

Curriculare Standards des Fachs Physik

Grundlegende Empfehlungen der Arbeitsgruppe für Leitbild, Kompetenzen und Inhalte

Mitglieder der Arbeitsgruppe:

- RFL Jürgen Herrmann (Staatl. Studienseminar für das Lehramt an Realschulen, Trier)
- Prof. Dr. Hans-Jörg Jodl (Universität Kaiserslautern)
- zeitweise vertreten durch Dr. Bodo Eckert (Universität Kaiserslautern)
- OStD Josef Leisen (Staatl. Studienseminar für das Lehramt an Gymnasien, Koblenz)
- StD Dr. Jörg Luggen-Hölscher (Goethe-Gymnasium, Germersheim)
- Prof. Dr. Andreas Müller (Universität Koblenz-Landau)
- Prof. Dr. Heinz-Georg Sander (Universität Mainz)
- Prof. Dr. Horst Schecker (Universität Bremen), *Vorsitzender*
- StD´ Iris Schabbach-Kieren, Ministerium für Wissenschaft, Weiterbildung, Forschung und Kultur, *Geschäftsführer*



Inhalt

- 1 Leitbild für die Ausbildung von Physiklehrerinnen und Physik Lehrern
- 2 Kompetenzen künftiger Physiklehrerinnen und Physik Lehrer
- 3 Studienmodule
 - 3.1 Übersicht über die Studienmodule
 - 3.2 Studienmodule des Bachelorstudiengangs
 - 3.3 Studienmodule des Masterstudiengangs

Anmerkung:

Der vorliegende Text ist eine auszugsweise Wiedergabe der Ergebnisse und Vorschläge der Arbeitsgruppe. Die in den Studienmodulen genannten verbindlichen Inhalte und Qualifikationen/erwartete Kompetenzen sollen Bestandteil einer neuen Prüfungsordnung für die Erste Staatsprüfung werden.

Die darüber hinausgehenden Empfehlungen sind an die Universitäten gerichtet als Leitlinien für die Formulierung von Prüfungsordnungen und Studienplänen.



1. Leitbild für die Ausbildung von Physiklehrerinnen und Physik Lehrern

Das Leitbild der Physiklehrerinnen und -lehrer gibt Orientierungen sowohl für die **Gestaltung der Ausbildung** als auch für die **Berufswahl**:

- Profilierung des (Physik-) Lehramtsstudiums gegenüber dem (Physik-) Fachstudium,
- Aufbau eines Selbstverständnisses und Selbstbewusstseins als Experte oder Expertin für Vermittlungs- und Lernprozesse,
- Eckpunkte für die Gestaltung des Lehrangebots.

Das Leitbild beruht auf einem in der Praxis geforderten und durch Forschung belegten Professionsprofil der Physiklehrkraft in dessen fachdidaktischen und fachlichen Komponenten. Es wird durch das aus der Perspektive der Bildungswissenschaften formulierte übergreifende Leitbild vervollständigt (s. dazu die curriculare Standards der Bildungswissenschaften).

Physiklehrerinnen und -lehrer sind Expertinnen und Experten für gezielte und nach wissenschaftlichen Erkenntnissen gestaltete Vermittlungs-, Lern- und Bildungsprozesse im Fach Physik und über Physik.

1. Sie haben besondere **Freude an der Vermittlung** physikalischer Bildung. Sie sehen fachliches Wissen als Beitrag zu Welt- und Selbstverständnis, Orientierung und Handlungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler in einer durch Technik und Naturwissenschaft geprägten Welt.
2. Sie verfügen über anschlussfähiges **Fachwissen**, das es ihnen ermöglicht, Unterrichtskonzepte und -medien inhaltlich zu bewerten, neuere physikalische Forschung in Übersichtsdarstellungen zu verfolgen und neue Themen in den Unterricht einzubringen.
3. Darüber hinaus besitzen sie **Wissen über Physik (Metawissen)**. Sie kennen die Genese ausgewählter physikalischer Theorien und die Ideengeschichte wichtiger Konzepte. Wissenschaftstheoretische Aspekte sind integraler Bestandteil ihres Unterrichts.
4. Sie können die Sinnhaftigkeit und **gesellschaftliche Relevanz** der Physik begründen und vertreten sie reflektiert im Unterricht und in der (Schul-) Öffentlichkeit. Sie kennen die gesellschaftlich-kulturellen Zusammenhänge, in denen Physik bedeutsam ist.
5. Sie orientieren ihr unterrichtliches Handeln an den Erkenntnissen der **Fachdidaktik** und der Bildungswissenschaften. Sie wissen, dass Schülerinnen und Schüler das Verständnis physikalischer Konzepte selbst entwickeln müssen, dass es also beim Lernen auf möglichst umfangreiche, zielorientierte Selbsttätigkeit ankommt. Dafür setzen sie vielfältige Lehr- und Prüfungsformen ein.
6. Um sich auf das Vorverständnis von Lernenden einstellen zu können, besitzen sie fundierte **Kenntnisse über typische Vorstellungen** zu Begriffen, Phänomenen, Zielen und Arbeitsweisen der Physik sowie sach- und fachbezogene Interessen. Sie holen die Lernenden dort ab, „wo sie sind“ und setzen realistische Ziele.



7. Sie können Physik **gut kommunizieren** — insbesondere gut erklären. Im Spannungsfeld zwischen formaler fachlicher Korrektheit und schülergemäßer Vereinfachung sind sie fachlich souverän und stimmen physikalische Darstellungen auf den Verständnishorizont der Schülerinnen und Schüler ab.
8. Sie nutzen die besonderen Chancen ihres Unterrichtsfaches zur Förderung **sozialer und überfachlicher Kompetenzen** bei der eigenständigen Erschließung und Darstellung komplexer Sachverhalte und bei der Förderung fachspezifischer Informationskompetenz.
9. Sie reflektieren ihr **unterrichtliches Handeln** und ziehen daraus Schlüsse für **dessen Weiterentwicklung**. Durch Fachlektüre und Teilnahme an Lehrerfortbildung aktualisieren sie regelmäßig ihr fachdidaktisches und fachliches Wissen.
10. Mit ihren Fachkolleginnen und -kollegen arbeiten sie bei der schul- und schülerbezogenen **Umsetzung von Bildungsstandards und Rahmenplänen** eng zusammen. Sie stellen eigenes Material zur Verfügung und erproben Ansätze, die von anderen empfohlen werden. Sie öffnen ihren Unterricht für Hospitationen und greifen Rückmeldungen auf. Sie stellen die Entwicklung des Fachunterrichts in einen Zusammenhang mit der Arbeit an Schulprofil und Schulprogramm.



