



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN

Bachelor

**Master**

Doktorat

Universitäts-  
lehrgang

Studienplan (Curriculum)  
für das  
Masterstudium  
**Physikalische Energie- und Messtechnik**  
**UE 066 460**

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	10
9. Diplomarbeit	10
10. Akademischer Grad	10
11. Qualitätsmanagement	10
12. Inkrafttreten	11
13. Übergangsbestimmungen	11
A. Modulbeschreibungen	12
B. Lehrveranstaltungstypen	24
C. Semestereinteilung der Lehrveranstaltungen	25
D. Angleichkataloge	26
E. Wahlfachkataloge	28
F. Katalog der Projektarbeiten	33
G. Prüfungsfächer mit den zugeordneten Pflichtmodulen und Lehrveranstaltungen	37

# 1. Grundlage und Geltungsbereich

Der vorliegende Studienplan definiert und regelt das ingenieurwissenschaftliche Masterstudium *Physikalische Energie- und Messtechnik* 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

Das Masterstudium *Physikalische Energie- und Messtechnik* 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. Absolvent\_innen finden in einem breiten Berufsspektrum Beschäftigung; insbesondere sind dies Energietechnik, Messtechnik und Sensorik, Consulting im technisch-wissenschaftlichen Bereich, Automatisierung und technische Software oder Modellierung technischer Systeme.

Die Absolvent\_innen des Masterstudiums *Physikalische Energie- und Messtechnik* 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 *Physikalische Energie- und Messtechnik* 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;
- fundierte Kenntnisse aus Technischer Physik und über die Zusammenhänge zwischen deren Teilgebieten, insbesondere der Physikalischen Energie- und Messtechnik, mit den dafür relevanten theoretischen Grundlagen und Modellvorstellungen;
- das Wissen, physikalisch-technische Problemstellungen in der Energie- und Messtechnik gründlich zu analysieren und dafür geeignete Lösungsvorschläge zu entwickeln;
- die Grundlagen für ein weiterführendes Doktoratsstudium, insbesondere für ein Doktoratsstudium der technischen Wissenschaften an der TU Wien; sie sind auch darauf vorbereitet, ihr berufliches Profil durch weiterführende Studien in anderen Fachbereichen zu erweitern.

### **Kognitive und praktische Kompetenzen**

Absolvent\_innen

- können experimentelle Untersuchungen und Modellrechnungen zur Ermittlung benötigter Daten durchführen, sowie die Zuverlässigkeit solcher Daten beurteilen und ihre Grenzen bewerten;
- können physikalisch-technische Abläufe erfassen, 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;
- sie sind dazu befähigt, ihre Ausbildung auf dem jeweils aktuellen Stand des Fachwissens zu halten;
- sie haben im Rahmen ihres Studiums bereits wissenschaftliche Arbeiten verfasst und verfügen so über Fertigkeiten im wissenschaftlichen Aufgabenspektrum.

### **Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen**

Absolvent\_innen sind in der Lage

- spezifizierte Aufgabenstellungen auf der Basis ihres fundierten Wissens zu bearbeiten;
- Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen zu vermitteln;
- können systematisch und strukturiert denken;
- in Teams zu arbeiten;
- ihre Tätigkeit allgemein verständlich zu erklären;
- technische Entwicklungen voranzutreiben, die Auswirkungen solcher Entwicklungen für die Gesellschaft und die Umwelt zu beurteilen und sie in angemessener Weise zu berücksichtigen;
- sich Herausforderungen und Problemen zu stellen.

## **3. Dauer und Umfang**

Der Arbeitsaufwand für das Masterstudium *Physikalische Energie- und Messtechnik* 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 *Physikalische Energie- und Messtechnik* 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* und die Bachelorstudien *Technische Chemie*, *Verfahrenstechnik*, *Technische Mathematik*, *Elektrotechnik und Informationstechnik* und *Maschinenbau* 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 *Physikalische Energie- und Messtechnik* gliedert sich in nachstehende Prüfungsfächer mit den ihnen zugeordneten Modulen.

#### Allgemeine Pflichtfächer (21,0 ECTS)

Atome, Moleküle und Festkörper (7,5 ECTS)

Fluid- und Thermodynamik (7,5 ECTS)

Datenanalyse (6,0 ECTS)

#### Schwerpunktfach (6,0 ECTS)

Physikalische Energietechnik (6,0 ECTS)  
oder

Physikalische Messtechnik (6,0 ECTS)

## **Technische Qualifikationen (51,0 ECTS)**

Vertiefung 1 (16,0 ECTS)

Vertiefung 2 (15,0 ECTS)

Projektarbeit 1 (10,0 ECTS)

Projektarbeit 2 (10,0 ECTS)

## **Freie Wahlfächer und Transferable Skills (12,0 ECTS)**

Freie Wahlfächer und Transferable Skills (12,0 ECTS)

## **Diplomarbeit (30,0 ECTS)**

Siehe Abschnitt 9.

## **Kurzbeschreibung der Module**

Dieser Abschnitt charakterisiert die Module des Masterstudiums *Physikalische Energie- und Messtechnik* in Kürze. Eine ausführliche Beschreibung ist in Anhang A zu finden.

**Atome, Moleküle und Festkörper (7,5 ECTS)** Dieses Modul bietet eine fachspezifische Spezialisierung im Bereich der atomaren, molekularen und Festkörperphysik. Dies umfasst die Einführung in die quantenmechanische Beschreibung von Atomen, Molekülen und chemischen Bindungen, die Analyse des Mehrelektronenproblems der Molekülphysik, die Beschreibung und Erklärung von Rotations- und Schwingungsspektren, Ramanspektren und Elektronenspektren von Molekülen sowie die physikalische Chemie. Für den letzten Punkt sind dies (i) die Grundkonzepte der chemischen Thermodynamik und der statistischen Thermodynamik, die chemische Kinetik und die Grundzüge der irreversiblen Thermodynamik sowie (ii) die Elektrochemie, die Grundlagen und Anwendungen in Brennstoffzellen/Batterien sowie chemischen Sensoren, die Rolle von Masse- und Ladungsträgern in Ionenleitern und Halbleitern und die physikalischen und chemischen Vorgänge an Grenzflächen und Oberflächen.

