

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 Schuljahren 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:

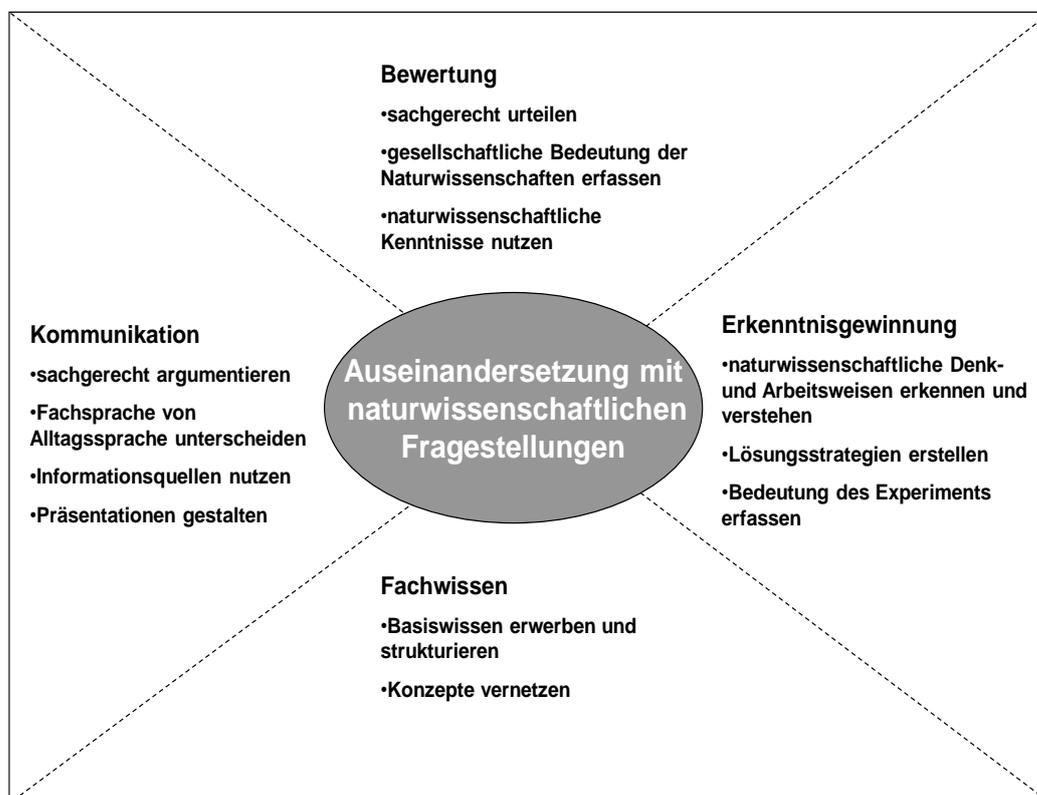
Die prozessbezogenen Kompetenzbereiche Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung beziehen sich auf Verfahren, die von Schülerinnen und Schülern verstanden und beherrscht werden sollen, um Wissen anwenden zu können. In den Naturwissenschaften sind dies zum Beispiel:

- 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

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

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 ausgeschärf- ten 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 Um- gebung. • verwenden für die Energiestromstärke die Grö- ßenbezeichnung 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 energe- tisch. • geben Beispiele dafür an, dass Energie, die in- folge von Temperaturunterschieden übertragen wird, nur vom Gegenstand höherer Temperatur zum Gegenstand niedrigerer Temperatur fließt. • erläutern, dass Vorgänge in der Regel nicht um- kehrbar sind, weil ein Energiestrom in die Um- gebung auftritt. • verwenden in diesem Zusammenhang den Be- griff Energieentwertung. • benutzen die Energiestromstärke/Leistung P als Maß dafür, wie schnell Energie übertragen wird. • bestimmen die in elektrischen Systemen umge- setzte Energie. • unterscheiden mechanische Energieübertra- gung (Arbeit) von thermischer (Wärme) an aus- gewählten Beispielen. • bestimmen die auf diese Weise übertragene Energie quantitativ. • unterscheiden zwischen innerer Energie eines Körpers und seiner Temperatur am Beispiel ei- nes Phasenübergangs. • nutzen die Gleichung für die kinetische Energie zur Lösung einfacher Aufgaben. • formulieren den Energieerhaltungssatz und nut- zen 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. <i>wenden diese Kenntnisse an, indem sie ausgewählte Erscheinungen aus dem Alltag auf magnetische Phänomene zurückführen.</i> 	<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"> <i>nutzen ihr Wissen zur Bewertung von Sicherheitsmaßnahmen im Umgang mit Magneten im täglichen Leben.</i>
<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"> <i>beschreiben den Aufbau und deuten die Wirkungsweise eines Kompasses.</i> 		<ul style="list-style-type: none"> <i>beschreiben die Anwendung des Kompasses zur Orientierung.</i> 	<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. 	<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. 	<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. • <i>wenden diese Kenntnisse im Kontext Fotoapparat oder Auge an.</i> 	<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. 	

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"> • <i>erläutern die Zweckmäßigkeit der elektrischen Schaltungen im Haushalt.</i>
<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 alltagsprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung von Phänomenen. • dokumentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit selbstständig. 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>nutzen ihr physikalisches Wissen über Kräfte, Bewegungen und Trägheit zum Bewerten von Risiken und Sicherheitsmaßnahmen im Straßenverkehr.</i>

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. 		

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"> <i>nutzen ihr Wissen zum Bewerten von Risiken und Sicherheitsmaßnahmen im Straßenverkehr.</i>

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. <i>erläutern die Vorgänge in Leuchtdioden und Solarzellen energetisch.</i> 	<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. <i>nennen alltagsbedeutsame Unterschiede von Gleich- und Wechselstrom.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> <i>erläutern die gleichrichtende Wirkung einer Diode.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> nutzen zur Beschreibung Energieflussdiagramme 	<ul style="list-style-type: none"> <i>erläutern die Bedeutung von Hochspannung für die Energieübertragung im Verteilungsnetz der Elektrizitätswirtschaft.</i>

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"> • <i>beschreiben die Funktionsweise eines Stirlingmotors.</i> • 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"> • <i>nutzen und verallgemeinern diese Kenntnisse zur Erläuterung der Energieentwertung und der Unmöglichkeit eines „Perpetuum mobile“.</i> 		<ul style="list-style-type: none"> • <i>nehmen wertend Stellung zu Möglichkeiten nachhaltiger Energienutzung am Beispiel der „Kraft-Wärme-Kopplung“ und begründen ihre Wertung auch quantitativ.</i> • zeigen dabei die Grenzen physikalisch begründeter Entscheidungen auf.

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

Chemie

3.1 Bildungsbeitrag des Faches Chemie

Der spezifische Beitrag, den das Fach Chemie zur naturwissenschaftlichen Grundbildung leistet, besteht in der experimentellen und gedanklichen Auseinandersetzung mit der stofflichen Welt. Dabei soll die Faszination, die von der Chemie ausgeht, genutzt werden.

Die Bedeutung der Wissenschaft Chemie erschließt sich durch lebensweltliche Bezüge, in denen chemische Probleme erkannt und gelöst werden. Der besondere Charakter des Faches liegt im experimentellen Vorgehen, der Arbeit mit Modellen sowie dem gedanklichen Wechsel zwischen Stoff- und Teilchenebene.

Im Chemieunterricht am Gymnasium erlangen die Schülerinnen und Schüler Einblicke in den Prozess der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung. Dabei muss die zentrale Bedeutung des Experiments innerhalb dieses Prozesses im Unterricht vermittelt werden. Folglich sind Experimente kein methodischer Selbstzweck, sondern sie sind immer Bestandteil des eingeschlagenen Erkenntnisweges, der dadurch hypothesen- und theoriegeleitet erfolgt.

Weiterhin ist das Denken in der Chemie durch ein im Lernweg zu steigendes Maß an Abstraktion gekennzeichnet. Schon im Sekundarbereich I lernen die Schülerinnen und Schüler dabei auch die Grenzen von Erklärungsmodellen kennen.

3.2 Ausdifferenzierung der Kompetenzbereiche

Im Sekundarbereich I des Faches Chemie werden die inhaltsbezogenen Kompetenzen nach den vier Basiskonzepten „Stoff-Teilchen“, „Struktur-Eigenschaft“, „Chemische Reaktion“ und „Energie“ strukturiert.

Basiskonzepte ergeben sich aus der jeweiligen Fachsystematik. Sie umfassen gemeinsame Prinzipien und sind miteinander verflochten, sodass sie helfen, Wissensnetze aufzubauen.

Mittels dieser Basiskonzepte der Chemie beschreiben und strukturieren die Schülerinnen und Schüler fachwissenschaftliche Inhalte. Sie bilden für die Lernenden die Grundlage eines systematischen Wissensaufbaus unter fachlicher und gleichzeitig lebensweltlicher Perspektive und dienen damit der vertikalen Vernetzung des im Unterricht situiert erworbenen Wissens. Gleichzeitig sind sie eine Basis für die horizontale Vernetzung von Wissen, indem sie für die Lernenden in anderen naturwissenschaftlichen Fächern Erklärungsgrundlagen bereitstellen. Die Aussagen chemischer Basiskonzepte, wie z. B. das Konzept zur energetischen Betrachtung, finden sich inhaltlich in den Unterrichtsfächern Biologie und Physik in unterschiedlichen Zusammenhängen und Ausprägungen wieder, können zwischen den naturwissenschaftlichen Disziplinen vermitteln und so Zusammenhänge hervorheben. Die Basiskonzepte werden im Kapitel 3.3.2 beschrieben.

Zu dem Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung zählen fachspezifische Denk- und Arbeitsweisen. Dazu gehört, dass Schülerinnen und Schüler chemische Fragestellungen erkennen, entwickeln und experimentell untersuchen. Folglich spielt das Experiment eine zentrale Rolle im Chemieunterricht.

Zur Deutung der Phänomene müssen geeignete Modelle eingeführt, angewendet und kritisch reflektiert werden. Bei der Kompetenzentwicklung werden mathematische Methoden unter besonderer Berücksichtigung der Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler verwendet, um einem unverstandenen und inhaltsleeren Umgang mit Formalismen entgegenzuwirken.

Durch die wiederholte Auseinandersetzung mit chemischen Fragestellungen erhalten die Schülerinnen und Schüler einen Einblick in den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess. Dadurch wird ein Beitrag für die Entwicklung eines rationalen, naturwissenschaftlich begründeten Weltbildes geleistet.

Zu dem Kompetenzbereich Kommunikation zählt die Fähigkeit, Informationen fachbezogen zu erschließen und auszutauschen. Die Schülerinnen und Schüler entwickeln im Unterricht eine zunehmend ausgeschärfte Fachsprache sowie die Fähigkeit, zwischen Alltags- und Fachsprache zu unterscheiden. Dabei üben sie sich in schriftlichen und mündlichen Ausdrucksformen.

Die Schülerinnen und Schüler wählen aus geeigneten Quellen themenbezogene und aussagekräftige Informationen aus. Im Austausch mit den jeweiligen Gesprächspartnern entwickeln sie die Fähigkeit, ihre Positionen fachlich darzustellen, sie zu reflektieren, Argumente zu finden und gegebenenfalls ihre Auffassung aufgrund der vorgetragenen Einwände zu revidieren.

Zu dem Kompetenzbereich Bewertung zählt das Erkennen und Bewerten chemischer Sachverhalte in verschiedenen Zusammenhängen. Chemierelevante Kontexte ermöglichen es den Schülerinnen und Schülern, Vernetzungen der Chemie in Lebenswelt, Alltag, Umwelt und Wissenschaft zu erkennen. Sie reflektieren ihr eigenes Handeln vor dem Hintergrund sachbezogener Kriterien und verstehen, dass Problemlösungen von Wertentscheidungen abhängig sind.

3.3 Erwartete Kompetenzen

In der Auseinandersetzung mit chemischen Fragestellungen erwerben die Schülerinnen und Schüler neben einem tragfähigen Begriffsnetz die Fähigkeiten, zunehmend eigenständig Sachverhalte zu erarbeiten und ihre Bedeutung im Alltag zu erfassen. Kompetenzentwicklung kann nur dann nachhaltig erfolgen, wenn die Kompetenzen wiederholt in unterschiedlichen Zusammenhängen angesprochen werden.

3.3.1 Prozessbezogene Kompetenzen

Die Kompetenzentwicklung in den Bereichen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung wird im Folgenden beschrieben. Der Kompetenzzuwachs erfolgt im Wesentlichen durch einen zunehmenden Umfang sowie eine zunehmende Komplexität der Fachinhalte.

Die folgende Übersicht zeigt die Progression der prozessbezogenen Kompetenzen, in der diese zusammenfassend kategorisiert werden. In der Tabelle „Zusammenführung der Kompetenzbereiche“ (Kapitel 3.3.3) werden alle Kompetenzbereiche spezifiziert und miteinander verknüpft.

