



Naturwissenschaften – Kerncurriculum für das Gymnasium Schuljahrgänge 5 – 10

Hinweise zum langfristigen Umgang mit pandemiebedingten Lernrückständen

Die besonderen Umstände in den Schuljahren 2019/20 und 2020/21 erfordern eine langfristige Strategie zur Sicherstellung zentraler Grundvorstellungen und Basiskompetenzen. Um die damit verbundene Fokussierung auf besonders relevante Kompetenzen und Inhalte zu ermöglichen, sind im oben genannten Curriculum einige Kompetenzen als optional gekennzeichnet. Für die gelb unterlegten Kompetenzen wird empfohlen, auf deren Thematisierung im Unterricht zugunsten der angestrebten Fokussierung zu verzichten. Falls darüber hinaus zeitliche Freiräume für die Sicherstellung zentraler Grundvorstellungen und Basiskompetenzen benötigt werden, kann auch auf die Thematisierung der blau unterlegten Kompetenzen verzichtet werden.

Die Dauer der Gültigkeit der Kennzeichnungen ergibt sich aus der folgenden Tabelle.

| Gültigkeit der Kennzeichnungen | 2019/20 | 2020/21 | 2021/22 | 2022/23 | 2023/24 | 2024/25 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Schuljahrgang 5/6 | ja | ja | ja | nein* | nein* | nein |
| Schuljahrgang 7/8 | ja | ja | ja | ja | ja | nein |
| Schuljahrgang 9/10 | ja | ja | ja | ja | ja | nein* |

*Zu gegebener Zeit wird geprüft, ob die Gültigkeit der Kennzeichnungen ausgeweitet wird.

Die Gültigkeit für bereits vergangene Schuljahre bedeutet, dass farbig gekennzeichnete Kompetenzen, die nicht erworben werden konnten, nur dann nachträglich erworben werden müssen, wenn sie zu einem späteren Zeitpunkt eine Lernvoraussetzung bilden.

Zusätzlich zu diesen Hinweisen finden Sie im Curriculum an ausgewählten Stellen **Detailhinweise** in Form von Randbemerkungen.

Physik

Die farbigen Markierungen sind in den Tabellen „Zusammenführung der Kompetenzbereiche“ im Abschnitt 2.3.3 vorgenommen worden. Sollten neben farbig unterlegten inhaltsbezogenen Kompetenzen prozessbezogene Kompetenzen aufgeführt sein, die nicht farbig unterlegt sind, so sind diese mit anderen, geeigneten Inhalten zu verknüpfen. Die allgemein formulierten prozessbezogenen Kompetenzen im Abschnitt 2.3.1 bleiben gültig. Ausnahme stellen unter Umständen Kompetenzen zu nichtlinearen Zusammenhängen und Grafen im Bereich der Erkenntnisgewinnung dar, da hierfür erforderliche Inhalte infolge der Priorisierung nicht thematisiert werden.

In den Jahrgängen 5 bis 8 werden zentrale Grundvorstellungen aufgebaut. Aus diesem Grund wurden hier nur wenige Kompetenzen farbig unterlegt. Im Doppeljahrgang 9/10 wurden durch umfangreichere Einfärbungen Freiräume geschaffen, die zur Stärkung von und Fokussierung auf diese Grundvorstellungen genutzt werden können.

Im Hinblick auf die zu erfolgende Priorisierung und Fokussierung ist sorgfältig zu prüfen, welche Experimente als besonders geeignet zur Vermittlung der Kompetenzen angesehen und somit durchgeführt werden. Dies betrifft insbesondere die Themenbereiche im Doppeljahrgang 5/6.

Das Spiralcurriculum ermöglicht eine Ausnutzung von Synergien im Hinblick auf Unterrichtsinhalte, welche in mehreren Doppeljahrgängen thematisiert werden. Konnten entsprechende Unterrichtsinhalte in den vorgesehenen Jahrgängen nicht behandelt werden, muss dies an einer anderen geeigneten Stelle eingeplant werden. Die Randbemerkungen verweisen auf diese Stellen. Bezüglich Synergien im Bereich der Dynamik werden relevante Stelle für die Einführungsphase durch die fachbezogenen Hinweise zur schriftlichen Abiturprüfung ab dem Jahr 2025 (www.gosin.de) aufgegriffen.



Chemie

Im Zuge der angestrebten Fokussierung wird empfohlen, im Unterricht auf folgende Fachinhalte in den Doppeljahrgängen zu verzichten:

- 5/6 Teilchenmodell: hierbei erfolgt in den Schuljahrgängen 7/8 eine Betrachtung von chemischen Reaktionen auf Basis des Dalton'schen Atommodells. Das Teilchenmodell ist dafür nicht notwendig.
- 7/8: quantifizierbare Stoffeigenschaften
- 7/8 und 9/10 stöchiometrische Berechnungen und Abhängigkeiten: diese gilt es in der Einführungsphase im Bereich der organischen Chemie zu thematisieren.

Die einzelnen Kompetenzen der genannten Fachinhalte sind im Kapitel 3.3 wie eingangs beschrieben farblich markiert.

Biologie

Für die Dauer der Gültigkeit der Kennzeichnungen ist eine Verlagerung von Kompetenzen in andere als im Kerncurriculum festgelegte Doppeljahrgänge auf Basis eines Fachkonferenzbeschlusses zulässig. Die Fachkonferenzen prüfen, ob ein Verzicht auf ausgewählte Kompetenzen durch Anpassungen des schulinternen Curriculums notwendig ist.

Niedersächsisches
Kultusministerium

**Kerncurriculum
für das Gymnasium
Schuljahrgänge 5-10**

Naturwissenschaften



Niedersachsen

An der Weiterentwicklung des Kerncurriculums für die Unterrichtsfächer Physik, Chemie und Biologie in den Schuljahrgängen 5 – 10 des Gymnasiums waren die nachstehend genannten Personen beteiligt:

Physik:

Kurt Gehrman, Hannover

Jens Gössing, Wolfsburg

Peter Krökel, Wolfsburg

Michael Rode, Lüneburg

Chemie:

Karen Achtermann, Neustadt

Kerstin Hildebrandt, Celle

Detlef Rebentisch, Varrel

Margret Witte-Ebel, Lüneburg

Biologie:

Lutz Jaeger, Scharnebeck

Markus Krömer, Stade

Meike Pflüger, Hameln

Ute Wieligmann, Leer

Die Ergebnisse des gesetzlich vorgeschriebenen Anhörungsverfahrens sind berücksichtigt worden.

Herausgegeben vom Niedersächsischen Kultusministerium (2015)

30159 Hannover, Schiffgraben 12

Druck:

Unidruck

Weidendam 19

30167 Hannover

Das Kerncurriculum kann als PDF-Datei vom Niedersächsischen Bildungsserver (NIBIS)

(<http://www.cuvo.nibis.de>) heruntergeladen werden.

| Inhalt | Seite |
|---|--------------|
| 1 Naturwissenschaftlicher Unterricht | 5 |
| 1.1 Naturwissenschaftliche Grundbildung | 5 |
| 1.2 Kompetenzbereiche der Naturwissenschaften | 6 |
| 1.3 Kompetenzentwicklung in den Naturwissenschaften | 8 |
| 1.4 Zur Rolle von Aufgaben | 9 |
| 1.5 Innere Differenzierung | 10 |
| Physik | 13 |
| 2.1 Bildungsbeitrag des Faches Physik | 14 |
| 2.2 Ausdifferenzierung der Kompetenzbereiche | 15 |
| 2.3 Erwartete Kompetenzen | 17 |
| 2.3.1 Prozessbezogene Kompetenzen | 18 |
| 2.3.2 Inhaltsbezogene Kompetenzen | 26 |
| 2.3.3 Zusammenführung der Kompetenzbereiche | 30 |
| Chemie | 43 |
| 3.1 Bildungsbeitrag des Faches Chemie | 44 |
| 3.2 Ausdifferenzierung der Kompetenzbereiche | 44 |
| 3.3 Erwartete Kompetenzen | 46 |
| 3.3.1 Prozessbezogene Kompetenzen | 46 |
| 3.3.2 Inhaltsbezogene Kompetenzen | 49 |
| 3.3.3 Zusammenführung der Kompetenzbereiche | 50 |
| Anhang zum Kerncurriculum Chemie: Anregungen für die Umsetzung | 65 |
| Biologie | 69 |
| 4.1 Bildungsbeitrag des Faches Biologie | 70 |
| 4.2 Ausdifferenzierung der Kompetenzbereiche | 71 |
| 4.3 Erwartete Kompetenzen | 75 |
| 4.3.1 Prozessbezogene Kompetenzen | 75 |
| 4.3.2 Inhaltsbezogene Kompetenzen | 81 |
| 4.3.3 Zusammenführung der Kompetenzbereiche | 92 |
| 4.4 Fremdsprachig (bilingual) erteilter Biologieunterricht | 93 |
| Anhang zum Kerncurriculum Biologie: Anregungen für die Umsetzung | 94 |
| 5 Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung | 96 |
| 6 Aufgaben der Fachkonferenz | 98 |
| Anhang Naturwissenschaften | 99 |
| A1 Von den Naturwissenschaften gemeinsam benutzte Grundbegriffe | 99 |
| A2 Operatoren für Aufgabenstellungen in den Naturwissenschaften | 103 |
| A3 Fachinhalte der Naturwissenschaften, die sich für eine Fächerverbindung eignen | 109 |

1 Naturwissenschaftlicher Unterricht

1.1 Naturwissenschaftliche Grundbildung

Naturwissenschaftliche Grundbildung ermöglicht dem Individuum eine aktive Teilhabe an Meinungsbildung und gesellschaftlicher Kommunikation über technische Entwicklung und naturwissenschaftliche Forschung und ist deshalb wesentlicher Bestandteil von Allgemeinbildung.

Ziel naturwissenschaftlicher Grundbildung ist es, Phänomene erfahrbar zu machen, die Sprache und Historie der Naturwissenschaften zu verstehen, ihre Ergebnisse zu kommunizieren sowie sich mit ihren spezifischen Methoden der Erkenntnisgewinnung und deren Grenzen auseinander zu setzen. Dazu gehört das naturwissenschaftliche Arbeiten, das eine analytische und rationale Betrachtung der Welt ermöglicht. Damit muss der naturwissenschaftliche Unterricht alle Fähigkeiten, die als *Scientific Literacy* zusammengefasst werden, vermitteln: „Naturwissenschaftliche Grundbildung (*Scientific Literacy*) ist die Fähigkeit, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, welche die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen.“ (OECD, 1999).

Darüber hinaus bietet naturwissenschaftliche Grundbildung eine Orientierung für naturwissenschaftlich-technische Berufsfelder, schafft Grundlagen für anschlussfähiges berufsbezogenes Lernen und eröffnet somit Perspektiven für die spätere Berufswahl. Mit dem Erwerb spezifischer Kompetenzen wird im Unterricht der drei Naturwissenschaften Physik, Chemie und Biologie der Bezug zu den verschiedenen Berufsfeldern hergestellt. Die Schule ermöglicht es damit den Schülerinnen und Schülern, Vorstellungen über Berufe und über eigene Berufswünsche zu entwickeln, die über eine schulische Ausbildung, eine betriebliche Ausbildung, eine Ausbildung im dualen System oder über ein Studium zu erreichen sind. Der naturwissenschaftliche Fachunterricht leistet somit auch einen Beitrag zur Berufsorientierung, ggf. zur Entscheidung für einen Beruf.

Naturwissenschaft und Technik prägen unsere Gesellschaft in allen Bereichen und bilden heute einen bedeutenden Teil unserer kulturellen Identität. Das Wechselspiel zwischen naturwissenschaftlicher Erkenntnis und technischer Anwendung bewirkt einerseits Fortschritte auf vielen Gebieten, andererseits birgt die naturwissenschaftlich-technische Entwicklung auch Risiken und Gefahren, die erkannt, bewertet und beherrscht werden müssen.

Auf der Basis des Fachwissens erhalten die Schülerinnen und Schüler Gelegenheit, ethische Maßstäbe zu entwickeln. Gleichzeitig fördert der naturwissenschaftliche Unterricht auch die ästhetische und emotionale Beziehung der Schülerinnen und Schüler zur Natur. Die jungen Menschen werden durch den Unterricht befähigt, selbstständig Sachverhalte zu erschließen und sich zu orientieren sowie Verantwortung für sich, für andere und für die natürliche Umwelt zu übernehmen. Daraus folgt unmittelbar, dass im naturwissenschaftlichen Unterricht Kompetenzen aus unterschiedlichen Bereichen erworben werden müssen. Fachwissen und Methoden der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung sind dabei ebenso von Bedeutung wie Kommunikationsfähigkeit und reflektierte Anwendung der erworbenen Kom-

petenzen im Alltag. Diese Akzentuierung erfordert eine Schwerpunktsetzung unter deutlicher Beschränkung der Inhalte, wobei gleichzeitig Synergien zwischen den Naturwissenschaften genutzt werden sollen.

Zum naturwissenschaftlichen Unterricht gehören auch die Informationsbeschaffung und -auswertung sowie die altersgerechte Darstellung und Präsentation von Informationen. Indem die Schülerinnen und Schüler dazu angehalten werden, auch im naturwissenschaftlichen Unterricht die Medienvielfalt zu nutzen, leisten die Fächer Biologie, Chemie und Physik im Rahmen ihrer Möglichkeiten einen Beitrag zum kompetenten Umgang mit Medien. In der Auseinandersetzung mit Medien eröffnen sich den Schülerinnen und Schülern erweiterte Möglichkeiten der Wahrnehmung, des Verstehens und Gestaltens. Für den handelnden Wissenserwerb sind Medien daher selbstverständlicher Bestandteil des Unterrichts. Sie unterstützen die individuelle und aktive Wissensaneignung und fördern selbstgesteuertes, kooperatives und kreatives Lernen. Medien, insbesondere die digitalen Medien, sind wichtiges Element zur Erlangung übergreifender Methodenkompetenz. Sie dienen Schülerinnen und Schülern dazu, sich Informationen zu beschaffen, zu interpretieren und kritisch zu bewerten und fördern die Fähigkeit, Aufgaben und Problemstellungen selbstständig und lösungsorientiert zu bearbeiten.

Die Naturwissenschaften thematisieren auch soziale, ökonomische, ökologische und politische Phänomene und Probleme der nachhaltigen Entwicklung und tragen dazu bei, wechselseitige Abhängigkeiten zu erkennen und Wertmaßstäbe für eigenes Handeln sowie ein Verständnis für gesellschaftliche Entscheidungen zu entwickeln.

1.2 Kompetenzbereiche der Naturwissenschaften

Im Kerncurriculum Naturwissenschaften werden die Zielsetzungen des Bildungsbeitrags durch verbindlich erwartete Lernergebnisse konkretisiert und als Kompetenzen formuliert. Dabei werden im Sinne eines Kerns die als grundlegend und unverzichtbar erachteten fachbezogenen Kenntnisse und Fertigkeiten vorgegeben.

Kompetenzen weisen folgende Merkmale auf:

- Sie zielen ab auf die erfolgreiche und verantwortungsvolle Bewältigung von Aufgaben und Problemstellungen.
- Sie verknüpfen Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten zu eigenem Handeln. Die Bewältigung von Aufgaben setzt gesichertes Wissen und die Beherrschung fachbezogener Verfahren voraus sowie die Einstellung und Bereitschaft, diese gezielt einzusetzen.
- Sie stellen eine Zielperspektive für längere Bildungsabschnitte dar.
- Sie sind für die persönliche Bildung und für die weitere schulische und berufliche Ausbildung von Bedeutung und ermöglichen anschlussfähiges Lernen.