2. Kompetenzen künftiger Physiklehrerinnen und Physiklehrer

Standard 1: Über anschlussfähiges Fachwissen verfügen

Absolventen

- 1.1 verfügen über ein strukturiertes Fachwissen (Verfügungswissen) zu den grundlegenden — insbesondere zu den schulrelevanten — Teilgebieten der Physik
- 1.2 verfügen über ein Überblickswissen (Orientierungswissen) zu den aktuellen grundlegenden Fragestellungen der Physik
- 1.3 verfügen über ein reflektiertes Wissen über das Fach (Metawissen) und kennen wichtige ideengeschichtliche und wissenschaftstheoretische Konzepte
- 1.4 verfügen über hinreichendes Fachwissen aus den Nachbardisziplinen, um Fächer übergreifenden Unterricht zu gestalten.

Standard 2: Über Erkenntnis- und Arbeitsmethoden des Faches verfügen

Absolventen

- 2.1 sind vertraut mit den Erkenntnismethoden des Faches (Reduktion, Induktion, Deduktion, Idealisierung, Modellierung, Mathematisierung, experimentelle Überprüfung) und verfügen über Erfahrungen in der exemplarischen Anwendung dieser Methoden in zentralen Bereichen der Physik
- 2.2 sind vertraut mit den Arbeitsmethoden des Faches (Beobachten, Klassifizieren, Messen, Daten erfassen und interpretieren, Hypothesen und Modelle aufstellen) und verfügen über Erfahrungen in der Anwendung dieser Methoden in zentralen Bereichen der Physik
- 2.3 verfügen über Kenntnisse und Fertigkeiten im Experimentieren und in der Handhabung schultypischer Geräte, Materialien und Medien unter Beachtung der Sicherheitsvorschriften

Standard 3: Über anschlussfähiges fachdidaktisches Wissen verfügen

Absolventen

- 3.1 verfügen über ein solides und strukturiertes Wissen über fachdidaktische Positionen und Strukturierungsansätze und vertreten diese begründend
- 3.2 haben fundierte Kenntnisse über Schülervorstellungen, typische Verständnishürden und Fehler in den verschiedenen Themengebieten des Physikunterrichts
- 3.3 kennen und nutzen Ergebnisse fachdidaktischer und lernpsychologischer Forschung über das Lernen im Fach Physik
- 3.4 kennen Wirkung und Einsatz von Fachmedien (Unterrichtsmaterialien, Präsentationsmedien, Lehr-Lernsoftware, Informationssysteme etc.)



Standard 4: Fachliches Lernen planen und gestalten

Absolventen

- 4.1 verfügen über Erfahrungen in der didaktischen Reduktion, der Elementarisierung und der Versprachlichung komplexer und abstrakter Sachverhalte
- 4.2 haben Erfahrungen im Planen und Gestalten strukturierter Lerngänge (Unterrichtseinheiten) mit angemessenem fachlichen Niveau, die auf Kumulativität und Langfristigkeit hin angelegt sind
- 4.3 haben Erfahrungen im Planen und Gestalten von Lernumgebungen selbst gesteuerten fachlichen Lernens (Projekte, Lernstationen, Freiarbeit etc.)
- 4.4 sind geübt in der Planung und Gestaltung von Unterrichtsstunden mit verschiedenen Kompetenzbereichen (Breite) und allen Anforderungsbereichen (Tiefe)

Standard 5: Die Komplexität unterrichtlicher Situationen bewältigen

Absolventen

- 5.1 verfügen über ein breites Methodenrepertoire und nutzen verschiedene Darstellungsformen
- 5.2 können situativ flexibel reagieren, indem sie das vielfältige Wissen sowie die unterschiedlichen Wahrnehmungen und Vorstellungen der Lernenden zum Physiklernen nutzen
- 5.3 verfügen über Strategien des Erklärens fachlicher Zusammenhänge im Spannungsfeld zwischen formaler fachlicher Korrektheit und schülergemäßer Vereinfachung
- 5.4 verfügen über eingeübte Strategien der Gesprächsführung und fördern den Umgang mit Sprache im Physikunterricht

Standard 6: Die Nachhaltigkeit von Lernen fördern

Absolventen

- 6.1 verfügen über ein Repertoire zur Gestaltung von Lernumgebungen mit hoher Selbstständigkeit und Selbsttätigkeit (u. a. Schülerübungen)
- 6.2 machen Kompetenzzuwächse bewusst durch Verknüpfungen von früheren, aktuellen und zukünftigen Lerninhalten (Spiralcurriculum, kumulatives Lernen)
- 6.3 haben Erfahrungen in der individualisierenden Unterstützung der Lernenden (z. B. Binnendifferenzierung, Stärkung des Könnensbewusstseins)
- 6.4 verfügen über geübte Strategien zur Sicherung und Vertiefung (Wiederholen und Üben, Strukturieren und Vernetzen, Übertragen und Anwenden)



Standard 7: Über fachspezifische Diagnose- und Evaluationsverfahren verfügen

Absolventen

- 7.1 erkennen Verständnisschwierigkeiten und Fehlvorstellungen der Lernenden und reagieren darauf
- 7.2 verfügen über Handlungsoptionen im Umgang mit Fehlern und mit Schwierigkeiten im Lernprozess
- 7.3 nutzen Diagnose- und Rückmeldeverfahren zur Förderung der Lernenden und zur Steigerung der Unterrichtsqualität
- 7.4 kennen und nutzen unterschiedliche Formen der Leistungsmessung und –beurteilung

Standard 8: Sich in der Rolle als Fachlehrer bzw. Fachlehrerin entwickeln

Absolventen

- 8.1 nutzen vielfältige Gelegenheiten zur Weiterentwicklung ihres fachlichen und fachdidaktischen Wissens
- 8.2 können die Sinnhaftigkeit und den Stellenwert fachlicher Bildung kommunizieren
- 8.3 bringen Engagement und Identifikation stoff- und situationsadäquat persönlich zum Ausdruck, um ihre Schülerinnen und Schüler für das Fach zu interessieren
- 8.4 haben viel Erfahrung in der kollegialen Kooperation und in der Teamarbeit und verfügen über Strategien zur zeitökonomischen und Ressourcen schonenden beruflichen Arbeit



3. Studienmodule

Anmerkung des Ministeriums für Bildung, Wissenschaft, Jugend und Kultur

Für die Entwicklung der Curricularen Standards war der Arbeitsgruppe als Orientierungshilfe die Zahl von Semesterwochenstunden (SWS) vorgegeben. Damit wurden die Gewichte der Fachwissenschaften und der Fachdidaktik im Reformkonzept in einer Maßeinheit beschrieben, die den Vergleich mit den Volumina in den bisherigen Studiengängen ermöglichte und so wichtige Ziele der Reform (keine Verringerung des fachwissenschaftlichen Studiums, Ausweitung der Fachdidaktik) sicherstellen konnte. In den vorliegenden Beschreibungen wird auf die Angabe der SWS verzichtet; das Gewicht der Studienfächer und ihrer Anteile wird nur noch mit **Leistungspunkten (LP)** beschrieben (entsprechend dem im Bologna-Prozess vorgesehenen ECTS in den Bachelor- und Masterstudiengängen).

