



Modulhandbuch
zum
Bachelor-Plus-Studiengang

Energy Science

08. Juli 2024

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Einleitung

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 sind die Studierenden angehalten das dritte Jahr an einer Universität im Ausland zu verbringen. Es bestehen zahlreiche Kooperationen mit Universitäten in Europa und mit außereuropäischen Partnern. Diese Auslandsaufenthalte werden zum größten Teil durch das Erasmus+ Programm und auch durch den DAAD finanzierte Programme unterstützt. In begründeten Ausnahmefällen ist es auch erlaubt, dass dritte Studienjahr im Rahmen eines UA-Ruhr Studiums zu absolvieren.

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 25 bis 30 Stunden Arbeitsaufwand.

Im ersten Studienjahr erfolgt die Lehre in deutscher Sprache. Ab dem zweiten Studienjahr ist die Fachsprache in vielen Veranstaltungen Englisch. Die 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. Neben den energiewissenschaftlichen Grundlagen werden speziell auf den Studiengang zugeschnittene Kenntnisse in Atom- und Kernphysik vermittelt. Im darauf aufbauenden Modul *Physikalische Vertiefung* erwerben die Studierenden, bei einer individuellen Auswahl physikalischer Themenbereiche, Kenntnisse auf dem Stand der aktuellen Forschung.

Im Kompetenzbereich *Experimentalphysik* werden in den ersten zwei Jahren die naturwissenschaftlichen Grundlagen vermittelt. Das schließt fachbezogene Grundlagenpraktika in Experimentalphysik mit ein. Im Modul Fortgeschrittenenpraktikum erlernen die Studierenden den Umgang mit modernen physikalischen Messgeräten sowie die Auswertung und Interpretation der daraus gewonnenen Daten.

Im Kompetenzbereich *Theoretische Grundlagen für Energy Science* 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.

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Der Kompetenzbereich *Weitere Qualifikationen* beinhaltet den *Ergänzungsbereich*, der den Studierenden neben *Allgemeinbildenden Grundlagen* (E2) auch gewisse *Schlüsselqualifikationen* (E1: programmieren 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, Seminaristischer Unterricht, Seminare und ein verpflichtendes Industriepraktikum, bei dem Erfahrungen mit wissenschaftlichen Methoden und Sozialkompetenzen erworben werden können.

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Studienplan für den Bachelor-Plus-Studiengang Energy Science

Anlage 1: Zuordnung der Module zu Kompetenzbereichen (Vollzeitstudium)

Semester	Energiewissenschaft				Experimentalphysik		Theoretische Grundlagen für Energy Science		Weitere Qualifikationen		Cr
	Modul	Cr	Modul	Cr	Modul	Cr	Modul	Cr	Modul	Cr	
1	Energie-wissenschaft 1	9			Experimentalphysik 1	12	Mathematische Methoden	6	E1 Schlüssel-qualifikationen	6	30
2		8			Experimentalphysik 2	9	Theoretische Grundlagen für Energy Science 1	10		6	30
3	Energie-wissenschaft 2	6			Experimentalphysik 3	9	Theoretische Grundlagen für Energy Science 2	9	E2 Allgemeine Chemie	6	30
4	Energie-wissenschaft 3	9	Energie-wissenschaft 4	6			Theoretische Grundlagen für Energy Science 3	8	E2 Physikalische Chemie	7	30
5	3. Studienjahr *)										30
6											30
7	Energie-wissenschaft 6	9	Physikalische Vertiefung	9	Fortgeschrittenen-praktikum	6	Theoretische Grundlagen für Energy Science 4	7	Fortgeschrittene Methoden der Naturwissenschaften	7	31
8									Industriepraktikum	10	29
Σ											180

*) integriertes Studienjahr an einer ausländischen Partneruniversität, alternativ: Studium im Rahmen der Universitätsallianz Ruhr; Studienplan gemäß Learning Agreement

1. Studienjahr

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode
Energiewissenschaft 1: Grundlagen	
Modulverantwortliche/r	Fakultät
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 und 2	30 Wochen	P	17

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungename	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Energiewissenschaftliche Grundlagen 1	P	4	180 h	6
II	Elektrotechnische Grundlagen Energy Science	P	3	90 h	3
III	Energiewissenschaftliche Grundlagen 2	P	4	180 h	6
IV	Anwendungen zu Elektrotechnische Grundlagen Energy Science	P	2	60 h	2
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			13	510 h	17

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 und III ist die Modulnote.
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Allgemeinbildende Grundlagen		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Energiewissenschaftliche Grundlagen 1		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1	WS	Deutsch	

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

Lehrform
Vorlesung (V: 2 SWS) und Tutorium (TU: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden sind in der Lage einfachste Probleme aus den Grundlagen der Physik und der Energiewissenschaften zu beschreiben und lernen den Energiebedarf für diverse Prozesse abzuschätzen.
Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> • Energiebedarf: Mobilität, Heizen und Kühlen, elektrischer Bedarf • Grundlagen und Naturgesetze: Energie und Energieerhaltung, Energieformen, Hauptsätze der Wärmelehre, Wärmekraftmaschine, Entropie und Exergie • Energiebereitstellung/Ressourcen I: Fossile Brennstoffe, Kernenergie, Geothermie
Prüfungsleistung
Klausur zur Veranstaltung I und III
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

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Energiewissenschaft 1: Grundlagen		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Elektrotechnische Grundlagen Energy Science		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1	WS	Deutsch	

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

Lehrform
Vorlesung (V: 3 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden kennen die Grundbegriffe der Elektrotechnik und können sie interpretieren. Die Studierenden erwerben die physikalischen Grundlagen der Elektrotechnik sowie das Grundlagenwissen über Gleichstrom- und Wechselstromschaltungen und können sie anwenden.
Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> • Einführung Gleichspannung, ohmsches Gesetz • Strom-/Spannungsmessung • Innenwiderstand und Leistungsanpassung • Solarzelle als Spannungsquelle • Batterie und Kondensator • Einführung Wechselspannung, Effektiv- und Spitzenwerte • Phase (Wirk- und Blindleistung, 3 Phasen Stromnetz, Stern- und Dreieckschaltung) • Spule/Transformator, galvanische Trennung • Schaltnetzteile, Wechselrichter
Prüfungsleistung
Klausur zur Veranstaltung I und III
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> • Markus Hufschmid, "Grundlagen der Elektrotechnik: Einführung für Studierende der Ingenieur- und Naturwissenschaften", Springer Vieweg • Leonhard Stiny, "Grundwissen Elektrotechnik und Elektronik: Eine leicht verständliche Einführung", 7. Auflage, Springer Vieweg
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Energiewissenschaft 1: Grundlagen		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Anwendungen zu Elektrotechnische Grundlagen Energy Science		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
2	SS	Deutsch	

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

Lehrform
Seminaristischer Unterricht (SU: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden sind in der Lage einfache Schaltungen aufzubauen, deren Messwerte auszuwerten und zu diskutieren.
Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> • Strom- und Spannungsrichtige Messung • Messung einer Spannungsquelle bzw. Solarzelle • Umgang mit dem Oszilloskop • Einführung Arduino (AD & DA Wandler) • Operationsverstärker • Transistor / Optokoppler • Transformator • Strom- / Spannungsregelung • Schaltnetzteil • Wechselrichter
Prüfungsleistung
Klausur zur Veranstaltung I und III
Literatur
Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Energiewissenschaft 1: Grundlagen		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Energiewissenschaftliche Grundlagen 2		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
2	SS	Deutsch	

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 sind in der Lage einfache Probleme aus den Grundlagen der Physik und den Energiewissenschaften zu beschreiben und lernen die Energiebereitstellung und -speicherung für diverse Technologien abzuschätzen.
Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> • Energiebereitstellung/Ressourcen II (Solarenergie, Wasserkraft, Windkraft, Biofuels); • Energiespeicherung und -transport (Wärmespeicher, Elektrizitätsspeicher, Elektrizitätsnetze) • Nachhaltigkeit (Globale Erwärmung, Emissionsreduktion)
Prüfungsleistung
Klausur zur Veranstaltung I und III
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

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode
Experimentalphysik 1	
Modulverantwortliche/r	Fakultät
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	12

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	Vorkurs Mathematik / Physik

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsnamen	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Mechanik	P	8	240 h	8
II	Physikalisches Anfängerpraktikum 1	P	3	90 h	3
III	Schlüsselqualifikationen naturwissenschaftliches Studium	P	1	30 h	1
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)		12	360 h	12	

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 selbstdidiger 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

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Experimentalphysik 1		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Mechanik		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1	WS	Deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
8	120 h	120 h	240 h	8 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 4 SWS); Tutorium (TU: 2 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden können grundlegende Konzepte der klassischen Mechanik 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
<ul style="list-style-type: none"> • Einführung: Arbeitsmethode der Physik, physikalische Größen, Maßsystem, vektorielle Größen, Darstellung physikalischer Zusammenhänge • 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 • Massenpunktsysteme: Newtonsche Bewegungsgleichung, Erhaltungssätze, Wechselwirkungen mit kurzer Reichweite, Stoßgesetze • 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

