Niedersächsisches
Kultusministerium

Kerncurriculum

für das Gymnasium

Schuljahrgänge 5 -10

Naturwissenschaften

Niedersachsen

An der Erarbeitung der Kerncurricula für die Unterrichtsfächer Physik, Chemie und Biologie in den Schuljahrgängen 5 – 10 waren die nachstehend genannten Personen beteiligt:

Physik:
Gerhard Chrost, Wolfsburg
Kurt Gehrmann, Hannover
Bernd Mundlos, Braunschweig
Michael Rode, Lüneburg
Ute Schlobinski-Voigt, Hannover

Chemie:
Karen Achtermann, Neustadt a. Rbge.
Norbert Goldenstein, Langenhagen
Ulrich Gosemann, Hameln
Kerstin Hildebrandt, Celle
Detlef Rebentisch, Varel
Margret Witte-Ebel, Winsen

Biologie:
Andrea Bese, Helmstedt
Hans-Dieter Lichtner, Stadthagen
Ingrid Müller, Northeim
Gunther Sack, Hannover
Elfriede Schöning, Stade
Ute Wieligmann, Leer

Die Ergebnisse des gesetzlich vorgeschriebenen Anhörungsverfahrens sind berücksichtigt worden.

Herausgegeben vom Niedersächsischen Kultusministerium (2007)
Schiffgraben 12, 30159 Hannover

Druck:
Unidruck
Windhorststraße 3-4
30167 Hannover

Das Kerncurriculum kann als „PDF-Datei“ vom Niedersächsischen Bildungsserver (NIBIS) unter http://db2.nibis.de/1db/cuvo/ausgabe/ heruntergeladen werden.

Inhalt		Seite
Allgemeine Informationen zu den niedersächsischen Kerncurricula		**5**
1	**Bildungsbeitrag der Naturwissenschaften**	**7**
1.1	**Kompetenzbereiche der Naturwissenschaften**	**9**
1.2	**Zur Rolle von Aufgaben im naturwissenschaftlichen Unterricht**	**10**
2	**Physik**	**13**
2.1	**Bildungsbeitrag des Faches Physik**	**14**
2.2	**Unterrichtsgestaltung mit dem Kerncurriculum**	**15**
2.3	**Erwartete Kompetenzen**	**16**
2.3.1	Prozessbezogene Kompetenzen	**18**
2.3.2	Inhaltsbezogene Kompetenzen	**26**
2.3.3	Zuordnung prozess- und inhaltsbezogener Kompetenzen	**32**
	Anhang zum Kerncurriculum Physik: Anregungen für die Umsetzung	**44**
3	**Chemie**	**47**
3.1	**Bildungsbeitrag des Faches Chemie**	**48**
3.2	**Unterrichtsgestaltung mit dem Kerncurriculum**	**48**
3.3	**Erwartete Kompetenzen**	**49**
3.3.1	Basiskonzept „Stoff-Teilchen“	**51**
3.3.2	Basiskonzept „Struktur-Eigenschaft“	**57**
3.3.3	Basiskonzept „Chemische Reaktion“	**59**
3.3.4	Basiskonzept „Energie“	**62**
	Anhang zum Kerncurriculum Chemie: Anregungen für die Umsetzung	**64**
4	**Biologie**	**69**
4.1	**Bildungsbeitrag des Faches Biologie**	**70**
4.2	**Unterrichtsgestaltung mit dem Kerncurriculum**	**71**
4.3	**Erwartete Kompetenzen**	**74**
4.3.1	Prozessbezogene Kompetenzen	**74**
4.3.2	Inhaltsbezogene Kompetenzen	**80**
4.3.3	Zuordnung von Themenaspekten zu Kompetenzen	**91**
	Anhang zum Kerncurriculum Biologie: Anregungen für die Umsetzung	**95**
5	**Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung**	**98**
6	**Aufgaben der Fachkonferenz**	**100**
	Anhang zum Kerncurriculum Naturwissenschaften	**101**
	Von den Naturwissenschaften gemeinsam benutzte Grundbegriffe	**101**
	Operatoren für Aufgabenstellungen in den Naturwissenschaften	**105**

Allgemeine Informationen zu den niedersächsischen Kerncurricula

Kerncurricula und Bildungsstandards

Qualitätssicherung und Qualitätsentwicklung sind zentrale Anliegen im Bildungswesen. Grundlage von Bildung ist der Erwerb von gesichertem Verfügungs- und Orientierungswissen, das die Schülerinnen und Schüler zu einem wirksamen und verantwortlichen Handeln auch über die Schule hinaus befähigt. Den Ergebnissen von Lehr- und Lernprozessen im Unterricht kommt damit eine herausragende Bedeutung zu. Sie werden in Bildungsstandards und Kerncurricula beschrieben.

Für eine Reihe von Fächern hat die Kultusministerkonferenz Bildungsstandards verabschiedet, durch die eine bundesweit einheitliche und damit vergleichbare Grundlage der fachspezifischen Anforderungen gelegt ist. Die niedersächsischen Kerncurricula nehmen die Gedanken dieser Bildungsstandards auf und konkretisieren sie, indem sie fachspezifische Kompetenzen für Doppeljahrgänge ausweisen und die dafür notwendigen Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten benennen. In Kerncurricula soll ein gemeinsam geteilter Bestand an Wissen bestimmt werden, worüber Schülerinnen und Schüler in Anforderungssituationen verfügen.

Kompetenzen

Kompetenzen umfassen Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, aber auch Bereitschaften, Haltungen und Einstellungen, über die Schülerinnen und Schüler verfügen müssen, um Anforderungssituationen gewachsen zu sein. Kompetenzerwerb zeigt sich darin, dass zunehmend komplexere Aufgabenstellungen gelöst werden können. Deren Bewältigung setzt gesichertes Wissen und die Kenntnis und Anwendung fachbezogener Verfahren voraus.
Schülerinnen und Schüler sind kompetent, wenn sie zur Bewältigung von Anforderungssituationen

- auf vorhandenes Wissen zurückgreifen,
- die Fähigkeit besitzen, sich erforderliches Wissen zu beschaffen,
- zentrale Zusammenhänge des jeweiligen Sach- bzw. Handlungsbereichs erkennen,
- angemessene Handlungsschritte durchdenken und planen,
- Lösungsmöglichkeiten kreativ erproben,
- angemessene Handlungsentscheidungen treffen,
- beim Handeln verfügbare Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten einsetzen,
- das Ergebnis des eigenen Handelns an angemessenen Kriterien überprüfen.

Kompetenzerwerb

Der Kompetenzerwerb beginnt bereits vor der Einschulung, wird in der Schule in zunehmender qualitativer Ausprägung fortgesetzt und auch im beruflichen Leben weitergeführt. 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 Lernkontexte gebundenes Wissen bleibt, wenn es nicht aktuell und in verschiedenen Kontexten genutzt werden kann. Die Anwendung des Ge-

lernten 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 beim Kompetenzerwerb 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.

Struktur der Kerncurricula

Kerncurricula haben eine gemeinsame Grundstruktur: Sie weisen inhaltsbezogene und prozessbezogene Kompetenzbereiche aus. Die Verknüpfung beider Kompetenzbereiche muss geleistet werden.

- Die prozessbezogenen Kompetenzbereiche beziehen sich auf Verfahren, die von Schülerinnen und Schülern verstanden und beherrscht werden sollen, um Wissen anwenden zu können. Sie umfassen diejenigen Kenntnisse Fähigkeiten und Fertigkeiten, die einerseits die Grundlage, andererseits das Ziel für die Erarbeitung und Bearbeitung der inhaltsbezogenen Kompetenzbereiche sind, zum Beispiel
    - Symbol- oder Fachsprache kennen, verstehen und anwenden,
    - fachspezifische Methoden und Verfahren kennen und zur Erkenntnisgewinnung nutzen,
    - Verfahren zum selbständigen Lernen und zur Reflexion über Lernprozesse kennen und einsetzen,
    - Zusammenhänge erarbeiten und erkennen sowie ihre Kenntnis bei der Problemlösung nutzen.
- Die inhaltsbezogenen Kompetenzbereiche sind fachbezogen; es wird bestimmt, über welches Wissen die Schülerinnen und Schüler im jeweiligen Inhaltsbereich verfügen sollen.

Kerncurricula greifen diese Grundstruktur unter fachspezifischen Gesichtspunkten sowohl im Primarbereich als auch im Sekundarbereich auf. Durch die Wahl und Zusammenstellung der Kompetenzbereiche wird der intendierte didaktische Ansatz des jeweiligen Unterrichtsfachs deutlich. Die erwarteten Kompetenzen beziehen sich vorrangig auf diejenigen fachlichen Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, über die Schülerinnen und Schüler am Ende von Doppeljahrgängen verfügen sollen. Wichtig ist auch die Förderung von sozialen und personalen Kompetenzen, die über das Fachliche hinausgehen.

Rechtliche Grundlagen

Allgemeine Rechtsgrundlagen für das fachbezogene Kerncurriculum sind das Niedersächsische Schulgesetz und der Grundsatzerlass für die jeweilige Schulform. Für die Umsetzung der Kerncurricula gelten die fachspezifischen Bezugserlasse.

1 Bildungsbeitrag der Naturwissenschaften

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.

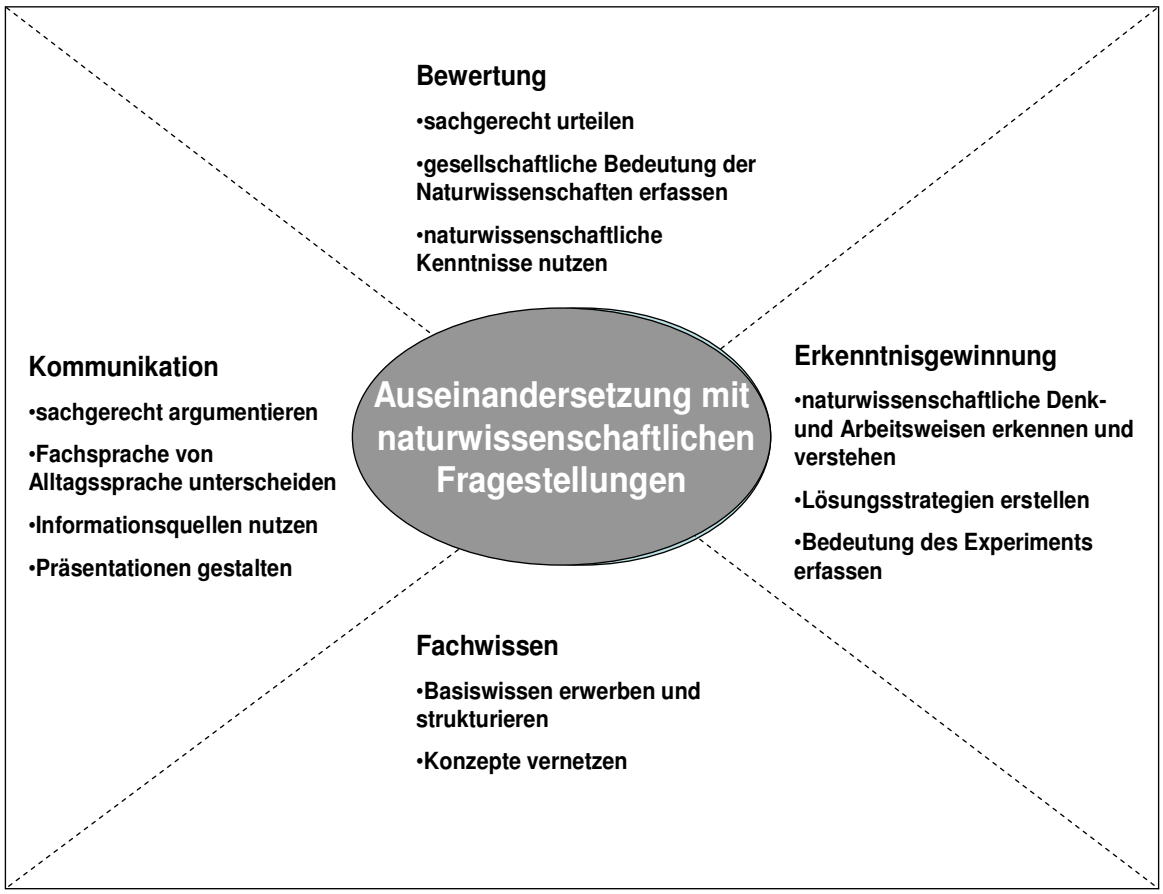
Naturwissenschaft und Technik prägen unsere Gesellschaft in allen Bereichen und bilden heute einen bedeutenden Teil unserer kulturellen Identität. Das Wechselspiel zwischen naturwissenschaftlicher Erkenntnis und technischer Anwendung bewirkt einerseits Fortschritte auf vielen Gebieten, andererseits birgt 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, selbständig Sachverhalte zu erschließen und sich zu orientieren sowie Verantwortung für sich und andere 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 Kompetenzen 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 selbständig und lösungsorientiert zu bearbeiten.

1.1 Kompetenzbereiche der Naturwissenschaften

Mit dem Erwerb des Mittleren Schulabschlusses am Ende von Schuljahrgang 10 verfügen die Schülerinnen und Schüler über naturwissenschaftliche Kompetenzen im Allgemeinen sowie über physikalische, chemische und biologische Kompetenzen im Besonderen.
Die von der Kultusministerkonferenz beschlossenen Bildungsstandards für die Fächer Physik, Chemie und Biologie für den Mittleren Bildungsabschluss werden in den niedersächsischen Kerncurricula durch die Beschreibung von erwarteten Kompetenzen konkretisiert, indem sie Anforderungen festlegen, die die Schülerinnen und Schüler jeweils am Ende von Schuljahrgang 6, Schuljahrgang 8 und Schuljahrgang 10 erfüllen sollen.
Neben den inhaltsbezogenen Kompetenzen des jeweiligen Unterrichtsfaches erwerben die Schülerinnen und Schüler auch Kompetenzen in den drei prozessbezogenen Kompetenzbereichen „Erkenntnisgewinnung“, „Kommunikation“ und „Bewertung“. Die folgende Grafik veranschaulicht diesen Sachverhalt.



1.2 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 Anwendung finden bzw. erworben 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 (vgl. Kap. 5):
In der Einstiegsphase können Aufgaben eine Fragehaltung und ein Problembewusstsein bei den Schülerinnen und Schülern erzeugen.
In der Erarbeitungsphase 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 der Übungsphase 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 kommt es auf ein ausgewogenes Verhältnis von inhaltsbezogenen und prozessbezogenen Anforderungen an. 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 der Planung ist zu berücksichtigen, dass die Bearbeitung von Aufgaben zur Überprüfung prozessbezogener Kompetenzen einen hohen Zeitanteil beansprucht.
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 (vgl. Kap. 5).

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 erläutern.

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].

[1] Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.): Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss, München 2004, S. 18 ff; Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss, München 2004, S. 15 ff; Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss, München 2004, S. 14 ff

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 authentischen Beispielen kann der Physikunterricht Erfahrungen mit wesentlichen Elementen naturwissenschaftlichen Arbeitens vermitteln, indem von den Schülerinnen und Schülern formulierte Vermutungen und 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 selbständigen 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 Unterrichtsgestaltung mit dem Kerncurriculum

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.
Die Schülerinnen und Schüler erkunden im Unterricht physikalische Situationen, machen in verschiedenen Varianten Erfahrungen mit physikalischen Phänomenen, erwerben auf diese Weise ein tragfähiges Begriffsnetz und erlangen Sicherheit, in bekannten Zusammenhängen physikalische Aufgaben und Probleme zu lösen.

Fachwissen wird in der Regel durch wiederholte Auseinandersetzung mit konkreten Beispielen erworben und erst dann in fachlogische Strukturen eingeordnet. Mathematische Methoden werden behutsam verwendet. Durch Konkretisieren und physikalisches Interpretieren von Diagrammen und Gleichungen wird der Gefahr eines unverstandenen und inhaltsleeren Umgangs mit mathematischen Formalismen entgegengewirkt.
Zum Erwerb insbesondere der prozessbezogenen Kompetenzen werden Unterrichtsformen mit vielfältigen Methodenelementen situationsangepasst eingesetzt. Dabei sind Gruppen- und Projektarbeiten, insbesondere geeignete Schülerexperimente, unverzichtbar, um eigentätiges 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.

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 neuem Kontext erneut, wenn auch schneller, durchlaufen müssen um nachhaltig zu lernen.

2.3 Erwartete Kompetenzen

Die in diesem Kapitel aufgeführten erwarteten Kompetenzen lassen sich folgenden Kompetenzbereichen zuordnen:

prozessbezogen[2]	**inhaltsbezogen**[3]
Erkenntnisgewinnung • Physikalisch argumentieren • Probleme lösen • Planen, experimentieren, auswerten • Mathematisieren • Mit Modellen arbeiten *Kommunikation* • Kommunizieren und dokumentieren *Bewerten*	Untergliedert in folgende Themenbereiche: • Energie • Thermodynamik • Magnetismus und Elektrizität • Mechanik • Optik • Kernphysik Der Energiebegriff dient als themenübergreifende Leitlinie

In der horizontalen Anordnung der Tabellen des Kapitels 2.3.1 werden die prozessbezogenen Kompetenzen in ihrer Progression dargestellt.

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 Themenbereich Energie eine Sonderstellung ein, weil er alle anderen Themenbereiche (außer Optik) berührt.

Die Fachkonferenz legt auf dieser Grundlage einen schuleigenen Arbeitsplan (Fachcurriculum, in Form der Tabelle 2.3.3) fest (vgl. Kap. 6). Dabei ist sie frei in der Anordnung der Themenbereiche in den Doppeljahrgängen. Eine Ausnahme bildet wegen seiner besonderen Stellung der Schuljahrgang 10.
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.

[2] Umfasst die Kompetenzbereiche Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
[3] Beschreibt den Kompetenzbereich Fachwissen

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. Auf mögliche fächerübergreifende Bezüge wird in den Tabellen 2.3.3 ***kursiv*** hingewiesen.
Informationen über Lernvoraussetzungen aus vorangegangenen Jahrgängen und Bezügen zu anderen Unterrichtsfächern kann man den entsprechenden Tabellen zu den inhaltsbezogenen und prozessbezogenen Kompetenzen entnehmen.

Die erwarteten Kompetenzen sind als Regelanforderungen auf Grundlage von Stundentafel 1 formuliert. Bei einer abweichenden Verteilung der Stunden oder einer abweichenden Gesamtstundenzahl sind auf Grundlage des Kerncurriculums von der Fachkonferenz Anpassungen vorzunehmen.

2.3.1 Prozessbezogene Kompetenzen

Physikalisch argumentieren

Physikalische Argumentation wächst über einen unverbindlichen Meinungsaustausch 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	Die Schülerinnen und Schüler	Die Schülerinnen und Schüler
• geben ihre erworbenen Kenntnisse wieder und nutzen erlerntes Vokabular.		
• beschreiben fachliche Zusammenhänge in Alltagssprache.	• nutzen zunehmend fachsprachliche Elemente zur Kommunikation.	• verwenden die erlernte Fachsprache zunehmend sicher und wählen die Sprachebene bewusst aus.
• benennen Aspekte, die für einen Zusammenhang möglicherweise bedeutsam sind.	• unterscheiden wesentliche von unwesentlichen Aspekten.	• trennen physikalische Aspekte selbständig von außerphysikalischen.
• formulieren problembezogene Fragen.	• formulieren und stützen Vermutungen auf der Basis experimenteller Befunde oder theoretischer Überlegungen.	• unterwerfen Vermutungen einer fachlich-kritischen Prüfung.
• argumentieren in Je-desto-Form.	• argumentieren mit Hilfe von Diagrammen, insbesondere zu proportionalen Zusammenhängen.	• argumentieren mit Hilfe von Diagrammen linearer Funktionen, einfacher Potenzfunktionen und von Exponentialfunktionen.
• verwenden einfache Schaltbilder.	• unterstützen ihre Argumentation durch selbst angefertigte Diagramme.	• 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	Die Schülerinnen und Schüler	Die Schülerinnen und Schüler
• nutzen erarbeitete Fachkenntnisse zur Lösung von eng damit zusammenhängenden Problemen.	• greifen für die Problemlösung auch auf Kenntnisse zurück, die zu einem früheren Zeitpunkt erworben wurden.	• ergänzen fehlende Informationen selbständig und ziehen Schulbuch und Formelsammlung zur Problemlösung heran.
• arbeiten bei der Problemlösung angeleitet, überwiegend zeichnerisch oder sprachlich.	• arbeiten zunehmend selbständig unter Hinzuziehung von Konstruktionen, linearen Gleichungen und proportionalen Zusammenhängen.	• setzen ihre Kenntnisse über nichtlineare Zusammenhänge ein. • verwenden den eingeführten GTR.
• ermitteln auf Aufforderung Daten aus Schulbuch oder Nachschlagewerken.	• nutzen weitere vorgegebene Quellen zur Informationsbeschaffung.	• wählen geeignete Quellen selbst aus.
• ziehen unter Anleitung angefertigte Notizen aus dem Unterricht heran.	• führen ihre Notizen zunehmend selbstverantwortlich und ziehen sie zur Problemlösung heran.	• führen selbstverantwortlich ihre Notizen.
• erkennen bekannte Zusammenhänge in nur leicht verändertem Kontext auch an Beispielen aus dem Alltag wieder.		• erkennen bekannte Zusammenhänge auch in einem komplexeren Umfeld. • ziehen Analogien zur Problemlösung heran.