Für die **einzelnen Studienfächer** steht folgender Rahmen - untergliedert nach Bachelor- (BA) und nach Masterstudiengang (MA) - zur Verfügung:

im Studium für das Lehramt an Hauptschulen: 75 LP (BA: 65, MA: 10),
im Studium für das Lehramt an Realschulen: 80 LP (BA: 65, MA: 15),
im Studium für das Lehramt an Gymnasien: 107 LP (BA: 65, MA: 42).

Die Aufteilung dieses Kontingents auf den Bachelor- und den Masterstudiengang (MA) regeln die Prüfungsordnungen der Hochschulen. Im Studium für die Lehramter an **Grundschulen**, an **Förderschulen** und an **berufsbildenden Schulen** werden wegen der jeweiligen besonderen Struktur angepasste LP-Werte vorgegeben.

Zusätzlich stehen für die Anfertigung der **Bachelor-** und der **Master-Arbeit** eigene LP-Kontingente zur Verfügung (8 bzw. 16 LP).

Curriculare Standards geben einen Rahmen, der von den Universitäten durch **Studienpläne** und durch das **Lehrveranstaltungsangebot** auszugestaltet ist. Die Studienmodule umfassen jeweils 10 LP mit einer Bandbreite von (in der Regel) ± 2 LP. Die exakte Zuteilung der jeweiligen LP zu den einzelnen Studienmodulen treffen die **Universitäten** im Rahmen des LP-Gesamtkontingentes und weisen sie in ihren Studienplänen, den Modulhandbüchern und ihren Prüfungsordnungen aus.



3.1 Übersicht über die Studienmodule

| Studienteil | Modul | Titel | Studiengang für LA |
|---|-------|---|---------------------|
| Bachelor-studiengang 1. – 4. Semester | 1 | Experimentalphysik 1: Mechanik, Thermodynamik | alle LÄ |
| | 2 | Experimentalphysik 2: Elektrodynamik, Optik | |
| | 3 | Fachdidaktik 1: Fachdidaktische Vertiefungen zur Experimentalphysik | |
| | 4 | Experimentelles Grundpraktikum 1: Mechanik, Thermodynamik | |
| | 5 | Experimentelles Grundpraktikum 2: Elektrodynamik, Optik | |
| Bachelor-studiengang 5. – 6. Semester | 6 | Experimentalphysik 3: Atom- und Quantenphysik | an HS |
| | 7 | Experimentalphysik 3: Atom- und Quantenphysik | an RS, Gym, BBS |
| | 8 | Fachdidaktik 2: Physikunterricht – Konzeptionen und Praxis | an HS, RS, Gym, BBS |
| | 9 | Experimentalphysik 4: Themen aus dem Makro- und dem Mikrokosmos. Gebiets- übergreifende Konzepte und Anwendungen | an HS |
| | 10 | Experimentalphysik 4: Festkörperphysik, Kernphysik, Elementarteilchenphysik | an RS, BBS |
| | 11 | Theoretische Physik 1: Theoretische Mechanik, Elektrodynamik | an Gym |
| Master-studiengang | 12 | Theoretische Physik 2: Quantentheorie, statistische Physik und Thermodynamik | an Gym |
| | 13 | Fachdidaktik 3: Physikunterricht - Forschung und Praxis | an HS, RS, BBS |
| | 14 | Fachdidaktik 3: Physikunterricht - Forschung und Praxis | an Gym |
| | 15 | Experimentalphysik 4: Festkörperphysik, Kernphysik, Elementarteilchenphysik, Kosmologie | an Gym |
| | 16 | Fortgeschrittenen-Praktikum | an Gym |
| | 17 | Gebietsübergreifende Konzepte und Anwendungen | an, RS, BBS |
| | 18 | Gebietsübergreifende Konzepte und Anwendungen | an Gym |



Anmerkung:

Gleichlautende Module für unterschiedliche lehramtsspezifische Schwerpunkte werden hinsichtlich des Umfangs und des Vertiefungsgrades differenziert. Im Studium für das **LA an BBS** kann die Prüfungsordnung eine abweichende Verteilung der Module über Bachelor- und Masterstudiengang vorsehen.

3.2 Studienmodule des Bachelorstudiengangs**Modul 1 Experimentalphysik 1: Mechanik, Thermodynamik****Inhalte:**

- Einführung, Allgemeines: Theorie und Experiment, Mathematisierung, Verhältnis zu anderen Wissenschaften; Begriffe und Größen, Messen und Maßeinheiten, Standards von Masse, Länge, Zeit
- Mechanik: Mechanik von Massenpunkten und Systemen von Massenpunkten, Mechanik des starren Körpers, Mechanik der Kontinua/deformierbarer Körper, Schwingungen und Wellen; Akustik, Ausblick: Grenzen der klassischen Mechanik
- Thermodynamik: Phänomenologische Thermodynamik, Kinetische Gastheorie
- Ausblick: Bedeutung (Evolution und Kosmologie) und Grenzen (Statistische Mechanik, Nichtgleichgewichtsthermodynamik)
- Mathematik für Physik 1: Vektoralgebra, Koordinaten, Komplexe Zahlen, Integration und Differentiation, Vektoranalysis 1, Grundprobleme der Dynamik, Lineare Differenzialgleichungen

Qualifikationen, erwartete Kompetenzen:

Die Studierenden

verfügen über ein sicheres und strukturiertes Wissen zu den genannten Begriffen und kennen die einschlägigen Kerngedanken und Schlüsselexperimente;

kennen die Messmethoden und Größenordnungen der zentralen Größen und verfügen über die Fähigkeit zur Anwendung und quantitativen Behandlung einschlägiger Probleme;

kennen mathematische Begriffe und Methoden und können sicher mit ihnen umgehen;

können mathematische Formalismen zur Lösung physikalischer Problemstellungen anwenden.