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung

- Chemische Fragestellungen erkennen
- Chemische Fragestellungen entwickeln
- Hypothesen aufstellen und überprüfen
- Lösungsstrategien entwickeln
- Ergebnisse formulieren
- Prognosefähigkeit von Wissen erkennen
- Kenntnisse aus dem bisherigen Unterricht zusammenführen, um neue Erkenntnisse zu gewinnen
- Basiskonzepte vernetzen

Experimente

- Sachgerecht nach Anleitung experimentieren
- Sicherheitsaspekte beachten
- Experimente sorgfältig beobachten und beschreiben
- Experimente planen
- Verbesserungsvorschläge von Versuchsdurchführungen entwickeln und vergleichen
- Nachweisreaktionen anwenden
- Bedeutung der Protokollführung für den Erkenntnisprozess erkennen

Chemische Fragestellungen quantifizieren

- Quantitative Experimente planen, durchführen und protokollieren
- Messwerte in Tabellen und Diagrammen darstellen
- Abweichungen von Messergebnissen beschreiben und deuten
- Anhand gegebener oder gewonnener Daten Gesetzmäßigkeiten ableiten

Mathematische Verfahren anwenden

- Proportionalitäten erkennen
- Größengleichungen in Berechnungen anwenden

Modelle kennen und anwenden

- Teilchenmodell / Bausteinmodell kennen und anwenden
- Stoff- und Teilchenebene unterscheiden
- Den Nutzen des Teilchenmodells / Bausteinmodells erkennen
- Teilchenmodell / Bausteinmodell und einfaches Atommodell unterscheiden
- Chemische Reaktionen auf der Atomebene deuten
- Ein differenziertes Atommodell anwenden
- Die Grundstruktur des PSE anhand eines differenzierten Atommodells entwickeln
- PSE anwenden
- Bindungsmodelle kennen und anwenden
- Modelle zu zwischenmolekularen Wechselwirkungen kennen und anwenden
- Geeignete Modelle zur Visualisierung von Strukturen nutzen
- Nutzen und Grenzen von Modellen erkennen

Kompetenzbereich Kommunikation

Umgang mit chemischen Sachverhalten

- Experimente protokollieren
- Ergebnisse vorstellen
- Tabellen nutzen
- Im Internet und in Büchern recherchieren
- Gewonnene Daten in Diagrammen darstellen

Fachsprache entwickeln

- Fachsprache und Alltagssprache unterscheiden
- Fachsprache in Alltagssprache übersetzen und umgekehrt
- Themenbezogene und aussagekräftige Informationen auswählen
- Fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren
- Einwände selbstkritisch diskutieren
- Arbeit als Team präsentieren

- Chemische Sachverhalte unter Anwendung der Fachsprache erklären
- Atomsymbole benutzen

Fachsprache ausschärfen und anwenden

- Trennung von Stoff- und Teilchenebene in der Kommunikation beachten
- Chemische Symbolsprache nutzen
- Chemische Sachverhalte in Größengleichungen übersetzen und umgekehrt
- Sicherer Umgang mit der chemischen Symbolik und mit Größengleichungen
- Planung, Strukturierung und Präsentation im Team

Fachsprache um quantitative Aspekte erweitern

- Messwerte in unterschiedlichen Quellen recherchieren
- Messwerte diskutieren

Umgang mit Modellen

- Chemische Sachverhalte mit den passenden Modellen beschreiben, veranschaulichen, erklären
- Darstellungen zu Modellen in Medien prüfen und fachlich hinterfragen
- Grenzen von Modellen diskutieren

Kompetenzbereich Bewertung

Chemische Sachverhalte in der Lebenswelt erkennen

- Chemie in der Lebenswelt erkennen und beschreiben
- Alltägliche Begebenheiten in Bezug zum Chemieunterricht erfassen
- Fachwissen aus dem Unterricht zur Erklärung von Alltagsphänomenen heranziehen

Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen

- Fächerverbindende Bezüge erfassen
- Die Bedeutung der Chemie zur Erklärung von technischen Prozessen erfassen
- Nutzen von Nachweisreaktionen zur Erklärung von alltäglichen Phänomenen erfassen
- Die Bedeutung der Teilchenvorstellung für die Erklärung alltäglicher Phänomene erfassen
- Die Bedeutung chemischer Reaktionen für Natur und Technik erkennen
- Die Bedeutung von Atomkreisläufen erkennen

Bewertungskriterien aus Fachwissen entwickeln

- Gesellschaftsrelevante chemische Prozesse und Reaktionen aus unterschiedlichen Perspektiven diskutieren und bewerten

Berufsorientierung

- Tätigkeitsfelder von Chemikerinnen und Chemikern erkennen
- Berufsfelder der Chemie erkennen

3.3.2 Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die inhaltsbezogenen Kompetenzen werden im Sekundarbereich I durch vier Basiskonzepte strukturiert (Kapitel 3.2). Diese werden im Folgenden beschrieben:

Stoff-Teilchen-Konzept

Für die Wissenschaft Chemie gilt die Vorstellung, dass alle Materie aus submikroskopisch kleinen Teilchen aufgebaut ist. Diese können isoliert vorkommen, lagern sich aber meistens durch Ausbildung chemischer Bindungen zu Verbänden zusammen. Sie bilden dabei mehr oder weniger große Aggregate mit spezifischen stofflichen Eigenschaften (z. B. Metalle oder Salzkristalle) aus. Die Vielfalt der Stoffe ergibt sich dabei durch die vielfältigen Kombinationen und Anordnungen einer nur begrenzten Anzahl unterschiedlicher Atomsorten.

Struktur-Eigenschafts-Konzept

Die Eigenschaften eines Stoffes sind abhängig von der Art seiner Teilchen (Bausteine) und vom Aufbau seines Teilchenverbands. Dabei sind Aufbau und Struktur der Teilchenverbände entscheidender für die Eigenschaften eines Stoffes als die Merkmale der einzelnen Atome.

Konzept der chemischen Reaktion

Chemische Reaktionen sind Vorgänge, bei denen aus Stoffen neue Stoffe gebildet werden. Dabei treten Atome, Ionen und Teilchenverbände miteinander in Wechselwirkung. Es wirken Anziehungs- und Abstoßungskräfte.

Energie-Konzept

In allen Stoffen ist Energie gespeichert. Das Maß der gespeicherten Energie ist eine charakteristische Stoffgröße. Bei chemischen Reaktionen verändert sich der Energiegehalt des Reaktionssystems durch Austausch von Energie mit der Umgebung.

3.3.3 Zusammenführung der Kompetenzbereiche

Für jedes Basiskonzept werden die vier Kompetenzbereiche Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung in einer Tabelle, die in Doppeljahrgänge aufgeteilt ist, aufgeführt. Damit wird die enge Beziehung zwischen dem inhaltsbezogenen Kompetenzbereich Fachwissen und den drei prozessbezogenen Kompetenzbereichen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung deutlich (horizontale Vernetzung).

In den folgenden Tabellen wird die Progression des Kompetenzerwerbs innerhalb der Schuljahrgänge 5 bis 10 für jedes Basiskonzept durch **fett gedruckte** Lehrziele deutlich. Die vertikale Anordnung der erwarteten Kompetenzen innerhalb der Spalten bildet den kumulativen Kompetenzaufbau für jeden Kompetenzbereich ab (vertikale Progression).

Leere Felder in der Tabelle ergeben sich dadurch, dass nicht immer alle Kompetenzbereiche angesprochen werden. Weiterhin werden grundlegende Kompetenzen wie z. B. das Beachten von Sicherheitsaspekten beim Experimentieren nicht dauerhaft wiederholt. Begriffspaare, die durch einen Schrägstrich getrennt sind, z. B. Teilchenmodell/Bausteinmodell, können alternativ verwendet werden. Fächerübergreifende Bezüge sind *kursiv* dargestellt.

Bei der Darstellung in der Tabelle handelt es sich nicht um eine chronologische Unterrichtsabfolge. Die konkrete Umsetzung in Form eines schuleigenen Arbeitsplans, der alle vier Kompetenzbereiche umfassen muss, ist Aufgabe der Fachkonferenzen.

Zur Planung von Unterricht soll der Fokus auf die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler gerichtet werden. Aus dieser lassen sich Themenfelder ableiten, die den Chemieunterricht strukturieren und Fächerverbindungen aufweisen. Darüber hinaus ergeben sich auch fachlich abgeleitete Themenfelder. Beispiele für mögliche Themenfelder und Kriterien für die Auswahl der sich hieraus ergebenden Unterrichtseinheiten werden im Anhang zum Kerncurriculum Chemie aufgeführt.

Basiskonzept Stoff-Teilchen

Basiskonzept Stoff-Teilchen (1/7)		Schuljahrgänge 5 und 6	
Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
<p>Stoffe besitzen typische Eigenschaften</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden Stoffe und Körper. • unterscheiden Stoffe anhand ihrer mit den Sinnen erfahrbaren Eigenschaften und der Aggregatzustände. • beschreiben Stoffe anhand ihrer typischen Eigenschaften wie Brennbarkeit und Löslichkeit. • beschreiben die Aggregatzustandsänderungen eines Stoffs anhand seiner Schmelz- und Siedetemperatur. • unterscheiden zwischen sauren, neutralen und alkalischen Lösungen durch Indikatoren. 	<p>Chemische Fragestellungen erkennen, entwickeln und experimentell untersuchen</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • experimentieren sachgerecht nach Anleitung. • beachten Sicherheitsaspekte. • beobachten und beschreiben sorgfältig. • erkennen und entwickeln einfache Fragestellungen, die mithilfe der Chemie bearbeitet werden können. 	<p>Chemische Sachverhalte fachgerecht formulieren</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • protokollieren einfache Experimente. • stellen Ergebnisse vor. 	<p>Chemische Sachverhalte in der Lebenswelt erkennen</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben, dass Chemie sie in ihrer Lebenswelt umgibt.

Basiskonzept Stoff-Teilchen (2/7)		Schuljahrgänge 5 und 6		
Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung	
<p>Stoffeigenschaften bestimmen ihre Verwendung Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • schließen aus den Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf ihre Verwendungsmöglichkeiten. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • planen einfache Experimente zur Hypothesenüberprüfung. <ul style="list-style-type: none"> • entwickeln Strategien zur Trennung von Stoffgemischen. 		<p>Stoffeigenschaften bewerten Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden förderliche von hinderlichen Eigenschaften für die bestimmte Verwendung eines Stoffes. 	
<p>Stoffeigenschaften lassen sich nutzen Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Trennverfahren Filtration, Sedimentation, Destillation und Chromatografie mithilfe ihrer Kenntnisse über Stoffeigenschaften. • unterscheiden zwischen Reinstoffen und Gemischen. 			<p>Stoffe bestehen aus Teilchen / Bausteinen Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben anhand eines Teilchenmodells/Bausteinmodells den submikroskopischen Bau von Stoffen. • beschreiben die Aggregatzustände auf Teilchenebene. • beschreiben die Diffusion auf Stoff- und Teilchenebene. • führen die Eigenschaften eines Stoffes auf das Vorhandensein identischer Teilchen/Bausteine zurück. 	<p>Teilchenmodell einführen und anwenden Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden zwischen Stoffebene und Teilchenebene. • erkennen den Nutzen des Teilchenmodells.

Basiskonzept Stoff-Teilchen (3/7)		Schuljahrgänge 7 und 8	
Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
<p>Stoffe besitzen quantifizierbare Eigenschaften</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden Stoffe anhand von Schmelz- und Siedetemperatur. • unterscheiden Stoffe anhand ihrer Dichte. • beschreiben die Dichte als Quotient aus Masse und Volumen. 	<p>Chemische Fragestellungen entwickeln, untersuchen und einfache Ergebnisse aufbereiten</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • führen Experimente zur Ermittlung von Siedetemperaturen durch. • schließen aus Experimenten auf den proportionalen Zusammenhang zwischen Masse und Volumen. 	<p>Chemische Sachverhalte recherchieren</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • stellen gewonnene Daten in Diagrammen dar. • nutzen Tabellen zur Recherche verschiedener Schmelz- und Siedetemperaturen und Dichten. 	<p>Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • erkennen Dichtephänomene in Alltag und Technik. • stellen Bezüge zur Mathematik her.
<p>Stoffe lassen sich nachweisen</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • erklären das Vorhandensein von Stoffen anhand ihrer Kenntnisse über die Nachweisreaktionen von Kohlenstoffdioxid, Sauerstoff und Wasser. 	<p>Chemische Fragestellungen entwickeln, untersuchen und einfache Ergebnisse aufbereiten</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • planen selbstständig Experimente und wenden Nachweisreaktionen an. 	<p>Fachsprache entwickeln</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • erklären chemische Sachverhalte unter Anwendung der Fachsprache. 	<p>Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • erkennen den Nutzen von Nachweisreaktionen.
<p>Atome bauen Stoffe auf</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Bau von Stoffen mit einem einfachen Atommodell. • unterscheiden Elemente und Verbindungen. • unterscheiden Metalle, Nichtmetalle, Salze. • beschreiben in Stoffkreisläufen den Kreislauf der Atome. 	<p>Atommodell einführen und anwenden</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • wenden ein einfaches Atommodell an. • gehen kritisch mit Modellen um. 	<p>Fachsprache entwickeln</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • benutzen Atomsymbole. 	<p>Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • stellen Bezüge zur Biologie (<i>Kohlenstoffatom-Kreislauf, Fotosynthese, Atmung</i>) her.

Basiskonzept Stoff-Teilchen (4/7)		Schuljahrgänge 7 und 8	
Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
<p>Atomanzahlen lassen sich bestimmen Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die proportionale Zuordnung zwischen der Masse einer Stoffportion und der Anzahl an Teilchen/Bausteinen und Atomen. • zeigen die Bildung konstanter Atomanzahlverhältnisse in chemischen Verbindungen auf. 	<p>Quantitative Experimente durchführen Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • planen einfache quantitative Experimente, führen sie durch und protokollieren diese. 	<p>Fachsprache um quantitative Aspekte erweitern Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • recherchieren Daten zu Atommassen in unterschiedlichen Quellen. • beschreiben, veranschaulichen und erklären chemische Sachverhalte mit den passenden Modellen unter Anwendung der Fachsprache. • diskutieren erhaltene Messwerte. 	<p>Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • wenden Kenntnisse aus der Mathematik an.

Basiskonzept Stoff-Teilchen (5/7)		Schuljahrgänge 9 und 10	
Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
<p>Gase sind aus Atomen oder Molekülen aufgebaut Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Molekülbegriff. • beschreiben das Gesetz von Avogadro. 	<p>Chemische Fragestellungen untersuchen Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • erkennen das Gesetz von Avogadro anhand von Daten. 	<p>Fachsprache ausschärfen Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • benutzen die chemische Symbolsprache. 	
<p>Atome und Atomverbände werden zu Stoffmengen zusammengefasst Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Stoffmenge, die molare Masse und das molare Volumen. • unterscheiden zwischen Stoffportion und Stoffmenge. • wenden den Zusammenhang zwischen Stoffportionen und Stoffmengen an. 	<p>Mathematische Verfahren anwenden Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • wenden in den Berechnungen Größengleichungen an. 	<p>Fachsprache ausschärfen Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • setzen chemische Sachverhalte in Größengleichungen um und umgekehrt. 	<p>Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • wenden Kenntnisse aus der Mathematik (grafikfähiger Taschenrechner) an.
<p>Atome besitzen einen differenzierten Bau Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Bau von Atomen aus Protonen, Neutronen und Elektronen. • erklären mithilfe eines einfachen Modells der Energieniveaus den Bau der Atomhülle. • unterscheiden mithilfe eines differenzierten Atommodells zwischen Atomen und Ionen. 	<p>Modelle verfeinern Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • schlussfolgern aus Experimenten, dass geladene und ungeladene Teilchen existieren. • finden in Daten zu den Ionisierungsenergien Trends, Strukturen und Beziehungen, erklären diese und ziehen Schlussfolgerungen. • nutzen diese Befunde zur Veränderung ihrer bisherigen Atomvorstellung. 	<p>Fachsprache ausschärfen Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben, veranschaulichen oder erklären chemische Sachverhalte mit den passenden Modellen unter Verwendung von Fachbegriffen. 	<p>Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • stellen Bezüge zur Physik (<i>Kernbau, elektrostatische Anziehung</i>) her.

Basiskonzept Stoff-Teilchen (6/7)		Schuljahrgänge 9 und 10	
Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
<p>Atome lassen sich sortieren Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> erklären den Aufbau des PSE auf der Basis eines differenzier-ten Atommodells. 	<p>Modelle nutzen Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> entwickeln die Grundstruktur des PSE anhand eines differenzier-ten Atommodells. beschreiben Gemeinsamkeiten innerhalb von Hauptgruppen und Perioden. 		
<p>Elemente lassen sich nach verschiedenen Prinzipien ordnen Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ordnen Elemente bestimmten Elementfamilien zu. vergleichen die Alkalimetalle und Halogene innerhalb einer Familie und stellen Gemeinsamkeiten und Unterschiede fest. 	<p>Bedeutung des PSE erschließen Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> finden in Daten und Experimen-ten zu Elementen Trends, erklären diese und ziehen Schlussfolgerungen. wenden Sicherheitsaspekte beim Experimentieren an. nutzen das PSE zur Ordnung und Klassifizierung der ihnen bekannten Elemente. 	<p>Fachsprache ausschärfen Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> recherchieren Daten zu Elementen. beschreiben, veranschaulichen und erklären das PSE. argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig. planen, strukturieren und präsentieren ggf. ihre Arbeit als Team. 	<p>Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> zeigen die Bedeutung der differenzierten Atomvorstellung für die Entwicklung der Naturwissenschaften auf.
<p>Elementeigenschaften lassen sich voraussagen Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> verknüpfen Stoff- und Teilchen-ebene. 	<p>Kenntnisse über das PSE anwenden Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> führen ihre Kenntnisse aus dem bisherigen Unterricht zusammen, um neue Erkenntnisse zu gewinnen. erkennen die Prognosefähigkeit ihres Wissens über den Aufbau des PSE. 		

