

Fachanforderungen Physik

Allgemein bildende Schulen

Sekundarstufe I

Sekundarstufe II

Impressum

Herausgeber:

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

Kontakt: pressestelle@bimi.landsh.de

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, Februar 2019

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.

Inhalt

I Allgemeiner Teil	5
1 Geltungsbereich und Regelungsgehalt	5
2 Lernen und Unterricht	8
2.1 Kompetenzorientierung	8
2.2 Auseinandersetzung mit Kernproblemen des gesellschaftlichen Lebens	9
2.3 Leitbild Unterricht	10
2.4 Aufgabenfelder von besonderer Bedeutung.....	10
3 Grundsätze der Leistungsbewertung	13
II Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I	16
1 Das Fach Physik in der Sekundarstufe I	16
1.1 Grundlagen und Lernausgangslage	16
1.2 Der Beitrag des Faches zur allgemeinen und fachlichen Bildung	17
1.3 Didaktische Leitlinien.....	18
1.4 Anforderungsebenen und Anforderungsbereiche	23
2 Kompetenzbereiche	25
2.1 Prozessbezogene Kompetenzen.....	25
2.1.1 Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung	27
2.1.2 Kompetenzbereich Kommunikation	30
2.1.3 Kompetenzbereich Bewertung	32
2.2 Die inhaltsbezogenen Kompetenzen	33
2.2.1 Die Basiskonzepte der Physik.....	33
2.2.2 Die Sachgebiete der Physik	38
3 Themen und Inhalte des Unterrichts	56
4 Schulinternes Fachcurriculum	58
5 Leistungsbewertung	60
6 Abschlussprüfungen in der Sekundarstufe I	63
III Fachanforderungen Physik Sekundarstufe II	64
1 Das Fach Physik in der Oberstufe	64
1.1 Grundlagen und Lernausgangslage	64

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

1.2 Der Beitrag des Faches zur allgemeinen und fachlichen Bildung	64
1.3 Didaktische Leitlinien.....	66
1.4 Anforderungsniveaus und Anforderungsbereiche	67
2 Kompetenzbereiche	69
2.1 Prozessbezogene Kompetenzen.....	69
2.1.1 Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden	71
2.1.2 Kompetenzbereich Kommunikation	74
2.1.3 Kompetenzbereich Bewertung und Reflexion	76
2.2 Inhaltsbezogene Kompetenzen	77
3 Themen und Inhalte des Unterrichts	91
4 Schulinternes Fachcurriculum	93
5 Leistungsbewertung	95
6 Die Abiturprüfung	100
6.1 Die schriftliche Abiturprüfung	100
6.2 Die mündliche Abiturprüfung.....	101
6.3 Die Präsentationsprüfung.....	102
6.4 Die besondere Lernleistung	102
IV Anhang.....	104
Operatoren im Fach Physik	104

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 (SchulG). Die Fachanforderungen gehen von den pädagogischen Zielen und Aufgaben aus, wie sie im SchulG 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- oder 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.

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

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 wie auch 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 wie auch 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 Gleichberechtigungsgebots, Wertschätzung gesellschaftlicher Vielfalt

- Partizipation: Recht aller Menschen zur verantwortungsvollen Mit-Gestaltung ihrer soziokulturellen, politischen und wirtschaftlichen Lebensverhältnisse

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:

- 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.

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

- **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 wie im Mündlichen systematisch auf- und auszubauen. Das setzt einen 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.
- **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

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

reflektieren und dabei erkennen, dass Medien (Nachrichten, Zeitungen, Bücher, Filme etc.) 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.

- **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

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

(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 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

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

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 abschlussbezogen 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.

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

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:

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

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 leistungsstärkerer Schülerinnen und Schüler.

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

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

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

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 Prozessbezogene 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

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

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 prozessbezogenen 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)

Fragestellungen entwickeln und Idealisierungen vornehmen

Die Schülerinnen und Schüler können

- 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

- unterscheiden zu einer gegebenen Fragestellung und in Experimenten relevante von nicht relevanten Einflussgrößen,
- unterscheiden zwischen abhängigen und unabhängigen Variablen.

Hypothesen formulieren

Die Schülerinnen und Schüler können

- formulieren zu einer gegebenen Frage eine Hypothese,
- formulieren Hypothesen und Gegenhypothesen.

Untersuchungsdesigns entwickeln und anwenden

Die Schülerinnen und Schüler können

- Untersuchungsmethoden auswählen, die der Hypothese angemessen sind und interpretierbare Ergebnisse liefern,
- aufbauend auf einer Hypothese ein Untersuchungsdesign (Versuch, Beobachtungsvorgang etc.) entwerfen,
- zwischen Kontroll- und Testvariable unterscheiden,
- die Bedeutung von Wiederholungsmessungen erklären,

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

- Mess- und Laborgeräte sachgerecht in einer Versuchsanordnung nutzen und unter Berücksichtigung der Sicherheitshinweise Messungen durchführen,
- unter Einhaltung der Vorschriften geeignete Verfahren und Geräte (z. B. Lupe, Sezierbesteck) anwenden, um biologische Sachverhalte bzw. Organismen zu beobachten und zu untersuchen,
- Versuchsbeschreibungen (Texte) und Versuchsaufbauten (Zeichnungen) anfertigen,
- biologische Sachverhalte bzw. Organismen vergleichen und sie kriteriengeleitet ordnen,
- Bestimmungsschlüssel zur Bestimmung von Organismen nutzen,
- Abfälle ordnungsgemäß entsorgen.

Experimente und Untersuchungen planen und durchführen

Die Schülerinnen und Schüler können

- 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

Die Schülerinnen und Schüler können

- 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,

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

- 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.

Modelle verwenden

Die Schülerinnen und Schüler können

- 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,

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

- entwickeln selbst Modelle, um ein Phänomen zu veranschaulichen und Erklärungen zu finden.

Entwicklung und Veränderung physikalischer Erkenntnisse beschreiben

Die Schülerinnen und Schüler können

- 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)

Informationen erschließen

Die Schülerinnen und Schüler können

- 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.

Informationen weitergeben / Ergebnisse präsentieren

Die Schülerinnen und Schüler können

- beschreiben Beobachtungen, Modelle, Analogien und Verfahren sowie den Aufbau einfacher technischer Geräte und deren Funktionsweisen,

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

- 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

Die Schülerinnen und Schüler können

- 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

Die Schülerinnen und Schüler können

- 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)

Probleme lösen und Entscheidungen treffen

Die Schülerinnen und Schüler können

- 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

Die Schülerinnen und Schüler können

- 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

Die Schülerinnen und Schüler können

- 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 selbständig 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

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

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.

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 vorhersagen, 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 (Energieentwertung). 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.

Aspekte und Basisinhalte

- 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 (Energieentwertung).
 - 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).

Aspekte und Basisinhalte

- 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).

Aspekte und Basisinhalte

- 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.

Aspekte und Basisinhalte

- Komponenten eines Systems können durch Kräfte miteinander wechselwirken (Beschreibung von Wechselwirkungen durch Kräfte).
 - Reibungskraft
 - Verformungen

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

- 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 Kontingenztafel 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

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

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 fett gedruckt, und diejenigen für den Übergang in die Oberstufe sind fett gedruckt und zusätzlich kursiv.**

Energie

Qualitativer Energiebegriff

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- 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.

Verbindliche Inhalte

- Energieformen:
Lageenergie, Spannenergie, Bewegungsenergie, elektrische Energie, chemische Energie, thermische Energie, Strahlungsenergie

- **Energieumwandlungen**
- Energieerhaltung
- Aggregatzustände

Vorgaben und Hinweise

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. Auf die besondere Rolle der Sonne als Energiequelle ist einzugehen.