Die erwarteten Kompetenzen werden in Kompetenzbereichen zusammengefasst, die das Fach strukturieren. Aufgabe des Unterrichts in den Naturwissenschaften ist es, die Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler anzuregen, zu unterstützen, zu fördern und langfristig zu sichern. Dies gilt auch für die fachübergreifenden Zielsetzungen der Persönlichkeitsbildung.

In diesem Kerncurriculum wird zwischen inhaltsbezogenen und prozessbezogenen Kompetenzbereichen unterschieden:

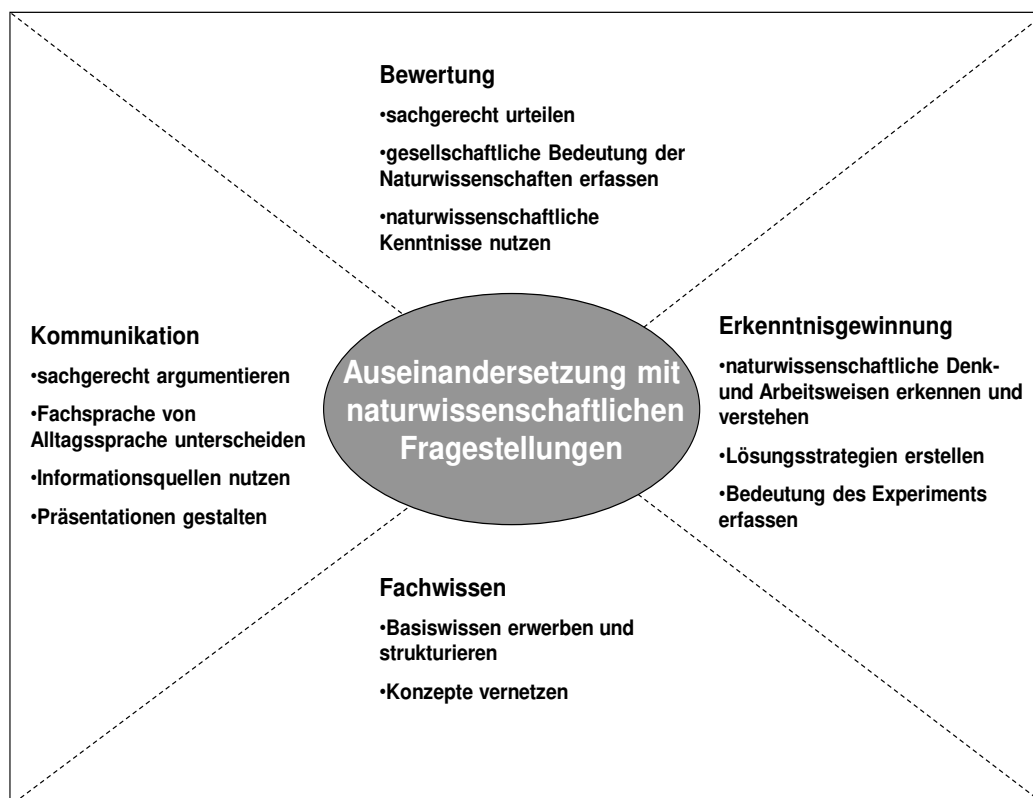
Die prozessbezogenen Kompetenzbereiche Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung beziehen sich auf Verfahren, die von Schülerinnen und Schülern verstanden und beherrscht werden sollen, um Wissen anwenden zu können. In den Naturwissenschaften sind dies zum Beispiel:

- Symbol- oder Fachsprache kennen, verstehen und anwenden,
- fachspezifische Methoden und Verfahren kennen und zur Erkenntnisgewinnung nutzen,
- Verfahren zum selbstständigen Lernen und zur Reflexion über Lernprozesse kennen und einsetzen,
- Zusammenhänge erarbeiten und erkennen sowie ihre Kenntnis bei der Problemlösung nutzen.

Im inhaltsbezogenen Kompetenzbereich Fachwissen wird beschrieben, über welches Wissen die Schülerinnen und Schüler verfügen sollen.

Die niedersächsischen Kerncurricula nehmen dazu die Gedanken der KMK-Bildungsstandards auf und konkretisieren sie, indem sie fachspezifische Kompetenzen für Doppeljahrgänge ausweisen.

Die folgende Grafik veranschaulicht die Zusammenhänge der Kompetenzbereiche.



1.3 Kompetenzentwicklung in den Naturwissenschaften

Im Unterricht soll der Aufbau von Kompetenzen systematisch und kumulativ erfolgen; Wissen und Können sind gleichermaßen zu berücksichtigen. Dabei ist zu beachten, dass Wissen „träges“, an spezifische Lerninhalte gebundenes Wissen bleibt, wenn es nicht in verschiedenen Kontexten genutzt werden kann. Die Anwendung des Gelernten auf neue Themen, die Verankerung des Neuen im schon Bekannten und Gekonnten, der Erwerb und die Nutzung von Lernstrategien und die Kontrolle des eigenen Lernprozesses spielen bei der Kompetenzentwicklung eine wichtige Rolle.

Lernstrategien wie Organisieren, Wiedergabe von auswendig Gelerntem (Memorieren) und Verknüpfung des Neuen mit bekanntem Wissen (Elaborieren) sind in der Regel fachspezifisch lehr- und lernbar und führen dazu, dass Lernprozesse bewusst gestaltet werden können. Planung, Kontrolle und Reflexion des Lernprozesses ermöglichen die Einsicht darin, was, wie und wie gut gelernt wurde.

Fachwissen wird in der Regel durch wiederholte Auseinandersetzung mit konkreten Beispielen erworben und erst dann in fachlogische Strukturen eingeordnet. Zum Erwerb insbesondere der prozessbezogenen Kompetenzen werden Unterrichtsformen mit vielfältigen Methodenelementen situationsangepasst eingesetzt. Dabei sind Gruppen- und Projektarbeiten, insbesondere geeignete Schülerexperimente, unverzichtbar, um eigenständiges Erkunden, Problemlösen, Dokumentieren und Präsentieren zu fördern. Der Grad der Offenheit der Arbeitsaufträge wird dem Lernstand der Lerngruppe angepasst: in bekanntem Zusammenhang eher offen, in komplexen Zusammenhängen eher strukturiert. Inhaltsbezogene und prozessbezogene Kompetenzen können jeweils nur gemeinsam erworben werden, insbesondere können die Kompetenzen der prozessbezogenen Kompetenzbereiche nicht ohne Verknüpfung mit Inhalten des Kompetenzbereichs Fachwissen erworben oder angewendet werden.

Fehler oder fachlich nicht korrekte Ausdrucksweisen sind natürliche Begleiterscheinungen des Lernens und können konstruktiv für den Lernprozess genutzt werden. Damit Schülerinnen und Schüler offen und produktiv mit eigenen Fehlern umgehen können, sind Lern- und Prüfungssituationen im Unterricht klar voneinander zu trennen.

Übungs- und Wiederholungsphasen sind zeitlich und inhaltlich so zu planen, dass bereits erworbene Kompetenzen durch Anwendung des Gelernten in variierenden Kontexten langfristig gesichert werden. Dabei ist zu beachten, dass Schülerinnen und Schüler den bereits durchlaufenen Kompetenzerwerb in einem neuen Kontext erneut durchlaufen müssen, um nachhaltig zu lernen.

1.4 Zur Rolle von Aufgaben

Die Auseinandersetzung mit konkreten Aufgaben unterstützt die Schülerinnen und Schüler wesentlich beim Kompetenzaufbau. Ausgehend vom Leistungsvermögen der Schülerinnen und Schüler sind Aufgaben so zu konstruieren, dass sowohl prozessbezogene als auch inhaltsbezogene Kompetenzen erworben und angewendet werden können. Die Lernenden erleben ihren Kompetenzzuwachs bei der Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Sachverhalten und entwickeln langfristig eine positive Einstellung gegenüber den Naturwissenschaften.

Im Unterricht haben Aufgaben verschiedene Funktionen und müssen entsprechend unterschiedlich gestaltet werden.

In Einstiegsphasen können Aufgaben eine Fragehaltung und ein Problembewusstsein bei den Schülerinnen und Schülern erzeugen.

In Erarbeitungsphasen helfen Aufgaben den Schülerinnen und Schülern beim Erfassen neuer Begriffe, Gesetze, Konzepte und Verfahren. Dabei müssen diese Aufgaben einen adäquaten Grad an Vorstrukturierung aufweisen und sich sowohl auf das Vorwissen als auch auf die jeweils anzustrebende Kompetenz beziehen. Rückmeldungen über mögliche Verständnisschwierigkeiten oder Lösungswege dienen in dieser Phase als Orientierung und unterstützen so den Kompetenzerwerb.

In Übungsphasen sollen Lernergebnisse gesichert, vertieft und transferiert werden. Die hier verwendeten Aufgaben ermöglichen variantenreiches Üben in leicht veränderten Kontexten. Sie lassen nach Möglichkeit unterschiedliche Lösungswege zu und fordern zum kreativen Umgang mit den Naturwissenschaften heraus. Fehlerhafte Lösungen und Irrwege können dabei vielfach als neue Lernanlässe genutzt werden.

Bei Aufgaben zum Kompetenznachweis ist darauf zu achten, dass die gestellten Anforderungen für die Schülerinnen und Schüler im Vorfeld transparent sind. Art und Inhalt der Aufgabenstellungen sind entsprechend dem unterrichtlichen Vorgehen anzulegen. Dabei sind prozessbezogene Anforderungen angemessen zu berücksichtigen. Dies ist in der Regel in einem experimentellen Kontext oder durch Arbeit an Texten oder anderen Medien zu erreichen, wenn dabei der Unterrichtsgegenstand von verschiedenen Seiten aus betrachtet werden kann.

Bei einer so beschaffenen Überprüfung von Kompetenzen sind in den Arbeitsaufträgen alle drei folgenden Anforderungsbereiche zu berücksichtigen; dabei sollte der Schwerpunkt in den Bereichen I und II liegen.

Anforderungsbereich I: Wiedergeben und beschreiben

Fakten und einfache Sachverhalte reproduzieren; fachspezifische Arbeitsweisen, insbesondere experimentelle, nachvollziehen bzw. beschreiben; einfache Sachverhalte in einer vorgegebenen Form unter Anleitung darstellen; Auswirkungen fachspezifischer Erkenntnisse benennen; Kontexte aus fachlicher Sicht einordnen.

Anforderungsbereich II: Anwenden und strukturieren

Fachspezifisches Wissen in einfachen Kontexten anwenden; Analogien benennen; Strategien zur Lösung von Aufgaben nutzen; einfache Experimente planen und durchführen; Sachverhalte fachsprachlich und strukturiert darstellen und begründen; zwischen fachspezifischen und anderen Komponenten einer Bewertung unterscheiden.

Anforderungsbereich III: Transferieren und verknüpfen

Fachspezifisches Wissen auswählen und auf teilweise unbekannte Kontexte anwenden; Fachmethoden kombiniert und zielgerichtet auswählen und einsetzen; Darstellungsformen auswählen und anwenden; fachspezifische Erkenntnisse als Basis für die Bewertung eines Sachverhaltes nutzen.

Aufgabenbeispiele finden sich u. a. in den Bildungsstandards für das jeweilige Fach.

1.5 Innere Differenzierung

Aufgrund der unterschiedlichen Lernvoraussetzungen, der individuellen Begabungen, Fähigkeiten und Neigungen sowie des unterschiedlichen Lernverhaltens sind differenzierende Lernangebote und Lernanforderungen für den Erwerb der vorgegebenen Kompetenzen unverzichtbar. Innere Differenzierung als Grundprinzip in jedem Unterricht zielt auf die individuelle Förderung der Schülerinnen und Schüler ab. Dabei werden Aspekte wie z. B. Geschlecht, Alter, sozialer, ökonomischer und kultureller Hintergrund, Begabungen und motivationale Orientierungen, Leistungsfähigkeit und Sprachkompetenz berücksichtigt.

Aufbauend auf einer Diagnose der individuellen Lernvoraussetzungen unterscheiden sich die Lernangebote z. B. in ihrer Offenheit und Komplexität, dem Abstraktionsniveau, den Zugangsmöglichkeiten, den Schwerpunkten, den bereitgestellten Hilfen und der Bearbeitungszeit. Geeignete Aufgaben zum Kompetenzerwerb berücksichtigen immer das didaktische Konzept des Unterrichtsfaches. Sie lassen vielfältige Lösungsansätze zu und regen die Kreativität von Schülerinnen und Schülern an.

Vor allem leistungsschwache Schülerinnen und Schüler brauchen zum Erwerb der verpflichtend erwarteten Kompetenzen des Kerncurriculums vielfältige Übungsangebote, um bereits Gelerntes angemessen zu festigen. Die Verknüpfung mit bereits Bekanntem und das Aufzeigen von Strukturen im gesamten Kontext des Unterrichtsthemas erleichtern das Lernen.

Für besonders leistungsstarke Schülerinnen und Schüler werden Lernangebote bereitgestellt, die deutlich über die als Kern an alle Schülerinnen und Schüler bereits gestellten Anforderungen hinausgehen und einen höheren Anspruch haben. Diese Angebote dienen der Vertiefung und Erweiterung und lassen komplexe Fragestellungen zu.

Innere Differenzierung fordert und fördert fächerübergreifende Kompetenzen wie das eigenverantwortliche, selbstständige Lernen und Arbeiten, die Kooperation und Kommunikation in der Lerngruppe sowie

das Erlernen und Beherrschen wichtiger Lern- und Arbeitstechniken. Um den Schülerinnen und Schülern eine aktive Teilnahme am Unterricht zu ermöglichen, ist es vorteilhaft, sie in die Planung des Unterrichts einzubeziehen. Dadurch übernehmen sie Verantwortung für den eigenen Lernprozess. Ihre Selbstständigkeit wird durch das Bereitstellen vielfältiger Materialien und dem Ermöglichen von eigenen Schwerpunktsetzungen gestärkt.

Um die Selbsteinschätzung der Schülerinnen und Schüler zu fördern, stellt die Lehrkraft ein hohes Maß an Transparenz über die Lernziele, die Verbesserungsmöglichkeiten und die Bewertungsmaßstäbe her. Individuelle Lernfortschritte werden wahrgenommen und den Lernenden zurückgespiegelt. Im Rahmen von Lernzielkontrollen gelten für alle Schülerinnen und Schüler einheitliche Bewertungsmaßstäbe.

Die Differenzierung im naturwissenschaftlichen Unterricht kann durch verschiedene pädagogische, didaktische und organisatorische Maßnahmen umgesetzt werden.