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

• Reale feste und flüssige Körper: Deformation fester und flüssiger Körper, Kompressibilität, Schweredruck, Auftrieb, Flüssigkeitsgrenzflächen, stationäre Strömung idealer Flüssigkeiten, Druckmessung in Strömungen, Anwendungen der Bernoulli'schen Gleichungen, stationäre Strömungen realer Flüssigkeiten, turbulente Strömungen
Prüfungsleistung
Klausur
Literatur
<ul style="list-style-type: none">• W. Demtröder: Experimentalphysik 1, Springer• Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, de Gruyter• Pfeiler, Experimentalphysik: Mechanik, Schwingungen und Wellen, de Gruyter• Paul A. Tipler: Physik, Springer• Halliday: Physik, Wiley VCH• Halliday, Resnick, Walker "Fundamentals of physics" Wiley-VCH 2009
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Experimentalphysik 1		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Physikalisches Anfängerpraktikum 1		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1	WS	Deutsch	

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
Energy Science relevante Versuche aus dem Physikalischen Anfängerpraktikum
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, Sahm: „Das neue Physikalische Grundpraktikum“ • Bergmann-Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Experimentalphysik 1		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Schlüsselqualifikationen naturwissenschaftliches Studium		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1	WS	Deutsch	

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

Lehrform
Vorlesung/Tutorium
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden kennen den Ablauf des Studiums sowie dessen spezifischen Anforderungen. Zudem werden übergeordnete Kenntnisse zum Thema „studieren“ vermittelt, sowie der Umgang mit LLM.
Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> • Ablauf des Studiums (Module, verschiedene Lehrformen) • Ablauf des Auslandsjahres (mögliche Partneruniversitäten, Learning Agreement, Anerkennung) • Prüfungsordnung und Modulhandbuch • Einblicke in wissenschaftliches Schreiben • Ablauf und Voraussetzungen Bachelorarbeit • Ablauf und Voraussetzungen Industriepraktikum • Bibliothek (Anmeldung, Nutzung und Online-Ressourcen) • Umgang mit Large Language Modellen (LLM) wie z. B. ChatGPT • Plagiate/Selbstplagiate erkennen und vermeiden
Prüfungsleistung
Klausur in I
Literatur
Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Aktive Teilnahme

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode
Experimentalphysik 2	
Modulverantwortliche/r	Fakultät
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	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsname	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Elektrodynamik und Wärmelehre	P	6	180 h	6
II	Physikalisches Anfängerpraktikum 2	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), Versuchsprotokolle in II (unbenotet). Klausurnote in I ist die Modulnote.
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Experimentalphysik 2		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Elektrodynamik und Wärmelehre		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
2	SS	Deutsch	

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</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 • Der I. Hauptsatz der Wärmelehre: Zustandsänderungen am idealen Gas, Reversible und irreversible Zustandsänderungen, spezielle Kreisprozesse, Wärmepumpe und Kältemaschine • 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 • Transportphänomene: Molekulardiffusion, Wärmeleitung, Viskosität <p>Elektrodynamik</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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, Kirchhoff'sche 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

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

<ul style="list-style-type: none">• Wechselstromkreise: Wechselstrom, Wechselstromkreis mit komplexen Widerständen, komplexe Widerstände, lineare Netzwerke, elektromagnetischer Schwingkreis, Gleichrichtung• Materie im magnetischen Feld: Magnetische Suszeptibilität, Dia-, Para-, Ferromagnetismus
Prüfungsleistung
Klausur
Literatur
<ul style="list-style-type: none">• W. Demtröder: Experimentalphysik 1 und 2, Springer• Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, de Gruyter• Pfeiler, Experimentalphysik, Band 2 und 3, de Gruyter• Paul A. Tipler: Physik, Springer• Halliday: Physik, Wiley VCH
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Experimentalphysik 2		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Physikalisches Anfängerpraktikum 2		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
3	SS	Deutsch	

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
Energy Science relevante Versuche aus dem Physikalischen Anfängerpraktikum 2
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, Sahm: Das neue Physikalische Grundpraktikum • Bergmann, Schäfer: Experimentalphysik
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode
Mathematische Methoden für Energy Science	
Modulverantwortliche/r	Fakultät
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	Vorkurs Mathematik

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsnamen	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Mathematische Methoden für Energy Science	P	6	180 h	6
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			6	180 h	6

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden kennen die wesentlichen Grundlagen der mathematischen Methoden für Energy Science und können diese Grundlagen anwenden.
davon Schlüsselqualifikationen
Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien

Prüfungsleistungen im Modul
Klausur in I, Klausurnote ist die Modulnote.
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Mathematische Methoden für Energy Science		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Mathematische Methoden für Energy Science		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Theoretischen Physik	Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
1	WS	Deutsch	

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 kennen die grundlegenden mathematischen Methoden und sind in der Lage, diese an konkreten Beispielen aus der Physik schriftlich anzuwenden.
Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> • Analysis von Funktionen in einer Variablen: Folgen und Reihen, Grenzwert, Stetigkeit, Differenzieren, Integrieren • Elementare Funktionen: Exponential- und Logarithmusfunktion, trigonometrische und Hyperbelfunktionen sowie deren Umkehrfunktionen, Additionstheoreme • Funktionenreihen: Potenzreihen, Taylorreihe, Fourierreihe • Vektoren und Matrizen: Skalarprodukt, Matrixprodukt, Kreuzprodukt (in drei Dimensionen), Orthonormalbasis, Determinante, Eigenwertprobleme, Eigenvektoren • Komplexe Zahlen: Definition, kartesische und Polardarstellung, Rechengesetze, Euler-Formel • Krummlinige Koordinatensysteme: ebene Polar-, Zylinder- und Kugelkoordinaten • Volumen-, Oberflächen- und Linien-Integrale • Gewöhnliche Differentialgleichungen: Direkte Integration, Trennung der Variablen, Exponentialansatz • Fourier-Transformationen: Faltungssatz, Bandbreiten-Theorem (ohne Beweis) <p>nicht: Konvergenzkriterien, Levi-Civita-Kalkül, Vektoranalysis, abstrakte und unendlich-dimensionale Vektorräume</p>
Prüfungsleistung
Klausur
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> • Riley; Hobson; Bence: Mathematical Methods For Physics and Engineering; Cambridge
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode
Theoretische Grundlagen für Energy Science 1	
Modulverantwortliche/r	Fakultät
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	10

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsnamen	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Klassische Mechanik für Energy Science	P	6	180 h	6
II	Computerpraktikum zur klassischen Mechanik	P	2	60 h	2
III	Konzepte der Programmierung	P	2	60 h	2
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			10	300 h	10

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden haben die Entwicklung abstrakterer Konzepte der klassischen Mechanik nachvollzogen und können diese korrekt anwenden.
Die Studierenden sind mit den Grundlagen der Programmierung in Theorie und Praxis vertraut.
davon Schlüsselqualifikationen

Prüfungsleistungen im Modul
Klausur in I, Klausurnote ist die Modulnote.
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Theoretische Grundlagen für Energy Science 1		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Klassische Mechanik für Energy Science		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Theoretischen Physik	Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
2	SS	Deutsch	

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 kennen die Grundbegriffe der klassischen Mechanik und können sie korrekt anwenden und daraus mit analytischen Methoden Schlüsse ziehen. Sie sind in der Lage, einfache Modelle für Phänomene aus diesem Bereich der Klassischen Mechanik zu entwickeln, mathematisch zu formulieren und analytisch zu lösen und ihre Lösung schriftlich und mündlich zu präsentieren.

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> • Grundprinzipien der Newtonschen Mechanik: Inertialsysteme, Trägheitssatz, Bewegungsgesetz, Wechselwirkungsprinzip, Superpositionsprinzip, Kraft, Masse, Impuls, Kräftegleichgewicht • Eindimensionale Bewegung eines Massenpunktes: Lösung von Anfangswertproblemen (direkte Integration, Trennung der Variablen, Energiemethode, Überprüfen eines Ansatzes), insbesondere der Bewegung im homogenen Schwerkraftfeld und im harmonischen Potential (auch mit Reibung und Antrieb), kinetische Energie, Leistung, Arbeit, Bewegungsformen in der Potentiallandschaft, harmonische Näherung • Mehrdimensionale Bewegung eines Massenpunktes: Physikalische Vektoren, Bewegungen in drei Dimensionen (harmonischer Oszillator, Ladung im homogenen elektrischen/magnetischen Feld), Bahndrehimpuls, Zentrifugal- und Corioliskraft, konservative Kraftfelder (potentielle Energie, Gradient, Rotation) • Konservative Zentralkraftfelder: Energie- und Drehimpulserhaltung, effektives Potential für Radialbewegung, Bahnkurven für Kepler-Problem qualitativ, Gravitationsfeld einer massiven Kugel (Feldlinien und Äquipotentialflächen) • Mechanik der Mehrteilchensysteme: Erhaltungssätze (Energie, Impuls, Drehimpuls), Schwerpunkts- und Relativbewegung • Mechanik ausgedehnter Körper: Massendichte, Translations- und Rotationsenergie, Bahn- und Eigendrehimpuls, Trägheitsmomente, Drehmomentgleichgewicht, Analogie Translation/Rotation • Schwingungen mehrerer Freiheitsgrade: Schwebung, Schwingungsdämpfer, Normalmoden und Dispersionsrelation der linearen Kette <p>nicht: Rotationen um beliebige Achsen, Streutheorie, mechanische Ähnlichkeit, Dimensionsanalyse, Trägheitstensor, Kreisel, Strömungsmechanik, Lagrange- und Hamiltonmechanik, Phasenraum</p>