Modul 2 Experimentalphysik 2: Elektrodynamik, Optik

Inhalte:

- Elektrodynamik: Elektrostatik und Elektrizitätslehre, Magnetostatik, Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern, zeitabhängige elektromagnetische Felder, aktuelle Entwicklungen
- Optik: Strahlenoptik, Wellenoptik, Lichtmessung und Ausblick auf Quantenoptik
- Mathematik für Physik 2: Vektoranalysis II, Spezielle Funktionen der mathematischen Physik, Partielle Differenzialgleichungen, Reihenentwicklungen und orthogonale Funktionen, Grundbegriffe und -werkzeuge der Statistik

Qualifikationen, erwartete Kompetenzen:

Die Studierenden

- verfügen über ein sicheres und strukturiertes Wissen zu den genannten Begriffen und kennen die einschlägigen Kerngedanken und Schlüsselexperimente;
- kennen die Messmethoden und Größenordnungen der zentralen Größen und verfügen über die Fähigkeit zur Anwendung und quantitativen Behandlung einschlägiger Probleme;
- kennen mathematische Begriffe und Methoden und können sicher mit ihnen umgehen;
- können mathematische Formalismen zur Lösung physikalischer Problemstellungen anwenden.



Modul 3 Fachdidaktik 1: Fachdidaktische Vertiefungen zur Experimentalphysik

Verbindliche Inhalte:

- Schülervorstellungen und -interessen in den schulrelevanten Themengebieten der Physik
- Schülervorstellungen zu Zielen und Arbeitsweise der Physik
- typische Verständnishürden
- schülergemäßes Erklären, Elementarisierungen der fachwissenschaftlichen Grundlagen
- themenspezifische Medien (auch Schulbuch)
- Motivierung (Alltagsanwendungen, Experimente, Software)
- interessante und instruktive Aufgabenstellungen

Qualifikationen, erwartete Kompetenzen:

Die Studierenden

reflektieren den eigenen fachlichen Lernprozess (begriffliches Verständnis); sie können themenspezifische und -übergreifende Elemente des Schülervorverständnisses erläutern, können Alltagsvorstellungen und physikalische Konzepte gegenüberstellen;
können physikalische Sachverhalte unter Berücksichtigung des Vorverständnisses von Schülern und Schülerinnen erklären;
können Möglichkeiten zur Steigerung der Motivation des Physiklernens erläutern und eine gezielte Auswahl von Medien zur Veranschaulichung zentraler Inhalte der Experimentalphysik treffen.



Modul 4 Experimentelles Grundpraktikum 1: Mechanik, Thermodynamik

Das experimentelle Grundpraktikum 1 ist inhaltlich und zeitlich auf das Modul Experimentalphysik 1 abgestimmt. Die Auswahl der Experimente und deren Aufbereitung erfolgt so, dass spezifische Aspekte des Experimentierens exemplarisch deutlich werden:

Messverfahren grundlegender physikalischer Größen; Hypothesenbildung und –bestätigung; analoges und digitales Messen mit Fehlerminimierung; Datenaufnahme und –analyse;

Theorie und Anwendbarkeit von Messgeräten; Nutzung handelsüblicher moderner Geräte;

Einübung handwerklich-experimenteller Fertigkeiten; Funktionen physikalischer Experimente.

Inhalte:

- Grundlegende Experimente aus der Mechanik zu den Themen: Stöße, Rotation, Flüssigkeitsmechanik, Mechanische Schwingungen
- Grundlegende Experimente aus der Thermodynamik zu den Themen: Thermodynamische Prozesse, Kalorimetrie, Phasenumwandlung; Temperaturmessung: Wärmeleitung und Wärmestrahlung
- Grundlegendes zur Theorie und Praxis der Fehlerrechnung

Qualifikationen, erwartete Kompetenzen:

Die Studierenden

beherrschen die wichtigsten einschlägigen Messverfahren;

verfügen über Erfahrungen im selbsttätigen Experimentieren einschließlich der Planung, Datenaufnahme, Auswertung, Berücksichtigung von Fehlerquellen und Überwindung praktischer Schwierigkeiten;

haben ein sicheres Verständnis der Vor- und Nachteile verschiedener Bestimmungsverfahren (statische oder dynamische Messung, Fehlervermeidung, Methodenvielfalt) gewonnen;

beherrschen die Fehlerrechnung bei schrittweise steigendem Anforderungsniveau in der Fehlerbetrachtung;

kennen Labor- und Sicherheitsbestimmungen.



Modul 5 Experimentelles Grundpraktikum 2: Elektrodynamik, Optik

Das experimentelle Grundpraktikum 2 ist inhaltlich und zeitlich auf das Modul Experimentalphysik 2 abgestimmt. Die Auswahl der Experimente und deren Aufbereitung erfolgt so, dass spezifische Aspekte des Experimentierens exemplarisch deutlich werden:

Messverfahren grundlegender physikalischer Größen; Hypothesenbildung und –bestätigung; analoges und digitales Messen mit Fehlerminimierung; Datenaufnahme und –analyse; Theorie und Anwendbarkeit von Messgeräten; Nutzung handelsüblicher moderner Geräte; Einübung handwerklich-experimenteller Fertigkeiten; Funktionen physikalischer Experimente.

Inhalte:

- Grundlegende Experimente aus der Elektrodynamik zu den Themen: Elektrische Stromkreise, Magnetisches Feld, Induktion, Wechselstrom, elektrische Ausgleichsvorgänge und Schwingungen, elektromagnetische Wellen, Halbleiterbauteile
- Grundlegende Experimente aus der Optik zu den Themen: Strahlenoptik, Abbildung durch Linsen, optische Instrumente, stehende Wellen, Interferenz und Polarisierung, Beugung
- Vertiefendes zur Theorie und Praxis der Fehler

Qualifikationen, erwartete Kompetenzen:

Zusätzlich zu den Kompetenzen des Experimentellen Grundpraktikums 1:

Die Studierenden

gewinnen erste Erfahrungen in computergestützter Messwerterfassung und kennen ihre Vor- und Nachteile;

gewinnen erste Erfahrungen mit gängigen Schülerexperimentiersystemen im Regelunterricht mit Klassen (mindestens ein Versuch pro Semester) oder mit Studierendengruppen (Unterrichtsminiaturen);

haben erste Kenntnisse wesentlicher Elemente des experimentellen Unterrichts (Motivation, Einbindung der Schüler und Schülerinnen/Kommilitonen und Kommilitoninnen durch Fragestellungen/Aufgaben, überzeugende Erklärung des Versuches, gemeinsame Auswertung) und beachten sie.

