

Modulhandbuch

zum

Bachelor-Plus-Studiengang

Energy Science

01. September 2021

| | |
|--|------------|
| Einleitung/Studienplan | 3 |
| 1. Studienjahr | 6 |
| Allgemeinbildende Grundlagen - E2 | 7 |
| Chemie I | 9 |
| Chemie II | 12 |
| Experimentalphysik I | 15 |
| Experimentalphysik II | 19 |
| Theoretische Physik I | 23 |
| Theoretische Physik II | 26 |
| Schlüsselqualifikationen - E1 | 30 |
| 2. Studienjahr | 33 |
| Energietechnik | 34 |
| Energiewissenschaft I | 49 |
| Experimentalphysik III | 52 |
| Experimentalphysik IV | 56 |
| Theoretische Physik III | 60 |
| Theoretische Physik IV | 64 |
| 3. Studienjahr (Auslandsjahr: z. B. an der BME) | 69 |
| Energiewissenschaft II | 70 |
| Energiewissenschaft III | 74 |
| Umweltaspekte | 79 |
| Vertiefung I | 84 |
| Vertiefung II | 95 |
| Studium Liberale - E3 | 104 |
| 4. Studienjahr | 105 |
| Energiewissenschaft IV | 106 |
| Energiewissenschaft V | 111 |
| Theoretische Physik V | 115 |
| Vertiefung III | 117 |
| Fortgeschrittene Methoden der Naturwissenschaften | 124 |
| Bachelor-Arbeit | 128 |
| Legende | 130 |
| Studienplan: Module und Veranstaltungen | 131 |

Einleitung/Studienplan

Dieser Studiengang bereitet Studierende auf die Entwicklung und Beurteilung von Konzepten für die Energieversorgung hochtechnisierter Gesellschaften vor. Das geschieht hauptsächlich aus der wissenschaftlichen Perspektive, vermittelt wird aber auch ein allgemeiner Überblick über die dazugehörigen Technologien und ihre Nachhaltigkeit.

Die Regelstudienzeit beträgt 4 Jahre und schließt mit dem Bachelor of Science (B. Sc.) ab. Dieser Abschluss bescheinigt die oben beschriebenen Berufsqualifikationen. Absolventen und Absolventinnen können entsprechende Berufe, z. B. in der Forschung und Entwicklung von Energiewandlung und -speicherung, Energie Management oder Energie Beratung ergreifen.

Aufgeschlossenheit in Bezug auf die globalen Aspekte der Energiethematik und die Fähigkeit, auf einem internationalen Niveau zu kommunizieren, sind unverzichtbare Bestandteile des beruflichen Profils der Absolventen und Absolventinnen des Studiengangs *Energy Science*. Deswegen muss das dritte Jahr an einer Universität im Ausland zugebracht werden. Das Programm für dieses Jahr ist zusammen mit der Budapest University of Technology and Economics (BME) in Ungarn ausgearbeitet worden. Diese Zusammenarbeit wird vom Deutschen Akademischen Austausch Dienst (DAAD) und dem Erasmus+ Programm erfolgreich unterstützt. Neben dem Austauschprogramm mit der University of Technology and Economics bestehen zahlreiche Kooperationen mit Universitäten in Europa und mit außereuropäischen Partnern.

Das Studium ist modular aufgebaut. Die Lehrveranstaltungen, die zu einem Modul gehören, ihre Inhalte und die vermittelten Qualifikationen werden in diesem Handbuch beschrieben. Der für einen Kurs erforderliche Zeitaufwand wird mit einer bestimmten Anzahl von Credits, nach dem European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS), ausgedrückt. Ein ECTS-Credit entspricht 30 Stunden.

Im ersten und zweiten Studienjahr erfolgt die Lehre in deutscher Sprache. Im dritten und vierten Studienjahr ist die Fachsprache Englisch, bzw. richtet sich im 3. Studienjahr nach der gewählten ausländischen Partneruniversität. Einige Kurse in Englisch während der ersten zwei Jahre, sowie ein spezieller Englischkurs für Physik und Energy Science Studierende bereiten die Studierenden auf das Auslandsstudium im dritten Jahr vor.

Zur besseren Übersicht werden die Module, die ähnliche Qualifikationen vermitteln, in vier Kompetenzbereiche gegliedert:

Der Kompetenzbereich *Energiewissenschaft* befasst sich mit den interdisziplinären Aspekten der Energieversorgung, angefangen bei den mikroskopischen Grundlagen der Energiewandlung, des Energietransports und der Energiespeicherung bis hin zu technologischen, wirtschaftlichen und nachhaltigen Gesichtspunkten. Das Modul *Umweltaspekte* gehört ebenfalls in diesen Kompetenzbereich und enthält Laborpraktika für Fortgeschrittene. Die Module *Energiewissenschaft IV* und *V* enthalten weitere Laborpraktika und ein vierwöchiges Industriepraktikum.

Im Kompetenzbereich *Experimentalphysik und Chemie* werden in den ersten zwei Jahren die naturwissenschaftlichen Grundlagen vermittelt. Das schließt fachbezogene Grundlagenpraktika in Experimentalphysik und Chemie mit ein. In den darauf aufbauenden Modulen *Vertiefung I – III* erwerben die Studierenden, bei einer individuellen Auswahl natur- bzw. ingenieurwissenschaftlicher Themenbereiche, Kenntnisse auf dem Stand der aktuellen Forschung.

Studienplan für den Bachelor-Plus-Studiengang Energy Science

Zuordnung der Module zu Kompetenzbereichen

| Semester | Energiewissenschaft (inkl. Praktika) | | | | Experimentalphysik und Chemie (inkl. Praktika) | | | | Theoretische Physik (inkl. Mathematische Methoden) | | Weitere Qualifikationen | | Σ Cr | | |
|-----------------|--------------------------------------|----|-----------------|----|--|----|-----------|----|--|----|---|-----------------|------|-----------------------|------------|
| | Modul | Cr | Modul | Cr | Modul | Cr | Modul | Cr | Modul | Cr | Modul | Cr | | | |
| 1 | Allgemeinbildende Grundlagen | 6 | | | Experimentalphysik I | 9 | Chemie I | 6 | Theoretische Physik I | 8 | | | 29 | | |
| 2 | | | | | Experimentalphysik II | 9 | Chemie II | 7 | Theoretische Physik II | 9 | Schlüsselqualifikationen | 6 | 31 | | |
| 3 | Energiewissenschaft I | 3 | Energie-technik | 4 | Experimentalphysik III | 9 | | | Theoretische Physik III | 10 | | | 30 | | |
| 4 | | 3 | | 4 | | | | | | | | | | Experimentalphysik IV | 9 |
| 5 ^{*)} | Energiewissenschaft II | 12 | | | Vertiefung I | | | 12 | | | Studium Liberale | 4 | 28 | | |
| 6 ^{*)} | Energiewissenschaft III | 12 | Umweltaspekte | 10 | Vertiefung II | | | 6 | | | | 4 | 32 | | |
| 7 | Energiewissenschaft IV | 9 | | | Vertiefung III | | | 9 | Theoretische Physik V | 6 | Fortgeschrittene Methoden der Naturwissenschaften | 4 | 28 | | |
| 8 | Energiewissenschaft V | 16 | | | | | | | | | | Bachelor-Arbeit | 12 | 32 | |
| Σ Cr | | | | | | | | | 76 | | | 47 | | 34 | 240 |

^{*)} integriertes Studienjahr an einer ausländischen Partneruniversität, z. B. an der Budapest University of Technology and Economics (BME)

alternativ: Studium im Rahmen der Universitätsallianz Ruhr

Im Kompetenzbereich *Theoretische Physik* werden die naturgesetzlichen Zusammenhänge und die mathematischen Grundlagen für ein vertieftes Verständnis vermittelt. Jedes Modul beinhaltet eine Einführung in die mathematisch benötigten Methoden. Der Fokus liegt hier auf der Anwendung der Methoden, nicht auf deren Beweis.

Der Kompetenzbereich *Weitere Qualifikationen* beinhaltet den *Ergänzungsbereich*, der den Studierenden neben *Allgemeinbildenden Grundlagen* (E2) auch gewisse *Schlüsselqualifikationen* (E1: Programmiersprache C und Fachenglisch) und fachferne Inhalte im Studium Liberale (E3) vermittelt. Ferner sollen die Studierenden in Form der Bachelor-Arbeit nachweisen, dass sie in der Lage sind, ein Problem aus dem energiewissenschaftlichen Kontext innerhalb einer vorgegebenen Frist von 12 Wochen unter Anleitung mit wissenschaftlichen Methoden (Modul: Fortgeschrittene Methoden der Naturwissenschaften) zu bearbeiten und verständlich, folgerichtig und fachlich kompetent darzustellen.

Neben Vorlesungen beinhaltet der Studiengang Übungen, Seminare und ein verpflichtendes Industriepraktikum, bei dem Erfahrungen mit wissenschaftlichen Methoden und Sozialkompetenzen erworben werden können.

1. Studienjahr

| Modulname | Modulcode |
|--|--------------|
| Allgemeinbildende Grundlagen - E2 | ENERGY-B1-E2 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan*in der Fakultät für Physik | Physik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Energy Science | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 1 | 15 Wochen | P | 6 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Keine | |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|---------------------------------------|--------------|-----|---------|---------|
| I | Einführung in die Energiewissenschaft | P | 6 | 180 h | 6 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 6 | 180 h | 6 |

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|--|
| Die Studierenden haben einen allgemeinen Überblick über die Energiethematik erlangt, einschließlich spezifischer Aspekte übergreifend über verschiedene Disziplinen. |
| Sie können den Zusammenhang von Energiebedarf, vorhandenen Ressourcen und nachhaltiger technischer Bereitstellung von Energie herstellen. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Problembewusstsein, Bereitschaft zu differenzierter Meinungsbildung durch Sachkompetenz. |

| Prüfungsleistungen im Modul |
|---|
| Klausurnote in Lehrveranstaltung I ist die Modulnote. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Es zählt die bessere der Noten für die Module ENERGY-B1-E2 und ENERGY-B3-ES1 mit dem Gewicht 12 Cr . |

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Allgemeinbildende Grundlagen | | ENERGY-B1-E2 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Einführung in die Energiewissenschaft | | ENERGY-B1-E2-ES0 | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 1 | WS | Deutsch | V: 30 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 90 h | 180 h | 6 Cr |

| Lehrform |
|--|
| Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden sind in der Lage einfachste Probleme aus den Grundlagen der Physik zu beschreiben und lernen den Energiebedarf für diverse Prozesse abzuschätzen. |
| Inhalte |
| Grundlagen und Naturgesetze (Begriff der Energie; Energieformen; Entropie, Exergie; Energieträger; Energiewandlung, -transport, -speicherung) Energiebedarf- und gewinnung (Technische Bereitstellung von Energie aus fossilen Brennstoffen, Kernspaltung, Fusion, regenerativen Energiequellen; Mobilität; Heizen und Kühlen; elektrischer Bedarf) Nachhaltigkeit (Ressourcen, Bedarfe, umweltrelevante Aspekte). |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 120 Minuten). |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • Diekmann, Heinloth: Energie: Physikal. Grundl. ihrer Erzeugung, Umwandlung und Nutzung • MacKay: Sustainable Energy – without the hot air |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | Modulcode |
|----------------------------|---------------|
| Chemie I | ENERGY-B1-CH1 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan*in der Chemie | Chemie |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Energy Science | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 1 | 15 Wochen | P | 6 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Keine | |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|--------------------|--------------|-----|---------|---------|
| I | Allgemeine Chemie | P | 6 | 180 h | 6 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 6 | 180 h | 6 |

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|---|
| Die Studierenden kennen die Grundkonzepte der Chemie und können sie zur Lösung einfacher Aufgaben und im Labor anwenden und Bezüge zur Energiethematik herstellen. Sie können Stoffeigenschaften und chemische Vorgänge auf molekularer Ebene erklären. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien |

| Prüfungsleistungen im Modul |
|--|
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Es zählt die bessere der Noten für die Module ENERGY-B1-CH1 und ENERGY-B2-CH2 mit dem Gewicht 13 Cr . |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | | Modulcode | |
|--------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Chemie I | | ENERGY-B1-CH1 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Allgemeine Chemie | | ENERGY-B1-CH1-AC | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Chemie | | Chemie | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 1 | WS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 90 h | 180 h | 6 Cr |

| Lehrform |
|--|
| Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden lernen einfache Konzepte der Chemie kennen und können Stoffeigenschaften und chemische Vorgänge auf molekularer Ebene erklären. Die in der Vorlesung behandelten Themen werden in Übungsgruppen anhand von vorgegebenen Übungsaufgaben angewendet und vertieft. |
| Inhalte |
| Beschreibung von stofflichen Zuständen Methoden der Stofftrennung Chemische Elemente Stoffmengenbegriff und Stöchiometrie Atomaufbau, Atomeigenschaften, Periodensystem der Elemente Prototypen der chemischen Bindung und Modelle zu deren Beschreibung Grundlagen der Kinetik einfacher Reaktionen Säure-Base-Reaktionen (Protonentransfer-Gleichgewichte) Redox-Reaktionen (Elektronentransfer-Gleichgewichte) Thermodynamik chemischer Reaktionen Grundlagen und Anwendungen der Elektrochemie Exemplarische Behandlung chemischer Reaktivitäten: Erarbeitung von Reaktivitätstrends vor dem Hintergrund des Periodensystems Wasserstoffverbindungen: Bindungsvielfalt und deren Reaktivitätsspektrum Halogene, Prototypen von Nichtmetallen, typische Reaktivitäten von Halogenverbindungen Alkalimetalle und deren wichtigste Verbindungen und Verbindungseigenschaften Gruppe 14: Der Übergang von Nichtmetallen zu Metallen |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten). |
| Literatur |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

- C. E. Mortimer, Chemie: Das Basiswissen der Chemie, 12. Auflage, 2015
- Thieme E. Riedel, Anorganische Chemie, 9. Auflage, 2015, De Gruyter
- Michael Binnewies / Manfred Jäckel / Helge Willner: Allgemeine und Anorganische Chemie (Spektrum Akademischer Verlag, München 2004) ISBN 3-8274-0208-5

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | Modulcode |
|----------------------------|---------------|
| Chemie II | ENERGY-B2-CH2 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan*in der Chemie | Chemie |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Energy Science | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 2 | 15 Wochen | P | 7 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Keine | ENERGY-B1-CH1 |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|---------------------------------------|--------------|-----|---------|---------|
| I | Physikalische Chemie | P | 3 | 120 h | 4 |
| II | Energiewissenschaftliches Praktikum 3 | P | 3 | 90 h | 3 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 6 | 210 h | 7 |

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|--|
| Die Studierenden kennen die Grundkonzepte der Chemie und ihrer Grenzbereiche zur Physik. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Sicheres Arbeiten in einem chemischen Labor. |

| Prüfungsleistungen im Modul |
|--|
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten). |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Es zählt die bessere der Noten für die Module ENERGY-B1-CH1 und ENERGY-B2-CH2 mit dem Gewicht 13 Cr . |

| | | | | |
|--|--------------------|---------------------------|-----------------------|---------|
| Modulname | | Modulcode | | |
| Chemie II | | ENERGY-B2-CH2 | | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | | |
| Physikalische Chemie | | ENERGY-B2-CH2-PC | | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) | |
| Dozierende der Chemie | | Chemie | P | |
| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße | |
| 2 | SS | Deutsch | V: 45 / Üb: 15 | |
| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
| 3 | 45 h | 75 h | 120 h | 4 Cr |
| Lehrform | | | | |
| Vorlesung (V: 2 SWS) und Übung (Üb: 1 SWS) | | | | |
| Lernergebnisse / Kompetenzen | | | | |
| Grundlegendes Verständnis zu physikalisch-chemischen Zusammenhängen, die Prozesse zur Energiegewinnung und Energiespeicherung betreffen. | | | | |
| Inhalte | | | | |
| Thermodynamische Begriffe und Definitionen: Systeme, Zustandsgleichung, Zustandsfunktion, Totales Differential. Erster Hauptsatz: Arbeit und Wärme, Innere Energie und Enthalpie. Zweiter Hauptsatz und Entropie, Berechnung von Entropieänderungen, Temperaturabhängigkeit der Entropie Wärmekraftmaschinen, Wirkungsgrad, Carnot-Maschine, Wärmepumpe. Gleichgewichte in geschlossenen Systemen: Freie Energie und Freie Enthalpie, Van t Hoff-Gleichung, Charakteristische Funktionen, Maxwell-Relationen, Gibbs'sche Fundamentalgleichung, Chemisches Potential, Gibbs-Duhem-Gleichung. Elektrolytgleichgewichte, Elektrochemische Zellen im Gleichgewicht, Spannungsreihe, EMK, Nernst'sche Gleichung. Chemische Kinetik: Reaktionsordnung, Arrhenius-Gesetz. | | | | |
| Prüfungsleistung | | | | |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten). | | | | |
| Literatur | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • P.W. Atkins: Physikalische Chemie, VCH-Verlag. • T. Engel, P. Reid: Physikalische Chemie, Pearson. | | | | |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung | | | | |
| Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. | | | | |

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Chemie II | | ENERGY-B2-CH2 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Energiewissenschaftliches Praktikum 3 | | ENERGY-B2-CH2-EP3 | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Chemie | | Chemie | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 2 | WS | Deutsch | 15 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 3 | 45 h | 45 h | 90 h | 3 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Pr |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Kenntnis der Funktion und korrekte Handhabung einfacher Laborgeräte einschließlich des sachgemäßen Aufbaus von Standardlaborglasapparaturen, sicheres Arbeiten im chemischen Labor, Umgang mit Laborabfällen, Verhalten bei Gefahren im Labor, Dokumentieren von Versuchen im Laborjournal. |
| Inhalte |
| Chemische Grundoperationen: Wägen, Volumenmessung, Stofftrennung (Filtrieren, Kristallisieren, Sublimieren, Destillieren) Qualitative Bestimmung von Stoffeigenschaften, z.B. Löslichkeit, Hydrolyseverhalten, Pufferwirkung, Verhalten von Metallen gegenüber Wasser, Säuren und Basen Analytische Grundoperationen zur Stoffidentifizierung: Gravimetrie, Komplexometrie, volumetrische Säure-Base- und Redox-Bestimmungen Synthesen |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> Gerhart Jander, Ewald Blasius: Lehrbuch der analytischen und präparativen anorganischen Chemie (S. Hirzel, Stuttgart, 1995) ; UB: 35 UNP 1209 |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

| Modulname | Modulcode |
|---|---------------|
| PhysikExperimentalphysik I | ENERGY-B1-PH1 |
| Modulverantwortliche/ | Fachbereich |
| Studiendekan*in der Fakultät für Physik | Physik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Energy Science | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 1 | 15 Wochen | P | 9 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| Keine | Vorkurs Mathematik / Physik |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|---------------------------------------|--------------|-----|---------|---------|
| I | Grundlagen der Physik 1 | P | 6 | 180 h | 6 |
| II | Energiewissenschaftliches Praktikum 1 | P | 3 | 90 h | 3 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 9 | 240 h | 9 |

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|---|
| Die Studierenden können physikalische Begriffe aus dem in I behandelten Bereich korrekt verwenden, sind mit den entsprechenden Phänomenen vertraut und können einfache Probleme mathematisch erfassen und selbstständig lösen. Sie können die Konzepte anhand selbsttätiger Experimente nachvollziehen. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien, Kommunikations- und Vermittlungstechniken. |

| Prüfungsleistungen im Modul |
|--|
| Klausur in I (benotet), 6 Versuchsprotokolle in II (unbenotet) . Klausurnote in I ist die Modulnote. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Es zählt die bessere der Noten für die Module ENERGY-B1-PH1 und ENERGY-B2-PH2 mit dem Gewicht 18 Cr . |

| Modulname | | Modulcode | |
|--------------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Experimentalphysik I | | ENERGY-B1-PH1 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Grundlagen der Physik 1 | | ENERGY-B1-PH1-GP | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 1 | WS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 90 h | 180 h | 6 Cr |

| Lehrform |
|--|
| Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden können grundlegende Konzepte der klassischen Mechanik, der speziellen Relativitätstheorie und der Strömungslehre nachvollziehen, kennen die wesentlichen Experimente dazu, können deren Resultate korrekt beurteilen, einfache Probleme aus dem Bereich mathematisch erfassen und selbstständig lösen. |
| Inhalte |
| <p>Einführung Arbeitsmethode der Physik, physikalische Größen, Maßsystem, vektorielle Größen, Darstellung physikalischer Zusammenhänge</p> <p>Mechanik des Massenpunktes Massenpunkt und Bahnkurve, geradlinige Bewegung, Geschwindigkeit und Beschleunigung, Kreisbewegung, allgemeine krummlinige Bewegung, die Newtonschen Axiome, Kraft und Masse, Anwendung der Newtonschen Bewegungsgleichung, der schiefe Wurf, Kraft und Linearimpuls, allgemeine Formulierung der Newtonschen Bewegungsgleichung, Drehmoment und Drehimpuls, Arbeit und Leistung, kinetische und potentielle Energie, Energieerhaltung, Gravitationsgesetz, Gravitationskraft und potentielle Energie, Planetenbahnen, beschleunigte Bezugssysteme</p> <p>Massenpunktsysteme Newtonsche Bewegungsgleichung, Erhaltungssätze, Wechselwirkungen mit kurzer Reichweite, Stoßgesetze</p> |

Starrer Körper

Starrer Körper als System von Massenpunkten, Statik des starren Körpers, Dynamik des starren Körpers, Rotation um feste Achse, Berechnung von Trägheitsmomenten, Beispiele für Drehbewegungen um eine feste Achse, Arbeit, Leistung und kinetische Energie bei Drehbewegungen um eine feste Achse, Drehimpulserhaltung bei raumfester Achse, Rotation um freie Achsen, Kreisel

Mechanische Schwingungen

Harmonische Schwingungen, gedämpfte harmonische Schwingungen, erzwungene harmonische Schwingungen, Resonanz, Überlagerung harmonischer Schwingungen, gekoppelte harmonische Schwingungen, Molekülschwingungen als Beispiel anharmonischer Schwingungen

