

**Kernlehrplan
für das Gymnasium – Sekundarstufe I
in Nordrhein-Westfalen**

Chemie

ISBN 978-3-89314-964-3

Heft 3415

Herausgegeben vom
Ministerium für Schule und Weiterbildung
des Landes Nordrhein-Westfalen
Völklinger Straße 49, 40221 Düsseldorf

Copyright by Ritterbach Verlag GmbH, Frechen

Druck und Verlag: Ritterbach Verlag
Rudolf-Diesel-Straße 5–7, 50226 Frechen
Telefon (0 22 34) 18 66-0, Fax (0 22 34) 18 66 90

www.ritterbach.de

1. Auflage 2008

Vorwort

Schulen brauchen Gestaltungsspielräume. Nur dann können der Unterricht und die Erziehungsangebote den jeweiligen Voraussetzungen der Schülerinnen und Schülern gerecht werden. Im Mittelpunkt der Erneuerung der Schulen steht daher die eigenverantwortliche Schule. Sie legt selbst die Ziele der innerschulischen Qualitätsentwicklung fest und entscheidet, wie die grundlegenden Vorgaben des Schulgesetzes erfüllt und umgesetzt werden.

Dennoch bleibt auch die eigenverantwortliche Schule in staatlicher Verantwortung. Notwendig sind allgemein verbindliche Orientierungen über die erwarteten Lernergebnisse und regelmäßige Überprüfungen, inwieweit diese erreicht werden.

In Nordrhein-Westfalen wurde deshalb in den letzten Jahren ein umfassendes System der Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung aufgebaut. Ein wichtiges Element dieses Systems sind an länderübergreifenden Bildungsstandards orientierte Kernlehrpläne. Sie stehen in einem engen Zusammenhang mit den zentralen Abschlussprüfungen, den Lernstandserhebungen und der Qualitätsanalyse.

Zukünftig wird in den Gymnasien das Abitur nunmehr statt nach neun nach acht Jahren erreicht. Diese Verkürzung der Schulzeit ist ein wichtiger Schritt, um die Chancen unserer Schülerinnen und Schüler im nationalen und internationalen Vergleich zu sichern. Ein verantwortlicher Umgang mit der Lern- und Lebenszeit junger Menschen erforderte eine Anpassung der schulischen Ausbildungszeiten an die entsprechenden Regelungen in den meisten europäischen Staaten.

Im Hinblick auf den verkürzten Bildungsgang kommt es zu einer Konzentration und Straffung der Kompetenzvorgaben und obligatorischen Unterrichtsinhalte.

Der vorliegende Kernlehrplan stellt eine tragfähige und innovative Grundlage dar, um die Qualität des gymnasialen Bildungsgangs auch in Zukunft sichern und weiter entwickeln zu können.

Allen, die an der Erarbeitung des Kernlehrplans mitgearbeitet haben, danke ich für ihre engagierten Beiträge.



Barbara Sommer

Ministerin für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen

**Auszug aus dem Amtsblatt
des Ministeriums für Schule und Weiterbildung
des Landes Nordrhein-Westfalen
Nr. 7/08**

**Sekundarstufe I – Gymnasium;
Kernlehrplan Chemie**

RdErl. d. Ministeriums
für Schule und Weiterbildung
v.06.05.2008 - 523-6.08.1.13-66707 Chemie

Für die Sekundarstufe I der Gymnasien wird hiermit der Kernlehrplan für das Fach Chemie gemäß § 29 SchulG (BASS 1-1) festgesetzt.

Er tritt mit Wirkung zum 1. August 2008 für die Klassen 5 bis 8 und für alle Klassen des verkürzten Bildungsgangs am Gymnasium in Kraft. Zum 1.8.2010 wird er für alle Klassen verbindlich.

Die Veröffentlichung des Kernlehrplans erfolgt in der Schriftenreihe "Schule in NRW".

Heft 3415 Chemie

Die vom Verlag übersandten Hefte sind in die Schulbibliothek einzustellen und dort auch für die Mitwirkungsberechtigten zur Einsichtnahme bzw. zur Ausleihe verfügbar zu halten.