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Prüfungsleistung
Klausur
Literatur
<ul style="list-style-type: none">• Nolting: Grundkurs theoretische Physik, Bd.1• Kuypers: Klassische Mechanik Wiley VCH
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Theoretische Grundlagen für Energy Science 1		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Computerpraktikum zur klassischen Mechanik		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Theoretischen Physik	Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
2	SS	Deutsch	

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

Lehrform
Praktikum im Computerlabor
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden können Probleme der klassischen Mechanik mittels selbsterstellter Python-Programme lösen, die Ergebnisse interpretieren und zur Veranschaulichung visualisieren.
Inhalte
Programmieraufgaben aus dem Bereich der Mechanik.
Prüfungsleistung
Portfolio (unbenotet)
Literatur
Wird im Computerpraktikum bekannt gegeben.
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode			
Theoretische Grundlagen für Energy Science 1				
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode			
Konzepte der Programmierung				
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)		
Dozierende der Physik	Physik	P		
Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße	
1	WS	Deutsch		
SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
2	30 h	30 h	60 h	2 Cr
Lehrform				
Seminaristischer Unterricht im Computerlabor				
Lernergebnisse / Kompetenzen				
Die Studierenden kennen verschiedene Programmierparadigmen und einige sie vertretende Programmiersprachen jenseits von Python. Sie kennen das Konzept abstrakter Datentypen einerseits, aber auch Hintergründe der Darstellung numerischer Typen sowie der Speicherverwaltung und resultierende Performance-Implikationen. Sie können eine Problemgrößenanalyse durchführen, können Hilfsmittel wie Debugger und Profiler bedienen und kennen Regeln guten Programmierstils.				
Inhalte				
<ul style="list-style-type: none"> Sprachen und Paradigmen: Compiler- und Interpretersprachen, JIT-Compilerdeklarative Sprachen, imperative Sprachen, modulare/objektorientierte Programmierung, ereignisorientierte Sprachen „gute“ Programmierstile Datentypen/-strukturen: Namen, Variablen, Objekte; homogene/heterogene Container; Strukturen, Klassen; Scope, Kapselung; Darstellung im Speicher; mathematische Typen, Genauigkeit, Grenzen Analyse und Werkzeuge: Laufzeitverhalten, Komplexitätstheorie, Resourcenverbrauch, Profiler, Debugger 				
Prüfungsleistung				
Portfolio				
Literatur				
Wird in der Veranstaltung angegeben.				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode
E1: Schlüsselqualifikationen	
Modulverantwortliche/r	Fakultät
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 und 2	30 Wochen	P	9

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungename	Belegungstyp	SWS	Workload	Credits
I	Grundlagen der Programmierung	P	2	90 h	3
II	Sprachkurs Englisch f. Physiker	P	2	90 h	3
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			4	180 h	6

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden sind mit den Grundlagen der Programmierung in Theorie und Praxis vertraut. Die Studierenden haben ihre Englischkenntnisse fachspezifisch erweitert. Sie gewinnen Schlüsselqualifikationen für ihr Studium.
davon Schlüsselqualifikationen
Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien, Kommunikations- und Vermittlungstechniken
Prüfungsleistungen im Modul
Aktive und erfolgreiche Teilnahme in I und II. Klausur oder mündliche Prüfung in III
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote
Geht nicht in die Gesamtnote ein.

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
E1: Schlüsselqualifikationen		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Grundlagen der Programmierung		
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
Seminaristischer Unterricht (SU) im Computerlabor
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden können einfache Python-Programme entwickeln, inklusive grafischer Darstellung der damit gewonnenen Daten.
Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> • Erlernen der Grundlagen der Programmiersprache Python • Erlernen der Grundelemente der Programmierung: Variablen, Listen, Ein-/Ausgabe, Kontrollstrukturen (bedingte Verzweigung, Schleifen), selbstdefinierte Funktionen, Erstellen von Plots
Prüfungsleistung
Portfolio
Literatur
Wird in der Veranstaltung angegeben.
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
E1: Schlüsselqualifikationen		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Fachsprachenkurs Englisch		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende des IwiS ¹⁾	IwiS ¹⁾	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
2	SS	Englisch	

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

Lehrform
Vorlesung
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden haben ihre Englischkenntnisse fachspezifisch erweitert.
Inhalte
Fachspezifischer Sprachkurs in Englisch.
Prüfungsleistung
Klausur oder mündliche Prüfung
Literatur
Wird im Kurs angegeben.
Weitere Informationen zur Veranstaltung

1) Institut für wissenschaftliche Studien

2. Studienjahr

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode
Energiewissenschaft 2	
Modulverantwortliche/r	Fakultät
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	6

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungename	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Colloquium Energy-Systems Compared	P	4	90 h	3
II	Seminar 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 (unbenotet)
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Energiewissenschaft 2		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Colloquium Energy-Systems Compared		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
3	WS	Deutsch und Englisch	

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. Angestrebgt wird ein offener, interdisziplinärer, wissenschaftlicher Diskurs. An der Schwelle zum Vertiefungsstudium wird die Vielfalt der Spezialisierungsmöglichkeiten aufgezeigt.
Prüfungsleistung
Literatur
Wird in den Lehrveranstaltungen angegeben.
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Anwesenheitspflicht

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Energiewissenschaft 2		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Seminar Energy-Systems Compared		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
3	WS	Englisch	

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

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode
Energiewissenschaft 3	
Modulverantwortliche/r	Fakultät
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	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsnamen	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Atomic and Nuclear Physics for Energy Science	P	5	180 h	6
II	Fundamental Laboratory Course Energy Science	P	3	90 h	3
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			9	270 h	9

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden erfassen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte der Atom- und Kernphysik. Sie verstehen die praktische Relevanz der Atom- und Kernphysik für das Gebiet der Energiegewinnung. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind sie in der Lage, mit Begriffen der Atom- und Kernphysik wissenschaftlich zu diskutieren und ihre Lösungen argumentativ darzustellen und zu begründen.
davon Schlüsselqualifikationen
Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien, Präsentationstechniken, Teamfähigkeit

Prüfungsleistungen im Modul
Klausur in I
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Energiewissenschaft 3		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Atomic and Nuclear Physics for Energy Science		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
4	WS	Englisch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
5	75 h	105 h	180 h	6 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 3 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden erfassen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte der Atom- und Kernphysik. Nach aktiver Teilnahme am Modul sind sie in der Lage, Aufgaben aus der der Atom- und Kernphysik zu analysieren und selbstständig zu lösen. Sie können die erworbenen Kenntnisse auf typische Experimente anwenden und auf neue Problemstellungen übertragen. Sie sind in der Lage, mit Begriffen der der Atom- und Kernphysik wissenschaftlich zu diskutieren und ihre Lösungen zu Aufgaben der der Atom- und Kernphysik argumentativ darzustellen und zu begründen.
English version:
The students comprehend the basic terms, phenomena and concepts of atomic and nuclear physics. After active participation in the module, they are able to analyse and independently solve tasks from atomic and nuclear physics. They can apply the acquired knowledge to typical experiments and transfer it to new problems. They are able to discuss scientifically with terms of atomic and nuclear physics and to present and explain their solutions to tasks of atomic and nuclear physics argumentatively.

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung des modernen Atombegriffs; Basisexperimente: Gasentladung, Entdeckung des Elektrons, Rutherford-Streuung, Atomare Linienspektren, Franck-Hertz-Versuch • Schwarzkörperstrahlung (solar), Compton-Effekt, Beugungsexperimente mit Teilchen, Unschärferelation, Bohrsches Atommodell, Welle-Teilchen-Dualismus • Wellenfunktion zur Beschreibung eines quantenmechanischen Zustands, Schrödinger-Gleichung, einfache eindimensionale stationäre Beispiele: Potenzialstufe, Tunneleffekt, Kastenpotenzial, gebundene und ungebundene Zustände • Das Wasserstoffatom, Energie-Zustände und Quantenzahlen, Bahndrehimpuls und magnetisches Moment, Atomorbitale, Termschema und Grotrian-Diagramme, Spin und Stern-Gerlach-Versuch, Feinstruktur und Spin-Bahn-Wechselwirkung, wasserstoffähnliche Systeme • Atome mit mehreren Elektronen, Ununterscheidbarkeit, Pauli-Prinzip und Fermionen, Hundsche Regeln, Periodensystem der Elemente

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

- Wechselwirkung von Atomen mit elektromagnetischen Feldern, Zeeman-Effekt, Absorption und Emission von Photonen, Auswahlregeln für Dipolstrahlung, Prinzip des Lasers
- Natur der chemischen Bindung, LCAO-Methode, bindende und anti-bindende Zustände, Kernfreiheitsgrade, Wärmekapazität, chemische Energie, fossile und nichtfossile Brennstoffe, Grundzüge der Elektrochemie, galvanische Elemente, Brennstoffzellen
- Struktur der Atomkerne, Bindungsenergie und einfache Kernmodelle (Tröpfchen- und Schalen-Modell)
- Kernzerfall und -umwandlung und Radioaktivität, Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Kernspaltung und deren technische Nutzung, Reaktortypen, Entsorgung von strahlendem Abfall, solare Kernfusion, technische Nutzung der Kernfusion

English version:

