

RAHMENLEHRPLAN

IM BILDUNGSGANG

Berufliches Gymnasium

Teil C

Physiktechnik

Grundkurs

gültig ab Schuljahr 2025/26

BLiQ

Senatsverwaltung
für Bildung, Jugend
und Familie

BERLIN



Impressum

Herausgeberin
Senatsverwaltung für Bildung,
Jugend und Familie
Bernhard-Weiß-Straße 6
10178 Berlin

Aktuelle Informationen finden Sie hier:
www.berlin.de/sen/bjf
Redaktion
SenBJF, Referat IV A
BLiQ

Gestaltung
BLiQ

Umschlaggestaltung
SenBJF, Referat ZS I

Gültig ab Schuljahr 2025/2026



Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie, Berlin 2025
<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.de>

INHALT

1	BEITRAG DES FACHES PHYSIKTECHNIK ZUM KOMPETENZERWERB	5
1.1	Fachprofil	5
1.2	Fachbezogene Kompetenzen	6
2	EINGANGSVORAUSSETZUNGEN UND ABSCHLUSSORIENTIERTE STANDARDS	8
2.1	Eingangsvoraussetzungen	8
2.2	Abschlussorientierte Standards	8
2.2.1	Fachkompetenz	8
2.2.2	Methodenkompetenz	9
2.2.3	Sozialkompetenz	11
2.2.4	Selbstkompetenz	12
3	THEMENFELDER, KOMPETENZERWERB UND INHALTE IN DER EINFÜHRUNGSPHASE	13
3.1	Themenfelder, Kompetenzen und Inhalte	13
3.2	Übersicht über die Themenfelder	15
3.3	Kompetenzen und Inhalte der Themenfelder	16
4	THEMENFELDER, KOMPETENZERWERB UND INHALTE IN DER QUALIFIKATIONSPHASE	24
4.1	Übersicht über die Themenfelder	24
4.2	Kompetenzen und Inhalte der Themenfelder	25

VORBEMERKUNGEN

Das Gewicht und die Bedeutung der Naturwissenschaften nimmt in verschiedenen Bereichen der Gesellschaft immer weiter zu. Dabei steht eine evidenzbasierte Argumentation im Mittelpunkt, die als solide Basis für Entscheidungen dient.

Für den wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn ist dabei das sorgfältig geplante Experiment zur Verifizierung bzw. Falsifizierung einer Hypothese unerlässlich.

Das Fach Physiktechnik leistet somit einen wichtigen Beitrag, um das Wesen des naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinns zu vermitteln und ein tieferes Verständnis von naturwissenschaftlichen Prozessen zu ermöglichen.

Gleichzeitig stellt der Grundkurs Physiktechnik im Bereich der beruflichen Bildung die Grundlage für die einjährige Ausbildung der Berufsfachschule zur physikalisch-technischen Assistentin bzw. zum physikalisch-technischen Assistenten dar. In diesem Fach werden demzufolge die entsprechenden berufspraktischen Fertigkeiten und Kompetenzen im Berufsfeld Naturwissenschaften und Labor erworben.

Für den Unterricht an beruflichen Gymnasien des Landes Berlin gelten der

Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe

- **Teil A: Bildung und Erziehung in der gymnasialen Oberstufe¹**
und
- **Teil B: Fachübergreifende Kompetenzentwicklung¹**

¹ Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe, Teil A und B, verfügbar unter: <https://www.berlin.de/sen/bildung/unterricht/faecher-rahmenlehrplaene/rahmenlehrplaene/oberstufe>, Zugriff am: 19.09.2025

1 BEITRAG DES FACHES PHYSIKTECHNIK ZUM KOMPETENZERWERB

1.1 Fachprofil

Die Schülerinnen und Schüler nehmen die Natur unter physikalischen Aspekten wahr. Sie beschreiben und erklären physikalische Phänomene, kommunizieren über physikalische Sachverhalte und sind in der Lage, auf der Grundlage von physikalischem Wissen persönlich, sachbezogen und kritisch Stellung zu beziehen.

Im Physiktechnik-Unterricht erleben die Schülerinnen und Schüler den Wissenserwerbsprozess in seiner induktiven Form. Die Entwicklung physikalischer und allgemein naturwissenschaftlicher Erkenntnisse wird aus der wissenschaftlichen Perspektive erlebt, in der Daten empirisch gesammelt, ausgewertet, reflektiert und beurteilt werden. Dazu wenden die Schülerinnen und Schüler naturwissenschaftliche Methoden an, die auch in anderen lebensweltlichen Zusammenhängen von Bedeutung sind, wie z. B. das Aufstellen und das Prüfen von Hypothesen und das Experimentieren. Die Lernenden wenden sich den fachübergreifenden Vereinbarungen naturwissenschaftlich-technischer Disziplinen bewusst und wenden diese an.

Die Schülerinnen und Schüler nehmen die Physik sowohl als theoriegeleitete Erfahrungswissenschaft als auch als Wissenschaft auf experimenteller Grundlage wahr. Das Formalisieren und Mathematisieren physikalischer Sachverhalte als evidenzbasierte Erkenntnisse besitzt einen hohen Stellenwert.

Die Lernenden werden sich des Beitrags der Technik zum Erwerb naturwissenschaftlichen Wissens bewusst. Sie erwerben grundlegende Kenntnisse und Fähigkeiten, die ihnen das Verstehen und Beherrschen physikalisch-technischer Geräte und Systeme in der Alltagswelt ermöglichen bzw. erleichtern.

Eine große Zahl von Studien- und Ausbildungsgängen setzt physikalische Kenntnisse und Fähigkeiten voraus. Der Erwerb entsprechender Kompetenzen stellt somit eine wichtige Voraussetzung für den Übergang der Schülerinnen und Schüler in das Studium und in das Berufsleben dar.

1.2 Fachbezogene Kompetenzen

Die Beschreibung der fachbezogenen Kompetenzen orientiert sich am Deutschen Qualifikationsrahmen für Lebenslanges Lernen (DQR). In diesem wird zwischen den Kategorien Fachkompetenz und Personale Kompetenz unterschieden. Sie gliedern sich in Wissen und Fertigkeiten (Fachkompetenz) sowie Sozialkompetenz und Selbstständigkeit (Personale Kompetenz). Somit ergibt sich eine Vier-Säulen-Struktur, die zur einheitlichen Beschreibung verschiedener Niveaustufen dient. Bestandteil sowohl von Fachkompetenz als auch von personaler Kompetenz sind Methodenkompetenz, kommunikative Kompetenz und Lernkompetenz. Diese wirken als Querschnittskompetenzen und werden nicht eigens aufgeführt.

Fachkompetenz		Personale Kompetenz	
Wissen	Fertigkeiten	Sozialkompetenz	Selbstständigkeit
Tiefe und Breite	Instrumentale und systematische Fertigkeiten, Beurteilungsfähigkeit	Team-/Führungsfähigkeit, Mitgestaltung und Kommunikation	Eigenständigkeit/Verantwortung, Reflexivität und Lernkompetenz

Abbildung 1: Anforderungsstruktur²

Fachkompetenz bezeichnet die Bereitschaft und Fähigkeit, auf der Grundlage fachlichen Wissens und Könnens Aufgaben und Probleme zielorientiert, sachgerecht, methodengeleitet und selbstständig zu lösen und das Ergebnis zu beurteilen.

Wissen bezeichnet dabei die Gesamtheit der Fakten, Grundsätze und Theorien als Ergebnis von Lernen und Verstehen. Um dieses Wissen anzuwenden, bedarf es kognitiver Fähigkeiten (z. B. logisches Denken) wie auch praktischer Fertigkeiten (z. B. Anwenden von Methoden).

Die Schülerinnen und Schüler ...