Beispiele dafür sind:

- Lerntempo: Die Lernzeit im Unterricht wird unterschiedlich genutzt, sowohl in Bezug auf Art, Reihenfolge und Umfang der Aufgaben als auch in Bezug auf die benötigte Bearbeitungszeit.
- Grad der Selbstständigkeit bei der Bearbeitung von Aufgaben: Die Schülerinnen und Schüler erhalten unterschiedlich vorstrukturierte Aufgabenstellungen.
- Aufgabenangebot: „Nicht alle müssen alles lernen.“ Schülerinnen und Schüler beschäftigen sich mit unterschiedlichen Schwerpunkten und haben Auswahlmöglichkeiten bei der Aufgabenstellung.
- Komplexität: Aufgabenarten mit unterschiedlichen Abstraktionsniveaus ermöglichen Lösungswege unterschiedlicher Komplexität. Dabei werden Lernende zur selbstständigen begründeten Auswahl befähigt.
- Zugangsmöglichkeiten: Durch Vielfalt im Medieneinsatz und Methodenauswahl werden verschiedene Lerntypen angesprochen.
- Herangehensweisen an die Inhalte: Während die eine Lerngruppe konkret und praktisch arbeitet, könnte sich die andere Lerngruppe mit demselben Inhalt vertiefend und abstrahierend beschäftigen.
- Hilfestellungen: Schülerinnen und Schüler bekommen individuelle Hilfen durch Materialien mit unterschiedlich hohem Informationsgehalt, die die drei Anforderungsbereiche berücksichtigen.
- Vorerfahrungen: Schülerinnen und Schüler können je nach Vorerfahrung individuell im Unterricht mitwirken, indem sie eigene Interessen einbringen und eigene Schwerpunkte wählen.

**Kerncurriculum
für das Gymnasium
Schuljahrgänge 5-10**

Physik

2.1 Bildungsbeitrag des Faches Physik

Im Physikunterricht erfahren die Schülerinnen und Schüler beispielhaft, in welcher Weise und in welchem Maße ihr persönliches und das gesellschaftliche Leben durch Erkenntnisse der Physik mitbestimmt werden. Der Aufbau eines physikalischen Grundverständnisses in ausgewählten Bereichen ermöglicht ihnen, Entscheidungen und Entwicklungen in der Gesellschaft im Bereich von Naturwissenschaft und Technik begründet zu beurteilen, Verantwortung beim Nutzen des naturwissenschaftlichen Fortschritts zu übernehmen, seine Folgen abzuschätzen sowie als mündige Bürger auch mit Experten zu kommunizieren.

An ausgewählten, authentischen Beispielen kann der Physikunterricht Erfahrungen mit wesentlichen Elementen naturwissenschaftlichen Arbeitens vermitteln, indem von den Schülerinnen und Schülern formulierte Vermutungen oder Hypothesen in eigenen, auch quantitativ auswertbaren Experimenten überprüft werden. Bei selbständigem Experimentieren erfahren die Lernenden, wie wesentlich genaues Arbeiten und gewissenhafter Umgang mit Daten sind. Hierdurch werden erste fachliche Kriterien zur Bewertung wissenschaftlicher Ergebnisse bereitgestellt und das Verantwortungsbewusstsein der Schülerinnen und Schüler gestärkt.

In besonderer Weise lernen die Schülerinnen und Schüler den messenden Zugang zu naturwissenschaftlichen Fragestellungen kennen. Sie erwerben dabei auf Neues übertragbare Erfahrungen im selbstständigen Umgang mit wichtigen Messmitteln und wesentlichen Verfahren der Darstellung von Messdaten sowie deren Auswertung in relevanten Zusammenhängen. Die hiermit verbundene Fähigkeit, Diagramme anzufertigen und zu interpretieren ist nicht nur aus innerfachlicher Notwendigkeit ein wesentlicher Bestandteil des vom Physikunterricht zu erbringenden Bildungsbeitrages, sie ist auch unerlässlich als Baustein einer zeitgemäßen und sachgerechten Kommunikationsfähigkeit. Kompetenz in diesem Bereich zeigt sich darüber hinaus durch sachgerechte Verwendung des erworbenen Begriffsinventars bei der Formulierung eigener Ergebnisse, vor allem aber beim Verstehen fachbezogener Texte.

Auf der Grundlage eigener Experimente, eines gesicherten Basiswissens und der Beherrschung elementarer Fachmethoden einschließlich behutsamer Mathematisierung gewinnen die Schülerinnen und Schüler im Physikunterricht auch die Erkenntnis, dass die spezifische Art und Weise der physikalischen Naturuntersuchung immer nur aspekthafte Aussagen hervorbringen kann, die mitunter durch andere Betrachtungsweisen ergänzt werden müssen. An ausgewählten Beispielen bewerten die Schülerinnen und Schüler dabei auch den Beitrag der Gesellschaft bei der Beeinflussung unserer Umwelt.

Durch Erfolgserlebnisse bei Problemlösungen trägt der Physikunterricht dazu bei, dass sich eine Haltung herausbildet, die lebenslanges Fragen, daraus resultierendes Streben nach Weiterbildung und somit erst Bildung im eigentlichen Sinne ermöglicht.

2.2 Ausdifferenzierung der Kompetenzbereiche

Die von der Kultusministerkonferenz beschlossenen "Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss" werden im Kerncurriculum für das Land Niedersachsen durch die Beschreibung von erwarteten Kompetenzen konkretisiert.

Ein wesentliches Ziel des Unterrichts ist der Aufbau der prozessbezogenen Kompetenzen, die im direkten Zusammenhang mit altersgemäß ausgewählten physikalischen Inhalten erworben werden.

Aufgabe des Physikunterrichts ist es, die Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler anzuregen, zu unterstützen, zu fördern und zu sichern. Dabei sollte der Unterricht vom Erfahrungsbereich sowohl der Mädchen als auch der Jungen ausgehen und an ihren Interessenlagen sowie Lernvoraussetzungen und Lernprozessen orientiert sein.

Diesen Zielen dienen die unten aufgeführten erwarteten Kompetenzen. Sie lassen sich folgenden Kompetenzbereichen zuordnen:

| prozessbezogenen | inhaltsbezogenen |
|--|--|
| <p><i>Erkenntnisgewinnung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Physikalisch argumentieren • Probleme lösen • Planen, experimentieren, auswerten • Mathematisieren • Mit Modellen arbeiten <p><i>Kommunikation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kommunizieren und dokumentieren <p><i>Bewertung</i></p> | <p>Untergliedert in folgende Themenbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energie • Thermodynamik • Magnetismus und Elektrizität • Mechanik • Optik • Kernphysik |

In den Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss werden die prozessbezogenen Kompetenzen in den drei Bereichen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung beschrieben. Die dort vorgenommene Zuordnung beschreibt ein Endverhalten. Damit die Kompetenzentwicklung im Physikunterricht von Jahrgang 5 bis 10 angemessen dargestellt werden kann, wird der Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* untergliedert:

- Physikalisch argumentieren richtet sich auf die Auseinandersetzung mit vorliegenden Fragen und Vermutungen durch Anwenden erworbener Kenntnisse und Fähigkeiten.
- Probleme lösen im Physikunterricht ist wegen der Vielfalt der erforderlichen Vorkenntnisse eine besonders anspruchsvolle Kompetenz, die nur langsam und schrittweise entwickelt werden kann.
- Planen, experimentieren, auswerten umfasst die Beschreibung von Kompetenzen, die sich im Kern auf Experimente beziehen.
 - Mathematisieren ist eine kennzeichnende Vorgehensweise der Physik, durch die sie sich von den anderen Naturwissenschaften deutlich unterscheidet.

- Mit Modellen arbeiten ist eine Kompetenz, die in allen naturwissenschaftlichen Fächern benötigt wird. Physikalische Modelle können dabei insbesondere grafisch oder mathematisch sein.

In diesem Sinne bedeutet Erkenntnisgewinnung, dass die Schülerinnen und Schüler physikalische Situationen erkunden, in verschiedenen Varianten Erfahrungen mit physikalischen Phänomenen machen, auf diese Weise ein tragfähiges Begriffsnetz erwerben und Sicherheit erlangen, in bekannten Zusammenhängen physikalische Aufgaben und Probleme zu lösen.

Fachliches und sprachliches Lernen korrespondieren in hohem Maße. Den sprachlichen Verstehens- und Kommunikationsprozessen kommt dabei eine wichtige Bedeutung zu. *Kommunikation* in der Fachsprache entwickelt sich nicht von allein auf der Basis von Alltagssprache, sondern bedarf behutsamer Entwicklung. Ziel ist es, die kommunikativen und die fachsprachlichen Kompetenzen gleichermaßen zu festigen, um so ein differenziertes Verstehen und Darstellen von Sachverhalten zu ermöglichen und sprachlich bedingte Lernhemmnisse abzubauen. Dabei kommt der Lehrkraft als sprachliches Vorbild eine besondere Bedeutung zu.

- Kommunizieren und dokumentieren richtet sich insbesondere auf die Informationsaufnahme und die Darstellung von Arbeitsergebnissen in unterschiedlichen Formen.

Bewertung im Physikunterricht richtet sich zunächst auf kritischen Umgang mit dem eigenen Vorgehen. Sie umfasst darüber hinaus die Frage, zu welchen Fragestellungen die Physik überhaupt Aussagen machen kann.

Die allgemeinen Beschreibungen der prozessbezogenen Kompetenzbereiche werden in den Tabellen des Kapitels 2.3.1 konkretisiert. Dort wird insbesondere die Kompetenzentwicklung in ihrer Progression dargestellt. Die über den Tabellen formulierten Texte geben dabei wesentliche didaktische Hinweise zu den Besonderheiten der Entwicklung der jeweiligen Kompetenzen.

In den Tabellen des Kapitels 2.3.2 werden die inhaltsbezogenen Kompetenzen gegliedert nach Themenbereichen dargestellt, wobei auf eine zeilenweise Darstellung der Progression verzichtet wurde und nicht jeder Themenbereich in jedem Doppeljahrgang behandelt wird.

Dabei nimmt der Begriff *Energie* eine Sonderstellung ein. Einerseits beschreibt er einen Themenbereich, andererseits dient er als themenübergreifende Leitlinie, weil er alle nachfolgenden Themenbereiche berührt.

2.3 Erwartete Kompetenzen

Die im Folgenden beschriebenen, erwarteten Kompetenzen sind als Regelanforderungen auf Grundlage der Stundentafeln formuliert. Bei einer abweichenden Verteilung der Stunden oder einer abweichenden Gesamtstundenzahl sind auf Grundlage des Kerncurriculums von der Fachkonferenz Anpassungen vorzunehmen.

Die Fachkonferenz legt auf dieser Grundlage einen schuleigenen Arbeitsplan (Fachcurriculum, in der Form der Tabelle 2.3.3) fest (vgl. Kap. 6). Dabei ist sie frei in der Anordnung der Themenbereiche in den Doppeljahrgängen.

Die Anordnung der einzelnen Inhalte innerhalb der Themenbereiche ist abhängig vom jeweiligen didaktischen Konzept. So ist es beispielsweise im Themenbereich *Bewegung, Masse und Kraft* des Doppeljahrgangs 7/8 möglich, mit der Einführung des physikalischen Kraftbegriffs zu beginnen oder ausgehend von Bewegungen die Trägheit von Körpern an den Anfang der Unterrichtseinheit zu stellen. Weitere Möglichkeiten bestehen darin, den Kraftbegriff von der Energie oder vom Impuls her zu erschließen.

Bezüglich der Anordnung legt die Fachkonferenz fest, welche Kompetenzen im Physikunterricht ihrer Schule am Ende jedes Schuljahrgangs erreicht werden müssen. Dabei sind prozessbezogene und inhaltsbezogene Kompetenzen aufeinander zu beziehen (siehe Tabelle 2.3.3). Grundsätzlich ist bei der Planung von Unterrichtseinheiten darauf zu achten, dass Kompetenzen in allen Kompetenzbereichen erworben werden können.

Informationen über Lernvoraussetzungen aus vorangegangenen Jahrgängen kann man den entsprechenden Tabellen zu den inhaltsbezogenen und prozessbezogenen Kompetenzen entnehmen. Mögliche Anwendungsbezüge sind in den Zuordnungstabellen im Abschnitt 2.3.3 kursiv hervorgehoben.

2.3.1 Prozessbezogene Kompetenzen

Die farbigen Markierungen sind in den Tabellen „Zusammenführung der Kompetenzbereiche“ im Abschnitt 2.3.3 vorgenommen worden.

Physikalisch argumentieren

Physikalische Argumentation wächst über einen unverbindlichen Meinungs-austausch hinaus, indem zunächst ein sachbezogenes Vokabular entwickelt wird. Vorliegende Fragen und Vermutungen werden durch Anwendung weiterer Darstellungselemente, insbesondere von Grafen, sprachlichen Formulierungen von Zusammenhängen und schließlich Gleichungen sowie durch die Durchführung hypothesengeleiteter Experimente einer rationalen Beantwortung zugänglich gemacht.

Besondere Aufmerksamkeit verdient der allmähliche Übergang von der Alltagssprache zur Fachsprache; der Wechsel zwischen Darstellungen und Sprachebenen muss dabei geübt werden. Der beschriebene Weg muss in jedem neu begonnenen Sachgebiet erneut durchlaufen werden, die Angabe eines Endverhaltens bedeutet also nicht, dass die zum Erwerb des Endverhaltens erforderlichen Schritte bei fortgeschrittenen Lernenden entbehrlich wären.

| Am Ende von Schuljahrgang 6 | zusätzlich am Ende von Schuljahrgang 8 | zusätzlich am Ende von Schuljahrgang 10 |
|--|---|---|
| Die Schülerinnen und Schüler ... | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • geben ihre erworbenen Kenntnisse wieder und nutzen erlerntes Vokabular. • beschreiben fachliche Zusammenhänge in Alltagssprache. • benennen Aspekte, die für einen Zusammenhang möglicherweise bedeutsam sind. • formulieren problembezogene Fragen. • argumentieren in Je-desto-Form. • verwenden einfache Schaltbilder. | <ul style="list-style-type: none"> • nutzen zunehmend fachsprachliche Elemente zur Argumentation. • unterscheiden wesentliche von unwesentlichen Aspekten. • formulieren und stützen Vermutungen auf der Basis experimenteller Befunde oder theoretischer Überlegungen. • argumentieren mithilfe von Diagrammen, insbesondere zu proportionalen Zusammenhängen. • unterstützen ihre Argumentation durch selbst angefertigte Diagramme. | <ul style="list-style-type: none"> • verwenden die erlernte Fachsprache. • trennen physikalische Aspekte selbstständig von außerphysikalischen. • unterwerfen Vermutungen einer fachlich-kritischen Prüfung. • argumentieren mithilfe von Diagrammen linearer Funktionen und einfacher Potenzfunktionen. • setzen Darstellungen situationsgerecht ein. |

Probleme lösen

Die Fähigkeit, Probleme zu lösen, ist sehr anspruchsvoll. Sie entwickelt sich nur, wenn die Lernenden sich bei der Problemlösung immer wieder als erfolgreich erleben. Zur Unterstützung der Entwicklung dieser Fähigkeit können genaue Anleitung und feste Strukturierung hilfreich sein, wenn die Probleme aus Sicht der Lernenden neuartig oder komplex sind. Offene

Problemstellungen können eher in bekannten Zusammenhängen für Schülerinnen und Schüler eine angemessene Herausforderung darstellen. Für die Gestaltung von Unterricht ergibt sich daraus die Forderung nach einem kumulativen Aufbau auch in den einzelnen Unterrichtseinheiten mit zunehmender Öffnung bei wachsendem Kenntnisstand.

