



Schleswig-Holstein
Ministerium für Schule
und Berufsbildung

Fachanforderungen Physik

Allgemein bildende Schulen
Sekundarstufe I - Gymnasien
Sekundarstufe II

Impressum

Herausgeber: Ministerium für Schule und Berufsbildung des Landes Schleswig-Holstein

Postfach 7124, 24171 Kiel

Kontakt: pressestelle@bimi.landsh.de

Layout: Stamp Media im Medienhaus Kiel, Ringstraße 19, 24114 Kiel, www.stamp-media.de

Druck: Schmidt & Klaunig im Medienhaus Kiel, Ringstraße 19, 24114 Kiel, www.schmidt-klaunig.de

Kiel, Juli 2016

Die Landesregierung im Internet: www.schleswig-holstein.de

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

Sie darf weder von Parteien noch von Personen, die Wahlwerbung oder Wahlhilfe betreiben, im Wahlkampf zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Fachanforderungen Physik

Allgemein bildende Schulen

Sekundarstufe I - Gymnasien

Sekundarstufe II

Inhalt

I Allgemeiner Teil	6
1 Geltungsbereich und Regelungsgehalt	6
2 Lernen und Unterricht	7
2.1 Kompetenzorientierung.....	7
2.2 Auseinandersetzung mit Kernproblemen des gesellschaftlichen Lebens.....	8
2.3 Leitbild Unterricht.....	8
2.4 Aufgabenfelder von besonderer Bedeutung.....	8
3 Grundsätze der Leistungsbewertung	10
II Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I Gymnasien	12
1 Das Fach Physik in der Sekundarstufe I	12
1.1 Grundlagen und Lernausgangslage	12
1.2 Der Beitrag des Faches zur allgemeinen und fachlichen Bildung	12
1.3 Didaktische Leitlinien	13
1.4 Anforderungsbereiche.....	15
2 Kompetenzbereiche	16
2.1 Die prozessbezogenen Kompetenzen.....	16
2.1.1 Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung	17
2.1.2 Kompetenzbereich Kommunikation	18
2.1.3 Kompetenzbereich Bewertung	20
2.2 Die inhaltsbezogenen Kompetenzen.....	20
2.2.1 Die Basiskonzepte der Physik.....	20
2.2.2 Die Sachgebiete der Physik.....	23
3 Themen und Inhalte des Unterrichts	35
4 Schulinternes Fachcurriculum	36
5 Leistungsbewertung	37

III Fachanforderungen Physik Sekundarstufe II	38
1 Das Fach Physik in der Oberstufe an Gymnasien und Gemeinschaftsschulen	38
1.1 Grundlagen und Lernausgangslage	38
1.2 Der Beitrag des Faches zur allgemeinen und fachlichen Bildung	38
1.3 Didaktische Leitlinien	39
1.4 Anforderungsniveaus und Anforderungsbereiche.....	39
2 Kompetenzbereiche	41
2.1 Die prozessbezogenen Kompetenzen.....	41
2.1.1 Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden	42
2.1.2 Kompetenzbereich Kommunikation	44
2.1.3 Kompetenzbereich Bewertung und Reflexion.....	45
2.2 Die inhaltsbezogenen Kompetenzen.....	46
3 Themen und Inhalte des Unterrichts	56
4 Schulinternes Fachcurriculum	57
5 Leistungsbewertung	58
6 Die Abiturprüfung	60
6.1 Die schriftliche Abiturprüfung.....	60
6.2 Die mündliche Abiturprüfung.....	60
6.3 Die Präsentationsprüfung	61
6.4 Die besondere Lernleistung.....	61
IV Anhang	62
Operatoren im Fach Physik.....	62

I Allgemeiner Teil

1 Geltungsbereich und Regelungsgehalt

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

Die Fachanforderungen sind in einen 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.

In der Sekundarstufe II zielt der Unterricht auf eine vertiefte Allgemeinbildung, die Vermittlung wissenschaftspropädeutischer Grundlagen und auf das Erreichen der allgemeinen Berufs- und Studierfähigkeit. 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 Klassenstufe 11.

Vorgaben der Fachanforderungen

Die Fachanforderungen beschreiben die didaktischen Grundlagen der jeweiligen Fächer und den spezifischen Beitrag der Fächer zur allgemeinen und fachlichen Bildung. Darauf aufbauend legen sie fest, was Schülerinnen und Schüler jeweils am Ende der Sekundarstufe I beziehungsweise am Ende der Sekundarstufe II wissen

und können sollen. Aus diesem Grund sind die Fachanforderungen abschlussbezogen formuliert. Die fachlichen Anforderungen werden als Kompetenz- beziehungsweise Leistungserwartungen beschrieben und mit Inhalten verknüpft.

Der Unterricht in der Sekundarstufe I am Gymnasium zielt auf einen erfolgreichen Übergang in die Oberstufe.

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

Die Lehrkräfte gestalten den Unterricht und die damit verbundene Unterstützung der Persönlichkeitsentwicklung in eigener pädagogischer Verantwortung. Sie berücksichtigen bei der konkreten Ausgestaltung der Fachanforderungen die Beschlüsse der Schulkonferenz zu Grundsatzfragen und dabei insbesondere die Beschlüsse der Fachkonferenz zur Abstimmung des schulinternen Fachcurriculums. Mit ihren Vorgaben bilden die Fachanforderungen den Rahmen für die Fachkonferenzarbeit in den Schulen. Innerhalb dieser Rahmenvorgaben besitzen die Schulen und auch die Fachkonferenzen Gestaltungsfreiheit bezüglich der Umsetzung der Kontingenzstundentafel, der Lern- und Unterrichtsorganisation, der pädagogisch-didaktischen Konzepte 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 sozio-kulturellen 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 Gleichberechtigungsggebots, Wertschätzung gesellschaftlicher Vielfalt
- Partizipation: Recht aller Menschen zur verantwortungsvollen Mit-Gestaltung ihrer sozio-kulturellen, 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.

- **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 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 reflektieren und dabei erkennen, dass Medien (zum Beispiel Nachrichten, Zeitungen, Bücher, Filme) immer nur eine Interpretation, eine Lesart von Wirklichkeit bieten, und sie sollen sich bewusst werden, dass ihr vermeintlich eigenes Bild von Wirklichkeit durch die Medien (mit-)bestimmt wird.
- **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 (vgl. Verordnung).