- stellen fachliche Inhalte in Zusammenhängen und Interdependenzen dar;
- bewerten kriteriengeleitet Ergebnisse;
- erschließen sich Systeme, Anlagen, Techniken und Methoden der Umwelttechnik;
- untersuchen und analysieren komplexe Wirkungszusammenhänge der ökologischen Bedingungenfelder und der darin einsetzbaren bzw. eingesetzten Umwelttechnik;
- erstellen Modelle zur Erklärung technischer, ökologischer und gesellschaftlicher Phänomene und wenden diese an;
- reflektieren kritisch eigene Einstellungen zu technischen, ökologischen und gesellschaftlichen Fragestellungen;
- üben ihre Kritik- und Urteilsfähigkeit bezüglich der technischen Umsetzbarkeit von gesellschafts- und naturwissenschaftlichen Erkenntnissen im Hinblick auf den möglichen Einsatz umwelttechnischer Lösungen;
- erforschen selbstständig Quellen zwecks Information zur Bewältigung ökologischer Fragen mithilfe von Print- und elektronischen Medien;
- üben Quellenkritik, indem sie die Interessengebundenheit der Quellenherausgeber identifizieren und so die Validität der Informationen einschätzen;
- präsentieren Ergebnisse und Lösungswege.

² Vgl. Arbeitskreis Deutscher Qualifikationsrahmen (Hrsg. 2011): Deutscher Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen, Seite 5. Verfügbar unter: https://www.dqr.de/dqr/shareddocs/downloads/media/content/der_deutsche_qualifikationsrahmen_fue_lebenslanges_lernen.pdf?__blob=publicationFile&v=1, Zugriff am: 19.09.2025

Personale Kompetenz bezeichnet die Bereitschaft und Fähigkeit, sich weiterzuentwickeln und somit das eigene Leben eigenständig und verantwortlich im jeweiligen sozialen sowie kulturellen Kontext zu gestalten. Sie umfasst Eigenschaften wie Selbstständigkeit, Kritikfähigkeit, Selbstvertrauen, Zuverlässigkeit, Verantwortungs- und Pflichtbewusstsein. Zu ihr gehören insbesondere auch die Entwicklung durchdachter Wertvorstellungen und die selbstbestimmte Bindung an Werte.

Sozialkompetenz bezeichnet die Bereitschaft und Fähigkeit, zielorientiert mit anderen zusammenzuarbeiten, ihre Interessen und sozialen Situationen zu erfassen, sich mit ihnen rational und verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen und zu verständigen sowie die Arbeits- und Lebenswelt mitzugestalten. Hierzu gehört insbesondere auch die Entwicklung sozialer Verantwortung und Solidarität.

Die Schülerinnen und Schüler erweitern ihre Sozialkompetenz, indem sie ...

- zielgerichtet sozial interagieren und kommunizieren, insbesondere bei Gruppenarbeiten und teambasierten Projekten;
- Teamprozesse reflektieren, konstruktives Feedback geben und soziale Verantwortung übernehmen;
- die Lernumgebung mitgestalten;
- Ergebnisse adressatenbezogen darstellen.

Selbstständigkeit bezeichnet die Eigenständigkeit und Verantwortung bei der Übernahme von Arbeitsaufträgen und beim Lösen von Problemen. Dazu gehören die Reflexivität gegenüber dem eigenen Handeln und die Lernkompetenz, die eigene Handlungskompetenz weiterzuentwickeln.

Die Schülerinnen und Schüler erweitern ihre Selbstständigkeit, indem sie ...

- eigenständig und verantwortungsbewusst lernen;
- sich Lern- und Arbeitsziele setzen, sie realisieren, reflektieren und verantworten;
- dabei verschiedene Lernhilfen auswählen und anwenden;
- mögliche Lernberatung nachfragen.

Angestrebt wird die Entwicklung von der selbstständigen Erfüllung fachlicher Anforderungen hin zur selbstständigen Planung und Bearbeitung fachlicher Aufgabenstellungen. Dabei wird der zunächst noch überschaubare und strukturierte Lernbereich stets erweitert und geöffnet. Diese Entwicklung entspricht der Niveaustufe 4 des DQR³.

3 Vgl. ebd., Seite 6

2 EINGANGSVORAUSSETZUNGEN UND ABSCHLUSSORIENTIERTE STANDARDS

2.1 Eingangsvoraussetzungen

Für einen erfolgreichen Kompetenzerwerb in der gymnasialen Oberstufe sollten die Schülerinnen und Schüler zu Beginn der Qualifikationsphase bestimmte fachliche Anforderungen bewältigen. Diese sind identisch mit den H-Standards des Rahmenlehrplans für die Jahrgangsstufen 1–10, Teil C – Physik⁴. Die H-Standards setzen jeweils die Kompetenzen auf den vorgelagerten Niveaustufen voraus. Den Schülerinnen und Schülern ermöglichen sie, sich ihres Leistungsstandes zu vergewissern. Lehrkräfte nutzen sie für differenzierte Lernarrangements sowie zur individuellen Lernberatung.

2.2 Abschlussorientierte Standards

Die Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife beschreiben die Kompetenzen, die Lernende bis zum Ende der Qualifikationsphase erwerben sollen. Diese werden im Unterricht des Grundkursfaches Physiktechnikentwickelt.

2.2.1 Fachkompetenz

Die Fachkompetenz der Schülerinnen und Schüler zeigt sich 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.

Das Analysieren physikalischer und technischer Probleme, das Ermitteln der Wirkungszusammenhänge, die Entwicklung von Lösungen und die Beurteilung von deren Wirksamkeit ist essenzieller Inhalt der Fachkompetenz.

Physikalisch-technische Aufgabenstellungen und Lösungen sind unter den Aspekten ihrer Zweckbestimmung, Funktionalität und Übertragbarkeit zu analysieren und die Folgen unter Beachtung humaner, ökonomischer und ökologischer Aspekte zu bewerten.

Fertigkeiten wie das Durchführen eines Experiments nach einer Anleitung, der Umgang mit Messgeräten oder die Anwendung bekannter Auswerteverfahren, das Optimieren von Lösungen für technische Aufgabenstellungen durch das Strukturieren von Lösungswegen, das Feststellen möglicher Lösungsvarianten, das Vergleichen der Lösungsvarianten, das Auswählen einer Variante und das Darstellen des Kompromisscharakters der bevorzugten Lösung, sind Bestandteil der Fachkompetenz.

Die Kompetenz im Umgang mit Modellen trägt essenziell zum Erwerb von Fachkompetenz bei. Dazu sollen Theorien und Gesetzmäßigkeiten sowie mögliche Analyse- und Syntheseverfahren mittels Reduktion technischer Sachverhalte auf Modelldarstellungen unter Berücksichtigung ihres Geltungsbereichs bereitgestellt und angewendet werden.

⁴ SenBJF (Hrsg. 2021): Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe. Teil C – Physik. Verfügbar unter: https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/rahmenlehrplaene/Rahmenlehrplanprojekt/amtliche_Fassung/Teil_C_Physik_2015_11_16.pdf, Zugriff am: 19.09.2025

Die Schülerinnen und Schüler weisen Fachkompetenz auf folgenden Ebenen nach:

Modelle und Theorien zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalisch-technischer Modelle und Theorien;
- erläutern Gültigkeitsbereiche von Modellen und Theorien und beschreiben deren Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten unter Verwendung einer geeigneten Fachsprache;
- wählen aus bekannten Modellen bzw. Theorien geeignete aus, um sie zur Lösung physikalisch-technischer Probleme zu nutzen.

Verfahren und Experimente zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- bauen Versuchsanordnungen auch unter Verwendung von digitalen Messwerterfassungssystemen nach Anleitungen auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre Beobachtungen;
- erklären bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus;
- erklären bekannte Auswertverfahren und wenden sie auf Mess- und Analyseergebnisse an;
- wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische und technische Sachverhalte an.