- Development of the modern concept of the atom; basic experiments: gas discharge, discovery of the electron, Rutherford scattering, atomic line spectra, Franck-Hertz experiment
- Blackbody radiation (solar), Compton effect, diffraction experiments with particles, uncertainty principle, Bohr model, wave-particle duality
- Wave function describing a quantum mechanical state, Schrödinger equation, simple one-dimensional stationary examples: Potential step, tunnel effect, box potential, bound and free states
- The hydrogen atom, energy states and quantum numbers, orbital angular momentum and magnetic moment, atomic orbitals, Grotrian diagrams, spin and Stern-Gerlach experiment, fine structure and spin-orbit interaction, hydrogen-like systems
- Atoms with many electrons, indistinguishable particles, Pauli principle and fermions, Hund's rules, periodic table of the elements
- Interaction of atoms with electromagnetic fields, Zeeman effect, absorption and emission of photons, selection rules for dipole radiation, principle of lasers
- Nature of chemical bonding, LCAO method, bonding and anti-bonding states, nuclear degrees of freedom, heat capacity, chemical energy, fossil and non-fossil fuels, basic principles of electrochemistry, galvanic elements, fuel cells
- Structure of atomic nuclei, binding energy and simple nuclear models (droplet and shell model)
- Nuclear decay and transformation, radioactivity, interaction of radiation with matter, nuclear fission and its technical use, reactor types, disposal of radiating waste, solar nuclear fusion, technical use of nuclear fusion

Prüfungsleistung

Klausur

Literatur

Demtröder, Experimentalphysik, 3 und 4, Springer

J.R. Foot, Atomic Physics, Oxford

Jaffe, Taylor, The Physics of Energy, Cambridge

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Energiewissenschaft 3		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Fundamental Laboratory Course Energy Science		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
4	SS	Englisch	

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.
English version: The students know physical experimental set-ups from the basic area, can set them up professionally and apply them. They can evaluate and assess measurement results and present the results in a suitable form.
Inhalte
Energy Science relevante Versuche
English version: Experiments relevant to Energy Science
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, Sahm: „Das neue Physikalische Grundpraktikum“ • Schenk, Kremer, Beddies, Franke, Galvosas: „Physikalisches Praktikum“
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode
Energiewissenschaft 4	
Modulverantwortliche/r	Fakultät
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	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungename	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Material Physics for Energy Science	P	5	180 h	6
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			5	180 h	6

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden erfassen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte der Materialphysik. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind sie in der Lage, mit Begriffen der Materialphysik wissenschaftlich zu diskutieren und ihre Lösungen argumentativ darzustellen und zu begründen.
davon Schlüsselqualifikationen
Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien

Prüfungsleistungen im Modul
Klausur in I
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Energiewissenschaft 4		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Material Physics for Energy Science		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
4	SS	Englisch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
5	75 h	105 h	180 h	6 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 3 SWS) und Übung (Üb: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden erfassen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte der Materialphysik. Nach aktiver Teilnahme am Modul sind sie in der Lage, Aufgaben aus der Materialphysik zu analysieren und selbstständig zu lösen. Sie können die erworbenen Kenntnisse auf typische Experimente anwenden und auf neue Problemstellungen übertragen. Sie sind in der Lage, mit Begriffen der Materialphysik wissenschaftlich zu diskutieren und ihre Lösungen zu Aufgaben der Materialphysik argumentativ darzustellen und zu begründen.
English version: Students understand the basic terms, phenomena and concepts of materials physics. After active participation in the module, they are able to analyse and independently solve tasks from materials physics. They can apply the acquired knowledge to typical experiments and transfer it to new problems. They are able to scientifically discuss with terms of materials physics and to present and discuss their solutions to tasks of materials physics.

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> • Kristallsymmetrien, Kristallstrukturen, Bravais-Gitter (an einem System erläutern), Beugungstheorie – in abgespeckter Form/Inhalt • Röntgenstrahlen, Elektronen- und Neutronenstreuungs-Experimente • Gittervibrationen in harmonischer Approximation, Dispersionsrelation, Zustandsdichte – im Detail nur in 1D • Quantisierung der Gittervibrationen, Energie und Impuls von Phononen, experimentelle Messungen der Dispersionsrelation, Bose-Einstein Statistik, Wärmekapazität von Festkörpern, Debye Approximation • Bloch-Elektronen, Bänderstruktur in dem Modell der quasifreien Elektronen und dem Tight-Binding-Modell, Effektive Masse • Fermi-Dirac-Statistik, Wärmekapazität der Elektronen • Transport und optische Eigenschaften, Drude-Modell für Elektronen • Thermoelektrik: Seebeck-Effekt, zugehörige Experimente (Thermoelemente etc.) • Halbleiter (Einführung dazu bei Bandstruktur): Dotierung, pn Übergang, Diode, Solarzelle, Transistor • „Moderne Themen“ Magnetokalorik

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

- Wärmeleitung

English version:

- Quantisation of lattice vibrations, energy and momentum of phonons, experimental measurements of dispersion relation, Bose-Einstein statistics, heat capacity of solids, Debye approximation
- Bloch electrons, band structure in the model of quasi-free electrons and the tight-binding model, effective mass
- Fermi-Dirac statistics,
- Heat capacity of electrons
- Transport and optical properties,
- Drude model for electrons
- Thermoelectrics: Seebeck effect, related experiments (thermocouples etc.)
- Semiconductors (introduction to this in band structure): Doping, pn junction, diode, solar cell, transistor
- "Modern topics" Magnetocalorics
- Heat conduction

Prüfungsleistung

Klausur in I

Literatur

R. Gross, Festkörperphysik, de Gruyter
Ibach, Lüth, Solid State Physics, Springer

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode
Theoretische Grundlagen für Energy Science 2	
Modulverantwortliche/r	Fakultät
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	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsnamen	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Quantum Mechanics for Energy Science	P	6	210 h	7
II	Scientific Programming for Quantum Mechanics	P	1	60 h	2
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			7	270 h	9

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden kennen den konzeptionellen Unterschied zwischen klassischer Mechanik und Quantenmechanik. Sie können analytische Methoden der Quantenmechanik anwenden.
English version:
Students know the conceptual difference between classical mechanics and quantum mechanics. They can apply analytical methods of quantum mechanics.

Prüfungsleistungen im Modul
Klausur in I, Klausurnote ist die Modulnote.
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Theoretische Grundlagen für Energy Science 2		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Quantum Mechanics for Energy Science		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
3	WS	Englisch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
6	90 h	120 h	210 h	7 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 4 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.
English version: The students know the conceptual difference between classical mechanics and quantum mechanics. They can use analytical methods to solve simple quantum mechanical problems using analytical methods.
Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> • Quantenphänomene: Wellen-Teilchen-Dualismus, de Broglie-Formel, Schrödinger-Gleichung, Stern-Gerlach- und Doppelspalt-Experiment • Elementare Wellenmechanik in einer Dimension: Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Impuls-Observable, Impuls-Darstellung, Korrespondenzprinzip, stationäre Zustände und ihre Superposition, das freie Teilchen, Streuzustände, Unbestimmtheitsrelation • Eindimensionale Anwendungen: unendlicher und endlicher Potentialtopf, harmonischer Oszillator, Potentialstufe, Tunnel-Effekt, Streuung am delta-Potential, Bloch-Theorem, Bandstruktur, Kronig-Penney-Modell, Störungstheorie & Fermis Goldene Regel (ohne Herleitung) • Wasserstoff-Atom: Schrödinger-Gleichung in drei Dimensionen, Bahndrehimpuls, Spektrum des Wasserstoffatoms (ohne Herleitung), Atomorbitale (ohne Herleitung) • Dirac-Formulierung der Quantenmechanik: Dirac-Notation für Spin-1/2-Teilchen und endliche diskrete Systeme, Zustandsänderung bei ungestörter Dynamik und (wiederholter) Messung, Larmor-Präzession • Identische Teilchen: Symmetrisierungs-Postulat, bindende und anti-bindende Zustände diatomarer Moleküle, Schalenstruktur von Mehrelektronenatomen, Periodensystem <p>nicht: Mathematik der Hilbert-Räume, Spektraltheorem, Zeitentwicklungsoperator, Heisenberg-Bild, Algebraische Quantisierung, Drehimpulsalgebra und -addition, dreidimensionale Streutheorie</p>

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Englisch version:

- **Quantum phenomena:** Wave-particle duality, de Broglie formula, Schrödinger equation, Stern-Gerlach and double-slit experiment
- **Elementary wave mechanics in one dimension:** Probability interpretation, momentum observables, momentum representation, correspondence principle, stationary states and their superposition, the free particle, scattering states, uncertainty relation
- **One-dimensional applications:** infinite and finite potential well, harmonic oscillator, potential step, tunnel effect, scattering at the delta potential, Bloch theorem, band structure, Kronig-Penney model, perturbation theory & Fermi's Golden Rule (without derivation)
- **Hydrogen atom:** Schrödinger equation in three dimensions, orbital angular momentum, spectrum of the hydrogen atom (without derivation), atomic orbitals (without derivation)
- **Dirac formulation of quantum mechanics:** Dirac notation for spin-1/2 particles and finite discrete systems, change of state with unperturbed dynamics and (repeated) measurement, Larmor precession
- **Identical particles:** Symmetrisation postulate, binding and anti-binding states of diatomic molecules, shell structure of multi-electron atoms, periodic table

not: Mathematics of Hilbert spaces, spectral theorem, time evolution operator, Heisenberg picture, algebraic quantisation, angular momentum algebra and addition, three dimensional scattering theory.

