

Bildungsplan für das Fach Physik am Studienkolleg Hamburg

(Beschluss der Fachkonferenz Physik am 04.08.2021, Überarbeitung auf FK am 26.09.2022,
Ergänzungen zum Propädeutikum auf FK am 31.01.2024)

Das Fach Physik wird am Studienkolleg Hamburg in den **einjährigen Fachkursen**¹ T und M unterrichtet. Dabei sollen die Studierenden im Studienkolleg auf die Feststellungsprüfung und das Fachstudium vorbereitet werden.

Der **T-Kurs** dient der Vorbereitung auf technische, mathematische und naturwissenschaftliche Studiengänge. Absolventen der T-Kurse nehmen nach Beendigung des Studienkollegs häufig² ein ingenieurwissenschaftliches Studium im Umfeld der Studiengänge Maschinenbau, Elektrotechnik/Mechatronik und Informatik auf. Manche wählen im Anschluss aber auch einen Studiengang aus dem Bereich Mathematik/Naturwissenschaften oder mit einem wirtschaftswissenschaftlichen Bezug (Wirtschaftsinformatik/-ingenieurwesen).

Der **M-Kurs** dient der Vorbereitung auf medizinische und biowissenschaftliche Studiengänge. Absolventen der M-Kurse beabsichtigen nach Beendigung des Studienkollegs zunächst² ein Studium der (Zahn-)Medizin bzw. Pharmazie aufzunehmen, wählen dann aber aufgrund der hohen Zulassungsvoraussetzungen („NC“) häufig ein natur- oder ingenieurwissenschaftliches Studium aus einem benachbarten Gebiet, insbesondere der Biologie/Chemie bzw. des Chemie- bzw. Bioingenieurwesens aber auch der Psychologie, der Gesundheitswissenschaften oder der Medizintechnik.

Für Studieninteressierte, die im Ausland bereits eine Hochschulzugangsberechtigung erworben haben, die in Deutschland anerkannt wird, bietet das Studienkolleg Hamburg zur Vorbereitung auf das Studium in Deutschland in Zusammenarbeit mit den drei großen Hamburger Hochschulen außerdem jedes Sommersemester einen etwa 3-monatigen fachorientierten Vorbereitungskurs an, das sogenannte **Propädeutikum**.

Das Fach Physik wird im Propädeutikum im Rahmen der Schwerpunktkurse **T-Kurs** und **NaWi-Kurs** angeboten, die hinsichtlich der gewünschten Studienziele der Studierenden denen aus den einjährigen Fachkursen (T- versus M-Kurs) entsprechen.

¹ Darüber hinaus wird das Fach Physik auch im ersten Jahr des zweijährigen [Sonderlehrgangs](#) unterrichtet. Da diese Kurse bereits seit längerer Zeit nicht mehr nachgefragt werden, wird im vorliegenden Bildungsplan nicht auf diesen Kurstyp eingegangen.

² vgl. kolleginterne Umfrage unter den Studierenden der Examenssemester zu den Studienzelen in 2012-2014 durch die Steuergruppe des Studienkollegs;

1. Kompetenzerwerb

Neben einer Vorbereitung auf die anvisierten Studiengänge verfolgt der Physikunterricht am Studienkolleg auch das Ziel³, eine „vertiefte Allgemeinbildung, allgemeine Studierfähigkeit sowie wissenschaftspropädeutische Bildung“ zu vermitteln bzw. zu fördern. Hier orientiert sich der Bildungsplan für das Fach Physik am Studienkolleg grundsätzlich an den „[Bildungsstandards im Fach Physik für die Allgemeine Hochschulreife](#)“⁴ bzw. dem dort zugrunde gelegten Kompetenzstufenmodell^{5,6}. Dabei ist aber die im Vergleich zur Studienstufe einer deutschen Oberstufe deutlich *heterogenere Lernausgangslage* der Studierenden am Studienkolleg zu berücksichtigen:

So kommen die Studierenden mit sehr unterschiedlichen Vorbildungen zum Studienkolleg, und haben in den M- und T-Kursen oft nur geringe Deutsch-Kenntnisse und deutliche Probleme beim Verständnis der naturwissenschaftlichen-technischen Fachsprache. Erfahrungen mit Experimenten und eigenen praktischen Arbeiten sind meist nicht gegeben. Die Vorerfahrungen beschränken sich häufig auf das „Rechnen von Aufgaben“ meist aus dem Bereich der Mittelstufen-Mechanik (Kinematik und Energieerhaltungsrechnungen).

Der Physik-Unterricht kann deshalb (anders als der Mathematikunterricht) kaum physikalische Vorkenntnisse voraussetzen. Alle Themen müssen daher *fachsprachlich sensibel* und zunächst (wie in der Mittelstufe) auf *phänomenologischen Niveau* eingeführt werden.

Auf der anderen Seite kann und sollte das im Vergleich zur Studienstufe einer deutschen Oberstufe schärfer umrissene Studienfeld berücksichtigt werden. So verlangt ein Studium der Ingenieur- oder Naturwissenschaften im Vergleich zum Lernen in der Schule

- die Bewältigung eines *deutlich höheren Stoffpensums* in viel kürzeren Lerneinheiten, welches eine kontinuierliche und selbständig organisierte (häusliche) Nacharbeit erfordert;
- ein *vertieftes Verständnis der Konzepte* bzw. eine höhere Präzision beim Umgang mit den Fachbegriffen.

Im Hinblick auf Erfordernisse im anschließenden Fachstudium müssen die Anforderungen und das Abstraktionsniveau im Physikunterricht daher schnell gesteigert werden, auch was den Grad der Mathematisierung betrifft. Besonderer Wert sollte dabei der stringenten und präzisen physikalischen bzw. sachlogischen Argumentation zukommen, ohne dabei formale Aspekte allzu sehr in den Vordergrund zu stellen.

Das *Studienfeld der T-Kurs-Absolventen* zeichnet sich darüber hinaus durch eine hohe Studienabbrecherquote bzw. einem hohen Anteil von Studierenden aus, die die

³ vgl. „Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe und der Abiturprüfung“ (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.07.1972 in der jeweils geltenden Fassung);

⁴ gemäß dem Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.06.2020;

⁵ vgl. auch „[Kompetenzstufenmodelle zu den Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss](#)“ (Beschluss der Kultusministerkonferenz (KMK) vom 08.12.2011);

⁶ Auch die in dem „[Kompetenzprofil des Fachs Physik an den Studienkollegs](#)“ gemäß eines Beschlusses der Arbeitsgemeinschaft der Studienkollegleiterinnen und -leiter formulierten Inhalte und Kompetenzerwartungen werden im vorliegenden Bildungsplan Physik für das Studienkolleg Hamburg weitgehend berücksichtigt. Details zu kleineren Abweichungen finden sich in den Anmerkungen auf Seite 7 und 8.

Abschlussklausuren in den einschlägigen Veranstaltungen⁷ der ersten Semester im ersten Anlauf nicht bestehen, auch weil deren Inhalte im Physikunterricht der Oberstufe kaum hinreichend vorbereitet werden. Das Curriculum für den Physikunterricht am Studienkolleg erlaubt deshalb ausdrücklich die exemplarische, propädeutische Behandlung entsprechender „gewöhnungsbedürftiger“ Grundkonzepte aus diesen Gebieten anstelle der Behandlung von typischen Themen des Physikunterrichts der Studienstufe⁸ der 12. Jahrgangsstufe (G8), die eher die Vermittlung eines angemessenen modernen physikalischen Weltbildes⁹ adressieren.

Für das *Studienfeld der M-Kurs-Absolventen* ist dagegen eher eine gewisse Breite der für verschiedenste Gebiete der Biowissenschaften und Medizin grundlegenden physikalischen Konzepte aus der Biophysik hilfreich, wie sie auch in den Grundvorlesungen/-praktika der entsprechenden Studiengänge überblicksartig behandelt werden. Das Curriculum für den Physikunterricht am Studienkolleg nennt deshalb ausdrücklich verschiedene Bezüge zur *Biologie und Medizin*, die exemplarisch auf unterschiedlichem Niveau behandelt werden können

Schließlich müssen die im Vergleich zur Studienstufe einer deutschen Oberstufe deutlich *kürzere Ausbildungsdauer* sowie die zügige Vorbereitung auf die Feststellungsprüfung berücksichtigt werden. So stehen für den Unterricht am Studienkolleg durchschnittlich etwa 28 Wochen bis zu den Feststellungsprüfungen zur Verfügung. Außerdem erfolgt der Physikunterricht am Studienkolleg im T-Kurs mit 4 Unterrichtsstunden und in M-Kursen nur mit 2 Unterrichtsstunden pro Woche. Eine Unterrichtsstunde (kurz U-Std.) dauert dabei 90 Minuten. Damit stehen am Studienkolleg im T-Kurs knapp 74% und im M-Kurs nur knapp 37% der Zeit zur Verfügung, die in der Studienstufe einer Hamburger Oberstufe¹⁰ für den Unterricht einer Naturwissenschaft vorgesehen sind. Nach weiterem Abzug für die Vor- und Nachbereitung von mindestens vier Klausuren bleibt demnach nur wenig Spielraum für die Etablierung koordinationsintensiver „alternativer Unterrichtsformen“ oder das Training überfachlicher Kompetenzen im Verlaufe dieses kurzen Kursjahres.

Vor diesem Hintergrund fokussiert der Unterricht im Fach Physik am Studienkolleg schwerpunktmäßig auf die Förderung der in den [Bildungsstandards im Fach Physik für die Allgemeine Hochschulreife](#) dargestellten Sach- bzw. Erkenntnisgewinnungskompetenzen:

Dabei zeigt sich die **Sachkompetenz** der Lernenden „in der Kenntnis naturwissenschaftlicher Konzepte, Theorien und Verfahren und der Fähigkeit, diese zu beschreiben und zu erklären sowie geeignet auszuwählen und zu nutzen, um Sachverhalte aus fach- und alltagsbezogenen Anwendungsbereichen zu verarbeiten“¹¹.

⁷ Laut einer Befragung von Dozenten und Studiengangsberatern an Hamburger Hochschulen und ehemaligen Kollegiatinnen und Kollegiaten in entsprechenden Studiengängen (Maschinenbau, Elektrotechnik, Informatik, Architektur etc.) im Rahmen einer Hochschulrecherche in 2014-2015 sind dies vor allem die Lehrveranstaltungen mit Bezug zur Physik: Technische Mechanik (I-III), Elektrotechnik (I-III), Strömungsmechanik, Thermodynamik.

⁸ wie z.B. Quanten-, Atom- und Teilchenphysik bzw. Relativitätstheorie, Astronomie und Kosmologie

⁹ Der Umgang mit modernen Atommodellen ist im Übrigen Gegenstand des Chemieunterrichts am Studienkolleg.

¹⁰ dabei werden 304 Stunden (à 45 Minuten) für ein naturwissenschaftliches Fach in der Studienstufe gemäß APO-AH(2008) zugrunde gelegt;

¹¹ vgl. S.13f in den Bildungsstandards im Fach Physik für die AHR;

Die **Erkenntnisgewinnungskompetenz** bezeichnet in dem den Bildungsstandards zugrunde liegenden Kompetenzmodell die „Kenntnis von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen und (... die) Fähigkeit, diese zu beschreiben, zu erklären und zu verknüpfen, um Erkenntnisprozesse nachvollziehen oder gestalten zu können und deren Möglichkeiten und Grenzen zu reflektieren“¹².

Im Detail sollen Studierende durch den Physikunterricht am Studienkolleg die folgenden Kompetenzen¹³ erwerben:

Sachkompetenz

Die Studierenden ...

- erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien (**S1**);
- erläutern Gültigkeitsbereiche von Modellen und Theorien und beschreiben deren Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten (**S2**);
- wählen aus bekannten Modellen bzw. Theorien geeignete aus, um sie zur Lösung physikalischer Probleme zu nutzen (**S3**);
- erklären bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus (**S5**);
- wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an (**S7**).

Die Studierenden in den T-Kursen ...

- bauen Versuchsanordnungen ggf. auch unter Verwendung von digitalen Messwertfassungssystemen nach Anleitungen auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre Beobachtungen (**S4**);
- erklären bekannte Auswerteverfahren und wenden sie auf Messergebnisse an (**S6**).

Erkenntnisgewinnungskompetenz

Die Studierenden ...

- identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu physikalischen Sachverhalten (**E1**);
- stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf (**E2**);
- beurteilen die Eignung von Untersuchungsverfahren zur Prüfung bestimmter Hypothesen (**E3**);
- modellieren Phänomene physikalisch, auch mithilfe mathematischer Darstellungen und digitaler Werkzeuge, wobei sie theoretische Überlegungen und experimentelle Erkenntnisse aufeinander beziehen (**E4**);
- erklären mithilfe bekannter Modelle und Theorien die in erhobenen oder recherchierten Daten gefundenen Strukturen und Beziehungen (**E6**);
- beurteilen die Eignung physikalischer Modelle und Theorien für die Lösung von Problemen (**E 8**);

Die Studierenden in den T-Kursen ...

- planen geeignete Experimente und Auswertungen zur Untersuchung einer physikalischen Fragestellung (**E5**);

¹² vgl. S.14f in den Bildungsstandards im Fach Physik für die AHR;

¹³ dabei beziehen sich die Bezeichnungen (S1-S7, E1-E11, K1-K10 und B1-B8) auf die in den Bildungsstandards formulierten Kompetenzen

- berücksichtigen Messunsicherheiten und analysieren die Konsequenzen für die Interpretation des Ergebnisses (**E7**);
- reflektieren die Relevanz von Modellen, Theorien, Hypothesen und Experimenten für die physikalische Erkenntnisgewinnung (**E9**);

Kommunikationskompetenz

Die Studierenden ...