Quantitativer Energiebegriff

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- 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.**

Verbindliche Inhalte

- Energieformen:
potentielle Energie, kinetische Energie, elektrische Energie, thermische Energie
- **Energietransport**
- **Energieerhaltung**
- **Wirkungsgrad**
- Energieentwertung
- **Leistung**

Vorgaben und Hinweise

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.

Herausforderungen der Energieversorgung

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- 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.

Verbindliche Inhalte

- 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

Vorgaben und Hinweise

Bei diesem Thema bietet sich anstelle einer fachlichen Strukturierung eine Kontextorientierung in besonderem Maße an.

Elektrizitätslehre

Einfache elektrische Stromkreise

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- 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.**

Verbindliche Inhalte

- elektrische Sicherheit
- Leiter, Isolatoren
- Schaltzeichen und Schaltpläne
- Reihen- und Parallelschaltung
- Und- und Oder-Schaltung mit Schaltern
- **Ladungs- und Energietransport**
- **Knotenregel**

Vorgaben und Hinweise

Die Wechselschaltung kann zur Differenzierung verwendet werden. Elektrizitäts- und Energietransport sollten schon früh unterschieden werden. **Die Knotenregel ist bei der Einführung zum elektrischen Stromkreis nur argumentativ zu behandeln.**

Eine Abschätzung der Stromstärke sollte zunächst nur qualitativ erfolgen, zum Beispiel über die Helligkeit von gleichen Glühlampen.

Stromstärke und Spannung

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- 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.**

Verbindliche Inhalte

- elektrische Stromstärke
- elektrische Spannung
- elektrische Energie **und Leistung**
- elektrische Ladung
- **Knoten- und Maschenregel**
- Ohm'sches Gesetz
- Drähte als Widerstände
- Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen

Vorgaben und Hinweise

Zur Vorbereitung des Ladungsbegriffs ist zum Beispiel ein Zugang über die Elektrostatik oder über Elektronenröhren möglich. **Analogien und Modelle zur Erläuterung der Knoten- und Maschenregel können hilfreich sein.** Die Berechnung komplexer Widerstandsnetze ist nicht gefordert. Aufgrund ihrer hohen Verbreitung sollten auch Schaltungen mit Leuchtdioden untersucht werden, wobei die Erklärung der Vorgänge im Innern der Dioden nicht erwartet wird.

Magnetismus

Magnetismus

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- untersuchen Grundphänomene des Magnetismus und führen diese auf Wechselwirkungen zurück.
- erläutern Grundphänomene des Magnetismus mithilfe von Modellen.
- beschreiben die Struktur unterschiedlicher Magnetfelder.

Verbindliche Inhalte

- magnetische Pole, Anziehung, Abstoßung
- Magnetisierbarkeit
- Elementarmagnetmodell
- Magnetfeldlinien von Stabmagnet und Hufeisenmagnet
- Magnetfeld der Erde
- Kompass

Vorgaben und Hinweise

Magnetische Pole sind an geeigneter Stelle von elektrischen Polen abzugrenzen.

Auch Elektromagnete können bereits im Einführungsunterricht genutzt werden, ohne dass dabei auf ihre Funktionsweise eingegangen wird.

Elektromagnetismus

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- 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.**

Verbindliche Inhalte

- Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters und einer Spule
- **Induktion**
- **Lautsprecher und Mikrofon**
- Elektromotor und **Generator**
- **Transformator, Hochspannungsleitung**

Vorgaben und Hinweise

Eine mathematische Beschreibung des Induktionsgesetzes ist nicht gefordert. Auf die Behandlung der Drei-Finger-Regel und der Lorentzkraft kann verzichtet werden. Das Kennenlernen des Schrittmotors als Grundlage vieler technischer Anwendungen bietet sich an.

Optik

Ausbreitung des Lichts

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- 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.

Verbindliche Inhalte

- Lichtquellen und beleuchtete Gegenstände
- Lichtdurchlässigkeit
- Lichtstrahlen und Lichtbündel
- Schatten, Halbschatten, Kernschatten
- Finsternisse, Mondphasen, Jahreszeiten
- Bildentstehung und Bildeigenschaften bei Abbildungen mithilfe einer Blende

Vorgaben und Hinweise

Streuung und Absorption sollen nur phänomenologisch an beleuchteten Gegenständen behandelt werden. Es bietet sich an, Jahreszeiten fachübergreifend mit dem Fach Geographie zu unterrichten. Die Abbildungen an Blenden (Lochkamera) oder Aspekte davon können auch im Kontext optischer Abbildungen behandelt werden.

Reflexion an ebenen Flächen

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- wenden das Reflexionsgesetz bei der Konstruktion von Spiegelbildern an,
- beschreiben und erklären mögliche Anwendungen von Spiegeln,
- analysieren Spiegelungen in Natur und Technik.

Verbindliche Inhalte

- Reflexionsgesetz
- Umkehrbarkeit des Lichtweges
- Eigenschaften von Spiegelbildern

Vorgaben und Hinweise

Wölb- und Hohlspiegel sind nicht verbindlich zu unterrichten, können aber zur Vertiefung genutzt werden. Es bietet sich an, Aspekte wie Symmetrie und Winkel fachübergreifend mit dem Fach Mathematik zu unterrichten.

Lichtbrechung und optische Abbildungen

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- 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.

Verbindliche Inhalte

- 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

Vorgaben und Hinweise

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. ***Es sollten auch Phänomene betrachtet werden, bei denen Brechung und (Mehrfach-) Reflexion gemeinsam***

auftreten. Die Linsengleichung und das Abbildungsgesetz können behandelt werden; auf umfängliche Rechnungen soll jedoch verzichtet werden. Es empfiehlt sich, die Themen Auge und Mikroskop in Abstimmung mit dem Fach Biologie zu unterrichten. **Die Behandlung von optischen Täuschungen ist eine mögliche Ergänzung.**

Farben

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- 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.**

Verbindliche Inhalte

- spektrale Zerlegung des Lichts
- Grundfarben, Mischung von Farben: Farbaddition
- **Absorption bestimmter Farben: Farbsubtraktion**

Vorgaben und Hinweise

Bei der Zerlegung des Lichts soll auf die Grenzen des sichtbaren Spektrums (ultraviolett, infrarot) kurz eingegangen werden. Es ist sinnvoll, die Farbaddition am Beispiel von Displays **und die Farbsubtraktion am Beispiel der Farben von Kleidungsstücken** zu behandeln. Weitere Eigenschaften wie Sättigung, Helligkeit, Farbton können thematisiert werden.

Mechanik

Geschwindigkeit

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- 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.

Verbindliche Inhalte

- Geschwindigkeit und ihre Einheiten
- Geschwindigkeit als gerichtete Größe
- Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit
- Schall- und Lichtgeschwindigkeit
- Darstellungsformen von Bewegungen: Formel, Zeit-Weg-Diagramm, Wertetabelle, Text

Vorgaben und Hinweise

Der Begriff der Momentangeschwindigkeit soll ohne exakte mathematische Herleitung eingeführt werden.

Statische Kräfte

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- planen Experimente zur Messung von Kräften mit Federn.
- **berechnen Gewichtskräfte aus Masse und Ortsfaktor.**
- berücksichtigen situativ die Richtung und den Betrag einer Kraft.