Teilnahmevoraussetzungen: Modul 1



Modul 6 Experimentalphysik 3: Atom- und Quantenphysik**Inhalte:**

- Grundlegende Experimente:
Atome: Bestimmung von atomaren Größen, Massen und Energien, Rutherford-Streuung
Photonen: Strahlungsgesetze, Photoeffekt, Comptoneffekt
Elektronen: Elementarladung, e/m-Bestimmung, Interferenzexperimente
- Nichtrelativistische Quantenmechanik: Materiewellen, Schrödingergleichung, Unbestimmtheitsrelation, Interpretationsfragen der Quantenphysik, einfache quantenmechanische Systeme (polarisierte Photonen)
- Atom- und Molekülphysik: Quantenmechanik des Wasserstoffatoms, Magnetisches Moment und Spin, Atombau, Periodensystem, Molekülphysik (Bindung, Spektren)
- Quantenstatistik: Bosonen, Fermionen

Qualifikationen, erwartete Kompetenzen:

Die Studierenden

haben sichere und strukturierte Kenntnisse zu den grundlegenden Inhalten, sichere Kenntnis der einschlägigen Kerngedanken und Schlüsselexperimente sowie der Messmethoden und Größenordnungen der zentralen Größen;

verfügen über die Fähigkeit zur Beantwortung begrifflicher und experimenteller Fragen und über die sichere Fähigkeit in der mathematischen Beschreibung einfacher funktionaler Zusammenhänge zur Behandlung entsprechender Probleme;

besitzen Grundkenntnisse der mathematischen Beschreibung auf höherem Niveau (insbes. Schrödingergleichung).

Teilnahmevoraussetzungen: Module 1 und 2



Modul 7 Experimentalphysik 3: Atom- und Quantenphysik**Inhalte:**

- Grundlegende Experimente: Atome: Bestimmung von atomaren Größen, Massen u. Energien, Rutherford-Streuung; Photonen: Strahlungsgesetze, Photoeffekt, Comptoneffekt; Elektronen: Elementarladung, e/m -Bestimmung, Interferenzexperimente
- Nichtrelativistische Quantenmechanik: Materiewellen, Schrödingergleichung, Unbestimmtheitsrelation, einfache quantenmechanische Systeme, Interpretationsfragen, neuere Experimente
- Atom- und Molekülphysik: Quantenmechanik des Wasserstoffatoms, Magnetisches Moment und Spin, Atombau, Periodensystem, Molekülphysik (Bindung, Spektren)
- Quantenstatistik: Bosonen, Fermionen
- Mathematik für Physik 3: Vektorräume und Operatoren, Spezielle Funktionen, Elemente der Gruppentheorie, Rechen- und Näherungsmethoden

Qualifikationen, erwartete Kompetenzen:

Die Studierenden

gewinnen einen Einblick in die grundlegenden Unterschiede zwischen klassischer und quantenphysikalischer Beschreibung, sie haben sicheres und strukturiertes Wissen zu den genannten Inhalten;

haben Kenntnis der einschlägigen Kerngedanken und Schlüsselexperimente sowie der Messmethoden und Größenordnungen der zentralen Größen und verfügen über die Fähigkeit zur Anwendung und quantitativen Behandlung einschlägiger Probleme;

kennen die mathematischen Begriffe, Methoden sowie Formalismen und können diese zur Lösung physikalischer Problemstellungen anwenden.

Teilnahmevoraussetzungen: Module 1 und 2



Modul 8 Fachdidaktik 2: Physikunterricht – Konzeptionen und Praxis**Inhalte:**

- Bedeutung und Legitimation physikalischer Bildung, Ziele des Physikunterrichts; konzeptionelle Ansätze für den Physikunterricht (insbes. kontextorientierter Physikunterricht); Elementarisierung, didaktische Reduktion
- Curriculumentwicklung, Bildungsstandards für den Physikunterricht, Physikunterricht im Spiegel internationaler und nationaler empirischer Studien; Unterrichtsskripte zum Physikunterricht
- Geschlechtssensitiver Unterricht
- Grundlegende Experimente des Physikunterrichts der Sekundarstufe I, Gerätekunde schultypischer Geräte; Zielsetzung und didaktisches Potenzial von Demonstrationsexperimenten, Schülerexperimenten, Freihandexperimenten, Modellexperimenten, Gedankenexperimenten etc., Methodik des Experimentierens; Rechner gestütztes Experimentieren: Messdatenerfassung, Simulation, Hypermedia, interaktive Bildschirmexperimente, Modellbildungssysteme etc.
- Präsentation von Experimenten, experimentelle Schülerwettbewerbe: Jugend forscht, Schüler experimentieren
- Sicherheit im Physikunterricht

Qualifikationen, erwartete Kompetenzen:

Die Studierenden

können die Bedeutung der Physik für das Weltverständnis und die gesellschaftliche Entwicklung darlegen und im Unterricht sowie in der (Schul-) Öffentlichkeit reflektiert vertreten;

können grundlegende Ziele und Inhalte des Physikunterrichts benennen, spezifische Maßnahmen zur Förderung von Mädchen und Jungen im Physikunterricht erläutern, Defizite der Gestaltung des Physikunterrichts empirisch begründet erläutern und konkrete Lösungsansätze beschreiben sowie physikalische Themen für den Unterricht exemplarisch aufbereiten;

beherrschen den kompetenten Umgang mit handels- und schulüblichen Lehrgeräten und Experimentiermaterialien, sie wenden Strategien zur systematischen Analyse von Fehlerquellen beim eigenen Experimentieren an und kennen die Kategorien von Experimenten, ihre Funktion und ihr didaktisches Potenzial;

verfügen über Erfahrungen, Experimente lernziel- und schülerorientiert auszuwählen, aufzubauen und zu präsentieren sowie rechnergestützte Demonstrations- und Schülerexperimente einzusetzen;

sie verfügen über die Kenntnis der typischen Experimentierliteratur und beherrschen die wichtigsten Sicherheitsvorschriften im Physikunterricht.