**Datenanalyse (6,0 ECTS)** Dieses Modul bietet eine fachspezifische Spezialisierung in der Statistik, der Steuerung und Auswertung von Experimenten sowie in der Echtzeit-Datenverarbeitung. Dies umfasst: (i) in der Statistik die Mittelwerte und Streuungsmaße, Korrelation und (nichtlineare) Regression, das Anpassen von Kurven, die Berechnung von Wahrscheinlichkeiten, die Anwendung von Schätzverfahren sowie die Durchführung von Hypothesentests. (ii) in der Steuerung und Auswertung von Experimenten fortgeschrittenes Programmieren um Experimente über den Computer zu steuern, den Austausch von Daten über standardisierte Schnittstellen und die graphische Darstellung dieser Daten. (iii) in der Echtzeit-Datenverarbeitung die Beschreibung von Prozessoren, praktische Übungen mit diversen Netzwerk-Komponenten und die Programmierung eines Netzwerks.

**Fluid- und Thermodynamik (7,5 ECTS)** Dieses Modul bietet eine fachspezifische Spezialisierung in der Beschreibung und Berechnung von Strömungen sowie in der Thermodynamik der Energietechnik. Dies umfasst die Grundbegriffe und Grundgleichungen der Kinematik und Dynamik von Fluiden, die Berechnung der Navier-Stokes Gleichungen, die Zusammenfassung von Modellgesetzen und Kennzahlen der Strömungslehre und die Analyse von in/kompressiblen Potentialströmungen. Weiters umfasst die Thermodynamik in der Energietechnik die Beschreibung thermodynamischer Eigenschaften reiner Stoffe, die physikalischen Prozesse des Heizens und der Kälteerzeugung, die Thermodynamik der industriellen Energieumwandlung sowie deren Vor- und Nachteile.

**Physikalische Energietechnik (6,0 ECTS)** Dieses Modul bietet eine fachspezifische Spezialisierung der Nukleartechnik, der nachhaltigen Energieträger, der Kraftwerke und Energieübertragung. Dies umfasst die Grundlagen der Kernreaktoren, die Anwendung und Analyse radiochemischer Prozesse, die Definition von erneuerbar geltenden Energieträgern, die Auflistung und Beschreibung dieser Energieträger, deren Einsatzbereiche und regionalen Anwendungsbreiten, die Grundlagen der Thermodynamik, die Beschreibung thermischer Kraftwerke und Analyse ihrer Effizienz, die Eigenschaften verschiedener Energiesysteme sowie die Anwendung von Simulationsverfahren.

**Physikalische Messtechnik (6,0 ECTS)** Dieses Modul bietet eine fachspezifische Spezialisierung in der Anwendung von Messverfahren und der Analyse von Probeneigenschaften. Dies umfasst: (i) in der physikalischen Messtechnik: die Beschreibung von Rauschen im Zusammenhang mit analogen oder digitalen Signalen, die Anwendung von Signalfilterung, die Analyse der Zeit- und Frequenzdomäne, die Grundzüge der Regelungstechnik und die wichtigsten praktischen Beispiele, (ii) in der Sensorik für MS einen Überblick über die wichtigsten Sensoren in der Industrie, die Auflistung der verschiedenen Sensortypen und die Beschreibung ihres Aufbaues, ihrer Funktionsweise und ihrer Realisierung sowie die Diskussion der Einsatzmöglichkeiten, (iii) in der physikalischen Analytik die Beschreibung der physikalischen Effekte verschiedener Untersuchungsmethoden, die Probenvorbereitung und -auswahl, die Wahl der Untersuchungsmethode basierend auf dem gewünschten Analyseziel sowie das Auswerteverfahren und die Fehleranalyse.

**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 (16,0 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 oder B) Atomare und subatomare 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 (15,0 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 oder B) Atomare und subatomare 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 (12,0 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 *Physikalische Energie- und Messtechnik* 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.

## 10. Akademischer Grad

Den Absolvent\_innen des Masterstudiums *Physikalische Energie- und Messtechnik* 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 *Physikalische Energie- und Messtechnik* 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 24 im Detail erläutert.

### Atome, Moleküle und Festkörper

**Regelarbeitsaufwand:** 7,5 ECTS

**Lernergebnisse:** Kompetenzen für das Verständnis von Atomen, Molekülen und Festkörpern.

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, Atome Moleküle und chemische Bindungen in einem quantenmechanischen Zusammenhang zu beschreiben, das Mehrelektronenproblem zu analysieren, Elektronenspektren zu interpretieren sowie Resonanz in und Elektronik mit Molekülen zu erläutern. Die Studierenden sind in der Lage chemische Thermodynamik zusammenzufassen, chemische und Phasengleichgewichte zu erläutern, kinetische Prozesse in der Chemie zu analysieren und die physikalische Chemie des Festkörpers zu diskutieren.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, Lösungsansätze in grundlagenbezogenen und anwendungsorientierte technische Fragestellungen im Bereich des Modulthemas eigenständig zu erarbeiten.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, Wissensgebiete und Lösungsansätze in Physik und angrenzenden Disziplinen zu erarbeiten sowie ihr interdisziplinäres Denken zu erweitern.

**Inhalt:**

**Atom- und Molekülphysik, Spektroskopie** Einführung in die quantenmechanische Beschreibung von Atomen, Molekülen und chemischen Bindungen; Mehrelektronenproblem der Molekülphysik; Rotations- und Schwingungsspektren; Ramanspektren; Elektronenspektren von Molekülen; magnetische Kernresonanz; Elektronenspinresonanz; große Moleküle; molekulare Elektronik.

**Physikalische Chemie** Chemische Thermodynamik: Grundkonzepte der chemischen Thermodynamik inkl. statistischer Thermodynamik, chemisches Gleichgewicht, Mischungsthermodynamik und Phasengleichgewichte; Chemische Kinetik: Reaktionskinetik und Transportkinetik, Grundzüge der irreversiblen Thermodynamik; Elek-

trochemie: Grundlagen sowie Anwendungen in Brennstoffzellen/Batterien und chemischen Sensoren, Grundzüge der elektrochemischen Kinetik; Physikalische Chemie des Festkörpers: Masse- und Ladungsträger in Ionenleitern und Halbleitern, Physikalische Chemie von Grenzflächen/Oberflächen, Kinetik des Ladungstransfers.

