

Fachanforderungen Physik

Allgemeinbildende Schulen

Sekundarstufe I

Sekundarstufe II

4. überarbeitete Auflage

Impressum

Herausgeber: Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur des Landes Schleswig-Holstein
Brunswiker Straße 16 -22, 24105 Kiel

Layout: Stamp Media GmbH, Agentur für Kommunikation & Design, Medienhaus Kiel, Ringstraße 19, 24114 Kiel, www.stamp-media.de
Druck: Schmidt & Klaunig, Druckerei & Verlag seit 1869, Medienhaus Kiel, Ringstraße 19, 24114 Kiel, www.schmidt-klaunig.de
Kiel, Juni 2026, 4. überarbeitete Auflage
Die Landesregierung im Internet: www.schleswig-holstein.de

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der schleswig-holsteinischen Landesregierung herausgegeben.

Bestellungen können unter www.fachanforderungen.de aufgegeben werden.

Sie darf weder von Parteien noch von Personen, die Wahlwerbung oder Wahlhilfe betreiben, im Wahlkampf zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. 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. Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Fachanforderungen Physik

Allgemeinbildende Schulen

Sekundarstufe I

Sekundarstufe II

4. überarbeitete Auflage

Inhalt

I Allgemeiner Teil	6
1 Einleitung.....	6
2 Überfachliche Kompetenzen	7
3 Guter Unterricht	9
4 Zentrale Themen des gesellschaftlichen Lebens	11
5 Aufgabenfelder von besonderer Bedeutung	11
6 Leistungsbeurteilung	13
II Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I	16
1 Das Fach Physik in der Sekundarstufe I	16
1.1 Grundlagen und Lernausgangslage	16
1.2 Der Beitrag des Faches zur allgemeinen und fachlichen Bildung	16
1.3 Didaktische Leitlinien	17
1.4 Anforderungsebenen und Anforderungsbereiche	20
2 Kompetenzbereiche	21
2.1 Kompetenzbereiche	21
2.2 Basiskonzepte	36
3 Themen und Inhalte des Unterrichts	38
4 Schulinternes Fachcurriculum	42
5 Leistungsbeurteilung	44

III Fachanforderungen Physik Sekundarstufe II	48
1 Das Fach Physik in der Sekundarstufe II an Gymnasien und Gemeinschaftsschulen	48
1.1 Grundlagen und Lernausgangslage	48
1.2 Der Beitrag des Faches zur allgemeinen und fachlichen Bildung	48
1.3 Didaktische Leitlinien	49
1.4 Anforderungsniveaus und Anforderungsbereiche	50
2 Kompetenzbereiche - <i>Kompetenzbereiche, Basiskonzepte und Inhalte</i>	52
2.1 Kompetenzbereiche	52
2.2 Basiskonzepte	58
2.3 Inhalte	60
3 Themen und Inhalte des Unterrichts	73
4 Schulinternes Fachcurriculum	74
5 Leistungsbewertung	75
5.1 Unterrichtsbeiträge	75
5.2 Leistungsnachweise	76
6 Die Abiturprüfung	78
6.1 Die schriftliche Abiturprüfung	78
6.2 Die mündliche Abiturprüfung	79
6.3 Die Präsentationsprüfung	80
6.4 Die besondere Lernleistung	80
IV Anhang	82

I Allgemeiner Teil

1 Einleitung

Geltungsbereich

Fachanforderungen gelten für die Primarstufe, die Sekundarstufe I und die Sekundarstufe II aller allgemeinbildenden Schulen in Schleswig-Holstein. Sie enthalten ebenso wie Lehrpläne verbindliche Vorgaben. Die Fachanforderungen gehen von den Bildungs- und Erziehungszielen aus, wie sie im Schulgesetz formuliert sind (§ 4 SchulG). In allen Fächern, in denen die Kultusministerkonferenz Bildungsstandards beschlossen hat, liegen diese den Fachanforderungen zugrunde. Sie berücksichtigen auch die Vereinbarungen der Kultusministerkonferenz für die Sekundarstufe I und die Sekundarstufe II.

Funktionen

Fachanforderungen beschreiben den spezifischen Beitrag eines jeden Faches zur allgemeinen und fachlichen Bildung. In den Fachanforderungen ist festgelegt, was Schülerinnen und Schüler am Ende der Primarstufe, der Sekundarstufe I und der Sekundarstufe II wissen und können sollen. Im Fokus des Unterrichts steht der Kompetenzerwerb. Die fachlichen Anforderungen werden als Kompetenz- beziehungsweise Leistungserwartungen beschrieben und teilweise mit Themen und Inhalten verknüpft. Die Fachanforderungen für die Primarstufe weisen zusätzlich Kompetenzerwartungen für das Ende der Eingangsphase aus. Die Fachanforderungen für die Sekundarstufe I und die Sekundarstufe II enthalten Rahmenvorgaben für die Abschlussprüfungen der entsprechenden Schulabschlüsse.

Die Fachanforderungen dienen der Transparenz und der Vergleichbarkeit. Durch ihre schulartübergreifende Gültigkeit gewährleisten sie die Durchlässigkeit und Mobilität im Schulwesen.

Entstehungsprozess

Die Fachanforderungen werden von Fachkommissionen erstellt und überarbeitet. In die Kommissionsarbeit sind in der Regel Landesfachberatungen, Studienleitungen aus dem Institut für Qualitätsentwicklung an Schulen Schleswig-Holstein sowie Schul- und Fachaufsichten aus dem Bildungsministerium und Lehrkräfte der entsprechenden Schularten und Fächer aus den Schulen eingebunden. Die

Fachanforderungen werden vor der Inkraftsetzung wissenschaftlich begutachtet. Sie durchlaufen eine Anhörung und werden den Fachlehrkräften im Land auf Informationsveranstaltungen vorgestellt und mit ihnen diskutiert. Hinweise aus diesem Verfahren werden bei der Erstellung der Endfassung in den Fachkommissionen erörtert.

Implementation

Lehrkräfte gestalten den Unterricht und die Förderung der Persönlichkeitsentwicklung in eigener pädagogischer Verantwortung (§ 34 Absatz 1 SchulG). Sie berücksichtigen bei der konkreten Ausgestaltung des Unterrichts die Fachanforderungen und die Beschlüsse der Fachkonferenz im schulinternen Fachcurriculum und setzen deren verbindliche Vorgaben um. Mit ihren Vorgaben bilden die Fachanforderungen den Rahmen für die Fachkonferenzarbeit in den Schulen. Innerhalb dieser Rahmenvorgaben besitzen die Fachkonferenzen im Benehmen mit der Schulleitung Gestaltungsfreiheit bezüglich der Ausgestaltung der durch die Schulkonferenz beschlossenen schulischen Kontingenzstundentafel, der Lern- und Unterrichtsorganisation, der pädagogisch-didaktischen Konzepte sowie der inhaltlichen Schwerpunktsetzungen. Die Fachanforderungen werden in der Regel durch einen Leitfaden ergänzt. Dieser enthält Anregungen zur Umsetzung in den Jahrgangsstufen und zur Weiterentwicklung des schulinternen Fachcurriculums sowie illustrierende Aufgabenbeispiele.

Schulinternes Fachcurriculum

In den schulinternen Fachcurricula werden die Kerninhalte und Kompetenzen, die in den Fachanforderungen auf den jeweiligen Abschluss bezogen ausgewiesen sind, den einzelnen Jahrgangsstufen zugeordnet. Die schulinternen Fachcurricula bilden die Planungsgrundlage für den Fachunterricht an der jeweiligen Schule und enthalten konkrete Beschlüsse zu den Aspekten: Unterricht, überfachliche Kompetenzen, Sprachbildung, Differenzierung, Lehr- und Lernmaterial, Medienkompetenz, basale / grundlegende Kompetenzen, Leistungsbeurteilung sowie Überarbeitung und Weiterentwicklung. Sie berücksichtigen die Prinzipien des fächerverbindenden und fächerübergreifenden sowie des themenzentrierten Arbeitens. Die schulinternen Fachcurricula werden durch die Fachkonferenzen regelmäßig evaluiert und weiterentwickelt.

Die jeweils aktuelle Version des schulinternen Fachcurriculums wird auf der Schulhomepage veröffentlicht.

Primarstufe

In der Primarstufe zielt der Unterricht auf den Erwerb grundlegender Allgemeinbildung ab. Die Grundschule ist eine gemeinsame Schule für alle Schülerinnen und Schüler. Sie gliedert sich in eine Eingangsphase und die Jahrgangsstufen drei und vier. Der Unterricht in der Grundschule bereitet Schülerinnen und Schüler auf einen erfolgreichen Übergang in die Gemeinschaftsschule oder das Gymnasium vor. Schülerinnen und Schüler wechseln am Ende der vierten Jahrgangsstufe in die Sekundarstufe I einer weiterführenden allgemeinbildenden Schule.

Sekundarstufe I

In der Sekundarstufe I zielt der Unterricht sowohl auf den Erwerb von Allgemeinbildung als auch auf die berufliche Orientierung der Schülerinnen und Schüler ab. An Gemeinschaftsschulen können Schülerinnen und Schüler am Ende der neunten Jahrgangsstufe den Ersten allgemeinbildenden Schulabschluss, am Ende der zehnten Jahrgangsstufe den Mittleren Schulabschluss mit und ohne Versetzung in die Sekundarstufe II erlangen (§ 43 Absatz 2 SchulG, § 7 Absatz 5-6 GemVO). Die Schülerinnen und Schüler erwerben am Gymnasium mit der Versetzung in die zehnte Jahrgangsstufe den Ersten allgemeinbildenden Schulabschluss und mit der Versetzung in die elfte Jahrgangsstufe den Mittleren Schulabschluss (§ 44 Absatz 2 SchulG). In den Fachanforderungen für die Sekundarstufe I werden die angestrebten Kompetenzen und die zentralen Inhalte auf drei Anforderungsebenen ausgewiesen:

1. Erster allgemeinbildender Schulabschluss (ESA): Die Anforderungsebene beschreibt die Regelanforderungen für den Erwerb des Ersten allgemeinbildenden Schulabschlusses. Diese sind in den folgenden Anforderungsebenen enthalten.
2. Mittlerer Schulabschluss (MSA): Die Anforderungsebene beschreibt die über den Ersten allgemeinbildenden Schulabschluss hinausgehenden Regelanforderungen für den Erwerb des Mittleren Schulabschlusses. Diese sind in der folgenden Anforderungsebene enthalten.
3. Allgemeine Hochschulreife (AHR): Die Anforderungsebene beschreibt die über den Mittleren Schulab-

schluss hinausgehenden Regelanforderungen für den Erwerb der Allgemeinen Hochschulreife.

Der Unterricht in der Sekundarstufe I der Gemeinschaftsschule führt Schülerinnen und Schüler entsprechend ihrem Leistungsvermögen zum Ersten allgemeinbildenden Schulabschluss, zum Mittleren Schulabschluss und zum Übergang in die Oberstufe mit anschließendem Erwerb der Allgemeinen Hochschulreife und muss daher allen Anforderungsebenen gerecht werden. Der Unterricht in der Sekundarstufe I am Gymnasium zielt auf einen erfolgreichen Übergang in die Oberstufe mit dem anschließenden Erwerb der Allgemeinen Hochschulreife ab. Der Bildungsgang am Gymnasium ist auf den Erwerb der Allgemeinen Hochschulreife ausgerichtet.

Sekundarstufe II

In der Sekundarstufe II zielt der Unterricht auf eine vertiefte Allgemeinbildung, die Vermittlung wissenschaftspropädeutischer Grundlagen und auf das Erreichen der allgemeinen Berufs- und Studierfähigkeit ab. In der Sekundarstufe II erwerben die Schülerinnen und Schüler mit bestandener Abiturprüfung die Allgemeine Hochschulreife und bei Abgang ohne Abitur und Erfüllung der Voraussetzungen den schulischen Teil der Fachhochschulreife (§ 36 Absatz 1, § 30 Absatz 1 in Verbindung mit §§ 31-33 OAPVO). In den Fachanforderungen für die Sekundarstufe II werden die angestrebten Kompetenzen und die zentralen Inhalte auf zwei Anforderungsniveaus ausgewiesen (§ 6 OAPVO):

1. Unterricht mit grundlegendem Anforderungsniveau repräsentiert das Lernniveau der Oberstufe unter dem Aspekt einer wissenschaftspropädeutischen Bildung.
2. Unterricht mit erhöhtem Anforderungsniveau repräsentiert das Lernniveau der Oberstufe unter dem Aspekt einer wissenschaftspropädeutischen Bildung, die exemplarisch vertieft wird.

2 Überfachliche Kompetenzen

Überfachliche Kompetenzen sind sowohl Bildungsziele als auch Voraussetzungen für erfolgreiche Lernprozesse. Unter überfachlichen Kompetenzen werden Fähigkeiten, Fertigkeiten und Einstellungen gefasst, die zur Teilhabe

am gesellschaftlichen Leben und zur Aneignung fachlichen Wissens notwendig sind. Sie sind die Voraussetzung zur Bewältigung unterschiedlicher Herausforderungen und zu langfristig erfolgreichem Lernen. Sie werden als kognitive und handlungsbezogene Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie soziale und motivationale Haltungen und Einstellungen verstanden. Überfachliche Kompetenzen sind nicht einzelnen Bildungsbereichen oder Fächern zugeordnet, sondern bereichsübergreifend relevant. Die Entwicklung und Förderung fachlicher und

überfachlicher Kompetenzen sollen im Unterricht aller Fächer zusammen gedacht und konzipiert werden. Die Vereinbarungen dazu sollen in die schulinternen Fachcurricula aufgenommen werden. Überfachliche Kompetenzen lassen sich über die folgenden Bereiche ordnen: Selbstkompetenzen (personale Kompetenzen und motivationale Einstellungen), lernmethodische Kompetenzen, soziale Kompetenzen.

Selbstkompetenzen	Lernmethodische Kompetenzen
Personale Kompetenzen • Selbstwirksamkeit: Die Schülerin bzw. der Schüler hat Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten und glaubt an die Wirksamkeit des eigenen Handelns. • Selbstbehauptung: Die Schülerin bzw. der Schüler entwickelt eine eigene Meinung, trifft Entscheidungen und vertritt diese gegenüber anderen. • Selbstreflexion: Die Schülerin bzw. der Schüler schätzt eigene Fähigkeiten realistisch ein und nutzt eigene Potenziale.	• Lernstrategien: Die Schülerin bzw. der Schüler geht beim Lernen strukturiert und systematisch vor, plant und organisiert Arbeitsprozesse. • Problemlösefähigkeit: Die Schülerin bzw. der Schüler kennt und nutzt unterschiedliche Wege, um Probleme zu lösen. • Medienkompetenz: Die Schülerin bzw. der Schüler verarbeitet Informationen angemessen. Vgl. die sechs Kompetenzbereiche der KMK-Strategie <i>Bildung in der digitalen Welt</i> (2016).
Motivationale Einstellungen • Engagement: Die Schülerin bzw. der Schüler zeigt persönlichen Einsatz und Initiative. • Lernmotivation: Die Schülerin bzw. der Schüler ist motiviert, etwas zu lernen oder zu leisten. • Ausdauer: Die Schülerin bzw. der Schüler arbeitet ausdauernd und konzentriert.	Soziale Kompetenzen • Kooperationsfähigkeit: Die Schülerin bzw. der Schüler arbeitet konstruktiv mit anderen zusammen und übernimmt Verantwortung in Gruppen. • Konstruktiver Umgang mit Vielfalt: Die Schülerin bzw. der Schüler zeigt Toleranz und Respekt gegenüber anderen und geht angemessen mit Widersprüchen um. • Konstruktiver Umgang mit Konflikten: Die Schülerin bzw. der Schüler verhält sich in Konflikten angemessen, versteht die Sichtweisen anderer und geht darauf ein.

Abbildung: Struktur überfachlicher Kompetenzen

Selbstkompetenzen

Zu den Selbstkompetenzen zählen personale Kompetenzen und motivationale Einstellungen. Personale Kompetenzen beschreiben Einstellungen und Haltungen sich selbst gegenüber. Es geht dabei um das Bewusstsein eigener Stärken, Schwächen und Potenziale und eine gesunde Form von Selbstvertrauen. Schülerinnen und Schüler mit gut ausgeprägten personalen Kompetenzen nehmen Herausforderungen an, schätzen sich realistisch ein und

lassen sich durch Misserfolge nicht entmutigen. Sie entwickeln eine eigene Meinung, stehen dazu und können sich behaupten. Motivationale Einstellungen sind Motor jeden Handelns und nehmen so Einfluss auf das lernbezogene Verhalten. Schülerinnen und Schüler mit gut ausgeprägten motivationalen Einstellungen zeigen Einsatz, Engagement und Zielstrebigkeit. Sie strengen sich an, um sich zu verbessern und ihre Fähigkeiten und Fertigkeiten zu erweitern. Dabei arbeiten sie ausdauernd und konzentriert und

bringen Vorhaben zum Abschluss. Voraussetzung für ein engagiertes und motiviertes Lernverhalten ist ein inhaltliches Interesse am Lerngegenstand und an der Erkundung neuer Themen. Zu den Selbstkompetenzen zählen Selbstwirksamkeit, Selbstbehauptung, Selbstreflexion, Engagement, Lernmotivation und Ausdauer.

Lernmethodische Kompetenzen

Lernmethodische Kompetenzen bilden die Grundlage für einen bewussten Wissens- und Kompetenzerwerb und damit für erfolgreiches, selbstgesteuertes Lernen. Wesentlich sind dabei die Kenntnisse über die Mittel und Methoden des Lernens. Schülerinnen und Schüler mit gut ausgeprägten lernmethodischen Kompetenzen gehen planvoll, strukturiert und systematisch beim Lernen vor. Dabei überprüfen sie regelmäßig ihre Arbeitsergebnisse und korrigieren diese bei Bedarf. Sie denken und handeln vorausschauend, erkennen Zusammenhänge und finden neue Lösungswege. Sie wissen, wie sie an Informationen gelangen, die sie auch kritisch hinterfragen und einordnen. Zu den lernmethodischen Kompetenzen zählen Lernstrategien, Problemlösefähigkeit und Medienkompetenz.

Soziale Kompetenzen

Soziale Kompetenzen sind erforderlich, damit Kinder und Jugendliche in der Interaktion mit anderen gut zu-recht kommen. Sie sind die Voraussetzung dafür, soziale Beziehungen aufzunehmen und so zu gestalten, dass sie von gegenseitiger Anerkennung und Wertschätzung geprägt sind. Schülerinnen und Schüler mit gut ausgeprägten sozialen Kompetenzen arbeiten konstruktiv in Gruppen und unterstützen andere. Sie erkennen die Vorschläge und Leistungen anderer an und halten sich an Regeln und Absprachen. Konflikten gehen sie nicht aus dem Weg, sondern zeigen sich kompromissbereit. Sie verstehen und respektieren die Gefühle und Grenzen anderer und berücksichtigen deren Interessen. Anderen Lebensweisen und Kulturen gegenüber sind sie aufgeschlossen, tolerant und respektvoll. Zu den sozialen Kompetenzen zählen Kooperationsfähigkeit, konstruktiver Umgang mit Konflikten und konstruktiver Umgang mit Vielfalt.

Medienkompetenz: Selbststeuerung, Eigenständigkeit und der verantwortungsvolle Umgang mit digitalen Medien und Werkzeugen sind wichtige Voraussetzungen für den Erwerb der Medienkompetenz. In der Strategie der Kultusministerkonferenz *Bildung in der digitalen Welt* (2016) haben sich die Länder auf einen fachintegrativen Kompetenzrahmen verständigt, der sechs Kompetenzbereiche unterscheidet.

- K1: Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren
- K2: Kommunizieren und Kooperieren
- K3: Produzieren und Präsentieren
- K4: Schützen und sicher Agieren
- K5: Problemlösen und Handeln
- K6: Analysieren und Reflektieren

Eine Konkretisierung der Kompetenzen für die Primarstufe, die Sekundarstufe I und die Sekundarstufe II ist der *Ergänzung zu den Fachanforderungen: Medienkompetenz – Lernen mit digitalen Medien* (2024) zu entnehmen.

Fragebögen

Zur Einschätzung und Dokumentation überfachlicher Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern stellt das Institut für Qualitätsentwicklung an Schulen Schleswig-Holstein Fragebögen und ein erläuterndes Handbuch für verschiedene Altersgruppen zum [Download](#) zur Verfügung. Die Fragebögen zur Einschätzung überfachlicher Kompetenzen sind ein wissenschaftlich fundiertes Instrument, um einen differenzierten Blick auf Kompetenzen, Entwicklungen und Potenziale einzelner Schülerinnen und Schüler zu werfen. Die transparent formulierten Kriterien können auch bei der Kommunikation zwischen allen am Lern- und Erziehungsprozess beteiligten Personen unterstützen.

3 Guter Unterricht

Guter Unterricht ist von zentraler Bedeutung für Lehrkräfte, da er maßgeblich den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler beeinflusst. Dabei spielen nicht nur die Organisationsformen, Methoden und Medien eine Rolle, sondern vor allem die Tiefenstruktur des Unterrichts, die in drei zentralen Dimensionen guten Unter-

richts beschrieben werden kann: strukturierte Klassenführung, kognitive Aktivierung und konstruktive Unterstützung.

Strukturierte Klassenführung

Strukturierte Klassenführung bedeutet, dass die Lehrkraft das Unterrichtsgeschehen so koordiniert und steuert, dass die zur Verfügung stehende Lernzeit optimal genutzt werden kann. Hierzu werden klare Regeln aufgestellt, um Zeitverluste durch nicht lernbezogene Aktivitäten zu vermeiden und Unterrichtsunterbrechungen vorzubeugen. Kriterien der strukturierten Klassenführung sind:

- störungsfreier Verlauf des Unterrichts,
- Überblick der Lehrkraft über das Geschehen im Unterricht,
- Nutzung der Unterrichtszeit zur Auseinandersetzung mit Lerninhalten.

Kognitive Aktivierung

Kognitive Aktivierung wird durch anspruchsvolle Aufgaben gefördert, die auf die individuellen Niveaus der Schülerinnen und Schüler abgestimmt sind und zur vertieften Auseinandersetzung mit den Inhalten herausfordern. Die Unterrichtsinhalte sollen fachlich gehaltvoll sein, an das bestehende Wissen anknüpfen und gleichzeitig verschiedene Lösungen oder Positionen aufzeigen sowie bekannte Konzepte infrage stellen. Kriterien der kognitiven Aktivierung sind:

- Fokus im Unterricht auf zentrale Inhalte,
- Ermittlung des aktuellen Verständnisses der Lernenden,
- Bearbeitung herausfordernder Fragen und Aufgaben,
- engagierte Beteiligung der Schülerinnen und Schüler am Unterrichtsgeschehen.

Konstruktive Unterstützung

Konstruktive Unterstützung der Lernenden durch die Lehrkraft zielt darauf ab, ein förderliches Lernklima zu schaffen. Dazu werden die individuellen Lernstände der Schülerinnen und Schüler diagnostiziert, sodass die Lehrkraft strukturierend eingreifen kann. Dabei gibt die Lehrkraft wertschätzendes Feedback, nimmt sich Zeit bei Verständnisschwierigkeiten, unterstützt die Lernenden und gestaltet dabei eine positive Be-

ziehung zu den Lernenden. Kriterien der konstruktiven Unterstützung sind:

- hilfreiches Feedback zum Weiterlernen durch die Lehrkraft,
- individuelle Unterstützung im Lernprozess,
- Begegnung mit gegenseitiger Wertschätzung und Respekt.

Fragebogen

Zur Beobachtung der Tiefenstrukturen von Unterricht stellt das Institut für Qualitätsentwicklung an Schulen Schleswig-Holstein einen Fragebogen und ein erläuterndes Handbuch zum [Download](#) zur Verfügung. Der Unterrichtsfeedbackbogen Tiefenstrukturen sowie das Handbuch wurden auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse entwickelt. Sie dienen dazu, die oben beschriebenen Merkmale strukturiert zu beobachten und zu reflektieren beziehungsweise zurückzumelden. Sie sind fächer- und schulartübergreifend einsetzbar.

Datengestützte Qualitätsentwicklung

Datengestützte Qualitätsentwicklung berücksichtigt empirisch gewonnene Ergebnisse zum Beispiel aus der PISA-Studie oder dem Bildungstrend. Diese bilden eine konkrete, abgesicherte Grundlage, um Maßnahmen der Schul- und Unterrichtsentwicklung einzelner Schulen sowie der Weiterentwicklung und Steuerung des Bildungssystems insgesamt bereitzustellen. Die datengestützte Qualitätsentwicklung ist neben den Fachanforderungen ein wichtiger Baustein einer kohärenten Qualitätsstrategie für Schulen in Schleswig-Holstein.

Die Ergebnisse von Vergleichsarbeiten (VERA) sind Ausgangspunkt für Strategien und Maßnahmen der Unterrichtsentwicklung. Sie ermöglichen die Identifikation von Stärken und Entwicklungsbedarfen von Lerngruppen. Vergleichsarbeiten in den Kernfächern sind länderübergreifend konzipiert und an den Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz orientiert. Die Ergebnisse geben somit Aufschluss darüber, ob und inwieweit Schülerinnen und Schüler die in den Bildungsstandards formulierten Leistungserwartungen erfüllen. Die Teilnahme an den Vergleichsarbeiten ist per Erlass sowie im Schul-

gesetz für Schülerinnen und Schüler (§ 11 Absatz 2 Satz 3 SchulG) und für Lehrkräfte (§ 34 Absatz 1 Satz 4 SchulG) geregelt. In der Grundschule ist die Etablierung regelmäßiger zentraler Überprüfungen des Leistungsstands wichtig, um die basalen Kompetenzen zu sichern. Dazu gehören die Erhebung der Lernausgangslage zu Beginn der Eingangsphase sowie Vergleichsarbeiten in der dritten Klasse.

4 Zentrale Themen des gesellschaftlichen Lebens

Schülerinnen und Schüler werden durch die Auseinandersetzung mit den zentralen Themen des gesellschaftlichen Lebens befähigt, Entscheidungen für die Zukunft zu treffen und dabei abzuschätzen, wie sich das eigene Handeln auf andere Menschen, künftige Generationen, die Umwelt oder das Leben in unterschiedlichen Kulturen auswirkt. Die zentralen Themen beschreiben wichtige Aspekte, die sowohl die Lebensgestaltung des Einzelnen als auch das gemeinsame gesellschaftliche Handeln betreffen. Schülerinnen und Schüler sollen sich in der Schule insbesondere mit den folgenden zentralen Themen auseinandersetzen:

- Grundwerte des menschlichen Zusammenlebens: Menschenrechte, das friedliche Zusammenleben in einer Welt mit unterschiedlichen Kulturen, Religionen, Gesellschaftsformen, Völkern und Nationen,
- Nachhaltigkeit der ökologischen, sozialen und ökonomischen Entwicklung: Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen, Sicherung und Weiterentwicklung der sozialen, wirtschaftlichen und technischen Lebensbedingungen im Kontext der Globalisierung,
- Gleichstellung und Diversität: Entfaltungsmöglichkeiten der Geschlechter, Wahrung des Gleichberechtigungsgebots, Wertschätzung gesellschaftlicher Vielfalt, Förderung sozialer Gerechtigkeit und Chancengleichheit,
- Partizipation: Recht auf verantwortungsvolle Mitgestaltung der eigenen soziokulturellen, politischen und wirtschaftlichen Lebensverhältnisse.