Zum 31. Juli 2010 tritt der folgende Lehrplan außer Kraft:

- Gymnasium bis Klasse 10, Fach Chemie
RdErl. v. 8.2.1993 (BASS 15-25 Nr. 15)

Inhalt

	Seite
Vorbemerkung	7
1 Aufgaben und Ziele des Unterrichts in den naturwissen-schaftlichen Fächern Chemie, Biologie und Physik der Sekundarstufe I des Gymnasiums	8
2 Der Unterricht im Fach Chemie in der Sekundarstufe I des Gymnasiums	10
3 Kompetenzerwartungen im Fach Chemie in der Sekundarstufe I	15
3.1 Prozessbezogene Kompetenzen im Fach Chemie	16
3.2 Basiskonzepte im Fach Chemie	20
3.3 Konzeptbezogene Kompetenzen im Fach Chemie	26
4 Inhaltsfelder und fachliche Kontexte für das Fach Chemie	31
5 Leistungsbewertung	35

Vorbemerkung

Kompetenzorientierte Kernlehrpläne als neue Form der Unterrichtsvorgaben

Kernlehrpläne sind ein wichtiges Element für die Entwicklung und Sicherung der Qualität schulischer Arbeit. Sie beschreiben das Abschlussprofil am Ende der Sekundarstufe I und legen Kompetenzerwartungen fest, die als Zwischenstufen am Ende bestimmter Jahrgangsstufen erreicht sein müssen.

Kompetenzorientierte Kernlehrpläne

- formulieren erwartete Lernergebnisse als verbindliche Standards
- beschreiben fachbezogene Kompetenzen, die fachdidaktisch begründeten Kompetenzbereichen zugeordnet sind
- bezeichnen die erwarteten Kompetenzen am Ende eines bestimmten Abschnittes und beschreiben so auch deren Progression
- beschränken sich dabei auf wesentliche Inhalte und Themen und darauf bezogene Kenntnisse und Fähigkeiten, die für den weiteren Bildungsweg unverzichtbar sind
- geben verbindliche Bezugspunkte für die Überprüfung der Lernergebnisse und der erreichten Leistungsstände in der schulischen Leistungsbewertung.

Damit schaffen Kernlehrpläne die Voraussetzung für die Sicherung definierter Anspruchsniveaus an der Einzelschule und im Land. Indem Kernlehrpläne sich auf die zentralen Kompetenzen beschränken, geben sie den Schulen die Möglichkeit, sich auf diese zu konzentrieren und ihren Erwerb zu sichern. Die Schulen können darüber hinaus entstehende Freiräume zur Vertiefung und Erweiterung der behandelten Unterrichtsinhalte und damit zu einer inhaltlichen und thematischen Profilbildung nutzen.

Im Dezember 2004 wurden für die Fächer Chemie, Biologie und Physik durch Beschluss der Kultusministerkonferenz verbindliche Bildungsstandards festgelegt. Sie sind auf den mittleren Schulabschluss bezogen und schulformübergreifend angelegt, um für den gleichen Abschluss ein einheitliches Anspruchsniveau zu sichern (http://www.kmk.org/schul/Bildungsstandards/Chemie_MSA_16-12-04.pdf). Der vorliegende Kernlehrplan greift die in den KMK-Standards enthaltenen schulformübergreifenden Ansprüche auf, berücksichtigt aber die Besonderheiten des Gymnasiums.

Durch die Verkürzung der Sekundarstufe I wurde eine Anpassung der Stundentafel in der Ausbildungs- und Prüfungsordnung notwendig (APO SI, Anlage 3). Bei der Gestaltung der Lehrpläne mussten deshalb zum Teil veränderte Stundenvolumina berücksichtigt werden. Die vorliegenden Curricula gehen nunmehr einheitlich von mindestens sechs Jahreswochenstunden je Fach in der gesamten Sekundarstufe I sowie einer Berücksichtigung aller drei naturwissenschaftlichen Fächer in Klasse 9 aus. Schulen, die hiervon – z. B. über eine Schwerpunktsetzung im naturwissenschaftlichen Bereich unter Einbringung von Ergänzungsstunden – abweichen, haben dafür Sorge zu tragen, dass mindestens die ausgewiesenen Kompetenzen und Inhalte des Lehrplans beherrscht sowie ggf. zusätzliche Fähigkeiten und Fertigkeiten erworben werden können.