### **Erwartete Vorkenntnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Die Studierenden kennen die Grundlagen der Thermodynamik, Statistische Mechanik, Festkörperphysik, Chemie für TPH und Elektrizitätslehre aus den Lehrveranstaltungen des zugrundeliegenden Bachelorstudiums.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Die Studierenden können Ergebnisse aus den oben genannten Gebieten der Physik interpretieren und die zugrundeliegenden Modelle erläutern.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Die Studierenden können in Grundzügen die Zusammenhänge und interdisziplinären Fachgebiete der Physik und der Chemie beschreiben.

**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.

3,0/2,0 VO Atom- und Molekülphysik, Spektroskopie

4,5/3,0 VO Physikalische Chemie

## **Datenanalyse**

**Regelarbeitsaufwand:** 6,0 ECTS

**Lernergebnisse:** Kompetenzen für die Erfassung und Verarbeitung von Daten.

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, die Grundkonzepte der Statistik anzuwenden und Hypothesen zu überprüfen. Die Studierenden können die Grundkonzepte von Rechnern und Steuerungen erläutern, Betriebssysteme analysieren und verwenden, Netzwerke und Datensicherheit beschreiben sowie Rechner zur Steuerung und Datenaufzeichnung bei Experimenten und Anlagen verwenden.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, Daten automationsunterstützt aufzunehmen, diese Daten zu analysieren sowie eine statistische Analyse und Beurteilung durchzuführen.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage Systeme zur Steuerung und Datennahme zu designen und während des Designprozesses Aspekte der Datensicherheit zu berücksichtigen.

**Inhalt:**

**Statistik** Mittelwerte Streuungsmaße, Regression, Korrelation, nichtlineare Regression, Kurven fitten, inverse Probleme, Wahrscheinlichkeitsrechnung inkl. Theorem von Bayes, Bayesianische Statistik, Verteilungsfunktionen, Kovarianz, mehrdimensionale Zufallsvariablen, Hauptkomponentenanalyse, statistische Interferenz, Schätzverfahren, Konfidenzintervalle, Hypothesentest.

**Steuerung und Auswertung von Experimenten** Fortgeschrittenes Programmieren (aufbauend auf der Lehrveranstaltung *Datenverarbeitung für TPH*. Steuerung von Experimenten und einfache Modellrechnungen. Datenaustausch über Internetsockets und andere standardisierte Schnittstellen. Grafische Darstellung von Daten, grafische Benutzeroberflächen. Erfassung von Messwerten mit Microcontrollern. Auswertung und Darstellung der Messwerte am PC mit praktischen Übungen.

**Echzeit-Datenverarbeitung** Architektur von Prozessoren, nach Möglichkeit mit praktischen Übungen an einem Prozessor-Emulator Betriebssystem. Windows, Linus, Mikrokern-System Memory-Management, Interrupts, Massenspeicher, RAID,... Netzwerk: OSI-7-Schichtmodell und die Praxis Ethernet, Internet-Protokoll, Adressierung, Switch, Router, Firewall. Praktische Übung mit diversen Netzwerk-Komponenten, Netzwerk-Programmierung.

#### **Erwartete Vorkenntnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Die Studierenden kennen die Grundlagen der betreffenden Wissensgebiete aus dem Bachelorstudium und besitzen Grundkenntnisse des Programmierens aus der zugehörigen Lehrveranstaltung *Datenverarbeitung für TPH* des Bachelorstudiums.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Die Studierenden können Daten interpretieren und deren Richtigkeit abschätzen. Sie sind in der Lage Programmstrukturen nachzuvollziehen, Abläufe und Flussdiagramme zu bestimmen und können die in der Physik gängigen Programmiersprachen auf elementare Problemstellungen anwenden.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Die Studierenden sind in der Lage strukturiertes abstraktes Denken weiterzuentwickeln sowie Computer- und Programmierkenntnisse in Kleingruppen zu erarbeiten.

**Verpflichtende Voraussetzungen:** Keine.

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:** Vorlesung, Übung im EDV-Labor, mündliche und/oder schriftliche Prüfung, Abgabe von Beispielen.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Die Lehrveranstaltung Statistik im Umfang von 3 ECTS-Punkten ist verpflichtend zu absolvieren. Aus den verbleibenden Lehrveranstaltungen dieses Moduls kann eine einzelne ausgewählt und absolviert werden. Insgesamt müssen in diesem Modul 6 ECTS-Punkte absolviert werden.

3,0/2,0 VO Statistik

3,0/2,0 VO Steuerung und Auswertung von Experimenten

3,0/2,0 VO Techniken der Signalerfassung und Auswertung

# Fluid- und Thermodynamik

Regelarbeitsaufwand: 7,5 ECTS

## Lernergebnisse:

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, die, im Bachelorstudium vermittelten und erworbenen, Grundlagen zu vertiefen, Strömungsmodelle zu erklären, thermodynamische Prozesse und Technologien des Heizens, der Kälteerzeugung bzw. der industriellen Energieumwandlung zu beschreiben. Die Studierenden können technischen Wärmeaustausch erläutern und die Grundlagen der Gasdynamik zusammenfassen.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, durch Selbstüben das faktische Wissen zu festigen, die Problemlösungskompetenz zu stärken sowie Heiz- bzw. Kälteerzeugungskonzepte zu entwickeln.

Die Studierenden sind in der Lage, fachspezifische Fragestellungen beantworten und ihre Entscheidung bei Probleme argumentieren.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, Wissensgebiete und Lösungsansätze in Physik und angrenzenden Disziplinen zu erarbeiten sowie ihr interdisziplinäres Denken zu erweitern.

## Inhalt:

**Stömungslehre** Grundbegriffe der Kinematik und Dynamik von Fluiden, Transporttheorem, Grundgleichungen in integraler und differentieller Form Kinematik und Thermodynamik der Deformation, Navier-Stokes Gleichungen, Wirbelsätze, Sprungbedingungen an Unstetigkeitsflächen, Modellgesetze und Kennzahlen (Dimensionsanalyse), schleichende Strömungen, Grundlagen der Gasdynamik (Stromfadentheorie, senkrechter Verdichtungsstoß, Laval-Düse, schiefer Verdichtungsstoß, Prandtl-MeyerExpansion), dissipative Stoßstruktur, in/kompressible Potentialströmungen (Unter- und Überschallprofiltheorie, Wellenausbreitungsvorgänge), Grenzschichttheorie.