Basiskonzept Stoff-Teilchen (7/7)		Schuljahrgänge 9 und 10	
Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
<p>Atome gehen Bindungen ein Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden zwischen Ionenbindung und Atombindung/ Elektronenpaarbindung. • differenzieren zwischen polaren und unpolaren Atombindungen/ Elektronenpaarbindungen. 	<p>Bindungsmodelle nutzen Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • wenden Bindungsmodelle an, um chemische Fragestellungen zu bearbeiten. • stellen Atombindungen/Elektronenpaarbindungen unter Anwendung der Edelgaskonfiguration in der Lewis-Schreibweise dar. 	<p>Modelle anschaulich darstellen Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • wählen geeignete Formen der Modelldarstellung aus und fertigen Anschauungsmodelle an. • präsentieren ihre Anschauungsmodelle. 	
<p>Bindungen bestimmen die Struktur von Stoffen Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • wenden das EPA-Modell zur Erklärung der Struktur von Molekülen an. 	<p>Bindungsmodelle nutzen Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • gehen kritisch mit Modellen um. 	<p>Grenzen von Modellen diskutieren Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • diskutieren kritisch die Aussagekraft von Modellen. 	
<p>Stoffnachweise lassen sich auf die Anwesenheit bestimmter Teilchen zurückführen Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • führen Nachweisreaktionen auf das Vorhandensein von bestimmten Teilchen zurück. 	<p>Nachweisreaktionen anwenden Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • führen qualitative Nachweisreaktionen zu Alkalimetallen/ Alkalimetallverbindungen und Halogeniden durch. • erkennen anhand der pH-Skala, ob eine Lösung sauer, neutral oder alkalisch ist und können dieses auf die Anwesenheit von H^+ / H_3O^+ - bzw. OH^- - Ionen zurückführen. • planen geeignete Untersuchungen und werten die Ergebnisse aus. 	<p>Angaben zu Inhaltsstoffen diskutieren Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • prüfen Angaben über Inhaltsstoffe hinsichtlich ihrer fachlichen Richtigkeit. 	<p>Lebensweltliche Bedeutung der Chemie erkennen Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • bewerten Angaben zu den Inhaltsstoffen. • erkennen Tätigkeitsfelder von Chemikerinnen und Chemikern.

Basiskonzept Struktur-Eigenschaft

Basiskonzept Struktur Eigenschaft (1/1)		Schuljahrgänge 9 und 10	
Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
<p>Stoffeigenschaften lassen sich mithilfe von Bindungsmodellen deuten</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • nutzen das PSE zur Erklärung von Bindungen. • erklären die Eigenschaften von Ionen- und Molekülverbindungen anhand von Bindungsmodellen. • wenden die Kenntnisse über die Elektronegativität zur Vorhersage oder Erklärung einer Bindungsart an. • differenzieren zwischen unpolarer, polarer Atombindung/ Elektronenpaarbindung und Ionenbindung. • erklären die Wasserstoffbrückenbindung an anorganischen Stoffen. • erklären die Löslichkeit von Salzen in Wasser. 	<p>Modelle einführen und anwenden</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • schließen aus elektrischen Leitfähigkeitsexperimenten auf die Beweglichkeit von Ionen. • erkennen die Funktionalität unterschiedlicher Anschauungsmodelle. • stellen Wasserstoffbrückenbindungen modellhaft dar. 	<p>Fachsprache entwickeln</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • wählen themenbezogene und aussagekräftige Informationen aus. • beschreiben, veranschaulichen oder erklären chemische Sachverhalte mit den passenden Modellen unter Anwendung der Fachsprache. • wenden sicher die Begriffe Atom, Ion, Molekül, Ionenbindung, Atombindung/ Elektronenpaarbindung an. 	<p>Lebensweltliche Bedeutung der Chemie erkennen</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • erkennen Lösungsvorgänge von Salzen in ihrem Alltag. • stellen Bezüge zur Physik (Leitfähigkeit) her.

Basiskonzept Chemische Reaktion

Basiskonzept Chemische Reaktion (1/3) Schuljahrgänge 7 und 8			
Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
<p>Chemische Reaktionen besitzen typische Kennzeichen (Stoffebene)</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben, dass nach einer chemischen Reaktion die Ausgangsstoffe nicht mehr vorliegen und gleichzeitig immer neue Stoffe entstehen. • beschreiben, dass chemische Reaktionen immer mit einem Energieumsatz verbunden sind. • beschreiben Sauerstoffübertragungsreaktionen. 	<p>Chemische Fragestellungen entwickeln und untersuchen</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • formulieren Vorstellungen zu Edukten und Produkten. • planen Überprüfungs-experimente und führen sie unter Beachtung von Sicherheitsaspekten durch. • wenden Nachweisreaktionen an. • erkennen die Bedeutung der Protokollführung für den Erkenntnisprozess. • entwickeln und vergleichen Verbesserungsvorschläge von Versuchsdurchführungen. 	<p>Chemische Sachverhalte korrekt formulieren</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden Fachsprache von Alltagssprache beim Beschreiben chemischer Reaktionen. • präsentieren ihre Arbeit als Team. • argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über ihre Versuche. • diskutieren Einwände selbstkritisch. 	<p>Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • erkennen, dass Verbrennungsreaktionen chemische Reaktionen sind. • erkennen die Bedeutung chemischer Reaktionen für Natur und Technik. • zeigen die Bedeutung chemischer Prozesse zur Metallgewinnung auf.
<p>Chemische Reaktionen lassen sich auf der Teilchenebene deuten</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben, dass bei chemischen Reaktionen die Atome erhalten bleiben und neue Teilchenverbände gebildet werden. • entwickeln das Gesetz von der Erhaltung der Masse. 	<p>Modelle anwenden</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • führen Experimente zum Gesetz der Erhaltung der Masse durch. • deuten chemische Reaktionen auf der Atomebene. • deuten die Sauerstoffübertragungsreaktion als Übertragung von Sauerstoffatomen. 	<p>Fachsprache ausschärfen</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • beachten in der Kommunikation die Trennung von Stoff- und Teilchenebene. 	

Basiskonzept Chemische Reaktion (2/3)		Schuljahrgänge 7 und 8	
Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
<p>Chemische Reaktionen lassen sich quantitativ beschreiben Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • erstellen Reaktionsgleichungen durch Anwendung der Kenntnisse über die Erhaltung der Atome und die Bildung konstanter Atomanzahlverhältnisse in Verbindungen. 	<p>Chemische Fragestellungen quantifizieren Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • führen qualitative und quantitative einfache Experimente durch und protokollieren diese. • beschreiben Abweichungen von Messergebnissen und deuten diese 	<p>Fachsprache ausschärfen Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • benutzen die chemische Symbolsprache. 	
<p>Chemische Reaktionen bestimmen unsere Lebenswelt Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Beispiele für einfache Atomkreisläufe („Stoffkreisläufe“) in Natur und Technik als Systeme chemischer Reaktionen. 	<p>Bedeutung der chemischen Reaktion erkennen Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • zeigen exemplarisch Verknüpfungen zwischen chemischen Reaktionen im Alltag und im Labor. 	<p>Fachsprache und Alltagssprache verknüpfen Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • übersetzen bewusst Fachsprache in Alltagssprache und umgekehrt. 	<p>Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • stellen Bezüge zur Biologie (<i>Kohlenstoffatomkreislauf</i>) her. • bewerten Umweltschutzmaßnahmen unter dem Aspekt der Atomerhaltung.

Basiskonzept Chemische Reaktion (3/3)		Schuljahrgänge 9 und 10	
Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
<p>Chemische Reaktionen auf Teilchenebene differenziert erklären</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> deuten die chemische Reaktion mit einem differenzierten Atommodell als Spaltung und Bildung von Bindungen. 	<p>Chemische Reaktionen deuten</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> deuten Reaktionen durch die Anwendung von Modellen. 	<p>Fachsprache entwickeln</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> diskutieren sachgerecht Modelle. 	
<p>Chemische Reaktionen systematisieren</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> beschreiben Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen. beschreiben Säure-Base-Reaktionen als Protonenübertragungsreaktionen. beschreiben die Neutralisationsreaktion. 	<p>Reaktionstypen anwenden</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> führen einfache Experimente zu Redox- und Säure-Base-Reaktionen durch. nutzen Säure-Base-Indikatoren. teilen chemische Reaktionen nach dem Donator-Akzeptor-Prinzip ein. wenden den Begriff Stoffmengenkonzentration an. 	<p>Fachsprache beherrschen</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> wenden die Fachsprache systematisch auf chemische Reaktionen an. gehen sicher mit der chemischen Symbolik und mit Größen-gleichungen um. planen, strukturieren, reflektieren und präsentieren ihre Arbeit zu ausgewählten chemischen Reaktionen. 	<p>Lebensweltliche Bedeutung der Chemie erkennen</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> prüfen Darstellungen in Medien hinsichtlich ihrer fachlichen Richtigkeit. erkennen die Bedeutung von Redoxreaktionen und Säure-Base-Reaktionen in Alltag und Technik.
	<p>Erkenntnisse zusammenführen</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> vernetzen die vier Basiskonzepte zur Deutung chemischer Reaktionen. 		<p>Bewertungskriterien aus Fachwissen entwickeln</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> diskutieren und bewerten gesellschaftsrelevante chemische Reaktionen (z. B. <i>großtechnische Prozesse</i>) aus unterschiedlichen Perspektiven. erkennen Berufsfelder.

Basiskonzept Energie

Basiskonzept Energie (1/3)				Schuljahrgänge 5 und 6			
Fachwissen		Erkenntnisgewinnung		Kommunikation		Bewertung	
Stoffe kommen in verschiedenen Aggregatzuständen vor Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben, dass der Aggregatzustand eines Stoffes von der Temperatur abhängt. 		Chemische Fragestellungen erkennen Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> • führen geeignete Experimente zu den Aggregatzustandsänderungen durch. 		Chemische Sachverhalte korrekt formulieren Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> • protokollieren einfache Versuche. • stellen Ergebnisse vor. 		Chemische Sachverhalte in der Lebenswelt erkennen Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> • erkennen Aggregatzustandsänderungen in ihrer Umgebung. 	

Basiskonzept Energie (2/3)

Schuljahrgänge 7 und 8

Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
<p>Chemische Systeme unterscheiden sich im Energiegehalt Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den prinzipiellen Zusammenhang zwischen Bewegungsenergie der Teilchen/Bausteine und der Temperatur. • beschreiben, dass sich Stoffe in ihrem Energiegehalt unterscheiden. • beschreiben, dass Systeme bei chemischen Reaktionen Energie mit der Umgebung, z. B. in Form von Wärme, austauschen können und dadurch ihren Energiegehalt verändern. • unterscheiden exotherme und endotherme Reaktionen. • beschreiben die Wirkung eines Katalysators auf die Aktivierungsenergie. • beschreiben die Beeinflussbarkeit chemischer Reaktionen durch den Einsatz von Katalysatoren. 	<p>Energiebegriff anwenden Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • erklären Wärme (thermische Energie) als Teilchenbewegung. • erstellen Energiediagramme. • führen experimentelle Untersuchungen zur Energieübertragung zwischen System und Umgebung durch. 	<p>Fachsprache entwickeln Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • kommunizieren fachsprachlich unter Anwendung energetischer Begriffe. 	<p>Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • stellen Bezüge zur Physik und Biologie (<i>innere Energie, Fotosynthese, Atmung</i>) her. • zeigen Anwendungen von Energieübertragungsprozessen im Alltag auf. • erkennen den energetischen Vorteil, wenn chemische Prozesse in der Industrie katalysiert werden. • stellen Bezüge zur Biologie (Wirkungsweisen von Enzymen bei der Verdauung) her.

Basiskonzept Energie (3/3)		Schuljahrgänge 9 und 10	
Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
<p>Atommodell energetisch betrachten</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben mithilfe der Ionisierungsenergien, dass sich Elektronen in einem Atom in ihrem Energiegehalt unterscheiden. • erklären basierend auf den Ionisierungsenergien den Bau der Atomhülle. 	<p>Modelle nutzen</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • wenden das Energiestufenmodell des Atoms auf das Periodensystem der Elemente an. • finden in Daten zu den Ionisierungsenergien Trends, Strukturen und Beziehungen, erklären diese und ziehen Schlussfolgerungen. • beschreiben die Edelgaskonfiguration als energetisch günstigen Zustand. 	<p>Fachsprache ausschärfen</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben, veranschaulichen und erklären chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und mithilfe von Modellen und Darstellungen. 	
<p>Lösungsprozesse energetisch betrachten</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Lösungsvorgänge durch Spaltung und Bildung von Bindungen und Wechselwirkungen. • beschreiben mithilfe der Gitterenergie und der Hydratationsenergie die Energiebilanz des Lösevorgangs von Salzen. 	<p>Chemische Fragestellungen experimentell untersuchen</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • führen Experimente zu Lösungsvorgängen durch. 	<p>Fachsprache anwenden</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • wenden die Fachsprache zur Beschreibung von Lösungsvorgängen an. 	

Anhang zum Kerncurriculum Chemie: Anregungen für die Umsetzung

Die folgenden Überlegungen stellen einen möglichen Weg dar, wie eine Fachkonferenz die Ausführungen des Kerncurriculums in ein Fachcurriculum umsetzen könnte. Die darin enthaltenen Unterrichtseinheiten sollen sich aus Themenfeldern ergeben, die in verschiedenen Jahrgängen angesprochen werden und mit anderen Themenfeldern vernetzt sein können. Beispiele für mögliche Themenfelder sind:

- Ernährung und Gesundheit
- Chemie im Haushalt
- Chemie und Lifestyle
- Chemie der Lebensvorgänge
- Chemie des Feuers
- Umweltschutz
- Werkstoffe
- Abfallstoffe und Recycling
- Kommunikationsmittel
- Mobilität
- Geschichte der Chemie
- Die Welt der Atome
- ...

Unterrichtseinheiten können mithilfe eines Dokumentationsbogens (Beispiel s. u.) erfasst werden und müssen auf ihre Eignung bzgl. des Kompetenzaufbaus überprüft werden. Dies kann mithilfe der folgenden Kriterien geschehen:

Die Unterrichtseinheiten

- enthalten Bezüge zur Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler,
- besitzen fachliche Relevanz,
- weisen fächerverbindende Bezüge auf,
- ermöglichen und fördern Erwerb und Entwicklung der Kompetenzen,
- bieten Gelegenheiten, die erworbenen Kompetenzen in unterschiedlichen Bereichen der Lebenswelt anzuwenden und damit ihren Sinn und Nutzen zu erkennen,
- ermöglichen selbstgesteuerte Lernprozesse,
- fördern kumulatives und nachhaltiges Lernen.