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…	Die Schülerinnen und Schüler…	Die Schülerinnen und Schüler…
• führen einfache Experimente nach angemessener schriftlicher Anleitung durch.	• führen einfache, auch quantitative Experimente nach zunehmend knapperer Anleitung durch.	• gehen zunehmend selbständig mit dem Experimentiergerät um.
• planen einfache Experimente in bekanntem Umfeld selbst.		• planen einfache Experimente zur Untersuchung ausgewählter, auch eigener Fragestellungen selbst und achten darauf, jeweils nur einen Parameter zu variieren.
	• legen unter Anleitung geeignete Messtabellen an.	• legen selbständig geeignete Messtabellen an.
	• erkennen abhängige und unabhängige Größen und fertigen insbesondere lineare Diagramme an.	• fertigen auch nichtlineare Grafen an, nutzen den eingeführten GTR zur Ermittlung funktionaler Zusammenhänge und erstellen eine geeignete Dokumentation der Arbeitsschritte.
• beschreiben Beobachtungen und Versuchsabläufe überwiegend in der Alltagssprache.	• ziehen zur Beschreibung zunehmend die Fachsprache heran.	• tragen Ergebnisse von z. B. arbeitsteilig ausgeführten Experimenten sachgerecht und adressatenbezogen vor.
• fertigen Protokolle von ausgewählten, einfachen Versuchen an.	• fertigen bei Bedarf Versuchsprotokolle selbständig an.	

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…	Die Schülerinnen und Schüler…	Die Schülerinnen und Schüler…
	• verwenden Größen und Einheiten und führen erforderliche Umrechnungen durch.	
• beschreiben Zusammenhänge in Je-desto-Form.	• fertigen Ausgleichsgraden zu Messdaten an und beurteilen dabei in einfachen Fällen die Relevanz von Messdaten.	• fertigen Ausgleichskurven zu Messdaten an und schätzen dabei Messfehler in einfachen Zusammenhängen begründet ab.
	• fertigen Grafen zu proportionalen oder linearen Zusammenhängen an.	• fertigen Grafen zu beliebigen Zusammenhängen an.
	• geben die zugehörige Größengleichung an, formen diese um und berechnen eine fehlende Größe.	• ermitteln funktionale Zusammenhänge aus Messdaten – auch mit Hilfe des GTR, dokumentieren ihre Arbeitsschritte und begründen ihre Entscheidungen.
	• verwenden Regeln über die sinnvolle Genauigkeit von Zahlenangaben.	• verwenden die wissenschaftliche Notation für Zahlenangaben und Vorsilben von Einheiten.
• beschreiben Zusammenhänge mit Hilfe von geometrischen Darstellungen.	• wechseln zwischen sprachlicher, grafischer und algebraischer Darstellung eines Zusammenhangs.	

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 ikonischen 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…	Die Schülerinnen und Schüler…	Die Schülerinnen und Schüler…
• übersetzen zwischen einfachen Schaltungen und symbolischen Darstellungen.	• begründen Zusammenhänge anhand vorgelegter Schaltpläne. • stellen Zusammenhänge in Form von grafischen Darstellungen dar.	
• äußern Vermutungen über Zusammenhänge oder Ursachen.	• formulieren überprüfbare Vermutungen und entwickeln Ansätze zur Überprüfung.	• überprüfen Hypothesen an ausgewählten Beispielen durch selbst entworfene Experimente.
• ziehen das Modell der Elementarmagnete zur Deutung von Beobachtungen heran.	• ziehen Modellvorstellungen zur Problemlösung unter Anleitung heran.	• ziehen Modellvorstellungen als Hilfsmittel zur Problemlösung und Formulierung von Hypothesen heran. • unterscheiden zwischen Modellvorstellung, ikonischer Repräsentation 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…	Die Schülerinnen und Schüler…	Die Schülerinnen und Schüler…
• teilen sich über physikalische Zusammenhänge und Beobachtungen in der Umgangssprache verständlich mit.	• nutzen zunehmend Fachbegriffe zur Darstellung physikalischer Zusammenhänge.	• verwenden die erlernten Elemente der Fachsprache und wählen die Sprachebene adressatengerecht aus.
• geben fachbezogene Darstellungen und Aussagen mit eigenen Worten wieder.	• strukturieren und interpretieren fachbezogene Darstellungen.	
• entnehmen Daten aus altersgerechten Darstellungen.		• wählen Informationen aus Formelsammlung und anderen geeigneten Quellen sachgerecht aus.
• verfassen Berichte angeleitet.	• verfassen Berichte selbständig.	• stellen die Ergebnisse einer längeren selbständigen Arbeit zu einem Thema in angemessener Form schriftlich dar.
• präsentieren Arbeitsergebnisse in altersgemäßer Form, auch mit Hilfe vorgegebener Medien.	• berichten über Arbeitsergebnisse und setzen dazu Demonstrationsexperimente und elementare Medien ein.	• referieren über selbst durchgeführte Experimente sachgerecht und adressatenbezogen und wählen dazu geeignete Medien aus.
• äußern Kritik und nehmen Kritik selbst an.		
• bearbeiten Aufgaben in Gruppen.	• übernehmen Rollen in Gruppen.	• 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 selbständig 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…	Die Schülerinnen und Schüler…	Die Schülerinnen und Schüler…
• halten ihre Ergebnisse angeleitet und in vorgegebener Form fest.	• führen ihre Notizen zunehmend selbständig.	• führen ihre Notizen selbständig.
• fertigen einfache Skizzen und Schaltbilder an.	• dokumentieren Versuchsaufbauten, Beobachtungen und Vorgehensweisen zunehmend selbständig.	• dokumentieren ihre Arbeitsschritte auch bei selbst geplanten Experimenten oder Auswertungen in geeigneter schriftlicher Darstellung.
	• nutzen vereinbarte grafische Darstellungen zur Veranschaulichung.	
	• fertigen Messtabellen angeleitet an und geben Größensymbole und Einheiten an.	• fertigen Messtabellen selbständig an und geben Größensymbole und Einheiten an.
	• nutzen Diagramme zur Darstellung linearer Zusammenhänge unaufgefordert.	
	• stellen ihre Kenntnisse in einem Begriffsnetz dar.	• nutzen grafische Darstellungen für beliebige Zusammenhänge, auch unter Benutzung eines GTR/CAS.

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…	Die Schülerinnen und Schüler…	Die Schülerinnen und Schüler…
• überprüfen die Gültigkeit ihrer Ergebnisse durch Vergleich mit anderen Arbeitsgruppen.	• schätzen den Einfluss von Fehlerquellen auf die Gültigkeit ihrer Ergebnisse ein.	• schätzen die Größe von Messfehlern auf Grund der Versuchsbedingungen ab.
	• entscheiden begründet über die Zulässigkeit von Ausgleichsgeraden.	• wählen aus den verschiedenen Möglichkeiten für Ausgleichskurven die situationsbezogen passende aus.
		• beurteilen den Gültigkeitsbereich untersuchter Zusammenhänge.
	• schätzen den häuslichen Energiebedarf und dessen Verteilung realistisch ein.	• nutzen ihre Kenntnisse über Kreisprozesse zur Bewertung ökonomischer und ökologischer Aspekte der Energieversorgung.
• zeigen die Bedeutung einfacher technischer Systeme für das Leben im Alltag auf.	• zeigen anhand von Beispielen die Bedeutung elektrischer Energieübertragung für die Lebenswelt auf.	• benennen die Auswirkungen der Entdeckung der Kernspaltung im gesellschaftlichen und politischen Zusammenhang und zeigen dabei die Grenzen physikalischer Sichtweisen auf.
	• nutzen ihre Kenntnisse zur Beurteilung von Energiesparmaßnahmen.	
• begründen Sicherheitsregeln im Zusammenhang mit Magnetismus und Elektrizität.	• begründen Verkehrssicherheitsregeln.	• begründen Sicherheitsregeln beim Umgang mit ionisierender Strahlung.

2.3.2 Inhaltsbezogene Kompetenzen

Themenbereich Energie

Der Themenbereich Energie berührt (außer der phänomenorientierten Optik) alle anderen Themenbereiche. Dass an dieser Stelle Kompetenzen aufgeführt werden, die in anderen Tabellen erneut genannt werden, ist beabsichtigt und macht die besondere Funktion des Themenbereichs Energie deutlich.

am Ende von Schuljahrgang 6	**am Ende von Schuljahrgang 8**	**zusätzlich am Ende von Schuljahrgang 10**
Die Schülerinnen und Schüler…	Die Schülerinnen und Schüler… • verfügen über einen altersgemäß ausgeschärften Energiebegriff. • beschreiben verschiedene geeignete Vorgänge mit Hilfe 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. • unterscheiden Temperatur und innere Energie eines Körpers. • erläutern das Prinzip der Energieerhaltung unter Berücksichtigung des Energiestroms in die Umgebung. • erläutern anhand von Beispielen, dass innere Energie von allein nur vom Gegenstand höherer Temperatur zum Gegenstand niedrigerer Temperatur übertragen wird. • nutzen diese Erkenntnis, um zu erläutern, dass Vorgänge in der Regel nicht umkehrbar sind, weil ein Energiestrom in die Umgebung auftritt. • verwenden in diesem Zusammenhang den Begriff Energieentwertung.	Die Schülerinnen und Schüler… • unterscheiden mechanische Energieübertragung (Arbeit) von thermischer (Wärme) an ausgewählten Beispielen. • bestimmen die auf diese Weise übertragene Energie quantitativ. • benutzen die Energiestromstärke/Leistung *P* als Maß dafür, wie schnell Energie übertragen wird. • bilanzieren innere Energie am Beispiel eines Phasenübergangs. • beschreiben die Vorgänge am pn-Übergang mit Hilfe geeigneter energetischer Betrachtungen. • erläutern die Vorgänge in Leuchtdioden und Solarzellen energetisch. • unterscheiden Energiedosis und Äquivalentdosis. • erläutern das Prinzip der Energiegewinnung durch Kernspaltung. • formulieren den Energieerhaltungssatz in der Mechanik und nutzen ihn zur Lösung einfacher Aufgaben und Probleme auch unter Einbeziehung der kinetischen Energie.

	• beschreiben elektrische Stromkreise in verschiedenen Alltagssituationen anhand ihrer Energie übertragenden Funktion. • identifizieren in einfachen vorgelegten Stromkreisen den Elektronenstrom und den Energiestrom. • verwenden für die Energiestromstärke die Größenbezeichnung *P* sowie deren Einheit 1 W und geben typische Größenordnungen an. • kennzeichnen die elektrische Spannung als Maß für die Energie je Elektron. • beschreiben Motor und Generator sowie Transformator als black boxes anhand ihrer Energie wandelnden bzw. übertragenden Funktion. • bestimmen die Energiestromstärke in elektrischen Systemen umgesetzte Energie.	• beschreiben den idealen Kreisprozess im *V*-*p*-Diagramm. • interpretieren *V*-*p*-Diagramme energetisch. • geben die Gleichung für den maximal möglichen Wirkungsgrad einer Wärmekraftmaschine an. • begründen die Existenz und die Größenordnung eines maximal möglichen Wirkungsgrades auf der Grundlage der Kenntnisse über den stirlingschen Kreisprozess.

Themenbereich Thermodynamik

Im Doppeljahrgang 9/10 wird auf das in der Chemie eingeführte Teilchenmodell und auf die Beschreibung von Aggregatzuständen sowie Phasenübergängen zurückgegriffen.

am Ende von Schuljahrgang 6	**am Ende von Schuljahrgang 8**	**zusätzlich am Ende von Schuljahrgang 10**
Die Schülerinnen und Schüler…	Die Schülerinnen und Schüler… • unterscheiden Temperatur und innere Energie. • erläutern das Prinzip der Energieerhaltung unter Berücksichtigung des Energiestroms in die Umgebung. • erläutern anhand von Beispielen, dass innere Energie von allein nur vom Gegenstand höherer Temperatur zum Gegenstand niedrigerer Temperatur übertragen wird. • nutzen diese Erkenntnis, um zu erläutern, dass Vorgänge in der Regel nicht umkehrbar sind, weil ein Energiestrom in die Umgebung auftritt. • verwenden in diesem Zusammenhang den Begriff Energieentwertung.	Die Schülerinnen und Schüler… • unterscheiden mechanische Energieübertragung (Arbeit) von thermischer (Wärme) an ausgewählten Beispielen. • bestimmen die auf diese Weise übertragene Energie quantitativ. • bilanzieren innere Energie am Beispiel eines Phasenübergangs. • verfügen über eine anschauliche Vorstellung des Gasdrucks als Zustandsgröße und geben die Definitionsgleichung des Drucks an. • verwenden für den Druck das Größensymbol *p* und die Einheit 1 Pascal und geben typische Größenordnungen an. • beschreiben das Verhalten idealer Gase mit den Gesetzen von Boyle-Mariotte und Gay-Lussac. • nutzen diese Kenntnis zur Erläuterung der Zweckmäßigkeit der Kelvin-Skala. • beschreiben die Funktionsweise eines Stirlingmotors. • beschreiben den idealen stirlingschen Kreisprozess im *V*-*p*-Diagramm. • geben die Gleichung für den maximal möglichen Wirkungsgrad einer thermodynamischen Maschine an. • erläutern die Existenz und die Größenordnung eines maximal möglichen Wirkungsgrades auf der Grundlage der Kenntnisse über den stirlingschen Kreisprozess.

Themenbereich Magnetismus und Elektrizität

am Ende von Schuljahrgang 6	**zusätzlich am Ende von Schuljahrgang 8**	**zusätzlich am Ende von Schuljahrgang 9**
Die Schülerinnen und Schüler… • 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.	Die Schülerinnen und Schüler… • beschreiben elektrische Stromkreise in verschiedenen Alltagsituationen anhand ihrer Energie übertragenden Funktion. • deuten die Vorgänge im Stromkreis mit Hilfe der Eigenschaften bewegter 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. • beschreiben Motor und Generator sowie Transformator als black boxes anhand ihrer Energie wandelnden bzw. übertragenden Funktion. • bestimmen die in elektrischen Systemen umgesetzte Energie. • nennen alltagsbedeutsame Unterschiede von Gleich- und Wechselstrom.	Die Schülerinnen und Schüler… • beschreiben das unterschiedliche Leitungsverhalten von Leitern und Halbleitern mit geeigneten Modellen. • beschreiben die Vorgänge am pn-Übergang mit Hilfe geeigneter energetischer Betrachtungen. • erläutern die Vorgänge in Leuchtdioden und Solarzellen energetisch.

Themenbereich Mechanik

am Ende von Schuljahrgang 6	**zusätzlich am Ende von Schuljahrgang 8**	**zusätzlich am Ende von Schuljahrgang 10**
Die Schülerinnen und Schüler…	Die Schülerinnen und Schüler… • verwenden lineare *t-s*- und *t-v*-Diagramme zur Beschreibung geradliniger Bewegungen. • erläutern die entsprechenden Bewegungsgleichungen. • 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 oder Verformungen. • führen Experimente zu proportionalen Zusammenhängen am Beispiel des hookeschen Gesetzes durch. • verwenden als Maßeinheit der Kraft 1N und schätzen typische Größenordnungen ab. • geben das hookesche Gesetz an. • unterscheiden zwischen Gewichtskraft und Masse (Ortsfaktor *g*). • stellen Kräfte als gerichtete Größen mit Hilfe 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.	Die Schülerinnen und Schüler… • beschreiben den freien Fall und den waagerechten Wurf mit Hilfe von *t-s*- und *t-v*-Zusammenhängen. • nutzen diese Kenntnisse zur Lösung ausgewählter Aufgaben und Probleme. • verwenden die Grundgleichung der Mechanik zur Lösung ausgewählter Aufgaben und Probleme. • begründen den Zusammenhang zwischen Ortsfaktor und Fallbeschleunigung. • erläutern die sich daraus ergebende Definition der Krafteinheit. • erläutern die Bedeutung von *g*. • beschreiben die gleichförmige Kreisbewegung mit Hilfe der Eigenschaften von Zentralbeschleunigung und Zentralkraft. • geben die Gleichung für die Zentralkraft an. • 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 auch unter Einbeziehung der kinetischen Energie.

Themenbereich Phänomenorientierte Optik
(Doppeljahrgang 5/6)

am Ende von Schuljahrgang 6
Die Schülerinnen und Schüler… • 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 und Auge an. • beschreiben weißes Licht als Gemisch von farbigem Licht.

Themenbereich Atom- und Kernphysik
(Schuljahrgang 9)

am Ende von Schuljahrgang 9
Die Schülerinnen und Schüler… • beschreiben das Kern- Hülle- Modell vom Atom und erläutern den Begriff Isotop. • deuten die Stabilität von Kernen mit Hilfe der Kernkraft. • beschreiben die ionisierende Wirkung von Kernstrahlung und deren stochastischen Charakter. • beschreiben den Aufbau und die Wirkungsweise eines Nachweisgerätes. • geben ihre Kenntnisse über natürliche und künstliche Strahlungsquellen wieder. • unterscheiden α-, β-, γ- Strahlung anhand ihrer Eigenschaften und beschreiben ihre Entstehung modellhaft. • erläutern Strahlenschutzmaßnahmen mit Hilfe 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. • erläutern die Funktionsweise eines Kernkraftwerks.

2.3.3 Zuordnung prozess- und inhaltsbezogener Kompetenzen

Doppeljahrgang 5/6: Dauermagnete

Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
Die Schülerinnen und Schüler…			
• 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.	• führen dazu einfache Experimente mit Alltagsgegenständen nach Anleitung durch und werten sie aus.	• halten ihre Arbeitsergebnisse in vorgegebener Form fest.	• nutzen ihr Wissen zur Bewertung von Sicherheitsmaßnahmen im Umgang mit Magneten im täglichen Leben.
• beschreiben Dauermagnete durch Nord- und Südpol und deuten damit die Kraftwirkung. • wenden diese Kenntnisse zur Darstellung der Erde als Magnet an.	• beschreiben entsprechende Phänomene. • führen einfache Experimente nach Anleitung durch und werten sie aus.	• dokumentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit.	
• geben an, dass Nord- und Südpol nicht getrennt werden können.	• führen einfache Experimente zur Magnetisierung und Entmagnetisierung nach Anleitung durch und werten sie aus.	• dokumentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit.	
• beschreiben das Modell der Elementarmagnete.	• verwenden dieses Modell zur Deutung einfacher Phänomene.		
• beschreiben den Aufbau und deuten die Wirkungsweise eines Kompasses.		• beschreiben die Anwendung des Kompasses zur Orientierung.	• benennen Auswirkungen dieser Erfindung in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen (Seefahrer, Entdeckungen). ***Bezüge zu Geschichte, Erdkunde***

Doppeljahrgang 5/6: Stromkreise

Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
Die Schülerinnen und Schüler…			
• erkennen einfache elektrische Stromkreise und beschreiben deren Aufbau und Bestandteile. • wenden diese Kenntnisse auf ausgewählte Beispiele im Alltag an.		• unterscheiden dabei zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung.	• zeigen anhand von einfachen Beispielen die Bedeutung elektrischer Stromkreise im Alltag auf.
• verwenden Schaltbilder in einfachen Situationen sachgerecht.	• nehmen dabei Idealisierungen vor. • bauen einfache elektrische Stromkreise nach vorgegebenem Schaltplan auf.	• benutzen Schaltpläne als fachtypische Darstellungen.	
• unterscheiden Reihen- und Parallelschaltung. • wenden diese Kenntnisse in verschiedenen Situationen aus dem Alltag an.	• führen dazu einfache Experimente nach Anleitung durch.	• dokumentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit. • beschreiben den Aufbau einfacher technischer Geräte und deren Wirkungsweise.	
• unterscheiden zwischen elektrischen Leitern und Isolatoren und können Beispiele dafür benennen. ***Bezüge zu Chemie***	• planen einfache Experimente zur Untersuchung der Leitfähigkeit, führen sie durch und dokumentieren die Ergebnisse.	• tauschen sich über die Erkenntnisse zur Leitfähigkeit aus.	
• charakterisieren elektrische Quellen anhand ihrer Spannungsangabe. • wissen um die Gefährdung durch Elektrizität und wenden geeignete Verhaltensregeln zu deren Vermeidung an.	• nutzen die Spannungsangaben auf elektrischen Geräten zu ihrem bestimmungsgemäßen Gebrauch.		• nutzen ihr physikalisches Wissen zum Bewerten von Sicherheitsmaßnahmen am Beispiel des Schutzleiters und der Schmelzsicherung.
• beschreiben die Wirkungsweise eines Elektromagneten.	• 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…			
• 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.	• wenden diese Kenntnisse zur Unterscheidung von Finsternissen und Mondphasen an.	• unterscheiden zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung des Sehvorgangs.	• schätzen die Bedeutung der Beleuchtung für die Verkehrssicherheit ein.
• beschreiben Reflexion, Streuung und Brechung von Lichtbündeln an ebenen Grenzflächen.	• führen einfache Experimente nach Anleitung durch. • beschreiben Zusammenhänge mit Hilfe von geometrischen Darstellungen	• beschreiben ihre Ergebnisse sachgerecht und verwenden dabei ggf. Je-desto-Beziehungen.	
• beschreiben die Eigenschaften der Bilder an ebenen Spiegeln, Lochblenden und Sammellinsen. ***Bezüge zu Mathematik*** • unterscheiden Sammel- und Zerstreuungslinsen. • wenden diese Kenntnisse im Kontext Fotoapparat und Auge an. ***Bezüge zu Biologie***	• führen dazu einfache Experimente nach Anleitung durch. • deuten die Unterschiede zwischen den beobachteten Bildern bei Lochblenden und Sammellinsen mit Hilfe der fokussierenden Wirkung von Linsen.	• beschreiben ihre Ergebnisse sachgerecht und verwenden dabei ggf. Je-desto-Beziehungen.	
• beschreiben weißes Licht als Gemisch von farbigem Licht. ***Bezüge zu Biologie, Kunst***	• führen dazu einfache Experimente nach Anleitung durch.	• beschreiben das Phänomen der Spektralzerlegung.	