2.2.2 Methodenkompetenz

Die Methodenkompetenz umfasst die praktischen Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler, die technischen Laborgeräte zu nutzen, sowie Strategien zum Planen von Experimenten, Auswerten von Daten und damit verbundene Tätigkeiten.

Grundpfeiler der Methodenkompetenz ist die Nutzung von Erkenntnismethoden. Hierbei liegt der Erkenntnisgewinn im Vordergrund. So haben die Schülerinnen und Schüler Erkenntnismethoden der Physiktechnik zu beschreiben und situationsgerecht zu nutzen.

Der Umgang mit technischen Geräten, Maschinen und Anlagen zur Durchführung physikalisch-technischer Experimente steht dabei im Fokus. Darauf aufbauend ist das experimentelle Ermitteln der Funktionen konkreter technischer Systeme Teil der Methodenkompetenz.

Ebenso gehört der kritische Umgang mit Lösungsverfahren, Modellvorstellungen und Ergebnissen zur Methodenkompetenz. Dies umfasst auch das Anwenden fachbezogener Kommunikationstechniken.

Die Schülerinnen und Schüler weisen Methodenkompetenz auf folgenden Ebenen nach:

Problemfragen und Hypothesen formulieren

Die Schülerinnen und Schüler ...

- entwickeln Problemfragen zu physikalisch-technischen Sachverhalten;
- stellen theoriegeleitet Hypothesen auf.

Modelle und Lösungsverfahren kritisch auswählen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- analysieren typische Untersuchungsverfahren zur Prüfung gewählter Hypothesen und beurteilen deren Eignung;
- überprüfen Modellvorstellungen zur Untersuchung der Hypothese;
- planen geeignete Experimente und werten diese zur Untersuchung der physikalisch-technischen Problemfragestellung aus.

Ergebnisse interpretieren und reflektieren

Die Schülerinnen und Schüler ...

- stellen Ergebnisse in Form von Tabellen, Grafiken, Diagrammen und Abbildungen dar;
- erklären mithilfe bekannter Modelle und Theorien die in erhobenen oder recherchierten Daten gefundenen Strukturen und Beziehungen;
- berücksichtigen Messunsicherheiten und analysieren die Konsequenzen für die Interpretation des Ergebnisses;
- beurteilen die Eignung physikalischer Modelle und Theorien für die Lösung von Problemen und modifizieren diese gegebenenfalls;
- reflektieren die Relevanz von Modellen, Theorien, Hypothesen und Experimenten für die physikalisch-technische Erkenntnisgewinnung.

Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren

Die Schülerinnen und Schüler ...

- beziehen theoretische Überlegungen und Modelle auf Alltagssituationen zurück und reflektieren ihre Generalisierbarkeit;
- reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses sowie der gewonnenen Erkenntnisse (z. B. Reproduzierbarkeit, Falsifizierbarkeit, Intersubjektivität, logische Konsistenz, Vorläufigkeit).

2.2.3 Sozialkompetenz

Die Sozialkompetenz der Schülerinnen und Schüler zeigt sich vorrangig im interdisziplinären Raum der Technikbereiche und dem gesellschaftspolitischen Raum. Die Kommunikation innerhalb dieser Bereiche spielt für die Sozialkompetenz eine herausragende Rolle.

Die Technik wird als ambivalentes Mittel zur Gestaltung menschlicher Lebensbedingungen verstanden und aus historischer und zeitgenössischer Perspektive untersucht, dargestellt und beurteilt.

Eine kritische Auseinandersetzung mit der Gestaltung technischer Mittel und mit Technikbereichen steht im Vordergrund. Ökonomische, ökologische und gesellschaftspolitische Bedingungsrahmen für Alternativen in der Technikgestaltung sind zu untersuchen, darzustellen und zu bewerten.

Schließlich erkennen und berücksichtigen die Schülerinnen und Schüler übergreifende Zusammenhänge bei der Bearbeitung technischer Fragestellungen.

Die Schülerinnen und Schüler weisen Sozialkompetenz auf folgenden Ebenen nach:

Informationen erschließen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- recherchieren zielgerichtet zu physikalisch-technischen Sachverhalten in analogen und digitalen Medien und wählen die für ihre Zwecke passenden Quellen aus;
- prüfen verwendete Quellen hinsichtlich der Kriterien Korrektheit, Fachsprache und Relevanz für den untersuchten Sachverhalt;
- entnehmen unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder.

Informationen aufbereiten

Die Schülerinnen und Schüler ...

- formulieren unter Verwendung der Fachsprache chronologisch und kausal korrekt strukturiert;
- wählen ziel-, sach- und adressatengerecht geeignete Schwerpunkte für die Inhalte von Präsentationen, Diskussionen oder anderen Kommunikationsformen aus;
- veranschaulichen Informationen und Daten in ziel-, sach- und adressatengerechten Darstellungsformen, auch mithilfe digitaler Werkzeuge;
- präsentieren physikalische und technische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien;
- prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate.

Informationen im überfachlichen Kontext wissenschaftlich diskutieren

Die Schülerinnen und Schüler ...

- nutzen ihr Wissen über – aus physikalischer und technischer Sicht – gültige Argumentationsketten zur Beurteilung vorgegebener und zur Entwicklung eigener fachlicher Argumentationen;
- beurteilen ihre Kenntnisse über physikalisch-technische Sachverhalte aus ökonomisch-ökologischer und gesellschaftspolitischer Sicht;
- diskutieren den Beitrag physikalisch-technischer Mittel zur Gestaltung menschlicher Lebensbedingungen.

2.2.4 Selbstkompetenz

Im Bereich der Selbstkompetenz reflektieren die Schülerinnen und Schüler persönliche Bezüge zur Technik auf wissenschaftlicher Basis.

Hierbei steht die eigene Position zur Technik sowie die kritische Auseinandersetzung mit dieser Position im Vordergrund.

Die Schülerinnen und Schüler weisen Selbstkompetenz auf folgenden Ebenen nach:

Arbeitsweisen untersuchen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- überprüfen die eigene Sorgfalt bei der Bearbeitung physikalisch-technischer Aufgabenstellungen;
- korrigieren zur Verbesserung der Bearbeitung eigenständig die Arbeitsweisen.

Positionen zur Technik und zu technischen Lösungen reflektieren

Die Schülerinnen und Schüler ...

- beschreiben reflexiv Phänomene aus Biologie und Technik;
- diskutieren Stärken und Schwächen gewählter technischer Lösungen;
- stellen die eigene Position zur Biologietechnik unter Berücksichtigung der gesellschaftlich relevanten Fragen reflektiert dar.

Eigene Positionen überarbeiten und neu bewerten

Die Schülerinnen und Schüler ...

- begründen und verteidigen die eigene Position im Diskurs;
- überdenken und revidieren gegebenenfalls die eigene Position auf selbstkritischer Basis.

3 THEMENFELDER, KOMPETENZERWERB UND INHALTE IN DER EINFÜHRUNGSPHASE

Das Fach Physiktechnik stellt für Schülerinnen und Schüler ein grundlegend neues Unterrichtsfach dar. Dabei erlernen sie in einer neuen Arbeitsumgebung – dem Labor – den sicheren und selbständigen Umgang mit verschiedensten Geräten, um erste einfache Experimente eigenständig und selbstverantwortlich auszuführen. Des Weiteren lernen Sie mit der Protokollform eine neue Art der Ergebnisdarstellung und -dokumentation.