| Am Ende von Schuljahrgang 6 | zusätzlich am Ende von Schuljahrgang 8 | zusätzlich am Ende von Schuljahrgang 10 |
|---|--|---|
| Die Schülerinnen und Schüler ... | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • nutzen erarbeitete Fachkenntnisse zur Lösung von eng damit zusammenhängenden Problemen. • arbeiten bei der Problemlösung angeleitet, überwiegend zeichnerisch oder sprachlich. • ermitteln auf Aufforderung Daten aus Schulbuch oder Nachschlagewerken. • ziehen unter Anleitung angefertigte Notizen aus dem Unterricht heran. • erkennen bekannte Zusammenhänge in nur leicht verändertem Kontext auch an Beispielen aus dem Alltag wieder. | <ul style="list-style-type: none"> • greifen für die Problemlösung auch auf Kenntnisse zurück, die zu einem früheren Zeitpunkt erworben wurden. • arbeiten zunehmend selbständig unter Hinzuziehung von Konstruktionen, linearen Gleichungen und proportionalen Zusammenhängen. • nutzen weitere vorgegebene Quellen zur Informationsbeschaffung. • führen ihre Notizen zunehmend selbstverantwortlich und ziehen sie zur Problemlösung heran. | <ul style="list-style-type: none"> • ergänzen fehlende Informationen selbstständig und ziehen Schulbuch und Formelsammlung zur Problemlösung heran. • setzen ihre Kenntnisse über nichtlineare Zusammenhänge ein. • verwenden die eingeführte Rechner-Technologie. • wählen geeignete Quellen selbst aus. • führen selbstverantwortlich ihre Notizen. • erkennen bekannte Zusammenhänge auch in einem neuen Umfeld. |

Planen, experimentieren, auswerten

Wie die Problemlösefähigkeit muss auch die Experimentierfähigkeit entwickelt werden. In einem neuen Sachgebiet sollten die Lernenden in der Regel zunächst angeleitet experimentieren. Mit zunehmender Sicherheit dürfen Fragestellungen und Anleitungen schrittweise offener werden, um in einem anderen Sachgebiet zunächst wieder verengt zu werden. Sie sind

dabei stets so zu gestalten, dass die Lernenden Experimente als Mittel erleben, wesentliche Fragen zu beantworten oder neue Phänomene kennen zu lernen. Arbeitsaufträge müssen so angelegt sein, dass die Lernenden den erlebten Erfolg in erster Linie dem eigenen Tun zuschreiben können.

| Am Ende von Schuljahrgang 6 | zusätzlich am Ende von Schuljahrgang 8 | zusätzlich am Ende von Schuljahrgang 10 |
|--|---|---|
| Die Schülerinnen und Schüler ... | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • führen einfache Experimente nach angemessener schriftlicher Anleitung durch. • planen einfache Experimente in bekanntem Umfeld selbst. • beschreiben Beobachtungen und Versuchsabläufe überwiegend in der Alltagssprache. • fertigen Protokolle von ausgewählten, einfachen Versuchen an. | <ul style="list-style-type: none"> • führen einfache, auch quantitative Experimente nach zunehmend knapperer Anleitung durch. • legen unter Anleitung geeignete Messtabellen an. • erkennen abhängige und unabhängige Größen und fertigen insbesondere lineare Diagramme an. • ziehen zur Beschreibung zunehmend die Fachsprache heran. • fertigen bei Bedarf Versuchsprotokolle selbstständig an. | <ul style="list-style-type: none"> • gehen zunehmend selbstständig mit dem Experimentiergerät um. • planen einfache Experimente zur Untersuchung ausgewählter, auch eigener Fragestellungen selbst und achten darauf, jeweils nur einen Parameter zu variieren. • legen selbstständig geeignete Messtabellen an. • fertigen auch nichtlineare Grafen an, nutzen die eingeführte Rechner-Technologie zur Ermittlung funktionaler Zusammenhänge und erstellen eine geeignete Dokumentation der Arbeitsschritte. • tragen Ergebnisse von z. B. arbeitsteilig ausgeführten Experimenten sachgerecht und adressatenbezogen vor. |

Mathematisieren

Die Physik unterscheidet sich von den anderen Naturwissenschaften unter anderem durch ihren höheren Grad der Mathematisierung. Es ist Aufgabe des Unterrichts, die Lernenden auf dem Weg zu einer Beherrschung mathematischer Verfahren in der Physik schrittweise und behutsam anzuleiten. Behutsames Vorgehen bedeutet dabei, einen Weg über eine sprachliche Beschreibung und einfache Diagramme bis zur Verwendung von Gleichungen und deren anschließender Interpretation zu beschreiten. In jedem Fall wird dabei der Weg über eine sprachliche Beschreibung und

einfache Diagramme zur Angabe von Gleichungen und deren anschließender Interpretation führen. Obwohl in der nachstehenden Tabelle in Form jeweils komplexer werdender Kompetenzen ein Endverhalten beschrieben wird, müssen die Lernenden die erforderlichen Schritte in einem neuen Fachgebiet jeweils wieder neu und wiederholt durchlaufen. Termumformungen und das Lösen von Gleichungen sind nur dann Gegenstand der Physik, wenn sie dazu dienen, physikalische Fragen zu beantworten.

| Am Ende von Schuljahrgang 6 | zusätzlich am Ende von Schuljahrgang 8 | zusätzlich am Ende von Schuljahrgang 10 |
|--|---|--|
| Die Schülerinnen und Schüler ... | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Zusammenhänge in Je-desto-Form. • beschreiben Zusammenhänge mithilfe von einfachen Zeichnungen. | <ul style="list-style-type: none"> • verwenden Größen und Einheiten und führen erforderliche Umrechnungen durch. • fertigen Ausgleichsgeraden zu Messdaten an und beurteilen dabei in einfachen Fällen die Relevanz von Messdaten. • fertigen Grafen zu proportionalen oder linearen Zusammenhängen an. • geben die zugehörige Größengleichung an, formen diese um und berechnen eine fehlende Größe. • verwenden Regeln über die sinnvolle Genauigkeit von Zahlenangaben. • wechseln zwischen sprachlicher, grafischer und algebraischer Darstellung eines Zusammenhanges. | <ul style="list-style-type: none"> • fertigen Ausgleichskurven zu Messdaten an. • fertigen Grafen zu beliebigen Zusammenhängen an. • ermitteln funktionale Zusammenhänge aus Messdaten – auch mithilfe der eingeführten Rechner-Technologie, dokumentieren ihre Arbeitsschritte und begründen ihre Entscheidungen. • verwenden die wissenschaftliche Notation für Zahlenangaben und Vorsilben von Einheiten. |

Mit Modellen arbeiten

Physikalische Probleme werden durch Modellieren und Idealisieren einer Behandlung zugänglich gemacht. Modelle können dabei gegenständlich, ikonisch, grafisch, mathematisch sein oder Analogien verwenden. Das Kern-Hülle-Modell des Atoms, das Modell der Elementarmagnete und das im Chemieunterricht eingeführte Teilchenmodell werden im Sinne von iko-

nischen Modellen, Energieflussdiagramme als Beispiel für grafische Modelle verwendet. An Beispielen erkennen die Lernenden die Prognosefähigkeit von Modellen und deren Grenzen. Erst fortgeschrittene Lernende sind dabei in der Lage, über die Unterschiede zwischen Modell und Realität zu reflektieren.

| Am Ende von Schuljahrgang 6 | zusätzlich am Ende von Schuljahrgang 8 | zusätzlich am Ende von Schuljahrgang 10 |
|--|---|--|
| Die Schülerinnen und Schüler ... | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • übersetzen zwischen einfachen Schaltungen und symbolischen Darstellungen. • äußern Vermutungen über Zusammenhänge oder Ursachen. • ziehen das Modell der Elementarmagnete zur Deutung von Beobachtungen heran. | <ul style="list-style-type: none"> • begründen Zusammenhänge anhand vorgelegter Schaltpläne. • stellen Zusammenhänge in Form von grafischen Darstellungen dar. • formulieren überprüfbare Vermutungen und entwickeln Ansätze zur Überprüfung. • ziehen Modellvorstellungen zur Problemlösung unter Anleitung heran. | <ul style="list-style-type: none"> • überprüfen Hypothesen an ausgewählten Beispielen durch selbst entworfene Experimente. • ziehen Modellvorstellungen als Hilfsmittel zur Problemlösung und Formulierung von Hypothesen heran. • unterscheiden zwischen Modellvorstellung und Realität. |

Kommunizieren und dokumentieren

Kommunizieren

Schülerinnen und Schüler müssen Äußerungen von anderen und Texte mit physikalischen Inhalten verstehen, sich zu eigen machen und überprüfen. Sie nehmen dazu Informationen auf, strukturieren diese und dokumentieren ihre Arbeit, ihre Lernwege und ihre Ergebnisse. Dabei nutzen sie unterschiedliche Darstellungsformen und Medien. Zunehmend achten

die Lernenden auf eine adressatengerechte Darstellung und die Auswahl geeigneter Sprachelemente. Eine besondere Bedeutung kommt der Dokumentation von Lösungswegen dann zu, wenn elektronische Rechenhilfen benutzt werden.

| Am Ende von Schuljahrgang 6 | zusätzlich am Ende von Schuljahrgang 8 | zusätzlich am Ende von Schuljahrgang 10 |
|---|---|---|
| Die Schülerinnen und Schüler ... | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • teilen sich über physikalische Zusammenhänge und Beobachtungen in der Umgangssprache verständlich mit. • geben fachbezogene Darstellungen und Aussagen mit eigenen Worten wieder. • entnehmen Daten aus altersgerechten Darstellungen. • verfassen Berichte angeleitet. • präsentieren Arbeitsergebnisse in altersgemäßer Form, auch mithilfe vorgegebener Medien. • äußern Kritik und nehmen Kritik selbst an. • bearbeiten Aufgaben in Gruppen. | <ul style="list-style-type: none"> • strukturieren und interpretieren fachbezogene Darstellungen. • verfassen Berichte selbstständig. • berichten über Arbeitsergebnisse und setzen dazu Demonstrationsexperimente und elementare Medien ein. • übernehmen Rollen in Gruppen. | <ul style="list-style-type: none"> • wählen die Sprachebene adressatengerecht aus. • wählen Informationen aus Formelsammlung und anderen geeigneten Quellen sachgerecht aus. • stellen die Ergebnisse einer selbstständigen Arbeit zu einem Thema in angemessener Form schriftlich dar. • referieren über selbst durchgeführte Experimente sachgerecht und adressatenbezogen und wählen dazu geeignete Medien aus. • entwickeln die Arbeit in der Gruppe weiter. |

Dokumentieren

Wesentliches Kriterium für die Anerkennung naturwissenschaftlicher Ergebnisse ist deren Reproduzierbarkeit. Das setzt eine geeignete Form der Dokumentation voraus. Im Unterricht gelangen die Lernenden zu einer zunehmend selbstständig ausgeführten, situations- und adressatengerechten Darstellungsform, ohne in eine ritualisierte Art des Protokolls zu verfallen. Zur Dokumentation gehört die schrittweise genauer eingehaltene

Verwendung von Größensymbolen, Einheiten und Schaltzeichen. Ebenso entwickelt werden soll die Fähigkeit, Lernergebnisse und Kenntnisstand in geeigneter Form übersichtlich darzustellen und so eine Basis für künftiges Lernen bereitzustellen.

| Am Ende von Schuljahrgang 6 | zusätzlich am Ende von Schuljahrgang 8 | zusätzlich am Ende von Schuljahrgang 10 |
|--|--|---|
| Die Schülerinnen und Schüler ... | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • halten ihre Ergebnisse angeleitet und in vorgegebener Form fest. • fertigen einfache Skizzen und Schaltbilder an. | <ul style="list-style-type: none"> • führen ihre Notizen zunehmend selbstständig. • dokumentieren Versuchsaufbauten, Beobachtungen und Vorgehensweisen zunehmend selbstständig. • nutzen vereinbarte grafische Darstellungen zur Veranschaulichung. • fertigen Messtabellen angeleitet an und geben Größensymbole und Einheiten an. • nutzen Diagramme zur Darstellung linearer Zusammenhänge unaufgefordert. • stellen ihre Kenntnisse in einem Begriffsnetz dar. | <ul style="list-style-type: none"> • führen ihre Notizen selbstständig. • dokumentieren ihre Arbeitsschritte auch bei selbst geplanten Experimenten oder Auswertungen in geeigneter schriftlicher Darstellung. • fertigen Messtabellen selbstständig an und geben Größensymbole und Einheiten an. • nutzen grafische Darstellungen für bekannte Zusammenhänge, auch unter Benutzung der eingeführten Rechner-Technologie. |

Bewerten

Zum Bewerten gehört die Fähigkeit, das erworbene Wissen kritisch einordnen zu können, ebenso wie die Beantwortung der Frage, in welchem Gebiet die Physik Aussagen machen kann und in welchem nicht. Insofern ist es unumgänglich, dass die Lernenden zwischen naturwissenschaftlichen, gesellschaftlichen und politischen Komponenten einer Bewertung unterscheiden. Im Zusammenhang mit Fragen der Nachhaltigkeit, der Auswirkungen technischer Anwendungen und der Gesundheit entwickeln

die Lernenden dabei auch Ansätze für Wertmaßstäbe. Die Gelegenheiten, Bewertungskompetenz im Physikunterricht zu entwickeln, sind allerdings begrenzt und zugleich komplex. Deshalb sind die Anlässe gezielt zu nutzen. Die Erwartungen an die Progression müssen realistisch eingeschätzt werden, weil die zur Entwicklung erforderlichen Schritte nur selten durchlaufen werden können.

| Am Ende von Schuljahrgang 6 | zusätzlich am Ende von Schuljahrgang 8 | zusätzlich am Ende von Schuljahrgang 10 |
|--|--|---|
| Die Schülerinnen und Schüler ... | | |
| <ul style="list-style-type: none"> überprüfen die Gültigkeit ihrer Ergebnisse durch Vergleich mit anderen Arbeitsgruppen. zeigen die Bedeutung einfacher technischer Systeme für das Leben im Alltag auf. begründen Sicherheitsregeln im Zusammenhang mit Magnetismus und Elektrizität. | <ul style="list-style-type: none"> schätzen den Einfluss von Fehlerquellen auf die Gültigkeit ihrer Ergebnisse ein. entscheiden begründet über die Zulässigkeit von Ausgleichsgeraden. zeigen anhand von Beispielen die Bedeutung elektrischer Energieübertragung für die Lebenswelt auf. nutzen ihre Kenntnisse zur Beurteilung von Energiesparmaßnahmen. begründen Verkehrssicherheitsregeln. | <ul style="list-style-type: none"> schätzen die absolute Unsicherheit beim Messen einzelner Größen ab. wählen aus den bekannten Möglichkeiten für Ausgleichskurven die situationsbezogen passende aus. beurteilen den Gültigkeitsbereich untersuchter Zusammenhänge. schätzen den häuslichen Energiebedarf und dessen Verteilung realistisch ein. nutzen ihre physikalischen Kenntnisse zur Bewertung ausgewählter Aspekte der Energieversorgung. zeigen die Grenzen physikalisch begründeter Entscheidungen auf. begründen Sicherheitsregeln beim Umgang mit ionisierender Strahlung, z. B. in der Medizin. |