- Werden Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf entsprechend den Anforderungen der allgemein bildenden Schule unterrichtet, hat die Schule der Beeinträchtigung angemessen Rechnung zu tragen (Nachteilsausgleich). Dies gilt ebenso für Schülerinnen und Schüler, die vorübergehend an der Teilnahme am Unterricht beeinträchtigt sind (vgl. Verordnung).
- Bei Schülerinnen und Schülern, deren Zweitsprache Deutsch ist, kann die Schule wegen zu geringer Deutschkenntnisse auf eine Leistungsbewertung in bestimmten Fächern verzichten (vgl. Verordnung).
- Besonderen Schwierigkeiten im Lesen und Rechtschreiben wird durch Ausgleichs- und Fördermaßnahmen gemäß Erlass begegnet.

Leistungsbewertung im Zeugnis

Die Leistungsbewertung im Zeugnis ist das Ergebnis einer sowohl fachlichen als auch pädagogischen Abwägung der erbrachten Unterrichtsbeiträge und gegebenenfalls Leistungsnachweise.

Es ist sicherzustellen, dass die Bewertung für die Unterrichtsbeiträge auf einer ausreichenden Zahl unterschiedlicher Formen von Unterrichtsbeiträgen beruht. Bei der Gesamtbewertung hat der Bereich der Unterrichtsbeiträge ein stärkeres Gewicht als der Bereich der Leistungsnachweise.

Fachspezifische Hinweise zur Leistungsbewertung werden in den Fachanforderungen ausgeführt.

Vergleichsarbeiten

Vergleichsarbeiten in den Kernfächern sind länderübergreifend konzipiert und an den KMK- Bildungsstandards orientiert. Die Ergebnisse geben Aufschluss darüber, ob und inwieweit Schülerinnen und Schüler die in den Bildungsstandards formulierten Leistungserwartungen erfüllen.

Vergleichsarbeiten dienen in erster Linie der Selbstevaluation der Schule. Sie ermöglichen die Identifikation von Stärken und Entwicklungsbedarfen von Lerngruppen. Die Ergebnisse der Vergleichsarbeiten werden schulintern ausgewertet. Die Auswertungen sind Ausgangspunkt für Strategien und Maßnahmen der Unterrichtsentwicklung.

Vergleichsarbeiten gehen nicht in die Leistungsbewertung der einzelnen Schülerinnen und Schüler ein. Die Teilnahme an den Vergleichsarbeiten ist per Erlass geregelt.

Zentrale Abschlussprüfungen

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

II Fachanforderungen Physik Sekundarstufe I Gymnasien

1 Das Fach Physik in der Sekundarstufe I

1.1 Grundlagen und Lernausgangslage

Die vorliegenden Fachanforderungen formulieren abschlussbezogenen Kompetenzerwartungen für den Physikunterricht in der Sekundarstufe I am Gymnasium. 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 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. Die meisten Schulen beginnen mit dem Physikunterricht in der Klassenstufe 6. Erfahrungen in Schleswig-Holstein wie in anderen Bundesländern belegen, dass sich der

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

1.2 Der Beitrag des Faches zur allgemeinen und fachlichen Bildung

Naturwissenschaftliche Erkenntnisse stellen eine bedeutende kulturelle Errungenschaft dar und prägen maßgeblich viele Bereiche unserer Gesellschaft. Die naturwissenschaftlich-technische Entwicklung birgt Chancen und Risiken, für deren Bewertung ein Verständnis der Physik, ihrer zentralen Theorien und Erkenntnisse sowie der typischen Arbeitsmethoden und Denkstrukturen unverzichtbar ist. Der Physikunterricht leistet damit einen wesentlichen Beitrag zur Allgemeinbildung.

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

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

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

1.3 Didaktische Leitlinien

Die Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss im Fach Physik fordern den kumulativen Aufbau von Kompetenzen in vier Bereichen: Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung. Die Fachanforderungen formulieren dazu verbindliche Grundsätze für den Unterricht, weisen gleichermaßen verbindlich Kerninhalte aus und zeigen den notwendigen und den zulässigen Gestaltungsrahmen für Konkretisierungen auf, die im schulinternen Fachcurriculum formuliert werden müssen.

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

Vorwissen

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

Basiskonzepte

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

Handlungsorientierung

Für einen systematischen Aufbau physikalischer Kompetenz darf im Unterricht nicht alleine auf die Vermittlung einer breiten, gut vernetzten Wissensbasis innerhalb der Sachgebiete und über die Sachgebiete hinweg fokussiert werden. Vielmehr muss die Vermittlung einer solchen Wissensbasis kombiniert werden mit dem Erwerb der Schülerinnen und Schüler von Fähigkeiten und Fertigkeiten, die sie zur Gewinnung eigener Erkenntnisse sowie zur Bewertung und Kommunikation von Erkenntnissen befähigen. Nur wenn Schülerinnen und Schüler wiederholt und in unterschiedlichen Kontexten die Gelegenheit bekommen, physikalische Erkenntnisse selbst zu gewinnen, sowie selbst oder von anderen gewonnene Erkenntnisse zu bewerten und zu kommunizieren, können sie die in der Sekundarstufe I angestrebten Kompetenzen aufbauen. Entsprechend ist bei der Gestaltung von Lerngelegenheiten zu berücksichtigen, dass die Schülerinnen und Schüler nicht nur ihre Fähigkeiten und Fertigkeiten nutzen, um ihr Wissen auszubauen und zu vertiefen, sondern umgekehrt auch ihr Wissen nutzen, um ihre Fähigkeiten und Fertigkeiten auszubauen und zu vertiefen.