Doppeljahrgang 7/8: Einführung des Energiebegriffs

Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
Die Schülerinnen und Schüler…			
• verfügen über einen altersgemäß ausgeschärften Energiebegriff. ***Bezüge zu Biologie, Chemie***		• beschreiben bekannte Situationen unter Verwendung der erlernten Fachsprache.	
• beschreiben verschiedene geeignete Vorgänge mit Hilfe von Energieübertragungsketten. ***Bezüge zu Biologie, Chemie*** • ordnen der Energie die Einheit 1 J zu und geben einige typische Größenordnungen an.	• stellen diese in Energieflussdiagrammen dar. • erläutern vorgegebene Energieflussbilder für die häusliche Energieversorgung.	• geben ihre erworbenen Kenntnisse wieder und benutzen das erlernte Vokabular. • präsentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit. • recherchieren dazu in unterschiedlichen Quellen.	• vergleichen Nahrungsmittel im Hinblick auf ihren Energiegehalt. ***Bezüge zu Biologie*** • schätzen den häuslichen Energiebedarf und dessen Verteilung realistisch ein.
• stellen qualitative Energiebilanzen für einfache Übertragungs- bzw. Wandlungsvorgänge auf. • erläutern das Prinzip der Energieerhaltung unter Berücksichtigung des Energiestroms in die Umgebung.		• veranschaulichen die Bilanzen grafisch.	
• unterscheiden Temperatur und innere Energie eines Körpers. ***Bezüge zu Chemie***		• erläutern am Beispiel, dass zwei Gegenstände trotz gleicher Temperatur unterschiedliche innere Energie besitzen können.	
• erläutern anhand von Beispielen, dass Energie von allein nur vom Gegenstand höherer Temperatur zum Gegenstand niedrigerer Temperatur übertragen wird. • erläutern, dass Vorgänge in der Regel nicht umkehrbar sind, weil ein Energiestrom in die Umgebung auftritt. • verwenden in diesem Zusammenhang den Begriff Energieentwertung.			• benutzen ihre Kenntnisse zur Beurteilung von Energiesparmaßnahmen.

Doppeljahrgang 7/8: Elektrik

Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
Die Schülerinnen und Schüler…			
• beschreiben elektrische Stromkreise in verschiedenen Alltagssituationen anhand ihrer Energie übertragenden Funktion.		• unterscheiden zwischen alltags- und fachsprachlicher Beschreibung entsprechender Phänomene.	• zeigen anhand von Beispielen die Bedeutung elektrischer Energieübertragung für die Lebenswelt auf.
• deuten die Vorgänge im elektrischen Stromkreis mit Hilfe der Eigenschaften bewegter Elektronen in Metallen. • nennen Anziehung bzw. Abstoßung als Wirkung von Kräften zwischen geladenen Körpern.	• verwenden dabei geeignete Modellvorstellungen. ***Bezüge zu Chemie***		
• 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.	• untersuchen experimentell die elektrische Stromstärke in unverzweigten und verzweigten Stromkreisen.	• legen selbständig geeignete Messtabellen an und präsentieren ihre Ergebnisse.	

• 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.	• unterscheiden die Verwendung eines Vielfachmessgeräts als Voltmeter von der als Amperemeter. • experimentieren sachgerecht und angeleitet mit Volt- und Amperemeter.	• legen selbständig geeignete Messtabellen an und präsentieren ihre Ergebnisse.	
• erläutern Knoten- und Maschenregel und wenden beide auf einfache Beispiele aus dem Alltag an.	• begründen diese Regeln anhand einer Modellvorstellung.	• veranschaulichen diese Regeln anhand von geeigneten Skizzen.	• erläutern die Zweckmäßigkeit der elektrischen Schaltungen im Haushalt.
• unterscheiden die Definition des elektrischen Widerstands vom ohmschen Gesetz. • verwenden für den Widerstand die Größenbezeichnung *R* und dessen Einheit.	• nehmen entsprechende Kennlinien auf. • werten die gewonnenen Daten mit Hilfe ihrer Kenntnisse über proportionale Zusammenhänge aus. ***Bezüge zu Mathematik*** • wenden das ohmsche Gesetz in einfachen Berechnungen an.	• dokumentieren die Messergebnisse in Form geeigneter Diagramme.	
• beschreiben Motor und Generator sowie Transformator als black boxes anhand ihrer Energie wandelnden bzw. übertragenden Funktion. • bestimmen die Energiestromstärke in elektrischen Systemen. • nennen alltagsbedeutsame Unterschiede von Gleich- und Wechselstrom.			• erläutern die Bedeutung des Transformators für die Energieübertragung im Verteilungsnetz der Elektrizitätswirtschaft.

Doppeljahrgang 7/8: Bewegung, Masse und Kraft

Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
Die Schülerinnen und Schüler…			
• verwenden lineare *t-s-* und *t-v-*Diagramme zur Beschreibung geradliniger Bewegungen. • erläutern die entsprechenden Bewegungsgleichungen. • nutzen diese Kenntnisse zur Lösung einfacher Aufgaben.	• werten gewonnene Daten anhand geeignet gewählter Diagramme aus (zweckmäßige Skalierung der Achsen, Ausgleichsgerade). • interpretieren und bestimmen Geschwindigkeit bzw. Beschleunigung als Steigung. ***Bezüge zu Mathematik***	• 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.	
• 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.		• beschreiben entsprechende Situationen umgangssprachlich und benutzen dabei zunehmend Fachbegriffe.	

• identifizieren Kräfte als Ursache von Bewegungsänderungen oder Verformungen. • verwenden als Maßeinheit der Kraft 1N und schätzen typische Größenordnungen ab. • geben das hookesche Gesetz an.	• 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. ***Bezüge zu Mathematik*** • beurteilen die Gültigkeit dieses Gesetzes und seiner Verallgemeinerung.	• unterscheiden zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung von Phänomenen. • dokumentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit selbständig.	• nutzen ihr physikalisches Wissen über Kräfte, Bewegungen und Trägheit zum Bewerten von Risiken und Sicherheitsmaßnahmen im Straßenverkehr.
• unterscheiden zwischen Gewichtskraft und Masse.	• geben die zugehörige Größengleichung an und nutzen diese für Berechnungen.	• recherchieren zum Ortsfaktor *g* in geeigneten Quellen.	
• stellen Kräfte als gerichtete Größen mit Hilfe von Pfeilen dar. • bestimmen die Ersatzkraft zweier Kräfte zeichnerisch.		• wechseln zwischen sprachlicher und grafischer Darstellungsform.	
• unterscheiden zwischen Kräftepaaren bei der Wechselwirkung zwischen zwei Körpern und Kräftepaaren beim Kräftegleichgewicht an einem Körper.	• nutzen ihre Kenntnisse, um alltagstypische Fehlvorstellungen zu korrigieren.		

Schuljahrgang 9: Halbleiter

Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
Die Schülerinnen und Schüler…			
• beschreiben das unterschiedliche Leitungsverhalten von Leitern und Halbleitern mit geeigneten Modellen.	• führen Experimente zur Leitfähigkeit von dotierten Leitern durch (LDR, NTC). ***Bezüge zu Chemie***		
• beschreiben die Vorgänge am pn-Übergang mit Hilfe geeigneter energetischer Betrachtungen. • erläutern die Vorgänge in Leuchtdioden und Solarzellen energetisch.	• nehmen die Kennlinie einer Leuchtdiode auf.	• dokumentieren die Messergebnisse in Form geeigneter Diagramme. • beschreiben den Aufbau und die Wirkungsweise von Leuchtdiode und Solarzelle.	• bewerten die Verwendung von Leuchtdiode und Solarzelle unter physikalischen, ökonomischen und ökologischen Aspekten. • benennen die Bedeutung der Halbleiter für moderne Technik.

Schuljahrgang 9: Energieübertragung quantitativ

Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
Die Schülerinnen und Schüler…			
• unterscheiden mechanische Energieübertragung (Arbeit) von thermischer (Wärme) an ausgewählten Beispielen. • bestimmen die auf diese Weise übertragene Energie quantitativ. • benutzen die Energiestromstärke/ Leistung *P* als Maß dafür, wie schnell Energie übertragen wird.	• untersuchen auf diese Weise bewirkte Energieänderungen experimentell. • berechnen die Änderung von Höhenenergie und innerer Energie in Anwendungsaufgaben. • verwenden in diesem Zusammenhang Größen und Einheiten korrekt.	• unterscheiden dabei zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung. • entnehmen dazu Informationen aus Fachbuch und Formelsammlung.	• zeigen die besondere Bedeutung der spezifischen Wärmekapazität des Wassers an geeigneten Beispielen aus Natur und Technik auf. • vergleichen und bewerten alltagsrelevante Leistungen.
• unterscheiden zwischen innerer Energie eines Körpers und seiner Temperatur am Beispiel eines Phasenübergangs***.*** ***Bezüge zu Chemie***.	• formulieren an einem Alltagsbeispiel die zugehörige Energiebilanz.	• entnehmen dazu Informationen aus Fachbuch und Formelsammlung.	

Schuljahrgang 9: Atom- und Kernphysik

Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
Die Schülerinnen und Schüler…			
• beschreiben das Kern- Hülle-Modell des Atoms und erläutern den Begriff Isotop. ***Bezüge zu Chemie*** • deuten die Stabilität von Kernen mit Hilfe der Kernkraft.	• deuten das Phänomen der Ionisation mit Hilfe dieses Modells. ***Bezüge zu Chemie***		
• beschreiben die ionisierende Wirkung von Kernstrahlung und deren stochastischen Charakter. • geben ihre Kenntnisse über natürliche und künstliche Strahlungsquellen wieder. ***Bezüge zu Chemie***	• beschreiben biologische Wirkung und ausgewählte medizinische Anwendungen. ***Bezüge zu Biologie***		• nutzen dieses Wissen zur Einschätzung möglicher Gefährdung durch Kernstrahlung.
• unterscheiden α-, β-, γ- Strahlung anhand ihrer Eigenschaften und beschreiben ihre Entstehung. • erläutern Strahlenschutzmaßnahmen mit Hilfe dieser Kenntnisse.	• beschreiben die Ähnlichkeit von UV-, Röntgen- und γ-Strahlung in Analogie zum Licht und berücksichtigen dabei energetische Gesichtspunkte.		• nutzen ihr Wissen zur Beurteilung von Strahlenschutzmaßnahmen. ***Bezüge zu Biologie***
• unterscheiden Energiedosis und Äquivalentdosis. • geben die Einheit der Äquivalentdosis an.			• zeigen am Beispiel des Bewertungsfaktors die Grenzen physikalischer Sichtweisen auf.
• beschreiben den radioaktiven Zerfall eines Stoffes unter Verwendung des Begriffes Halbwertszeit.	• stellen die Abklingkurve grafisch dar und werten sie unter Verwendung der Eigenschaften einer Exponentialfunktion aus. ***Bezüge zu Mathematik***		
• beschreiben die Kernspaltung und die Kettenreaktion. • erläutern die Funktionsweise eines Kernkraftwerks.		• recherchieren in geeigneten Quellen und präsentieren ihr Ergebnis adressatengerecht.	• benennen die Auswirkungen der Entdeckung der Kernspaltung im gesellschaftlichen Zusammenhang u. zeigen dabei die Grenzen physikalischer Sichtweisen auf. ***Bezüge zu Politik-Wirtschaft***

Schuljahrgang 10: Dynamik

Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
Die Schülerinnen und Schüler…			
• beschreiben den freien Fall und den waagerechten Wurf mit Hilfe von *t-s*- und *t-v*-Zusammenhängen. • nutzen diese Kenntnisse zur Lösung ausgewählter Aufgaben und Probleme.	• werten Daten aus selbst durchgeführten Experimenten aus. • beschreiben die Idealisierungen, die zum Begriff „freier Fall" führen • und erläutern die Ortsabhängigkeit der Fallbeschleunigung.	• übersetzen zwischen sprachlicher, grafischer und algebraischer Darstellung dieser Zusammenhänge. ***Bezüge zu Mathematik***	
• verwenden die Grundgleichung der Mechanik zur Lösung ausgewählter Aufgaben und Probleme. • erläutern die sich daraus ergebende Definition der Krafteinheit. • erläutern die Bedeutung von g.	• begründen den Zusammenhang zwischen Ortsfaktor und Fallbeschleunigung. • identifizieren den Ortsfaktor als Fallbeschleunigung.		
• beschreiben die gleichförmige Kreisbewegung mit Hilfe der Eigenschaften von Zentralbeschleunigung und Zentralkraft. • geben die Gleichung für die Zentralkraft an.	• begründen die Entstehung der Kreisbewegung mittels der richtungsändernden Wirkung der Zentralkraft.	• unterscheiden dabei zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung, insbesondere hinsichtlich der Vokabel „Fliehkraft".	• nutzen ihr Wissen zum Bewerten von Risiken und Sicherheitsmaßnahmen im Straßenverkehr.
• formulieren den Energieerhaltungssatz in der Mechanik und nutzen ihn zur Lösung einfacher Aufgaben und Probleme auch unter Einbeziehung der kinetischen Energie.	• planen einfache Experimente zur Überprüfung des Energieerhaltungssatzes, führen sie durch und dokumentieren die Ergebnisse.		• nutzen ihr Wissen zum Bewerten von Risiken und Sicherheitsmaßnahmen im Straßenverkehr.

Schuljahrgang 10: Energieübertragung in Kreisprozessen

Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
Die Schülerinnen und Schüler…			
• verfügen über eine anschauliche Vorstellung des Gasdrucks als Zustandsgröße und geben die Definitionsgleichung des Drucks an. ***Bezüge zu Chemie*** • verwenden für den Druck das Größensymbol *p* und die Einheit 1 Pascal und geben typische Größenordnungen an.	• verwenden in diesem Zusammenhang das Teilchenmodell zur Lösung von Aufgaben und Problemen. ***Bezüge zu Chemie***	• tauschen sich über Alltagserfahrungen im Zusammenhang mit Druck unter angemessener Verwendung der Fachsprache aus.	
• beschreiben das Verhalten idealer Gase mit den Gesetzen von Boyle-Mariotte und Gay-Lussac. ***Bezüge zu Chemie*** • nutzen diese Kenntnis zur Erläuterung der Zweckmäßigkeit der Kelvin-Skala. ***Bezüge zu Chemie***	• werten gewonnene Daten durch geeignete Mathematisierung aus und beurteilen die Gültigkeit dieser Gesetze und ihrer Verallgemeinerung.	• dokumentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit und diskutieren sie unter physikalischen Gesichtspunkten.	
• beschreiben die Funktionsweise eines Stirlingmotors. • beschreiben den idealen stirlingschen Kreisprozess im *V-p*-Diagramm.	• interpretieren einfache Arbeitsdiagramme und deuten eingeschlossene Flächen energetisch.	• argumentieren mit Hilfe vorgegebener Darstellungen.	
• geben die Gleichung für den maximal möglichen Wirkungsgrad einer thermodynamischen Maschine an. • erläutern die Existenz und die Größenordnung eines maximal möglichen Wirkungsgrades auf der Grundlage der Kenntnisse über den stirlingschen Kreisprozess.	• nutzen und verallgemeinern diese Kenntnisse zur Erläuterung der Energieentwertung und der Unmöglichkeit eines „Perpetuum mobile“.		• nehmen wertend Stellung zu Möglichkeiten nachhaltiger Energienutzung am Beispiel der „Kraft-Wärme-Kopplung“ und begründen ihre Wertung auch quantitativ.

Anhang zum Kerncurriculum Physik: Anregungen für die Umsetzung

Planungsschritte auf dem Weg vom Kerncurriculum zum konkreten Unterricht

Die im Kerncurriculum angegebenen Kompetenzen stellen jeweils den Endpunkt einer Kompetenzentwicklung dar. Sie ist nur in Bezug zu einem konkreten Unterrichtsgegenstand möglich. Zur erfolgreichen Auseinandersetzung mit diesem Gegenstand benötigen die Schülerinnen und Schüler zahlreiche weitere Erkenntnisse und Fähigkeiten (Teilkompetenzen), die aus vorherigem Unterricht oder aus dem Unterricht anderer Fächer stammen können. Häufig müssen Teilkompetenzen zusätzlich erworben werden, die nicht im KC aufgeführt sind und sich aus der Wahl des Unterrichtsgegenstandes ergeben (vgl. Tabelle).

Die Zusammenstellung der erforderlichen Teilkompetenzen stellt einen wesentlichen Planungsschritt bei der Arbeit mit dem Kerncurriculum dar. Die Entscheidung darüber, welche Teilkompetenzen Voraussetzung für jeweils folgende sind, ist Grundlage für eine sinnvolle Gestaltung des Unterrichts.

Am Beispiel einer etwa 8 Unterrichtsstunden umfassenden Unterrichtseinheit aus der *phänomenorientierten Optik* im Schuljahrgang 5/6 wird im Folgenden eine mögliche Zusammenstellung von Teilkompetenzen vorgenommen und durch methodische Hinweise ergänzt.