Reale feste und flüssige Körper

Deformation fester und flüssiger Körper, Kompressibilität, Schweredruck, Auftrieb, Flüssigkeitsgrenzflächen, stationäre Strömung idealer Flüssigkeiten, Druckmessung in Strömungen, Anwendungen der Bernoullischen Gleichungen, stationäre Strömungen realer Flüssigkeiten, turbulente Strömungen

Prüfungsleistung

Klausur (Dauer 45 bis 180 Minuten)

Literatur

- W. Demtröder: Experimentalphysik 1, Springer
- Pfeifer: Grundwissen Experimentalphysik, Teubner Verlagsgesellschaft
- Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, de Gruyter
- Paul A. Tipler: Physik, Springer
- Halliday: Physik, Wiley VCH
- R.P. Feynmann, R.B. Leighton, M. Sands: Feynman-Vorlesungen über Physik, de Gruyter
- Meschede: Gerthsen Physik, Springer
- Alonso, Finn "Physics" Oklenbourg 2000
- Halliday, Resnick, Walker "Fundamentals of physics" Wiley-VCH 2009

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Experimentalphysik I | | ENERGY-B1-PH1 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Energiewissenschaftliches Praktikum 1 | | ENERGY-B1-PH1-EP1 | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------------------------|
| 1 | WS | Deutsch | 15 Gruppen mit je 2 Studierenden |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 3 | 45 h | 45 h | 90 h | 3 Cr |

| Lehrform |
|--|
| Pr |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen physikalische Versuchsaufbauten aus dem Grundlagenbereich, können diese fachgerecht aufbauen und benutzen. Sie können Messergebnisse auswerten, beurteilen und die Ergebnisse in geeigneter Form darstellen. |
| Inhalte |
| Empfohlene Versuche aus dem Physikalischen Anfängerpraktikum 1a: A3, A4, A5, A6, A8 und A13. |
| Prüfungsleistung |
| Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von 6 Versuchen, sowie Anfertigung der Versuchsprotokolle (unbenotet). |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • Walcher: „Praktikum der Physik“ • Eichler, Kronfeld, Sahn: „Das neue Physikalische Grundpraktikum“ • Bergmann-Schäfer: „Experimentalphysik“ |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Wird durch Aushang bekannt gegeben. |

| Modulname | Modulcode |
|---|---------------|
| Experimentalphysik II | ENERGY-B2-PH2 |
| Modulverantwortliche/ | Fachbereich |
| Studiendekan*in der Fakultät für Physik | Physik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Energy Science | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 2 | 15 Wochen | P | 9 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Keine | ENERGY-B1-PH1 |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|---------------------------------------|--------------|-----|---------|---------|
| I | Grundlagen der Physik 2 | P | 6 | 180 h | 6 |
| II | Energiewissenschaftliches Praktikum 2 | P | 3 | 90 h | 3 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 9 | 240 h | 9 |

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|---|
| Die Studierenden können physikalische Begriffe aus dem in I behandelten Bereich korrekt verwenden, sind mit den entsprechenden Phänomenen vertraut und können einfache Probleme mathematisch erfassen und selbstständig lösen. Sie können die Konzepte anhand selbsttätiger Experimente nachvollziehen. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien, Kommunikations- und Vermittlungstechniken. |

| Prüfungsleistungen im Modul |
|--|
| Klausur in I (benotet), jeweils 6 Versuchsprotokolle in II (unbenotet). Klausurnote in I ist die Modulnote. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Es zählt die bessere der Noten für die Module ENERGY-B1-PH1 und ENERGY-B2-PH2 mit dem Gewicht 18 Cr . |

| Modulname | | Modulcode | |
|------------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Experimentalphysik II | | ENERGY-B2-PH2 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Grundlagen der Physik | | ENERGY-B2-PH2-GP | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 2 | SS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 90 h | 180 h | 6 Cr |

| Lehrform |
|---|
| Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden können grundlegende Konzepte der Wärmelehre und Elektrodynamik nachvollziehen, kennen die wesentlichen Experimente dazu, können deren Resultate korrekt beurteilen, einfache Probleme aus dem Bereich mathematisch erfassen und selbstständig lösen. |
| Inhalte |
| <p>Wärmelehre Vorbemerkungen und Begriffserläuterungen, Stoffmenge und Teilchenzahl, Temperatur und Thermometer, Temperaturskalen, thermische Ausdehnung fester und flüssiger Körper und von Gasen, Zustandsgleichung idealer Gase, Grundzüge der kinetischen Gastheorie, Druck, Temperatur und kinetische Energie, innere Energie idealer Gase, Wärme, Wärmemenge und Wärmekapazität, Kalorimetrie, Barometrische Höhenformel und Boltzmann-Verteilung, Maxwell-Boltzmannsche Geschwindigkeitsverteilung</p> <p>Der I. Hauptsatz der Wärmelehre Zustandsänderungen am idealen Gas, Reversible und irreversible Zustandsänderungen, spezielle Kreisprozesse, Wärmepumpe und Kältemaschine</p> <p>Der II. Hauptsatz der Wärmelehre Die Entropie, Entropieänderungen am idealen Gas, Entropieänderung bei irreversiblen Prozessen, Aggregatzustände und Phasen, Koexistenz von Flüssigkeit und Dampf, Koexistenz von Festkörpern und Flüssigkeit oder Gas, Zustandsgleichung realer Gase, Gasverflüssigung: Joule-Thomson-Effekt</p> <p>Transportphänomene Molekulardiffusion, Wärmeleitung, Viskosität</p> |

Elektrodynamik

Elektrostatik

Elektrische Ladung, Coulomb Gesetz, elektrisches Feld, Elementarladung, Feldstärke und Potential Leiter im elektrischen Feld, elektrischer Fluss, Dielektrika

Elektrischer Strom

Ladungstransport und Ohm'sches Gesetz, mikroskopische Deutung, Temperaturabhängigkeit, Joulesche Wärme, Kontinuitätsgleichung, Kirchhoffsche Regeln, Auf- und Entladung von Kondensatoren, Messen von Strömen

Statische Magnetfelder

Grundlegende Experimente, magnetische Kraftwirkung auf elektrische Ladungen, Quellen des magnetischen Feldes, magnetische Induktion

Zeitlich veränderliche Felder

Faraday'sches Induktionsgesetz, Verschiebungsstrom, Maxwellsche Gleichungen, Lenzsche Regel, Induktivität, Energie des magnetischen Feldes

Wechselstromkreise

Wechselstrom, Wechselstromkreis mit komplexen Widerständen, komplexe Widerstände, lineare Netzwerke, elektromagnetischer Schwingkreis, Gleichrichtung

Materie im magnetischen Feld

Magnetische Suszeptibilität, Dia-, Para-, Ferromagnetismus

Prüfungsleistung

Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten).

Literatur

- W. Demtröder: Experimentalphysik 1 und 2, Springer
- Pfeifer: Grundwissen Experimentalphysik, Teubner Verlagsgesellschaft
- Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, de Gruyter
- Paul A. Tipler: Physik, Springer
- Halliday: Physik, Wiley VCH
- R.P. Feynmann, R.B. Leighton, M. Sands: Feynman-Vorlesungen über Physik, de Gruyter
- Meschede: Gerthsen Physik, Springer
- Alonso, Finn "Physics" Oklenbourg 2000
- Halliday, Resnick, Walker "Fundamentals of physics" Wiley-VCH 2009

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Experimentalphysik II | | ENERGY-B2-PH2 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Energiewissenschaftliches Praktikum 2 | | ENERGY-B2-PH2-EP2 | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|-----------------|
| 3 | SS | Deutsch | 15 Gruppen je 2 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 3 | 45 h | 45 h | 90 h | 3 Cr |

| Lehrform |
|--|
| Pr |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen physikalische Versuchsaufbauten aus dem Grundlagenbereich, können diese fachgerecht aufbauen und benutzen. Sie können Messergebnisse auswerten, beurteilen und die Ergebnisse in geeigneter Form darstellen. |
| Inhalte |
| Empfohlene Versuche aus dem Physikalischen Anfängerpraktikum 1b: B1, B3, B8, C1, C8/9 und C16. |
| Prüfungsleistung |
| Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von 6 Versuchen, sowie Anfertigung der Versuchsprotokolle (unbenotet). |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • Walcher: Praktikum der Physik • Eichler, Kronfeld, Sahn: Das neue Physikalische Grundpraktikum • Bergmann, Schäfer: Experimentalphysik |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Wird durch Aushang bekannt gegeben. |

| Modulname | Modulcode |
|---|---------------|
| Theoretische Physik I | ENERGY-B1-TH1 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan*in der Fakultät für Physik | Physik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Energy Science | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 1 | 15 Wochen | P | 8 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| Keine | Vorkurs Mathematik / Physik |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|---|--------------|----------|--------------|----------|
| I | Newtonsche Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie | P | 4 | 120 h | 4 |
| II | Mathematische Methoden I | P | 4 | 120 h | 4 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 8 | 240 h | 8 |

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|--|
| Die Studierenden sind in der Lage, einfache Modelle für Phänomene aus dem Bereich der Mechanik zu entwickeln, mathematisch zu formulieren und analytisch zu lösen. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien |

| Prüfungsleistungen im Modul |
|---|
| Klausur in I, Klausurnote ist die Modulnote. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Es zählt die bessere der Noten für die Module ENERGY-B1-TH1 und ENERGY-B2-TH2 mit dem Gewicht 17 Cr. |

| | | | | | |
|---|--------------------|--------------------|-----------------------|----------------|---------|
| Modulname | | Modulcode | | | |
| Theoretische Physik I | | ENERGY-B1-TH1 | | | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | | | |
| Newtonsche Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie | | ENERGY-B1-TH1-ME | | | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) | | |
| Dozierende der Theoretischen Physik | | Physik | P | | |
| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | | Gruppengröße | |
| 1 | WS | Deutsch | | V: 90 / Üb: 20 | |
| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | | Aufwand | Credits |
| 4 | 60 h | 60 h | | 120 h | 4 Cr |
| Lehrform | | | | | |
| Vorlesung (V: 2 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) | | | | | |
| Lernergebnisse / Kompetenzen | | | | | |
| Die Studierenden kennen die Grundbegriffe der klassischen Mechanik von Massenpunkten und können sie korrekt anwenden und daraus mit analytischen Methoden Schlüsse ziehen. | | | | | |
| Inhalte | | | | | |
| <p>Newtonsche Mechanik von Massenpunkten: Eindimensionale Bewegung, kinetische und potentielle Energie, (gedämpfter und getriebener) harmonischer Oszillator. Dimensionsanalyse Mehrdimensionale Bewegung, konservative Kräfte, Energie und Impulserhaltung Bewegung im Zentralfeld, Drehimpuls Zweikörperproblem, Planetenbewegung, Rutherford-Streuung</p> <p>nicht prüfungsrelevant für Studierende Bachelor Energy Science: Spezielle Relativitätstheorie: Lorentz-Transformation, Raum-Zeit-Diagramme, relativistische Dynamik</p> | | | | | |
| Prüfungsleistung | | | | | |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) | | | | | |
| Literatur | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Nolting: Grundkurs theoretische Physik, Bd.1, Springer • J. Hohnerkamp, H. Römer: "Theoretical Physics: A Classical Approach", Springer, 1993 • H. Goldstein, C.P. Poole, J. Safko: "Classical Mechanics", Wiley, 2006 | | | | | |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung | | | | | |
| Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. | | | | | |

| Modulname | | Modulcode | |
|-------------------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Theoretische Physik I | | ENERGY-B1-TH1 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Mathematische Methoden I | | ENERGY-B1-TH1-MA | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Theoretischen Physik | | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 1 | WS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 4 | 60 h | 60 h | 120 h | 4 Cr |

| Lehrform |
|---|
| Vorlesung (V: 2 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden beherrschen grundlegende Rechenmethoden die für ENERGY-B1-TH1-ME benötigt werden und sind in der Lage, einfachere Probleme aus der Newtonschen Mechanik zu analysieren, mathematisch zu beschreiben und die vermittelten Rechenmethoden bei der Lösung von Aufgaben anzuwenden. |
| Inhalte |
| Grenzwerte, Stetigkeit, Differentiation und Integration bei einer Veränderlichen. Taylorentwicklung (eine Veränderliche), geometrische Reihe, Exponentialreihe. Gewöhnliche Differentialgleichungen erster und zweiter Ordnung, Trennung der Variablen. Komplexe Zahlen, Funktionen komplexer Zahlen, Euler-Formel. Vektoren, Skalarprodukt, Kreuzprodukt, Spatprodukt, Kronecker- und Levi-Civita-Symbol. Matrizen, Determinanten, Drehungen, Spiegelungen, lineare Gleichungssysteme. Raumkurven, Linienintegrale und Elementares zu Oberflächen- und Volumenintegralen, Integralsätze, Vektordifferentialoperatoren. |
| Prüfungsleistung |
| Siehe Veranstaltung ENERGY-B1-TH1-ME. |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> Nolting: Grundkurs theoretische Physik, Bd.1, Springer Lang, Pucker: Mathematische Methoden der Physik, Springer |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

| Modulname | Modulcode |
|---|---------------|
| Theoretische Physik II | ENERGY-B2-TH2 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan*in der Fakultät für Physik | Physik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Energy Science | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 2 | 15 Wochen | P | 9 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Keine | ENERGY-B1-TH1 |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|--------------------------------|--------------|-----|---------|---------|
| I | Analytische Mechanik | P | 4 | 120 h | 4 |
| II | Mathematische Methoden II | P | 4 | 120 h | 4 |
| III | Computerpraktikum zur Mechanik | P | 1 | 30 h | 1 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 9 | 270 h | 9 |

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|--|
| Die Studierenden haben die Entwicklung abstrakterer Konzepte der klassischen Mechanik nachvollzogen und können diese korrekt anwenden. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien |

| Prüfungsleistungen im Modul |
|---|
| Klausur in I, Klausurnote ist die Modulnote. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Es zählt die bessere der Noten für die Module ENERGY-B1-TH1 und ENERGY-B2-TH2 mit dem Gewicht 17 Cr. |

| Modulname | | Modulcode | |
|-------------------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Theoretische Physik II | | ENERGY-B2-TH2 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Analytische Mechanik | | ENERGY-B2-TH2-ME | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Theoretischen Physik | | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 2 | SS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 4 | 60 h | 60 h | 120 h | 4 Cr |

| Lehrform |
|---|
| Vorlesung (V: 2 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen die Struktur theoretisch-mathematischer Modelle sowie die relativen Vorzüge verschiedener Formulierungen der klassischen Mechanik. Sie können deren Konzepte adäquat anwenden. |
| Inhalte |
| <p>Viel-Körperproblem, Impuls, Drehimpuls, Energieerhaltung, kleine Schwingungen, Virialsatz. Beschleunigte Bezugssysteme, starrer Körper, Kreisel.</p> <p>d'Alembert-Prinzip, Zwangsbedingungen, Lagrange-Gleichung.</p> <p>Hamilton-Prinzip, Euler-Lagrange-Gleichungen, Variationsrechnung, kontinuierliche Symmetrien und Erhaltungsgrößen.</p> <p>Hamiltonsche Mechanik, Phasenraum, kanonische Transformationen, Poissonklammern.</p> <p>Strömungsmechanik, Euler- und Navier-Stokes-Gleichung.</p> <p>nicht prüfungsrelevant für Studierende Bachelor Energy Science: Liouville-Theorem, Grundbegriffe der Hamilton-Jacobi- und der Chaostheorie.</p> |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> Nolting: Grundkurs Theoretische Physik, Bd. 2, Springer Goldstein, Poole, Safko: Klassische Mechanik, Wiley VCH Landau, Lifshitz: Lehrbuch der Theoretischen Physik, Bd. 1, Verlag Harri Deutsch Kibble: Classical Mechanics, Imperial College Press |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

| | | |
|-------------------------------------|--------------------|-----------------------|
| Modulname | Modulcode | |
| Theoretische Physik II | ENERGY-B2-TH2 | |
| Veranstaltungsname | Veranstaltungscode | |
| Mathematische Methoden II | ENERGY-B2-TH2-MA | |
| Lehrende/r | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Theoretischen Physik | Physik | P |

| | | | |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
| 2 | SS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| | | | | |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
| 4 | 60 h | 60 h | 120 h | 4 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Vorlesung (V: 2 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden beherrschen grundlegende Rechenmethoden die für ENERGY-B2-TH2-ME benötigt werden und sind in der Lage, Probleme aus der Analytischen Mechanik zu analysieren, mathematisch zu beschreiben und die vermittelten Rechenmethoden bei der Lösung von Aufgaben anzuwenden. |
| Inhalte |
| Matrix-Diagonalisierung, Eigenwertproblem, Spektralanalyse. Differentiation, Integration und Taylorentwicklung bei mehreren Veränderlichen. Elementares zu Tensoren. Reell-symmetrische Matrizen, Eigenwerte und Eigenvektoren. Normalmoden, Stabilität. Eulersche Winkel. Variationsrechnung, Legendre-Transformation. |
| Prüfungsleistung |
| Siehe Veranstaltung ENERGY-B2-TH2-ME. |
| Literatur |
| Wird in der Vorlesung bekannt gegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

| | | | |
|---------------------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Modulname | | Modulcode | |
| Theoretische Physik II | | ENERGY-B2-TH2 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Computerpraktikum zur Mechanik | | ENERGY-B2-TH2-CP | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Theoretischen Physik | | Physik | P |

| | | | |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
| 2 | SS | Deutsch | 20 |

| | | | | |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
| 1 | 15 h | 15 h | 30 h | 1 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Übung im Computerlabor |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden können Rechner zur Problemlösung und Veranschaulichung im Bereich der Mechanik einsetzen. |
| Inhalte |
| 6 Programmieraufgaben aus dem Bereich der Mechanik. |
| Prüfungsleistung |
| |
| Literatur |
| Wird im Computerpraktikum bekannt gegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Wird durch die Dozierenden bekannt gegeben. |

| Modulname | Modulcode |
|---|--------------|
| Schlüsselqualifikationen - E1 | ENERGY-B2-SQ |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan*in der Fakultät für Physik | Physik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Energy Science | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 2 | 15 Wochen | P | 6 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Keine | |

Zugehörige Lehrveranstaltungen¹⁾:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Workload | Credits |
|--|---|--------------|-----|----------|---------|
| I | Grundlagen der Programmierung | P | 2 | 90 h | 3 |
| II | Sprachkurs Techn. Englisch | WP | 2 | 90 h | 3 |
| III | Sprachkurs Englisch f. Naturwissenschaftler | WP | 2 | 90 h | 3 |
| IV | Sprachkurs Englisch f. Physiker | WP | 2 | 90 h | 3 |
| V | Sprachkurs Englisch f. Chemiker | WP | 2 | 90 h | 3 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 4 | 180 h | 6 |

| |
|---|
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden können einfache Computerprogramme in C entwickeln. Die Studierenden haben ihre Englischkenntnisse fachspezifisch erweitert. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien, Kommunikations- und Vermittlungstechniken |
| Prüfungsleistungen im Modul |
| Aktive und erfolgreiche Teilnahme in I. Klausur oder mündliche Prüfung in II – V. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Geht nicht in die Gesamtnote ein. |

1) Der Wahlpflichtkanon kann durch Beschluss des Prüfungsausschusses erweitert werden.