Kontextorientierung

Kompetenz drückt sich in der Fähigkeit aus, das erworbene Wissen und die erworbenen Fähigkeiten und Fertigkeiten zur erfolgreichen Bewältigung von Aufgaben oder Problemstellungen in unterschiedlichen Situationen nutzen zu können. Beim Aufbau von Kompetenz kommt der Auswahl

von Kontexten eine zentrale Rolle zu. Kontexte können nicht nur Interesse wecken und zum Lernen motivieren. Sie bieten insbesondere die Möglichkeit der Verknüpfung unterschiedlicher Inhalte oder sogar ganzer Sachgebiete der Physik und die Gelegenheit für fächerübergreifendes Arbeiten. Sie unterstützen damit den Aufbau eines vernetzten Wissens und vielfältig einsetzbarer Fähigkeiten und Fertigkeiten. Dies trifft für innerphysikalische und naturwissenschaftlich-technische Kontexte ebenso zu wie für Alltagskontexte. Wichtig sind die Variation der Kontexte und eine zielgerechte Auswahl. Die Kontexte müssen einen authentischen Rahmen für den Erwerb des jeweiligen Wissens beziehungsweise der jeweiligen Fähigkeiten und Fertigkeiten bieten. Im Verlauf des Unterrichts müssen die im Kontext präsentierten Phänomene oder Probleme unbedingt erklärt beziehungsweise gelöst werden.

Experimente

Das Experiment hat im Physikunterricht zwei zentrale Funktionen: Es ist Medium und Methode. Als Medium dient es der Vermittlung physikalischen Wissens. Dabei kann das Wissen über das Experiment selbst im Vordergrund stehen oder das Experiment Anlass zur Erarbeitung neuen Wissens sein. Gerade zur Explikation des Vorwissens der Schülerinnen und Schüler, speziell deren Alltagsvorstellungen, eignen sich Experimente in besonderer Weise. Gleichzeitig ist das Experiment aber auch die zentrale Methode der Erkenntnisgewinnung in der Physik. Es gilt daher, sowohl in Lehrer- als auch Schülerexperimenten Fähigkeiten im Bereich der Formulierung von Fragestellungen und Hypothesen, der Durchführung entsprechender Experimente zur Prüfung der Hypothesen sowie der Auswertung von Daten und des Ziehens von Schlussfolgerungen zu vermitteln. Wichtig ist dabei die sinnvolle Einbindung des Experiments in den Unterricht, unter anderem durch eine systematische Vor- und Nachbereitung gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern.

Fachsprache

Die Beherrschung einer angemessenen Fachsprache ist ein wesentliches Merkmal physikalischer Kompetenz. Dies schließt sowohl das Verstehen einschlägiger Darstellungen physikalischer Sachverhalte ein als auch die Fähigkeit, physikalische Sachverhalte fachsprachlich angemessen

ausdrücken zu können. Der Physikunterricht muss die Schülerinnen und Schüler dabei unterstützen, die Fachsprache zu erlernen. Er baut dabei auf den vorhandenen Sprachfähigkeiten auf: Zunächst sollten die Schülerinnen und Schüler sich auch in ihrer Alltagssprache ausdrücken dürfen, um einen Zugang zum Phänomen beziehungsweise dem Problem und den physikalischen Fachbegriffen, Ausdrucksweisen und Darstellungsformen zu erhalten. Im weiteren Verlauf des Unterrichts muss den Schülerinnen und Schülern immer wieder Gelegenheit gegeben werden, Fachsprache einzusetzen, sowohl durch Zuhören und Lesen als auch durch Sprechen und Schreiben. Fachsprache beinhaltet dabei auch die verschiedenen Darstellungsformen, das heißt neben der gesprochenen Sprache auch mathematische Gleichungen und Rechnungen, Diagramme oder graphische Darstellungen.

Modellierung

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

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

und ist kein Selbstzweck. Ein höherer Grad an Mathematisierung bietet die Möglichkeit zur individuellen Förderung leistungstärkerer Schülerinnen und Schüler.

Der didaktisch begründete Einsatz computergestützter Werkzeuge zur mathematischen Modellbildung und Berechnung von Größen – zum Beispiel Tabellenkalkulationen, dynamische Geometriesysteme, Computeralgebrasysteme – erleichtert es, den Schwerpunkt des Unterrichts bei physikalischen Sachverhalten zu belassen. Dazu ist eine enge Abstimmung mit der Mathematikfachschaft 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 Anforderungsbereiche

Für die Gestaltung des Unterrichts, die Erstellung von Aufgaben und die Leistungsbewertung sind die folgenden Anforderungsbereiche der Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss im Fach Physik 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 muss jeder Schülerin und jedem Schüler in angemessenem Umfang Gelegenheit gegeben werden, Leistungen in allen drei Anforderungsbereichen zu erbringen.

2 Kompetenzbereiche

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

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

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

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

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

2.1 Die prozessbezogenen Kompetenzen

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

Die Bewältigung naturwissenschaftlicher Probleme erfordert das permanente Zusammenspiel von prozessbezogenen und inhaltsbezogenen Kompetenzen. Die 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 werden in einer Form erwartet, die dem jeweiligen Entwicklungsstand der Schülerinnen und Schüler entspricht.

2.1.1 Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

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

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

2.1.2 Kompetenzbereich Kommunikation

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

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

2.1.3 Kompetenzbereich Bewertung

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

2.2 Die inhaltsbezogenen Kompetenzen

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

2.2.1 Die Basiskonzepte der Physik

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

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 Sachgebieten 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 Randbedin-

gungen 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.

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

2 Kompetenzbereiche

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 Hil-

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

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

Basiskonzept System

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

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

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

Basiskonzept Wechselwirkung

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

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

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

2.2.2 Die Sachgebiete der Physik

Ein um die Basiskonzepte der Physik strukturiertes, vernetztes Fachwissen bildet die Grundlage für die Entwicklung physikalischer Kompetenz. Ein vernetztes Fachwissen ermöglicht es den Schülerinnen und Schülern, dieses in unterschiedlichen Kontexten zur Erklärung von Phänomenen oder zur Lösung von Problemen einzusetzen. Dies manifestiert sich in inhaltsbezogenen Kompetenzen. Dieser Abschnitt benennt, gegliedert nach Sachgebieten, inhaltsbezogene Kompetenzen, die charakteristisch für die Verfügbarkeit eines vernetzten Wissens und die Fähigkeit zur Anwendung desselben über die Sachgebiete der Physik hinweg sind.

Es wird auf eine Zuordnung der Inhalte auf Jahrgangsstufen sowie auf Vorgaben zum zeitlichen Umfang von Unterrichtseinheiten verzichtet. Die Zuordnung erfolgt im Rahmen der Kontingenzstundentafel im schulinternen Fachcurriculum, so dass Schwerpunktsetzungen im Rahmen der Eigenständigkeit der Schulen möglich sind. Im Vordergrund steht der kumulative Kompetenzaufbau, hier schwerpunktmäßig nach inhaltsbezogenen Kompetenzen innerhalb der Sachgebiete formuliert. Die Sachgebiete

werden durch die Ausweisung verbindlicher Inhalte und mit ihnen verbundener Kompetenzen konkretisiert.