1 Aufgaben und Ziele des Unterrichts in den naturwissenschaftlichen Fächern Chemie, Biologie und Physik der Sekundarstufe I des Gymnasiums

Naturwissenschaft und Technik prägen unsere Gesellschaft in allen Bereichen. Sie bilden heute einen bedeutenden Teil unserer kulturellen Identität, und das Wechselspiel zwischen den Erkenntnissen der Chemie, Biologie und Physik und deren technischer Anwendung bewirkt Fortschritte auf vielen Gebieten. Die Weiterentwicklung der Forschung in den Naturwissenschaften und in der Technik stellt die Grundlage für neue Verfahren dar, z. B. in der Medizin, der Bio- und Gentechnologie, den Umweltwissenschaften und der Informationstechnologie. Werkstoffe und Produktionsverfahren werden ständig verbessert oder neu konzipiert und erfunden. Andererseits birgt die naturwissenschaftlich-technische Entwicklung auch Risiken, die erkannt, bewertet und beherrscht werden müssen. Hierzu ist nicht nur Wissen aus den naturwissenschaftlichen Fächern nötig, sondern auch die Verbindung mit den Gesellschaftswissenschaften.

Unter **naturwissenschaftlicher Grundbildung (*Scientific Literacy*)** wird die Fähigkeit verstanden, 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.

Gemäß den Bildungsstandards ist es Ziel dieser naturwissenschaftlichen Grundbildung, wichtige Phänomene in Natur und Technik zu kennen, Prozesse und Zusammenhänge zu durchschauen, die Sprache und Geschichte der naturwissenschaftlichen Fächer zu verstehen, ihre Erkenntnisse zu kommunizieren sowie sich mit ihren spezifischen Methoden der Erkenntnisgewinnung und deren Grenzen auseinanderzusetzen. Dazu gehört das theorie- und hypothesengeleitete Arbeiten, das eine analytische und rationale Betrachtung der Welt ermöglicht. Naturwissenschaftliche Theorien sind deshalb eine große kulturelle Errungenschaft einer modernen Gesellschaft, und das Verstehen naturwissenschaftlich-aufklärerischer Ideen ist ein wichtiger Bestandteil der individuellen Entwicklung hin zu einem rationalen und aufgeklärten Lebensstil. Grundlegendes naturwissenschaftlich-technisches Wissen ermöglicht Individuen, selbstbestimmt und effektiv entscheiden und handeln zu können, aktiv an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung teilzuhaben und an der Mitgestaltung unserer Lebensbedingungen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung mitzuwirken. Naturwissenschaftliche Grundbildung bietet damit im Sinne eines lebenslangen Lernens auch die Grundlage für eine Auseinandersetzung mit der sich verändernden Welt und für die Aneignung neuer Wissensbestände – sowohl für individuelle Entscheidungen im Alltag als auch im Rahmen naturwissenschaftlich-technischer Berufsfelder.

Grundbildung in Chemie, Biologie und Physik hat auch für unsere Gesellschaft besondere Bedeutung. So benötigen moderne Industriegesellschaften entsprechend gebildete Arbeitskräfte, um in einem globalen Markt konkurrieren zu können. Eine solide Grundbildung in diesem Bereich ist deshalb Voraussetzung für die Entwicklung der gesellschaftlichen Potenziale in naturwissenschaftlicher Forschung und technischer Weiterentwicklung.

Eine Grundbildung in Chemie, Biologie und Physik ist deshalb ein wesentlicher Teil von Allgemeinbildung, da sie eine für die Gesellschaft wichtige Sicht auf die Welt ermöglicht und damit hilft, sowohl die Gesellschaft als auch das Individuum weiterzuentwickeln.