- entnehmen unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder (**K3**);
- formulieren unter Verwendung der Fachsprache chronologisch und kausal korrekt strukturiert (**K4**);
- veranschaulichen Informationen und Daten in ziel-, sach- und adressatengerechten Darstellungsformen, ggf. auch mithilfe digitaler Werkzeuge (**K6**).

Die Studierenden in den T-Kursen ...

- präsentieren physikalische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien (**K7**).

Bewertungskompetenz

Die Studierenden ...

- erläutern aus verschiedenen Perspektiven Eigenschaften einer schlüssigen und überzeugenden Argumentation (**B1**).

Propädeutikum

Der Unterricht im Propädeutikum beginnt üblicherweise nach den Märzferien, umfasst etwa 11-12 Wochen und erfolgt im Schwerpunktkurs **T-Kurs** meist 3-stündig und im **NaWi-Kurs** meist nur 2-stündig. Dabei wird die Zahl der Kurse und Unterrichtsstunden im Fach Physik auch an die aktuelle Bewerberlage angepasst.

Für die reine Unterrichtszeit im **T-Kurs** stehen daher etwa 30 Unterrichtsstunden (à 90 Minuten) zur Verfügung, im **NaWi-Kurs** etwa 20 Unterrichtsstunden.

Der Physikunterricht im Propädeutikum versucht dabei im Rahmen eines von der jeweiligen Fachlehrkraft *in Bezug auf die Studieninteressen und Vorkenntnisse der jeweiligen Kursteilnehmer* abgestimmten Lehrgangs, die oben genannten Kompetenzen zu fördern.

Insbesondere die **Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten**¹⁴ sollte im Propädeutikum z.B. im Rahmen von Schülerversuchen¹⁵ vorgestellt werden.

Aufgrund der kurzen Unterrichtszeit und variierenden Kurszusammensetzungen werden für den Physikunterricht im Propädeutikum darüber hinaus gehend **keine** verpflichtenden Unterrichtsinhalte vorgegeben.

Vielmehr sollen im Fachunterricht des Propädeutikums unterschiedliche **Basiskonzepte** wie z.B. *Bewegung, Kraft, Arbeit/Energie, Feld, Anfangswertproblem, Schwingung, Wellen* **exemplarisch** an verschiedenen Fachinhalten aus einem nicht vorgegebenen Themenfeld der Physik vorgestellt werden.

Die erforderlichen Begriffe/ Konzepte und mathematischen Grundlagen werden dabei nicht systematisch eingeführt, sondern **anhand von konkreten Beispielen, Versuchen und Aufgaben** illustriert.

Die gewählten Beispiele sollen dabei hinsichtlich des Grades an Komplexität, Modellierung und Mathematisierung auch an typische Aufgaben aus der Studienstufe heranreichen oder -je nach Vorkenntnissen- sogar darüber hinaus gehen.

¹⁴ vgl. Module T1 und M1 in Abschnitt 2

¹⁵ vgl. Abschnitt 7

2. Module (nur für einjährige Fachkurse)

Dieser Lehrplan legt keine Reihenfolge für die Behandlung der Themen fest, sondern schreibt die Unterrichtsinhalte für etwa 50-60% der insgesamt für Unterricht zur Verfügung stehenden Zeit vor.

Die verbindlichen Inhalte werden dabei thematisch in „Module“ (bzw. Themenbereiche) zusammengefasst, den beiden Ausbildungsabschnitten (1. und 2. Semester) zugeordnet sowie durch „inhaltliche Anforderungen“ (bzw. Lernziele) präzisiert.

Die Wahl darüber hinaus gehender Unterrichtsinhalte und thematischer Vertiefungen sowie die Durchführung von Schülerpraktika oder Unterrichtsprojekten etc. liegt in der didaktischen Verantwortung der jeweiligen Fachlehrkraft.

Die „verbindlichen inhaltlichen Anforderungen“ umreißen die inhaltsbezogenen Kompetenzen, über die ein „durchschnittlicher Kursteilnehmer“ bis zum Ende des jeweiligen genannten Semesters im Bereich des Pflichtcurriculums verfügen (können) sollte.

Im jeweiligen Unterrichtsgang werden die verschiedenen Themengebiete je nach dem von der Fachlehrkraft gewähltem Schwerpunkt vertieft, so dass für die Leistungsbewertung und die Feststellungsprüfung auch zusätzliche, weitergehende bzw. anspruchsvollere Anforderungen zugrunde gelegt werden können. Maßgeblich hierfür ist der jeweils tatsächlich durchgeführte Unterricht (im Präsenz- oder Distanzunterricht) im jeweiligen Kurs.

Über die Zuordnung zu den beiden Fachsemestern hinaus soll durch die Zusammenfassung der verbindlichen Inhalte in Module die Reihenfolge ihrer Thematisierung im Unterrichtsgang nicht festgelegt werden.

So kann es je nach dem jeweiligen vom Fachlehrer gewählten Arrangements der Kursinhalte sinnvoll sein, bereits im ersten Semester Modul Inhalte „aus dem 2. Semester“ in das 1. Semester vorzuziehen oder den Unterricht durch weitere Inhalte, intensivere Übungsphasen, Schülerexperimente, Referate, aufwendigere Demonstrationsexperimente oder Unterrichtsprojekte u.ä. zu ergänzen bzw. zu vertiefen.

Vor diesem Hintergrund ist auch die ausgewiesene minimale Zahl an Unterrichtsstunden¹⁶ (U-Std.) zu verstehen: Sie soll den minimalen zeitlichen Rahmen abstecken, den selbst eine eher kompakt gestaltete Unterrichtssequenz („ohne jeden Schnörkel“) unter günstigen Bedingungen wohl nicht sinnvollerweise unterschreiten kann, wenn diese den Erwerb der genannten „inhaltsbezogenen Kompetenzen“ z.B. durch ausreichende Übungsphasen sicherstellen möchte.

Die von der jeweiligen Fachlehrkraft zu verantwortende konkrete methodische und didaktische Ausgestaltung des Unterrichtsgangs wird diesen Zeitrahmen daher aus guten Gründen an verschiedenen Stellen überschreiten.

¹⁶ Eine Unterrichtsstunde (kurz U-Std.) dauert dabei **90 Minuten**. Im Durchschnitt stehen für den Unterricht etwa **28 Wochen** zur Verfügung, wobei darin bereits Unterrichtsausfall wegen anderer Veranstaltungen (o.ä.) berücksichtigt ist, nicht jedoch die Zeit für die Vor- und Nachbereitung sowie die Durchführung von Klausuren und Prüfungen: Unter Berücksichtigung dieser Zeiten stehen in T-Kursen schätzungsweise nur etwa 25-26 Wochen für die Erarbeitung von Inhalten im Unterricht (oder ein Schülerpraktikum) zur Verfügung, in M-Kursen sogar nur 22-23 Wochen!

Physik im T-Kurs

Der Unterricht erfolgt in **4 Unterrichtsstunden pro Woche** (à 90-Minuten). In manchen Semestern steht zusätzlich eine separate U-Std. für ein Schülerpraktikum zur Verfügung.

Pflichtmodule:

(1 U-Std.= 90-Minuten)

| | |
|---|--------------------------------|
| T1: Experimente planen, protokollieren und auswerten (1. Semester) | ≥5 U-Std. |
| T2: Geradlinige Bewegung (1. Semester) | ≥5 U-Std. |
| T3: Kräfte (1. Semester) | ≥5 U-Std. |
| T4: Energie und Leistung (1. Semester) | ≥5 U-Std. |
| T5: Ladung, Strom, Magnetfeld | ≥10 U-Std. |
| T6: Felder | ≥5 U-Std. |
| T7: Zweidimensionale Bewegungen als Lösung eines AWP | ≥5 U-Std. |
| T8: Schwingungen | ≥5 U-Std. |
| Mindestens zwei der Wahlmodule aus T9-T22 | ≥10 U-Std. |
| | ≥55 von ca. 28x4=112 U-Std. |

Wahl(-pflicht) -Module:

| | |
|--|---------------|
| T9: Wellen | ca. 5 U-Std. |
| T10: Statik | ca. 5 U-Std. |
| T11: Drehbewegung starrer Körper | ca. 5 U-Std. |
| T12: Druck und Strömungsmechanik | ca. 5 U-Std. |
| T13: Impulserhaltung/Stoß | ca. 5 U-Std. |
| T14: Elektromagnetische Induktion | ca. 5 U-Std. |
| T15: Wechselstromtechnik | ca. 5 U-Std. |
| T16: Elektronik | ca. 5 U-Std. |
| T17: Wärmelehre und kinetische Gastheorie | ca. 10 U-Std. |
| T18: Quantenobjekte | ca. 5 U-Std. |
| T19: Atomphysik | ca. 10 U-Std. |
| T20: Kern- und Teilchenphysik | ca. 5 U-Std. |
| T21: Relativitätstheorie | ca. 5 U-Std. |
| T22: Astronomie | ca. 10 U-Std. |

Anmerkungen:

- Bis zum Ende des zweiten Semesters sind neben den Pflichtmodulen **T1-T8 mindestens zwei weitere** der Module **T9-T22** als Wahlpflichtmodul im Unterricht im Umfang von zusammen **mindestens 10 U-Std.** zu behandeln.
- Bei den „Wahlmodulen“ soll es sich um zusätzliche, umfangreichere Themengebiete handeln, die zentrale neue physikalische Konzepte zum Gegenstand haben, welche nicht im engeren Sinn als Vertiefung eines der angegebenen Pflichtmodule angesehen werden können, jedoch gerade vor dem Hintergrund der Studieninteressen der Studierenden oder zur Abrundung des Unterrichtsgangs sinnvoll sind.
- Über die Verpflichtung der Behandlung mindestens eines Wahlmoduls hinaus können anstelle der Behandlung weiterer Wahlmodule auch Inhalte aus den Pflichtmodulen vertieft behandelt werden oder ein **Schülerpraktikum** durchgeführt werden.
- In den 5 U-Std. des Moduls **T1** ist allenfalls die Durchführung eines kompakten Schülerversuchs enthalten. Zur Vorbereitung auf das eigenständige experimentelle Arbeiten im Studium wird empfohlen, ein separates erweitertes Schülerpraktikum (ca. 5-10 U-Std.) durchzuführen sowie entsprechende (Labor-)Protokolle bei der Bewertung der laufenden Kursarbeit heranzuziehen.

Abweichungen vom [Kompetenzprofil des Fachs Physik an den Studienkollegs](#)¹⁷:

Die im Kompetenzprofil formulierten *Basisinhalte* **Drehmoment, Impuls/Stoß** und **Induktion** sind nicht als Pflichtinhalte im vorliegenden Bildungsplan für den Physikunterricht in T-Kursen am Studienkolleg Hamburg gewählt.

Statt einer oberflächlichen Behandlung dieser Konzepte als Exkurs in einem Kerncurriculum können diese -je nach Schwerpunktsetzung der Fachlehrkraft- vertieft im Rahmen der Wahlmodule **T10/T11, T13** und/oder **T14/T15** behandelt werden. Dies lässt dann im Hinblick auf die kurze Ausbildungsdauer genügend Spielraum für alternative Schwerpunktsetzungen¹⁸ bzw. Zeit für experimentelle Arbeit der Studierenden.

Physik im M-Kurs

Der Unterricht erfolgt in **2 Unterrichtsstunden pro Woche** (à 90-Minuten). In manchen Semestern steht zusätzlich eine separate U-Std. für ein Schülerpraktikum zur Verfügung.

Pflichtmodule:

| | |
|---|---|
| M1: Experimente planen, protokollieren und auswerten (1. Semester) | (1 U-Std.= 90-Minuten) ≥4 U-Std. |
| M2: Kinematik und Dynamik (1. Semester) | ≥7 U-Std. |
| M3: Energie und Leistung (1. Semester) | ≥3 U-Std. |
| Mindestens zwei der Wahlpflichtmodule aus M4-M10 | ≥14 U-Std. ≥28 von ca. 28x2=48 U-Std. |

Wahlpflicht -Module:

| | |
|--|-----------|
| M4: Geradlinige und einfache krummlinige Bewegungen | ≥7 U-Std. |
| M5: Elektrizität | ≥7 U-Std. |
| M6: Schwingungen und Wellen | ≥7 U-Std. |
| M7: Geometrische Optik und optische Instrumente | ≥7 U-Std. |
| M8: Druck und Strömungsmechanik | ≥7 U-Std. |
| M9: Radioaktivität | ≥7 U-Std. |
| M10: Wärmelehre | ≥7 U-Std. |

Anmerkungen:

- Bis zum Ende des zweiten Semesters ist neben den Pflichtmodulen **M1-M3** **mindestens zwei weitere** der Module **M4-M10** als Wahlpflichtmodule im Unterricht im Umfang von jeweils **mindestens 7 U-Std.** zu behandeln.

Abweichungen vom [Kompetenzprofil des Fachs Physik an den Studienkollegs](#)¹⁷:

Aufgrund des geringen Unterrichtsumfangs des Fachs Physik in M-Kursen am Studienkolleg Hamburg, können nicht alle im Kompetenzprofil genannten Basisinhalte als Pflichtinhalte vorgeschrieben werden.

Stattdessen erfolgt eine selektive Behandlung insbesondere der im Kompetenzprofil aufgeführten Basis-Konzepte aus den Bereichen **Strömungsmechanik, Schwingungen und Wellen, Optik** und **Elektrizitätslehre** im Rahmen von Wahlpflichtmodulen vor dem Hintergrund der durch die Fachlehrkraft gewählten Schwerpunktsetzung¹⁸.

