



Kerncurriculum Fachoberschule



Physik

Impressum:

Herausgeber: Hessisches Kultusministerium
Luisenplatz 10
65185 Wiesbaden
Telefon: 0611 368-0
<https://kultusministerium.hessen.de>

Verantwortlich: Christopher Textor

Stand: 1. Auflage, November 2022

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Hessischen Landesregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags- und Kommunalwahlen sowie Wahlen zum Europaparlament. Missbräuchlich ist besonders die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden könnte. Die genannten Beschränkungen gelten unabhängig davon, wann, auf welchem Wege und in welcher Anzahl die Druckschrift dem Empfänger zugegangen ist. Den Parteien ist jedoch gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

Inhaltsverzeichnis

1 Die Fachoberschule	4
1.1 Ziel und Organisation der Fachoberschule	4
1.2 Strukturelemente des Kerncurriculums	4
2 Bildungsbeitrag und didaktische Grundlagen	6
2.1 Bildungsverständnis der Fachoberschule.....	6
2.2 Didaktische Grundlagen in der Fachoberschule.....	7
2.3 Beitrag des Faches zur Bildung	9
2.4 Kompetenz-Strukturmodell	10
2.4.1 Einführende Erläuterungen.....	10
2.4.2 Kompetenzbereiche.....	10
2.4.3 Strukturierung der Fachinhalte.....	12
3 Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte	15
3.1 Einführende Erläuterungen.....	15
3.2 Bildungsstandards des Faches	15
3.3 Themenfelder.....	19
3.3.1 Hinweise zur Bearbeitung der Themenfelder.....	19
3.3.2 Übersicht über die Themenfelder	19
3.3.3 Themenfelder Organisationsform A Ausbildungsabschnitt II sowie Organisationsform B	21
12.1 Kinematik und NEWTONSche Axiome (Größenordnungen, SI-Einheiten, Bewegungen und Kräfte) (Pflicht-Themenfeld).....	21
3.3.4 Themenfelder – Wahlpflichtunterricht	23
12.2 Grundlagen der Dynamik (Kräfte, Impulse und Energie) (Wahlpflicht-Themenfeld).....	24
12.3 Erneuerbare Energien und Energieumwandlungen (Wahlpflicht-Themenfeld).25	
12.4 Grundlagen der Elektrotechnik (Wahlpflicht-Themenfeld).....	26
12.5 Astronomie (Planeten, Sonnensysteme) (Wahlpflicht-Themenfeld).....	27
12.6 Klima- und Wetterphänomene (Wahlpflicht-Themenfeld)	28
12.7 Wärmelehre (Wärmekraftmaschinen) (Wahlpflicht-Themenfeld)	29
12.8 Aerodynamik (Wahlpflicht-Themenfeld).....	30
12.9 Akustik (Schwingungen und Wellen) (Wahlpflicht-Themenfeld)	31
12.10 Spezielle Relativitätstheorie (Wahlpflicht-Themenfeld).....	33
12.11 Optische Systeme (Wahlpflicht-Themenfeld)	34

1 Die Fachoberschule

1.1 Ziel und Organisation der Fachoberschule

Das Ziel der Fachoberschule ist die Fachhochschulreife als studienqualifizierender Abschluss, der zur Aufnahme eines Studiums an einer Hochschule für angewandte Wissenschaften oder eines gestuften Studiengangs an einer hessischen Universität berechtigt.

Eine Besonderheit der Fachoberschule ist ihre Gliederung nach beruflichen Fachrichtungen und Schwerpunkten. Sie wird in zwei Organisationsformen angeboten: Form A (zweijährig) und Form B (einjährig).

Die **Organisationsform A** ist in die Ausbildungsabschnitte I und II unterteilt. Ein besonderes Merkmal stellt die Verzahnung von Theorie und Praxis in Ausbildungsabschnitt I dar: Mit Eintritt in die Fachoberschule wählen die Lernenden ihren Neigungen und Stärken entsprechend eine berufliche Fachrichtung oder einen beruflichen Schwerpunkt. Sie absolvieren ein einjähriges gelenktes Praktikum, das einschlägig ist, also der gewählten Fachrichtung oder dem gewählten Schwerpunkt zugeordnet werden kann; im fachtheoretischen Unterricht erworbenes Wissen sowie im gelenkten Praktikum erworbene Kenntnisse und Fertigkeiten sollen vernetzt werden.

Neben den allgemein bildenden Fächern erweitern die fachrichtungs- oder schwerpunktbezogenen Unterrichtsfächer den Fächerkanon der Sekundarstufe I. Die Lernenden knüpfen an die in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen an und werden im Ausbildungsabschnitt I an das systematische wissenschaftspropädeutische Arbeiten herangeführt. Damit wird eine fundierte Ausgangsbasis für den Unterricht in Ausbildungsabschnitt II geschaffen.

Somit stellt die Organisationsform A für die Lernenden ein wichtiges Bindeglied zwischen dem stärker angeleiteten Lernen in der Sekundarstufe I und dem eigenverantwortlichen Weiterlernen, wie es mit der Aufnahme eines Hochschulstudiums oder einer beruflichen Ausbildung verbunden ist, dar.

Die **Organisationsform B** baut auf einer abgeschlossenen einschlägigen Berufsausbildung auf. Auf der Grundlage bereits erworbener Kompetenzen erhalten die Lernenden die Möglichkeit, auf den in der Berufsausbildung erworbenen Fähigkeiten und Fertigkeiten aufzubauen, sie zu festigen, zu vertiefen und zu erweitern.

1.2 Strukturelemente des Kerncurriculums

Basierend auf dem Bildungs- und Erziehungsauftrag laut §§ 2 und 3 Hessisches Schulgesetz (HSchG) formuliert das Kerncurriculum für die Fachoberschule Bildungsziele für fachliches (Bildungsstandards) und überfachliches Lernen sowie inhaltliche Vorgaben als verbindliche Grundlage für den Unterricht und die Abschlussprüfung. Die Leistungserwartungen werden auf diese Weise für alle, Lehrende wie Lernende, transparent und nachvollziehbar.

Das Kerncurriculum ist in zweifacher Hinsicht anschlussfähig: Zum einen wird für die Organisationsform A die im Kerncurriculum der Sekundarstufe I umgesetzte Kompetenzorientierung in Anlage und Aufbau konsequent weitergeführt. Darüber hinaus baut das Kerncurriculum, bezogen auf die Organisationsform B, auf den in der dualen Ausbildung geltenden Rahmenlehrplänen auf.

Das auf den Erwerb von Kompetenzen ausgerichtete Kerncurriculum mit seinen curricularen Festlegungen gliedert sich in folgende Strukturelemente:

Fach: Physik

Bildungsbeitrag und didaktische Grundlagen (Kapitel 2): In diesem Kapitel werden das Bildungsverständnis der Fachoberschule (Kapitel 2.1) und die didaktischen Grundlagen in der Fachoberschule (Kapitel 2.2) beschrieben. Der Beitrag des Faches, der Fachrichtung bzw. des Schwerpunkts zur Bildung (Kapitel 2.3) spiegelt sich in den Kompetenzbereichen, den Bildungsstandards sowie der Struktur der Fachinhalte und den Themenfeldern wider (Kapitel 2.4 und 3).

Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte (Kapitel 3): Bildungsstandards weisen die Leistungserwartungen an das fachbezogene Wissen und Können der Lernenden am Ende der Fachoberschule aus. Sie konkretisieren die Kompetenzbereiche und zielen grundsätzlich auf kritische Reflexionsfähigkeit sowie den Transfer bzw. die Nutzung von Wissen für die Bewältigung persönlicher sowie gesellschaftlicher Herausforderungen.

Die Lernenden setzen sich mit geeigneten und exemplarischen Lerninhalten und Themen sowie deren Sachaspekten und darauf bezogenen Fragestellungen auseinander und entwickeln auf diese Weise die in den Bildungsstandards formulierten Kompetenzen. Entsprechend gestaltete Lernarrangements zielen auf den Erwerb jeweils spezifischer Kompetenzen aus in der Regel unterschiedlichen Kompetenzbereichen. Auf diese Weise können alle Bildungsstandards mehrfach und in unterschiedlichen inhaltlichen Zusammenhängen gefördert werden. Hieraus erklärt sich, dass Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte nicht bereits im Kerncurriculum miteinander verknüpft werden, sondern dies erst sinnvoll auf der Unterrichtsebene erfolgen kann.

Die Lerninhalte sind in Form von Themenfeldern ausgewiesen (Kapitel 3.3). Hinweise zur Verbindlichkeit der Themenfelder und ihrer Inhalte finden sich im Kapitel 3.3.1 sowie innerhalb der Ausführungen zu jedem Themenfeld.

Die Relevanz eines Themenfelds wird in einem einführenden Text skizziert und begründet. Für die Kompetenzentwicklung werden Schwerpunktsetzungen aufgezeigt. Die Lerninhalte sind immer rückgebunden an die übergeordneten Erschließungskategorien bzw. Wissensdimensionen des Faches, um einen systematischen Wissensaufbau zu gewährleisten.

2 Bildungsbeitrag und didaktische Grundlagen

2.1 Bildungsverständnis der Fachoberschule

Die Fachhochschulreife bescheinigt eine vertiefte allgemeine Bildung in Verbindung mit berufsbezogenen fachtheoretischen Kenntnissen sowie fachpraktischen Fertigkeiten.

In Anlehnung an den Deutschen Qualifikationsrahmen (DQR) wird im Kerncurriculum zwischen den beiden Kompetenzbereichen Fachkompetenz (Wissen und Fertigkeiten) und personale Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstständigkeit) unterschieden.

Die weiterführende Qualifikation auf diesen beiden Ebenen ist auf den Erwerb einer umfassenden Handlungskompetenz gerichtet. Handlungskompetenz wird verstanden als die individuelle Bereitschaft und Befähigung, sich in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen sachgerecht durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten. Handlungskompetenz entfaltet sich in den Dimensionen von Fachkompetenz, Selbstkompetenz und Sozialkompetenz¹. Methodenkompetenz wird als Querschnittsaufgabe verstanden.