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| | | | |
|--------------------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Modulname | | Modulcode | |
| Schlüsselqualifikationen | | ENERGY-B1-SQ | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Grundlagen der Programmierung | | ENERGY-B1-SQ-DV | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 1 | WS | Deutsch | 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 60 h | 90 h | 3 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Übung im Computerlabor |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden können einfache Computerprogramme in C entwickeln. |
| Inhalte |
| Numerikorientierter Programmierkurs in C. |
| Prüfungsleistung |
| Aktive und erfolgreiche Teilnahme. |
| Literatur |
| Wird in der Übung angegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | | Modulcode | |
|---|--|--------------------|-----------------------|
| Schlüsselqualifikationen | | ENERGY-B2-SQ | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Sprachkurs (Liste Nr. II – V der Modulbeschr.) | | ENERGY-B2-SQ-SK | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende des IOS ¹⁾ | | IOS ¹⁾ | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 2 | SS | Englisch | 25 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 60 h | 90 h | 3 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Üb |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden haben ihre Englischkenntnisse fachspezifisch erweitert. |
| Inhalte |
| Fachspezifischer Sprachkurs in Englisch. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten). |
| Literatur |
| Wird im Kurs angegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Wird durch die Dozierenden bekannt gegeben. |

¹⁾ Institut für Optionale Studien

2. Studienjahr

| Modulname | Modulcode |
|--|-------------------------|
| Energietechnik | ENERGY-B3-ET |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan*in der Fakultät für Ingenieurwissenschaften | Ingenieurwissenschaften |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Energy Science | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 3 und 4 | 30 Wochen | P | 12 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| Keine | Module der ersten zwei Semester |

Zugehörige Lehrveranstaltungen¹⁾:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|--|--------------|-----|---------|---------|
| I | Verbrennungslehre | WP | 3 | 120 h | 4 |
| II | Fluiddynamik | WP | 3 | 120 h | 4 |
| III | Regenerative Energietechnik I | WP | 3 | 120 h | 4 |
| IV | Thermodynamik I | WP | 3 | 120 h | 4 |
| V | Elektrische Energieversorgung | WP | 3 | 120 h | 4 |
| VI | Brennstoffzellensysteme in der dezentralen Energieversorgung | WP | 3 | 120 h | 4 |
| VII | Regenerative Energietechnik II | WP | 3 | 120 h | 4 |
| VIII | Thermodynamik II | WP | 3 | 120 h | 4 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 9 | 360 h | 12 |

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|--|
| Die Studierenden kennen ausgewählte Teilgebiete der Energietechnik. Sie können Grundlagewissen auf praktische Fragen der technischen Energiewandlung anwenden. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Interdisziplinäre Kommunikationsfähigkeit im ingenieurwissenschaftlichen Bereich. |

¹⁾ Der Wahlpflichtkanon kann durch Beschluss des Prüfungsausschusses erweitert werden

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| |
|---|
| Prüfungsleistungen im Modul |
| Benotete Klausuren in drei Lehrveranstaltungen aus dem Wahlpflichtkanon. Als Modulnote wird das arithmetische Mittel der beiden besten Klausurnoten gebildet und nur die erste Dezimalstelle hinter dem Komma berücksichtigt. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Zählt mit dem Gewicht 12 Cr. |

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Energietechnik | | ENERGY-B3-ET | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Verbrennungslehre | | ENERGY-B3-ET-VB | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Ingenieurwissenschaften | | Maschinenbau | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|
| 3 | WS | Deutsch oder Englisch | V: 180 / Üb: 60 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 3 | 45 h | 75 h | 120 h | 4 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Vorlesung (V: 2 SWS) und Übung (Üb: 1 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden sind in der Lage die thermodynamischen und kinetischen Aspekte von Gasphasenreaktionen bei hohen Temperaturen, insbesondere von Verbrennungsreaktionen, zu erklären und zu bewerten. |
| Inhalte |
| <p>Verbrennungsprozesse sind typische Hochtemperaturreaktionsvorgänge wie sie in zahlreichen technischen Anlagen, zum Beispiel im Zusammenhang mit der Energiegewinnung und der Materialsynthese eingesetzt werden.</p> <p>Zum Verständnis derartiger Prozesse werden die chemische Thermodynamik und die chemische Kinetik herangezogen. Darüber hinaus ist die Interaktion zwischen Reaktion und Strömung in Gasphasenprozessen mit großem Energieumsatz von großer Bedeutung.</p> <p>Hochtemperaturreaktionen erfordern das Verstehen von Radikalreaktionen und Reaktionsmechanismen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einleitung - Ergebnisse der chemischen Thermodynamik - Kinetik homogener und heterogener Reaktionen - Allgemeine Flammerscheinungen und verbrennungstechnische Kenngrößen - Theoretische Beschreibung von reaktiven Strömungen - Verbrennungswellen in homogenen, vorgemischten Gasen |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 90 Minuten). |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • P.W. Atkins, Physikalische Chemie, VCH • J. Warnatz, U. Maas, R.W. Dibble, Verbrennung, Springer, 2001 |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Wird durch die Dozierenden bekannt gegeben. |

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Energietechnik | | ENERGY-B3-ET | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Fluiddynamik | | ENERGY-B3-ET-FD | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Ingenieurwissenschaften | | Maschinenbau | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|
| 3 | WS | Deutsch oder Englisch | V: 180 / Üb: 60 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 3 | 45 h | 75 h | 120 h | 4 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Vorlesung (V: 2 SWS) und Übung (Üb: 1 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden sollen auch komplexere theoretische oder experimentelle Problemstellungen der Fluiddynamik analysieren und mathematisch beschreiben können und – für einfache Beispiele – auch berechnen können. |
| Inhalte |
| Die Vorlesung bietet eine Erweiterung auf wichtige Probleme der Fluiddynamik und gliedert sich in folgende Kapitel: <ul style="list-style-type: none"> – Erhaltungsgleichungen der Fluiddynamik Erhaltung von Masse, Impuls und Energie (Navier-Stokes Gleichungen), Spannungs-Dehnungs-Beziehungen, thermische und kalorische Zustandsgleichungen – Ähnlichkeitstheorie der Fluide – Schleichende Strömung – Potentialströmung – Grenzschichttheorie – Einführung in turbulente Strömungen – Eindimensionale Gasdynamik |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 120 Minuten) |
| Literatur |
| Wird in der Vorlesung bekannt gegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Wird durch die Dozierenden bekannt gegeben. |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Energietechnik | | ENERGY-B3-ET | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Regenerative Energietechnik I | | ENERGY-B3-ET-RE1 | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Ingenieurwissenschaften | | Maschinenbau | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|
| 3 | WS | Deutsch oder Englisch | V: 180 / Üb: 60 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 3 | 45 h | 75 h | 120 h | 4 Cr |

| Lehrform |
|---|
| Vorlesung (V: 2 SWS) und Übung (Üb: 1 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden verstehen die Prinzipien der energetischen Nutzung von Solarenergie, kennen den technischen Aufbau und den Wirkungsgrad verschiedener Solaranlagen und können das technische und wirtschaftliche Potential der Nutzung der Solarenergie einschätzen. |
| Inhalte |
| In der Vorlesung wird die Bandbreite der thermischen und photovoltaischen Nutzung der Sonnenenergie vorgestellt. Nach einer Diskussion der Grundlagen des solaren Strahlungsangebotes (Physikalische Grundlagen der Strahlung, Strahlungsbilanzen, Himmelsstrahlung, Globalstrahlung, Messung solarer Strahlungsenergie) werden Niedertemperaturkollektoren, konzentrierende Kollektoren und die solarthermische Stromerzeugung in Farm- und Towerkraftwerken behandelt. Einen weiteren Schwerpunkt bildet das Thema der photovoltaischen Stromerzeugung mit einer Einführung in das Bändermodell der Elektronen im Festkörper, des Aufbaus, der Funktionsweise und des Wirkungsgrads von Silizium-Solarzellen, Dünnschicht-Solarzellen und kompletten Solarzellensystemen. Der erreichte Stand der Technik sowie technische und wirtschaftliche Potentiale der Solarthermie und Photovoltaik werden ebenfalls erörtert. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten). |
| Literatur |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

- Adolf Goetzberger, Volker Wittwer, „Sonnenenergie – Thermische Nutzung“ (Teubner)
- Adolf Goetzberger, Bernhard Voß, Volker Wittwer, „Sonnenenergie: Photovoltaik“ (Teubner)
- Martin Kaltschmitt, Andreas Wiese, „Erneuerbare Energien“ (Springer Verlag)
- Manfred Kleemann, Michael Meliß, „Regenerative Energiequellen“ (Springer Verlag)

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Prüfungsvorleistung: Wird durch die Dozierenden bekannt gegeben.

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Energietechnik | | ENERGY-B3-ET | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Thermodynamik I | | ENERGY-B3-ET-TD1 | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Ingenieurwissenschaften | | Maschinenbau | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|
| 3 | WS | Deutsch oder Englisch | V: 180 / Üb: 60 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 3 | 45 h | 75 h | 120 h | 4 Cr |

| Lehrform |
|---|
| Vorlesung (V: 2 SWS) und Übung (Üb: 1 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden sollen zunächst die grundlegenden Begriffe, Gesetzmäßigkeiten (Hauptsätze) und einfache Stoffmodelle für Reinstoffe kennen und diese anwenden können. Die Studierenden sollen Systeme geeignet wählen, Energieformen sicher identifizieren und Stoffmodelle rationell auswählen können. Probleme sollen durch eine systematische Anwendung von Massen-, Energie- und Entropiebilanzen und geeigneter Vereinfachungen gelöst werden. Im weiteren Verlauf sollen die Gesetzmäßigkeiten auf technisch relevante aber idealisierte energie-technische Prozesse von Reinstoffen angewandt werden können. Im Rahmen von Übungen sollen die Studierenden die selbstständige Anwendung der Thermodynamik zur Lösung von verschiedenen, den Studierenden noch nicht bekannten, Problemen gelernt haben. Praktische Erfahrungen mit thermodynamischen Größen werden im Rahmen eines Praktikums vermittelt. |
| Inhalte |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung / Motivation 2. Konzepte, Definitionen, Einheiten 3. Eigenschaften reiner Fluide 4. Energieübertragung: Arbeit & Wärme 5. Der erste Hauptsatz der Thermodynamik 6. Energiebilanzen für Kontrollräume 7. Der Zweite Hauptsatz der Thermodynamik 8. Entropie 9. Entropiebilanzen offener Systeme 10. Kreisprozesse (1): Dampfkraftprozesse, Wärmepumpen, Kältemaschinen |
| Prüfungsleistung |
| Klausur: (Dauer: 45 - 120 Minuten) |
| Literatur |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Sonntag, Borgnakke, Van Wylen Fundamentals of Thermodynamics; 5.Aufl., John Wiley & Sons.

Moran, Shapiro; Fundamentals of Engineering Thermodynamics; 3. Aufl., John Wiley & Sons.

Baehr; Thermodynamik. Grundlagen und technische Anwendungen. 10. Aufl. Springer, Berlin

Stephan, Mayinger; Thermodynamik I. Einstoffsysteme. Grundlagen und technische Anwendungen, Springer, Berlin

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Prüfungsvorleistung: Wird durch die Dozierenden bekannt gegeben.

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Energietechnik | | ENERGY-B3-ET | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Elektrische Energieversorgungssysteme | | ENERGY-B3-ET-EE | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Ingenieurwissenschaften | | Elektrotechnik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|
| 4 | SS | Deutsch oder Englisch | V: 180 / Pr: 60 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 3 | 45 h | 75 h | 120 h | 4 Cr |

| Lehrform |
|--|
| Vorlesung (V: 2 SWS) und Praktikum (Pr: 1 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden verstehen den grundsätzlichen Aufbau und die Funktionsweise des elektrischen Energieversorgungssystems. Sie kennen die wichtigsten Elemente wie Übertragungsleitungen, Transformatoren, Generatoren usw. und ihre mathematische Beschreibung. |
| Inhalte |
| Die Vorlesung beschäftigt sich mit den Elementen, Aufbau und Funktionen des elektrischen Energieversorgungssystems. Zunächst wird die Struktur des Netzes erläutert. Danach werden die üblichen Konstruktionen für Leitungen, Kabel, Transformatoren, Generatoren und Schaltanlagen beschrieben. Die erforderlichen mathematischen Grundlagen zur Beschreibung des Betriebsverhaltens dieser Netzelemente werden ebenfalls behandelt. Computerbasierte Methoden zur Lösung des Leistungsfluss- und Kurzschlussproblems in elektrischen Netzen werden vorgestellt. Einige Aspekte des Netzschutzes werden ebenfalls diskutiert. In dieser Lehrveranstaltung werden die Studierenden in die Lage versetzt, die elementaren praktischen Probleme des elektrischen Energieversorgungsnetzes zu verstehen und zu lösen. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 120 Minuten). |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • D. Oeding, B.R. Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze. Springer Verlag Berlin, 2004 • V. Crastan: Elektrische Energieversorgung 1, Springer Verlag 2000, ISBN 3-540-64193-9 • K. Heuck, K.-D. Dettmann: Elektrische Energieversorgung, Vieweg-Verlag 1999, ISBN 3-528-48547-7 |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Wird durch die Dozierenden bekannt gegeben. |

| Modulname | | Modulcode | |
|---|--|--------------------|--------------------------|
| Energietechnik | | ENERGY-B3-ET | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Brennstoffzellensysteme in der dezentralen Energieversorgung | | ENERGY-B3-ET-BZ | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Ingenieurwissenschaften | | Maschinenbau | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|---------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|
| 4 | SS | Deutsch oder Englisch | V: 180 / Pr: 60 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 3 | 45 h | 75 h | 120 h | 4 Cr |

| Lehrform |
|--|
| Vorlesung (V: 2 SWS) und Praktikum (Pr: 1 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologie werden von den Studierenden verstanden, so dass sie die Technik und die Rahmenbedingungen nachvollziehen und auch auf neue Fragestellungen übertragen können und die verschiedenen Zukunftsoptionen der Effizienzsteigerung in der Energieversorgung beurteilen können. Vor- und Nachteile im Vergleich zu konventionellen Energiesystemen sind erarbeitet. |
| Inhalte |
| Die Stromerzeugung und -speicherung in elektrochemischen Systemen wie Batterien und Brennstoffzellen ist Schwerpunkt der Vorlesung. Die verschiedenen in der Entwicklung befindlichen Brennstoffzellensysteme von der bei niedriger Temperatur arbeitenden Membranbrennstoffzelle bis zur Festoxidbrennstoffzelle mit ihren 1000°C Arbeitstemperatur werden vorgestellt. Zur Brennstoffzellentechnologie gehört die Wasserstofferzeugung aus verschiedenen Energieträgern, sowohl für stationäre Systeme für die Kraft/Wärmekopplung als auch an Bord von Fahrzeugen oder sogar für kleinste portable Anwendungen. Ein Vergleich von Brennstoffzellen mit anderen innovativen Energieerzeugern wie Mikrogasturbinen, Stirling-Motoren und Thermoelektrischen Wandlern runden das Bild ab. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten). |

Literatur

Für Elektrochemie und Batterien:

- Hamann/Vielstich, „Elektrochemie“ (Wiley, Weinheim 1998)

Für Wasserstofftechnologie:

- „Electrochemical Hydrogen Technologies“ Ed.: H. Wendt (Elsevier, Amsterdam 1990)

Für Brennstoffzellen:

- Kordes/Simader „Fuel Cells and their applications“ (VCH Weinheim 1996)
- Heinzl/Mahlendorf/Roes „Brennstoffzellen“ (C.F. Müller Heidelberg 2005)
- Larminie/Dicks „Fuel Cell Systems explained“ (Wiley, Chichester 2000)
- Handbook of Fuel Cells (Wiley 2003)
- Krewitt/Pehnt/Fischedick/Temming „Brennstoffzellen in der Kraft-Wärme-Kopplung“ (Erich Schmitt-Verlag, Berlin 2004)
- Brennstoffzellen und Mikro-KWK, ASUE Band 20 (Vulkan-Verlag 2001)

Für Energiedaten:

- <http://www.bmwi.de>
- <http://www.bp.com>
- <http://www.iea.org>

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Prüfungsvorleistung: Wird durch die Dozierenden bekannt gegeben.

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Energietechnik | | ENERGY-B3-ET | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Regenerative Energietechnik II | | ENERGY-B3-ET-RE2 | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Ingenieurwissenschaften | | Maschinenbau | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|
| 4 | SS | Deutsch oder Englisch | V: 180 / Üb: 60 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 3 | 45 h | 75 h | 120 h | 4 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Vorlesung (V: 2 SWS) und Übung (Üb: 1 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden sind in der Lage, regenerative Energiesysteme auf Basis Wind, Wasserkraft, Geothermie, und Biomasse technisch und ökonomisch zu bewerten. Das zukünftige Potential und der Stand der Technik sind bekannt. |
| Inhalte |
| Im Rahmen der Vorlesung werden die physikalischen und systemtechnischen Grundlagen der Nutzung der Windenergie (Leistungsdichte des Winds, Windmessung, Windenergiekonverter), der Wasserkraft (Aufbau und Komponenten einer Wasserkraftanlage, Pumpspeicherkraftwerke), Meeresenergie (Leistung von Wasserwellen, Meeresströmungskraftwerke), Gezeitenenergie (Entstehung von Ebbe und Flut, Gezeitenkraftwerke) und der Geothermie (oberflächennahe und hydrothermale Erdwärmennutzung, heiße Gesteinsschichten) behandelt. Ein weiteres Schwerpunktthema bildet die Photosynthese und die Möglichkeiten der energetischen Biomassenutzung (Verbrennung, Vergasung, Pyrolyse, Biogaserzeugung, Äthanolherstellung). Bei jeder Technologie wird auf den erreichten Stand der Technik eingegangen sowie die technischen und wirtschaftlichen Potentiale diskutiert. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten). |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • M. Kaltschmitt, A. Wiese, „Erneuerbare Energien“ (Springer) • M. Kleemann, M. Meli, „Regenerative Energiequellen“ (Springer) • J. Fricke, W. Borst, „Energie – Ein Lehrbuch der physikalischen Grundlagen“ (Oldenbourg) |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Wird durch die Dozierenden bekannt gegeben. |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Energietechnik | | ENERGY-B3-ET | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Thermodynamik II | | ENERGY-B3-ET-TD2 | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Ingenieurwissenschaften | | Maschinenbau | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|
| 4 | SS | Deutsch oder Englisch | V: 180 / Üb: 60 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 3 | 45 h | 75 h | 120 h | 4 Cr |

| Lehrform |
|--|
| Vorlesung (V: 2 SWS) und Übung (Üb: 1 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| <p>Die Studierenden sollen das Konzept der Exergie zur Beurteilung des Wertes unterschiedlicher Energieformen beherrschen. Die wichtigen Prozessparameter für thermodynamische Modellprozesse für Gaskraftmaschinen sollen bekannt und verstanden sein. Die Anwendungen thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten auf ideale Mischungen (insbesondere von Gasen, und feuchter Luft) soll leicht gelingen, ebenso wie die Anwendung der Hauptsätze auf reagierende Systeme, mit dem Hauptaugenmerk auf der Verbrennung und technisch relevanter Gasphasenumwandlungen (Reforming etc.). Die thermodynamischen Zusammenhänge für Reinstoffe (z. B. Maxwell-Relationen) wie auch für Mehrkomponenten-Gemische werden beherrscht, das chemische Potential wird verstanden. Die einfachen (maximal eindimensionalen) Gesetzmäßigkeiten der Wärmeübertragung wie das Newtonsche Abkühlungsgesetz, das Stefan-Boltzmann-Gesetz und das Fouriersche Gesetz werden sicher beherrscht und auch im Rahmen des Wärmewiderstandskonzeptes angewandt.</p> <p>Im Rahmen des Praktikums werden vertiefte praktische Kenntnisse der in der Vorlesung vermittelten Gebiete erworben. Im Rahmen der Literaturrecherche zu aktuellen Themen aus der Thermodynamik werden elektronische Datenbanken benutzt und der Aufbau wissenschaftlicher Artikel kennen gelernt.</p> |
| Inhalte |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Exergie

Wärme­kraft­pro­zesse mit Gasen

Mischungen

Thermodynamische Zusammenhänge

5. Thermodynamik reagierender Stoffe

Das chemische Gleichgewicht

Wärmeübertragung, eine Einführung

Die Grundformen der Wärmeübertragung

Der Wärmedurchgang

Wärmeübertrager

Prüfungsleistung

Klausur (Dauer: 120 Minuten)

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| |
|--|
| Literatur |
| Siehe Thermodynamik I, ENERGY-B3-ET-TD1. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Wird durch die Dozierenden bekannt gegeben. |

| Modulname | Modulcode |
|---|---------------|
| Energiewissenschaft I | ENERGY-B3-ES1 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan*in der Fakultät für Physik | Physik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Energy Science | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 3 und 4 | 30 Wochen | P | 6 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|---|
| Keine | Die acht Module des ersten Studienjahres. |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|-----------------------------|--------------|-----|---------|---------|
| I | Energiesysteme im Vergleich | P | 4 | 90 h | 3 |
| II | Energy-Systems Compared | P | 2 | 90 h | 3 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 6 | 180 h | 6 |

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|---|
| Die Studierenden können verschiedene Energiesysteme miteinander vergleichen und dabei Vor- und Nachteile identifizieren. Sie können sich mit Szenarien für die künftige Energieversorgung kritisch auseinandersetzen. Die Studierenden sind in der Lage, sich selbstständig Fakten über ein Energiesystem anzueignen, sie zu bewerten und auf Englisch vorzutragen. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Präsentationstechniken, Fähigkeit zu fachlicher Diskussion auf Englisch. |

| Prüfungsleistungen im Modul |
|--|
| Seminarvortrag auf Englisch. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Es zählt die bessere der Noten für die Module ENERGY-B1-E2 und ENERGY-B3-ES1 mit dem Gewicht 12 Cr. |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | | Modulcode | |
|------------------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Energiewissenschaft I | | ENERGY-B3-ES1 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Energiesysteme im Vergleich | | ENERGY-B3-ES1-EV | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------------------|--------------|
| 3 | WS | Deutsch und Englisch | 30 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 4 | 60 h | 30 h | 90 h | 3 Cr |

| Lehrform |
|---|
| Kolloquium, ggf. Exkursion |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden setzen sich kritisch mit vorhandenen und zukünftigen Energiesystemen auseinander. |
| Inhalte |
| Interne und externe Experten stellen verschiedene Formen der technischen Bereitstellung von Energie, ihrer Speicherung und effizienten Nutzung sowie der damit verbundenen Nachhaltigkeitsgesichtspunkte vor. Angestrebt wird ein offener, interdisziplinärer, wissenschaftlicher Diskurs. An der Schwelle zum Vertiefungsstudium wird die Vielfalt der Spezialisierungsmöglichkeiten aufgezeigt. |
| Prüfungsleistung |
| Siehe ENERGY-B3-ES1-EC. |
| Literatur |
| Wird in den Lehrveranstaltungen angegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Wird durch die Dozierenden bekannt gegeben. |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | | Modulcode | |
|--------------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Energiewissenschaft I | | ENERGY-B3-ES1 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Energy-Systems Compared | | ENERGY-B3-ES1-EC | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 4 | SS | Englisch | 30 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 60 h | 90 h | 3 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Se |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden können sich selbstständig eine wissenschaftlich fundierte Meinung über ein Energiethema bilden. Sie sind für das Auslandsjahr (5. und 6. Semester) darauf vorbereitet, auf Englisch zu kommunizieren. |
| Inhalte |
| Jede/r Studierende hält einen Vortrag auf Englisch über ein Energiethema, das anschließend auf Englisch diskutiert wird. |
| Prüfungsleistung |
| Seminarvortrag, einschließlich einer schriftlichen Ausarbeitung auf Englisch. |
| Literatur |
| Wird individuell zugeteilt. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Wird durch die Dozierenden bekannt gegeben. |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | Modulcode |
|---|---------------|
| Experimentalphysik III | ENERGY-B3-PH3 |
| Modulverantwortliche/ | Fachbereich |
| Studiendekan*in der Fakultät für Physik | Physik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Energy Science | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 3 | 15 Wochen | P | 9 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Keine | ENERGY-B2-PH2 |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|---------------------------------------|--------------|-----|---------|---------|
| I | Grundlagen der Physik 3 | P | 6 | 180 h | 6 |
| II | Energiewissenschaftliches Praktikum 4 | P | 3 | 90 h | 3 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 9 | 270 h | 9 |