Aufbau der Tabellen zu den einzelnen Sachgebieten

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

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

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

Energie

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Schülerinnen und Schüler ...		
Qualitativer Energiebegriff		
<ul style="list-style-type: none"> • ordnen Alltagsbeispielen darin auftretende Energieformen zu. • beschreiben und analysieren Vorgänge, in denen Energie umgewandelt wird. • nennen Beispiele, an denen deutlich wird, dass bei der Nutzung von Energie nicht die gesamte vorhandene Energie genutzt werden kann. • erklären den Wechsel des Aggregatzustandes mit der Zufuhr oder dem Entzug von Energie. 	<ul style="list-style-type: none"> • Energieformen: Lageenergie, Spannenergie, Bewegungsenergie, elektrische Energie, chemische Energie, thermische Energie, Strahlungsenergie • Energieumwandlungen • Energieerhaltung • Aggregatzustände 	<p>Es wird empfohlen, diese Einheit zum qualitativen Energiebegriff zu Beginn des Physikunterrichts durchzuführen, um frühzeitig tragfähige Vorstellungen zu verankern, denn die Schülerinnen und Schüler kommen in der Regel schon mit einem rudimentären, aber teils sehr unterschiedlichen Verständnis des Energiebegriffs an das Gymnasium.</p> <p>Auf die besondere Rolle der Sonne als Energiequelle ist einzugehen.</p>
Quantitativer Energiebegriff		
<ul style="list-style-type: none"> • analysieren im Sachzusammenhang vorhandene Energieformen und deren Umwandlung. • beschreiben Möglichkeiten des Energietransports. • berücksichtigen in ihren Analysen und Rechnungen den Energieerhaltungssatz. • unterscheiden zwischen Energie und Leistung. • berechnen Energie, Leistung und beteiligte Größen wie zum Beispiel Geschwindigkeit, Höhe, Masse, elektrische Spannung, Stromstärke, Temperatur und Zeit. 	<ul style="list-style-type: none"> • Energieformen: potentielle Energie, kinetische Energie, elektrische Energie, thermische Energie • Energietransport • Energieerhaltung • Energieentwertung • Leistung 	<p>Es ist nicht intendiert, die aufgeführten Inhalte als zusammenhängende Einheit zu unterrichten, vielmehr wird empfohlen, die Inhalte im Rahmen der anderen Sachgebiete zu nutzen, um einen vernetzten Energiebegriff im Sinne eines Basiskonzepts aufzubauen.</p>
<i>Fortführung der Tabelle »</i>		

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Schülerinnen und Schüler ...		
Herausforderungen der Energieversorgung		
<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen und bewerten unterschiedliche Arten der Energieversorgung. • berücksichtigen bei Energieumwandlungen den Wirkungsgrad. • beschreiben die Prozesse bei der Umwandlung von solarer Energie in technischen Anlagen. • analysieren die Probleme beim Transport und der Speicherung von Energie. • entwickeln Verhaltensregeln und Maßnahmen zum verantwortungsbewussten Umgang mit Energie. • beschreiben die Mechanismen, die zum Treibhauseffekt führen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Energieversorgung: Umwandlung, Transport und Speicherung von Energie • Probleme der Energieversorgung: Treibhauseffekt, Gewinnung, Transport und Speicherung nutzbarer Energie • Ansätze zur Problemlösung: verantwortungsvoller Umgang mit Energie und Nutzung regenerativer Energien 	<p>Bei diesem Thema bietet sich anstelle einer fachlichen Strukturierung eine Kontextorientierung in besonderem Maße an.</p>

Elektrizitätslehre

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Schülerinnen und Schüler ...		
Einfache elektrische Stromkreise		
<ul style="list-style-type: none"> • berücksichtigen die Gefahren beim Umgang mit elektrischem Strom. • untersuchen die Leitfähigkeit von Stoffen. • beschreiben die Funktion der Elemente eines elektrischen Stromkreises. • bauen Schaltungen nach vorgegebenen Schaltplänen auf beziehungsweise zeichnen Schaltpläne zu einem vorgegebenen Aufbau. • erklären die Knotenregel qualitativ mithilfe von Analogien. • entwickeln und erproben Schaltungen zu Situationen aus dem Alltag. • unterscheiden zwischen dem Transport von Elektrizität und von Energie. 	<ul style="list-style-type: none"> • elektrische Sicherheit • Leiter, Isolatoren • Schaltzeichen und Schaltpläne • Reihen- und Parallelschaltung • Und- und Oder-Schaltung mit Schaltern • Elektrizitäts- und Energietransport • Knotenregel 	<p>Die Wechselschaltung kann zur Differenzierung verwendet werden.</p> <p>Elektrizitäts- und Energietransport sollten schon früh unterschieden werden.</p> <p>Die Knotenregel ist bei der Einführung zum elektrischen Stromkreis nur argumentativ zu behandeln.</p> <p>Eine Abschätzung der Stromstärke sollte zunächst nur qualitativ erfolgen, zum Beispiel über die Helligkeit von gleichen Glühlampen.</p>
Stromstärke und Spannung		
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben, dass elektrische Ströme einen Antrieb benötigen und durch Widerstände gehemmt werden. • messen Stromstärke und Spannung. • berechnen Spannung, Stromstärke, Energie und Leistung in elektrischen Stromkreisen. • beurteilen die Gefahren beim Umgang mit elektrischem Strom. • erklären den elektrischen Strom als Transport von elektrischen Ladungen. • beschreiben das Verhalten von Schaltungen mithilfe von Stromstärke, Spannung und Widerstand. • erläutern die Knoten- und Maschenregel. 	<ul style="list-style-type: none"> • elektrische Stromstärke • elektrische Spannung • elektrische Energie und Leistung • elektrische Ladung • Knoten- und Maschenregel • Ohm'sches Gesetz • Drähte als Widerstände • Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen 	<p>Zur Vorbereitung des Ladungsbegriffs ist zum Beispiel ein Zugang über die Elektrostatik oder über Elektronenröhren möglich.</p> <p>Analogien und Modelle zur Erläuterung der Knoten- und Maschenregel können hilfreich sein.</p> <p>Die Berechnung komplexer Widerstandsnetze ist nicht gefordert.</p> <p>Aufgrund ihrer hohen Verbreitung sollten auch Schaltungen mit Leuchtdioden untersucht werden, wobei die Erklärung der Vorgänge im Innern der Dioden nicht erwartet wird.</p>