Im Unterricht der Fachoberschule geht es somit nicht um die Vermittlung isolierter Kenntnisse und Fertigkeiten; vielmehr sollen die Fähigkeit und die Bereitschaft zu fachlich fundiertem und zu verantwortlichem Handeln sowie die berufliche und persönliche Entwicklung (Fachkompetenz – personale Kompetenz) gefördert werden.

Fachkompetenz bedeutet, dass Absolventinnen und Absolventen der Fachoberschule über vertieftes allgemeines Wissen, über fachtheoretisches Wissen sowie über ein breites Spektrum kognitiver und praktischer Fertigkeiten verfügen. Dies ermöglicht eine selbstständige Aufgabenbearbeitung und Problemlösung, die Beurteilung von Arbeitsergebnissen und -prozessen sowie das Aufzeigen von Handlungsalternativen und Wechselwirkungen. Die Lernenden werden somit in die Lage versetzt, Transferleistungen zu erbringen.

Für Lernende, die nach dem erfolgreichen Abschluss der Fachoberschule ein Studium oder eine Berufsausbildung anstreben und die damit verbundenen Anforderungen erfolgreich bewältigen wollen, kommt dem Erwerb all jener Kompetenzen, die über das rein Fachliche hinausgehen, eine fundamentale Bedeutung zu, denn nur in der Verknüpfung mit personaler Kompetenz kann sich fachliche Expertise adäquat entfalten.

Daher liegt es in der Verantwortung aller Lehrkräfte, dass Lernende ihre personale Kompetenz im fachgebundenen wie auch im projektorientiert ausgerichteten, fachübergreifenden und fächerverbindenden Unterricht sowie in beruflichen Zusammenhängen weiterentwickeln können, auch im Hinblick auf eine kompetenz- und interessen geleitete sowie praxisbezogene Studien- und Berufsorientierung.

In **beiden Organisationsformen** der Fachoberschule sollen die Lernenden dazu befähigt werden, Fragen nach der Gestaltung des eigenen Lebens und der persönlichen und gesellschaftlichen Zukunft zu stellen und Orientierung gebende Antworten zu finden. Zudem werden Grundlagen für die Wahrnehmung sozialer und ökologischer Verantwortung sowie für demokratische und ökonomische Partizipation geschaffen. Die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Lernenden, lernstrategische und grundlegende fachliche Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie die Fähigkeit, das eigene Denken

¹ Bund-Länder Koordinierungsstelle für den Deutschen Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen (Hrsg.): Handbuch zum Deutschen Qualifikationsrahmen. Struktur-Zuordnung-Verfahren-Zuständigkeiten. S. 13 ff. Berlin 2013; https://www.kmk.org/fileadmin/pdf/PresseUndAktuelles/2013/131202_DQR-Handbuch__M3_.pdf

und Handeln zu reflektieren, sollen erweitert werden. Den Lernenden wird ermöglicht, die Lernangebote in eigener Verantwortung zu nutzen und mitzugestalten. Lernen wird so zu einem stetigen, nie abgeschlossenen Prozess der Selbstbildung und Selbsterziehung, getragen vom Streben nach Autonomie, Bindung und Kompetenz. Ein breites, gut organisiertes und vernetztes sowie in verschiedenen Situationen erprobtes Orientierungswissen hilft den Lernenden dabei, sich unterschiedliche, auch interkulturelle Horizonte des Weltverstehens zu erschließen sowie ein Leben in der digitalisierten Welt zu gestalten.

In diesem Verständnis wird die Bildung und Erziehung junger Menschen nicht auf zu erreichende und überprüfbare Bildungsstandards reduziert. Vielmehr sollen die Lernenden befähigt werden, selbstbestimmt und in sozialer Verantwortung, selbstbewusst, kritisch, forschend und kreativ ihr Leben zu gestalten und wirtschaftlich zu sichern. Dabei gilt es in besonderem Maße, die Potenziale der Lernenden zu entdecken und zu stärken sowie die Bereitschaft zu beständigem Weiterlernen zu wecken, damit sie als junge Erwachsene selbstbewusste, ihre Neigungen und Stärken berücksichtigende Entscheidungen über ihren individuellen Bildungs- und Berufsweg treffen können. Gleichermäßen bietet der Unterricht in der Auseinandersetzung mit ethischen und sozialen Fragen die zur Bildung reflektierter Werthaltungen notwendigen Impulse; den Lernenden kann so die ihnen zukommende Verantwortung für Staat, Gesellschaft, Umwelt und das Leben zukünftiger Generationen bewusst werden.

2.2 Didaktische Grundlagen in der Fachoberschule

Aus dem Bildungs- und Erziehungsauftrag leiten sich die didaktischen Aufgaben der Fachoberschule ab, die sich in den Aktivitäten der Lernenden widerspiegeln:

Die Lernenden

- setzen sich aktiv und selbstständig mit bedeutsamen Fragestellungen auseinander,
- nutzen wissenschaftlich basierte Kenntnisse für die Bewältigung persönlicher und gesellschaftlicher Herausforderungen,
- reflektieren Inhalte und Methoden sowie Erkenntnisse kritisch und bewerten diese,
- sind in der Lage, in kommunikativen Prozessen einen Perspektivwechsel vorzunehmen.

Schulische Bildung eröffnet den Lernenden somit unterschiedliche Dimensionen von Erkenntnis und Verstehen. Die im Folgenden aufgeführten Modi der Welterschließung sind eigenständig, können einander nicht ersetzen und folgen keiner Hierarchie:

- kognitiv-instrumentelle Modellierung der Welt (z. B. Mathematik, Naturwissenschaften, Technik)
- ästhetisch-expressive Begegnung und Gestaltung (z. B. Sprache, Literatur, Gestaltung, Sport)
- normativ-evaluative Auseinandersetzung mit Wirtschaft und Gesellschaft (z. B. Politik, Wirtschaft, Recht, Gesundheit, Soziales, Ökologie)
- Begegnung und Auseinandersetzung mit existentiellen Fragen der Weltdeutung und Sinnfindung (z. B. Religion, Ethik, Philosophie)

Lehr-Lern-Prozesse eröffnen den Lernenden so Möglichkeiten für eine mehrperspektivische Betrachtung und Gestaltung von Wirklichkeit.

Fach: Physik

Unterstützt durch lernstrategische sowie sprachensible Lernangebote bilden diese vier Modi des Lernens die Grundstruktur der allgemeinen und beruflichen Bildung. Sie geben damit einen Orientierungsrahmen für den Unterricht in der Fachoberschule.

Die Bildungsstandards (Kapitel 3.2), die mit Abschluss der Fachoberschule zu erreichen sind, gründen auf diesem Bildungsverständnis und dienen als Grundlage für die Abschlussprüfung. Mit deren Bestehen dokumentieren die Lernenden, dass sie ihre Kompetenzen und damit auch ihre Fachkenntnisse in innerfachlichen, fachübergreifenden und fächerverbindenden Zusammenhängen nutzen können.

In der Realisierung eines diesem Verständnis folgenden Bildungsanspruchs verbinden sich zum einen Erwartungen der Schule an die Lernenden, zum anderen aber auch Erwartungen der Lernenden an die Schule.

Den Lehrkräften kommen die Aufgaben zu,

- die Lernenden darin zu unterstützen, sich die Welt aktiv und selbstbestimmt fortwährend lernend zu erschließen, eine Fragehaltung zu entwickeln sowie sich reflexiv und zunehmend differenziert mit den unterschiedlichen Modi der Welterschließung zu beschäftigen,
- den Lernenden mit Respekt, Geduld und Offenheit zu begegnen und sie durch Anerkennung ihrer Leistungen und förderliche Kritik darin zu unterstützen, in einer komplexen Welt im globalen Wandel mit Herausforderungen angemessen umgehen zu lernen, Herausforderungen wie fortschreitender Technisierung und Digitalisierung, der Notwendigkeit erhöhter Flexibilität und Mobilität sowie diversifizierten Formen der Lebensgestaltung und dem Streben nach einer nachhaltigen Lebensführung, und darüber hinaus kultureller Vielfalt und weltanschaulich-religiöser Pluralität mit Offenheit und Toleranz zu begegnen und damit soziale Verantwortung zu übernehmen,
- Lernen in der Gemeinschaft sowie das Schulleben mitzugestalten.

Aufgaben der Lernenden sind,

- schulische Lernangebote als Herausforderungen zu verstehen und zu nutzen, dabei Disziplin und Durchhaltevermögen zu beweisen, das eigene Lernen und die Lernumgebungen aktiv mitzugestalten sowie eigene Fragen, Interessen, Fähigkeiten und Fertigkeiten bewusst einzubringen und zu mobilisieren sowie sich zu engagieren und sich anzustrengen,
- Lern- und Beurteilungssituationen zum Anlass zu nehmen, ein an transparenten Kriterien orientiertes Feedback einzuholen, konstruktiv mit Kritik umzugehen, sich neue und anspruchsvolle Ziele zu setzen und diese konsequent zu verfolgen,
- Lernen in der Gemeinschaft sowie das Schulleben mitzugestalten.

Die Entwicklung von Kompetenzen wird möglich, wenn sich Lernende mit herausfordernden Aufgabenstellungen, die Problemlösungen erfordern, auseinandersetzen und wenn sie dazu angeleitet werden, ihre eigenen Lernprozesse zu steuern sowie sich selbst innerhalb der curricularen und pädagogischen Rahmenbedingungen Ziele zu setzen und damit aktiv an der Gestaltung des Unterrichts mitzuwirken. Solchermaßen gestalteter Unterricht bietet Lernenden Arbeitsformen und Strukturen, in denen sie grundlegendes wissenschaftspropädeutisches und berufsbezogenes Arbeiten in realitätsnahen Kontexten erlernen und erproben können.