¹⁷ der Arbeitsgemeinschaft der Studienkollegleiterinnen und -leiter

¹⁸ Auch bei abweichender Schwerpunktsetzung ist die Vergleichbarkeit der Feststellungsprüfungen im Fach Physik am Studienkolleg Hamburg mit anderen Studienkollegs in Deutschland im Hinblick auf Niveau und thematischer Breite gewährleistet.



3. Erläuterung der Module

Pflichtmodule im T-Kurs

Bis zum Ende des 1. Semesters

| T1: Experimente planen, protokollieren und auswerten | Mind. 5 U-Std. |
|---|---|
| <p><u>Verbindliche Inhalte:</u></p> <p>I1: Physikalische Größen und Einheiten; I2: Einheitenumrechnung und Gleitkommadarstellung I3: Versuchsprotokolle; I4: Versuchsauswertung mit angemessener Fehleranalyse; I5: heuristische Methoden der Fehlerfortpflanzungsrechnung</p> | Bis zum Ende des 1. Semesters |
| <p><u>Verbindliche Anforderungen:</u> Die Studierenden können</p> <p>A1: Messwerte mit einer signifikante Stellenzahl und Einheit angeben; A2: Messwerte mit typischen Vorsätzen in einander umrechnen und mit Gleitkomma darstellen: z.B. $20\text{nm}=0,020\mu\text{m}=2,0\cdot 10^{-8}\text{m}$; A3: typische Versuche nach einer schriftlichen Versuchsanleitung aufbauen, durchführen und angemessen dokumentieren (Laborprotokoll); A4: zu einem selbst durchgeführten Versuch ein vollständiges ausführliches Versuchsprotokoll anfertigen; A5: für Messverfahren eine angemessene Abschätzung des relativen Fehlers liefern; A6: für selbst durchgeführte Versuche mögliche Fehlerquellen für systematische und zufällige Fehler benennen; A7: den Einfluss von Messfehlern auf daraus berechnete Größen im Rahmen der Fehlerfortpflanzungsrechnung abschätzen;</p> | |
| T2: Geradlinige Bewegung | Mind. 5 U-Std. |
| <p><u>Verbindliche Inhalte:</u></p> <p>I1: Propädeutische Behandlung der Größen Geschwindigkeit und Beschleunigung; I2: Interpretation von Zeit-Weg-Diagrammen; I3: Modellieren linearer Bewegungen mit Bewegungsgleichungen (Pflicht: freier Fall, senkrechter Wurf)</p> | Bis zum Ende des 1. Semesters |
| <p><u>Verbindliche Anforderungen:</u> Die Studierenden können</p> <p>A1: die Begriffe „Momentangeschwindigkeit“ $v(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t}$ und „mittlere Geschwindigkeit“ $\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ an alltäglichen Beispielen erläutern, A2: die Begriffe „Momentanbeschleunigung“ $a(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t}$ und „mittlere Beschleunigung“ $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ als zeitliche Änderung der Geschwindigkeit an alltäglichen Beispielen erläutern, A3: die Bedeutung eines negativen Vorzeichens der Orts-, Geschwindigkeits- oder Beschleunigungsfunktion in Anwendungszusammenhängen deuten sowie die Abhängigkeit von unterschiedlichen Bezugspunkten ($s=0$) berücksichtigen A4: zu einer vorgegebenen Bewegung den Bewegungstyp begründet zuordnen, A5: t-s-, t-v- und t-a-Diagramme interpretieren, den physikalischen Gehalt erläutern und selbst erstellen, A6: den Begriff „freier Fall“ erläutern, A7: für die gleichförmige Bewegung und für die gleichmäßig beschleunigte Bewegung längs einer Geraden die Bewegungsgleichungen $s(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + s_0$, $v(t) = at + v_0$ benennen und erläutern, A8: und diese für Berechnung einfacher Fragestellungen bei gleichförmigen linearen Bewegung (Fallzeit bzw. Steighöhe beim freien Fall bzw., senkrechten Wurf) gezielt einsetzen</p> | |

| T3: Kräfte | Mind. 5U-Std. |
|---|--|
| <p><u>Verbindliche Inhalte:</u></p> <p>I1: Kraftwirkungen; Kraft als <u>gerichtete</u> physikalische Größe I2: Kräfteaddition und -zerlegung (zeichnerisch); I3: Haftung und Reibung; I4: Newtonsche Gesetze; I5: Federkraft und Hooksches Gesetz; I6: Gewichtskraft</p> | <p>Bis zum Ende des 1. Semesters</p> |
| <p><u>Verbindliche Anforderungen:</u> Die Studierenden können</p> <p>A1: die drei Merkmale einer Kraft (Größe (mit Einheit), Richtung und Angriffspunkt) angeben; A2: in typischen (Alltags-) Kontexten Verformung und Beschleunigung als Kraftwirkungen erläutern; A3: mit einer Kraftpfeilskizze die resultierende Kraft bestimmen, A4: mit einer Kraftpfeilskizze eine wirkende Kraft entlang zweier Wirklinien zerlegen (Kräfteparallelogramm) A5: die Gewichtskraft \vec{F}_G an der schiefen Ebene in Hangabtriebskraft \vec{F}_H und Normalkraft \vec{F}_N zeichnerisch und analytisch (in Abhängigkeit des Neigungswinkels) zerlegen, A6: die Reibungskraft als bewegungshemmende Kraft in Alltagssituationen beschreiben sowie den Unterschied von Haft- und Gleit-/Rollreibung erläutern, A7: die Newtonschen Axiome an Beispielen erläutern und den (vektoriellen) Zusammenhang zwischen Kraft und Beschleunigung $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ beschreiben, A8: an alltäglichen Phänomenen die behandelten mechanischen Gesetze wieder erkennen und sie (z.B. Verkehr, Sport) beschreiben, A9: die Beziehung $F = D \cdot s$ als Näherung für die Rückstellkraft bei einer elastischen Verformung einer Feder erläutern, A10: die Beziehung $F_G = m \cdot g$ sowie die Abhängigkeit der Erdbeschleunigung g von geographischer Breite und Höhe (qualitativ) erläutern.</p> | |
| T4: Energie und Leistung | Mind. 5 U-Std. |
| <p><u>Verbindliche Inhalte:</u></p> <p>I1: Überblick Energiearten; Pflicht: Kinetische, potentielle und Spannenergie I2: Energieerhaltung bzw. -umwandlung; I3: Energieumwandlungsrechnungen; I4: Arbeit I5: Leistung und Wirkungsgrad</p> | <p>Bis zum Ende des 1. Semesters</p> |
| <p><u>Verbindliche Anforderungen:</u> Die Studierenden können</p> <p>A1: das Prinzip der Energieerhaltung auch im Kontext dissipativer erläutern Systeme (offene versus abgeschlossene Systeme); A2: können die Formeln zur Bestimmung der kinetischen Energie $E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2$, potentiellen Energie $E_{pot} = mgh$ und Spannenergie $E_{sp} = \frac{1}{2}Ds^2$ erläutern (inklusive Gültigkeitsgrenzen) und in der Berechnung typischer Aufgaben zur Energieumwandlung einsetzen; A3: die Beziehung $W = F \cdot s$ für mechanische Arbeit sowie die Grenzen ihrer Gültigkeit an Beispielen erläutern; A4: Arbeit als Flächeninhalt im Kraft-Weg-Diagramm am Beispiel der Hub- und Spannarbeit erläutern; A5: die Beziehung $P = \frac{W}{t}$ sowie $\eta = \frac{W_{nutz}}{W_{ein}}$ für mechanische Leistung und den Wirkungsgrad an Beispielen erläutern und in der Berechnung typischer Aufgaben einsetzen; A6: Größenordnungen der Energie/Arbeit und Leistung in Natur und Technik angeben (z.B. für 1kcal, 1 kWh, 1MWh etc.)</p> | |

Bis zum Ende des 2. Semesters

| T5: Ladung, Strom, Magnetfeld | Mind. 10 U-Std. |
|--|---|
| <p><u>Verbindliche Inhalte:</u></p> <p>I1: Ladung und Influenz; I2: Magnetische Dipole; I3: qualitatives Feldkonzept (Feldlinien) (magnetisch & elektrisch); I4: Größen des elektrischen Stromkreises U, I, R; I5: Interpretation von Kennlinien (Ohmsches Gesetz); I6: elektrische Arbeit und Leistung; I7: Berechnungen in einfachen Stromkreisen (Reihen- und Parallelschaltung); I8: Kapazität eines Plattenkondensators I9: Ausschaltvorgang beim Plattenkondensator I10: Lorentzkraft auf stromdurchflossene Leiter und bewegte Ladungen im Magnetfeld</p> | <p>Bis zum Ende des 2. Semesters</p> |
| <p><u>Verbindliche Anforderungen:</u> Die Studierenden können</p> <p>A1: die Kraftwirkung geladener Körper bzw. magnetischer Dipole aufeinander erläutern; A2: die Feldlinien von typischen Ladungsanordnungen und Magneten skizzieren; A3: die elektrische Leitung in Metallen auf die Bewegung von „freien“ Elektronen zurückführen, den Zusammenhang zwischen Stromstärke und Ladung: $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ erläutern; A4: die Kenngrößen Spannung U und Stromstärke I im Rahmen des Stromkreismodells deuten, Reihen- und Parallelschaltung unterscheiden sowie die Kirchhoffschen Gesetze auf einfache Kombinationen von Parallel- und Reihenschaltung anwenden; A5: Schaltpläne lesen und erläutern bzw. zu einer realen Schaltung einen Schaltplan anfertigen; A6: Stromstärken und Spannungen in realen Schaltungen mit Vielfachmessinstrumenten messen; A7: einfache funktionstüchtige Schaltungen auf der Basis von Reihen- und Parallelschaltungen entwerfen oder nach Schaltplan aufbauen, A8: die Definition des elektrischen Widerstands: $R = U/I$ erläutern und rechnerisch anwenden; A9: Ersatzwiderstände bei der Berechnung einfacher Kombinationen von Parallel- und Reihenschaltung anwenden; A10: die Beziehung $P = \frac{U}{I}$ sowie $W = U \cdot Q$ für die elektrische Leistung und Arbeit an Beispielen erläutern und in der Berechnung typischer Aufgaben einsetzen; A11: die Beziehung $Q = C \cdot U$ sowie $C = \epsilon \cdot \frac{A}{d}$ erläutern sowie das Verhalten von Messgrößen bei Änderung am Kondensator oder im Feld analysieren (Abstand, Dielektrikum); A12: den Entladevorgang eines Kondensators mathematisch als exponentiellen Zerfallsprozess ($U_C(t) = U_0 2^{-\frac{t}{T_H}}$ oder $U_C(t) = U_0 e^{-kt}$) beschreiben und die Zerfallskonstante bzw. Halbwertszeit aus dem zeitlichen Verlauf der Kondensatorspannung bestimmen; A13: die (Richtung der) Lorentzkraft auf bewegte Ladungen und stromdurchflossene Leiter in einfachen Anordnungen angeben;</p> | |

| | |
|--|---|
| <p>T6: Felder</p> <p>Die genannten Konzepte können <u>wahlweise</u> am elektromagnetischen <u>oder</u> am Gravitations-Feld behandelt werden.</p> | <p>Mind. 5 U-Std.</p> |
| <p><u>Verbindliche Inhalte:</u></p> <p>I1: Quantitatives Feldkonzept (Feldstärke); I2: Homogenes und radiales Feld; I3: Bewegung eines Probekörpers im homogenen Feld; I4: Potentialbegriff;</p> | <p>Bis zum Ende des 2. Semesters</p> |
| <p><u>Verbindliche Anforderungen:</u> Die Studierenden können</p> <p>A1: den Feldstärkebegriff sowie das Feldkonzept erläutern, A2: felderzeugende Körper und Probekörper gegenüberstellen sowie Felder und Kräfte auf Probekörper zeichnerisch darstellen, A3: homogene und inhomogene Felder vergleichen; A4: das $1/r^2$-Gesetz $\vec{E} = k \frac{Q}{r^2} \vec{r}$ (Coulomb- oder Gravitationsgesetz ($Q \gg M$)) für Radialfelder erläutern und in typischen Aufgaben anwenden; A5: den Zusammenhang $\varphi_{12} = - \int_{r_1}^{r_2} E(r) dr$ für die Potentialdifferenz, den Potentialbegriff sowie den Zusammenhang von Spannung [potentielle Energie] und Potential erläutern;</p> | |
| <p>T7: Zweidimensionale Bewegungen als Lösung eines AWP</p> <p>Die genannten Konzepte können <u>wahlweise</u> am elektromagnetischen <u>oder</u> am Gravitations-Feld behandelt werden.</p> | <p>Mind. 5 U-Std.</p> |
| <p><u>Verbindliche Inhalte:</u></p> <p>I1: Kinematische Größen als Ableitungen: $\vec{a}(t) = \dot{\vec{v}}(t); \vec{v}(t) = \dot{\vec{x}}(t);$ I2: Anfangswertproblem (AWP) mit Kraftgesetz als DGL; I3: Superpositionsprinzip bei Zusammengesetzte Bewegungen I4: waagerechter Wurf (alternativ: Ablenkung durch Plattenkondensator); I5: Kreisbewegung mit konstanter Winkelgeschwindigkeit; Zentripetalkraft</p> | <p>Bis zum Ende des 2. Semesters</p> |
| <p><u>Verbindliche Anforderungen:</u> Die Studierenden können</p> <p>A1: aus Bewegungsgleichungen das zu Grunde liegende Kraftgesetz ermitteln, A2: aus dem Kraftgesetz Bewegungsabläufe ermitteln, A3: zerlegen Bewegungen in ihre Komponenten, ordnen einer vorgegebenen Bewegung den Bewegungstyp begründet zu und werten die Bewegung quantitativ aus, A4: erläutern, wie sich alle (reibungsfreien) „Wurf“-Bewegungen als Lösung der DGL $\ddot{\vec{x}}(t) = \vec{g}$ für jeweils verschiedene Anfangsbedingungen ergeben A5: den waagerechten Wurf (alternativ: Ablenkung durch Plattenkondensator) als Überlagerung von gleichförmiger horizontaler Bewegung und freiem Fall interpretieren, A6: das Kraftgesetz $\vec{F}_Z = - m\omega^2 \cdot \vec{x}$ aus der Kreisparametrisierung $\vec{x}(t) = r \begin{pmatrix} \cos \omega t \\ \sin \omega t \end{pmatrix}$ ableiten; A7: die Radialkraft/ Radialbeschleunigung in Abhängigkeit von Bahngeschwindigkeit und Radius an Beispielen erläutern; A8: die gleichförmige Kreisbewegung als beschleunigte Bewegung beschreiben; A9: die Zentripetalkraft als Ursache von Kreisbewegungen erläutern und das Gesetz $F_Z = m \frac{v^2}{r}$ anwenden;</p> | |