Magnetismus

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

Optik

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

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

Mechanik

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Schülerinnen und Schüler ...		
Geschwindigkeit		
<ul style="list-style-type: none"> • bestimmen Geschwindigkeiten, indem sie Strecke und Zeit messen. • vergleichen Geschwindigkeitsangaben miteinander. • bestimmen mithilfe der Durchschnittsgeschwindigkeit zurückgelegte Wege. • analysieren Bewegungsabläufe anhand von Daten in verschiedenen Darstellungsformen. • wechseln situationsgerecht zwischen verschiedenen Darstellungsformen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Geschwindigkeit und ihre Einheiten • Geschwindigkeit als gerichtete Größe • Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit • Schall- und Lichtgeschwindigkeit • Darstellungsformen von Bewegungen: Formel, Zeit-Weg-Diagramm, Wertetabelle, Text 	Der Begriff der Momentangeschwindigkeit soll ohne exakte mathematische Herleitung eingeführt werden.
Statische Kräfte		
<ul style="list-style-type: none"> • planen Experimente zur Messung von Kräften mit Federn. • berechnen Gewichtskräfte aus Masse und Ortsfaktor. • berücksichtigen situativ die Richtung und den Betrag einer Kraft. • skizzieren das Zusammenspiel von mehreren Kräften, die auf einen Körper wirken. • beschreiben Beispiele, anhand derer das Wechselwirkungsprinzip deutlich wird. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kraft als gerichtete Größe • Hooke'sches Gesetz • Masse und Gewichtskraft • Kräfteaddition • Wechselwirkungsprinzip 	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).
<i>Fortführung der Tabelle »</i>		

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Schülerinnen und Schüler ...		
Dichte und Druck		
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Zusammenhang zwischen Masse, Dichte und Volumen. • bestimmen Massen und Volumina und berechnen damit Dichten. • schätzen Massen mithilfe von Volumen und Dichte ab. • überprüfen experimentell das Verhalten von Körpern in ruhenden Flüssigkeiten. • erklären Phänomene und Experimente mit Hilfe des Drucks. • erklären die Entstehung des Schwerdrucks in der Atmosphäre und in Flüssigkeiten. 	<ul style="list-style-type: none"> • Masse, Dichte, Volumen • Vergleich der (mittleren) Dichten von Körpern und Flüssigkeiten • Druck 	<p>Bei diesem Thema bietet sich anstelle einer fachlichen Strukturierung eine Kontextorientierung (Schwimmen, Schweben und Sinken) in besonderem Maße an.</p> <p>Eine Behandlung des Drucks, die über statische Situationen hinausgeht, ist nicht verbindlich vorgesehen.</p>
Beschleunigte Bewegungen		
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Beschleunigungsvorgänge aus dem Alltag. • erstellen und analysieren Zeit-Weg- und Zeit-Geschwindigkeits-Diagramme. • führen Geschwindigkeitsänderungen auf das Wirken von Kräften zurück. • wenden das Trägheitsprinzip zur Beschreibung und Erklärung einfacher Alltagssituationen an. • erklären die Abnahme der Geschwindigkeit von Fahrzeugen mit Reibungskräften. 	<ul style="list-style-type: none"> • gleichförmige und beschleunigte Bewegungen • Trägheitsprinzip • Kraft als Ursache für Geschwindigkeitsänderung • Reibungskräfte 	<p>Es ist in dieser Unterrichtseinheit zu beachten, dass eine quantitative Analyse beschleunigter Bewegungen der Sekundarstufe II vorbehalten ist. Der Schwerpunkt liegt somit auf der qualitativen Analyse und Interpretation von beschleunigten Bewegungen sowie auf der Kraft als Ursache solcher Bewegungen.</p>

Wärme

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

Atom- und Kernphysik

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

2 Kompetenzbereiche

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

3 Themen und Inhalte des Unterrichts

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 den Jahrgangsstufen 6 bis 9 (in G8), so sind die im Block I genannten Themen bis zum Ende der Jahrgangsstufe 7 zu behandeln.

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

4 Schulinternes Fachcurriculum

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

Im schulinternen Fachcurriculum 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.

Beschlüsse zum schulinternen Fachcurriculum Sekundarstufe I	
Aspekte	Vereinbarungen
Unterrichtseinheiten	<ul style="list-style-type: none"> • Reihenfolge, Zeitpunkt, Dauer und Umfang von Unterrichtseinheiten • Beitrag der jeweiligen Unterrichtseinheit zum Aufbau der prozessbezogenen Kompetenzen • Fächer- und themenübergreifendes Arbeiten • verbindlich einzuführende Formeln • Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte • Festlegung zentraler Experimente
Fachsprache	<ul style="list-style-type: none"> • einheitliche Verwendung anschlussfähiger Bezeichnungen, Begriffe und formaler Notationen • Möglichkeiten der durchgängigen Sprachbildung
Fördern und Fordern	<ul style="list-style-type: none"> • Fördermaßnahmen für besonders begabte Schülerinnen und Schüler sowie für Schülerinnen und Schüler, die Unterstützung bei der Erfüllung der Leistungsanforderungen benötigen • Fördermaßnahmen für Schülerinnen und Schüler mit unterschiedlichen Fähigkeiten und Interessen
Medien, Lehr- und Lernmaterial	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzung von Lehr- und Lernmaterial, Experimentiergeräten und Medien • Einbindung von digitalen Medien in den Unterricht
Hilfsmittel	<ul style="list-style-type: none"> • Anschaffung und Nutzung einer zugelassenen Formelsammlung und eines zugelassenen wissenschaftlichen Taschenrechners in Absprache mit den anderen Fachschaften
Leistungsbewertung	<ul style="list-style-type: none"> • Grundsätze zur Leistungsbewertung
Überprüfung und Weiterentwicklung	<ul style="list-style-type: none"> • Maßnahmen zur Überprüfung 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 in der Sekundarstufe I nach dem Klassenarbeitserschluss ausschließlich Unterrichtsbeiträge zugrunde gelegt. Klassenarbeiten werden nicht geschrieben.