**Thermodynamik in der Energietechnik** Stationäre Fließprozesse (Energieanalysen und Exergieanalysen realer Prozesse). Thermodynamische Eigenschaften reiner Stoffe; Mischungs- und Arbeitsprozesse; Thermodynamik des Heizens und der Kälteerzeugung; Thermodynamik der industriellen Energieumwandlung (Dampfkraftanlagen, Faskraftmaschinen, Komiprozesse, Verbrennungskraftmaschinen); Technischer Wärmeaustausch (Wärmeleitung, Konstruktion und Auslegung von Wärmetauschern).

## Erwartete Vorkenntnisse:

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Die Studierenden kennen die Grundlagen von der Thermodynamik und der Strömungslehre aus dem zugehörigen Bachelorstudium, können die zugehörigen Wissensgebiete erläutern und die rechen-technischen Grundlagen anwenden.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Die Studierenden können einfache, grundlegende Problemstellungen aus den entsprechenden Themenbereichen lösen, die Ergebnisse interpretieren und ihr Richtigkeit beurteilen. Sie sind in der Lage die Sinnhaftigkeit und den Wirkungsgrad von Wärmetauschern zu bestimmen.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Die Studierenden können den interdisziplinären Zusammenhang zwischen Strömungslehre und Thermodynamik erläutern.

**Verpflichtende Voraussetzungen:** Keine.

**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:** Vortragsbasierte Vermittlung der theoretischen Grundlagen und Demonstrationen von Fallbeispielen aus dem (ingenieur-)wissenschaftlichen sowie praxisrelevanten Bereich.

Die Leistungsbeurteilung erfolgt durch mündliche und/oder schriftliche Prüfung.

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Die folgenden Lehrveranstaltungen sind verpflichten zu absolvieren.

4,5/3,0 VO Strömungslehre für TPH

3,0/2,0 VO Thermodynamik in der Energietechnik

## **Physikalische Energietechnik**

**Regelarbeitsaufwand:** 6,0 ECTS

**Lernergebnisse:** Kompetenzen für die Verwendung Physikalischer Energietechnik.

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, die Kenntnisse im Fachgebiet der Energietechnik zu vertiefen, die Grundlagen der physikalischen Energietechnik zu erklären und die Anwendungen zusammenzufassen. Die Studierenden werden in der Lage sein, die nukleare Kraftwerke, nachhaltige Energieträger sowie thermische Kraftwerke zu beschreiben, die physikalischen Prozesse zu verstehen und die Vor- und Nachteile zu bestimmen.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, Lösungen physikalischer und technischer Fragestellungen und Themen in Interessensfeldern der Studierenden eigenständig zu erarbeiten. Die Studierenden können Kraftwerke den Anforderungen und der Umgebung entsprechend auswählen sowie lokale, regionale und globale Energieszenarien aufstellen.

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

**Inhalt:**

**Nukleartechnik** Grundlagen der Kernreaktoren, Radiochemie und -analytik. Isotopenanwendung, etc.



**Nachhaltige Energieträger** Physikalische Grundlagen, Einsatzbereiche und Anwendungsbreiten für die nach Definition der Internationalen Energieagentur als „erneuerbar“ geltenden Energieträger: Wasserkraft, Geothermie, thermische Sonnenenergie, photovoltaische Sonnenenergie, Gezeitenenergie, Wellenenergie, Nutzung von Meereswärme, Windenergie, Biomasse (Verbrennung, Gaserzeugung), flüssige Biokraftstoffe, energetische Nutzung der Müllverbrennung, Erzeugung und Nutzung von Wasserstoff als Energieträger, Brennstoffzellen, Lokale, regionale und globale Energieszenarien.

**Energieübertragung und Kraftwerke** Grundlagen der Thermodynamik, thermische Kraftwerke, Effizienz, Umweltschutz, dezentrale und regenerative Energiesysteme, autonome Energiesysteme, Simulationsverfahren für hydraulische, thermische und elektromechanische Vorgänge, transiente und oszillatorische Stabilität, Schutz- und Leittechnik.

#### **Erwartete Vorkenntnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Die Studierenden verstehen die Grundkenntnisse aus experimenteller und theoretischer Physik sowie der Mathematik, den gewählten Fachgebieten entsprechend. Sie können die physikalischen Vorgänge bei Kernreaktionen erklären, die Grundlagen der Chemie aus *Chemie für TPH* aus dem zugehörigen Bachelorstudium zusammenfassen sowie thermodynamische Prozesse nachvollziehen.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Die Studierenden verstehen Energieumwandlung und können die thermodynamischen Hauptsätze anwenden. Sie können die relevanten Einheiten anwenden und Umrechnungen durchführen.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Die Studierenden können selbstorganisiert arbeiten.

**Verpflichtende Voraussetzungen:** Keine.

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

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Es sind zwei von den drei folgenden Lehrveranstaltungen im Umfang von insgesamt 6 ECTS-Punkten verpflichtend zu absolvieren.

3,0/2,0 VO Nuclear Engineering I

3,0/2,0 VO Nachhaltige Energieträger

3,0/2,0 VO Energieübertragung und Hochspannungstechnik

## **Physikalische Messtechnik**

**Regelarbeitsaufwand:** 6,0 ECTS

**Lernergebnisse:** Kompetenzen für die Erfassung und Verarbeitung von physikalischen Messdaten.

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, die Kenntnisse im Fachgebiet Messtechnik zu vertiefen, die

Grundlagen zusammenzufassen und die Anwendungen zu beschreiben. Sie können analoge und digitale Signale erfassen und verarbeiten sowie die wichtigsten industriellen Sensoren, deren Verweudung erläutern sowie Untersuchungsmethoden kategorisieren.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, Lösungen physikalischer und technischer Fragestellungen und Themen in Interessensfeldern der Studierenden eigenständig zu erarbeiten. Sie können die Grundzüge der Regelungstechnik anwenden, verschiedene Sensoren hinsichtlich ihres Aufbaues, ihrer Funktionsweise, ihrer technologischen Realisierung und Einsatzmöglichkeiten auswählen sowie Untersuchungsmethoden aus der Sicht des Analyseziels bestimmen.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, Wissensgebiete und Lösungsansätze selbstständig 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:**