Prüfungsleistung

Klausur

Literatur

- Cohen-Tannoudji, Diu, Laloé: Quantenmechanik, Bd. 1 und 2
- Griffiths: Quantenmechanik; Pearson

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Theoretische Grundlagen für Energy Science 2		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Scientific Programming for Quantum Mechanics		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Theoretischen Physik	Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
3	WS	Englisch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
1	15 h	45 h	60 h	2 Cr

Lehrform
Praktikum im Computerlabor
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden können Rechner zur Problemlösung und Veranschaulichung im Bereich der Quantenmechanik einsetzen. Sie besitzen Grundkenntnisse in MATHEMATICA.
Inhalte
Programmieraufgaben aus dem Bereich der Quantenmechanik
Prüfungsleistung
Literatur
Wird im Computerpraktikum bekanntgegeben.
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Studienleistung: Portfolio

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode				
Theoretische Grundlagen für Energy Science 3					
Modulverantwortliche/r	Fakultät				
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	8		
Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen				
Keine	ENERGY-B3-TH3				
Zugehörige Lehrveranstaltungen:					
Nr.	Veranstaltungsnamen	Belegungstyp	SWS	Workload	Credits
I	Electrodynamics for Energy Science	P	6	180 h	6
II	Scientific Programming for Electrodynamics	P	1	60 h	2
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			7	240 h	8
Lernergebnisse / Kompetenzen					
Die Studierenden haben den Aufbau der Elektrodynamik verstanden und kennen Eigenschaften und Verhalten von Ladungen und elektromagnetischen Feldern. Die Studierenden sind in der Lage, konkrete Aufgaben aus der Elektrodynamik mathematisch zu formulieren und zu lösen.					
English version:					
The students have understood the structure of electrodynamics and know the properties and behaviour of charges and electromagnetic fields. The students are able to mathematically formulate and solve concrete tasks from electrodynamics.					
davon Schlüsselqualifikationen					
Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien					
Prüfungsleistungen im Modul					
Mündliche Prüfung in I, Prüfungsnote ist die Modulnote.					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote					

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Theoretische Grundlagen für Energy Science 3		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Electrodynamics for Energy Science		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
4	SS	Deutsch	

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 kennen den Ursprung und die Dynamik elektromagnetischer Felder. Sie können analytische Methoden der Elektrodynamik anwenden, physikalische Aufgabenstellungen aus diesem Bereich lösen und ihre Lösung schriftlich und mündlich präsentieren.
English version:

The students know the origin and the dynamics of electromagnetic fields. They can apply analytical methods of electrodynamics, solve physical problems from this area and present their solution in written and oral form.

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> • Elektrische Ladung: Ladung, Ladungs- und Stromdichte, Ladungserhaltung, Lorentzkraft • Elementare Vektoranalysis: Quellen und Wirbel von Vektorfeldern, Integralsätze von Gauß und Stokes • Elektro- und Magnetostatik: Coulomb-Gesetz, elektrisches Potential, Gauß-, Biot-Savart-, Ampere-Gesetz, Kondensatoren, elektrostatische Energiedichte, Spiegelladungsmethode, Dipolmoment, Dielektrikum im Plattenkondensator, Spulen, magnetisches Moment, Para- und Diamagnet in langer Spule • Elektrodynamik: Maxwell-Ergänzung, Induktion, Faraday-Gesetz, Energie einer Spule, magnetostatische Energiedichte, Energiestromdichte, elektrische Schwingkreise • Elektromagnetische Wellen: Maxwell-Gleichungen, skalare und vektorielle Wellengleichung, ebene und Kugelwelle, Wellengleichung für die elektromagnetischen Felder, Energietransport, Strahlungsdruck, Wellen in linearen Medien

nicht: magnetisches Vektorpotential, Funktionensysteme, Multipolentwicklung, elektromagnetische Potentiale, Eichtransformationen, Impuls/Drehimpuls des elektromagnetischen Feldes, Maxwellscher Spannungstensor, beschleunigte Punktladung, Hertzscher Dipol, Fresnel-Gleichungen, Absorption und Dispersion

English version:
<ul style="list-style-type: none"> • Electric charge: charge, charge and current density, conservation of charge, Lorentz force • Elementary vector analysis: sources and vortices of vector fields, integral theorems of Gauss and Stokes

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

- **Electro- and magnetostatics:** Coulomb's law, electric potential, Gauss, Biot-Savart, Ampere's law, capacitors, electrostatic energy density, mirror lung method, dipole moment, dielectric in plate capacitor, coils, magnetic moment, para- and diamagnet in long coil
- **Electrodynamics:** Maxwell's addition, induction, Faraday's law, energy of a coil, magneto-static energy density, energy current density, electrical oscillating circuits
- **Electromagnetic waves:** Maxwell's equations, scalar and vector wave glide, plane and spherical wave, wave equation for the electromagnetic fields, energy transport, radiation pressure, waves in linear media

not: magnetic vector potential, function systems, multipole development, electromagnetic potentials, calibration transformations, momentum/rotary momentum of the electromagnetic field, Maxwell's voltage tensor, accelerated point charge, Hertzian dipole, Fresnel equations, absorption and dispersion

Prüfungsleistung

Mündliche Prüfung

Literatur

- Jackson: Klassische Elektrodynamik
- Griffiths: Elektrodynamik

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Theoretische Grundlagen für Energy Science 3		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Scientific Programming for Electrodynamics		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Theoretischen Physik	Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
4	SS	Deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
1	15 h	45 h	60 h	2 Cr

Lehrform
Praktikum im Computerlabor
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden festigen und erweitern ihre Kenntnisse in Mathematica, um den Computer zur Problemlösung und Veranschaulichung im Bereich der Elektrodynamik einzusetzen.
Inhalte
<p>Mathematica-Einsatz für eine Auswahl aus den Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Felder und Differenzialoperatoren • Berechnung und Visualisierung von Potenzialen und elektrostatischen Feldern (ggf. mit Spiegelladungen), von Äquipotenzialflächen und Feldlinien • Berechnung und Visualisierung von magnetostatischen Feldern • Teilchenbahnen in statischen Feldern • Dipolstrahlung, Wellenpropagation • Kugelflächenfunktionen • Lorentz-Transformationen, relativistische Effekte
Prüfungsleistung
Literatur
Wird im Computerpraktikum bekanntgegeben.
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Studienleistung: Portfolio

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode
E2: Allgemeinbildende Grundlagen	
Modulverantwortliche/r	Fakultät
Studiendekan:in der Chemie	Chemie

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	13

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsnamen	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Allgemeine Chemie	P	9	270 h	9
II	Physikalische Chemie	P	4	120 h	4
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			13	390 h	13

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.
Die Studierenden kennen die Grundkonzepte der Chemie und ihrer Grenzbereiche zur Physik.
davon Schlüsselqualifikationen
Zeitmanagementtechniken, Lernstrategien, sicheres Arbeiten in einem chemischen Labor

Prüfungsleistungen im Modul
Klausuren in I und II
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
E2: Allgemeinbildende Grundlagen		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Allgemeine Chemie		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Chemie	Chemie	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
3 und 4	WS	Deutsch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
9	135 h	135 h	270 h	9 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 4 SWS), Praktikum (Pr: 3 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
<ul style="list-style-type: none"> • 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

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Literatur
<ul style="list-style-type: none">• 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

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
E2: Allgemeinbildende Grundlagen		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Physikalische Chemie		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Chemie	Chemie	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
4	SS	Deutsch	

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
Grundlegendes Verständnis zu physikalisch-chemischen Zusammenhängen, die Prozesse zur Energiegewinnung und Energiespeicherung betreffen.
Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> 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
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

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
E2: Allgemeinbildende Grundlagen		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Chemiepraktikum		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Chemie	Chemie	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
4	SS	Deutsch	

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
<ul style="list-style-type: none"> • 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
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

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode
Experimentalphysik 3	
Modulverantwortliche/r	Fakultät
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	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsnamen	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Optik und Wellen / Wavemechanics and Optics	P	6	180 h	6
II	Fundamental Laboratory Course Physics 3	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

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Experimentalphysik 3		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Optik und Wellen / Wavemechanics and Optics		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
3	WS	Deutsch	

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
<ul style="list-style-type: none"> • 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 ebene Wellen, Beugung am Gitter, Babinet'sches Theorem, Beugung und Fourier-Transformation, Wellenausbreitung in dispersiven Medien. • Elektromagnetische Wellen: Existenz und grundsätzliche Eigenschaften, Energietransport durch elektromagnetische Wellen, Reflexion und Transmission elektromagnetischer Wellen, Elektromagnetische Wellen in homogenen, isotropen, isolierenden und leitenden Substanzen, Wechselwirkung elektromagnetischer Wellen mit Metallen, Übertragung von Signalen durch Kabel, Doppler-Effekt und Aberration bei elektromagnetischen Wellen, Entstehung elektromagnetischer Wellen • Optik: Geometrische Optik, Interferenzerscheinungen, Einfluss der Beugung auf das Auflösungsvermögen abbildender optischer Instrumente, Polarisierungserscheinungen • Quantennatur elektromagnetischer Strahlung: Strahlung des Schwarzen Körpers, spezifische Wärme fester Substanzen, Wechselwirkung elektromagnetischer Strahlung mit Materie: Fotoeffekt, Compton-Effekt, Paareffekt, Photon • Wellennatur der Teilchenstrahlung: Hypothese von de Broglie, Experimente zum Nachweis von Materiewellen, Darstellung von Materiewellen, Wellenpakete
<ul style="list-style-type: none"> • Harmonic waves in space: basics and definition, Huygens' principle of wave propagation, reflection and refraction, diffraction at a slit, diffraction at a circular aperture, interference: superposition of two spherical waves, several plane waves, diffraction at a grating, diffraction and Fourier transformation, wave propagation in dispersive media.