5 Aufgabenfelder von besonderer Bedeutung

Aufgabenfelder von besonderer Bedeutung sind Querschnittsthemen, die sich aus den im Schulgesetz festgelegten pädagogischen Zielen ergeben. Sie sind nicht dem Unterricht einzelner Fächer zugeordnet, sondern im Unterricht aller Fächer zu berücksichtigen:

- Basale Kompetenzen: Basale Kompetenzen sind nach dem Gutachten der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (2022) die Voraussetzung für das Erreichen der Mindeststandards in der Grundschule. Diese Kompetenzen bilden die Grundlage für anschließende Lernprozesse. Zu diesen zählen bestimmte kognitive Kompetenzen, fachliche (sprachliche und mathematische) Kompetenzen sowie sozial-emotionale Kompetenzen. Die Förderung der basalen Kompetenzen ist wichtig, um sicherzustellen, dass kein Kind den Anschluss verliert. Auch in der Sekundarstufe I und der Sekundarstufe II findet die Förderung grundlegender Kompetenzen, die die Voraussetzung für das Erreichen der Mindeststandards sind, besondere Berücksichtigung.
- Inklusive Schule und sonderpädagogische Förderung: Die inklusive Schule zeichnet sich dadurch aus, dass sie in allen Schularten und Schulstufen Kinder und Jugendliche mit und ohne Behinderung gemeinsam beschult und ihren Unterricht auf eine Schülerschaft in der ganzen Bandbreite ihrer Heterogenität ausrichtet. Diese Heterogenität bezieht sich nicht allein auf Behinderung oder sonderpädagogischen Förderbedarf. Sie steht generell für Vielfalt und schließt beispielsweise die Hochbegabung ebenso ein wie eine kulturelle Vielfalt und unterschiedliche soziale Ausgangslagen. Die Förderung von Schülerinnen und Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf orientiert sich an den Fachanforderungen der allgemeinbildenden Schulen. Je nach Förderbedarf wird die (sonderpädagogische) Unterstützung über einen individuellen Förderplan, Lernplan oder einen gewährten Nachteilsausgleich geplant und dargestellt. An allgemeinbildenden Schulen findet dies in enger Zusammenarbeit mit Lehrkräften der Förderzentren statt.

- Sprachbildung im Fachunterricht: Die Vermittlung schul- und bildungsrelevanter sprachlicher Fähigkeiten (Bildungssprache) erfolgt im Unterricht aller Fächer. Sprachbildung ist über jeden einzelnen Fachunterricht hinaus auch für Schulentwicklungsprozesse zentral. Das Ziel ist, die sprachlichen Fähigkeiten der Kinder und Jugendlichen – unabhängig von ihrer Erstsprache, sozialen Herkunft oder anderen Faktoren – im Schriftlichen sowie im Mündlichen systematisch auf- und auszubauen. Das setzt einen entsprechenden Wortschatz und die Kenntnis bildungssprachlicher grammatischer Strukturen sowie fachspezifischer Textsorten voraus. Die Lehrkräfte aller Fächer planen und gestalten den Unterricht mit Blick auf die Sprachebene Bildungssprache und stellen die Verbindung von Alltags-, Bildungs- und Fachsprache explizit her.
- Deutsch als Zweitsprache: Es gibt Schülerinnen und Schüler, die aufgrund ihrer Migrationsbiografie nicht über ausreichende Kompetenzen in der deutschen Sprache verfügen, um in vollem Umfang ihr Potenzial entfalten und an den schulischen Bildungsangeboten teilhaben zu können. Der Ausbau ihrer bildungs- und fachsprachlichen Kompetenzen im Deutschen ist ein jahrelanger Prozess, der im Unterricht aller Fächer begleitet werden muss. Deshalb sollen diese Schülerinnen und Schüler in Schulen aller Schularten und in allen Jahrgangsstufen im Rahmen einer Sprachbildung im Fachunterricht durch unterrichtliche Maßnahmen so gefördert werden, dass sie ihre sprachlichen Kompetenzen in der deutschen Sprache weiter ausbauen und erfolgreich am Unterricht teilhaben können. Ihr Wissen und Können, ihre Migrationserfahrungen sowie ihre Herkunftssprache sollen dabei als Ressource und Bereicherung verstanden und genutzt werden.
- Regional- und Minderheitensprachen: Schleswig-Holstein ist ein Mehrsprachenland, in dem Regional- und Minderheitensprachen als kultureller Mehrwert begriffen werden. Die Regionalsprache Niederdeutsch und die Minderheitensprachen Dänisch, Friesisch und Romanes stehen unter dem Schutz der Europäischen Charta der Regional- oder Minderheitensprachen. Für die Schulen und Bildungseinrichtungen des Landes erwächst daraus die Aufgabe, Dänisch, Friesisch, Niederdeutsch und Romanes zu fördern und nachhaltig zu ihrem Erhalt und ihrer Weiterentwicklung beizutragen.
- Kulturelle Bildung: Kulturelle Bildung ist unverzichtbarer Teil der ganzheitlichen Persönlichkeitsentwicklung, die die Einzelne und den Einzelnen zur Mitgestaltung von gesellschaftlicher Prozesse befähigt und unabhängig von sozioökonomischen Rahmenbedingungen kulturelle Teilhabe ermöglicht. Der Zusammenarbeit mit professionellen Kulturschaffenden aller Genres kommt hierbei in allen Fächern und insbesondere an außerschulischen Lernorten eine besondere Bedeutung zu.
- Berufliche Orientierung: Die berufliche Orientierung im schulischen Kontext soll allen Schülerinnen und Schülern ermöglichen, altersangemessen und schrittweise ein Verständnis über ihre individuellen Stärken, Potenziale und Interessen zu entwickeln und sich Vorstellungen über die eigene Zukunft zu erarbeiten. Sie sollen lernen, eigenverantwortliche Entscheidungen über den jeweils nächsten Schritt auf ihrem Bildungs- und Berufsweg zu treffen und diese in der Schule und nach dem Verlassen der Schule umsetzen. Berufliche Orientierung ist für alle Fächer und Jahrgangsstufen eine verbindliche Querschnittsaufgabe. Dabei ist die Zusammenarbeit der Schulen mit externen Partnern, wie zum Beispiel der Berufsberatung der Agenturen für Arbeit, den Jugendberufsagenturen und Unternehmen zentral.
- Demokratiebildung: Es gehört zum Auftrag von Schule, junge Menschen auf ihre Stellung als Bürgerin und Bürger in einem freiheitlichen demokratischen Staat vorzubereiten und sie zur Teilhabe und zur Übernahme von Verantwortung zu befähigen. Die Schule soll die Offenheit der jungen Menschen gegenüber kultureller und religiöser Vielfalt, den interkulturellen Dialog und die Friedensfähigkeit fördern. Dazu gehören Fähigkeiten, wie Empathie und Konfliktlösungskompetenzen sowie Einstellungen, wie die Toleranz für Mehrdeutigkeit und die Anerkennung demokratischer Prinzipien und Werte. Darunter fällt auch die Auseinandersetzung mit Formen gruppenbezogener Menschenfeindlichkeit, wie Rassismus und Antisemitismus. Für den politisch bildenden Unterricht gelten die dem sogenannten Beutelsbacher Konsens zugrundelie-

genden Grundsätze des Überwältigungsverbots, des Kontroversitätsgebots und der Schülerorientierung.

- Bildung für nachhaltige Entwicklung: Bildung für nachhaltige Entwicklung zielt auf den für die Gestaltung von Zukunft notwendigen fachlichen und überfachlichen Aufbau von Wissen und die Entwicklung entsprechender Fähigkeiten ab. Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Schule setzt auf die selbstbestimmte Urteils- und Entscheidungsfindung der Lernenden. Sie sollen dazu befähigt werden, ihre eigene Rolle in einer Welt komplexer Herausforderungen, Unsicherheiten, Zielkonflikte und Widersprüche zu reflektieren (Global Citizenship Education), verantwortungsvolle Entscheidungen zu treffen und eigene Handlungsspielräume für eine gesellschaftliche, wirtschaftliche und politische Transformation zu erkennen.

6 Leistungsbeurteilung

Die Leistungsbeurteilung erfasst alle in den Fachanforderungen ausgewiesenen Kompetenzbereiche und berücksichtigt sowohl die Prozesse als auch die Ergebnisse schulischen Arbeitens und Lernens. Die Beurteilung von Leistungen dient der kontinuierlichen Rückmeldung an Schülerinnen, Schüler und Eltern, zudem ist sie für die Lehrkräfte eine wichtige Grundlage für Förder- und Beratungsstrategien. Sie kann als formative Beurteilung einer notenfreien Rückmeldung an Schülerinnen und Schüler dienen und diese während ihres Lernprozesses unterstützen. Die Beurteilung der Leistungen von Schülerinnen und Schülern kann verschiedene Funktionen erfüllen:

- Als summative Beurteilung geht sie mit der Notenvergabe einher und stellt eine abschließende Vergleichbarkeit her.
- Als formative Beurteilung unterstützt sie die Schülerinnen und Schüler während ihres Lernprozesses.

Auch die Einschätzung anderer (zum Beispiel motivationaler) Merkmale ist wichtig für das erzieherische Handeln. Die Leistungsbeurteilung ist also nur ein Teilaspekt der relevanten schulischen Diagnostik, aber ein wichtiger, wenn man den Fokus auf die Unterrichts-

ziele und Lernergebnisse legt. Kriterien und Verfahren der Leistungsbeurteilung werden den Schülerinnen, Schülern und Eltern vorab offengelegt und erläutert. Schülerinnen und Schüler erhalten eine kontinuierliche Rückmeldung über ihren Leistungsstand. Diese erfolgt so rechtzeitig, dass die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit haben, aus der Rückmeldung zukünftige Lern- und Arbeitsstrategien abzuleiten (Erlasse).

Leistungsbeurteilung im Zeugnis

Noten können für einzelne Leistungen oder kumuliert für Halbjahres-, Ganzjahres-, Abschluss- oder Abgangszeugnisse gegeben werden. In der Regel werden ab Jahrgangsstufe drei Notenzugnisse vergeben. Unter bestimmten Umständen können in den Jahrgangsstufen drei bis sieben Berichtszeugnisse oder Portfolio-basierte Zeugnisse vergeben werden, in denen die Leistungen anhand verbindlich festgelegter Kriterien beschrieben werden (§ 3 Absatz 1-4 ZVO, § 6 Absatz 3 GrVO, § 7 Absatz 3 SAVOGym, § 7 Absatz 3 GemVO).

Zeugnisnoten können sich aus den folgenden zwei Beurteilungsbereichen zusammensetzen: Unterrichtsbeiträge und Leistungsnachweise.

- Unterrichtsbeiträge umfassen alle Leistungen, die sich auf die Mitarbeit und Mitgestaltung im Unterricht oder im unterrichtlichen Kontext beziehen. Zu ihnen gehören sowohl mündliche als auch praktische und schriftliche Leistungen.
- Leistungsnachweise werden in Form von Klassenarbeiten und diesen gleichwertigen Leistungsnachweisen erbracht. Sie decken die verbindlichen Leistungserwartungen der Fächer und die Kompetenzbereiche angemessen ab. Art und Zahl der in den Stufen und Fächern zu erbringenden Leistungsnachweise werden in Erlassen geregelt.

Bei der Bildung der Zeugnisnote hat der Bereich der Unterrichtsbeiträge ein stärkeres Gewicht als der Bereich der Leistungsnachweise.

Besondere Regelungen

Ein Anspruch auf Nachteilsausgleich besteht für Schülerinnen und Schüler, deren Fähigkeit, ihr vorhandenes Leistungsvermögen darzustellen, lang andauernd oder

vorübergehend erheblich beeinträchtigt ist. Darunter sind auch unzureichende Kompetenzen in der deutschen Sprache bei Schülerinnen und Schülern mit Deutsch als Zweitsprache zu verstehen (Erläss). Die wesentlichen Leistungsanforderungen, die sich aus den Lernzielen und zu erwerbenden Kompetenzen ergeben, bleiben allerdings bestehen (§ 2 NuNVO). Nachteilsausgleich kann zum Beispiel in Form von verlängerten Arbeitszeiten, alternativen Arbeitsmitteln und -formen und organisationalen Veränderungen gewährt werden (§ 3 NuNVO). Notenschutz kann auf Antrag bei einer Lese-Rechtschreib-Schwäche, bei Beeinträchtigung der körperlichen Motorik, beim Sprechen oder in der Sinneswahrnehmung sowie aufgrund autistischen Verhaltens gewährt werden. Dabei werden Teile der zu erbringenden Leistung nicht bewertet oder zurückhaltend gewichtet. Im Zeugnis ist die nicht erbrachte, nicht bewertete oder zurückhaltend gewichtete fachliche Leistung zu vermerken. Ein Hinweis auf die Beeinträchtigung selbst unterbleibt (§ 4 NuNVO). Schülerinnen und Schüler mit anerkanntem sonderpädagogischen Förderbedarf, die zieldifferent unterrichtet und beurteilt werden, werden individuell auf der Grundlage eines eigenen Förderplans gefördert (§ 10 SoFVO). Nachteilsausgleich und Notenschutz findet dabei keine Anwendung.

Zentrale Abschlussprüfungen

Der Erwerb des Ersten allgemeinbildenden Schulabschlusses, des Mittleren Schulabschlusses und der Allgemeinen Hochschulreife werden in Schleswig-Holstein in den entsprechenden Verordnungen geregelt (§ 7 Absatz 4-6 GemVO, § 12 SAVOGym). In einigen Fächern werden die Prüfungen auf Basis der Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz mit zentraler Aufgabenstellung durchgeführt. Grundsätzlich richten sich die Prüfungsregelungen aller Fächer nach den jeweiligen Fachanforderungen.

II Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I

1 Das Fach Physik in der Sekundarstufe I

1.1 Grundlagen und Lernausgangslage

Grundlage dieser Fachanforderungen sind die von der Kultusministerkonferenz beschlossenen Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss in der Fassung vom 13.06.2024. Die verbindlichen Kompetenzen werden durch Konkretisierungen ergänzt.

Der Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern baut auf den in der Primarstufe erworbenen Kompetenzen auf. Hier werden erste Grundlagen für naturwissenschaftliche Arbeitsverfahren und damit für naturwissenschaftliches Fachwissen gelegt. Diese Grundlagen werden in der Sekundarstufe I vertieft und differenziert.

Die Fachanforderungen formulieren Kompetenzerwartungen abschlussbezogen und konkretisieren damit für das Fach Physik die drei Anforderungsebenen Erster allgemeinbildender Schulabschluss, Mittlerer Schulabschluss und Allgemeine Hochschulreife.

1.2 Der Beitrag des Faches zur allgemeinen und fachlichen Bildung

Naturwissenschaften prägen durch ihre Denk- und Arbeitsweisen, ihre Erkenntnisse und die daraus resultierenden Anwendungen unsere moderne Gesellschaft und kulturelle Identität sowie die globale ökologische, ökonomische und soziale Situation. Sie sind von fundamentaler Bedeutung für das Verständnis unserer Welt und leisten einen Beitrag zur Demokratiebildung und zur Bildung für nachhaltige Entwicklung. Die Naturwissenschaften bilden die Basis für eine Vielzahl von Bildungs- und Ausbildungswegen, Berufen und Forschungsgebieten. Dabei birgt die naturwissenschaftliche Entwicklung auch Risiken, die erkannt, beurteilt und bewertet werden müssen. Hierzu ist Wissen aus den naturwissenschaftlichen Fächern notwendig.

Bildung in den Naturwissenschaften ermöglicht dem Individuum eine kenntnisreiche Teilhabe an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung

über Potentiale und Risiken naturwissenschaftlicher Forschung und technischer Entwicklungen. Sie ist somit wesentlicher Bestandteil von Allgemeinbildung und für die berufliche Orientierung der Lernenden unerlässlich. Ziel naturwissenschaftsbezogener Bildung ist es, Phänomene erfahr- und erklärbar zu machen, die Sprache und Geschichte der Naturwissenschaften zu verstehen, ihre Ergebnisse zu kommunizieren sowie sich mit ihren spezifischen Methoden der Erkenntnisgewinnung und deren Grenzen auseinanderzusetzen. Dazu gehört das theorie- und hypothesengeleitete naturwissenschaftliche Arbeiten, das eine analytische und rationale Betrachtung der Welt ermöglicht. Das Erkennen, Einordnen, Bewerten und Berücksichtigen möglicher Folgen für ökologische, ökonomische und soziale Systeme ist für eine verantwortungsvolle gesellschaftliche Teilhabe notwendig und erfordert naturwissenschaftsbezogene Kompetenzen. Diese werden in fachlichen wie fachübergreifenden Zusammenhängen erworben. Angesichts der durch die Digitalisierung herbeigeführten gesellschaftlichen Veränderungen sind Kompetenzen des fachbezogenen Umgangs mit digitalen Medien und Werkzeugen integraler Bestandteil naturwissenschaftsbezogener Bildung. Mit Blick auf notwendige Transformationsprozesse hin zu einer nachhaltigeren Gesellschaft, Wirtschaft und Lebensführung kommt Kompetenzen in den Naturwissenschaften heute und in Zukunft besondere Bedeutung für eine mündige Teilhabe der Schülerinnen und Schüler zu.

Ziel des Unterrichts ist die Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung im Sinne einer *Scientific Literacy*. Diese dient dem Verständnis der grundlegenden Konzepte, der Arbeits- und Denkweisen der Naturwissenschaften sowie deren Reflexion und Nutzung. Sie beschreibt die Bedeutung der Naturwissenschaften in der Gesellschaft und bildet die Basis für nachfolgende Lernprozesse. Die erworbenen naturwissenschaftlichen Kompetenzen sollen Eingang in das alltägliche Denken und Handeln finden. Weitere Ziele des Fachunterrichts an allgemeinbildenden Schulen sind die Anschlussfähigkeit für ein weiterführendes Lernen sowie die Möglichkeit, anhand der Beschäftigung mit naturwissenschaftlich-physikalischen Inhalten eigene Interessen,

Fähigkeiten und Perspektiven ausdifferenzieren. Die naturwissenschaftliche Grundbildung ist somit wesentlicher Bestandteil der Allgemeinbildung und für die persönliche und berufliche Orientierung der Lernenden unerlässlich.

Der Beitrag des Faches Physik

Die Naturwissenschaft Physik leistet einen wichtigen Beitrag für ein umfassendes Verständnis der Welt. Dazu gehört auch, die Grundlagen von Technologien zu verstehen und deren Nutzung im Hinblick auf das eigene Leben und die Gesellschaft zu bewerten sowie Informationen, insbesondere in der digitalen Welt, selbstbestimmt zu nutzen. Die naturwissenschaftlich-technische Entwicklung birgt Chancen und Risiken, für deren Bewertung ein Verständnis der Physik, ihrer zentralen Theorien und Erkenntnisse sowie der typischen Arbeitsmethoden und Denkstrukturen unverzichtbar ist.

Die Physik als theoriegeleitete Erfahrungswissenschaft macht Vorgänge über die menschliche Wahrnehmung hinaus durch Messtechnik erfahrbare und durch Modelle beschreibbar. Die Lernenden begegnen im Unterricht zum einen der Bedeutung der Modellierung von Prozessen und Systemen, zum anderen der begrenzten Gültigkeit der Modelle. Sie lernen, dass aus theoretischen Überlegungen Aussagen zu neuen Zusammenhängen und zur Vorhersagbarkeit von Ereignissen abgeleitet werden können.

Die Schülerinnen und Schüler erwerben Fähigkeiten und Fertigkeiten, die eine Voraussetzung für verantwortungsvolles, kompetentes und demokratisches Handeln in physikalisch-technischen Kontexten, im Umgang mit der Natur sowie für die Teilhabe an gesellschaftlichen Prozessen sind. Diese umfassen die Formulierung von Fragen, das Entwickeln von Hypothesen, die Durchführung und Auswertung von Experimenten sowie insbesondere auch die Bewertung und Kommunikation von Ergebnissen mit zunehmender Eigenständigkeit und in Kontexten mit wachsender Komplexität. Der Physikunterricht fördert und fordert dabei Abstraktionsfähigkeit, Flexibilität und Kreativität sowie die Fähigkeit zum Transfer, zur rationalen Beurteilung und

zur normen- und kriterienorientierten Bewertung. Die Schülerinnen und Schüler werden dazu angeregt und befähigt, historische und aktuelle Entwicklungen in gesellschaftlich relevanten Problemstellungen wie der Energieversorgung oder des Klimawandels rational zu betrachten, sich reflektiert eine Meinung zu bilden und in der Gesellschaft Verantwortung zu übernehmen.

Dem Wechselspiel aus Theorie und Praxis beim Experimentieren, aber auch in anderen Zusammenhängen, kommt eine besondere Bedeutung zu. Die Schülerinnen und Schüler sind gefordert, durch die theoriegeleitete Auswahl physikalischer Größen und die kreative Entwicklung experimenteller Anordnungen systematisch zu Daten zu gelangen, die konkrete und belastbare Schlussfolgerungen erlauben. Der zunehmende Grad an Mathematisierung im Physikunterricht erleichtert dabei die Formulierung klarer Hypothesen und ermöglicht quantitative Schlussfolgerungen.

Bildung in der Physik ermöglicht Einblicke in die Arbeitsweisen physikalischer Forschung und Entwicklung, fördert Wissenschaftsverständnis im Sinne von *Nature of Science*, trägt zur lebenslangen individuellen Kompetenzentwicklung bei und ist somit ein wichtiger Teil der Allgemeinbildung.

1.3 Didaktische Leitlinien

Die Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss im Fach Physik fordern den kumulativen Aufbau von Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz und Bewertungskompetenz. Die Fachanforderungen formulieren dazu verbindliche Grundsätze für den Unterricht, weisen gleichermaßen verbindliche Kerninhalte aus und zeigen den notwendigen und den zulässigen Gestaltungsrahmen für Konkretisierungen auf, die im schulinternen Fachcurriculum formuliert werden müssen.

Die Gestaltung eines Physikunterrichts, der den Erwerb der geforderten Kompetenzen unterstützt, sollte sich an den im Folgenden beschriebenen (fach-)didaktischen Prinzipien orientieren. Weitere Hinweise zur Un-

terrichtsgestaltung gibt der Leitfaden zu den Fachanforderungen Physik.

Präkonzepte

Kernelement eines kumulativen Kompetenzaufbaus ist der Erwerb eines vernetzten physikalischen Fachwissens. Bei der systematischen Entwicklung einer solchen vernetzten Wissensbasis muss das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler berücksichtigt werden. Dafür ist es unerlässlich, dass Schülerinnen und Schüler Gelegenheit erhalten, ihre bestehenden Kompetenzen und ihr bestehendes Wissen in den Unterricht einzubringen. Guter Unterricht zeigt also Verbindungen zwischen bestehendem und neuem Wissen auf, sodass Schülerinnen und Schüler neues Wissen angemessen in ihre bestehende Wissensbasis integrieren oder gegebenenfalls neu aufbauen und damit ihre Kompetenzen erweitern können.

Handlungsorientierung

Handlungsorientierung bedeutet, dass Schülerinnen und Schüler in realitätsnahen Situationen eigenverantwortlich handeln und dabei Fähigkeiten und Fertigkeiten erwerben.

Für einen kumulativen Aufbau physikalischer Kompetenz darf im Unterricht nicht alleine auf die Vermittlung eines gut vernetzten physikalischen Wissens fokussiert werden. Vielmehr muss die Vermittlung eines solchen Wissens kombiniert werden mit dem Erwerb von Fähigkeiten und Fertigkeiten, die Schülerinnen und Schüler zur erfolgreichen Lösung von Problemen, zur Gewinnung eigener Erkenntnisse sowie zur Kommunikation und Bewertung von Erkenntnissen befähigen. Nur wenn die Lernenden wiederholt und in unterschiedlichen Kontexten die Gelegenheit bekommen, Probleme zu lösen, physikalische Erkenntnisse selbst zu gewinnen, sowie selbst oder von anderen gewonnene Erkenntnisse zu kommunizieren und zu bewerten, können sie die für das Ende der Sekundarstufe I angestrebten Kompetenzen aufbauen. Entsprechend ist bei der Gestaltung von Lernumgebungen zu berücksichtigen, dass die Schülerinnen und Schüler nicht nur ihre Fähigkeiten und Fertigkeiten nutzen, um ihr Wissen auszubauen

und zu vertiefen, sondern umgekehrt auch ihr Wissen nutzen, um ihre Fähigkeiten und Fertigkeiten auszubauen und zu vertiefen.

Kontextorientierung

Kompetenz drückt sich in der Fähigkeit aus, das erworbene Wissen und die erworbenen Fähigkeiten und Fertigkeiten zur erfolgreichen Bewältigung von Aufgaben oder Problemstellungen in unterschiedlichen Situationen nutzen zu können. Beim Aufbau von Kompetenz kommt der Auswahl von Kontexten eine zentrale Rolle zu. Kontexte können nicht nur Interesse wecken und zum Lernen motivieren. Sie bieten insbesondere die Möglichkeit der Verknüpfung unterschiedlicher Inhalte der Physik und die Gelegenheit für fächerübergreifendes Arbeiten. Sie unterstützen damit den Aufbau eines vernetzten Wissens und vielfältig einsetzbarer Fähigkeiten und Fertigkeiten. Dies trifft für innerphysikalische und naturwissenschaftlich-technische Kontexte ebenso zu wie für Alltagskontexte. Wichtig sind die Variation der Kontexte und deren zielgerechte Auswahl. Die Kontexte müssen einen authentischen Rahmen für den Erwerb des jeweiligen Wissens beziehungsweise der jeweiligen Fähigkeiten und Fertigkeiten bieten. Im Verlauf des Unterrichts müssen die im Kontext präsentierten Phänomene oder Probleme unbedingt erklärt beziehungsweise gelöst werden.

Experimente

Das Experiment hat im Physikunterricht zwei zentrale Funktionen: Es ist Medium und Methode. Als Medium dient es der Förderung physikalischer Kompetenzen. Dabei kann der Aufbau von Kompetenzen im Umgang mit dem Experiment selbst im Vordergrund stehen oder das Experiment Anlass zur Entwicklung neuer Kompetenzen sein. Gerade zur Explikation des Vorwissens der Schülerinnen und Schüler, speziell deren Alltagsvorstellungen, eignen sich Experimente in besonderer Weise. Gleichzeitig ist das Experiment aber auch die zentrale Methode der Erkenntnisgewinnung in der Physik. Es gilt daher, sowohl in Demonstrations- als auch Schülerexperimenten Kompetenzen im Bereich der Formulierung von Fragestellungen und Hypothesen, der Durchführung entsprechender Experimente

zur Prüfung der Hypothesen sowie der Auswertung von Daten und des Ziehens von Schlussfolgerungen zu fördern. Wichtig ist dabei die sinnvolle Einbindung des Experiments in den Unterricht, unter anderem durch eine systematische Vor- und Nachbereitung gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern.

Fachsprache als Bestandteil durchgängiger Sprachbildung

Die Beherrschung einer angemessenen Fachsprache ist ein wesentliches Merkmal physikalischer Kompetenz. Dies schließt sowohl das Verstehen einschlägiger Darstellungen physikalischer Sachverhalte ein als auch die Fähigkeit, physikalische Sachverhalte fachsprachlich angemessen ausdrücken zu können. Der Physikunterricht muss die Schülerinnen und Schüler dabei unterstützen, die Fachsprache zu erlernen. Er baut dabei auf den vorhandenen Sprachfähigkeiten auf: Zunächst sollten die Schülerinnen und Schüler sich auch in ihrer Alltagssprache ausdrücken dürfen, um einen Zugang zum Phänomen beziehungsweise dem Problem und den physikalischen Fachbegriffen, Ausdrucksweisen und Darstellungsformen zu erhalten. Im weiteren Verlauf des Unterrichts muss den Schülerinnen und Schülern immer wieder Gelegenheit gegeben werden, Fachsprache einzusetzen, sowohl durch Zuhören und Lesen als auch durch Sprechen und Schreiben. Fachsprache beinhaltet dabei auch die verschiedenen Darstellungsformen, das heißt neben der gesprochenen Sprache auch mathematische Gleichungen und Rechnungen, Diagramme oder grafische Darstellungen.