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

- Tests (Tests dürfen eine Dauer von 20 Minuten nicht überschreiten.)

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.

III Fachanforderungen Physik Sekundarstufe II

1 Das Fach Physik in der Oberstufe an Gymnasien und Gemeinschaftsschulen

1.1 Grundlagen und Lernausgangslage

Die vorliegenden Fachanforderungen formulieren abschlussbezogenen Kompetenzerwartungen für den Physikunterricht in der Sekundarstufe II an Gymnasien und 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 der Gymnasien beziehungsweise den durch die Fachanforderungen Naturwissenschaften der Gemeinschaftsschulen 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 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 Kulturrministerkonferenz (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 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 erbringen.

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 Die prozessbezogenen 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 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 grau unterlegt). 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 wissenschaftspräpädeutischen 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)	
Die Schülerinnen und Schüler ...	
Fragestellungen entwickeln und Idealisierungen vornehmen	<ul style="list-style-type: none"> • führen beobachtete Phänomene und Vorgänge auf bekannte physikalische Zusammenhänge zurück und entwickeln daraus problembezogene Fragen auf der Basis des jeweiligen Vorwissens. <li style="background-color: #e0e0e0;">• 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	<ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden zu einer gegebenen Fragestellung und in Experimenten relevante von nicht relevanten Einflussgrößen. • unterscheiden zwischen abhängigen und unabhängigen Variablen.
Hypothesen formulieren	<ul style="list-style-type: none"> • formulieren zu einer gegebenen Frage eine Hypothese. • formulieren Hypothesen und Gegenhypothesen. <li style="background-color: #e0e0e0;">• formulieren Hypothesen in Zusammenhängen mit mehr als zwei Variablen so, dass diese kontrolliert untersucht werden können.
Experimente und Untersuchungen planen und durchführen	<ul style="list-style-type: none"> • wählen Experimente und Untersuchungen aus, die der Hypothese angemessen sind und die interpretierbare Ergebnisse liefern. • planen aufbauend auf einer Hypothese die Experimente beziehungsweise Untersuchungen. • wählen Messverfahren begründet aus. • fertigen Versuchsbeschreibungen und Zeichnungen von Versuchsaufbauten an. • führen qualitative und quantitative Experimente und Untersuchungen (auch mit digitalen Messverfahren) durch und dokumentieren die Ergebnisse. <li style="background-color: #e0e0e0;">• führen Experimente mit computergestützten Messverfahren durch. • nutzen Materialien und Messgeräte sachgerecht unter Berücksichtigung der Sicherheitshinweise. <li style="background-color: #e0e0e0;">• kennen die Funktionen eines Experiments (Phänomenbeobachtung; Entscheidungsfunktion in Bezug auf Hypothesen; Initialfunktion in Bezug auf Ideen; Grundlagenfunktion in Bezug auf Theorien).
<i>Fortführung der Tabelle »</i>	

Die Schülerinnen und Schüler ...	
Experimente und Untersuchungen auswerten	<ul style="list-style-type: none"> • trennen zwischen den Beobachtungen sowie den aufbereiteten Daten und deren Deutung. • schließen aus Messdaten auf nicht gemessene Zwischenwerte. • werten Experimente und Untersuchungen qualitativ und quantitativ (auch computergestützt) aus. • formulieren auf der Grundlage von Beobachtungen physikalische Zusammenhänge und Gesetze. • interpretieren und bewerten Ergebnisse von Experimenten (Messfehler, Genauigkeit, Ausgleichsgerade, mehrfache Messung und Mittelwertbildung). • idealisieren 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). • 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	<ul style="list-style-type: none"> • wählen zentrale naturwissenschaftliche Modellierungen, Gesetzmäßigkeiten, Theorien und Analogien aus und nutzen sie zur Erklärung von Phänomenen. • ordnen die Funktion eines Modells im Rahmen einer Fragestellung ein und erklären sie. • erläutern, dass Modelle von Menschen entwickelt werden, um Phänomene zu beschreiben beziehungsweise zu erklären. • erläutern, dass Modelle nur bestimmte Eigenschaften eines Phänomens wiedergeben und dadurch dessen Komplexität reduzieren. • beurteilen die Anwendbarkeit eines Modells. • beschreiben die Grenzen eines Modells im Rahmen einer Fragestellung und nehmen gegebenenfalls Veränderungen am Modell vor. • beurteilen und bewerten an ausgewählten Beispielen empirische Ergebnisse und Modelle kritisch auch hinsichtlich ihrer Tragweiten und Grenzen. • entwickeln selbst Modelle, um ein Phänomen zu veranschaulichen und Erklärungen zu finden. • beschreiben Genese und Leistungsfähigkeit von physikalischen Theorien.
Entwicklung und Veränderung physikalischer Erkenntnisse beschreiben	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben (historische) Einflüsse auf Entwicklungen und Veränderungen physikalischer Erkenntnisse. • beurteilen die Aussagekraft empirischer Ergebnisse für wissenschaftliche Entwicklungen.

2.1.2 Kompetenzbereich Kommunikation

Kompetenzen im Bereich Kommunikation (Sekundarstufe II)	
Die Schülerinnen und Schüler ...	
Informationen erschließen	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Beobachtungen, Modelle, Analogien und Verfahren sowie den Aufbau einfacher technischer Geräte und deren Funktionsweisen. • planen, strukturieren, kommunizieren und reflektieren ihre Arbeit, auch als Team. • diskutieren Arbeitsergebnisse und Sachverhalte unter physikalischen Gesichtspunkten. • setzen Schwerpunkte für die Weitergabe von Informationen, wählen dafür geeignete Informationen aus und bringen diese in eine geeignete Struktur und Darstellungsform. • formulieren eigene Überlegungen und Fragestellungen. • erstellen Ausarbeitungen und organisieren Ausstellungen unter Nutzung geeigneter Medien. • dokumentieren und präsentieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit sachgerecht, situationsgerecht und adressatengerecht auch unter Nutzung elektronischer Medien. • beschreiben und erklären in strukturierter sprachlicher Darstellung den Bedeutungsgehalt von fachsprachlichen beziehungsweise alltagssprachlichen Texten und von anderen Medien.
argumentieren/ diskutieren	<ul style="list-style-type: none"> • tauschen sich über physikalische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter angemessener Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen aus, greifen Beiträge auf und entwickeln sie weiter. • sammeln und ordnen Argumente, wählen passende Argumente aus, entwickeln eigene Argumente und strukturieren einen Argumentationsstrang. • gehen in Diskussionen über naturwissenschaftliche Fragestellungen auf Argumente Anderer ein und ordnen diese ein. • nehmen zu physikalischen (auch fehlerbehafteten) Aussagen und Darstellungen begründet und konstruktiv Stellung. • vergleichen und beurteilen ausgearbeitete Lösungen hinsichtlich ihrer Verständlichkeit und fachsprachlichen Qualität. • führen Entscheidungen auf der Grundlage fachbezogener Diskussionen herbei.
<i>Fortführung der Tabelle »</i>	

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

Zentrale Instrumente 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.