Beispiel für einen Dokumentationsbogen

Von der brennenden Kerze zur Atomvorstellung	Doppel- jahrgang 7/8
---	-------------------------------------

Bezug zu den Themenfeldern
Chemie des Feuers; Chemie des Haushalts

Kompetenzbereich Fachwissen	
Die Schülerinnen und Schüler ...	
BK Stoff-Teilchen	... beschreiben den Bau von Stoffen mit dem einfachen Atommodell. ... unterscheiden Element und Verbindung. ... erarbeiten den Kohlenstoffatomkreislauf durch Atmung und Fotosynthese.
BK Struktur-Eigenschaft	---
BK Chemische Reaktion	... beschreiben anhand des Boyle-Versuchs, dass Stoffe nicht einfach verschwinden. ... beschreiben, dass bei chemischen Reaktionen Stoffe vernichtet werden und gleichzeitig immer neue Stoffe entstehen. ... erstellen ein erstes einfaches Reaktionsschema (Wortgleichung). ... erarbeiten das Gesetz zur Erhaltung der Masse. ... leiten mithilfe des Atommodells eine erste Reaktionsgleichung zur Verbrennung von Kohlenstoff her.
BK Energie	... beschreiben, dass bei der Verbrennung von Wachs Energie frei wird. ... lernen den Fachbegriff <i>exotherm</i> kennen.

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung	
Die Schülerinnen und Schüler ...	
<p>... experimentieren nach Anleitung mit der Kerze in arbeitsteiliger Gruppenarbeit.</p> <p>... erkennen im Experiment, dass Sauerstoff zur Verbrennung notwendig ist.</p> <p>... erkennen die Bedeutung der Protokollführung.</p> <p>... planen und führen die Nachweise von Kohlenstoffdioxid und Wasser durch.</p> <p>... entwickeln einfache Überprüfungsexperimente für ihre Hypothesen (bezogen auf die Vorstellung zum Reaktionsverlauf auf Teilchenebene), die zum Boyle-Versuch führen.</p> <p>... unterscheiden zwischen Stoff- und Teilchenebene.</p> <p>... hinterfragen ihre selbst entwickelten Modelle kritisch.</p> <p>... erarbeiten Bedingungen für Brände.</p> <p>... entwickeln auf Basis der Bedingungen für Brände geeignete Lösungsverfahren.</p> <p>... führen selbstständig Experimente zum Löschen durch.</p>	

Kompetenzbereich Kommunikation

Die Schülerinnen und Schüler ...

- ... verbalisieren ihre Versuchsergebnisse vor der Gruppe.
- ... präsentieren ihre Ergebnisse in Form eines Plakats.
- ... reflektieren Einwände von Mitschülerinnen und Mitschülern.
- ... diskutieren erarbeitete Modellvorstellungen zur chemischen Reaktion auf Teilchenebene.
- ... argumentieren sicher unter der Verwendung der Fachsprache auf der Teilchenebene.

Kompetenzbereich Bewertung

Die Schülerinnen und Schüler ...

- ... erstellen Bezüge zur Fotosynthese und Atmung. (Bezug Biologie)
- ... reflektieren Brandschutzmaßnahmen an der Schule.
- ... recherchieren in der Presse Brandunfälle und analysieren diese.
- ... nehmen Fragestellungen zu Bränden / Löschen in ihrer Umgebung wahr.

Grober Verlauf

- Beobachtungen an einer brennenden Kerze, S. entwickeln Fragen und Experimente
- Untersuchung des Verbrennungsvorgangs: Funktion des Dochts, Wachs als Brennstoff, Flamme als brennendes Gas; Sauerstoff als ein Edukt, Nachweis der Verbrennungsprodukte Kohlenstoffdioxid und Wasser
- Chemische Reaktion als Vernichtung von Ausgangsstoffen (Edukte) und Bildung von Produkten, Energieumsatz, Atomkreislauf
- Brandbekämpfung, Brandverhütung, Bau eines Feuerlöschers
- Begründete Auswahl eines Löschmittels

Fachübergreifende Bezüge

Lebensvorgänge (Biologie): Die Rolle des Kohlenstoffs im Kreislauf; Bildung von neuen Stoffen bei der Fotosynthese, Atmung

Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden

- Arbeitsteilige Stationsarbeit bei der Untersuchung der Kerze
- Üben einer Präsentationstechnik (Plakat)
- Lernstationen zum Löschen
- Recherche in der Presse zu Bränden
- Besuch der Feuerwehr

Materialien und Fundstellen

Kerzenmaterial etc. für die Stationsarbeit befindet sich in der Sammlung in Schrank X
Boyle-Versuch: siehe Literatur

Ungefährer Stundenbedarf

14 Stunden

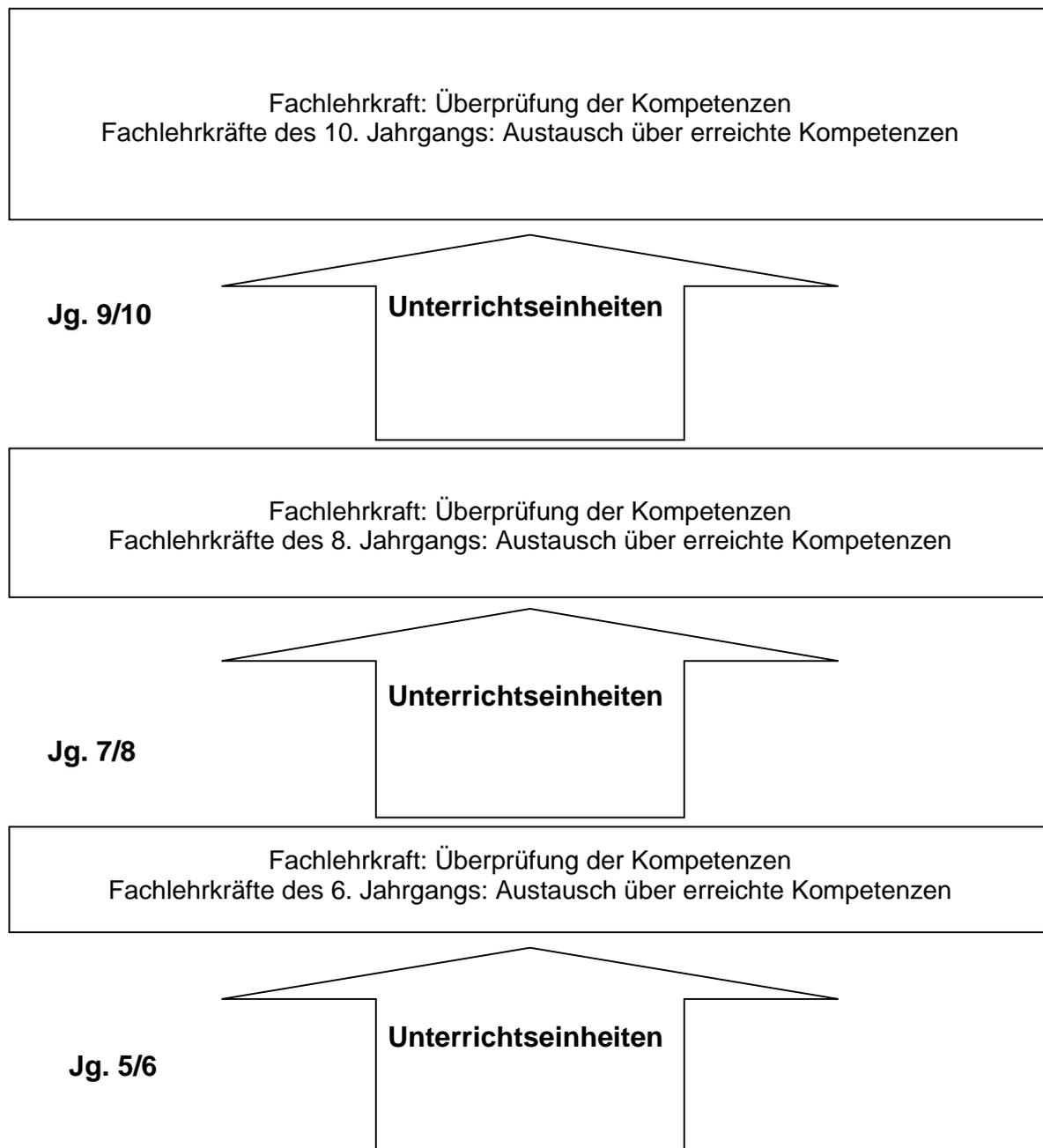
Möglichkeiten zur Leistungsbewertung

- Anlage eines Plakats
- Durchführung einer Präsentation
- Versuchsprotokoll

Schematische Übersicht zur Gestaltung des Fachcurriculums

Die Abbildung veranschaulicht den Kompetenzzuwachs von Klasse 5 bis 10. Zur Schulung der im Kerncurriculum aufgeführten Kompetenzen sind unterschiedliche Unterrichtseinheiten möglich. Die Fachkonferenz einer Schule könnte einzelne Einheiten verpflichtend beschließen.

Eine Fachkonferenz sollte festlegen, in welchem Jahrgang z. B. das Erstellen einer Präsentation erfolgen soll. Des Weiteren ist eine Absprache über die verwendeten Fachbegriffe und zentrale Fachinhalte (z. B. Formelschreibweise, Umgang mit Diagrammen) sinnvoll. Darüber hinaus ist anzustreben, in das Fachcurriculum Ausführungen zur Aufgabenkultur, zur Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung aufzunehmen. Das Fachcurriculum soll offen für neue Ideen und Konzepte sein.



Kerncurriculum

für das Gymnasium

Schuljahrgänge 5-10

Biologie

4.1 Bildungsbeitrag des Faches Biologie

Der Beitrag der Biologie zur Welterschließung geht über die für alle Naturwissenschaften gültigen Aspekte der *Scientific Literacy* hinaus. Die Annäherung an das Phänomen des Lebendigen trägt wesentlich zum Selbstverständnis des Menschen als lebendiges Wesen und als Teil der lebendigen Natur bei. Das Verständnis der Vielfalt genetischer und modifikatorischer Faktoren, die individuelles Leben kennzeichnen, fördert die Wahrnehmung der eigenen Einmaligkeit wie auch die Achtung von anderen Lebewesen.

Biologische Phänomene können in verschiedenen Systemebenen (z. B. Zelle, Organismus, Population, Ökosystem, Biosphäre) und im Hinblick auf deren Wechselwirkungen sowie ihrer Evolutionsgeschichte betrachtet werden. Ein Verständnis von biologischen Systemen erfordert zwischen den verschiedenen Systemen gedanklich zu wechseln und unterschiedliche Perspektiven einzunehmen. Damit gelingt es, im Biologieunterricht in besonderem Maße multiperspektivisches und systemisches Denken gleichermaßen zu entwickeln.

Mit dem zunehmenden Einsatz molekularbiologischer, biochemischer, physikalischer und informationstechnischer Methoden sind die Erkenntnisse in der Biologie erheblich angestiegen. Der Biologieunterricht muss dem Rechnung tragen, indem er den Schülerinnen und Schülern auf der Basis eines soliden Grundwissens gezielt Einblicke in Teildisziplinen verschafft.

Zum einen ist Wissen notwendig, welches für den verantwortungsvollen Umgang mit sich, dem sozialen Umfeld und zur aktiven Teilnahme an der Gesellschaft von Bedeutung ist. So eröffnet der Biologieunterricht den Schülerinnen und Schülern u. a. faszinierende Einblicke in Bau und Funktion des eigenen Körpers und leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Gesundheitserziehung.

Zum anderen ist auch Wissen unerlässlich, das den Aufbau eines strukturierten Verständnisses für biologische Phänomene erlaubt und im Wesentlichen auf grundlegenden biologischen Prinzipien sowie auf Kenntnissen und Methoden der Biologie und der anderen Naturwissenschaften fußt.

Der Biologieunterricht ermöglicht den Schülerinnen und Schülern die originale Begegnung mit der Natur. Sie verstehen die wechselseitige Abhängigkeit von Mensch und Umwelt und werden für einen verantwortungsvollen Umgang mit der Natur sensibilisiert. Primäre Naturerfahrungen können einen wesentlichen Beitrag zur Wertschätzung und Erhaltung der biologischen Vielfalt leisten und die Bewertungskompetenz für ökologische, ökonomische und sozial tragfähige Entscheidungen anbahnen. Das Entstehen negativer Vorurteile kann korrigiert und ästhetisches Empfinden geweckt werden.

Die Erkenntnisse der Biowissenschaften führen zu Perspektiven und Anwendungen, die uns Menschen als Teil und als Gestalter der Natur betreffen. Zunehmend beeinflussen sie auch politische Entscheidungen und berühren und verändern damit die Fundamente des Wertesystems der Gesellschaft. Ein wesentliches Ziel des Biologieunterrichts ist es, den Schülerinnen und Schülern diese Erkenntnisse und Entwicklungen durchschaubar und verständlich zu machen und sie zur Teilhabe zu befähigen.

Der Unterricht im Fach Biologie trägt darüber hinaus dazu bei, den im Niedersächsischen Schulgesetz formulierten Bildungsauftrag umzusetzen, und thematisiert auch die Vielfalt sexueller Identitäten.

4.2 Ausdifferenzierung der Kompetenzbereiche

In den Tabellen des Kapitels 4.3 werden die prozessbezogenen und die inhaltsbezogenen Kompetenzen dargestellt. Die horizontale Anordnung bildet dabei über die Progression von den Jahrgängen 5/6 zu den Jahrgängen 9/10 den kumulativen Kompetenzaufbau ab.

Die in Klammern aufgelisteten Inhalte sind verbindlich und präzisieren den Bezug der betreffenden Kompetenz.

Prozessbezogene Kompetenzen

Die in Kap. 4.3.1 beschriebenen prozessbezogenen Kompetenzen lassen sich den folgenden Kompetenzbereichen zuordnen:

- Erkenntnisgewinnung
 - beobachten, beschreiben, vergleichen
 - planen, untersuchen, auswerten
 - mit Modellen arbeiten
 - mit Quellen arbeiten
- Kommunikation
- Bewertung

Kompetenzerwerb im Bereich **Erkenntnisgewinnung** schafft zum einen die entscheidenden Grundlagen für die eigenständige Erarbeitung neuer Erkenntnisse in der Vielfalt der Biologie, zum anderen bereitet er eine kritische Einstellung zu den Möglichkeiten und Grenzen naturwissenschaftlicher Aussagen vor, die im Sekundarbereich II schwerpunktmäßig vertieft werden. Gerade dieser Kompetenzbereich beeinflusst wesentlich die Strukturierung des Unterrichts: In vielen Fällen vollzieht der Lernprozess den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg nach, ausgehend von Phänomenen und daraus ableitbaren Problemstellungen über Hypothesenbildung und Versuchsplanung bis zur Versuchsauswertung und Theoriebildung. Schon in den Schuljahrgängen 5 und 6 können Elemente dieses Erkenntnisweges in einen problemorientierten Unterrichtsgang integriert werden. In den Folgejahren werden die erworbenen Kompetenzen durch die steigende Komplexität der Themen und die zunehmende Eigenständigkeit der Lernenden im Umgang mit dem naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg kumulativ erweitert.