Modellierung

Die Modellierung physikalischer Sachverhalte spielt eine zentrale Rolle im Physikunterricht. Modelle erlauben es, das Verhalten physikalischer Systeme auf der Grundlage physikalischer Theorien zu beschreiben und vorherzusagen. Bestätigen sich die Vorhersagen, stützt dies die Theorie. Bestätigen sich die Vorhersagen nicht, ist die Theorie anzupassen. Modelle sind damit ein wesentliches Element bei der Entwicklung beziehungsweise Weiterentwicklung physikalischer Theorien. Sie sind weder wahr noch falsch, sondern stellen physikalische Sachverhalte mehr oder weniger differenziert dar.

Eine besondere Rolle kommt bei der Modellierung physikalischer Sachverhalte der Mathematisierung zu. Die Mathematik dient als Kommunikationsmittel und ermöglicht eine exakte Formulierung physikalischer Sachverhalte. Dabei ist zentral, dass ein physikalischer Sachverhalt nicht nur in Form einer Formel präsentiert wird, sondern die Schülerinnen und Schüler auch lernen, physikalische Sachverhalte eigenständig mathematisch zu formulieren und die Bedeutung der Mathematik für die exakte Formulierung physikalischer Sachverhalte erkennen. Der Schwerpunkt auf der Vermittlung physikalischer Sachverhalte muss gewahrt bleiben. Nach dieser Maßgabe richtet sich der Grad der Mathematisierung im Physikunterricht; sie leistet einen Beitrag zum kumulativen Kompetenzaufbau. Ein höherer Grad an Mathematisierung bietet die Möglichkeit zur individuellen Förderung leistungstärkerer Schülerinnen und Schüler.

Der didaktisch begründete Einsatz computergestützter Werkzeuge zur mathematischen Modellbildung und Berechnung von Größen – zum Beispiel Tabellenkalkulationen, dynamische Geometriesysteme, modulare Mathematikssysteme (MMS) – erleichtert es, den Schwerpunkt des Unterrichts bei physikalischen Sachverhalten zu belassen. Dazu ist eine enge Abstimmung mit der Mathematikfachkonferenz notwendig.

Variabilität

Physikunterricht, der einen kumulativen Kompetenzaufbau fördert, ist gekennzeichnet durch Lernumgebungen, die die Vermittlung von Wissen mit dem Erwerb von Fähigkeiten und Fertigkeiten seitens der Schülerinnen und Schüler verbinden. Derartige Lernumgebungen zeichnen sich durch Methoden- und Medienvielfalt aus. So sollten neben Schülerexperimenten auch andere Aktivitäten wie zum Beispiel die Bearbeitung kleiner Forschungsaufgaben oder Projekte, die Präsentation von Ergebnissen mittels unterschiedlicher Techniken oder die Diskussion gesellschaftspolitischer Probleme mit naturwissenschaftlichem Bezug Gegenstand des Unterrichts sein. Beim Experimentieren sollten in Ergänzung zur Diskussion der gewonnenen physikalischen Erkenntnisse auch methodische Fragen, zum Beispiel die Messwerterfassung und

-auswertung, thematisiert werden. Dabei sollen auch digitale Medien und Sensoren zur Messwerterfassung genutzt werden. Neben Demonstrations- und Schülerexperimenten eignet sich zudem die Auseinandersetzung mit Animationen und Simulationen zum Erwerb fachlicher Kompetenzen. Der Kompetenzerwerb setzt die Planung, Durchführung und Auswertung realer Experimente voraus. Die eingesetzten Methoden und Medien müssen sich dabei an den Zielen der jeweiligen Unterrichtsphase orientieren und den Kompetenzerwerb der Schülerinnen und Schüler angemessen unterstützen.

1.4 Anforderungsebenen und Anforderungsbereiche

In den Fachanforderungen für die Sekundarstufe I werden die angestrebten Kompetenzen und die zentralen Inhalte auf drei Anforderungsebenen ausgewiesen:

- Erster allgemeinbildender Schulabschluss (ESA),
- Mittlerer Schulabschluss (MSA),
- Allgemeine Hochschulreife (AHR).

Für die Gestaltung des Unterrichts, die Erstellung von Aufgaben und die Beurteilung von Unterrichtsbeiträgen und Leistungsnachweisen sind auf allen drei Anforderungsebenen die folgenden Anforderungsbereiche der Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz zu berücksichtigen:

• Anforderungsbereich I: Sachverhalte, Methoden und Fertigkeiten reproduzieren

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

• Anforderungsbereich II: Sachverhalte, Methoden und Fertigkeiten in neuem Zusammenhang benutzen

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

• Anforderungsbereich III: Sachverhalte neu erarbeiten und reflektieren sowie Methoden und Fertigkeiten eigenständig anwenden

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

Im Unterricht müssen für jede Schülerin und jeden Schüler die Anforderungsbereiche I, II und III angemessen angeboten und entsprechende Leistungen von ihnen eingefordert werden. Die Operatoren im Anhang können den drei Anforderungsbereichen nicht von vornherein eindeutig zugeordnet werden. Die Zuordnung ist abhängig vom zuvor erteilten Unterricht. Die Operatoren dienen dazu, den Schülerinnen und Schülern die Anforderungen der Aufgabenstellung transparent zu machen. Der Umgang mit den Operatoren wird im Verlauf der Sekundarstufe I vermittelt und eingeübt.

2 Kompetenzbereiche

Mit dem Erwerb des Mittleren Schulabschlusses verfügen die Lernenden über Kompetenzen in den Naturwissenschaften im Allgemeinen sowie über Kompetenzen in der Physik im Besonderen. Die in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen und Inhalte bilden unter anderem die Grundlage für die unterrichtliche Arbeit in der Sekundarstufe II.

Das den Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss zugrunde liegende Modell der naturwissenschaftsbezogenen Kompetenzen umfasst die vier Kompetenzbereiche Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz und Bewertungskompetenz.

Diese vier Kompetenzbereiche durchdringen einander und bilden gemeinsam die Fachkompetenz im Fach Physik. Kompetenzen zeigen sich in der Verbindung von Kenntnissen und Fähigkeiten in den jeweiligen Kompetenzbereichen und sind nur im Umgang mit Inhalten zu erwerben.

Die Kompetenzbereiche sind in Teilkompetenzbereiche untergliedert. Sie werden in Form von Regelstandards präzisiert, die von Lernenden bis zum Erreichen des Mittleren Schulabschlusses zu erwerben sind. Verbindliche inhaltliche Aspekte, anhand derer Kompetenzen erworben werden, sind im Kapitel 2.1.5 verbindliche inhaltliche Aspekte aufgeführt.

2.1 Kompetenzbereiche

Im Folgenden werden für die vier Kompetenzbereiche Regelstandards formuliert, die von den Lernenden bis zum Erreichen des Mittleren Schulabschlusses zu erwerben sind. Dabei handelt es sich um Kompetenzbeschreibungen, die durch geeignete Inhalte und Kontexte für den unterrichtlichen Einsatz ausgestaltet und durch passende Operatoren spezifiziert werden müssen. Die verbindlichen inhaltlichen Aspekte sind auf die Standards zu beziehen und mit den Basiskonzepten zu vernetzen.

Wegen der weitreichenden Überschneidungen der Kompetenzbereiche für die drei naturwissenschaftlichen Fächer ist eine Abstimmung mit den Fächern Biologie und Chemie sowie gegebenenfalls dem integrierten Fach Naturwissenschaften notwendig, um die Gemeinsamkeiten gewinnbringend zu nutzen.

2.1.1 Sachkompetenz

Die Sachkompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis naturwissenschaftlicher Begriffe, Konzepte, Gesetzmäßigkeiten, Theorien und Verfahren verbunden mit der Fähigkeit, diese zu beschreiben, zu erklären, sachgerecht zu nutzen und auf fach- und alltagsbezogene Sachverhalte zu übertragen.

Das wissenschaftliche Vorgehen der Physik lässt sich im Wesentlichen in zwei fundamentale Bereiche einteilen, die eine starke Wechselwirkung und gegenseitige Durchdringung aufweisen: die theoriebasierte Interpretation von Phänomenen und das experimentelle Arbeiten.

Die Vertrautheit mit physikalischem Fachwissen sowie mit der Nutzung physikalischer Grundprinzipien und Arbeitsweisen bildet eine unverzichtbare Grundlage für das Verständnis wissenschaftlicher sowie alltäglicher Sachverhalte aus vielen Bereichen, zum Beispiel aus den anderen Naturwissenschaften, der Technik oder auch der Medizin. Daher leistet physikalische Sachkompetenz einen wichtigen Beitrag zur Allgemeinbildung.

Sachkompetenz zeigt sich in der Physik in der Nutzung von Fachwissen zur Bearbeitung von sowohl innerfachlichen als auch anwendungsbezogenen Aufgaben und Problemen. Dazu gehört die modellhafte Erklärung von Phänomenen ebenso wie die qualitative und quantitative Auswertung von Messergebnissen, auch anhand eines Vergleichs der experimentellen Ergebnisse mit den theoretischen Vorhersagen. Ein angemessener Grad der Mathematisierung ist hierbei zu berücksichtigen. Dies bedeutet insbesondere, dass dieser Grad nicht über die Bildungsstandards der Mathematik für den Mittleren Schulabschluss hinausgeht.

2 Kompetenzbereiche

Fertigkeiten wie das Durchführen eines Experiments nach einer Anleitung, der Umgang mit Messgeräten oder die Anwendung bekannter Auswertungsverfahren sind Bestandteile der Sachkompetenz.

Die Planung und Konzeption von Experimenten hingegen ist dem Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung zugeordnet.

Kompetenzen	Teilkompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Konkretisierungen
S 1 Modelle und Theorien zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen	S 1.1 erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien,	z. B. beim Erklären der Entstehung eines Regenbogens z. B. beim Beschreiben der Struktur unterschiedlicher Magnetfelder
	S 1.2 beschreiben einfache Modelle, deren Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten sowie deren Grenzen.	
S 2 Verfahren und Experimente zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen	S 2.1 bauen einfache Versuchsanordnungen auch unter Verwendung von digitalen Messwert- erfassungssystemen nach Anleitung auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre Beobachtungen,	z. B. beim Bauen von elektrischen Schaltungen nach vorgegebenen Schaltplänen z. B. beim Bestimmen von Geschwindigkeiten aus Messung von Strecke und Zeit z. B. beim Erstellen und Analysieren von Zeit-Weg- und Zeit-Geschwindigkeit-Diagrammen z. B. beim Berechnen von Spannung, Stromstärke, Energie und Leistung in elektrischen Stromkreisen
	S 2.2 erklären bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus,	
	S 2.3 wenden bekannte Auswerteverfahren auf Messergebnisse an,	
	S 2.4 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Fragestellungen und Probleme an.	

2.1.2 Erkenntnisgewinnungskompetenz

Die Erkenntnisgewinnungskompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen und in der Fähigkeit, diese zu beschreiben, zu erläutern und zu verknüpfen, um Erkenntnisprozesse nachvollziehen oder gestalten zu können und deren Möglichkeiten und Grenzen zu reflektieren.

Physikalische Erkenntnisgewinnung ist zum einen bestimmt durch die theoretische Beschreibung der Natur, die mit der Bildung von Fachbegriffen und Modellen einhergeht. Modelle stellen gegenständliche, symbolische oder auch nur gedankliche Repräsentationen von Elementen der Wirklichkeit dar (zum Beispiel Funktionsmodelle, Denkmodelle, mathematische Gleichungen und Zusammenhänge, Diagramme oder Simulationen). Modelle werden für einen bestimmten Zweck geschaf-

fen oder verwendet wie beispielsweise, um Vorhersagen zu ermöglichen. Bei Modellen bestehen Analogien zwischen bestimmten Elementen des Modells und Elementen der Realität. Zum anderen sind empirische Methoden, vor allem das Experimentieren, mit denen Gültigkeit und Relevanz der theoretischen Beschreibung abgesichert werden, grundlegend für physikalische Erkenntnisgewinnung.

Dieses Wechselspiel von Theorie und Experiment in der naturwissenschaftlichen Forschung umfasst typischerweise folgende zentrale Schritte:

- Formulierung von naturwissenschaftlichen Fragestellungen
- Aufstellung von Hypothesen
- Planung und Durchführung von Untersuchungen
- Auswertung, Interpretation und methodische Reflexion zur Widerlegung bzw. Stützung der Hypothesen sowie zur Beantwortung der Fragestellungen

Auswertung und Interpretation von Ergebnissen schließen deren Kommunikation, kritische Diskussion und

Überprüfung im fachlichen Austausch ein. Erst durch diesen Aushandlungsprozess innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft, in dem neben empirischer Evidenz und argumentativer Begründung auch anerkannte fachliche Expertise berücksichtigt werden, erlangen physikalische Erkenntnisse ihre Geltung. Die Schülerinnen und Schüler sollen diesen Charakter naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung im Sinne eines Wissenschaftsverständnisses (*Nature of Science*) nachvollziehen und reflektieren können.

Experimentelle Ergebnisse und aus Modellen abgeleitete Annahmen werden interpretiert und der gesamte Erkenntnisgewinnungsprozess wird im Hinblick auf seine Güte reflektiert. Das Durchführen eines erlernten Verfahrens oder einer bekannten Methode ohne die Einbettung in den Prozess der Erkenntnisgewinnung als Ganzes ist in den Bildungsstandards der Sachkompetenz zugeordnet.

Kompetenzen	Teilkompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Konkretisierungen
E 1 Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und theoretischen Überlegungen bilden	E 1.1 beobachten und beschreiben physikalische Phänomene oder Sachverhalte,	z. B. beim Beschreiben von Phänomenen mithilfe der Induktion z. B. beim Untersuchen der magnetischen Wirkung des elektrischen Stroms
	E 1.2 identifizieren und formulieren Fragestellungen zu physikalischen Sachverhalten,	z. B. beim Aufstellen von Hypothesen zum Verhalten von Körpern in ruhenden Flüssigkeiten
	E 1.3 stellen Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.	
Fortführung der Tabelle »		

2 Kompetenzbereiche

Kompetenzen	Teilkompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Konkretisierungen
E 2 Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen	E 2.1 planen geeignete Experimente und Auswertungen zur Untersuchung physikalischer Fragestellungen, auch mithilfe digitaler Messwert- erfassung und -auswertung,	z. B. beim Verwenden von Sensoren zur Erweiterung der menschlichen Wahrnehmungsfähigkeit von Strahlung über das sichtbare Spektrum hinaus z. B. bei der modellhaften Untersuchung der Erwärmung der Erdatmosphäre in Abhängigkeit ihres CO ₂ -Gehalts
	E 2.2 entwickeln einfache geeignete Modelle (z. B. Denkmodelle, grafische Darstellungen, mathematische Gleichungen), auch mithilfe digitaler Werkzeuge, wobei sie Hypothesen und experimentelle Erkenntnisse aufeinander beziehen.	z. B. beim Untersuchen verschiedener Linsentypen und deren optischer Eigenschaften
E 3 Ergebnisse interpretieren und Erkenntnisprozesse reflektieren	E 3.1 werten in Experimenten gewonnene oder recherchierte Daten auch mithilfe von digitalen Hilfsmitteln aus, identifizieren Zusammenhänge und erklären diese mithilfe bekannter Modelle (z. B. Denkmodelle, grafische Darstellungen, mathematische Gleichungen),	z. B. beim Schlussfolgern aus Experimenten zur Leitfähigkeit von Stoffen z. B. anhand experimenteller Überprüfungen des Verhaltens von Körpern in ruhenden Flüssigkeiten
	E 3.2 differenzieren zwischen Beobachtung und Interpretation experimentell gewonnener Daten,	z. B. beim Analysieren von Bewegungsabläufen anhand von Daten in verschiedenen Darstellungsformen
	E 3.3 interpretieren Messergebnisse unter Berücksichtigung von Messunsicherheiten und beschreiben Möglichkeiten zur Verbesserung des Messprozesses,	z. B. beim Anwenden des Trägheitsprinzips zur Beschreibung und Erklärung einfacher Alltagssituationen
	E 3.4 beurteilen die Eignung von Verfahren und Modellen für die Lösung von einfachen physikalischen Problemen,	z. B. bei der Identifikation von Temperaturunterschieden als Ursache für die Wärmeleitung und beim Erläutern von Maßnahmen zur Wärmedämmung
	E 3.5 übertragen gewonnene Erkenntnisse auf Alltagssituationen und reflektieren ihre Anwendbarkeit.	

2.1.3 Kommunikationskompetenz

Die Kommunikationskompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis geeigneter Fachsprache, fachtypischer Darstellungen und Argumentationsstrukturen sowie in der Fähigkeit, diese zu nutzen, um fachbezogene Informationen zu erschließen, adressaten- und situationsgerecht darzustellen und auszutauschen. Die physikalische Fachsprache setzt sich dabei aus etablierten Satzstrukturen, Fachbegriffen, Symbolen und standardisierten Einheiten zusammen. Für gesellschaftliche Diskussionen sind vor allem die physiktypische Nutzung bestimmter Arten von Abbildungen, Diagrammen und Symbolen, die Betonung logischer Verknüpfungen sowie der Wechsel zwischen situationsspezifischen und

verallgemeinerten Aussagen und mehreren Darstellungsformen relevant.

Grundlegend für eine hohe Kommunikationskompetenz im Fach Physik ist die sinnvolle Auswahl von Quellen und die Entnahme der nötigen Informationen sowie die überzeugende Präsentation und die reflektierte Beteiligung an Diskussionen unter Berücksichtigung anerkannter fachlicher Expertise. Die sprachliche sowie mathematische Darstellung von Zusammenhängen und Lösungswegen ist dagegen Ausdruck von Sachbeziehungswise Erkenntnisgewinnungskompetenz, die Berücksichtigung von überfachlichen Aspekten für die Meinungsbildung und die Entscheidungsfindung sind der Bewertungskompetenz zugeordnet.

Kompetenzen	Teilkompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Konkretisierungen
K 1 Informationen erschließen	K 1.1 recherchieren zu physikalischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus,	z. B. bei der Erschließung der Funktionsweise technischer Geräte z. B. beim Recherchieren und Vergleichen unterschiedlicher Arten der Energieversorgung
	K 1.2 differenzieren zwischen fiktiven Aussagen und auf empirischer Evidenz beruhendem naturwissenschaftlichen Wissen,	z. B. beim Abgrenzen der Alltagssprache (Wärme, Kälte) von Fachsprache (thermische Energie, Temperatur)
	K 1.3 prüfen Quellen hinsichtlich der Kriterien Korrektheit und Relevanz für den untersuchten Sachverhalt,	
	K 1.4 differenzieren zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung von Phänomenen,	
	K 1.5 entnehmen unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Alltags- oder Fachsprache wieder.	
Fortführung der Tabelle »		

2 Kompetenzbereiche

Kompetenzen	Teilkompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Konkretisierungen
K 2 Informationen aufbereiten	K 2.1 formulieren unter Verwendung von Alltags- oder Fachsprache chronologisch und kausal korrekt strukturiert,	z. B. beim Beschreiben und Erklären einfacher Alltagssituationen z. B. durch verschiedene Darstellungsformen von Bewegungsabläufen anhand von Daten z. B. beim Zeichnen von Schaltplänen zu vorgegebenen Versuchsaufbauten
	K 2.2 wählen ziel-, sach- und adressatengerecht geeignete Schwerpunkte für die Inhalte von Präsentationen, Diskussionen oder anderen Kommunikationsformen aus,	
	K 2.3 veranschaulichen Informationen und Daten in ziel-, sach- und adressatengerechten Darstellungsformen, auch mithilfe digitaler Werkzeuge,	
	K 2.4 prüfen die Urheberschaft, dokumentieren verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate.	
K 3 Informationen austauschen und diskutieren	K 3.1 präsentieren physikalische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien,	z. B. bei der Diskussion der Ursachen des anthropogenen Treibhauseffekts z. B. beim Austausch über Nutzen und Risiken des Einsatzes ionisierender Strahlung
	K 3.2 tauschen sich mit anderen über physikalische Sachverhalte aus, vertreten den eigenen Standpunkt mithilfe fachlicher Argumente, reflektieren ihn und korrigieren diesen gegebenenfalls.	

2.1.4 Bewertungskompetenz

Die Bewertungskompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von einfachen fachlichen und überfachlichen Perspektiven und Bewertungsverfahren und in der Fähigkeit, diese in bekannten alltagsnahen Situationen (wie beispielsweise der Nutzung von Energie im Haushalt oder Sicherheitsaspekten im Alltag) zu nutzen, um Aussagen anhand von Kriterien zu beurteilen (Sachurteil) und sich dazu begründet eine eigene Meinung zu bilden (Werturteil). Im Zentrum des Bewertungsprozesses stehen das Entwickeln und Reflektieren einfacher geeigneter Kriterien als Grundlage für eine Entscheidung oder Meinungsbildung bei bekannten alltagsnahen Situationen.

Um selbstbestimmt an gesellschaftlichen Meinungsbildungsprozessen teilhaben zu können, wenden die Lernenden ein Bewertungsverfahren an. Dieses umfasst in den Naturwissenschaften typischerweise die folgenden Schritte:

- Wahrnehmen
- Analysieren
- Argumentieren
- Gewichten
- Entscheiden
- Reflektieren

Die Lernenden formulieren zu alltagsnahen oder gesellschaftlichen Fragestellungen mit fachlichem Bezug

kriteriengeleitet einen eigenen Standpunkt und treffen sachgerechte Entscheidungen. Dazu tragen sie angeleitet relevante physikalische, aber auch nicht physikalische (zum Beispiel ökonomische, ökologische, soziale, politische oder ethische) Kriterien zusammen, sammeln geeignete Belege und wägen sie unter Berücksichtigung von Normen, Werten und Interessen gegeneinander ab. Physikalisch kompetent bewerten heißt also,

über die rein sachliche Beurteilung von physikalischen Aussagen hinauszugehen, weshalb rein innerfachliche Bewertungen, beispielsweise der Anwendbarkeit eines Modells, der Güte von Experimentierergebnissen oder der Korrektheit fachwissenschaftlicher Argumentationen, den anderen drei Kompetenzbereichen zugeordnet sind.

Kompetenzen	Teilkompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Konkretisierungen
B 1 Sachverhalte und Informationen kriteriengeleitet beurteilen	B 1.1 prüfen vorgegebene Sachverhalte und Informationen hinsichtlich Schlüssigkeit und überzeugender Argumentation,	z. B. beim kriteriengeleiteten Beurteilen der Ursachen des natürlichen und anthropogenen Treibhauseffekts z. B. beim Beurteilen der Sicherheitsmaßnahmen und -regeln im Straßenverkehr
	B 1.2 formulieren relevante Kriterien für den Bewertungsprozess,	
	B 1.3 beurteilen anhand vorgegebener Kriterien Sachverhalte und Informationen sowie deren Darstellung aus Quellen unterschiedlicher Art hinsichtlich Vertrauenswürdigkeit und Relevanz.	
B 2 Kriteriengeleitet Entscheidungen treffen	B 2.1 bilden sich reflektiert und rational in überfachlichen Kontexten ein eigenes Urteil,	z. B. beim Bewerten unterschiedlicher Arten der Energieversorgung z. B. beim Bewerten von Chancen und Risiken der Nutzung von Kernenergie
	B 2.2 treffen begründete Entscheidungen unter Berücksichtigung fachlicher und überfachlicher Kriterien.	
B 3 Entscheidungen und deren Folgen reflektieren	B 3.1 reflektieren Entscheidungen unter Berücksichtigung der nachhaltigen Entwicklung unter fachlichen, ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekten und formulieren einfache Handlungsoptionen,	z. B. beim Entwickeln von Verhaltensregeln und Maßnahmen zum verantwortungsbewussten Umgang mit Energie z. B. beim Beurteilen der sicheren Lagerung radioaktiver Abfälle
	B 3.2 benennen Auswirkungen physikalischer Erkenntnisse in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen.	

2.1.5 Verbindliche inhaltliche Aspekte

Im Folgenden werden verbindliche Inhalte definiert, an denen die in Kapitel 2.1 beschriebenen Kompetenzen aller vier Kompetenzbereiche erlernt und überprüft werden. Für die Strukturierung wurden fünf Themen und Inhalte gewählt, die jedoch Überschneidungen aufweisen und daher nicht getrennt voneinander zu betrachten sind.

Es wird auf eine Zuordnung der Inhalte auf Jahrgangsstufen sowie auf Vorgaben zum zeitlichen Umfang von Unterrichtseinheiten verzichtet. Die Zuordnung erfolgt im Rahmen der Kontingenzstundentafel im schulinternen Fachcurriculum, sodass Schwerpunktsetzungen

im Rahmen der Eigenständigkeit der Schulen möglich sind. Im Vordergrund steht der kumulative Kompetenzaufbau.

Die Ausweisung der Kompetenzen in den folgenden Tabellen orientiert sich an den drei Anforderungsebenen. Die grundlegenden Anforderungen werden normal gedruckt (für die Anforderungsebene Erster allgemeinbildender Schulabschluss), die höheren Anforderungsebenen werden grau unterlegt (zusätzlich für die Anforderungsebene Mittlerer Schulabschluss) sowie **grau unterlegt und fett gedruckt (zusätzlich für die Anforderungsebene Allgemeine Hochschulreife)**. Die Differenzierung im Anforderungsniveau der einzelnen Inhalte erfolgt durch die zugeordneten Kompetenzen.

Energie

Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Inhalte und Hinweise	
Qualitativer Energiebegriff		
• ordnen Alltagsbeispielen darin auftretenden Energieformen zu, • beschreiben und analysieren Vorgänge, in denen Energie umgewandelt wird, • unterscheiden die verschiedenen Arten, thermische Energie zu transportieren, • beschreiben Energieerhaltung und -entwertung, • identifizieren Temperaturunterschiede als Ursache für die Wärmeleitung, • erläutern Maßnahmen zur Wärmedämmung.	• Energieformen: Lageenergie, Spannenergie, Bewegungsenergie, elektrische Energie, magnetische Energie, chemische Energie, thermische Energie, Strahlungsenergie • Energieumwandlungen • Energietransport, insbesondere von thermischer Energie: Wärmeleitung, Wärmemitführung (Konvektion), Wärmestrahlung • Energieentwertung • Energieerhaltung	Es wird empfohlen, grundlegende Aspekte des qualitativen Energiebegriffes zu Beginn des Physikunterrichts durchzuführen, um frühzeitig tragfähige Vorstellungen zu verankern, denn die Schülerinnen und Schüler kommen in der Regel schon mit einem rudimentären, aber teils sehr unterschiedlichen Verständnis des Energiebegriffs in die weiterführenden allgemeinbildenden Schulen. Die Analyse von Wärmetransportarten kann im Zusammenhang mit dem Thema Herausforderungen der Energieversorgung behandelt werden.

Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Inhalte und Hinweise	
Quantitativer Energiebegriff		
• analysieren im Sachzusammenhang vorhandene Energieformen und deren Umwandlung, • berücksichtigen in ihren Analysen und Rechnungen den Energieerhaltungssatz, • berücksichtigen bei Energieumwandlungen den Wirkungsgrad, • unterscheiden zwischen Energie und Leistung, • berechnen Energie, Leistung und beteiligte Größen wie zum Beispiel Geschwindigkeit, Höhe, Masse, elektrische Spannung, Stromstärke, Temperatur und Zeit.	• Energieformen: potenzielle Energie, kinetische Energie, elektrische Energie, thermische Energie • Energieumwandlung • Energietransport • Energieerhaltung • Wirkungsgrad • Energieentwertung • Leistung	Es ist nicht intendiert, die aufgeführten Aspekte zum quantitativen Energiebegriff als zusammenhängende Einheit zu unterrichten. Vielmehr wird empfohlen, die Aspekte im Rahmen der anderen Inhaltsbereiche zu nutzen, um einen vernetzten Energiebegriff aufzubauen.
Herausforderungen der Energieversorgung		
• vergleichen und bewerten unterschiedliche Arten der Energieversorgung, • beschreiben die Prozesse bei der Umwandlung von solarer Energie in technischen Anlagen, • analysieren die Probleme beim Transport und der Speicherung von Energie, • entwickeln Verhaltensregeln und Maßnahmen zum verantwortungsbewussten Umgang mit Energie.	• Arten der Energieversorgung • Umwandlung, Transport und Speicherung von Energie mittels Felder • Probleme der Energieversorgung: Gewinnung, Transport und Speicherung nutzbarer Energie • Ansätze zur Problemlösung: verantwortungsvoller Umgang mit Energie und Nutzung regenerativer Energien	Bei diesem Thema bietet sich eine Kontextorientierung in besonderem Maße an.

