



Schleswig-Holstein
Ministerium für Bildung,
Wissenschaft und Kultur

Fachanforderungen Physik

Allgemein bildende Schulen

Sekundarstufe I

Sekundarstufe II

3. 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 2022, 3. 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

Allgemein bildende Schulen

Sekundarstufe I

Sekundarstufe II

3. überarbeitete Auflage

Inhalt

I Allgemeiner Teil	4
1 Geltungsbereich und Regelungsgehalt	4
2 Lernen und Unterricht	6
2.1 Kompetenzorientierung	6
2.2 Auseinandersetzung mit Kernproblemen des gesellschaftlichen Lebens	6
2.3 Leitbild Unterricht.....	7
2.4 Aufgabenfelder von besonderer Bedeutung	7
3 Grundsätze der Leistungsbewertung	9
II Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I	10
1 Das Fach Physik in der Sekundarstufe I	10
1.1 Grundlagen und Lernausgangslage.....	10
1.2 Der Beitrag des Faches zur allgemeinen und fachlichen Bildung	10
1.3 Didaktische Leitlinien	11
1.4 Anforderungsebenen und Anforderungsbereiche	13
2 Kompetenzbereiche	15
2.1 Die prozessbezogenen Kompetenzen	15
2.2 Die inhaltsbezogenen Kompetenzen	19
3 Themen und Inhalte des Unterrichts	34
4 Schulinternes Fachcurriculum	35
5 Leistungsbewertung	36
6 Abschlussprüfungen in der Sekundarstufe I	37
III Fachanforderungen Physik Sekundarstufe II	38
1 Das Fach Physik in der Sekundarstufe II an Gymnasien und Gemeinschaftsschulen	38
1.1 Grundlagen und Lernausgangslage.....	38
1.2 Der Beitrag des Faches zur allgemeinen und fachlichen Bildung	38
1.3 Didaktische Leitlinien	39
1.4 Anforderungsniveaus und Anforderungsbereiche	40

2 Kompetenzbereiche - Kompetenzbereiche, Basiskonzepte und Inhalte	42
2.1 Kompetenzbereiche	42
2.2 Basiskonzepte	48
2.3 Inhalte	50
3 Themen und Inhalte des Unterrichts	63
4 Schulinternes Fachcurriculum	64
5 Leistungsbewertung	65
5.1 Unterrichtsbeiträge	65
5.2 Leistungsnachweise	66
6 Die Abiturprüfung	68
6.1 Die schriftliche Abiturprüfung	68
6.2 Die mündliche Abiturprüfung	69
6.3 Die Präsentationsprüfung	70
6.4 Die besondere Lernleistung	70
IV Anhang	71

I Allgemeiner Teil

1 Geltungsbereich und Regelungsgehalt

Die Fachanforderungen gelten für die Sekundarstufe I und die Sekundarstufe II aller weiterführenden allgemein bildenden Schulen in Schleswig-Holstein. Sie sind Lehrpläne im Sinne des Schleswig-Holsteinischen Schulgesetzes. Die Fachanforderungen gehen von den pädagogischen Zielen und Aufgaben aus, wie sie im Schulgesetz formuliert sind. In allen Fächern, in denen die Kultusministerkonferenz (KMK) Bildungsstandards beschlossen hat, liegen diese den Fachanforderungen zugrunde. Sie berücksichtigen auch die stufenbezogenen Vereinbarungen der KMK.

Die Fachanforderungen sind in einen für alle Fächer geltenden allgemeinen Teil und einen fachspezifischen Teil gegliedert. Der fachspezifische Teil ist nach Sekundarstufe I und Sekundarstufe II unterschieden. Alle Teile sind inhaltlich aufeinander bezogen. Sie stellen den verbindlichen Rahmen für die pädagogische und unterrichtliche Arbeit dar.

In der Sekundarstufe I zielt der Unterricht sowohl auf den Erwerb von Allgemeinbildung als auch auf die Berufsorientierung der Schülerinnen und Schüler ab. Sie können am Ende der neunten Jahrgangsstufe den ersten allgemeinbildenden Schulabschluss, am Ende der zehnten Jahrgangsstufe den Mittleren Schulabschluss oder die Versetzung in die Sekundarstufe II erlangen.

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 können die Schülerinnen und Schüler den schulischen Teil der Fachhochschulreife oder mit bestandener Abiturprüfung die Allgemeine Hochschulreife erlangen.

Am Gymnasium erwerben Schülerinnen und Schüler den Mittleren Schulabschluss mit der Versetzung in die Jahrgangsstufe 11.

Vorgaben der Fachanforderungen

Die Fachanforderungen beschreiben die didaktischen Grundlagen der jeweiligen Fächer und den spezifischen Beitrag der Fächer zur allgemeinen und fachlichen Bildung. Darauf aufbauend legen sie fest, was Schülerinnen und Schüler jeweils am Ende der Sekundarstufe I beziehungsweise am Ende der Sekundarstufe II wissen und können sollen. Aus diesem Grund sind die Fachanforderungen abschlussbezogen formuliert. Die fachlichen Anforderungen werden als Kompetenz- beziehungsweise Leistungserwartungen beschrieben und mit Inhalten verknüpft.

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

- **Erster allgemeinbildender Schulabschluss (ESA):**
Die Anforderungsebene beschreibt die Regelanforderungen für den Erwerb des ESA; diese sind in den weiteren Anforderungsebenen enthalten.
- **Mittlerer Schulabschluss (MSA):**
Die Anforderungsebene beschreibt die über den ESA hinausgehenden Regelanforderungen für den Erwerb des MSA.
- **Übergang in die Oberstufe:**
Die Anforderungsebene beschreibt die über den MSA hinausgehenden Regelanforderungen für den Übergang in die Oberstufe.

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 und muss daher allen Anforderungsebenen gerecht werden.

Der Unterricht in der Sekundarstufe I am Gymnasium zielt auf einen erfolgreichen Übergang in die Oberstufe, so dass die Anforderungen für den Übergang in die Oberstufe vorrangig zu berücksichtigen sind.

Die Fachanforderungen dienen der Transparenz und Vergleichbarkeit. Sie gewährleisten die Durchlässigkeit und Mobilität im Schulwesen.

Die Lehrkräfte gestalten den Unterricht und die damit verbundene Unterstützung der Persönlichkeitsentwicklung in eigener pädagogischer Verantwortung. Sie berücksichtigen bei der konkreten Ausgestaltung der Fachanforderungen die Beschlüsse der Schulkonferenz zu Grundsatzfragen und dabei insbesondere die Beschlüsse der Fachkonferenz zur Abstimmung des schulinternen Fachcurriculums. Mit ihren Vorgaben bilden die Fachanforderungen den Rahmen für die Fachkonferenzarbeit in den Schulen. Innerhalb dieser Rahmenvorgaben besitzen die Schulen und auch die Fachkonferenzen Gestaltungsfreiheit bezüglich der Umsetzung der Kontingenzstundentafel, der Lern- und Unterrichtsorganisation, der pädagogisch-didaktischen Konzepte sowie der inhaltlichen Schwerpunktsetzungen. Die Fachanforderungen verzichten auf kleinschrittige Detailregelungen. Sie enthalten Vorgaben für die Verteilung von Themen und Inhalten auf die Jahrgangsstufen der Sekundarstufe I. Diese Vorgaben berücksichtigen die Gestaltungsfreiheit der Schulen im Rahmen der Kontingenzstundentafel.

Aufgabe der schulinternen Fachcurricula ist es, die Kerninhalte und Kompetenzen, die in den Fachanforderungen auf den jeweiligen Abschluss bezogen ausgewiesen sind, über die einzelnen Jahrgangsstufen hinweg aufzubauen. Die schulinternen Fachcurricula bilden die Planungsgrundlage für den Fachunterricht und enthalten konkrete Beschlüsse über

- anzustrebende Kompetenzen für die einzelnen Jahrgangsstufen,
- Schwerpunktsetzungen, die Verteilung und Gewichtung von Unterrichtsinhalten und Themen,
- fachspezifische Methoden,
- angemessene mediale Gestaltung des Unterrichts,
- Diagnostik, Differenzierung und Förderung, Leistungsmessung und Leistungsbewertung,
- Einbeziehung außerunterrichtlicher Lernangebote und Ganztagsangebote.

Die Fachcurricula berücksichtigen die Prinzipien des fächerverbindenden und fächerübergreifenden sowie des themenzentrierten Arbeitens. Die Fachcurricula werden evaluiert und weiterentwickelt.

2 Lernen und Unterricht

Ziel des Unterrichts ist der systematische, alters- und entwicklungsgemäße Erwerb von Kompetenzen. Der Unterricht fördert die kognitiven, emotionalen, sozialen, kreativen und körperlichen Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler. Er vermittelt ihnen kulturelle und gesellschaftliche Orientierung und ermuntert sie dazu, eigenständig zu denken und vermeintliche Gewissheiten, kulturelle Wertorientierungen und gesellschaftliche Strukturen auch kritisch zu überdenken. Unterricht trägt dazu bei, Bereitschaft zur Empathie zu entwickeln, und fördert die Fähigkeit, die eigenen Überzeugungen und das eigene Weltbild in Frage zu stellen. Er unterstützt die Schülerinnen und Schüler dabei, Unsicherheiten auszuhalten und Selbstvertrauen zu erwerben.

2.1 Kompetenzorientierung

In den Fachanforderungen wird ein Kompetenzbegriff verwendet, der das Wissen und Können, die Fähigkeiten und Fertigkeiten eines Menschen umfasst. Das schließt die Bereitschaft ein, das Wissen und Können in unterschiedlichen Situationen zur Bewältigung von Herausforderungen und zum Lösen von Problemen anzuwenden. Die Fachanforderungen sind in diesem Sinne auf die Darstellung der angestrebten fachbezogenen Kompetenzen fokussiert.

Über die fachbezogenen Kompetenzen hinaus fördert der Unterricht aller Fächer den Erwerb überfachlicher Kompetenzen:

- **Selbstkompetenz** meint die Fähigkeit, die eigene Situation wahrzunehmen und für sich selbst eigenständig zu handeln und Verantwortung zu übernehmen. Die Schülerinnen und Schüler artikulieren eigene Bedürfnisse und Interessen differenziert und reflektieren diese selbstkritisch. Dazu gehört die Bereitschaft, vermeintliche Gewissheiten, das eigene Denken und das eigene Weltbild kritisch zu reflektieren und Unsicherheiten auszuhalten. Bezogen auf das Lernen bedeutet Selbstkompetenz, Lernprozesse selbstständig zu planen und durchzuführen, Lernergebnisse zu überprüfen, gegebenenfalls zu korrigieren und zu bewerten.

- **Sozialkompetenz** meint die Fähigkeit, die Bedürfnisse und Interessen der Mitlernenden empathisch wahrzunehmen. Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, selbstständig und sozial verantwortlich zu handeln. Sie setzen sich mit den Vorstellungen der anderen kritisch und auch selbstkritisch auseinander, hören einander zu und gehen aufeinander ein. Sie können konstruktiv und erfolgreich mit anderen zusammenarbeiten.
- **Methodenkompetenz** meint die Fähigkeit, Aufgaben selbstständig zu bearbeiten. Schülerinnen und Schüler verfügen über grundlegende Arbeitstechniken und Methoden; dazu gehört auch die sichere Nutzung der Informationstechnologie. Sie wählen Verfahrensweisen und Vorgehensweisen selbstständig und wenden methodische Kenntnisse sinnvoll auf unbekannte Sachverhalte an. Sie können Sachverhalte sprachlich differenziert darstellen.

Die fortschreitende Entwicklung und Ausbildung dieser überfachlichen Kompetenzen ermöglicht es den Schülerinnen und Schülern, Lernprozesse zunehmend selbst zu gestalten, das heißt zu planen, zu steuern, zu analysieren und zu bewerten.

2.2 Auseinandersetzung mit Kernproblemen des gesellschaftlichen Lebens

Schülerinnen und Schüler werden durch die Auseinandersetzung mit Kernproblemen des soziokulturellen Lebens in die Lage versetzt, Entscheidungen für die Zukunft zu treffen und dabei abzuschätzen, wie sich das eigene Handeln auf andere Menschen, auf künftige Generationen, auf die Umwelt oder das Leben in anderen Kulturen auswirkt. Die Kernprobleme beschreiben Herausforderungen, die sich sowohl auf die Lebensgestaltung des Einzelnen als auch auf das gemeinsame gesellschaftliche Handeln beziehen.