| T8: Schwingungen | Mind. 5 U-Std. |
|--|---|
| <p><u>Verbindliche Inhalte:</u></p> <p>I1: Charakteristische Größen und Eigenschaften einer harmonische Schwingungen; Pflicht: Feder- und Fadenpendel</p> <p>I2: Harmonische Schwingungen als Lösung des „linearen Kraftgesetzes“ (DGL) für verschiedene Anfangsbedingungen;</p> <p>I3: Energieumwandlung beim harmonischen Oszillator;</p> <p>I4: Ausblick: gedämpfte und erzwungene Schwingung, Resonanz;</p> | <p>Bis zum Ende des 2. Semesters</p> |
| <p><u>Verbindliche Anforderungen:</u> Die Studierenden können</p> <p>A1: die für Schwingungen charakteristischen Größen Amplitude x_0 (Ruhelage), Frequenz f, Schwingungsdauer T benennen und an unterschiedlichen Schwingungsvorgängen erläutern ;</p> <p>A2: das lineare Kraftgesetz $F(t) = -D \cdot x(t)$ als charakterisierendes Merkmal einer harmonischen (mechanischen) Schwingung angeben, die Energieumwandlung bei einem ungedämpft schwingenden Federpendel beschreiben sowie die Analogie zu mindestens einem weiteren Schwingungsvorgang (z.B. Faden-, WasserpPENDel oder Schwingkreis) herstellen;</p> <p>A3: die kinematische Beschreibung einer Schwingung mit dem Zusammenhang $x(t) = x_0 \cos \omega t$ erläutern, aus dem Anfangswertproblem ableiten und zur Modellierung konkreter Schwingungsphänomene sowie zur Herleitung einfacher Beziehungen ($T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{D}}$, $E_{ges}(t) = konst.$ etc.) nutzen;</p> <p>A4: Experimente zur Untersuchung der Abhängigkeit der Schwingungsdauer von relevanten physikalischen Variablen planen, durchführen und angemessen quantitativ auswerten;</p> <p>A5: Dissipation als Ursache für sowie die (exponentielle) Amplitudenreduktion als charakteristisches Merkmal eine(r) gedämpften Schwingung angeben;</p> <p>A6: die Resonanzkurve sowie das Phasenverhalten einer erzwungenen Schwingung (insbesondere den Resonanzfall) erläutern;</p> | |

Wahl(-pflicht)-Module (T-Kurs)

Bis zum Ende des zweiten Semesters ist neben **T1-T8** **mindestens ein weiteres** der Module **T9-T21** im Unterricht im Umfang von **mindestens 5 U-Std.** zu behandeln:

| | |
|--|---------------------|
| T9: Wellen | ca. 5 U-Std. |
| <p><u>Inhalte:</u></p> <p>I1: Longitudinal- versus Transversalwelle; I2: Wellenlänge, Frequenz, Phasengeschwindigkeit etc.; I3: Beugung und Zweiquelleninterferenz; Gangunterschied; I4: Interferenzexperimente mit Licht an Doppelspalt und Gitter</p> <p><u>Mögliche Vertiefungen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Stehende Welle; ➤ Licht als elektromagnetische Welle; EM-Spektrum ➤ geometrische Optik: Linsen, Abbildungsgesetze, Auflösungsvermögen / Polarisation | |
| T10: Statik | ca. 5 U-Std. |
| <p><u>Inhalte:</u></p> <p>I1: Reduktion von Kraftsystemen / Schnittprinzip zur Freilegung innerer Kräfte I2: Zentrale Kraftsysteme I3: Allgemeine Kraftsysteme / Gleichgewichtsbedingungen I4: Schwerpunkt und Massenmittelpunkt</p> | |
| T11: Drehbewegung starrer Körper | ca. 5 U-Std. |
| <p><u>Inhalte:</u></p> <p>I1: Winkelgeschwindigkeit und –Beschleunigung (ggf. vektoriell) I2: Bewegungsgleichung für gleichförmig beschleunigte Drehbewegung I3: Dreh- und Trägheitsmoment, Drehdynamik I4: Kinetische Energie der Dreh- bzw. Rollbewegung</p> <p><u>Mögliche Vertiefungen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Drehimpuls(-erhaltung) ➤ Rotierende Bezugssysteme, Corioliskraft | |
| T12: Druck und Strömungsmechanik | ca. 5 U-Std. |
| <p><u>Inhalte:</u></p> <p>I1: Druck I2: Auftrieb I3: Laminare und turbulente Strömungen, Venturieffekt I4: Bernoulli-Gleichung,</p> <p><u>Mögliche Vertiefungen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Hagen-Poiseuille-Gleichung, Reynoldszahl | |
| T13: Impulserhaltung/Stoß | ca. 5 U-Std. |
| <p><u>Inhalte:</u></p> <p>I1: Impuls, Impulserhaltung; I2: elastische und unelastische gerade zentrale Stöße</p> <p><u>Mögliche Vertiefungen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Anwendungen in der Teilchenphysik (z.B. Comptoneffekt) | |

| | |
|--|----------------------|
| T14: Elektromagnetische Induktion | ca. 5 U-Std. |
| <u>Inhalte:</u> | |
| I1: Induktionsphänomene und technische Anwendungen; Generatorprinzip | |
| I2: Magnetischer Fluß, Induktionsgesetz und Lenzsche Regel; | |
| I3: Selbstinduktion, Induktivität, Ein- und Ausschaltvorgänge bei Spulen; | |
| I4: Energie des magnetischen Feldes; | |
| <u>Mögliche Vertiefungen:</u> | |
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ Überleitung zur Wechselstromtechnik; ➤ Bauformen von Generatoren; ➤ Transformator, Energieübertragung durch Hochspannung; | |
| T15: Wechselstromtechnik | ca. 5 U-Std. |
| <u>Inhalte:</u> | |
| I1: Erzeugung von Wechselspannung; | |
| I2: Wechselstromwiderstände und Phasenbeziehung in Wechselstromkreisen; Zeigerdiagramme bzw. komplexe Wechselstromrechnung; | |
| I3: Leistung in Wechselstromkreisen (Wirk-, Blind- und Scheingrößen); | |
| I4: Wechselstromschaltungen; Serien –und Parallelresonanzkreis; Hoch- und Tiefpass; | |
| <u>Mögliche Vertiefungen:</u> | |
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ Drehstrom; Stern- und Dreiecksschaltung; ➤ Belasteter Transformator; ➤ Erzeugung ungedämpfter elektromagnetischer Schwingungen (Meißner-Rückkopplungsschaltung); ➤ Rundfunktechnik; | |
| T16: Elektronik | ca. 5 U-Std. |
| <u>Inhalte:</u> | |
| I1: Halbleiter und Dotierung; | |
| I2: p-n-Übergang und Dioden; Transistoren; | |
| I3: Analoge Signalverarbeitung und -steuerung: Regelkreise/Rückkopplung; Operationsverstärker; Sensoren; AD- und DA-Wandler | |
| <u>Mögliche Vertiefungen:</u> | |
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ Exkurs Quantenphysikalisches Modell des Festkörpers: Supraleitung; Leitfähigkeit von Halbleitern; Energiebänder; Elektronen und Löcher; Kontaktspannung ➤ Ausblick in die Digitalelektronik: Grundsaltungen (OR etc.); CPU;RAM und ROM; | |
| T17: Wärmelehre und kinetische Gastheorie | ca. 10 U-Std. |
| <u>Inhalte:</u> | |
| I1: Aggregatzustände Teilchenmodell | |
| I2: Temperatur(-messung und -skalen), absoluter Nullpunkt | |
| I3: Wärmetransport (Leitung, Konvektion, Strahlung) | |
| I4: Innere Energie bei Änderung der Temperatur und beim Phasenübergängen | |
| I5: Volumenänderung von Gasen, Flüssigkeiten und festen Körpern bei Temperaturänderung (Anomalie des Wassers) | |
| I6: Irreversible Prozesse und Entropie | |
| I7: Hauptsätze der Thermodynamik | |
| I8: Druck, Ideales Gasgesetz | |
| I9: Isotherme und adiabatische Zustandsänderung | |
| I10: Wärmekraftmaschinen und Carnotprozess | |
| I11: Ottomotor und Wärmepumpen | |

| | |
|--|----------------------|
| T18: Quantenobjekte | ca. 5 U-Std. |
| <p><u>Inhalte:</u></p> <p>I1: Teilchencharakter des Lichts (Fotoeffekt);</p> <p>I2: Wellencharakter von Elektronen (De-Broglie-Wellenlänge);</p> <p>I3: Quantenobjekte und Interpretationsfragen;</p> <p><u>Mögliche Vertiefungen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ausblick auf ein quantenmechanisches Atommodell, Schrödingergleichung ➤ Wesenszüge der Quantenmechanik (vgl. Online-Lehrgang milq), Verschränkung ➤ Komplementarität, Heisenbergsche Unschärferelation z.B. am Einzelspalt ➤ Elektronenmikroskop | |
| T19: Atomphysik | ca. 10 U-Std. |
| <p><u>Inhalte:</u></p> <p>I1: <i>Aufbau der Atome:</i> Abschätzung des Atomdurchmessers; Rutherford-Streuung, Größenordnung des Atomkernradius;</p> <p>I2: <i>Aufnahme und Abgabe von Energie:</i> Photonenmodell des Lichts, Demonstration optischer Emissionsspektren und Interpretation als Abgabe diskreter Energiemengen durch die Atomhülle; diskrete Energiestufen der Atomhülle;</p> <p>I3: <i>Röntgenstrahlung</i> als Sonderfall der Emission aus hoch angeregten Atomen; Absorption von Photonen als Umkehrprozess der Emission</p> <p>I4: <i>Beschreibung eines Elektrons im eindimensionalen Potentialtopf:</i> emittiertes und absorbiertes Licht atomarer Gase; Zusammenhang zwischen Linienspektren und Energiestufen, Energieniveauschema; Elektron im Potentialtopf mit unendlich hohen Wänden, stehende Wellen und Aufenthaltswahrscheinlichkeiten, diskrete Energiewerte</p> <p>I5: <i>Hinweis auf die zeitunabhängige, eindimensionale Schrödingergleichung als quantenphysikalische Grundgleichung:</i> Interpretation der graphischen Lösungen der Schrödingergleichung für den endlich hohen Potentialtopf, Hinweis auf den Tunneleffekt</p> <p>I6: <i>quantenphysikalisches Modell des Wasserstoffatoms:</i> Veranschaulichung mehrdimensionaler stehender Wellen, z. B. durch Chladni-Figuren; graphische Veranschaulichung der Lösungen der Schrödingergleichung für das Coulombpotential, dreidimensionale Darstellung der Aufenthaltswahrscheinlichkeiten durch Orbitale; Interpretation der Nullstellen von Wellenfunktionen als Knotenflächen stehender Wellen; Spektrallinien des Wasserstoffatoms als experimentelle Bestätigung</p> <p>I7: <i>Ausblick auf Mehrelektronensysteme:</i> Charakterisierung der Elektronenzustände durch Quantenzahlen, Pauli-Prinzip; Deutung des Periodensystems der Elemente mithilfe von Quantenzahlen; experimentelle Befunde und Anwendungen zum quantenphysikalischen Atommodell; Energieaufnahme durch Stoßanregung (Franck-Hertz-Versuch); Röntgenstrahlung (Erzeugung, Spektrum)</p> <p>I8: <i>Anwendungen in Wissenschaft und Technik:</i> z. B. Einblick in die Absorptions- und Emissionsspektroskopie, auch in der Astronomie, Funktionsprinzip des Lasers</p> | |
| T20: Kern- und Teilchenphysik | ca. 5 U-Std. |
| <p><u>Inhalte:</u></p> <p>I1: <i>Strahlung radioaktiver Nuklide:</i> Strahlungsarten und ihre grundlegenden Eigenschaften; Funktionsprinzip eines Nachweisgeräts ; Zerfall radioaktiver Stoffe, Halbwertszeit ; natürliche Zerfallsreihen, Nuklidkarte; Abstandsgesetz; Zerfallsgesetz; Anwendung des radioaktiven Zerfalls zur Altersbestimmung ;</p> <p>I2: <i>biologische Strahlenwirkung und Strahlenschutz;</i></p> <p>I3: <i>Aufbau des Atomkerns aus Protonen und Neutronen; Kernumwandlungen:</i> Kernzerfall, Prinzip der Kernspaltung und Kernfusion; Grundlegende Betrachtungen zur Energiebilanz bei Kernspaltung und Kernfusion, Äquivalenz von Masse und Energie</p> <p>I4: <i>Protonen und Neutronen im Potentialtopf der Kernkraft :</i> Massendefekt und mittlere Bindungsenergie je Nukleon in Abhängigkeit von der Nukleonenzahl, „Energiegewinnung“ aus</p> | |

Atomkernen; Eigenschaften der Kernkraft und zugehöriges Potentialtopfmodell, Verteilung der Protonen und Neutronen auf die jeweils möglichen Energieniveaus, diskrete Energiewerte von γ -Quanten; Stabilität von Atomkernen, Entstehung von α - und β -Strahlung durch Kernumwandlungen

I5: Aufbau der Materie und Teilchenfamilien des Standardmodells: Entdeckung des Atomkerns durch Streuung von Alpha-Teilchen; Zusammensetzung der Hadronen aus Quarks, Hinweis auf Streuexperimente; Leptonen, Quarks und ihre Antiteilchen; die fundamentalen Wechselwirkungen und ihre Austauscheteilchen

I6: Anwendungen in Kerntechnik und Medizin: Kernreaktionen, Aspekte der Nutzung der Kernenergie: Energie- und Impulsbilanzen bei Kernreaktionen; Kernspaltung, Kettenreaktion, Prinzip eines Kernreaktors; Kernfusion, Prinzip eines Fusionsreaktors; Entdeckung und Nachweis des Neutrons; Anwendungen in der Medizin; Chancen und Risiken der Kernenergietechnik, Sicherheitsvorkehrungen, Entsorgung radioaktiver Materialien

T21: Relativitätstheorie

ca. 5 U-Std.