Unterrichtsgegenstand: Die Spiegelwelt und Schatten in der Spiegelwelt

Kompetenzen laut Kerncurriculum	**Zugehörige fachspezifische Teilkompetenzen**	***Methodische Hinweise***
Die Schülerinnen und Schüler …		
• beschreiben die Eigenschaften der Bilder an ebenen Spiegeln.	• beschreiben die gegenseitige Lage von Gegenstand, Beobachter, Spiegel und Bild sowie die Orientierung des Bildes in der Alltagssprache. • vergewissern sich, dass die Größe des Spiegelbildes unabhängig vom Abstand zwischen Gegenstand und Spiegel der Originalgröße entspricht.	• *Beobachtungen an einem „Zaubertheater" (der Finger in der Flamme u.ä., Spiegelfechtereien)* • *Formulierung von (Selbst-) Beobachtungen beim Blick in kleine und große Spiegel* • *Beobachtungen am Demonstrationsversuch mit einer Glasscheibe als Spiegel und Markierung des Ortes des Bildes*
	• verfügen über einen mathematischen Abstandsbegriff und können Abstände in der Spiegelwelt messen. • formulieren Regeln über Lage und Abstände in der Spiegelwelt. • erklären mit Hilfe der Regeln, warum ein Schriftbild seitenverkehrt erscheint.	• *Durchführung von Messungen in Schülerexperimenten* • *Wiederholte Auseinandersetzung mit einem Gegenstand und Verankerung im Alltag zur Kompetenzentwicklung*

Kompetenzen laut Kerncurriculum	Zugehörige fachspezifische Teilkompetenzen	*Methodische Hinweise*
Die Schülerinnen und Schüler …		
• nutzen die Kenntnis über Lichtbündel zur Beschreibung von Sehprozessen und Schattenphänomenen.	• verfügen über die Vorstellung von Lichtquellen als Sender und z. B. dem Auge als Empfänger. • interpretieren beobachtbare Lichtbündel als Verbindung zwischen beiden. • formulieren, dass Licht vom Sender zum Empfänger verläuft und nicht umgekehrt.	• *Erneutes Aufgreifen einer im vorangegangenen Unterricht entwickelten Kompetenz* • *An dieser Stelle hat man zu berücksichtigen, dass Schüler häufig eine „Sehstrahlvorstellung" entwickelt haben. Sie ist u.a. auf das Erleben im Alltag zurückzuführen, dass man um einen Gegenstand zu sehen, zu diesem hinschauen muss.*
• beschreiben die Reflexion von Lichtbündeln an ebenen Grenzflächen.	• können Winkel messen. • wissen, dass glatte Oberflächen gerichtete Lichtbündel umlenken und raue Oberflächen gerichtete Lichtbündel in diffuses Licht umwandeln.	• *Schülerexperimente mit Lichtboxen o.ä. mit grafischer Dokumentation der Beobachtungen*
	• benutzen ihre Kenntnisse über Lichtbündel zur Erklärung der Eigenschaften von Spiegelbildern.	• *Veranschaulichung der Lichtausbreitung mit Hilfe von zwischen Lichtquelle, Spiegel und Beobachter im Raum gespannter Fäden* • *Die mathematische Konstruktion von Spiegelbildern sollte für diese Altersgruppe nicht angestrebt werden.* • *Bei der Beobachtung von Schatten in Kombination mit Spiegeln können erworbene Vorstellungen gefestigt, die Vorstellung vom Lichtbündel vertieft und Erlerntes vernetzt werden.* • *Beispiel: Doppelschattenversuch*

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 im Wesentlichen 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 steigerndes Maß an Abstraktion gekennzeichnet. Schon im Sekundarbereich I lernen die Schülerinnen und Schüler dabei auch die Grenzen von Erklärungsmodellen kennen.

3.2 Unterrichtsgestaltung mit dem Kerncurriculum

Aufgabe des Chemieunterrichts ist es, die Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler anzuregen, zu unterstützen, zu fördern und zu sichern. 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.
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.

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. Anhand der Themenfelder lassen sich schülerorientierte Unterrichtseinheiten entwickeln. Mithilfe dieser Unterrichtseinheiten sollen die in Kap.3.3 dargestellten Kompetenzen gefördert werden.
Beispiele für mögliche Themenfelder und Kriterien für die Auswahl der sich hieraus ergebenden Unterrichtseinheiten werden im Anhang zum Kerncurriculum Chemie aufgeführt.

3.3 Erwartete Kompetenzen

Das Kerncurriculum ist nach den vier Basiskonzepten „Stoff-Teilchen“, „Struktur-Eigenschaft“, „Chemische Reaktion“ und „Energie“ für das Fach Chemie im Sekundarbereich I strukturiert.

Ein Basiskonzept ist die „strukturierte Vernetzung aufeinander bezogener Begriffe, Theorien und erklärender Modellvorstellungen, die sich aus der Systematik eines Faches zur Beschreibung elementarer Prozesse und Phänomene (…) als relevant herausgebildet haben“[4].
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.[5]

Die oben genannten Basiskonzepte werden kurz charakterisiert:

- **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 Stoffs 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.

[4] Chemkon 3/2006, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim
[5] Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.): „Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Bildungsabschluss“, München 2005

- **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.

Für jedes Basiskonzept werden in den Kapiteln 3.3.1 – 3.3.4 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.
In den Tabellen des Kapitels 3.3 wird zusätzlich die Progression des Kompetenzerwerbs innerhalb der Schuljahrgänge 5-10 für jedes Basiskonzept dargestellt. Die vertikale Anordnung der erwarteten Kompetenzen innerhalb der Spalten bildet den kumulativen Kompetenzaufbau für jeden Kompetenzbereich ab. 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 jeweils ***kursiv*** dargestellt. Die durchgehenden Zeilen am Ende der Doppeljahrgänge stellen eine ergänzende inhaltliche Differenzierung dar.
Bei der Darstellung in der Tabelle handelt es sich nicht um eine chronologische Unterrichtsabfolge. Die konkrete Umsetzung in Form eines Schulcurriculums, das alle vier Kompetenzbereiche umfassen muss, ist Aufgabe der Fachkonferenzen (vgl. Kapitel 6).

Die erwarteten Kompetenzen sind als Regelanforderungen auf Grundlage von Stundentafel 1 formuliert. Bei einer abweichenden Verteilung der Stunden oder einer abweichenden Gesamtstundenzahl sind auf Grundlage des Kerncurriculums von der Fachkonferenz Anpassungen vorzunehmen.

3.3.1 Basiskonzept: Stoff-Teilchen

<table>
<tr><th colspan="4">Schuljahrgänge 5 und 6</th></tr>
<tr><th>Fachwissen</th><th>Erkenntnisgewinnung</th><th>Kommunikation</th><th>Bewertung</th></tr>
<tr><td>Stoffe besitzen typische Eigenschaften
Die Schülerinnen und Schüler...
• unterscheiden Stoffe und Körper.
• unterscheiden Stoffe anhand ihrer mit den Sinnen erfahrbaren Eigenschaften.
• unterscheiden Stoffe anhand ausgewählter messbarer Eigenschaften.</td><td rowspan="3">Chemische Fragestellungen erkennen, entwickeln und experimentell untersuchen
Die Schülerinnen und Schüler...
• experimentieren sachgerecht nach Anleitung.
• beachten Sicherheitsaspekte.
• beobachten und beschreiben sorgfältig.
• erkennen und entwickeln einfache Fragestellungen, die mit Hilfe der Chemie bearbeitet werden können.
• planen einfache Experimente zur Hypothesenüberprüfung.
• entwickeln Strategien zur Trennung von Stoffgemischen.</td><td rowspan="3">Chemische Sachverhalte fachgerecht formulieren
Die Schülerinnen und Schüler...
• protokollieren einfache Experimente.
• stellen Ergebnisse vor.</td><td>Chemische Sachverhalte in der Lebenswelt erkennen
Die Schülerinnen und Schüler...
• beschreiben, dass Chemie sie in ihrer Lebenswelt umgibt.</td></tr>
<tr><td>Stoffeigenschaften bestimmen ihre Verwendung
Die Schülerinnen und Schüler...
• schließen aus den Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf ihre Verwendungsmöglichkeiten.</td><td rowspan="2">Stoffeigenschaften bewerten
Die Schülerinnen und Schüler...
• unterscheiden förderliche von hinderlichen Eigenschaften für die bestimmte Verwendung eines Stoffes.</td></tr>
<tr><td>Stoffeigenschaften lassen sich nutzen
Die Schülerinnen und Schüler…
• erklären Trennverfahren mit Hilfe ihrer Kenntnisse über Stoffeigenschaften.</td></tr>
<tr><td colspan="4"><u>Ergänzende Differenzierung der in dem Kompetenzbereich Fachwissen genannten Inhalte und Begriffe:</u>
Stoffeigenschaften: Aggregatzustände, Brennbarkeit, Löslichkeit, saure, neutrale, alkalische Lösungen, Siedetemperatur, Schmelztemperatur; Umgang mit dem Gasbrenner; Trennverfahren: Chromatografie, Destillation.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="4">Schuljahrgänge 7 und 8</th></tr>
<tr><th>Fachwissen</th><th>Erkenntnisgewinnung</th><th>Kommunikation</th><th>Bewertung</th></tr>
<tr><td></td><td rowspan="2">Chemische Fragestellungen entwickeln, untersuchen und einfache Ergebnisse aufbereiten
Die Schülerinnen und Schüler…
• planen selbständig Experimente und wenden Nachweisreaktionen an.</td><td rowspan="2">Chemische Sachverhalte recherchieren
Die Schülerinnen und Schüler...
• nutzen verschiedene Informationsquellen.
• erklären chemische Sachverhalte unter Anwendung der Fachsprache.
• protokollieren den Verlauf und die Ergebnisse von Untersuchungen in angemessener Form (Text, Tabelle).
• stellen gewonnene Daten in Diagrammen dar.</td><td rowspan="2">Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen
Die Schülerinnen und Schüler...
• stellen Anwendungsbereiche und Berufsfelder dar.
• stellen Bezüge zur Mathematik (proportionale Zuordnung am Bsp. der Dichte) her.
• stellen Bezüge zur Biologie (Kohlenstoff-Kreislauf, Fotosynthese, Atmung) her.</td></tr>
<tr><td>Stoffe lassen sich nachweisen
Die Schülerinnen und Schüler...
• unterscheiden zwischen Reinstoffen und Gemischen.
• erklären das Vorhandensein von Stoffen anhand ihrer Kenntnisse über Nachweisreaktionen.</td></tr>
</table>

<table>
<tr>
<td>Stoffe bestehen aus Teilchen/Bausteinen
Die Schülerinnen und Schüler...
• beschreiben anhand geeigneter Modelle den submikroskopischen Bau von Stoffen.</td>
<td rowspan="2">Modelle einführen und anwenden
Die Schülerinnen und Schüler...
• unterscheiden zwischen Stoffebene und Teilchenebene.
• erkennen den Nutzen des Teilchenmodells.
• wenden ein einfaches Atommodell an.
• gehen kritisch mit Modellen um.
• erkennen die Allgemeingültigkeit von Gesetzen.</td>
<td rowspan="2">Fachsprache entwickeln
Die Schülerinnen und Schüler...
• beschreiben, veranschaulichen oder erklären chemische Sachverhalte mit den passenden Modellen unter Anwendung der Fachsprache.
• benutzen Atomsymbole.
• prüfen Darstellungen zum Teilchenmodell in Medien und hinterfragen sie fachlich.</td>
<td rowspan="2">Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen
Die Schülerinnen und Schüler…
• zeigen an einem Beispiel die Bedeutung der Teilchen-vorstellung für die Entwicklung der Naturwissenschaften auf.
• stellen Bezüge zur Physik her.</td>
</tr>
<tr>
<td>Atome bauen Stoffe auf
Die Schülerinnen und Schüler...
• beschreiben den Bau von Stoffen mit einem einfachen Atommodell.
• und unterscheiden so Elemente und Verbindungen.
• beschreiben in Stoffkreisläufen den Kreislauf der Atome.</td>
</tr>
<tr>
<td>Atomanzahlen lassen sich bestimmen
Die Schülerinnen und Schüler...
• stellen die proportionale Zuordnung zwischen der Masse einer Stoffportion und der Anzahl an Teilchen/Bausteinen und Atomen her.
• zeigen die Bildung konstanter Atomanzahlverhältnisse in chemischen Verbindungen auf.</td>
<td>Mathematische Verfahren anwenden
Die Schülerinnen und Schüler...
• planen einfache quantitative Experimente, führen sie durch und protokollieren diese.</td>
<td>Fachsprache um quantitative Aspekte erweitern
Die Schülerinnen und Schüler...
• recherchieren Daten zu Atommassen in unterschiedlichen Quellen.
• beschreiben, veranschaulichen und erklären chemische Sachverhalte mit den passenden Modellen unter Anwendung der Fachsprache.
• diskutieren erhaltene Messwerte.</td>
<td>Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen
Die Schülerinnen und Schüler…
• wenden Kenntnisse aus der Mathematik (grafikfähiger Taschenrechner) an.</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="4"><u>Ergänzende Differenzierung der in dem Kompetenzbereich Fachwissen genannten Inhalte und Begriffe:</u>
Nachweisreaktionen: Kohlenstoffdioxid, Sauerstoff, Wasser; Dichte (proportionale Zuordnung)</td>
</tr>
</table>

Schuljahrgänge 9 und 10			
Fachwissen	**Erkenntnisgewinnung**	**Kommunikation**	**Bewertung**
Atome und Atomverbände werden zu Stoffmengen zusammengefasst Die Schülerinnen und Schüler... • unterscheiden zwischen Stoffportion und Stoffmenge. • wenden den Zusammenhang zwischen Stoffportionen und Stoffmengen an.	**Mathematische Verfahren anwenden** Die Schülerinnen und Schüler... • wenden in den Berechnungen Größengleichungen an.	**Fachsprache ausschärfen** Die Schülerinnen und Schüler... • benutzen die chemische Symbolsprache. • setzen chemische Sachverhalte in Größengleichungen um und umgekehrt.	**Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen** Die Schülerinnen und Schüler… • wenden Kenntnisse aus der ***Mathematik*** (grafikfähiger Taschenrechner) an.
Atome besitzen einen differenzierten Bau Die Schülerinnen und Schüler... • beschreiben den Bau von Atomen aus Protonen, Neutronen und Elektronen. • erklären mithilfe eines einfachen Modells über unterschiedliche Energieniveaus den Bau der Atomhülle. • unterscheiden mit Hilfe eines differenzierten Atommodells zwischen Atomen und Ionen.	**Modelle verfeinern** Die Schülerinnen und Schüler... • 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.	**Fachsprache erweitern** Die Schülerinnen und Schüler... • beschreiben, veranschaulichen oder erklären chemische Sachverhalte mit den passenden Modellen unter Verwendung von Fachbegriffen.	**Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen** Die Schülerinnen und Schüler... • stellen ***Bezüge zur Physik*** *(Kernbau, elektrostatische Anziehung, eV)* her. • zeigen Anwendungsbezüge und gesellschaftliche Bedeutung auf *(z. B. Kernenergie).*

Atome lassen sich sortieren Die Schülerinnen und Schüler... • erklären den Aufbau des PSE auf der Basis eines differenzierten Atommodells.	**Modelle nutzen** Die Schülerinnen und Schüler... • entwickeln die Grundstruktur des PSE anhand eines differenzierten Atommodells. • beschreiben Gemeinsamkeiten innerhalb von Hauptgruppen und Perioden.	**Fachsprache ausschärfen** Die Schülerinnen und Schüler...	
Elemente lassen sich nach verschiedenen Prinzipien ordnen Die Schülerinnen und Schüler... • ordnen Elemente bestimmten Elementfamilien zu. • vergleichen die Elemente innerhalb einer Familie und stellen Gemeinsamkeiten und Unterschiede fest.	**Bedeutung des PSE erschließen** Die Schülerinnen und Schüler... • finden in Daten und Experimenten zu Elementen Trends, erklären diese und ziehen Schlussfolgerungen. • nutzen das PSE zur Ordnung und Klassifizierung der ihnen bekannten Elemente. • wenden Sicherheitsaspekte beim Experimentieren an.	• recherchieren Daten zu Elementen. • beschreiben, veranschaulichen und erklären das PSE. • argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig. • planen, strukturieren und präsentieren ggf. ihre Arbeit als Team.	**Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen** Die Schülerinnen und Schüler... • zeigen die Bedeutung der differenzierten Atomvorstellung für die Entwicklung der Naturwissenschaften auf. • stellen ***Bezüge zur Physik*** *(Radioaktivität)* her.
Elementeigenschaften lassen sich voraussagen Die Schülerinnen und Schüler... • verknüpfen Stoff- und Teilchenebene.	**Kenntnisse über das PSE anwenden** Die Schülerinnen und Schüler... • führen ihre Kenntnisse aus dem bisherigen Unterricht zusammen, um neue Erkenntnisse zu gewinnen. • erkennen die Prognosefähigkeit ihres Wissens über den Aufbau des PSE.		

Atome gehen Bindungen ein Die Schülerinnen und Schüler... • unterscheiden zwischen Ionenbindung und Atombindung/Elektronenpaarbindung. • differenzieren zwischen polaren und unpolaren Atombindungen/ Elektronenpaarbindungen.	**Bindungsmodelle nutzen** Die Schülerinnen und Schüler... • wenden Bindungsmodelle an, um chemische Fragestellungen zu bearbeiten.	**Modelle anschaulich darstellen** Die Schülerinnen und Schüler... • wählen geeignete Formen der Modelldarstellung aus und fertigen Anschauungsmodelle an. • präsentieren ihre Anschauungsmodelle.	
Bindungen bestimmen die Struktur von Stoffen Die Schülerinnen und Schüler... • wenden das EPA-Modell zur Erklärung der Struktur von Stoffen (anorganische und organische) an. • erklären die unterschiedlichen Eigenschaften der Stoffe (anorganische und organische) anhand geeigneter Bindungsmodelle.	• gehen kritisch mit Modellen um.	**Grenzen von Modellen diskutieren** Die Schülerinnen und Schüler... • diskutieren kritisch die Aussagekraft von Modellen. • wenden sicher die Begriffe Atom, Ion, Molekül an.	
Stoffnachweise lassen sich auf die Anwesenheit bestimmter Teilchen zurückführen Die Schülerinnen und Schüler... • führen Nachweisreaktionen auf das Vorhandensein von bestimmten Teilchen zurück.	**Nachweisreaktionen anwenden** Die Schülerinnen und Schüler... • führen qualitative Nachweisreaktionen durch. • planen geeignete Untersuchungen und werten die Ergebnisse kritisch aus. • werten vorgegebene quantitative Daten aus.	**Analysedaten diskutieren** Die Schülerinnen und Schüler... • wählen aussagekräftige Informationen und Daten aus und setzen sie einen Zusammenhang. • prüfen Angaben über Produkte hinsichtlich ihrer fachlichen Richtigkeit.	**Lebensweltliche Bedeutung der Chemie erkennen** Die Schülerinnen und Schüler... • nennen Berufsfelder der Chemie. • bewerten gesellschaftlich relevante Aussagen aus unterschiedlichen Perspektiven.
<u>Ergänzende Differenzierung der in dem Kompetenzbereich Fachwissen genannten Inhalte und Begriffe:</u> Satz von Avogadro; Stoffmengeneinheit Mol, molare Masse; Stoffmengenkonzentration; Leitfähigkeitsuntersuchungen; Edelgaskonfiguration; Lewis-Formel (Elektronenstrichformel); Nachweisreaktionen: Flammenfärbung, Halogenid-Ionen, H^+/H_3O^+-Ionen, OH^--Ionen, Nachweis von Kohlenstoff- und Wasserstoff-Atomen in Verbindungen; pH-Skala; Molekülstruktur: Alkane, Alkanole			

3.3.2 Basiskonzept: Struktur-Eigenschaft

Schuljahrgänge 7 und 8			
Fachwissen	**Erkenntnisgewinnung**	**Kommunikation**	**Bewertung**
Zwischen Stoff und Struktur besteht ein Zusammenhang Die Schülerinnen und Schüler... • beschreiben die Aggregatzustände auf der Teilchenebene. • beschreiben das Vorhandensein identischer und für einen Stoff charakteristischer Teilchen/ Bausteine als ein wesentliches Merkmal für die Eigenschaften eines Stoffes.	**Modelle einführen und anwenden** Die Schülerinnen und Schüler... • unterscheiden zwischen Stoffebene und Teilchenebene. • erkennen den Nutzen des Teilchenmodells. • wenden ein Teilchenmodell zur Erklärung von Aggregatzustandsänderungen an.	**Fachsprache entwickeln** Die Schülerinnen und Schüler... • beschreiben, veranschaulichen oder erklären chemische Sachverhalte mit den passenden Modellen unter Anwendung der Fachsprache.	**Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen** Die Schülerinnen und Schüler… • stellen ***Bezüge zur Physik*** her.
Schuljahrgänge 9 und 10			
Fachwissen	**Erkenntnisgewinnung**	**Kommunikation**	**Bewertung**
Stoffeigenschaften lassen sich mit Hilfe von Bindungsmodellen deuten Die Schülerinnen und Schüler... • 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.	**Modelle einführen und anwenden** Die Schülerinnen und Schüler... • folgern aus Experimenten die Bindungsart. • erkennen die Funktionalität der unterschiedlichen Bindungsmodelle. • stellen Beziehungen zwischen den Bindungsmodellen her. • erkennen die Grenzen von Bindungsmodellen.	**Fachsprache entwickeln** Die Schülerinnen und Schüler... • wählen themenbezogene und aussagekräftige Informationen aus. • beschreiben, veranschaulichen oder erklären chemische Sachverhalte mit den passenden Modellen unter Anwendung der Fachsprache.	**Über das Fach hinausgehende Bezüge herstellen** Die Schülerinnen und Schüler... • nutzen Kenntnisse über Bindungen, um lebensweltliche Zusammenhänge *(z. B. Lösungsmittel)* zu erschließen. • stellen ***Bezüge zur Physik*** *(Leitfähigkeit, Ohmsches Gesetz)* her.