Es bedarf einer motivierenden Lernumgebung, die neugierig macht auf die Entdeckung bisher unbekanntes Wissens und in der die Suche nach Verständnis bestärkt und die Selbstreflexion gefördert wird. Zudem sollen die Formen des Unterrichts Diskurs und gemeinsame Wissensaneignung ermöglichen, aber auch das Selbststudium und die Konzentration auf das eigene Lernen.

2.3 Beitrag des Faches zur Bildung

Naturwissenschaftliche Bildung gehört zu den konstitutiven Bestandteilen einer aufgeklärten Gesellschaft und umfasst grundlegende und spezifische Denkstrukturen und Sichtweisen, die eine differenzierte Betrachtung der natürlichen und technischen Umwelt in ihrer Beziehung zum Menschen ermöglichen.

- Sie befähigt die Lernenden, ihre Umwelt aus einer naturwissenschaftlichen Perspektive und in formalen Strukturen zu erschließen und reflektiert zu handeln.
- Sie fördert einen intrinsisch respektvollen, wertschätzenden und nachhaltigen Umgang mit Natur und Umwelt und die Übernahme von Verantwortung für das Leben.
- Sie leistet einen essenziellen Beitrag für die persönliche Entwicklung der oder des Einzelnen und kann anschlussfähige Grundlagen für ein berufs- bzw. studienbezogenes Lernen sowie Perspektiven für den späteren Werdegang eröffnen.

In der Fachoberschule beinhaltet naturwissenschaftliche Bildung das Verständnis für den Vorgang der Abstraktion und Idealisierung, Einsichten in die Mathematisierung von Sachverhalten, die Fähigkeit zu empirisch begründeten Schlussfolgerungen, eine Sicherheit im Umgang mit wissenschaftlichen Hypothesen und den Besonderheiten naturwissenschaftlicher Methoden, die Entwicklung von Modellvorstellungen und deren Anwendung auf die belebte und unbelebte Natur sowie das Erfassen naturwissenschaftlicher Theorien in ihrer Funktion der Beschreibung und Erklärung naturwissenschaftlicher Zusammenhänge.

Die Physik bemüht sich darum, naturwissenschaftliche Aussagen über die Beschaffenheit der Welt zu formulieren, die unabhängig von der soziokulturellen Entwicklung einer Gesellschaft sind. Physikalische Bildung ermöglicht neben einem tieferen Verständnis der unbelebten Natur auch eine reflektierte Einschätzung der Nutzung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und dient dem verantwortungsbewussten gesellschaftlichen Handeln. Dies bedeutet, dass man auf der Basis eines grundlegenden Wissens über Physik und Technik gesellschaftliche Probleme naturwissenschaftlichen Inhalts verstehen und entsprechend handeln kann. Physikalische Bildung ermöglicht dem Individuum, an sachbezogenen öffentlichen Diskussionen zu physikalischen Technologien teilzunehmen und an demokratischen Entscheidungsprozessen teilzuhaben.

Im Fach Physik setzen sich die Lernenden mit physikalischen Inhalten auseinander, nutzen Modelle und Theorien zur Erklärung physikalischer Phänomene, verwenden Methoden angemessen und vertiefen so ihr Verständnis der Naturwissenschaft Physik und ihrer besonderen Struktur.

Sie verstehen die Beobachtung als selektives Wahrnehmen und erkennen, dass für identische Aufgabenstellungen verschiedene Messmethoden existieren. Sie hinterfragen physikalische Messmethoden und Nachweise in ihrer Reichweite und Zuverlässigkeit. Dies zielt darauf, dass die Lernenden die Auswirkungen der aus physikalischen Erkenntnissen hervorgegangenen technischen Entwicklungen auf verschiedene Lebensbereiche einschätzen können. Damit verbunden ist die Einsicht, dass Physik und Technik infolge ihrer mitunter rasanten Entwicklung das zunehmend technisierte Leben in einer modernen Gesellschaft prägen und Eingang in viele berufliche Tätigkeitsfelder gefunden haben und zunehmend finden werden.

Wesentliches Anliegen des Physikunterrichts in der Fachoberschule ist neben dem Erwerb fachlicher und überfachlicher Kompetenzen die Entwicklung eines schlüssigen Gesamtbilds, das anhand ausgewählter Unterrichtsgegenstände gezeigt werden kann (z. B. Schülerversuche).

2.4 Kompetenz-Strukturmodell

2.4.1 Einführende Erläuterungen

Das Kompetenz-Strukturmodell für die Naturwissenschaften verknüpft Kompetenzbereiche und Basiskonzepte des jeweiligen Faches.

Kompetenzbereiche (allgemeine fachliche Kompetenzen) konkretisieren die wesentlichen Handlungsebenen. Sie beschreiben kognitive Fähigkeiten und Fertigkeiten, die zwar fachspezifisch geprägt, aber nicht an spezielle Inhalte gebunden sind. Sie können von den Lernenden allerdings nur in der aktiven Auseinandersetzung mit konkreten Fachinhalten erworben werden. Die allgemeinen fachlichen Kompetenzen können sich in jedem einzelnen Inhalt manifestieren.

Basiskonzepte beschreiben die wesentlichen inhaltlichen Ebenen. Sie reduzieren die Vielfalt inhaltlicher Zusammenhänge auf eine begrenzte Anzahl fachtypischer, grundlegender Prinzipien und strukturieren so einen systematischen Wissensaufbau. Bei aller Unterschiedlichkeit der Themen und Inhalte fassen sie wesentliche Kategorien zusammen, die als grundlegende Denkmuster immer wiederkehren. Die Basiskonzepte erfassen die Phänomene bzw. Prozesse, die aus der Perspektive des jeweiligen Faches, der Fachrichtung oder des Schwerpunkts erkennbar sind.

Die Bewältigung von Handlungs- und Problemsituationen erfordert das permanente Zusammenspiel von allgemeinen kognitiven Fähigkeiten, fachspezifischem Wissen (Aufbau und Vernetzung nach Basiskonzepten) und Fertigkeiten (gegliedert in Bildungsstandards). Insofern sind die in der Fachoberschule verbindlichen Inhalte im Sinne der Basiskonzepte immer im Kontext und in Verbindung mit den Kompetenzen zu sehen.

Das vorliegende Kompetenz-Strukturmodell unterstützt die Übersetzung abstrakter Bildungsziele in konkrete Aufgabenstellungen und Unterrichtsvorhaben. Die Unterscheidung von Kompetenzbereichen und Basiskonzepten ist sowohl bei der Konstruktion neuer als auch bei der Analyse gegebener Aufgaben hilfreich.

2.4.2 Kompetenzbereiche

Naturwissenschaftliches Arbeiten erfolgt in den Fächern Biologie, Chemie und Physik nach ähnlichen Prinzipien. Um diese Gemeinsamkeiten zu verdeutlichen und Anhaltspunkte für fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten in den Naturwissenschaften zu geben, sind die Kompetenzbereiche, ihre Teilbereiche und die zugehörigen Bildungsstandards in den Fächern Biologie, Chemie und Physik gleichlautend formuliert.

In der Fachoberschule erfolgt der Kompetenzerwerb der Lernenden aufbauend auf den in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen.

Die Ausrichtung und Benennung der Kompetenz- und Teilbereiche greifen die Gliederung aus den Kerncurricula der naturwissenschaftlichen Fächer für die Sekundarstufe I auf und entwickeln diese spezifisch für die Fachoberschule weiter.

Die folgende Tabelle stellt die einheitlichen Kompetenz- und Teilbereiche in den naturwissenschaftlichen Fächern im Überblick dar. (Die Teilbereiche sind mit Kennziffern versehen.)

Fach: Physik

Kompetenzbereiche	Teilbereiche	
Erarbeitung und Anwendung fachlicher Kenntnisse	F1	fachliche Kenntnisse konzeptbezogen darstellen, strukturieren und vernetzen
	F2	naturwissenschaftliche Definitionen, Regeln, Gesetzmäßigkeiten und Theorien erarbeiten und anwenden
Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden	E1	naturwissenschaftliche Untersuchungen planen, durchführen und auswerten sowie Ergebnisse interpretieren
	E2	naturwissenschaftliche Modelle in ihren Gültigkeitsbereichen anwenden
	E3	den Prozess naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung reflektieren und die Naturwissenschaften als wissenschaftliche Disziplinen charakterisieren
Kommunikation in naturwissenschaftlichen Zusammenhängen	K1	Informationen zu naturwissenschaftlichen Zusammenhängen erschließen
	K2	naturwissenschaftsbezogene Sachverhalte dokumentieren und präsentieren
	K3	fachlich kommunizieren und argumentieren
Bewertung und Reflexion	B1	fachbezogene Sachverhalte in naturwissenschaftlichen Zusammenhängen sachgerecht beurteilen und bewerten
	B2	naturwissenschaftsbezogene Sachverhalte unter Berücksichtigung persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Aspekte reflektieren

Kompetenzerwerb in fachübergreifenden und fächerverbindenden Zusammenhängen

Fachübergreifende und fächerverbindende Lernformen ergänzen fachliches Lernen in der Fachoberschule und sind unverzichtbarer Bestandteil des Unterrichts. Es sind Unterrichtsvorhaben, die mehrere Themenfelder und/oder allgemein bildende Fächer gleichermaßen berühren und unterschiedliche Zugangsweisen integrieren.

Es gilt, die Kompetenzbereiche der allgemein bildenden sowie der fachrichtungs- und schwerpunktbezogenen Fächer zu verbinden und dabei zugleich die Dimensionen überfachlichen Lernens sowie die besonderen Bildungs- und Erziehungsaufgaben (vgl. § 6 Abs. 4 HSchG) zu berücksichtigen. So können Synergieeffekte gefunden und genutzt werden. Für die Lernenden ist diese Vernetzung zugleich Voraussetzung und Bedingung dafür, Kompetenzen in vielfältigen und vielschichtigen inhaltlichen Zusammenhängen und Anforderungssituationen zu erwerben.