Neben handwerklichen Fertigkeiten des Laboralltags erlernen die Schülerinnen und Schüler auch ein vorausschauendes Planen und Handeln. Dieses ist unter anderem dazu notwendig, um unter Einhaltung der Regeln zur Laborsicherheit weder sich selbst noch andere zu gefährden.

Die in anderen schulischen Situationen erlernte Kooperationsfähigkeit wird im Labor weiter trainiert und ist für ein erfolgreiches Arbeiten unerlässlich.

3.1 Themenfelder, Kompetenzen und Inhalte

In der Einführungsphase kommen Schülerinnen und Schüler mit unterschiedlichen Kenntnissen und Fähigkeiten zusammen. Hauptaufgabe des Unterrichts der Einführungsphase ist es, das im Rahmenlehrplan für die Sekundarstufe I formulierte H-Niveau zu erreichen und auf die Anforderungen der Qualifikationsphase vorzubereiten.

Angepasst an das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler erfordert dies einen Ausbau der in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen in den vier Kompetenzbereichen Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewerten. Je nach Interessen und Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler können fachspezifische Verfahren, Techniken und Strategien im Hinblick auf die leistungskursfachspezifischen Anforderungen vertieft werden, indem z. B. die Herausbildung größerer Lernautonomie gefördert wird.

Fachwissen

Die Schülerinnen und Schüler erwerben – durch die Bearbeitung von Kontexten, die Lösung von zunehmend komplexen Aufgaben und die Auseinandersetzung mit anspruchsvollen Problemen aus Alltag und Naturwissenschaft – Souveränität im Umgang mit fachpraktischem Wissen. Dabei beinhaltet eine kompetenzorientierte, wiederholende Verknüpfung und Vertiefung die Strukturierung von fachpraktischem Wissen durch Basiskompetenzen. Zudem kommt dem Erlernen und Anwenden von labortechnischen Sicherheitsmaßnahmen eine besondere Rolle zu.

Erkenntnisgewinnung

Der Kompetenzerwerb im Bereich Erkenntnisgewinnung schafft zum einen die entscheidenden Voraussetzungen für eine eigenständige, fachmethodische Erarbeitung neuer Erkenntnisse in den Naturwissenschaften, zum anderen bereitet er das kritische Hinterfragen der Möglichkeiten und Grenzen naturwissenschaftlicher Aussagen vor, welches in der Qualifikationsphase schwerpunktmäßig vertieft wird. Schülerinnen und Schüler sollen in ihrem Lernprozess möglichst oft den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg beschreiten. Dazu gehören ausgehend von Phänomenen das Ableiten von Problemstellungen, das Bilden von Hypothesen, das Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten, das Denken in Modellen sowie das Aufstellen von Theorien.

Der bewusste Umgang mit experimentellen Strategien und ihren Grenzen ist dabei eine wichtige, zu entwickelnde Kompetenz.

Kommunikation

Unterrichtliches und alltägliches Handeln setzt die Fähigkeit zur Kommunikation voraus. Im naturwissenschaftlichen Unterricht müssen die Schülerinnen und Schüler dazu einen sicheren Umgang mit der Fachsprache entwickeln. Eine Voraussetzung dafür ist die gründliche und maßvolle Einführung von Fachbegriffen. Sicherheit im Umgang mit der Fachsprache wird im sozialen, kooperativen Miteinander, wie z. B. beim Experimentieren erworben.

Die Erarbeitung, Dokumentation und Präsentation von Ergebnissen durch die Schülerinnen und Schüler soll von ihnen mit einem angemessenen Medieneinsatz unterstützt werden.

Die Auseinandersetzung mit Anleitungen zum experimentellen Arbeiten erfordert den flexiblen Einsatz verschiedener geeigneter Lesestrategien, die im Fachunterricht eingeführt und trainiert werden müssen.

Reflexion

Die Schülerinnen und Schüler erkennen die Bedeutung von gut geplanten und durchgeführten Experimenten. Sie reflektieren ihr eigenes Handeln und entwickeln Verbesserungs- und Optimierungsstrategien. Gleiches gilt für die Kenntnis und die Anwendung von Regeln der Laborsicherheit. Das sachgerechte, selbstbestimmte und eigenverantwortliche Treffen von Entscheidungen auf Grundlage gesellschaftsrelevanter Probleme und Argumentationen soll gefördert werden.

Der Kompetenzerwerb erfolgt anhand der folgenden Themenfelder.

3.2 Übersicht über die Themenfelder

Themenfeld 1

Elektrizitätslehre

Themenfeld 2

Mechanische Messinstrumente und -techniken – Umgang mit Messunsicherheiten

Themenfeld 3

Kinematik und Dynamik – Bewegungslehre

Themenfeld 4

Energieerhaltung

Themenfeld 5

Gleichförmige Kreisbewegung und mechanische Schwingungen

Themenfeld 6

Strahlenoptik

3.3 Kompetenzen und Inhalte der Themenfelder

Themenfeld 1 Elektrizitätslehre

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler ...

- weisen den sachgerechten Umgang mit grundlegenden elektrischen Messinstrumenten, unter Berücksichtigung der allgemeinen Regeln zur Laborsicherheit nach;
- entwickeln unter Anleitung einfache Stromkreise und bauen diese auf;
- untersuchen grundlegende Zusammenhänge physikalischer Größen in einfachen Stromkreisen, um ihr Wissen über einfache elektrische Schaltungen zu vertiefen;
- erklären die elektrischen Grundgrößen Stromstärke, Widerstand und Spannung und untersuchen die zugrunde liegenden Zusammenhänge;
- erschließen sich Gesetzmäßigkeiten in Reihen- und Parallelschaltung;
- leiten aus den quantitativen Untersuchungen allgemeine Gesetzmäßigkeiten in elektrischen Stromkreisen ab und treffen Vorhersagen anhand der gewonnenen Daten.

In den Bereichen Sozialkompetenz und Selbstkompetenz erfolgt eine kontinuierliche Weiterentwicklung auf der Basis der Vorgaben in den Kapiteln 2.2.3 und 2.2.4.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Einweisung in die Regeln der Laborsicherheit	Die Schülerinnen und Schüler werden über das Verhalten und Arbeiten im Labor auf der Grundlage der Vorschriften zur Arbeitssicherheit der Berufsgenossenschaften belehrt. Sie dokumentieren die Belehrung durch ihre Unterschrift.
Grundlagen der E-Technik U-/I-Messungen Reihen- und Parallelschaltungen	Die Schülerinnen und Schüler wiederholen die Grundlagen der Elektrizitätslehre. Dazu werden die Grundgrößen Spannung, Widerstand und Stromstärke experimentell untersucht. In verschiedenen Schaltungen werden Regeln für die zu untersuchenden Größen aus den Messdaten abgeleitet und mit den theoretischen Vorgaben abgeglichen. Die Kirchhoffschen Regeln können hier explizit Anwendung finden. Das Themenfeld bietet die Möglichkeit für eine Klausur.

Themenfeld 2

Mechanische Messinstrumente und -techniken – Umgang mit Messunsicherheiten

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler ...

- wenden sachgerecht die grundlegenden mechanischen Messinstrumente Lineal, Maßband, Messschieber und Messschraube an;
- vergleichen die ausgewählten Messinstrumente und deren Funktionsweisen mit Fokus auf deren Genauigkeiten;
- bestimmen die absoluten und relativen Fehler gemessener und berechneter physikalischer Größen;
- bewerten experimentelle Verfahrensweisen und ihre Ergebnisse anhand der Fehlergrenzen;
- beschreiben und dokumentieren die eigenständig durchgeführten Experimente in Form eines Protokolls.