• erklären Eigenschaften von anorganischen und organischen Stoffen anhand zwischenmolekularer Wechselwirkungen.			
Stoffe besitzen verschiedene Verwendungsmöglichkeiten Die Schülerinnen und Schüler... • differenzieren Stoffklassen nach ihren Eigenschaften und Strukturen und leiten daraus prinzipielle Verwendungs-möglichkeiten ab. • beschreiben Energieträger und wichtige Rohstoffe für die chemische Industrie.	**Die Bedeutung chemischer Erkenntnisprozesse erkennen** Die Schülerinnen und Schüler... • zeigen Verknüpfungen zwischen chemischen und gesellschaftlichen Entwicklungen mit Fragestellungen und Erkenntniswegen der Chemie auf. • beachten beim Experimentieren Sicherheits- und Umweltaspekte.	**Informationen erschließen** Die Schülerinnen und Schüler... • wählen themenbezogene und bedeutsame Informationen aus. • argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig. • planen, strukturieren und präsentieren ggf. ihre Arbeit als Team.	**Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen** Die Schülerinnen und Schüler... • bewerten Informationen, reflektieren diese und nutzen sie für die eigene Argumentation. • erkennen, diskutieren und bewerten die Vor- und Nachteile von Rohstoffen und Produkten. • erkennen und bewerten die global wirksamen Einflüsse des Menschen und wenden ihre Kenntnisse zur Entwicklung von Lösungsstrategien an. • zeigen Verknüpfungen zwischen Industrie und Gesellschaft *(Umweltbelastung)* auf.
Ergänzende Differenzierung der in dem Kompetenzbereich Fachwissen genannten Inhalte und Begriffe: Stoffklassen oder –gruppen: Metalle, Nichtmetalle, Salze, mindestens zwei exemplarische Elementfamilien, Alkane, Alkanole; Isomerie; elektrische Leitfähigkeit von Salzen: Feststoff, Schmelze, Lösung; zwischenmolekulare Wechselwirkungen: Dipol-Dipol, van der Waals, Wasserstoffbrücken			

3.3.3 Basiskonzept: Chemische Reaktion

Schuljahrgänge 7 und 8			
Fachwissen	**Erkenntnisgewinnung**	**Kommunikation**	**Bewertung**
Chemische Reaktionen besitzen typische Kennzeichen (Stoffebene) Die Schülerinnen und Schüler... • 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, dass chemische Reaktionen grundsätzlich umkehrbar sind.	**Chemische Fragestellungen entwickeln und untersuchen** Die Schülerinnen und Schüler... • formulieren Vorstellungen zu Edukten und Produkten. • planen Überprüfungsexperimente 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.	**Chemische Sachverhalte korrekt formulieren** Die Schülerinnen und Schüler... • unterscheiden Fachsprache von Alltagssprache beim Beschreiben chemischer Reaktionen. • präsentieren ihre Arbeit als Team. • argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über ihre Versuche. • diskutieren Einwände selbstkritisch.	**Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen** Die Schülerinnen und Schüler... • erkennen, dass chemische Reaktionen in der Alltagswelt stattfinden. • erkennen die Bedeutung chemischer Reaktionen für Natur und Technik.
Chemische Reaktionen lassen sich auf der Teilchenebene deuten Die Schülerinnen und Schüler... • beschreiben, dass bei chemischen Reaktionen die Atome erhalten bleiben und neue Teilchenverbände gebildet werden. • entwickeln das Gesetz von der Erhaltung der Masse.	**Modelle anwenden** Die Schülerinnen und Schüler... • entwickeln auf der Basis von Experimenten Modelle. • deuten chemische Reaktionen auf Atomebene.	**Fachsprache ausschärfen** Die Schülerinnen und Schüler... • beachten in der Kommunikation die Trennung von Stoff- und Teilchenebene. • diskutieren die erarbeiteten Modelle.	

Chemische Reaktionen lassen sich quantitativ beschreiben Die Schülerinnen und Schüler... • erstellen Reaktionsgleichungen durch Anwendung der Kenntnisse über die Erhaltung der Atome und die Bildung konstanter Atomanzahlverhältnisse in Verbindungen.	**Chemische Fragestellungen quantifizieren** Die Schülerinnen und Schüler... • führen qualitative und quantitative einfache Experimente durch und protokollieren diese. • beschreiben Abweichungen von Messergebnissen und deuten diese.	**Fachsprache ausschärfen** Die Schülerinnen und Schüler... • benutzen die chemische Symbolsprache.	
Chemische Reaktionen bestimmen unsere Lebenswelt Die Schülerinnen und Schüler... • beschreiben Beispiele für einfache Atomkreisläufe („Stoffkreisläufe“) in Natur und Technik als Systeme chemischer Reaktionen.	**Bedeutung der chemischen Reaktion erkennen** Die Schülerinnen und Schüler... • zeigen exemplarisch Verknüpfungen zwischen chemischen Reaktionen im Alltag und im Labor.	**Fachsprache und Alltagssprache verknüpfen** Die Schülerinnen und Schüler... • übersetzen bewusst Fachsprache in Alltagssprache und umgekehrt.	**Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen** Die Schülerinnen und Schüler... • stellen ***Bezüge zur Biologie*** *(Kohlenstoffkreislauf)* her. • bewerten Umweltschutz-maßnahmen unter dem Aspekt der Atomerhaltung.
<u>Ergänzende Differenzierung der in dem Kompetenzbereich Fachwissen genannten Inhalte und Begriffe:</u> Verbrennungsprozess als chemische Reaktion, Sauerstoffübertragungsreaktionen			
Schuljahrgänge 9 und 10			
Fachwissen	**Erkenntnisgewinnung**	**Kommunikation**	**Bewertung**
Chemische Reaktionen auf Teilchenebene differenziert erklären Die Schülerinnen und Schüler… • deuten die chemische Reaktion mit einem differenzierten Atommodell als Spaltung und Bildung von Bindungen.	**Chemische Reaktionen deuten** Die Schülerinnen und Schüler... • deuten Reaktionen durch die Anwendung von Modellen.	**Fachsprache entwickeln** Die Schülerinnen und Schüler... • diskutieren sachgerecht Modelle.	

Chemische Reaktionen systematisieren Die Schülerinnen und Schüler... • kennzeichnen an ausgewählten Donator-Akzeptor-Reaktionen die Übertragung von Protonen bzw. Elektronen und bestimmen die Reaktionsart.	**Übergeordnete Prinzipien herausstellen** Die Schülerinnen und Schüler... • teilen chemische Reaktionen nach bestimmten Prinzipien ein.	**Fachsprache beherrschen** Die Schülerinnen und Schüler... • wenden die Fachsprache systematisch auf chemische Reaktionen an.	**Lebensweltliche Bedeutung der Chemie erkennen** Die Schülerinnen und Schüler... • prüfen Darstellungen in Medien hinsichtlich ihrer fachlichen Richtigkeit.
	Erkenntnisse zusammenführen Die Schülerinnen und Schüler... • vernetzen die vier Basiskonzepte zur Deutung chemischer Reaktionen.	• gehen sicher mit der chemischen Symbolik und mit Größengleichungen um. • planen, strukturieren, reflektieren und präsentieren ihre Arbeit zu ausgewählten chemischen Reaktionen.	**Bewertungskriterien aus Fachwissen entwickeln** Die Schülerinnen und Schüler... • diskutieren und bewerten gesellschaftsrelevante chemische Reaktionen (*z. B. großtechnische Prozesse)* aus unterschiedlichen Perspektiven. • stellen ***Bezüge zu anderen Fächern wie Erdkunde, Politik-Wirtschaft*** *(z. B. Erdöl*) her.
<u>Ergänzende Differenzierung der in dem Kompetenzbereich Fachwissen genannten Inhalte und Begriffe:</u> Redoxreaktionen, Säure-Base-Reaktionen			

3.3.4 Basiskonzept: Energie

<table>
<tr><th colspan="4">Schuljahrgänge 5 und 6</th></tr>
<tr><th>Fachwissen</th><th>Erkenntnisgewinnung</th><th>Kommunikation</th><th>Bewertung</th></tr>
<tr>
<td>Stoffe kommen in verschiedenen Aggregatzuständen vor
Die Schülerinnen und Schüler...
• beschreiben, dass der Aggregatzustand eines Stoffes von der Temperatur abhängt.</td>
<td>Chemische Fragestellungen erkennen
Die Schülerinnen und Schüler...
• führen geeignete Experimente zu den Aggregatzustands-änderungen durch.</td>
<td>Chemische Sachverhalte korrekt formulieren
Die Schülerinnen und Schüler...
• protokollieren einfache Versuche.
• stellen Ergebnisse vor.</td>
<td>Chemische Sachverhalte in der Lebenswelt erkennen
Die Schülerinnen und Schüler...
• erkennen Aggregatzustands-änderungen in ihrer Umgebung.</td>
</tr>
<tr><th colspan="4">Schuljahrgänge 7 und 8</th></tr>
<tr><th>Fachwissen</th><th>Erkenntnisgewinnung</th><th>Kommunikation</th><th>Bewertung</th></tr>
<tr>
<td>Chemische Systeme unterscheiden sich im Energiegehalt
Die Schülerinnen und Schüler...
• 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.
• beschreiben die Wirkung eines Katalysators auf die Aktivierungsenergie.</td>
<td>Teilchen-/ Bausteinmodell anwenden
Die Schülerinnen und Schüler...
• erstellen Energiediagramme.
• deuten Prozesse der Energieübertragung mit dem einfachen Teilchenmodell.
• führen experimentelle Untersuchungen zur Bestimmung einer Energie-übertragung zwischen System und Umgebung durch.</td>
<td>Fachsprache entwickeln
Die Schülerinnen und Schüler...
• kommunizieren fachsprachlich unter Anwendung energetischer Begriffe.</td>
<td>Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen
Die Schülerinnen und Schüler...
• stellen Bezüge zur Physik und Biologie (innere Energie, Fotosynthese, Atmung) her.
• zeigen Anwendungen von Energieübertragungsprozessen im Alltag auf.
• stellen Bezüge zur Biologie (Wirkungsweisen von Enzymen bei der Verdauung) her.</td>
</tr>
<tr><td colspan="4"><u>Ergänzende Differenzierung der in dem Kompetenzbereich Fachwissen genannten Inhalte und Begriffe:</u>
exotherme und endotherme Reaktionen; Aktivierungsenergie</td></tr>
</table>

Schuljahrgänge 9 und 10			
Fachwissen	**Erkenntnisgewinnung**	**Kommunikation**	**Bewertung**
Atom- und Bindungsmodelle energetisch betrachten Die Schülerinnen und Schüler... • beschreiben mithilfe der Ionisierungsenergien, dass sich Elektronen in einem Atom in ihrem Energiegehalt unterscheiden. • erklären basierend auf den Ionisierungsenergien den Bau der Atomhülle.	**Modelle nutzen** Die Schülerinnen und Schüler... • 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.	**Fachsprache ausschärfen** Die Schülerinnen und Schüler... • beschreiben, veranschaulichen und erklären chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und/oder mithilfe von Modellen und Darstellungen.	
Bedeutsame Prozesse energetisch betrachten Die Schülerinnen und Schüler … • klassifizieren Stoffe und Stoffklassen als Energieträger. • beschreiben die Beeinflussbarkeit chemischer Reaktionen durch den Einsatz von Katalysatoren.	**Experimente und Modelle nutzen** Die Schülerinnen und Schüler … • planen Experimente zur Untersuchung von Energieträgern.	**Informationen erschließen** Die Schülerinnen und Schüler … • recherchieren Daten zu Energieträgern. • beschreiben, veranschaulichen und erklären chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und/oder mithilfe von Modellen und Darstellungen.	**Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen** Die Schülerinnen und Schüler... • stellen ***Bezüge zur Biologie und Physik*** *(z. B. Ernährung, "Kraft-Wärme-Kopplung")* her. • erkennen die Bedeutung von Energieübertragungen in ihrer Umwelt *(z. B. Treibstoffe).* • erkennen, diskutieren und bewerten die Bedeutung von Energieträgern. • erkennen und bewerten die global wirksamen Einflüsse des Menschen *(z. B. Treibhauseffekt)* und wenden ihre bisherigen Chemiekenntnisse zur Entwicklung von Lösungsstrategien an. • erkennen den energetischen Vorteil, wenn chemische Prozesse in der Industrie katalysiert werden.

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
- Rohstoffe und Energieträger
- 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 mit Hilfe der folgende 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.

Aus der so erhaltenen Sammlung der Unterrichtseinheiten kann eine Übersicht erstellt werden, die verschiedene Lehrlinien zur Umsetzung des Kerncurriculums aufzeigt. Lehrlinien verknüpfen Basiskonzepte und Kompetenzbereiche zu Unterrichtsgängen. Exemplarische Lehrlinien sind in der Abbildung 1 dargestellt. Die individuellen Lernwege der Schülerinnen und Schüler können dabei unterschiedlich sein.

Die Fachkonferenz muss sicherstellen, dass am Ende eines Doppeljahrgangs die Kompetenzen erreicht werden. Sie kann sich auf die Durchführung verpflichtender, alternativer und ergänzender Unterrichtseinheiten, die Doppeljahrgängen zugeordnet werden, einigen. Das gesamte Fachcurriculum bestünde somit aus den dokumentierten Unterrichtseinheiten und einer Übersicht möglicher Lehrlinien. Die Fachkonferenz kann entscheiden, dass bestimmte Methoden, Experimente oder Präsentationstechniken verbindlich festgelegt werden. Darüber hinaus ist anzustreben, in das Fachcurriculum Ausführungen zur Aufgabenkultur, zur Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung aufzunehmen (vgl. Kapitel 1.2 und 5). Das Fachcurriculum soll offen für neue Ideen und Konzepte sein.

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 Daltonschen 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 Teilchenmodells eine erste Reaktionsgleichung zur Verbrennung von Kohlenstoff her. …beschreiben, dass chemische Reaktionen umkehrbar sind.
BK Energie	…beschreiben, dass bei der Verbrennung von Wachs Energie frei wird. …lernen den Fachbegriff „exotherm“ kennen.

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

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

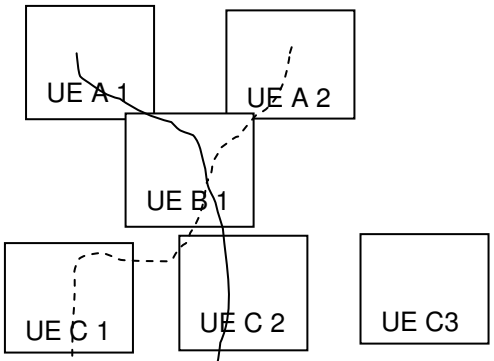
Materialien und Fundstellen
Kerzenmaterial etc. für die Stationsarbeit befindet sich in der Sammlung in Schrank X Boyle-Versuch: siehe Literatur

Ungefährer Stundenbedarf
14 Stunden

Möglichkeiten zur Leistungsbewertung
Anlage eines Plakats Durchführung einer Präsentation Versuchsprotokoll

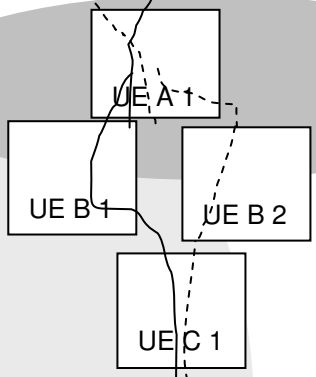
Abbildung 1: Schematische Übersicht zur Gestaltung des Fachcurriculums

Jhg. 5/6



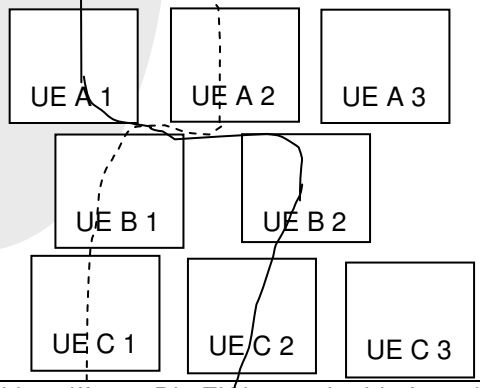
Abgleich mit dem KC: Die vorgegebenen UE werden im Hinblick auf den Kompetenzerwerb für die Jhg. 5/6 geprüft. Die FK legt die UE B1 verpflichtend fest, weiterhin ist die Erarbeitung der folgenden Fachbegriffe obligatorisch: Stoff, usw. Die FK legt weiterhin fest, dass alle Schülerinnen u. Schüler der Jhg. 5/6 als Präsentationstechnik in mindestens 2 UE ein Plakat erstellen. (Ggf. weitere Festlegungen)

Jhg. 7/8



Abgleich mit dem KC. Obligatorische Fachbegriffe: … Die FK legt die UE A1 und C1 verpflichtend fest. Die FK legt weiterhin fest, dass alle Schülerinnen und Schüler der Jhg. 7/8 als Präsentationstechnik die mind map erlernen, eigenständig an mindestens einem Bsp. Versuche planen, durchführen und der Gruppe vorstellen. (Ggf. weitere Festlegungen)

Jhg. 9/10



Abgleich mit dem KC. Obligatorische Fachbegriffe: … Die FK legt weiterhin fest, dass alle Schülerinnen und Schüler der Jhg. 9/10 an mindestens einem Bsp. als Präsentationstechnik eine digitale Präsentation erstellen. Zusätzlich sollen sie eine schriftliche Ausarbeitung über ein Thema anfertigen.

Basiskonzepte ST /SE /CR /E	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung

Abschließende Überprüfung des Fachcurriculums auf den geforderten Kompetenzerwerb am Ende von Schuljahrgang 10.

Legende:
□ Unterrichtseinheit; ⬭ Themenfeld 1; ⬬ Themenfeld 2; — Lehrweg Lehrer 1; --- Lehrweg Lehrer 2

Kerncurriculum

für das Gymnasium

Schuljahrgänge 5-10

Biologie

4.1 Bildungsbeitrag des Faches Biologie

Der Beitrag des Faches Biologie zur Welterschließung liegt in der Auseinandersetzung mit dem Lebendigen. Die lebendige Natur kann 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.

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.

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 und eine wichtige Grundlage für das Bewerten darstellt. 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.

4.2 Unterrichtsgestaltung mit dem Kerncurriculum

In den Tabellen des Kapitels 4.3 werden die prozessbezogenen und die inhaltsbezogenen Kompetenzen dargestellt. Die horizontale Anordnung bildet dabei den kumulativen Kompetenzaufbau ab.
Die Möglichkeiten der unterrichtlichen Umsetzung des Kerncurriculums sind vielfältig. Die Fachkonferenz kann den Fachkolleginnen und –kollegen Spielraum in der konkreten Unterrichtsgestaltung und der Themenwahl lassen, solange der Erwerb der im schuleigenen Arbeitsplan festgelegten Kompetenzen gesichert ist.
Die erwarteten Kompetenzen sind als Regelanforderungen auf Grundlage von Stundentafel 1 formuliert. Bei einer abweichenden Verteilung der Stunden oder einer abweichenden Gesamtstundenzahl sind auf Grundlage des Kerncurriculums von der Fachkonferenz Anpassungen vorzunehmen.

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
  - Quellen erschließen
- 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 ausgebaut.

Der Kompetenzbereich Bewertung ist in der Biologie eng mit Themen der Humanbiologie, Verhaltensbiologie und Ökologie verknüpft. Hier können Lehrerinnen und Lehrer besonders gut aktuelle Ereignisse zum Kompetenzerwerb verwenden. Die Fachkonferenz entscheidet, welche Themen in den schuleigenen Arbeitsplan aufgenommen werden. Bei der Zuordnung von geeigneten Themen zu bestimmten Jahrgängen sind insbesondere die altersgemäßen Zugangs- und Verständigungsmöglich-

keiten 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.

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 – bei gleichzeitig engem Zeitrahmen – 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.

Eine besondere Rolle spielt dabei die Evolutionstheorie als zentrale Theorie der Biologie. Sie stellt letztlich alle Basiskonzepte in einen gemeinsamen Zusammenhang (vgl. Abb. 1, Kap. 4.2). Die Grundzüge der Selektionstheorie und die Einführung des Aspekts der Geschichtlichkeit bilden eine durchgehende Leitlinie des Biologieunterrichts. Ein differenziertes Verständnis dieser Theorie bleibt dem Sekundarbereich II vorbehalten.