Fach: Physik

Auf diese Weise lassen sich komplexe Beziehungen und Verknüpfungen und damit Bildungsstandards aus den unterschiedlichen Kompetenzbereichen entwickeln und fördern. Zudem können im fachrichtungs- oder schwerpunktbezogenen Unterricht Themen und Fragestellungen aus der Perspektive anderer Fächer aufgegriffen werden. Dies erweitert und ergänzt die jeweilige Fachperspektive und trägt damit zum vernetzten Lernen bei.

2.4.3 Strukturierung der Fachinhalte

Die Fachinhalte sind in Themenfelder strukturiert und nehmen Bezug auf Basiskonzepte, die themenverbindende, übergeordnete Regeln, Prinzipien und Erklärungsmuster beschreiben, um vielfältige fachliche Sachverhalte sinnvoll einordnen und vernetzen zu können. Sie begünstigen einen systematischen Wissensaufbau unter fachlicher und lebensweltlicher Perspektive. Mit ihrer Hilfe sind die Lernenden in der Lage, detailliertes Fachwissen in größere Zusammenhänge einzuordnen, so dass sie eine Orientierung in einer Welt mit ständig neuen Erkenntnissen und Herausforderungen erhalten.

Die Basiskonzepte können nicht trennscharf voneinander abgegrenzt werden, sondern weisen grundsätzlich Überschneidungen auf.

Die Basiskonzepte der Fachoberschule sind anschlussfähig an die Basiskonzepte und die Inhaltsfelder der Sekundarstufe I.

Im Fach Physik werden folgende Basiskonzepte (Bk) unterschieden:

- Erhaltungsgrößen (Bk1) (Sekundarstufe I: Energie) (E)
- Felder und Kräfte (Bk2) (Sekundarstufe I: Wechselwirkung) (F)
- System (Bk3) (S)
- Materie (Bk4) (M)

Im Pflichtbereich werden die Basiskonzepte Erhaltungsgrößen sowie Felder und Kräfte aus den entsprechenden Basiskonzepten der Sekundarstufe I weiterentwickelt. Das Basiskonzept Materie wird im Pflichtbereich aus Zeitgründen nicht fortgesetzt. Eine Einführung in den Aufbau der Materie erfolgt im Unterrichtsfach Chemie. Alle Basiskonzepte werden je nach Wahl des Pflicht-Themenfelds vertieft.

Im Folgenden werden die Basiskonzepte näher erläutert und neben einer fachlichen Beschreibung werden exemplarisch einige Anwendungssituationen aufgeführt.

Insgesamt sollen die Basiskonzepte im Unterricht transparent und präsent sein, um ein tragfähiges Gerüst für Wissensnetze aufzubauen.

Erhaltungsgrößen (Bk1)

Die Formulierung von Erhaltungssätzen und die Bestimmung von Erhaltungsgrößen gehören zu den zentralen Leistungen der Physik. Das Verständnis von Energie und deren Erhaltung ist ein wesentlicher Bestandteil naturwissenschaftlicher Grundbildung.

Mittels des Begriffs der Energie können Aussagen über den Zustand eines Systems gemacht werden. Mithilfe des Konzepts der Energieerhaltung können Aussagen über die Änderung des Zustands eines Systems getroffen und dafür Gesetzmäßigkeiten formuliert werden.

Fach: Physik

Energie kann umgesetzt, jedoch nicht erzeugt oder verbraucht werden. Jede Änderung eines Zustands ist mit dem Umsatz von Energie verbunden. Unmittelbar mit der Energieumwandlung sind der Wirkungsgrad eines realen Prozesses und die Energieentwertung verbunden.

Neben der Energieerhaltung bedarf es zur Erklärung von physikalischen Phänomenen weiterer Erhaltungssätze. Je nach Themenfeld-Auswahl im Wahlpflichtunterricht können Impulserhaltung, Drehimpulserhaltung und Ladungserhaltung konkretisiert werden.

Felder und Kräfte (Bk2)

Mechanische Wirkungen wie z. B. die Deformation oder die Änderung eines Bewegungszustands können makroskopisch durch die Wechselwirkung von Körpern erklärt werden, welche durch das physikalische Konzept der Kraft beschrieben wird. Für die Formulierung funktionaler Zusammenhänge zwischen Kräften und ihren Wirkungen sind die NEWTONSchen Axiome der Mechanik von besonderer Bedeutung. Diese beschreiben die Wechselwirkung zwischen Massen und ermöglichen allgemeingültige Vorhersagen der Wirkung von Kräften.

Die Zusammenhänge zwischen Ursache und Wirkung lassen sich jedoch oft nicht direkt beobachten, sondern müssen gedeutet werden. In der Physik sind vier fundamentale Wechselwirkungen bekannt, mit deren Hilfe sich nach heutigem Wissensstand alle bekannten physikalischen Phänomene beschreiben lassen: Gravitation, elektromagnetische, schwache und starke Wechselwirkung.

Die bei solchen Wechselwirkungen auftretenden Kräfte werden über Felder vermittelt. In der Fachoberschule werden die Lernenden bei entsprechender Themenfeld-Auswahl im Wahlpflichtunterricht an dieses Konzept herangeführt. Felder füllen den Raum zwischen den wechselwirkenden Körpern aus und vereinheitlichen die unterschiedlichen historischen Ansätze. Die Stärke eines Feldes wird über die Kraft auf einen Probekörper definiert.

System (Bk3)

Ein System ist eine strukturierte Einheit, die miteinander wechselwirkende Komponenten umfasst. Aus makroskopischer Sicht besitzt ein System Eigenschaften als Ganzes. Die mikroskopische Sicht betrachtet die Eigenschaften der Komponenten und ihr Zusammenwirken. In der Regel gehen die Eigenschaften des Systems über die Summe der Eigenschaften der einzelnen Komponenten hinaus.

Physikalische Systeme sind meist offen, d. h., sie stehen in Wechselwirkung mit ihrer Umgebung. Um aber Prozesse innerhalb des Systems modellhaft beschreiben zu können, wird diese Wechselwirkung vernachlässigt (Idealisierung) und das betreffende System als abgeschlossen bezeichnet.

Physikalische Systeme können stationäre Zustände (Gleichgewichtszustände) besitzen. Offene Systeme können sich mit ihrer Umgebung in einem durch Austauschprozesse bestimmten dynamischen Gleichgewicht befinden. Störungen dieses Gleichgewichts verursachen typischerweise Veränderungen innerhalb des Systems. Aus makroskopischer Sicht lassen sich auch ohne Kenntnis der Abläufe innerhalb des Systems Gesetzmäßigkeiten, die zwischen äußeren Einflüssen und den Reaktionen des Systems bestehen, beschreiben.

Viele alltägliche Beobachtungen lassen sich durch den systemischen Blick einfacher beschreiben und verstehen, da hierzu die Erklärung der Funktionsweisen der Subsysteme nicht zwingend notwendig ist. So ist es z. B. für die Gasgesetze nicht nötig, die Bewegungen und Stöße der einzelnen Moleküle zu betrachten. Unter Betrachtung der jeweiligen Komponente als systemische Einheit lässt sich ihre Funktionsweise näher untersuchen und es können die Funktionen der verschiedenen Kom-

ponenten z. B. in Form von Impuls- und Energieübertragungsketten in einen Zusammenhang gebracht werden. So erfordert die in der Sekundarstufe I eingeführte Energiebetrachtung von Anfang an eine systemische Sicht. Im Laufe des Physikunterrichts wird die systemische Sicht durch die Betrachtung zunehmend komplexerer Probleme weiterentwickelt.

Materie (Bk4)

Materie ist strukturiert. Modelle des Aufbaus der Materie sind eine Grundlage für das Verständnis vieler physikalischer und chemischer Phänomene.

Der Ursprung, die Eigenschaften, die Zusammensetzung und die Veränderungen von Materie gehören zu den grundlegenden Fragestellungen der Physik. Dieses Basiskonzept fasst die wesentlichen Phänomene, experimentellen Befunde, systemischen Überlegungen und Modelle zusammen, welche in den Naturwissenschaften zur heutigen Vorstellung vom Aufbau der Materie sowie von den Wechselwirkungen zwischen den die Materie aufbauenden kleinen Teilchen geführt haben.

Stoffe lassen sich aufgrund ihrer makroskopischen Eigenschaften (z. B. Aggregatzustand, Dichte, Schmelz- und Siedetemperatur, spezifische Leitfähigkeit, magnetische Permeabilität) klassifizieren. Diese Eigenschaften können von äußeren Bedingungen abhängen (z. B. von Temperatur oder Druck) und lassen sich dadurch erklären, dass die Stoffe aus Atomen aufgebaut sind, die auf unterschiedliche Weise miteinander wechselwirken.

Die Beschreibung der Wechselwirkungen innerhalb eines Atomes und zwischen den Atomen setzt grundlegende Kenntnisse der in diesem Abschnitt erläuterten Basiskonzepte voraus. Eine ausreichende Vertiefung der erforderlichen Basiskonzepte ist innerhalb des zeitlichen Rahmens kaum ausreichend möglich. Daher sollte eine Fortführung des Basiskonzepts Materie nur dann erfolgen, wenn dieses als Grundlage eines Themas im Wahlpflichtunterricht dient. Das Basiskonzept Materie ist z. B. Voraussetzung in den Bereichen Klima- und Wetterphänomenen sowie Wärmelehre.

3 Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte

3.1 Einführende Erläuterungen

Nachfolgend werden die mit Abschluss der Fachoberschule erwarteten fachlichen Kompetenzen in Form von Bildungsstandards (Kapitel 3.2) aufgeführt, die nach Kompetenzbereichen gegliedert sind. Die Bildungsstandards erlauben eine differenzierte Beschreibung des kognitiven Anspruchs, der erwarteten Kenntnisse und Fertigkeiten.