Die Auseinandersetzung mit Kernproblemen richtet sich insbesondere auf:

- Grundwerte 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 Gleichberechtigungsbegriffs, Wertschätzung gesellschaftlicher Vielfalt
 - Partizipation: Recht aller Menschen zur verantwortungsvollen Mitgestaltung ihrer soziokulturellen, politischen und wirtschaftlichen Lebensverhältnisse.
- Inklusive Schule: 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 den Migrationshintergrund oder unterschiedliche soziale Ausgangslagen.
 - Sonderpädagogische Förderung: Auch die Förderung von Schülerinnen und Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf orientiert sich an den Fachanforderungen. Das methodische Instrument dafür ist der Förderplan, der in Ausrichtung auf die individuelle Situation und den sonderpädagogischen Förderbedarf einer Schülerin oder eines Schülers und in Zusammenarbeit mit einem Förderzentrum erstellt, umgesetzt und evaluiert wird.
 - Durchgängige Sprachbildung: Die Vermittlung schul- und bildungsrelevanter sprachlicher Fähigkeiten (Bildungssprache) erfolgt im Unterricht aller Fächer. Das Ziel ist, die sprachlichen Fähigkeiten der Kinder und Jugendlichen mit und ohne Migrationshintergrund, unabhängig von ihrer Erstsprache, im Schriftlichen sowie im Mündlichen systematisch auf- und auszubauen. Das setzt entsprechenden Wortschatz und die Kenntnis bildungssprachlicher grammatischer Strukturen voraus. Die Lehrkräfte planen und gestalten den Unterricht mit Blick auf die Sprachebene Bildungssprache und stellen die Verbindung von Alltags-, Bildungs- und Fachsprache explizit her. Alle Schülerinnen und Schüler werden an die Besonderheiten von Fachsprachen und an fachspezifische Textsorten herangeführt. Deshalb ist Fachunterricht auch stets Sprachunterricht auf bildungs- und fachsprachlichem Niveau.

2.3 Leitbild Unterricht

Guter Unterricht

- fördert gezielt die Freude der Schülerinnen und Schüler am Lernen und die Entwicklung fachlicher Interessen,
- lässt Schülerinnen und Schüler Selbstwirksamkeit erfahren,
- vermittelt Wertorientierungen,
- fördert nicht allein die intellektuellen und kognitiven Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler, sondern auch ihre sozialen und emotionalen, kreativen und körperlichen Potenziale,
- ermöglicht den Schülerinnen und Schülern durch passende Lernangebote, die auf ihre individuellen Voraussetzungen und ihr Vorwissen abgestimmt sind, einen systematischen – alters- und entwicklungsgerechten – Erwerb von Wissen und Können sowie die Chance, Leistungserwartungen zu erfüllen,
- fördert und fordert eigene Lernaktivität der Schülerinnen und Schüler, vermittelt Lernstrategien und unterstützt die Fähigkeit zum selbstgesteuerten Lernen,
- zielt auf nachhaltige Lernprozesse,
- bietet Gelegenheit, das Gelernte in ausreichender Form systematisch einzuüben, anzuwenden und zu festigen.

2.4 Aufgabenfelder von besonderer Bedeutung

Folgende Aufgabenfelder von besonderer Bedeutung, die sich aus den pädagogischen Zielen des Schulgesetzes ergeben, sind nicht dem Unterricht einzelner Fächer zugeordnet. Sie sind im Unterricht aller Fächer zu berücksichtigen:

- Kulturelle Bildung: Kulturelle Bildung ist unverzichtbarer Teil der ganzheitlichen Persönlichkeitsentwicklung, die den Einzelnen zur Mitgestaltung gesellschaftlicher Prozesse befähigt. Der Zusammenarbeit mit professionellen Künstlerinnen, Künstlern und Kulturschaffenden auch an außerschulischen Lernorten kommt hierbei eine besondere Bedeutung zu.

- Niederdeutsch und Friesisch: Seinem Selbstverständnis nach ist Schleswig-Holstein ein Mehrsprachenland, in dem Regional- und Minderheitensprachen als kultureller Mehrwert begriffen werden. Für die Bildungseinrichtungen des Landes erwächst daraus die Aufgabe, das Niederdeutsche und das Friesische zu fördern und zu seiner Weiterentwicklung beizutragen.
- Medienbildung: Medien sind Bestandteil aller Lebensbereiche; wesentliche Teile der Umwelt sind nur medial vermittelt zugänglich. Schülerinnen und Schüler sollen in die Lage versetzt werden, selbstbestimmt, sachgerecht, sozial verantwortlich, kommunikativ und kreativ mit den Medien umzugehen. Dazu gehört auch die kritische Auseinandersetzung mit dem Bild von Wirklichkeit, das medial erzeugt wird. Schülerinnen und Schüler sollen den Einfluss der Medien reflektieren und dabei erkennen, dass Medien (zum Beispiel Zeitungen, Bücher, Filme) immer nur eine Interpretation, eine Lesart von Wirklichkeit bieten, und sie sollen sich bewusst werden, dass ihr vermeintlich eigenes Bild von Wirklichkeit durch die Medien (mit-)bestimmt wird.
Mit der Inkraftsetzung der Ergänzung zu den Fachanforderungen: Medienkompetenz – Lernen mit digitalen Medien für die Sekundarstufen I und II (2018) liegen fächerübergreifend verbindliche Kompetenzerwartungen vor. Medienkompetenz ist damit integraler Bestandteil eines jeden Faches.
- Berufs- und Studienorientierung: Diese ist integrativer Bestandteil im Unterricht aller Fächer und Jahrgangsstufen. Sie hat einen deutlichen Praxisbezug, zum Beispiel Betriebspraktika, schulische Veranstaltungen am Lernort Betrieb. Die Schulen haben ein eigenes Curriculum zur Berufs- und Studienorientierung, sie gewährleisten in Zusammenarbeit mit ihren Partnern, wie zum Beispiel der Berufsberatung, eine kontinuierliche Unterstützung der beruflichen Orientierung der Schülerinnen und Schüler. Ziel ist, dass alle Schülerinnen und Schüler nach dem Schulabschluss einen beruflichen Anschluss finden.

3 Grundsätze der Leistungsbewertung

Leistungsbewertung wird verstanden als Dokumentation und Beurteilung der individuellen Lernentwicklung und des jeweils erreichten Leistungsstands. Sie 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 Förderungs- und Beratungsstrategien. Die individuelle Leistungsbewertung erfüllt neben der diagnostischen auch eine ermutigende Funktion.

Kriterien und Verfahren der Leistungsbewertung werden den Schülerinnen, Schülern und Eltern vorab offengelegt und erläutert. Schülerinnen und Schüler erhalten eine kontinuierliche Rückmeldung über den Leistungsstand. Diese erfolgt so rechtzeitig, dass die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit haben, aus der Rückmeldung zukünftige Lern- und Arbeitsstrategien abzuleiten.

In der Leistungsbewertung werden zwei Beurteilungsbereiche unterschieden: 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 Leistungsnachweisen, die diesen gleichwertig sind, erbracht; sie decken die verbindlichen Leistungserwartungen der Fächer und die Kompetenzbereiche angemessen ab. Art und Zahl der in den Fächern zu erbringenden Leistungsnachweise werden per Erlass geregelt.

Besondere Regelungen

- Für Schülerinnen und Schüler mit anerkanntem sonderpädagogischen Förderbedarf, die zieldifferent unterrichtet werden, wird ein Förderplan mit individuell zu erreichenden Leistungserwartungen aufgestellt.
- Werden Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf entsprechend den Anforderungen der allgemein bildenden Schule unterrichtet, hat die Schule der Beeinträchtigung angemessen Rechnung zu tragen (Nachteilsausgleich). Dies gilt ebenso für Schülerinnen

und Schüler, die vorübergehend an der Teilnahme am Unterricht beeinträchtigt sind.

- Bei Schülerinnen und Schülern, deren Zweitsprache Deutsch ist, kann die Schule wegen zu geringer Deutschkenntnisse auf eine Leistungsbewertung in bestimmten Fächern verzichten.
- Besonderen Schwierigkeiten im Lesen und Rechtschreiben wird durch Ausgleichs- und Fördermaßnahmen gemäß Erlass begegnet.

Leistungsbewertung im Zeugnis

Die Leistungsbewertung im Zeugnis ist das Ergebnis einer sowohl fachlichen als auch pädagogischen Abwägung der erbrachten Unterrichtsbeiträge und gegebenenfalls Leistungsnachweise. Es ist sicherzustellen, dass die Bewertung für die Unterrichtsbeiträge auf einer ausreichenden Zahl unterschiedlicher Formen von Unterrichtsbeiträgen beruht. Bei der Gesamtbewertung hat der Bereich der Unterrichtsbeiträge ein stärkeres Gewicht als der Bereich der Leistungsnachweise. Fachspezifische Hinweise zur Leistungsbewertung werden in den Fachanforderungen ausgeführt.

Vergleichsarbeiten

Vergleichsarbeiten in den Kernfächern sind länderübergreifend konzipiert und an den KMK-Bildungsstandards orientiert. Die Ergebnisse geben Aufschluss darüber, ob und inwieweit Schülerinnen und Schüler die in den Bildungsstandards formulierten Leistungserwartungen erfüllen. Vergleichsarbeiten dienen in erster Linie der Selbstevaluation der Schule. Sie ermöglichen die Identifikation von Stärken und Entwicklungsbedarfen von Lerngruppen. Die Ergebnisse der Vergleichsarbeiten werden schulintern ausgewertet. Die Auswertungen sind Ausgangspunkt für Strategien und Maßnahmen der Unterrichtsentwicklung. Vergleichsarbeiten gehen nicht in die Leistungsbewertung der einzelnen Schülerinnen und Schüler ein. Die Teilnahme an den Vergleichsarbeiten ist per Erlass geregelt.

Zentrale Abschlussprüfungen

Im Rahmen der Prüfungen zum Erwerb des Ersten allgemeinbildenden Schulabschlusses, des Mittleren Schulabschlusses und der Allgemeinen Hochschulreife werden in einigen Fächern Prüfungen mit zentraler Aufgabenstellung durchgeführt. Die Prüfungsregelungen richten sich nach den Fachanforderungen und den KMK-Bildungsstandards.

II Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I

1 Das Fach Physik in der Sekundarstufe I

1.1 Grundlagen und Lernausgangslage

Die vorliegenden Fachanforderungen formulieren abschlussbezogenen Kompetenzerwartungen für den Physikunterricht in der Sekundarstufe I an den weiterführenden allgemeinbildenden Schulen. Sie orientieren sich dabei an den Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss (KMK) und an dem unter Leitung des Instituts für Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) entwickelten Kompetenzstufenmodell.

Der Physikunterricht in der Sekundarstufe I baut auf den in der Primarstufe und den im gegebenenfalls zuvor unterrichteten Fach Naturwissenschaften erworbenen naturwissenschaftlichen Kompetenzen auf. In der Primarstufe untersuchen die Schülerinnen und Schüler naturwissenschaftliche Phänomene, ohne dass die zugrundeliegenden Einzelwissenschaften in den Vordergrund treten. Sie lernen Fragen zu stellen, Vermutungen zu entwickeln und einfache naturwissenschaftliche Untersuchungen durchzuführen. In diesem Rahmen erwerben sie ein erstes Verständnis physikalischer Zusammenhänge. Diese Kompetenzen werden in der Sekundarstufe I ausdifferenziert und erweitert. Ziel ist dabei die zunehmende Orientierung an der Systematik der Physik als naturwissenschaftlicher Disziplin. Auf der Grundlage einer strukturierten Wissensbasis sollen die Schülerinnen und Schüler Kompetenzen in vier Kompetenzbereichen – Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung – erwerben, die anschlussfähig sowohl für die weitere Kompetenzentwicklung in der Oberstufe mit Blick auf ein Studium, zum Beispiel der Naturwissenschaften, als auch für die Entwicklung beruflicher Kompetenzen, zum Beispiel in gewerblich-technischen Berufen sind.

Die Bildungsstandards liefern aussagekräftige Vorgaben über die am Ende der Sekundarstufe I zu erreichenden Kompetenzen. Die Fachanforderungen konkretisieren diese Kompetenzerwartungen in zwei Blöcken.

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, da Interessen früh ausdifferenziert werden. Dabei ist darauf zu achten, dass der Unterricht im Fach Physik möglichst durchgehend geplant und in keiner Klassenstufe ausgesetzt wird.