Teilnahmevoraussetzungen: Module 1 bis 5



**Modul 9 Experimentalphysik 4: Themen aus dem Makro- und dem Mikrokosmos.
Gebietsübergreifende Konzepte und Anwendungen****Inhalte:**

- Reise durch den Makro- und Mikrokosmos
- Kosmos, Galaxien, Sterne, Planeten, Festkörper, Atome, Kerne, Elementarteilchen

Auswahl aus folgenden Themen

- Strukturen und Konzepte: Dimensionsanalyse, Skalierung, Ähnlichkeitstheorie; Felder; Wechselwirkungen; Wellengleichung, Wellen; Multipole u.a. Moden-Analyse; nichtlineare Dynamik, Selbstorganisation, deterministisches Chaos; Analogien bei Transportphänomenen; mikroskopische Modellierung makroskopischer Phänomene; Aspekte der Ideengeschichte wichtiger Konzepte und ihrer Kontroversen (z. B. Atomismus, Determinismus)
- Angewandte und technische Physik: Physik und Informations- und Kommunikationstechnik; Regel- und Prozesstechnik, Sensorik; medizinische Technik; Klima und Wetter; Biophysik; Ökologie; Energie; Himmelsmechanik, Satelliten, GPS; Messgeräte; el. Lichtquellen; Displays

Qualifikationen, erwartete Kompetenzen:

Die Studierenden

haben ein strukturiertes Überblickswissen zu den grundlegenden Inhalten;

kennen die charakteristischen Phänomene, Größen und Wechselwirkungen, die den jeweiligen Dimensionsbereich bestimmen und sind fähig, dazu qualitative und einfache quantitative Fragen zu beantworten;

verstehen komplexe Systeme aus Natur und Technik und können das eigene physikalische Wissen im Nachvollzug der Lösungen ausgewählter komplexer Probleme synergetisch verknüpfen und haben die Fähigkeit zur Erläuterung des Zusammenwirkens von Wissen aus verschiedenen Disziplinen bei der Lösung komplexer Probleme an ausgewählten Beispielen;

sind fähig, verschiedene Teilgebiete der Physik durch Verständnis wichtiger gemeinsamer Konzepte strukturell zu verknüpfen, verfügen über ein vertieftes Verständnis dieser Konzepte durch Kenntnis der Gemeinsamkeiten und Unterschiede in verschiedenen Verwendungszusammenhängen und können einschlägige Probleme auf dem Niveau der Experimentalphysik mathematisch beschreiben und behandeln.

Teilnahmevoraussetzungen: Modul 6



Modul 10 Experimentalphysik 4: Festkörperphysik, Kernphysik, Elementarteilchenphysik

Inhalte:

- Festkörperphysik: Kristallstruktur, Bindungsmechanismen, mechanische, thermische und elektrische Eigenschaften, Halbleiter
- Kernphysik: experimentelle Methoden, Detektoren, Aufbau des Atomkerns, Radioaktivität, Kernspaltung und Kernfusion, technische und medizinische Anwendungen, Strahlenschutz
- Elementarteilchenphysik: Teilchenbeschleuniger, Klassifizierung der Elementarteilchen, fundamentale Wechselwirkungen

Qualifikationen, erwartete Kompetenzen:

Die Studierenden

besitzen strukturiertes Wissen zu den genannten Begriffen; sie haben Kenntnis der einschlägigen Kerngedanken und Schlüsselexperimente sowie der Messmethoden und Größenordnungen der zentralen Größen;
verfügen über die Fähigkeit zur quantitativen Behandlung einfacher einschlägiger Probleme.

Teilnahmevoraussetzungen: Modul 7



Modul 11 Theoretische Physik 1: Theoretische Mechanik, Elektrodynamik

Das Modul 11 soll (zusammen mit Modul 12) vermitteln, wie theoretische Physiker und Physikerinnen denken. Die Ausbildung in Theoretischer Physik verfolgt ein doppeltes Ziel: zum einen Beherrschung der grundlegenden Konzepte, Methoden und Denkweisen, zum anderen Verständnis für die spezifische Rolle der Theorie im Aufbau der Physik, ihr gedankliches Arsenal an Arbeitsstrategien und Denkformen und ihre Kulturverflechtung. Gerade das zweite Ziel ist für die Lehramtsausbildung fundamental. Es verlangt neben der Behandlung bekannter Einzelthemen entlang der Fachstruktur der Theoretischen Physik (Hauptthemen: Mechanik, Thermodynamik, Elektrodynamik, Quantenmechanik) eine übergeordnete Perspektive, um das Wesen von Physik zu verstehen.

Inhalte:

- Theoretische Mechanik: Lagrange-Mechanik, Hamilton-Mechanik, Drehungen, Fermatsches Prinzip; *optional*: Nichtlineare Dynamik und chaotische Systeme, Allgemeine Relativitätstheorie
- Elektrodynamik: Maxwellgleichungen, elektromagnetische Wellen, Poynting-Vektor, Strahlung von bewegten Ladungsverteilungen

Qualifikationen, erwartete Kompetenzen:

Die Studierenden

beherrschen die grundlegenden Konzepte, Methoden und Denkweisen der theoretischen Physik; verstehen das Wechselspiel von Theoretischer Physik und Experimentalphysik, den Beitrag der Theoretischen Physik zu Begriffsbildung und Begriffsgeschichte, die wichtigsten Arbeitsstrategien und Denkformen der Theoretischen Physik sowie die Kulturverflechtung und den Kultur- und Zivilisationsbeitrag der Theoretischen Physik;

entwickeln die Fähigkeit, die spezifische Rolle der Theorie im Aufbau der Physik, ihr gedankliches Arsenal an Arbeitsstrategien und Denkformen und ihre Kulturverflechtung an schulrelevanten Beispielen zu verdeutlichen.

Teilnahmevoraussetzungen: Module 1, 2 und 7



3.3 Studienmodule des Masterstudiengangs

Modul 12 Theoretische Physik 2: Quantentheorie, statistische Physik und Thermodynamik

Das Modul 12 soll (zusammen mit Modul 11) vermitteln, wie theoretische Physiker und Physikerinnen denken. Die Ausbildung in Theoretischer Physik verfolgt ein doppeltes Ziel: zum einen Beherrschung der grundlegenden Konzepte, Methoden und Denkweisen, zum anderen Verständnis für die spezifische Rolle der Theorie im Aufbau der Physik, ihr gedankliches Arsenal an Arbeitsstrategien und

Denkformen und ihre Kulturverflechtung. Gerade das zweite Ziel ist für die Lehramtsausbildung fundamental. Es verlangt neben der Behandlung bekannter Einzelthemen entlang der Fachstruktur der Theoretischen Physik (Hauptthemen: Mechanik, Thermodynamik, Elektrodynamik, Quantenmechanik) eine übergeordnete Perspektive, um das Wesen von Physik zu verstehen.