Die Fähigkeit zu adressatengerechter und sachbezogener **Kommunikation** ist ein wesentlicher Bestandteil biologischer Grundbildung. Der Austausch über Phänomene, Erkenntnisse und Standpunkte im Fach Biologie erfordert – über die in allen Fächern grundlegenden Kommunikationskompetenzen hinausgehend – die Verfügbarkeit relevanter Fachbegriffe und die Kenntnis fachspezifischer Darstellungsformen.

Der Kompetenzbereich **Bewertung** ist in der Biologie vor allem mit Themen der Humanbiologie und der Ökologie verknüpft. Er ermöglicht auch besonders gut die Einbeziehung aktueller Themen und regionaler Bezüge in den Unterricht. Zum Teil werden einzelnen Bewertungskompetenzen bestimmte Themen verbindlich zugeordnet. In anderen Fällen entscheidet die Fachkonferenz, welche Themen zur Vermitt-

lung von Bewertungskompetenzen in den schuleigenen Arbeitsplan aufgenommen werden. Bei der Zuordnung von geeigneten Themen zu bestimmten Jahrgängen sind insbesondere die altersgemäßen Zugangs- und Verständigungsmöglichkeiten der Schülerinnen und Schüler zu berücksichtigen. So können z. B. beim Themenbereich Sexualerziehung Kompetenzen, die gemäß den Vorgaben des Kerncurriculums am Ende von Schuljahrgang 10 erworben sein sollen, schon im Schuljahrgang 8 des schuleigenen Arbeitsplanes integriert werden, wenn das Zeitkontingent und der Entwicklungsstand dieses erlauben.

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die inhaltsbezogenen Kompetenzen werden nach **Basiskonzepten** gegliedert in Kap. 4.3.2 dargestellt. Basiskonzepte bieten den Lehrkräften die Möglichkeit, die große Themenfülle der Biologie zu filtern und daraus ein grundlegendes Basiswissen abzuleiten. Sie stellen somit eine Hilfe für die Auswahl von geeigneten Unterrichtsthemen dar. Entscheidend für den konzeptuellen Charakter eines Fachinhalts ist seine Bedeutung für das Grundverständnis biologischer Phänomene und Zusammenhänge als Grundlage für eine rationale Welterschließung.

Basiskonzepte ermöglichen den Schülerinnen und Schülern, in der scheinbaren Unübersichtlichkeit biologischer Phänomene eine Struktur zu erkennen, die ihnen den Zugang zu neuen Problemstellungen aus dem Bereich der Biologie erleichtern. Durch das Entdecken gleicher Erklärungsmuster an verschiedenen Phänomenen (z. B. Oberflächenvergrößerung bei Wurzelhaaren und Lungenbläschen) erfolgt eine vertikale Vernetzung von Themen, die zunächst zusammenhanglos erscheinen. Den Lernenden erschließt sich somit ein biologiespezifisches Muster, das ihnen eine hilfreiche Orientierung in der Vielfalt dieser Fachdisziplin erlaubt (s. Abb. 1).

Eine besondere Rolle spielt dabei die Evolutionstheorie als zentrale Theorie der Biologie. Sie stellt letztlich alle Basiskonzepte in einen gemeinsamen Zusammenhang (vgl. Abb. 2). Die Grundzüge der Selektionstheorie und die Einführung des Aspekts der Geschichtlichkeit bilden eine Leitlinie des Biologieunterrichts. Das bedeutet, dass nach der Einführung der Selektionstheorie weitere biologische Phänomene auch unter dem Aspekt der Evolution betrachtet werden sollen. Damit wird die Unterscheidung von proximat und ultimat Deutungen vorbereitet, die im Unterricht des Sekundarbereichs II ausdifferenziert wird.

Auch in einem Unterricht, der das Verständnis für Biologie auf der Grundlage von Basiskonzepten entwickelt, stehen Phänomenorientierung und exemplarisches Vorgehen im Vordergrund. Dieses Verständnis wird im Unterricht allmählich entwickelt; es ist deshalb untrennbar mit dem kumulativen Lernen verbunden. Entdeckendes Lernen erfordert bei der Einführung der jeweiligen Basiskonzepte eine Auswahl von Beispielen, die die Schülerinnen und Schüler altersgemäß und alltagsnah erschließen können und bei denen sie Gemeinsamkeiten der Konzeptstruktur möglichst eigenständig erkennen können. Erst dann ist es sinnvoll, den Konzeptcharakter der Prinzipien anzusprechen. Der metakognitive Charakter der Basiskonzepte bringt es mit sich, dass diese ein gewisses Abstraktionsvermögen erfordern. Eine zu frühe explizite Einführung der Basiskonzepte ist deshalb zu vermeiden.

Durch möglichst vielfältig wiederkehrenden Rückgriff auf die Basiskonzepte werden die Schülerinnen und Schüler immer mehr befähigt, diese eigenständig zur Erklärung biologischer Phänomene anzuwenden. Abbildung 1 veranschaulicht dies am Beispiel „Prinzip der Oberflächenvergrößerung“:

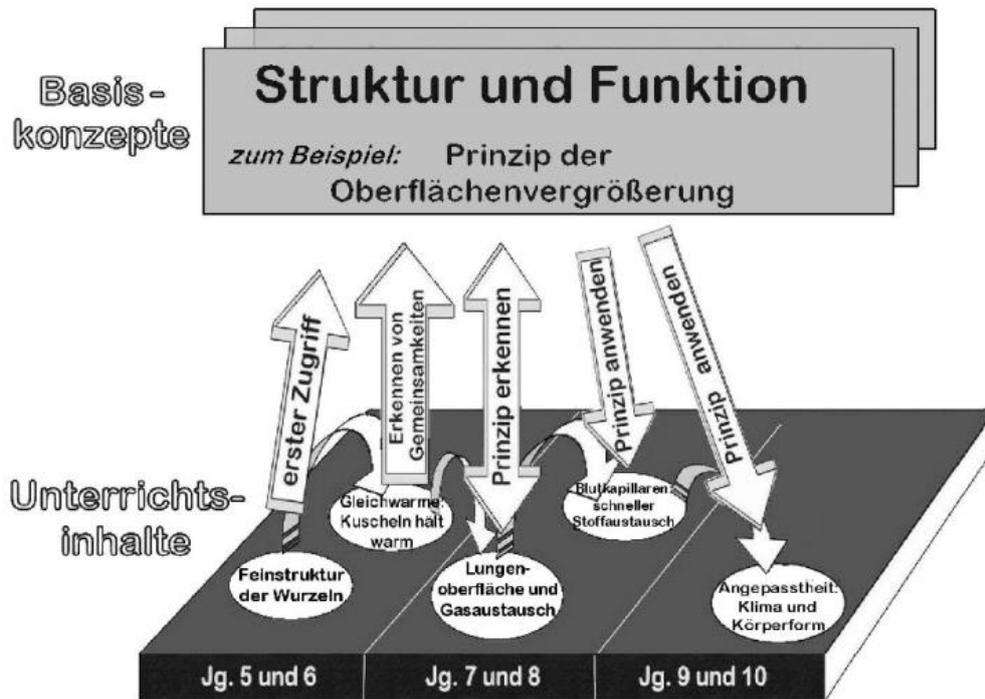


Abb.1: Kumulatives Lernen durch vertikale Vernetzung

Basiskonzepte können unterschiedlich ausdifferenziert werden:

In den Bildungsstandards Biologie der Kultusministerkonferenz für den Sekundarbereich I werden drei eng miteinander vernetzte Basiskonzepte unterschieden (vgl. Abb. 2). Eine besondere Rolle spielt dabei das Basiskonzept System, da es in besonderem Maße die Differenzierung der Systemebenen und die systemische Betrachtungsweise der Biologie anspricht. Diese durchzieht alle Teilbereiche der Biologie, sodass es sinnvoll erscheint, sie als Überbau anzusehen.

Die Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung (EPA) für das Fach Biologie unterscheiden acht Basiskonzepte; dadurch erlauben sie eine differenziertere Strukturierung. Deshalb wird im Folgenden die Einteilung der Basiskonzepte gemäß der Vorgabe der EPA verwendet. Auch diese Basiskonzepte sind eng vernetzt, sodass die Zuordnung mancher Inhalte zu mehreren Basiskonzepten möglich ist. Die verbindende Theorie ist die Evolutionstheorie.

Die drei Basiskonzepte Reproduktion, Variabilität und Angepasstheit sowie Geschichte und Verwandtschaft bilden die Basis für die Geschichte des Lebendigen und weisen einen besonders hohen Grad an Vernetzung auf. Dem tragen die Bildungsstandards dadurch Rechnung, dass sie diese unter dem Begriff „Entwicklung“ zusammenfassen. Bei allen drei Konzepten spielt der Faktor Zeit eine zentrale Rolle.

Basiskonzepte der Bildungsstandards Biologie	System	Struktur und Funktion	Entwicklung
Basiskonzepte der EPA Biologie	Kompartimentierung Stoff- und Energieumwandlung Steuerung und Regelung Information und Kommunikation Struktur und Funktion		Reproduktion Variabilität und Angepasstheit Geschichte und Verwandtschaft

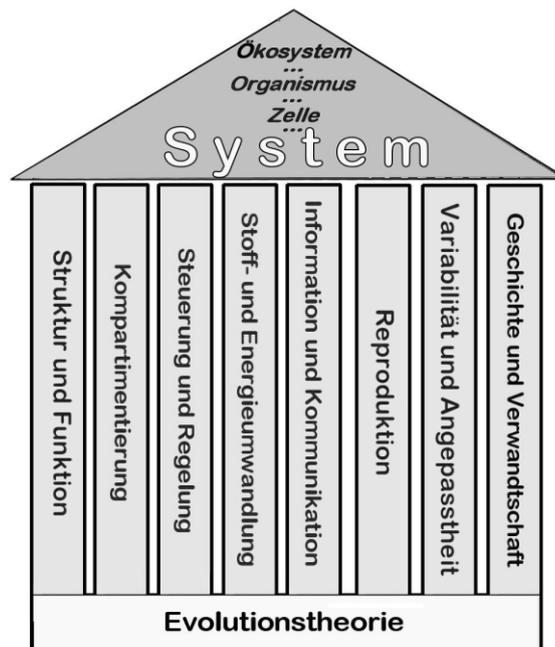


Abb. 2: Strukturelle Beziehung der Basiskonzepte zueinander

Kompetenzzuwachs soll systematisch und kumulativ erfolgen. Die als Lernlinien formulierten Kompetenzen zeigen in der Regel eine Entwicklung vom Einfachen zum Komplexen wie auch von den unmittelbar wahrnehmenden Systemebenen (Organ, Organismus) zu den komplexeren Ebenen im mikroskopischen (Zell- und Organellebene) und im makroskopischen Bereich (Ökosysteme). Es ist Aufgabe des Unterrichts, diese Lernlinien und die Systemebenen den Lernenden transparent zu machen. Auf dieser Basis gelangen die Schülerinnen und Schüler zu mehr Eigenständigkeit und zunehmender Selbstorganisation in der Erschließung unbekannter biologischer Phänomene.

Inhalts- und prozessbezogene Kompetenzen stehen in einem engen Zusammenhang, die Effektivität des Unterrichts hängt daher wesentlich von der Verzahnung der Kompetenzen ab. Beispielsweise ist es möglich, etwa über Modellversuche zum Thema Oberflächenvergrößerung sowohl prozessbezogene Kompetenzen wie Experimentieren, Protokollieren und Modellarbeit zu fördern als auch das Basiskonzept Struktur und Funktion zu erarbeiten.

4.3 Erwartete Kompetenzen

4.3.1 Prozessbezogene Kompetenzen

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung (EG)

Problemorientierter naturwissenschaftlicher Unterricht erweitert kontinuierlich und kumulativ die Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler, naturwissenschaftliche Fragen als solche zu erkennen und mit geeigneten fachspezifischen Verfahren zu lösen. Dabei geht es im Wesentlichen um den Umgang mit Problemlösestrategien und um fachspezifische Arbeitstechniken. Besonders bedeutsam ist das hypothesengeleitete Experimentieren; schrittweise wird die Fähigkeit der Lernenden zur eigenständigen systematischen Planung aussagekräftiger Experimente entwickelt. Neben dem

Experimentieren spielt in der Biologie das Beobachten von Naturphänomenen eine wesentliche Rolle. Beiden zentralen Kompetenzen liegt der naturwissenschaftliche Erkenntnisweg nach dem hypothetisch-deduktiven Verfahren zugrunde.

Die Fülle der heute zur Verfügung stehenden Quellen erfordert in besonderem Maße die Fähigkeit zum kritischen Abgleich dieser Quellen. Eine solide Validitätsprüfung wird in der Regel erst im Sekundarbereich II möglich sein, kann aber im Sekundarbereich I vorbereitet werden.