Der Beitrag des Faches Chemie zur naturwissenschaftlichen Grundbildung

Die **Chemie** untersucht und beschreibt die stoffliche Welt unter besonderer Berücksichtigung der chemischen Reaktion als Einheit aus Stoff- und Energieumwandlung durch Teilchen- und Strukturveränderungen und Umbau chemischer Bindungen. Damit lieferte die Chemie im Laufe ihrer historischen Entwicklung Erkenntnisse über den Aufbau und die Herstellung von Stoffen sowie für den sachgerechten Umgang mit ihnen. Der Chemieunterricht in der Sekundarstufe I versetzt Schülerinnen und Schüler in die Lage, Phänomene der Lebenswelt auf der Grundlage ihrer Kenntnisse über Stoffe und chemische Reaktionen zu erklären, zu bewerten, Entscheidungen zu treffen, Urteile zu fällen und dabei adressatengerecht zu kommunizieren.

Die Schülerinnen und Schüler erkennen die Bedeutung der Wissenschaft Chemie, der chemischen Industrie und der chemierelevanten Berufe für Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt. Gleichzeitig werden sie für eine nachhaltige Nutzung von Ressourcen sensibilisiert. Das schließt den verantwortungsbewussten Umgang mit Chemikalien und Gerätschaften aus Haushalt, Labor und Umwelt sowie das sicherheitsbewusste Experimentieren ein.

Schülerinnen und Schüler nutzen insbesondere **die experimentelle Methode** als Mittel zum Erkenntnisgewinn über chemische Erscheinungen. Dabei erwerben oder erweitern sie ihre chemiespezifischen Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten. Im Hinblick auf die anzustrebenden prozessbezogenen Kompetenzen kommt dabei den Schülerexperimenten besondere Bedeutung zu. Die Schülerinnen und Schüler verknüpfen experimentelle Ergebnisse mit Modellvorstellungen und erlangen im Teilchenbereich ein tieferes Verständnis der chemischen Reaktionen und der Stoffeigenschaften.

Für das Verständnis chemischer Zusammenhänge ziehen Schülerinnen und Schüler Kompetenzen und Erkenntnisse aus dem Biologie- und Physikunterricht und anderen Fächern heran. Auf diese Weise werden eigene Sichtweisen, Bezüge der Fächer aufeinander, aber auch deren Abgrenzungen erfahrbar.

2 Der Unterricht im Fach Chemie in der Sekundarstufe I des Gymnasiums

Der Chemieunterricht setzt im Gymnasium in der Regel in der Jahrgangsstufe 7 ein und wird dann durchgängig erteilt. Dabei kann auf diejenigen Kompetenzen zurückgegriffen werden, die bereits im Sachunterricht der Grundschule erworben wurden. Die Jahrgangsstufen 5 – 9 des Gymnasiums bereiten auf die Anforderungen der gymnasialen Oberstufe vor.

Zunehmend werden im Laufe des Unterrichts der Erwerb einer exakten Fachsprache, die Fähigkeit zur differenzierten Modellbildung und zur Abstraktion sowie die Einbeziehung quantitativer Aspekte bedeutsam.

Am Ende der Sekundarstufe I ist damit eine Grundlage für den Übergang in die gymnasiale Oberstufe sichergestellt, so dass Problemstellungen mit hohem Komplexitäts- und Vernetzungsgrad fachlich sachgerecht bearbeitet werden können.

Wird Chemieunterricht bereits in Klasse 6 erteilt, muss die Fachkonferenz festlegen, welche Kompetenzen der Eingangsstufe am Ende der Erprobungsstufe erreicht werden sollen.

Die in Kapitel 1 beschriebenen Aufgaben und Ziele des Unterrichts in naturwissenschaftlichen Fächern in der Sekundarstufe I erfordern eine Unterrichtsgestaltung, die einen starken Akzent auf Verstehen und Anwenden legt. Der kumulative Aufbau komplexen Fachwissens erfolgt – den KMK-Bildungsstandards folgend – in strukturierten Basiskonzepten.