**Physikalische Messtechnik II** Analoge und digitale Signale, Poisson-, Nyquist- und Quantisierungs-Rauschen, Rauschabstand, Bandbreite, Datendurchsatz, Information und Entropie, Sampling-Theorem, Signalfilterung, Zeit- und Frequenzdomäne, diskrete Fouriertransformationen, Faltungstheorem, Auto- und Kreuzkorrelation, Cepstrum, Leitungen, Wellenwiderstand, Reflexion, Grundzüge der Regelungstechnik, Abbildende Verfahren: Direkte Abbildung, Raster-Verfahren, Tomographische Verfahren, die wichtigsten praktischen Beispiele: Bildsensoren mit Photonentransferkurve: AFM, REM, 2D-, 3D- und Doppler-Ultraschallverfahren; Röntgen- und Magnetresonanz-Tomographie.

**Sensorik für MS** Überblick über die wichtigsten industriell verwendeten Sensoren und neue Entwicklungen: Sensoren für mechanische Größen, thermische Sensoren, chemische Sensoren, magnetische Sensoren, optische Sensoren, Behandlung der verschiedenen Sensoren hinsichtlich ihres Aufbaues, ihrer Funktionsweise und ihrer technologischen Realisierung und Diskussion der Einsatzmöglichkeiten, auf den aktuellen Entwicklungsstand der mikoelektronischen Technologien für Sensoren wird weitgehend Bezug genommen.

**Physikalische Analytik** Untersuchungsmethoden aus der Sicht des Analyseziels und der realen Probeneigenschaften; physikalische Untersuchungsmethoden und die dafür angewandten physikalischen Effekte; Probenvorbereitung; Probenauswahl; Fehleranalysen, Auswerteverfahren.

### **Erwartete Vorkenntnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Die Studierenden verstehen die Grundkenntnisse aus experimenteller und theoretischer Physik sowie der Mathematik, den gewählten

Fachgebieten entsprechend. Sie können die Kenngrößen eines Sensors bestimmen, Materialien charakterisieren, festkörperphysikalische Messverfahren beschreiben sowie die physikalischen Grenzen der Messtechnik aufzulisten.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Die Studierenden können Auswahlkriterien für physikalische Messmethoden zusammenfassen, und die Ergebnisse der Messungen interpretieren sowie die Messung der physikalischen Größen Temperatur, Länge, Zeit, Druck bzw. Kraft durchzuführen.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Die Studierenden können in Grundzügen interdisziplinäre Zusammenhänge in der Messtechnik und Analytik identifizieren. Sie beherrschen die notwendigen Kompetenzen zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten.

**Verpflichtende Voraussetzungen:** Keine.

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

**Lehrveranstaltungen des Moduls:** Es sind zwei der drei folgenden Lehrveranstaltungen dieses Moduls im Umfang von insgesamt 6 ECTS-Punkten verpflichtend zu absolvieren.

3,0/2,0 VO Physikalische Messtechnik II

3,0/2,0 VO Sensorik für MS

3,0/2,0 VO Physikalische Analytik

## 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 sowie die verwendeten Geräte, Programme oder Rechenmethoden anzuwenden und zu erklären.

*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:** Es wird angeraten die Projektarbeit, wie im Semesterplan vorgesehen, zeitnah zur Diplomarbeit auszuführen.

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Die Studierenden verstehen die Grundkenntnisse der Physik und die Vorkenntnisse im jeweiligen Fachgebiet. Sie können die erlernten mathematischen und physikalischen Methoden anwenden und die jeweiligen theoretischen Grundlagen zusammenfassen.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Die Studierenden können erhaltene Daten analysieren und gegebenenfalls mit bereits vorhandenen Daten auf ihre Richtigkeit überprüfen. Sie sind in der Lage Ergebnisse zu interpretieren und zu diskutieren.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Die Studierenden können selbstständig arbeiten und ihre geplante Vorgehensweise kommunizieren.

**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:** Es wird angeraten die Projektarbeit, wie im Semesterplan vorgesehen, zeitnah zur Diplomarbeit auszuführen.

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Die Studierenden verstehen die Grundkenntnisse der Physik und die Vorkenntnisse im jeweiligen Fachgebiet. Sie können die erlernten mathematischen und physikalischen Methoden anwenden und die jeweiligen theoretischen Grundlagen zusammenfassen.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Die Studierenden können erhaltene Daten analysieren und gegebenenfalls mit bereits vorhandenen Daten auf ihre Richtigkeit überprüfen. Sie sind in der Lage Ergebnisse zu interpretieren und zu diskutieren.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Die Studierenden können selbstständig arbeiten und ihre geplante Vorgehensweise kommunizieren.

**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:** 16,0 ECTS

**Lernergebnisse:**

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, ihre Kenntnisse in einem selbstgewählten Fachgebiet der Physik zu vertiefen, deren Anwendungen zu beschreiben sowie die neusten Technologie zusammenzufassen.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, Lösungen physikalischer und technischer Fragestellungen eigenständig zu erarbeiten sowie Themen in Interessensfeldern der Studierenden zu erläutern. Sie können Probleme analysieren und lösungsorientierte Maßnahmen entwickeln.

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

**Inhalt:** Aktuelle Erkenntnisse 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.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Die Studierenden können die Fachgebiete den verschiedenen Gebieten der Physik zuordnen und gegebenenfalls grundlegende mathematische Berechnungen oder praktische Anwendungen durchführen.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Die Studierenden können die Verknüpfungen mit anderen Fachgebieten identifizieren und können selbstständig wissenschaftlich 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 Umfang von 16 ECTS-Punkten aus einem der gebundenen Wahlfachkataloge A) oder B), siehe S. 28 bzw. S. 29, in Übereinstimmung mit dem gewählten Modul der Schwerpunktfächer, 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:** 15,0 ECTS

**Lernergebnisse:** Kompetenzen für die zweite Vertiefung

*Fachliche und methodische Kompetenzen:* Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, ihre Kenntnisse in einem selbstgewählten Fachgebiet der Physik zu vertiefen, deren Anwendungen zu beschreiben sowie die neusten Technologie zusammenzufassen.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Nach Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, Lösungen physikalischer und technischer Fragestellungen eigenständig zu erarbeiten sowie Themen in Interessensfeldern der Studierenden zu erläutern. Sie können Probleme analysieren und lösungsorientierte Maßnahmen entwickeln.