In den Bereichen Sozialkompetenz und Selbstkompetenz erfolgt eine kontinuierliche Weiterentwicklung auf der Basis der Vorgaben in den Kapiteln 2.2.3 und 2.2.4.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Umgang mit grundlegenden Messinstrumenten • Beschreibung und Vergleich von Maßband, Messschieber, Messschraube, mechanischer und elektronischer Waage • Messungen mittels Maßband, Messschieber, Messschraube, mechanischer und elektronischer Waage	Die Schülerinnen und Schüler lernen die Messprinzipien hinter den Messinstrumenten kennen. Die Messungen erfolgen an ausgewählten Körpern, wie z. B. Hohlzylinder, Kugel, Stab und Quader.
Kennenlernen von Genauigkeiten und Messfehlern • Untersuchung der Genauigkeit der jeweiligen Messinstrumente • Berechnung von relativen und absoluten Fehlern • Fehlerfortpflanzung zur Ermittlung der Fehler berechneter Folgegrößen	Die Schülerinnen und Schüler unterscheiden zwischen den Genauigkeiten verschiedener Messinstrumente. Dabei erörtern sie die Anwendungsmöglichkeiten genauerer bzw. ungenauerer Messinstrumente. Der korrekte Umgang mit Messfehlern ist essenzieller Bestandteil wissenschaftlichen Arbeitens. Die Berechnung von absoluten und relativen Fehlern erfolgt nach einfachen, auf das Adressatenniveau didaktisch angepassten Regeln.
Dokumentation der Ergebnisse und Anfertigung von Versuchsprotokollen nach wissenschaftlichem Standard • Inhalte und Vorgaben zum Schreiben von Protokollen • Anfertigungen vollständiger und ordentlicher Versuchsskizzen, Datentabellen und Diagrammen	Die Schülerinnen und Schüler verfassen aussagekräftige und übersichtliche Protokolle und kennen die formalen Kriterien für eine sorgfältige Protokollführung. Es wird auf eine Steigerung der Fertigkeiten über das gesamte Schuljahr zur Optimierung der Anfertigung von Protokollen sowohl inhaltlich als auch im Arbeitsprozess hingearbeitet. Daher werden in diesem Themenfeld zunächst die Grundlagen vermittelt.

Themenfeld 3

Kinematik und Dynamik – Bewegungslehre

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler ...

- führen ausgewählte Versuche zu den Bewegungsgesetzen durch;
- stellen Daten zum zurückgelegten Weg in Abhängigkeit der Zeit tabellarisch und im $s(t)$ -Diagramm dar;
- werten die erstellten $s(t)$ -Diagramme aus;
- interpretieren die $s(t)$ -Diagramme;
- leiten Informationen über die Fallbeschleunigung g aus den ausgewerteten Daten ab;
- vergleichen die experimentell ermittelten Ergebnisse mit den Literaturwerten;
- führen Fehlerberechnungen zu ihren Daten durch;
- unterscheiden zwischen Einzel- und Mehrfachmessungen;
- bewerten Ergebnisse anhand der Fehlergrenzen und im Vergleich mit Literaturwerten.

In den Bereichen Sozialkompetenz und Selbstkompetenz erfolgt eine kontinuierliche Weiterentwicklung auf der Basis der Vorgaben in den Kapiteln 2.2.3 und 2.2.4.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Bestimmung der Erdbeschleunigung g • Fallversuch zur Bestimmung von g • Galileische Fallrinne	Aktive Messungen außerhalb des Labors können z. B. in Form von Versuchen mit dem Fahrrad durchgeführt werden. Die Messung der Fallzeit t für bestimmte Fallstrecken kann mittels elektronischen Zählern realisiert werden. Die Erstellung eines $s(t)$-Diagramms zur Auswertung der Daten und die anschließende Linearisierung mit einem $s(t^2)$-Diagramm ermöglichen die direkte Ableitung der Fallbeschleunigung aus den Daten. Die Ergänzung von Winkelfunktionen trägt zur Heranführung an eine vektorielle Betrachtungsweise von Bewegungen bei.
Kräfte als Ursache von Bewegungsänderungen • Versuch zum Hookeschen Gesetz • Kräfte als Vektoren	Nachdem dieser Zusammenhang untersucht wurde, lassen sich experimentell die Federkonstanten unbekannter Federn ermitteln. Hier erfolgt die Auswertung über ein $F(s)$-Diagramm. Die Kräftezerlegung unter Verwendung verschiedener Federkraftmesser in Kombination mit Umlenkrollen ermöglicht es, das Konzept von Vektoren explizit einzuführen.

Themenfeld 4

Energieerhaltung

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler ...

- untersuchen absoluten Fehler von Messgrößen mittels sinnvoller Schätzungen;
- begründen ihre Abschätzungen der gewählten Fehler der Messgrößen;
- analysieren die Erhaltung der Größe Energie;
- bewerten verschiedene Technologien auf Grundlage ihrer Wirkungsgrade und Anwendungsmöglichkeiten;
- reflektieren Technologien im Kontext der Energie- und Umweltpolitik.

In den Bereichen Sozialkompetenz und Selbstkompetenz erfolgt eine kontinuierliche Weiterentwicklung auf der Basis der Vorgaben in den Kapiteln 2.2.3 und 2.2.4.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Energieerhaltung • Versuch zum waagerechten Wurf • Energieerhaltung beim Fadenpendel • Spannenergie einer Feder	Am waagerechten Wurf wenden die Schüler und Schülerinnen ihr Fachwissen zu den richtungsbezogenen Größen in der Bewegung an. Sie schließen aus der folgenden Gleichung für die zusammengesetzte Bewegung auf die Anfangsgeschwindigkeit v_0 und untersuchen damit die Energieerhaltung. $y = \frac{g}{2v_0^2} \cdot x^2$ In den weiteren Versuchen festigen die Schülerinnen und Schüler ihr Wissen. Weiterhin wird das Konzept der Arbeit als $W = F \cdot \Delta s$ gelernt.
Vertiefungsthema: Wirkungsgrade und Energietechnik • Motor – Generator – Einheit • Solarzelle • Wasserstofftechnologie • Windenergie	Die Versuche gestatten eine gute thematische Verbindung zu aktuellen energiepolitischen Themen. Derartige Versuche, deren Voraussetzung eine gute materielle Ausstattung ist, können als Vertiefungsthemen behandelt werden. Außerdem empfiehlt es sich, die Versuche als Stationsarbeit anzubieten.

Themenfeld 5

Gleichförmige Kreisbewegung und mechanische Schwingungen

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler ...

- übertragen ihr Fachwissen zu geradlinigen Bewegungen auf Kreisbahnen;
- untersuchen Gemeinsamkeiten zwischen Kreisbewegungen und Schwingungen;
- untersuchen Frequenzen und deren Zusammenhänge mit Kreisbewegungen und Schwingungsdauer bei Pendelbewegungen, um ihr Wissen zu vertiefen;
- analysieren Sinus- und Cosinusfunktionen, um Vorhersagen über das Schwingungsverhalten einfacher Pendel zu treffen;
- planen auf Grundlage bereits erfolgter Versuche eigene Versuchsdurchführungen.

In den Bereichen Sozialkompetenz und Selbstkompetenz erfolgt eine kontinuierliche Weiterentwicklung auf der Basis der Vorgaben in den Kapiteln 2.2.3 und 2.2.4.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Gleichförmige Kreisbewegung Nachweis der Zentralkraft bei gleichförmiger Kreisbewegung	Die quantitative Untersuchung des Zusammenhanges - $F_z = m \cdot \omega^2 \cdot r$ - ermöglicht eine fachliche Überleitung zu den mechanischen Schwingungen. Möglich ist der Einsatz des Beschleunigungssensors eines Handys.
Mechanische Schwingungen • Erdbeschleunigung aus den Schwingungen eines Fadenpendels • Schwingungen am Federpendel	Bewegung kann auch in Form einer Schwingung erfolgen. Durch den Fokus auf die Untersuchung von g wird hier das Thema Schwingungen eingeführt. Die Schwingungsdauer T in Abhängigkeit der Pendellänge l wird hierbei untersucht. Es wird empfohlen auch hier die Daten in Form von $T(l)$ - und $T^2(l)$ -Diagrammen auszuwerten.