In den Themenfeldern des Pflicht- und Wahlpflichtunterrichts (Kapitel 3.3.3 und 3.3.4) werden obligatorisch zu bearbeitende inhaltliche Aspekte aufgeführt. Die Themenfelder des Pflichtunterrichts enthalten zudem fakultative Inhalte.

Im Unterricht werden Bildungsstandards und Themenfelder so zusammengeführt, dass die Lernenden die Bildungsstandards je nach Schwerpunktsetzung in unterschiedlichen inhaltlichen Kontexten erarbeiten können. Mit wachsenden Anforderungen an die Komplexität der Zusammenhänge und kognitiven Operationen entwickeln die Lernenden in entsprechend gestalteten Lernumgebungen ihre fachlichen Kompetenzen weiter.

Inhaltliche Aspekte unterschiedlicher Themenfelder, die miteinander verschränkt sind bzw. aufeinander aufbauen, lassen sich themenfeldübergreifend in einen unterrichtlichen Zusammenhang stellen. In diesem Zusammenhang bieten die Basiskonzepte Orientierungshilfen, um fachliches Wissen zu strukturieren, anschlussfähig zu machen und zu vernetzen.

Im Unterricht ist ein Lernen in Kontexten anzustreben. Kontextuelles Lernen bedeutet, dass Fragestellungen aus der Praxis, der Forschung, gesellschaftliche, technische und ökonomische Fragestellungen und solche aus der Lebenswelt der Lernenden den Rahmen für Unterricht und Lernprozesse bilden. Geeignete Kontexte beschreiben Situationen mit Problemen, deren Relevanz für die Lernenden erkennbar ist und die mit den zu entwickelnden Kompetenzen gelöst werden können.

3.2 Bildungsstandards des Faches

Kompetenzbereich: Erarbeitung und Anwendung fachlicher Kenntnisse (F)

F1 Die Lernenden können fachliche Kenntnisse konzeptbezogen darstellen, strukturieren und vernetzen.

Die Lernenden erarbeiten Fachwissen und strukturieren dieses anhand fachspezifischer Basiskonzepte, mit deren Hilfe sie sich Zugänge und Erklärungsmöglichkeiten zu Themen, Problemen und Fragestellungen erarbeiten und detailliertes Fachwissen in größere Zusammenhänge einordnen.

Im Fach Physik erfahren die Lernenden, dass Alltagsvorstellungen mitunter auf Fehlvorstellungen beruhen und durch einen Basiskonzeptwechsel gegebenenfalls modifiziert werden müssen, um zu tragfähigen Erklärungen von Phänomenen zu gelangen. Sie erkennen den Nutzen von Idealisierungen: Vorgänge, die bei alltäglicher Betrachtung eine Einheit bilden, werden zunächst in Teile zerlegt, die einfach zu beschreiben sind (z. B. die geradlinige Bewegung ohne Reibung). Komplexe physikalische Probleme werden hierdurch überschaubarer gemacht. Dann übertragen die Lernenden ihre Erkenntnisse auf ähnliche Probleme und gelangen so zu einer übergeordneten Struktur. Die Herstellung von Bezügen zwischen den verschiedenen Teilen ergibt eine adäquate Erklärung von Alltagsvorgängen. Basiskonzepte wie Felder und Kräfte werden genutzt, um Erkenntnisse zu strukturieren und zu vernetzen.

Fach: Physik

F2 Die Lernenden können naturwissenschaftliche Definitionen, Regeln, Gesetzmäßigkeiten und Theorien erarbeiten und anwenden.

Die Lernenden beschreiben und analysieren naturwissenschaftliche Sachverhalte und Probleme. Sie entwickeln einfache problembezogene Lösungsstrategien und Erklärungen unter Einbezug von naturwissenschaftlichen Definitionen, Regeln, Prinzipien, Gesetzmäßigkeiten und Theorien. Diese werden von ihnen auf Gültigkeit und Anwendbarkeit im konkreten Fall geprüft, als Grundlage für Prognosen genutzt und zur Klärung naturwissenschaftlicher Phänomene und Sachzusammenhänge herangezogen.

Im Fach Physik formulieren die Lernenden in mathematischer Form Abhängigkeiten zwischen messbaren Größen und stellen diese in geeigneten Diagrammen grafisch dar. Solche Zusammenhänge erlauben Prognosen, deren Korrektheit durch Messungen überprüft werden kann. Die Lernenden erfahren, dass physikalische Theorien der Überprüfung standhalten müssen, indem mit ihrer Hilfe Prognosen aufgestellt und durch Experimente einer Kontrolle unterzogen werden, und dass Regeln und Gesetze nur im Rahmen ihres Gültigkeitsbereichs anwendbar sind.

Kompetenzbereich: Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden (E)

E1 Die Lernenden können grundlegende naturwissenschaftliche Untersuchungen planen, durchführen und auswerten sowie Ergebnisse interpretieren.

Die Lernenden entwickeln Fragestellungen zu Phänomenen oder Vorgängen. Sie formulieren Hypothesen, planen Untersuchungen zu deren Prüfung oder vollziehen Untersuchungen nach. Dabei wählen sie geeignete Arbeitstechniken und Methoden aus, wenden diese an und beziehen qualitative und quantitative Aspekte mit ein. Sie werten vorliegende oder ermittelte Daten und Beobachtungen aus und protokollieren Untersuchungen sach- und fachgerecht.

Im Fach Physik erfassen die Lernenden natürliche Phänomene oder technische Vorgänge, indem sie beobachten und messen. Hierzu gehören die qualitative Beschreibung physikalischer Phänomene (z. B. Trägheit) und Vorgänge (z. B. freier Fall) sowie die Fähigkeit, daraus eine physikalische Frage an die Natur abzuleiten und diesen Aspekt unter Berücksichtigung der Variablenkontrolle mittels eines Experiments zu untersuchen.

Zur Planung eines Experiments formulieren die Lernenden Vermutungen und Hypothesen. Sie bauen das Experiment auf und führen es durch. Sie werten die Beobachtungs- und Messdaten qualitativ und/oder quantitativ aus und interpretieren sie hinsichtlich der Fragestellung. Dabei lernen sie moderne Messmethoden kennen und stellen Fehlerbetrachtungen an. Abschließend reflektieren sie die Ergebnisse und setzen sie in Beziehung zu vorhandenen Erkenntnissen.

E2 Die Lernenden können naturwissenschaftliche Modelle in ihren Gültigkeitsbereichen anwenden.

Die Lernenden verwenden geeignete Modelle, um Prognosen in einem definierten Bereich abzuleiten und diese zu diskutieren. Weiterhin erläutern sie Funktionen und Eigenschaften naturwissenschaftlicher Modelle und prüfen diese hinsichtlich ihrer Anwendungsbereiche und Grenzen.

Im Fach Physik sollen mit physikalischen Modellen Vorhersagen für ein Experiment ermöglicht werden, was z. B. durch die Formulierung mathematischer Zusammenhänge erfolgen kann. Ein Modell ist dann zweckmäßig, wenn seine Gültigkeit auf möglichst viele erdenkliche Fälle zutrifft. Dabei ergibt sich das Problem, dass ein Modell, das alle Fälle umfasst, nie experimentell bestätigt werden kann.

Fach: Physik

Grundsätzlich wird nach Denk- und Anschauungsmodellen unterschieden. Denkmodelle könnten beispielsweise durch ihre historische Entwicklung nachverfolgt und durch Anschauungsmodelle visualisiert werden. Dies kann im Unterricht z. B. anhand der Entwicklung des Atommodells nachvollzogen werden (Teilchenmodell von DEMOKRIT, Atommodell von DALTON, Rosinenkuchenmodell von THOMSON, RUTHERFORDSches Atommodell, BOHRsches Atommodell, SOMMERFELDSches Atommodell, Orbitalmodelle). Das Verwenden mehrerer Modelle fördert die Fähigkeit, Modelle zu vergleichen, und das Verständnis des fachlichen Aspekts an sich (z. B. verschiedene Modelle für den elektrischen Stromkreis).

E3 Die Lernenden können den Prozess naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung reflektieren und die Naturwissenschaften als wissenschaftliche Disziplinen charakterisieren.

Die Lernenden zeigen an Beispielen, dass sich aus Entdeckungen neue Fragen und Hypothesen ergeben können. Sie entwickeln ein Verständnis dafür, dass Modelle und Theorien immer auf dem Wissensstand ihrer Zeit beruhen und aufgrund neuer Erkenntnisse ständig überprüft und gegebenenfalls modifiziert werden müssen.

Im Fach Physik verdeutlichen die Lernenden an Beispielen (z. B. Originaltexten zu Experimenten), wie sich in der historischen Entwicklung der Physik der Umbruch hin zur modernen Wissenschaft vollzog. Sie erläutern die Bedeutung des Experiments als maßgebliche Methode zur Überprüfung von Hypothesen, die Relevanz von Modellen, mit deren Hilfe unterschiedlichste Beobachtungen auf wenige gemeinsame Grundannahmen zurückgeführt werden können, sowie die Wichtigkeit der mathematischen Beschreibung physikalischer Zusammenhänge, die dazu dient, präzise und experimentell überprüfbare Prognosen zu formulieren. Die Lernenden beurteilen den Gültigkeitsbereich von Modellen und mathematisch formulierten Gesetzen und reflektieren darüber, dass neue Wissensgebiete in der Physik oft dadurch erschlossen werden, dass bekannte Prinzipien der Erkenntnisgewinnung auf andere, umfassendere Bereiche angewendet werden.

Kompetenzbereich: Kommunikation in naturwissenschaftlichen Zusammenhängen (K)

K1 Die Lernenden können Informationen zu naturwissenschaftlichen Zusammenhängen erschließen.