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

**Inhalt:** Aktuelle Erkenntnisse 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.

*Kognitive und praktische Kompetenzen:* Die Studierenden können die Fachgebiete den verschiedenen Gebieten der Physik zuordnen und gegebenenfalls grundlegende mathematische Berechnungen oder praktische Anwendungen durchführen.

*Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:* Die Studierenden können die Verknüpfungen mit anderen Fachgebieten identifizieren und können selbstständig wissenschaftlich 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 Umfang von 15 ECTS-Punkten aus einem der gebundenen Wahlfachkataloge A) oder B), siehe S. 28 bzw. S. 29, und/oder aus dem studienspezifischen Angleichkatalog (siehe S. 26) bzw. 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 Technische Physik können ebenfalls gewählt werden.

## **Freie Wahlfächer und Transferable Skills**

**Regelarbeitsaufwand:** 12,0 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 „Wahlfachkatalog studienrichtungsspezifischer Zusatzqualifikationen (Soft Skills)“ und 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

<b>1. Semester (WS)</b>	<b>30 ECTS</b>
VO Steuerung und Auswertung von Experimenten	3,0 ECTS
VO Physikalische Chemie	4,5 ECTS
VO Thermodynamik in der Energietechnik	3,0 ECTS
VO Strömungslehre für TPH	4,5 ECTS
Lehrveranstaltung(en) aus dem gewählten Schwerpunktsfach	3,0 - 6,0 ECTS
Lehrveranstaltungen aus den gebundenen Wahlfachkatalogen	6,0 - 9,0 ECTS
Freiwahlfächer und Transferable Skill	3,0 ECTS
<b>2. Semester (SS)</b>	<b>30 ECTS</b>
VO Statistik	3,0 ECTS
Wahllehrveranstaltung aus dem Modul Datenanalyse	3,0 ECTS
VO Atom- und Molekülphysik, Spektroskopie	3,0 ECTS
Lehrveranstaltung(en) aus dem gewählten Schwerpunktsfach	3,0 - 6,0 ECTS
Lehrveranstaltungen aus den gebundenen Wahlfachkatalogen	12,0 - 15,0 ECTS
Freiwahlfächer und Transferable Skill	3,0 - 6,0 ECTS
<b>3. Semester (WS)</b>	<b>30 ECTS</b>
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
<b>4. Semester (SS)</b>	<b>30 ECTS</b>
Diplomarbeit	27,0 ECTS
Kommissionelle Abschlussprüfung	3,0 ECTS

## D. Angleichkataloge

Pflichtlehrveranstaltungen und Technische Qualifikationen, welche in dem für die Zulassung erforderlichen Vorstudium bereits absolviert wurden, müssen durch die Absolvierung von Lehrveranstaltungen aus dem Angleichkatalog zum Vorstudium und/oder aus den Katalogen der Technischen Qualifikationen zumindest im gleichen Ausmaß von ECTS-Punkten abgedeckt werden.

**Abschluss eines Bachelorstudiums der TU Wien aus:**

### A) Chemie

3,0/2,0 VO Atom-, Kern- und Teilchenphysik I  
3,0/2,0 VO Materialwissenschaften  
3,0/2,0 VO Festkörperphysik I  
4,0/3,0 VU Grundlagen der Elektronik  
3,0/2,0 VO Physikalische Messtechnik I  
3,0/2,0 VO Angewandte Quantenmechanik

### B) Verfahrenstechnik

3,0/2,0 VO Atom-, Kern- und Teilchenphysik I  
3,0/2,0 VO Materialwissenschaften  
3,0/2,0 VO Festkörperphysik I  
4,0/3,0 VU Grundlagen der Elektronik  
3,0/2,0 VO Physikalische Messtechnik I  
3,0/2,0 VO Angewandte Quantenmechanik

### C) Mathematik

3,0/2,0 VO Atom-, Kern- und Teilchenphysik I  
3,0/2,0 VO Materialwissenschaften  
3,0/2,0 VO Festkörperphysik I  
4,0/3,0 VU Grundlagen der Elektronik  
3,0/2,0 VO Physikalische Messtechnik I  
6,0/4,0 VU Chemie für TPH  
3,0/2,0 VO Angewandte Quantenmechanik

### D) Elektrotechnik

3,0/2,0 VO Atom-, Kern- und Teilchenphysik I  
3,0/2,0 VO Materialwissenschaften  
3,0/2,0 VO Festkörperphysik I  
3,0/2,0 VO Physikalische Messtechnik I

6,0/4,0 VU Chemie für TPH  
3,0/2,0 VO Angewandte Quantenmechanik

## **E) Maschinenbau**

3,0/2,0 VO Atom-, Kern- und Teilchenphysik I  
3,0/2,0 VO Materialwissenschaften  
3,0/2,0 VO Festkörperphysik I  
4,0/3,0 VU Grundlagen der Elektronik  
3,0/2,0 VO Physikalische Messtechnik I  
6,0/4,0 VU Chemie für TPH  
3,0/2,0 VO Angewandte Quantenmechanik

Für Absolvent\_innen eines Bachelorstudiums einer anderen Universität bestimmt der\_die Studiendekan\_in den Inhalt des Angleichkatalogs.