EG 1	Beobachten, beschreiben, vergleichen		
	am Ende von Jg. 6	zusätzlich am Ende von Jg. 8	zusätzlich am Ende von Jg. 10
Die Schülerinnen und Schüler ...			
1 beschreiben	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben unmittelbar erfahrbare Phänomene auf der Basis sorgfältiger Beobachtung auf der Ebene von Organismen und Organen. • beschreiben einfache Diagramme anhand vorgegebener Regeln. 	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Strukturen auf zellulärer Ebene sowie Versuchsabläufe. 	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben komplexe Zusammenhänge strukturiert und sachgerecht. • beschreiben strukturiert komplexe Diagramme.
2 vergleichen	<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen Anatomie und Morphologie von Organismen an einfachen Beispielen. 	<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen kriteriengeleitet differenziertere Strukturen von Organen verschiedener Organismen. 	<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen komplexe Vorgänge auf zellulärer Ebene.
3 ordnen und bestimmen	<ul style="list-style-type: none"> • ordnen nach vorgegebenen Kriterien. • bestimmen Lebewesen mithilfe von Bestimmungsschlüsseln, z. B. Bäume und Sträucher. 		

	am Ende von Jg. 6	zusätzlich am Ende von Jg. 8	zusätzlich am Ende von Jg. 10
Die Schülerinnen und Schüler ...			
4 zeichnen	<ul style="list-style-type: none"> • skizzieren einfache Versuchsaufbauten. • zeichnen einfache biologische Strukturen. 	<ul style="list-style-type: none"> • zeichnen lichtmikroskopische Präparate unter Einhaltung von Zeichenregeln. 	
EG 2	Planen, untersuchen, auswerten		
1 Fragen und Hypothesen entwickeln	<ul style="list-style-type: none"> • formulieren auf der Basis phänomenologischer Betrachtungen problembezogene Fragen und Erklärungsmöglichkeiten. 	<ul style="list-style-type: none"> • entwickeln naturwissenschaftliche Fragen und begründen Hypothesen. 	
2 Experimente planen	<ul style="list-style-type: none"> • planen mit Hilfen einfache ein- und mehrfaktorielle Versuche unter Einbeziehung von Kontrollexperimenten. 	<ul style="list-style-type: none"> • planen eigenständig hypothesenbezogene Versuche mit geeigneten Kontrollexperimenten. 	
3 Experimente durchführen	<ul style="list-style-type: none"> • führen Untersuchungen und Experimente unter Anleitung durch, z. B. Keimungsexperimente. 	<ul style="list-style-type: none"> • führen Untersuchungen, Experimente und Nachweisverfahren eigenständig durch. 	
4 Arbeitstechniken anwenden	<ul style="list-style-type: none"> • legen ein Herbar an, z. B. heimische Bäume und Sträucher. 	<ul style="list-style-type: none"> • mikroskopieren einfache selbst erstellte Präparate. 	<ul style="list-style-type: none"> • präparieren ein Organ.
5 Protokollieren	<ul style="list-style-type: none"> • erstellen Versuchsprotokolle unter Anleitung. 	<ul style="list-style-type: none"> • erstellen eigenständig Versuchsprotokolle. 	

	am Ende von Jg. 6	zusätzlich am Ende von Jg. 8	zusätzlich am Ende von Jg. 10
Die Schülerinnen und Schüler ...			
6 Beobachtungen deuten	<ul style="list-style-type: none"> ziehen Schlussfolgerungen aus einfacher Datenlage. 	<ul style="list-style-type: none"> deuten komplexe Sachverhalte. nennen mögliche Fehler beim Experimentieren. unterscheiden Ursache und Wirkung. unterscheiden zwischen Beobachtung und Deutung. 	<ul style="list-style-type: none"> unterscheiden kausale, d. h. die unmittelbare Ursache betreffende Fragestellungen und funktionale, d. h. die biologische Funktion betreffende Fragestellungen. diskutieren die Aussagekraft der Ergebnisse. unterscheiden zwischen naturwissenschaftlichen Erklärungen und Alltagserklärungen.
7 naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg nachvollziehen		<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Rolle von Experimenten für die Überprüfung von Hypothesen. erläutern den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg an ihnen bekannten Beispielen. 	<ul style="list-style-type: none"> wenden den naturwissenschaftlichen/hypothetisch-deduktiven Erkenntnisweg zur Lösung neuer Probleme an.
8 unterschiedliche Betrachtungsebenen differenzieren		<ul style="list-style-type: none"> unterscheiden zwischen der Teilchen-, der Zell-, der Gewebe- und der Organebene. 	<ul style="list-style-type: none"> unterscheiden zwischen der individuellen Ebene des Organismus und der Populationsebene.
EG 3	Mit Modellen arbeiten		
1 Modelle verwenden	<ul style="list-style-type: none"> verwenden einfache Struktur- und Funktionsmodelle auf makroskopischer Ebene. 	<ul style="list-style-type: none"> verwenden Modelle zur Veranschaulichung von Strukturen auf mikroskopischer Ebene. verwenden Funktionsmodelle zur Erklärung komplexerer Prozesse. 	<ul style="list-style-type: none"> verwenden einfache modellhafte Symbole zur Beschreibung von Strukturen und Abläufen, z. B. bei der Antigen-Antikörper-Reaktion. wenden einfache Modellvorstellungen auf dynamische Prozesse an.
2 Modelle reflektieren	<ul style="list-style-type: none"> vergleichen Strukturmodelle und Realobjekte. 	<ul style="list-style-type: none"> beurteilen die Aussagekraft von Modellen. 	

EG 4	Mit Quellen arbeiten		
	am Ende von Jg. 6	zusätzlich am Ende von Jg. 8	zusätzlich am Ende von Jg. 10
Die Schülerinnen und Schüler ...			
Quellen erschließen	<ul style="list-style-type: none"> werten Informationen zu biologischen Fragestellungen aus wenigen Quellen aus. 		<ul style="list-style-type: none"> werten verschiedene Quellen bei der Recherche naturwissenschaftlicher Informationen aus. unterscheiden zwischen relevanten und irrelevanten Informationen.

Kompetenzbereich Kommunikation (KK)

Unterrichtliches und alltägliches Handeln setzt die Fähigkeit zur Kommunikation voraus. Im naturwissenschaftlichen Unterricht müssen die Schülerinnen und Schüler dazu einen sicheren Umgang mit der Fachsprache entwickeln. Dies geschieht im sozialen, kooperativen Miteinander, z. B. beim Experimentieren in Gruppen oder bei der Diskussion im

Klassenverband, wenn es um das Verständnis und die Anwendung naturwissenschaftlicher Fachbegriffe, Erkenntnisse und Untersuchungen geht. Die Dokumentation und Präsentation von Ergebnissen soll mit einem angemessenen Medieneinsatz unterstützt werden. Dazu gehört insbesondere auch der Einsatz multimedialer Präsentationstechniken.

KK	Kommunikation		
	am Ende von Jg. 6	zusätzlich am Ende von Jg. 8	zusätzlich am Ende von Jg. 10
Die Schülerinnen und Schüler ...			
1 dokumentieren und präsentieren	<ul style="list-style-type: none"> veranschaulichen einfache Messdaten in Grafiken mit vorgegebenen Achsen. referieren mündlich oder schriftlich mit Strukturierungshilfen. 	<ul style="list-style-type: none"> stellen vorgegebene oder selbst ermittelte Messdaten eigenständig in Diagrammen dar. 	<ul style="list-style-type: none"> referieren mit eigener Gliederung über ein biologisches Thema. präsentieren Ergebnisse mit angemessenen Medien.
2 Fach- und Symbolsprache verwenden	<ul style="list-style-type: none"> verwenden Fachwörter im korrekten Zusammenhang. 	<ul style="list-style-type: none"> formulieren biologische Sachverhalte in angemessener Fachsprache. verwenden geeignete Symbole: Molekülsymbole, Wirkungspfeile. 	

Kompetenzbereich Bewertung (BW)

Aktuelle Themen angewandter Biologie, wie z. B. Umwelt- und Naturschutz, nachhaltige Entwicklung, Sexualerziehung und Gentechnik erfordern häufig schwierig zu treffende Entscheidungen. Sind verschiedene Handlungsoptionen denkbar, muss diese Entscheidung im argumentativen Diskurs gefällt werden. Vollständige Argumente als Begründung von Handlungsoptionen (vgl. KC Deutsch Sek I) berühren die Sach- und Wertebene. Für Schülerinnen und Schüler ist es wichtig zu erkennen, dass Entscheidungen je nach Wertvorstellung variieren können.

Für einen fundierten Entscheidungsprozess müssen Schülerinnen und Schüler „Bewerten“ lernen. Dieses kann am Ende von Schuljahrgang 10 folgende Schritte umfassen:

- Nennen von Handlungsmöglichkeiten in einer Entscheidungssituation
- Sammlung von Pro- und Contra- Argumenten, dabei Unterscheidung von Sach- und Wertebene (vgl. Jg. 9/10)
- Gewichten von Argumenten
- Treffen einer darauf basierenden Entscheidung

Auch in den Schuljahrgängen 5 bis 8 sind Werte in den Argumenten implizit enthalten, müssen aber noch nicht explizit als solche herausgearbeitet werden.

Folgende über das Basiskonzeptwissen hinausgehende Inhalte bilden die Grundlage für die Bewertungskompetenz und müssen im Unterricht thematisiert werden:

- Aspekte der Gesundheit: Gefahren des Rauchens
- Verantwortung für sich selbst, für andere und gegenüber der Gesellschaft: Impfen, Schutz vor sexuell übertragbaren Krankheiten (u. a. HIV)
- Sexualität (Verhütung)
- Sexuelle Selbstbestimmung und Toleranz (Homosexualität, Transsexualität, Intersexualität)
- Nachhaltige Entwicklung (Schutz der Biosphäre)

Folgende Themen bieten darüber hinaus weitere Möglichkeiten, die Bewertungskompetenz zu schulen:

- Heim- und Nutztierhaltung
- Arten- und Ökosystemkenntnis (Verantwortung für biologische Vielfalt)
- Aspekte der Gesundheit: Wissen über gesunde Ernährung

BW	Bewertung		
	am Ende von Jg. 6	zusätzlich am Ende von Jg. 8	zusätzlich am Ende von Jg. 10
Die Schülerinnen und Schüler ...			
1 Argumente entwickeln	<ul style="list-style-type: none"> nennen auf der Basis von Fachwissen Gründe für und gegen Handlungsmöglichkeiten in alltagsnahen Entscheidungssituationen z. B. bei der Wahl des Haustieres. 	<ul style="list-style-type: none"> entwickeln Argumente in komplexeren Entscheidungssituationen, z. B. Rauchen. 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern, dass Argumente eine Sach- und eine Werteebene enthalten (Verhütung, Impfen). entwickeln Argumente aus unterschiedlichen Perspektiven.
2 Argumente überprüfen		<ul style="list-style-type: none"> überprüfen Argumente, indem sie kurz- und langfristige Folgen des eigenen Handelns (Rauchen) und des Handelns anderer (nachhaltige Entwicklung, z. B. Entfernen von Totholz als Beeinflussung der Artenvielfalt) abschätzen. 	
3 Entscheidungen begründen	<ul style="list-style-type: none"> treffen Entscheidungen auf der Basis der Gewichtung ihrer Gründe. 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern ihre Entscheidung auf der Basis der Gewichtung von Argumenten. 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern, dass individuelle Wertvorstellungen die Gewichtung von Argumenten bestimmen und damit zu unterschiedlichen Entscheidungen führen.

4.3.2 Inhaltsbezogene Kompetenzen

FW 1 Struktur und Funktion

Der Zusammenhang von Struktur und Funktion ist in der Biologie besonders bedeutsam, da Lebewesen aufgrund ihrer Komplexität eine Vielzahl von Strukturen aufweisen, die ihr Überleben sichern. Dadurch steht das Basiskonzept Struktur und Funktion in engem Zusammenhang zum Konzept der Anpasstheit und zur Evolutionstheorie.

Grundlegende Prinzipien lassen sich im Sekundarbereich I aus der Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler und durch phänomenologische Beobachtungen ableiten. Eine tiefere Erklärung der Struktur-Funktionszusammenhänge bieten in vielen Fällen erst die Betrachtungen auf

molekularer Ebene in der Sekundarstufe II (z. B. Schlüssel-Schloss-Prinzip unter Berücksichtigung von Wasserstoffbrückenbindungen).

Im Sekundarbereich I lassen sich viele Funktionsweisen auf einige grundlegende Mechanismen zurückführen. Das gilt insbesondere für das Prinzip der Oberflächenvergrößerung und das Schlüssel-Schloss-Prinzip. In allen Fällen lassen sich modellhafte Bezüge zu Alltagsbeispielen herstellen. Insbesondere das Schlüssel-Schloss-Prinzip ist geeignet, Verfahren der Modellbildung zu thematisieren.

FW 1	Struktur und Funktion		
	am Ende von Jg. 6	zusätzlich am Ende von Jg. 8	zusätzlich am Ende von Jg. 10
	Die Schülerinnen und Schüler ...		
1 Biologische Funktion	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben den Zusammenhang zwischen einfachen makroskopischen Strukturen von Organen und ihrer Funktion. 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern den Zusammenhang zwischen der Struktur von Geweben sowie Organen und ihrer Funktion. 	
2 Prinzip der Oberflächenvergrößerung	<ul style="list-style-type: none"> stellen den Zusammenhang zwischen Oberflächenvergrößerungen und deren Funktion am Beispiel von makroskopischen Strukturen dar, z. B. Wurzelhaare. 	<ul style="list-style-type: none"> begründen eigenständig, dass die vergrößerte relative Oberfläche von Stoffaustauschflächen einen maximierten Stoffdurchfluss ermöglicht. Bezüge zu Physik und Chemie 	
3 Schlüssel-Schloss-Prinzip		<ul style="list-style-type: none"> erklären die Spezifität von Prozessen modellhaft mit dem Schlüssel-Schloss-Prinzip der räumlichen Passung (Verdauungsenzyme). 	<ul style="list-style-type: none"> wenden das Schlüssel-Schloss-Prinzip modellhaft und eigenständig auf neue Fälle von Spezifität an (Antigen-Antikörper-Reaktion bei Infektionskrankheiten).

FW 2 Kompartimentierung

Lebende Systeme weisen abgegrenzte Reaktionsräume auf. Dieses Basiskonzept verdeutlicht die Rolle des Bausteinprinzips von Zellen und Geweben, hilft aber auch beim Verständnis der Zellorganellen und Organe als abgegrenzte Funktionsräume innerhalb eines Organismus. Eine besondere Rolle spielen dabei die Membranen, die die Funktionsräume voneinander abgrenzen und den Stoffaustausch kontrollieren. Im Sekundarbereich I wird dieser Aspekt vorbereitet; die molekularen Aspekte zum Verständnis werden erst im Sekundarbereich II vertieft.

In den Schuljahrgängen 5 und 6 stehen unmittelbar erfahrbare Strukturen wie Körperteile und Organe im Mittelpunkt. Sie erlauben ein erstes Verständnis für die Gliederung von Organismen und damit für die Rolle der Kompartimentierung. In den Schuljahrgängen 7 und 8 erlauben mikroskopische Untersuchungen die Einführung der Zelltheorie. Dabei steht die Zelle als kleinste funktionsfähige Einheit eines Organismus im Mittelpunkt. In den Schuljahrgängen 9 und 10 erweitert sich dieser Aspekt um die prokaryotische Zelle.

FW 2	Kompartimentierung		
	am Ende von Jg. 6	zusätzlich am Ende von Jg. 8	zusätzlich am Ende von Jg. 10
Die Schülerinnen und Schüler ...			
1 Funktions- teilung im Organismus	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben am Beispiel ausgewählter Organe die Funktionsteilung im Organismus. 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern das Zusammenspiel verschiedener Organe im Gesamtsystem (Atmungs- und Verdauungsorgane, Kreislaufsystem). 	
2 Zelltheorie		<ul style="list-style-type: none"> beschreiben Zellen als Grundeinheiten. beschreiben einzelne Zellbestandteile (Zellkern, Cytoplasma, Chloroplasten, Vakuole) als kleinere Funktionseinheiten. vergleichen Tier- und Pflanzenzelle auf lichtmikroskopischer Ebene. 	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben Unterschiede im Bau von pro- und eukaryotischen Zellen (Zellkern, Zellwand).

FW 3 Steuerung und Regelung

Lebewesen halten bestimmte Zustände durch Regulation aufrecht und reagieren auf Veränderungen. So wird bei wechselnden Umweltbedingungen Stabilität in einem physiologisch funktionsgerechten Rahmen (Sollwert) erreicht. Regelmechanismen sind durch Zirkularität und durch

negative Rückkopplung charakterisiert. Dieses Basiskonzept wird im Sekundarbereich I lediglich vorbereitet; Aspekte wie Sollwert, negative Rückkopplung sowie die Abgrenzung zu ökologischen Rückwirkungseffekten bleiben dem Sekundarbereich II vorbehalten.

FW 3	Steuerung und Regelung		
	am Ende von Jg. 6	zusätzlich am Ende von Jg. 8	zusätzlich am Ende von Jg. 10
Die Schülerinnen und Schüler ...			
Physiologische Regelungen	<ul style="list-style-type: none"> ordnen Tiere gemäß ihrer Fähigkeit zur Regelung der Körpertemperatur als gleich- oder wechselwarm ein. 		<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Funktion von physiologischen Regelmechanismen, z. B. Pupillenreaktion.