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|---|
| Die Studierenden können physikalische Begriffe aus dem in I behandelten Bereich korrekt verwenden, sind mit den entsprechenden Phänomenen vertraut und können einfache Probleme mathematisch erfassen und selbstständig lösen. Sie können die Konzepte anhand selbsttätiger Experimente nachvollziehen. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien, Kommunikations- und Vermittlungstechniken. |

| Prüfungsleistungen im Modul |
|--|
| Klausur in I (benotet, Note ist die Modulnote); 6 Versuchsprotokolle in II (unbenotet); |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Es zählt die bessere der Noten für die Module ENERGY-B3-PH3 und ENERGY-B4-PH4 mit dem Gewicht 18 Cr . |

| Modulname | | Modulcode | |
|---|--|--------------------|-----------------------|
| Experimentalphysik III | | ENERGY-B3-PH3 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Grundlagen der Physik 3 (Elektromagn. Wellen, Optik, Lichtwellen, Materiewellen) | | ENERGY-B3-PH3-GP | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 3 | WS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 90 h | 180 h | 6 Cr |

| Lehrform |
|---|
| Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden können grundlegende Konzepte elektromagnetischer Wellen, der Optik, Lichtwellen und Materiewellen nachvollziehen, kennen die wesentlichen Experimente dazu, können deren Resultate korrekt beurteilen, einfache Probleme aus dem Bereich mathematisch erfassen und selbstständig lösen. |
| Inhalte |
| <p>Harmonische Wellen im Raum Grundlagen und Definition, das Huygens'sche Prinzip der Wellenausbreitung, Reflexion und Brechung, Beugung am Spalt, Beugung an einer Kreisblende, Interferenz: Überlagerung zweier Kugelwellen, mehrere ebener Wellen, Beugung am Gitter, Babinetsches Theorem, Beugung und Fourier-Transformation, Wellenausbreitung in dispersiven Medien.</p> <p>Elektromagnetische Wellen Existenz und grundsätzliche Eigenschaften, Energietransport durch elektromagnetische Wellen Reflexion und Transmission elektromagnetischer Wellen, Elektromagnetische Wellen in homogenen, isotropen, neutralen und leitenden Substanzen, Wechselwirkung elektromagnetischer Wellen mit Metallen, Übertragung von Signalen durch Kabel, Doppler-Effekt und Aberration bei elektromagnetischen Wellen, Entstehung elektromagnetischer Wellen</p> <p>Optik Geometrische Optik, Interferenzerscheinungen, Einfluss der Beugung auf das Auflösungsvermögen abbildender optischer Instrumente, Polarisierungserscheinungen</p> <p>Quantennatur elektromagnetischer Strahlung Strahlung des Schwarzen Körper, spezifische Wärme fester Substanzen, Wechselwirkung elektromagnetischer Strahlung mit Materie: Fotoeffekt, Compton-Effekt, Paareffekt, Photon</p> <p>Wellennatur der Teilchenstrahlung Hypothese von de Broglie, Experimente zum Nachweis von Materiewellen, Darstellung von Materiewellen, Wellenpakete</p> |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| |
|--|
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer 45 - 120 Minuten) |
| Literatur |
| Siehe Literatur zu PHYSIK-B1-GR1 und Folgebände. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Experimentalphysik III | | ENERGY-B3-PH3 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Energiewissenschaftliches Praktikum 4 | | ENERGY-B3-PH3-EP | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|-----------------|
| 3 | WS | Deutsch | 15 Gruppen je 2 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 3 | 45 h | 45 h | 90 h | 3 Cr |

| Lehrform |
|--|
| Pr |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen physikalische Versuchsaufbauten aus dem Grundlagenbereich, können diese fachgerecht aufbauen und benutzen. Sie können Messergebnisse auswerten, beurteilen und die Ergebnisse in geeigneter Form darstellen. |
| Inhalte |
| Empfohlene Versuche aus dem Physikalischen Anfängerpraktikum 2a: D1, D4, D5 oder D7, D8, D9, D16. |
| Prüfungsleistung |
| Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von 6 Versuchen, sowie Anfertigung der Versuchsprotokolle (unbenotet). |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • Walcher: „Praktikum der Physik“ • Eichler, Kronfeld, Sahn: „Das neue Physikalische Grundpraktikum“ • Schenk, Kremer, Beddies, Franke, Galvosas: „Physikalisches Praktikum“ |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Wird durch Aushang bekannt gegeben. |

| Modulname | Modulcode |
|---|---------------|
| Experimentalphysik IV | ENERGY-B4-PH4 |
| Modulverantwortliche/ | Fachbereich |
| Studiendekan*in der Fakultät für Physik | Physik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Energy Science | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 4 | 15 Wochen | P | 9 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Keine | ENERGY-B3-PH3 |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|---------------------------------------|--------------|-----|---------|---------|
| I | Grundlagen der Physik 4 | P | 6 | 180 h | 6 |
| II | Energiewissenschaftliches Praktikum 5 | P | 3 | 90 h | 3 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 9 | 270 h | 9 |

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|---|
| Die Studierenden können physikalische Begriffe aus dem in I behandelten Bereich korrekt verwenden, sind mit den entsprechenden Phänomenen vertraut und können einfache Probleme mathematisch erfassen und selbstständig lösen. Sie können die Konzepte anhand selbsttätiger Experimente nachvollziehen. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien, Kommunikations- und Vermittlungstechniken. |

| Prüfungsleistungen im Modul |
|--|
| 6 Versuchsprotokolle in II (unbenotet); mündliche Prüfung, deren Note die Modulnote ist. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Es zählt die bessere der Noten für die Module ENERGY-B3-PH3 und ENERGY-B4-PH4 mit dem Gewicht 18 Cr . |

| Modulname | | Modulcode | |
|--------------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Experimentalphysik IV | | ENERGY-B4-PH4 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Grundlagen der Physik 4 | | ENERGY-B4-PH4-GP | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 4 | SS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 90 h | 180 h | 6 Cr |

| Lehrform |
|---|
| Vorlesung (V: 4 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden können grundlegende Konzepte der Atom- und Molekülphysik, sowie der Quantenphänomene nachvollziehen, kennen die wesentlichen Experimente dazu, können deren Resultate korrekt beurteilen, einfache Probleme aus dem Bereich mathematisch erfassen und selbstständig lösen. |
| Inhalte |
| <p>Grenzen der klassischen Physik Atomarer Aufbau der Materie Atom- und Elektronen-Hypothese, experimentelle Methoden zur Bestimmung der Loschmidt-Zahl und Elementarladung</p> <p>Atomspektren und Atommodelle Atomare Linienspektren, ältere Atommodelle (Historischer Rückblick), Bohrsches Atommodell, Thomas-Fermi-Modell.</p> <p>Welle-Teilchen-Dualismus und Unschärferelation Welle-Teilchen-Dualismus, Unschärferelation, Beispiel zur Energie-Zeit-Unschärfe.</p> <p>Heisenbergsche Unschärferelation und Ehrenfest-Theorem als Konsequenz der Axiome Heisenbergsche Unschärferelation, Ehrenfest-Theorem.</p> <p>Wellenfunktion Wiederholung und Zusammenfassung, Erläuterung des Begriffs Wahrscheinlichkeit, Wellenfunktion zur Beschreibung eines quantenmechanischen Zustandes, allgemeiner Fall.</p> <p>Lösung der Schrödinger-Gleichung in einfachen Beispielen Streuung freier Teilchen an einer Potentialstufe, Tunneleffekt durch eine Potentialbarriere, Kastenpotential, gebundene Zustände, eindimensionaler harmonischer Oszillator, gebundene und ungebundene Zustände, Allgemeines.</p> |

Das Wasserstoff-Atom, Ein-Elektron-Systeme

Aufstellung und Lösung der Schrödinger-Gleichung, Wellenfunktionen des Ein-Elektron-Systems, Emission /Absorption elektromagnetischer Strahlung, Auswahlregeln für Dipolstrahlung, Termschema

Magnetisches Dipolmoment von Bahndrehimpuls und Eigendrehimpuls des Elektrons

Bahndrehimpuls und magnetisches Moment, Zeemann-Effekt, Spin und magnetisches Moment des Elektrons, Stern-Gerlach-Experiment und Einstein-de Haas-Effekt, Spin-Bahn-Wechselwirkung, Feinstruktur

Mehr-Elektronen-Atome

Modell unabhängiger Teilchen

Zentralfeld-Näherung, Abschirmung des Kernpotentials durch die Elektronenhülle, Elektronen als ununterscheidbare = identische Teilchen, antisymmetrische und symmetrische Wellenfunktion, Austausch-Wechselwirkung, Berücksichtigung des Elektronenspins, Ortswellenfunktion, Spinwellenfunktion und Gesamtwellenfunktion, Antisymmetrie der Gesamtwellenfunktion, Elektronen als Fermionen, Niveauschema des He-Atoms, Pauli-Prinzip, Grundzustände der Viel-Elektronen-Atome, periodisches System der Elemente.

Molekülphysik

Chemische Bindung, LCAO-Methode, bindende und anti-bindende Zustände, elektronische Struktur, Born-Oppenheimer-Näherung, Rotations- und Schwingungsübergänge, optische Spektroskopie (qualitativ)

Prüfungsleistung

Mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten) (benotet).

Literatur

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Experimentalphysik IV | | ENERGY-B4-PH4 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Energiewissenschaftliches Praktikum 5 | | ENERGY-B4-PH4-EP | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|-----------------|
| 4 | SS | Deutsch | 15 Gruppen je 2 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 3 | 45 h | 45 h | 90 h | 3 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Pr |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen physikalische Versuchsaufbauten aus dem Grundlagenbereich, können diese fachgerecht aufbauen und benutzen. Sie können Messergebnisse auswerten, beurteilen und die Ergebnisse in geeigneter Form darstellen. |
| Inhalte |
| Empfohlene Versuche aus dem Physikalischen Anfängerpraktikum 2b: B7, B12, B13, C11, C13, C14 oder C15. |
| Prüfungsleistung |
| Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von 6 Versuchen, sowie Anfertigung der Versuchsprotokolle (unbenotet). |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • Walcher: „Praktikum der Physik“ • Eichler, Kronfeld, Sahn: „Das neue Physikalische Grund-praktikum“ • Schenk, Kremer, Beddies, Franke, Galvosas: „Physikalisches Praktikum“ |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Wird durch Aushang bekannt gegeben. |

| Modulname | Modulcode |
|---|---------------|
| Theoretische Physik III | ENERGY-B3-TH3 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan*in der Fakultät für Physik | Physik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Energy Science | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 3 | 15 Wochen | P | 10 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Keine | ENERGY-B2-TH2 |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|---|--------------|-----|---------|---------|
| I | Elektrodynamik | P | 4 | 150 h | 5 |
| II | Mathematische Methoden der Elektrodynamik | P | 4 | 120 h | 4 |
| III | Computerpraktikum zur Elektrodynamik | P | 1 | 30 h | 1 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 9 | 300 h | 10 |

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|---|
| Die Studierenden kennen den Ursprung und die Dynamik elektromagnetischer Felder. Sie können analytische und rechnerbasierte Methoden der Elektrodynamik anwenden. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien |

| Prüfungsleistungen im Modul |
|---|
| Klausur in I, Klausurnote ist die Modulnote. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Es zählt die bessere der Noten für die Module ENERGY-B3-TH3 und ENERGY-B4-TH4 mit dem Gewicht 24 Cr. |

| Modulname | | Modulcode | |
|-------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Theoretische Physik III | | ENERGY-B3-TH3 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Elektrodynamik | | ENERGY-B3-TH3-ED | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 3 | WS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 4 | 60 h | 90 h | 150 h | 5 Cr |

| Lehrform |
|--|
| Vorlesung (V: 2 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen den Ursprung und die Dynamik elektromagnetischer Felder. Sie können analytische Methoden der Elektrodynamik anwenden. |
| Inhalte |
| Maxwellgleichungen, Lorentzkraft, Skalar- und Vektorpotential, Poisson- und Laplace-Gleichung, Eichinvarianz, CPT-Invarianz, Ladungserhaltung, Elektro- und Magnetostatik, Biot-Savart-Gesetz, Multipol-Entwicklung, Spiegel-Ladungen, Feldlinien und Symmetrien, elektromagnetische Wellen und Strahlung, Elektrodynamik in Materie, Energie- und Impulsdichte des elektromagnetischen Feldes, Poynting-Theorem. nicht prüfungsrelevant für Studierende Bachelor Energy Science: Relativistische Formulierung der Elektrodynamik: Vierervektoren, Feldstärketensor |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten). |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • Jackson: Klassische Elektrodynamik; Nolting: Grundkurs theoretische Physik, Bd. 3 und 4 • Feynman: Lectures on Physics, Vol. 2 and Vol. 1 (Ch. 15-17, 28-34) |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

| | | | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Modulname | | Modulcode | |
| Theoretische Physik III | | ENERGY-B3-TH3 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Mathematische Methoden der Elektrodynamik | | ENERGY-B3-TH3-MA | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Theoretischen Physik | | Physik | P |

| | | | |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
| 3 | WS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| | | | | |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
| 4 | 60 h | 60 h | 120 h | 4 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Vorlesung (V: 2 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden beherrschen die mathematischen Methoden, die für ENERGY-B3-TH3-ED benötigt werden. |
| Inhalte |
| Randwertprobleme, Greensche Theoreme. Funktionentheorie: Holomorphe Funktionen, Residuensatz, analytische Fortsetzung. Distributionen: Deltafunktion, Greensche Funktion. Fouriertransformation. |
| Prüfungsleistung |
| |
| Literatur |
| Wird in der Vorlesung bekannt gegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

| Modulname | | Modulcode | |
|---|--|--------------------|-----------------------|
| Theoretische Physik III | | ENERGY-B3-TH3 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Computerpraktikum zur Elektrodynamik | | ENERGY-B3-TH3-CP | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Theoretischen Physik | | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 3 | WS | Deutsch | 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 1 | 15 h | 15 h | 30 h | 1 Cr |

| Lehrform |
|---|
| Übung im Computerlabor |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden können Rechner zur Problemlösung und Veranschaulichung im Bereich der Elektrodynamik einsetzen. Sie besitzen Grundkenntnisse in MATHEMATICA. |
| Inhalte |
| 6 Programmieraufgaben aus dem Bereich der Elektrodynamik. |
| Prüfungsleistung |
| Siehe Veranstaltung ENERGY-B3-TH3-ED. |
| Literatur |
| Wird im Computerpraktikum bekanntgegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Wird durch die Dozierenden bekannt gegeben. |

| Modulname | Modulcode |
|---|---------------|
| Theoretische Physik IV | ENERGY-B4-TH4 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan*in der Fakultät für Physik | Physik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Energy Science | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 4 | 15 Wochen | P | 14 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Keine | ENERGY-B3-TH3 |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Workload | Credits |
|--|---|--------------|-----|----------|---------|
| I | Quantenmechanik | P | 4 | 150 h | 5 |
| II | Mathematische Meth. der Quantenmechanik | P | 4 | 120 h | 4 |
| III | Computerpraktikum zur Quantenmechanik | P | 1 | 30 h | 1 |
| IV | Statistische Physik I | P | 4 | 120 h | 4 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 13 | 420 h | 14 |

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|--|
| Die Studierenden kennen den konzeptionellen Unterschied zwischen klassischer Mechanik, Quantenmechanik und Statistischer Physik. Sie kennen die statistische Begründung der Thermodynamik und können sie anwenden. Sie können analytische und rechnerbasierte Methoden der Quantenmechanik anwenden. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien |

| Prüfungsleistungen im Modul |
|---|
| Klausur in I, Klausurnote ist die Modulnote. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Es zählt die bessere der Noten für die Module ENERGY-B3-TH3 und ENERGY-B4-TH4 mit dem Gewicht 24 Cr. |

| Modulname | | Modulcode | |
|------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Theoretische Physik IV | | ENERGY-B4-TH4 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Quantenmechanik | | ENERGY-B4-TH4-QM | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 4 | SS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 4 | 60 h | 90 h | 150 h | 5 Cr |

| Lehrform |
|---|
| Vorlesung (V: 2 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen den konzeptionellen Unterschied zwischen klassischer Mechanik und Quantenmechanik. Sie können mit analytischen Methoden einfache quantenmechanische Probleme lösen. |
| Inhalte |
| Schrödingergleichung, eindimensionale Beispiele (Stufe, Barriere, Kasten), Ehrenfest-Theorem, Observable (Messwerte und ihre Wahrscheinlichkeit, diskretes und kontinuierliches Spektrum, Spektraldarstellung, Vertauschungsregeln, Unschärferelation), Darstellungswechsel, Dirac-Notation, Zeitentwicklung (Schrödinger-, Heisenberg- und Wechselwirkungsbild, Energie-Zeit-Unschärfe, Erhaltungsgrößen), Algebra des harmonischen Oszillators, Drehimpuls (Bahndrehimpuls, Spin, Gesamtdrehimpuls), Wasserstoffatom, Pauli Gleichung, Näherungsverfahren (zeitunabhängige und zeitabhängige Störungstheorie, Ritzsches Variationsverfahren), Potentialstreuung in Bornscher Näherung, Bosonen und Fermionen. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten). |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • Schwabl: Quantenmechanik • Nolting: Grundkurs theoretische Physik, Bd. 5 • Schiff: Quantum Mechanics • Cohen-Tannoudji, Diu, Laloé: Quantenmechanik, Bd. 1 und 2 |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

| Modulname | | Modulcode | |
|---|--|--------------------|-----------------------|
| Theoretische Physik IV | | ENERGY-B4-TH4 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Mathematische Methoden der Quantenmechanik | | ENERGY-B4-TH4-MA | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 4 | SS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 4 | 60 h | 60 h | 120 h | 4 Cr |

| Lehrform |
|---|
| Vorlesung (V: 2 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden beherrschen die mathematischen Methoden, die für ENERGY-B4-TH4-QM benötigt werden. Sie kennen die Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie. |
| Inhalte |
| Wahrscheinlichkeitstheorie, Gaußverteilung, Momente, statistische Unabhängigkeit, zentraler Grenzwertsatz, Korrelationsfunktionen. Hilbertraum-Theorie, Funktionenraum L^2 , vollständige Orthonormalsysteme, unitäre und selbstadjungierte Operatoren, Kommutatoren, Schwarzsche Ungleichung, Eigenwerte und Eigenvektoren selbstadjungierter Operatoren, Projektionsoperatoren, Spektraldarstellung. |
| Prüfungsleistung |
| |
| Literatur |
| Wird in der Vorlesung bekannt gegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

| | | | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Modulname | | Modulcode | |
| Theoretische Physik IV | | ENERGY-B4-TH4 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Computerpraktikum zur Quantenmechanik | | ENERGY-B4-TH4-CP | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Theoretischen Physik | | Physik | P |

| | | | |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
| 4 | SS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| | | | | |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
| 1 | 15 h | 15 h | 30 h | 1 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Übung im Computerlabor |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden können Rechner zur Problemlösung und Veranschaulichung im Bereich der Quantenmechanik einsetzen. |
| Inhalte |
| 6 Programmieraufgaben aus dem Bereich der Quantenmechanik. |
| Prüfungsleistung |
| |
| Literatur |
| Wird im Computerpraktikum bekanntgegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Wird durch die Dozierenden bekannt gegeben. |

| Modulname | | Modulcode | |
|------------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Theorie IV | | ENERGY-B4-TH4 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Statistische Physik I | | ENERGY-B4-TH4-SP | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 4 | SS | Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 4 | 60 h | 60 h | 120 h | 4 Cr |

| Lehrform |
|---|
| Vorlesung (V: 2 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden können den Status von Wahrscheinlichkeit in Quantenmechanik und Statistischer Physik unterscheiden. Sie kennen die statistische Begründung der Thermodynamik und können sie anwenden. |
| Inhalte |
| Klassische Statistische Physik: Phasenraumverteilungen, Liouville-Gleichung, Gleichgewichtsensembles, relative Schwankung extensiver Größen, Entropie, Thermodynamische Potentiale, Hauptsätze der Thermodynamik und thermodynamische Relationen, Gleichverteilungssatz, klassisches ideales Gas, van der Waals-Theorie, Phasenübergänge (Molekularfeldnäherung). |
| Prüfungsleistung |
| |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • Schwabl: Statistische Mechanik • Brenig: Statistische Theorie der Wärme • Reif: Statistical Physics • Landau, Lifshitz: Lehrbuch der Theoretischen Physik, Bd. 5 |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

**3. Studienjahr
(Auslandsjahr:
z. B. an der BME)**

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | Modulcode |
|--|------------------|
| Energiewissenschaft II | ENERGY-B5-ES2 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Prof. Aszodi, Prof. Czifrus (Budapest University of Technology and Economics (BME)) | Natural Sciences |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Energy Science | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 5 | 15 Wochen | P | 12 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Keine | Siehe Kooperations-Abkommen mit BME |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|----------------------|--------------|-----|---------|---------|
| I | Kernphysik | P | 4 | 150 h | 5 |
| II | Nukleare Messtechnik | P | 2 | 90 h | 3 |
| III | Plasmaphysik | P | 4 | 120 h | 4 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 10 | 360 h | 12 |

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|--|
| Die Studierenden sind mit den Prinzipien der experimentellen und theoretischen Kernphysik, der Plasmaphysik, den Grundlagen der Kernteilchen-Detektion sowie der Konstruktion und Funktionsweise der verbreitetsten Reaktortypen vertraut. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Internationale Kommunikationsfähigkeiten. |

| Prüfungsleistungen im Modul |
|--|
| Die Modul-Prüfung besteht aus einer Klausur oder mündlichen Prüfung für jeden der Kurse I - III. Die Modulnote berechnet sich aus dem gewichteten Durchschnitt der drei Prüfungen. Das Gewicht entspricht der Summe der Credits für die Kurse I - III. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Es zählt die bessere der Noten für die Module ENERGY-B5-ES2 und ENERGY-B6-ES3 mit dem Gewicht 24 Cr. |