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

- skizzieren das Zusammenspiel von mehreren Kräften, die auf einen Körper wirken.
- **beschreiben Beispiele, anhand derer das Wechselwirkungsprinzip deutlich wird.**

Verbindliche Inhalte

- Kraft als gerichtete Größe
- **Hooke'sches Gesetz**
- **Masse und Gewichtskraft**
- Kräfteaddition
- **Wechselwirkungsprinzip**

Vorgaben und Hinweise

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).

Dichte und Druck

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- 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.**

Verbindliche Inhalte

- Masse, Dichte, Volumen
- Vergleich der (mittleren) Dichten von Körpern und Flüssigkeiten
- Druck

Vorgaben und Hinweise

Bei diesem Thema bietet sich anstelle einer fachlichen Strukturierung eine Kontextorientierung (Schwimmen, Schweben und Sinken) in besonderem Maße an. Eine Behandlung des Drucks, die über statische Situationen hinausgeht, ist nicht verbindlich vorgesehen.

Beschleunigte Bewegungen

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- **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.**

Verbindliche Inhalte

- **gleichförmige und beschleunigte Bewegungen**
- **Trägheitsprinzip**
- **Kraft als Ursache für Geschwindigkeitsänderung**
- **Reibungskräfte**

Vorgaben und Hinweise

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.

Wärme

Temperatur

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- 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.

Verbindliche Inhalte

- Celsius-Skala
- Ausdehnung von Stoffen
- Flüssigkeitsthermometer
- Aggregatzustände
- Einfaches Teilchenmodell
- **Kelvinskala**

Vorgaben und Hinweise

Die Ausdehnung von Stoffen soll qualitativ beschrieben werden. Mit einem einfachen Teilchenmodell lassen sich thermische Phänomene schon früh zum Beispiel in Rollenspielen „begreifen“.

Wärmetransport

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben den Zusammenhang zwischen Wärme und Temperatur.
- erkennen den Temperaturunterschied als Ursache für die Wärmeleitung.
- unterscheiden die verschiedenen Arten, thermische Energie zu transportieren.

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

- übertragen ihr Wissen über die Wärmetransporte auf die Wärmedämmung bei Häusern und Lebewesen.

Verbindliche Inhalte

- Wärme als thermische Energie
- Wärmeleitung
- Wärmemitführung (Konvektion)
- Wärmestrahlung

Vorgaben und Hinweise

Ein erster Hinweis auf den Treibhauseffekt, der im Zusammenhang mit den Herausforderungen der Energieversorgung betrachtet wird, sollte bereits an dieser Stelle erfolgen. Die quantitative Analyse von Wärmetransporten kann im Zusammenhang mit dem Thema Herausforderungen der Energieversorgung behandelt werden.

Atom- und Kernphysik

Elementarteilchen

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- **vergleichen die Eigenschaften von Elementarteilchen,**
- **erläutern den Aufbau von Atomkernen,**
- **unterscheiden zwischen Elementen und Isotopen.**

Verbindliche Inhalte

- **Proton, Neutron und Elektron**
- **Kernladungszahl, Massenzahl, Isotope**

Vorgaben und Hinweise

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. Ein kurzer Einblick in das Standardmodell anhand der stabilen Elementarteilchen soll im Unterricht gegeben werden.

Radioaktiver Zerfall

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- **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.**

Verbindliche Inhalte

- **α -, β -, γ -Zerfall**
- **Aktivität**
- **Halbwertszeit**
- ***Zerfallsgesetz***
- **Nachweis und Messung radioaktiver Strahlung**
- ***Nullrate***
- **Abschirmung**

Vorgaben und Hinweise

Zerfallsprozesse und Halbwertszeiten lassen sich mit Hilfe von Modellen (zum Beispiel Würfel) darstellen. *Es wird eine Absprache mit dem Fach Mathematik hinsichtlich der Einführung von Exponentialfunktionen empfohlen.*

Kernenergie

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- **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.**

Verbindliche Inhalte

- **Kernspaltung und Kettenreaktionen bei Kernkraftwerken und Kernwaffen**
- ***Energiebilanzen bei Kernreaktionen***
- ***Kernfusion in Fusionsreaktoren und Sonne***
- **Radioaktivität in Umwelt und Medizin**

Vorgaben und Hinweise

Die technische Umsetzung im Kernkraftwerk beziehungsweise Fusionsreaktor ist nur soweit zu behandeln, dass ein Vergleich mit konventionellen Kraftwerken möglich wird.

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

- **Energie**
 - Qualitativer Energiebegriff
- **Elektrizitätslehre**
 - Einfache elektrische Stromkreise
- **Magnetismus**
 - Magnetismus
- **Optik**
 - Ausbreitung des Lichts
 - Reflexion an ebenen Flächen
- **Mechanik**
 - Geschwindigkeit
 - Statische Kräfte
 - Dichte und Druck
- **Wärme**
 - Temperatur
 - Wärmehtransport

Block II

- **Energie**
 - Quantitativer Energiebegriff
 - Herausforderungen der Energieversorgung
- **Elektrizitätslehre**
 - Stromstärke und Spannung

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

- **Magnetismus**
 - Elektromagnetismus
- **Optik**
 - Lichtbrechung und optische Abbildungen
 - Farben
- **Mechanik**
 - Beschleunigte Bewegungen
- **Atom- und Kernphysik**
 - 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 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.

Aspekt: Unterrichtseinheiten

Vereinbarungen:

- 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

Aspekt: Fachsprache

Vereinbarungen:

- einheitliche Verwendung anschlussfähiger Bezeichnungen, Begriffe und formaler Notationen
- Möglichkeiten der durchgängigen Sprachbildung

Aspekt: Fördern und Fordern

Vereinbarungen:

- 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

Aspekt: Digitale Medien / Medienkompetenz

Vereinbarungen:

- Beitrag des Faches zur Medienkompetenz
- Nutzung digitaler Medien im Unterricht

Aspekt: Hilfsmittel

Vereinbarungen:

- 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

Aspekt: Leistungsbewertung

Vereinbarungen:

- Grundsätze zur Leistungsbewertung und zur Gestaltung von Leistungsnachweisen

Aspekt: Überprüfung und Weiterentwicklung

Vereinbarungen:

- 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, 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 Oberstufe

1.1 Grundlagen und Lernausgangslage

Die vorliegenden Fachanforderungen formulieren abschlussbezogenen Kompetenzerwartungen für den Physikunterricht in der Sekundarstufe II an Gymnasien und an Gemeinschaftsschulen. Sie orientieren sich dabei an den Vorgaben der Kultusministerkonferenz (KMK) für die Abiturprüfung.

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 für die Sekundarstufe I 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 Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung 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

Der Beitrag des Faches Physik zur allgemeinen und fachlichen Bildung in der Sekundarstufe II schließt die für die Sekundarstufe I formulierten Ziele (vergleiche Abschnitt II.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

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

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 durchzuführen und auszuwerten. Die Vermittlung physikalischer Arbeitsweisen umfasst dabei auch das Modellieren, das gekennzeichnet ist durch Abstraktion, Idealisierung sowie die Beurteilung des Potentials 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 Kulturlinienkonferenz (KMK) für die Abiturprüfung fordern den kumulativen Ausbau der Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler in den Bereichen Fachkenntnisse, Fachmethoden, Kommunikation und Reflexion. 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:

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 selbständig 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. 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.

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

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

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.