FW 4 Stoff- und Energieumwandlung

Lebewesen sind offene Systeme, die durch Stoff- und Energieumwandlungen ihre Strukturen und Funktionen aufrechterhalten. Sie sind aufgrund der permanenten Energieabgabe instabile Systeme; diese Energieverluste werden durch ständige Energiezufuhr ausgeglichen. Letztlich sind fast alle Lebewesen dieser Erde auf die Zufuhr von Lichtenergie und auf die Photosynthese angewiesen. Mit diesem Prozess sind Pflanzen in der Lage, ihre eigenen energiereichen Nährstoffe herzustellen. Die dabei chemisch gebundene Energie wird über die Nahrungskette auch auf tierische Organismen übertragen. Die biologische Oxidation (Zellatmung) ist der wichtigste Prozess der Energiebereitstellung für Bau- und Betriebsstoffwechsel.

Chemische Aspekte wie die Fixierung der Energie in Form von ATP bleiben dem Sekundarbereich II vorbehalten.

Der Energiebegriff wird in den Schuljahrgängen 5 und 6 vorsichtig auf der Basis des vorhandenen Alltagswissens eingesetzt. In den folgenden Schuljahrgängen kann der Biologieunterricht auf einen präziseren Energiebegriff zurückgreifen, der im Physikunterricht entwickelt wird.

Die Einführung von Stoffkreisläufen ermöglicht die Entwicklung eines grundlegenden Verständnisses der ökologischen Aspekte von Nachhaltigkeit.

FW 4	Stoff- und Energieumwandlung		
	am Ende von Jg. 6	zusätzlich am Ende von Jg. 8	zusätzlich am Ende von Jg. 10
Die Schülerinnen und Schüler ...			
1 Aufbau energie- reicher Substanzen	<ul style="list-style-type: none"> nennen Licht, Mineralstoffe und Wasser als Faktoren, die für Pflanzen wichtig sind. 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Fotosynthese als Prozess, mit dem Pflanzen unter Nutzung von Lichtenergie ihre eigenen energiereichen Nährstoffe herstellen (Wortgleichung). Bezüge zu Chemie, Physik 	
2 Abbau energie- reicher Substanzen	<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Aufnahme von energiereicher Nahrung als Voraussetzung für Lebensvorgänge wie Bewegung und Aufrechterhaltung der Körpertemperatur. 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern die biologische Bedeutung von Verdauung als Prozess, bei dem Nährstoffe zu resorbierbaren Stoffen abgebaut werden. erläutern die Funktion der Zellatmung (Wortgleichung) als Prozess, der Energie für den Organismus verfügbar macht. Bezüge zur Chemie, Physik 	
3 Enzyme		<ul style="list-style-type: none"> beschreiben Enzyme als Biokatalysatoren, die spezifische Stoffwechselprozesse ermöglichen. 	

	am Ende von Jg. 6	zusätzlich am Ende von Jg. 8	zusätzlich am Ende von Jg. 10
Die Schülerinnen und Schüler ...			
4 Temperatur- abhängigkeit von Lebens- prozessen	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Zusammenhang von Körpertemperatur und Schnelligkeit der Bewegung. 		
5 Nahrungs- beziehungen im Ökosystem		<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Bedeutung der Fotosynthese als Energiebereitstellungsprozess für alle Lebewesen. • erläutern die Rolle von Produzenten, Konsumenten und Destruenten im Stoffkreislauf. • erläutern die Auswirkungen anthropogener Einflüsse auf die Artenvielfalt, z. B. Insektizideinsatz. • beschreiben Nahrungsbeziehungen in einem Ökosystem als Nahrungsnetz. 	

FW 5 Information und Kommunikation

Lebewesen nehmen Informationen aus der Umwelt über Sinneszellen und Sinnesorgane auf, leiten diese in codierter Form über Nervenzellen weiter und verarbeiten sie. Diese Informationen sind weder objektiv noch vollständig: Die Ausstattung der Sinnesorgane und die Form der Verarbeitungen setzen deutliche Grenzen. Insofern können Lebewesen kein „wahres“ Abbild der Realität wahrnehmen. Die konzeptuellen Grundzüge können exemplarisch schon im Sekundarbereich I an einem Sinnesorgan erarbeitet werden.

Eine zweite Form der Informationsübertragung im Organismus stellen Hormone dar. Sie ermöglichen eine im Vergleich zur Nervenleitung zwar etwas langsamere, aber an viele Zielorte gerichtete Informationsübertragung. Im Sekundarbereich I erfolgt lediglich eine erste Einführung in die Rolle der Hormone.

Eine besondere Form der Information ist die genetische, die als Produkt der Evolution die Verknüpfung mit dem Basiskonzept Reproduktion herstellt. Da sie als wesentliche Komponente den Zeitaspekt (ontogenetische Entwicklung und Generationenfolge) hat, wird sie dort eingeordnet.

Lebewesen kommunizieren, indem sie als Sender und Empfänger durch gemeinsame Codierung wechselseitig Informationen austauschen. Für den Sekundarbereich I wird dieser Aspekt lediglich beim Sozialverhalten von Säugetieren aufgegriffen. Kommunikation findet auch zwischen Zellen eines Organismus statt; dieser Aspekt wird erst im Sekundarbereich II thematisiert.

FW 5	Information und Kommunikation		
	am Ende von Jg. 6	zusätzlich am Ende von Jg. 8	zusätzlich am Ende von Jg. 10
Die Schülerinnen und Schüler ...			
Aufnahme, Austausch und Weiterleitung von Informationen	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Verständigung von Tieren gleicher Art mit artspezifischen Signalen. • leiten aus verschiedenen Sinnesleistungen Unterschiede in den Wahrnehmungswelten von Mensch und Tieren ab. 		<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Weg vom adäquaten Reiz über die Auslösung der Erregung und die Erregungsweiterleitung zum Gehirn. • erläutern die Funktion von Sinnesorganen, Informationen aus der Umwelt als Reize aufzunehmen und in Nervensignale umzuwandeln. • erläutern die grundlegende Funktion von Hormonen als Botenstoffe (Sexualhormone).

FW 6 Reproduktion

Die Kontinuität des Lebens besteht in der Generationsfolge, denn Lebewesen haben eine begrenzte Lebensdauer. Wachstums- und Regenerationsprozesse erfordern die identische Replikation der DNA und ermöglichen die Kontinuität. Rekombination und Mutation führen zu Vielfalt und diese bildet die Grundlage evolutiver Prozesse.

Innerhalb des Sekundarbereichs I leisten die Betrachtungen der cytologischen bzw. chromosomalen Ebene (Mitose, Meiose) eine Vorbereitung für die molekulargenetischen Betrachtungen im Sekundarbereich II.

Ein Grundverständnis für die Hauptfunktionen der Gene – sie enthalten die Informationen zum Aufbau und zur Steuerung eines Systems und werden an die Folgegeneration weitergegeben – wird auf der phänomenologischen Ebene z. B. durch technisches Klonen und chromosomale Aberrationen angebahnt. Zu diesem Verständnis trägt ebenfalls die stark vereinfachte Darstellung des Zusammenhanges von Genen, Genprodukten und Merkmalsausprägungen bei. Die Vertiefung auf molekularer Ebene (Bau und identische Replikation der DNA, Proteinbiosynthese, Punktmutation) erfolgt im Sekundarbereich II.

FW 6	Reproduktion		
	am Ende von Jg. 6	zusätzlich am Ende von Jg. 8	zusätzlich am Ende von Jg. 10
Die Schülerinnen und Schüler ...			
1 Individualentwicklung	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Individualentwicklung des Menschen (Entwicklung im Mutterleib, Pubertät). beschreiben die Individualentwicklung von Blütenpflanzen. 		<ul style="list-style-type: none"> begründen die Erbgleichheit von Körperzellen eines Vielzellers mit der Mitose.
2 Fortpflanzung und Vererbung	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben grundlegende Aspekte der sexuellen Fortpflanzung beim Menschen (Verschmelzung von Ei- und Samenzelle). 		<ul style="list-style-type: none"> erläutern den Kerntransfer als Grundprinzip des technischen Klonens. erläutern die Unterschiede zwischen geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Fortpflanzung auf genetischer Ebene. erläutern auf der Grundlage der Meiose die Prinzipien der Rekombination. erläutern die Folgen von Diploidie und Rekombination im Rahmen von Familienstammbaumanalysen.

	am Ende von Jg. 6	zusätzlich am Ende von Jg. 8	zusätzlich am Ende von Jg. 10
Die Schülerinnen und Schüler ...			
3 Ausprägung der genetischen Information			<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Gene als Chromosomenabschnitte, die Bauanleitungen für Genprodukte, häufig Enzyme, enthalten. • beschreiben – ohne molekular-genetische Aspekte – den Zusammenhang von Genen, Genprodukten und der Ausprägung von Merkmalen.
4 Gene und Umwelt	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Tatsache, dass die Merkmale eines Individuums von Veranlagung und Umwelteinflüssen bestimmt werden. 		<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben, dass Umweltbedingungen und Gene bei der Ausprägung des Phänotyps zusammenwirken.

FW 7 Variabilität und Anpasstheit

Lebewesen sind bezüglich ihrer Strukturen und den damit verbundenen Funktionen an ihre spezifische Umwelt angepasst. Das Basiskonzept Struktur und Funktion beschreibt den innerorganismischen Zusammenhang, das Konzept der Anpasstheit betrifft die Beziehung von Bau und Funktion zur Umwelt als Ergebnis eines Evolutionsprozesses.

Als Anpassung versteht man Prozesse, die auf der Ebene des einzelnen Individuums (Modifikation) und auf der Ebene der Populationen (Evolutionsprozess) möglich sind.

Anpasstheit dagegen ist ein Zustand, bei dem eine Struktur und die damit verbundene Funktion das Überleben eines Organismus bzw. die Weitergabe dessen Genoms fördert. Variation kann als Phänomen schon anhand von Alltagserfahrungen in den Schuljahrgängen 5/6 eingeführt

werden. An einfachen Beispielen kann erarbeitet werden, dass durch Selektion die Variation von Populationen verändert wird. Damit wird die Annahme einer zielgerichteten Veränderung von Arten überflüssig. Durch die Einführung von Mutation und Rekombination als Grundlagen der Variabilität wird eine vereinfachte Evolutionstheorie bis zum Ende des Sekundarbereiches I entwickelt.

Mutation als Ursache der Veränderlichkeit von Genen kann im Sekundarbereich I nur auf der phänomenologisch-beschreibenden Ebene thematisiert werden, die molekulargenetischen Betrachtungen folgen im Sekundarbereich II.

FW 7	Variabilität und Anpasstheit		
	am Ende von Jg. 6	zusätzlich am Ende von Jg. 8	zusätzlich am Ende von Jg. 10
Die Schülerinnen und Schüler ...			
1 Innerartliche Variationen	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Individualität und das Phänomen der Variation innerhalb einer Art. • erläutern, dass Individuen einer Art jeweils von Generation zu Generation ungerichtet variieren. 		<ul style="list-style-type: none"> • erklären Variabilität durch Mutation – ohne molekulargenetische Betrachtung – und durch Rekombination. • erläutern die Vorteile der geschlechtlichen gegenüber der ungeschlechtlichen Fortpflanzung im Hinblick auf Variabilität.
2 Artenvielfalt	<ul style="list-style-type: none"> • verfügen über Artenkenntnis innerhalb einer ausgewählten Organismengruppe, z. B. heimische Bäume und Sträucher auf dem Schulgelände. 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären die Koexistenz von verschiedenen Arten anhand der unterschiedlichen Ansprüche an ihren Lebensraum. 	<ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden zwischen verschiedenen Arten unter Verwendung eines einfachen Artbegriffs (Art als Fortpflanzungsgemeinschaft).

	am Ende von Jg. 6	zusätzlich am Ende von Jg. 8	zusätzlich am Ende von Jg. 10
Die Schülerinnen und Schüler ...			
3 Selektions- prozesse und Angepasst- heit	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern das Verfahren der Züchtung durch Auswahl von geeigneten Varianten. • erläutern, dass Merkmale von Organismen zu ihrer spezifischen Lebensweise passen. • beschreiben phänomenologisch die Angepasstheit von Lebewesen an den Wechsel der Jahreszeiten. 		<ul style="list-style-type: none"> • erklären Angepasstheiten als Folge von Evolutionsprozessen auf der Grundlage von Variabilität und Selektion in Populationen. • erklären Evolutionsprozesse durch das Zusammenspiel von Mutation, Rekombination und Selektion.
4 Individuelle Anpassung	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben individuelle Veränderungen auf der Ebene von Organen, z. B. Muskeln, durch Beanspruchung bzw. Nichtbeanspruchung dieser Organe. <p>Bezüge zu Sport</p>		<ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden zwischen nicht-erblicher individueller Anpassung und erblicher Angepasstheit.

FW 8 Geschichte und Verwandtschaft

Die historische Dimension ist innerhalb der Naturwissenschaften eine Besonderheit der Biologie. Sie umfasst die Geschichte der Individuen wie auch der Populationen über die Generationsschranke hinweg.

Die Erkenntnis der Verwandtschaft von Lebewesen ist grundlegend für das Selbstverständnis des Menschen. Die Tatsache, dass der Mensch mit allen Lebewesen eine gemeinsame Geschichte teilt und fortsetzt, kann auch den Naturschutzgedanken unterstützen.

Die Familie bildet für jüngere Schülerinnen und Schüler den Ausgangspunkt eines Verständnisses von Verwandtschaft.

Dieses kann auf die Verwandtschaft von Haustieren und ihren Wild-Vorfahren übertragen werden.

Die Kenntnis zur Systematik der Lebewesen bereitet eine differenzierte Betrachtung der stammesgeschichtlichen Verwandtschaft im Sekundarbereich II vor.

FW 8	Geschichte und Verwandtschaft		
	am Ende von Jg. 6	zusätzlich am Ende von Jg. 8	zusätzlich am Ende von Jg. 10
Die Schülerinnen und Schüler ...			
Verwandtschaft	<ul style="list-style-type: none"> • deuten Ähnlichkeiten in der Familie als Indiz für Verwandtschaft. • erklären Ähnlichkeiten zwischen Haustieren und ihren wild lebenden Verwandten mit gemeinsamen Vorfahren. • nennen wichtige Unterscheidungsmerkmale und Gemeinsamkeiten von Wirbeltiergruppen (Säugetiere – Vögel – Reptilien – Amphibien – Fische). 	<ul style="list-style-type: none"> • ordnen Arten anhand von morphologischen und anatomischen Ähnlichkeiten in ein hierarchisches System ein. 	

4.3.3 Zusammenführung der Kompetenzbereiche

Das Kerncurriculum erlaubt einen sehr vielfältigen Zugriff bei der Gestaltung des Unterrichts. Da gerade der Biologieunterricht in besonderem Maße vom Standort der Schule sowie von deren Ausstattung bestimmt wird, muss die Umsetzung des Kompetenzerwerbs in Unterrichtseinheiten im Rahmen des Schulcurriculums diesen unterschiedlichen Bedingungen Rechnung tragen.