Inhalte:

I1: Michelson-Experiment und Grundaussagen der Relativitätstheorie

I2: Relativität der Gleichzeitigkeit; Zeitdilatation und Längenkontraktion

I3: Minkowski-Diagramme und Lorentz-Transformation;

I4: Relativistische Massenzunahme; relativistischer Impuls; Äquivalenz von Masse und Energie

Mögliche Vertiefungen:

- Addition von Geschwindigkeiten; optischer Dopplereffekt;
- Anwendungen in Natur & Technik: Messung mit Atomuhren; Myonen
- Ausblick in die Allgemeine Relativitätstheorie

T22: Astronomie

ca. 10 U-Std.

Inhalte:

I1: Überblick über den Aufbau des Sonnensystems;

I2: Bestimmung von Massen und Bahnparametern im Sonnensystem;

I3: Spektrum (Fraunhofer'sche Linien) und Energieabstrahlung der Sonne (Solarkonstante; Strahlungsgesetze von Stefan-Boltzmann und Wien; Oberflächentemperatur der Sonne)

I4: Energieerzeugung im Inneren der Sonne;

I5: Entfernungsbestimmung und Bewegung von Sternen; Zustandsgrößen von Sternen; Hertzsprung-Russell-Diagramm; Sternentwicklung;

I6: Milchstraße als typische Spiralgalaxie; Entfernungsbestimmung von Galaxien;

I7: Kosmologie



Pflichtmodule im M-Kurs

Bis zum Ende des 1. Semesters

| | |
|--|---|
| M1: Experimente planen, protokollieren und auswerten | Mind. 4 U-Std. |
| <u>Verbindliche Inhalte:</u> I1: Physikalische Größen und Einheiten; I2: Versuchsprotokolle; Versuchsauswertung mit Fehlerbetrachtung; | Bis zum Ende des 1. Semesters |
| <u>Verbindliche Anforderungen:</u> Die Studierenden können A1: Messwerte mit typischen Vorsätzen in einander umrechnen und mit Gleitkomma darstellen: z.B. $20\text{nm}=0,020\mu\text{m}=2,0\cdot 10^{-8}\text{m}$; A2: typische Versuche nach einer schriftlichen Versuchsanleitung aufbauen und durchführen sowie angemessen auswerten und dokumentieren (Laborprotokoll); | |
| <u>Bezüge zur Biologie & Medizin:</u> --- | |
| M2: Kinematik und Dynamik | Mind. 7 U-Std. |
| <u>Verbindliche Inhalte:</u> I1: Geschwindigkeit und Beschleunigung; I2: Kraft als <u>gerichtete</u> physikalische Größe; Kräfteaddition (zeichnerisch); I3: Kraftwirkungen; | Bis zum Ende des 1. Semesters |
| <u>Verbindliche Anforderungen:</u> Die Studierenden können A1: die Begriffe „Momentan- und/versus Durchschnittsgeschwindigkeit“ sowie „Momentan- und/versus Durchschnittsbeschleunigung“ an alltäglichen Beispielen erläutern und die Gleichungen $\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ sowie $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ in einfachen Aufgaben zur Berechnung einsetzen; A2: zu einer vorgegebenen Bewegung den Bewegungstyp begründet zuordnen; A3: t-s-, t-v- und t-a-Diagramme interpretieren, den physikalischen Gehalt erläutern; A4: die drei Merkmale einer Kraft (Größe (mit Einheit), Richtung und Angriffspunkt) angeben; A5: mit einer Kraftpfeilskizze die resultierende Kraft bestimmen, A6: in typischen (Alltags-) Kontexten Verformung und Beschleunigung als Kraftwirkungen erläutern; A7: den Zusammenhang zwischen Kraft und Beschleunigung $\mathbf{F} = \mathbf{m} \cdot \mathbf{a}$ an Beispielen erläutern; | |
| <u>Bezüge zur Biologie & Medizin:</u> > (Biostatik)Kräfte und Drehmomente auf den menschlichen Bewegungsapparat (z.B. Belastung von Wirbelsäule und Knien etc.) | |
| M3: Energie und Leistung | Mind. 3 U-Std. |
| <u>Verbindliche Inhalte:</u> I1: Überblick Energiearten; Pflicht: Kinetische und potentielle Energie, I2: Energieerhaltung bzw. -umwandlung; | Bis zum Ende des 1. Semesters |
| <u>Verbindliche Anforderungen:</u> Die Studierenden können A1: das Prinzip der Energieerhaltung auch im Kontext dissipativer erläutern Systeme (offene versus abgeschlossene Systeme); A2: können die Formeln zur Bestimmung der kinetischen Energie $E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2$ und potentiellen Energie $E_{pot} = mgh$ in der Berechnung typischer Aufgaben zur Energieumwandlung einsetzen; | |
| <u>Bezüge zur Biologie & Medizin:</u> > Energieverbrauch bei verschiedenen Tätigkeiten > Reaktionsenthalpie > Grundumsatz eines Menschen; Brennwert von Nahrungsmitteln (Kalorientabellen); | |

Wahlpflicht-Module (M-Kurs)

Es werden **mindestens 2** der Module **M4-M10** im Umfang von jeweils **mindestens 7 U-Std.** behandelt:

| M4: Geradlinige und einfache krummlinige Bewegungen | Mind. 7 U-Std. |
|---|---|
| <p><u>Verbindliche Inhalte:</u></p> <p>I4: Kinematische Größen als Ableitungen: $\vec{a}(t) = \dot{\vec{v}}(t)$; $\vec{v}(t) = \dot{\vec{x}}(t)$; I1: Interpretation von Zeit-Weg-Diagrammen; I2: Modellieren einfacher linearer Bewegungen mit Bewegungsgleichungen (Pflicht: freier Fall, senkrechter Wurf) I3: Superpositionsprinzip bei zusammengesetzten Bewegungen</p> | <p>Bis zum Ende des 2. Semesters</p> |
| <p><u>Verbindliche Anforderungen:</u> Die Studierenden können</p> <p>A1: die Begriffe „Momentangeschwindigkeit“ $v(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t}$ und „mittlere Geschwindigkeit“ $\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ an alltäglichen Beispielen erläutern;</p> <p>A2: die Begriffe „Momentanbeschleunigung“ $a(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t}$ und „mittlere Beschleunigung“ $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ als zeitliche Änderung der Geschwindigkeit an alltäglichen Beispielen erläutern;</p> <p>A3: die Bedeutung eines negativen Vorzeichens der Orts-, Geschwindigkeits- oder Beschleunigungsfunktion in Anwendungszusammenhängen deuten sowie die Abhängigkeit von unterschiedlichen Bezugspunkten ($s=0$) berücksichtigen;</p> <p>A4: t-s-, t-v- und t-a-Diagramme interpretieren und selbst erstellen;</p> <p>A5: für die gleichförmige Bewegung und für die gleichmäßig beschleunigte Bewegung längs einer Geraden die Bewegungsgleichungen $s(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + s_0$, $v(t) = at + v_0$ benennen und erläutern,</p> <p>A6: und diese für Berechnung einfacher Fragestellungen bei gleichförmigen linearen Bewegung (Fallzeit bzw. Steighöhe beim freien Fall bzw., senkrechten Wurf) gezielt einsetzen;</p> <p>A7: zerlegen zusammengesetzte Bewegungen (z.B. waagerechter Wurf; Kreisbewegung) in ihre Komponenten, ordnen einer vorgegebenen Bewegung den Bewegungstyp begründet zu und werten die Bewegung quantitativ aus;</p> | |
| <p><u>Bezüge zur Biologie & Medizin:</u> > <i>Physik des Sports (Würfe etc.)</i></p> | |

| M5: Elektrizität | Mind. 7 U-Std. |
|--|---|
| <p><u>Verbindliche Inhalte:</u></p> <p>I1: Ladung, Größen des elektrischen Stromkreises U, I, R; I2: Berechnungen in einfachen Stromkreisen (Reihen- und Parallelschaltung);</p> | <p>Bis zum Ende des 2. Semesters</p> |
| <p><u>Verbindliche Anforderungen:</u> Die Studierenden können</p> <p>A1: die Kraftwirkung geladener Körper aufeinander erläutern (qualitativ);</p> <p>A2: die elektrische Leitung in Metallen auf die Bewegung von „freien“ Elektronen zurückführen, den Zusammenhang zwischen Stromstärke und Ladung: $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ erläutern;</p> <p>A3: die Kenngrößen Spannung U und Stromstärke I im Rahmen des Stromkreismodells deuten, Reihen- und Parallelschaltung unterscheiden sowie die Kirchhoffschen Gesetze auf einfache Kombinationen von Parallel- und Reihenschaltung anwenden;</p> <p>A4: Schaltpläne lesen und erläutern bzw. zu einer realen Schaltung einen Schaltplan anfertigen;</p> <p>A5: Stromstärken und Spannungen in realen Schaltungen mit Vielfachmessinstrumenten messen;</p> <p>A6: einfache funktionstüchtige Schaltungen auf der Basis von Reihen- und Parallelschaltungen entwerfen oder nach Schaltplan aufbauen,</p> <p>A7: die Definition des elektrischen Widerstands: R = U/I erläutern und rechnerisch anwenden;</p> | |

Bezüge zur Biologie & Medizin:

- elektrische und magnetische Sinnesorgane
- Elektrische Erregung des Herzens (Physik des EKGs)
- Nervenzellen und Nervensystem: Membranpotential und elektrische Reizweiterleitung entlang von Nervenfasern: passive versus aktive Signalleitung entlang myelinisierten Axonen
- Wirkung/Gefahren des elektrischen Stroms auf den menschlichen Körper und Elektrizität im Haushalt (Schutzerdung, -kleinspannung, -kontaktsystem, FI-Schutzschalter etc.);

M6: Schwingungen und Wellen

Mind. 7 U-Std.

Verbindliche Inhalte:

Bis zum Ende des
2. Semesters

- I1:** Charakteristische Größen und Eigenschaften einer harmonische Schwingungen;
I2: Wellenlänge, Frequenz, Phasengeschwindigkeit etc.;
I3: Beugung und Zweiquelleninterferenz; Gangunterschied;
I4: Licht als elektromagnetische Welle; EM-Spektrum

Verbindliche Anforderungen:

Die Studierenden können

- A1:** die für **Schwingungen** charakteristischen Größen **Amplitude x_0 (Ruhelage)**, **Frequenz f** , **Schwingungsdauer T** benennen und an unterschiedlichen Schwingungsvorgängen erläutern ;
A2: Experimente zur Untersuchung der Abhängigkeit der Schwingungsdauer von relevanten physikalischen Variablen planen, durchführen und angemessen quantitativ auswerten;
A3: **Transversal-** und **Longitudinalwellen** unterscheiden und anhand von Beispielen erläutern,
A4: die für Wellen charakteristischen Größen **Amplitude, c , f , λ , T** benennen und aus einer Sequenz von Wellenbildern ablesen;
A5: das **Huygenssche Prinzip** erläutern und auf Wellenphänome (z.B. **Beugung**, Zweiquelleninterferenz, Reflexion, Brechung, ...) anwenden,
A6: konstruktive und destruktive **Interferenz** auf den **Gangunterschied** von Wellen zurückführen und zeichnerisch darstellen,
A7: den Wellenlängenbereich für den visuellen Teil des **elektromagnetischen Spektrums** der Größe nach angeben und für die übrigen Bereiche des elektromagnetischen Spektrum typische „Anwendungen“ in Natur und Technik angeben;

Bezüge zur Biologie & Medizin:

- Erzeugung und Wahrnehmung von Schallwellen im menschlichen Körper: Stimmapparat und Gehör
- Ultraschall / Sonografie (Dopplersonografie)
- Spektroskopie

M7: Geometrische Optik und optische Instrumente

Mind. 7 U-Std.