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Energiewissenschaft II | | ENERGY-B5-ES2 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Kernphysik | | ENERGY-B5-ES2-NP | |
| Lehrende/r | | Leereinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende des Institute of Nuclear Techniques (NTI) | | NTI | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 5 | WS | Englisch | 10 - 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 4 | 60 h | 90 h | 150 h | 5 Cr |

| Lehrform |
|---|
| Vorlesung (V: 3 SWS) und Übung (Üb: 1 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte der experimentellen und theoretischen Kernphysik und können sie veranschaulichen. |
| Inhalte |
| Stabilität des Nukleus, Massendefekt, semi-empirische Formel für Bindungsenergie, Kern-Modelle, Kernkräfte, Arten und Theorien des radioaktiven Zerfalls, Arten von Kernreaktionen, Wirkungsquerschnitt und seine Energieabhängigkeit, Wechselwirkungen von Strahlung mit Materie, Abbremsen von Neutronen, Mechanismen von Kernspaltung und Kernfusion, wichtige Beschleunigertypen. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten), wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |
| Literatur |
| Wird in der Vorlesung bekannt gegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Energiewissenschaft II | | ENERGY-B5-ES2 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Nukleare Messtechnik | | ENERGY-B5-ES2-NM | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende des Institute of Nuclear Techniques (NTI) | | NTI | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 5 | WS | Englisch | 10 - 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 60 h | 90 h | 3 Cr |

| Lehrform |
|---|
| Vorlesung (V: 1 SWS) und Übung (Üb: 1 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen die Methoden zum Nachweis von Kernteilchen und können sie anwenden. |
| Inhalte |
| Allgemeine Beschreibung von Kerndetektoren, Funktionsweisen, Leistungsfähigkeit, Auflösungsvermögen, Gasionisationsdetektor, Szintillationsdetektoren, Halbleiterdetektoren, Anwendungsbereiche, in Kernkraftwerken verwendete Detektoren, Spezialdetektoren, Prinzipien der Gamma- und Alpha-Spektroskopie, Kernelektronik, zugeordnete Messtechniken, Auswertung von Messungen. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten), wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |
| Literatur |
| Wird im Kurs angegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Energiewissenschaft II | | ENERGY-B5-ES2 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Plasmaphysik | | ENERGY-B5-ES2-PP | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende des Institute of Nuclear Techniques (NTI) | | NTI | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 5 | SS | Englisch | 10 - 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 4 | 60 h | 60 h | 120 h | 4 Cr |

| Lehrform |
|--|
| Vorlesung (V: 3 SWS) und Übung (Üb: 1 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen die fundamentalen Konzepte, Theorien und Gleichungen der Plasmaphysik und sind vertraut mit der Diagnostik und den Messmethoden von Plasmen. |
| Inhalte |
| Energieerzeugung, Konstruktion von Fusionsreaktoren, Lawson-Kriterium, Fundamentale Gleichungen, Inertial Fusion, Thermodynamisches Gleichgewicht, Ionisation und Strahlungsprozesse im Plasma, Magnetischer Einschluss: Konfigurationen, Teilchenzusammenstöße im Plasma, Theorie des Magnetischen Plasmas, Kinetische Theorie, MHD, Plasmawellen, Gleichgewicht und Instabilitäten im magnetisch eingeschlossenen Plasma, Plasma Diagnostik, Messmethoden, aktuelle Ergebnisse, Errungenschaften. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten), wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |
| Literatur |
| Wird im Kurs angegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

| Modulname | Modulcode |
|--|------------------|
| Energiewissenschaft III | ENERGY-B6-ES3 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Prof. Aszodi, Prof. Czifrus (Budapest University of Technology and Economics (BME)) | Natural Sciences |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Energy Science | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 6 | 15 Wochen | P | 12 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Keine | ENERGY-B5-ES2 |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|--------------------|--------------|-----|---------|---------|
| I | Fusionsanlagen | P | 2 | 60 h | 2 |
| II | Thermohydraulik | P | 4 | 120 h | 4 |
| III | Reaktorphysik | P | 4 | 120 h | 4 |
| IV | Reaktortechnologie | P | 2 | 60 h | 2 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 12 | 360 h | 12 |

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|---|
| Die Studierenden kennen die Grundlagen der Reaktorphysik und Thermohydraulik. Sie sind vertraut mit verschiedenen Kernreakortypen und Fusionsanlagen. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Offenheit im Bezug auf kulturelle Differenzen in der Einstellung zu Technologien. |

| Prüfungsleistungen im Modul |
|---|
| Die Modul-Prüfung besteht aus einer Klausur oder mündlichen Prüfung für jeden der Kurse I - IV. Die Modulnote berechnet sich aus dem gewichteten arithmetischen Mittel der vier Prüfungen. Das Gewicht entspricht der Summe der Credits für die Kurse I - IV. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Es zählt die bessere der Noten für die Module ENERGY-B5-ES2 und ENERGY-B6-ES3 mit dem Gewicht 24 Cr. |

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Energiewissenschaft III | | ENERGY-B6-ES3 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Fusionsanlagen | | ENERGY-B6-ES3-FD | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende des Institute of Nuclear Techniques (NTI) | | NTI | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 6 | SS | Englisch | 10 - 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 30 h | 60 h | 2 Cr |

| Lehrform |
|--|
| Vorlesung (V: 1 SWS) und Übung (Üb: 1 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden sind vertraut mit der Konstruktion und den Funktionsprinzipien von Fusionsanlagen, deren wichtigsten Bestandteilen und den Forschungsrichtungen. |
| Inhalte |
| Technologische Systeme für die Realisation von Fusionsenergieerzeugung, Geschichte der Anlagen, detaillierte Beschreibung der Entwurfskonzepte, Konstruktion, wichtige Bestandteile, wesentliche Hilfssysteme des ASDEX-Upgrade, JET und ITER Tokamak und Wendelstein 7-X Stellarator, die wichtigsten neuen Forschungsrichtungen. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten), wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |
| Literatur |
| Wird im Kurs angegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Energiewissenschaft III | | ENERGY-B6-ES3 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Thermohydraulik | | ENERGY-B6-ES3-TH | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende des Institute of Nuclear Techniques (NTI) | | NTI | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 6 | SS | Englisch | 10 - 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 4 | 60 h | 60 h | 120 h | 4 Cr |

| Lehrform |
|---|
| Vorlesung (V: 3 SWS) und Übung (Üb: 1 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte der Thermohydraulik, mit besonderer Betonung der Reaktorsicherheit und können sie veranschaulichen. |
| Inhalte |
| Technologische Umsetzung von Wärmeabfuhr für verschiedene Reaktortypen; Verteilung von Wärmequellen; Differentialgleichungen zur Wärmeleitung, Lösungen; Gleichungssystem der Hydraulik, Wärmeübertragung, Sieden, Instabilitäten, DNBR; Zweiphasenströmungen; Brennstoffwärmeverteilung, Verkleidung und Kühlmittel; Reaktorsicherheit, Auslegungsstörfälle, Thermische Grenzen, Thermohydraulische Codes. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten), wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |
| Literatur |
| Wird im Kurs angegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Energiewissenschaft III | | ENERGY-B6-ES3 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Reaktorphysik | | ENERGY-B5-ES3-RP | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende des Institute of Nuclear Techniques (NTI) | | NTI | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 6 | WS | Englisch | 10 - 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 4 | 60 h | 60 h | 120 h | 4 Cr |

| Lehrform |
|--|
| Vorlesung (V: 3 SWS) und Übung (Üb: 1 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen die Prinzipien und elementaren Formeln der Kernreaktorphysik und können sie anwenden. |
| Inhalte |
| Beschreibung des Neutronengases, Boltzmannsche Transportgleichung, Rahmenbedingungen, Konzept der Kritikalität, Diffusionstheorie, Einzel-Gruppen- und Multigruppensteuernäherungen, Zeitabhängigkeit, Kinetische Gleichung, Neutronenspektrum, Theorie der Abbremsung, Thermalisierung, Kraftstoff-Gitter, Reaktivitätskoeffizienten, Abbrand, Numerische Methoden. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten), wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |
| Literatur |
| Wird im Kurs angegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Energiewissenschaft III | | ENERGY-B6-ES3 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Reaktortechnologie | | ENERGY-B6-ES3-RT | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende des Institute of Nuclear Techniques (NTI) | | NTI | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 6 | SS | Englisch | 10 - 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 30 h | 60 h | 2 Cr |

| Lehrform |
|---|
| Vorlesung (V: 1 SWS) und Übung (Üb: 1 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden sind vertraut mit den Kernreaktor-Typen, ihrer Charakteristik, den Hauptkomponenten und den Materialien, die zur Konstruktion der Anlagen und zur Brennstoff Herstellung verwendet werden. |
| Inhalte |
| Struktur von Kernkraftwerksreaktoren, Hauptkomponenten, Kernkraftwerkstypen, technologisch realisierbare Verfahren, Brennstoff- und Fertigungs-Arten, Materialien. Druckwasserreaktoren (DWR), herkömmliche und weiterentwickelte DWR. Siedewasserreaktoren, Schwerwasserreaktoren, andere Typen. Typische Daten von Kernreaktoren. Strukturelle Materialien, die Reaktivität kompensierende Materialien, Abschirmungsmaterialien. Strahlenschäden. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten), wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |
| Literatur |
| Wird im Kurs angegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

| Modulname | Modulcode |
|--|------------------|
| Umweltaspekte | ENERGY-B6-EA |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Prof. Aszodi, Prof. Czifrus (Budapest University of Technology and Economics (BME)) | Natural Sciences |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Energy Science | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 6 | 15 Wochen | P | 10 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Keine | ENERGY-B5-ES2 |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|--|--------------|-----|---------|---------|
| I | Strahlenschutz | P | 2 | 60 h | 2 |
| II | Reaktorsicherheit | P | 2 | 60 h | 2 |
| III | Behandlung und Lagerung radioaktiver Abfälle | P | 2 | 60 h | 2 |
| IV | Fortgeschrittenen Praktikum 1 | P | 4 | 120 h | 4 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 10 | 300 h | 10 |

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|--|
| Die Studierenden sind vertraut mit den Prinzipien des Strahlenschutzes und seiner Anwendung bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle; sie kennen die wichtigen Konzepte und Auswirkungen der Reaktorsicherheit und können die in ENERGY-B5-ES2 gelernten grundlegenden Prinzipien anwenden. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Wie kann man technologische Risiken rational bewerten und damit umgehen. |

| Prüfungsleistungen im Modul |
|---|
| Die Modul-Prüfung besteht aus einer Klausur oder mündlichen Prüfung für jeden der Kurse I - III und der Note für den Kurs IV. Die Modulnote berechnet sich aus dem gewichteten arithmetischen Mittel der vier Noten. Das Gewicht entspricht der Summe der Credits für die Kurse I - IV. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Die Note für das Modul ENERGY-B6-EA zählt mit dem Gewicht 10 Cr. |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Umweltaspekte | | ENERGY-B6-EA | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Strahlenschutz | | ENERGY-B6-EA-RP | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende des Institute of Nuclear Techniques (NTI) | | NTI | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 6 | SS | Englisch | 10 - 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 30 h | 60 h | 2 Cr |

| Lehrform |
|---|
| V |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden sind vertraut mit den Auswirkungen der Strahlung und den Grundsätzen des Schutzes gegen verschiedene Strahlungsarten. |
| Inhalte |
| Physikalische, biochemische und biologische Effekte ionisierender Strahlung, Dosis-Konzepte, Radionuklide im lebenden Organismus, Strahlenschutz-Prinzipien, Vorschriften, Grenzwerte, Dosis-Kalkulation und –Messmethoden, Abschirmung, Notfallmaßnahmen, natürliche und künstliche Quellen der Strahlungsdosis. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten), wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |
| Literatur |
| Wird im Kurs angegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Umweltaspekte | | ENERGY-B6-EA | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Reaktorsicherheit | | ENERGY-B6-EA-NS | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende des Institute of Nuclear Techniques (NTI) | | NTI | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 6 | SS | Englisch | 10 – 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 30 h | 60 h | 2 Cr |

| Lehrform |
|---|
| V |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden sind vertraut mit den Prinzipien des sicheren Betriebs von Nuklearanlagen. |
| Inhalte |
| Konzepte und Messmethoden zur Reaktorsicherheit. Deterministische und wahrscheinlichkeitstheoretische Sicherheitsbeurteilung. Der Sicherheitsaspekt bei verschiedenen Kernkraftwerkstypen. Forschungsarbeiten zur Reaktorsicherheit. Gesetze und Verordnungen zur sicheren Nutzung der Kernenergie, Internationale Organisationen. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten), wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |
| Literatur |
| Wird im Kurs angegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Umweltaspekte | | ENERGY-B6-EA | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Behandlung und Lagerung radioaktiver Abfälle | | ENERGY-B6-EA-RW | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende des Institute of Nuclear Techniques (NTI) | | NTI | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 6 | SS | Englisch | 10 – 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 30 h | 60 h | 2 Cr |

| Lehrform |
|---|
| V |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen die Konzepte und Prinzipien, die den Sicheren Umgang, das Management, die Transmutation und die Entsorgung von radioaktivem Abfall betreffen. |
| Inhalte |
| Definition, Klassifikation und Qualifikation von Atommüll. Atommüllherkunft, kerntechnische, industrielle, medizinische Quellen. Techniken zur Volumenreduktion und Aufbereitung. Analyseverfahren, Langzeitrisiken von hochbelastetem Atommüll. Transmutation als potenzielles Werkzeug. Trennungstechnologien. Zwischen- und Endlagerung. Berechnung der Ausbreitung. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten), wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |
| Literatur |
| Wird im Kurs angegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Umweltaspekte | | ENERGY-B6-EA | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Fortgeschrittenen-Praktikum 1 | | ENERGY-B6-EA-EP | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende des Institute of Nuclear Techniques (NTI) | | NTI | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 6 | SS | Englisch | 10 - 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 4 | 60 h | 60 h | 120 h | 4 Cr |

| |
|---|
| Lehrform |
| Pr |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden können die Prinzipien der Kern- und Reaktorphysik, der nuklearen Messtechnik und Thermohydraulik anwenden. |
| Inhalte |
| 6 Praktikums-Übungen im Trainingsreaktor zur Reaktorphysik und nuklearen Messtechnik, 4 Simulator-Übungen zur Reaktorphysik und Thermohydraulik und 2 thermohydraulische Messungen. |
| Prüfungsleistung |
| Die Studierenden planen 12 Experimente und führen sie aus. Sie analysieren die Messergebnisse und dokumentieren sie in einem Bericht. Jeder Bericht wird benotet und die Kursnote ist das aus allen Berichtsnoten gebildete arithmetische Mittel. |
| Literatur |
| Wird im Kurs angegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Richtlinien und Vorschriften über den Zutritt zum Trainingsreaktor. |

| Modulname | Modulcode |
|--|------------------|
| Vertiefung I | ENERGY-B5-AS1 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Prof. Kertész, Prof. Szunyogh (Budapest University of Technology and Economics (BME)) | Natural Sciences |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Energy Science | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 5 | 15 Wochen | P | 12 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Keine | Siehe Kooperations-Abkommen mit BME |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|--|--------------|------|---------|---------|
| I | Festkörperphysik 1 (exp) | P | 4 | 120 h | 4 |
| II | Rechnergestützte Physik (th) | WP | 3 | 90 h | 3 |
| III | Atom- und Molekularphysik (th) | WP | 3 | 90 h | 3 |
| IV | Dynamische Systeme (th) | WP | 2 | 60 h | 2 |
| V | Transportphänomene (th) | WP | 2 | 60 h | 2 |
| VI | Physikalische Optik (th) | WP | 4 | 150 h | 5 |
| VII | Lasertechnologie (exp) | WP | 2 | 60 h | 2 |
| VIII | Laserphysik (exp) | WP | 2 | 90 h | 3 |
| IX | Spektroskopie und Struktur der Materie (exp) | WP | 2 | 90 h | 3 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | ≥ 10 | ≥ 360 h | 12 – 14 |

(exp) Experimentalphysik (th) Theoretische Physik

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|--|
| Die Studierenden verstehen die Basiskonzepte der Festkörperphysik und können sie anwenden. Sie beginnen ihr Fachwissen in ausgewählten Bereichen der Theoretischen oder Experimentalphysik zu vertiefen. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Die Studierenden stellen ein Portfolio aus persönlichen Kompetenzen zusammen. Sie erkennen sowohl persönliche Stärken als auch Schwächen und entscheiden entsprechend über zweckmäßige Lernwege. |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| |
|--|
| Prüfungsleistungen im Modul |
| Es sind Kurse mit einer Summe von 12 bis 14 Credits zu wählen. Die Modul-Prüfung besteht aus einer Klausur oder mündlichen Prüfung für jeden der gewählten Kurse. Die Modulnote berechnet sich aus dem gewichteten arithmetischen Mittel dieser Prüfungen. Das Gewicht entspricht der Summe der Credits der gewählten Kurse. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Zählt mit dem Gewicht 12 - 14 Cr. |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | | Modulcode | |
|---------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Vertiefung I | | ENERGY-B5-AS1 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Festkörperphysik 1 | | ENERGY-B5-AS1-SSP | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 5 | WS | Englisch | 10 - 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 4 | 60 h | 60 h | 120 h | 4 Cr |

| Lehrform |
|---|
| Vorlesung (V: 2 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden verstehen die Basiskonzepte der Festkörperphysik und können sie anwenden. |
| Inhalte |
| Kristallsymmetrien, Kristallstrukturen, Bravais-Gitter. Beugungstheorie, Strukturfaktor, Atomformfaktoren. Röntgenstrahlen, Elektronen- und Neutronenstreuungs-Experimente. Gittervibrationen in harmonischer Approximation, dynamische Matrix, Normalkoordinaten, Dispersionsrelation, Zustandsdichte. Quantenbeschreibung der Gittervibrationen, Energie und Impuls von Phononen, experimentelle Messungen der Dispersionsrelation, Bose-Einstein Statistik, Wärmekapazität von Festkörpern, Debye Approximation. Drude-Modell für Elektronen, Transport und optische Eigenschaften, Fermi-Dirac-Statistik, Wärmekapazität, magnetische Suszeptibilität eines Elektronengases, Bloch-Elektronen, Bänderstruktur in dem Modell der quasifreien Elektronen und dem Tight-Binding-Modell, Effektive Masse. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten), wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • Charles Kittel: Introduction to Solid State Physics (Wiley, New York, 1986) • N. W. Ashcroft and N. D. Mermin: Solid State Physics (Saunders, Philadelphia, 1976) |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

| Modulname | | Modulcode | |
|--------------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Vertiefung I | | ENERGY-B5-AS1 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Rechnergestützte Physik | | ENERGY-B5-AS1-CP | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 5 | WS | Englisch | 10 - 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 3 | 45 h | 45 h | 90 h | 3 Cr |

| Lehrform |
|--|
| Vorlesung (V: 2 SWS) und Projekt (Pj: 1 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden haben ihr Fachwissen in Theoretischer Physik vertieft. |
| Inhalte |
| Der Kurs hat das Ziel einfache Simulationstechniken auf der Grundlage der Statistischen Physik und Programmierung zu zeigen. Begonnen wird mit einer Zusammenfassung der Schwerpunkte der Statistischen Physik (Ensembles, Mittelwerte, Fluktuationen, Ideale Gase, Interagierende Systeme, Phasenübergänge, Lineare Response-Theorie, Transport- und Stochastische Prozesse). Hauptthemen: Monte-Carlo-Methode (Zufallszahlen erzeugen, Importance Sampling, Metropolis-Algorithmus, Randbedingungen, Ensembles, Mittelwerte, Charakteristische Zeit). Phasenübergänge (Skalierung endlicher Größen, kritische Verlangsamung, Beschleunigungstechniken). Algorithmische Eigenschaften von Diskreten Modellen (Perkolation, Magnetische Modelle, Gittergase, Zelluläre Automaten, Wachstumsmodelle). Stochastische Differentialgleichungen (Klassifikation, Peggelklassen, Methoden, Instabilitäten). Molekulardynamik (Wechselwirkungen, Problemlösungstechniken, Ensembles, Ereignisgesteuerte Molekulardynamik, Instabilitäten). |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten), vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • K. Binder (ed.): Monte Carlo Simulation in Statistical Physics (Springer, 1986) • D. Heermann: Computer Simulation in Theoretical Physics (Springer, 1990) • J.Kertész and I. Kondor (eds.): Advances in Computer Simulation (Springer, 1997) • W. Kinzel, G. Reents, M. Clajus, B.Freeland-Clajus: Physics by Computer (Springer, 97) |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

| Modulname | | Modulcode | |
|----------------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Vertiefung I | | ENERGY-B5-AS1 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Atom- und Molekularphysik | | ENERGY-B5-AS1-AM | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 5 | WS | Englisch | 10 - 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 3 | 45 h | 45 h | 90 h | 3 Cr |

| Lehrform |
|---|
| Vorlesung (V: 2 SWS) und Übung (Üb: 1 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden haben ihr Fachwissen in Theoretischer Physik, an der Schnittstelle zur Chemie, vertieft. |
| Inhalte |
| Wiederholung der Prinzipien und Zusammenhänge der Quantenmechanik (Harmonischer Oszillator, Momentum, Wasserstoffatom, Spin, Streuung, Perturbation, Bewegung im elektromagnetischen Feld, relativistische Quantenmechanik). Basierend auf den oben genannten Prinzipien zeigt der Kurs die Grundlagen der folgenden Themen: Schrödinger-Gleichung für Vielteilchensysteme, Born-Oppenheimer-Näherung, Hartree-Fock-Methode, Roothan-Gleichung, Basisfunktionen, Elektronensysteme von Atomen, Gruppentheorie und Eigenschaften von Wellenfunktionssymmetrien, Dichtematrix, Virialtheorem, Hellmann-Feynman-Theorem, Elektronensysteme von Molekülen, Dichtefunktionaltheorie. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten), wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |
| Literatur |
| Wird im Kurs angegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

| Modulname | | Modulcode | |
|---------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Vertiefung I | | ENERGY-B5-AS1 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Dynamische Systeme | | ENERGY-B5-AS1-DS | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 5 | WS | Englisch | 10 - 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 30 h | 60 h | 2 Cr |

| Lehrform |
|---|
| V |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden haben ihr Fachwissen in Theoretischer Physik vertieft. |
| Inhalte |
| <p>Diese Veranstaltung untersucht das qualitative Verhalten von Deterministischen Modellen, die in verschiedenen naturwissenschaftlichen Gebieten, wie der Physik, Chemie oder Biologie verwendet werden. Innerhalb dieser Themenstellung behandelt dieser Kurs Systeme die mit einfachen Differenzialgleichungen und Abbildungen beschrieben werden können.</p> <p>Die folgenden Themen werden diskutiert: Lotka-Volterra- und Brusselator-Modell, konservative und Limit-Cycle Oszillationen, Attraktoren und Bifurkationen von dissipativen Systemen, lokale und globale Stabilität, Logistische Gleichung, Ljapunow-Exponent, Chaos.</p> |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten), wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • J.M.T. Thompson, H.B.Stewart: Nonlinear Dynamics and Chaos (Wiley 1986) • P.Gray, S.K.Scott: Chemical Oscillations and Instabilities (Clarendon, Oxford, 1994) |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | | Modulcode | |
|---------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Vertiefung I | | ENERGY-B5-AS1 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Transportphänomene | | ENERGY-B5-AS1-TP | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 5 | WS | Englisch | 10 - 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 30 h | 60 h | 2 Cr |