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

- Electromagnetic waves: Existence and basic properties, Energy transport by electromagnetic waves, Reflection and transmission of electromagnetic waves, Electromagnetic waves in homogeneous, isotropic, insulating and conducting substances, Interaction of electromagnetic waves with metals, Transmission of signals through cables, Doppler effect and aberration in electromagnetic waves, Origin of electromagnetic waves.
- Optics: Geometric optics, interference phenomena, influence of diffraction on the resolution of imaging optical instruments, polarization phenomena
- Quantum nature of electromagnetic radiation: black body radiation, specific heat of solid substances, interaction of electromagnetic radiation with matter: photo effect, Compton effect, pair effect, photon
- Wave nature of particle radiation: de Broglie's hypothesis, experiments for the detection of matter waves, representation of matter waves, wave packets

Prüfungsleistung

Klausur

Literatur

Demtröder, Experimentalphysik Band 1 und 2, Springer

Demtröder, Electrodynamics and Optics, Mechanics and Thermodynamics, Springer

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Experimentalphysik		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Physikalisches Anfängerpraktikum 3 / Fundamental Laboratory Course Physics 3		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
3	WS	Deutsch und Englisch	

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
Energy Science relevante Versuche aus dem Physikalischen Grundpraktikum 3
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, Sahm: „Das neue Physikalische Grundpraktikum“ • Schenk, Kremer, Beddies, Franke, Galvosas: „Physikalisches Praktikum“
Weitere Informationen zur Veranstaltung

3. Studienjahr

(Auslandsjahr oder UAR)

(Module Umweltaspekte, Energiewissenschaft 5, Physikalische Vertiefung 1 sowie Studium Liberale; siehe PO §5 Abs. 3)

4. Studienjahr

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode
Energiewissenschaft 6: Spezielle Themen	
Modulverantwortliche/r	Fakultät
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
7 und 8	30 Wochen	P/WP	9

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsnamen	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Wahl von Veranstaltungen im Umfang von 6 ECTS aus dem Katalog "Wahlpflichtkatalog Energiewissenschaft 6: Spezielle Themen"	WP	4	180 h	6
II	Seminar Energy Science	P	2	90 h	3
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			6	270 h	9

Lernergebnisse / Kompetenzen
davon Schlüsselqualifikationen

Prüfungsleistungen im Modul
Prüfung in mind. einer der WP-Veranstaltungen und Studienleistung: Vortrag im Seminar
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote

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

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Energiewissenschaft 6: Spezielle Themen		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Energierelevante Materialien: Umwandlung von Solarenergie		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
7	WS	Englisch	

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 oder mündliche Prüfung
Literatur
Wird im Kurs angegeben.
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Energiewissenschaft 6: Spezielle Themen		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Energierelevante Materialien: Thermoelektrik		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik oder Ingenieurwissenschaften	Physik oder Maschinenbau	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
7	WS	Englisch	

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 oder mündliche Prüfung
Literatur
Wird im Kurs angegeben.
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Energiewissenschaft 6: Spezielle Themen		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Einführung in die Betriebswirtschaftslehre		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der MSM	MSM	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
		Deutsch	450

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

Lehrform
V
Lernergebnisse / Kompetenzen
Nach erfolgreichem Beenden dieser Veranstaltung sind die Studierenden mit dem notwendigen betriebsökonomischen „Handwerkszeug“ ausgestattet. Insbesondere sind sie in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> die Betriebswirtschaft als Teildisziplin der Wirtschaftswissenschaft anzusehen, die einen Aspekt des menschlichen Handelns (Einkommensaspekt) betont. breitgefächerten Überblick über die verschiedenen Tätigkeitsfelder der BWL zu erlangen, wobei theoretische Grundbegriffe und Modelle analysiert und kritisch reflektiert werden können. Hierbei spielen der Führungs- und Finanzprozess eine tragende Rolle. das erlernte methodische und fachliche Grundwissen in Handlungsempfehlungen für Unternehmen umzusetzen.
Inhalte
<ol style="list-style-type: none"> Grundlagen Führungsprozesse Leistungsprozesse Finanzprozesse Entwicklungsprozesse
Prüfungsleistung
Klausur (60 Minuten)
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> Balderjahn, I./Specht, G.: Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, 8. Aufl. Schäffer-Pöschel, Stuttgart, 2020 Neuss, W.: Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, 10. Aufl. Mohr Siebeck, Tübingen Picot, A./Reichwald, R./Wigand, R.: Die grenzenlose Unternehmung, 6. Aufl., Wiesbaden 2020. Schierenbeck, H.: Grundzüge der Betriebswirtschaftslehre, 19. Aufl., Oldenbourg, 2016. Vahs, D./Schäfer-Kunz, J.: Einführung in die Betriebswirtschaft, 8. Aufl. Schäffer-Pöschel, Stuttgart, 2021.

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

- Wöhe, G.: Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, 27., überarb. und aktual. Aufl., München 2020.

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Energiewissenschaft 6: Spezielle Themen		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Service Operations		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der MSM	MSM	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
		Deutsch	50

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits

Lehrform
V + ÜB
Lernergebnisse / Kompetenzen
Ziel der Vorlesung ist es zunächst, ein Bewusstsein für die grundlegenden Herausforderungen des Service Operations Management zu schaffen. Hierauf aufbauend lernen die Studierenden grundlegende Konzepte und analytische Ansätze kennen. Sie können diese in neuen Situationskontexten anwenden, um Service Operations effektiv und effizient zu gestalten und zu steuern.
Inhalte
<ol style="list-style-type: none"> 1. Besonderheiten von Dienstleistungen 2. Nachfrageprognose 3. Standortplanung 4. Dienstleistungsqualität und kontinuierliche Verbesserung 5. Erfolgsanalyse und Leistungsvergleich 6. Workforce Planning und Scheduling 7. Warteschlangentheorie
Prüfungsleistung
Klausur (60 Minuten)
Literatur
Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Energiewissenschaft 6: Spezielle Themen		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Einführung in die Volkswirtschaftslehre		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der MSM	MSM	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
		Deutsch	50

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits

Lehrform
V + ÜB
Lernergebnisse / Kompetenzen
<p>Die Studierenden werden mit der Forschungslandschaft der modernen Volkswirtschaftslehre vertraut gemacht und erhalten erste Einblick in ausgewählte volkswirtschaftliche Forschungsthemen von zentraler Bedeutung. Grundlegende Methoden der Volkswirtschaftslehre werden im Rahmen der Analyse konkreter volkswirtschaftlicher Forschungsfragen in der Vorlesung eingeführt und durch die eigenständige Bearbeitung von Transferaufgaben im Rahmen der Übung nachhaltig erlernt. Die Studierenden sind nach dem erfolgreichen Abschluss der Lehrveranstaltung vertraut mit den wichtigsten Teilgebieten der Volkswirtschaftslehre und den zentralen Forschungsfragen in diesen Disziplinen. Sie verfügen über eine grundlegende Kenntnis der empirischen Forschungs-literatur in den zentralen Teildisziplinen der Volkswirtschaftslehre und beherrschen die wichtigsten theoretischen Standardmodelle zur eigenständigen Beantwortung volkswirtschaftlicher Fragestellungen.</p>

Inhalte
<p>In der Einführung in die Volkswirtschaftslehre stehen volks-wirtschaftliche Forschungsfragen im Mittelpunkt. Die Vor-lesung folgt einem thematischen Ansatz und besteht aus zehn Themen-schwerpunkten, welche in der Regel durch eine konkrete Forschungsfrage repräsentiert werden. Die Studierenden werden mit dem jeweiligen Stand der volks-wirtschaftlichen Literatur vertraut gemacht, aus welcher sich die Forschungsfragen ableiten; erlernen die wichtigsten theoretischen Modelle, mittels welcher die Forschungsfragen beantwortet werden können; und überprüfen die zentralen Hypothesen, welche sich aus den theoretischen Modellen ableiten, anhand von aktuellen empirischen Forschungsergebnissen zu den jeweiligen Forschungs-fragen.</p>

Die Einführung in die Volkswirtschaftslehre unterteilt sich in die folgenden zehn thematischen Schwerpunkte:

- Globalisierung
- Wachstum
- Entwicklung
- Spieltheorie
- Wettbewerb

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

- Migration
- Arbeitsmärkte
- Konjunktur
- Umwelt
- Informationen

Prüfungsleistung

Klausur (60 Minuten)

Literatur

Bitte entnehmen Sie die Literaturangaben den Vorlesungsvideos.