Elektrizitätslehre und Magnetismus

Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Inhalte und Hinweise	
Einfache elektrische Stromkreise		
• berücksichtigen die Gefahren beim Umgang mit elektrischem Strom, • untersuchen die Leitfähigkeit von Stoffen, • beschreiben die Funktion der Elemente eines elektrischen Stromkreises, • bauen Schaltungen nach vorgegebenen Schaltplänen auf beziehungsweise zeichnen Schaltpläne zu einem vorgegebenen Aufbau, • entwickeln und erproben Schaltungen zu Situationen aus dem Alltag, • unterscheiden zwischen dem Transport von Ladung und von Energie.	• Leiter und Isolatoren • Schaltzeichen und Schaltpläne • Reihen- und Parallelschaltung • Ladungs- und Energietransport	Eine Abschätzung der Stromstärke erfolgt im Anfangsunterricht nur qualitativ, zum Beispiel über die Helligkeit von gleichen Glühlampen. Die Wechselschaltung kann zur Differenzierung verwendet werden. Elektrizitäts- und Energietransport sollten schon früh unterschieden werden.
Stromstärke und Spannung		
• beschreiben, dass elektrische Ströme einen Antrieb benötigen und durch Widerstände gehemmt werden, • messen Stromstärke und Spannung, • berechnen Spannung, Stromstärke, Energie und Leistung in elektrischen Stromkreisen, • beurteilen die Gefahren beim Umgang mit elektrischem Strom, • erklären den elektrischen Strom als Transport von elektrischen Ladungen, • beschreiben das Verhalten von Schaltungen mithilfe von Stromstärke, Spannung und Widerstand, • verwenden Analogien und Modelle zur Erläuterung der Knoten- und Maschenregel.	• elektrische Stromstärke • elektrische Spannung • elektrische Energie und Leistung • elektrische Ladung • Knoten- und Maschenregel • Ohm'sches Gesetz • elektrischer Widerstand	• Die Berechnung komplexer Widerstandsnetze wird nicht erwartet. • Aufgrund ihrer hohen Verbreitung sollten auch Schaltungen mit Leuchtdioden untersucht werden, wobei die Erklärung der Vorgänge im Innern der Dioden nicht erwartet wird.

Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...		Inhalte und Hinweise
Permanentmagnetismus		
• untersuchen Grundphänomene des Magnetismus und führen diese auf Wechselwirkungen zurück, • erläutern Grundphänomene des Magnetismus mithilfe von Modellen, • beschreiben die Struktur unterschiedlicher Magnetfelder.	• magnetische Pole, Anziehung, Abstoßung • Magnetisierbarkeit • Magnetfelder	Magnetische Pole sind an geeigneter Stelle von elektrischen Polen abzugrenzen.
Elektromagnetismus		
• untersuchen die magnetische Wirkung des elektrischen Stroms, • erläutern Energieumwandlungen mithilfe des Elektromagnetismus, • beschreiben Energietransport durch Induktion, • beschreiben und erklären die Funktion von technischen Geräten mithilfe des Elektromagnetismus, • beschreiben und erklären Voraussetzungen für die Bereitstellung und Nutzung elektrischer Energie im Haushalt.	• Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters und einer Spule • Induktion • Elektromotor und Generator • Transformator, Hochspannungsleitung	Eine mathematische bzw. quantitative Beschreibung der nebenstehenden Aspekte ist nicht verbindlich. Auch auf die Behandlung der Drei-Finger-Regel und der Lorentzkraft kann verzichtet werden.

Elektromagnetische Strahlung

Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...		Inhalte und Hinweise
Ausbreitung von Licht und Wärmestrahlung, Strahlenmodell		
• erklären Licht- und Wärmeausbreitung mithilfe des Strahlenmodells, • verwenden das Sender-Empfänger-Modell zur Beschreibung des Sehprozesses.	• Strahlenmodell • selbstleuchtende und beleuchtete Körper	Als möglicher Exkurs zum Sender-Empfänger-Modell bietet sich die Kommunikation mithilfe elektromagnetischer Strahlung (z. B. über Satelliten) an.
Fortführung der Tabelle »		

2 Kompetenzbereiche

Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Inhalte und Hinweise	
Wechselwirkung von Strahlung und Materie		
• erklären die Entstehung von Schatten, • konstruieren Schattenbilder, • treffen qualitative Voraussagen über die Größe von Schatten, • wenden die erworbenen Kenntnisse auf optische Phänomene im Sonnensystem an, • konstruieren Strahlengänge an Blenden, • treffen qualitative Vorhersagen über Bildeigenschaften bei der Abbildung durch Lochblenden.	• Schatten, Halbschatten, Kernschatten • Finsternisse, Mondphasen • Bildentstehung und Bildeigenschaften bei Abbildungen durch Lochblenden	Die Abbildungen durch Lochblenden oder Aspekte davon können auch im Kontext optischer Abbildungen behandelt werden.
• wenden das Reflexionsgesetz zur Konstruktion von Strahlengängen an, • beschreiben und erklären Spiegelungen in Natur und Technik.	• Reflexion und Streuung von Licht- und Wärmestrahlen • Reflexionsgesetz	Streuung und Absorption sollen phänomenologisch behandelt werden. Die Beobachtung der Reflexion von Wärmestrahlen ist mit einer Infrarotkamera beispielsweise an Bodenfliesen oder Fensterscheiben möglich. Wölb- und Hohlspiegel sind nicht verbindlich zu unterrichten, können aber vertiefend bei der Ausbreitung elektromagnetischer Strahlung (beispielsweise Telekommunikation) genutzt werden.
• messen Temperaturen, • erklären das Verhalten von Stoffen bei verschiedenen Temperaturen mit einem einfachen Teilchenmodell, • grenzen Alltagssprache (Wärme, Kälte) von Fachsprache (Wärmeenergie, Temperatur) ab.	• Temperatur • Celsius-Skala • Ausdehnung von Materie • Aggregatzustände • einfaches Teilchenmodell	Die Ausdehnung von Materie soll nur qualitativ beschrieben werden. Kenntnisse zum Teilchenmodell werden auch im Chemieunterricht vermittelt. Eine Absprache zwischen den Fachschaften wird empfohlen.

Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Inhalte und Hinweise	
Lichtbrechung und optische Abbildungen		
• beschreiben das Verhalten von Lichtstrahlen an Grenzflächen, • analysieren und erklären Brechungsphänomene in der Natur, • konstruieren den Verlauf von Lichtstrahlen an Grenzflächen, • untersuchen verschiedene Linsentypen und bestimmen deren optische Eigenschaften, • analysieren den Einfluss der Brennweite auf das Bild, • konstruieren optische Abbildungen mithilfe ausgezeichneter Lichtstrahlen, • untersuchen und erklären die Beziehung zwischen Größen und Abständen bei der Linsenabbildung, • beschreiben die Nutzung und erklären die Funktionsweise optischer Geräte zur Erhaltung und Erweiterung der menschlichen Wahrnehmung.	• Brechung an Grenzflächen • Totalreflexion • Sammeln und Zerstreuung von Lichtstrahlen durch Linsen • Brennweite von Sammellinsen • Einfluss der Brennweite auf das reelle Bild, Abbildungsgesetz	Es ist nicht vorgesehen, die Formel des Brechungsgesetzes zu behandeln. Es sollen auch Phänomene betrachtet werden, bei denen Brechung und (Mehrfach-) Reflexion gemeinsam auftreten. Die Linsengleichung und das Abbildungsgesetz können behandelt werden; auf umfängliche Rechnungen soll jedoch verzichtet werden. Es empfiehlt sich, das Thema Mikroskop in Abstimmung mit dem Fach Biologie zu unterrichten. Auch das Thema Auge bietet sich ggf. für ein fachübergreifendes Projekt mit dem Fach Biologie an. Die Behandlung von optischen Täuschungen ist eine mögliche Ergänzung.
Spektrum und Wellenlänge		
• beschreiben die Zerlegung weißen Lichts in Spektralfarben, • deuten Farbeindrücke mithilfe von Spektralfarben, • beschreiben unterschiedliche Materialien hinsichtlich der Transparenz von Licht- und Wärmestrahlen, • beschreiben Emission, Absorption und Transmission in Abhängigkeit von der Wellenlänge anhand von Beispielen.	• Farbe und Wellenlänge • spektrale Zerlegung des Lichts • Farbaddition und -subtraktion • Absorption • Transmission: Durchlässigkeit der Materie für Licht- und Wärmestrahlung	Es werden keine expliziten Kenntnisse des Wellenmodells in der Sekundarstufe I erwartet. Der Begriff Wellenlänge dient der Unterteilung des elektromagnetischen Spektrums.
Fortführung der Tabelle »		

2 Kompetenzbereiche

Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Inhalte und Hinweise	
• beschreiben Gemeinsamkeiten und Unterschiede menschlicher Sinnesorgane (Haut, Netzhaut) zur Wahrnehmung elektromagnetischer Strahlung, • verwenden Sensoren zur Erweiterung der menschlichen Wahrnehmungsfähigkeit von Strahlung über das sichtbare Spektrum hinaus.	• Erweiterung des elektromagnetischen Spektrums im nicht-sichtbaren Bereich • Wahrnehmung von Strahlung durch Sinnesorgane und Sensoren	Das Thema Sensorik wird ebenfalls im Biologieunterricht unterrichtet, der Physikunterricht ergänzt die Erweiterung der Wahrnehmung durch technische Sensoren, z. B. zur Mobilfunkstrahlung oder der Röntgendiagnostik.
Klimaphysik		
• beschreiben Reflexion, Absorption und Transmission von Licht- und Wärmestrahlung in der Erdatmosphäre, • untersuchen experimentell die Erwärmung von Luft in Abhängigkeit ihres CO₂-Gehalts, • diskutieren und bewerten Ursachen des anthropogenen Treibhauseffekts.	• Strahlungshaushalt der Erde, Strahlungsgleichgewicht und Rückstrahlvermögen (Albedo) • natürlicher und anthropogener Treibhauseffekt • Rückkopplungsprozesse im Klimasystem der Erde	Das Thema Klimawandel kann als fächerverbindendes Projekt unterrichtet und mit Lernen durch Engagement verknüpft werden. Rückkopplungsprozesse können fachübergreifend beispielsweise an Treibhausgasen oder der Eis-Albedo-Rückkopplung untersucht werden.
Mechanik		
Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Inhalte und Hinweise	
Dichte		
• beschreiben den Zusammenhang zwischen Masse, Dichte und Volumen, • bestimmen Massen und Volumina und berechnen damit Dichten, • schätzen Massen mithilfe von Volumen und Dichte ab, • überprüfen experimentell das Verhalten von Körpern in ruhenden Flüssigkeiten.	• Masse, Dichte, Volumen • Vergleich der (mittleren) Dichten von Körpern und Flüssigkeiten	Bei diesem Thema bietet sich anstelle einer fachlichen Strukturierung eine Kontextorientierung (Schwimmen, Schweben und Sinken) in besonderem Maße an. Eine Behandlung des Drucks ist nicht verbindlich vorgesehen.

Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...	Inhalte und Hinweise	
Kinematik		
• bestimmen Geschwindigkeiten, indem sie Strecke und Zeit messen, • vergleichen Geschwindigkeitsangaben miteinander, • bestimmen mithilfe der Durchschnittsgeschwindigkeit zurückgelegte Wege, • analysieren Bewegungsabläufe mit und ohne Geschwindigkeitsänderungen in verschiedenen Darstellungsformen, • wechseln situationsgerecht zwischen verschiedenen Darstellungsformen, • erstellen und analysieren Zeit-Weg-Diagramme und Zeit-Geschwindigkeits-Diagramme.	• Ort, Strecke, Zeit • Geschwindigkeit und ihre Einheiten • Geschwindigkeit als gerichtete Größe • Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit • Schall- und Lichtgeschwindigkeit • gleichförmige und ungleichförmige Bewegungen • Darstellungsformen von Bewegungen: Formel, Diagramm, Wertetabelle, Text	Der Begriff der Momentangeschwindigkeit soll ohne exakte mathematische Herleitung eingeführt werden, z. B. durch Deuten vorgegebener Diagramme In der Mechanik hat sich der zweidimensionale Zugang als Unterrichtskonzept bewährt.
Statik		
• planen Experimente zur Messung von Kräften mit Federn, • berechnen Gewichtskräfte aus Masse und Ortsfaktor, • berücksichtigen situativ die Richtung und den Betrag einer Kraft, • skizzieren das Zusammenspiel von mehreren Kräften, die auf einen Körper wirken.	• Kraft als gerichtete Größe • Masse und Gewichtskraft • Kräfteaddition	
Dynamik		
• führen Geschwindigkeitsänderungen (Betrag und Richtung) auf das Wirken von Kräften zurück, • wenden das Trägheitsprinzip zur Beschreibung und Erklärung einfacher Alltagssituationen an, • erläutern Energiebilanzen unter Berücksichtigung von Reibungskräften.	• Trägheitsprinzip • Kraft als Ursache für Geschwindigkeitsänderung • Reibungskräfte und Energiebilanzen	Es ist in dieser Unterrichtseinheit zu beachten, dass eine quantitative Analyse beschleunigter Bewegungen der Sekundarstufe II vorbehalten ist. Der Schwerpunkt liegt somit auf der qualitativen Analyse und Interpretation von beschleunigten Bewegungen sowie auf der Kraft als Ursache solcher Bewegungen. An dieser Stelle kann zusätzlich der Impuls eines Körpers eingeführt werden und es können Impulsänderungen mit dem Wirken von Kräften verknüpft werden.

Radioaktivität und ionisierende Strahlung

Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler ...		Inhalte und Hinweise
Ionisierende Strahlung		
• beschreiben Verfahren zum Nachweis ionisierender Strahlung, • nennen Möglichkeiten der Abschirmung ionisierender Strahlung, • nennen Anwendungen ionisierender Strahlung in Medizin und Technik und deren Wirkungen auf die Umwelt, • bewerten den Einsatz ionisierender Strahlung hinsichtlich ihres Nutzens und ihrer Risiken.	• α-, β-, γ-Strahlung • Nachweis und Messung • Abschirmung • technische und medizinische Nutzung • biologische Wirkung	Die Bewertung von Nutzen und Risiken ionisierender Strahlung bietet sich unter anderem im Kontext Herausforderungen der Energieversorgung an.
Radioaktiver Zerfall		
• unterscheiden zwischen Elementen und Isotopen, • analysieren Zerfallsreihen radioaktiver Kerne, • führen (Modell-)Versuche zum radioaktiven Zerfall durch, • berechnen mithilfe des Zerfallsgesetzes Anteile von zerfallenen Kernen, • bewerten die Lagerung radioaktiver Abfälle.	• Proton, Neutron und Elektron • Kernladungszahl, Massenzahl, Isotope • Aktivität • Halbwertszeit • Zerfallsgesetz • Zerfallsreihen	Grundlegende Kenntnisse über den Aufbau der Atome werden im Chemieunterricht vermittelt. Der Physikunterricht konzentriert sich daher auf die Untersuchung von Atomkernen. Zerfallsprozesse und Halbwertszeiten lassen sich mithilfe von Modellen (zum Beispiel Würfel) darstellen. Es wird eine Absprache mit dem Fach Mathematik hinsichtlich der Einführung von Exponentialfunktionen empfohlen.
Kernenergie		
• beschreiben und analysieren Kernreaktionen hinsichtlich Energieumwandlungen, • bewerten Chancen und Risiken der Nutzung von Kernenergie.	• Kernspaltung und Kettenreaktionen bei ziviler und militärischer Nutzung • Kernfusion in Fusionsreaktoren und Sonne	

2.2 Basiskonzepte

Der Beschreibung von physikalischen Sachverhalten liegen fachspezifische Gemeinsamkeiten zugrunde, die sich in Form von Basiskonzepten strukturieren lassen. Die Basiskonzepte im Fach Physik ermöglichen die Ver-

netzung fachlicher Inhalte und deren Betrachtung aus verschiedenen Perspektiven. Die Basiskonzepte werden übergreifend auf alle Kompetenzbereiche bezogen. Sie können kumulativ den Aufbau von strukturiertem Wissen und die Erschließung neuer Inhalte fördern.

Die Basiskonzepte bilden die Grundlage typischer Vorgehensweisen beim Lösen physikalischer Probleme und werden in Lehr-Lern-Prozessen wiederholt thematisiert und ausdifferenziert. Den Lernenden wird aufgezeigt, dass diese grundlegenden Konzepte in vielen verschiedenen Lernbereichen einsetzbar sind und einen systematischen Wissensaufbau und somit den Erwerb eines strukturierten und mit anderen Natur- und Ingenieurwissenschaften vernetzten Wissens unterstützen.

Erhaltung und Gleichgewichte

Viele Sachverhalte und Vorgänge lassen sich in der Physik durch ein Denken in Bilanzen oder Gleichgewichten beschreiben und erklären. Hierbei spielen neben statischen und dynamischen Gleichgewichtsbedingungen (wie zum Beispiel bei der Betrachtung von Kräften und thermodynamischen Gleichgewichten) auch Erhaltungssätze (wie beispielsweise die Energieerhaltung oder die Ladungserhaltung) eine wesentliche Rolle. Darüber hinaus sind Ungleichgewichte in der Regel Antriebe für Prozesse wie zum Beispiel Beschleunigung bei Kräfteungleichgewicht.

Modelle und Vorhersagen

Ein zentrales Merkmal der Physik ist es, Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen und Theorien zu beschreiben und daraus Erkenntnisse und Vorhersagen zu erhalten. Hierbei ist der Modellbegriff von fundamentaler Bedeutung, um zwischen Phänomenen und der Physik als Vorhersagen machende Wissenschaft zu unterscheiden. Modelle stellen gegenständliche, symbolische oder auch nur gedankliche Repräsentationen von Elementen der Wirklichkeit dar (zum Beispiel Funktionsmodelle, Denkmodelle, mathematische Gleichungen und Zusammenhänge, Diagramme oder Simulationen). Modelle werden für einen bestimmten Zweck geschaffen oder verwendet wie beispielsweise, um Vorhersagen zu ermöglichen. Bei Modellen bestehen Analogien zwischen bestimmten Elementen des Modells und Elementen der Realität. Ein wesentlicher Bestandteil von naturwissenschaftlichen Modellen ist, dass aus diesen getroffenen Vorhersagen experimentell überprüft werden können beziehungsweise sich diese in experimentellen Situationen bewährt haben. Vor dem

Hintergrund des Basiskonzepts Modelle und Vorhersagen können Aussagen aus im Alltag diskutierten Modellen (zum Beispiel Klimamodelle) interpretiert werden.

Experimente und Verfahren

Das Experimentieren ist die fundamentale Methode der Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften, insbesondere in der Physik. Die einzelnen Schritte eines typischen Experimentierzyklus, wie ein theoriegeleitetes Vorgehen, eine strukturierte Planung der Durchführung, eine objektive Auswertung und eine Interpretation der Ergebnisse, ermöglichen eine nachvollziehbare Erkenntnisgewinnung in der Physik sowie eine systematische Beurteilung bestehender Aussagen in der Physik und im Alltag. Zeitgemäße Physik zeichnet sich dabei auch durch die Anwendung digitaler Messwerterfassung und -auswertung aus. Zudem spielen grafische und mathematische Verfahren beim Lösen von Problemen eine große Rolle bei der Gewinnung von Erkenntnissen in der Physik.

Ursache und Wirkung

In der Physik ist die Frage nach Ursache und Wirkung von großer Bedeutung, da sie die Grundvoraussetzung für eine Beschreibung von Phänomenen durch Gesetzmäßigkeiten ist. Dies gilt für viele, aber nicht für alle physikalischen Phänomene, da es in der Natur auch Prozesse gibt, die nicht kausal beschrieben werden können (zum Beispiel der Zerfall eines einzelnen Atomkerns). Die Zusammenhänge von Ursache und Wirkung sind manchmal einfach, manchmal aber auch vielschichtig. Eine wichtige Aufgabe der Naturwissenschaften besteht darin, die kausalen Zusammenhänge zu untersuchen und zu erklären (zum Beispiel elektrische Stromkreise, Geschwindigkeitsänderung). Diese Zusammenhänge können dann in verschiedenen Kontexten getestet und zur Vorhersage und Erklärung von Phänomenen in neuen Kontexten verwendet werden (zum Beispiel astronomische Phänomene, induktives Laden). Somit bietet dieser strukturierte Zugang eine gute Grundlage, um über physikalische Phänomene und deren Erklärung zu kommunizieren sowie im Alltag naturwissenschaftliche Argumentationen zu beurteilen.

3 Themen und Inhalte des Unterrichts

Der Einstieg in den Fachunterricht wird in Schleswig-Holstein von Schule zu Schule unterschiedlich gehandhabt. Erfahrungen in Schleswig-Holstein wie in anderen Bundesländern belegen, dass sich der möglichst frühe Einstieg bewährt. Dabei ist darauf zu achten, dass der Unterricht im Fach Physik möglichst durchgehend geplant und in keiner Klassenstufe ausgesetzt wird.

Aufgrund der unterschiedlichen Auslegung der Kontingenzstundentafel an den Schulen beziehungsweise der unterschiedlichen Anlage des integrierten Unterrichts in Naturwissenschaften sowie der Verteilung der Physikstunden auf die Jahrgangsstufen wird von einer

festen Zuweisung der Themen auf einzelne Jahrgangsstufen abgesehen. Es sollen jedoch alle im ersten Block angegebenen Themen unterrichtet werden, bevor man sich den Themen des zweiten Blocks zuwendet. Erfolgt der Physikunterricht zweistündig in vier aufeinanderfolgenden Jahrgangsstufen, so sind die im Block I genannten Themen bis zum Ende des zweiten Lernjahres zu behandeln.

Diesen Themen werden nachfolgend die im Unterricht verbindlich zu behandelnden Bezüge zu den globalen Herausforderungen sowie den Zielen der Bildung für nachhaltige Entwicklung (resultierend aus den 17 Nachhaltigkeitszielen der Vereinten Nationen (*Sustainable Development Goals, SDG*)) zugeordnet.

Themen und Inhalte	Block I	Block II	Zuordnung der Ziele für nachhaltige Entwicklung
Energie	• Qualitativer Energiebegriff	• Quantitativer Energiebegriff • Herausforderungen der Energieversorgung	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie SDG 9: Industrie, Innovation und Infrastruktur SDG 11: Nachhaltige Städte und Gemeinden
Elektrizitätslehre und Magnetismus	• Einfache elektrische Stromkreise • Permanentmagnetismus	• Stromstärke und Spannung • Elektromagnetismus	SDG 3: Gesundheit und Wohlergehen SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie SDG 9: Industrie, Innovation und Infrastruktur
Elektromagnetische Strahlung	• Ausbreitung von Licht- und Wärmestrahlung, Strahlenmodell • Wechselwirkung von Strahlung und Materie	• Lichtbrechung und optische Abbildungen • Spektrum und Wellenlänge • Klimaphysik	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie SDG 13: Maßnahmen zum Klimaschutz
Mechanik	• Dichte • Kinematik • Statik	• Dynamik	SDG 9: Industrie, Innovation und Infrastruktur SDG 10: Weniger Ungleichheiten SDG 11: Nachhaltige Städte und Gemeinden SDG 14: Leben unter Wasser
Radioaktivität und ionisierende Strahlung		• Ionisierende Strahlung • Radioaktiver Zerfall • Kernenergie	SDG 3: Gesundheit und Wohlergehen SDG 5: Geschlechtergleichheit SDG 16: Frieden, Gerechtigkeit und starke Institutionen

Kernkompetenzen im Lernbereich Globale Entwicklung

Die Kernkompetenzen im Lernbereich Globale Entwicklung gemäß des Orientierungsrahmens der Kultusministerkonferenz umfassen elf Fähigkeiten, die in die drei Bereiche **Erkennen (analytisch)**, **Bewerten (reflexiv)** und **Handeln (partizipativ)** unterteilt sind. Sie zielen darauf ab, Schülerinnen und Schüler zu befähigen, komplexe globale Zusammenhänge zu verstehen, Verantwortung zu übernehmen und nachhaltige Entwicklung mitzugestalten.

Diese Kernkompetenzen des Lernbereichs Globale Entwicklung werden in der folgenden Tabelle mit den Kompetenzen der Fachanforderungen Physik verknüpft. Dabei bedeutet „Die Schülerinnen und Schüler können...“ in der Formulierung des Orientierungsrahmens der Kultusministerkonferenz, dass sie über die jeweilige Kompetenz verfügen, aber frei darüber entscheiden, ob sie diese in einer gegebenen Situation einsetzen.

Erkennen

Kernkompetenzen des Lernbereichs Globale Entwicklung	Zuordnung zu den Kompetenzen aus Kapitel 2 Die Schülerinnen und Schüler ...
1. Informationsbeschaffung und -verarbeitung Die Schülerinnen und Schüler können Informationen zu Fragen der Globalisierung und Entwicklung beschaffen und themenbezogen verarbeiten.	• recherchieren zielgerichtet in analogen und digitalen Medien physikalische Sachverhalte zu Themen der Globalisierung und Entwicklung (K 1.1), • erklären Phänomene im globalen Zusammenhang unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien (S 1.1), • planen geeignete Experimente zur Untersuchung einer (umwelt-) physikalischen Fragestellung, führen sie durch und werten sie aus (S 2.1, E 1.2, E 2.1).
2. Erkennen von Vielfalt Die Schülerinnen und Schüler können die soziokulturelle und natürliche Vielfalt in der Einen Welt erkennen.	• entnehmen unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen zur Abhängigkeit des Einsatzes von Technologien von natürlichen und soziokulturellen Bedingungen und geben dies in passender Struktur und angemessener Alltags- oder Fachsprache wieder (K 1.5), • tauschen sich mit anderen über Ungleichheit im Hinblick auf Verursachung und Betroffenheit von globalen Umweltkrisen aus, vertreten, reflektieren und gegebenenfalls korrigieren den eigenen Standpunkt mithilfe fachlicher Argumente (K 3.2).
3. Analyse des globalen Wandels Die Schülerinnen und Schüler können Globalisierungs- und Entwicklungsprozesse mithilfe des Leitbildes der nachhaltigen Entwicklung fachlich analysieren.	• erkennen Verflechtungen in den Dimensionen Wirtschaft / Soziales / Politik und bilden sich reflektiert und rational ein eigenes Urteil (B 2.1), • treffen begründete Entscheidungen über lokale und globale Eingriffe des Menschen in die Natur unter Berücksichtigung fachlicher und überfachlicher Kriterien (B 2.2).
<i>Fortführung der Tabelle »</i>	

Kernkompetenzen des Lernbereichs Globale Entwicklung	Zuordnung zu den Kompetenzen aus Kapitel 2 Die Schülerinnen und Schüler ...
4. Unterscheidung von Handlungsebenen Die Schülerinnen und Schüler können Handlungsebenen vom Individuum bis zur Welt-ebene in ihrer jeweiligen Funktion für Ent-wicklungsprozesse erkennen.	• prüfen Quellen zur globalen Entwicklung hinsichtlich der Krite-rien Korrektheit und Relevanz für den untersuchten Sachverhalt (K 1.3), • prüfen die Urheberschaft vermeintlicher Wahrheiten, dokumen-tieren verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate (K 2.4), • benennen und vergleichen individuelle und gesellschaftliche Handlungsoptionen sowie wechselseitige Bezüge lokalen und globalen Handelns in Entscheidungssituationen mit physikali-schem oder technologischem Bezug (B 3.1).