2.3.2 Inhaltsbezogene Kompetenzen

Themenbereich Energie

Die farbigen Markierungen sind in den Tabellen „Zusammenführung der Kompetenzbereiche“ im Abschnitt 2.3.3 vorgenommen worden.

| Am Ende von Schuljahrgang 6 | zusätzlich am Ende von Schuljahrgang 8 | zusätzlich am Ende von Schuljahrgang 10 |
|----------------------------------|---|--|
| Die Schülerinnen und Schüler ... | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • verfügen über einen altersgemäß ausgeschärfen Energiebegriff. • beschreiben verschiedene geeignete Vorgänge mithilfe von Energieübertragungsketten. • ordnen der Energie die Einheit 1 J zu und geben einige typische Größenordnungen an. • stellen qualitative Energiebilanzen für einfache Übertragungs- bzw. Wandlungsvorgänge auf. • erläutern das Prinzip der Energieerhaltung unter Berücksichtigung des Energiestroms in die Umgebung. • verwenden für die Energiestromstärke die Größenbezeichnung P sowie deren Einheit 1 W und geben typische Größenordnungen an. | <ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden Temperatur und innere Energie eines Körpers. • beschreiben einen Phasenübergang energetisch. • geben Beispiele dafür an, dass Energie, die infolge von Temperaturunterschieden übertragen wird, nur vom Gegenstand höherer Temperatur zum Gegenstand niedrigerer Temperatur fließt. • erläutern, dass Vorgänge in der Regel nicht umkehrbar sind, weil ein Energiestrom in die Umgebung auftritt. • verwenden in diesem Zusammenhang den Begriff Energieentwertung. • benutzen die Energiestromstärke/Leistung P als Maß dafür, wie schnell Energie übertragen wird. • bestimmen die in elektrischen Systemen umgesetzte Energie. • unterscheiden mechanische Energieübertragung (Arbeit) von thermischer (Wärme) an ausgewählten Beispielen. • bestimmen die auf diese Weise übertragene Energie quantitativ. • unterscheiden zwischen innerer Energie eines Körpers und seiner Temperatur am Beispiel eines Phasenübergangs. • nutzen die Gleichung für die kinetische Energie zur Lösung einfacher Aufgaben. • formulieren den Energieerhaltungssatz und nutzen ihn zur Lösung einfacher Aufgaben und Probleme. |

Themenbereich Magnetismus und Elektrizität

| Am Ende von Schuljahrgang 6 | zusätzlich am Ende von Schuljahrgang 8 | zusätzlich am Ende von Schuljahrgang 10 |
|---|--|--|
| Die Schülerinnen und Schüler ... | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden die Wirkungen eines Magneten auf unterschiedliche Gegenstände und klassifizieren die Stoffe entsprechend. • wenden diese Kenntnisse an, indem sie ausgewählte Erscheinungen aus dem Alltag auf magnetische Phänomene zurückführen. • beschreiben Dauermagnete durch Nord- und Südpol und deuten damit die Kraftwirkung. • wenden diese Kenntnisse zur Darstellung der Erde als Magnet an. • geben an, dass Nord- und Südpol nicht getrennt werden können. • beschreiben das Modell der Elementarmagnete • beschreiben den Aufbau und deuten die Wirkungsweise eines Kompasses. • erkennen einfache elektrische Stromkreise und beschreiben deren Aufbau und Bestandteile. • wenden diese Kenntnisse auf ausgewählte Beispiele im Alltag an. • verwenden Schaltbilder in einfachen Situationen sachgerecht. • unterscheiden Reihen- und Parallelschaltung. • wenden diese Kenntnisse in verschiedenen Situationen aus dem Alltag an. • unterscheiden zwischen elektrischen Leitern und Isolatoren und benennen Beispiele dafür. • charakterisieren elektrische Quellen anhand ihrer Spannungsangabe. • wissen um die Gefährdung durch Elektrizität und wenden geeignete Verhaltensregeln zu deren Vermeidung an. • beschreiben die Wirkungsweise eines Elektromagneten. | <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben elektrische Stromkreise in verschiedenen Alltagssituationen anhand ihrer Energie übertragenden Funktion. • deuten die Vorgänge im Stromkreis mithilfe der Vorstellung von bewegten Elektronen in Metallen. • nennen Anziehung bzw. Abstoßung als Wirkung von Kräften zwischen geladenen Körpern. • identifizieren in einfachen vorgelegten Stromkreisen den Elektronenstrom und den Energiestrom. • verwenden für die elektrische Stromstärke die Größenbezeichnung I und für die Energiestromstärke die Größenbezeichnung P sowie deren Einheiten und geben typische Größenordnungen an. • kennzeichnen die elektrische Spannung als Maß für die je Elektron übertragbare Energie. • verwenden die Größenbezeichnung U und deren Einheit und geben typische Größenordnungen an. • unterscheiden die Spannung der Quelle von der Spannung zwischen zwei Punkten eines Leiters. • erläutern Knoten- und Maschenregel und wenden beide auf einfache Beispiele aus dem Alltag an. • unterscheiden die Definition des elektrischen Widerstands vom ohmschen Gesetz. • verwenden für den Widerstand die Größenbezeichnung R und dessen Einheit. | <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben das unterschiedliche Leitungsverhalten von Leitern und Halbleitern mit geeigneten Modellen. • beschreiben die Vorgänge am pn-Übergang mithilfe geeigneter energetischer Betrachtungen. • erläutern die Vorgänge in Leuchtdioden und Solarzellen energetisch. • beschreiben Motor und Generator sowie Transformator als <i>black boxes</i> anhand ihrer Energie wandelnden bzw. übertragenden Funktion. • nennen alltagsbedeutsame Unterschiede von Gleich- und Wechselstrom. |

Themenbereich Mechanik

(Doppeljahrgang 7/8)

Am Ende von Schuljahrgang 8

Die Schülerinnen und Schüler ...

- verwenden lineare t - s - und t - v -Diagramme zur Beschreibung geradliniger Bewegungen.
- erläutern die zugehörigen Gleichungen.
- nutzen diese Kenntnisse zur Lösung einfacher Aufgaben.
- erläutern die Trägheit von Körpern und beschreiben deren Masse als gemeinsames Maß für ihre Trägheit und Schwere.
- verwenden als Maßeinheit der Masse 1 kg und schätzen typische Größenordnungen ab.
- identifizieren Kräfte als Ursache von Bewegungsänderungen / Verformungen oder von Energieänderungen.
- verwenden als Maßeinheit der Kraft 1 N und schätzen typische Größenordnungen ab.
- unterscheiden zwischen Kraft und Energie
- geben das hookesche Gesetz an.
- unterscheiden zwischen Gewichtskraft und Masse (Ortsfaktor g).
- stellen Kräfte als gerichtete Größen mithilfe von Pfeilen dar.
- bestimmen die Ersatzkraft zweier Kräfte zeichnerisch.
- unterscheiden zwischen Kräftepaaren bei der Wechselwirkung zwischen zwei Körpern und Kräftepaaren beim Kräftegleichgewicht an einem Körper.

Themenbereich Thermodynamik

(Doppeljahrgang 9/10)

| Am Ende von Schuljahrgang 10 |
|---|
| Die Schülerinnen und Schüler ... |
| <ul style="list-style-type: none">• beschreiben den Gasdruck als Zustandsgröße modellhaft und geben die Definitionsgleichung des Drucks an.• verwenden für den Druck das Größensymbol p und die Einheit 1 Pa und geben typische Größenordnungen an.• beschreiben das Verhalten idealer Gase mit den Gesetzen von Boyle-Mariotte und Gay-Lussac.• erläutern auf dieser Grundlage die Zweckmäßigkeit der Kelvin-Skala.• beschreiben die Funktionsweise eines Stirlingmotors.• beschreiben den idealen stirlingschen Kreisprozess im V-p-Diagramm.• erläutern die Existenz und die Größenordnung eines maximal möglichen Wirkungsgrades auf der Grundlage der Kenntnisse über den stirlingschen Kreisprozess.• geben die Gleichung für den maximal möglichen Wirkungsgrad einer thermodynamischen Maschine an. |

Themenbereich Phänomenorientierte Optik

(Doppeljahrgang 5/6)

| am Ende von Schuljahrgang 6 |
|---|
| Die Schülerinnen und Schüler ... |
| <ul style="list-style-type: none">• wenden die Sender-Empfänger-Vorstellung des Sehens in einfachen Situationen an.• nutzen die Kenntnis über Lichtbündel und die geradlinige Ausbreitung des Lichtes zur Beschreibung von Sehen und Gesehenwerden.• beschreiben und erläutern damit Schattenphänomene, Finsternisse und Mondphasen.• beschreiben Reflexion, Streuung und Brechung von Lichtbündeln an ebenen Grenzflächen.• beschreiben die Eigenschaften der Bilder an ebenen Spiegeln, Lochblenden und Sammellinsen.• unterscheiden Sammel- und Zerstreuungslinsen.• wenden diese Kenntnisse im Kontext Fotoapparat oder Auge an.• beschreiben weißes Licht als Gemisch von farbigem Licht. |

Themenbereich Atom- und Kernphysik

(Doppeljahrgang 9/10)

| am Ende von Schuljahrgang 10 |
|---|
| Die Schülerinnen und Schüler ... |
| <ul style="list-style-type: none">• beschreiben das Kern-Hülle-Modell vom Atom und erläutern den Begriff Isotop.• deuten die Stabilität von Kernen mithilfe der Kernkraft.• beschreiben die ionisierende Wirkung von Kernstrahlung und deren stochastischen Charakter.• beschreiben den Aufbau und die Wirkungsweise eines Geiger-Müller-Zählrohrs.• geben ihre Kenntnisse über natürliche und künstliche Strahlungsquellen wieder.• unterscheiden α-, β-, γ-Strahlung anhand ihres Durchdringungsvermögens und beschreiben ihre Entstehung modellhaft.• erläutern Strahlenschutzmaßnahmen mithilfe dieser Kenntnisse.• unterscheiden Energiedosis und Äquivalentdosis.• geben die Einheit der Äquivalentdosis an.• beschreiben den radioaktiven Zerfall eines Stoffes unter Verwendung des Begriffes Halbwertszeit.• beschreiben die Kernspaltung und die Kettenreaktion. |

2.3.3 Zusammenführung der Kompetenzbereiche

Doppeljahrgang 5/6: Dauermagnete

| Fachwissen | Erkenntnisgewinnung | Kommunikation | Bewertung |
|---|--|---|---|
| Die Schülerinnen und Schüler ... | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> unterscheiden die Wirkungen eines Magneten auf unterschiedliche Gegenstände und klassifizieren die Stoffe entsprechend. wenden diese Kenntnisse an, indem sie ausgewählte Erscheinungen aus dem Alltag auf magnetische Phänomene zurückführen. | <ul style="list-style-type: none"> führen dazu einfache Experimente mit Alltagsgegenständen nach Anleitung durch und werten sie aus. | <ul style="list-style-type: none"> halten ihre Arbeitsergebnisse in vorgegebener Form fest. | <ul style="list-style-type: none"> nutzen ihr Wissen zur Bewertung von Sicherheitsmaßnahmen im Umgang mit Magneten im täglichen Leben. |
| <ul style="list-style-type: none"> beschreiben Dauermagnete durch Nord- und Südpol und deuten damit die Kraftwirkung. wenden diese Kenntnisse zur Darstellung der magnetischen Wirkung der Erde an. | <ul style="list-style-type: none"> beschreiben entsprechende Phänomene. führen einfache Experimente nach Anleitung durch und werten sie aus. | <ul style="list-style-type: none"> dokumentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit. | |
| <ul style="list-style-type: none"> geben an, dass Nord- und Südpol nicht getrennt werden können. | <ul style="list-style-type: none"> führen einfache Experimente zur Magnetisierung und Entmagnetisierung nach Anleitung durch und werten sie aus. | <ul style="list-style-type: none"> dokumentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit. | |
| <ul style="list-style-type: none"> beschreiben das Modell der Elementarmagnete. | <ul style="list-style-type: none"> verwenden dieses Modell zur Deutung einfacher Phänomene. | | |
| <ul style="list-style-type: none"> beschreiben den Aufbau und deuten die Wirkungsweise eines Kompasses. | | <ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Anwendung des Kompasses zur Orientierung. | <ul style="list-style-type: none"> benennen Auswirkungen dieser Erfindung in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen (Seefahrer, Entdeckungen). |

Doppeljahrgang 5/6: Stromkreise

| Fachwissen | Erkenntnisgewinnung | Kommunikation | Bewertung |
|---|---|--|--|
| Die Schülerinnen und Schüler ... | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> erkennen einfache elektrische Stromkreise und beschreiben deren Aufbau und Bestandteile. wenden diese Kenntnisse auf ausgewählte Beispiele im Alltag an. | | <ul style="list-style-type: none"> unterscheiden dabei zwischen Alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung. | <ul style="list-style-type: none"> zeigen anhand von einfachen Beispielen die Bedeutung elektrischer Stromkreise im Alltag auf. |
| <ul style="list-style-type: none"> verwenden Schaltbilder in einfachen Situationen sachgerecht. | <ul style="list-style-type: none"> nehmen dabei Idealisierungen vor. bauen einfache elektrische Stromkreise nach vorgegebenem Schaltplan auf. | <ul style="list-style-type: none"> benutzen Schaltpläne als fachtypische Darstellungen. | |
| <ul style="list-style-type: none"> unterscheiden Reihen- und Parallelschaltung. wenden diese Kenntnisse in verschiedenen Situationen aus dem Alltag an. | <ul style="list-style-type: none"> führen dazu einfache Experimente nach Anleitung durch. <p style="text-align: center;">Vgl. Hinweis auf S. 34.</p> | <ul style="list-style-type: none"> dokumentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit. beschreiben den Aufbau einfacher technischer Geräte und deren Wirkungsweise. | |
| <ul style="list-style-type: none"> unterscheiden zwischen elektrischen Leitern und Isolatoren und benennen Beispiele dafür. | <ul style="list-style-type: none"> planen einfache Experimente zur Untersuchung der Leitfähigkeit, führen sie durch und dokumentieren die Ergebnisse. | <ul style="list-style-type: none"> tauschen sich über die Erkenntnisse zur Leitfähigkeit aus. | |
| <ul style="list-style-type: none"> charakterisieren elektrische Quellen anhand ihrer Spannungsangabe. wissen um die Gefährdung durch Elektrizität und wenden geeignete Verhaltensregeln zu deren Vermeidung an. | <ul style="list-style-type: none"> nutzen die Spannungsangaben auf elektrischen Geräten zu ihrem bestimmungsgemäßen Gebrauch. | | <ul style="list-style-type: none"> nutzen ihr physikalisches Wissen zum Bewerten von Sicherheitsmaßnahmen am Beispiel des Schutzleiters und der Schmelzsicherung. |
| <ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Wirkungsweise eines Elektromagneten. <p style="text-align: center;">Vgl. Hinweis auf S. 40.</p> | <ul style="list-style-type: none"> nutzen ihre Kenntnisse über elektrische Schaltungen, um den Einsatz von Elektromagneten im Alltag zu erläutern. | | |