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

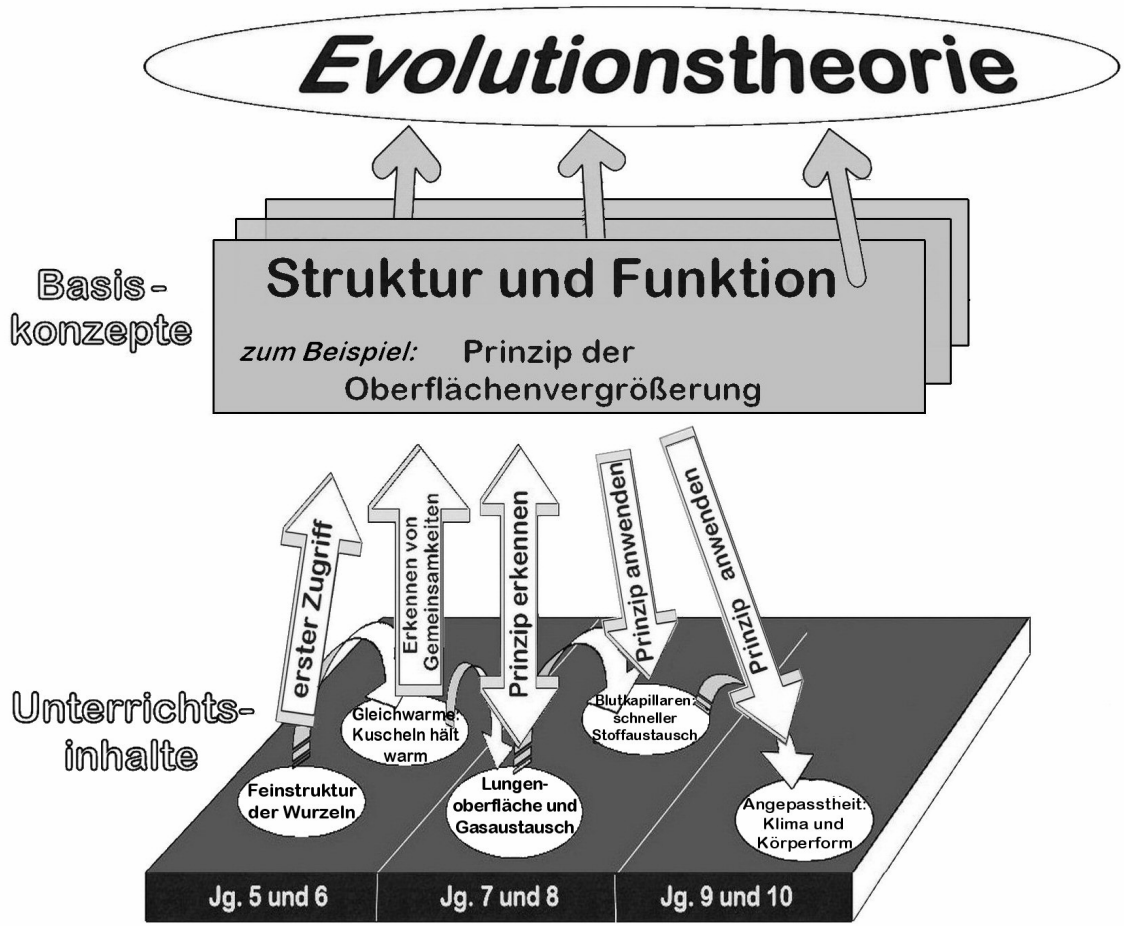


Abb.1

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). Fakten und Begriffe sind auf das für das kumulative Lernen funktionell Notwendige zu begrenzen.

Es ist Aufgabe des Unterrichts, die im Kerncurriculum ausgewiesenen Lernlinien auch den Schülerinnen und Schülern transparent zu machen. Auf dieser Basis gelangen sie 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. Experimente in der Biologie sind dabei häufig komplexer und in der Schule schwieriger zu verwirklichen als in den anderen Naturwissenschaften. Dennoch sollte jede vertretbare Chance zum eigenständigen Experimentieren auch im Biologieunterricht genutzt werden. 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.

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 beobachten und beschreiben	• beschreiben unmittelbar erfahrbare Phänomene auf der Basis sorgfältiger Beobachtung auf der Ebene von Organismen und Organen. • geben die wesentlichen Aussagen von einfachen Diagrammen wieder.	• beschreiben Strukturen auf zellulärer Ebene sowie Versuchsabläufe. • unterscheiden zwischen Beobachtung und Deutung.	• beschreiben komplexe Zusammenhänge strukturiert und sachgerecht. • beschreiben strukturiert komplexe Diagramme.
2 vergleichen	• vergleichen Anatomie und Morphologie von Organismen an einfachen Beispielen.	• vergleichen kriteriengeleitet differenziertere Strukturen von Organen verschiedener Organismen.	• vergleichen komplexe Vorgänge auf zellulärer und modellhaft vereinfachter Molekülebene.
3 ordnen und bestimmen	• ordnen nach vorgegebenen Kriterien.	• bestimmen Lebewesen mithilfe von Bestimmungsschlüsseln. • unterscheiden beim Ordnen zwischen geeigneten (kriteriensteten) und ungeeigneten Kriterien (z. B. fliegend – schwimmend – im Haus lebend).	
4 zeichnen	• zeichnen einfache Versuchsaufbauten sowie einfache biologische Strukturen.	• zeichnen lichtmikroskopische Präparate unter Einhaltung von Zeichenregeln.	

EG 2	Planen, untersuchen, auswerten		
	am Ende von Jg. 6	**zusätzlich am Ende von Jg. 8**	**zusätzlich am Ende von Jg. 10**
	Die Schülerinnen und Schüler…		
1 Fragen und Hypothesen entwickeln	• formulieren problembezogene Fragen und Vermutungen auf der Basis phänomenologischer Betrachtungen.	• entwickeln naturwissenschaftliche Fragen und begründen Hypothesen.	
2 Experimente planen	• planen mit Hilfen einfache einfaktorielle Versuche unter Einbeziehung von Kontrollexperimenten.	• planen systematisch Versuchsreihen mit geeigneten qualifizierenden Verfahren.	
3 Experimente durchführen	• führen Untersuchungen und Experimente unter Anleitung durch (z. B. Keimungsexperimente).	• führen Untersuchungen und Experimente (auch Nachweisverfahren) mit qualifizierenden und quantifizierenden Verfahren eigenständig durch.	
4 Arbeits-techniken anwenden	• wenden einfache Arbeitstechniken sachgerecht unter Anleitung an.	• mikroskopieren einfache selbst erstellte Präparate. • präparieren ein Organ.	
5 Protokollieren	• erstellen Versuchsprotokolle unter Anleitung (Trennung von Durchführung/ Beobachtung/Deutung).	• erstellen eigenständig Versuchsprotokolle.	
6 Beobachtungen deuten	• ziehen Schlussfolgerungen aus einfacher Datenlage.	• deuten komplexe Sachverhalte. • nennen mögliche Fehler beim Experimentieren. • unterscheiden Ursache und Wirkung.	• unterscheiden kausale und funktionale Fragestellungen (Frage nach der unmittelbaren Ursache – Frage nach der biologischen Funktion). • reflektieren die gewählten Untersuchungsmethoden und diskutieren die Aussagekraft der Ergebnisse. • unterscheiden zwischen naturwissenschaftlichen Erklärungen und Alltagserklärungen.

7 naturwiss. Erkenntnis-weg nachvollziehen	• beschreiben die Rolle von Experimenten für die Überprüfung von Vermutungen.	• erläutern den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg an ihnen bekannten Beispielen.	• wenden den naturwissenschaftlichen (hypothetisch-deduktiven) Erkenntnisweg zur Lösung neuer Probleme an.
8 unterschiedl. Betrachtungs-ebenen differenzieren	• unterscheiden zwischen der individuellen Ebene des Organismus und der Populationsebene.	• unterscheiden zwischen der Zell-, der Gewebe- und der Organebene.	• unterscheiden zwischen der cytologischen Ebene und der Molekülebene.

EG 3	**Mit Modellen arbeiten**		
	am Ende von Jg. 6	**zusätzlich am Ende von Jg. 8**	**zusätzlich am Ende von Jg. 10**
	Die Schülerinnen und Schüler…		
1 Modelle verwenden	• verwenden einfache Struktur- und Funktionsmodelle auf makroskopischer Ebene.	• verwenden Modelle zur Veranschaulichung von Strukturen auf mikroskopischer Ebene. • verwenden Funktionsmodelle zur Erklärung komplexerer Prozesse.	• verwenden einfache modellhafte Symbole zur Beschreibung molekularer Strukturen und Abläufe. • wenden einfache Modellvorstellungen auf dynamische Prozesse an.
2 Modelle reflektieren	• vergleichen Strukturmodelle und Realobjekte.	• 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…		
1 Quellen erschließen	• werten Informationen zu biologischen Fragestellungen aus wenigen Quellen aus. • recherchieren mit Hilfe vorgegebener Suchbegriffe.		• suchen und benutzen verschiedene Quellen bei der Recherche naturwissenschaftlicher Informationen. • 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.

KK	Kommunikation		
	am Ende von Jg. 6	**zusätzlich am Ende von Jg. 8**	**zusätzlich am Ende von Jg. 10**
	Die Schülerinnen und Schüler…		
1 kommu-nizieren	• geben die Beiträge anderer sachgerecht wieder. • lösen kooperativ Aufgaben in kleinen Gruppen bei vorgegebener Zeit und Aufgabenstellung.	• beziehen die Beiträge anderer in ihre Darstellungen mit ein.	• reflektieren die Beiträge anderer und nehmen dazu Stellung. • lösen komplexere Aufgaben in Gruppen, treffen dabei selbständig Absprachen in Bezug auf Aufgabenverteilung und Zeiteinteilung.
2 dokumen-tieren und präsentieren	• veranschaulichen einfache Messdaten in Grafiken mit vorgegebenen Achsen. • dokumentieren ihre Arbeitsschritte und Ergebnisse und nutzen vorgegebene einfache Medien zur Präsentation. • referieren mündlich oder schriftlich mit Strukturierungshilfen.	• stellen vorgegebene oder selbst ermittelte Messdaten eigenständig in Diagrammen dar und wählen dazu eine geeignete Diagrammform. • referieren mit eigener Gliederung über ein biologisches Thema.	• präsentieren Ergebnisse mit angemessenen Medien.
3 Fach- und Symbol-sprache verwenden	• verwenden Fachwörter im korrekten Zusammenhang.	• formulieren biologische Sachverhalte in der Fachsprache. • verwenden geeignete Symbole: Molekülsymbole, Wirkungspfeile.	

Kompetenzbereich Bewertung (BW)

Themen angewandter Biologie, wie z. B. Umwelt- und Naturschutz, nachhaltige Entwicklung, Sexualerziehung und Gentechnik berühren Werte und lassen immer mehr als eine Lösungs- bzw. Gestaltungsmöglichkeit zu.

Um Themen angewandter Biologie zu verstehen und um kompetent entscheiden und handeln zu können, müssen Schülerinnen und Schüler „Bewerten“ lernen. Darunter wird das systematische Vergleichen mehrerer Optionen und die anschließende begründete Auswahl einer Option verstanden.
Dazu ist es notwendig, die eigenen Werthaltungen und die Werthaltungen und Normen anderer und der Gesellschaft zu kennen und in einen Bewertungsprozess einzubringen. Dies beinhaltet auch die Fähigkeit zum Perspektivwechsel.

Der Bewertungsprozess durchläuft verschiedene Phasen, die sich in der Regel auch in der Unterrichtsstruktur widerspiegeln. Ein häufig brauchbarer Weg umfasst folgende Stufen:

- Identifizieren der Problem- bzw. Entscheidungssituation, Formulieren des Dilemmas und Erkennen der Relevanz des Themas
- Herausarbeiten von Handlungs- und Lösungsmöglichkeiten bzw. von Positionen und Interessen
- Trennen der Sach- und Werte-Ebene
- Abwägen von Werten und Interessen, begründetes Entscheiden
- kritische Reflexion der Entscheidungsfindung

Häufig wird es um aktuelle Themen gehen, die in den Unterricht eingebracht werden. Für den Biologieunterricht von zentraler Bedeutung sind insbesondere die Gesundheits- und Umwelterziehung.

Fachkonferenzen haben bei der Auswahl dieser Themen eine besondere Verantwortung.

Derartige Themen erfordern von Schülerinnen und Schülern

- fundiertes biologisches Fachwissen
- das Unterscheiden von beschreibenden und normativen Aussagen
- das Erkennen und Reflektieren von relevanten Werten und Normen
- die Verarbeitung von Sachinformationen und Normen
- Wertentscheidungen

Folgende über das Basiskonzeptwissen hinausgehende Inhalte bilden dabei die Grundlage für die Bewertungskompetenz und müssen im Unterricht thematisiert werden. Eine informative Vermittlung der notwendigen Fakten kann dabei ausreichend sein.

- Heim- und Nutztierhaltung
- Aspekte der Gesundheit, z. B. Wissen über gesunde Ernährung, Impfung (Verantwortung für sich selbst, für andere und gegenüber der Gesellschaft)
- Sexualität
- Arten und Ökosystemkenntnis (Verantwortung für biolog. Vielfalt)
- Nachhaltige Entwicklung

Bewertung			
BW	**am Ende von Jg. 6**	**zusätzlich am Ende von Jg. 8**	**zusätzlich am Ende von Jg. 10**
	Die Schülerinnen und Schüler…		
1 erkennen und analysieren	• benennen Problem- und Entscheidungssituationen, die ethische Aspekte berühren.	• nennen von einer Problem- bzw. Entscheidungssituation betroffene Werte und Normen. • unterscheiden zwischen Fakten und Meinungen.	• unterscheiden Werte, Normen und Fakten.
2 Perspektive wechseln und Folgen abschätzen	• beschreiben den eigenen Standpunkt und den Standpunkt anderer (Freunde, Familie, Nachbarn). • beschreiben die kurz- und langfristigen Folgen eigenen Handelns für sich und andere (z. B. Freunde, Familie, Haustiere).	• begründen den eigenen Standpunkt. • beschreiben kurz- und langfristige persönliche und gesellschaftliche Folgen eigenen Handelns.	• erläutern die Standpunkte anderer.
3 bewerten	• wählen relevante Sachinformationen für einfache Problem- und Entscheidungssituationen aus. • wenden unter Anleitung Strategien zur Bewertung in Entscheidungsfindungsprozessen an.	• wählen relevante Sachinformationen für komplexe Problem- und Entscheidungssituationen aus. • wenden weitgehend selbständig Strategien zur Bewertung in Entscheidungsfindungsprozessen an.	• reflektieren die Sachinformationen für Problem- und Entscheidungssituationen in Hinblick auf Korrektheit und Begrenztheit der Aussagekraft. • reflektieren die Wertentscheidung im Entscheidungsfindungsprozess.

4.3.2. Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Bedeutung der Basiskonzepte für ein strukturiertes Lernen und eine Orientierung im Fachbereich Biologie ist unumstritten. In den Bildungsstandards Biologie der Kultusministerkonferenz werden drei eng miteinander vernetzte Basiskonzepte unterschieden (vgl. Abb. 2). Eine besondere Rolle spielt dabei das Basiskonzept System, da es in besonderem Maße die systemische Betrachtungsweise der Biologie anspricht. Diese durchzieht alle Teilbereiche der Biologie, sodass es sinnvoll erscheint, sie als Überbau anzusehen. Die Systembetrachtung biologischer Phänomene betrifft alle Ebenen biologischer Objekte, angefangen von der Molekülebene über die Zelle und die Organe bis zu den Ökosystemen der Biosphäre.
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.
Fächerübergreifende Bezüge werden in den Tabellen des Kap. 4.3.2 ***kursiv*** dargestellt.

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**

Strukturelle Beziehung der Basiskonzepte zueinander:

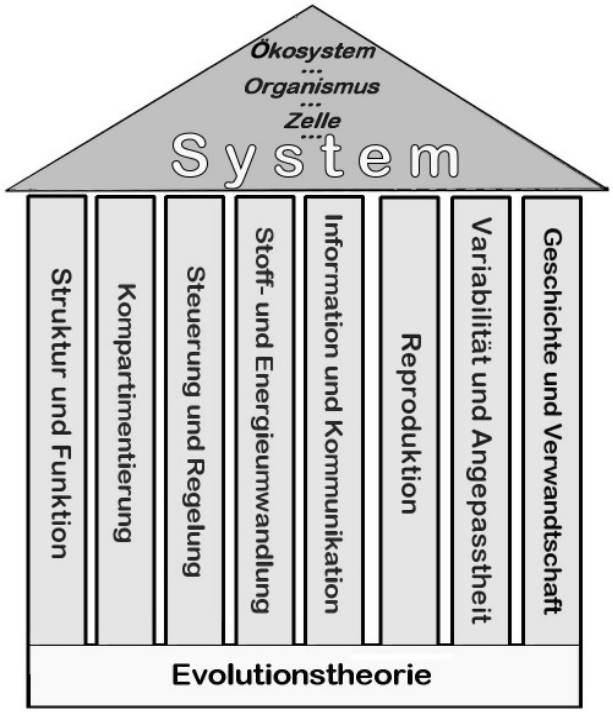


Abb. 2

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 Angepasstheit und zur Evolutionstheorie.

Viele Strukturen sind letztlich nur durch ihre molekulare Struktur in ihrer Funktionsweise verständlich (Beispiel: Muskelkontraktion), doch lassen sich auch im Sekundarbereich I grundlegende Prinzipien aus der Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler und durch phänomenologische Beobachtungen ableiten (z. B. Antagonismusprinzip der Muskelbewegung).

Viele Funktionsweisen lassen sich auf einige grundlegende Mechanismen zurückführen. Das gilt insbesondere für das Prinzip der Oberflächenvergrößerung, das Schlüssel-Schloss-Prinzip und – im Sekundarbereich II - das Gegenstromprinzip. In allen Fällen lassen sich modellhafte Bezüge zu Alltagsbeispielen herstellen; dadurch kann die Bionik eingeführt werden. Insbesondere das Schlüssel-Schloss-Prinzip ist geeignet, Verfahren der Modellbildung mit zunehmendem Schwierigkeitsgrad 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	• beschreiben den Zusammenhang zwischen einfachen makroskopischen Strukturen von Organen und ihrer Funktion.	• erläutern den Zusammenhang zwischen der Struktur von Geweben sowie Organen und ihrer Funktion.	• wenden die Frage nach Struktur und Funktion eigenständig auf neue Sachverhalte an.
2 Prinzip der Oberflächenvergrößerung	• stellen den Zusammenhang zwischen Oberflächenvergrößerungen und deren Funktion am Beispiel von makroskopischen Strukturen dar.	• begründen das Auftreten von Strukturen mit vergrößerter relativer Oberfläche an Stoffaustauschflächen zwischen Organen mit dem dadurch maximierten Stoffdurchfluss. ***Bezüge zu Physik und Chemie***	• stellen bei Strukturen mit vergrößerter relativer Oberfläche eigenständig Hypothesen über die Funktion als Stoffaustausch- oder Adsorptionsfläche auf.
3 Schlüssel-Schloss-Prinzip		• erklären die Spezifität von Prozessen modellhaft mit dem Schlüssel-Schloss-Prinzip der räumlichen Passung.	• wenden das Schlüssel-Schloss-Prinzip eigenständig auf neue Fälle von Spezifität an.

FW 2 Kompartimentierung

Lebende Systeme zeigen abgegrenzte Reaktionsräume. 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 Funktionsteilung im Organismus	• beschreiben am Beispiel ausgewählter Organe die Funktionsteilung im Organismus.	• beschreiben die Funktionsteilung von verschiedenen Gewebetypen. • erläutern das Zusammenspiel verschiedener Organe im Gesamtsystem (z. B. Atmungs-, Verdauungsorgane, Kreislaufsystem).	
2 Zelltheorie		• beschreiben Zellen als Grundeinheiten. • beschreiben Organellen als kleinere Funktionseinheiten in der Zelle: Zellkern, Zellmembran, Cytoplasma, Chloroplasten. • vergleichen Tier- und Pflanzenzelle auf lichtmikroskopischer Ebene.	• beschreiben Unterschiede zwischen prokaryotischen und eukaryotischen Zellen. • erläutern die Bedeutung der Zellverdopplung für das Wachstum von Organismen.

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. Auf ökologischer Ebene gibt es Rückkopplungen, die für einen begrenzten Zeitraum zu einer gewissen Stabilität führen können, es gibt jedoch keinen Sollwert. Beispiele sind die großen Stoffkreisläufe, insbesondere der CO_2-Haushalt der Atmosphäre. Diese zeigen aber auch die Labilität dieser Systeme, die vor allem durch anthropogene Einflüsse verstärkt wird.

Auf physiologischer Ebene werden Steuerung und Regelung vor allem durch Hormonsysteme gewährleistet. Gute Beispiele sind die Sexualhormone und die Rolle von Insulin und Glucagon.