In allen drei Fächern wird darüber hinaus die Bedeutung einer nachhaltigen Entwicklung vermittelt. Gesundheits- und Verkehrserziehung, Medienbildung sowie die Förderung der deutschen Sprache werden ebenfalls einbezogen¹.

Im Rahmen des bilingualen Angebots wird in den Fächern der Naturwissenschaften zusätzlich schrittweise auf fachsprachliches und fachmethodisches Arbeiten in der Fremdsprache hingeführt.

Der Fachlehrplan Chemie soll auch einen Beitrag zur Berufsorientierung² leisten. Schülerinnen und Schüler sollen Berufsfelder kennen und darstellen lernen, in denen chemische Kenntnisse bedeutsam sind. An geeigneten Stellen werden auch technische Sachverhalte einbezogen.

Systematischer Wissensaufbau mit Hilfe von Basiskonzepten

Basiskonzepte sind grundlegende, für den Unterricht eingegrenzte und für Schülerinnen und Schüler nachvollziehbare Ausschnitte fachlicher Konzepte und Leitideen. Sie stellen elementare Prozesse, Gesetzmäßigkeiten und Theorien der naturwissenschaftlichen Fächer strukturiert und vernetzt dar. Sie beinhalten zentrale, aufeinander bezogene naturwissenschaftliche Begriffe, erklärende Modellvorstellungen und Theorien, die sich in dem jeweiligen Fach zur Beschreibung elementarer Phänomene und

¹ APO-SI § 6 (6) „Förderung in der deutschen Sprache als Aufgabe des Unterrichts in allen Fächern“

² Richtlinien zur Berufsorientierung BASS 12-21 Nr. 1 .3.1

Prozesse als relevant herausgebildet haben. Dabei erheben sie nicht den Anspruch, jeweils das gesamte Fach vollständig abzubilden. Die drei für den Chemieunterricht der Sekundarstufe I bedeutsamen Basiskonzepte „Chemische Reaktion“ „Struktur der Materie“ und „Energie“ werden in Kapitel 3.2. näher erläutert.

Die besondere **Bedeutung der Basiskonzepte für das Lernen** besteht darin, dass mit ihrer Hilfe schulische **Inhalte der einzelnen naturwissenschaftlichen Fächer sinnvoll strukturiert werden und die fachlichen Beziehungen durch den Konzeptgedanken über die gesamte Lernzeit miteinander verbunden werden können**. Basiskonzepte bilden als strukturierte Wissensbestände den Rahmen, in dem neue Erfahrungen mit schon erworbenen Kenntnissen verbunden werden. Sie erleichtern so den kontinuierlichen Aufbau von fachlichen Kompetenzen im Sinne kumulativen Lernens und den Erwerb eines grundlegenden, vernetzten Wissens. Sie helfen, Vorgänge in Natur und Technik zu verstehen, bei neuen Phänomenen und Fragestellungen bekannte Zusammenhänge sowie Strukturen zu erkennen und zur Erklärung heranzuziehen. Sie werden Schritt für Schritt durch alle Jahrgangsstufen hindurch in unterschiedlichen Zusammenhängen erkenntniswirksam immer wieder aufgegriffen, thematisiert und weiter ausdifferenziert. Sie bilden die übergeordneten Strukturen im Entstehungsprozess eines vielseitig verknüpften Wissensnetzes. Fachinhalte können dabei aus unterschiedlichen Konzeptperspektiven betrachtet und aus der Sicht des jeweiligen Basiskonzepts strukturiert vernetzt werden.

Lernprozessorientiertes Lehren und handlungsorientiertes Lernen

Eine grundlegende Erkenntnis der Lernforschung ist, dass Wissen am besten in geeigneten Zusammenhängen, also in Kontexten, erworben wird. Darunter sind fachbezogene Anwendungsbereiche zu verstehen. Derartig erworbenes Wissen ist leichter und nachhaltiger aktivierbar und lässt sich erfolgreicher in neuen Zusammenhängen anwenden. Dies wird durch Bezüge zwischen Lern- und Anwendungsbereichen begünstigt. Der Unterricht in den Fächern Chemie, Biologie und Physik wird daher in solchen Kontexten gestaltet.