Doppeljahrgang 5/6: Phänomenorientierte Optik

| Fachwissen | Erkenntnisgewinnung | Kommunikation | Bewertung |
|--|--|---|---|
| Die Schülerinnen und Schüler ... | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> wenden die Sender-Empfänger-Vorstellung des Sehens in einfachen Situationen an. nutzen die Kenntnis über Lichtbündel und die geradlinige Ausbreitung des Lichtes zur Beschreibung von Sehen und Gesehenwerden. beschreiben und erläutern damit Schattenphänomene, Finsternisse und Mondphasen. | <ul style="list-style-type: none"> wenden diese Kenntnisse zur Unterscheidung von Finsternissen und Mondphasen an. | <ul style="list-style-type: none"> unterscheiden zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung des Sehvorgangs. | <ul style="list-style-type: none"> <i>schätzen die Bedeutung der Beleuchtung für die Verkehrssicherheit ein.</i> |
| <ul style="list-style-type: none"> beschreiben Reflexion, Streuung und Brechung von Lichtbündeln an ebenen Grenzflächen. | <ul style="list-style-type: none"> führen einfache Experimente nach Anleitung durch. beschreiben Zusammenhänge mithilfe von einfachen Zeichnungen. | <ul style="list-style-type: none"> beschreiben ihre Ergebnisse sachgerecht und verwenden dabei ggf. Je-desto-Beziehungen. | |
| <ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Eigenschaften der Bilder an ebenen Spiegeln, Lochblenden und Sammellinsen. unterscheiden Sammel- und Zerstreuungslinsen. wenden diese Kenntnisse im Kontext Fotoapparat oder Auge an. | <ul style="list-style-type: none"> führen dazu einfache Experimente nach Anleitung durch. deuten die Unterschiede zwischen den beobachteten Bildern bei Lochblenden und Sammellinsen mithilfe der fokussierenden Wirkung von Linsen. | <ul style="list-style-type: none"> beschreiben ihre Ergebnisse sachgerecht und verwenden dabei ggf. Je-desto-Beziehungen. | |
| <ul style="list-style-type: none"> beschreiben weißes Licht als Gemisch von farbigem Licht. | <ul style="list-style-type: none"> führen dazu einfache Experimente nach Anleitung durch. | <ul style="list-style-type: none"> beschreiben das Phänomen der Spektralzerlegung. | |

Doppeljahrgang 7/8: Einführung des Energiebegriffs

| Fachwissen | Erkenntnisgewinnung | Kommunikation | Bewertung |
|--|--|---|---|
| Die Schülerinnen und Schüler ... | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • verfügen über einen altersgemäß ausgeschärfen Energiebegriff. | | <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben bekannte Situationen unter Verwendung der erlernten Fachsprache. | |
| <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben verschiedene geeignete Vorgänge mithilfe von Energieübertragungsketten. • ordnen der Energie die Einheit 1 J zu und geben einige typische Größenordnungen an. | <ul style="list-style-type: none"> • stellen diese in Energieflussdiagrammen dar. • <i>erläutern vorgegebene Energieflussbilder für die häusliche Energieversorgung.</i> | <ul style="list-style-type: none"> • geben ihre erworbenen Kenntnisse wieder und benutzen das erlernte Vokabular. • präsentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit. • recherchieren dazu in unterschiedlichen Quellen. | <ul style="list-style-type: none"> • <i>vergleichen Nahrungsmittel im Hinblick auf ihren Energiegehalt.</i> • <i>schätzen den häuslichen Energiebedarf und dessen Verteilung realistisch ein.</i> |
| <ul style="list-style-type: none"> • stellen qualitative Energiebilanzen für einfache Übertragungs- bzw. Wandlungsvorgänge auf. • erläutern das Prinzip der Energieerhaltung unter Berücksichtigung des Energiestroms in die Umgebung. | | <ul style="list-style-type: none"> • veranschaulichen die Bilanzen grafisch mit dem Kontomodell. | |

Doppeljahrgang 7/8: Elektrik I

| Fachwissen | Erkenntnisgewinnung | Kommunikation | Bewertung |
|---|--|---|--|
| Die Schülerinnen und Schüler ... | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • <i>beschreiben elektrische Stromkreise in verschiedenen Alltagssituationen anhand ihrer Energie übertragenden Funktion.</i> | | <ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden zwischen alltags- und fachsprachlicher Beschreibung entsprechender Phänomene. | <ul style="list-style-type: none"> • <i>zeigen anhand von Beispielen die Bedeutung elektrischer Energieübertragung für die Lebenswelt auf.</i> |
| <ul style="list-style-type: none"> • deuten die Vorgänge im elektrischen Stromkreis mithilfe der Vorstellung von bewegten Elektronen in Metallen. • nennen Anziehung bzw. Abstoßung als Wirkung von Kräften zwischen geladenen Körpern. | <ul style="list-style-type: none"> • verwenden dabei geeignete Modellvorstellungen. | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • identifizieren in einfachen vorgelegten Stromkreisen den Elektronenstrom und den Energiestrom. • verwenden für die elektrische Stromstärke die Größenbezeichnung I und für die Energiestromstärke die Größenbezeichnung P sowie deren Einheiten und geben typische Größenordnungen an. | <ul style="list-style-type: none"> • untersuchen experimentell die elektrische Stromstärke in unverzweigten und verzweigten Stromkreisen. | <ul style="list-style-type: none"> • legen selbstständig geeignete Messtabellen an und präsentieren ihre Ergebnisse. | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; color: green;"> <p>Wurden in Jg. 5/6 Reihen- und Parallelkreise nicht behandelt, dann müssen sie hier eingeführt werden.</p> </div> |

| Fachwissen | Erkenntnisgewinnung | Kommunikation | Bewertung |
|---|--|---|--|
| Die Schülerinnen und Schüler ... | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> kennzeichnen die elektrische Spannung als Maß für die je Elektron übertragbare Energie. verwenden die Größenbezeichnung U und deren Einheit und geben typische Größenordnungen an. unterscheiden die Spannung der Quelle von der Spannung zwischen zwei Punkten eines Leiters. | <ul style="list-style-type: none"> messen mit dem Vielfachmessgerät die Spannung und die elektrische Stromstärke. erläutern diesen Unterschied mithilfe des Begriffspaares „übertragbare/übertragene Energie“. | <ul style="list-style-type: none"> legen selbstständig geeignete Messtabellen an und präsentieren ihre Ergebnisse. | |
| <ul style="list-style-type: none"> erläutern Knoten- und Maschenregel und wenden beide auf einfache Beispiele aus dem Alltag an. | <ul style="list-style-type: none"> begründen diese Regeln anhand einer Modellvorstellung. | <ul style="list-style-type: none"> veranschaulichen diese Regeln anhand von geeigneten Skizzen. | <ul style="list-style-type: none"> erläutern die Zweckmäßigkeit der elektrischen Schaltungen im Haushalt. |
| <ul style="list-style-type: none"> unterscheiden die Definition des elektrischen Widerstands vom ohmschen Gesetz. verwenden für den Widerstand die Größenbezeichnung R und dessen Einheit. | <ul style="list-style-type: none"> nehmen entsprechende Kennlinien auf. werten die gewonnenen Daten mithilfe ihrer Kenntnisse über proportionale Zusammenhänge aus. wenden das ohmsche Gesetz in einfachen Berechnungen an. | <ul style="list-style-type: none"> dokumentieren die Messergebnisse in Form geeigneter Diagramme. | |

Doppeljahrgang 7/8: Bewegung, Masse und Kraft

| Fachwissen | Erkenntnisgewinnung | Kommunikation | Bewertung |
|---|---|---|--|
| Die Schülerinnen und Schüler ... | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • verwenden lineare t-s- und t-v-Diagramme zur Beschreibung geradliniger Bewegungen. • erläutern die zugehörigen Gleichungen. | <ul style="list-style-type: none"> • werten gewonnene Daten anhand geeignet gewählter Diagramme aus (zweckmäßige Skalierung der Achsen, Ausgleichsgerade). • bestimmen die Steigung und interpretieren sie als Geschwindigkeit bzw. Beschleunigung. • nutzen diese Kenntnisse zur Lösung einfacher Aufgaben. | <ul style="list-style-type: none"> • verwenden selbst gefertigte Diagramme und Messtabellen zur Dokumentation und interpretieren diese. • tauschen sich über die gewonnenen Erkenntnisse und deren Anwendungen unter angemessener Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellung aus. | |
| <ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Trägheit von Körpern und beschreiben deren Masse als gemeinsames Maß für ihre Trägheit und Schwere. • verwenden als Maßeinheit der Masse 1 kg und schätzen typische Größenordnungen ab. | | <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben entsprechende Situationen umgangssprachlich und benutzen dabei zunehmend Fachbegriffe. | |
| <ul style="list-style-type: none"> • identifizieren Kräfte als Ursache von Bewegungsänderungen/ Verformungen oder von Energieänderungen. • unterscheiden zwischen Kraft und Energie • verwenden als Maßeinheit der Kraft 1 N und schätzen typische Größenordnungen ab. • geben das hookesche Gesetz an. | <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben diesbezügliche Phänomene und führen sie auf Kräfte zurück. • führen geeignete Versuche zur Kraftmessung durch. • führen Experimente zu proportionalen Zusammenhängen am Beispiel des hookeschen Gesetzes durch. | <ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung von Phänomenen. • dokumentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit selbstständig. | <ul style="list-style-type: none"> • nutzen ihr physikalisches Wissen über Kräfte, Bewegungen und Trägheit zum Bewerten von Risiken und Sicherheitsmaßnahmen im Straßenverkehr. |

| Fachwissen | Erkenntnisgewinnung | Kommunikation | Bewertung |
|---|---|--|-----------|
| Die Schülerinnen und Schüler ... | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • beurteilen die Gültigkeit dieses Gesetzes und seiner Verallgemeinerung. | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden zwischen Gewichtskraft und Masse. | <ul style="list-style-type: none"> • geben die zugehörige Größengleichung an und nutzen diese für Berechnungen. | <ul style="list-style-type: none"> • recherchieren zum Ortsfaktor g in geeigneten Quellen. | |
| <ul style="list-style-type: none"> • stellen Kräfte als gerichtete Größen mithilfe von Pfeilen dar. • bestimmen die Ersatzkraft zweier Kräfte zeichnerisch. | | <ul style="list-style-type: none"> • wechseln zwischen sprachlicher und grafischer Darstellungsform. | |
| <ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden zwischen Kräftepaaren bei der Wechselwirkung zwischen <u>zwei</u> Körpern und Kräftepaaren beim Kräftegleichgewicht an <u>einem</u> Körper. | <ul style="list-style-type: none"> • nutzen ihre Kenntnisse, um alltags-typische Beobachtungen und Wahrnehmungen zu analysieren. | | |

Für den Fall, dass diese Kompetenzen in diesem Modul nicht unterrichtet werden können, müssen sie im Jahrgang 11 thematisiert werden.

Doppeljahrgang 9/10: Energieübertragung quantitativ

| Fachwissen | Erkenntnisgewinnung | Kommunikation | Bewertung |
|--|--|--|---|
| Die Schülerinnen und Schüler ... | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> unterscheiden Temperatur und innere Energie eines Körpers. | | <ul style="list-style-type: none"> erläutern am Beispiel, dass zwei Gegenstände trotz gleicher Temperatur unterschiedliche innere Energie besitzen können. | |
| <ul style="list-style-type: none"> beschreiben einen Phasenübergang energetisch. | <ul style="list-style-type: none"> deuten ein dazugehöriges Energie-Temperatur-Diagramm formulieren an einem Alltagsbeispiel die zugehörige Energiebilanz. | <ul style="list-style-type: none"> entnehmen dazu Informationen aus Fachbuch und Formelsammlung. | |
| <ul style="list-style-type: none"> geben Beispiele dafür an, dass Energie, die infolge von Temperaturunterschieden übertragen wird, nur vom Gegenstand höherer Temperatur zum Gegenstand niedrigerer Temperatur fließt. erläutern, dass Vorgänge in der Regel nicht umkehrbar sind, weil ein Energiestrom in die Umgebung auftritt. verwenden in diesem Zusammenhang den Begriff Energieentwertung. | | | <ul style="list-style-type: none"> benutzen ihre Kenntnisse zur Beurteilung von Energiesparmaßnahmen. |
| <ul style="list-style-type: none"> benutzen die Energiestromstärke/Leistung P als Maß dafür, wie schnell Energie übertragen wird bestimmen die in elektrischen Systemen umgesetzte Energie unterscheiden mechanische Energieübertragung (Arbeit) von thermischer (Wärme) an ausgewählten Beispielen. | <ul style="list-style-type: none"> verwenden in diesem Zusammenhang Größen und Einheiten korrekt. verwenden in diesem Zusammenhang die Einheiten 1 J und 1 kWh. untersuchen auf diese Weise bewirkte Energieänderungen experimentell. | <ul style="list-style-type: none"> entnehmen dazu Informationen aus Fachbuch und Formelsammlung. unterscheiden dabei zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung. | <ul style="list-style-type: none"> vergleichen und bewerten alltagsrelevante Leistungen. zeigen die besondere Bedeutung der spezifischen Wärmekapazität des Wassers an geeigneten Beispielen aus Natur und Technik auf. |

| Fachwissen | Erkenntnisgewinnung | Kommunikation | Bewertung |
|---|---|---------------|--|
| Die Schülerinnen und Schüler ... | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> bestimmen die auf diese Weise übertragene Energie quantitativ. | <ul style="list-style-type: none"> berechnen die Änderung von Höhenenergie und innerer Energie in Anwendungsaufgaben. | | |
| <ul style="list-style-type: none"> nutzen die Gleichung für die kinetische Energie zur Lösung einfacher Aufgaben formulieren den Energieerhaltungssatz in der Mechanik und nutzen ihn zur Lösung einfacher Aufgaben und Probleme. | <ul style="list-style-type: none"> planen einfache Experimente zur Überprüfung des Energieerhaltungssatzes, führen sie durch und dokumentieren die Ergebnisse. | | <ul style="list-style-type: none"> nutzen ihr Wissen zum Bewerten von Risiken und Sicherheitsmaßnahmen im Straßenverkehr. |

Für den Fall, dass diese Kompetenzen in diesem Modul nicht unterrichtet werden können, müssen sie im Jahrgang 11 thematisiert werden.

