie II

4,0/2,0 VO Elektrodynamik II

4,0/2,0 VO Statistische Physik II

Prüfungsfach „Technische Qualifikationen“ (46,0 ECTS)

Modul „Vertiefung 1“ (12,0 ECTS)

Modul „Vertiefung 2“ (14,0 ECTS)

Modul „Projektarbeit 1“ (10,0 ECTS)

Modul „Projektarbeit 2“ (10,0 ECTS)

Prüfungsfach „Freie Wahlfächer und Transferable Skills“ (9,0 ECTS)

Modul „Freie Wahlfächer und Transferable Skills“ (9,0 ECTS)

Prüfungsfach „Diplomarbeit“ (30,0 ECTS)

27,0 ECTS Diplomarbeit

3,0 ECTS Kommissionelle Abschlussprüfung