Verbindliche Inhalte:

Bis zum Ende des
2. Semesters

- I1:** Strahlenmodell des Lichts
I2: Reflexion und Brechung, Totalreflexion
I3: Streuung und Absorption
I4: Optische Geräte (Spiegel, Konvex- und Konkavlinen, Mikroskop)
I5: Strahlengang und Abbildungsgesetze, Auflösungsvermögen

Verbindliche Anforderungen:

Die Studierenden können

- A1:** Alltagsphänomene zum Schattenwurf (z.B. Mondphasen, Tages- und Jahreszeitenzyklus, Sonnenfinsternis) im Rahmen des Strahlenmodells des Lichts (geradlinige Ausbreitung / Randstrahlen) erläutern;
A2: das **Reflexionsgesetz („Einfallswinkel = Ausfallswinkel“)** formulieren und die Entstehung eines



virtuellen Bildes eines Gegenstandes am **ebenen Spiegel** sowie durch eine Skizze des entsprechenden **Strahlenverlaufs** erläutern;

A3: das **Brechungsgesetz** beim Übergang von Licht an der Grenze zweier Medien mit unterschiedlicher **optischer Dichte** erläutern und quantitativ beschreiben;

A4: das Phänomen der **Totalreflexion** beim Übergang von Licht vom optisch dichteren zum optisch dünneren Medium erläutern;

A5: die **Dispersion** von weißem Licht an einem **Prisma** in seine **Spektralfarben**, die **additive Farbmischung** sowie die **Durchsichtigkeit** oder **Farbe** eines beleuchteten Körpers erläutern;

A6: die Eigenschaften und die Entstehung reeller und virtueller Bilder an **Sammellinsen** durch Konstruktion des entsprechenden Strahlengangs (mit **Parallel-,Mittelpunkt- und Brennpunktstrahlen**) für unterschiedliche Gegenstandsweiten **g** sowie die zugehörigen **Abbildungsgesetze** $\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$ und $\frac{B}{G} = \frac{b}{g}$ erläutern und zur Berechnung fehlender Größen in typischen Aufgaben einsetzen;

A7: den **Abbildungsvorgang im Auge** sowie verschiedene Formen der **Fehlsichtigkeit** (z.B. Kurz- und Weitsichtigkeit, Astigmatismus) und deren Korrektur durch entsprechende Brillen erläutern;

Bezüge zur Biologie & Medizin:

- *Lichtleitung durch Totalreflexion bei Endoskopen*
- *Das Auge als Sinnesorgan; Fehlsichtigkeit und deren Korrektur*
- *Mikroskopie: Optische Vergrößerung, Tiefenschärfe, Abbildungsfehler*

M8: Druck und Strömungsmechanik

Mind. 7 U-Std.

Verbindliche Inhalte:

I1: Druck

I2: Auftrieb

I3: Strömungsmechanik viskoser und nichtviskoser Flüssigkeiten

Bis zum Ende des
2. Semesters

Verbindliche Anforderungen:

Die Studierenden können

A1: das Konzept der **Dichte** $\rho = \frac{V}{m}$ an Beispielen erläutern sowie die Dichte von Wasser unter Normalbedingungen ($\approx 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$) angeben;

A2: das Konzept des **Drucks** $p = \frac{F}{A}$ bei der Kraftwirkung einer Flüssigkeit bzw. eines Gases auf die Oberfläche eines Körpers an Beispielen (z.B. hydraulische Hebebühne) erläutern;

A3: den **Schweredruck** $p = \rho \cdot g \cdot h$ in Flüssigkeiten in einfachen Aufgaben anwenden sowie diesen mit der Druckmessung in Flüssigkeitsmanometern und den unterschiedlichen Einheiten für den Druck (z.B. 1atm = 101,325 kPa = 760 mmHg) in Zusammenhang bringen;

A4: das **Archimedische Prinzip** mithilfe des Schweredrucks herleiten und dieses zur Bestimmung des **Auftriebs** in Alltagsbeispielen (z.B. Schwimmen von Eisbergen, Schiffen und Fischen, Auftrieb bei Ballonen) heranziehen;

A5: die **Kontinuitätsgleichung** (Konstanz des **Volumenstroms** $\dot{V} = v \cdot A = \text{konstant}$) bei **inkompressiblen Flüssigkeiten** sowie die **Bernoullische Energiegleichung** $p + \rho g h + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{konstant}$ bei **reibungsfreien** (=nichtviskosen) **inkompressiblen Strömungen** erläutern (Spezialfall: **Venturi-Effekt**) und zur Berechnung fehlender Größen in einfachen Aufgaben zur Fluidmechanik einsetzen;

A6: das **Hagen-Poiseuille-Gesetz** $\dot{V} = \frac{\pi r^4 \Delta p}{8\eta l}$ für Strömungen (von Newtonschen Flüssigkeiten) mit der **Viskosität** η zur Berechnung von Druckabfällen Δp entlang einer Röhre der Länge **l** mit Radius **r** anwenden;

Bezüge zur Biologie & Medizin:

- *Lungenatmung und Atmungsstörungen*
- *Blutdruck(-messung), Blutkreislauf und Durchblutungsstörungen;*
- *Infusionsgabe*

| M9: Radioaktivität | Mind. 7 U-Std. |
|--|--|
| <p><u>Verbindliche Inhalte:</u></p> <p>I1: Aufbau des Atomkerns; Isotope und Kernzerfall I2: Strahlungsarten radioaktiver Nuklide; I3: Zerfall radioaktiver Stoffe; I4: Dosimetrie und Strahlenschutz;</p> | <p>Bis zum Ende des 2. Semesters</p> |
| <p><u>Verbindliche Anforderungen:</u> Die Studierenden können</p> <p>A1: den Aufbau eines Atomkerns aus Protonen und Neutronen und ihren Zusammenhalt durch Kernkräfte erläutern; A2: die verschiedenen Isotope eines Elements anhand ihrer Ordnungs- und Nukleonenzahl bzw. mithilfe einer Nuklidkarte unterscheiden; A3: die drei unterschiedlichen Arten ionisierender Strahlung (α-, β- sowie γ-Strahlung) charakterisieren und an Beispielen typische Kernzerfallsprozesse (oder Zerfallsreihen) mithilfe ihrer Zerfallsgleichungen erläutern; A4: den radioaktiven Zerfall mithilfe der exponentiellen Zerfallsgesetzes $N(t) = N_0 2^{-\frac{t}{t_H}} = N_0 e^{-k \cdot t}$ (t_H: Halbwertszeit, k: Zerfallsrate) beschreiben und zur Berechnung von „radioaktiver Mengen“ und Zerfallszeiten anwenden; A5: das Konzept der Aktivität $A(t) = \dot{N}(t)$ eines radioaktiven Präparates sowie die Einheit Bq erläutern; A6: Quellen für natürliche und künstliche radioaktive Strahlung benennen und die daraus resultierende Gefährdung durch deterministische oder stochastische Strahlenschäden erläutern; A7: Dosis-Konzepte (z.B. Energiedosis ([D]=Gy), Äquivalentdosis, Organdosis oder effektive Dosis) für die Beurteilung von biologischen Strahlungswirkungen heranziehen sowie die vier möglichen Schutzmaßnahmen gegen radioaktive Strahlenbelastung (1. Verringerung der Stärke der Strahlenquelle, 2. zeitliche Begrenzung der Strahleneinwirkung, 3. Einhalten eines Sicherheitsabstandes, 4. Abschirmung der Strahlung) mit Beispielen erläutern;</p> | |
| <p><u>Bezüge zur Biologie & Medizin:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Anwendung des radioaktiven Zerfalls zur Altersbestimmung; ➤ biologische Strahlenwirkung und Strahlenschutz; ➤ Therapien mit ionisierender Strahlung; ➤ Röntgenstrahlung (Vertiefung) und Röntgendiagnostik | |

| M10: Wärmelehre | Mind. 7 U-Std. |
|---|---|
| <p><u>Verbindliche Inhalte:</u></p> <p>I1: Modelle in der Thermodynamik; Zustands- und Prozessgrößen</p> <p>I2: Wärmeübertragung</p> <p>I3: Aggregatzustände und ihre Änderungen</p> <p>I4: Gasgesetze</p> <p>I5: Hauptsätze der Thermodynamik</p> | <p>Bis zum Ende des 2. Semesters</p> |
| <p><u>Verbindliche Anforderungen:</u> Die Studierenden können</p> <p>A1: thermodynamischen Größen Druck, Temperatur, innere Energie und Wärme definieren sowie unterschiedliche <i>Temperaturskalen</i> und Möglichkeiten der <i>Temperaturmessung</i> erläutern;</p> <p>A2: die drei Möglichkeiten der <i>Wärmeübertragung</i> (<i>Wärmeleitung, Wärmeströmung</i> bzw. <i>Konvektion, Wärmestrahlung</i>) an Beispielen erläutern;</p> <p>A3: die (spezifische, molare) <i>Wärmekapazität c</i> definieren und mit der Grundgleichung $Q=c \cdot m \cdot \Delta T$ der Wärmelehre die zur Temperaturerhöhung erforderliche Wärme berechnen;</p> <p>A4: das Grundgesetz des Wärmeaustauschs $Q_{auf}=Q_{ab}$ erläutern und mit der richmannschen Mischungsregel die Mischungstemperatur zweier Flüssigkeiten berechnen;</p> <p>A5: die drei „klassischen“ Aggregatzustände sowie die entsprechenden Aggregatzustandsänderungen benennen;</p> <p>A6: die <i>kinetisch-statistische (mikroskopische) Betrachtungsweise</i> sowie das Modell des idealen Gases erläutern und die Grenzen dieses Modells (<i>reales Gas</i>) angeben;</p> <p>A7: die allgemeine <i>Zustandsgleichung für das ideale Gas</i>, die entsprechenden Konstanten (allgemeine, spezifische Gaskonstante; <i>Boltzmann-Konstante</i>) angeben und in konkreten Aufgabenstellungen anwenden;</p> <p>A8: <i>Zustandsdiagramme</i> interpretieren und anfertigen;</p> <p>A9: für <i>isochore, isotherme</i> und <i>isobare Zustandsänderungen</i> aus der allgemeinen Zustandsgleichung die Gesetze von <i>Amontons, Boyle-Mariotte</i> und <i>Gay-Lussac</i> herleiten und in konkreten Aufgabenstellungen anwenden;</p> <p>A10: den <i>Carnotschen Kreisprozess</i> sowie seinen <i>Wirkungsgrad</i> erläutern;</p> <p>A11: die <i>absolute Temperatur</i> als Maß für die <i>mittlere kinetische Energie</i> der Teilchen eines Gases und die Gleichung $\overline{E}_{kin} = \frac{3}{2} kT$ anwenden;</p> <p>A12: den <i>1. Hauptsatz der Thermodynamik</i> in der Form $\Delta U = W + \Delta Q$ erläutern und in konkreten Aufgabenstellungen anwenden;</p> <p>A13: den <i>2. Hauptsatz der Thermodynamik</i> in einer anschaulichen Form sowie die <i>Unmöglichkeit eines Perpetuum Mobiles 2. Art</i> erläutern;</p> | |
| <p><u>Bezüge zur Biologie & Medizin:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Temperaturmessung; Thermographie (z.B. zur Tumorerkennung); Körpertemperatur und Zyklus;</i> ➤ <i>Sonne als Energiequelle für das Leben; Kontinental- und Seeklima bestimmen das Leben; Wärmehaushalt der Erde;</i> ➤ <i>Wärmestrahlung zu Diagnosezwecken (verengte Blutgefäße);</i> ➤ <i>Temperaturregelung im menschlichen Körper, Blutzirkulation; Luftpolster bei Enten; Fell und Kleidung; Schwitzen; Verdunstungskälte, um Haut schmerzempfindlich zu machen (kurzfristige lokale Betäubung mit Chloräthyl);</i> ➤ <i>Unterkühlung im Wasser; Überleben von Fischen in strengen Wintern</i> ➤ <i>Der Schiffsarzt Julius Robert Mayer und das helle venöse Blut; Leben und die beiden ersten Hauptsätze</i> ➤ <u>Stoffgemische (Vertiefung):</u> <i>Osmose versus Diffusion an Zellmembranen, osmotischer Druck im Organismus, Aufbewahrung von Gewebeproben in isotonen Lösungen; Injektion von isotonen Lösungen (physiologische Kochsalzlösung, um Blutkörperchen nicht zu schädigen), osmotische Arbeit der Niere; Bewegung von Schlingpflanzen oder Drehung der Sonnenblume nach der Sonne</i> | |

6. Fachspezifische Operatoren

Die in den Feststellungsprüfung sowie den Klausuren verwendeten Operatoren orientieren sich an denen für die Abiturprüfungen im Fach Physik und werden in der folgenden Tabelle definiert.