Doppeljahrgang 9/10: Elektrik II

| Fachwissen | Erkenntnisgewinnung | Kommunikation | Bewertung |
|--|---|--|--|
| Die Schülerinnen und Schüler ... | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> beschreiben das unterschiedliche Leitungsverhalten von Leitern und Halbleitern mit geeigneten Modellen. | <ul style="list-style-type: none"> führen Experimente zur Leitfähigkeit von LDR, NTC durch. | | |
| <ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Vorgänge am pn-Übergang mithilfe geeigneter energetischer Betrachtungen. erläutern die Vorgänge in Leuchtdioden und Solarzellen energetisch. | <ul style="list-style-type: none"> nehmen die Kennlinie einer Leuchtdiode auf. | <ul style="list-style-type: none"> dokumentieren die Messergebnisse in Form geeigneter Diagramme. beschreiben den Aufbau und die Wirkungsweise von Leuchtdiode und Solarzelle. | <ul style="list-style-type: none"> <i>bewerten die Verwendung von Leuchtdiode und Solarzelle unter physikalischen, ökonomischen und ökologischen Aspekten.</i> <i>benennen die Bedeutung der Halbleiter für moderne Technik.</i> |
| <ul style="list-style-type: none"> beschreiben Motor und Generator sowie Transformator als <i>black boxes</i> anhand ihrer Energie wandelnden bzw. übertragenden Funktion. nennen alltagsbedeutsame Unterschiede von Gleich- und Wechselstrom. | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p style="color: green;">Wurde in Jg. 5/6 das Thema Elektromagnet nicht behandelt, dann muss dieses hier eingeführt werden.</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> erläutern die gleichrichtende Wirkung einer Diode. | <ul style="list-style-type: none"> nutzen zur Beschreibung Energieflussdiagramme | <ul style="list-style-type: none"> erläutern die Bedeutung von Hochspannung für die Energieübertragung im Verteilungsnetz der Elektrizitätswirtschaft. |

Doppeljahrgang 9/10: Atom- und Kernphysik

| Fachwissen | Erkenntnisgewinnung | Kommunikation | Bewertung |
|---|---|--|--|
| Die Schülerinnen und Schüler ... | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> beschreiben das Kern-Hülle-Modell des Atoms und erläutern den Begriff Isotop. deuten die Stabilität von Kernen mithilfe der Kernkraft. | <ul style="list-style-type: none"> deuten das Phänomen der Ionisation mithilfe dieses Modells. | | |
| <ul style="list-style-type: none"> beschreiben die ionisierende Wirkung von Kernstrahlung und deren stochastischen Charakter. geben ihre Kenntnisse über natürliche und künstliche Strahlungsquellen wieder. beschreiben den Aufbau und die Wirkungsweise eines Geiger-Müller-Zählrohrs. | <ul style="list-style-type: none"> <i>beschreiben biologische Wirkung und ausgewählte medizinische Anwendungen.</i> | | <ul style="list-style-type: none"> <i>nutzen dieses Wissen, um eine mögliche Gefährdung durch Kernstrahlung zu begründen.</i> |
| <ul style="list-style-type: none"> unterscheiden α-, β-, γ-Strahlung anhand ihres Durchdringungsvermögens und beschreiben ihre Entstehung modellhaft. erläutern Strahlenschutzmaßnahmen mithilfe dieser Kenntnisse. | <ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Ähnlichkeit von UV-, Röntgen-, γ-Strahlung und sichtbarem Licht und die Unterschiede hinsichtlich ihrer biologischen Wirkung. | | <ul style="list-style-type: none"> <i>nutzen ihr Wissen zur Beurteilung von Strahlenschutzmaßnahmen.</i> |
| <ul style="list-style-type: none"> unterscheiden Energiedosis und Äquivalentdosis. geben die Einheit der Äquivalentdosis an. | | | <ul style="list-style-type: none"> zeigen am Beispiel des Bewertungsfaktors die Grenzen physikalischer Sichtweisen auf. |
| <ul style="list-style-type: none"> beschreiben den radioaktiven Zerfall eines Stoffes unter Verwendung des Begriffes Halbwertszeit. | <ul style="list-style-type: none"> stellen die Abklingkurve grafisch dar. | | <ul style="list-style-type: none"> <i>nutzen ihr Wissen, um zur Frage des radioaktiven Abfalls Stellung zu nehmen</i> |
| <ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Kernspaltung und die Kettenreaktion. | | <ul style="list-style-type: none"> recherchieren in geeigneten Quellen und präsentieren ihr Ergebnis adressatengerecht. | <ul style="list-style-type: none"> benennen die Auswirkungen der Entdeckung der Kernspaltung im gesellschaftlichen Zusammenhang und zeigen dabei die Grenzen physikalisch begründeter Entscheidungen auf. |

Doppeljahrgang 9/10: Energieübertragung in Kreisprozessen

| Fachwissen | Erkenntnisgewinnung | Kommunikation | Bewertung |
|--|---|--|---|
| Die Schülerinnen und Schüler ... | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> beschreiben den Gasdruck als Zustandsgröße modellhaft und geben die Definitionsgleichung des Drucks an. verwenden für den Druck das Größensymbol p und die Einheit 1 Pa und geben typische Größenordnungen an. | <ul style="list-style-type: none"> verwenden in diesem Zusammenhang das Teilchenmodell zur Lösung von Aufgaben und Problemen. | <ul style="list-style-type: none"> tauschen sich über Alltagserfahrungen im Zusammenhang mit Druck unter angemessener Verwendung der Fachsprache aus. | |
| <ul style="list-style-type: none"> beschreiben das Verhalten idealer Gase mit den Gesetzen von Boyle-Mariotte und Gay-Lussac. erläutern auf dieser Grundlage die Zweckmäßigkeit der Kelvin-Skala. | <ul style="list-style-type: none"> werten gewonnene Daten durch geeignete Mathematisierung aus und beurteilen die Gültigkeit dieser Gesetze und ihrer Verallgemeinerung. | <ul style="list-style-type: none"> dokumentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit und diskutieren sie unter physikalischen Gesichtspunkten. | |
| <ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Funktionsweise eines Stirlingmotors. beschreiben den idealen stirlingschen Kreisprozess im V-p-Diagramm. | <ul style="list-style-type: none"> interpretieren einfache Arbeitsdiagramme und deuten eingeschlossene Flächen energetisch. | <ul style="list-style-type: none"> argumentieren mithilfe vorgegebener Darstellungen. | |
| <ul style="list-style-type: none"> erläutern die Existenz und die Größenordnung eines maximal möglichen Wirkungsgrades auf der Grundlage der Kenntnisse über den stirlingschen Kreisprozess. geben die Gleichung für den maximal möglichen Wirkungsgrad einer thermodynamischen Maschine an. | <ul style="list-style-type: none"> nutzen und verallgemeinern diese Kenntnisse zur Erläuterung der Energieentwertung und der Unmöglichkeit eines „Perpetuum mobile“. | | <ul style="list-style-type: none"> nehmen wertend Stellung zu Möglichkeiten nachhaltiger Energienutzung am Beispiel der „Kraft-Wärme-Kopplung“ und begründen ihre Wertung auch quantitativ. zeigen dabei die Grenzen physikalisch begründeter Entscheidungen auf. |

5 Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung

Leistungen im Unterricht sind in allen Kompetenzbereichen festzustellen. Dabei ist zu bedenken, dass die sozialen und personalen Kompetenzen, die über das Fachliche hinausgehen, von den im Kerncurriculum formulierten erwarteten Kompetenzen nur in Ansätzen erfasst werden.

Der an Kompetenzerwerb orientierte Unterricht bietet den Schülerinnen und Schülern einerseits ausreichend Gelegenheiten, Problemlösungen zu erproben, andererseits fordert er den Kompetenznachweis in Leistungssituationen. Ein derartiger Unterricht schließt die Förderung der Fähigkeit zur Selbsteinschätzung der Leistung ein. In Lernsituationen dienen Fehler und Umwege den Schülerinnen und Schülern als Erkenntnismittel, den Lehrkräften geben sie Hinweise für die weitere Unterrichtsplanung. Das Erkennen von Fehlern und der produktive Umgang mit ihnen sind konstruktiver Teil des Lernprozesses. Für den weiteren Lernfortschritt ist es wichtig, bereits erworbene Kompetenzen herauszustellen und Schülerinnen und Schüler zum Weiterlernen zu ermutigen.

In Leistungs- und Überprüfungssituationen ist das Ziel, die Verfügbarkeit der erwarteten Kompetenzen nachzuweisen. Leistungsfeststellungen und Leistungsbewertungen geben den Schülerinnen und Schülern Rückmeldungen über die erworbenen Kompetenzen und den Lehrkräften Orientierung für notwendige Maßnahmen zur individuellen Förderung. Neben der kontinuierlichen Beobachtung der Schülerinnen und Schüler im Lernprozess und ihrer individuellen Lernfortschritte, die in der Dokumentation der individuellen Lernentwicklung erfasst werden, sind die Ergebnisse mündlicher, schriftlicher und anderer fachspezifischer Lernkontrollen zur Leistungsfeststellung heranzuziehen.

In Lernkontrollen werden überwiegend Kompetenzen überprüft, die im unmittelbar vorangegangenen Unterricht erworben werden konnten. Darüber hinaus sollen jedoch auch Problemstellungen einbezogen werden, die die Verfügbarkeit von Kompetenzen eines langfristig angelegten Kompetenzaufbaus überprüfen. In schriftlichen Lernkontrollen sind alle drei Anforderungsbereiche „Wiedergeben und beschreiben“, „Anwenden und strukturieren“ sowie „Transferieren und verknüpfen“ zu berücksichtigen. Bei schriftlichen Lernkontrollen liegt der Schwerpunkt in der Regel in den Bereichen I und II. Festlegungen zur Anzahl der bewerteten schriftlichen Lernkontrollen trifft die Fachkonferenz auf der Grundlage der Vorgaben des Erlasses „Die Arbeit in den Schuljahrgängen 5 bis 10 des Gymnasiums“ in der jeweils gültigen Fassung.

Mündliche und fachspezifische Leistungen gehen mit einem höheren Gewicht in die Gesamtzensur ein als die schriftlichen Leistungen. Der Anteil der schriftlichen Leistungen an der Gesamtzensur ist abhängig von der Anzahl der schriftlichen Lernkontrollen innerhalb eines Schulhalbjahres. Der Anteil der schriftlichen Leistungen darf ein Drittel an der Gesamtzensur nicht unterschreiten.

Zu mündlichen und anderen fachspezifischen Leistungen zählen z. B.:

- Beiträge zum Unterrichtsgespräch
- Mündliche Überprüfungen
- Hausaufgaben
- zeitnahe kurze schriftliche Überprüfungen

- Unterrichtsdokumentationen (z. B. Protokoll, Lernbegleitheft, Lerntagebuch, Portfolio)
- Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen
- Präsentationen, auch mediengestützt (z. B. durch Einsatz von elektronischen Medien, Plakat, Modell)
- Ergebnisse von Partner- oder Gruppenarbeiten und deren Darstellung
- Langzeitaufgaben und Lernwerkstattprojekte
- Freie Leistungsvergleiche (z. B. Schülerwettbewerbe)

Bei kooperativen Arbeitsformen sind sowohl die individuelle Leistung als auch die Gesamtleistung der Gruppe in die Bewertung einzubeziehen. So werden neben methodisch-strategischen auch die sozial-kommunikativen Leistungen angemessen berücksichtigt.

Die Grundsätze der Leistungsfeststellung und -bewertung müssen für Schülerinnen und Schüler sowie für die Erziehungsberechtigten transparent sein.

6 Aufgaben der Fachkonferenz

Die Fachkonferenz erarbeitet unter Beachtung der rechtlichen Grundlagen und der fachbezogenen Vorgaben des Kerncurriculums einen schuleigenen Arbeitsplan (Fachcurriculum).

Die Erstellung des Fachcurriculums ist ein Prozess. Der schuleigene Arbeitsplan ist regelmäßig zu überprüfen und weiterzuentwickeln. Die Fachkonferenz trägt somit zur Qualitätsentwicklung des Faches und zur Qualitätssicherung bei.

Die Fachkonferenz ...

- legt die Themen bzw. die Struktur von Unterrichtseinheiten fest, die die Entwicklung der erwarteten Kompetenzen ermöglichen, und berücksichtigt dabei regionale Bezüge,
- legt die zeitliche Zuordnung innerhalb der Doppelschuljahrgänge fest,
- entwickelt Unterrichtskonzepte zur inneren Differenzierung,
- arbeitet fachübergreifende und fächerverbindende Anteile des Fachcurriculums heraus und stimmt diese mit den anderen Fachkonferenzen ab,
- legt Themen bzw. Unterrichtseinheiten für Wahlpflichtkurse in Abstimmung mit den schuleigenen Arbeitsplänen fest,
- entscheidet, welche Schulbücher und Unterrichtsmaterialien eingeführt werden sollen,
- trifft Absprachen zur einheitlichen Verwendung der Fachsprache und der fachbezogenen Hilfsmittel,
- trifft Absprachen über die Anzahl und Verteilung verbindlicher Lernkontrollen im Schuljahr,
- trifft Absprachen zur Konzeption und zur Bewertung von schriftlichen, mündlichen und fachspezifischen Leistungen und bestimmt deren Verhältnis bei der Festlegung der Zeugnisnote,
- wirkt mit bei der Erstellung des fächerübergreifenden Konzepts zur Berufsorientierung und Berufsbildung und greift das Konzept im Fachcurriculum auf,
- entwickelt ein fachbezogenes Konzept zum Einsatz von Medien im Zusammenhang mit dem schulinternen Mediencurriculum,
- wirkt mit bei der Entwicklung des Förderkonzepts der Schule und stimmt die erforderlichen Maßnahmen zur Umsetzung ab,
- initiiert die Nutzung außerschulischer Lernorte, die Teilnahme an Wettbewerben etc.,
- initiiert Beiträge des Faches zur Gestaltung des Schullebens (Ausstellungen, Projekttag etc.) und trägt zur Entwicklung des Schulprogramms bei,
- stimmt die fachbezogenen Arbeitspläne der Grundschule und der weiterführenden Schule ab,
- ermittelt Fortbildungsbedarfe innerhalb der Fachgruppe und entwickelt Fortbildungskonzepte für die Fachlehrkräfte.

Anhang Naturwissenschaften

A1 Von den Naturwissenschaften gemeinsam benutzte Grundbegriffe

Arbeit und Wärme

Der alltagssprachlich verwendete Begriff Arbeit unterscheidet sich vom naturwissenschaftlichen Begriff Arbeit, mit dem die durch Ausüben einer Kraft längs eines Weges übertragene Energie gemeint ist.

Mit Wärme, einem Begriff der sowohl umgangssprachlich als auch fachlich mehrfach unterschiedlich besetzt ist, meint man fachlich genau die mittels Entropie übertragene Energie.

Eine bei Verzicht auf den Entropiebegriff denkbare fachliche Reduzierung ist die Formulierung: Wärme bezeichnet die von einem heißen auf einen kalten Körper bei Berührung übertragene Energie.

Arbeit und Wärme stehen für Energie im Übergang, sind also Prozessgrößen.

Die Begriffe Arbeit und Wärme sind umgangssprachlich und innerfachlich so vielfältig besetzt, dass die Benutzung dieser Begriffe im Unterricht zu Lernschwierigkeiten führen kann.

Die Bezeichnung Wärmeenergie ist aus diesen Gründen nicht sinnvoll.

Atommodell für den Sekundarbereich I

Ein Atom besteht aus Kern und Hülle. Im Kern befinden sich die positiv geladenen Protonen und die ungeladenen Neutronen, in der Hülle die negativ geladenen Elektronen. Es ist unmöglich, eine Bewegung von Elektronen in der Hülle zu verfolgen oder zutreffend zu beschreiben. Sinnvoll ist allein die Angabe von Energieniveaus. Jedes Elektron in einem Atom kann nur bestimmte Energieniveaus einnehmen. Diese sagen nichts über den Aufenthaltsort des Elektrons in der Hülle aus.

Dichte

Die Dichte ist eine Stoffeigenschaft. In der Physik kann es Situationen geben, in denen man explizit von der Dichte eines einzelnen – ggf. inhomogenen – Körpers spricht.

Bei allen homogenen Körpern sind Volumen und Masse zueinander proportional, zusammengehörige Paare aus Masse und Volumen sind also quotientengleich.

Diesen konstanten Quotienten nennt man die Dichte ρ des Materials: $\rho = \frac{m}{V}$.