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Energiewissenschaft 6: Spezielle Themen		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Makroökonomik		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der MSM	MSM	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
		Deutsch	50

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits

Lehrform
V + ÜB
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden erarbeiten sich die Fähigkeit, fundamentale makroökonomische Entwicklungen theoretisch erklären und entsprechende empirische Evidenzen interpretieren und einordnen zu können. Bearbeitet werden die klassischen Erklärungen zu Einkommen, Beschäftigung, Inflation, Wechselkurs und Arbeitslosigkeit. Die Studierenden sind darüber hinaus in der Lage, Ursachen kurzfristiger Schwankungen und deren Konsequenzen zu skizzieren und zu interpretieren.
Inhalte
<ol style="list-style-type: none"> 1. Einkommen und Beschäftigung 2. Geld und Inflation 3. Die offene Volkswirtschaft: Leistungsbilanz und Wechselkurs 4. Unterbeschäftigung 5. Makroökonomische Größen in kurzfristiger Perspektive
Prüfungsleistung
Klausur (60 Minuten)
Literatur
Mankiw, Gregory N., 2009, Macroeconomics. 7. Auflage, New York: Worth Publishers
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Vorkenntnisse: Einführung in die VWL

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Energiewissenschaft 6: Spezielle Themen		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Mikroökonomik		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der MSM	MSM	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
		Deutsch	50

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits

Lehrform
V + ÜB
Lernergebnisse / Kompetenzen
Nach erfolgreichem Beenden dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, den Begriff und Gegenstand der Mikroökonomik zu erläutern, die private Haushaltstheorie von der Unternehmungstheorie abzugrenzen, und grundsätzliche mikroökonomische Zusammenhänge zu verstehen und (rechnerisch) anzuwenden.
Inhalte
<ol style="list-style-type: none"> 1. Theorie des privaten Haushalts <ul style="list-style-type: none"> • Der Einfluss des Einkommens und der Preise, Einkommens- und Substitutionseffekt • Das Arbeitsangebot als duale Entscheidung, die Haushaltsproduktionsfunktion 2. Theorie der Unternehmung <ul style="list-style-type: none"> • Das Konzept der Elastizitäten • Produktionsfunktion und Faktorvariation • Homogene Produktionsfunktionen • Kostenminimierung und Gewinnmaximierung 3. Allgemeines Gleichgewicht <ul style="list-style-type: none"> • Das reine Tauschgleichgewicht • Allgemeines Gleichgewicht bei vollständiger Konkurrenz • Hauptsätze der Wohlfahrtsökonomik 4. Ausblick auf weitere Themen der Mikroökonomik <ul style="list-style-type: none"> • Unvollständige Konkurrenz • Marktunvollkommenheiten • Informationsökonomik • Neue Institutionenökonomik
Prüfungsleistung
Klausur (60 Minuten)

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Literatur
<ul style="list-style-type: none">• Schumann, J. et al., 2006, Grundzüge der mikroökonomischen Theorie, 8. Aufl., Berlin et al.• Varian, H. R., 2004, Grundzüge der Mikroökonomik, 6. Aufl., München
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Vorkenntnisse: Einführung in die VWL

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Energiewissenschaft 6: Spezielle Themen		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Dynamische Optimierung von Dienstleistungen		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der MSM	MSM	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
		Deutsch	50

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits

Lehrform
V + ÜB
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden besitzen einen Überblick über die zentralen Aspekte der Optimierung zeitlich verteilter Entscheidungen in unsicheren Umgebungen. Sie kennen verbreitete Modellierungsansätze und Zielkriterien am Beispiel typischer Fragestellungen aus dem Dienstleistungsbereich. Darüber hinaus sind sie in der Lage, die Ansätze auf ihre Anwendbarkeit auf neue Problemstellungen zu beurteilen und ggf. auch einzusetzen. Um auch in praxisrelevanten Problemgrößen den Rechenaufwand zu beherrschen sind sie mit grundlegenden Techniken des modernen ADP vertraut.
Inhalte
<ol style="list-style-type: none"> 1. Beispielhafte Anwendungen von Dynamischer Optimierung im Dienstleistungsbereich 2. Deterministische Dynamische Optimierung 3. Stochastische Dynamische Optimierung 4. Approximative Dynamic Programming (ADP)
Prüfungsleistung
Klausur (60 Minuten)
Literatur
Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.
Weitere Informationen zur Veranstaltung
Vorkenntnisse: Operations Research

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode			
Energiewissenschaft 6: Spezielle Themen				
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode			
Dienstleistungen für Kreislaufwirtschaftssysteme				
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)		
Dozierende der MSM	MSM	WP		
Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße	
		Deutsch	50	
SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
Lehrform				
V + ÜB				
Lernergebnisse / Kompetenzen				
In dieser Veranstaltung lernen die Studierenden die Grundlagen der Kreislaufwirtschaft kennen. Sie verstehen und analysieren (mit Hilfe stilisierter mathematischer Modelle) die spezifischen Herausforderungen, welche sich aus dem Rückfluss von Altprodukten und dem Zusammenspiel der unterschiedlichen Akteure ergeben. Damit sind sie in der Lage, Dienstleistungen und Produkte auf ihre Eignung zur Überwindung dieser Herausforderungen zu evaluieren und können – auch basierend auf quantitativen Modellen – fundierte Vorschläge zu ihrer Gestaltung machen.				
Inhalte				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Grundlagen der Kreislaufwirtschaft 2. Strategische Gestaltung: Profitabilität, Design for Remanufacturing, Gestaltung von Reverse SC, Markt- und Kundenverhalten 3. Taktische Gestaltung: Ankauf und Verwendung von Cores 4. Servicizing: vom Produkt zur Lösung 				
Prüfungsleistung				
Klausur (60 Minuten)				
Literatur				
Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				
Vorkenntnisse: Mathematik, Operations Research				

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode			
Energiewissenschaft 6: Spezielle Themen				
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode			
Innovative Mobilitäts- und Logistikdienstleistungen				
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)		
Dozierende der MSM	MSM	WP		
Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße	
		Deutsch	50	
SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
Lehrform				
V + ÜB				
Lernergebnisse / Kompetenzen				
Die Studierenden kennen die grundlegenden Trends im Mobilitätssektor und können diese einordnen. Nach Abschluss der Veranstaltung beherrschen sie quantitative Ansätze zu Planung und Betrieb von innovativen Mobilitäts- und Logistiksystemen. Dabei können sie insbesondere auch aktuelle Discrete Choice Modelle zur Prognose des Kundenwahlverhaltens – etwa in Bezug auf die Transportmittelwahl – anwenden.				
Inhalte				
1. Verkehrsaufkommen und -verhalten 2. Wahlverhalten im Verkehr (Discrete Choice Analyse) 3. Automobilvermietung 4. Sharingsysteme und Logistik				
Prüfungsleistung				
Klausur (60 Minuten)				
Literatur				
Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.				
Weitere Informationen zur Veranstaltung				
Vorkenntnisse: Statistik, Operations Research				

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode
Fortgeschrittenenpraktikum	
Modulverantwortliche/r	Fakultät
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
7	15 Wochen	P	6

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungename	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Advanced Laboratory Course	P	6	180 h	6
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			6	180 h	6

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden können Berufsfelder einschätzen und auswählen.
davon Schlüsselqualifikationen
Teamfähigkeit

Prüfungsleistungen im Modul
Keine (für den Erwerb der Credits ist das Praktikum I als unbenotete Studienleistungen zu erbringen)
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Fortgeschrittenen-Praktikum		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Advanced Laboratory Course		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
7	WS	Englisch	

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
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
Die Studierenden bereiten 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
Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode
Theoretische Grundlagen für Energy Science 4	
Modulverantwortliche/r	Fakultät
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
7	15 Wochen	P	7

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	ENERGY-B4-TH4

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungsnamen	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Statistical Physics for Energy Science	P	6	210 h	7
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			6	210 h	7

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.
English version:
Students know the conceptual difference between classical mechanics, quantum mechanics and statistical physics. They know the statistical basis of thermodynamics and can apply it.

Prüfungsleistungen im Modul
Klausur in I
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Theoretische Grundlagen für Energy Science 4		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Statistical Physics		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	P

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
7	WS	Englisch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
6	90 h	120 h	210 h	7 Cr

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.
English version: Students will be able to recognise the status of probability in quantum mechanics and statistical physics. They know the statistical basis of thermodynamics and can apply it.
Inhalt
<ul style="list-style-type: none"> • Wiederholung der phänomenologischen Thermodynamik: Zustandsgrößen, Entropie, Temperatur, Wärmekapazität, Hauptsätze, ideales Gas, thermodynamische Maschinen, thermodynamische Potentiale, Relaxation ins Gleichgewicht (Prinzip der maximalen Entropie bzw. minimalen Energie) • Wahrscheinlichkeitstheorie: Zufallsereignisse, Bedingte Wahrscheinlichkeiten, diskrete und kontinuierliche Zufallsvariablen, Binomial-, Poisson- und Gaußverteilung, zentraler Grenzwertsatz • Maximum-Entropie-Methode: Shannon-Entropie, Jaynes-Prinzip • statistische Begründung der Thermodynamik: Mikro-/Makrozustände, Fundamentalpostulat, Gleichgewichtensembles und -bedingungen, absolute Temperatur, Gibbsche Fundamentalrelation, thermodynamische Potentiale • Anwendungen statistischer Physik: ideales Fermi- und Bosegas, klassische Systeme (Maxwell-Verteilung, Verdunsten einer Flüssigkeit, barometrische Höhenformel), quantisierter harmonischer Oszillator (Phononen, Photonen) • Kinetische Gastheorie: Entropie des idealen Gases, van der Waals-Gas, Phasenübergänge (Molekularfeldnäherung) • Stochastische Prozesse: Langevin-Gleichung, Einstein-Beziehung, Brownsche Bewegung, Random Walk, multiplikatives Rauschen, Fokker-Planck-Gleichung, Mastergleichung <p>nicht: von-Neumann-Gleichung, Maxwell-Relationen, thermodynamische Response-funktionen, Onsagersche Symmetrierelationen, Stabilitätsbedingungen, Spins im Magnetfeld, Sommerfeldentwicklung, Bose-Einstein-Kondensation, Spingitter-Modelle</p>