Die Lernenden recherchieren zielgerichtet naturwissenschaftliche Sachverhalte. Dabei suchen und beschaffen sie sich Informationen aus geeigneten Quellen zu konkreten naturwissenschaftlichen Fragen, Problemen und Sachverhalten. Sie kommunizieren miteinander über Wege der Recherche und der Informationserschließung.

Die Lernenden bewerten Quellen hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Beantwortung der Ausgangsfrage auf Glaubwürdigkeit und Plausibilität. Sie werten Informationen aus Quellen aus und verknüpfen diese zielgerichtet. Dabei überarbeiten und strukturieren sie Informationen, um sie in spezifischen Kontexten weiter nutzen zu können. Dies schließt auch den Vergleich von Quellen aus unterschiedlichen Blickwinkeln ein.

Im Physikunterricht werten die Lernenden Informationen aus, die in fachtypischer Form dargestellt sind (z. B. mathematische Formeln, Kräfte als Pfeile). Dabei nutzen sie auch abstrahierende Darstellungen (z. B. Vektordarstellung von Kräften).

Fach: Physik

K2 Die Lernenden können naturwissenschaftsbezogene Sachverhalte dokumentieren und präsentieren.

Die Lernenden stellen naturwissenschaftsbezogene Informationen und Sachverhalte einschließlich ihrer Lern- und Arbeitsergebnisse sachgerecht dar und geben sie adressatenbezogen weiter. Dabei bedienen sie sich angemessener Gestaltungsmittel. In diesem Zusammenhang setzen sie fachgerecht bestimmte Darstellungsformen (z. B. Texte, Tabellen, Graphen, Diagramme, Skizzen und Zeichnungen) und Medien (z. B. Smartboard, Flipchart, Lernheft) ein. Mit ihnen beschreiben, protokollieren und dokumentieren die Lernenden anschaulich, sachlich, objekt- und zielorientiert fachbezogene Sachverhalte und Abläufe. Sie verwenden in ihren mündlichen und schriftlichen Darstellungen bzw. Präsentationen eine adressaten- und sachgerechte Fachsprache sowie eine stimmige Gliederung und Verknüpfung einzelner Informationen.

K3 Die Lernenden können fachlich kommunizieren und argumentieren.

Die Lernenden diskutieren naturwissenschaftsbezogene Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung der jeweiligen Fachsprache. Dabei formulieren sie Argumente und strukturieren Argumentationsprozesse. In diesem Zusammenhang setzen sie die Fachsprache zielgerichtet und adressatenbezogen ein. Dies schließt die korrekte Verwendung von Symbolen, Zeichen und Fachbegriffen ein.

Im Fach Physik verwenden die Lernenden begründet geeignete Vereinfachungen und Näherungen und stellen gegebenenfalls Analogien zu bereits bekannten Systemen her. Zur Beschreibung eines physikalischen Phänomens greifen sie auf bekannte physikalische Prinzipien zurück, verwenden zielorientiert die Sprache der Mathematik und nutzen sachgerecht fachspezifische Begriffe.

Kompetenzbereich: Bewertung und Reflexion (B)

B1 Die Lernenden können fachbezogene Sachverhalte in naturwissenschaftlichen Zusammenhängen sachgerecht beurteilen und bewerten.

Die Lernenden leiten anhand von Kriterien auf der Basis fachlicher Kompetenzen naturwissenschaftliche Sachurteile ab, begründen diese mithilfe fachlicher Argumente und bewerten deren Gültigkeit. Dabei wählen, verknüpfen und deuten sie Sachverhalte innerhalb eines naturwissenschaftlichen Bezugsrahmens. Ihre Sachurteile weisen sich durch fachliche Angemessenheit und die innere Stimmigkeit von Argumenten aus. Die Lernenden entwickeln fachlich begründete Vorschläge zur Erklärung von Sachverhalten und zur Lösung von Problemen. Sie analysieren und reflektieren Sachurteile und prüfen sie hinsichtlich fachlicher Richtigkeit.

Im Fach Physik reflektieren die Lernenden die Ergebnisse physikalischer Beobachtungen, Berechnungen und Argumentationen. Auf der Grundlage dieser Ergebnisse beurteilen sie physikalische Sachverhalte, bewerten vorgegebene Positionen und prüfen diese auf ihre Plausibilität. Sie beurteilen zudem, inwieweit ein bestimmtes naturwissenschaftliches Vorgehen zur Beantwortung einer physikalischen Fragestellung oder zur Lösung technischer Probleme geeignet ist.

B2 Die Lernenden können naturwissenschaftsbezogene Sachverhalte unter Berücksichtigung persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Aspekte reflektieren.

Die Lernenden erörtern Problemsituationen unter Einbezug naturwissenschaftlicher Kenntnisse aus verschiedenen Perspektiven. Solche sind beispielsweise persönliche, gesellschaftliche, ethische oder ökologische und ökonomische Sichtweisen und Standpunkte. Dabei ordnen sie Werte und Normen zu.

Fach: Physik

Die Lernenden entwickeln kriteriengeleitet Handlungsoptionen und stellen aus unterschiedlichen Perspektiven Vor- und Nachteile sowie Chancen und Risiken verschiedener Handlungsoptionen dar. Dabei beziehen sie Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge ein. Im Bewertungsprozess nutzen sie adäquate Entscheidungsstrategien und reflektieren Entscheidungen hinsichtlich ihrer Folgen und Konsequenzen, auch in Dilemmasituationen. Dabei beziehen sie die Sicht verschiedener Interessengruppen ein und reflektieren den Entscheidungsprozess.

3.3 Themenfelder

3.3.1 Hinweise zur Bearbeitung der Themenfelder

Das Fach Physik wird im zweiten Ausbildungsabschnitt der Organisationsform A bzw. in der Organisationsform B unterrichtet.

Der Pflichtunterricht dient dazu, die in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen zu festigen, zu vertiefen und zu erweitern. Dabei werden sowohl überfachliche als auch fachbezogene Kompetenzen gefördert. Die Lernenden wenden ihr Wissen bei der Lösung zunehmend anspruchsvollerer Frage- und Problemstellungen an. Der Unterricht zielt auf selbstständiges und eigenverantwortliches Lernen und Arbeiten sowie auf die Weiterentwicklung der Kommunikationsfähigkeit, sodass eine Teilhabe am fachbezogenen gesellschaftlichen Diskurs ermöglicht wird und die Grundlagen für das erfolgreiche Absolvieren eines Studiums gelegt werden. Darüber hinaus werden die Lernenden zu einem verantwortungsvollen persönlichen, gesellschaftlichen und globalen Handeln in einer komplexen und digitalisierten Welt befähigt.

In den Themenfeldern des Wahlpflichtunterrichts erhalten die Lernenden darüber hinaus einen Einblick in anwendungsbezogene Themen der Physik und stellen eventuell Bezüge zu der gewählten Fachrichtung oder dem gewählten Schwerpunkt her.

3.3.2 Übersicht über die Themenfelder

Themenfelder Organisationsform A Ausbildungsabschnitt II sowie Organisationsform B		Zeitrichtwerte in Stunden	
		Organisations- form A	Organisations- form B
Pflicht-Themenfelder			
12.1	Kinematik und NEWTONsche Axiome (Größenordnungen, SI-Einheiten, Bewegungen und Kräfte)	40	40
Wahlpflicht-Themenfelder			
12.2	Grundlagen der Dynamik (Kräfte, Impulse und Energie)	20	20
12.3	Erneuerbare Energien und Energieumwandlungen	20	20
12.4	Grundlagen der Elektrotechnik	20	20
12.5	Astronomie (Planeten, Sonnensysteme)	20	20
12.6	Klima- und Wetterphänomene	20	20
12.7	Wärmelehre (Wärmekraftmaschinen)	20	20

Fach: Physik

Themenfelder Organisationsform A Ausbildungsabschnitt II sowie Organisationsform B		Zeitrichtwerte in Stunden	
		Organisations- form A	Organisations- form B
12.8	Aerodynamik	20	20
12.9	Akustik (Schwingungen und Wellen)	20	20
12.10	Spezielle Relativitätstheorie	20	20
12.11	Optische Systeme	20	20

3.3.3 Themenfelder Organisationsform A Ausbildungsabschnitt II sowie Organisationsform B

12.1 Kinematik und NEWTONSche Axiome (Größenordnungen, SI-Einheiten, Bewegungen und Kräfte) (Pflicht-Themenfeld)

Den Lernenden begegnen im Alltag, etwa in den Bereichen Straßenverkehr oder Sport, zahlreiche mechanische Vorgänge, die sich leicht beobachten und messen lassen. Die Mechanik eignet sich daher besonders zur exemplarischen Erarbeitung der mathematischen Beschreibung natürlicher Vorgänge. Die Anwendung der Kenntnisse der Mechanik auf Alltagssituationen gibt den Lernenden Anlass, ihr Verhalten kritisch zu reflektieren und entsprechend anzupassen, beispielsweise im Straßenverkehr.

Bei der Analyse mechanischer Probleme stehen die Lernenden zunächst vor der Aufgabe, den physikalischen Kern eines Vorgangs zu erarbeiten. Sie nutzen dazu gegebenenfalls Vereinfachungen und rechtfertigen diese. Tätigen sie quantitative Aussagen, so müssen sie mathematische Gleichungen aufstellen und diese lösen. Die Unverzichtbarkeit mathematischer Verfahren wird insbesondere bei der Lösung anspruchsvollerer Probleme deutlich. Indem die Lernenden Modelle nutzen, diese bei Bedarf modifizieren und die nötigen mathematischen Verfahren anwenden, wird ihnen deutlich, dass physikalische Modelle nicht nur die Basis zahlreicher technischer Anwendungen darstellen, sondern auch als Grundlage zum Verständnis vieler Alltagsphänomene nötig sind. Die regelmäßige Verwendung geeigneter Software erleichtert das Auswerten experimenteller Daten und veranschaulicht physikalische Sachverhalte.