Als Einheit verwendet man üblicherweise $[\rho] = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

Druck

Der Druck p beschreibt den Zustand eines Gases oder einer Flüssigkeit, der durch eine Art Gepresstsein veranschaulicht werden kann. Für ein Gas kann dieser Zustand z. B. in einer Teilchenvorstellung durch „Teilchengeprassel auf die begrenzenden Wände“ veranschaulicht werden.

Dieses Teilchengeprassel bewirkt eine Kraft, die senkrecht auf jedem Teilstück der Begrenzungsfläche steht. Sie ist proportional zum Druck und zum Flächeninhalt des Flächenstücks.

Es gilt die Gleichung $F = p \cdot A$.

Die Einheit des Drucks ist festgelegt als $[p] = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1 \text{ Pa}$.

Eine weitere Einheit ist 1 bar = 1000 hPa und somit 1 hPa = 1 mbar.

Dem Druck kommt keine Richtung zu. Nur die durch ihn hervorgerufene Kraft hat eine Richtung, nämlich senkrecht zur Begrenzungsfläche.

Elektrische Stromstärke

Elektrische Anlagen dienen der Energieübertragung. Um die alltagssprachlich oft vorkommende Verwechslung von elektrischer Stromstärke und Energiestromstärke zu vermeiden, ist es sinnvoll, das Wort „Stromstärke“ nur mit dem jeweiligen Zusatz zu verwenden.

Die elektrische Stromstärke I wird als Grundgröße eingeführt. Sie ist interpretierbar als Maß für die Anzahl der Elektronen, die je Sekunde durch einen Leiterquerschnitt fließen.

Energie

Die Energie wird eingeführt als eine mengenartige Größe, die gespeichert und transportiert werden kann. Je nach Betrachtungsweise spricht man davon, dass sie zwischen verschiedenen Erscheinungsformen umgewandelt bzw. auf verschiedene Träger umgeladen werden kann. Sie spielt in den Naturwissenschaften die Rolle einer zentralen Bilanzgröße quer durch alle Bereiche der Physik, Chemie und Biologie. Energie lässt sich nicht definieren, man kann aber Energie immer dann messend erfassen, wenn sie von einem Gegenstand auf einen anderen übertragen wird. Für diese Aufgabe gibt es eine Fülle moderner Messinstrumente, sodass eine Einführung als Grundgröße möglich ist. Als Ergebnis einer Energieübertragung auf einen Körper kann dieser z. B. seinen Bewegungszustand oder seine Lage ändern, verformt oder erwärmt werden. Immer sind Energieübertragungen mit der Abgabe von Energie an die Umgebung verbunden.

Als Einheit der Energie E bzw. deren Änderung ΔE soll im Anfangsunterricht ausschließlich 1 J verwendet werden. Wenn man Energieübertragungen in technischen Systemen betrachtet, benutzt man auch 1 kWh = 3 600 000 J.

Hinweis: Wenn man Energieformen zur Beschreibung verwendet, sollten mindestens Höhenenergie, Bewegungsenergie, Spannenergie, elektrische Energie, innere Energie und Lichtenergie unterschieden werden.

Energiestromstärke/Leistung

Die Energiestromstärke/Leistung P ist ein Maß dafür, wie schnell Energie übertragen wird.

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}. \text{ Die Einheit ist } [P] = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 1 \text{ W}.$$

Wegen der Verwechslungsgefahr der Symbole wird angeregt, so lange wie möglich die Einheit als $1 \frac{\text{J}}{\text{s}}$ zu schreiben.

Gewicht

Der Begriff Gewicht sollte im naturwissenschaftlichen Unterricht spätestens nach der ersten Unterrichtseinheit über Mechanik nicht mehr verwendet werden.

An seiner Stelle sollen je nach Bedeutung die Begriffe Massestück, Masse bzw. Gewichtskraft verwendet werden.

Kraft

Der Begriff Kraft kann auf drei grundsätzlich verschiedene, untereinander austauschbare Weisen beschrieben werden:

1. Man erkennt das Wirken einer Kraft auf einen Körper an einer Verformung des Körpers oder einer Änderung von Betrag oder Richtung seiner Geschwindigkeit.
2. Man erkennt das Wirken einer Kraft auf einen Körper an einer Änderung des Impulses dieses Körpers.
3. Der Betrag einer Kraft auf einen Körper ist ein Maß für die je Meter Wegstrecke auf diesen Körper übertragene Energie.

Während im Fall 1 die Kräfteinheit 1 N als Grundgröße eingeführt wird, setzt Fall 3 einen Energiebegriff voraus. In diesem Fall wäre $1\text{N} = 1 \frac{\text{J}}{\text{m}}$.

Da der Kraftbegriff mit den Alltagsvorstellungen der Schülerinnen und Schüler kollidiert, sollte der Begriff von den statischen Aspekten unabhängig eingeführt werden. Statt der irreführenden Sprechweise: „Ein Körper hat Kraft“ ist richtigerweise davon zu sprechen, dass ein Körper eine Kraft F auf einen anderen ausübt.

Magnetische und elektrische Wechselwirkung

Gelegentlich wird im Chemieunterricht die Wechselwirkung zwischen zwei Magneten als Modell für die elektrostatische Wechselwirkung benutzt. Dieses Vorgehen sollte vermieden werden, weil es sonst für den Physikunterricht im Sekundarbereich II schwierig wird, hinreichend klar herauszuarbeiten, dass Wechselwirkungen zwischen Magneten und Ladungen nur dann auftreten, wenn beide in geeigneter Weise relativ zueinander in Bewegung sind.

Masse

Die Masse eines Körpers beschreibt dessen Eigenschaft, träge und unter dem Einfluss von Gravitation auch schwer zu sein.

Die Einheit der Masse m ist 1 kg, sie wird bisher durch einen weltweit benutzten Vergleichskörper festgelegt. Der Begriff Masse ist sowohl von dem Begriff Gewichtskraft als auch der Bezeichnung Massestück zu unterscheiden (vgl. „Gewicht“ und „Gewichtskraft“). Das kann sinnvoll dann geschehen, wenn bei der Untersuchung beschleunigter Bewegungen erkannt wurde, dass Körper träge sind (auch im schwerefreien Raum).

Hinweis: Die Wissenschaft ist bestrebt, zukünftig die Masse über die Anzahl der im Probekörper vorhandenen Teilchen festzulegen. Für den Anfangsunterricht könnte man dann auch formulieren: Die Masse eines Körpers gibt an, aus wie viel Materie er besteht. Darum bleibt die Masse erhalten, auch wenn man den Körper an einen anderen Ort bringt.

Spannung

Spannung ist ein Maß für die je Elektron übertragbare Energie.

Quantitative Festlegungen können auf zwei Weisen erfolgen:

- Eine Quelle der Spannung 1 V kann einen elektrischen Strom der Stärke 1 A so antreiben, dass durch ihn in einer Sekunde die Energie 1 J übertragen wird.

Alternativ ist richtig:

- Zwischen den Enden eines Widerstandes tritt die Spannung 1 V auf, wenn durch einen elektrischen Strom der Stärke 1 A an diesem Widerstand je Sekunde die Energie 1 J übertragen wird.

Im Anfangsunterricht wird die Einheit 1 V als Einheit einer Grundgröße entweder als Eigenschaft von Spannungsquellen angegeben oder durch Ablesen von Messinstrumenten ermittelt.

Widerstand

Zur Vermeidung von Lernschwierigkeiten ist es sinnvoll, eine sprachliche Unterscheidung zwischen der physikalischen Größe elektrischer Widerstand und dem elektrischen Bauteil vorzunehmen. Das kann durch geeignete Zusätze wie zum Beispiel „Drahtwiderstand, Kohlewiderstand“ oder durch die Begriffspaare „Widerstandswert“ und „(technischer) Widerstand“ geschehen.

A2 Operatoren für Aufgabenstellungen in den Naturwissenschaften

Die Operatoren sind alphabetisch geordnet. Sie gelten übergreifend für die Naturwissenschaften, fachspezifische Operatoren sind grau unterlegt.

| Operator | Beschreibung der erwarteten Leistung |
|---|---|
| abschätzen | durch begründetes Überlegen Näherungswerte angeben |
| analysieren | wichtige Bestandteile oder Eigenschaften auf eine bestimmte Fragestellung hin herausarbeiten |
| anwenden | einen bekannten Sachverhalt oder eine bekannte Methode auf etwas Neues beziehen |
| ein Experiment aufbauen | Objekte und Geräte zielgerichtet anordnen und kombinieren |
| eine Hypothese aufstellen | eine begründete Vermutung auf der Grundlage von Beobachtungen, Untersuchungen, Experimenten oder Aussagen formulieren |
| eine Reaktionsgleichung aufstellen (nur Chemie) | vorgegebene chemische Informationen in eine Reaktionsgleichung übersetzen. |
| auswerten | Daten, Einzelergebnisse oder andere Elemente in einen Zusammenhang stellen und ggf. zu einer Gesamtaussage zusammenführen |
| begründen | Sachverhalte auf Regeln und Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Beziehungen von Ursachen und Wirkung zurückführen |
| berechnen / bestimmen | numerische Ergebnisse von einem Ansatz ausgehend gewinnen |
| beschreiben | Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und fachsprachlich richtig mit eigenen Worten wiedergeben |
| bestätigen | die Gültigkeit einer Aussage (z. B. einer Hypothese, einer Modellvorstellung, eines Naturgesetzes) zu einem Experiment, zu vorliegenden Daten oder zu Schlussfolgerungen feststellen. |
| beurteilen / Stellung nehmen | zu einem Sachverhalt ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen |
| bewerten | einen Gegenstand an erkennbaren Wertkategorien oder an bekannten Beurteilungskriterien messen |
| darstellen | Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden etc. strukturiert und ggf. fachsprachlich wiedergeben |
| deuten | Sachverhalte in einen Erklärungszusammenhang bringen |
| diskutieren / erörtern | Argumente, Sachverhalte und Beispiele zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen |
| dokumentieren (in Zusammenhang mit dem GTR/CAS) | Bei Verwendung eines elektronischen Rechners den Lösungsweg nachvollziehbar darstellen |
| Durchführen eines Experiments | an einer Experimentieranordnung zielgerichtete Messungen und Änderungen vornehmen oder eine Experimentieranleitung umsetzen |

| Operator | Beschreibung der erwarteten Leistung |
|-----------------------|--|
| entwickeln | Sachverhalte und Methoden zielgerichtet miteinander verknüpfen. Eine Hypothese, eine Skizze, ein Experiment, ein Modell oder eine Theorie schrittweise weiterführen und ausbauen |
| erklären | einen Sachverhalt nachvollziehbar und verständlich zum Ausdruck bringen mit Bezug auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten und Ursachen |
| 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 Bestimmungsgleichung einer naturwissenschaftlichen Größe erstellen |
| nennen | Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne Erläuterungen angeben |
| ein Experiment planen | zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranordnung finden oder zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranleitung erstellen. |
| protokollieren | Beobachtungen oder die Durchführung von Experimenten zeichnerisch bzw. fachsprachlich richtig wiedergeben |
| skizzieren | Sachverhalte, Strukturen oder Ergebnisse auf das Wesentliche reduziert grafisch übersichtlich darstellen |
| überprüfen / prüfen | Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik messen und eventuelle Widersprüche aufdecken |
| verallgemeinern | aus einem erkannten Sachverhalt eine erweiterte Aussage formulieren |
| vergleichen | Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede feststellen |
| zeichnen | eine anschauliche und hinreichend exakte grafische Darstellung beobachtbarer oder gegebener Strukturen anfertigen |
| zusammenfassen | das Wesentliche in konzentrierter Form herausstellen |

A3 Fachinhalte der Naturwissenschaften, die sich für eine Fächerverbindung eignen

In der folgenden Tabelle sind relevante Fachinhalte aus den Doppeljahrgängen einzelnen Jahrgängen zugeordnet. Diese Zuordnung kann innerhalb der Doppeljahrgänge im Schulcurriculum anders gestaltet werden.

| Jahrgang | Biologie | Physik | Chemie |
|----------|--|---|---|
| 5/6 | energiereiche Nahrung Wärme auf der Ebene von Alltagsvorstellungen Beweglichkeit von Organismen in Abhängigkeit von der Temperatur gleich- und wechselwarm | Optik: Lochkamera, umgekehrte Bilder, Reflexion, Brechung, Sammellinse, Zerstreuungslinse, ggf. Auge | Stoff-Begriff Aggregatzustände Teilchenmodell / Bausteinmodell Diffusion Trennverfahren, auch Chromatographie saure und alkalische Lösungen |
| 7 | Stoff- und Energieumwandlung: Zellatmung Atmung / Atemgase Bedeutung der Nährstoffe als Energielieferanten z. B. für Muskelarbeit Verdauung Modelle von Glucose, Maltose und Stärke Nachweisverfahren für Zucker und Stärke sowie für Kohlenstoffdioxid und Sauerstoff Enzyme als Biokatalysatoren | Energie E (Einheit: 1 J) Energieformen (qualitativ): Lichtenergie, Bewegungsenergie, Höhenenergie, innere Energie Energieumwandlungsprozesse und Energieübertragung Energieflussdiagramme | Dichte Wortgleichung chemische Reaktion exotherme und endotherme Reaktion Energieübertragung als Wärme zwischen System und Umgebung Energiediagramm / Energiestufendarstellung für chemische Reaktionen Kohlenstoffdioxid- und Sauerstoffnachweis ggf. Zusammensetzung der Luft Erhaltung der Masse Einfaches Atommodell Kohlenstoffatom-Kreislauf |
| 8 | Stoffkreisläufe in Ökosystemen Stoff- und Energieumwandlung: Fotosynthese (Wortgleichung) | Leistung / Energiestromstärke (Einheit: 1 J / s = 1 W) Energie E (jetzt auch als kWh) Kraft (Einheit: 1 N) Masse (Einheit: 1 kg) Unterscheidung zwischen Leitern und Isolatoren auf der Basis eines einfachen Kern-Hülle-Atommodells, Elektron Begriffe: elektrische Stromstärke, Spannung, Widerstand | Katalysator, Aktivierungsenergie / Startenergie Sauerstoffübertragungsreaktionen |

| Jahr- gang | Biologie | Physik | Chemie |
|-----------------------|----------------------------|--|---|
| 9 | Bau und Leistung des Auges | Temperatur (Größe: ϑ , Einheit: $1\text{ }^{\circ}\text{C}$) Energie im Übergang / Energieübertragung fakultativ: Arbeit (Einheit 1 J) und Wärme (Einheit 1 J) als Prozessgrößen Berechnung von Energiebeträgen Energie E (Einheit jetzt auch 1 kWh) spezifische Wärmekapazität | Aufbau PSE Kern-Hülle-Modell: Elektron, Proton, Neutron Isotope Energienstufenmodell der Atomhülle Ionen / Ionenbindung |
| 10 | | Radioaktivität: drei Arten ionisierender Strahlung, Isotope Halbleiter: p-n-Übergang, Energienstufenmodell Präzisierung der Begriffe aus der Mechanik Druck: Maßeinheit 1 Pa Kelvinskala Gesetze von Boyle-Mariotte und Gay-Lussac Arbeitsdiagramme | unpolare und polare Atombindung räumlicher Bau von Molekülen Wasserstoffbrückenbindung Säure-Base-Begriff als Protonenübertragungsreaktion Redoxreaktion als Elektronenübertragungsreaktion pH-Skala |