Auf ökologischer Ebene können Eingriffe des Menschen wie Düngung oder Pestizideinsatz als Steuerung beschrieben werden. Wegen der vielfältigen Folgen ist es schwierig, die Wirkungen vorauszusagen.

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…		
1 Physiologische Regelungen	• ordnen Tiere gemäß ihrer Fähigkeit zur Regelung der Körpertemperatur als gleich- oder wechselwarm ein.	• erläutern die Funktion und die Funktionsweise von physiologischen Regelmechanismen.	• erläutern negative Rückkopplung als eine Voraussetzung für Regulation.
2 Ökologische Wechselwirkungen	• beschreiben einfache Wechselwirkungen zwischen Populationen.		• erläutern die Auswirkungen menschlicher Eingriffe in Ökosysteme auf den Menschen selbst.

FW 4 Stoff- und Energieumwandlung

Lebewesen sind offene Systeme, die durch Stoff- und Energieumwandlungen ihre Strukturen und Funktionen aufrecht erhalten. 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 Fotosynthese 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.

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.

Hauptcharakteristika der Energie sind die Umwandlungen in unterschiedliche Energieformen, die damit verbundene Freisetzung von Wärme und der Energieerhaltungssatz. Sie können stufenweise bis zum Schuljahrgang 10 halbquantitativ bzw. qualitativ angewandt werden. Quantitative Betrachtungen (Einheit Joule) sind erst sinnvoll einzuführen, wenn sie von der Physik bzw. Chemie vorbereitet wurden.

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

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 energiereicher Substanzen	• nennen die Notwendigkeit der Aufnahme von Licht, Mineralstoffen und Wasser für das Leben von Pflanzen.	• erläutern die Fotosynthese als Prozess, mit dem Pflanzen durch Aufnahme von Lichtenergie ihre eigenen energiereichen Nährstoffe und Sauerstoff herstellen. ***Bezüge zu Chemie, Physik***	
2 Abbau energiereicher Substanzen	• nennen die Notwendigkeit der Aufnahme von Energie zur Aufrechterhaltung von Lebensvorgängen wie Bewegung, Körperwärme und Wachstum.	• 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**		• beschreiben Enzyme als Hilfsstoffe, die Stoffwechselprozesse ermöglichen.	• erläutern Enzyme als substrat- und wirkungsspezifische Biokatalysatoren von Abbau- und Aufbauprozessen. ***Bezüge zu Chemie***
4 **RGT-Regel**	• beschreiben den Zusammenhang von Körpertemperatur und Schnelligkeit der Bewegung.	• erläutern die Temperaturabhängigkeit von Stoffwechselprozessen. ***Bezüge zu Chemie***	
5 **Stoff- und Energiefluss im Ökosystem**	• beschreiben Nahrungsbeziehungen in einem Ökosystem als Nahrungskette bzw. als Nahrungsnetz.	• erläutern die Fotosynthese als Energiebereitstellungsprozess für alle Lebewesen (Differenzierung Produzenten-Konsumenten).	• stellen den Energiefluss zwischen Produzenten und Konsumenten verschiedener Ordnung dar. ***Bezüge zu Physik*** • erläutern die Rolle von Produzenten, Konsumenten und Destruenten für den Stoffkreislauf. • leiten grundlegende Aspekte der nachhaltigen Entwicklung ab (z. B. Kohlenstoffkreislauf). ***Bezüge zur Chemie***
6 **Zeitliche Verände-rungen**	• beschreiben den Einfluss der Jahreszeiten auf Lebewesen.	• erläutern einfache Veränderungen in einem Ökosystem.	• beschreiben die Auswirkungen von Eingriffen des Menschen in Ökosysteme. ***Bezüge zu Physik, Chemie***

FW 5 Information und Kommunikation

Lebewesen nehmen Informationen aus der Umwelt über Sinneszellen und Sinnesorgane auf, leiten diese in codierter Form in 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.

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. An dieser Stelle zeigt sich eine enge Verknüpfung mit dem Basiskonzept Steuerung und Regelung.

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 sind zum einen das Sozialverhalten von Säugetieren, zum anderen das Sexualverhalten des Menschen zentrale Themen. 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…		
1 Informations-wege im Organismus		• 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.
2 Informations-aufnahme und -austausch	• beschreiben die Verständigung von Tieren gleicher Art mit artspezifischen Signalen.	• erläutern Sinnesorgane als Fenster zur Umwelt. • stellen durch Vergleiche von Sinnesleistungen Vermutungen über die verschiedenen Wahrnehmungswelten von Mensch und Tieren auf.	• erläutern Liebe und Sexualität als komplexe menschliche Verhaltensmuster, die neben der Reproduktion auch der sozialen Bindung dienen. ***Bezüge zu Religion, Werte und Normen***

FW 6 Reproduktion

Die Kontinuität des Lebens besteht in der Generationsfolge, denn Lebewesen haben eine begrenzte Lebensdauer. Die Reproduktion führt durch die identische Replikation der DNA, aber auch durch Mutation und Rekombination zu Vielfalt, die Kontinuität wie auch Veränderlichkeit umfasst. Die DNA erfüllt im Wesentlichen drei Funktionen: Informationen zum Aufbau des Systems (Individualentwicklung), Informationen zur Steuerung des Systems (Regulation des Stoffwechsels) und Weitergabe der Information auf die Folgegeneration (Reproduktion).

Die Proteinbiosynthese und die DNA-Replikation sollten modellhaft vereinfacht werden. Wesentlich ist dabei das Verständnis für die Umsetzung der genetischen Information in Genprodukte, die wiederum die Ausprägung der Merkmale mitbestimmen.

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	• beschreiben die Individualentwicklung von Mensch und Tieren. • beschreiben die Individualentwicklung von Blütenpflanzen.		• begründen die Erbgleichheit von Körperzellen eines Vielzellers mit der Mitose und der semikonservativen Replikation der DNA.
2 Fortpflanzung und Vererbung	• unterscheiden zwischen geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Fortpflanzung. • beschreiben grundlegende Aspekte der sexuellen Fortpflanzung (Verschmelzung von Ei- und Samenzelle nach der Begattung) beim Menschen.		• erläutern das Grundprinzip des technischen Klonens als Kerntransfer. • erläutern die Grundprinzipien der Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen bei Meiose und Befruchtung). • erläutern die Folgen von Diploidie (Möglichkeit der Rekombination und Möglichkeit des Überspringens von Merkmalen in der Generationenfolge).

3 Ausprägung der genetischen Information			• beschreiben Gene als DNA-Abschnitte, die Informationen zur Herstellung von Genprodukten enthalten. • erläutern modellhaft vereinfacht die Übersetzung der DNA-Sequenz in eine Aminosäuresequenz (ohne Berücksichtigung chemischer Eigenschaften). • erläutern exemplarisch den Zusammenhang zwischen Genen und der Ausprägung des Phänotyps (z. B. Zusammenhang Gen-Enzym-Farbstoff). • erklären die Auswirkungen von Mutationen auf den Phänotyp.
4 Gene und Umwelt	• beschreiben die Tatsache, dass die Merkmale eines Individuums von Veranlagung und Umwelteinflüssen bestimmt werden.	• unterscheiden genetisch bedingte und umweltbedingte Merkmale.	• beschreiben, dass Umweltbedingungen und Gene bei der Ausprägung des Phänotyps zusammenwirken.

FW 7 Variabilität und Angepasstheit

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 Angepasstheit betrifft die Beziehung von Bau und Funktion zur Umwelt als Ergebnis eines Evolutionsprozesses.
Unter „Anpassung“ versteht man Prozesse, die auf der Ebene des einzelnen Individuums (Modifikation) und auf der Ebene der Populationen (Evolutionsprozess) möglich sind.
„Angepasstheit“ 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 5-8 eingeführt werden. An einfachen Beispielen kann erarbeitet werden, dass durch Selektion die Varianz von Populationen verändert wird. Damit wird die Annahme einer zielgerichteten Veränderung von Arten überflüssig. Durch die Einführung der Mutabilität und Rekombination als Ursachen der Variabilität in den Schuljahrgängen 9 bzw. 10 kann somit eine in sich schlüssige Selektionstheorie bis zum Ende des Sekundarbereiches I entwickelt werden.

FW 7	Variabilität und Angepasstheit		
	am Ende von Jg. 6	**zusätzlich am Ende von Jg. 8**	**zusätzlich am Ende von Jg. 10**
	Die Schülerinnen und Schüler…		
1 Innerartliche Variationen	• beschreiben Individualität und das Phänomen der Variation innerhalb einer Art. • erläutern, dass Individuen einer Art jeweils von Generation zu Generation ungerichtet variieren.		• erklären Variabilität durch Rekombination und Mutation.
2 Artenvielfalt		• unterscheiden zwischen verschiedenen Arten unter Verwendung eines einfachen Artbegriffs (Art als Fortpflanzungs-gemeinschaft). • erklären die Koexistenz von verschiedenen Arten anhand der unterschiedlichen Ansprüche an ihren Lebensraum.	
3 Selektions-prozesse	• erläutern das Verfahren der Züchtung durch Auswahl von geeigneten Varianten (Zuchtwahl). • erläutern, dass Merkmale von Organismen zu ihrer spezifischen Lebensweise passen.	• erklären die Anpassung in Populationen an die Lebensbedingungen durch Selektionsprozesse.	• erklären Evolutionsprozesse durch das Zusammenspiel von Mutation, Rekombination und Selektion.
4 Individuelle Anpassung	• beschreiben individuelle Veränderungen auf der Ebene von Organen (z. B. Muskeln) durch Beanspruchung bzw. Nichtbeanspruchung dieser Organe. ***Bezüge zu Sport***	• erläutern die individuelle Anpassung von Organen an unterschiedliche Lebensbedingungen.	

FW 8 Geschichte und Verwandtschaft

Das Geschichtliche ist innerhalb der Naturwissenschaften eine Besonderheit der Biologie. Es umfasst die Geschichte der Individuen wie auch der Populationen über die Generationsschranke hinweg. Der Blick auf die Erdgeschichte eröffnet die Zusammenschau zentraler Aspekte der Physiologie (Zellatmung, Fotosynthese) und der Ökologie (Wechselbeziehungen der Tiere und Pflanzen, Nachhaltigkeit). Damit wird Erdgeschichte als Lebensgeschichte erfahrbar.

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. Über die Verwandtschaft von Haustieren mit ihren Wild-Vorfahren gelangt man zur Verwandtschaft aller Lebewesen. Dabei werden der Homologie- und der Analogiebegriff sowie eine differenziertere Betrachtung der Beziehung von Systematik und Verwandtschaft für den Sekundarbereich II vorbereitet.

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…		
1 Verwandtschaft	• deuten Ähnlichkeiten in der Familie als Indiz für Verwandtschaft. • deuten Ähnlichkeiten durch stammesgeschichtliche Verwandtschaft. • nennen wichtige Unterscheidungsmerkmale und Gemeinsamkeiten von Wirbeltiergruppen (Säugetiere – Vögel – Reptilien – Amphibien – Fische).	• ordnen Lebewesen anhand von Vergleichen der Bauplan- und Funktionsähnlichkeiten in ein hierarchisches System ein (z. B. Stamm, Klasse,...Art).	
2 Erdgeschichte			• stellen den Zusammenhang zwischen physiologischen Prozessen, ökologischen Beziehungen und Erdgeschichte her (z. B. Sauerstoff-, Kohlenstoffdioxidhaushalt der Erde). ***Bezüge zu Erdkunde, Chemie***

4.3.3 Zuordnung von Themenaspekten zu Kompetenzen

Ein Teil der im Kerncurriculum aufgeführten Kompetenzen ist an bestimmte thematische Aspekte gebunden. Diese **themenabhängigen Kompetenzen** können die Schülerinnen und Schüler daher im Unterricht nur in dem jeweiligen thematischen Zusammenhang erwerben.
Bei der Entwicklung von Unterrichtseinheiten (vgl. Anhang zum Kerncurriculum Biologie) ist es von Vorteil, zuerst die themenabhängigen Kompetenzen zu berücksichtigen. Zur besseren Übersicht sind diese Kompetenzen in der folgenden Tabelle zusammengefasst dargestellt und dabei Themenaspekten zugeordnet.

Der andere Teil der im Kerncurriculum aufgeführten Kompetenzen kann dagegen in unterschiedlichen Themenbezügen verwendet werden. Im Anhang findet sich ein Vorschlag, wie diese **themenunabhängigen Kompetenzen** in die Unterrichtsplanung integriert werden können.

Themenabhängige Kompetenzen Schuljahrgänge 5 und 6

Themenaspekt	Kompetenz
	Die Schülerinnen und Schüler …
Gleichwarm - wechselwarm; Energiehaushalt	FW 3.1: ordnen Tiere gemäß ihrer Fähigkeit zur Regelung der Körpertemperatur als gleich- oder wechselwarm ein. FW 4.2: nennen die Notwendigkeit der Aufnahme von Energie zur Aufrechterhaltung von Lebensvorgängen wie Bewegung, Körperwärme und Wachstum. FW 4.4: beschreiben den Zusammenhang von Körpertemperatur und Schnelligkeit der Bewegung.
Bewegungsphysiologie	FW 7.4: beschreiben individuelle Veränderungen auf der Ebene von Organen (z. B. Muskeln) durch Beanspruchung bzw. Nichtbeanspruchung dieser Organe.
Pflanzenleben	FW 4.1: nennen die Notwendigkeit der Aufnahme von Licht, Mineralstoffen und Wasser für das Leben von Pflanzen. FW 6.1.2: beschreiben die Individualentwicklung von Blütenpflanzen. FW 6.2.1: unterscheiden zwischen geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Fortpflanzung.
Ökologie	FW 3.2: beschreiben einfache Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Arten. FW 4.5: beschreiben Nahrungsbeziehungen in einem Ökosystem als Nahrungskette bzw. als Nahrungsnetz. FW 4.6: beschreiben Einflüsse der Jahreszeiten auf Lebewesen.
Verhalten	FW 5.2: beschreiben die Verständigung von Tieren gleicher Art mit artspezifischen Signalen.
Sexualerziehung	FW 6.1.1: beschreiben die Individualentwicklung von Mensch und Tieren. FW 6.2.2: beschreiben grundlegende Aspekte der sexuellen Fortpflanzung (Verschmelzung von Ei- und Samenzelle nach der Begattung) beim Menschen.

Themenaspekt	Kompetenz
	Die Schülerinnen und Schüler …
Züchtung und Evolution	FW 6.4: beschreiben die Tatsache, dass die Merkmale eines Individuums von Veranlagung und Umwelteinflüssen bestimmt werden. FW 7.1.1: beschreiben Individualität und das Phänomen der Variation innerhalb einer Art. FW 7.1.2: erläutern, dass Individuen einer Art jeweils von Generation zu Generation ungerichtet variieren. FW 7.3.1: erläutern das Verfahren der Züchtung durch Auswahl von geeigneten Varianten (Zuchtwahl). FW 7.3.2: erläutern, dass Merkmale von Organismen zu ihrer spezifischen Lebensweise passen. FW 8.1.1: deuten Ähnlichkeiten in der Familie als Indiz für Verwandtschaft. FW 8.1.2: deuten Ähnlichkeiten durch stammesgeschichtliche Verwandtschaft.
Ordnen von Lebewesen	FW 8.1.2: deuten Ähnlichkeiten durch stammesgeschichtliche Verwandtschaft (z. B. verwandtschaftliche Nähe des Hundes zum Wolf). FW 8.1.3: nennen wichtige Unterscheidungsmerkmale und Gemeinsamkeiten von Wirbeltiergruppen (Säugetiere – Vögel – Reptilien – Amphibien – Fische).

Themenabhängige Kompetenzen Schuljahrgänge 7 und 8

Themenaspekt	Kompetenz
	Die Schülerinnen und Schüler …
Zelle und Gewebe (mikroskop. Ebene)	EG 1.4: zeichnen lichtmikroskopische Präparate unter Einhaltung der Zeichenregeln. EG 2.4.1: mikroskopieren einfache selbst erstellte Präparate. EG 2.8: unterscheiden zwischen der Zell-, der Gewebe- und der Organebene. EG 3.1.1: verwenden Modelle zur Veranschaulichung von Strukturen auf mikroskopischer Ebene. FW 2.2.1: beschreiben Zellen als Grundeinheiten. FW 2.2.2: beschreiben Organellen als kleinere Funktionseinheiten in der Zelle: Zellkern, Zellmembran, Cytoplasma, Chloroplasten. FW 2.2.3: vergleichen Tier- und Pflanzenzelle auf lichtmikroskopischer Ebene.
Allgemeine physiologische Aspekte	FW 3.1: erläutern die Funktion und die Funktionsweise von physiologischen Regelmechanismen. FW 7.4: erläutern die individuelle Anpassung von Organen an unterschiedliche Lebensbedingungen.

Themenaspekt	Kompetenz
	Die Schülerinnen und Schüler …
Sinnesphysiologie	FW 5.1.1: beschreiben den Weg vom adäquaten Reiz über die Auslösung der Erregung und die Erregungsweiterleitung zum Gehirn. FW 5.1.2: erläutern die Funktion von Sinnesorganen, Informationen aus der Umwelt als Reize aufzunehmen und in Nervensignale umzuwandeln. FW 5.2.1: erläutern Sinnesorgane als Fenster zur Umwelt. FW 5.2.2: stellen durch Vergleiche von Sinnesleistungen Vermutungen über die verschiedenen Wahrnehmungswelten von Mensch und Tieren auf.
Atmung und Verdauung	FW 4.2.1: erläutern die biologische Bedeutung von Verdauung als Prozess, bei dem Nährstoffe zu resorbierbaren Stoffen abgebaut werden. FW 4.2.2: erläutern die Funktion der Zellatmung (Wortgleichung) als Prozess, der Energie für den Organismus verfügbar macht. FW 4.3: beschreiben Enzyme als Hilfsstoffe, die Stoffwechselprozesse ermöglichen.
Fotosynthese	FW 4.1: erläutern die Fotosynthese als Prozess, mit dem Pflanzen durch Aufnahme von Lichtenergie ihre eigenen energiereichen Nährstoffe und Sauerstoff herstellen. FW 4.5: erläutern die Fotosynthese als Energiebereitstellungsprozess für alle Lebewesen.
Ökologische Aspekte	FW 4.6: erläutern einfache Veränderungen in einem Ökosystem. FW 7.2.2: erklären die Koexistenz von verschiedenen Arten anhand der unterschiedlichen Ansprüche an ihren Lebensraum.
Evolutionsaspekte	FW 6.4: unterscheiden genetisch bedingte und umweltbedingte Merkmale. FW 7.2.1: unterscheiden zwischen verschiedenen Arten unter Verwendung eines vereinfachten Artbegriffs. FW 7.3: erklären die Anpassung in Populationen an die Lebensbedingungen durch Selektionsprozesse.
Ordnen von Lebewesen	EG 1.3.1: bestimmen Lebewesen mithilfe von Bestimmungsschlüsseln. EG 1.3.2: unterscheiden beim Ordnen zwischen geeigneten (kriteriensteten) und ungeeigneten Kriterien (z. B. fliegend – schwimmend – im Hause lebend). FW 8.1.1: ordnen Lebewesen anhand von Vergleichen der Bauplan- und Funktionsähnlichkeiten in ein hierarchisches System ein.

Themenabhängige Kompetenzen Schuljahrgänge 9 und 10

Themenaspekt	Kompetenz
	Die Schülerinnen und Schüler …
Zelle	FW 2.2.1: beschreiben Unterschiede zwischen prokaryotischen und eukaryotischen Zellen. FW 2.2.2: erläutern die Bedeutung der Zellverdopplung für das Wachstum von Organismen.
Klonen	FW 6.2.1: erläutern das Grundprinzip des technischen Klonens als Kerntransfer.
Aspekte der Genetik	FW 6.2.2: erläutern die Grundprinzipien der Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen bei der Meiose und Befruchtung). FW 6.2.3: begründen das Überspringen von Merkmalen in der Generationenfolge durch Diploidie, Rezessivität und Rekombination. FW 6.3.1: beschreiben Gene als DNA-Abschnitte, die Informationen zur Herstellung von Genprodukten enthalten. FW 6.3.2: erläutern modellhaft vereinfacht die Übersetzung der DNA-Sequenz in eine Aminosäurensequenz (ohne Berücksichtigung chemischer Eigenschaften). FW 6.3.3: erläutern exemplarisch den Zusammenhang zwischen Genen und der Ausprägung des Phänotyps. FW 6.3.4: erläutern die Auswirkungen von Mutationen auf den Phänotyp. FW 6.4: beschreiben, dass Umweltbedingungen und Gene bei der Ausprägung des Phänotyps zusammenwirken.
Stoffwechsel	FW 4.3: erläutern Enzyme als substrat- und wirkungsspezifische Biokatalysatoren von Abbau- und Aufbauprozessen.
Hormone	FW 5.1: erläutern die grundlegende Funktion von Hormonen als Botenstoffe. FW 3.1: erläutern negative Rückkopplung als eine Voraussetzung für Regulation.
Ökologie	FW 4.5.1: stellen den Energiefluss zwischen Produzenten und Konsumenten verschiedener Ordnung dar. FW 4.5.2: erläutern die Rolle von Produzenten, Konsumenten und Destruenten für den Stoffkreislauf. FW 4.5.3: leiten grundlegende Aspekte der nachhaltigen Entwicklung ab (z. B. Kohlenstoffkreislauf). FW 4.6: beschreiben die Auswirkungen von Eingriffen des Menschen in Ökosysteme. FW 8.2: stellen am Beispiel des Sauerstoff- Kohlenstoffdioxidhaushaltes der Erde den Zusammenhang zwischen physiologischen Prozessen, ökologischen Beziehungen und Erdgeschichte her.
Sexualerziehung	FW 5.2: erläutern Liebe und Sexualität als komplexe menschliche Verhaltensmuster, die neben der Reproduktion auch der sozialen Bindung dienen.