Themenfeld 6

Strahlenoptik

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erschließen sich – aufbauend auf dem Grundlagenwissen im Bereich der Strahlenoptik, – erweiterndes Wissen;
- stellen anhand gemessener Daten Strahlengangkonstruktionen zur Überprüfung von Brennweiten, Bildweiten und Bildgrößen grafisch dar;
- vergleichen zeichnerische, rechnerische und praktische Methoden zur Überprüfung der Linsengleichung, des Brechungs- und des Reflexionsgesetzes;
- erschließen sich vertiefende Inhalte zu den optischen Instrumenten Auge, Lupe, Mikroskop und Fernrohr;
- wenden Wissen zur methodischen Nutzung der optischen Instrumente an;
- recherchieren Anwendungsmöglichkeiten in der modernen Forschung.

In den Bereichen Sozialkompetenz und Selbstkompetenz erfolgt eine kontinuierliche Weiterentwicklung auf der Basis der Vorgaben in den Kapiteln 2.2.3 und 2.2.4.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Brechung und Reflexion • Reflexionsgesetz • Snelliussches Brechungsgesetz	Es bieten sich einfache Handexperimente zur Einführung in die Strahlenoptik an.
Experimente mit dünnen Sammellinsen • Hauptstrahlenkonstruktion, Brennweitenbestimmung • Linsengleichung • optisches Instrument Auge mit Lupe • optisches Instrument Mikroskop • optisches Instrument Fernrohr	Die praktische Untersuchung der Brennweiten soll durch theoretische Inhalte zur Hauptstrahlenkonstruktion und Linsengleichung unterstützt werden. Es bietet sich eine vergleichende Untersuchung der Methoden an. Optional kann eine Brennweitenbestimmung nach Bessel erfolgen. Fachübergreifende Bezüge zur Biologie, Pathologie und Medizintechnik sind in diesem Bereich empfehlenswert. Das „Sehen“ als Themenbereich ermöglicht eine Vertiefung dieses Themenfeldes. Vertiefungen auf diesem Gebiet lassen sich durch die Unterscheidung zwischen terrestrischen, astronomischen und Galileischen Fernrohren realisieren. Weiterführende Inhalte zur Prismenspektrometrie können ergänzend eingebracht werden.

4 THEMENFELDER, KOMPETENZERWERB UND INHALTE IN DER QUALIFIKATIONSPHASE

4.1 Übersicht über die Themenfelder

Themenfeld 7

Drehbewegungen, elektrisches und magnetisches Feld

12/1

Themenfeld 8

Elektromagnetische Induktion, Wechselstromtechnik
und Schwingungen

12/2

Themenfeld 9

Wellenoptik und Elektronik

13/1

Themenfeld 10

Radioaktivität

13/2

4.2 Kompetenzerwerb und Inhalte der Themenfelder

Themenfeld 7

Drehbewegungen, elektrisches und magnetisches Feld

Kompetenzerwerb im Themenfeld

TEIL A Drehbewegungen starrer Körper

Die Schülerinnen und Schüler ...

- untersuchen gleichförmige Kreisbewegungen, um ihr Wissen zu vertiefen;
- wenden Wissen zur beschleunigten Translation auf beschleunigte Rotationen an;
- vergleichen die Bewegungsarten beschleunigte Translation und beschleunigte Rotationen;
- untersuchen die Trägheit starrer Körper;
- untersuchen die Größen Drehmoment und Trägheitsmoment;
- überprüfen den Steinerschen Satz,;
- entwickeln und erweitern Formeln zur Energieerhaltung im Kontext der Rotation;
- reflektieren die Gültigkeit der Energieerhaltung durch kritische Auswertung fehlerbehafteter Versuche.

In den Bereichen Sozialkompetenz und Selbstkompetenz erfolgt eine kontinuierliche Weiterentwicklung auf der Basis der Vorgaben in den Kapiteln 2.2.3 und 2.2.4.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Drehbewegung starrer Körper • Versuche zur Winkelbeschleunigung und gleichmäßig beschleunigten Drehbewegung • Versuche zum Drehmoment und zum Trägheitsmoment • Versuch zum Steinerschen Satz • Energieerhaltung am herabrollenden Körper	Mit den Versuchen zur gleichmäßig beschleunigten Kreisbewegung wird ein direkter Vergleich der geradlinigen Bewegung $s(t) = \frac{a}{2} \cdot t^2$ mit der Kreisbewegung $\varphi(t) = \frac{\alpha}{2} \cdot t^2$ ermöglicht. Versuche zum Trägheitsmoment ermöglichen die Anschauung der Trägheit. Mit diesem Wissen kann der Steinersche Satz untersucht werden. Dieser bietet eine gute Möglichkeit, lineare Funktionen im Physikunterricht zu verdeutlichen. Ein Versuch zum Steinerschen Satz eignet sich als Klausur. Die Schülerinnen und Schüler ergänzen zu ihrem Wissen zur Energieerhaltung die Rotationsenergie und untersuchen deren Einfluss auf die Gesamtenergie eines Systems.

TEIL B Elektrisches Feld

Die Schülerinnen und Schüler ...

- wenden grundlegende Gesetze der Elektrostatik an und
- erläutern deren Bezug und Wichtigkeit im Alltag;
- beschreiben physikalische Modelle der Feldlinien und die vektorielle Größe Feldstärke;
- untersuchen die Nützlichkeit der genannten Modelle in der technischen Anwendung;
- beschreiben Kondensatoren als Ladungs- und Energiespeicher;
- wenden die physikalischen Größen Kapazität, Ladung und Spannung in unterschiedlichen technischen Zusammenhängen exakt an;
- mathematisieren und dokumentieren Auf- und Entladeprozesse bei Kondensatoren und ermitteln rechnerisch und grafisch die entsprechenden Zeitkonstanten sowie die Halbwertszeiten;
- wenden Exponential- und Logarithmusfunktionen im elektrotechnischen Kontext an.

In den Bereichen Sozialkompetenz und Selbstkompetenz erfolgt eine kontinuierliche Weiterentwicklung auf der Basis der Vorgaben in den Kapiteln 2.2.3 und 2.2.4.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Elektrisches Feld • Versuche zum elektrischen Feld • Versuche zum Kondensator	Die Wirkungen von Feldgrößen sollen am Beispiel des elektrischen Feldes untersucht werden. Es bietet sich als technisches Bauteil der Kondensator, vorzugsweise der Plattenkondensator an. Dabei können grundlegende Konzepte wie die elektrische Feldkraft auf die Platten des Kondensators und die Äquipotentiallinien gemessen werden. In weiterführenden Versuchen werden Prozesse wie das Auf- und Entladen eines Kondensators experimentell und mathematisch untersucht. Dazu können Messwerterfassungsprogramme, wie z. B. Cassylab verwendet werden.

TEIL C Magnetisches Feld

Die Schülerinnen und Schüler ...

- beschreiben den Einfluss von elektrischen und magnetischen Feldern auf die Bewegung geladener Teilchen und wenden dabei Modellvorstellungen zu Feldlinien an;
- wenden grundlegende Begriffe des Magnetismus an;
- skizzieren Feldlinienbilder mit Fluss- und Feldrichtung;
- berechnen magnetische Feldstärken;
- untersuchen mithilfe der Lorentzkraft die Wirkungen magnetischer Felder auf stromdurchflossene Leiter und wenden die Rechte-Hand-Regel in verschiedenen Situationen an.