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:**
einfache Sachverhalte und Fachmethoden reproduzieren und anwenden, Sachverhalte in vorgegebener Form darstellen, einfache Bezüge darstellen
- **Anforderungsbereich II:**
komplexere Sachverhalte und Fachmethoden reorganisieren und übertragen, Kommunikationsformen situationsgerecht anwenden, Bewertungsansätze wiedergeben, einfache Bezüge herstellen
- **Anforderungsbereich III:**
komplexe Sachverhalte und Fachmethoden problembezogen anwenden und übertragen, Kommunikationsformen situationsgerecht auswählen, Bezüge herstellen, Sachverhalte bewerten

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

2 Kompetenzbereiche

In der Oberstufe erfolgt der Kompetenzerwerb der Lernenden aufbauend auf den in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen. Daher greift die Ausrichtung und Benennung der Kompetenzbereiche für die Oberstufe Formulierungen für die Sekundarstufe I auf und entwickelt diese für die Oberstufe weiter.

Kompetenzbereiche im Fach Physik

Fachwissen

- Kenntnisse über physikalische Phänomene, Begriffe, Prinzipien, Fakten und Gesetzmäßigkeiten erwerben, wiedergeben und nutzen

Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden

- experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Fachmethoden beschreiben und nutzen

Kommunikation

- Informationen sach- und fachbezogen erschließen, darstellen, präsentieren und diskutieren

Bewertung und Reflexion

- Bezüge und Aspekte der Physik in verschiedenen Kontexten reflektieren und bewerten

Für den Kompetenzbereich Fachwissen werden ergänzend zu den Basiskonzepten der Sekundarstufe I in diesen Fachanforderungen für die Oberstufe die zentralen Konzepte Felder, Wellen und Quanten festgelegt.

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

2.1 Prozessbezogene Kompetenzen

Die prozessbezogenen Kompetenzen in den Bereichen Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden, Kommunikation sowie Bewertung und Reflexion dienen zum einen der Entwicklung des Fachwissens und stellen zum anderen einen eigenen

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

Lerngegenstand dar. Mit ihnen werden wesentliche Aspekte naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen beschrieben, 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 Kompetenzen und inhaltsbezogenen Kompetenzen. Die prozessbezogenen Kompetenzen werden von den Lernenden in aktiver Auseinandersetzung mit Fachinhalten 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 und Fachmethoden, Kommunikation sowie Bewertung und Reflexion 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.

Die Aussagen der Tabellen für die Oberstufe entsprechen in großen Teilen den Aussagen der entsprechenden Tabellen in der Sekundarstufe I (**Ergänzungen für die Oberstufe sind fett gedruckt**). Die prozessbezogenen Kompetenzen, deren Grundlagen in der Sekundarstufe I gelegt wurden, werden aufgegriffen, vertieft und weiterentwickelt. Dabei steigen Abstraktionsgrad sowie Grad der Mathematisierung und des wissenschaftspropädeutischen Arbeitens. Sie werden durch die Verbindung mit Aspekten der modernen Physik (zum Beispiel Quantenphysik) in zunehmend komplexen und kognitiv anspruchsvollen Lernsituationen vertieft.

2.1.1 Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden

Kompetenzen im Bereich Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden **(Sekundarstufe II)**

Fragestellungen entwickeln und Idealisierungen vornehmen

Die Schülerinnen und Schüler können

- 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 Massepunkt, Reibungsfreiheit),**
- 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

Die Schülerinnen und Schüler können

- unterscheiden zu einer gegebenen Fragestellung und in Experimenten relevante von nicht relevanten Einflussgrößen,
- unterscheiden zwischen abhängigen und unabhängigen Variablen.

Hypothesen formulieren

Die Schülerinnen und Schüler können

- formulieren zu einer gegebenen Frage eine Hypothese,
- formulieren Hypothesen und Gegenhypothesen,
- **formulieren Hypothesen in Zusammenhängen mit mehr als zwei Variablen so, dass diese kontrolliert untersucht werden können.**

Experimente und Untersuchungen planen und durchführen

Die Schülerinnen und Schüler können

- wählen Experimente und Untersuchungen aus, die der Hypothese angemessen sind und die interpretierbare Ergebnisse liefern,

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

- 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,
- **führen Experimente mit computergestützten Messverfahren durch,**
- nutzen Materialien und Messgeräte sachgerecht unter Berücksichtigung der Sicherheitshinweise,
- **kennen die Funktionen eines Experiments (Phänomenbeobachtung; Entscheidungsfunktion in Bezug auf Hypothesen; Initialfunktion in Bezug auf Ideen; Grundlagenfunktion in Bezug auf Theorien).**

Experimente und Untersuchungen auswerten

Die Schülerinnen und Schüler können

- 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 aus Messdaten funktionale Zusammenhänge und nutzen verschiedene Formen der Mathematisierung,**
- 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),

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

- 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.

Modelle und Analogien verwenden

Die Schülerinnen und Schüler können

- 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,
- **beschreiben Genese und Leistungsfähigkeit von physikalischen Theorien.**

Entwicklung und Veränderung physikalischer Erkenntnisse beschreiben

Die Schülerinnen und Schüler können

- 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 II)

Informationen erschließen

Die Schülerinnen und Schüler können

- beobachten und beschreiben Phänomene,
- erfassen und strukturieren Informationen aus zunehmend komplexen 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 in 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.

Informationen weitergeben / Ergebnisse präsentieren

Die Schülerinnen und Schüler können

- 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,

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

- 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

Die Schülerinnen und Schüler können

- 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

Die Schülerinnen und Schüler können

- **beschreiben naturwissenschaftliche Phänomene der Situation sprachlich angemessen auch in der Bildungs- und in der Fachsprache,**
- unterscheiden zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung von Phänomenen,
- **verwenden die Fachsprache und fachspezifische Notationen auf angemessenem Niveau,**
- veranschaulichen Daten angemessen mit sprachlichen, symbolischen, mathematischen und bildlichen Gestaltungsmitteln, auch mit Hilfe elektronischer Werkzeuge,

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

- 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 und Reflexion

Kompetenzen im Bereich Bewertung und Reflexion (Sekundarstufe II)

Probleme lösen und Entscheidungen treffen

Die Schülerinnen und Schüler können

- 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 Entscheidungssituation mit Hilfe naturwissenschaftlicher Kenntnisse her,
- nutzen diese Kriterien zur Bewertung von Chancen, Risiken und möglichen Handlungsoptionen.

Chancen und Risiken diskutieren

Die Schülerinnen und Schüler können

- 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

Die Schülerinnen und Schüler können

- reflektieren Prozesse zur Entscheidungsfindung,
- **reflektieren Auswirkungen physikalischer Erkenntnisse sowie eigenen und fremden Handelns in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen,**
- unterscheiden zwischen lösbaren Situationen und Situationen, in denen keine Handlungsoption zu einer Lösung der Problemsituation führt.

2.2 Inhaltsbezogene Kompetenzen

Am Ende der Oberstufe sollen die Schülerinnen und Schüler über ein strukturiertes physikalisches Basiswissen verfügen und ein gefestigtes Wissen über physikalische Grundprinzipien und über zentrale historische und erkenntnistheoretische Gegebenheiten haben. Der kumulative Aufbau inhaltsbezogener Kompetenzen beruht auf dem Erwerb eines breiten, innerhalb und über verschiedene Inhaltsbereiche hinweg vernetzten 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. Zentrales Instrument des Aufbaus einer breiten und gleichzeitig gut vernetzten Wissensbasis sind Basiskonzepte. Die Basiskonzepte sind zentrale Konzepte der Physik, die innerhalb der und über die verschiedenen Sachgebiete der Physik hinweg, von Bedeutung sind. Sie ermöglichen damit die Verknüpfung des Wissens zu verschiedenen Themengebieten zu einer vernetzten Wissensbasis. Die Kompetenz der Schülerinnen und Schüler im Umgang mit den Basiskonzepten über verschiedene Kontexte hinweg stellt damit auch einen Indikator dafür dar, inwieweit ein kumulativer Kompetenzaufbau gelungen ist. Die Basiskonzepte der Sekundarstufe I bilden die Grundlage für die Entwicklung der folgenden **zentralen Konzepte** der Physik im Oberstufenunterricht: **Felder, Wellen und Quanten.**

Die **Mechanik** dient dabei als Bindeglied zwischen dem Unterricht in der Sekundarstufe I und der Sekundarstufe II. Die in ihr behandelten Inhalte bilden zugleich die Grundlage für ein Verständnis der zentralen Konzepte Felder, Wellen und Quanten.