## E. Wahlfachkataloge

### E.1. Gebundener Wahlfachkatalog A) Physikalische Energietechnik

- 3,0/2,0 VO Alternative nukleare Energiesysteme
- 3,0/2,0 VO Atomare Stoßprozesse
- 3,0/2,0 VO Brennstoff- und Energietechnik
- 3,0/2,0 VO Brennstoffzellen
- 3,0/2,0 VO Einführung in die Plasmaphysik und -technik
- 3,0/2,0 VO Einführung in die Solartechnik
- 3,0/2,0 VO Elektrizitäts- und Wasserwirtschaft
- 3,0/2,0 VO Elektrochemische Energieumwandlung
- 3,0/2,0 VO Energieübertragung und Hochspannungstechnik
- 3,0/2,0 VO Energieversorgung
- 3,0/2,0 VO Energieversorgung, Vertiefung
- 3,0/2,0 VO Energiewirtschaft und Klimaschutz
- 3,0/2,0 VO Fortschrittliche Energieanlagen
- 3,0/2,0 VO Functional Materials
- 1,5/1,0 VO Fusionstechnologie
- 3,0/2,0 VO Grundzüge der Thermischen Energieanlagen
- 3,0/3,0 LU Herstellung und Charakterisierung von Solarzellen
- 3,0/2,0 VO Hochtemperatur-Supraleiter
- 3,0/2,0 VO Industrieseminar Energietechnik
- 3,0/2,0 VO Nachhaltige Energieträger
- 3,0/2,0 VO Nichtkonventionelle Energiespeicher
- 3,0/2,0 VO Neutronen- und Kernphysik
- 3,0/2,0 VO Nuclear Engineering
- 3,0/2,0 VU Numerische Prozesssimulation und thermische Energieanlagen
- 4,0/4,0 LU Praktikum aus Neutronenphysik
- 5,0/4,0 PR Praktikum aus Tieftemperaturphysik
- 4,0/4,0 LU Praktische Übungen am Reaktor
- 3,0/3,0 LU Praktische Übungen aus Reaktorinstrumentierung
- 1,5/1,0 VO Physik der Solarzelle
- 3,0/2,0 VO Physikalische Grundlagen des Kernfusionsreaktors
- 3,0/2,0 VO Physikalische Sensoren
- 3,0/2,0 VO Radiochemie
- 5,0/4,0 LU Radiochemisches Praktikum
- 3,0/2,0 VO Radioökologie
- 3,0/2,0 VO Reaktorphysik
- 3,0/2,0 VO Reaktortechnik
- 3,0/2,0 VO Stationäre Analyseverfahren für elektrische Energienetze
- 3,0/2,0 VO Space Propulsion
- 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 Strahlenschutz nichtionisierender Strahlung  
 3,0/2,0 VO Strahlenschutz und Dosimetrie  
 3,0/2,0 VO Technischer Strahlenschutz I  
 3,0/2,0 VO Teilchenbeschleuniger  
 1,0/1,0 UE Rechenmethoden des Strahlenschutzes I  
 1,5/1,0 VO Thermische Biomassenutzung I  
 1,5/1,0 VO Thermische Biomassenutzung II  
 3,0/2,0 VO Thermodynamik  
 1,5/1,0 UE Thermodynamik  
 3,0/2,0 VO Thermoelectricity and Transport in Solids  
 3,0/2,0 VO Tieftemperaturphysik  
 3,0/2,0 VO Umweltschutz bei thermischen Energieanlagen  
 3,0/2,0 VO Wasserstofftechnik  
 3,0/2,0 VO Nutzung der Sonnenenergie  
 4,5/3,0 UE Labor Energieversorgung  
 3,0/2,0 VO Grundlagen der Plasmatheorie  
 3,0/2,0 VO Physik der Atmosphäre  
 2,0/1,0 LU Fortschrittliche und alternative Energieanlagen  
 1,5/1,0 VO Moderne Bauelemente und Schaltungen der Leistungselektronik  
 3,0/2,0 VU Thermodyn. fortschrittll. Und alternat. Verfahren der Energiewandlung  
 3,0/2,0 VU Smart Grids  
 2,0/2,0 UE Thermodynamik in der Energietechnik  
 3,0/2,0 VO Kernbrennstoff-Kreislauf  
 3,0/2,0 VO Strahlenphysik  
 5,0/4,0 PR Strahlenschutzpraktikum

## **E.2. Gebundener Wahlfachkatalog B) Physikalische Messtechnik**

3,0/2,0 VO Absorptionsspektrometrie  
 3,0/2,0 VO Archäometrie: Physikalische Methoden der Altersbestimmung  
 3,0/2,0 VO Astro-Teilchenphysik  
 3,0/2,0 VO Atoms - Light - Matter Waves  
 3,0/2,0 VO Ausgewählte Experimente der Atom-, Kern- und Teilchenphysik  
 3,0/2,0 VO Chemische Sensoren  
 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 UE Techniken der Signalerfassung und Auswertung  
 3,0/2,0 VO Einführung in die Metrologie  
 3,0/2,0 VO Elektrochemische Oberflächenphysik – Electrochemical surface science  
 5,0/4,0 PR Elektronenmikroskopie  
 3,0/2,0 VO Elektronische Analog- und Digitaltechnik  
 3,0/2,0 VO Elektronische Messtechnik  
 2,0/2,0 LU Experimente am MedAustron Teilchenbeschleuniger  
 3,0/2,0 VO Experimental Quantum Optics - Atomic Physics

4,0/4,0 LU Experimentelle Methoden der Hochenergiephysik  
 3,0/2,0 VO Experimentelle Methoden der Oberflächenphysik  
 4,0/3,0 VU Feldbussysteme  
 3,0/2,0 VO Festkörperspektroskopie  
 3,0/2,0 VO Flüssigszintillationssektrometrie  
 4,0/4,0 LU Graphical Programming and Experiment Control  
 3,0/2,0 VO Grundlagen der Elektronenmikroskopie  
 3,0/2,0 VO Grundlagen der experimentellen Quantenphysik  
 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 Introduction to Nanotechnology  
 3,0/2,0 VO Kernmagnetische Messmethoden  
 5,0/3,0 VU Machine Learning in Physics  
 3,0/2,0 VO Mikroskopie an Biomolekülen  
 3,0/2,0 VO Magnetic Properties Measurements  
 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 Neutron Activation Analysis  
 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 VO Nuclear Analytical Methods  
 5,0/4,0 VU Numerische Methoden der Physik  
 3,0/2,0 VO Oberflächenphysik und -analytik  
 3,0/2,0 VO Physik ausgewählter Materialien  
 3,0/2,0 VO Physik dünner Schichten  
 2,0/2,0 UE Physik dünner Schichten  
 3,0/2,0 VO Physikalische Sensoren  
 3,0/2,0 VO Piezoelektrische Wandler und Resonatoren  
 2,0/2,0 LU Practical Course in X-Ray Analytical Methods  
 4,0/4,0 LU Praktikum aus Neutronenphysik  
 4,0/4,0 LU Praktische Übungen aus Strahlenphysik  
 5,0/4,0 LU Quantenphysik  
 3,0/2,0 VO Quantentechnologien I  
 3,0/2,0 VO Quantentechnologien II  
 3,0/2,0 VO Radiochemie  
 5,0/4,0 LU Radionuklidbestimmung in Umweltproben  
 3,0/2,0 VO Raumzeit und Kosmologie (Space-time and Cosmology)  
 3,0/2,0 VO Röntgenographische Materialanalyse  
 1,5/1,0 UE Röntgenographische Materialanalyse  
 3,0/2,0 VO Schallausbreitung und Lärmschutz  
 3,0/2,0 VO Sensors and Microsystem Technology für BME