Auf diese Weise gelingt es, fachliches Wissen in für Schülerinnen und Schüler Sinn gebenden Zusammenhängen zu entwickeln. **Dieses Wissen muss allerdings immer wieder aus den Erwerbskontexten herausgelöst und in die fachsystematischen Strukturen der Basiskonzepte integriert werden, um es anschlussfähig und verfügbar zu machen**. So wird zum einen sichergestellt, dass die KMK-Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss erreicht werden, zum anderen wird aber auch ein tragfähiges Fundament für die gymnasiale Oberstufe gelegt.

Ausgehend von **Alltagserfahrungen, Vorstellungen und bereits erworbenen Kompetenzen** der Schülerinnen und Schüler führt der Unterricht in den Fächern Chemie, Biologie und Physik in der Sekundarstufe I weiter an naturwissenschaftliche Konzepte, Sicht- und Arbeitsweisen heran. Vorstellungen bzw. Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler werden behutsam in Richtung tragfähiger fachlicher Konzepte erweitert, umgeformt oder durch diese ersetzt.

Dabei soll die bei Schülerinnen und Schülern anzutreffende Freude am Entdecken und Lernen genutzt und weiter gefördert werden. Wird eigenes Erleben und Handeln

durch systematisches, durch Modelle und Theorien gestütztes Fragen, Beobachten und Beschreiben geleitet, werden für Schülerinnen und Schüler in der Sekundarstufe I altersgemäß naturwissenschaftliche Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten sichtbar sowie anschlussfähige und vernetzbare Konzepte entwickelt.

In diesen Zusammenhängen spielt die **Nutzung neuer Medien** eine wichtige Rolle. Sie werden bei der Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten, bei der Darstellung und der Simulation fachlicher Sachverhalte ebenso eingesetzt wie bei der Suche nach Informationen, der Präsentation und der Kommunikation von Überlegungen und Ergebnissen.

Darüber hinaus werden in fachlichen Zusammenhängen auch Kompetenzen entwickelt, die über das Fachliche hinaus von Bedeutung sind. Zu ihnen gehören z. B. die Lesekompetenz, die Fähigkeit zur Informationsbeschaffung, Kommunikations- und Teamfähigkeit sowie Fähigkeiten zu selbst bestimmtem Lernen und zur Reflexion der eigenen Tätigkeit.

Vernetzung der naturwissenschaftlichen Fächer und Öffnung für Technik

Der vorliegende Lehrplan bietet viele Möglichkeiten zur Einbindung technischer Sachverhalte.

Im Fach Chemie können durchgeführte Experimente im Labormaßstab Abläufe verdeutlichen, die in Industrieanlagen meist vollautomatisch gesteuert ablaufen. Dabei werden Produktions-, Verarbeitungs- und Veredelungsprozesse von Stoffen in den Blick genommen. Durch Betrachtungen der technischen Möglichkeiten beim Umgang mit unerwünschten Nebenprodukten bzw. Recyclingverfahren zur Rückgewinnung wertvoller Ausgangsmaterialien können an ausgewählten Beispielen Schwerpunkte im Sinne eines nachhaltigen Umgangs mit Ressourcen gesetzt werden. Unter demselben Aspekt sind Energie umwandelnde Abläufe und ihre technischen Steuerungsmöglichkeiten zunehmend bedeutsam.

Als konkrete Beispiele seien genannt:

- Gewinnung und Rückgewinnung von Metallen, insbesondere Eisen und Stahl
- Großtechnische Herstellung von Kunststoffen
- Verarbeitungsprozesse von Lebensmitteln
- Treibstoffe für unterschiedliche Zwecke und Erdölraffination
- Batterien und Brennstoffzellen.