| Lehrform |
|--|
| V |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden haben ihr Fachwissen in Theoretischer Physik vertieft. |
| Inhalte |
| Während physikalischer und chemischer Prozesse werden verschiedene Quantitäten transportiert. Das Verständnis dieser Prozesse ist wichtig für die Praxis. Die folgenden Themen werden abgedeckt: Gleichgewichts-Gleichungen, Zustandsgleichungen, konstitutive Gleichungen, Erhaltungssätze, Massen und Komponenten Gleichgewicht, Bilanz der inneren Energie, Fouriersches Gesetz, Gleichungen der Wärmeleitung und ihre analytischen Lösungen, Greensche Funktion, Diffusion, Membranen. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten), wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • H. S. Carslaw, J. C. Jaeger: Conduction of heat in solids (Clarendon, Oxford, 1959) • M. Mulder: Basic principles of membrane technology (Kluwer Academic, 1992) • J. Crank: The mathematics of diffusion (Clarendon, Oxford, 1975) |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | | Modulcode | |
|----------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Vertiefung I | | ENERGY-B5-AS1 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Physikalische Optik | | ENERGY-B5-AS1-PO | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 5 | WS | Englisch | 10 - 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 4 | 60 h | 90 h | 150 h | 5 Cr |

| Lehrform |
|--|
| V |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden haben ihr Fachwissen in Theoretischer Physik vertieft. |
| Inhalte |
| Das Hauptziel des Kurses ist die Einführung moderner Modelle der Lichtausbreitung und die Einübung deren Anwendung für die Beschreibung von grundlegenden optischen Phänomenen. Basierend auf der klassischen Theorie der Elektromagnetischen Wellen werden folgende Themen diskutiert: Ausbreitung in homogenen isotropen und anisotropen Medien, dünne optische Filme, dielektrischer Wellenleiter, Geometrische Optik und Fresnel-Kirchhoffsche Beugungstheorie. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten), wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • Born, Wolf: Principles of Optics (Pergamon Press) • Saleh, Teich: Fundamentals of Photonics (John Wiley & Sons, Inc. 1991). |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | | Modulcode | |
|-------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Vertiefung I | | ENERGY-B5-AS1 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Lasertechnologie | | ENERGY-B5-AS1-LT | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 5 | WS | Englisch | 10 - 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 30 h | 60 h | 2 Cr |

| Lehrform |
|---|
| V |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden haben ihr Fachwissen in Experimentalphysik vertieft. |
| Inhalte |
| Licht-Materie Wechselwirkung. Mechanismen der Linienverbreiterung. Prozesse des Optischen Pumpens. Gesättigte homogene und inhomogene kohärente Verstärker. Optische Resonatoren und Resonatormodi. Gauß'sche Bündel. Laserbetrieb: Bedingungen für Verstärkung und Phase. Einsatz gepulster Laser. Eigenschaften von Laserstrahlung: Bandbreite, Kohärenz, Richtcharakteristik und Leuchtdichte. Lasertypen und Anwendungen von Lasern. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten), wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> Saleh, Teich: Fundamentals of Photonics (John Wiley & Sons, Inc. 1991) |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

| | | | |
|---------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Modulname | | Modulcode | |
| Vertiefung I | | ENERGY-B5-AS1 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Laserphysik | | ENERGY-B5-AS1-LP | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | |

| | | | |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
| 5 | WS | Englisch | 10 - 20 |

| | | | | |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
| 2 | 30 h | 60 h | 90 h | 3 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| V |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden haben ihr Fachwissen in Experimentalphysik vertieft. |
| Inhalte |
| Diese Veranstaltung ist die Fortsetzung des Kurses Lasertechnologie. Semi-klassische- und Quantentheorie des Lasers. Frequenz und Bandbreite der Lasermoden. Frequenzverdopplung, nichtlineare Polarisierung, Phasenübereinstimmung, parametrische Oszillation. Ultrakurze Pulse. Synchronisation der Moden, Pulskompression, geschirpte Spiegel. Fiberlaser und Solitons. Abstimmbare ultrakurze Pulse. Pulsformung. Erzeugung und Messung von TW ultrakurzen und attosekunden Pulsen. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten), wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • O. Svelto: Principles of lasers (Springer 1998) • W. Demtröder: Laser Spectroscopy, Vol. 2: Experimental Techniques (Springer 2008) |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

| Modulname | | Modulcode | |
|---|--|--------------------|-----------------------|
| Vertiefung I | | ENERGY-B5-AS1 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Spektroskopie und Struktur der Materie | | ENERGY-B5-AS1-SSM | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 5 | WS | Englisch | 10 - 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 60 h | 90 h | 3 Cr |

| Lehrform |
|--|
| V |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden haben ihr Fachwissen in Experimentalphysik vertieft. |
| Inhalte |
| <p>Der Kurs kombiniert Elemente der Elektrodynamik, der Quantenmechanik, der Gruppentheorie, der Statistischen Physik, der Optik und der optischen Messtechnik bezüglich der Verwendung von Spektroskopie zur Materialcharakterisierung und Strukturaufklärung.</p> <p>Hauptsächlich werden optische Techniken verwendet (Infrarot- und UV/Vis- Absorptions- und Reflexions-Spektroskopie, Raman-Streuung, Ellipsometrie, optische Rotationsdispersion, Circulardichroismus), aber es werden auch andere Themenbereiche wie Innerschalenanregungen (Röntgen- und Photoelektronen-Spektroskopie) behandelt.</p> <p>Der Zweck der Veranstaltung ist die Vorbereitung der Studierenden auf die Entscheidung mit welcher spektroskopischen Methode eine spezifische Fragestellung beantwortet werden kann und die Fähigkeit die ermittelten Resultate grundsätzlich zu interpretieren.</p> |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten), wird vom Dozierende zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • G. R. Fowles: Introduction to Modern Optics (Dover, 1989) • F. Wooten: Optical Properties of Solids (Academic Press, 1972) • H. Kuzmany: Solid State Spectroscopy, an Introduction (Springer, Berlin, Heidelberg, 1998). |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

| Modulname | Modulcode |
|--|------------------|
| Vertiefung II | ENERGY-B6-AS2 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Prof. Kertész, Prof. Szunyogh (Budapest University of Technology and Economics (BME)) | Natural Sciences |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Energy Science | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 6 | 15 Wochen | P | 6 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Keine | Siehe Kooperations-Abkommen mit BME |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|--|--------------|-----|---------|---------|
| I | Seminar | P | 2 | 90 h | 3 |
| II | Kritische Phänomene (th) | WP | 2 | 90 h | 3 |
| III | Neue Experimente in der Nanophysik (exp) | WP | 2 | 90 h | 3 |
| IV | Kristalline und amorphe Materialien (exp) | WP | 2 | 90 h | 3 |
| V | Optische Spektroskopie (exp) | WP | 2 | 90 h | 3 |
| VI | Wavelets, kohärente Zustände und Multiskalenanalyse (th) | WP | 2 | 90 h | 3 |
| VII | Festkörperphysik II (th) | WP | 2 | 90 h | 3 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | | 180 h | 6 |

(exp) Experimentalphysik (th) Theoretische Physik

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|--|
| Die Studierenden haben Erfahrungen in der Vorbereitung und Präsentation eines wissenschaftlichen Themas gesammelt und können dies vor einem ausländischen Publikum verständlich vortragen. Sie haben ihr Wissen in ausgewählten naturwissenschaftlichen Gebieten vertieft. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Teamwork. Die Fähigkeit das Wesentliche zu erfassen, während man dem Vortrag zuhört und an der anschließenden Diskussion teilnimmt. |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| |
|---|
| Prüfungsleistungen im Modul |
| Die Modul-Prüfung besteht aus der Seminar Präsentation und einer Klausur oder mündlichen Prüfung für einen der gewählten Kurse II - VII. Die Modulnote berechnet sich aus dem gewichteten arithmetischen Mittel der beiden Prüfungen. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Zählt mit dem Gewicht 6 Cr. |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | | Modulcode | |
|-----------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Vertiefung II | | ENERGY-B6-AS2 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Seminar | | ENERGY-B6-AS2-SE | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 6 | SS | Englisch | 10 - 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 60 h | 90 h | 3 Cr |

| Lehrform |
|--|
| Se |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden haben Erfahrungen in der Vorbereitung und Präsentation eines wissenschaftlichen Themas gesammelt und können dies vor einem ausländischen Publikum verständlich vortragen. |
| Inhalte |
| Verschiedene moderne naturwissenschaftliche Themen. |
| Prüfungsleistung |
| Seminar Präsentation auf Englisch (benotet). |
| Literatur |
| Wird im Kurs angegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

| Modulname | | Modulcode | |
|----------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Vertiefung II | | ENERGY-B6-AS2 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Kritische Phänomene | | ENERGY-B6-AS2-SC | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 6 | SS | Englisch | 10 - 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 60 h | 90 h | 3 Cr |

| Lehrform |
|--|
| V |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden haben ihr Fachwissen in Theoretischer Physik vertieft. |
| Inhalte |
| Das Verstehen von quanten-kritischen Phänomenen und ihre Verbindung zur Renormierungsgruppe gehört zum Grundlagenwissen moderner Festkörper-Physiker. Die Veranstaltung baut auf den Kursen Statistische Physik und Quantenmechanik auf und führt die Begriffe der Skaleninvarianz und der Renormierungsgruppe ein, vermeidet aber die üblichen theoretischen Formalismen des Schwerfelds. Die Veranstaltung ist ausgerichtet an folgenden Themen: kritische Phänomene (Einfache Systeme, Universalität, Molekularfeldtheorie), die Renormierungsgruppe (das eindimensionale Ising-Modell, Wilson's Renormierungsgruppen Transformation, feste Punkte, kritische Dimensionen, Korrelationsfunktionen), Phasendiagramme und Skalierung (Übergangsphänomene, Skalierung endlicher Größen, Dimensionsübergang, Quanten-Kritikalität), der störungstheoretische Skalierung Ansatz, (Hamilton-Fixpunkt, Operator zur Produkterweiterung, Epsilon Entwicklung, Anisotropie), niedrig dimensionale Systeme (niedrigere kritische Dimensionen), das XY-Model, Kosterlitz-Thouless-Phasen-Übergang, das O(n)-Modell in $2 + \epsilon$. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten), vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

| Literatur |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • John Cardy: Scaling and Renormalization in Statistical Physics, (Cambridge University Press, 1997) • N. Goldenfeld: Lectures on phase transitions and the renormalization group, (Addison-Wesley, 1992). |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

| Modulname | | Modulcode | |
|---|--|--------------------|-----------------------|
| Vertiefung II | | ENERGY-B6-AS2 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Neue Experimente in der Nanophysik | | ENERGY-B6-AS2-NP | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 6 | SS | Englisch | 10 - 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 60 h | 90 h | 3 Cr |

| Lehrform |
|--|
| V |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden haben ihr Fachwissen in Experimentalphysik vertieft. |
| Inhalte |
| Im Nanometerbereich führt das kohärente Verhalten und die Wechselwirkungen von Elektronen, wie die Körnigkeit der Materie zu markanten Phänomenen, die zum Forschungsbereich der Nanophysik gehören. Der Kurs gibt einen Überblick über die jüngsten grundlegenden Errungenschaften in der Nanophysik mit Schwerpunkt auf der Demonstration und dem Verständnis für neuere experimentelle Ergebnisse. Die folgenden Themen werden besprochen: Herstellung von Halbleiter-Nanostrukturen; Nanodraht; Interferenzphänomene in Nanostrukturen; Schrotrauschen; Quanten-Hall-Effekt; Quantenpunkte; supraleitende Nanostrukturen; Proximity-Effekt. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten), wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • S. Datta: Electronic Transport in Mesoscopic Systems (Cambridge University Press, 1997) • Thomas Ihn: Halbleiter Nanostrukturen (http://www.nanophys.ethz.ch/vorlesung/hlnano/) • Beenakker, van Houten: Quantum Transport in Semiconductor Nanostructures (http://xxx.lanl.gov/abs/cond-mat/0412664). |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Vertiefung II | | ENERGY-B6-AS2 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Kristalline und amorphe Materialien | | ENERGY-B6-AS2-CA | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 6 | SS | Englisch | 10 - 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 60 h | 90 h | 3 Cr |

| Lehrform |
|--|
| V |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden haben ihr Fachwissen in Experimentalphysik vertieft. |
| Inhalte |
| Kristalline, amorphe und glasartige Zustände. Klassifikation von amorphen Halbleitern und Chalkogenidgläsern. Präparationen. Phillips-Theorie. Strukturuntersuchungen: Beugungs- und Computermodelle. Mott's (8-N) Regel. Elektronische Strukturen. DOS, Ladungsfluktuationen, Dotierung. Defekte, Freie Bindungen, Lücken, Strukturdefekte. Photoinduzierte Effekte. Optische Eigenschaften. Anwendungen: Solarzellen, Xerox, DVD, etc. Gleichgewichts- und Nichtgleichgewichtsphasen. Quenching, Glasübergang, Kinetik. Strukturen von Metalllegierungen. Methoden. Elektronische Struktur und magnetische Eigenschaften von amorphen Metalllegierungen. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten), wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • K. Morigaki: Physics of Amorphous Semiconductors (World Scientific, 1999) • Jai Singh, Koichi Shimakawa: Advances in Amorphous Semiconductors (Taylor and Francis, 2003) • Jai Singh: Optical Properties of Condensed Matter (Wiley, 2006). |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

| Modulname | | Modulcode | |
|-------------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Vertiefung II | | ENERGY-B6-AS2 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Optische Spektroskopie | | ENERGY-B6-AS2-OS | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 6 | SS | Englisch | 10 - 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 60 h | 90 h | 3 Cr |

| Lehrform |
|---|
| V |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden haben ihr Fachwissen in Experimentalphysik vertieft. |
| Inhalte |
| <p>Elektromagnetische Wellen im Vakuum und einem Medium; komplexe dielektrische Funktion, Schnittstellen, Reflexion und Transmission.</p> <p>Optische Leitung in Dipolnäherung; Lineare Response-Theorie, Kramers-Kronig-Beziehungen, Summenregel.</p> <p>Einfache optische Modelle der Metalle und Isolatoren, Drude-Modell, Lorentz-Oszillator, Optische Phonone, Elektron-Phonon-Interaktion, Optische Spektroskopie: monochromatische und Fourier-Transformations-Spektrometer.</p> <p>Optische Spektroskopie an wechselwirkenden Elektronensystemen: Exziton, Metall-Isolator-Übergang, Supraleiter.</p> <p>Magnetooptik: Methoden und aktuelle Anwendungen.</p> |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten), wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • H. Kuzmany: Solid State Spectroscopy (Springer, 1998) • L. Mihály, M.C. Martin: Solid State Physics: Problems and Solutions (Wiley, 1996) • S. Sugano, N. Kojima: Magneto-optics (Springer, 1999). |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Vertiefung II | | ENERGY-B6-AS2 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Wavelets, kohärente Zustände und Multiskalenanalyse | | ENERGY-B6-AS2-WC | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 6 | SS | Englisch | 10 - 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 60 h | 90 h | 3 Cr |

| Lehrform |
|---|
| V |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden haben ihr Fachwissen in Theoretischer Physik vertieft. |
| Inhalte |
| <p>Charakterisierung komplexer Verteilungen unter Verwendung einfach interpretierbarer Funktionen der Fourier-Analyse. Zeit-Frequenz-Analyse, window Fourier-Transformation. Gábo-Transformation. Unschärferelation. Shannon-Theorem. Stetige Wavelet-Transformation. Kohärente Zustände. Die Weyl-Heisenberg- und die C-Gruppe.</p> <p>Die Verallgemeinerung der Hilbertraumbasis: Frames. Diskrete Wavelet-Transformation. Rieszbasen. Multiskalenanalyse. Die verfeinerte Gleichung. Biorthogonale und orthogonale Skalierungsfunktionen.</p> <p>Kompaktes Wavelet, Konstruktion der Daubechies-Wavelets. Stetigkeit Differenzierbarkeit, verschwindende Momente, Matrixelemente von physikalischen Operatoren in Wavelet Basen.</p> |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten), wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • Ingrid Daubechies: Ten Lectures on Wavelets (SIAM Philadelphia, 1992) • Charles K. Chui: An Introduction to Wavelets (Academic Press, Sa Diego, 1992) • Ola Bratteli, Palle Jorgensen: Wavelets Through a Looking Glas (Birkhauser, Boston, 2002) |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | | Modulcode | |
|----------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Vertiefung II | | ENERGY-B6-AS2 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Festkörperphysik II | | ENERGY-B6-AS2-BS | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 6 | SS | Englisch | 10 - 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 60 h | 90 h | 3 Cr |

| Lehrform |
|---|
| V |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden haben ihr Fachwissen in Theoretischer Physik vertieft. |
| Inhalte |
| Dieser Kurs zeigt die Beschreibung von interagierenden Vielteilchensystemen (hauptsächlich Elektronensysteme) mit den folgenden Subjekten: Identische Partikel, Zweite Quantisierung, interagierende Elektronensysteme in Bloch- und Wannier-Basis, Ferromagnetismus von Metallen, Lineare Response-Theorie, Suszeptibilität von Metallen, Spindichtefunktionen, Bose-Flüssigkeiten. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten), wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • Abrikosov, Gorkov, Dzyaloshinski: Methods of quantum field theory in statistical physics, Chapter 3. Second quantization. • Further recommendations will be given in the course. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | Modulcode |
|--|------------------|
| Studium Liberale - E3 | ENERGY-B5-SL |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Prof. Kertész, Prof. Szunyogh (Budapest University of Technology and Economics (BME)) | Natural Sciences |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Energy Science | Ba |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 5 und 6 | 30 Wochen | P | 8 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Keine | |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|---|--------------|----------|----------|---------|
| I | Wahlpflicht (nicht aus dem Bereich Natur- oder Ingenieurwissenschaften) | WP | variiert | 30-240 h | 1 - 8 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | | 240 h | 8 |

| |
|---|
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden erweitern ihre Sichtweise und schärfen ihr intellektuelles Profil. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| |

| |
|---|
| Prüfungsleistungen im Modul |
| Wird zu Beginn des jeweiligen Kurses bekannt gegeben. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Die Modulnote ist kein Bestandteil der Gesamtnote. |

4. Studienjahr

| Modulname | Modulcode |
|---|---------------|
| Energiewissenschaft IV | ENERGY-B7-ES4 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan*in der Fakultät für Physik | Physik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Energy Science | Bachelor plus |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 7 | 15 Wochen | P | 12 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Keine | ENERGY-B5-AS1 und –B6-AS2 |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|--|--------------|----------|--------------|----------|
| I | Energierrelevante Materialien: Umwandlung von Solarenergie | WP | 2 | 90 h | 3 |
| II | Energierrelevante Materialien: Thermoelektrik | WP | 2 | 90 h | 3 |
| III | Energierrelevante Materialien: (andere Kurse werden von den Fakultäten Physik, Chemie oder Ingenieurwissen- schaften angeboten) | WP | 2 | 90 h | 3 |
| IV | Elektrizitätswirtschaft | P | 3 | 90 h | 3 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 7 | 270 h | 9 |

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|--|
| Die Studierenden kennen Möglichkeiten zur Optimierung der Effektivität von Energiewandlung oder der Kapazität von Energiespeicherung oder der Eigenschaften des Energietransport durch entsprechende Werkstoffentwicklung. Sie haben Einblick in die Energie als Wirtschaftsgut. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| |

| Prüfungsleistungen im Modul |
|--|
| Klausur oder mündliche Prüfung in zwei der Kursen I – III. Modulnote ist das arithmetische Mittel der Einzelnoten. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Zählt mit dem Gewicht 9 Cr. |

| Modulname | | Modulcode | |
|---|--|--------------------|--------------------------|
| Energiewissenschaften IV | | ENERGY-B7-ES4 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Energierrelevante Materialien: Umwandlung von Solarenergie | | ENERGY-B7-ES4-CS | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|---------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 7 | WS | Englisch | 30 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 60 h | 90 h | 3 Cr |

| Lehrform |
|--|
| V |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden sind vertraut mit den häufig benutzten Materialien für die Wandlung von Sonnenenergie und wissen wie sie optimiert werden können und welche Potentiale zur weiteren Optimierung vorhanden sind. |
| Inhalte |
| Die Konzentration der Materialforschung auf Werkstoffe für die Wandlung von Sonnenenergie in Elektrizität (Photovoltaik), in Wärme (Solarheizung) oder in chemische Energie (Solare Chemie). |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten). |
| Literatur |
| Wird im Kurs angegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|-----------------------------|--------------------------|
| Energiewissenschaften IV | | ENERGY-B7-ES4 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Energierrelevante Materialien: Thermoelektrik | | ENERGY-B7-ES4-TE | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik oder Ingenieurwissenschaften | | Physik oder Maschinenbau | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|---------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 7 | WS | Englisch | 30 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 60 h | 90 h | 3 Cr |

| Lehrform |
|--|
| V |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen Strategien um die Effektivität von thermoelektrischen Materialien zu verbessern. |
| Inhalte |
| Die Konzentration der Materialforschung auf Werkstoffe für die Wandlung von Abwärme in Elektrizität (oder für effiziente elektrische Kühlung). |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten). |
| Literatur |
| Wird im Kurs angegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Energiewissenschaften IV | | ENERGY-B7-ES4 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Energierrelevante Materialien: ... | | ENERGY-B7-ES4-EM | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik, Chemie oder Ingenieurwissenschaften | | | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 7 | WS | Englisch | 30 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 60 h | 90 h | 3 Cr |

| Lehrform |
|--|
| V |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden sind vertraut mit modernen Konzepten der Materialwissenschaften, die die Energiewissenschaften betreffen. |
| Inhalte |
| Andere Veranstaltungen über energierelevante Materialien, z. B. "Strukturbildung und Selbstorganisation", "Materialien für die Energiespeicherung", "Multiferroics für Energiewandlung und -speicherung", ... |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten). |
| Literatur |
| Wird im Kurs angegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

| Modulname | | Modulcode | |
|--------------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Energiewissenschaften IV | | ENERGY-B8-ES4 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Elektrizitätswirtschaft | | ENERGY-B8-ES4-EW | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Elektrotechnik | | Elektrotechnik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|-----------------|
| 8 | SS | Deutsch | V: 180 / Üb: 60 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 3 | 45 h | 45 h | 90 h | 3 Cr |

| Lehrform |
|---|
| Vorlesung (V: 2 SWS) und Übung (Üb: 1 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden verstehen die ökonomischen Zusammenhänge der elektrischen Energieerzeugung, Übertragung und Verteilung und kennen die Funktionsweise des liberalisierten Strommarktes.. |
| Inhalte |
| Struktur der elektr. Energieversorgung in Deutschland und weltweit; Investitionsrechnung in der elektr. Energieversorgung; Kosten der elektr. Energieerzeugung -übertragung; Optimierung und andere Einsparpotentiale; Tarifmodelle; – Aufbau und Funktionsweise des liberalisierten Strommarktes; |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 120 Minuten) |
| Literatur |
| R. Flosdorff; G. Hilgarth: Elektrische Energieversorgung, Teubner Verlag, 1986. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

| Modulname | Modulcode |
|---|---------------|
| Energiewissenschaft V | ENERGY-B8-ES5 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan*in der Fakultät für Physik | Physik |

| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
|---------------------------|---------------------|
| Energy Science | Bachelor plus |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 7-8 | 15 Wochen | P | 12 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Keine | |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|-------------------------------|--------------|-----|---------|---------|
| I | Fortgeschrittenen-Praktikum 2 | P | 6 | 180 h | 6 |
| II | Industriepraktikum | P | - | 300 h | 10 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 6 | 390 h | 16 |