Ausgangspunkt bei der Entwicklung von Unterrichtseinheiten sind in der Regel als Schwerpunkt gewählte inhaltsbezogene Kompetenzen, zu denen ein im obigen Sinne geeigneter Kontext entwickelt wird. Die Zuordnung prozessbezogener Kompetenzen erfolgt in einem zweiten Schritt. Von Seiten des Kerncurriculums gibt es keine zwingenden Vorgaben bezüglich einer verbindlichen Kopplung bestimmter inhaltsbezogener mit prozessbezogenen Kompetenzen. In vielen Fällen wird das Unterrichtsthema die schwerpunktmäßige Einübung prozessbezogener Kompetenzen nahe legen. So bieten sich Themen mit einem Schwerpunkt im Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung für eine experimentelle Erschließung und damit für eine Zusammenführung mit Kompetenzen des Kompetenzbereichs Erkenntnisgewinnung an. Themen der Gesundheitserziehung sowie ökologische Themen wiederum berühren in besonderem Maße den Kompetenzbereich Bewertung, während der Kompetenzbereich Kommunikation in praktisch allen Themenbereichen anschlussfähig ist. Im Sinne eines erfolgreichen Kompetenzerwerbs ist darauf zu achten, dass sowohl inhaltsbezogene wie auch prozessbezogene Kompetenzen möglichst mehrfach eingeübt werden. Gerade die Unterschiedlichkeit der Verknüpfung von inhalts- und prozessbezogenen Kompetenzen fördert die Fähigkeit, biologiespezifische Arbeitsmethoden und Denkweisen auch auf neue, unbekannte Fragestellungen zu übertragen.

4.4 Fremdsprachig (bilingual) erteilter Biologieunterricht

Um Schülerinnen und Schülern eine umfassende Allgemeinbildung zu vermitteln, sie auf die internationale Arbeitswelt vorzubereiten und um einen Beitrag zur interkulturellen Handlungsfähigkeit der Lernenden zu leisten, muss schulische Bildung der dynamisch wachsenden Bedeutung der Beherrschung von Fremdsprachen, insbesondere der englischen Sprache in Naturwissenschaft und Technik sowie in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Rechnung tragen. Dies geschieht zum Beispiel durch die Stärkung des Anwendungsbezuges einer Fremdsprache (z. B. Englisch) als Arbeitssprache in speziell eingerichteten bilingualen Lerngruppen, in denen der Fachunterricht überwiegend in einer Fremdsprache erteilt wird.

Die Fremdsprache als Arbeitssprache kann auch in zeitlich begrenzten geeigneten Unterrichtseinheiten, das heißt in bilingualen Modulen, im Sachfachunterricht zum Einsatz kommen.

Im bilingualen Biologieunterricht arbeiten die Schülerinnen und Schüler auf der Grundlage von authentischen Texten. Sie lernen, ihre Arbeitsergebnisse in der Fremdsprache zu präsentieren und üben sich im Kommunizieren über Inhalte des Sachfachs (*Content and Language Integrated Learning/CLIL*). Dies dient als Vorbereitung auf das Studium und die berufliche Tätigkeit in internationalen Kontexten. Die korrekte Sprachverwendung wird insbesondere unter dem Aspekt der erfolgreichen Kommunikation gefördert.

Dabei orientiert sich die Gestaltung des in der Fremdsprache unterrichteten Sachfachs an den didaktischen und methodischen Prinzipien des Faches Biologie sowie den spezifischen Bedingungen des bilingualen Unterrichts. Das Erlernen der Fremdsprache ist den fachlichen Aspekten nachgeordnet; die Verwendung der Fremdsprache bedeutet aber eine komplexere Anforderung für die Schülerinnen und Schüler.

Um die Durchlässigkeit zwischen fremdsprachig und muttersprachlich erteiltem Fachunterricht zu gewährleisten, ist darauf zu achten, dass die Fachterminologie sowohl in der Zielsprache als auch in der Muttersprache gelernt wird.

Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung erfolgen auf der Grundlage der für die Naturwissenschaften festgelegten Bewertungskriterien. Die angemessene Verwendung der Fremdsprache einschließlich der entsprechenden Fachsprache ist jedoch zu berücksichtigen.

Anhang zum Kerncurriculum Biologie: Anregungen für die Umsetzung

Das Kerncurriculum gibt den Fachkonferenzen einen großen Spielraum bei der Entwicklung eigener Unterrichtseinheiten und deren Verteilung auf die Jahrgänge (siehe Beispiel nächste Seite). Allerdings muss gewährleistet sein, dass die im Kerncurriculum aufgeführten Kompetenzen tatsächlich vollständig erfasst und im Sinne eines nachhaltigen Kompetenzerwerbs auch möglichst mehrfach in vielfältigen Kontexten Anwendung finden. Deshalb muss die Planung eines schuleigenen Curriculums immer den gesamten Sekundarbereich I im Blick behalten.

Die Möglichkeiten der unterrichtlichen Umsetzung des Kerncurriculums auf Schulebene bleiben auch nach der Erstellung eines schulinternen Curriculums vielfältig. Die Fachkonferenz kann den Fachkolleginnen und -kollegen Spielraum in der konkreten Unterrichtsgestaltung und der Themenwahl lassen, sofern der Erwerb der im schuleigenen Arbeitsplan festgelegten Kompetenzen im festgelegten Jahrgang gesichert bleibt.

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

Grundsätzlich können Kompetenzen vorgezogen werden. Eine Verlagerung in einen späteren Doppeljahrgang als im KC festgelegt (also z. B. von 5/6 nach 7/8) ist dagegen nicht zulässig.

Beispiel für eine mögliche Themenfolge

Doppeljahrgang 5/6	Doppeljahrgang 7/8	Doppeljahrgang 9/10
<p>Jahrgang 5 (2 WoStd)</p> <p>Der Hund – ein Haustier und seine Geschichte (Haustierbewertung, Angepasstheit, Abstammung und Züchtung)</p> <p>Tiere im Winter (gleichwarm/wechselwarm)</p> <p>Ordnen von Wirbeltieren</p> <p>Der Mensch – auch ein Wirbeltier (Skelettaufbau, Muskeln, Bewegung)</p>	<p>Jahrgang 7 (1 WoStd)</p> <p>Leben braucht Energie (Ernährung, Verdauung, Zellatmung)</p> <p>Ein eingespieltes Team: Atmungsorgane und Blutkreislaufsystem (inkl. Rauchen)</p>	<p>Jahrgang 9 (2 WoStd)</p> <p>Wie entsteht Angepasstheit? Evolution des Birkenspanners (Selektion)</p> <p>Sinne erschließen uns die Umwelt</p> <p>Naturwissenschaftliches Arbeiten am Beispiel von Infektionskrankheiten (Krankheitserreger, Antigen-Antikörper-Reaktion, Impfen)</p> <p>Sexualität des Menschen unter hormonellen Aspekten (Hormone als Botenstoffe, Empfängnisverhütung / Schutz vor sexuell übertragbaren Krankheiten, Verantwortung in der Partnerschaft)</p>
<p>Jahrgang 6 (1 WoStd)</p> <p>Auch Pflanzen sind Lebewesen (Keimung und Lebenszyklus, Pflanzenorgane, Blüte und Insekt, Herbar)</p> <p>Sexualität des Menschen (Pubertät, Schwangerschaft, Empfängnisverhütung)</p>	<p>Jahrgang 8 (1 WoStd)</p> <p>Pflanzen stellen ihre Nährstoffe selbst her (Fotosynthese inkl. Zellaufbau)</p> <p>Leben im Wald (Nahrungsbeziehungen, Angepasstheiten von Organismen, nachhaltige Entwicklung)</p>	<p>Jahrgang 10 (1 WoStd)</p> <p>Vom Kern über das Chromosom zum Gen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bedeutung des Zellkerns und Zellvermehrung (Mitose) 2. Vereinfachter Zusammenhang von Genen als Chromosomenabschnitten, Genprodukten und Merkmalen 3. Vererbung: Weitergabe von Genen bei der Meiose 4. Variabilität entsteht durch Mutationen und Rekombination (Verbindung von Genetik und Evolution)

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

Operatoren für den bilingualen Biologieunterricht

Die Liste der Operatoren und beispielhaften Arbeitsanweisungen entspricht den allgemeinen Operatoren der Naturwissenschaften. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit; andere Aufgabenstellungen sind denkbar und möglich.

Operator (EN)	Operator (DE)	Beschreibung und Beispiel
estimate	abschätzen	durch begründetes Überlegen Näherungswerte angeben <i>A biologist collected 1 gallon of pond water and counted 50 paramecia. Based on the sampling technique, estimate how many paramecia could be found in the pond if the pond were 1,000 gallon (1 gallon = 4 litres)?</i>
analyse	analysieren	wichtige Bestandteile oder Eigenschaften auf eine bestimmte Fragestellung hin herausarbeiten <i>Analyse the data you have collected by comparing your findings with your hypotheses (ideas).</i>
apply	anwenden	einen bekannten Sachverhalt oder eine bekannte Methode auf etwas Neues beziehen <i>Apply the concept of surface enlargement to ...</i>
set up an experiment	ein Experiment aufbauen	Objekte und Geräte zielgerichtet anordnen und kombinieren <i>Set up the experiment following the illustrations provided.</i>
set up a hypothesis, hypothesize	eine Hypothese aufstellen	eine begründete Vermutung auf der Grundlage von Beobachtungen, Untersuchungen, Experimenten oder Aussagen formulieren <i>Set up hypotheses to explain the observation provided in the text.</i>
evaluate (data, experiments, results), interpret	auswerten	Daten, Einzelergebnisse oder andere Elemente in einen Zusammenhang stellen und ggf. zu einer Gesamtaussage zusammenführen <i>Evaluate the experiments on the factors influencing the growth of bean plants.</i> <i>Interpret the graph and find reasons to explain the decline in population growth rate.</i>
give reasons for	begründen	Sachverhalte auf Regeln und Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Beziehungen von Ursachen und Wirkung zurückführen <i>Experts recommend the use of condoms to everyone. Give reasons for this recommendation.</i>
calculate	berechnen, bestimmen	numerische Ergebnisse von einem Ansatz ausgehend gewinnen <i>Calculate the ratio between dark and white peppered moths.</i>

Operator (EN)	Operator (DE)	Beschreibung und Beispiel
describe	beschreiben	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und fachsprachlich richtig mit eigenen Worten wiedergeben <i>Describe the tasks of the white blood cells.</i>
confirm, certify	bestätigen	die Gültigkeit einer Aussage (z. B. einer Hypothese, einer Modellvorstellung, eines Naturgesetzes) zu einem Experiment, zu vorliegenden Daten oder zu Schlussfolgerungen feststellen. <i>Confirm your hypothesis using your results.</i>
comment on, give an opinion	beurteilen, Stellung nehmen	zu einem Sachverhalt ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen <i>Comment on the population growth of the snow foxes and give reasons for your opinion.</i> <i>Give your opinion on the benefits of hunting rabbits.</i>
judge, give a judgement	bewerten	einen Gegenstand an erkennbaren Wertkategorien oder an bekannten Beurteilungskriterien messen <i>Give a judgement on the ethical impacts of pre-implantation diagnostics.</i>
present	darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden etc. strukturiert und ggf. fachsprachlich wiedergeben <i>Present your findings by drawing a bar chart.</i>
interpret	deuten	Sachverhalte in einen Erklärungszusammenhang bringen <i>Interpret the results of van Helmont's experiments.</i>
discuss	diskutieren, erörtern	Argumente, Sachverhalte und Beispiele zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen <i>Discuss why the social acceptance of alcohol is questionable.</i>
determine	dokumentieren (in Zusammenhang mit dem GTR/CAS)	Bei Verwendung eines elektronischen Rechners den Lösungsweg nachvollziehbar darstellen <i>Determine the average pulse rate from the graph.</i>
carry out an experiment	ein Experiment durchführen	an einer Experimentieranordnung zielgerichtete Messungen und Änderungen vornehmen oder eine Experimentieranleitung umsetzen <i>Carry out the following experiment.</i>
develop	entwickeln	Sachverhalte und Methoden zielgerichtet miteinander verknüpfen. Eine Hypothese, eine Skizze, ein Experiment, ein Modell oder eine Theorie schrittweise weiterführen und ausbauen. <i>Develop a way to classify the plants.</i>

Operator (EN)	Operator (DE)	Beschreibung und Beispiel
explain	erklären	einen Sachverhalt nachvollziehbar und verständlich zum Ausdruck bringen mit Bezug auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten und Ursachen <i>Explain the distribution of the different penguin species.</i>
illustrate	erläutern	einen Sachverhalt durch zusätzliche Informationen veranschaulichen und verständlich machen <i>Illustrate the role of the hypothalamus for the menstruation cycle.</i>
identify	ermitteln	einen Zusammenhang oder eine Lösung finden und das Ergebnis formulieren <i>Identify the factors influencing growth.</i>
derive, deduce	herleiten	auf der Grundlage wesentlicher Merkmale oder bekannter Gesetzmäßigkeiten sachgerechte Schlüsse ziehen, um eine neue Aussage zu erhalten <i>Using the facts provided, deduce the degree of relationship between the two persons.</i>
name, list, enumerate	nennen	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne Erläuterungen angeben <i>Name the parts of the respiratory system.</i> <i>List the steps needed to carry out the experiment.</i>
plan / design / devise an experiment	ein Experiment planen	zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranordnung finden oder zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranleitung erstellen <i>Design an experiment to examine the influence of temperature on the germination of cress seeds.</i>
record, write a lab report	protokollieren	Beobachtungen oder die Durchführung von Experimenten zeichnerisch bzw. fachsprachlich richtig wiedergeben <i>Write the lab report for your experiments.</i> <i>Record your observations of the microscopic examination of the onion cell.</i>
sketch	skizzieren	Sachverhalte, Strukturen oder Ergebnisse auf das Wesentliche reduziert grafisch übersichtlich darstellen <i>Using the information provided in the text, sketch the desert food web.</i>
examine, verify	überprüfen, prüfen	Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik messen und eventuelle Widersprüche aufdecken <i>Verify your results by repeating the test as often as necessary.</i>
generalize	verallgemeinern	aus einem erkannten Sachverhalt eine erweiterte Aussage formulieren <i>Generalize the influence of photosynthesis on oxygen levels in Earth's atmosphere.</i>

Operator (EN)	Operator (DE)	Beschreibung und Beispiel
compare	vergleichen	Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede feststellen <i>Compare the digestion of a cow to that of a horse.</i>
draw	zeichnen	eine anschauliche und hinreichend exakte grafische Darstellung beobachtbarer oder gegebener Strukturen anfertigen <i>Draw a diagram to show the different heart rates of mammals using the data provided in the table.</i>
sum up, outline	zusammenfassen	das Wesentliche in konzentrierter Form herausstellen <i>Sum up the information on contraceptives.</i> <i>Outline the development of whales starting from the ancient terrestrial form.</i>

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.

Jahr-gang	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