1.2 Der Beitrag des Faches zur allgemeinen und fachlichen Bildung

Naturwissenschaftliche Erkenntnisse stellen eine bedeutende kulturelle Errungenschaft dar und prägen maßgeblich viele Bereiche unserer Gesellschaft. 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. Der Physikunterricht leistet damit einen wesentlichen Beitrag zur Allgemeinbildung.

Neben physikalischem Fachwissen erwerben die Schülerinnen und Schüler weitere Fähigkeiten und Fertigkeiten, die eine Voraussetzung für verantwortungsvolles und kompetentes Handeln in physikalisch-technischen Kontexten und im Umgang mit der Natur 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 und zur rationalen Beurteilung.

Darüber hinaus werden persönliche Einstellungen der Schülerinnen und Schüler wie Interesse an physikalischen Phänomenen und Fragestellungen, Offenheit gegenüber Neuem sowie Selbstvertrauen und Bereitschaft zur Übernahme von Verantwortung gefördert. Die Zusammenarbeit der Schülerinnen und Schüler fördert Sozialverhalten und Kommunikationsfähigkeit. Die Lernenden erfahren, dass selbstständiges, zielgerichtetes und kreatives Arbeiten innerhalb einer Gruppe den Lernerfolg steigert und sich nachhaltig auf den Wissenszuwachs, den naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinn, die Selbstwirksamkeit und die Erfahrung auswirkt.

In diesem Rahmen kommt dem Wechselspiel aus Theorie und Praxis beim Experimentieren, aber auch in anderen Zusammenhängen, 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.

1.3 Didaktische Leitlinien

Die Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss im Fach Physik fordern den kumulativen Aufbau von Kompetenzen in vier Bereichen: Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung. 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.

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 Unterrichtsgestaltung gibt der Leitfaden zu den Fachanforderungen Physik.

Vorwissen

Kernelement eines kumulativen Kompetenzaufbaus ist der Erwerb eines vernetzten Fachwissens in den Sachgebieten und über einzelne Sachgebiete der Physik hinweg. Die systematische Entwicklung einer solchen vernetzten Wissensbasis berücksichtigt das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler. Die Schülerinnen und Schüler müssen Gelegenheit erhalten, ihr bestehendes Wissen in den Unterricht einzubringen. Der Unterricht muss dann Verbindungen zwischen bestehendem und neuem Wissen aufzeigen, damit die Schülerinnen und Schüler das neue Wissen angemessen in ihre bestehende Wissensbasis integrieren und gegebenenfalls neu aufbauen können.

Basiskonzepte

Didaktisches Mittel zum Aufbau einer vernetzten Wissensbasis sind die in den Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss benannten Basiskonzepte Energie, Materie, System und Wechselwirkung. Basiskonzepte spielen über einzelne Sachgebiete hinweg in der Physik und den Naturwissenschaften eine zentrale Rolle. Sie eignen sich in besonderem Maße, grundlegende Strukturen der Naturwissenschaften wiederzuerkennen und in gegebenen Kontexten Verknüpfungen zwischen Sachgebieten herzustellen. So kann zum Beispiel bei der Bearbeitung des Elektromotors mit Hilfe des Basiskonzepts Energie eine Verknüpfung zwischen den Sachgebieten Mechanik, Elektrizität und Wärmelehre hergestellt werden.

Handlungsorientierung

Für einen systematischen Aufbau physikalischer Kompetenz darf im Unterricht nicht alleine auf die Vermittlung einer breiten, gut vernetzten Wissensbasis innerhalb der Sachgebiete und über die Sachgebiete hinweg fokussiert werden. Vielmehr muss die Vermittlung einer solchen Wissensbasis kombiniert werden mit dem Erwerb der Schülerinnen und Schüler von Fähigkeiten und Fertigkeiten, die sie zur Gewinnung eigener Erkenntnisse sowie zur Bewertung und Kommunikation von Erkenntnissen befähigen. Nur wenn Schülerinnen und Schüler wiederholt und in unterschiedlichen Kontexten die Gelegenheit bekommen, physikalische Erkenntnisse selbst zu gewinnen, sowie selbst oder von anderen gewonnene Erkenntnisse zu bewerten und zu kommunizieren, können sie die in der Sekundarstufe I angestrebten Kompetenzen aufbauen. Entsprechend ist bei der Gestaltung von Lerngelegenheiten 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 oder sogar ganzer Sachgebiete 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 eine 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 Vermittlung physikalischen Wissens. Dabei kann das Wissen über das Experiment selbst im Vordergrund stehen oder das Experiment Anlass zur Erarbeitung neuen Wissens 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 Lehrer- als auch Schülerexperimenten Fähigkeiten 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 vermitteln. 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

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 graphische 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; er leistet einen Beitrag zum kumulativen Kompetenzaufbau

und ist kein Selbstzweck. 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, Computeralgebrasysteme – 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 Lerngelegenheiten, die die Vermittlung von Wissen mit dem Erwerb der Schülerinnen und Schüler von Fähigkeiten und Fertigkeiten verbinden. Derartige Lerngelegenheiten 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 Erwerb prozessbezogener Kompetenzen (insbesondere im Bereich der Erkenntnisgewinnung) 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.

Systematik

Die vorliegenden Fachanforderungen konkretisieren die Ziele eines kumulativen Kompetenzaufbaus im Verlauf der

Sekundarstufe I. Sie formulieren verbindliche Vorgaben und eröffnen gleichzeitig Entscheidungsspielräume, was von Schülerinnen und Schülern in den einzelnen Stadien eines kumulativen Kompetenzaufbaus erwartet werden kann, zum Beispiel hinsichtlich der Reihenfolge, in der die einzelnen Sachgebiete der Physik behandelt werden, oder geeigneter Kontexte, anhand derer die geforderten Kompetenzen aufgebaut werden. Ein kumulativer Kompetenzaufbau erfordert vor dem Hintergrund wechselnder Lehrkräfte und Klassen schulinterne Absprachen zur Systematik des Kompetenzaufbaus. Diese sind im schulinternen Fachcurriculum zu konkretisieren. Die Fachanforderungen lassen zudem Freiräume für eine individuelle Gestaltung des Unterrichts, zum Beispiel den Einsatz bestimmter Methoden oder Medien betreffend.

1.4 Anforderungsebenen und Anforderungsbereiche

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

- **Erster allgemeinbildender Schulabschluss (ESA):**
Die Schülerinnen und Schüler können Fakten und Phänomene identifizieren, einfache Sachverhalte wiedergeben und auf einfache ähnliche Situationen übertragen.
- **Mittlerer Schulabschluss (MSA):**
Die Schülerinnen und Schüler können naturwissenschaftliche Inhalte beschreiben, erklären und auf vergleichbare Situationen übertragen. Dabei können Bezüge zwischen funktionalen Zusammenhängen und Basiskonzepten hergestellt werden.
- **Übergang in die Oberstufe:**
Die Schülerinnen und Schüler können komplexere naturwissenschaftliche Zusammenhänge unter Anwendung der Basiskonzepte erklären und Probleme durch die Anwendung theoretischer Konzepte lösen.

Der Unterricht in der Sekundarstufe I an Gemeinschaftsschulen soll auf den Ersten allgemeinbildenden Schulabschluss, den Mittleren Schulabschluss und den Übergang in

die Oberstufe vorbereiten. Der Unterricht in der Sekundarstufe I an Gymnasien soll auf den Übergang in die Oberstufe vorbereiten.

Bei der Gestaltung des Unterrichts, der Erstellung von Aufgaben und der Bewertung von Unterrichtsbeiträgen und Leistungsnachweisen sind auf allen drei Anforderungsebenen die folgenden **Anforderungsbereiche** der KMK-Bildungsstandards zu berücksichtigen:

• **Anforderungsbereich I:**

Wissen wiedergeben, Fachmethoden beschreiben, mit vorgegebenen Darstellungsformen arbeiten, vorgegebene Bewertungen nachvollziehen

• **Anforderungsbereich II:**

Wissen anwenden, Fachmethoden nutzen, geeignete Darstellungsformen nutzen, vorgegebene Bewertungen beurteilen und kommentieren

• **Anforderungsbereich III:**

Wissen transferieren und verknüpfen, Fachmethoden problembezogen auswählen und anwenden, Darstellungsformen selbstständig auswählen und nutzen, eigene Bewertungen vornehmen

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 (siehe 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

In den KMK-Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss werden folgende vier Kompetenzbereiche unterschieden:

Kompetenzbereiche im Fach Physik	
Fachwissen	Physikalische Phänomene, Begriffe, Prinzipien, Fakten, Gesetzmäßigkeiten kennen
Erkenntnisgewinnung	experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Modelle nutzen
Kommunikation	Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen
Bewertung	Physikalische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen und bewerten

Für den Kompetenzbereich Fachwissen werden vier Basiskonzepte benannt, auf deren Grundlage Schülerinnen und Schüler ein strukturiertes Fachwissen erwerben sollen: Materie, Wechselwirkung, System und Energie.

Die den Bereichen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung zuzuordnenden Kompetenzen werden als prozessbezogene Kompetenzen bezeichnet, die dem Fachwissen zugeordneten Kompetenzen als inhaltsbezogene Kompetenzen.

In diesen Fachanforderungen für das Fach Physik werden zunächst die prozessbezogenen Kompetenzerwartungen dargestellt. Im zweiten Teil werden die mit den Basiskonzepten verbundenen Kompetenzerwartungen beschrieben. Ferner werden die prozessbezogenen Kompetenzen mit den Basiskonzepten verknüpft und für die einzelnen Sachgebiete der Physik inhaltsbezogenen ausdifferenziert.

2.1 Die prozessbezogenen Kompetenzen

Die prozessbezogenen Kompetenzen (Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung) bilden wesentliche Elemente naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen ab, die eine Grundlage für die Lösung heutiger Schlüsselprobleme sind. Mit dem Erwerb prozessbezogener Kompetenzen wird zugleich ein wichtiger Beitrag des Faches Physik zum Erwerb überfachlicher Kompetenzen (Methodenkompetenz, Sozial- und Selbstkompetenz) geleistet.

Die Bewältigung naturwissenschaftlicher Probleme erfordert das permanente Zusammenspiel von prozessbezogenen und inhaltsbezogenen Kompetenzen. Die prozess-

bezogenen Kompetenzen sind daher untrennbar mit Fachinhalten verbunden. Sie werden von den Lernenden in aktiver Auseinandersetzung mit den Basiskonzepten erworben. Man wird erst dann vom hinreichenden Erwerb einer prozessbezogenen Kompetenz sprechen, wenn diese unabhängig von speziellen Inhalten in verschiedenen Kontexten und physikalischen Zusammenhängen eingesetzt werden kann.

Wegen der großen Bedeutung der prozessbezogenen 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 Tabellen werden die erwarteten Kompetenzen in den Bereichen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung abschlussbezogen dargestellt. Es ist weder möglich noch beabsichtigt, die Bereiche der prozessbezogenen Kompetenzen scharf voneinander abzugrenzen. Vielmehr ist es charakteristisch für naturwissenschaftliches Arbeiten, dass mehrere Kompetenzen im Verbund benötigt werden. Die Ausprägung der beschriebenen Schüleraktivitäten, die Komplexität und der Grad der Selbstständigkeit sind abhängig von

- dem jeweiligen Entwicklungsstand der Schülerinnen und Schüler in den verschiedenen Jahrgangsstufen;
- den Anforderungsebenen (ESA, MSA, Übergang in die Oberstufe), auf denen die Schülerinnen und Schüler jeweils individuell arbeiten;
- den Anforderungsbereichen I, II und III der KMK-Bildungsstandards.

Unterschiede in der Lernausgangslage müssen dabei berücksichtigt werden.