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|--|
| Die Studierenden haben durch Erfahrungen moderne Messmethoden kennen gelernt und wissen, wie man Experimente plant. Sie können Berufsfelder einschätzen und auswählen. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| (Zum Teil selbstständige) Aneignung wirtschaftswissenschaftlicher Grundkenntnisse, Teamfähigkeit. |

| Prüfungsleistungen im Modul |
|---|
| Keine (für den Erwerb der Credits sind die Praktika I und II als unbenotete Studienleistungen zu erbringen) |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| |

| Modulname | | Modulcode | |
|---------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Energiewissenschaften V | | ENERGY-B8-ES5 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Industriepraktikum | | ENERGY-B8-ES5-IP | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------|
| 8 | SS | Deutsch | |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| - | - | 300 h | 300 h | 10 Cr |

| Lehrform |
|---|
| Praktikum in einem Unternehmen |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Einblicke in die betriebliche Praxis und charakteristische Arbeitsvorgänge und deren Zusammenwirken im Funktionsablauf moderner Unternehmen. Zusammenhang zwischen akademischen Lehrinhalten und betrieblicher Praxis. |
| Inhalte |
| Industriepraktikum mit einer Dauer von 8-10 Wochen. Das Praktikum wird von einem Mitglied der Fakultät für Physik mitbetreut. Die Studierenden arbeiten in einem Unternehmen dort mit, wo Naturwissenschaftler, Ingenieure oder Mitarbeiter mit entsprechender Qualifikation tätig sind. Sie bearbeiten Aufgaben der verschiedenen Tätigkeitsfelder exemplarisch unter wissenschaftlicher Anleitung und Betreuung eines Dozierenden der Fakultät für Physik. Dabei werden sie mit Problemdefinition und Lösungsstrategien, mit Teamarbeit und Zeitmanagement vertraut gemacht. |
| Prüfungsleistung |
| Das Praktikum wird als unbenotete Studienleistung absolviert, deren ordnungsgemäße Durchführung von dem betreuenden Hochschullehrer testiert wird. |
| Literatur |
| - |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Studierende sollen sich aktiv bei Dozierende für ein Industriepraktikum mindestens 4 Monate vor angestrebtem Beginn bewerben. Wöchentliche Rücksprachen mit dem Betreuer über den Fortgang des Praktikums werden empfohlen. Das Praktikum kann auch in der vorlesungsfreien Zeit durchgeführt werden. Es kann auch als Einstieg in die Bachelor-Arbeit dienen.

| Modulname | | Modulcode | |
|--------------------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Energiewissenschaften V | | ENERGY-B7-ES5 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Fortgeschrittenen-Praktikum 2 | | ENERGY-B7-ES5-EP | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 7 | WS | Englisch | 30 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 6 | 90 h | 90 h | 180 h | 6 Cr |

| Lehrform |
|---|
| Pr |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden haben durch Erfahrungen gelernt Experimente zu planen. Sie kennen fortgeschrittene Messmethoden und können diese anwenden. |
| Inhalte |
| Sechs Experimente aus dem Praktikum für Fortgeschrittene der Physik oder eine vergleichbare Auswahl z. B. aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften (erfordert Absprache mit dem Prüfungsausschuss). |
| Prüfungsleistung |
| Studienleistung: Die Studierenden bereiten sechs Experimente vor und führen sie aus. Sie werten die Versuche aus und stellen die Ergebnisse in einem Bericht dar. Die Versuche müssen absolviert und testiert werden, sind aber nicht benotet. |
| Literatur |
| |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

| Modulname | Modulcode |
|---|---------------|
| Theorie V | ENERGY-B7-TH5 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan*in der Fakultät für Physik | Physik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Energy Science | Bachelor plus |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 7 | 15 Wochen | P | 6 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Keine | ENERGY-B4-TH4 |

Zugehörige Lehrveranstaltungen¹⁾:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|-----------------------|--------------|-----|---------|---------|
| I | Irreversible Prozesse | P | 6 | 180 h | 6 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 6 | 180 h | 6 |

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|---|
| Die Studierenden kennen den Ursprung der Irreversibilität. Sie sind vertraut mit modernen Konzepten auf dem Spezialgebiet der Theoretischen Physik oder der Chemie. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Urteilsfähigkeit im persönlichen Berufsprofil. |

| Prüfungsleistungen im Modul |
|---|
| mündliche Prüfung. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Zählt mit dem Gewicht 6 Cr. |

1) Der Wahlpflichtkanon kann durch Beschluss des Prüfungsausschusses erweitert werden

| | | | |
|-------------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Modulname | | Modulcode | |
| Theorie V | | ENERGY-B7-TH5 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| (Irreversible Prozesse | | ENERGY-B7-TH5-IP | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | P |

| | | | |
|------------------------------|--------------------|----------|----------------|
| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
| 7 | WS | Englisch | V: 90 / Üb: 20 |

| | | | | |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
| 6 | 90 h | 90 h | 180 h | 6 Cr |

| |
|---|
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen die Statistische Theorie von idealen Quantengasen. Sie haben eine Vorstellung vom Ursprung der Irreversibilität der Naturprozesse. Sie können Basiskonzepte der statistischen Physik des Nichtgleichgewichts und der Transporttheorie anwenden. |
| Inhalte |
| Statistische Quantenphysik: Dichte-Operator, ideale Fermi- und Bose-Gase. Poincaré-Zyklus, Onsager-Theorie, Boltzmann-Gleichung, Lineare Response-Theorie, Thermoelektrische Koeffizienten, ballistischer und diffusiver Transport, Brown'sche Bewegung, Einstein-Beziehung, Langevin- und Fokker-Planck-Gleichung. |
| Prüfungsleistung |
| Eine mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten). |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • Schwabl: Statistische Mechanik • Brenig: Statistische Theorie der Wärme • Reif: Thermal and Statistical Physics. • Datta: Electronic Transport in Mesoscopic Systems. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

| Modulname | Modulcode |
|---|---------------|
| Vertiefung III | ENERGY-B7-AS3 |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan*in der Fakultät für Physik | Physik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Energy Science | Bachelor plus |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 7 und 8 | 30 Wochen | P | 9 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| Keine | ENERGY-B5-AS1 und ENERGY-B5-AS2. |

Zugehörige Lehrveranstaltungen¹⁾:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|---|--------------|--------------|--------------|----------|
| I | Fachkurse in Physik, Chemie oder Ingenieurwissenschaften aus PHYSIK-M1-VT1 bis –VT4 ²⁾ oder ENERGY-B3-ET (nicht bereits belegte Kurse) | WP | 2 – 3 | 90 h | 3 |
| II | | WP | 2 – 3 | 90 h | 3 |
| III | | WP | 2 – 3 | 90 h | 3 |
| IV | Verkehrsphysik | WP | 2 | 90 h | 3 |
| V | Supraleitung und Magnetismus | WP | 2 | 90 h | 3 |
| VI | Ökonophysik | WP | 2 | 90 h | 3 |
| VII | Theoretische Aspekte der Energiespeicherung | WP | 2 | 90 h | 3 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 6 - 9 | 270 h | 9 |

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|---|
| Die Studierenden sind vertraut mit modernen Konzepten der von ihnen gewählten Spezialgebiete der Physik, Chemie oder Ingenieurwissenschaften. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Urteilsfähigkeit im persönlichen Berufsprofil. |

| Prüfungsleistungen im Modul |
|--|
| Klausur oder mündliche Prüfung in den gewählten Lehrveranstaltungen. Modulnote ist das arithmetische Mittel der Einzelnoten. |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Zählt mit dem Gewicht 9 Cr. |

¹⁾ Der Wahlpflichtkanon kann durch Beschluss des Prüfungsausschusses erweitert werden

²⁾ Siehe Modulhandbuch für das Master-Programm Physik an der Universität Duisburg-Essen.

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|--------------------------|
| Vertiefung III | | ENERGY-B7-AS3 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Wahlpflichtkurse aus PHYSIK-M1-VT1 bis -VT4 ¹⁾ oder ENERGY-B3-ET | | ENERGY-B7-AS3-XX | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik, Chemie oder Ingenieurwissenschaften | | Physik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|---------------------------------|--------------------|-----------------------|----------------|
| 7 oder 8 | WS oder SS | Englisch oder Deutsch | V: 90 / Üb: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| | | | 90 h | 3 Cr |

| Lehrform |
|--|
| Vorlesung und Übung |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Je nach gewählter Lehrveranstaltung. |
| Inhalte |
| Je nach gewählter Lehrveranstaltung. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten). |
| Literatur |
| |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

¹⁾ Siehe Modulhandbuch für das Master-Programm Physik an der Universität Duisburg-Essen.

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | | Modulcode | |
|-----------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Vertiefung III | | ENERGY-B7-AS3 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Verkehrsphysik | | ENERGY-B7-AS3-PT | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 7 | WS | Englisch | 90 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 60 h | 90 h | 3 Cr |

| Lehrform |
|---|
| V |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden sind vertraut mit den Lösungsansätzen moderner Verkehrsmodellierungen und Mobilitätskonzepten und können diese anwenden. |
| Inhalte |
| <ul style="list-style-type: none"> - Klassifikation von Verkehrssystemen - Datenbeschaffung und -bearbeitung - Datenanalyse und Identifizierung von Verkehrsphasen - Makro-, meso- und mikroskopische Modelle - Simulationsmethoden - Analytische Ergebnisse und Annäherungswerte - Agentenbasierte Modelle - Zugehörige Systeme - Informationsgenerierung |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten). |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • B. S. Kerner: The Physics of Traffic • D. Helbing: Verkehrsdynamik • D. Chowdury, L. Santen, A. Schadschneider: Statistical Physics of Vehicular Traffic and some related Systems |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

| Modulname | | Modulcode | |
|-------------------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Vertiefung III | | ENERGY-B7-AS3 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Supraleitung und Magnetismus | | ENERGY-B7-AS3-SM | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 7 | WS | Englisch | 90 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 60 h | 90 h | 3 Cr |

| Lehrform |
|---|
| V |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen die theoretischen Beschreibungen und Erklärungen von Supraleitung und kollektiver Magnetismus. |
| Inhalte |
| Supraleitung: Experimentelle Fakten, Cooper-Paare, BCS-Theorie, Ginzburg-Landau-Theorie, Tunnel Phänomene in Supraleitern, Josephson-Effekt. Magnetismus: Austauschinteraktion, Kristallgitter-Modelle, Molekularfeldtheorie, Magnone, Bandferromagnetismus. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten). |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • G. Czycholl: Theoretische Festkörperphysik • N. W. Ashcroft, N. D. Mermin: Solid State Physics • L. D. Landau, E. M. Lifschitz: Lehrbuch der Theor. Phys., Bd. 9 |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

| Modulname | | Modulcode | |
|-----------------------|--|--------------------|-----------------------|
| Vertiefung III | | ENERGY-B7-AS3 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Ökonophysik | | ENERGY-B7-AS3-EP | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 7 | WS | Englisch | 90 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 60 h | 90 h | 3 Cr |

| Lehrform |
|---|
| V |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden können in der Physik entwickelte quantitative Methoden auf Fragestellungen der Ökonomie und Finanzwirtschaft anwenden. Sie sind mit Basiskonzepten des Risikomanagements vertraut. |
| Inhalte |
| <ul style="list-style-type: none"> - Grundbegriffe der Ökonomie und Finanzwirtschaft - Statistische Modellbildung, Stochastische Prozesse und Renditeverteilung - Black-Scholes-Theorie - Korrelationen zwischen Aktienkursen - Portfolio Optimierung und Risikomanagement - Spekulative Theorien |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten). |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • Guhr: Econophysics • Mantegna, Stanley: Introduction to Econophysics • Bouchaud, Potters: Theory of Financial Risk |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

| Modulname | | Modulcode | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| Vertiefung III | | ENERGY-B7-AS3 | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Theoretische Aspekte der Energiespeicherung | | ENERGY-B7-AS3-MT | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 7 | WS | Englisch | 90 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 60 h | 90 h | 3 Cr |

| Lehrform |
|---|
| V |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen ausgewählte theoretische Methoden der Ionen Transport Bestimmung. |
| Inhalte |
| Der Schwerpunkt des Kurses liegt auf Hochtemperatur Brennstoffzellen und der quantitativen Bestimmung des Ionentransports |
| <ul style="list-style-type: none"> – Dichtefunktionaltheorie der Eigenschaften des Grundzustand von Feststoffen wie ZrO_2 dotiert mit Y. – Transport von O^{2-} Ionen: Ansatz leicht elastischer Bänder, Theorie des Übergangszustandes, Monte-Carlo-Methode. |
| Prüfungsleistung |
| Klausur (Dauer: 45 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer: 15 - 60 Minuten). |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • R. Martin: Electronic Structure (Cambridge University Press, 2008) • G. Mills, H. Jónsson, Phys. Rev. Lett. 72, 1124 (1994) • G. H. Vineyard, J. Phys. Chem. Solids 3, 121 (1957) • K. Binder: Monte Carlo methods in statistical physics (Springer, Berlin, 1984) • R. Krishnamurthy, Y.-G. Yoon, D. J. Srolovitz, R. Car, J. Am. Ceram. Soc. 87, 1821 (2004) |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Prüfungsvorleistung: Aktive und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Kriterium für erfolgreiche Teilnahme wird vom Dozierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt. |

| | |
|---|------------------|
| Modulname | Modulcode |
| <i>Fortgeschrittene Methoden der Naturwissenschaften</i> | ENERGY-B7-SM |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan*in der Fakultät für Physik | Physik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Energy Science | Bachelor plus |

| | | | |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
| 7 und 8 | 30 Wochen | P | 9 |

| | |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
| Keine | |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|---------------------------------|--------------|----------|--------------|----------|
| I | Moderne Messmethoden der Physik | WP | 5 | 150 h | 4 |
| II | Computersimulation | WP | 5 | 150 h | 4 |
| III | Projektplanung und Präsentation | P | 2 | 120 h | 4 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | 7 | 270 h | 8 |

| |
|---|
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden sind vertraut mit den fortschrittlichen, experimentellen und computergestützten wissenschaftlichen Werkzeugen, die sie für ihre Bachelor-Arbeit benötigen. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Die Studierenden können ein Projektvorhaben ausarbeiten und präsentieren. |

| |
|--|
| Prüfungsleistungen im Modul |
| Die Bachelor-Arbeit ENERGY-B8-BT ist auch die Prüfung für das Modul ENERGY-B7-SM . |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Die Note der Bachelor-Arbeit zählt mit dem Gewicht 20 Cr . |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | | Modulcode | |
|---|--|--------------------|-----------------------|
| Fortgeschrittene Methoden der Naturwissenschaften | | ENERGY-B7-SM | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Moderne Messmethoden der Physik | | ENERGY-B7-SM-MM | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|----------------|
| 7 | WS | Englisch | K: 90 / Pr: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 5 | 75 h | 45 h | 120 h | 4 Cr |

| Lehrform |
|---|
| Kolloquium (K: 3 SWS) und Praktikum (Pr: 2 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden kennen die gebräuchlichsten experimentellen Methoden zur Charakterisierung physikalischer Phänomene und können sie korrekt anwenden. |
| Inhalte |
| Optische, magnetische und elektronische Spektroskopie mit Neutronen, Elektronen, Photonen und Atomen auf verschiedenen Energieskalen, Röntgenstrukturaufklärung, Chemische Analyse, Elektronenmikroskopie, Magnetometrie. |
| Prüfungsleistung |
| Aktive und erfolgreiche Teilnahme (unbenotet). |
| Literatur |
| Wird im Kurs angegeben. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| Teilnahmebescheinigung |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | | Modulcode | |
|---|--|--------------------|-----------------------|
| Fortgeschrittene Methoden der Naturwissenschaften | | ENERGY-B7-SM | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Computersimulation | | ENERGY-B7-SM-CS | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | WP |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|----------------|
| 7 | WS | Englisch | V: 90 / Pr: 20 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 5 | 75 h | 45 h | 120 h | 4 Cr |

| Lehrform |
|--|
| Vorlesung (V: 2 SWS) und ein Computer-Praktikum (3 SWS) |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden verwenden fortschrittliche Methoden zur Simulation klassischer Vielteilchensysteme. |
| Inhalte |
| Molekulardynamik-Simulationen: Algorithmen, Einstellung von Temperatur und Druck, Korrelationsfunktionen. Monte-Carlo-Simulationen: Zufallszahlengeneratoren, kinetische MC-Simulation, Importance Sampling, Skalierung endlicher Größen, Parallelisierung. |
| Prüfungsleistung |
| Aktive und erfolgreiche Teilnahme (unbenotet). |
| Literatur |
| <ul style="list-style-type: none"> • D. P. Landau, K. Binder: A Guide to Monte Carlo Simulations in Statistical Physics • M. P. Allen, D. J. Tildesley: Computer Simulation of Liquids • K. H. Hoffmann, M. Schreiber: Computational Physics • D. Frenkel, B. Smith: Understanding Molecular Simulations • D. C. Rapaport: The Art of Molecular Dynamics • W. H. Press, et al.: Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | | Modulcode | |
|---|--|--------------------|-----------------------|
| Fortgeschrittene Methoden der Naturwissenschaften | | ENERGY-B7-SM | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Projektplanung und Präsentation | | ENERGY-B7-SM-PP | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik | | Physik | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| 8 | SS | Englisch | 90 |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| 2 | 30 h | 90 h | 120 h | 4 Cr |

| |
|--|
| Lehrform |
| Seminar |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden sind in der Lage wissenschaftliche Informationen zu beschaffen, zu verstehen, zu beurteilen und zu organisieren und anschließend überzeugend zu präsentieren. |
| Inhalte |
| Jeder Studierende hält einen wissenschaftlichen Vortrag über Energie aus den Bereichen Physik, Chemie oder Ingenieurwissenschaften. Die Themen und empfohlene Lektüre werden vorher festgelegt. Die Studierenden erarbeiten ihr Thema unabhängig und führen, wenn notwendig, weitergehende Recherchen aus. Zusammen mit dem Betreuer wird das Material für die Präsentation ausgewählt, verarbeitet und vorgetragen. |
| Prüfungsleistung |
| Aktive und erfolgreiche Teilnahme und eine Präsentation (unbenotet). |
| Literatur |
| Wird individuell zugeteilt. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | Modulcode |
|---|--------------|
| Bachelor-Arbeit | ENERGY-B8-BT |
| Modulverantwortliche/r | Fachbereich |
| Studiendekan*in der Fakultät für Physik | Physik |

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Zuordnung zum Studiengang | Modulniveau (Ba/Ma) |
| Energy Science | Bachelor |

| Vorgesehenes Studiensemester | Dauer des Moduls | Modultyp (P/WP/W) | Credits |
|------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| 8 | 12 Wochen | P | 12 |

| Voraussetzungen laut Prüfungsordnung | Empfohlene Voraussetzungen |
|--|----------------------------|
| Mindestens 200 Credits im Bachelor Studiengang Energy Science (§ 20 Abs. 2 PO) | |

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

| Nr. | Veranstaltungsname | Belegungstyp | SWS | Aufwand | Credits |
|--|--------------------|--------------|-----|---------|---------|
| I | Bachelor-Arbeit | P | - | 360 h | 12 |
| Summe (Pflicht und Wahlpflicht) | | | - | 360 h | 12 |

| Lernergebnisse / Kompetenzen |
|---|
| Die Studierenden können interdisziplinäre Erkenntnisse und wissenschaftliche Methoden zu Fragestellungen der Energie anwenden. Die Resultate können überzeugend schriftlich dargestellt werden. |
| davon Schlüsselqualifikationen |
| Projektmanagement unter Zeitdruck. |

| Prüfungsleistungen im Modul |
|--|
| Die Bachelor-Arbeit ist auch die Prüfung für das Modul ENERGY-B7-SM . |
| Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote |
| Die Note der Bachelor-Arbeit zählt mit dem Gewicht 20 Cr . |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | | Modulcode | |
|---|--|---|-----------------------|
| Bachelor-Arbeit | | ENERGY-B8-BT | |
| Veranstaltungsname | | Veranstaltungscode | |
| Bachelor-Arbeit | | ENERGY-B8-BT | |
| Lehrende/r | | Lehreinheit | Belegungstyp (P/WP/W) |
| Dozierende der Physik, Chemie oder Ingenieurwissenschaften gemäß § 20 Abs. 4 PO | | Physik, Chemie oder Ingenieurwissenschaften | P |

| Vorgesehenes Studiensemester | Angebotshäufigkeit | Sprache | Gruppengröße |
|------------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|
| 8 | SS (und WS) | Deutsch oder Englisch | |

| SWS | Präsenzstudium | Selbststudium | Aufwand | Credits |
|-----|----------------|---------------|---------|---------|
| | | | 360 h | 12 Cr |

| Lehrform |
|---|
| Die Bachelor-Arbeit ist eine Prüfung, bei der der/dem Studierenden persönlich von ihrem/seinem Betreuer eine Fragestellung zugewiesen wird. Innerhalb von 12 Wochen ist dieses Problem, mit wissenschaftlichen Methoden, selbstständig zu lösen und schriftlich darzustellen. |
| Lernergebnisse / Kompetenzen |
| Die Studierenden können interdisziplinäre Erkenntnisse und wissenschaftliche Methoden zu Fragestellungen der Energie anwenden. Sie erzielen eine Beurteilung auf wissenschaftlicher Grundlage und stellen sie in begrenzter Zeit überzeugend in schriftlicher Form dar. |
| Inhalte |
| Das Thema der Arbeit wird individuell vergeben. |
| Prüfungsleistung |
| Bachelor-Arbeit, vom Betreuer und einem zweiten Prüfer bewertet. |
| Literatur |
| Wird individuell zugeteilt. |
| Weitere Informationen zur Veranstaltung |
| |

Legende

Modulcode

Studiengang-AbschlusstypSemester-Modulabkürz.