Die klassische Mechanik war die erste physikalische Disziplin, für die ein umfassender Satz grundlegender Gesetze formuliert wurde. Dies wird den Lernenden durch die Anwendung von Modellen und mathematischen Verfahren zur Beschreibung mechanischer Vorgänge einsichtig. Auch können sie dadurch quantitative Vorhersagen über die Entwicklung mechanischer Systeme machen. Der damit verbundene deterministische Anspruch, die Dynamik eines Systems bis in alle Zukunft beschreiben zu können, wurde erst im 20. Jahrhundert im Rahmen der Quantenmechanik und Chaostheorie relativiert.

Bezug zu den Basiskonzepten

Erhaltungsgrößen (Bk1), Felder und Kräfte (Bk2)

Obligatorische Inhalte

- Grundlagen der Physik
 - Rechnen mit Größenordnungen in Potenzschreibweise und mit Dezimalpräfixen
 - Rechnen mit und Umrechnen von SI-Einheiten

Fach: Physik

- Untersuchung von Bewegungen
 - Weg-Zeit-, Geschwindigkeits-Zeit- und Beschleunigungs-Zeit-Diagramme
 - gleichförmige Bewegung
 - Definition der Geschwindigkeit als vektorielle Größe
 - Messung des Geschwindigkeitsbetrags (handlungsorientierter Versuch)
 - gleichmäßig beschleunigte Bewegung ohne Anfangsgeschwindigkeit und -weg
 - Definition der Beschleunigung
 - Durchschnittsgeschwindigkeit im Vergleich zur Momentangeschwindigkeit
 - freier Fall (experimentelle Datenerhebung, grafische Darstellung, Bestimmung der Gravitationsbeschleunigung, Diskussion der Abweichung zum Literaturwert, Formulierung eines mathematischen Modells, Ermittlung des Zeit-Weg-Gesetzes)
 - Idealisierung
 - Massepunkt (Vernachlässigung von Rotation und Ausdehnung)
 - Vernachlässigung der Reibung
 - Weg-Zeit- und Geschwindigkeits-Zeit-Gesetz und deren Zusammenhang (Herleitung bzw. Ermittlung anhand von Diagrammen)
- Bezugssysteme und Superpositionsprinzip
 - Inertialsystem (Definition über das Trägheitsgesetz, ohne Auszeichnung eines Inertialsystems)
 - waagerechter Wurf
- Newtonsche Axiome
 - Trägheitsgesetz
 - Kräfte als Ursache von Bewegungsänderungen
 - Grundgleichung der Mechanik und deren Herleitung durch die Bewegungsänderung eines Körpers: $\vec{F} = m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} = m \cdot \vec{a}$
 - Wechselwirkungsprinzip (Abgrenzung zum Kräftegleichgewicht)

3.3.4 Themenfelder – Wahlpflichtunterricht

„Physikalische Bildung dient der praktischen Lebensbewältigung durch Wissen [...] und Verstehen von Funktionsweisen technischer Objekte und durch die Verfügbarkeit praktischer Fertigkeiten.“²

Der Wahlpflichtunterricht soll den Lernenden die Physik exemplarisch anhand ausgewählter Beispiele aus dem Alltag und der Technik näherbringen. Die Physik soll damit als Erlebnis unmittelbar erfahrbar gemacht werden.

Aus diesem Grund sind die Wahlpflicht-Themenfelder nicht primär inhaltlich orientiert, sondern an gesellschaftliche und gesellschaftspolitische Themen angelehnt.

Bei der Bearbeitung der Wahlpflicht-Themenfelder sind die Basiskonzepte angemessen und mit entsprechender Schwerpunktsetzung zu berücksichtigen.

² Muckenfuß, Heinz: Lernen im sinnstiftenden Kontext: Entwurf einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts, Cornelsen, 2006.

12.2 Grundlagen der Dynamik (Kräfte, Impulse und Energie) (Wahlpflicht-Themenfeld)

Kräfte sind die Ursachen für die Änderung von Bewegungszuständen und Verformungen. Für die Lernenden wird der Alltagsbegriff der Kraft, der phänomenologisch schon aus Alltag und Sekundarstufe I bekannt ist, in einen wissenschaftlichen Kontext eingebettet. Der wissenschaftliche Kontext wird durch die Verknüpfung des Kraftbegriffs mit Impuls- und Energieänderungen hergestellt.

Bezug zu den Basiskonzepten

Erhaltungsgrößen (Bk1), Felder und Kräfte (Bk2), System (Bk3)

Inhalte

- Kräfte und Grundlagen
 - Wirkung von Kräften
 - Kräfte als Vektoren
 - Kräfteaddition und Kräftezerlegung mittels grafischer Vektorrechnung (Kräfteparallelogramm)
- Energieerhaltung
 - kinetische Energie (grafische Herleitung der Formel)
 - Erhaltung der Summe von kinetischer und potenzieller Energie bei Vernachlässigung der Reibung, energetisch abgeschlossene Systeme
 - weitere Energieformen und deren Energieumwandlungen im Alltag
 - Energieentwertung
- Impuls und Impulserhaltung
 - eindimensionaler elastischer Stoß mit einem ruhenden Stoßpartner (Schüler- oder Demonstrationsexperiment, Beschreibung mittels Energieerhaltung)
 - Notwendigkeit einer weiteren Erhaltungsgröße, Begriff des Impulses
 - Rückstoß
 - inelastischer Stoß, dabei auftretende Energieumwandlungen

12.3 Erneuerbare Energien und Energieumwandlungen (Wahlpflicht-Themenfeld)

Durch die Energiewende ist das Thema der erneuerbaren Energien im gesellschaftlichen Diskurs sehr präsent. Die Bedeutung der Energieversorgung für den Wohlstand sowie die damit verbundenen Herausforderungen für die Umwelt haben einen hohen Stellenwert in der physikalischen Grundbildung. Die Lernenden haben die Möglichkeit, an diesem Diskurs aktiv teilzunehmen, indem sie ihre Vorkenntnisse bezüglich der Energie als Größe innerhalb eines abgeschlossenen Systems, die verschiedene Formen annehmen kann, vertiefen. Dabei erlangen sie die nötigen Kompetenzen, um sich eine eigene Meinung zu bilden und Sachverhalte kritisch zu bewerten.

In diesem Themenfeld erfolgt die Einführung des Energieerhaltungssatzes nicht mehr nur phänomenologisch; vielmehr wird dieser mithilfe der bekannten mathematischen Ausdrücke der behandelten Energieformen formuliert.

Bezug zu den Basiskonzepten

Erhaltungsgrößen (Bk1), System (Bk3)

Inhalte

- Energie als Erhaltungsgröße
- Energieumwandlungen und Wirkungsgrad
- Unterscheidung zwischen erneuerbaren und nicht erneuerbaren Energiequellen
- Arten erneuerbarer Energiequellen
- Energieträger und Energiespeicher
- historische und gesellschaftliche Bedeutung von energieumwandelnden Maschinen

12.4 Grundlagen der Elektrotechnik**(Wahlpflicht-Themenfeld)**

Unsere gesamte Kultur basiert auf elektronischen und elektrotechnischen Maschinen. In Zukunft wird sich die Abhängigkeit von elektrischer Energie und deren technischem Einsatz noch verstärken, nicht zuletzt durch die Elektromobilität. Ein Verständnis der grundlegenden Wirkungsweisen elektronischer Bauteile gibt den Lernenden die Möglichkeit, später auch komplexere Bauelemente und Geräte sowie deren Verwendungsmöglichkeiten zu verstehen.

Bezug zu den Basiskonzepten

Erhaltungsgrößen (Bk1), System (Bk3)

Inhalte

- Definitionen von elektronischen Grundgrößen (Stromstärke, Spannung, Widerstand, elektrische Arbeit, elektrische Leistung)
- Sicherheit im Umgang mit Strom im Alltag (Leiter, Isolatoren)
- Zusammenhang zwischen elektrischem Strom und Magnetfeld (Induktion, Elektromotor)
- Bauelemente im Schaltkreis und deren Funktion (experimentell, phänomenologisch)
- KIRCHHOFFsche Regeln
- Messmethoden – experimentelles Bestimmen der relevanten Größen
- Vor- und Nachteile von Wechsel- und Gleichspannungsnetzen (phänomenologisch/historisch)

12.5 Astronomie (Planeten, Sonnensysteme)**(Wahlpflicht-Themenfeld)**

Die Beobachtung der Gestirne erfolgte zunächst zur Orientierung und als Hilfe zur kalendarischen Einteilung des Jahres. Die Kenntnisse über Bewegung und Position der Gestirne waren zur Entwicklung eines Kalenders notwendig, als noch keine Möglichkeiten der Zeitmessung existierten. Die Entwicklung des Kalenders stellte einen wichtigen Meilenstein für die Landwirtschaft dar, da Ernte und Aussaat geplant und koordiniert werden konnten. Das Wissen um die Gestirne war auch für die Seefahrt für viele Jahrhunderte zur Navigation unverzichtbar. Das kosmologische Weltbild, mit dem wir unser Universum erklären, wurde von der Antike bis in die heutige Zeit ständig weiterentwickelt und überarbeitet. Dies ist an der relativ hohen Zahl an grundlegenden Umdeutungen und Neuentdeckungen, die in den letzten Jahren erfolgten, zu sehen. Den Lernenden wird auf dem Gebiet der Astronomie bzw. Kosmologie die Möglichkeit gegeben, die Entstehungsgeschichte mit allen Irrwegen und Verbesserungen physikalischer Modellvorstellungen nachzuvollziehen. Das Themenfeld ist insbesondere aufgrund der Möglichkeit der Modellierung, die mit grundlegenden mathematischen Kenntnissen der Sekundarstufe I auskommt, für die Fachoberschule gut geeignet.