Inhalte:

- Quantentheorie: Postulate und mathematischer Formalismus der Quantentheorie, Schrödingergleichung, Eigenwerte u. -zustände, zeitliche Entwicklung, Orts- und Impulsdarstellung, Schrödingerbild, Heisenbergbild, eindimensionale Probleme, unitäre Transformationen und Symmetrien, Drehimpuls, Spin, Addition von Drehimpulsen, Spin-Bahn-Kopplung, Wasserstoffatom, harmonischer Oszillator, Pfadintegral-Formulierung, identische Teilchen, Interpretation und Information in der Quantenphysik, Quantenmechanik geladener Teilchen, Zusammenhang zur klassischen Physik, Störungstheorie
- Statistische Physik und Thermodynamik: Entartungsfunktion und Entropie, Zusammenhang zu Thermodynamischen Variablen, Boltzmann- und Maxwell-Verteilung, Bose-Einstein und Fermi-Dirac-Verteilung, Nichtgleichgewichtsthermodynamik und dissipative Strukturen
- *Optional*: Querschnittsthemen: Approximationsverfahren der Theoretischen Physik, Variationsrechnung

Qualifikationen, erwartete Kompetenzen:

Die Studierenden

beherrschen die grundlegenden Konzepte, Methoden und Denkweisen der theoretischen Physik;

verstehen das Wechselspiel von Theoretischer Physik und Experimentalphysik, den Beitrag der Theoretischen Physik zu Begriffsbildung und Begriffsgeschichte, die wichtigsten Arbeitsstrategien und Denkformen der Theoretischen Physik sowie die Kulturverflechtung und den Kultur- und Zivilisationsbeitrag der Theoretischen Physik;

entwickeln die Fähigkeit, die spezifische Rolle der Theorie im Aufbau der Physik, ihr gedankliches Arsenal an Arbeitsstrategien und Denkformen und ihre Kulturverflechtung an schulrelevanten Beispielen zu verdeutlichen.

Teilnahmevoraussetzungen: Modul 11



Modul 13 Fachdidaktik 3: Physikunterricht – Forschung und Praxis

Inhalte:

- Theoriebildung: Historisch-genetische Entwicklung ausgewählter Themengebiete der Physik, Erkenntnismethoden der Physik, physikalische und alltagsweltliche Zugänge zur Natur
- Fachdidaktische Forschung: Aktuelle Themen physikdidaktischer Forschung und theoriegeleiteter fachdidaktischer Entwicklung, exemplarische empirische Forschungsmethoden, fachdidaktische Forschungsliteratur, Rezeption und Diskussion ausgewählter Forschungsarbeiten
- Schülerexperimente im Physikunterricht der Sekundarstufe I inklusive Gerätekunde

Qualifikationen, erwartete Kompetenzen:

Die Studierenden

können die Ideengeschichte ausgewählter physikalischer Konzepte und Theorien beschreiben, die Physik als paradigmatische Naturwissenschaft beschreiben, physikalische Erkenntnis- und Arbeitsmethoden, insbesondere des Experiments, an Beispielen aus der Theoriesgeschichte der Physik reflektieren;

können physikdidaktische Forschungsfelder beschreiben und ausgewählte fachdidaktische Forschungsmethoden in einem begrenzten Themengebiet anwenden;

haben die Fähigkeit zur Entwicklung phänomenologischer Zugänge, um physikalische Gesetzmäßigkeiten zu demonstrieren; können mit Modellen zur Veranschaulichung geübt umgehen;

kennen Stellung und Funktion des Experiments im Lehr-/Lernprozess;

können kompetent ein Experiment präsentieren;

kennen typische Schülerexperimentiergeräte;

haben gesicherte Erfahrungen in der Planung von Schülerübungen;

haben die Fähigkeit zur Herstellung von fächerübergreifenden Bezügen und Alltags-/ Technikbezügen im Physikunterricht entwickelt;

kennen die Elemente eines experimentell orientierten Projektunterrichts.



Modul 14 Fachdidaktik 3: Physikunterricht – Forschung und Praxis

Inhalte:

- Theoriebildung: Historisch-genetische Entwicklung ausgewählter Themengebiete der Physik, Erkenntnismethoden der Physik, physikalische und alltagsweltliche Zugänge zur Natur
- Fachdidaktische Forschung: Aktuelle Themen physikdidaktischer Forschung und theoriegeleiteter fachdidaktischer Entwicklung, exemplarische empirische Forschungsmethoden, fachdidaktische Forschungsliteratur, Rezeption und Diskussion ausgewählter Forschungsarbeiten
- Grundlegende Experimente im Physikunterricht der Sekundarstufe II
- Fachmedien, Beschaffung von und Umgang mit Informationen
- Experimentelle Facharbeiten, Schülerpraktika und Projekte

Qualifikationen, erwartete Kompetenzen:

Die Studierenden

können die Ideengeschichte ausgewählter physikalischer Konzepte und Theorien beschreiben, die Physik als paradigmatische Naturwissenschaft beschreiben, physikalische Erkenntnis- und Arbeitsmethoden, insbesondere des Experiments, an Beispielen aus der Theoriegeschichte der Physik reflektieren;

können physikdidaktische Forschungsfelder beschreiben und ausgewählte fachdidaktische Forschungsmethoden in einem begrenzten Themengebiet anwenden;

haben Erfahrungen in der Präsentation anspruchsvoller Phänomene und Experimente der Sekundarstufe II, im Einsatz von Multimedien unter didaktisch-methodischen Aspekten und kennen die Potenziale und Grenzen verschiedener Medientypen; sie haben Erfahrungen mit Modellbildungssystemen zur physikalischen Modellierung sowie mit Methoden der zeitgemäßen Informationsbeschaffung (Internetquellen, virtuelle Bibliotheken);

kennen die Möglichkeiten und Charakteristika von experimentellen Facharbeiten, Schülerpraktika und experimenteller Projektarbeit.



Modul 15 Experimentalphysik 4: Festkörperphysik, Kernphysik, Elementarteilchenphysik

Inhalte:

- Festkörperphysik: Kristallstruktur, Bindungsmechanismen, mechanische, thermische und elektrische Eigenschaften, Halbleiter
- Kernphysik: experimentelle Methoden, Detektoren, Aufbau des Atomkerns, Radioaktivität, Kernspaltung und Kernfusion, technische und medizinische Anwendungen, Strahlenschutz
- Elementarteilchenphysik: Teilchenbeschleuniger, Klassifizierung der Elementarteilchen, fundamentale Wechselwirkungen
- Kosmologie

Qualifikationen, erwartete Kompetenzen:

Die Studierenden

besitzen strukturiertes Wissen zu den genannten Begriffen;

haben Kenntnis der einschlägigen Kerngedanken und Schlüsselexperimente sowie der Messmethoden und Größenordnungen der zentralen Größen;

verfügen über die Fähigkeit zur quantitativen Behandlung einfacher einschlägiger Probleme.