In den Bereichen Sozialkompetenz und Selbstkompetenz erfolgt eine kontinuierliche Weiterentwicklung auf der Basis der Vorgaben in den Kapiteln 2.2.3 und 2.2.4.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Magnetfeld • Versuche mit langen Spulen • Lorentzkraft	Magnetfelder und deren Wirkungen auf andere Felder oder stromdurchflossene Leiter werden untersucht. Die Nutzung von langen Spulen bietet sich dabei an, um möglichst lokal homogene Magnetfelder zu erhalten. Dabei sollte elektromagnetische Induktion nur soweit vorweggegriffen werden, dass die Schülerinnen und Schüler die Entstehung des B-Feldes um die Spule begreifen. Ein Helmholtz-Spulenpaar kann als Spezialfall experimentell behandelt werden. Für die Messung der Lorentzkraft bieten sich Versuche mit weiteren Leiterschleifen und Kraftmessungssensoren an. Eine Auswertung mit Datenauswertungssoftware ist sinnvoll.
Vertiefungsthema: Hall-Effekt	Die Messung einer Hall-Spannung ist eine nachvollziehbare Wirkung von B-Feldern auf stromdurchflossene Leiter und die innere Ablenkung der Ladungsträger. Die Schülerinnen und Schüler können bei der Untersuchung verschiedener Materialien die jeweiligen Hall-Konstanten ermitteln und mit den Literaturwerten vergleichen.

Themenfeld 8

Elektromagnetische Induktion, Wechselstromtechnik und Schwingungen

TEIL A Elektromagnetische Induktion und Wechselstromtechnik

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erklären Induktion mithilfe der Rechte-Hand-Regel;
- entwerfen geeignete Schaltungen zur Überprüfung vorhandener Theorien zur elektromagnetischen Induktion und skizzieren diese;
- untersuchen Induktionsspannungen in Abhängigkeit der zeitlichen Änderungen der Größen magnetische Feldstärke, Fläche, Stromstärke;
- überprüfen experimentell ermittelte Ergebnisse mithilfe mathematischer Methoden und wenden dabei auch Methoden der Differential- und Integralrechnung in angemessenen Maßen an;
- weisen anhand aufgenommener Daten mathematische Vorhersagen und Gesetze nach;
- stellen Induktionsvorgänge unter Anwendung der Lenz'schen Regel dar und weisen anhand dieser Regel den Energieerhaltungssatz und die Trägheit des magnetischen Feldes nach;
- beschreiben und erläutern technische Anwendungen, die auf Induktion beruhen;
- erklären Wirkungsweise und technischen Nutzen von Transformatoren;
- wenden die mathematischen Beziehungen von Scheitel-, Effektiv- und Momentanwerten einer sinusförmigen Wechselspannung an;
- begründen die Phasenverschiebungen der elektrischen Kenngrößen an den verschiedenen elektronischen Bauteilen und überprüfen die experimentellen Befunde mithilfe von Zeigerdiagrammen;
- beschreiben und berechnen, wie beim elektrischen Schwingkreis magnetische und elektrische Energie ineinander umgewandelt werden können, unter Anwendung der Analogie eines mechanischen Federpendels;
- untersuchen das Verhalten frequenzabhängiger Widerstände von Kapazitäten und Induktivitäten im Wechselstromkreis;
- entwickeln passende Schaltungen aus Wechselstromwiderständen zur Untersuchung der Funktion von Frequenzfiltern und beschreiben deren Wirkungsweisen als getriebene, resonante Schwingkreise.

In den Bereichen Sozialkompetenz und Selbstkompetenz erfolgt eine kontinuierliche Weiterentwicklung auf der Basis der Vorgaben in den Kapiteln 2.2.3 und 2.2.4.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Elektromagnetische Induktion • Versuche zur Induktion bei langen Spulen • Induktionsspannung • Transformator	Auf die allgemeinen Sicherheitsmaßnahmen im Bereich der Elektrotechnik ist zu achten. Versuche zur Induktion, z. B. als Leiterstück im veränderlichen Magnetfeld, eignen sich als Klausurversuche. Eine Datenaufnahme mittels Messwerterfassungssystem ist empfehlenswert.
Wechselstromtechnik • Kenngrößen des Wechselstroms • Kondensator im AC-Kreis • Spule im AC-Kreis • RLC-Reihen- und Parallelschaltungen und Resonanz • Hoch-, Tief- und Bandpass	In diesem Themenfeld ist zu empfehlen, zunächst die einzelnen Kenngrößen nacheinander und aufeinander aufbauend einzuführen, um eine nachfolgend kompetente Anwendung seitens der Schülerinnen und Schüler zu gewährleisten. Empfehlenswert ist der Einsatz von Oszilloskopen, alternativ können auch separate Messungen der einzelnen Kenngrößen erfolgen. Eine Anwendung von Logarithmuspapier neben der digitalen Auswertung mittels eines Datenauswertungsprogrammes wird empfohlen.

Themenfeld 8

Elektromagnetische Induktion, Wechselstromtechnik und Schwingungen

TEIL B Schwingungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- untersuchen mechanischen Schwingungen am Beispiel von Feder- und Faden-pendel, um ihr Wissen zu vertiefen;
- beschreiben Analogien zwischen mechanischen und elektrischen schwingenden Systemen;
- treffen Vorhersagen über mechanische Schwingungen auf Grundlage der Erfahrungen zu elektromagnetischen Schwingkreisen;
- stellen Schwingungen mittels Zeigerdiagrammen dar und untersuchen Schwebung als Folge der Überlagerung von Schwingungen;
- untersuchen die Wirkungen von Erregerfrequenzen auf Resonatoren und leiten daraus Regeln für Resonanzverhalten her.

In den Bereichen Sozialkompetenz und Selbstkompetenz erfolgt eine kontinuierliche Weiterentwicklung auf der Basis der Vorgaben in den Kapiteln 2.2.3 und 2.2.4.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Mechanische Schwingungen • harmonische Schwingungen von Federpendel-kombinationen • erzwungene Schwingungen und Resonanz • gedämpfte harmonische Schwingungen • Versuche zum Kondensator	In Reihen- und Parallelkombinationen von Federpendeln lassen sich harmonische Schwingungen darstellen. Außerdem lassen sich hier Analogien zu elektrischen Schaltkreisen feststellen. Weiterführende Versuche dienen der Vertiefung des Themas. Es bietet sich an, Vorhersagen anhand der Erkenntnisse aus dem Themenbereich zur Wechselstromtechnik als Vorhersagen für die Erwartungen der mechanischen Analogien zu treffen und diese anhand der experimentellen Befunde zu bestätigen. Weiterführende Experimente zur Akustik, z. B. das Schwingungsverhalten von Stimmgabeln oder Saiten von Instrumenten unter Nutzung der Fourieranalyse bieten sich für diesen Themenbereich an.

Themenfeld 9

Wellenoptik und Elektronik

TEIL A Wellenoptik

Die Schülerinnen und Schüler ...

- führen grundlegende Experimente zur Beugung und Interferenz durch;
- verbessern und erweitern ihre Fähigkeiten zum Aufbau und Justage von optischen Experimenten;
- unterscheiden und vergleichen Linien- und kontinuierliche Spektren;
- untersuchen Fresnel- und Fraunhofer'sche Beugung unter kritisch-reflektierter Beurteilung technischer Anwendungen;
- übertragen Wissen auf überfachliche Kontexte und recherchieren Anwendungsmöglichkeiten der Spektrometrie in der modernen Forschung.