Neben den Definitionen enthält die Tabelle auch Zuordnungen zu den Anforderungsbereichen¹⁹ (AB) I, II und III, wobei die konkrete Zuordnung auch vom Kontext der Aufgabenstellung abhängen kann und eine scharfe Trennung der Anforderungsbereiche nicht immer möglich ist.

| Operatoren | AB | Definitionen |
|---------------------------------|--------|---|
| abschätzen | II-III | Durch begründete Überlegungen Größenordnungen physikalischer Größen angeben |
| analysieren, untersuchen | II-III | Unter gezielten Fragestellungen Elemente und Strukturmerkmale herausarbeiten und als Ergebnis darstellen |
| angeben, nennen | I | Ohne nähere Erläuterungen wiedergeben oder aufzählen |
| anwenden, übertragen | II | Einen bekannten Sachverhalt, eine bekannte Methode auf eine neue Problemstellung beziehen |
| aufbauen | II-III | Objekte und Geräte zielgerichtet anordnen und kombinieren |
| aufstellen | II | Einen Vorgang als eine Folge von Symbolen und Wörtern formulieren |
| auswerten | II | Daten oder Einzelergebnisse zu einer abschließenden Gesamtaussage Zusammenführen |
| begründen | II-III | Einen angegebenen Sachverhalt auf Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurückführen |
| benennen | I | Elemente, Sachverhalte, Begriffe oder Daten (er)kennen und angeben |
| berechnen | I-II | Ergebnisse von einem Ansatz ausgehend durch Rechenoperationen gewinnen |
| beschreiben | I-II | Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge unter Verwendung der Fachsprache in eigenen Worten veranschaulichen |
| bestimmen | II | Einen Lösungsweg darstellen und das Ergebnis formulieren |
| beurteilen | II-III | Hypothesen bzw. Aussagen sowie Sachverhalte bzw. Methoden auf Richtigkeit, Wahrscheinlichkeit, Angemessenheit, Verträglichkeit, Eignung oder Anwendbarkeit überprüfen |
| bewerten | II-III | Eine eigene Position nach ausgewiesenen Normen oder Werten vertreten |
| diskutieren | II-III | Physikalische Systeme oder Zusammenhänge hinsichtlich ihres Verhaltens bei Größenänderungen analysieren |
| durchführen | I-II | An einer Experimentieranordnung zielgerichtete Messungen und Änderungen vornehmen |
| einordnen, zuordnen | II | Mit erläuternden Hinweisen in einen Zusammenhang einfügen |
| entwerfen, planen | II-III | Zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranordnung finden |

¹⁹ Vgl. Kapitel 9 Bewertungskriterien

| Operatoren | AB | Definitionen |
|--|-----------|---|
| entwickeln | II-III | Eine Skizze, eine Hypothese, ein Experiment, ein Modell oder eine Theorie schrittweise weiterführen und ausbauen |
| erklären, erläutern | II-III | Ergebnisse, Sachverhalte oder Modelle nachvollziehbar und verständlich veranschaulichen |
| erörtern | III | Im Zusammenhang mit Sachverhalten, Aussagen oder Thesen, unterschiedliche Positionen und Pro- und Kontra- Argumente einander gegenüberstellen und abwägen |
| herausarbeiten | II-III | Die wesentlichen Merkmale darstellen und auf den Punkt bringen |
| herleiten, nachweisen, zeigen | II | Aus Größengleichungen durch logische Folgerungen eine physikalische Größe bestimmen |
| interpretieren | II-III | Phänomene, Strukturen, Sachverhalte oder Versuchsergebnisse auf Erklärungsmöglichkeiten untersuchen und diese gegeneinander abwägend darstellen |
| protokollieren | I-II | Beobachtungen oder die Durchführung von Experimenten detailgenau zeichnerisch einwandfrei bzw. fachsprachlich richtig wiedergeben |
| prüfen, überprüfen, testen | II-III | Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik messen und eventuelle Widersprüche aufdecken |
| skizzieren | I-II | Sachverhalte, Strukturen oder Ergebnisse kurz und übersichtlich darstellen mithilfe von z. B. Übersichten, Schemata, Diagrammen, Abbildungen, Tabellen und Texten |
| vergleichen, gegenüberstellen | II-III | Nach vorgegebenen oder selbst gewählten Gesichtspunkten Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln und darstellen |
| zeichnen | I-II | Eine hinreichend exakte bildhafte Darstellung anfertigen |

7. Schülerpraktikum

Im Propädeutikum sowie in den Fachkursen im Rahmen des Moduls T1 (ca. 5 U-Std.) und des Moduls M1 (ca. 4 U-Std.) ist auch die Durchführung eines kompakten Schülerversuchs²⁰, dessen Protokollierung im Rahmen eines Laborprotokolls sowie dessen (auch quantitative) Auswertung vorgesehen (im T-Kurs: auch Fehlerabschätzung bzw. -rechnung).

Zur Vorbereitung auf das eigenständige experimentelle Arbeiten im Studium wird zumindest im T-Kurs empfohlen, ein separates *Schülerpraktikum* (ca. 5-10 U-Std.) einzurichten.

Dazu kann die Lerngruppe in zwei Hälften getrennt werden, von der jeweils nur eine an einem Termin die Schülerversuche durchführt. Alternativ können die verschiedenen Versuche auch an verschiedenen Experimentierstationen durchgeführt werden.

Experimentiert wird nach Vorlage oder mündlicher Anleitung in Teams mit 2-3 Studierenden, die i.a. von der Fachlehrkraft eingeteilt werden.

Die Durchführung der Versuche wird von diesem Team dann üblicherweise im Rahmen von **Laborprotokollen** dokumentiert.

Die Sammlung dieser Laborprotokolle kann im Rahmen der Note für die laufende Kursarbeit bewertet werden. Die Bewertung richtet sich u.a. danach,

- wie gut der Versuch durchgeführt wurde,
- ob die Arbeitsaufträge vollständig und korrekt/sinnvoll bearbeitet wurden,
- ob sich die Versuche und etwaige Fehler anhand des Laborprotokolls rekonstruieren lassen.

Mit dem Protokoll können auch gefertigte Arbeitsergebnisse (z.B. verlötete Schaltungen auf Platinen, Selbstbausätze, EXCEL-Dateien, Simulation, etc.) zur Bewertung herangezogen werden.

Darüber hinaus kann jede Kollegiatin und jeder Kollegiat auch dazu aufgefordert werden, zu einem Versuch / auf der Basis des zugehörigen Laborprotokolls ein **ausführliches Protokoll** anzufertigen. Die Fachlehrkraft kann die Bewertung des ausführlichen Protokolls als individuellen Leistungsnachweis auch im Rahmen der schriftlichen Leistungsbewertung (zusätzliche „Klausurleistung“, individuelle Klausurersatzleistung) werten, wobei die Mindestanzahl von zwei pro Semester durchzuführenden Klausuren im Allgemeinen nicht unterschritten werden darf.

Die Praktikumsversuche können auch unter externer Betreuung außerhalb des Studienkollegs (z.B. Helmholtz-Zentrum in Geesthacht, DESY-Schülerlabor) im Rahmen eines **Praktikumstags** durchgeführt werden. Neben der Anwendung und Vertiefung fachlicher Kenntnisse durch praktisches Arbeiten in wissenschaftsnah ausgestatteten Laboren unter fachkundiger Anleitung liegt hier der Vorteil insbesondere auch in der Schaffung eines realistischen Einblicks in ein naturwissenschaftliches Arbeitsfeld.

²⁰ z.B. Aufnahme des Kraft-Ausdehnungs-Diagramms bei Feder und Gummiband bzw. der U-I-Kennlinie von Widerstandsbauteil und Glühlampe

8. Einbettung in die Digitalisierung

-Nutzung der Lernplattform Moodle-

Am Studienkolleg wird Moodle als Lernplattform bereits seit vielen Jahren genutzt. Alle Studierenden verfügen über ein individuelles Nutzerkonto. Da die Lernplattform über einen Internet-Browser online zugänglich ist, ist sie für die Studierenden weitgehend unabhängig vom jeweiligen verwendeten Endgerät²¹ oder Betriebssystem.

Auch für den Unterricht im Fach Physik werden von den Administrator*innen der Lernplattform sogenannte **virtuelle Kursräume** eingerichtet, in denen den Studierenden zumindest

- das Curriculum sowie eine Übersicht über Grundlagen der Leistungsbewertung im Fachkurs,
- Arbeitsmaterialien, externen Links oder Medien, die während des Unterrichts genutzt werden

zugänglich gemacht werden können.

Darüber hinaus kann/können

- der Kursraum in unterschiedliche Abschnitte entsprechend der Unterrichtsthemen oder der Unterrichtswochen gegliedert
- Dateien, (Erklär-)Videos, Links und Aufgaben thematisch gegliedert und übersichtlich zur häuslichen Nach- oder Vorbereitung oder zur Prüfungsvorbereitung (im Rahmen der Externenprüfung) angeordnet
- **Foren** zur Diskussion von Fragen zu Unterrichtsinhalten und Arbeitsaufträgen eingerichtet
- der Einsatz von Aufgaben mit Abgabefunktionalität (**Moodle- Aufgabe**) oder **Moodle- Tests** für eine schnelle/ formative Leistungsrückmeldung genutzt
- **Abstimmungen / Umfragen** für die Planung der weiteren Kursgestaltung, zur Rückmeldung/Beurteilung des eigenen Lernfortschritts sowie für ein Feedback zum Unterricht durchgeführt werden.

Für die Gestaltung und Pflege des Kursraumes ist die jeweilige Lehrkraft verantwortlich.

Es bietet sich an, dass bereits in einer frühen Phase des Unterrichts die Studierenden mit den grundlegenden Funktionen der Lernplattform (Mitteilung, Kalender, Foren) vertraut gemacht werden sowie weitere Funktionalitäten wie Moodle-Aufgaben und -Tests sowie die Abstimmungs-/ Umfrage-Tools zumindest exemplarisch genutzt oder vorgeführt werden, da den Studierenden die Nutzung dieser Formate vermutlich auch in einem anschließenden Studium abverlangt wird.

- Einsatz digitaler Medien-

Gerade im Physik-Unterricht bieten sich **Animationen** und **Simulationen** an, z.B.

- für die Demonstration sequentieller Abläufe,
- für die Veranschaulichung von kausalen/komplexeren Zusammenhängen,
- für die Visualisierung von unsichtbaren Funktionen und Verhaltensweisen,
- für die Illustration einer verbal nur schwer beschreibbaren Aufgabe oder visuellen Analogie abstrakter Konzepte,

²¹ Für Android- oder Apple-Mobilgeräte gibt es auch eine App-Version, die es u.a. auch erlaubt, die Kursinhalte einmalig für eine Offline-Nutzung herunterzuladen.

- als Ersatz (**Bildschirm-Experimente**) und didaktische Vereinfachung von aufwendigen Versuchsaufbauten (z.B. [Millikan-Versuch](#)) oder zur besseren Visualisierung real nur schwach erkennbarer Effekte (z.B. [Wellenwanne](#))

Viele dieser Animationen, Simulationen und Bildschirm-Experimente sowie weitere Materialien (wie Aufgaben, Hintergrundinformationen, Videos etc.) für den Physikunterricht finden sich dabei als digitalisiertes Unterrichtsmaterial (CD / Unterrichtsmanager) als Ergänzungen zu den angeschafften Lehrwerken sowie Büchern anderer Lehrbuchverlage in der **Sammlungsbibliothek**. Umfangreiches Material ist aber insbesondere über die einschlägigen Webportale (wie z.B. www.leifiphysik.de, www.pk-applets.de, etc.) zugänglich.

Insbesondere auf LeiFi-Physik finden sich zu vielen Themengebieten (Online-) **Quiz**, die sich sowohl für die Übung/Wiederholung Unterrichtsinhalten im Plenum als auch für die formative Leistungsrückmeldung in Heimarbeit eignen.

Mit [Geogebra](#) (Mathematica, oder anderen Online-**CAS**) lassen sich darüber hinaus leicht weitere Visualisierungen erstellen oder im Physikunterricht auftretende funktionaler Zusammenhänge schnell und ohne großen mathematischen Aufwand untersuchen.

Im Hinblick auf typische Praktikumsversuche in den Laborpraktika des Studiums sollten im Physikunterricht auch die Auswertung von Demonstrationsversuchen mit **Messwertfassungssystemen** vorgeführt werden. In T-Kursen lässt sich der Umgang mit einem solchen System auch durch die Studierenden ausprobieren: Neben der Nutzung des eigenen Smartphone (z.B. mit der [phyphox](#)-App) steht in der Sammlung dazu auch ein Schülersatz mit ([Pocket](#)-)**CASSY** mit [U-I-P-Sensoren](#) und [Bewegungsmesswandlern und Kraftsensoren](#) zur Verfügung.

-Förderung der Medienkompetenz-

Über eine Förderung der üblichen allgemeinen Medienkompetenzen²² hinaus sollte im Rahmen der Module **T1** und **M1** auch der Umgang mit einem **Tabellenkalkulationssystem** (MS-EXCEL, OpenCalc o.ä.) quantitativen Versuchsauswertung vorgeführt (und im T-Kurs auch durch die Studierenden durchgeführt) werden. Dabei können insbesondere die *grafische Auswertung* durch **x-y-Diagrammen mit Ausgleichsfunktionen** sowie *analytische Auswertung* mithilfe elementarer **Funktionen der deskriptiven Statistik** (Mittelwert, Standardabweichung etc.) besprochen und für die Fehleranalyse (T-Kurs) genutzt werden.

Im T-Kurs kann das Tabellenkalkulationssystem an anderer Stelle auch zur **Simulation** typischer physikalischer Anfangswertprobleme (z.B. Schiefer Wurf mit Luftreibung, Satellitenbahnen o.ä.) genutzt werden und dabei auf weitere grundlegende Konzepte der Tabellenkalkulation wie den Unterschied zwischen *relativer versus absoluter Adressierung* oder auf *Matrix-Funktionen* (SVERWEIS etc.) eingegangen werden.

²² allgemeine PC-Grundkenntnisse (z.B. Konvertieren von Dateiformaten); Internetrecherche; Textverarbeitung für die Erstellung von Protokollen und Handouts zu Referaten; Präsentationssoftware für die Erstellung von Referaten;

9. Bewertungskriterien

Die Fachkonferenz stimmt die Bereiche und Kriterien für die Leistungsbeurteilung ab und legt sie fest. Die Lehrkraft erläutert den Studierenden die Anforderungen, die erwarteten Leistungen sowie die Beurteilungskriterien.