Bewerten

Kernkompetenzen des Lernbereichs Globale Entwicklung	Zuordnung zu den Kompetenzen aus Kapitel 2 Die Schülerinnen und Schüler ...
5. Perspektivenwechsel und Empathie Die Schülerinnen und Schüler können sich eigene und fremde Wertorientierungen in ihrer Bedeutung für die Lebensgestaltung bewusst machen, würdigen und reflektieren.	• diskutieren und bewerten entwicklungsrelevante Aussagen aus verschiedenen Perspektiven (K 3.2), • unterscheiden zwischen Werturteilen und fachlichen Argumen-tationen (B 2.1), • skizzieren die Rolle physikalischer Forschung in einer nachhalti-gen Entwicklung (B 3.2).
6. Kritische Reflexion und Stellungnahme Die Schülerinnen und Schüler können durch kritische Reflexion zu Globalisierungs- und Entwicklungsfragen Stellung beziehen und sich dabei an der internationalen Konsensbil-dung, am Leitbild nachhaltiger Entwicklung und an den Menschenrechten orientieren.	• übertragen gewonnene Erkenntnisse auf Alltagssituationen und reflektieren ihre Anwendbarkeit (E 3.5), • differenzieren zwischen Beobachtung und Interpretation expe-rimentell gewonnener Daten zum lokalen und globalen Klima (K 3.2).
7. Beurteilen von Entwicklungsmaßnahmen Die Schülerinnen und Schüler können Ansät-ze zur Beurteilung von Entwicklungsmaßnah-men (bei uns und in anderen Teilen der Welt) unter Berücksichtigung unterschiedlicher Interessen und Rahmenbedingungen erar-beiten und zu eigenständigen Bewertungen kommen.	• bilden sich reflektiert und rational ein eigenes Urteil zu Entwick-lungsmaßnahmen mit physikalischem Bezug (B 2.1).

Handeln

Kernkompetenzen des Lernbereichs Globale Entwicklung	Zuordnung zu den Kompetenzen aus Kapitel 2 Die Schülerinnen und Schüler ...
8. Solidarität und Mitverantwortung Die Schülerinnen und Schüler können Bereiche persönlicher Mitverantwortung für Mensch und Umwelt erkennen und als Herausforderung annehmen.	• erkennen und übernehmen Verantwortung für das eigene Handeln im lokalen (unmittelbares Lebensumfeld) und globalen Kontext (B 3.2).
9. Verständigung und Konfliktlösung Die Schülerinnen und Schüler können zur Überwindung soziokultureller und interessenbestimmter Barrieren in Kommunikation und Zusammenarbeit sowie zu Konfliktlösungen beitragen.	• erklären Interessenkonflikte in gesellschaftlichen Entscheidungen mit physikalischem oder technologischem Bezug unter Nutzung physikalischer Theorien und Modelle (S 1.1), • tauschen sich in globalen Kontexten über physikalische / technologische Sachverhalte aus, vertreten, reflektieren und ggf. korrigieren den eigenen Standpunkt (K 3.2).
10. Handlungsfähigkeit im globalen Wandel Die Schülerinnen und Schüler können die gesellschaftliche Handlungsfähigkeit im globalen Wandel vor allem im persönlichen und beruflichen Bereich durch Offenheit und Innovationsbereitschaft sowie durch eine angemessene Reduktion von Komplexität sichern und die Ungewissheit offener Situationen ertragen.	• stellen in Experimenten gewonnene oder recherchierte Daten auch mithilfe von digitalen Hilfsmitteln dar, identifizieren Zusammenhänge und erklären diese mithilfe bekannter Modelle (E 3.1).
11. Partizipation und Mitgestaltung Die Schülerinnen und Schüler sind aufgrund ihrer mündigen Entscheidung bereit, Ziele der nachhaltigen Entwicklung im privaten, schulischen und beruflichen Bereich zu verfolgen und sich an ihrer Umsetzung auf gesellschaftlicher und politischer Ebene zu beteiligen.	• erkunden und nutzen eigene Möglichkeiten der Einflussnahme auf politische Entscheidungen auf verschiedenen Handlungsebenen in Bezug auf physikalische oder technologische Entwicklungsprozesse (B 2.2, B 3.1, B 3.2).

4 Schulinternes Fachcurriculum

Innerhalb der Rahmenvorgaben der Fachanforderungen besitzen die Schulen Gestaltungsfreiheit bezüglich der Umsetzung der Kontingenzstundentafel, der Lern- und Unterrichtsorganisation, der pädagogisch-didaktischen Konzepte wie auch der inhaltlichen Schwerpunktsetzungen.

Im schulinternen Fachcurriculum dokumentiert die Fachkonferenz ihre verbindlichen Vereinbarungen zur Gestaltung des Physikunterrichts an ihrer Schule. Die Weiterentwicklung des schulinternen Fachcurriculums stellt eine ständige gemeinsame Aufgabe der Fachkonferenz dar.

Somit stellt das schulinterne Fachcurriculum Verbindlichkeit für die Lehrkräfte im Rahmen der Gestaltungsfreiheit der Schulen her. Es schafft Entlastung für die Lehrkräfte durch gemeinsame Absprachen und eine Aufgabenteilung innerhalb der Fachschaft. Die Teamentwicklung innerhalb der Fachschaft wird gefördert. Entscheidend im Prozess sind weniger die letztlich

formulierten Ergebnisse, sondern vielmehr der Diskussions- und Verständigungsprozess innerhalb der Fachkonferenz.

Das schulinterne Fachcurriculum gibt einen Überblick über wichtige gemeinsame pädagogische und fachliche Absprachen. Es ist fortlaufend zu evaluieren und weiterzuentwickeln. Gründe für mögliche Anpassungen können zum Beispiel schulinterner Wandel, gesellschaftlicher Wandel oder didaktische Neuerungen sein.

Im schulinternen Fachcurriculum sind Vereinbarungen zu den in der Tabelle folgenden Aspekten zu treffen. Darüber hinaus kann die Fachkonferenz weitere Vereinbarungen zur Gestaltung des Physikunterrichts an ihrer Schule treffen und im schulinternen Fachcurriculum dokumentieren. Der Vorschlag des schulinternen Fachcurriculums wird von der Fachkonferenz erarbeitet und von der Schulleitung genehmigt (§ 66 Absatz 3 SchulG). Im Zuge der Transparenz ist die jeweils aktuelle Fassung des schulinternen Fachcurriculums auf der Homepage der Schule zu veröffentlichen.

Aspekte	Konkretisierungen
Unterricht	• Gestaltung von Unterrichtseinheiten; Festlegung der Unterrichtsthemen; Festlegung zentraler Experimente; verbindlich einzuführende Formeln • Beitrag der jeweiligen Unterrichtseinheit zum Erwerb und zur Erweiterung der Kompetenzen und des Aufbaus der Basiskonzepte • Absprache mit anderen Fachschaften zu gemeinsamen Themen und Kontexten – auch im Wahlpflichtunterricht (hier zur Vermeidung von Dopplungen) • fächer- und themenübergreifendes Arbeiten • Berücksichtigung der Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen • Einbeziehung außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte
Überfachliche Kompetenzen	• Abstimmung zur Förderung der überfachlichen Kompetenzen im gesamtschulischen Kontext (z. B. Brennerführerschein, softwaregestützte Datenauswertung, Problemlösefähigkeiten in Wissenschaft und Forschung)
Sprachbildung	• Festlegung von einheitlichen Bezeichnungen und Begriffen; einheitliche Formelsprache • Beachtung der Maßnahmen für durchgängige Sprachförderung zur Schulung der Fachsprache

Aspekte	Konkretisierungen
Differenzierung	• Ausgestaltung der Binnendifferenzierung • Vorschläge für Angebote für besonders leistungsstarke, motivierte bzw. leistungsschwache Schülerinnen und Schüler • Fördermaßnahmen für Schülerinnen und Schüler mit hohem Förderbedarf sowie für besonders begabte Schülerinnen und Schüler • außerunterrichtliche Angebote für besonders interessierte Schülerinnen und Schüler (Wettbewerbe, Schülerlabore, ...)
Lehr- und Lernmaterial	• Nutzung von Lehr- und Lernmaterial • Einsatz von Experimentiergeräten • Anschaffung und Nutzung einer zugelassenen Formelsammlung und eines zugelassenen wissenschaftlichen Taschenrechners in Absprache mit den anderen Fachschaften
Medienkompetenz	• Beitrag des Faches zur Medienkompetenz • Nutzung digitaler Medien im Unterricht auch zur digitalen Messwerterfassung
Grundlegende Kompetenzen	• Festlegung einer Diagnostik der grundlegenden Kompetenzen • Absprachen zur Förderung der grundlegenden Kompetenzen • Maßnahmen zur Sicherung von Grundwissen, das aus dem Gedächtnis abrufbar sein soll
Leistungsbeurteilung	• Grundsätze zur Leistungsbeurteilung und zur Gestaltung von Leistungsnachweisen • Verteilung der Leistungsnachweise in Abstimmung mit den anderen naturwissenschaftlichen Fächern
Überarbeitung und Weiterentwicklung	• regelmäßige Evaluation und Weiterentwicklung getroffener Verabredungen • regelmäßige Absprachen über den Fortbildungsbedarf

5 Leistungsbeurteilung

Die Schülerinnen und Schüler erhalten formative und summative Beurteilungen in Form von Rückmeldungen zu ihrem Lernprozess und zu den erreichten Lernständen. Beide Rückmeldungen sind eine Hilfe für die Selbsteinschätzung und müssen auch Hinweise für das weitere Lernen enthalten. Sie dienen damit der Lenkung und Unterstützung des individuellen Lernprozesses.

Grundsätzlich sind alle vier Kompetenzbereiche und die drei Anforderungsbereiche bei der Leistungsbeurteilung angemessen zu berücksichtigen. Überprüfungsformen schriftlicher, mündlicher und praktischer Art sollen deshalb darauf ausgerichtet sein, dass Erreichen der in den Kompetenzbereichen aufgeführten Kompetenzerwartungen zu evaluieren. Lernerfolgsüberprüfungen sollen Schülerinnen und Schülern Gelegenheit geben, erworbene Kompetenzen wiederholt und in wechselnden Zusammenhängen unter Beweis zu stellen. Dabei ist sicherzustellen, dass Leistungen von Schülerinnen und Schülern eigenständig erbracht werden, weshalb bestimmte Lernerfolgsüberprüfungen wie zum Beispiel Hausaufgaben oder Referate für sich allein nicht Grundlage summativer Beurteilungen sein dürfen.

Für Lehrkräfte sind die Ergebnisse der begleitenden Evaluation des Lernprozesses sowie des Kompetenzerwerbs Anlass, die Zielsetzungen und Methoden ihres Unterrichts zu überprüfen. Die Fachkonferenz dokumentiert konkrete Beschlüsse zur Leistungsbeurteilung im schulinternen Fachcurriculum. Die Lehrkraft sorgt dafür, dass die Lernenden für Unterrichtsbeiträge eine durch Kriterien geleitete Rückmeldung erhalten und gewährleistet die Transparenz dieser Kriterien, die gemeinsam mit der Lerngruppe erarbeitet werden können. Die Beurteilung bleibt in der Verantwortung der Lehrkraft.

Beurteilungsbereiche für das Fach Physik

Für die Leistungsbeurteilung im Fach Physik werden Unterrichtsbeiträge und Leistungsnachweise zugrunde gelegt.

Um dem unterschiedlichen Leistungsvermögen und den unterschiedlichen Persönlichkeiten der Schülerinnen und Schüler gerecht zu werden, aber auch, um das gesamte Spektrum der Leistungen angemessen berücksichtigen zu können, müssen Leistungen aus den folgenden Feldern der Unterrichtsarbeit herangezogen werden:

- Unterrichtsgespräch
- Dokumentation
- Präsentation
- Bearbeitung von Aufgabenstellungen und Durchführung von Experimenten

Für alle Felder gilt, dass auch der Umgang mit Fachsprache, die Nutzung fachspezifischer Darstellungsformen sowie Argumentationen inklusive Begründungen Gegenstand der Leistungsbeurteilung sind.

Im Beurteilungsfeld der Bearbeitung von Aufgabenstellungen und der Durchführung von Experimenten bildet sich explizit der Weg der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung ab. Daher sind folgende Aspekte für die Leistungsbeurteilung hier zu berücksichtigen:

- Arbeitstechniken anwenden
- Kriteriengeleitet beobachten, kriteriengeleitet vergleichen und ordnen
- Hypothesengeleitet experimentieren
- Erklärend und voraussagend modellieren
- Erkenntnisprozess reflektieren

Außerdem sind schriftliche Leistungsüberprüfungen bis zu einer Arbeitsdauer von maximal 20 Minuten (sogenannte Tests) als Unterrichtsbeiträge sowie die im schulinternen Fachcurriculum festgelegten Leistungsnachweise laut entsprechendem Erlass zu berücksichtigen. Leistungsnachweise beinhalten immer Bezüge zu physikalischen Experimenten.

Die Lehrkraft initiiert, dass die Lernenden für Unterrichtsbeiträge eine durch Kriterien geleitete Rückmeldung erhalten und gewährleistet die Transparenz der Kriterien. Das kann eine gemeinsame Erarbeitung von Kriterien mit der Lerngruppe einschließen. Die Bewertung liegt in der Verantwortung der Lehrkraft.

Die Zahl der Leistungsnachweise (Klassenarbeiten und gleichwertige Leistungsnachweise) wird im entsprechenden Erlass geregelt. Die Verteilung der Leistungsnachweise erfolgt in Abstimmung mit den anderen naturwissenschaftlichen Fächern.

Die Leistungsbeurteilung im Zeugnis wird in fachlicher und pädagogischer Abwägung durch die Einschätzung der Leistung in den Unterrichtsbeiträgen und Leistungsnachweisen gebildet.

6 Abschlussprüfungen

Grundlage der Abschlussprüfungen sind die in den Fachanforderungen beschriebenen Kompetenzerwartungen Einzelheiten der Gestaltung des Ersten allgemeinbildenden Schulabschlusses oder des Mittleren Schulabschlusses sind in den Durchführungsbestimmungen in ihrer jeweils gültigen Fassung geregelt.

Die Prüfungsaufgabe ist so zu gestalten, dass alle Kompetenzbereiche berücksichtigt werden und das naturwissenschaftliche Arbeiten in der Sekundarstufe I auf der jeweiligen Anforderungsebene hinreichend erfasst wird. Sie enthält zwei unterschiedliche thematische Schwerpunkte und kann fachpraktische Teile enthalten. Eine Aufgabenstellung muss einen einfachen Einstieg erlauben, alle drei Anforderungsbereiche umfassen und so angelegt sein, dass grundsätzlich jede Note erreichbar ist.

Die Prüflinge sollen zunächst die Ergebnisse ihrer Aufgabenbearbeitung selbstständig darstellen; diese werden anschließend in einem Prüfungsgespräch vertieft.

Bei der Beurteilung sollen vor allem folgende Kriterien berücksichtigt werden:

- Umfang und Qualität der nachgewiesenen Kompetenzen,
- folgerichtiger Aufbau der Darstellung,
- Beherrschung der Fachsprache,
- Verständlichkeit der Darlegungen,
- die Fähigkeit, im Gespräch angemessen zu reagieren, zum Beispiel auf Fragen und Einwände einzugehen und gegebene Hilfen aufzugreifen,
- Selbstständigkeit im Prüfungsverlauf.

III Fachanforderungen Physik Sekundarstufe II

1 Das Fach Physik in der Sekundarstufe II an Gymnasien und Gemeinschaftsschulen

1.1 Grundlagen und Lernausgangslage

Die vorliegenden Fachanforderungen formulieren abschlussbezogenen Kompetenzerwartungen für den Physikunterricht in der Sekundarstufe II an Gymnasien und Gemeinschaftsschulen. Sie orientieren sich dabei an den Bildungsstandards im Fach Physik für die Allgemeine Hochschulreife (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.6.2020).

Der Physikunterricht der Sekundarstufe II baut auf den in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen und den durch die Fachanforderungen Physik beziehungsweise den durch die Fachanforderungen Naturwissenschaften beschriebenen Kompetenzerwartungen auf. Die Sekundarstufe I dient der Vermittlung einer physikalischen Grundbildung. Die Sekundarstufe II zielt auf die Vermittlung einer erweiterten physikalischen Bildung im Rahmen der Allgemeinen Hochschulreife ab. Dabei werden die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler in den Bereichen Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz und Bewertungskompetenz gefestigt und zugleich erweitert. Die Schülerinnen und Schüler erwerben im Sinne einer Wissenschaftspropädeutik insbesondere Kenntnisse über aktuelle Teilgebiete der Physik und deren Arbeitsweisen sowie ein grundlegendes Verständnis der Fachsystematik der Physik als Wissenschaft. Die in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen sind dafür unverzichtbar. Sie können folglich auch Bestandteil der Abiturprüfung sein.

1.2 Der Beitrag des Faches zur allgemeinen und fachlichen Bildung

Die Allgemeine Hochschulreife umfasst eine vertiefte Allgemeinbildung, allgemeine Studierfähigkeit sowie wissenschaftspropädeutische Bildung. Die naturwissenschaftlichen Fächer leisten dazu einen wesentlichen Beitrag durch die Weiterentwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenz der Lernenden auf Basis der Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss.

Das Wechselspiel zwischen naturwissenschaftlicher Erkenntnis und deren Anwendung in Gebieten wie Gesundheit, Ernährung, Klima und Technik hat Einfluss auf ökologische, ökonomische und soziale Systeme. Das Erkennen, Einordnen, Bewerten und Berücksichtigen möglicher Folgen für ökologische, ökonomische und soziale Systeme ist für eine verantwortungsvolle gesellschaftliche Teilhabe notwendig und erfordert naturwissenschaftliche Kompetenz.

Der Beitrag des Faches Physik zur allgemeinen und fachlichen Bildung in der Sekundarstufe II schließt die für die Sekundarstufe I formulierten Ziele (vergleiche Teil II, Kapitel 1.2) ein. Im Physikunterricht der Sekundarstufe II sollen Schülerinnen und Schüler neben einer Vertiefung ihres Wissens in den klassischen Inhaltsbereichen der Physik fundierte Kenntnisse insbesondere im Bereich der modernen Physik erwerben. Sie sollen dadurch einerseits dazu befähigt werden, wesentliche, unseren Alltag bestimmende Technologien in Grundzügen zu verstehen. Andererseits sollen sie auf ein Studium oder eine berufliche Ausbildung im Bereich Naturwissenschaften und Technik vorbereitet werden. Neben einem vertieften Fachwissen schließt dies vor allem ein zu lernen, eigenständig physikalische Fragestellungen zu entwickeln, theoretisch fundierte Hypothesen zu formulieren sowie entsprechende Experimente zu deren Überprüfung durchzuführen und auszuwerten. Die Vermittlung physikalischer Arbeitsweisen umfasst dabei auch das Modellieren, das gekennzeichnet ist durch Abstraktion, Idealisierung sowie die Beurteilung des Potenzials und der Grenzen von Modellen für die Erklärung physikalischer Phänomene. Nicht zuletzt sollen sie die Erkenntnisse ihrer eigenen Arbeit, aber auch der Arbeit anderer, kritisch reflektieren und die Ergebnisse dieser Reflexion kommunizieren können.

Eine wichtige Aufgabe des Physikunterrichts in der Sekundarstufe II ist die Förderung eines nachhaltigen Interesses der Schülerinnen und Schüler an Physik und an naturwissenschaftlichen Fragestellungen. Zudem werden für die weitere Ausbildung sowie das Berufsleben Eigenschaften wie Eigenständigkeit, Teamfähigkeit und Kommunikationsfähigkeit weiterentwickelt.

Der aktiven Mitgestaltung des Physikunterrichts durch die Schülerinnen und Schüler kommt dabei eine zentrale Bedeutung zu. Die Schülerinnen und Schüler sind gefordert, aus Theorien Vorhersagen abzuleiten und diese eigenständig experimentell zu prüfen. Der Physikunterricht der Sekundarstufe II bedient sich dabei in besonderem Maße der Mathematik. Nur in mathematischer Formulierung lassen physikalische Theorien präzise formulierte Vorhersagen zu, die einer experimentellen Prüfung zugänglich sind. Dies zu vermitteln ist ebenfalls Aufgabe des Physikunterrichts der Sekundarstufe II.

Durch den Erwerb eines vernetzten Wissens, auch in aktuellen Sachgebieten der Physik, die Aneignung physikalischer beziehungsweise naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen, die Entwicklung eines besonderen Interesses an der physikalischen Beschreibung der Welt und der Fähigkeit, physikalische Beschreibungen mithilfe mathematischer Formalisierungen ausdrücken zu können, werden die Schülerinnen und Schüler im Physikunterricht der Sekundarstufe II auf das wissenschaftliche Arbeiten in der Hochschule vorbereitet.

1.3 Didaktische Leitlinien

Die Vorgaben der Kultusministerkonferenz für die Abiturprüfung fordern den kumulativen Ausbau der Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler in den Bereichen Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz und Bewertungskompetenz. Die Fachanforderungen formulieren dazu verbindliche Grundsätze für den Unterricht, weisen gleichermaßen verbindlich Kerninhalte aus und zeigen den notwendigen und den zulässigen Gestaltungsrahmen für Konkretisierungen auf, die im schulinternen Fachcurriculum formuliert werden müssen. Beim Erwerb der geforderten Kompetenzen sind ergänzend zu den für die Sekundarstufe I formulierten Prinzipien die folgenden Aspekte zu berücksichtigen:

Naturwissenschaftliche Kompetenz

Naturwissenschaftliche Kompetenz bedeutet Vertiefung, Erweiterung und Vernetzung der vorhandenen Kompeten-

zen der Lernenden und eine Metaperspektive auf die Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften. Dazu zählen,

- Phänomene der Natur, der Technik und des Alltags aus naturwissenschaftlicher Perspektive zu beobachten, mithilfe zunehmend abstrakter und komplexer Modelle zu beschreiben und naturwissenschaftliche Fragestellungen aus diesen abzuleiten;
- Hypothesen zu bilden, diese zum Beispiel durch systematisches Beobachten, Experimente, Modelle, Simulationen beziehungsweise theoretische Überlegungen zu prüfen und Schlussfolgerungen auch unter Verwendung von mathematischen Mitteln zu ziehen;
- die Methoden der Erkenntnisgewinnung wie zum Beispiel systematische Beobachtungen, Experimente und Modelle in den Naturwissenschaften zu reflektieren und die Vor- und Nachteile sowie die Grenzen dieser Methoden zu bewerten;
- neue naturwissenschaftliche Informationen zu erschließen, mit dem Vorwissen zu verknüpfen und dieses Wissen auch reflektiv auf Fragestellungen, Phänomene und zugrundeliegende Quellen anzuwenden;
- naturwissenschaftliche Sachverhalte fachsprachlich auch unter Verwendung von Mathematisierungen und fachtypischen Repräsentationsformen darzustellen, zu präsentieren, zu diskutieren, zu bewerten sowie naturwissenschaftlich zu argumentieren und damit am gesellschaftlichen Diskurs teilhaben zu können;
- zu erkennen und zu reflektieren, wie Naturwissenschaften und Technik unsere Umwelt in materieller, intellektueller und kultureller Hinsicht stetig verändern;
- gesellschaftliche Folgen von Entscheidungen, die in naturwissenschaftlichen Kontexten und deren Anwendungszusammenhängen getroffen wurden, anhand von Kriterien zu beurteilen.

Naturwissenschaftliche Kompetenz schließt das systematische Erfassen, Beschreiben und Erklären von Phänomenen in Natur und Technik ein. Für das Verständnis der Naturwissenschaften ist es zudem notwendig, deren Fachsprachen zu beherrschen und deren Historie zu kennen. Insofern ist naturwissenschaftliche Kompetenz auch mit sprachlicher und kultureller Bildung verbunden.

Naturwissenschaftliche Kompetenz bietet Orientierung in der durch Naturwissenschaften und Technik geprägten Lebenswelt, eröffnet Perspektiven für die berufliche Orientierung und schafft Grundlagen für selbstgesteuertes, lebenslanges, globales und soziales Lernen.

Naturwissenschaftliche Kompetenz leistet somit einen Beitrag zu übergreifenden Zielen wie Bildung für nachhaltige Entwicklung, Medien-, Werte-, Verbraucher-, Demokratiebildung und damit zur Allgemeinbildung.

Die zunehmende Digitalisierung führt zu gesellschaftlichen Veränderungen, die viele Lebens- und Arbeitsbereiche betreffen. Dies führt zu veränderten Anforderungen an naturwissenschaftliche Kompetenz. Daher beschreiben die Fachanforderungen in den naturwissenschaftlichen Fächern Möglichkeiten, wie die Nutzung digitaler Medien und Werkzeuge Bildungsprozesse in den Naturwissenschaften unterstützen kann. Kompetenzen des fachlichen Umgangs mit digitalen Medien und Werkzeugen sind ebenfalls integraler Bestandteil der Bildungsstandards in den naturwissenschaftlichen Fächern. Dabei liegt ihnen die Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“ zugrunde.

Physikalisches Fachwissen

Die in der Sekundarstufe I als Kernelement eines kumulativen Kompetenzaufbaus vermittelte vernetzte Wissensbasis soll in der Sekundarstufe II vertieft und durch Integration neuen Wissens erweitert werden. Wesentlich dafür ist die Verknüpfung von Inhalten sowohl zwischen den Sekundarstufen I und II als auch von Inhalten innerhalb der Sekundarstufe II. Zentraler Inhalt des Physikunterrichts in der Sekundarstufe II ist die Vermittlung physikalischer Modelle und Modellvorstellungen als Grundlage der Entwicklung eines Verständnisses der Physik als theoriegeleiteter Erfahrungswissenschaft. Dadurch soll gleichermaßen die Grundlage für die Auseinandersetzung mit gesellschaftlichen Fragestellungen mit naturwissenschaftlich-technischem Bezug als auch im Sinne einer Wissenschaftspropädeutik für ein Studium im naturwissenschaftlich-technischen Bereich geschaffen werden.

Naturwissenschaftliche Methodik

Die Physik als Naturwissenschaft bedient sich eines Repertoires an Erkenntnismethoden. Dieses Methodenrepertoire sowie ein Verständnis dafür zu erlangen, welche Methoden wann und wie einzusetzen sind, ist ein weiteres wichtiges Ziel des Physikunterrichts in der Sekundarstufe II. Das heißt, dass die Schülerinnen und Schüler neben methodischen Fähigkeiten und Fertigkeiten auch ein Verständnis von der Physik als Wissenschaft erwerben müssen. Insbesondere sollen Schülerinnen und Schüler Experimente zunehmend selbstständig planen, durchführen und auswerten. Dies erfordert einen problem- und kontextorientierten Unterricht mit einem hohen Maß an Selbstständigkeit, in dem die Lehrkraft die Schülerinnen und Schüler zur Reflexion anleitet.

Experimente

Das Experiment erfüllt auch im Physikunterricht der Sekundarstufe II die beiden Funktionen, Medium und Methode zu sein. Dabei verschiebt sich jedoch der Fokus von der Funktion als Medium auf die Funktion als Methode.

Mathematisierung

Während sich die Mathematisierung im Physikunterricht der Sekundarstufe I erst langsam entwickelt, ist in der Sekundarstufe II die Mathematisierung von Zusammenhängen ein zentrales Element und gehört daher zu den Basiskonzepten des Physikunterrichts in der Sekundarstufe II. Physikalische Theorien werden mithilfe der Mathematik exakt formuliert. Zudem werden mit mathematischen Mitteln Vorhersagen über das Verhalten natürlicher und technischer Systeme hergeleitet und anschließend experimentell geprüft. Gleichwohl ist auch im Physikunterricht der Sekundarstufe II zu gewährleisten, dass der Schwerpunkt auf der Vermittlung physikalischer Sachverhalte gewahrt bleibt.