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 Oberstufe 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.

Wellen

Wellen entstehen durch ein Zusammenspiel von vielen Oszillatoren. Dabei lassen sich Wellenphänomene zunächst als mechanische Wellen, später auch als elektromagnetische Wellen im sichtbaren und im nicht sichtbaren Bereich beschreiben. Da eine Welle durch die Wechselwirkung zwischen vielen Einzelkomponenten entsteht, lässt sich eine Welle als System auffassen. Die Komplexität des gesamten Systems kann leichter durchdrungen werden, indem einzelne Komponenten isoliert betrachtet werden und vereinfachte Modelle hierzu erstellt werden. Somit steht das Wellenkonzept unter anderem in engem Zusammenhang mit den Basiskonzepten System und Wechselwirkung.

Quanten

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

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

Quantenobjekte weisen sowohl Wellen- als auch Teilcheneigenschaften auf. Für das Licht werden die Grenzen des Wellenkonzepts aufgezeigt. Die klassischen Vorstellungen über das Licht werden durch Teilcheneigenschaften ergänzt. Umgekehrt werden auch an klassischen Teilchen wie dem Elektron Welleneigenschaften identifiziert. Die zunächst widersprüchlichen Einzelbetrachtungen bilden die Grundlage für die Quantenphysik. Ausgehend von einem klassischen Teilchen- beziehungsweise Wellenkonzept entwickeln Schülerinnen und Schüler im Verlauf der Sekundarstufe II eine zunehmend differenzierte Vorstellung von Quantenobjekten und den Grenzen der klassischen Physik. Die Anwendung des Quantenkonzepts auf das Atom rundet das Basiskonzept Materie ab.

Erwartete Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler am Ende der Sekundarstufe II

Es folgen vier Tabellen zur Mechanik und zu den zentralen Konzepten Felder, Wellen und Quanten mit den am Ende der Sekundarstufe II erwarteten Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler.

In der linken Spalte wird ausgeführt, über welche Kompetenzen Schülerinnen und Schüler am Ende der Oberstufe verfügen sollen. Die beschriebenen Kompetenzen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit jeweils einem der zentralen Konzepte beziehungsweise der Mechanik zugeordnet, obwohl durchaus auch Bezüge zu anderen zentralen Konzepten bestehen. 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 die Mechanik und für jedes zentrale Konzept 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 **fett gedruckt**, die über das grundlegende Anforderungsniveau hinausgehen und für einen Physikunterricht auf erhöhtem Anforderungsniveau verbindlich sind.

Mechanik

Kinematik

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- 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 Wurfes durch,
- wenden den Energieerhaltungssatz zur quantitativen Beschreibung von Bewegungen an.

Verbindliche Inhalte

- Ort, Zeit, Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit, Beschleunigung
- gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung
- freier Fall
- waagerechter Wurf
- Energieerhaltung

Vorgaben und Hinweise

Eine eigene Unterrichtseinheit zur Wiederholung der gleichförmigen Bewegung ist nicht vorgesehen. Der mathematische Zusammenhang zwischen einer Größe und ihrer zeitlichen Änderungsrate soll basierend auf dem Kenntnisstand der

Schülerinnen und Schüler zur Differential- und Integralrechnung im Verlauf der Oberstufe zunehmend an Relevanz gewinnen.

Dynamik

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- 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,
- **sagen reale Bewegungen mithilfe iterativer Verfahren voraus,**
- erläutern den Impulserhaltungssatz,
- **wenden den Impulserhaltungssatz zur quantitativen Beschreibung von elastischen und unelastischen Stößen an.**

Verbindliche Inhalte

- Masse, Kraft, Beschleunigung
- Trägheitsprinzip
- Reibungskraft
- Impuls
- Impulserhaltung

Vorgaben und Hinweise

Die Integration der Kinematik in die Dynamik von Anfang an kann sinnvoll sein, zum Beispiel indem der Einfluss von Kräften auf Bewegungen als Ursache einer Beschleunigung früh mit behandelt wird.

Felder

Homogenes elektrisches Feld

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- interpretieren Experimente zum Nachweis elektrischer Ladungen,
- beschreiben die Kräfte zwischen und innerhalb von geladenen Körpern,
- erläutern den Zusammenhang von Kraft und elektrischer Feldstärke,
- beschreiben den Zusammenhang von potentieller Energie einer Ladung und dem Potential im elektrischen Feld,
- skizzieren elektrische Felder mittels Feld- und Äquipotentiallinien,
- **berechnen Kapazität und gespeicherte elektrische Energie eines Plattenkondensators,**
- analysieren die Bewegung geladener Teilchen im homogenen elektrischen Feld,
- berechnen die Geschwindigkeit von beschleunigten Ladungen mit Hilfe des Energiesatzes,
- vergleichen die Bewegungen im homogenen elektrischen Feld mit denen im Gravitationsfeld,
- erläutern technische Anwendungen, in denen Ladungen beschleunigt beziehungsweise abgelenkt werden.

Verbindliche Inhalte

- elektrische Ladung
- geladene Körper
- Influenz
- **dielektrische Polarisation**
- Kräfte zwischen Ladungen
- Abschirmung elektrischer Felder
- elektrische Feldstärke
- Potential, Spannung und potentielle Energie
- Feldlinien, Äquipotentiallinien

- **Eigenschaften des Plattenkondensators: Kapazität, gespeicherte Ladungsmenge, gespeicherte Energie**
- Bewegung im homogenen elektrischen Feld
- Beschleunigung und Ablenkung von Ladungen

Vorgaben und Hinweise

Als Vertiefung bieten sich die Auf- und Entladevorgänge eines Kondensators sowie die Bedeutung kapazitiver Bauelemente in Stromkreisen an. Es sollte die Analogie zur gleichmäßig beschleunigten Bewegung und dem waagrechten Wurf aus der Mechanik hergestellt werden. Im Zusammenhang mit der Beschleunigung von Ladungen bietet es sich an, auf die Grenzen der klassischen Physik bei höheren Geschwindigkeiten hinzuweisen.

Bewegungen in radialsymmetrischen Feldern

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben die Kreisbewegung als beschleunigte Bewegung.
- berechnen Bahn- und Winkelgeschwindigkeiten bei Kreisbewegungen.
- erläutern die auftretenden Kräfte bei Kreisbewegungen.
- **erklären Drehbewegungen unter Nutzung der Drehimpulserhaltung.**
- nennen das Gravitationsgesetz und vergleichen es mit dem Coulomb'schen Gesetz.
- analysieren und berechnen Kreisbewegungen im Gravitations- und im elektrischen Feld.
- **führen Rechnungen zur Bestimmung von Fluchtgeschwindigkeit und Ionisationsenergie mittels Energiebilanzen durch.**

Verbindliche Inhalte

- Bahn- und Winkelgeschwindigkeit
- Zentripetalkraft
- **Drehimpuls und Drehimpulserhaltung**
- Gravitationsgesetz

- Coulomb'sches Gesetz
- **Energieaustausch im radialsymmetrischen Feld: Fluchtgeschwindigkeit, Ionisationsenergie**

Vorgaben und Hinweise

Es ist keine umfassende Unterrichtseinheit zum Drehimpuls vorgesehen.
Die Behandlung des Drehimpulses ist auch im Zusammenhang mit den Quantenzahlen möglich.