2.1.1 Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

Kompetenzen im Bereich Erkenntnisgewinnung (Sekundarstufe I)	
Die Schülerinnen und Schüler ...	
Fragestellungen entwickeln und Idealisierungen vornehmen	<ul style="list-style-type: none"> • führen beobachtete Phänomene und Vorgänge auf bekannte physikalische Zusammenhänge zurück und entwickeln daraus problembezogene Fragen auf der Basis des jeweiligen Vorwissens. • beschreiben Idealisierungen (zum Beispiel Reibungsfreiheit, idealer Leiter, Lichtstrahl). • identifizieren und formulieren auf der Grundlage von Idealisierungen Fragestellungen, die mit Hilfe von physikalischen und anderen Kenntnissen oder Untersuchungen beantwortet werden. • entwickeln aus gewonnenen Erkenntnissen neue Fragestellungen.
Variablen identifizieren	<ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden zu einer gegebenen Fragestellung und in Experimenten relevante von nicht relevanten Einflussgrößen. • unterscheiden zwischen abhängigen und unabhängigen Variablen.
Hypothesen formulieren	<ul style="list-style-type: none"> • formulieren zu einer gegebenen Frage eine Hypothese. • formulieren Hypothesen und Gegenhypothesen.
Experimente und Untersuchungen planen und durchführen	<ul style="list-style-type: none"> • wählen Experimente und Untersuchungen aus, die der Hypothese angemessen sind und die interpretierbare Ergebnisse liefern. • planen aufbauend auf einer Hypothese die Experimente beziehungsweise Untersuchungen. • wählen Messverfahren begründet aus. • fertigen Versuchsbeschreibungen und Zeichnungen von Versuchsaufbauten an. • führen qualitative und quantitative Experimente und Untersuchungen (auch mit digitalen Messverfahren) durch und dokumentieren die Ergebnisse. • nutzen Materialien und Messgeräte sachgerecht unter Berücksichtigung der Sicherheitshinweise.
Experimente und Untersuchungen auswerten	<ul style="list-style-type: none"> • trennen zwischen den Beobachtungen sowie den aufbereiteten Daten und deren Deutung. • schließen aus Messdaten auf nicht gemessene Zwischenwerte. • werten Experimente und Untersuchungen qualitativ und quantitativ (auch computergestützt) aus. • formulieren auf der Grundlage von Beobachtungen physikalische Zusammenhänge und Gesetze. • interpretieren und bewerten Ergebnisse von Experimenten (Messfehler, Genauigkeit, Ausgleichsgerade, mehrfache Messung und Mittelwertbildung). • idealisieren anhand von Messdaten proportionale Zusammenhänge und entwickeln zugehörige Gleichungen. • beschreiben funktionale Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen verbal (zum Beispiel „je-desto-Aussagen“) und erläutern physikalische Formeln. • führen mathematische Umformungen zur Berechnung physikalischer Größen durch. • schätzen die Qualität gemessener Daten durch Referenzwerte ab (zum Beispiel aus dem Schulbuch). • vergleichen Ergebnisse mit der zuvor gestellten Hypothese und behalten oder verwerfen so die Hypothese. • nutzen gewonnene Daten, um das durchgeführte Experiment beziehungsweise die durchgeführte Untersuchung kritisch zu überprüfen und gegebenenfalls zu optimieren. • beurteilen die Gültigkeit empirischer Ergebnisse und deren Verallgemeinerung.
<i>Fortführung der Tabelle »</i>	

Kompetenzen im Bereich Erkenntnisgewinnung (Sekundarstufe I)	
Die Schülerinnen und Schüler ...	
Modelle und Analogien verwenden	<ul style="list-style-type: none"> • wählen zentrale naturwissenschaftliche Modellierungen, Gesetzmäßigkeiten, Theorien und Analogien aus und nutzen sie zur Erklärung von Phänomenen. • ordnen die Funktion eines Modells im Rahmen einer Fragestellung ein und erklären sie. • erläutern, dass Modelle von Menschen entwickelt werden, um Phänomene zu beschreiben beziehungsweise zu erklären. • erläutern, dass Modelle nur bestimmte Eigenschaften eines Phänomens wiedergeben und dadurch dessen Komplexität reduzieren. • beurteilen die Anwendbarkeit eines Modells. • beschreiben die Grenzen eines Modells im Rahmen einer Fragestellung und nehmen gegebenenfalls Veränderungen am Modell vor. • beurteilen und bewerten an ausgewählten Beispielen empirische Ergebnisse und Modelle kritisch auch hinsichtlich ihrer Tragweiten und Grenzen. • entwickeln selbst Modelle, um ein Phänomen zu veranschaulichen und Erklärungen zu finden.
Entwicklung und Veränderung physikalischer Erkenntnisse beschreiben	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben (historische) Einflüsse auf Entwicklungen und Veränderungen physikalischer Erkenntnisse. • beurteilen die Aussagekraft empirischer Ergebnisse für wissenschaftliche Entwicklungen.

2.1.2 Kompetenzbereich Kommunikation

Kompetenzen im Bereich Kommunikation (Sekundarstufe I)	
Die Schülerinnen und Schüler ...	
Informationen erschließen	<ul style="list-style-type: none"> • beobachten und beschreiben Phänomene. • erfassen und strukturieren Informationen aus zunehmend komplexeren Texten und Darstellungen (authentische Texte, physikalische Fachtexte) sowie aus Unterrichtsbeiträgen. • recherchieren in unterschiedlichen Quellen (Print- und elektronische Medien) und werten die Daten, Untersuchungsmethoden und Informationen kritisch aus (unter anderem im Hinblick auf Relevanz, Vollständigkeit, Qualität und Plausibilität). • betrachten Darstellungen in den Medien anhand ihrer physikalischen Erkenntnisse kritisch (zum Beispiel Filme, Zeitungsartikel, pseudowissenschaftliche Aussagen). • verknüpfen neue Informationen mit bereits vorhandenem Wissen und stellen Zusammenhänge zwischen physikalischen Sachverhalten und Alltagserscheinungen her.
<i>Fortführung der Tabelle »</i>	

Kompetenzen im Bereich Kommunikation (Sekundarstufe I)	
Die Schülerinnen und Schüler ...	
Informationen weitergeben / Ergebnisse präsentieren	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Beobachtungen, Modelle, Analogien und Verfahren sowie den Aufbau einfacher technischer Geräte und deren Funktionsweisen. • planen, strukturieren, kommunizieren und reflektieren ihre Arbeit, auch als Team. • diskutieren Arbeitsergebnisse und Sachverhalte unter physikalischen Gesichtspunkten. • setzen Schwerpunkte für die Weitergabe von Informationen, wählen dafür geeignete Informationen aus und bringen diese in eine geeignete Struktur und Darstellungsform. • formulieren eigene Überlegungen und Fragestellungen. • erstellen Ausarbeitungen und organisieren Ausstellungen unter Nutzung geeigneter Medien. • dokumentieren und präsentieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit sachgerecht, situationsgerecht und adressatengerecht auch unter Nutzung elektronischer Medien. • beschreiben und erklären in strukturierter sprachlicher Darstellung den Bedeutungsgehalt von fachsprachlichen beziehungsweise alltagssprachlichen Texten und von anderen Medien.
argumentieren / diskutieren	<ul style="list-style-type: none"> • tauschen sich über physikalische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter angemessener Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen aus, greifen Beiträge auf und entwickeln sie weiter. • sammeln und ordnen Argumente, wählen passende Argumente aus, entwickeln eigene Argumente und strukturieren einen Argumentationsstrang. • gehen in Diskussionen über naturwissenschaftliche Fragestellungen auf Argumente Anderer ein und ordnen diese ein. • nehmen zu physikalischen (auch fehlerbehafteten) Aussagen und Darstellungen begründet und konstruktiv Stellung. • vergleichen und beurteilen ausgearbeitete Lösungen hinsichtlich ihrer Verständlichkeit und fachsprachlichen Qualität. • führen Entscheidungen auf der Grundlage fachbezogener Diskussionen herbei.
Fach- und Symbolsprache angemessen verwenden	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben naturwissenschaftliche Phänomene mithilfe der Alltagssprache angemessen. • unterscheiden zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung von Phänomenen. • verwenden zunehmend die Fachsprache und fachspezifische Notationen auf angemessenem Niveau. • veranschaulichen Daten angemessen mit sprachlichen, symbolischen, mathematischen und bildlichen Gestaltungsmitteln, auch mit Hilfe elektronischer Werkzeuge. • entnehmen Sachinformationen und Messdaten aus einer Darstellungsform und überführen diese in eine andere. • führen mathematische Umformungen zur Berechnung physikalischer Größen durch.

2.1.3 Kompetenzbereich Bewertung

Kompetenzen im Bereich Bewertung (Sekundarstufe I)	
Die Schülerinnen und Schüler ...	
Probleme lösen und Entscheidungen treffen	<ul style="list-style-type: none"> • nennen gesellschaftlich oder für sie persönlich bedeutsame Problem- und Entscheidungssituationen, in denen die Physik eine Rolle spielt, und stellen hierfür relevante Fakten zusammen. • unterscheiden zwischen Werten, Normen, Befunden und Fakten. • vergleichen Handlungsoptionen in Problemsituationen und hinterfragen Motive in Entscheidungssituationen. • leiten Bewertungskriterien zu Problem- und Entscheidungssituationen mit Hilfe naturwissenschaftlicher Kenntnisse her. • nutzen diese Kriterien zur Bewertung von Chancen, Risiken und möglichen Handlungsoptionen.
Chancen und Risiken diskutieren	<ul style="list-style-type: none"> • bewerten Risiken und Sicherheitsmaßnahmen bei Experimenten und im Alltag mithilfe ihres physikalischen Wissens. • diskutieren und bewerten Chancen und Risiken von Technologien mithilfe ihres physikalischen Wissens auch unter sozialen, ökologischen und ökonomischen Aspekten. • diskutieren Geschlechterstereotype bezüglich Interessen und Berufswahl im naturwissenschaftlich-technischen Bereich. • beurteilen an Beispielen Maßnahmen und Verhaltensweisen zur Erhaltung der eigenen Gesundheit und zur sozialen Verantwortung. • beschreiben und beurteilen an ausgewählten Beispielen persönliche, lokale und globale Auswirkungen menschlicher Eingriffe in die Umwelt.
Handlungsfolgen beurteilen	<ul style="list-style-type: none"> • reflektieren Prozesse zur Entscheidungsfindung. • benennen Auswirkungen physikalischer Erkenntnisse sowie eigenen und fremden Handelns in gesellschaftlichen Zusammenhängen. • unterscheiden zwischen lösbaren Situationen und Situationen, in denen keine Handlungsoption zu einer Lösung der Problemsituation führt.

2.2 Die inhaltsbezogenen Kompetenzen

Der kumulative Aufbau von physikalischer Kompetenz beruht auf dem Aufbau eines breiten, innerhalb eines Inhaltsbereichs und über verschiedene Inhaltsbereiche hinweg vernetzten Fachwissens. Ein solches Fachwissen ermöglicht den Schülerinnen und Schülern, die natürliche und vom Menschen veränderte Umwelt zu verstehen, Phänomene zu erklären und Probleme zu lösen. Zudem ermöglicht ein solches Fachwissen es den Schülerinnen und Schülern, fehlendes Wissen zu identifizieren und sich selbstständig anzueignen.

2.2.1 Die Basiskonzepte der Physik

Didaktisches Instrument des Aufbaus einer vernetzten Wissensbasis sind die sogenannten Basiskonzepte. Die Basiskonzepte sind Konzepte der Physik, die innerhalb der verschiedenen Sachgebiete der Physik und über die Sachgebiete hinweg von zentraler Bedeutung sind. Deshalb kann mit Hilfe der Basiskonzepte Wissen aus verschiedenen Sachgebieten miteinander verknüpft werden und so der Aufbau einer vernetzten Wissensbasis unterstützt werden. Die Kompetenz der Schülerinnen und Schüler im Umgang mit den Basiskonzepten stellt damit auch einen Indikator dafür dar, inwieweit ein kumulativer Kompetenzaufbau gelungen ist.

2 Kompetenzbereiche

Im Folgenden wird für jedes der vier in den Bildungsstandards benannten Basiskonzepte dessen Bedeutung für das Fach erläutert und skizziert, wie dieses für einen kumulativen Kompetenzaufbau genutzt werden kann und wie sich dieser darstellt. Die für den Physikunterricht relevanten Aspekte der einzelnen Basiskonzepte werden anschließend tabellarisch zusammengefasst und beispielhaft mit Bezügen zu Inhalten verschiedener Sachgebiete versehen.