Veranstaltungscode

Studiengang-AbschlusstypSemester-Modulabkürz.-Veranstaltungsabkürz.

Modulniveau (Ba/Ma)

Ba Bachelor
Ma Master
Bachelor plus¹⁾

Modultyp

Belegungstyp

P Pflicht
WP Wahlpflicht
W Wahl

Angebotshäufigkeit

WS Wintersemester
SS Sommersemester

SWS

Semesterwochenstunden

Aufwand

h Stunden
Cr Credits (ECTS²⁾-Credits (§ 10 PO³⁾)

Lehrform

V Vorlesung
Üb Übung
Pr Praktikum
Pj Projekt
Se Seminar
K Kolloquium
Ex Exkursion

Präsenzstudium

Bei der Berechnung der Präsenzzeit wird eine SWS mit 45 Minuten als eine Zeitstunde mit 60 Minuten gewertet. Dies stellt sicher, dass ein Raumwechsel und evt. Fragen an Lehrende Berücksichtigung finden.

[Inhalte in eckigen Klammern sind nicht prüfungsrelevant für Studierende im Bachelor-Plus-Studiengang Energy Science.]

¹⁾ Vierjähriger Bachelor-Studiengang: Niveau des letzten Jahres vergleichbar mit dem Niveau des ersten Jahres eines zweijährigen Master-Studiengang

²⁾ European Credit Transfer and Accumulation System

³⁾ Prüfungsordnung

Studienplan: Module und Veranstaltungen

| Modulname | Cr | Semester | Veranstaltungsname | Veranstaltungs-Code | Cr | P / WP | Lehrform | SWS | Prüfung |
|------------------------------|----|----------|--|---------------------|----|--------|----------|-----|--------------------------------|
| Allgemeinbildende Grundlagen | 6 | 1 | Grundlagen der Energiewissenschaft | ENERGY-B1-E2-ES0 | 6 | x | V | 4 | Klausur |
| | | | Übung | | | x | Üb | 2 | |
| Experimentalphysik I | 6 | 1 | Grundlagen der Physik 1 | ENERGY-B1-PH1-GP | 6 | x | V | 4 | Klausur |
| | | | Übung | | | x | Üb | 2 | |
| Chemie I | 9 | 1 | Allgemeine Chemie | ENERGY-B1-CH1-AC | 6 | x | V | 4 | Klausur |
| | | | Übung | | | x | Üb | 2 | |
| | | | Energiewissenschaftliches Praktikum 1 | ENERGY-B1-CH1-EP | 3 | x | Pr | 3 | |
| Theoretische Physik I | 8 | 1 | Newton'sche Mechanik | ENERGY-B1-TH1-ME | 4 | x | V | 2 | Klausur |
| | | | Übung | | | x | Üb | 2 | |
| | | | Mathematische Methoden 1 | ENERGY-B1-TH1-MA | 4 | x | V | 2 | |
| | | | Übung | | | x | Üb | 2 | |
| Experimentalphysik II | 12 | 2 | Grundlagen der Physik 2 | ENERGY-B2-PH2- GP | 6 | x | V | 4 | Klausur |
| | | | Übung | | | x | Üb | 2 | |
| | | | Energiewissenschaftliches Praktikum 2 | ENERGY-B2-PH2-EP2 | 3 | x | Pr | 3 | |
| | | | Energiewissenschaftliches Praktikum 3 | ENERGY-B2-PH2-EP3 | 3 | x | Pr | 3 | |
| Chemie II | 4 | 2 | Physikalische Chemie | ENERGY-B2-CH2-PC | 4 | x | V | 2 | Klausur |
| | | | Übung | | | x | Üb | 1 | |
| Theoretische Physik II | 9 | 2 | Fortgeschrittene Mechanik | ENERGY-B2-TH2-ME | 5 | x | V | 2 | Klausur |
| | | | Übung | | | x | Üb | 2 | |
| | | | Computerübung | ENERGY-B2-TH2-CP | | x | Pr | 1 | |
| | | | Mathematische Methoden 2 | ENERGY-B2-TH2-MA | 4 | x | V | 2 | |
| | | | Übung | | | x | Üb | 2 | |
| Schlüsselqualifikationen | 6 | 2 | Datenverarbeitung | ENERGY-B1-SQ-DV | 3 | x | Pr | 2 | Erfolgr. Teiln. |
| | | | Sprachkurs Technisches Englisch | ENERGY-B2-SQ-SKn | 3 | 3 Cr | Üb | 2 | Klausur oder mündliche Prüfung |
| | | | Sprachkurs Englisch für Naturwissenschaftler | ENERGY-B2-SQ-SKn | 3 | | Üb | 2 | |
| | | | Sprachkurs Englisch für Physiker | ENERGY-B2-SQ-SKn | 3 | | Üb | 2 | |
| | | | Sprachkurs Englisch für Chemiker | ENERGY-B2-SQ-SKn | 3 | | Üb | 2 | |
| Experimentalphysik III | 9 | 3 | Grundlagen der Physik 3 | ENERGY-B3-PH3-GP | 6 | x | V | 4 | Klausur oder mündliche Prüfung |
| | | | Übung | | | x | Üb | 2 | |
| | | | Energiewissenschaftliches Praktikum 4 | ENERGY-B3-PH3-EP | 3 | x | Pr | 3 | |
| Theoretische Physik III | 10 | 3 | Elektrodynamik | ENERGY-B3-TH3-ED | 6 | x | V | 2 | Klausur oder mündliche Prüfung |
| | | | Übung | | | x | Üb | 2 | |
| | | | Computerübung | ENERGY-B3-TH3-CP | | x | Pr | 1 | |
| | | | Mathematische Methoden 3 | ENERGY-B3-TH3-MA | 4 | x | V | 2 | |
| | | | Übung | | | x | Üb | 2 | |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | Cr | Semester | Veranstaltungsname | Veranstaltungs-Code | Cr | P / WP | Lehrform | SWS | Prüfung |
|-------------------------------|------------------|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------|----|--------------|----------|-----|---------------------------------------|
| Energietechnik | 12 | 3 | Verbrennungslehre | ENERGY-B3-ET-VB | 4 | 12 Cr | V | 2 | 3 Klausuren |
| | | | Übung | | | | Üb | 1 | |
| | | | Fluiddynamik | ENERGY-B3-ET-FD | 4 | | V | 2 | |
| | | | Übung | | | | Üb | 1 | |
| | | | Regenerative Energietechnik 1 | ENERGY-B3-ET-RE1 | 4 | | V | 2 | |
| | | | Übung | | | | Üb | 1 | |
| | | | Thermodynamik 1 | ENERGY-B3-ET-TD1 | 4 | | V | 2 | |
| | | Übung | Üb | | | | 1 | | |
| | | Elektrische Energieversorgung | ENERGY-B3-ET-EE | 4 | V | | 2 | | |
| | | Übung | | | Üb | | 1 | | |
| | | Brennstoffzellensysteme | ENERGY-B3-ET-BZ | 4 | V | | 2 | | |
| | | Übung | | | Üb | | 1 | | |
| | | Regenerative Energietechnik 2 | ENERGY-B3-ET-RE2 | 4 | V | | 2 | | |
| | | Übung | | | Üb | | 1 | | |
| Thermodynamik 2 | ENERGY-B3-ET-TD2 | 4 | V | 2 | | | | | |
| Übung | | | Üb | 1 | | | | | |
| Energiewissenschaft I | 6 | 3 | Energiesysteme im Vergleich 1 | ENERGY-B3-ES1-EV | 3 | x | K/Ex | 4 | Vortrag |
| | | 4 | Energiesysteme im Vergleich 2 | ENERGY-B3-ES1-EC | 3 | x | Se | 2 | |
| Experimentalphysik IV | 9 | 4 | Grundlagen der Physik 4 | ENERGY-B4-PH4-GP | 6 | x | V | 4 | mündliche Prüfung |
| | | | Übung | | | x | Üb | 2 | |
| | | Energiewissenschaftliches Praktikum 5 | ENERGY-B4-PH4-EP | 3 | x | Pr | 3 | | |
| Theoretische Physik IV | 14 | 4 | Quantenmechanik | ENERGY-B4-TH4-QM | 6 | x | V | 2 | Klausur oder mündliche Prüfung |
| | | | Übung | | | x | Üb | 2 | |
| | | | Computerübung | ENERGY-B4-TH4-CP | | x | Pr | 1 | |
| | | | Mathematische Methoden 4 | ENERGY-B4-TH4-MA | 4 | x | V | 2 | |
| | | | Übung | | | x | Üb | 2 | |
| | | | Statistische Physik 1 | ENERGY-B4-TH4-SP | 4 | x | V | 2 | |
| | | | Übung | | | x | Üb | 2 | |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | Cr | Semester | Veranstaltungsname | Veranstaltungs-Code | Cr | P / WP | Lehrform | SWS | Prüfung | |
|--------------------------------|-----------|----------|--|---------------------|----|--------|----------|-----|---|---|
| Energiewissenschaft II | 12 | 5 | Kernphysik | ENERGY-B5-ES2-NP | 5 | x | V | 3 | Prüfungsregeln der Auslands-Universität | |
| | | | Übung | | | | Üb | 1 | | |
| | | | Nukleare Messtechnik | ENERGY-B5-ES2-NM | 3 | x | V | 1 | | |
| | | | Übung | | | | Üb | 1 | | |
| | | | Plasmaphysik | ENERGY-B5-ES2-PP | 4 | x | V | 3 | | |
| | | | Übung | | | | Üb | 1 | | |
| Vertiefung I | 12 | 5 | Festkörperphysik 1 | ENERGY-B5-AS1-SSP | 4 | x | V | 2 | Prüfungsregeln der Auslands-Universität | |
| | | | Übung | | | | Üb | 2 | | |
| | | | Rechnergestützte Physik | ENERGY-B5-AS1-CP | 3 | 8 Cr | V | 2 | | |
| | | | Übung | | | | Pr | 1 | | |
| | | | Atom- und Molekularphysik | ENERGY-B5-AS1-AM | 3 | | V | 2 | | |
| | | | Übung | | | | Üb | 1 | | |
| | | | Dynamische Systeme | ENERGY-B5-AS1-DS | 2 | | V | 2 | | |
| | | | Transportphänomene | ENERGY-B5-AS1-TP | 2 | | V | 2 | | |
| | | | Physikalische Optik | ENERGY-B5-AS1-PO | 5 | | V | 4 | | |
| | | | Lasertechnologie | ENERGY-B5-AS1-LT | 2 | | V | 2 | | |
| | | | Laserphysik | ENERGY-B5-AS1-LP | 3 | | V | 2 | | |
| | | | Spektroskopie und Struktur der Materie | ENERGY-B5-AS1-SSM | 3 | | V | 2 | | |
| Studium Liberale - E3 | 8 | 5 | Wahl-Veranstaltungen nicht aus den Bereichen Physik, Chemie oder Ingenieurwissenschaften | ENERGY-B5-SL-XX | | | 8 Cr | | | Prüfungsregeln der Auslands-Universität |
| | | 6 | | | | | | | | |
| Energiewissenschaft III | 12 | 6 | Fusionsanlagen | Energy-B6-ES3-FD | 2 | x | V | 1 | Prüfungsregeln der Auslands-Universität | |
| | | | Übung | | | | Üb | 1 | | |
| | | | Thermohydraulik | Energy-B6-ES3-TH | 4 | x | V | 3 | | |
| | | | Übung | | | | Üb | 1 | | |
| | | | Reaktorphysik | Energy-B6-ES3-RP | 4 | x | V | 3 | | |
| | | | Übung | | | | Üb | 1 | | |
| | | | Reaktortechnologie | Energy-B6-ES3-RT | 2 | x | V | 1 | | |
| Übung | Üb | 1 | | | | | | | | |
| Vertiefung II | 6 | 6 | Seminar | Energy-B6-AS2-SE | 3 | x | Se | 2 | Prüfungsregeln der Auslands-Universität | |
| | | | Kritische Phänomene | Energy-B6-AS2-SC | 3 | | V | 2 | | |
| | | | Neue Experimente in der Nanophysik | Energy-B6-AS2-NP | 3 | | V | 2 | | |
| | | | Kristalline und amorphe Materialien | Energy-B6-AS2-CA | 3 | | V | 2 | | |
| | | | Optische Spektroskopie | Energy-B6-AS2-OS | 3 | 3 Cr | V | 2 | | |
| | | | Wavelets, kohärente Zustände und Multiskalenanalyse | Energy-B6-AS2-WC | 3 | | V | 2 | | |
| | | | Festkörperphysik 2 | Energy-B6-AS2-BS | 3 | | V | 2 | | |
| Umwelt Aspekte | 10 | 6 | Strahlenschutz | ENERGY-B6-EA-RP | 2 | x | V | 2 | Prüfungsregeln der Auslands-Universität | |
| | | | Reaktorsicherheit | ENERGY-B6-EA-NS | 2 | x | V | 2 | | |
| | | | Behandlung und Lagerung radioaktiver Abfälle | ENERGY-B6-EA-RW | 2 | x | V | 2 | | |
| | | | Fortgeschrittenen-Praktikum 1 | ENERGY-B6-EA-EP | 4 | x | Pr | 4 | | |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modellstudienplan für das dritte Studienjahr ohne Auslandsaufenthalt (UAR):

| Modulname | Cr | Semester | Veranstaltungsname | Cr | P / WP | Lehrform | SWS | Prüfung | |
|----------------------------------|-----------|---|---|-----|------------------------------------|----------|-------|------------------------------------|-------|
| Energiewissenschaft II | 11 | 5 | Kernkraftwerkstechnik ⁴ | 4 | 2/3 | V | 2 | RUB | |
| | | | Übung | | | Üb | | | 2 |
| | | | Regenerative Energien ⁵ | 4 | | V | 2 | | |
| | | | Übung | | | Üb | 2 | | |
| | | Fluidenergiemaschinen I ⁶ (Grundlagen Strömungsmaschinen) | 4 | 3 | V | 2 | TU Do | | |
| | | Übung | | | Üb | | | 1 | |
| | | Fluidenergiemaschinen II ⁷ (Verdränger) | 3 | 3 | V | 2 | | | |
| | | Übung | | | Üb | 1 | | | |
| | | Prozesse der Energietechnik ⁸ | 3 | 1/3 | V | 2 | RUB | | |
| | | Fusion: Confinement Concepts and First Wall Materials ⁹ | 3 | 3 | V | 3 | | | |
| | | Übung | | | Üb | 1 | | | |
| | | Vertiefung I | 12 | 5 | Einführung in die Festkörperphysik | 6 | 2/3 | x | V |
| Übung | x | | | | Üb | | | 2 | |
| Grundlagen der Plasmaphysik | 3 | | | | V | 2 | | | |
| Laserphysik | 3 | | | | V | 2 | | | |
| Grundlagen der Oberflächenphysik | 3 | | | | V | 2 | | | |
| Studium Liberale | 8 | 5 | Wahl-Veranstaltungen nicht aus den Bereichen | | 8 Cr | | | UDE (IOS) bzw. Partneruniversität | |
| | | 6 | Physik, Chemie oder Ingenieurwissenschaften | | | | | | |
| Energiewissenschaft III | 12 | 6 | Einführung in die elektrische Energietechnik ¹⁰ | 6 | 2/3 | x | V | 4 | TU Do |
| | | | Übung | | | x | Üb | 2 | |
| | | | Dezentrale und regenerative Energieversorgung ¹¹ | 3 | | V | 2 | | |
| | | Übung | Üb | | | 1 | | | |
| | | Einführung in die Kernfusion ¹² | 3 | V | | 2 | RUB | | |
| | | Tiefe Geothermie ¹³ | 3 | V | | 2 | | | |
| Vertiefung II | 11 | 6 | Physikalische Chemie II ¹⁴ | 3 | x | V | 2 | RUB | |
| | | | Übung | | | Üb | 1 | | |
| | | Exogene Prozesse ¹⁵ | 3 | V | | 2 | | | |
| | | Fortgeschrittenenpraktikum 1 | 5 | Pr | | 2 | UDE | | |
| Umwelt-Aspekte | 6 | 6 | Energieaufwendung, Ökobilanzierung & Umwelt ¹⁶ | 3 | x | V | 2 | RUB | |
| | | | Paläoklima & Klimawandel ¹⁷ | | | 3 | V | | 2 |
| Summe Credits | 60 | | | | | | | | |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

| Modulname | Cr | Semester | Veranstaltungsname | Veranstaltungs-Code | Cr | P / WP | Lehrform | SWS | Prüfung |
|--|---------------------------------|-----------------|--|---------------------|----|--------|----------|-----|---|
| Energiewissenschaft IV | 9 | 7-8 | Energierrelevante Materialien: Umwandlung von Solarenergie | ENERGY-B7-ES4-CS | 3 | 6 Cr | V | 2 | 3 Klausuren oder mündliche Prüfungen |
| | | | Energierrelevante Materialien: Thermoelektrik | ENERGY-B7-ES4-TE | 3 | | V | 2 | |
| | | | Energierrelevante Materialien: ... | ENERGY-B7-ES4-EM | 3 | | V | 2 | |
| | | | Elektrizitätswirtschaft | ENERGY-B7-ES4-EW | 3 | | V | 2 | |
| | | | Übung | | | | Üb | 1 | |
| Vertiefung III | 9 | 7 | Fachkurse in Physik, Chemie oder Ingenieurwissenschaften | ENERGY-B7-AS3-XX | 3 | 9 Cr | V | 2 | Klausur oder mündliche Prüfung |
| | | | Verkehrsphysik | ENERGY-B7-AS3-PT | 3 | | V | 2 | |
| | | | Supraleitung und Magnetismus | ENERGY-B7-AS3-SM | 3 | | V | 2 | |
| | | | Ökonophysik | ENERGY-B7-AS3-EP | 3 | | V | 2 | |
| | | | Theoretische Aspekte d. Energiespeicherung | ENERGY-B7-AS3-MT | 3 | | V | 2 | |
| Theoretische Physik V | 6 | 7 | Statistische Physik 2 | ENERGY-B7-AS3-IP | 6 | x | V | 4 | mündliche Prüfung |
| | | | Übung | | | x | Üb | 2 | |
| Energiewissenschaft V | 16 | 7-8 | Fortgeschrittenen-Praktikum 2 | ENERGY-B7-ES5-EP | 6 | x | Pr | 2 | keine |
| | | | Industriepraktikum | ENERGY-B8-ES5-IP | 10 | x | Pr | | |
| Fortgeschrittene Methoden der Naturwissenschaften | 8 | 7 | Moderne Messmethoden der Physik | ENERGY-B7-SM-MM | 4 | 4 Cr | K | 3 | Bachelor-Arbeit ist auch Prüfung für dies Modul |
| | | | Praktikum | | | | Pr | 2 | |
| | | | Computersimulation | ENERGY-B7-SM-CS | 4 | | V | 2 | |
| | | | Computer-Praktikum | | | | Pr | 3 | |
| 8 | Projektplanung und Präsentation | ENERGY-B7-SM-PP | 4 | x | Se | 2 | | | |
| Bachelor-Arbeit | 12 | 8 | Bachelor-Arbeit | ENERGY-B8-BT | 12 | | | | |
| Summe Credits | 240 | | | | | | | | |

| | |
|------------|--|
| Cr | Credits |
| P | Pflichtkurse: x |
| WP | Wahlpflichtkurse: Summe der zu wählenden Credits |
| V | Vorlesung |
| Üb | Übung |
| Pr | Praktikum |
| Pj | Projekt |
| Se | Seminar |
| K | Kolloquium |
| Ex | Exkursion |
| SWS | Semesterwochenstunden |

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

- ⁴RUB 137130 (Physik)
- ⁵RUB 137510 (Physik)
- ⁶TU Dortmund 075502 (Maschinenbau)
- ⁷TU Dortmund 075504 (Maschinenbau)
- ⁸TU Dortmund 067119 (Bio- und Chemieingenieurwesen)
- ⁹RUB 160514 (Physik)
- ¹⁰TU Dortmund 080056 (Elektrotechnik und Informationstechnik)
- ¹¹TU Dortmund 080208 (Elektrotechnik und Informationstechnik)
- ¹²RUB 160513 (Physik)
- ¹³RUB 176605 (Geowissenschaften)
- ¹⁴RUB 180450 (Chemie)
- ¹⁵RUB 176201 (Geowissenschaften)
- ¹⁶RUB 136120 (Energie- und Verfahrenstechnik)
- ¹⁷ RUB 177691 (Geowissenschaften)