In den Bereichen Sozialkompetenz und Selbstkompetenz erfolgt eine kontinuierliche Weiterentwicklung auf der Basis der Vorgaben in den Kapiteln 2.2.3 und 2.2.4.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Wellenoptik • Beugung und Interferenz am optischen Gitter • Aufbau eines Gitterspektrometers • Umgang mit kommerziellen Spektrometern • Experimente mit Laserlicht am Einfachspalt	Es bietet sich an, Beugung und Interferenz an optischen Instrumenten zu untersuchen. Dazu kann eine Unterscheidung zwischen Einfach-, Doppelspalt und Mehrfachspalte vorgenommen werden. Beim Gitterspektrometer werden Spektrallampen untersucht. Dabei kann zwischen Fresnel- und Fraunhoferscher Beugung differenziert werden. Eine CD oder DVD kann als Reflexionsgitter untersucht werden. Bezüge zur Astrophysik sowie zu chemischen Verfahren tragen zum Erkenntnisgewinn bei. Die Schülerinnen und Schüler beachten die Regeln bei der Anwendung von Lasern. Durch Vergleiche mit den Interferenzspektren von Doppel- und Mehrfachspalten kann auf das Auflösungsvermögen optischer Geräte Bezug genommen werden. Einführend können Analogieexperimente mit Seil- und Wasserwellen durchgeführt werden. Versuche zu Mikrowellen bieten sich als Rotationspraktikum an. In diesem Kontext kann der Dezimeterwellensender fachpraktische Anwendung finden.

TEIL B Elektronik

Die Schülerinnen und Schüler ...

- führen grundlegende Versuche zur Elektronik durch;
- erklären grundlegende Eigenschaften von Festkörpern mit einem einfachen Gittermodell, Elektronengasmodell sowie qualitativ mit dem Bändermodell;
- erklären die p- und n-Dotierung von Halbleitern und in diesem Zusammenhang p-n-Übergänge bei Dioden und später bei Transistoren;
- messen und interpretieren Kennlinien von Halbleiterbauelementen;
- untersuchen quantenphysikalische Ereignisse, wie diskrete Energieaufnahmen und -abgaben anhand von Leuchtdioden;
- beschreiben und bewerten die Anwendungen wichtiger Halbleiterbauelemente auch im Rahmen der Mikrosystemtechnologie.

In den Bereichen Sozialkompetenz und Selbstkompetenz erfolgt eine kontinuierliche Weiterentwicklung auf der Basis der Vorgaben in den Kapiteln 2.2.3 und 2.2.4.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Elektronik • Dioden • h-Bestimmung mittels Leuchtdiode • Transistoren und Bauelemente • weitere grundlegende Schaltungen	Die Aufnahme der I(U)- Kennlinie einer Diode sollte durch eine theoretische Besprechung der physikalischen Prozesse innerhalb der Diode ergänzt werden, um ein Verständnis des elektronischen Bauelements zu fördern. Als Anwendung ist es sinnvoll, das Plancksche Wirkungsquantum mittels einer Platine mit LEDs zu bestimmen. Hier bietet es sich an, die Wellenlänge der LED mittels eines Gitterspektrometers auszuwerten, um eine Verbindung mit dem Thema Wellenoptik zu schaffen. Auf Grundlage des Fachwissens zu den Dioden kann der Transistor betrachtet werden. Experimente zum Transistor als Schalter ermöglichen ein verbessertes Verständnis des elektronischen Bauteils. Da Messverstärker im Praktikum häufig zum Einsatz kommen, ist die genauere Betrachtung des Funktionsprinzips in Form eines Operationsverstärkers sinnvoll. Ergänzend können Kippstufen und logische Schaltungen betrachtet werden.

Themenfeld 10

Radioaktivität

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler ...

- wenden bekanntes Wissen zur Strahlung und zu geladenen Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern im Kontext ionisierender Strahlung und Strahlenschutz an;
- führen die grundlegenden Versuche zur radioaktiven Strahlung mit einfachen Zählrohren selbst durch, wobei besondere Sicherheitsbestimmungen im Rahmen der Strahlenschutzverordnung eingehalten werden;
- unterscheiden die drei Strahlungsarten α , β und γ experimentell;
- schätzen Nutzen und Gefahrenpotential der Kernphysik und der Radioaktivität richtig ein;
- beurteilen die Anwendungsmöglichkeiten von Technologien auf Basis der Kernkraft und Radioaktivität im überfachlichen Kontext;
- führen Versuche in Zusammenarbeit mit außerschulischen Lernorten durch.

In den Bereichen Sozialkompetenz und Selbstkompetenz erfolgt eine kontinuierliche Weiterentwicklung auf der Basis der Vorgaben in den Kapiteln 2.2.3 und 2.2.4.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Radioaktivität • Strahlenschutz und Dosimetrie • Abstands- und Absorptionsgesetz • Versuche zur α-, β- und γ- Strahlung • Aufnahme und Auswertung eines Röntgenspektrums • Versuche zu geladenen Teilchen im Magnetfeld	Es empfiehlt sich zu Beginn dieses Themenfeldes die Grundbegriffe der Statistik (Zufallsgröße, Mittelwert, Streuung, Poisson- bzw. Gauß-Verteilung) zu wiederholen. Das Absorptionsgesetz kann sowohl über die Dicke des Materials als auch über die materialspezifische Absorptionsrate untersucht werden. Mit Versuchen zur Ablenkung radioaktiver Strahlung in Feldern können weitere Eigenschaften untersucht werden. Je nach Gegebenheiten und Zeitplanung können die Experimente zur α- und γ-Spektroskopie als Rotationspraktikum durchgeführt werden Bewegte Ladungsträger im B-Feld lassen sich u. a. im Fadenstrahlrohr sichtbar machen. In weiteren Versuchen können als Quellen für geladene Teilchen α- und β-Strahler unter Beachtung des Strahlenschutzes verwendet werden.
Vertiefungsthema: Nachweisverfahren für Elementarteilchen	In Zusammenarbeit mit dem DESY Zeuthen: Detektoren für Myonen werden bei einem Praktikumstermin erprobt.

Bitte auch umseitige Hinweise berücksichtigen.

Hinweise zur Nutzung von radioaktiven Präparaten und Schulröntgeneinrichtungen im Themenfeld 10

Die unterrichtende Lehrkraft bei Nutzung radioaktiver Präparate muss eine fachkundige Person sein, die an der Schule zum Strahlenschutzbeauftragten bestellt wurde (§ 31 Abs. 3 StrlSchV). Die rechtlichen Rahmenbedingungen beim Umgang mit radioaktiven Präparaten an Schulen sind der Strahlenschutzverordnung zu entnehmen.

Es empfiehlt sich die Nutzung radioaktiver Präparate unterhalb der Freigrenze (Anlage III/Tabelle 1/Spalte 2 StrlSchV) für den Schulunterricht, da der Umgang mit diesen Präparaten genehmigungsfrei ist (nach § 8 in Verbindung mit Anlage I/Teil B/Nr. 1 und 2 StrlSchV).

Präparate oberhalb der Freigrenze bedürfen einer Genehmigung der zuständigen Behörden gemäß § 7 StrlSchV.

Der Betrieb von Schulröntgeneinrichtungen ist anzeigebedürftig (RISU Teil I - 8.1 Verbindliche Regelungen).

Jede Strahlenexposition ist so gering wie möglich zu halten (§ 8 StrlSchG).

Es ist dafür zu sorgen, dass die Dosisgrenzwerte nicht überschritten werden (§ 9 StrlSchG). Für Einzelpersonen der Bevölkerung beträgt der Grenzwert der Summe der effektiven Dosen 1 Millisievert im Kalenderjahr (§ 80 Absatz 1 StrlSchG). Bei Einhaltung der in dieser Richtlinie (RISU Teil I - 8) festgelegten Regeln ist davon auszugehen, dass dieser Grenzwert eingehalten wird.