Basiskonzept Energie

Das Energiekonzept erlaubt es, Größen aus unterschiedlichen physikalischen Sachgebieten zueinander in Beziehung zu setzen. Ein angemessenes Verständnis von Energie gibt den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit, Phänomene und Prozesse aus unterschiedlichen Sachgebieten miteinander zu verknüpfen und so das Verhalten von Systemen zu erklären und ihre Entwicklung vorherzusagen. So können die Schülerinnen und Schüler zum Beispiel unter Zugrundelegung von

Randbedingungen mit Hilfe des Energiekonzepts vorherzusagen, wie stark sich die Temperatur eines Bremssystems bei einer gegebenen entsprechenden Geschwindigkeitsänderung maximal erhöhen kann. Kompetenz im Umgang mit dem Basiskonzept Energie ist zunächst durch die Fähigkeit gekennzeichnet, Erscheinungsformen von Energie in den unterschiedlichen Themengebieten zu erkennen und mit anderen physikalischen Größen in Verbindung zu bringen (Energieformen). Darüber hinaus drückt sie sich in der Fähigkeit aus, Veränderungsprozesse als Änderung der Erscheinungsform (Energieumwandlung) oder des Erscheinungsorts (Energietransport) beschreiben zu können, sowie in der Erkenntnis, dass nicht jede Erscheinungsform für den Menschen von gleichem Nutzen ist (Energiebewertung). Nicht zuletzt ist Kompetenz im Umgang mit dem Basiskonzept Energie gekennzeichnet durch ein Verständnis des Energieerhaltungsprinzips und der Fähigkeit, die Entwicklung von Systemen unter Maßgabe dieses Prinzips vorherzusagen.

Aspekt	Beispielinhalte
Energie kann in unterschiedlichen Formen und an unterschiedlichen Orten auftreten (Energieformen).	Bewegungs- und Lageenergie, elektrische Energie, Wärmeenergie, Strahlungsenergie, Kernenergie
Energie kann von einer Erscheinungsform in eine andere umgewandelt und von einem Ort zu einem anderen transportiert werden (Energieumwandlung, Energietransport).	Generator, Motor, Pumpspeicherwerk, Batterie, Akkumulator, Wärmepumpe, Nutzung regenerativer Energien
Energietransport und -umwandlung werden begleitet von einer Umwandlung eines Teils der Energie in Wärmeenergie der Umgebung (Energiebewertung).	Wirkungsgrad Wärmeleitung Strahlung
Die Gesamtenergie eines abgeschlossenen Systems ist konstant (Energieerhaltung).	Wirkungsgrad Elastischer Stoß Radioaktiver Zerfall

Basiskonzept Materie

Struktur und Aufbau von Materie sind maßgeblich für deren Eigenschaften verantwortlich und bestimmen, welche Veränderungen möglich und welche nicht möglich sind. Ein Verständnis des Materiekonzepts erlaubt es Schülerinnen und Schülern, über die verschiedenen Sachgebiete der Physik hinweg Eigenschaften von Materie zueinander in Beziehung zu setzen und mit Hilfe eines differenzierten Teilchenmodells zu erklären. Zum Beispiel können die Schülerinnen und Schüler die Ausdehnung von Materie in Abhängigkeit von der Temperatur mit

Hilfe eines einfachen Teilchenmodells erklären. Die Kompetenz im Umgang mit dem Materiekonzept wird dabei wesentlich durch das Verständnis von der Struktur und dem Aufbau von Materie bestimmt. Ausgehend von einem Verständnis eines einfachen Teilchenmodells entwickeln Schülerinnen und Schüler im Verlauf der Sekundarstufe I eine zunehmend differenzierte Vorstellung von der Teilchennatur der Materie (Struktur und Aufbau) und wie die Wechselwirkung verschiedener Teilchen Eigenschaften und mögliche Veränderungen bestimmt (Eigenschaften und Veränderungen).

Aspekt	Beispielinhalte
Materie ist aus Teilchen aufgebaut (Struktur und Aufbau).	Atome, Moleküle Elementarteilchen
Die Eigenschaften von Materie ergeben sich aus den Eigenschaften der einzelnen Teilchen und deren Wechselwirkung miteinander (Eigenschaften und Veränderungen).	Dichte Leitfähigkeit Aggregatzustände Radioaktivität

Basiskonzept System

Die Definition des betrachteten Systems, die Spezifikation der Elemente des Systems und seiner Grenzen und die Modellierung des Systems und seines Verhaltens sind wesentliche Elemente der Physik. Das Verständnis von Systemen, wie man sie definiert und modelliert, erlaubt es den Schülerinnen und Schülern, über die verschiedenen Sachgebiete der Physik hinweg die relevanten Komponenten des Untersuchungsgegenstands und ihre Beziehungen zueinander zu identifizieren und von der Umgebung abzugrenzen. Ein System in diesem Sinne ist eine strukturierte Einheit, deren Komponenten miteinander in Beziehung stehen. Ein System besitzt Eigenschaften als Ganzes. Diese

Eigenschaften ergeben sich aus den Eigenschaften der Komponenten des Systems und ihres Zusammenspiels. In der Regel gehen die Eigenschaften des Systems dabei über die Summe der Eigenschaften der einzelnen Komponenten hinaus. Beispiele für solche Systeme sind der elektrische Stromkreis und der (fallende) Ball im Gravitationsfeld der Erde. Kompetenz im Umgang mit dem Systemkonzept bedingt zum einen die Fähigkeit, die Komponenten eines betrachteten Systems und die Beziehungen zwischen diesen identifizieren zu können (Definition von Systemen). Zum anderen drückt sich entsprechende Kompetenz in der Fähigkeit aus, das Verhalten von Systemen modellieren zu können (Modellierung von Systemen).

Aspekt	Beispielinhalte
Systeme bestehen aus Komponenten, die zueinander in Beziehung stehen (Definition von Systemen).	Elektrischer Stromkreis Sonnensystem Linsensystem
Systeme können sich im Gleichgewicht oder im Ungleichgewicht befinden (Modellierung von Systemen).	Kräftegleichgewicht Elektrischer Strom Fließgleichgewicht

Basiskonzept Wechselwirkung

In der Physik wird das Verhalten eines Systems als Folge der Wechselwirkungen zwischen seinen Komponenten oder mit anderen Systemen beschrieben. Ein Verständnis der möglichen Wechselwirkungen, ihrer Merkmale und Folgen ermöglicht es Schülerinnen und Schülern, das Verhalten von Systemen oder Komponenten eines Systems zu

erklären und Veränderungen vorherzusagen; zum Beispiel beim Stoß zweier Autos miteinander oder auch bei der Brechung von Licht beim Übergang von einem optisch dünneren in ein optisch dichteres Medium. Kompetenz im Umgang mit dem Konzept der Wechselwirkung manifestiert sich im Verständnis, dass sich die Eigenschaften eines Systems in Folge von Wechselwirkungen ändern können.

Aspekt	Beispielinhalte
Komponenten eines Systems können durch Kräfte miteinander wechselwirken (Beschreibung von Wechselwirkungen durch Kräfte).	Reibungskraft Verformungen
Komponenten eines Systems können durch Felder miteinander wechselwirken (Erweiterung der Beschreibung von Wechselwirkungen durch Felder).	Gewichtskraft Induktion, Transformator
Komponenten eines Systems können mit Strahlung wechselwirken (Wechselwirkung mit Strahlung).	Reflexion, Brechung Wahrnehmung von Farben Wärmestrahlung

2.2.2 Die Sachgebiete der Physik

Ein um die Basiskonzepte der Physik strukturiertes, vernetztes Fachwissen bildet die Grundlage für die Entwicklung physikalischer Kompetenz. Ein vernetztes Fachwissen ermöglicht es den Schülerinnen und Schülern, dieses in unterschiedlichen Kontexten zur Erklärung von Phänomenen oder zur Lösung von Problemen einzusetzen. Dies manifestiert sich in inhaltsbezogenen Kompetenzen. Dieser Abschnitt benennt, gegliedert nach Sachgebieten, inhaltsbezogene Kompetenzen, die charakteristisch für die Verfügbarkeit eines vernetzten Wissens und die Fähigkeit zur Anwendung desselben über die Sachgebiete der Physik hinweg 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, so dass Schwerpunktsetzungen im Rahmen der Eigenständigkeit der Schulen möglich sind. Im Vordergrund steht der kumulative Kompetenzaufbau, hier schwerpunktmäßig nach inhaltsbezogenen Kompetenzen innerhalb der Sachgebiete formuliert. Die Sachgebiete werden durch die Ausweisung verbindlicher Inhalte und

mit ihnen verbundener Kompetenzen konkretisiert.

Aufbau der Tabellen zu den einzelnen Sachgebieten

In der linken Spalte wird ausgeführt, über welche Kompetenzen Schülerinnen und Schüler am Ende der Sekundarstufe I verfügen sollen. Diese Kompetenzerwartungen beschreiben die Anschlussfähigkeit zur Oberstufe. Alle Kompetenzbeschreibungen der linken Spalte beziehen sich auf die Begriffe und Hinweise in den beiden anderen Spalten bis zur nächsten waagerechten Trennlinie.

In der mittleren Spalte werden physikalische Inhalte ausgewiesen, die verbindlich im Unterricht zu behandeln sind. Sie sind für jedes Sachgebiet nach Themen gegliedert.

In der rechten Spalte stehen didaktische Hinweise und einzelne Vorgaben. Einige Hinweise beziehen sich auf den Aufbau von Grundvorstellungen und auf Vernetzungsmöglichkeiten, andere empfehlen eine didaktisch günstige Vorgehensweise. An einzelnen Stellen befinden sich verbindliche Vorgaben.

Die Ausweisung in den folgenden Tabellen orientieren sich an den drei Anforderungsebenen; die Anforderungen für den Ersten allgemeinbildenden Schulabschluss

erscheinen in einfachem Druck, die Anforderungen für den Mittleren Schulabschluss sind grau unterlegt, und

diejenigen für den **Übergang in die Oberstufe sind grau unterlegt und zusätzlich fett gedruckt.**

Energie

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Schülerinnen und Schüler ...		
Qualitativer Energiebegriff		
<ul style="list-style-type: none"> ordnen Alltagsbeispielen darin auftretende Energieformen zu. beschreiben und analysieren Vorgänge, in denen Energie umgewandelt wird. nennen Beispiele, an denen deutlich wird, dass bei der Nutzung von Energie nicht die gesamte vorhandene Energie genutzt werden kann. erklären den Wechsel des Aggregatzustandes mit der Zufuhr oder dem Entzug von Energie. 	<ul style="list-style-type: none"> Energieformen: Lageenergie, Spannenergie, Bewegungsenergie, elektrische Energie, chemische Energie, thermische Energie, Strahlungsenergie Energieumwandlungen Energieerhaltung Aggregatzustände 	<p>Es wird empfohlen, diese Einheit zum qualitativen Energiebegriff 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 an den weiterführenden allgemeinbildenden Schulen.</p> <p>Auf die besondere Rolle der Sonne als Energiequelle ist einzugehen.</p>
Quantitativer Energiebegriff		
<ul style="list-style-type: none"> analysieren im Sachzusammenhang vorhandene Energieformen und deren Umwandlung. beschreiben Möglichkeiten des Energietransports. 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. 	<ul style="list-style-type: none"> Energieformen: potenzielle Energie, kinetische Energie, elektrische Energie, thermische Energie Energietransport Energieerhaltung Wirkungsgrad Energieentwertung Leistung 	<p>Es ist nicht intendiert, die aufgeführten Inhalte als zusammenhängende Einheit zu unterrichten, vielmehr wird empfohlen, die Inhalte im Rahmen der anderen Sachgebiete zu nutzen, um einen vernetzten Energiebegriff im Sinne eines Basiskonzepts aufzubauen.</p>
<i>Fortführung der Tabelle »</i>		

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Schülerinnen und Schüler ...		
Herausforderungen der Energieversorgung		
<ul style="list-style-type: none"> • 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. • beschreiben die Mechanismen, die zum Treibhauseffekt führen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Arten der Energieversorgung • Umwandlung, Transport und Speicherung von Energie • Probleme der Energieversorgung: Treibhauseffekt, Gewinnung, Transport und Speicherung nutzbarer Energie • Ansätze zur Problemlösung: verantwortungsvoller Umgang mit Energie und Nutzung regenerativer Energien 	<p>Bei diesem Thema bietet sich anstelle einer fachlichen Strukturierung eine Kontextorientierung in besonderem Maße an.</p>