1.4 Anforderungsniveaus und Anforderungsbereiche

Die Vorgaben der Kultusministerkonferenz für die Abiturprüfung im Fach Physik unterscheiden das grundlegende und das erhöhte Anforderungsniveau.

Unterricht auf grundlegendem Anforderungsniveau repräsentiert gemäß der Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe und der Abiturprüfung (in der Fassung vom 15.02.2018, Ziffer 3.2) „das Lernniveau der gymnasialen Oberstufe unter dem Aspekt einer wissenschaftspropädeutischen Bildung. Unterricht mit erhöhtem Anforderungsniveau repräsentiert das Lernniveau der gymnasialen Oberstufe unter dem Aspekt einer wissenschaftspropädeutischen Bildung, die exemplarisch vertieft wird.“

Der Unterschied in den Anforderungen der beiden Anforderungsniveaus liegt im Umfang und in der Tiefe der gewonnenen Kenntnisse und des Wissens über deren Verknüpfungen. Zudem unterscheiden sie sich im Maß der Selbststeuerung bei der Bearbeitung von Problemstellungen.

Der Unterricht auf grundlegendem Anforderungsniveau soll in grundlegende Fragestellungen, Sachverhalte, Problemkomplexe und Strukturen des Faches einführen. Er soll wesentliche Arbeits- und Fachmethoden sowie Darstellungsformen des Faches bewusst und erfahrbar machen. Darüber hinaus sollen Zusammenhänge im Fach und über die Grenzen des Faches hinaus in exemplarischer Form erkennbar werden.

Der Unterricht auf erhöhtem Anforderungsniveau zielt zusätzlich auf eine systematische Auseinandersetzung mit Inhalten, Theorien und Modellen, welche die Komplexität und den Aspektreichtum des Faches verdeutlichen. Der Unterricht ist gerichtet auf eine vertiefte Beherrschung der Arbeits- und Fachmethoden und auf deren selbstständige Anwendung, Übertragung und Reflexion. Die Anforderungen sollen sich nicht nur quantitativ, sondern vor allem qualitativ unterscheiden. Die Unterschiede bestehen insbesondere in folgenden Aspekten:

- Umfang und Spezialisierungsgrad bezüglich des Fachwissens, des Experimentierens und der Theoriebildung,
- Grad der Elementarisierung und Mathematisierung physikalischer Sachverhalte und Anspruch an die verwendete Fachsprache,

- Komplexität der Kontexte sowie der physikalischen Sachverhalte, Theorien und Modelle.

Nähere Ausführungen zur Unterscheidung der Anforderungsniveaus in den einzelnen Kompetenzbereichen finden sich in Teil III, Kapitel 2.1.5.

Für die Gestaltung des Unterrichts, die Erstellung von Aufgaben und die Bewertung von Unterrichtsbeiträgen und Leistungsnachweisen sind auf beiden Anforderungsniveaus die folgenden Anforderungsbereiche zu berücksichtigen:

- **Anforderungsbereich I** umfasst das Wiedergeben von Sachverhalten und Kenntnissen im gelernten Zusammenhang sowie das Anwenden und Beschreiben geübter Arbeitstechniken und Verfahren.
- **Anforderungsbereich II** umfasst das selbstständige Auswählen, Anordnen, Verarbeiten, Erklären und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang und das selbstständige Übertragen und Anwenden des Gelernten auf vergleichbare neue Zusammenhänge und Sachverhalte.
- **Anforderungsbereich III** umfasst das Verarbeiten komplexer Sachverhalte mit dem Ziel, zu selbstständigen Lösungen, Gestaltungen oder Deutungen, Folgerungen, Verallgemeinerungen, Begründungen und Wertungen zu gelangen. Dabei wählen die Schülerinnen und Schüler selbstständig geeignete Arbeitstechniken und Verfahren zur Bewältigung der Aufgabe, wenden sie auf eine neue Problemstellung an und reflektieren das eigene Vorgehen.

Im Unterricht muss jeder Schülerin und jedem Schüler in angemessenem Umfang Gelegenheit gegeben werden, Leistungen in allen drei Anforderungsbereichen zu erbringen.

2 Kompetenzbereiche – Kompetenzbereiche, Basiskonzepte und Inhalte

Arbeit in der Sekundarstufe II. Es werden in der Sekundarstufe II die folgenden vier Kompetenzbereiche unterschieden:

2.1 Kompetenzbereiche

Die in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen und Inhalte bilden die Grundlage für die unterrichtliche

Kompetenzbereiche im Fach Physik	
Sachkompetenz	Die Sachkompetenz der Lernenden 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.
Erkenntnisgewinnungskompetenz	Die Erkenntnisgewinnungskompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen und in der Fähigkeit, diese zu beschreiben, zu erklären und zu verknüpfen, um Erkenntnisprozesse nachvollziehen oder gestalten zu können und deren Möglichkeiten und Grenzen zu reflektieren.
Kommunikationskompetenz	Die Kommunikationskompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von Fachsprache, fachtypischen Darstellungen und Argumentationsstrukturen und in der Fähigkeit, diese zu nutzen, um fachbezogene Informationen zu erschließen, adressaten- und situationsgerecht darzustellen und auszutauschen.
Bewertungskompetenz	Die Bewertungskompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von fachlichen und überfachlichen Perspektiven und Bewertungsverfahren und in der Fähigkeit, diese zu nutzen, um Aussagen beziehungsweise Daten anhand verschiedener Kriterien zu beurteilen, sich dazu begründet Meinungen zu bilden, Entscheidungen auch auf ethischer Grundlage zu treffen und Entscheidungsprozesse und deren Folgen zu reflektieren.

Die vier Kompetenzbereiche Sach-, Erkenntnisgewinnungs-, Kommunikations- und Bewertungskompetenz durchdringen einander und bilden gemeinsam die **Fachkompetenz** im jeweiligen Fach ab. Kompetenzen zeigen sich in der Verbindung von Wissen und Können in den jeweiligen Kompetenzbereichen, also von Kenntnissen und Fähigkeiten, und sind nur im Umgang mit Inhalten zu erwerben. Die Kompetenzbereiche sind in Teilkompetenzbereiche untergliedert.

Die Kompetenzbereiche erfordern jeweils bereichsspezifisches Fachwissen. Das Fachwissen besteht somit aus einem breiten Spektrum an Kenntnissen als Grundlage

fachlicher Kompetenz. Zu diesem Spektrum gehören naturwissenschaftliche Konzepte, Theorien, Verfahren, Denk- und Arbeitsweisen, Fachsprache, fachtypische Darstellungen und Argumentationsstrukturen, fachliche wie überfachliche Perspektiven und Bewertungsverfahren, die eine Grundlage für die Lösung heutiger Schlüsselprobleme sind. Die Kompetenzen in den vier Kompetenzbereichen dienen zum einen der Entwicklung des Fachwissens und stellen zum anderen einen eigenen Lerngegenstand dar.

Mit dem Erwerb dieser Kompetenzen wird zugleich ein wichtiger Beitrag des Faches Physik zum Erwerb

überfachlicher Kompetenzen (Methoden-, Sozial- und Selbstkompetenz) geleistet.

Wegen der großen Bedeutung der Kompetenzen für die drei naturwissenschaftlichen Fächer und ihrer großen Überschneidungsbereiche ist eine Abstimmung mit den Fächern Biologie und Chemie notwendig, um die Gemeinsamkeiten gewinnbringend zu nutzen.

In den folgenden Kapiteln werden die erwarteten Kompetenzen in den Bereichen Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz sowie Bewertungskompetenz abschlussbezogen dargestellt. Die Ausprägung der beschriebenen Schüleraktivitäten, die Komplexität und der Grad der Selbstständigkeit werden in den verschiedenen Jahrgangsstufen in einer Form erwartet, die dem jeweiligen Entwicklungsstand der Schülerinnen und Schüler entspricht. Eine Abgrenzung zwischen grundlegendem und erhöhtem Anforderungsniveau für die einzelnen Kompetenzbereiche ist in Kapitel 2.1.5 dargestellt.

Anforderungsbereiche sind kein Bestandteil fachspezifischer Kompetenzbereiche, sondern ein Merkmal von Aufgaben und werden separat (siehe Kapitel 1.4) beschrieben.

2.1.1 Sachkompetenz

Die Sachkompetenz der Lernenden 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 wissenschaftliche Vorgehen der Physik lässt sich im Wesentlichen in zwei fundamentale Bereiche einteilen, die eine starke Wechselwirkung und gegenseitige Durchdringung aufweisen: die theoretische Beschreibung von Phänomenen und das experimentelle Arbeiten. Die Vertrautheit mit physikalischem Fachwissen sowie mit der Nutzung physikalischer Grundprinzipien und Arbeitsweisen bildet eine unverzichtbare Grundlage

für das Verständnis wissenschaftlicher sowie alltäglicher Sachverhalte aus vielen Bereichen, zum Beispiel aus den anderen Naturwissenschaften, der Technik oder auch der Medizin. Daher leistet physikalische Sachkompetenz einen wichtigen Beitrag sowohl zur Studierfähigkeit als auch zur Allgemeinbildung.

Sachkompetenz zeigt sich in der Physik in der Nutzung von Fachwissen zur Bearbeitung von sowohl innerfachlichen als auch anwendungsbezogenen Aufgaben und Problemen. Dazu gehört die theoriebasierte Beschreibung von Phänomenen ebenso wie die qualitative und quantitative Auswertung von Messergebnissen anhand geeigneter Theorien und Modelle. Ihre Eigenschaften wie Gültigkeitsbereiche, theoretische Einbettungen und Angemessenheit ebenso wie ein angemessener Grad der Mathematisierung sind dabei zu berücksichtigen.

Fertigkeiten wie das Durchführen eines Experiments nach einer Anleitung, der Umgang mit Messgeräten oder die Anwendung bekannter Auswerteverfahren sind Bestandteil der Sachkompetenz. Die Planung und Konzeption von Experimenten hingegen ist dem Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung zugeordnet.

Um das Wechselspiel zwischen Modell und Theorie beziehungsweise Verfahren und Experimenten abzubilden, gliedert sich die Sachkompetenz in zwei Teilkompetenzbereiche. Der erste Teilkompetenzbereich thematisiert die Kompetenzen zu den fachlichen Modellen und Theorien in Bezug auf die Bearbeitung von Aufgaben und Problemen. Der zweite Teilkompetenzbereich thematisiert die Kompetenzen zu den fachlichen Verfahren und Experimenten in Bezug auf die Bearbeitung von Aufgaben und Problemen.

Sachkompetenz in der Sekundarstufe II	
Bereich	Die Lernenden ...
Modelle und Theorien zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen	S 1 erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien. S 2 erläutern Gültigkeitsbereiche von Modellen und Theorien im Rahmen einer Fragestellung und nehmen gegebenenfalls Veränderungen vor. S 3 wählen aus bekannten Modellen beziehungsweise Theorien geeignete aus, um sie zur Lösung physikalischer Probleme zu nutzen.
Verfahren und Experimente zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen	S 4 bauen Versuchsanordnungen auch unter Verwendung von digitalen Messwert-erfassungssystemen nach Anleitung auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre Ergebnisse. S 5 erklären bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus. S 6 erklären bekannte Auswertverfahren und wenden sie auf Messergebnisse an. S 7 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an.

2.1.2 Erkenntnisgewinnungskompetenz

Die Erkenntnisgewinnungskompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen und in der Fähigkeit, diese zu beschreiben, zu erklären und zu verknüpfen, um Erkenntnisprozesse nachvollziehen oder gestalten zu können und deren Möglichkeiten und Grenzen zu reflektieren. Physikalische Erkenntnisgewinnung ist zum einen bestimmt durch die theoretische Beschreibung der Natur, die mit der Bildung von Fachbegriffen, Modellen und Theorien einhergeht, und zum anderen durch empirische Methoden, vor allem das Experimentieren, mit denen Gültigkeit und Relevanz dieser Beschreibung abgesichert werden. Dieses Wechselspiel von Theorie und Experiment in der naturwissenschaftlichen Forschung umfasst typischerweise folgende zentrale Schritte:

- Formulierung von Fragestellungen,
- Ableitung von Hypothesen,
- Planung und Durchführung von Untersuchungen,
- Auswertung, Interpretation und methodische Reflexion zur Widerlegung beziehungsweise Stützung der Hypothese sowie zur Beantwortung der Fragestellung.

Experimentelle Ergebnisse und aus Modellen abgeleitete Annahmen werden interpretiert und der gesamte Erkenntnisgewinnungsprozess wird im Hinblick auf wissenschaftliche Güte reflektiert. Auf der Metaebene werden die Merkmale naturwissenschaftlicher Verfahren und Methoden charakterisiert und von den nicht-naturwissenschaftlichen abgegrenzt. Das Durchführen eines erlernten Verfahrens oder einer bekannten Methode ohne die Einbettung in den Prozess der Erkenntnisgewinnung als Ganzes wird der Sachkompetenz zugeordnet.

Erkenntnisgewinnungskompetenz in der Sekundarstufe II	
Bereich	Die Lernenden ...
Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien bilden	E 1 identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu physikalischen Sachverhalten. E 2 stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.
Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen	E 3 beurteilen die Eignung von Untersuchungsverfahren zur Prüfung bestimmter Hypothesen. E 4 modellieren Phänomene physikalisch, auch mithilfe mathematischer Darstellungen und digitaler Werkzeuge, wobei sie theoretische Überlegungen und experimentelle Erkenntnisse aufeinander beziehen. E 5 planen geeignete Experimente und Auswertungen zur Untersuchung einer physikalischen Fragestellung.
Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren	E 6 erklären mithilfe bekannter Modelle und Theorien die in erhobenen oder recherchierten Daten gefundenen Strukturen und Beziehungen. E 7 berücksichtigen Messungenauigkeiten und analysieren die Konsequenzen für die Interpretation des Ergebnisses. E 8 beurteilen die Eignung physikalischer Modelle und Theorien für die Lösung von Problemen. E 9 reflektieren die Relevanz von Modellen, Theorien, Hypothesen und Experimenten für die physikalische Erkenntnisgewinnung.
Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren	E 10 beziehen theoretische Überlegungen und Modelle zurück auf Alltagssituationen und reflektieren ihre Generalisierbarkeit. E 11 reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses sowie der gewonnenen Erkenntnisse (zum Beispiel Reproduzierbarkeit, Falsifizierbarkeit, Intersubjektivität, logische Konsistenz, Vorläufigkeit).

2.1.3 Kommunikationskompetenz

Die Kommunikationskompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von Fachsprache, fachtypischen Darstellungen und Argumentationsstrukturen und in der Fähigkeit, diese zu nutzen, um fachbezogene Informationen zu erschließen, adressaten- und situationsgerecht darzustellen und auszutauschen.

Die Physik hat ihre spezifische Art, Kommunikation zu gestalten. Die strukturierten und standardisierten Formulierungen sind grundlegend für eine rationale,

fakten- oder evidenzbasierte Kommunikation. Das Verständnis dieser Art der Kommunikation und die Fähigkeit, sie mitzugestalten, ermöglichen die selbstbestimmte Teilhabe an wissenschaftlichen und gesellschaftlich relevanten Diskussionen.

Physikalische Kommunikationskompetenz zeigt sich im Verständnis und in der Nutzung von definierten Begrifflichkeiten, fachtypischen Darstellungen und Argumentationsstrukturen, die mathematische Logik und verlässliche Quellen als Belege für die Glaubwürdigkeit und Objektivität von Aussagen und Argumenten verwenden.

Das physikalische Fachvokabular setzt sich dabei zusammen aus etablierten Fachbegriffen, abstrakten Symbolen und standardisierten Einheiten. Für Diskussionen außerhalb der Physik sind vor allem die physiktypische Nutzung bestimmter Arten von Abbildungen, Diagrammen und Symbolen, die Betonung logischer Verknüpfungen und der Wechsel zwischen situationspezifischen und verallgemeinerten Aussagen und mehreren Darstellungsformen relevant.

Physikalisch kompetentes Kommunizieren bedingt ein Durchdringen der Teilkompetenzbereiche Erschließen,

Aufbereiten und Austauschen. Im Fach Physik tauschen die Lernenden Informationen mit Kommunikationspartnern kompetent aus, wenn sie Informationen aus Quellen entnehmen, überzeugend präsentieren und sich reflektiert an fachlichen Diskussionen beteiligen. Die sprachliche sowie mathematische Darstellung von Zusammenhängen und Lösungswegen ist dagegen Ausdruck von Sach- beziehungsweise Erkenntnisgewinnungskompetenz, die Berücksichtigung von außerfachlichen Aspekten für die Meinungsbildung und die Entscheidungsfindung ist im Kompetenzbereich Bewerten enthalten.

Kommunikationskompetenz in der Sekundarstufe II	
Bereich	Die Lernenden ...
Informationen erschließen	K 1 recherchieren zu physikalischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus. K 2 prüfen verwendete Quellen hinsichtlich der Kriterien Korrektheit, Fachsprache und Relevanz für den untersuchten Sachverhalt. K 3 entnehmen unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder.
Informationen aufbereiten	K 4 formulieren unter Verwendung der Fachsprache chronologisch und kausal korrekt strukturiert. K 5 wählen ziel-, sach- und adressatengerecht geeignete Schwerpunkte für die Inhalte von Präsentationen, Diskussionen oder anderen Kommunikationsformen aus. K 6 veranschaulichen Informationen und Daten in ziel-, sach- und adressatengerechten Darstellungsformen, auch mithilfe digitaler Werkzeuge. K 7 präsentieren physikalische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien.
Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren	K 8 nutzen ihr Wissen über aus physikalischer Sicht gültige Argumentationsketten zur Beurteilung vorgegebener und zur Entwicklung eigener innerfachlicher Argumentationen. K 9 tauschen sich mit anderen konstruktiv über physikalische Sachverhalte aus, vertreten, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls den eigenen Standpunkt. K 10 prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate.

2.1.4 Bewertungskompetenz

Die Bewertungskompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von fachlichen und überfachlichen Perspektiven und Bewertungsverfahren und in der Fähigkeit, diese zu nutzen, um Aussagen beziehungsweise Daten anhand verschiedener Kriterien zu beurteilen, sich dazu begründet Meinungen zu bilden, Entscheidungen auch auf ethischer Grundlage zu treffen und Entscheidungsprozesse und deren Folgen zu reflektieren. Um in Praxissituationen einen Bewertungsprozess durchführen zu können, ist es notwendig, Wissen über Bewertungsverfahren zu haben, wissenschaftliche sowie nicht wissenschaftliche Aussagen anhand von formalen und inhaltlichen Kriterien prüfen und den Einfluss von Werten, Normen und Interessen auf Bewertungsergebnisse einschätzen zu können. Im Zentrum des Bewertungsprozesses stehen dabei das Entwickeln und Reflektieren geeigneter Kriterien als Grundlage für eine Entscheidung oder Meinungsbildung und das Zusammen-

mentragen physikalischer Erkenntnisse, die – organisiert anhand der Kriterien – als Argumente dienen. Um selbstbestimmt an gesellschaftlichen Meinungsbildungsprozessen teilhaben zu können, beziehen Lernende im Kompetenzbereich Bewerten bei gesellschaftlich relevanten Fragestellungen mit fachlichem Bezug kriteriengeleitet einen eigenen Standpunkt und treffen sachgerechte Entscheidungen. Dazu tragen sie relevante physikalische, aber auch nicht physikalische (zum Beispiel ökonomische, ökologische, soziale, politische oder ethische) Kriterien zusammen, sammeln geeignete Belege und wägen sie unter Berücksichtigung von Normen, Werten und Interessen gegeneinander ab. Physikalisch kompetent bewerten heißt also, über die rein sachliche Beurteilung von physikalischen Aussagen hinauszugehen, weshalb rein innerfachliche Bewertungen zum Beispiel der Anwendbarkeit eines Modells, der Güte von Experimentierergebnissen oder der Korrektheit fachwissenschaftlicher Argumentationen den anderen drei Kompetenzbereichen zugeordnet sind.

Bewertungskompetenz in der Sekundarstufe II	
Bereich	Die Lernenden ...
Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen	B 1 erläutern aus verschiedenen Perspektiven Eigenschaften einer schlüssigen und überzeugenden Argumentation.
	B 2 beurteilen Informationen und deren Darstellung aus Quellen unterschiedlicher Art hinsichtlich Vertrauenswürdigkeit und Relevanz.
Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen	B 3 entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich relevanten oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie gegeneinander ab.
	B 4 bilden sich reflektiert und rational in außerfachlichen Kontexten ein eigenes Urteil.
Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren	B 5 reflektieren Bewertungen von Technologien und Sicherheitsmaßnahmen oder Risikoeinschätzungen hinsichtlich der Güte des durchgeführten Bewertungsprozesses.
	B 6 beurteilen Technologien und Sicherheitsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Eignung und Konsequenzen und schätzen Risiken, auch in Alltagssituationen, ein.
	B 7 reflektieren kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen.
	B 8 reflektieren Auswirkungen physikalischer Weltbetrachtung sowie die Bedeutung physikalischer Kompetenzen in historischen, gesellschaftlichen oder alltäglichen Zusammenhängen.

2.1.5 Unterscheidung von grundlegendem und erhöhten Anforderungsniveau

Das erhöhte Anforderungsniveau äußert sich im Physikunterricht im Bereich der Sachkompetenz darin, dass zu bestimmten Themen mehr Sachverhalte eventuell in höherer Komplexität der verwendeten Modelle detaillierter betrachtet werden. Darüber hinaus nutzen Lernende des erhöhten Anforderungsniveaus auch eine deutlich umfangreichere und tiefere Mathematisierung.

Im Bereich der Erkenntnisgewinnungskompetenz wird auf erhöhtem Anforderungsniveau vermehrt auf einen formalen Umgang mit Messunsicherheiten und auf die Reflexion über Vor- und Nachteile oder die Aussagekraft verschiedener Mess- und Auswertungsverfahren Wert gelegt.

Die Lernenden des erhöhten Anforderungsniveaus besitzen im Bereich der Kommunikationskompetenz ein umfangreicheres Fachvokabular und drücken sich fachlich präziser aus. Sie sind in der Lage, sprachlich und inhaltlich komplexere Fachtexte zu verstehen.

Im Bereich der Bewertungskompetenz können Lernende auf erhöhtem Anforderungsniveau mehr und komplexere Argumente mit Belegen heranziehen. Auch gelingt es ihnen, eigene Standpunkte differenzierter zu begründen und so besser gegen sachliche Kritik zu verteidigen.

2.2 Basiskonzepte

Der Beschreibung von physikalischen Sachverhalten liegen fachspezifische Gemeinsamkeiten zugrunde, die

sich in Form von Basiskonzepten strukturieren lassen. Die Basiskonzepte im Fach Physik ermöglichen somit die Vernetzung fachlicher Inhalte und deren Betrachtung aus verschiedenen Perspektiven. Die Basiskonzepte werden übergreifend auf alle Kompetenzbereiche bezogen. Sie können kumulatives Lernen, den Aufbau von strukturiertem Wissen und die Erschließung neuer Inhalte fördern.

Basiskonzepte werden in Lehr-Lernprozessen wiederholt thematisiert und ausdifferenziert. Den Lernenden wird aufgezeigt, dass diese grundlegenden Konzepte in vielen verschiedenen Lernbereichen einsetzbar sind und einen systematischen Wissensaufbau und somit den Erwerb eines strukturierten und mit anderen Natur- und Ingenieurwissenschaften vernetzten Wissens unterstützen. In der folgenden Beschreibung der Basiskonzepte werden illustrierende Beispiele genannt. Die in den folgenden Tabellen genannten Aspekte der Basiskonzepte treten oft gemeinsam auf oder beleuchten denselben Sachverhalt unter verschiedenen Gesichtspunkten.

2.2.1 Basiskonzept Erhaltung und Gleichgewicht

Viele Sachverhalte und Vorgänge lassen sich in der Physik durch ein Denken in Bilanzen oder Gleichgewichten beschreiben und erklären. Hierbei spielen neben statischen und dynamischen Gleichgewichtsbedingungen auch Erhaltungssätze eine wichtige Rolle. Das Basiskonzept Erhaltung und Gleichgewicht ermöglicht einen auch quantifizierenden Zugang zu vielen Themen.

Aspekte	Beispielinhalte
Erhaltungssätze	• Energieerhaltung • Impulserhaltung • Ladungserhaltung
Gleichgewichte	• Kräftegleichgewicht bei der Bewegung mit Reibung (zum Beispiel Fallschirmsprung), beim Geschwindigkeitsfilter, beim Millikan-Versuch • Ladungsgleichgewicht

2.2.2 Basiskonzept Superposition und Komponenten

Die Superposition bildet eine wesentliche Grundlage der analytisch-synthetischen Vorgehensweise in der Physik. Die Überlagerung gleicher physikalischen Größen oder

die Zerlegung von physikalischen Größen in Komponenten tritt praktisch in allen Inhaltsbereichen auf:

Aspekte	Beispielinhalte
Superposition	• Kräfteaddition • Vektorsumme von Feldstärken • Kräfte auf geladene Teilchen in Feldern • Kreisbewegung als Superposition zweier Schwingungen • Interferenz • Zusammenspiel von Flächen- und Magnetfeldänderung bei der Induktion • Superposition als zentraler Begriff in der Quantenphysik
Zerlegung in Komponenten	• waagerechter Wurf • Kräfte am Hang • Anhalteweg als Summe von Reaktionsweg und Bremsweg • Bewegung von Elektronen in elektrischen und magnetischen Feldern • elektrische und magnetische Energie beim Schwingkreis

2.2.3 Basiskonzept Mathematisieren und Vorhersagen

Ein zentrales Merkmal der Physik ist es, Vorgänge und Zusammenhänge mathematisch zu beschreiben und daraus Erkenntnisse und Vorhersagen zu erhalten. Die

Beschreibung von Größenabhängigkeiten erfolgt in Gestalt von Gleichungen und Funktionen. Die physikalische Interpretation von gegebenenfalls grafisch ermittelten Ableitungen und Integrationen eröffnet weitere Möglichkeiten für die Erkenntnisgewinnung.

Aspekte	Beispielinhalte
Gleichungen und Funktionen	• experimentelle Untersuchung von physikalischen Abhängigkeiten mittels gezielter Variablenuntersuchung • proportionale und antiproportionale Abhängigkeiten (Kapazität eines Plattenkondensators) • Gleichungen zur Winkelbestimmung (Interferenz am Gitter) • lineare und quadratische Funktionen (Bewegungen) • einfache gebrochenrationale Funktionen (Coulomb'sches -Gesetz) • Wurfelfunktionen (Federpendel) • Exponentialfunktionen (Entladung eines Kondensators) • trigonometrische Funktionen (Wellengleichung)
Ableitungen und Integrationen	• Geschwindigkeit und Beschleunigung als differenzielle Größen • Induktionsgesetz • Stromstärke als zeitliche Änderung der Ladungsmenge beziehungsweise Ladung als Fläche unterhalb des Zeit-Stromstärke-Graphen • lineares Kraftgesetz als Differenzialgleichung einer harmonischen Schwingung

2.2.4 Basiskonzept Zufall und Determiniertheit

In der Physik spielen Fragen nach Zufall und Determiniertheit sowohl auf einer philosophischen als auch auf einer praktischen Ebene eine Rolle.

Determiniertheit ist in der Physik die Grundvoraussetzung für eine Beschreibung von Phänomenen. Zufall tritt in der Physik in unterschiedlichen Interpretationen in Erscheinung.

In der Quantenphysik kann zwischen der prinzipiellen Nichtdeterminiertheit des Verhaltens einzelner Quanten-

objekte und der Determiniertheit von Nachweiswahrscheinlichkeiten durch die Versuchsbedingungen unterschieden werden.

Zufall und Determinismus spielen häufig zugleich eine Rolle. Zum Beispiel erfolgt in der Gasentladungsröhre die Emission eines Photons durch ein einzelnes Gasatom zu einem zufälligen Zeitpunkt. Bei einer festen angelegten Spannung stellt sich aber dennoch eine eindeutig vorhersagbare Strahlungsleistung ein.