Bewegungen in Magnetfeldern

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen das Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters und einer stromdurchflossenen Spule dar.
- beschreiben und berechnen die Kräfte auf elektrische Leiter und bewegte Ladungen im Magnetfeld.
- erläutern den Zusammenhang zwischen Kraft und magnetischer Feldstärke.
- **erklären den Halleffekt zur Messung der magnetischen Feldstärke.**
- analysieren die Bewegung geladener Teilchen in homogenen Magnetfeldern.
- erläutern technische Anwendungen, in denen Ladungen in Magnetfeldern abgelenkt werden.

Verbindliche Inhalte

- magnetische Feldstärke
- Lorentzkraft
- homogenes Magnetfeld
- Nachweis von Magnetfeldern
- **Halleffekt**
- Bewegungen von Ladungen in homogenen Magnetfeldern
- Anwendung elektrischer und magnetischer Felder:
Fadenstrahlrohr, Kreisbeschleuniger, Massenspektrometer

Elektrodynamik

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- **erläutern das Induktionsgesetz.**
- **analysieren technische Anwendungen der Induktion.**
- **berechnen die magnetische Feldstärke um einen Leiter und in einer langen Spule.**
- **berechnen die Induktivität einer Spule.**
- **erläutern das zeitliche Verhalten einer Spule im Stromkreis.**

Verbindliche Inhalte

- **Magnetfeld einer Spule**
- **Induktionsgesetz**
- **Wirbelströme**
- **Induktivität einer Spule**
- **Selbstinduktion**
- **Anwendungen der Induktion**

Vorgaben und Hinweise

Ein Ausblick auf die Maxwell-Gleichungen bietet sich an dieser Stelle ebenso an wie die Analyse der physikalischen Vorgänge von Wechselstromkreisen.

Wellen

Schwingungen und Wellen

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- **beschreiben Schwingungen und Wellen mit Hilfe ihrer charakteristischen Größen,**
- **stellen Schwingungen und Wellen mit Hilfe von Sinusfunktionen graphisch dar,**
- **ermitteln aus der Schwingungsgleichung die charakteristischen Größen,**

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

- erklären die Ausbreitung und Reflexion von Wellen mit Hilfe von gekoppelten Oszillatoren.

Verbindliche Inhalte

- charakteristische Größen:
Schwingungsdauer,
Frequenz,
Wellenlänge,
Amplitude,
Elongation,
Ausbreitungsgeschwindigkeit
- Faden- und Federpendel
- Schwingungsgleichung
- Longitudinal- und Transversalwellen
- stehende Wellen

Vorgaben und Hinweise

Mechanische Wellen sind nur insoweit zu behandeln, als es zum Verständnis der optischen Wellen nötig ist. Dies kann sowohl vorgeschaltet als auch integriert geschehen. Beispiele aus der Akustik stellen eine sinnvolle Ergänzung dar.

Welleneigenschaften des Lichts

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- untersuchen Interferenzphänomene experimentell.
- erklären mithilfe des Huygens'schen Prinzips die Entstehung von Interferenzmustern.
- berechnen die Lage von Maxima und Minima bei Interferenzphänomenen.
- erläutern die Voraussetzungen für Interferenz unter Berücksichtigung von Kohärenz.
- **untersuchen Polarisationsphänomene experimentell.**

Verbindliche Inhalte

- Beugung, Huygens'sches Prinzip
- Interferenzphänomene:
Doppelspalt, Gitter, Einfachspalt, dünne Schichten
- Kohärenz
- **Polarisation**

Vorgaben und Hinweise

Auf grundlegendem Niveau sind der Einfachspalt und dünne Schichten nur phänomenologisch zu betrachten.

Spektren

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen Spektren, um Eigenschaften der aussendenden Quelle zu bestimmen.
- erklären Wellenphänomene des Lichts, indem sie Analogien zu mechanischen oder akustischen Phänomenen nutzen.

Verbindliche Inhalte

- Farben und Töne
- elektromagnetisches Spektrum
- diskrete und kontinuierliche Spektren
- Emissions- und Absorptionsspektren
- Dopplereffekt

Vorgaben und Hinweise

Über die akustische Unschärferelation kann das Verständnis für die Heisenberg'sche Unschärferelation vorbereitet werden.

Welleneigenschaften der Materie

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- werten Experimente zu den Welleneigenschaften von Elektronen aus.
- beschreiben, dass Quantenobjekte stets Wellen- und Teilcheneigenschaften aufweisen, sich diese aber nicht unabhängig voneinander beobachten lassen.
- **verwenden den linearen Potentialtopf als einfaches Atommodell zur Bestimmung quantisierter Energieniveaus.**

Verbindliche Inhalte

- Materiewellen
- De-Broglie-Wellenlänge
- Bragg-Reflexion
- Unschärferelation
- **linearer Potentialtopf**

Quanten

Teilcheneigenschaften der Materie

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern Experimente zur Bestimmung der Ladung und der Masse des Elektrons und werten sie aus.

Verbindliche Inhalte

- Millikanversuch
- Elementarladung
- e/m -Bestimmung mit dem Fadenstrahlrohr
- Masse des Elektrons

Vorgaben und Hinweise

Die Experimente können sinnvoll mit dem Thema homogene Felder verknüpft werden.

Teilcheneigenschaften des Lichts

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern die experimentellen Befunde zum Photoeffekt.
- erklären den Photoeffekt mit den Teilcheneigenschaften des Lichts.
- interpretieren die Entstehung der Röntgenbremsstrahlung.
- beschreiben das Verhalten von Licht mithilfe von Photoneneigenschaften.

Verbindliche Inhalte

- Photoeffekt
- Röntgenstrahlung
- Eigenschaften von Photonen:
Energie, Masse, Impuls

Quantenobjekte

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben Gemeinsamkeiten und Unterschiede des Verhaltens von klassischen Wellen, klassischen Teilchen und Quantenobjekten am Doppelspalt.
- erläutern, dass sich der scheinbare Widerspruch des Welle-Teilchen-Dualismus durch eine Wahrscheinlichkeitsinterpretation beheben lässt.
- treffen Vorhersagen über das Verhalten von Quantenobjekten mithilfe von Wahrscheinlichkeitsaussagen.

Verbindliche Inhalte

- Eigenschaften von Quantenobjekten
- Doppelspalt-Experimente und Simulationen mit Licht, einzelnen Photonen und Elektronen

Vorgaben und Hinweise

Die beobachteten Phänomene in Experimenten zur Quantenphysik können durch grundlegende Wesenszüge beschrieben werden, welche Quantenobjekte von

klassischen Objekten besonders augenfällig unterscheiden. Das betrifft beispielsweise die Quantelung, das statistische Verhalten, die Fähigkeit zur Interferenz, die Eindeutigkeit von Messergebnissen und die Komplementarität.