Modul 16 Fortgeschrittenen-Praktikum

Inhalte:

Ausgewählte Versuche zu folgenden Themen:

- Atomphysik und Molekülphysik: z. B. Spektralserien, Zeeman-Effekt, Optisches Pumpen, Molekülspektroskopie
- Festkörperphysik: z. B. Halbleitereigenschaften, Supraleitung, Röntgenstrukturanalyse
- Kernphysik: z. B. Rutherford-Streuung, Massenspektrometer, α -, β -, γ -Spektroskopie
- Optik: Fourier-Spektroskopie, Laser-Resonator
- Messtechnik: z. B. Datenerfassung, Detektoren für Strahlung / für Teilchen

Qualifikationen, erwartete Kompetenzen:

Die Studierenden

sind mit komplexeren Versuchsaufbauten vertraut;

haben Einblicke in moderne physikalische Forschung und deren Methoden erworben;

erarbeiten eigenständig den Gehalt physikalisch-theoretischer und experimentell-technischer Versuche.

Damit soll auch auf eine experimentelle Master-Arbeit vorbereitet werden.

Teilnahmevoraussetzungen: Modul 15



Modul 17 Gebietsübergreifende Konzepte und Anwendungen

Im Mittelpunkt stehen wichtige Konzepte und Anwendungen, die in für die Physik konstitutiver Weise Querverbindungen zwischen deren Teilgebieten (und z.T. mit anderen Naturwissenschaften) herstellen: Auf der Ebene der Konzepte strukturelle Querverbindungen, d.h. Elemente des physikalischen Begriffsgerüsts, die vielen Teilgebieten eigen sind und zur gedanklichen Struktur des Faches gehören. Im Rahmen der Angewandten Physik synergetische Querverbindungen zwischen Wissensselementen über die Grenzen innerhalb und außerhalb der Disziplin hinweg, ohne die viele wichtige Probleme gar nicht lösbar wären. - Auf beiden Ebenen haben die konkreten Inhalte und die von ihnen geschaffenen Querverbindungen denselben Stellenwert.

Inhalte: *Auswahl aus folgenden Themen im Umfang eines Moduls*

- Strukturen und Konzepte: Dimensionsanalyse, Skalierung, Ähnlichkeitstheorie; Felder; Wechselwirkungen; Wellengleichung, Wellen; Multipole u.a. Moden-Analyse; nichtlineare Dynamik, Selbstorganisation, deterministisches Chaos; Analogien bei Transportphänomenen; mikroskopische Modellierung makroskopischer Phänomene; Aspekte der Ideengeschichte wichtiger Konzepte und ihrer Kontroversen (z. B. Atomismus, Determinismus)
- Angewandte und technische Physik: Physik und Informations- und Kommunikationstechnik; Regel- und Prozesstechnik, Sensorik; medizinische Technik; Klima und Wetter; Biophysik; Ökologie; Energie; Himmelsmechanik, Satelliten, GPS; Messgeräte; el. Lichtquellen; Displays

Qualifikationen, erwartete Kompetenzen:

Die Studierenden

sind fähig, verschiedene Teilgebiete der Physik durch Verständnis wichtiger gemeinsamer Konzepte strukturell zu verknüpfen, verfügen über ein vertieftes Verständnis dieser Konzepte durch Kenntnis der Gemeinsamkeiten und Unterschiede in verschiedenen Verwendungszusammenhängen und können einschlägige Probleme auf dem Niveau der Experimentalphysik mathematisch beschreiben und behandeln;

verstehen komplexe Systeme aus Natur und Technik und können das eigene physikalische Wissen im Nachvollzug der Lösungen ausgewählter komplexer Probleme synergetisch verknüpfen und haben die Fähigkeit zur Erläuterung des Zusammenwirkens von Wissen aus verschiedenen Disziplinen bei der Lösung komplexer Probleme an ausgewählten Beispielen.

Teilnahmevoraussetzungen: Modul 9 oder 10



Modul 18 Gebietsübergreifende Konzepte und Anwendungen

Im Mittelpunkt stehen wichtige Konzepte und Anwendungen, die in für die Physik konstitutiver Weise Querverbindungen zwischen deren Teilgebieten (und z.T. mit anderen Naturwissenschaften) herstellen: Auf der Ebene der Konzepte strukturelle Querverbindungen, d.h. Elemente des physikalischen Begriffsgerüsts, die vielen Teilgebieten eigen sind und zur gedanklichen Struktur des Faches gehören. Im Rahmen der Angewandten Physik synergetische Querverbindungen zwischen Wissens-elementen über die Grenzen innerhalb und außerhalb der Disziplin hinweg, ohne die viele wichtige Probleme gar nicht lösbar wären. - Auf beiden Ebenen haben die konkreten Inhalte und die von ihnen geschaffenen Querverbindungen denselben Stellenwert.

Inhalte:

- Strukturen und Konzepte: Dimensionsanalyse, Skalierung, Ähnlichkeitstheorie; Felder; Wechselwirkungen; Symmetrien und Erhaltungsgrößen; Wellengleichung, Wellen; Multipole u.a. Moden-Analyse; nichtlineare Dynamik, Selbstorganisation, deterministisches Chaos; Analogien bei Transportphänomenen; Virialsatz als Strukturelement; mikroskopische Modellierung makroskopischer Phänomene; Streuung und Strukturbestimmung; Aspekte der Ideengeschichte wichtiger Konzepte und ihrer Kontroversen (z. B. Atomismus, Determinismus)
- Angewandte und technische Physik: Physik und Informations- und Kommunikationstechnik; Regel- und Prozesstechnik, Sensorik; medizinische Technik; Klima und Wetter; Biophysik; Ökologie; Energie; Himmelsmechanik, Satelliten, GPS; Messgeräte; el. Lichtquellen; Displays

Qualifikationen, erwartete Kompetenzen:

Die Studierenden

sind fähig, verschiedene Teilgebiete der Physik durch Verständnis wichtiger gemeinsamer Konzepte strukturell zu verknüpfen, verfügen über ein vertieftes Verständnis dieser Konzepte durch Kenntnis der Gemeinsamkeiten und Unterschiede in verschiedenen Verwendungszusammenhängen und können einschlägige Probleme auch auf dem Niveau der Theoretischen Physik mathematisch beschreiben und behandeln;

verstehen komplexe Systeme aus Natur und Technik und können das eigene physikalische Wissen im Nachvollzug der Lösungen ausgewählter komplexer Probleme synergetisch verknüpfen und haben die Fähigkeit zur Erläuterung des Zusammenwirkens von Wissen aus verschiedenen Disziplinen bei der Lösung komplexer Probleme an ausgewählten Beispielen.

Teilnahmevoraussetzungen: Module 11, 12 und 15