Aspekte	Beispielinhalte
Zufall	• statistische Verteilung physikalischer Größen • Messunsicherheit • Empfindlichkeit gegenüber den Anfangsbedingungen (deterministisches Chaos) • radioaktiver Zerfall • stochastische Eigenschaften von Quantenobjekten
Determiniertheit	• Vorhersage von Ereignissen • Modellierung durch Ausgleichskurven

2.3 Inhalte

Der kumulative Aufbau physikalischer Fachkompetenz beruht auf dem Erwerb eines breiten, innerhalb und über verschiedene Inhaltsbereiche hinweg vernetzen Fachwissens. Ein solches Fachwissen ermöglicht es den Schülerinnen und Schülern, die natürliche und vom Menschen veränderte Umwelt zu verstehen, Phänomene zu erklären und Probleme zu lösen. In der Sekundarstufe II schafft es zudem eine Grundlage für Studium und Beruf.

Die **Mechanik** dient dabei als Bindeglied zwischen dem Unterricht in der Sekundarstufe I und der Sekundarstufe II. Die in ihr behandelten Themen bilden zugleich die Grundlage für ein Verständnis der Inhaltsbereiche elektrische und magnetische Felder, mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen sowie Quantenphysik und Materie. In der Mechanik werden die zentralen Erhaltungssätze eingeführt. Durch die Mathe-

matisierung von Gleichgewichten können Vorhersagen getroffen werden.

Elektrische und magnetische Felder

Die Zusammenhänge zwischen Ursache und Wirkung lassen sich oft nicht direkt beobachten, sondern müssen gedeutet werden. In der Physik sind hierzu vier fundamentale Wechselwirkungen bekannt, mit deren Hilfe sich nach heutigem Wissenstand alle bekannten Phänomene beschreiben lassen: Gravitation, elektromagnetische, schwache und starke Wechselwirkung. Zur Beschreibung dieser Wechselwirkungen wird in der Sekundarstufe II das Feldkonzept angewandt. Die Entwicklung der Kompetenz im Umgang mit dem Konzept der Wechselwirkung manifestiert sich in einer zunehmenden Abstraktion der Wechselwirkungen, ausgehend vom Verständnis direkter Wechselwirkungen, über mittelbare Wechselwirkungen durch Felder bis hin zu einer Wechselwirkung zwischen Feldern und Objekten. Damit erweitert das

Feldkonzept das in der Sekundarstufe I angelegte Basiskonzept Wechselwirkung. Die bei der Beschreibung von Wechselwirkungen auftretende Überlagerung (Superposition) gleicher physikalischer Größen oder die Zerlegung von physikalischen Größen in Komponenten spielt im Bereich der elektrischen und magnetischen Felder eine zentrale Rolle.

Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen

Wellen und Wellenphänomene prägen das heutige physikalische Weltbild.

Wellenphänomene werden bei mechanischen und elektromagnetischen Wellen im sichtbaren und im nicht sichtbaren Bereich untersucht.

Nachweismethoden, die auf Interferenzphänomenen basieren, stellen ein wichtiges Werkzeug naturwissenschaftlicher Forschung und technischer Entwicklungen dar. Darüber hinaus sind Schwingungen und Wellen grundlegend für die Darstellung und das Verständnis quantenmechanischer Vorgänge.

Quantenphysik und Materie

Die Erkenntnisse der Quantenphysik haben unsere naturwissenschaftliche Weltansicht im letzten Jahrhundert stark verändert. Ohne sie wäre ein Verständnis der Struktur der Materie nicht denkbar.

Quantenobjekte werden durch eine Reihe von Aspekten charakterisiert: Neben der stochastischen Vorhersagbarkeit und der Fähigkeit zu Interferenz und Superposition gehört auch die Determiniertheit der Zufallsverteilung zu diesen Eigenschaften. Ausgehend von diesen grundlegenden Aspekten entwickeln Schülerinnen und Schüler im Verlauf der Sekundarstufe II eine zunehmend differenzierte Vorstellung von Quantenobjekten und den Grenzen der klassischen Physik.

Erwartete Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler am Ende der Sekundarstufe II

Es folgen vier Tabellen zu den Inhaltsbereichen Mechanik, elektrische und magnetische Felder, mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen sowie Quantenphysik und Materie mit den am Ende der

Sekundarstufe II erwarteten Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler.

In der linken Spalte wird ausgeführt, über welche Kompetenzen Lernende am Ende der Sekundarstufe II verfügen sollen. Die beschriebenen Kompetenzen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit jeweils einem der Inhaltsbereiche zugeordnet und nicht nach den Basiskonzepten aufgegliedert. Diese erwarteten Kompetenzen beschreiben die Anforderungen der Abiturprüfung. In der mittleren Spalte werden physikalische Inhalte ausgewiesen, die verbindlich im Unterricht zu behandeln sind. Sie sind für alle Inhaltsbereiche nach Themen gegliedert.

In der rechten Spalte stehen didaktische Hinweise und einzelne Vorgaben.

Die Kompetenzen der linken Spalte beziehen sich auf die Begriffe und Hinweise in den beiden anderen Spalten bis zur nächsten waagerechten Trennlinie.

Die Anordnung der Kompetenzen und physikalischen Inhalte in den Tabellen macht abgesehen von den Regelungen in III.3 keine Vorgabe über die Reihenfolge, in der die Kompetenzen im Unterricht zu entwickeln sind.

In den beiden ersten Spalten sind diejenigen Kompetenzen beziehungsweise Inhalte **grau hinterlegt und fett** gedruckt, die über das grundlegende Anforderungsniveau hinausgehen und für einen Physikunterricht auf erhöhtem Anforderungsniveau verbindlich sind.

2.3.1 Mechanik

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Lernenden ...	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Kinematik		
• analysieren Bewegungen auch anhand von Bild- oder Videomaterial. • identifizieren gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen als Spezialfälle allgemeiner Bewegungen. • bestimmen Strecken, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen auch mit Methoden der Differenzial- und Integralrechnung. • führen komplexere Bewegungen auf die Überlagerung von einfachen Bewegungen zurück. • führen eine quantitative Analyse des waagerechten Wurfs durch. • wenden den Energieerhaltungssatz zur quantitativen Beschreibung von Bewegungen an.	• Ort, Zeit, Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit, Beschleunigung • gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung • freier Fall • waagerechter Wurf • Energieerhaltung	Es wird empfohlen, die Dynamik von Beginn an in den Mittelpunkt zu stellen und die Kinematik zu integrieren. Eine eigene Unterrichtseinheit zur Wiederholung der gleichförmigen Bewegung ist nicht vorgesehen. Der mathematische Zusammenhang zwischen einer Größe und ihrer zeitlichen Änderungsrate soll basierend auf dem Kenntnisstand der Schülerinnen und Schüler zur Differenzial- und Integralrechnung im Verlauf der Sekundarstufe II zunehmend an Relevanz gewinnen.
Dynamik		
• beschreiben und berechnen Kräfte als Ursache von Bewegungsänderungen. • nutzen ihr Wissen über den vektoriellen Charakter der Kraft zur Kräfteaddition und Kräftezerlegung. • unterscheiden zwischen realen und idealisierten Bewegungen. • modellieren reale Bewegungen mithilfe mathematischer Darstellungen und digitaler Werkzeuge. • sagen reale Bewegungen mithilfe iterativer Verfahren voraus.	• Masse, Kraft, Beschleunigung • Trägheitsprinzip • Reibungskraft	Die Betrachtung der einzelnen Phasen eines Fallschirmsprungs eignet sich für die Anwendung iterativer Verfahren (beispielsweise eines Modellbildungssystems oder einer Tabellenkalkulation).

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Lernenden ...		
• beschreiben Kräfte als Ursache von Impulsänderungen. • erläutern den Impulserhaltungssatz an Beispielen. • wenden den Impulserhaltungssatz zur quantitativen Beschreibung von elastischen und unelastischen Stößen an.	• Impuls • Impulserhaltung	

2.3.2 Elektrische und magnetische Felder

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Lernenden ...		
Das Feldkonzept zur Beschreibung von Wechselwirkungen		
• beschreiben und vergleichen die grundlegenden Eigenschaften von Feldern an Beispielen (qualitativ). • interpretieren Experimente zum Nachweis elektrischer Ladungen. • beschreiben die Kräfte zwischen und innerhalb von geladenen Körpern.	• grundlegende Eigenschaften von Feldern am Beispiel des elektrischen, des Magnet- und des Gravitationsfeldes • elektrische Ladung • geladene Körper • Influenz • Kräfte zwischen Ladungen	Es wird empfohlen, die grundlegenden Eigenschaften von Feldern zunächst qualitativ zu behandeln, bevor der Begriff der Feldstärke eingeführt wird.
• erläutern den Zusammenhang von Kraft und elektrischer Feldstärke. • skizzieren elektrische Felder mittels Feldlinien und Äquipotenziallinien. • beschreiben die Superposition von Feldern mittels Addition zweier feldbeschreibender Vektoren in der Ebene (zeichnerisch und quantitativ). • vergleichen das Gravitationsgesetz mit dem Coulomb'schen Gesetz. • wenden das Gravitationsgesetz und das Coulomb'schen Gesetz an.	• elektrische Feldstärke • Feldlinien, Äquipotenziallinien (Radialfeld, Dipolfeld, homogenes Feld) • Superposition und Abschirmung von elektrischen Feldern • Gravitationsgesetz • Coulomb'sches Gesetz	Es ist keine umfassende Unterrichtseinheit zur Gravitation gefordert.
Fortführung der Tabelle »		

2 Kompetenzbereiche

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Lernenden ...	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
• beschreiben den Zusammenhang zwischen Spannung und elektrischer Feldstärke im homogenen Feld des Plattenkondensators. • erläutern den Zusammenhang zwischen Spannung und elektrischer Feldstärke in beliebigen elektrischen Feldern. • erläutern den Zusammenhang von potenzieller Energie einer Ladung und dem Potenzial im elektrischen Feld.	• Spannung und elektrische Feldstärke im Plattenkondensator • Spannung und elektrische Feldstärke in beliebigen elektrischen Feldern • Potenzial, Spannung als Potenzialdifferenz	
• berechnen Kapazität und gespeicherte elektrische Energie eines Plattenkondensators. • beschreiben die Einsatzmöglichkeiten eines Kondensators als Energiespeicher und kapazitives Bauelement in Stromkreisen. • beschreiben das Verhalten eines Dielektrikums im elektrischen Feld. • beschreiben und begründen den zeitlichen Verlauf der Stromstärke und Spannung bei Ladevorgängen und erläutern den Einfluss der Parameter Widerstand und Kapazität. • berechnen den zeitlichen Verlauf der Stromstärke bei Entladevorgängen mittels Exponentialfunktion. • berechnen den zeitlichen Verlauf von Stromstärke und Spannung beim Auf- und Entladevorgang eines Kondensators mittels Exponentialfunktion unter Berücksichtigung der Parameter Widerstand und Kapazität.	• Eigenschaften des Plattenkondensators: • Kapazität (auch in Abhängigkeit von den geometrischen Daten und der Dielektrizitätszahl) • gespeicherte Ladungsmenge • gespeicherte Energie • Dielektrikum (Polarisation) • Auf- und Entladevorgang eines Kondensators	Differenzialgleichungen sind in den Fachanforderungen Mathematik nicht verbindlich als Unterrichtsgegenstand vorgesehen, können im Physikunterricht auf erhöhtem Niveau aber kurz behandelt werden. Es bietet sich an, geeignete digitale Werkzeuge (dynamische Geometriesoftware oder Computer-Algebra-Systeme) zur Veranschaulichung und Lösung von Differenzialgleichungen zu verwenden.

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Lernenden ...	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
• beschreiben und berechnen die Kräfte auf stromdurchflossene oder bewegte Leiter im Magnetfeld. • skizzieren das Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters und einer stromdurchflossenen Spule. • erläutern den Halleffekt. • messen die magnetische Flussdichte. • beschreiben den Einfluss von Stromstärke, Windungszahl, Spulenlänge und Medium im Inneren auf die magnetische Flussdichte einer Spule. • berechnen die magnetische Flussdichte um einen Leiter und in einer Spule. • berechnen die Energie des magnetischen Feldes einer Spule.	• magnetische Flussdichte • magnetische Feldlinien, Superposition und Abschirmung • Halleffekt • Magnetfeld einer langen stromdurchflossenen Spule	In der Literatur wird der Begriff magnetische Feldstärke häufig synonym zum Begriff der magnetischen Flussdichte verwendet. Es empfiehlt sich, die Lernenden insbesondere in Hinblick auf die schriftliche Abiturprüfung darauf hinzuweisen.
Körper in statischen Feldern		
• beschreiben und berechnen die Kräfte auf Ladungen in elektrischen Feldern. • beschreiben und berechnen die Kräfte auf bewegte Ladungen im Magnetfeld. • erläutern den Zusammenhang zwischen Kraft und magnetischer Flussdichte (Feldstärke). • analysieren und berechnen die Bewegung geladener Teilchen im homogenen elektrischen Feld und vergleichen sie mit Bewegungen im Gravitationsfeld. • analysieren und berechnen die Bewegung geladener Teilchen in homogenen Magnetfeldern.	• Ladungen in homogenen elektrischen Feldern • bewegte Ladungen im homogenen Magnetfeld (Lorentzkraft)	
Fortführung der Tabelle »		

2 Kompetenzbereiche

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Lernenden ...	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
• berechnen die Geschwindigkeit und die Energie von beschleunigten Ladungen mithilfe des Energiesatzes.	• potenzielle Energie einer Probeladung im homogenen elektrischen Feld • Energiebetrachtung beim Beschleunigen von geladenen Teilchen	
• beschreiben die Kreisbewegung als beschleunigte Bewegung. • berechnen Bahn- und Winkelgeschwindigkeiten bei Kreisbewegungen. • erläutern die auftretenden Kräfte bei Kreisbewegungen. • analysieren und berechnen Kreisbewegungen im Magnetfeld und im Gravitationsfeld. • erklären Drehbewegungen unter der Nutzung der Drehimpulserhaltung.	• Untersuchung von Kreisbewegungen: • Bahn- und Winkelgeschwindigkeit • Zentripetalkraft • Kreisbewegungen in Gravitationsfeldern • Kreisbewegungen von geladenen Teilchen in homogenen Magnetfeldern • Drehimpuls und Drehimpulserhaltung	Kreisbewegungen können auch schon im Rahmen der Mechanik untersucht werden. Es ist keine umfassende Unterrichtseinheit zum Drehimpuls vorgesehen. Die kurze Behandlung des Drehimpulses ist auch im Zusammenhang mit den Quantenzahlen möglich.
• erläutern und analysieren Experimente zur Bestimmung der Ladung und der Masse des Elektrons. • erläutern technische Anwendungen, in denen Ladungen beschleunigt beziehungsweise abgelenkt werden.	• Experimente zur Bestimmung von Eigenschaften des Elektrons: • Millikanversuch • e/m-Bestimmung mit dem Fadenstrahlrohr • Anwendung elektrischer und magnetischer Felder: • Linear- und Kreisbeschleuniger • Massenspektrometer • Hallsonde	Im Zusammenhang mit der Beschleunigung von Ladungen bietet es sich an, auf die Grenzen der klassischen Physik bei höheren Geschwindigkeiten hinzuweisen.

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Lernenden ...		
Veränderliche elektromagnetische Felder		
• erläutern und wenden das Induktionsgesetz in den Spezialfällen konstanter Fläche oder konstanter magnetischer Flussdichte an. • beschreiben den Zusammenhang zwischen der Richtung des Induktionsstroms und seiner Wirkung.	• Induktionsgesetz unter Verwendung der mittleren Änderungsrate des magnetischen Flusses (Differenzenquotient)	
• erläutern und wenden das Induktionsgesetz in differenzieller Form an. • berechnen die Induktivität einer Spule. • erläutern das zeitliche Verhalten einer Spule im Stromkreis. • analysieren technische Anwendungen der Induktion (auch Wirbelströme). • analysieren elektromagnetische Schwingkreise. • berechnen frequenzabhängige Widerstände. • vergleichen mechanische und elektromagnetische Schwingungen unter energetischen Aspekten.	• Magnetischer Fluss • Induktionsgesetz in differenzieller Form • Induktivität • Energie des Magnetfeldes einer stromdurchflossenen Spule. • Selbstinduktion, Ein- und Ausschaltvorgänge • Beispiele für technische Anwendungen der Induktion (Wirbelströme) • elektromagnetische Schwingungen, kapazitive, induktive und ohmsche Widerstände, Schwingkreise	Als Anwendung eignet sich beispielsweise die Analyse von passiven Frequenzweichen in Lautsprecherboxen. Ein Ausblick auf die Maxwell-Gleichungen und die Entstehung elektromagnetischer Wellen bietet sich an dieser Stelle an.

2.3.3 Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Lernenden ...	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Mechanische und elektromagnetische Schwingungen		
• beschreiben Schwingungen mithilfe ihrer charakteristischen Größen. • berechnen Schwingungsdauern und Frequenzen von Schwingungen anhand systembeschreibender Größen an den Beispielen Faden- und Federpendel, Wechselstrom, elektromagnetischer Schwingkreis • stellen Schwingungen und Wellen mithilfe von Sinusfunktionen graphisch dar und ermitteln aus der Schwingungsgleichung die charakteristischen Größen. • erläutern Bedingungen für mechanische harmonische Schwingungen. • beschreiben zeitliche Entwicklungen von Schwingungen unter Berücksichtigung von Dämpfung und Resonanz. vergleichen mechanische und elektromagnetische Schwingungen unter energetischen Gesichtspunkten.	• Mechanische und elektromagnetische Schwingungen: Schwingung, Schwingungsebene, Auslenkung, Amplitude, Frequenz, Periodendauer • charakteristische Größen elektromagnetischer Schwingungen und ihre Zusammenhänge: Frequenz, Periodendauer • Schwingungsgleichung • lineares Kraftgesetz • gedämpfte Schwingungen • Resonanz bei erzwungenen Schwingungen • mechanische und elektromagnetische Schwingungen unter energetischen Gesichtspunkten	Zur Darstellung von harmonischen Schwingungen ist die Nutzung von Zeigerdiagrammen möglich. Zur Resonanz bietet sich die Betrachtung von Präventionsmaßnahmen in Gebäuden zur Verhinderung der Zerstörung bei Erdbeben an.
Eigenschaften und Ausbreitung von Wellen		
• beschreiben Wellen mithilfe ihrer charakteristischen Größen. • erklären die Ausbreitung und Reflexion von Wellen mithilfe von gekoppelten Oszillatoren und mithilfe des Huygens'schen Prinzips. • beschreiben die zeitliche und räumliche Entwicklung einer harmonischen eindimensionalen Welle mithilfe der Wellengleichung.	• charakteristische Größen harmonischer Wellen und ihre Zusammenhänge: Wellenlänge, Frequenz, Ausbreitungsgeschwindigkeit • Erzeugung und Ausbreitung von Wellen, Huygens'sches Prinzip, Beugung, Brechung • Wellengleichung	Mechanische und akustische Wellen sind nur insoweit zu behandeln, als es zum Verständnis der optischen Wellen nötig ist. Dies kann sowohl vorgeschaltet als auch integriert geschehen.

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Lernenden ...	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
• erklären Unterschiede von Transversal- und Longitudinalwellen. • wenden das Wellenkonzept zur Erklärung des Dopplereffekts an. • untersuchen Polarisationsphänomene experimentell. • nutzen die Polarisierbarkeit von Transversalwellen als Unterscheidungsmerkmal von Longitudinalwellen.	• Transversal- und Longitudinalwellen • Dopplereffekt (qualitativ) • Polarisation	Beispiele aus der Akustik stellen eine sinnvolle Ergänzung dar.
Überlagerung von Wellen		
• untersuchen Interferenzphänomene experimentell. • erklären mithilfe des Huygens'schen Prinzips die Entstehung von Interferenzmustern und nennen Bedingungen für das Auftreten von Interferenz. • berechnen die Lage von Maxima und Minima bei Interferenzphänomenen. • bestimmen mithilfe der Interferenz die Wellenlänge der verwendeten Lichtquelle. • beschreiben den Aufbau und erklären die Funktionsweise eines Interferometers. • beschreiben die Überlagerung von reflektierten Wellen und erklären das Entstehen von stehenden Wellen. • bestimmen die Wellenlängen bei stehenden Wellen.	• Interferenzphänomene auch mit polychromatischem Licht • Superposition, Interferenz am Doppelspalt und am Gitter • Interferenz am Einzelspalt mit monochromatischem Licht • Interferometer • stehende Wellen, Wellenlängen stehender Wellen	Es bieten sich Darstellungen mithilfe von Zeigerdiagrammen an. Interferometrie wird beim Thema Quanten wieder aufgegriffen. Für stehende Wellen gibt es viele Anwendungen beispielsweise bei Musikinstrumenten. Außerdem werden sie für die Bearbeitung des linearen Potenzialtopfes im Zusammenhang mit Atommodellen genutzt.
Spektren		
• erklären das Entstehen eines Spektrums bei Interferenz mit weißem Licht. • klassifizieren Bereiche des elektromagnetischen Spektrums anhand von Wellenlängen, Frequenzen und Energien. • nutzen Spektren, um Eigenschaften der aussendenden Quelle zu bestimmen.	• Farben • elektromagnetisches Spektrum • diskrete und kontinuierliche Spektren • Emissions- und Absorptionsspektren	Über die akustische Unschärferelation kann das Verständnis für die Heisenberg'sche Unschärferelation vorbereitet werden.

2.3.4 Quantenphysik und Materie

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Lernenden ...	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Quantenobjekte		
• benennen und erklären grundlegende Aspekte der Quantentheorie. • treffen Vorhersagen über das Verhalten von Quantenobjekten mithilfe von Wahrscheinlichkeitsaussagen. • erläutern, dass sich der scheinbare Widerspruch des Welle-Teilchen-Dualismus durch eine Wahrscheinlichkeitsinterpretation beheben lässt. • beschreiben die Probleme bei der Übertragung von Begriffen aus der Anschauungswelt in die Quantenphysik. • treffen Vorhersagen über das Verhalten von Quantenobjekten mithilfe von stochastischen Aussagen. • beschreiben den Zusammenhang zwischen Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Quantenobjekten und der Wellenfunktion. • beschreiben die Komplementarität von Quantenobjekten anhand eines Delayed-Choice-Experiments.	• grundlegende Aspekte der Quantentheorie: stochastische Vorhersagbarkeit, Interferenz und Superposition, Determiniertheit der Zufallsverteilung, Komplementarität von Weginformation und Interferenzfähigkeit • quantenphysikalisches Weltbild hinsichtlich der Begriffe Realität, Lokalität, Kausalität, Determinismus • stochastische Deutung mittels des Quadrats der quantenmechanischen Wellenfunktion (qualitativ) • Delayed-Choice-Experiment	Nebenstehend wurden die in den Bildungsstandards formulierten grundlegenden Aspekte der Quantenphysik zur besseren Übersicht aus der Tabelle mit den einzelnen Inhalten herausgelöst. Die zugehörigen Kompetenzen sind abschlussbezogen und werden schrittweise im Laufe der Unterrichtseinheit entwickelt. Strahlteilerexperimente können in diesem Zusammenhang genutzt werden. Dies ist mithilfe von Simulationen oder einfachen Experimenten möglich.
• beschreiben Gemeinsamkeiten und Unterschiede des Verhaltens von klassischen Wellen, klassischen Teilchen und Quantenobjekten am Doppelspalt. • werten Experimente zu Welleneigenschaft von Elektronen aus. • erläutern die experimentellen Befunde zum Photoeffekt und werten sie aus. • beschreiben das Verhalten des Lichts mithilfe von Teilcheneigenschaften.	• Doppelspalt-Experimente und Simulationen mit Licht, einzelnen Photonen und Elektronen • Photoeffekt	

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Lernenden ...		
• beschreiben die Zusammenhänge der Größen Energie, Impuls, Frequenz und Wellenlänge von Quantenobjekten. • berechnen Impulse beziehungsweise Wellenlängen von Quantenobjekten unter anderem mithilfe der de Broglie-Beziehung.	• Eigenschaften von Quantenobjekten (Photonen, Elektronen): Energie, Masse, Impuls, Frequenz, Wellenlänge • de Broglie-Wellenlänge	
• erläutern die Entstehung der Röntgenbremsstrahlung. • untersuchen mithilfe der Bragg-Reflexion Röntgenspektren. • erläutern die Konsequenzen für ein Quantenobjekt hinsichtlich der Bestimmung von komplementären Größen. • erläutern die Vorgänge beim Compton-Effekt. • beschreiben Nachweismöglichkeiten für einzelne Photonen oder Elektronen.	• Röntgenbremsspektrum • Bragg-Reflexion • Ort-Impuls-Unbestimmtheit • Compton-Effekt • Koinzidenzmethode zum Nachweis einzelner Photonen	
Fortführung der Tabelle »		

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Lernenden ...	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Atomvorstellungen		
• erklären die Bedeutung eines Orbitals als Veranschaulichung der Aufenthaltswahrscheinlichkeit für das Elektron. • erklären Emissions- und Absorptionsvorgänge als Energieabgabe und Anregung von Atomen. • berechnen Linienspektren mithilfe von Energieniveaus für das Wasserstoffatom und wasserstoffähnliche Atome. • berechnen diskrete Energiewerte für den Potenzialtopf. • beschreiben Aufenthaltswahrscheinlichkeiten eines Elektrons im Potenzialtopf. • erläutern die Konsequenzen der Unbestimmtheitsrelation für das Potenzialtopfmodell • erklären die Entstehung der charakteristischen Röntgenstrahlung.	• quantenmechanisches Atommodell (qualitativ) • Orbitale des Wasserstoffatoms • Emission und Absorption, Zusammenhang zwischen Linienspektrum und Energieniveauschema • Energieniveaus von Wasserstoff und wasserstoffähnlicher Atome • Modell des eindimensionalen Potenzialtopfes mit unendlich hohen Wänden • charakteristische Röntgenstrahlung	Ziel des Unterrichts ist ein grundlegendes Verständnis einer quantenmechanischen Beschreibung eines Atoms, das über historische Modelle hinausgeht. Die Behandlung der Schrödingergleichung ist nicht verbindlich, kann aber der Vertiefung dienen. Am Beispiel des Franck-Hertz-Versuchs können die Lernenden die links genannten inhaltsbezogenen Kompetenzen in Bezug auf eine andere Form der Anregung vertiefen. Ferner können sie ihre Kompetenzen im Bereich der Erkenntnisgewinnung durch ein forschendes Vorgehen weiterentwickeln („Forscherkreislauf“). Deshalb ist er in besonderem Maße als Experiment im Unterricht geeignet.
• stellen den Aufbau des Periodensystems mithilfe der Quantenzahlen und des Pauli-Prinzips dar.	• Ausblick auf Mehrelektronensysteme • Aufbau des Periodensystems • Pauli-Prinzip	Grundsätzlich ist im Bereich der Atomphysik eine Absprache mit der Fachschaft Chemie notwendig.

3 Themen und Inhalte des Unterrichts

Die folgende Übersicht stellt dar, welche Inhalte der Mechanik und der Inhaltsbereiche elektrische und magnetische Felder, mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen sowie Quantenphysik und Materie im Laufe der Sekundarstufe II zu unterrichten sind, wenn Physik in der Sekundarstufe II durchgängig unterrichtet wird.

Innerhalb der Einführungsphase wird Dynamik (inklusive Kinematik) unterrichtet. Dabei soll für die Mechanik höchstens die Hälfte der in der Einführungsphase insgesamt zur Verfügung stehenden Lernzeit verwendet werden.

Im weiteren Verlauf der Sekundarstufe II sind unterschiedliche Themenreihenfolgen möglich. Im Rahmen

des schulinternen Fachcurriculums trifft die Fachschaft Vereinbarungen über Reihenfolge, Dauer und Umfang der entsprechenden Unterrichtseinheiten. Dabei sind die Inhaltsbereiche Felder, Schwingungen und Wellen sowie Quantenphysik in Form eines Spiralcurriculums wiederholt aufzugreifen. Die Fachanforderungen lassen dabei Raum für Vertiefungsthemen oder Kontexte. Diese können sowohl integriert als auch am Ende der Qualifikationsphase unterrichtet werden.