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 **grau hinterlegt und fett gedruckt**, die über das grundlegende Anforderungsniveau hinausgehen und für einen Physikunterricht auf erhöhtem Anforderungsniveau verbindlich sind.

Mechanik

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Schülerinnen und Schüler ...		
Kinematik		
<ul style="list-style-type: none"> • analysieren Bewegungen auch anhand von Bild- oder Videomaterial. • identifizieren gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen als Spezialfälle allgemeiner Bewegungen. • bestimmen Strecken, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen auch mit Methoden der Differenzial- und Integralrechnung. • führen komplexere Bewegungen auf die Überlagerung von einfachen Bewegungen zurück. • führen eine quantitative Analyse des waagerechten Wurfs durch. • wenden den Energieerhaltungssatz zur quantitativen Beschreibung von Bewegungen an. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ort, Zeit, Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit, Beschleunigung • gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung • freier Fall • waagerechter Wurf • Energieerhaltung 	<p>Eine eigene Unterrichtseinheit zur Wiederholung der gleichförmigen Bewegung ist nicht vorgesehen.</p> <p>Der mathematische Zusammenhang zwischen einer Größe und ihrer zeitlichen Änderungsrate soll basierend auf dem Kenntnisstand der Schülerinnen und Schüler zur Differential- und Integralrechnung im Verlauf der Oberstufe zunehmend an Relevanz gewinnen.</p>
Dynamik		
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben und berechnen Kräfte als Ursache von Bewegungsänderungen. • nutzen ihr Wissen über den vektoriellen Charakter der Kraft zur Kräfteaddition und Kräftezerlegung. • unterscheiden zwischen realen und idealisierten Bewegungen. • sagen reale Bewegungen mithilfe iterativer Verfahren voraus. 	<ul style="list-style-type: none"> • Masse, Kraft, Beschleunigung • Trägheitsprinzip • Reibungskraft 	<p>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.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • erläutern den Impulserhaltungssatz. • wenden den Impulserhaltungssatz zur quantitativen Beschreibung von elastischen und unelastischen Stößen an. 	<ul style="list-style-type: none"> • Impuls • Impulserhaltung 	

Felder

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Schülerinnen und Schüler ...		
Homogenes elektrisches Feld		
<ul style="list-style-type: none"> • interpretieren Experimente zum Nachweis elektrischer Ladungen. • beschreiben die Kräfte zwischen und innerhalb von geladenen Körpern. 	<ul style="list-style-type: none"> • elektrische Ladung • geladene Körper • Influenz • dielektrische Polarisierung • Kräfte zwischen Ladungen • Abschirmung elektrischer Felder 	
<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • elektrische Feldstärke • Potential, Spannung und potentielle Energie • Feldlinien, Äquipotentiallinien • Eigenschaften des Plattenkondensators: Kapazität, gespeicherte Ladungsmenge, gespeicherte Energie 	Als Vertiefung bieten sich die Auf- und Entladevorgänge eines Kondensators sowie die Bedeutung kapazitiver Bauelemente in Stromkreisen an.
<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bewegung im homogenen elektrischen Feld • Beschleunigung und Ablenkung von Ladungen 	<p>Es sollte die Analogie zur gleichmäßig beschleunigten Bewegung und dem waagrechten Wurf aus der Mechanik hergestellt werden.</p> <p>Im Zusammenhang mit der Beschleunigung von Ladungen bietet es sich an, auf die Grenzen der klassischen Physik bei höheren Geschwindigkeiten hinzuweisen.</p>
<i>Fortführung der Tabelle »</i>		

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Schülerinnen und Schüler ...		
Bewegungen in radialsymmetrischen Feldern		
<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bahn- und Winkelgeschwindigkeit • Zentripetalkraft • Drehimpuls und Drehimpulserhaltung • Gravitationsgesetz • Coulomb'sches Gesetz • Energieaustausch im radialsymmetrischen Feld: Fluchtgeschwindigkeit, Ionisationsenergie 	<p>Es ist keine umfassende Unterrichtseinheit zum Drehimpuls vorgesehen.</p> <p>Die Behandlung des Drehimpulses ist auch im Zusammenhang mit den Quantenzahlen möglich.</p>
Bewegungen in Magnetfeldern		
<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • magnetische Feldstärke • Lorentzkraft • homogenes Magnetfeld • Nachweis von Magnetfeldern • Halleffekt • Bewegungen von Ladungen in homogenen Magnetfeldern • Anwendung elektrischer und magnetischer Felder: Fadenstrahlrohr, Kreisbeschleuniger, Massenspektrometer 	
<i>Fortführung der Tabelle »</i>		

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Schülerinnen und Schüler ...		
Elektrodynamik		
<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Magnetfeld einer Spule • Induktionsgesetz • Wirbelströme • Induktivität einer Spule • Selbstinduktion • Anwendungen der Induktion 	<p>Ein Ausblick auf die Maxwell-Gleichungen bietet sich an dieser Stelle ebenso an wie die Analyse der physikalischen Vorgänge von Wechselstromkreisen.</p>