Quantenphysikalisches Atommodell

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern Grenzen des Bohr'schen Atommodells.
- erklären die Emission und Absorption von Licht mit Hilfe eines Energiestufenmodells.
- erläutern die Entstehung von Linienspektren.
- berechnen Linienspektren mit Hilfe von vorgegebenen Energieniveaus.
- erklären die Bedeutung eines Orbitals.
- **stellen den Aufbau des Periodensystems mit Hilfe der Quantenzahlen dar.**

Verbindliche Inhalte

- Grenzen des Bohr'schen Atommodells
- Linienspektren
- Energieniveaus des Wasserstoffatoms
- Orbitale des Wasserstoffatoms
- **Quantenzahlen**
- **Pauli-Prinzip**
- **Aufbau des Periodensystems**

Vorgaben und Hinweise

Viele der anschaulichen klassischen Vorstellungen vom Aufbau der Materie sind im Bereich der Atome nicht mehr anwendbar: Deshalb ist das Bohr'sche Modell auch im Sinne eines Energiestufenmodells zu behandeln. Ziel des Unterrichts ist ein grundlegendes Verständnis einer quantenmechanischen Beschreibung eines Atoms. Grundsätzlich ist im Bereich der Atomphysik eine Absprache mit der Fachschaft Chemie zu empfehlen. Die Behandlung der Schrödinger-Gleichung ist nicht verbindlich vorgesehen, stellt aber eine mögliche Vertiefung dar.

3 Themen und Inhalte des Unterrichts

Die folgende Übersicht stellt dar, welche Inhalte der Mechanik und der zentralen Konzepte Felder, Wellen und Quanten in der Oberstufe zu behandeln sind.

Innerhalb des ersten Halbjahres der Einführungsphase werden die Themen Kinematik und Dynamik unterrichtet, weil die dort zu erwerbenden Kompetenzen grundlegend für ein Verständnis der Konzepte Felder, Wellen und Quanten sind. Hierfür soll höchstens die Hälfte der in der Einführungsphase insgesamt zur Verfügung stehenden Lernzeit verwendet werden.

Im weiteren Verlauf der Oberstufe sind unterschiedliche Themenreihenfolgen möglich. Im Rahmen des schulinternen Fachcurriculums trifft die Fachschaft Vereinbarungen über Reihenfolge, Dauer und Umfang der entsprechenden Unterrichtseinheiten. Dabei sind die zentralen Konzepte Felder, Wellen und Quanten in Form eines Spiralcurriculums wiederholt aufzugreifen. Die Fachanforderungen lassen dabei bewusst Raum für Vertiefungsthemen oder Kontexte. Diese können sowohl integriert als auch am Ende der Qualifikationsphase unterrichtet werden.

Mechanik

- Kinematik
- Dynamik

Felder

- Homogenes elektrisches Feld
- Bewegungen in radialsymmetrischen Feldern
- Bewegungen in Magnetfeldern
- Elektrodynamik

Wellen

- Schwingungen und Wellen
- Welleneigenschaften des Lichts
- Spektren
- Welleneigenschaften der Materie

Quanten

- Teilcheneigenschaften der Materie
- Teilcheneigenschaften des Lichts
- Quantenobjekte
- Quantenphysikalisches Atommodell

Mögliche Vertiefungsthemen oder Kontexte:

- Astronomie, Astrophysik, Relativitätstheorie, Kernphysik, Elementarteilchenphysik, Festkörperphysik, Thermodynamik

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.

Aspekt: Unterrichtseinheiten

Vereinbarungen:

- 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

Aspekt: Fachsprache

Vereinbarungen:

- einheitliche Verwendung anschlussfähiger Bezeichnungen, Begriffe und formaler Notationen
- Möglichkeiten der durchgängigen Sprachbildung

Aspekt: Fördern und Fordern

Vereinbarungen:

- Fördermaßnahmen für besonders begabte Schülerinnen und Schüler sowie für Schülerinnen und Schülern, die Unterstützung bei der Erfüllung der Leistungsanforderungen benötigen

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

- Fördermaßnahmen für Schülerinnen und Schüler mit unterschiedlichen Fähigkeiten und Interessen

Aspekt: Digitale Medien / Medienkompetenz

Vereinbarungen:

- Beitrag des Faches zur Medienkompetenz
- Nutzung digitaler Medien im Unterricht

Aspekt: Hilfsmittel

Vereinbarungen:

- 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

Aspekt: Leistungsbewertung

Vereinbarungen:

- Grundsätze zur Leistungsbewertung und zur Gestaltung von Leistungsnachweisen

Aspekt: Überprüfung und Weiterentwicklung

Vereinbarungen:

- 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 Kompetenzbereiche (Fachwissen, Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden, Kommunikation, Bewertung und Reflexion) 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.

Grundsätze zur Beurteilung und Bewertung von Unterrichtsbeiträgen

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 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
- 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.

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

Leistungsnachweise

Leistungsnachweise umfassen Klassenarbeiten und zu Klassenarbeiten gleichwertige Leistungsnachweise. Tests gelten nicht als Leistungsnachweise.

Grundsätze für die Erstellung von Klassenarbeiten

- Gemäß den in diesen Fachanforderungen formulierten Zielen ist bei Leistungsnachweisen in Form von Klassenarbeiten zu gewährleisten, dass neben den inhaltsbezogenen Kompetenzen die drei prozessbezogenen Kompetenzen (Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden, Kommunikation, Bewertung und Reflexion) angemessen berücksichtigt werden.
- Die 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 nebeneinander stehen 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 Klassenarbeit auf erhöhtem Anforderungsniveau soll sich zunehmend auf mehrere zentrale Konzepte (Felder, Wellen, Quanten) beziehen.
- Bei der Formulierung der Aufgaben sind die vorgegebenen Operatoren zu verwenden.
- Die Klassenarbeit muss auch Operatoren enthalten, die Erläuterungen durch Texte in angemessenem Umfang verlangen.

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

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

Für Schülerinnen und Schüler, die im Fach Physik eine schriftliche Abiturprüfung ablegen werden, sollen Klassenarbeiten im Verlauf der Oberstufe 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 Klassenarbeiten in der Oberstufe werden per Erlass geregelt.

Korrektur und Rückgabe

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

Bewertung von Klassenarbeiten

In der Oberstufe 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 Klassenarbeiten neben der Verdeutlichung des fachlichen Verständnisses auch die Darstellung bedeutsam ist, muss diesem Sachverhalt bei der Leistungsbewertung hinreichend Rechnung getragen werden. Die Fachkonferenz konkretisiert diese Grundsätze für die Bewertung von Klassenarbeiten.

Gleichwertige Leistungsnachweise in der Oberstufe

Gleichwertige Leistungsnachweise orientieren sich am Arbeitsumfang einer Klassenarbeit (inklusive Vor- und Nachbereitung). Sie bieten noch stärker als Klassenarbeiten die Möglichkeit, die Anwendung der prozessbezogenen Kompetenzen zu fördern und zu fordern.

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

Im schulinternen Fachcurriculum ist zu konkretisieren, welche Ersatzleistungen neben 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 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 (KMK) nach Maßgabe dieser Bestimmungen. Grundlage für die Abiturprüfung sind die in den Fachanforderungen des Faches Physik beziehungsweise des Faches Naturwissenschaften der Sekundarstufe I und die in den Fachanforderungen des Faches Physik der Oberstufe beschriebenen Kompetenzerwartungen. Die Fachanforderungen legen auch mögliche Arten von Aufgaben und Kriterien für die Leistungsbewertung fest.

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

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 und der Methoden sowie an die Selbstständigkeit bei der Lösung der Aufgaben.