Elektrizitätslehre

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Schülerinnen und Schüler ...		
Einfache elektrische Stromkreise		
<ul style="list-style-type: none"> • 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. • erklären die Knotenregel qualitativ mithilfe von Analogien. • entwickeln und erproben Schaltungen zu Situationen aus dem Alltag. • unterscheiden zwischen dem Transport von Ladung und von Energie. 	<ul style="list-style-type: none"> • elektrische Sicherheit • Leiter, Isolatoren • Schaltzeichen und Schaltpläne • Reihen- und Parallelschaltung • Und- und Oder-Schaltung mit Schaltern • Ladungs- und Energietransport • Knotenregel 	<p>Die Wechselschaltung kann zur Differenzierung verwendet werden.</p> <p>Elektrizitäts- und Energietransport sollten schon früh unterschieden werden.</p> <p>Die Knotenregel ist bei der Einführung zum elektrischen Stromkreis nur argumentativ zu behandeln.</p> <p>Eine Abschätzung der Stromstärke sollte zunächst nur qualitativ erfolgen, zum Beispiel über die Helligkeit von gleichen Glühlampen.</p>
Stromstärke und Spannung		
<ul style="list-style-type: none"> • 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. • erläutern die Knoten- und Maschenregel. 	<ul style="list-style-type: none"> • elektrische Stromstärke • elektrische Spannung • elektrische Energie und Leistung • elektrische Ladung • Knoten- und Maschenregel • Ohm'sches Gesetz • Drähte als Widerstände • Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen 	<p>Zur Vorbereitung des Ladungsbegriffs ist zum Beispiel ein Zugang über die Elektrostatik oder über Elektronenröhren möglich.</p> <p>Analogien und Modelle zur Erläuterung der Knoten- und Maschenregel können hilfreich sein.</p> <p>Die Berechnung komplexer Widerstandsnetze ist nicht gefordert.</p> <p>Aufgrund ihrer hohen Verbreitung sollten auch Schaltungen mit Leuchtdioden untersucht werden, wobei die Erklärung der Vorgänge im Innern der Dioden nicht erwartet wird.</p>

Magnetismus

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Schülerinnen und Schüler...		
Magnetismus		
<ul style="list-style-type: none"> • untersuchen Grundphänomene des Magnetismus und führen diese auf Wechselwirkungen zurück. • erläutern Grundphänomene des Magnetismus mithilfe von Modellen. • beschreiben die Struktur unterschiedlicher Magnetfelder. 	<ul style="list-style-type: none"> • magnetische Pole, Anziehung, Abstoßung • Magnetisierbarkeit • Elementarmagnetmodell • Magnetfeldlinien von Stabmagnet und Hufeisenmagnet • Magnetfeld der Erde • Kompass 	<p>Magnetische Pole sind an geeigneter Stelle von elektrischen Polen abzugrenzen.</p> <p>Auch Elektromagnete können bereits im Einführungsunterricht genutzt werden, ohne dass dabei auf ihre Funktionsweise eingegangen wird.</p>
Elektromagnetismus		
<ul style="list-style-type: none"> • untersuchen die magnetische Wirkung des elektrischen Stroms. • beschreiben und erklären Phänomene mit Hilfe der Induktion. • erläutern Energieumwandlungen mit Hilfe des Elektromagnetismus. • beschreiben und erklären die Funktion von technischen Geräten mit Hilfe des Elektromagnetismus. • beschreiben und erklären Voraussetzungen für die Bereitstellung und Nutzung elektrischer Energie im Haushalt. 	<ul style="list-style-type: none"> • Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters und einer Spule • Induktion • Lautsprecher und Mikrofon • Elektromotor und Generator • Transformator, Hochspannungsleitung 	<p>Eine mathematische Beschreibung des Induktionsgesetzes ist nicht gefordert.</p> <p>Auf die Behandlung der Drei-Finger-Regel und der Lorentzkraft kann verzichtet werden.</p> <p>Das Kennenlernen des Schrittmotors als Grundlage vieler technischer Anwendungen bietet sich an.</p>

Optik

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Schülerinnen und Schüler ...		
Ausbreitung des Lichts		
<ul style="list-style-type: none"> • erklären, warum Gegenstände gesehen oder nicht gesehen werden können. • beschreiben den Sehvorgang. • deuten Lichtstrahlen als ein Modell zur Ausbreitung von Licht. • 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 an Blenden. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lichtquellen und beleuchtete Gegenstände • Lichtdurchlässigkeit • Lichtstrahlen und Lichtbündel • Schatten, Halbschatten, Kernschatten • Finsternisse, Mondphasen, Jahreszeiten • Bildentstehung und Bildeigenschaften bei Abbildungen mithilfe einer Blende 	<p>Streuung und Absorption sollen nur phänomenologisch an beleuchteten Gegenständen behandelt werden.</p> <p>Es bietet sich an, Jahreszeiten fachübergreifend mit dem Fach Geographie zu unterrichten.</p> <p>Die Abbildungen an Blenden (Lochkamera) oder Aspekte davon können auch im Kontext optischer Abbildungen behandelt werden.</p>
Reflexion an ebenen Flächen		
<ul style="list-style-type: none"> • wenden das Reflexionsgesetz bei der Konstruktion von Spiegelbildern an. • beschreiben und erklären mögliche Anwendungen von Spiegeln. • analysieren Spiegelungen in Natur und Technik. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reflexionsgesetz • Umkehrbarkeit des Lichtweges • Eigenschaften von Spiegelbildern 	<p>Wölb- und Hohlspiegel sind nicht verbindlich zu unterrichten, können aber zur Vertiefung genutzt werden.</p> <p>Es bietet sich an, Aspekte wie Symmetrie und Winkel fachübergreifend mit dem Fach Mathematik zu unterrichten.</p>
<i>Fortführung der Tabelle »</i>		

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Schülerinnen und Schüler ...		
Lichtbrechung und optische Abbildungen		
<ul style="list-style-type: none"> • 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 und erklären die Bildentstehung im menschlichen Auge. • beschreiben die Nutzung und erklären die Funktionsweise optischer Geräte zur Erhaltung und Erweiterung der menschlichen Wahrnehmung. 	<ul style="list-style-type: none"> • Brechung und Reflexion an Grenzflächen • Totalreflexion • sammelnde und zerstreue Eigenschaften von Linsen • Brennweite von Sammellinsen • Einfluss der Brennweite auf das reelle Bild • Beziehung zwischen Größen und Abständen bei der Linsenabbildung • Auge, Sehfehler • Lupe (virtuelles Bild) • Mikroskop oder Fernglas 	<p>Es ist nicht vorgesehen, die Formel des Brechungsgesetzes zu behandeln. Zur Konstruktion von Lichtstrahlen genügt es, Daten zur Abhängigkeit des Brechungswinkels vom Einfallswinkel zu verwenden.</p> <p>Es sollten auch Phänomene betrachtet werden, bei denen Brechung und (Mehrfach-) Reflexion gemeinsam auftreten.</p> <p>Die Linsengleichung und das Abbildungsgesetz können behandelt werden; auf umfängliche Rechnungen soll jedoch verzichtet werden.</p> <p>Es empfiehlt sich, die Themen Auge und Mikroskop in Abstimmung mit dem Fach Biologie zu unterrichten.</p> <p>Die Behandlung von optischen Täuschungen ist eine mögliche Ergänzung.</p>
Farben		
<ul style="list-style-type: none"> • deuten die Zerlegung weißen Lichts mit Hilfe von Spektralfarben. • interpretieren die Entstehung eines Regenbogens als Spektralzerlegung des Sonnenlichts. • erläutern das Zustandekommen unterschiedlicher Farben durch die Addition von Grundfarben. • erläutern die Farbigkeit von Gegenständen mit der Absorption bestimmter Farben. 	<ul style="list-style-type: none"> • spektrale Zerlegung des Lichts • Grundfarben, Mischung von Farben: Farbaddition • Absorption bestimmter Farben: Farbsubtraktion 	<p>Bei der Zerlegung des Lichts soll auf die Grenzen des sichtbaren Spektrums (ultraviolett, infrarot) kurz eingegangen werden.</p> <p>Es ist sinnvoll, die Farbaddition am Beispiel von Displays und die Farbsubtraktion am Beispiel der Farben von Kleidungsstücken zu behandeln.</p> <p>Weitere Eigenschaften wie Sättigung, Helligkeit, Farbton können thematisiert werden.</p>

Mechanik

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Schülerinnen und Schüler ...		
Geschwindigkeit		
<ul style="list-style-type: none"> • bestimmen Geschwindigkeiten, indem sie Strecke und Zeit messen. • vergleichen Geschwindigkeitsangaben miteinander. • bestimmen mithilfe der Durchschnittsgeschwindigkeit zurückgelegte Wege. • analysieren Bewegungsabläufe anhand von Daten in verschiedenen Darstellungsformen. • wechseln situationsgerecht zwischen verschiedenen Darstellungsformen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Geschwindigkeit und ihre Einheiten • Geschwindigkeit als gerichtete Größe • Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit • Schall- und Lichtgeschwindigkeit • Darstellungsformen von Bewegungen: Formel, Zeit-Weg-Diagramm, Wertetabelle, Text 	<p>Der Begriff der Momentangeschwindigkeit soll ohne exakte mathematische Herleitung eingeführt werden.</p>
Statische Kräfte		
<ul style="list-style-type: none"> • 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. • beschreiben Beispiele, anhand derer das Wechselwirkungsprinzip deutlich wird. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kraft als gerichtete Größe • Hooke'sches Gesetz • Masse und Gewichtskraft • Kräfteaddition • Wechselwirkungsprinzip 	<p>Ein Kräftegleichgewicht liegt vor, wenn die (vektorielle) Summe aller Kräfte, die auf einen Körper wirken, Null ergibt. Dies entspricht nicht dem Wechselwirkungsprinzip (Actio gleich Reactio).</p>
<i>Fortführung der Tabelle »</i>		

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Schülerinnen und Schüler ...		
Dichte und Druck		
<ul style="list-style-type: none"> • 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. • erklären Phänomene und Experimente mit Hilfe des Drucks. • erklären die Entstehung des Schweredrucks in der Atmosphäre und in Flüssigkeiten. 	<ul style="list-style-type: none"> • Masse, Dichte, Volumen • Vergleich der (mittleren) Dichten von Körpern und Flüssigkeiten • Druck 	<p>Bei diesem Thema bietet sich anstelle einer fachlichen Strukturierung eine Kontextorientierung (Schwimmen, Schweben und Sinken) in besonderem Maße an.</p> <p>Eine Behandlung des Drucks, die über statische Situationen hinausgeht, ist nicht verbindlich vorgesehen.</p>
Beschleunigte Bewegungen		
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Beschleunigungsvorgänge aus dem Alltag. • erstellen und analysieren Zeit-Weg- und Zeit-Geschwindigkeits-Diagramme. • führen Geschwindigkeitsänderungen auf das Wirken von Kräften zurück. • wenden das Trägheitsprinzip zur Beschreibung und Erklärung einfacher Alltagssituationen an. • erklären die Abnahme der Geschwindigkeit von Fahrzeugen mit Reibungskräften. 	<ul style="list-style-type: none"> • gleichförmige und beschleunigte Bewegungen • Trägheitsprinzip • Kraft als Ursache für Geschwindigkeitsänderung • Reibungskräfte 	<p>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.</p>

Wärme

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Schülerinnen und Schüler ...		
Temperatur		
<ul style="list-style-type: none"> • messen Temperaturen. • stellen Temperaturverläufe in Diagrammen dar. • erklären das Verhalten von Stoffen bei verschiedenen Temperaturen mit einem einfachen Teilchenmodell. • wenden die erworbenen Kenntnisse auf thermische Phänomene in der Alltagswelt an. 	<ul style="list-style-type: none"> • Celsius-Skala • Ausdehnung von Stoffen • Flüssigkeitsthermometer • Aggregatzustände • Einfaches Teilchenmodell • Kelvinskala 	<p>Die Ausdehnung von Stoffen soll qualitativ beschrieben werden.</p> <p>Mit einem einfachen Teilchenmodell lassen sich thermische Phänomene schon früh zum Beispiel in Rollenspielen „begreifen“.</p>
Wärmetransport		
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Zusammenhang zwischen Wärme und Temperatur. • erkennen den Temperaturunterschied als Ursache für die Wärmeleitung. • unterscheiden die verschiedenen Arten, thermische Energie zu transportieren. • übertragen ihr Wissen über die Wärmetransporte auf die Wärmedämmung bei Häusern und Lebewesen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Wärme als thermische Energie • Wärmeleitung • Wärmemitführung (Konvektion) • Wärmestrahlung 	<p>Ein erster Hinweis auf den Treibhauseffekt, der im Zusammenhang mit den Herausforderungen der Energieversorgung betrachtet wird, sollte bereits an dieser Stelle erfolgen.</p> <p>Die quantitative Analyse von Wärmetransporten kann im Zusammenhang mit dem Thema Herausforderungen der Energieversorgung behandelt werden.</p>