Wellen

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Schülerinnen und Schüler ...		
Schwingungen und Wellen		
<ul style="list-style-type: none"> • 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. • erklären die Ausbreitung und Reflexion von Wellen mit Hilfe von gekoppelten Oszillatoren. 	<ul style="list-style-type: none"> • charakteristische Größen: Schwingungsdauer, Frequenz, Wellenlänge, Amplitude, Elongation, Ausbreitungsgeschwindigkeit • Faden- und Federpendel • Schwingungsgleichung • Longitudinal- und Transversalwellen • stehende Wellen 	<p>Mechanische Wellen sind nur insoweit zu behandeln, als es zum Verständnis der optischen Wellen nötig ist. Dies kann sowohl vorgeschaltet als auch integriert geschehen.</p> <p>Beispiele aus der Akustik stellen eine sinnvolle Ergänzung dar.</p>
Welleneigenschaften des Lichts		
<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Beugung, Huygens'sches Prinzip • Interferenzphänomene: Doppelspalt, Gitter, Einfachspalt, dünne Schichten • Kohärenz • Polarisation 	<p>Auf grundlegendem Niveau sind der Einfachspalt und dünne Schichten nur phänomenologisch zu betrachten.</p>
<i>Fortführung der Tabelle »</i>		

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Schülerinnen und Schüler ...		
Spektren		
<ul style="list-style-type: none"> • nutzen Spektren, um Eigenschaften der aussendenden Quelle zu bestimmen. • erklären Wellenphänomene des Lichts, indem sie Analogien zu mechanischen oder akustischen Phänomenen nutzen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Farben und Töne • elektromagnetisches Spektrum • diskrete und kontinuierliche Spektren • Emissions- und Absorptionsspektren • Dopplereffekt 	Über die akustische Unschärferelation kann das Verständnis für die Heisenberg'sche Unschärferelation vorbereitet werden.
Welleneigenschaften der Materie		
<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Materiewellen • De-Broglie-Wellenlänge • Bragg-Reflexion • Unschärferelation • linearer Potentialtopf 	

Quanten

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Schülerinnen und Schüler ...		
Teilcheneigenschaften der Materie		
<ul style="list-style-type: none"> erläutern Experimente zur Bestimmung der Ladung und der Masse des Elektrons und werten sie aus. 	<ul style="list-style-type: none"> Millikanversuch Elementarladung e/m-Bestimmung mit dem Fadenstrahlrohr Masse des Elektrons 	Die Experimente können sinnvoll mit dem Thema homogene Felder verknüpft werden.
Teilcheneigenschaften des Lichts		
<ul style="list-style-type: none"> 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. 	<ul style="list-style-type: none"> Photoeffekt Röntgenstrahlung Eigenschaften von Photonen: Energie, Masse, Impuls 	
Quantenobjekte		
<ul style="list-style-type: none"> 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. 	<ul style="list-style-type: none"> Eigenschaften von Quantenobjekten Doppelspalt-Experimente und Simulationen mit Licht, einzelnen Photonen und Elektronen 	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.
<i>Fortführung der Tabelle »</i>		

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Verbindliche Inhalte	Vorgaben und Hinweise
Die Schülerinnen und Schüler ...		
Quantenphysikalisches Atommodell		
<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Grenzen des Bohr'schen Atommodells • Linienspektren • Energieniveaus des Wasserstoffatoms • Orbitale des Wasserstoffatoms • Quantenzahlen • Pauli-Prinzip • Aufbau des Periodensystems 	<p>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.</p> <p>Grundsätzlich ist im Bereich der Atomphysik eine Absprache mit der Fachschaft Chemie zu empfehlen.</p> <p>Die Behandlung der Schrödinger-Gleichung ist nicht verbindlich vorgesehen, stellt aber eine mögliche Vertiefung dar.</p>

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		
<ul style="list-style-type: none"> • Kinematik • Dynamik 		
Felder	Wellen	Quanten
<ul style="list-style-type: none"> • Homogenes elektrisches Feld • Bewegungen in radialsymmetrischen Feldern • Bewegungen in Magnetfeldern • Elektrodynamik 	<ul style="list-style-type: none"> • Schwingungen und Wellen • Welleneigenschaften des Lichts • Spektren • Welleneigenschaften der Materie 	<ul style="list-style-type: none"> • Teilcheneigenschaften der Materie • Teilcheneigenschaften des Lichts • Quantenobjekte • Quantenphysikalisches Atommodell
<ul style="list-style-type: none"> • 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.

Beschlüsse zum schulinternen Fachcurriculum in der Sekundarstufe II	
Aspekte	Vereinbarungen
Unterrichtseinheiten	<ul style="list-style-type: none"> • Reihenfolge, Zeitpunkt, Dauer und Umfang von Unterrichtseinheiten • Beitrag der jeweiligen Unterrichtseinheit zum Aufbau der prozessbezogenen Kompetenzen • Möglichkeiten zur Ausgestaltung der fächerübergreifenden Arbeit in Profilen • fächer- und themenübergreifendes Arbeiten • verbindlich einzuführende Formeln • Möglichkeiten außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte • Festlegung zentraler Experimente
Fachsprache	<ul style="list-style-type: none"> • einheitliche Verwendung anschlussfähiger Bezeichnungen, Begriffe und formaler Notationen • Möglichkeiten der durchgängigen Sprachbildung
Fördern und Fordern	<ul style="list-style-type: none"> • Fördermaßnahmen für besonders begabte Schülerinnen und Schüler sowie für Schülerinnen und Schülern, die Unterstützung bei der Erfüllung der Leistungsanforderungen benötigen • Fördermaßnahmen für Schülerinnen und Schüler mit unterschiedlichen Fähigkeiten und Interessen
Medien, Lehr- und Lernmaterial	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzung von Lehr- und Lernmaterial, Experimentiergeräten und Medien • Einbindung von digitalen Medien in den Unterricht
Hilfsmittel	<ul style="list-style-type: none"> • Anschaffung und Nutzung einer zugelassenen Formelsammlung und eines zugelassenen wissenschaftlichen Taschenrechners in Absprache mit den anderen Fachschaften
Leistungsbewertung	<ul style="list-style-type: none"> • Grundsätze zur Leistungsbewertung und zur Gestaltung von Leistungsnachweisen
Überprüfung und Weiterentwicklung	<ul style="list-style-type: none"> • Maßnahmen zur Überprüfung 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

- Tests (Tests dürfen eine Dauer von 20 Minuten nicht überschreiten.)

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.

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 Sachverhalte 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. 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 (an Gymnasien) beziehungsweise des Faches Naturwissenschaften (an Gemeinschaftsschulen) 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.

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 gelerntes 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,
- 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“).

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

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