6.1 Die schriftliche Abiturprüfung

Eine Prüfungsaufgabe der schriftlichen Abiturprüfung ist die Gesamtheit dessen, was ein Prüfling zu bearbeiten hat. Sie erwächst aus dem Unterricht in der Oberstufe mit dem Schwerpunkt auf der Qualifikationsphase. Die Prüfungsaufgabe setzt sich aus unabhängig voneinander bearbeitbaren Aufgaben zusammen, die den gleichen Zeitumfang beanspruchen und in der Beurteilung gleich zu gewichten sind. Der Schwerpunkt jeder Aufgabe bezieht sich auf eines der in den Fachanforderungen genannten zentralen Konzepte Felder, Wellen und Quanten. Die Prüfungsaufgabe muss mindestens zwei der drei zentralen Konzepte zum Schwerpunkt haben.

Die Aufgaben können in Teilaufgaben gegliedert sein, die zueinander in Beziehung stehen sollen.

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

Im Zentrum der Aufgaben steht die Überprüfung des physikalischen Verständnisses. Die Aufgaben beziehen sich auf die in den Fachanforderungen beschriebenen inhaltsbezogenen Kompetenzen unter angemessener Berücksichtigung der prozessbezogenen Kompetenzbereiche, so dass physikalisches Arbeiten in der Oberstufe hinreichend erfasst wird.

Jede Aufgabe berücksichtigt alle drei Anforderungsbereiche. Bei der Formulierung der Aufgaben werden die angegebenen Operatoren verwendet.

Es sind unter anderem folgende Arten von Aufgaben möglich: Bearbeitung eines Schüler- oder Lehrerexperiments, das im Unterricht nicht behandelt wurde, Auswertung vorgelegten Materials, theoretische Anwendung erworbener Qualifikationen auf eine bisher nicht behandelte Problemstellung. Aufgaben, deren Lösung ausschließlich die Aufsatzform verlangt, sind nicht geeignet.

Für die Beurteilung der Prüfungsleistungen sind sowohl die rein formale Lösung als auch das zum Ausdruck gebrachte physikalische Verständnis maßgebend. 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 zentralen Konzepte Felder, Wellen und Quanten beziehen. Sie 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 bis auf höchstens eine Stunde 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. Bei der Beurteilung der Prüfungsleistung werden neben den fachlichen Kompetenzen auch die prozessbezogenen Kompetenzen bewertet. 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:

- Umfang und Qualität der nachgewiesenen physikalischen Kompetenzen,
- sachgerechte Gliederung und folgerichtiger Aufbau der Darstellung, Beherrschung der Fachsprache, Verständlichkeit der Darlegungen, adäquater Einsatz der Präsentationsmittel und die Fähigkeit, das Wesentliche herauszustellen,
- Verständnis für physikalische Probleme sowie die Fähigkeit, Zusammenhänge zu erkennen und darzustellen, physikalische Sachverhalte zu beurteilen, auf Fragen und Einwände einzugehen und gegebene Hilfen aufzugreifen,
- Kreativität, Reflexionsfähigkeit und Selbstständigkeit im Prüfungsverlauf.

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 und kann Inhalte und Methoden, die durch die anderen Fächer im Profil bereitgestellt werden, enthalten, soweit sie Gegenstand des Prüfungsfaches geworden sind. 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,

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

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

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

IV Anhang

Operatoren im Fach Physik

Im Folgenden werden Operatoren erläutert, die im Fach Physik verwendet werden. Diese Operatoren können hinsichtlich ihrer Bedeutung durch Zusätze (zum Beispiel „rechnerisch“ oder „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“).

- **ableiten:** auf der Grundlage von Erkenntnissen sachgerechte Schlüsse ziehen
- **abschätzen:** durch begründete Überlegungen Größenordnungen angeben
- **analysieren:** systematische Untersuchung eines Sachverhaltes, bei der dessen Merkmale, seine Bestandteile und deren Beziehungen zueinander erfasst und dargestellt werden
- **anwenden:** einen bekannten Zusammenhang oder eine bekannte Methode auf einen anderen Sachverhalt beziehen
- **aufbauen** (Experimente): Objekte und Geräte zielgerichtet anordnen und kombinieren
- **aufstellen / entwickeln von Hypothesen:** begründete Vermutung auf der Grundlage von Beobachtungen, Untersuchungen, Experimenten oder Aussagen formulieren
- **auswerten:** Daten, Einzelergebnisse oder andere Elemente in einen Zusammenhang stellen, gegebenenfalls zu einer Gesamtaussage zusammenführen und Schlussfolgerungen ziehen

- **begründen:** Sachverhalte auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten oder kausale Zusammenhänge zurückführen
- **beschreiben:** Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und fachsprachlich richtig mit eigenen Worten wiedergeben
- **bestimmen:** einen Lösungsweg darstellen und das Ergebnis formulieren
- **beurteilen:** zu einem Sachverhalt ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen
- **beweisen:** mit Hilfe von sachlichen Argumenten durch logisches Herleiten eine Behauptung / Aussage bestätigen beziehungsweise widerlegen
- **bewerten:** Sachverhalte, Gegenstände, Methoden, Ergebnisse etc. an Beurteilungskriterien oder Normen und Werten messen
- **darstellen:** Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden etc. strukturiert und gegebenenfalls fachsprachlich wiedergeben
- **diskutieren:** Im Zusammenhang mit Sachverhalten, Aussagen oder Thesen unterschiedliche Positionen oder Pro- und Contra-Argumente einander gegenüberstellen und abwägen
- **dokumentieren:** alle notwendigen Erklärungen, Herleitungen und Skizzen darstellen
- **durchführen (experimentell):** eine vorgegebene oder eigene Experimentieranleitung umsetzen
- **erklären:** einen Sachverhalt mit Hilfe eigener Kenntnisse in einen Zusammenhang einordnen sowie ihn nachvollziehbar und verständlich machen
- **erläutern:** einen Sachverhalt durch zusätzliche Informationen veranschaulichen und verständlich machen
- **ermitteln:** einen Zusammenhang oder eine Lösung finden und das Ergebnis formulieren
- **herleiten:** aus Größengleichungen durch mathematische Operationen eine physikalische Größe freistellen und dabei wesentliche Lösungsschritte kommentieren
- **interpretieren / deuten:** Sachverhalte und Zusammenhänge im Hinblick auf Erklärungsmöglichkeiten herausarbeiten
- **klassifizieren / ordnen:** Begriffe, Gegenstände etc. auf der Grundlage bestimmter Merkmale systematisch einteilen

Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I/Sekundarstufe II

- **nennen / angeben:** Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten, Fakten ohne Erläuterung wiedergeben
- **planen:** zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranordnung finden und eine Experimentieranleitung erstellen
- **protokollieren:** Ablauf, Beobachtungen und Ergebnisse sowie gegebenenfalls Auswertung (Ergebnisprotokoll, Verlaufsprotokoll) in fachtypischer Weise wiedergeben
- **skizzieren:** Sachverhalte, Objekte, Strukturen oder Ergebnisse auf das Wesentliche reduzieren und diese grafisch oder schriftlich übersichtlich darstellen
- **Stellung nehmen:** zu einem Gegenstand, der an sich nicht eindeutig ist, nach kritischer Prüfung und sorgfältiger Abwägung ein begründetes Urteil abgeben
- **überprüfen / prüfen / testen:** Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik messen und gegebenenfalls Widersprüche aufdecken
- **untersuchen:** Sachverhalte / Objekte erkunden, Merkmale und Zusammenhänge herausarbeiten
- **verallgemeinern:** aus einem erkannten Sachverhalt eine erweiterte Aussage treffen
- **vergleichen:** Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Sachverhalten, Objekten, Lebewesen und Vorgängen ermitteln
- **zeichnen:** eine exakte Darstellung beobachtbarer oder gegebener Strukturen anfertigen
- **zusammenfassen:** das Wesentliche in konzentrierter Form wiedergeben