Atom- und Kernphysik

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Schülerinnen und Schüler ...		
Elementarteilchen		
<ul style="list-style-type: none"> · vergleichen die Eigenschaften von Elementarteilchen. · erläutern den Aufbau von Atomkernen. · unterscheiden zwischen Elementen und Isotopen. 	<ul style="list-style-type: none"> · Proton, Neutron und Elektron · Kernladungszahl, Massenzahl, Isotope 	<p>Grundlegende Kenntnisse über den Aufbau der Atome werden im Chemieunterricht vermittelt. Der Physikunterricht konzentriert sich daher auf die Untersuchung von Atomkernen. Für das Verständnis der Vorgänge im Atomkern sind Kenntnisse über Elementarteilchen von grundlegender Bedeutung.</p> <p>Ein kurzer Einblick in das Standardmodell anhand der stabilen Elementarteilchen soll im Unterricht gegeben werden.</p>
Radioaktiver Zerfall		
<ul style="list-style-type: none"> · beschreiben Verfahren zum Nachweis radioaktiver Strahlung. · nennen Möglichkeiten der Abschirmung radioaktiver Strahlung. · analysieren Zerfallsreihen radioaktiver Kerne. · führen (Modell-)Versuche zum radioaktiven Zerfall durch. · berechnen mit Hilfe des Zerfallsgesetzes Anteile von zerfallenen Kernen. · bewerten die Lagerung radioaktiver Abfälle hinsichtlich Abschirmung und Dauer. 	<ul style="list-style-type: none"> · α-, β-, γ-Zerfall · Aktivität · Halbwertszeit · Zerfallsgesetz · Nachweis und Messung radioaktiver Strahlung · Nullrate · Abschirmung 	<p>Zerfallsprozesse und Halbwertszeiten lassen sich mit Hilfe von Modellen (zum Beispiel Würfel) darstellen.</p> <p>Es wird eine Absprache mit dem Fach Mathematik hinsichtlich der Einführung von Exponentialfunktionen empfohlen.</p>
<i>Fortführung der Tabelle »</i>		

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Schülerinnen und Schüler ...		
Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Schülerinnen und Schüler ...		
Kernenergie		
<ul style="list-style-type: none"> · beschreiben und analysieren Kernreaktionen. · verwenden Energiebilanzen zur Beschreibung von Kernreaktionen. · vergleichen Kernkraftwerke mit konventionellen Kraftwerken. · bewerten Chancen und Risiken der Nutzung von Kernenergie. · nennen die Folgen radioaktiver Strahlung. · nennen Anwendungen in Medizin und Umwelt. 	<ul style="list-style-type: none"> · Kernspaltung und Kettenreaktionen bei Kernkraftwerken und Kernwaffen · Energiebilanzen bei Kernreaktionen · Kernfusion in Fusionsreaktoren und Sonne · Radioaktivität in Umwelt und Medizin 	<p>Die technische Umsetzung im Kernkraftwerk beziehungsweise Fusionsreaktor ist nur soweit zu behandeln, dass ein Vergleich mit konventionellen Kraftwerken möglich wird.</p>

3 Themen und Inhalte des Unterrichts**3 Themen und Inhalte des Unterrichts**

Aufgrund der unterschiedlichen Auslegung der Kontingenzstundentafel an den Schulen und 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.

	Block I	Block II
Energie	<ul style="list-style-type: none"> • Qualitativer Energiebegriff 	<ul style="list-style-type: none"> • Quantitativer Energiebegriff • Herausforderungen der Energieversorgung
Elektrizitätslehre	<ul style="list-style-type: none"> • Einfache elektrische Stromkreise 	<ul style="list-style-type: none"> • Stromstärke und Spannung
Magnetismus	<ul style="list-style-type: none"> • Magnetismus 	<ul style="list-style-type: none"> • Elektromagnetismus
Optik	<ul style="list-style-type: none"> • Ausbreitung des Lichts • Reflexion an ebenen Flächen 	<ul style="list-style-type: none"> • Lichtbrechung und optische Abbildungen • Farben
Mechanik	<ul style="list-style-type: none"> • Geschwindigkeit • Statische Kräfte • Dichte und Druck 	<ul style="list-style-type: none"> • Beschleunigte Bewegungen
Wärme	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatur • Wärmetransport 	
Atom- und Kernphysik		<ul style="list-style-type: none"> • Elementarteilchen • Radioaktiver Zerfall • Kernenergie

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 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.

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.

Beschlüsse zum schulinternen Fachcurriculum Sekundarstufe I	
Aspekte	Vereinbarungen
Unterrichtseinheiten	<ul style="list-style-type: none"> • Reihenfolge, Zeitpunkt, Dauer und Umfang von Unterrichtseinheiten • Beitrag der jeweiligen Unterrichtseinheit zum Aufbau der prozessbezogenen Kompetenzen • Fächer- und themenübergreifendes Arbeiten • verbindlich einzuführende Formeln • Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte • Festlegung zentraler Experimente
Fachsprache	<ul style="list-style-type: none"> • einheitliche Verwendung anschlussfähiger Bezeichnungen, Begriffe und formaler Notationen • Möglichkeiten der durchgängigen Sprachbildung
Fördern und Fordern	<ul style="list-style-type: none"> • Fördermaßnahmen für besonders begabte Schülerinnen und Schüler sowie für Schülerinnen und Schülern, die Unterstützung bei der Erfüllung der Leistungsanforderungen benötigen • Fördermaßnahmen für Schülerinnen und Schüler mit unterschiedlichen Fähigkeiten und Interessen
Digitale Medien / Medienkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Beitrag des Faches zur Medienkompetenz • Nutzung digitaler Medien im Unterricht
Hilfsmittel	<ul style="list-style-type: none"> • 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
Leistungsbewertung	<ul style="list-style-type: none"> • Grundsätze zur Leistungsbewertung und zur Gestaltung von Leistungsnachweisen
Überprüfung und Weiterentwicklung	<ul style="list-style-type: none"> • Maßnahmen zur regelmäßigen Evaluation und Weiterentwicklung des schulinternen Fachcurriculums

5 Leistungsbewertung

Grundlage für eine Beurteilung sowie gegebenenfalls eine Leistungsbewertung sind die von der Lehrkraft beobachteten Schülerhandlungen. 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 ausgewiesenen Kompetenzbereiche (Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewertung) und die drei Anforderungsbereiche bei der Leistungsbewertung angemessen zu berücksichtigen. Überprüfungsformen schriftlicher, mündlicher und praktischer Art sollen deshalb darauf ausgerichtet sein, das 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.

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.

Beurteilungsbereiche für das Fach Physik

Für die Leistungsbewertung im Fach Physik werden Unterrichtsbeiträge 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, 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 Problemstellungen und Hypothesen
- Verwendung von Fachsprache und 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 und Modellen
- den Anforderungen des Unterrichts entsprechende Heftführung
- geeignete Dokumentation von Versuchsergebnissen und Aufgaben
- Erstellen von Lerntagebüchern und Portfolios

Präsentation

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

Schriftliche Überprüfungen

- Schriftliche Leistungsüberprüfungen bis zu einer Arbeitsdauer von maximal 20 Minuten (sogenannte Tests) sind 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.

Leistungsbewertung in Zeugnissen

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

6 Abschlussprüfungen in der Sekundarstufe I

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 mündliche Prüfung bezieht sich auf mindestens zwei thematische Schwerpunkte aus den letzten beiden Schuljahren. Die Prüfungsaufgabe ist so zu gestalten, dass die prozessbezogenen und die inhaltsbezogenen Kompetenzen berücksichtigt werden und das naturwissenschaftliche Arbeiten in der Sekundarstufe I auf der jeweiligen Anforderungsebene hinreichend erfasst wird. Sie kann fachpraktische Teile enthalten.

Die 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 Bewertung sollen vor allem folgende Kriterien berücksichtigt werden:

- Umfang und Qualität der nachgewiesenen Kompetenzen,
- folgerichtiger Aufbau der Darstellung, Beherrschung der Fachsprache und 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 mit Hilfe 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 Kulturstifterkonferenz 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 mit Hilfe 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 Auswerteverfahren 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 Zusam-

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	<ul style="list-style-type: none"> • Energieerhaltung • Impulserhaltung • Ladungserhaltung
Gleichgewichte	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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) • Wurzelfunktionen (Federpendel) • Exponentialfunktionen (Entladung eines Kondensators) • trigonometrische Funktionen (Wellengleichung)
Ableitungen und Integrationen	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • statistische Verteilung physikalischer Größen • Messunsicherheit • Empfindlichkeit gegenüber den Anfangsbedingungen (deterministisches Chaos) • radioaktiver Zerfall • stochastische Eigenschaften von Quantenobjekten
Determiniertheit	<ul style="list-style-type: none"> • 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		
<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ort, Zeit, Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit, Beschleunigung • gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung • freier Fall • waagerechter Wurf • Energieerhaltung 	<p>Es wird empfohlen, die Dynamik von Beginn an in den Mittelpunkt zu stellen und die Kinematik zu integrieren.</p> <p>Eine eigene Unterrichtseinheit zur Wiederholung der gleichförmigen Bewegung ist nicht vorgesehen.</p> <p>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.</p>
Dynamik		
<ul style="list-style-type: none"> • 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 mit Hilfe mathematischer Darstellungen und digitaler Werkzeuge. • sagen reale Bewegungen mithilfe iterativer Verfahren voraus. 	<ul style="list-style-type: none"> • Masse, Kraft, Beschleunigung • Trägheitsprinzip • Reibungskraft 	<p>Die Betrachtung der einzelnen Phasen eines Fallschirmsprungs eignet sich für die Anwendung iterativer Verfahren (beispielsweise eines Modellbildungssystems oder einer Tabellenkalkulation).</p>
<i>Fortführung der Tabelle »</i>		

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Lernenden ...		
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Kräfte als Ursache von Impulsänderungen. • erläutern den Impulserhaltungssatz an Beispielen. • wenden den Impulserhaltungssatz zur quantitativen Beschreibung von elastischen und unelastischen Stößen an. 	<ul style="list-style-type: none"> • Impuls • Impulserhaltung 	

2.3.2 Elektrische und magnetische Felder

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Lernenden ...		
Das Feldkonzept zur Beschreibung von Wechselwirkungen		
<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • 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.
<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • 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.
<i>Fortführung der Tabelle »</i>		

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Lernenden ...	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Spannung und elektrische Feldstärke im Plattenkondensator • Spannung und elektrische Feldstärke in beliebigen elektrischen Feldern • Potenzial, Spannung als Potenzialdifferenz 	
<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenschaften des Plattenkondensators: <ul style="list-style-type: none"> • Kapazität (auch in Abhängigkeit von den geometrischen Daten und der Dielektrizitätszahl) • gespeicherte Ladungsmenge • gespeicherte Energie • Dielektrikum (Polarisation) • Auf- und Entladevorgang eines Kondensators 	<p>Differenzialgleichungen sind in den Fachanforderungen Mathematik nicht verbindlich als Unterrichtsgegenstand vorgesehen, können im Physikunterricht auf erhöhtem Niveau aber kurz behandelt werden.</p> <p>Es bietet sich an, geeignete digitale Werkzeuge (dynamische Geometriesoftware oder Computer-Algebra-Systeme) zur Veranschaulichung und Lösung von Differenzialgleichungen zu verwenden.</p>
<i>Fortführung der Tabelle »</i>		

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Lernenden ...	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • magnetische Flussdichte • magnetische Feldlinien, Superposition und Abschirmung • Halleffekt • Magnetfeld einer langen stromdurchflossenen Spule 	<p>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.</p>
Körper in statischen Feldern		
<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ladungen in homogenen elektrischen Feldern • bewegte Ladungen im homogenen Magnetfeld (Lorentzkraft) 	
<i>Fortführung der Tabelle »</i>		