- Anforderungsbereiche²³ -

Die verschiedenen Anforderungsbereiche dienen der Orientierung für einen in den Ansprüchen ausgewogenen Unterricht und ermöglichen es, unterschiedliche Leistungsanforderungen nach dem Grad des selbstständigen Umgangs mit Gelerntem einzuordnen. Der Schwerpunkt der Prüfungen und Klausuren liegt dabei im Anforderungsbereich II.

Anforderungsbereich I umfasst das Wiedergeben von Sachverhalten und Kenntnissen im gelernten Zusammenhang sowie das Anwenden und Beschreiben geübter Arbeitstechniken und Verfahren.

Anforderungsbereich II umfasst das selbstständige Auswählen, Anordnen, Verarbeiten, Erklären und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang und das selbstständige Übertragen und Anwenden des Gelernten auf vergleichbare neue Zusammenhänge und Sachverhalte.

Anforderungsbereich III umfasst das Verarbeiten komplexer Sachverhalte mit dem Ziel, zu selbstständigen Lösungen, Gestaltungen oder Deutungen, Folgerungen, Verallgemeinerungen, Begründungen und Wertungen zu gelangen. Dabei wählen die Studierenden selbstständig geeignete Arbeitstechniken und Verfahren zur Bewältigung der Aufgabe, wenden sie auf eine neue Problemstellung an und reflektieren das eigene Vorgehen.

In Klausuren und Feststellungsprüfungen sollte darauf geachtet werden, dass die Anforderungsbereiche nach folgender prozentualer Verteilung der Bewertungseinheiten (Rohpunkte) berücksichtigt werden:

Anforderungsbereich I: **40%**

Anforderungsbereich II: **50%**

Anforderungsbereich III: **10%**

²³ Die Beschreibung der Anforderungsbereiche sind den Bildungsstandards im Fach Physik für die AHR (S.23f) entnommen;

-Bewertungsmaßstäbe-

Zur Bestimmung der Note am Ende des 1. Semesters bzw. des 2. Semesters (Vornote) sowie der Fachnote im Propädeutikumszeugnis wird die **Note für die schriftlichen Leistungsnachweise** mit **70%** und die **Note für die laufende Kursarbeit** mit **30 %** gewichtet.

Wird eine Klausur (oder ein anderer angekündigter Leistungsnachweis) unentschuldigt versäumt wird dies mit der Note 6 bewertet.

Eine versäumte Klausur kann -sofern eine Entschuldigung vorliegt- auch erst am Semesterende im Rahmen einer *gemeinsamen Nachklausur* für alle Nachschreiber aus mehreren Klausuren nachgeholt werden. Die gemeinsame Nachklausur umfasst dann grundsätzlich den Prüfungsstoff aller betreffenden Klausuren, wobei die Lehrkraft im Vorfeld den Prüfungsumfang festlegt und bekannt gibt.

Wird mehr als eine Klausur entschuldigt versäumt, wird in der Regel eine mündliche Prüfung (ca. 20 Min.) als **Klausurersatzleistung** anberaumt. Sie ähnelt in inhaltlicher Form und Umfang einer mündlichen Feststellungsprüfung, wobei die Lehrinhalte aus dem gesamten Semester zugrunde gelegt werden können.

Bewertung der schriftlichen Leistungsnachweise

In den T-und M-Kursen sind **mindestens zwei Klausuren pro Semester** zu schreiben.

In den Propädeutikkursen ist **mindestens eine Klausur** zu schreiben.

Über die Mindestzahl an Klausuren hinaus kann auch die Bewertung weiterer *individuell zurechenbarer schriftlicher Leistungsnachweise* wie z.B. ausführliche Versuchsprotokolle, Tests o.ä. in die Note für die Klausuren einfließen. Die von der Lehrkraft zugrunde gelegten Bewertungskriterien für diese Leistungsnachweise werden den Studierenden im Vorfeld bekannt gegeben.

Auch die *Anzahl* der schriftlichen Leistungsnachweise bzw. Klausuren sowie deren *Gewichtung* in der Note für die schriftlichen Leistungsnachweise werden den Studierenden durch die Lehrkraft **zu Beginn** des jeweiligen Semesters bzw. Propädeutikkurses bekannt gegeben.

Im Fach Physik soll folgender einheitlicher Bewertungsschlüssel für die Klausuren und die schriftliche Feststellungsprüfung verwendet werden (BE= Bewertungseinheiten/Rohpunkte):

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ab ... % BE | 0 | 20,0 | 28,3 | 36,7 | 45,0 | 49,6 | 54,2 | 58,7 | 63,3 | 67,9 | 72,5 | 77,1 | 81,6 | 86,2 | 90,8 | 95,4 |
| Note | 6 | 5- | 5 | 5+ | 4- | 4 | 4+ | 3- | 3 | 3+ | 2- | 2 | 2+ | 1- | 1 | 1+ |

Bewertung der laufenden Kursarbeit

Für die Bewertung der laufenden Kursarbeit können folgende Kriterien / Leistungen herangezogen werden:

- Anwesenheit
- Lerninteresse und Lernbereitschaft
- Fähigkeit zu selbständigem Arbeiten
- Beteiligung am Unterrichtsgespräch:
 - ✓ regelmäßig
 - ✓ aufmerksames Verfolgen des Unterrichtsgeschehens, auch der Beiträge anderer Studierender
 - ✓ sprachliche Richtigkeit, Wortschatz, Ausdrucksvermögen und Aussprache
 - ✓ Qualität des Inhalts
- Hausaufgaben
 - ✓ regelmäßige Erledigung der schriftlichen Aufgaben
 - ✓ selbstständiges Nachbereiten und Wiederholen des im Unterricht behandelten Stoffes
- Gruppenarbeit
 - ✓ aktive Teilnahme in der Gruppe (Teamfähigkeit)
- Laborprotokolle, ausführliche Versuchsprotokolle oder Kolloquien (z.B. im Rahmen eines Schülerpraktikums)
- Aufbau, Vorführung und Auswertung eines Demonstrationsexperimentes
- Referate (inkl. Handout)
- angekündigte Tests, unangekündigte Stegreifaufgaben oder Abfragen

10. Feststellungsprüfung (nur für einjährige Fachkurse)

Die Prüfungsaufgaben werden derart gewählt,

- dass sie den Unterricht beider Semester am Studienkolleg berücksichtigen und
- dass sie eine Überprüfung von Leistungen in allen drei Anforderungsbereichen (aus Abschnitt 9) ermöglichen.

Die Prüfungsaufgabe muss eine Bewertung ermöglichen, die das gesamte Notenspektrum umfasst. Für die Formulierung der Aufgabenstellungen werden die Operatoren (aus Abschnitt 6) verwendet.

Als **Hilfsmittel** dürfen neben einem DaF-Wörterbuch, einem Taschenrechner (ggf. nicht grafikfähig/programmierbar), Zeichengeräten (Zirkel/Geodreieck) auch weitere Hilfsmittel von der Lehrkraft (ggf. Formelsammlung etc.) zugelassen werden. Alle zugelassenen Hilfsmittel werden den Prüflingen zur Prüfungsvorbereitung genannt und sind auf der Prüfungsaufgabe anzugeben oder der Prüfungsaufgabe als Anhang beizufügen (z.B. Periodensystem, Tabelle mit Konstanten). Zudem kann die Nutzung von Hilfsmitteln ausschließlich auf jene Hilfsmittel beschränkt werden, die von Seiten des Studienkollegs gestellt werden (z.B. bei Wörterbüchern).

-Schriftliche Feststellungsprüfung-

Die schriftliche Feststellungsprüfung besteht üblicherweise aus drei Aufgaben. Jede Aufgabe kann in Teilaufgaben gegliedert sein, die sich ggf. aufeinander beziehen können, jedoch so unabhängig voneinander sein sollen, dass eine Fehlleistung in einer Teilaufgabe nicht die weitere Bearbeitung der Aufgabe ausschließt. Falls erforderlich, können Zwischenergebnisse in der Aufgabenstellung enthalten sein.

Prüfungsgegenstand können grundsätzlich alle Themen sein, die im ersten und zweiten Semester Gegenstand des Physikunterrichts im jeweiligen Fachkurs waren. Einzelne Aufgaben können themenübergreifend sein. Neben materialgebundenen Aufgaben sind grundsätzlich auch *fachpraktische Aufgabenteile* möglich, in denen z.B. ein Demonstrationsexperiment ausgewertet bzw. ein Experiment vom Prüfling nach schriftlicher Anleitung aufgebaut, durchgeführt und ausgewertet werden soll.

Jeder Prüfungsaufgabe wird ein Erwartungshorizont beigegeben, der die erwarteten Leistungen einschließlich der Angabe von Bewertungskriterien beschreibt, die auf die Anforderungsbereiche bezogen sind. Der Erwartungshorizont weist die Anzahl der pro Teilaufgabe *erreichbaren Bewertungseinheiten* (Rohpunkte) aus, die auch in der Prüfungsaufgabe angegeben werden.

Der Zeitumfang beträgt üblicherweise 180 Minuten (*Bearbeitungszeit*), wobei die Studierenden noch zusätzlich 15 Minuten zum Einlesen in die Aufgaben und Materialien erhalten (*Einlesezeit*). In begründeten Ausnahmefällen (z.B. bei fachpraktischen Aufgabenteilen, umfangreicheres Material für Aufgabenstellung) kann die Lehrkraft im Vorfeld eine Verlängerung der Bearbeitungszeit bzw. Einlesezeit beantragen.

In der Einlesezeit ist lediglich das Nachschlagen von Wörtern im Wörterbuch sowie das Unterstreichen bzw. Markieren von Textstellen erlaubt. Es darf jedoch nicht mit der Reinschrift der Lösung zu den Aufgaben begonnen werden.

-Mündliche Feststellungsprüfung-

In der mündlichen Feststellungsprüfung werden zwei Themen aus den Unterrichtsinhalten des gesamten Ausbildungsjahres im jeweiligen Fachkurs geprüft.

Die Prüfungsdauer beträgt insgesamt ca. 20 Minuten. Die Prüfung besteht aus zwei in etwa gleichlangen Teilen.

Teil A wird in einer 30-minütigen **Vorbereitungszeit** vorbereitet. Während dieser Vorbereitungszeit dürfen die auf der Prüfungsaufgabe angegebenen zugelassenen Hilfsmittel verwendet werden.

Die Prüfung beginnt mit einem selbständigen Vortrag, in dem dem Prüfling ausreichend Gelegenheit gegeben wird, Lösungsvorschläge zu seiner vorbereiteten Aufgabe zu präsentieren. Neben der inhaltlichen Leistung wird auch die Darstellungsleistung bewertet.

Erwartet wird ein zusammenhängender Vortrag, der –gestützt auf die Aufzeichnungen des Studierenden –in freier Rede gehalten wird. Nachfragen der Prüfer schließen sich ggf. an.

Teil B wird ohne Vorbereitung geprüft. Der Fokus liegt hier auf dem Prüfungsgespräch. Der in Teil B durch den Prüfer gesetzte Impuls bezieht sich auf weitere Unterrichtsinhalte bzw. Themenbereiche; hierbei sollen größere fachliche und überfachliche Zusammenhänge verdeutlicht werden.

Pro Prüfungsteil stehen dem Prüfling ca. 10 Minuten zur Verfügung.

Die Bewertung der Prüfungsleistung in der mündlichen Feststellungsprüfung orientiert sich am *Bewertungsraster für mündliche Leistungen* auf der nachfolgenden Seite.

-Bewertungsraster für mündliche Leistungen-

| Note | Kommunikation | | | Fachwissen & Methoden | | | Reflexion |
|----------|--|-----------------------------|---|--|--|--|--|
| | Fachsprache | Ausführlichkeit | Präzision | Wiedergabe (I) | Anwendung (II) | Einordnen, Auswählen (III) | Beurteilen |
| 1 | verwendet Fachsprache korrekt | sehr ausführlich | sehr klare Definitionen | vollständig mit sehr vielen Details | sehr sichere Anwendung | sehr sichere Auswahl und Anwendung | Transfer souverän & präzise, zahlreiche Beispiele, begründete Wertung |
| 2 | kennt und verwendet wichtige Fachbegriffe richtig | ausführlich | klare Definitionen | vollständig mit Details | sichere Anwendung | sichere Auswahl und Anwendung | Transfer gut, Beispiele, Wertung |
| 3 | kennt und verwendet wichtige Fachbegriffe i.W. richtig | knappe Darstellung | Definitionen größtenteils präzise | Reproduktion mit kleinen Mängeln (Fehler/Auslassung) | geringe Einhilfe bzw. geringe Fehler | geringe Einhilfe bzw. geringe Fehler | Transfer nur in Teilen, wenige Beispiele, teilweise Wertung |
| 4 | kennt Fachbegriffe und verwendet sie teilweise falsch | sehr knappe Darstellung | Definitionen teilweise unpräzise und/oder falsch | Reproduktion mit großen Mängeln (Fehler/Auslassung) | Einhilfe und/oder Fehler | Einhilfe und/oder Fehler | kaum Transfer, wenige Beispiele, kaum Wertung |
| 5 | kennt nicht alle Fachbegriffe | zu geringe Darstellung | Definitionen oft unpräzise und/oder falsch | wichtige Teile fehlen | Ansatz lediglich erkennbar | Ansatz lediglich erkennbar | kaum Transfer, kaum Beispiele, keine Wertung |
| 6 | kennt und verwendet keine Fachsprache | (fast) keine Darstellung | Definitionen unpräzise und falsch | (fast) keine Reproduktion | kein Ansatz | kein Ansatz | kein Transfer, keine Beispiele, keine Wertung |