Bezug zu den Basiskonzepten

Felder und Kräfte (Bk2), System (Bk3)

Inhalte

- historische Entwicklung der Astronomie
 - Entwicklung des astronomischen Weltbilds und Praktiken astronomischer Beobachtungen
- unser Sonnensystem (Präsentation, Animation, Simulation)
 - Sonne, Planeten, Kometen
 - Gravitationsgesetz
 - KEPLERSche Gesetze
 - Gezeiten
- Kosmologie (Präsentation)
 - größere Strukturen, Galaxien
 - Rotverschiebung, Urknall
 - Struktur des Universums
 - Größe und Alter des Universums
 - Hintergrundstrahlung, dunkle Materie, dunkle Energie

12.6 Klima- und Wetterphänomene**(Wahlpflicht-Themenfeld)**

Um die Entstehung von Wetterphänomenen und deren Extremen, wie sie in den letzten Jahrzehnten mit zunehmender Häufigkeit auftraten, zu verstehen, werden zunächst die unten aufgelisteten Einflussfaktoren eingeführt. Anschließend wird deren Einfluss auf das Wetter thematisiert. Die Lernenden sollen in die Lage versetzt werden, die Aspekte zu bewerten, die beim Wetter und Klima zum Tragen kommen.

Bezug zu den Basiskonzepten

Felder und Kräfte (Bk2), System (Bk3)

Inhalte

- thermodynamische Grundgrößen (Druck, Temperatur, thermische Energie)
- Aggregatzustände
- Aufbau der Atmosphäre
- Corioliskraft
- Meeresströmungssysteme
- Windsysteme
- Ladungstrennung als Ursache von Gewitter
- Einfluss von Klimagasen auf die Wetterphänomene (Treibhauseffekt)
- Ableitung von Maßnahmen zur Vermeidung bzw. der Verringerung der Auswirkungen des Klimawandels

12.7 Wärmelehre (Wärmekraftmaschinen)**(Wahlpflicht-Themenfeld)**

Wärmekraftmaschinen kommen in verschiedenen Ausführungen im täglichen Leben der Lernenden vor. Die Wärmekraftmaschinen werden mithilfe der thermodynamischen Grundlagen als Energiewandler beschrieben. Die Lernenden sollen in die Lage versetzt werden, die Effizienz von Wärmekraftmaschinen anhand des Wirkungsgrads zu beurteilen und bewerten. Dies ist besonders wichtig in Anbetracht der aktuellen Diskussion über zukünftige Antriebstechnologien.

Bezug zu den Basiskonzepten

Erhaltungsgrößen (Bk1), System (Bk3)

Inhalte

- thermodynamische Grundgrößen (Druck, Temperatur, thermische Energie) und Wirkungsgrad
- ideales Gasgesetz (Gesetz von BOYLE und MARIOTTE)
- Verbrennungsenthalpie
- verschiedene Wärmekraftmaschinen (Ottomotor, Dieselmotor und Stirlingmotor sowie Dampfmaschinen)
- Kreisprozesse (Verbrennungsmotoren, Wärmepumpen, Kältschrank)

12.8 Aerodynamik**(Wahlpflicht-Themenfeld)**

In der Lebenswelt der Lernenden ist der Urlaub eng mit dem Fliegen verknüpft. Hier ist der moderne Physikunterricht in der Pflicht, das notwendige Wissen aufzubereiten, denn sowohl die Strömungslehre an Flugzeugen als auch die an Autos und Eisenbahnen hat viele Quervernetzungen, durch welche die Lernenden die Stärke von systemübergreifenden Modellen erfahren können. Um zu verstehen warum Objekte aus Stahl und Kunststoff fliegen können, obwohl ihre Dichte deutlich über der von Luft liegt, und warum moderne Fahrzeuge immer stromlinienförmiger gestaltet werden, ist ein Verständnis der grundlegenden Strömungslehre unverzichtbar. Hier sind auch Querverweise auf die Physik der flüssigen Kontinua möglich (z. B. Durchflussmenge in Arterien).

Bezug zu den Basiskonzepten

Erhaltungsgrößen (Bk1), Felder und Kräfte (Bk2), System (Bk3)

Inhalte

- Druck, Auftriebskraft
- Zusammenhang zwischen der Querschnittsfläche und der Durchflussgeschwindigkeit bei inkompressiblen Fluiden (VENTURI-Effekt)
- BERNOULLI-Effekt und BERNOULLI-Gleichung
- Funktionsweise verschiedener Flugobjekte (z. B. Heißluftballon, Flugzeug, Hubschrauber, Vögel)
- Aerodynamik nichtfliegender Objekte (z. B. Auto, Zug)

12.9 Akustik (Schwingungen und Wellen)**(Wahlpflicht-Themenfeld)**

Aufbauend auf den mechanischen Grundlagen des Pflichtbereichs werden Schwingungen und Wellen mathematisch beschrieben und grafisch dargestellt. Die Lernenden werden dadurch in die Lage versetzt, akustische Phänomene zu erklären und die Funktionsweise von Musikinstrumenten zu erläutern.

Anhand von Alltagsbeispielen und eventuell vorhandenen Berufserfahrungen können Berechnungen mithilfe der Schwingungsgleichung durchgeführt werden.

Bezug zu den Basiskonzepten

System (Bk3)

Inhalte

- Schwingungen als periodischer Vorgang
 - Grundbegriffe (Ton, Klang, Geräusch, Knall usw.)
 - charakteristische Größen (Elongation, Amplitude, Schwingungsdauer, Frequenz)
 - Dämpfung (als Erweiterung der reibungsfreien Idealisierung, Abnahme der Amplitude (nur qualitativ))
- Resonanzphänomene
 - erzwungene Schwingung (nur qualitativ), (Veranschaulichung durch Experimente, Eigenfrequenz, Resonanzkatastrophe mit Anwendungsbezug)
- Wellen in Natur und Technik und ihre Kenngrößen
 - Seilwellen, Wasserwellen, Schallwellen, elektromagnetische Wellen
 - charakteristische Größen: Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit sowie deren Zusammenhang: $c = \lambda \cdot f$
 - Unterschied zwischen Longitudinal- und Transversalwellen (charakteristische Beispiele zur Veranschaulichung: Schall und Licht)
 - Wellen als räumlich und zeitlich periodischer Vorgang
 - Darstellung im Zeit-Weg- und Zeit-Auslenkungs-Diagramm
 - Einfluss von Schwingungen auf mechanische Objekte

Fach: Physik

- Überlagerung mehrerer Wellen, Interferenz
 - Verstärkung und Auslöschung bei zwei Punkterregern, Bedeutung des Gangunterschieds und Bestimmung der Orte der Maxima (Demonstrationsexperiment, z. B. Wellenwanne, Lautsprecher)
 - stehende Wellen, Zusammenhang zwischen Wellenlänge und Ausdehnung des Wellenträgers (ohne Behandlung von Phasensprüngen, Experiment)

12.10 Spezielle Relativitätstheorie**(Wahlpflicht-Themenfeld)**

Die spezielle Relativitätstheorie stellt intuitive Überzeugungen wie diejenige, dass Zeit gleichmäßig vergeht, infrage. Durch diese vermeintlichen Widersprüche werden die Lernenden für einen prägenden Umbruch in der Entwicklung des modernen physikalischen Weltbilds sensibilisiert. Mit der Verwendung von MINKOWSKI-Diagrammen zur Veranschaulichung von Längenkontraktion und Zeitdilatation festigen und erweitern die Lernenden ihre Kompetenzen im Umgang mit den aus dem Pflichtbereich bekannten Zeit-Weg-Diagrammen.

Bezug zu den Basiskonzepten

Erhaltungsgrößen (Bk1)

Inhalte

- Relativitätspostulate
- Masse-Energie-Relation ($E=m \cdot c^2$)
- Relativitätsprinzip (Gleichberechtigung verschiedener gegeneinander gleichförmig bewegter Bezugssysteme, GALILEI-Transformation)
- Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, MICHELSON-MORLEY-Experiment (Präsentation)
- Zeitdilatation und Längenkontraktion
- EINSTEIN-Synchronisation (Animation)
- experimentelle Nachweise
- Veranschaulichung an MINKOWSKI-Diagrammen
- relativistische Massenzunahme und Energieerhaltung

12.11 Optische Systeme**(Wahlpflicht-Themenfeld)**

Im Zuge des Lebenswandels werden Bilder und Videos, die mit Mobiltelefonen und anderen Endgeräten aufgenommen werden, im Alltag immer relevanter. Die Erklärung der Funktionsweise der digitalen Fotografie und die Abgrenzung der Kenngrößen Auflösung, Schärfe und Vergrößerung erfolgt durch die Strahlenoptik. Dabei sollen die in der Sekundarstufe I erlernten Kompetenzen vertieft werden.

Auch die verbreiteten Sehschwächen, die durch optische Systeme wie Kontaktlinsen oder Brillen kompensiert werden, können mithilfe der Strahlenoptik beschrieben werden.

Bezug zu den Basiskonzepten

System (Bk3)

Inhalte

- Grundlagen der Strahlenoptik (Lichtausbreitung, Verhalten an Grenzflächen: Brechung, Beugung, Reflexion, Absorption, Transmission)
- Strahlenverlauf an einfachen optischen Systemen (Konvex- und Konkavlinen, Hohl- und Wölbspiegel) und Eigenschaften der Bilder (vergrößert, verkleinert, real, virtuell)
- Anwendungen in komplexen Systemen (z. B. verschiedene Teleskope, verschiedene Fernrohre, Fotoapparat, Objektiv an der Handykamera)
- Berechnung von Auflösungen und Vergrößerungen
- thermische Solarkraftwerke



HESSEN



Hessisches Kultusministerium

Luisenplatz 10

60185 Wiesbaden

<https://kultusministerium.hessen.de>



HESSEN



Hessisches Kultusministerium

Luisenplatz 10

60185 Wiesbaden

<https://kultusministerium.hessen.de>



HESSEN



Hessisches Kultusministerium

Luisenplatz 10

60185 Wiesbaden

<https://kultusministerium.hessen.de>