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

English version:

- **Repetition of phenomenological thermodynamics:** state variables, entropy, temperature, heat capacity, main theorems, ideal gas, thermodynamic machines, thermodynamic potentials, relaxation to equilibrium (principle of maximum entropy or minimum energy)
- **Probability theory:** random events, conditional probabilities, discrete and continuous random variables, binomial, Poisson and Gaussian distribution, central limit theorem
- **Maximum entropy method:** Shannon entropy, Jaynes principle
- **Statistical justification of thermodynamics:** micro/macro states, fundamental postulate, equilibrium ensembles and conditions, absolute temperature, Gibbs fundamental relation, thermodynamic potentials
- **Applications of statistical physics:** ideal Fermi and Bose gas, classical systems (Maxwell distribution, evaporation of a liquid, barometric height formula), quantized harmonic oscillator (phonons, photons)
- **Kinetic gas theory:** entropy of the ideal gas, van der Waals gas, phase transitions (molecular field approximation)
- **Stochastic processes:** Langevin equation, Einstein relation, Brownian motion, random walk, multiplicative noise, Fokker-Planck equation, master equation

not: von Neumann equation, Maxwell relations, thermodynamic response functions, Onsager's symmetry relations, stability conditions, spins in the magnetic field, summer field development, Bose-Einstein condensation, spin lattice models

Prüfungsleistung

Klausur

Literatur

- Schwabl: Statistische Mechanik
- Brenig: Statistische Theorie der Wärme
- Reif: Thermal and Statistical Physics.
- Datta: Electronic Transport in Mesoscopic Systems.

Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode
Physikalische Vertiefung 2	
Modulverantwortliche/r	Fakultät
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
7	15 Wochen	WP	9

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	

Zugehörige Lehrveranstaltungen^{1)2):}:

Nr.	Veranstaltungsnamen	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	2 Vorlesungen in Physik aus dem Wahlpflichtkatalog Physikalische Vertiefung 2 1 Projekt oder Übung zu einer der belegten Vorlesungen aus I	WP	4	180 h	6
			2	90 h	3
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			6	270 h	9

Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden sind vertraut mit modernen Konzepten der von ihnen gewählten Spezial-Gebiete der Physik.
davon Schlüsselqualifikationen
Urteilsfähigkeit im persönlichen Berufsprofil.

Prüfungsleistungen im Modul
Mündl. Prüfung
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote

1) Der Wahlpflichtkanon kann durch Beschluss des Fakultätsrates erweitert werden

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Physikalische Vertiefung 2		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Verkehrsphysik		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
7	WS	Deutsch	

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

Lehrform
V
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden sind vertraut mit den Grundlagen der Verkehrsphysik, der Modellierung verschiedener dynamischer Systeme und Mobilitätskonzepte. Sie können diese anwenden und mit ihnen Optimierungen durchführen.
Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> • Klassifikation von Verkehrssystemen • Datenbeschaffung und -analyse • Identifizierung von Verkehrsphasen • Verschiedene Modellansätze • Simulationsmethoden für verschiedene Verkehrssysteme • Zugehörige dynamischer Systeme • Informationsgenerierung
Prüfungsleistung
Klausur oder mündliche Prüfung
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> • Schadschneider: Physik des Straßenverkehrs • D. Chowdury, L. Santen, A. Schadschneider: Statistical Physics of Vehicular Traffic and some related Systems • B.S. Kerner: Understanding Real Traffic
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Physikalische Vertiefung 2		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Physik der Luftfahrt		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
7	WS	Deutsch	

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

Lehrform
V
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden sind mit den Grundlagen der Physik des Fliegens und der Aerodynamik vertraut. Sie haben Grundkenntnisse in der Navigation und den Ansätzen zur Optimierung der Verkehrsabläufe in der Luftfahrt.
Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Luftfahrzeugkunde • Physikalische Grundlagen des Fliegens • Instrumentenkunde • Navigation • Flugverkehrskontrolle und Optimierung
Prüfungsleistung
Klausur oder mündliche Prüfung
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> • H. Lührs: Advanced PPL-Guide Band 1-3 • R. Stünkel: Inside Cockpit: Piloten - Technik - Teamwork
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Physikalische Vertiefung 2		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Supraleitung und Magnetismus		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
7	WS	Englisch	

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
<ul style="list-style-type: none"> • 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 oder mündliche Prüfung
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

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Physikalische Vertiefung 2		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Ökonophysik/Wirtschaftsphysik		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
7	WS	Englisch	

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 oder mündliche Prüfung
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> • Guhr: Econophysics • Mantegna, Stanley: Introduction to Econophysics • Bouchaud, Potters: Theory of Financial Risk
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Physikalische Vertiefung 2		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Theoretische Aspekte der Energiespeicherung		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
7	WS	Englisch	

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 Grundzustands 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 oder mündliche Prüfung
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

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Physikalische Vertiefung 2		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Angewandte Meteorologie für Energy Science		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
7	WS	Deutsch	

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

Lehrform
V
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden sind mit den Grundlagen der Meteorologie vertraut. Sie haben Grundkenntnisse über den Aufbau der Atmosphäre und die relevanten Messgrößen, Niederschlags-, Wolken- und Gewitterbildung, Windentstehung und den klimatischen Grundlagen in Mitteleuropa.
Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> • Die Atmosphäre • Sichten und Nebel • Wolken • Niederschläge • Wind • Klima in Mitteleuropa • Gewitter
Prüfungsleistung
Klausur oder mündliche Prüfung
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> • H. Häckel: Meteorologie • B. Klose: Meteorologie • H. Lührs: Advanced PPL-Guide Band 5
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode
Fortgeschrittene Methoden der Naturwissenschaften	
Modulverantwortliche/r	Fakultät
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
7	30 Wochen	WP	7

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Veranstaltungename	Belegungstyp	SWS	Aufwand	Credits
I	Moderne Messmethoden der Physik	WP	5	210 h	7
II	Computersimulation	WP	5	210 h	7
Summe (Pflicht und Wahlpflicht)			5	210 h	7

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
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Fortgeschrittene Methoden der Naturwissenschaften		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Moderne Messmethoden der Physik		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
7	WS	Englisch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
5	75 h	135 h	210 h	7 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 3 SWS) und Seminarvortrag (Se: 2 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden kennen die gebräuchlichsten experimentellen Methoden zur Charakterisierung physikalischer Phänomene und können sie korrekt anwenden.
Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> • Optische, magnetische und elektronische Spektroskopie mit Neutronen, Elektronen, Photonen und Atomen auf verschiedenen Energieskalen • Röntgenstrukturaufklärung • Chemische Analyse • Elektronenmikroskopie • Magnetometrie
Prüfungsleistung
Seminarvortrag
Literatur
Wird im Kurs angegeben.
Weitere Informationen zur Veranstaltung

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode	
Fortgeschrittene Methoden der Naturwissenschaften		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Computersimulation		
Lehrende/r	Lehreinheit	Belegungstyp (P/WP/W)
Dozierende der Physik	Physik	WP

Vorgesehenes Studiensemester	Angebotshäufigkeit	Sprache	Gruppengröße
7	WS	Englisch	

SWS	Präsenzstudium	Selbststudium	Aufwand	Credits
5	75 h	135 h	210 h	7 Cr

Lehrform
Vorlesung (V: 2 SWS) und Computer-Übung (3 SWS)
Lernergebnisse / Kompetenzen
Die Studierenden verwenden fortschrittliche Methoden zur Simulation klassischer Vielteilchensysteme.
Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> • 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	
Industriepraktikum		
Veranstaltungsname	Veranstaltungscode	
Industriepraktikum		
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
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.

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Modulname	Modulcode
Bachelor-Arbeit	
Modulverantwortliche/r	Fakultät
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
8	12 Wochen	P	12

Voraussetzungen laut Prüfungsordnung	Empfohlene Voraussetzungen
Mindestens 180 Credits im Bachelor Studiengang Energy Science (§ 21 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
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote

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 § 19 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 zugewiesenen 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

Modulhandbuch Bachelor Energy Science

Legende

Modulcode

Studiengang-Abschlussstyp Semester-Modulabkürz.

Veranstaltungscode

Studiengang-Abschlussstyp Semester-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 (§ 5 PO³⁾))

Lehrform

V Vorlesung
Üb Übung
Pr Praktikum
Pj Projekt
Se Seminar
K Kolloquium
Ex Exkursion
SU Seminaristischer Unterricht
TU Tutorium

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 evtl. Fragen an Lehrende Berücksichtigung finden.

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