3,0/2,0 VO Soft matter analysis techniques and applications  
 3,0/2,0 VO SQUIDS – Grundlagen und Anwendungen  
 3,0/2,0 VO Steuerung und Auswertung von Experimenten  
 2,0/2,0 UE Steuerung und Auswertung von Experimenten  
 4,5/3,0 VO Statistik  
 1,5/1,0 UE Strahlenphysik  
 3,0/2,0 VO Strahlenschutz und Dosimetrie  
 3,0/2,0 VO Stromversorgungen und Schaltnetzteile  
 3,0/2,0 VO Surface Science  
 3,0/2,0 UE Symbolische Mathematik in der Physik  
 3,0/2,0 VO Techniken der analytischen Elektronenmikroskopie  
 3,0/2,0 VO Technische Akustik  
 3,0/2,0 VO Technische Optik  
 3,0/2,0 VO Ultraschall in Medizin und Biologie  
 3,0/2,0 VO Umweltchemie  
 3,0/2,0 VO Vakuumphysik und -Messtechnik  
 3,0/2,0 UE Labor Mikroelektronik-Technologie  
 4,0/2,5 VO Prozesstechnologien der Mikroelektronik  
 4,5/3,0 VU Signale und Systeme 1  
 4,0/3,0 VU Signale und Systeme 2  
 3,0/2,0 VO Mikroelektronik  
 1,5/1,0 VO Moderne Bauelemente und Schaltungen der Leistungselektronik  
 3,0/2,0 VU Numerische Analyse elektrischer Maschinen und Geräte  
 4,5/3,0 VU Sensorik  
 4,0/3,0 SE Sensorik und Mikrosystemtechnik  
 3,0/2,0 VO Signal Detection  
 3,0/3,0 LU Signalverarbeitung mit Matlab für Elektrotechnik  
 2,0/2,0 LU Simulation von Mikrosystemen  
 3,0/2,0 SV Statistische Methoden der Datenanalyse  
 3,0/2,0 UE Statistische Methoden der Datenanalyse  
 3,0/2,0 VU Statistische Simulation und computerintensive Methoden  
 3,0/2,0 VO Ultrahochvakuumtechnik  
 3,0/2,0 VO SPS: Programmierung und Kommunikation  
 5,0/4,0 VU Fachvertiefung - Mikroelektronik-Bauelemente, Simulation  
 3,0/2,0 VO Sensorik und Sensorsysteme  
 2,0/2,0 UE Thermodynamik in der Energietechnik  
 3,0/2,0 VO Isotopentechnik  
 3,0/2,0 VO Methods of Quantitative x-Ray Fluorescence Analysis  
 5,0/4,0 PR Strahlenschutzpraktikum  
 3,0/2,0 VO Einführung in die medizinphysikalischen Grundlagen der Ionentherapie  
 2,0/2,0 SE Seminar über medizinische Strahlenphysik und Ionentherapie

### **E.3. 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 Bachelor- und im Masterstudium Technische Physik.



## F. Katalog der Projektarbeiten

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

Für das Masterstudium *Physikalische Energie- und Messtechnik* sind zwei verschiedene Lehrveranstaltungen aus dem folgenden Katalog von Projektarbeiten zu absolvieren:

### F.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

### F.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

### F.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

#### **F.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

#### **F.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

#### **F.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

#### **F.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

## **F.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

## **F.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

## **F.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

## **F.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

## **F.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

## **G. Prüfungsfächer mit den zugeordneten Pflichtmodulen und Lehrveranstaltungen**

### **Prüfungsfach „Allgemeine Pflichtfächer“ (21,0 ECTS)**

#### **Modul „Atome, Moleküle und Festkörper“ (7,5 ECTS)**

3,0/2,0 VO Atom- und Molekülphysik, Spektroskopie  
4,5/3,0 VO Physikalische Chemie

#### **Modul „Fluid- und Thermodynamik“ (7,5 ECTS)**

4,5/3,0 VO Strömungslehre für TPH  
3,0/2,0 VO Thermodynamik in der Energietechnik

#### **Modul „Datenanalyse“ (6,0 ECTS)**

3,0/2,0 VO Statistik  
3,0/2,0 VO Steuerung und Auswertung von Experimenten  
3,0/2,0 VO Techniken der Signalerfassung und Auswertung

### **Prüfungsfach „Schwerpunktfach“ (6,0 ECTS)**

#### **Modul „Physikalische Energietechnik“ (6,0 ECTS)**

3,0/2,0 VO Nuclear Engineering I  
3,0/2,0 VO Nachhaltige Energieträger  
3,0/2,0 VO Energieübertragung und Hochspannungstechnik

#### **Modul „Physikalische Messtechnik“ (6,0 ECTS)**

3,0/2,0 VO Physikalische Messtechnik II  
3,0/2,0 VO Sensorik für MS  
3,0/2,0 VO Physikalische Analytik

### **Prüfungsfach „Technische Qualifikationen“ (51,0 ECTS)**

#### **Modul „Vertiefung 1“ (16,0 ECTS)**

#### **Modul „Vertiefung 2“ (15,0 ECTS)**

#### **Modul „Projektarbeit 1“ (10,0 ECTS)**

#### **Modul „Projektarbeit 2“ (10,0 ECTS)**

**Prüfungsfach „Freie Wahlfächer und Transferable Skills“ (12,0 ECTS)**

**Modul „Freie Wahlfächer und Transferable Skills“ (12,0 ECTS)**

**Prüfungsfach „Diplomarbeit“ (30,0 ECTS)**

27,0 ECTS Diplomarbeit

3,0 ECTS Kommissionelle Abschlussprüfung