Wird Physik in der Sekundarstufe II nicht durchgängig belegt, sind die Inhalte und die zu erwerbenden Kompetenzen entsprechend zu reduzieren, sodass Schwerpunkte gesetzt werden können. Dabei sind auch Einblicke in die moderne Physik zu gewähren.

Ersetzt Physik das Profilseminar, so sind die Inhalte an der thematischen Ausrichtung des Profils zu orientieren.

Themen und Inhalte des Unterrichts in der Sekundarstufe II bei durchgängigem Unterricht

Einführungsphase	Einführungsphase und Qualifizierungsphase		
Mechanik	Elektrische und magnetische Felder	Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen	Quantenphysik und Materie
• Dynamik inklusive Kinematik	• Das Feldkonzept zur Beschreibung von Wechselwirkungen • Körper in statischen Feldern • Veränderliche elektromagnetische Felder	• Mechanische und elektromagnetische Schwingungen • Eigenschaften und Ausbreitung von Wellen • Überlagerung von Wellen • Spektren	• Quantenobjekte • Atomvorstellungen
	Mögliche Vertiefungsthemen oder Kontexte, zum Beispiel auch im Rahmen eines Profilseminars: Astronomie, Astrophysik, Relativitätstheorie, Kernphysik, Elementarteilchenphysik, Festkörperphysik, Thermodynamik, Klimaphysik, Biophysik, Ozean und Klima, Medizin und Sensorik, Elektromobilität		

4 Schulinternes Fachcurriculum

Im schulinternen Fachcurriculum dokumentiert die Fachkonferenz ihre Vereinbarungen zur Gestaltung des Physikunterrichts an ihrer Schule. Die Weiterentwicklung des schulinternen Fachcurriculums stellt eine ständige gemeinsame Aufgabe der Fachkonferenz dar.

Im schulinternen Fachcurriculum sind Vereinbarungen zu den in der folgenden Übersicht aufgeführten Aspekten zu treffen. Darüber hinaus kann die Fachkonferenz auch weitere Vereinbarungen zur Gestaltung des Physikunterrichts an ihrer Schule treffen und im Fachcurriculum dokumentieren. Die im Fachcurriculum dokumentierten Beschlüsse sind für die Lehrkräfte verbindlich.

Aspekte	Vereinbarungen
Unterricht	• Reihenfolge, Zeitpunkt, Dauer und Umfang von Unterrichtseinheiten • Beitrag der jeweiligen Unterrichtseinheit zum Aufbau der Kompetenzbereiche • Möglichkeiten zur Ausgestaltung der fächerübergreifenden Arbeiten in Profilen • Fächer- und themenübergreifendes Arbeiten • verbindlich einzuführende Formeln • Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte • Festlegung zentraler Experimente
Fachsprache	• Einheitliche Verwendung anschlussfähiger Bezeichnungen, Begriffe und formalen Notationen • Möglichkeiten der durchgängigen Sprachbildung
Fördern und Fordern	• Fördermaßnahmen für besonders begabte Schülerinnen und Schüler sowie für Schülerinnen und Schüler, die Unterstützung bei der Erfüllung der Leistungsanforderungen benötigen • Fördermaßnahmen für Schülerinnen und Schüler mit unterschiedlichen Fähigkeiten und Interessen
Digitale Medien / Medienkompetenz	• Beitrag des Faches zur Medienkompetenz • Nutzung digitaler Medien im Unterricht
Hilfsmittel	• Nutzung von Lehr- und Lernmaterial und von Experimentiergeräten • Anschaffung und Nutzung einer zugelassenen Formelsammlung und eines zugelassenen wissenschaftlichen Taschenrechners in Absprache mit anderen Fachkonferenzen
Leistungsbewertung	• Grundsätze zur Leistungsbewertung und zur Gestaltung von Leistungsnachweisen
Überprüfung und Weiterentwicklung	• regelmäßige Evaluation und Weiterentwicklung des schulinternen Fachcurriculums

5 Leistungsbewertung

Grundlage für eine Beurteilung sowie gegebenenfalls eine Leistungsbewertung sind die von der Lehrkraft beobachteten Handlungen der Lernenden. Beurteilen bedeutet die kritische, wertschätzende und individuelle Rückmeldung auf der Grundlage von kompetenzbasierten Kriterien. In diesem Sinne stehen im Unterricht die Diagnostik und das Feedback unter Berücksichtigung des individuellen Lernprozesses im Vordergrund. Eine Bewertung lässt sich aus einer differenzierten Beurteilung ableiten.

Grundsätzlich sind alle Kompetenzbereiche (Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz und Bewertungskompetenz) und die drei Anforderungsbereiche bei der Leistungsbewertung angemessen zu berücksichtigen. Überprüfungsformen schriftlicher, mündlicher und praktischer Art sollen deshalb darauf ausgerichtet sein, das Erreichen der dort aufgeführten Kompetenzerwartungen zu evaluieren. Lernerfolgsüberprüfungen sollen Schülerinnen und Schülern Gelegenheit geben, erworbene Kompetenzen wiederholt und in wechselnden Zusammenhängen unter Beweis zu stellen.

Für Lehrkräfte sind die Ergebnisse der begleitenden Evaluation des Lernprozesses sowie des Kompetenzerwerbs Anlass, die Zielsetzungen und Methoden ihres Unterrichts zu überprüfen. Schülerinnen und Schüler erhalten Rückmeldungen zu ihrem Lernprozess und zu den erreichten Lernständen. Beide Rückmeldungen sind eine Hilfe für die Selbsteinschätzung. Die Rückmeldungen müssen auch Hinweise für das weitere Lernen enthalten. Sie dienen damit der Lenkung und Unterstützung des individuellen Lernprozesses.

Bei der Leistungsbewertung wird zwischen Unterrichtsbeiträgen und Leistungsnachweisen unterschieden.

5.1 Unterrichtsbeiträge

Um dem unterschiedlichen Leistungsvermögen und den unterschiedlichen Persönlichkeiten der Schülerinnen

und Schüler gerecht zu werden, aber auch, um das gesamte Spektrum der Leistungen angemessen berücksichtigen zu können, werden im Bereich der Unterrichtsbeiträge Leistungen aus unterschiedlichen Feldern der Unterrichtsarbeit herangezogen. Hierzu gehören unter anderem:

Unterrichtsgespräch

- Teilnahme am Unterrichtsgespräch mit konstruktiven Beiträgen
- Formulierung von Hypothesen und Problemstellungen
- Verwendung von Fachsprache
- Umgang mit Modellen

Aufgaben und Experimente

- Formulierung von Problemstellungen und Hypothesen
- Organisation, Bearbeitung und Durchführung
- Formulierung von Vorgehensweisen, Beobachtungen, Ergebnissen
- Ziehen von Schlussfolgerungen und Ableiten von Regeln

Dokumentation

- Zusammenstellung von Materialsammlungen
- Verwendung von Fachsprache
- Umgang mit Modellen
- geeignete Dokumentation von Versuchsergebnissen und Aufgaben
- Erstellen von Lerntagebüchern und Portfolios

Präsentation

- mündliche und schriftliche Darstellung von Arbeitsergebnissen
- Kurzvorträge und Referate
- Verwendung von Fachsprache
- Umgang mit Modellen
- Präsentation von Wettbewerbsbeiträgen

Schriftliche Überprüfungen

- Schriftliche Leistungsüberprüfungen bis zu einer Arbeitsdauer von maximal 20 Minuten (sogenannte Tests) sind laut entsprechendem Erlass als Unterrichtsbeiträge zu berücksichtigen.

Die Lehrkraft initiiert, dass die Lernenden für Unterrichtsbeiträge eine durch Kriterien geleitete Rückmeldung erhalten. Die Lehrkraft gewährleistet die Transparenz der Kriterien. Das kann eine gemeinsame Erarbeitung von Kriterien mit der Lerngruppe einschließen. Die Bewertung liegt in der Verantwortung der Lehrkraft.

Da die Unterrichtsbeiträge bei der Leistungsbewertung den Ausschlag geben, muss die Gewichtung einzelner Arten von Unterrichtsbeiträgen innerhalb dieses Teilbereiches transparent gestaltet werden.

5.2 Leistungsnachweise

Leistungsnachweise umfassen Klausuren (Klassenarbeiten) und zu Klausuren (Klassenarbeiten) gleichwertige Leistungsnachweise. Tests gelten nicht als Leistungsnachweise.

Grundsätze für die Erstellung von Klausuren (Klassenarbeiten)

- Gemäß den in diesen Fachanforderungen formulierten Zielen ist bei Leistungsnachweisen in Form von Klausuren (Klassenarbeiten) zu gewährleisten, dass die Inhalte mit den vier Kompetenzbereichen angemessen verknüpft werden.
- Die Klausur (Klassenarbeit) setzt sich aus mehreren – in der Regel zwei – unabhängig voneinander bearbeitbaren Aufgaben zusammen. Jede dieser Aufgaben kann in Teilaufgaben gegliedert sein, die jedoch nicht beziehungslos nebeneinanderstehen sollen. Die Teilaufgaben einer Aufgabe sollen so unabhängig voneinander sein, dass eine Fehlleistung – insbesondere am Anfang – nicht die weitere Bearbeitung der Aufgabe stark erschwert. Falls erforderlich, können Zwischenergebnisse in der Aufgabenstellung enthalten sein.
- Folgende Arten von Aufgaben sind unter anderem möglich: Bearbeitung eines Schüler- oder Lehrerexperiments, Auswertung vorgelegten Materials, theoretische Anwendung erworbener Qualifikationen auf eine bisher nicht behandelte Problemstellung. Aufgaben, deren Lösung ausschließlich die Aufsatzform verlangt, sind nicht geeignet.
- Die Klausur (Klassenarbeit) auf erhöhtem Anforderungsniveau soll sich auf mehrere Inhaltsbereiche

(Felder, Schwingungen und Wellen, Quantenphysik und Materie) beziehen.

- Bei der Formulierung der Aufgaben sind die vorgegebenen Operatoren zu verwenden.
- Die Klausur (Klassenarbeit) muss auch Operatoren enthalten, die Erläuterungen durch Texte in angemessenem Umfang verlangen.

Im schulinternen Fachcurriculum können die hier genannten Grundsätze für die Gestaltung von Klausuren (Klassenarbeiten) konkretisiert werden.

Für Schülerinnen und Schüler, die im Fach Physik eine schriftliche Abiturprüfung ablegen werden, sollen Klausuren (Klassenarbeiten) im Verlauf der Sekundarstufe II zunehmend auf die inhaltlichen und formalen Anforderungen der schriftlichen Abiturprüfung vorbereitet. In der Einführungsphase ist dabei der Gestaltungsspielraum größer; mit zunehmender Nähe zum Abitur orientieren sich die Aufgaben immer stärker am Format der Prüfungsaufgaben (siehe Kapitel 6).

Dauer und Anzahl

Anzahl und Dauer der Klausuren (Klassenarbeiten) in der Sekundarstufe II werden per Erlass geregelt.

Korrektur und Rückgabe

Die Korrekturanmerkungen müssen eine Lernhilfe bieten. Die Besprechung bei der Rückgabe von Klausuren (Klassenarbeiten) darf sich nicht auf die Leistungsbewertung beschränken. Eine inhaltliche Besprechung ausgewählter fachlicher Schwerpunkte ist vorzusehen.

Bewertung von Klausuren (Klassenarbeiten)

In der Sekundarstufe II orientiert sich die Bewertung an den Vorschriften, die für die Bewertung der Prüfungsarbeiten im Abitur gelten. In der Einführungsphase ist dabei der Gestaltungsspielraum größer; mit zunehmender Nähe zum Abitur sind die Abiturmaßstäbe strenger anzulegen. Da in Klausuren (Klassenarbeiten) neben der Verdeutlichung des fachlichen Verständnisses auch die Darstellung bedeutsam ist, muss diesem Sachverhalt bei der Leistungsbewertung hinreichend Rechnung getragen werden.

Gleichwertige Leistungsnachweise

Gleichwertige Leistungsnachweise orientieren sich am Arbeitsumfang einer Klausur (Klassenarbeit) (inklusive Vor- und Nachbereitung). Im schulinternen Fachcurriculum ist zu konkretisieren, welche Ersatzleistungen neben Klausuren (Klassenarbeiten) als Leistungsnachweise herangezogen werden können. Die Fachschaft legt formale und fachliche Anforderungen und grundsätzliche Beurteilungskriterien für gleichwertige Leistungsnachweise fest und berücksichtigt dabei wie in Klausuren (Klassenarbeiten) alle drei Anforderungsbereiche. Die Zusammenfassung mehrerer Tests zu einem gleichwertigen Leistungsnachweis ist ausgeschlossen.

6 Die Abiturprüfung

Für die Abiturprüfung gelten die Vorgaben der Kultusministerkonferenz nach Maßgabe dieser Bestimmungen. Grundlage für die Abiturprüfung sind die in den Fachanforderungen des Faches Physik beziehungsweise des Faches Naturwissenschaften in der Sekundarstufe I und die in den Fachanforderungen des Faches Physik der Sekundarstufe II beschriebenen Kompetenzen.

Die Abiturprüfung im Fach Physik findet nach Maßgabe der geltenden Verordnungen auf erhöhtem beziehungsweise auf grundlegendem Anforderungsniveau statt.

Unterschiedliche Anforderungen in der Prüfungsaufgabe auf grundlegendem und auf erhöhtem Anforderungsniveau ergeben sich vor allem im Hinblick auf die Komplexität des Gegenstands, im Grad der Differenzierung und der Abstraktion der Inhalte, im Anspruch an die Beherrschung der Fachsprache, der Mathematisierung und der Methoden sowie an die Selbstständigkeit bei der Lösung der Aufgaben.

Eine Prüfungsaufgabe der Abiturprüfung ist die Gesamtheit aller Aufgaben, die ein Prüfling zu bearbeiten hat. Sie erwächst aus dem Unterricht in der Sekundarstufe II mit dem Schwerpunkt auf der Qualifikationsphase.

Die Prüfungsaufgabe setzt sich aus unabhängig voneinander bearbeitbaren Aufgaben zusammen. Jede Aufgabe zeichnet sich durch einen thematischen Zusammenhang aus, der sich auf einen oder mehrere Inhaltsbereiche bezieht. Jede Aufgabe berücksichtigt alle drei Anforderungsbereiche. Bei der Formulierung der Aufgaben werden die angegebenen Operatoren verwendet.

Die Aufgaben können in Teilaufgaben gegliedert sein, die nicht beziehungslos nebeneinanderstehen, jedoch so unabhängig voneinander sind, dass eine Fehlleistung in einer Teilaufgabe nicht die weitere Bearbeitung der Aufgabe ausschließt.

Die Inhalte der Prüfungsaufgabe müssen den curricularen Vorgaben der Qualifikationsphase entnommen sein und

dürfen sich nicht nur auf ein Schulhalbjahr beschränken. Für die Lösung der Prüfungsaufgabe werden Kompetenzen aus vorangegangenen Schuljahren vorausgesetzt.

Der Schwerpunkt der zu erbringenden Prüfungsleistungen liegt im Anforderungsbereich II. Darüber hinaus sind die Anforderungsbereiche I und III in einem angemessenen Verhältnis zu berücksichtigen, wobei Anforderungsbereich I stärker als III zu gewichten ist.

Auf der Grundlage der Fachanforderungen erlässt das zuständige Ministerium Regelungen für die Durchführung der Abiturprüfungen, die auch thematische Vorgaben enthalten können.

6.1 Die schriftliche Abiturprüfung

Die Prüfungsaufgabe für die schriftliche Abiturprüfung hat mehrere Aufgaben, die jeweils den gleichen Zeitumfang beanspruchen und die gleiche Anzahl von Bewertungseinheiten aufweisen. Die Aufgabenstellung ermöglicht eine Auseinandersetzung mit einem komplexen Sachverhalt. Der Schwerpunkt jeder Aufgabe bezieht sich auf eines der in den Fachanforderungen genannten Inhaltsbereiche elektrische und magnetische Felder, mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen sowie Quantenphysik und Materie. Die Prüfungsaufgabe muss mindestens zwei der drei Inhaltsbereiche zum Schwerpunkt haben.

Im Zentrum der Aufgaben steht die Überprüfung des physikalischen Verständnisses. Die Aufgaben beziehen sich auf die in den Fachanforderungen beschriebenen vier Kompetenzbereiche, vier Basiskonzepte und drei Inhaltsbereiche.

Es sind folgende Arten von Aufgaben möglich:

Materialgebundene Aufgaben: Bei der materialgebundenen Aufgabe geht es um die Erläuterung, Auswertung, Kommentierung, Interpretation und Bewertung fachspezifischer Materialien (zum Beispiel Texte, Abbildungen, Tabellen, Messreihen, Filme, Versuchsergebnisse, Graphen, Simulationen, Diagramme, dokumentierte Experimente).

Fachpraktische Aufgaben: Die fachpraktische Aufgabe schließt zusätzlich zur materialgebundenen Aufgabe die Gewinnung von Beobachtungen und Daten sowie gegebenenfalls die Planung der Datengewinnung ein.

Für die Beurteilung der Prüfungsleistungen sind sowohl die rein formale Lösung als auch das zum Ausdruck gebrachte physikalische Verständnis maßgebend. Daher sind erläuternde, kommentierende und begründende Texte unverzichtbarer Bestandteil der Prüfungsleistung. Dies gilt auch für die Dokumentation im Falle des Einsatzes digitaler Werkzeuge. Aufgaben, deren Lösung ausschließlich die Aufsatzform verlangt, sind nicht geeignet.

Mangelnde Gliederung, Fehler in der Fachsprache, Ungenauigkeiten in Zeichnungen oder unzureichende oder falsche Bezüge zwischen Zeichnungen und Text sind als fachliche Fehler zu werten.

Für die Bewertung kommt den folgenden Kriterien besonderes Gewicht zu:

- Umfang und Qualität der nachgewiesenen fachspezifischen Kompetenzen,
- Verständnis für fachspezifische Probleme sowie die Fähigkeit, Zusammenhänge zu erkennen, darzustellen und Sachverhalte zu beurteilen,
- Eigenständigkeit der Auseinandersetzung mit Sachverhalten und Problemstellungen, Reflexionsfähigkeit und Kreativität der Lösungsansätze,
- Sicherheit im Umgang mit Fachsprache und Fachmethoden,
- Schlüssigkeit der Argumentation, Verständlichkeit und Qualität der Darstellung (Gedankenführung, Klarheit in Aufbau und Sprache, fachsprachlicher Ausdruck).

Die Benotung der Arbeiten erfolgt nach einem vorgegebenen Bewertungsschlüssel.

6.2 Die mündliche Abiturprüfung

Die mündliche Prüfungsaufgabe besteht aus zwei Aufgaben, deren Schwerpunkte sich auf mindestens zwei der Inhaltsbereiche elektrische und magnetische

Felder, mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen sowie Quantenphysik und Materie beziehen. Die Prüfungsaufgabe ist so zu gestalten, dass mehrere Kompetenzbereiche berücksichtigt werden, sodass fachspezifisches / methodisches Arbeiten in der Sekundarstufe II hinreichend erfasst wird. Die Aufgaben dürfen keine inhaltliche Wiederholung von Aufgaben der schriftlichen Abiturprüfung sein und sich nicht nur auf die Themen eines Halbjahres der Qualifizierungsphase beziehen. Bei Aufgaben mit einem experimentellen Anteil kann die Vorbereitungszeit von der Abiturprüfungskommission verlängert werden. Beide Aufgaben sollen etwa denselben Zeitumfang an der mündlichen Prüfung in Anspruch nehmen und sind bei der Beurteilung gleich zu gewichten. Neben dem Vortrag der Ergebnisse ihrer Vorbereitung müssen die Prüflinge in einem Prüfungsgespräch ergänzende oder weitergehende Kenntnisse und Fähigkeiten nachweisen und dabei Kompetenzen aus unterschiedlichen Kompetenzbereichen zeigen. Jede Aufgabe muss so angelegt sein, dass sie vom Anspruchsniveau her eine Bewertung innerhalb der gesamten Notenskala zulässt.

Bei der Bewertung sollen vor allem folgende Kriterien berücksichtigt werden:

- Adäquate Präsentation der Ergebnisse für die gestellte Aufgabe in einem strukturierten, prägnanten, anhand von Aufzeichnungen frei gehaltenen Kurzvortrag,
- Erfassen von Fachfragen und Führung eines themengebundenen Gesprächs,
- Grad der Flexibilität und Beweglichkeit im Umgang mit unterschiedlichen Inhaltsbereichen und Basiskonzepten,
- Nachweis eigenständiger sach- und problemgerechter Bewertungskompetenz,
- Einordnung in größere fachliche und gegebenenfalls überfachliche Zusammenhänge,
- Verwendung einer präzisen, differenzierten, stilistisch angemessenen, adressaten- und normengerechten Ausdrucksweise unter adäquater Berücksichtigung der Fachsprache,
- Klarheit und Verständlichkeit der Darstellung.

Kommt ein Prüfling im Verlauf der mündlichen Prüfung nicht über die reine Reproduktion gelernten Wissens hinaus, so kann die Note nicht besser als „ausreichend (4 Punkte)“ sein. Soll die Leistung mit „sehr gut“ beurteilt werden, so muss dem Prüfungsgespräch ein eigenständiger Vortrag vorausgehen. Im Vortrag oder im Verlauf des Gesprächs müssen in diesem Fall dann auch Leistungen im Anforderungsbereich III erbracht werden.

6.3 Die Präsentationsprüfung

Die Präsentationsprüfung muss aus dem Unterricht in der Qualifikationsphase erwachsen. Sie kann eine fachübergreifende Themenstellung umfassen, muss aber den Schwerpunkt im Fach Physik haben. Die Bedingungen für eine Präsentationsprüfung als fünfte Prüfungskomponente richten sich nach den geltenden Rechtsvorschriften.

6.4 Die besondere Lernleistung

Schülerinnen und Schüler können gemäß den geltenden Rechtsvorschriften eine besondere individuelle Lernleistung, die im Rahmen oder Umfang von zwei aufeinander folgenden Schulhalbjahren erbracht wird, in das Abitur einbringen. „Besondere Lernleistungen“ können sein:

- eine Jahres- oder Seminararbeit,
- die Ergebnisse eines umfassenden, auch fachübergreifenden Projektes oder Praktikums,
- ein umfassender Beitrag aus einem von den Ländern geförderten Wettbewerb in Bereichen, die schulischen Referenzfächern zugeordnet werden können.

Eine solche „besondere Lernleistung“ ist schriftlich zu dokumentieren, ihre Ergebnisse stellt die Schülerin oder der Schüler in einem Kolloquium dar, erläutert sie und antwortet auf Fragen.

IV Anhang

Operatoren im Fach Physik

Im Folgenden werden Operatoren erläutert, die im Fach Physik verwendet werden. Diese Operatoren können hinsichtlich ihrer Bedeutung durch Zusätze (zum Beispiel „rechnerisch“ oder „grafisch“) spezifiziert werden. Zugelassene Hilfsmittel dürfen zur Bearbeitung verwendet werden, wenn dem kein entsprechender Zusatz entgegensteht.

Sofern durch den Operator nichts anderes bestimmt ist, ist bei der Bearbeitung der Aufgabe das Vorgehen so zu dokumentieren, dass es für eine fachkundige Person nachvollziehbar ist.

Im Einzelfall können auch hier nicht aufgeführte Operatoren eingesetzt werden, wenn davon auszugehen ist, dass sich deren Bedeutung aus dem Kontext ergibt (zum Beispiel „beschriften“, „ankreuzen“).

Operator	Beschreibung der erwarteten Leistungen
ableiten	auf der Grundlage von Erkenntnissen sachgerechte Schlüsse ziehen
abschätzen	durch begründete Überlegungen Größenordnungen angeben
analysieren	systematische Untersuchung eines Sachverhaltes, bei der dessen Merkmale, seine Bestandteile und deren Beziehungen zueinander erfasst und dargestellt werden
anwenden	einen bekannten Zusammenhang oder eine bekannte Methode auf einen anderen Sachverhalt beziehen
aufbauen (Experimente)	Objekte und Geräte zielgerichtet anordnen und kombinieren
aufstellen / entwickeln von Hypothesen	begründete Vermutung auf der Grundlage von Beobachtungen, Untersuchungen, Experimenten oder Aussagen formulieren
auswerten	Daten, Einzelergebnisse oder andere Elemente in einen Zusammenhang stellen, gegebenenfalls zu einer Gesamtaussage zusammenführen und Schlussfolgerungen ziehen
begründen	Sachverhalte auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten oder kausale Zusammenhänge zurückführen
berechnen	Ergebnisse aus gegebenen und experimentell gewonnenen Werten rechnerisch generieren
beschreiben	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und fachsprachlich richtig mit eigenen Worten wiedergeben
bestimmen	einen Lösungsweg darstellen und das Ergebnis formulieren
beurteilen	zu einem Sachverhalt ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen
beweisen	mithilfe von sachlichen Argumenten durch logisches Herleiten eine Behauptung / Aussage bestätigen beziehungsweise widerlegen
bewerten	Sachverhalte, Gegenstände, Methoden, Ergebnisse an Beurteilungskriterien oder Normen und Werten messen
darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden strukturiert und gegebenenfalls fachsprachlich wiedergeben

Operator	Beschreibung der erwarteten Leistungen
diskutieren	in Zusammenhang mit Sachverhalten, Aussagen oder Thesen unterschiedliche Positionen oder Pro- und Contra-Argumente einander gegenüberstellen und abwägen
dokumentieren	alle notwendigen Erklärungen, Herleitungen und Skizzen darstellen
durchführen (experimentell)	eine vorgegebene oder eigene Experimentieranleitung umsetzen
erklären	einen Sachverhalt mithilfe eigener Kenntnisse in einen Zusammenhang einordnen sowie ihn nachvollziehbar und verständlich machen
erläutern	einen Sachverhalt durch zusätzliche Informationen veranschaulichen und verständlich machen
ermitteln	einen Zusammenhang oder eine Lösung finden und das Ergebnis formulieren
herleiten	aus Größengleichungen durch mathematische Operationen eine physikalische Größe freistellen und dabei wesentliche Lösungsschritte kommentieren
interpretieren / deuten	Sachverhalte und Zusammenhänge im Hinblick auf Erklärungsmöglichkeiten herausarbeiten
klassifizieren / ordnen	Begriffe, Gegenstände auf der Grundlage bestimmter Merkmale systematisch einteilen
nennen / angeben	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten, Fakten ohne Erläuterung wiedergeben
planen	zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranordnung finden und eine Experimentieranleitung erstellen
protokollieren	Ablauf, Beobachtungen und Ergebnisse sowie gegebenenfalls Auswertung (Ergebnisprotokoll, Verlaufsprotokoll) in fachtypischer Weise wiedergeben
skizzieren	Sachverhalte, Objekte, Strukturen oder Ergebnisse auf das Wesentliche reduzieren und diese grafisch oder schriftlich übersichtlich darstellen
Stellung nehmen	zu einem Gegenstand oder Sachverhalt, der an sich nicht eindeutig ist, nach kritischer Prüfung und sorgfältiger Abwägung ein begründetes Urteil abgeben
überprüfen / prüfen / testen	Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik messen und gegebenenfalls Widersprüche aufdecken
untersuchen	Sachverhalte / Objekte erkunden, Merkmale und Zusammenhänge herausarbeiten
verallgemeinern	aus einem erkannten Sachverhalt eine erweiterte Aussage treffen
vergleichen	Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln
zeichnen	eine exakte Darstellung beobachtbarer oder gegebener Strukturen anfertigen
zusammenfassen	das Wesentliche in konzentrierter Form wiedergeben