Anhang zum Kerncurriculum Biologie: Anregungen für die Umsetzung

Das Kerncurriculum gibt den Fachkonferenzen einen großen Spielraum bei der Entwicklung eigener Unterrichtssequenzen und der Setzung von Schwerpunkten auf bestimmte Kompetenzen. Allerdings muss gewährleistet sein, dass die im Kerncurriculum aufgeführten Kompetenzen tatsächlich vollständig erfasst werden und im Sinne eines nachhaltigen Kompetenzerwerbs auch möglichst mehrfach in vielfältigen Kontexten Anwendung finden. Deshalb muss die Planung eines schuleigenen Curriculums jeweils den gesamten Doppeljahrgang im Blick behalten.

Bei der Gestaltung von schuleigenen Arbeitsplänen und der Entwicklung von Unterrichtseinheiten sind verschiedene Vorgehensweisen möglich:

- Ausgangspunkt können Themen sein, die durch die **themenabhängigen Kompetenzen** vorgegeben sind (z. B. Thema „Wir bewegen uns“ zum Themenaspekt Bewegungsphysiologie, vgl. Kap. 4.3.3). Weitere themenunabhängige Kompetenzen, für deren Erwerb das ausgewählte Unterrichtsthema ebenfalls Möglichkeiten bietet, können anschließend zugeordnet werden.
- Ebenso ist es möglich, von **themenunabhängigen Kompetenzen** auszugehen. Eine solche Vorgehensweise wird in der folgenden Darstellung skizziert.

1. Auswahl einer themenunabhängigen inhaltsbezogenen Kompetenz (Beispiel: Doppeljahrgang 5/6)

FW 1.1: beschreiben den Zusammenhang zwischen einfachen makroskopischen Strukturen von Organen und ihrer Funktion.

↓ ↓ ↓ ↓

2. Beispiele möglicher Themen

Dinosaurier – Tiere der Vorzeit	Flucht- und Jagdtiere	Besondere Angepasstheiten von Insekten	Beweglichkeit des Menschen
Struktur verschiedener Gebisstypen und ihre Funktion	Unterschiedliche Augenstellung von Fluchttieren und Jagdtieren	Struktur der Mundwerkzeuge von Insekten und ihre Funktion	Struktur verschiedener Gelenktypen und ihre Funktion

↓ ↓ ↓ ↓

3. Auswahl von prozessbezogenen Kompetenzen, die mit diesen Themen schwerpunktmäßig gekoppelt werden können

Die Schülerinnen und Schüler …			
EG 1.1.1 beschreiben unmittelbar erfahrbare Phänomene auf der Basis sorgfältiger Beobachtung auf der Ebene von Organismen und Organen (spezifische Strukturen verschiedener Zahntypen).	EG 1.1.1 beschreiben unmittelbar erfahrbare Phänomene auf der Basis sorgfältiger Beobachtung auf der Ebene von Organismen und Organen (verschiedene Augenstellungen).	EG 1.1.1 beschreiben unmittelbar erfahrbare Phänomene auf der Basis sorgfältiger Beobachtung auf der Ebene von Organismen und Organen (Struktur der Mundwerkzeuge von Insekten).	EG 1.1.1 beschreiben unmittelbar erfahrbare Phänomene auf der Basis sorgfältiger Beobachtung auf der Ebene von Organismen und Organen (Struktur verschiedener Gelenktypen).
EG 1.2 vergleichen Anatomie und Morphologie von Organismen an einfachen Beispielen (verschiedene Zahntypen).		EG 1.2 vergleichen Anatomie und Morphologie von Organismen an einfachen Beispielen (Mundwerkzeuge von Insekten).	EG 1.2 vergleichen Anatomie und Morphologie von Organismen an einfachen Beispielen (Gelenktypen).
EG 1.3 ordnen nach vorgegebenen Kriterien (Zahntypen bei Pflanzen- und Fleischfressergebiss).		EG 1.3 ordnen nach vorgegebenen Kriterien (Mundwerkzeuge: saugend, leckend, beißend).	
EG 3.1 verwenden einfache Struktur- und Funktionsmodelle auf makroskopischer Ebene.		EG 3.1 verwenden einfache Struktur- und Funktionsmodelle auf makroskopischer Ebene.	EG 3.1 verwenden einfache Struktur- und Funktionsmodelle auf makroskopischer Ebene.

4. Mögliche darauf aufbauende inhaltsbezogene Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler …			
FW 7.3.2 erläutern, dass Merkmale von Organismen zu ihrer spezifischen Lebensweise passen (verschiedene Gebisse).	FW 7.3.2 erläutern, dass Merkmale von Organismen zu ihrer spezifischen Lebensweise passen (Augenstellungen).	FW 3.2 beschreiben einfache Wechselwirkungen zwischen Populationen (Insekten und Blüten).	FW 7.4 beschreiben individuelle Veränderungen auf der Ebene von Organen (z. B. Muskeln) durch Beanspruchung bzw. Nichtbeanspruchung dieser Organe.
FW 8.1.2 deuten Ähnlichkeiten durch stammesgeschichtliche Verwandtschaft.			FW 1.1 beschreiben den Zusammenhang zwischen einfachen makroskopischen Strukturen von Organen und ihrer Funktion (Anordnung von Muskeln im Skelett und die Bewegungsfunktion).

5. Entscheidung/ Festlegung eines Themas

Aus der Fülle möglicher Themen (siehe 2.) werden besonders geeignete ausgewählt. Diese sollten nach Möglichkeit folgende Kriterien aufweisen:

- Sie leisten einen Beitrag zum **Grundverständnis des Faches** und seiner **Basiskonzepte**.
- Sie bieten den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit, die erworbenen Kompetenzen in unterschiedlichen Bereichen ihrer **Lebenswelt** zu erfahren und damit ihre **Sinnhaftigkeit zu erkennen**. Damit wecken sie auch das Interesse der Schülerinnen und Schüler.
- Sie eignen sich für den Erwerb vielfältiger **prozessbezogener Kompetenzen**.
- Sie erlauben die **horizontale Vernetzung** zu Aspekten außerhalb der Biologie (z. B. zu Aspekten aus anderen Naturwissenschaften oder Fächern wie Deutsch, Gesellschaftswissenschaften und Religion).
- Sie lassen sich fachlich so aufbereiten, dass sie den Schülerinnen und Schülern Möglichkeiten für einen möglichst **selbstgesteuerten Lernprozess** bieten.
- Sie sind **schülerrelevant** (Bewältigung des eigenen Alltags).

6. Daraus ableitbare mögliche Ausdifferenzierung eines Themenbeispiels

Std.	**Unterrichts-einheit**		**Schwerpunkt: Prozessbezogene Kompetenzen (EG, KK, BW)**	**Inhaltsbezogene Kompetenzen (FW)**	**Bemerkungen**
8	Dinosaurier – Vielfalt der Riesen:	→ Ein Riesenknochen – ein Riesentier (Fund von Knochen des Tyrannosaurus) → Was sagen uns Fossilien über die Lebensweise der Tiere? Bsp. Gebisse oder Extremitäten (Struktur und Funktion), Lebensweise von Dinosauriern → Sind die Dinosaurier wirklich ausgestorben? Verwandtschaft mit Vögeln und Reptilien; Archaeopteryx	Die Schülerinnen und Schüler … EG 1.1.1 beschreiben unmittelbar erfahrbare Phänomene auf der Basis sorgfältiger Beobachtung auf der Ebene von Organismen und Organen. EG 1.2 vergleichen Anatomie und Morphologie von Organismen an einfachen Beispielen. EG 1.3 ordnen nach vorgegebenen Kriterien. EG 3.1 verwenden einfache Struktur- und Funktionsmodelle auf makroskopischer Ebene.	Die Schülerinnen und Schüler … FW 7.3.2 erläutern, dass Merkmale von Organismen zu ihrer spezifischen Lebensweise passen. FW 8.1.2 deuten Ähnlichkeiten durch stammesgeschichtliche Verwandtschaft.	Referate/Plakate Evtl. Erweiterung Archaeopteryx

7. Wiederholung der Schritte 1- 6 für die weitere Planung von Unterrichtseinheiten

8. Überprüfung auf vollständige Erfassung aller Kompetenzen für einen Doppeljahrgang

5 Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung

Leistungsfeststellungen und Leistungsbewertungen geben den Schülerinnen und Schülern Rückmeldungen über den erreichten Kompetenzstand. Den Lehrkräften geben sie Orientierung für die weitere Planung des Unterrichts sowie für notwendige Maßnahmen zur individuellen Förderung.
Leistungen im Unterricht werden in allen Kompetenzbereichen eines Faches festgestellt. Dabei ist zu bedenken, dass die in dem Kerncurriculum formulierten erwarteten Kompetenzen die sozialen und personalen Kompetenzen, die über das Fachliche hinausgehen, nur in Ansätzen erfassen.

Grundsätzlich ist zwischen Lern- und Leistungssituationen zu unterscheiden. In Lernsituationen ist das Ziel der Kompetenzerwerb. Fehler und Umwege dienen 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.
Bei Leistungs- und Überprüfungssituationen steht die Vermeidung von Fehlern im Vordergrund. Das Ziel ist, die Verfügbarkeit der erwarteten Kompetenzen nachzuweisen.
Ein an Kompetenzerwerb orientierter Unterricht bietet den Schülerinnen und Schülern durch geeignete Aufgaben einerseits ausreichend Gelegenheiten, Problemlösungen zu erproben, andererseits fordert er den Kompetenznachweis in anspruchsvollen Leistungssituationen ein (vgl. Kap. 1.2). Dies schließt die Förderung der Fähigkeit zur Selbsteinschätzung der Leistung ein.

Neben der kontinuierlichen Beobachtung der Schülerinnen und Schüler im Lernprozess und ihrer persönlichen Lernfortschritte, die in der Dokumentation der individuellen Lernentwicklung erfasst werden, sind die Ergebnisse schriftlicher, mündlicher und anderer spezifischer Lernkontrollen zur Leistungsfeststellung heranzuziehen.
Mündliche und fachspezifische Leistungen besitzen bei der Bestimmung der Gesamtzensur in einem Fach der Naturwissenschaften ein deutlich höheres Gewicht als die schriftlichen Leistungen. Der Anteil der schriftlichen Leistungen an der Gesamtzensur ist abhängig von der Anzahl der schriftlichen Lernkontrollen innerhalb eines Schulhalbjahres bzw. Schuljahres. Er darf ein Drittel an der Gesamtzensur nicht unterschreiten.
In Lernkontrollen sind die drei Anforderungsbereiche „Wiedergeben und beschreiben“, „Anwenden und strukturieren“ sowie „Transferieren und verknüpfen“ angemessen zu berücksichtigen (vgl. Kap. 1.2). Festlegungen zur Anzahl der bewerteten schriftlichen Lernkontrollen trifft die Fachkonferenz auf der Grundlage der Vorgaben des Erlasses „Die Arbeit in den Schuljahrgängen 5 - 10 des Gymnasiums“ in der jeweils geltenden Fassung.

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

- Beiträge zum Unterrichtsgespräch (z. B. naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen und entwickeln, fachlich korrekt argumentieren, reflektieren, zunehmend kritisch Stellung nehmen und bewerten)
- mündliche Überprüfungen
- zeitnahe kurze schriftliche Überprüfungen
- Unterrichtsdokumentationen (z. B. Protokoll, Portfolio, Projekte, Lerntagebücher)
- Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen (z. B. zunehmend eigenständiges Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten)
- Erheben relevanter Daten (z. B. zielgerichtet Informationen sichten, gliedern und bewerten, in unterschiedlichen Quellen recherchieren)
- Präsentationen, zunehmend auch mediengestützt (z. B. freier Vortrag, Referat, Plakat, Modell, digitale Präsentation, Video)
- Ergebnisse von Partner- oder Gruppenarbeiten und deren Darstellung
- Umgang mit Medien und anderen fachspezifischen Hilfsmitteln
- freie Leistungsvergleiche (z. B. Schülerwettbewerbe)
- Arbeiten im Team (z. B. planen, strukturieren, reflektieren, präsentieren)

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 einbezogen.
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.
Die Grundsätze der Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung müssen für die Schülerinnen und Schüler sowie für die Erziehungsberechtigten transparent sein und erläutert werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass nicht nur die Quantität, sondern auch die Qualität der Beiträge für die Beurteilung maßgeblich sind.

6 Aufgaben der Fachkonferenz

Die Fachkonferenz erarbeitet unter Beachtung der rechtlichen Grundlagen und der fachbezogenen Vorgaben des Kerncurriculums einen schuleigenen Arbeitsplan (Fachcurriculum).
Der schuleigene Arbeitsplan ist regelmäßig zu überprüfen und weiterzuentwickeln, auch vor dem Hintergrund interner und externer Evaluation. Die Fachkonferenz trägt somit zur Qualitätsentwicklung des Faches und zur Qualitätssicherung bei.

Die Fachkonferenz

- erarbeitet Themen bzw. Unterrichtseinheiten, die den Erwerb der erwarteten Kompetenzen ermöglichen, und beachtet ggf. vorhandene regionale Bezüge,
- legt die zeitliche Zuordnung innerhalb der Doppeljahrgänge fest,
- empfiehlt die Unterrichtswerke und trifft Absprachen zu sonstigen Materialien, die für das Erreichen der Kompetenzen wichtig sind,
- entwickelt ein fachbezogenes und fachübergreifendes Konzept zum Einsatz von Medien,
- benennt fachübergreifende und fächerverbindende Anteile des Fachcurriculums,
- stimmt fachübergreifende und fächerverbindende Anteile des Fachcurriculums mit den anderen Fachkonferenzen ab und orientiert sich dabei an den Hinweisen auf mögliche Bezüge in den Kerncurricula,
- 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 Lernkontrollen,
- bestimmt das Verhältnis von schriftlichen, mündlichen und anderen fachspezifischen Leistungen bei der Festlegung der Zeugnisnote,
- wirkt mit an Konzepten zur Unterstützung von Schülerinnen und Schülern beim Übergang in berufsbezogene Bildungsgänge,
- berät über Differenzierungsmaßnahmen,
- wirkt mit bei der Entwicklung des Förderkonzepts der Schule und stimmt die erforderlichen Maßnahmen zur Umsetzung ab,
- initiiert und fördert Anliegen des Faches bei schulischen und außerschulischen Aktivitäten (z. B. Nutzung außerschulischer Lernorte, Besichtigungen, Projekte, Teilnahme an Wettbewerben),
- stimmt die fachbezogenen Arbeitspläne der Grundschule und der weiterführenden Schule ab,
- entwickelt ein Fortbildungskonzept für die Fachlehrkräfte.

Anhang Naturwissenschaften

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 $[\rho] = 1\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm^3}}$.

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 $[p] = 1\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m^2}} = 1\,\mathrm{Pa}$.

Eine weitere Einheit ist 1 bar = 1000 hPa und somit 1hPa = 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, so dass 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* soll im Anfangsunterricht ausschließlich 1J 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.

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

Wegen der Verwechselungsgefahr der Symbole wird angeregt, so lange wie möglich die Einheit als $1\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{s}}$ 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 Gewichtsstück (Wägestück), Masse bzw. Gewichtskraft verwendet werden.

Kraft:

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

- Man erkennt das Wirken einer Kraft auf einen Körper an einer Verformung des Körpers oder einer Änderung von Betrag oder Richtung seiner Geschwindigkeit.
- Man erkennt das Wirken einer Kraft auf einen Körper an einer Änderung des Impulses dieses Körpers.
- 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 Krafteinheit 1N als Grundgröße eingeführt wird, setzt Fall 3 einen Energiebegriff voraus. In diesem Fall wäre $1\mathrm{N} = 1\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}}$.

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. Die unter diesen Umständen auftretende Lorentzkraft liegt dabei nicht auf der Verbindungslinie von Magnetpolen und Ladung. Die Richtung der Lorentzkraft kann mit der sog. „Drei – Finger – Regel der linken Hand“ bestimmt werden.

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 Massenstück zu unterscheiden (vgl. „Gewicht“ und „Gewichtskraft“). Das kann sinnvoll dann ge-

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

Alternativ ist richtig:

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

Im Anfangsunterricht wird die Einheit 1V 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.

Operatoren für Aufgabenstellungen in den Naturwissenschaften

Abschätzen: Durch begründete Überlegungen Größenordnungen naturwissenschaftlicher Größen angeben
Ableiten: Auf der Grundlage wesentlicher Merkmale oder bekannter Gesetzmäßigkeiten sachgerechte Schlüsse ziehen, um eine neue Aussage zu erhalten
Analysieren: Unter einer gegebenen Fragestellung wichtige Bestandteile oder Eigenschaften herausarbeiten
Anwenden: Einen bekannten Sachverhalt oder eine bekannte Methode auf etwas Neues beziehen
Aufbauen (Experimente): Objekte und Geräte zielgerichtet anordnen und kombinieren
Aufstellen einer Hypothese: Begründete Vermutung auf der Grundlage von Beobachtungen, Untersuchungen, Experimenten oder Aussagen formulieren
Auswerten: Daten, Einzelergebnisse oder andere Elemente in einen Zusammenhang stellen und ggf. zu einer Gesamtaussage zusammenführen
Begründen: Sachverhalte auf Regeln und Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurückführen
Berechnen: Mittels Größengleichungen eine naturwissenschaftliche Größe gewinnen
Beschreiben: Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und zutreffend 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: Zu einem Sachverhalt ein selbständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen
Bestimmen (Chemie / Physik): Einen Lösungsweg darstellen und das Ergebnis formulieren
Bewerten: Sachverhalte, Gegenstände, Methoden, Ergebnisse etc. an erkennbaren Wertkategorien oder an bekannten Beurteilungskriterien messen
Darstellen: Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden und Bezüge in angemessenen Kommunikationsformen strukturiert wiedergeben
Deuten: Sachverhalte in einen Erklärungszusammenhang bringen
Diskutieren / Erörtern: In Zusammenhang mit Sachverhalten, Aussagen oder Thesen unterschiedliche Positionen bzw. Pro- und Contra-Argumente einander gegenüberstellen und abwägen
Dokumentieren: Alle notwendigen Erklärungen, Herleitungen und Skizzen darstellen
Durchführen eines Experiments: Eine vorgegebene oder eigene Experimentieranleitung umsetzen
Entwerfen / Planen eines Experiments: Zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranordnung erfinden
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 oder 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 naturwissenschaftliche Größe freistellen
Interpretieren / **Deuten:** Kausale Zusammenhänge in Hinblick auf Erklärungsmöglichkeiten untersuchen und abwägend herausstellen
Nennen / **Angeben:** Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne Erläuterungen aufzählen
Protokollieren: Beobachtungen oder die Durchführung von Experimenten detailgenau zeichnerisch einwandfrei bzw. fachsprachlich richtig wiedergeben
Skizzieren: Sachverhalte, Strukturen oder Ergebnisse auf das Wesentliche reduzieren und diese grafisch oder als Fließtext übersichtlich darstellen
Strukturieren / **Ordnen:** Vorliegende Objekte oder Sachverhalte kategorisieren und hierarchisieren
Stellung nehmen: Zu einem Sachverhalt nach kritischer Prüfung und sorgfältiger Abwägung eine begründete, eigene Position vertreten
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 ermitteln
Zeichnen: Eine möglichst exakte grafische Darstellung beobachtbarer oder gegebener Strukturen anfertigen
Zusammenfassen: Das Wesentliche in konzentrierter Form herausstellen