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Lernenden ...	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
<ul style="list-style-type: none"> • berechnen die Geschwindigkeit und die Energie von beschleunigten Ladungen mit Hilfe des Energiesatzes. 	<ul style="list-style-type: none"> • potenzielle Energie einer Probeladung im homogenen elektrischen Feld • Energiebetrachtung beim Beschleunigen von geladenen Teilchen 	
<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Untersuchung von Kreisbewegungen: <ul style="list-style-type: none"> • Bahn- und Winkelgeschwindigkeit • Zentripetalkraft • Kreisbewegungen in Gravitationsfeldern • Kreisbewegungen von geladenen Teilchen in homogenen Magnetfeldern • Drehimpuls und Drehimpulserhaltung 	<p>Kreisbewegungen können auch schon im Rahmen der Mechanik untersucht werden.</p> <p>Es ist keine umfassende Unterrichtseinheit zum Drehimpuls vorgesehen.</p> <p>Die kurze Behandlung des Drehimpulses ist auch im Zusammenhang mit den Quantenzahlen möglich.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • erläutern und analysieren Experimente zur Bestimmung der Ladung und der Masse des Elektrons. • erläutern technische Anwendungen, in denen Ladungen beschleunigt beziehungsweise abgelenkt werden. 	<ul style="list-style-type: none"> • Experimente zur Bestimmung von Eigenschaften des Elektrons: <ul style="list-style-type: none"> • Millikanversuch • e/m-Bestimmung mit dem Fadenstrahlrohr • Anwendung elektrischer und magnetischer Felder: <ul style="list-style-type: none"> • Linear- und Kreisbeschleuniger • Massenspektrometer • Hallsonde 	<p>Im Zusammenhang mit der Beschleunigung von Ladungen bietet es sich an, auf die Grenzen der klassischen Physik bei höheren Geschwindigkeiten hinzuweisen.</p>
<p><i>Fortführung der Tabelle »</i></p>		

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Lernenden ...	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Veränderliche elektromagnetische Felder		
<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Induktionsgesetz unter Verwendung der mittleren Änderungsrate des magnetischen Flusses (Differenzenquotient) 	
<ul style="list-style-type: none"> • erläutern und wenden das Induktionsgesetz in differenzieller Form an. • berechnen die Induktivität einer Spule. • erläutern das zeitliche Verhalten einer Spule im Stromkreis. <p>• analysieren technische Anwendungen der Induktion (auch Wirbelströme).</p> <ul style="list-style-type: none"> • analysieren elektromagnetische Schwingkreise. • berechnen frequenzabhängige Widerstände. • vergleichen mechanische und elektromagnetische Schwingungen unter energetischen Aspekten. 	<ul style="list-style-type: none"> • Magnetischer Fluss • Induktionsgesetz in differenzieller Form • Induktivität • Energie des Magnetfeldes einer stromdurchflossenen Spule. • Selbstinduktion, Ein- und Ausschaltvorgänge <p>• Beispiele für technische Anwendungen der Induktion (Wirbelströme)</p> <ul style="list-style-type: none"> • elektromagnetische Schwingungen, kapazitive, induktive und ohmsche Widerstände, Schwingkreise 	<p>Als Anwendung eignet sich beispielsweise die Analyse von passiven Frequenzweichen in Lautsprecherboxen.</p> <p>Ein Ausblick auf die Maxwell-Gleichungen und die Entstehung elektromagnetischer Wellen bietet sich an dieser Stelle an.</p>

2.3.3 Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Lernenden ...	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Mechanische und elektromagnetische Schwingungen		
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Schwingungen mit Hilfe 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 mit Hilfe 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p>Zur Darstellung von harmonischen Schwingungen ist die Nutzung von Zeigerdiagrammen möglich.</p> <p>Zur Resonanz bietet sich die Betrachtung von Präventionsmaßnahmen in Gebäuden zur Verhinderung der Zerstörung bei Erdbeben an.</p>
Eigenschaften und Ausbreitung von Wellen		
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Wellen mit Hilfe ihrer charakteristischen Größen. • erklären die Ausbreitung und Reflexion von Wellen mit Hilfe von gekoppelten Oszillatoren und mit Hilfe des Huygens'schen Prinzips. • beschreiben die zeitliche und räumliche Entwicklung einer harmonischen eindimensionalen Welle mit Hilfe der Wellengleichung. 	<ul style="list-style-type: none"> • charakteristische Größen harmonischer Wellen und ihre Zusammenhänge: Wellenlänge, Frequenz, Ausbreitungsgeschwindigkeit • Erzeugung und Ausbreitung von Wellen, Huygens'sches Prinzip, Beugung, Brechung • Wellengleichung 	<p>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.</p>
<i>Fortführung der Tabelle »</i>		

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Lernenden ...	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Transversal- und Longitudinalwellen • Dopplereffekt (qualitativ) • Polarisation 	<p>Beispiele aus der Akustik stellen eine sinnvolle Ergänzung dar.</p>
Überlagerung von Wellen		
<ul style="list-style-type: none"> • 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 mit Hilfe 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Interferenzphänomene auch mit polychromatischem Licht • Superposition, Interferenz am Doppelspalt und am Gitter • Interferenz am Einzelspalt mit monochromatischem Licht • Interferometer • stehende Wellen, Wellenlängen stehender Wellen 	<p>Es bieten sich Darstellungen mit Hilfe von Zeigerdiagrammen an.</p> <p>Interferometrie wird beim Thema Quanten wieder aufgegriffen.</p> <p>Für stehende Wellen gibt es viele Anwendungen beispielsweise bei Musikinstrumenten. Außerdem werden sie für die Bearbeitung des linearen Potenzialtopfes im Zusammenhang mit Atommodellen genutzt.</p>
Spektren		
<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Farben • elektromagnetisches Spektrum • diskrete und kontinuierliche Spektren • Emissions- und Absorptionsspektren 	<p>Über die akustische Unschärferelation kann das Verständnis für die Heisenberg'sche Unschärferelation vorbereitet werden.</p>

2.3.4 Quantenphysik und Materie

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Lernenden ...	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Quantenobjekte		
<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p>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.</p> <p>Strahlteilerexperimente können in diesem Zusammenhang genutzt werden. Dies ist mit Hilfe von Simulationen oder einfachen Experimenten möglich.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Doppelspalt-Experimente und Simulationen mit Licht, einzelnen Photonen und Elektronen • Photoeffekt 	
<i>Fortführung der Tabelle »</i>		

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Lernenden ...	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Zusammenhänge der Größen Energie, Impuls, Frequenz und Wellenlänge von Quantenobjekten. • berechnen Impulse beziehungsweise Wellenlängen von Quantenobjekten unter anderem mit Hilfe der de Broglie-Beziehung. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenschaften von Quantenobjekten (Photonen, Elektronen): Energie, Masse, Impuls, Frequenz, Wellenlänge • de Broglie-Wellenlänge 	
<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Entstehung der Röntgenbremsstrahlung. • untersuchen mit Hilfe 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Röntgenbremspektrum • Bragg-Reflexion • Ort-Impuls-Unbestimmtheit • Compton-Effekt • Koinzidenzmethode zum Nachweis einzelner Photonen 	
<p><i>Fortführung der Tabelle »</i></p>		

Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Lernenden ...	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Atomvorstellungen		
<ul style="list-style-type: none"> • erklären die Bedeutung eines Orbitals als Veranschaulichung der Aufenthaltswahrscheinlichkeit für das Elektron. • erklären Emissions- und Absorptionsvorgänge als Energieabgabe und Anregung von Atomen. • berechnen Linienspektren mit Hilfe 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p>Ziel des Unterrichts ist ein grundlegendes Verständnis einer quantenmechanischen Beschreibung eines Atoms, das über historische Modelle hinausgeht.</p> <p>Die Behandlung der Schrödingergleichung ist nicht verbindlich, kann aber der Vertiefung dienen.</p> <p>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.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • stellen den Aufbau des Periodensystems mit Hilfe der Quantenzahlen und des Pauli-Prinzips dar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausblick auf Mehrelektronensysteme • Aufbau des Periodensystems • Pauli-Prinzip 	<p>Grundsätzlich ist im Bereich der Atomphysik eine Absprache mit der Fachschaft Chemie notwendig.</p>

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, so dass 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
<ul style="list-style-type: none"> • Dynamik inklusive Kinematik 	<ul style="list-style-type: none"> • Das Feldkonzept zur Beschreibung von Wechselwirkungen • Körper in statischen Feldern • Veränderliche elektromagnetische Felder 	<ul style="list-style-type: none"> • Mechanische und elektromagnetische Schwingungen • Eigenschaften und Ausbreitung von Wellen • Überlagerung von Wellen • Spektren 	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • Einheitliche Verwendung anschlussfähiger Bezeichnungen, Begriffe und formalen Notationen • Möglichkeiten der durchgängigen Sprachbildung
Fördern und Fordern	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • Beitrag des Faches zur Medienkompetenz • Nutzung digitaler Medien im Unterricht
Hilfsmittel	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • Grundsätze zur Leistungsbewertung und zur Gestaltung von Leistungsnachweisen
Überprüfung und Weiterentwicklung	<ul style="list-style-type: none"> • 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 vorbereiten. 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.

6 Die Abiturprüfung

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

Operatorenliste

Im Folgenden werden Operatoren erläutert, die im Fach Physik verwendet werden. Sie entsprechen den Operatoren der vom IQB veröffentlichten Liste für die Fächer Biologie, Chemie und Physik. Die genannten Operatoren werden auch in den Aufgaben der zentralen Abschlussprüfungen entsprechend verwendet. Diese Operatoren können hinsichtlich ihrer Bedeutung durch Zusätze (zum Beispiel „rechnerisch“ oder „graphisch“) 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“, „durchführen“: Führen Sie das Experiment durch.).

Operator	Beschreibung der erwarteten Leistungen
ableiten	auf der Grundlage von Erkenntnissen oder Daten sachgerechte Schlüsse ziehen
abschätzen	durch begründete Überlegungen Größenwerte angeben
analysieren	wichtige Bestandteile, Eigenschaften oder Zusammenhänge auf eine bestimmte Fragestellung hin herausarbeiten
Hypothesen aufstellen	eine Vermutung über einen unbekanntem Sachverhalt formulieren, die fachlich fundiert begründet wird
angeben, nennen	Formeln, Regeln, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne Erläuterung aufzählen bzw. wiedergeben
auswerten	Beobachtungen, Daten, Einzelergebnisse oder Informationen in einen Zusammenhang stellen und daraus Schlussfolgerungen ziehen
begründen	Gründe oder Argumente für eine Vorgehensweise oder einen Sachverhalt nachvollziehbar darstellen
berechnen	die Berechnung ist ausgehend von einem Ansatz darzustellen
beschreiben	Beobachtungen, Strukturen, Sachverhalte, Methoden, Verfahren oder Zusammenhänge strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache formulieren
beurteilen	einen Sachverhalt mithilfe fachlicher Kriterien einschätzen und ein Sachurteil fällen
bewerten	einen Sachverhalt vor dem Hintergrund gesellschaftlicher Werte und Normen einschätzen und dadurch zu einem Werturteil gelangen
darstellen	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache formulieren, auch mithilfe von Zeichnungen und Tabellen
diskutieren	Argumente zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen
erklären	einen Sachverhalt nachvollziehbar und verständlich machen, indem man ihn auf Regeln und Gesetzmäßigkeiten zurückführt

Operator	Beschreibung der erwarteten Leistungen
erläutern	einen Sachverhalt veranschaulichend darstellen und durch zusätzliche Informationen verständlich machen
ermitteln	ein Ergebnis oder einen Zusammenhang rechnerisch, grafisch oder experimentell bestimmen
herleiten	mithilfe bekannter Gesetzmäßigkeiten einen Zusammenhang zwischen chemischen bzw. physikalischen Größen herstellen
interpretieren / deuten	naturwissenschaftliche Ergebnisse, Beschreibungen und Annahmen vor dem Hintergrund einer Fragestellung oder Hypothese in einen nachvollziehbaren Zusammenhang bringen
ordnen	Begriffe, Gegenstände auf der Grundlage bestimmter Merkmale systematisch einteilen
planen	zu einem vorgegebenen Problem (auch experimentelle) Lösungswege entwickeln und dokumentieren
skizzieren	Sachverhalte, Prozesse, Strukturen oder Ergebnisse übersichtlich grafisch darstellen
untersuchen	Sachverhalte oder Phänomene mithilfe fachspezifischer Arbeitsweisen erschließen
vergleichen	Gemeinsamkeiten und Unterschiede kriteriengeleitet herausarbeiten
zeichnen	Objekte grafisch exakt darstellen