Überdies bieten sich Möglichkeiten, über Vorteile und Risiken der technischen Nutzung naturwissenschaftlicher Kenntnisse zu reflektieren. Darüber hinaus sollte an ausgewählten Beispielen aufgezeigt werden, dass fachliche Kompetenzen aus mehreren Fächern und eine interdisziplinäre Herangehensweise notwendig sind, um komplexere Fragestellungen zu lösen. Fachübergreifende Aspekte sollen überall, wo es sinnvoll ist, aufgegriffen und Vernetzungsmöglichkeiten aufgezeigt werden. Dabei muss darauf geachtet werden, dass Konzepte und Begriffe mit dem Anspruch auf Anschlussfähigkeit eingeführt und in ihren Definitionen und Tragweiten zwischen den Fächern abgestimmt werden.

Vernetzung mit Mathematik

Bereits im Anfangsunterricht der Jahrgangsstufe 7 sind vielfältige Anwendungen mathematisch erworbener Kenntnisse möglich und sinnvoll, so z. B. bei der Behandlung der Dichte und den proportionalen Zuordnungen im Zusammenhang mit den chemischen Grundgesetzen. Ebenso lassen sich Berechnungen zum Herstellen von Lösungen mit einem bestimmten Gehalt in Gramm (g) oder Milligramm (mg) pro Liter oder mit prozentualen Angaben einführen.

Nach Einführung der molaren Masse und der Avogadro-Zahl werden Größengleichungen genutzt, um an Anwendungsbeispielen stöchiometrische Berechnungen durchzuführen.

Das Anfertigen von Diagrammen mit geeigneter Achseneinteilung und die graphischen Darstellungen von Messreihen bzw. Interpretationen solcher Diagramme sind weitere Beispiele, in denen bewusst Kompetenzen, die im Mathematikunterricht erworben wurden, genutzt und angewendet werden.

Kompetenzerwerb im Chemieunterricht

Kompetenzen

Der Sachunterricht der Grundschule und der Unterricht in den Fächern Chemie, Biologie und Physik in der Sekundarstufe I ermöglichen den Erwerb von Kompetenzen, die insgesamt naturwissenschaftliche Grundbildung ausmachen. In den Bildungsstandards werden diese unterschieden in

- **konzeptbezogene Kompetenzen**, die die **Inhaltsdimension** beschreiben, somit das Fachwissen festlegen und sich auf naturwissenschaftliche Basiskonzepte und mit ihnen verbundene Vorstellungen und Begriffe beziehen
- **prozessbezogene Kompetenzen**, die die **Handlungsdimension** beschreiben und sich auf naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen beziehen.

Konzeptbezogene Kompetenzen umfassen das Verständnis und die Anwendung begründeter Prinzipien, Theorien, Begriffe und Erkenntnis leitender Ideen, mit denen Phänomene und Vorstellungen in dem jeweiligen Fach beschrieben, geordnet sowie Ergebnisse vorhergesagt und eingeschätzt werden können. Auf dieser Wissensbasis können die Schülerinnen und Schüler die natürliche bzw. die von Menschen veränderte Welt verstehen und Zusammenhänge erklären. Diese inhaltliche Dimension, in den Bildungsstandards als **Fachwissen** bezeichnet, wird durch fachliche Basiskonzepte als übergeordnete Strukturen systematisierten und strukturierten Fachwissens abgebildet. Erworbene fachliche Kompetenzen werden in Basiskonzepte eingebunden und so vernetzt gesichert.

Prozessbezogene Kompetenzen beschreiben die Handlungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler in Situationen, in denen die Nutzung naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen erforderlich ist. Den Bildungsstandards entsprechend sind sie durch die **drei Bereiche Erkenntnisgewinnung, Bewertung und Kommunikation** geordnet. Da sie zum großen Teil für die Fächer Chemie, Biologie und Physik gleich bedeutsam und ähnlich formuliert sind, sind hinsichtlich ihrer Vermittlung zwischen den Fachkonferenzen Absprachen zu treffen. Durch systematisches und reflektiertes Experimentieren, durch Nutzen chemischer Untersuchungsmethoden und

Theorien, durch Auswerten und Bewerten und nicht zuletzt durch Präsentieren und Kommunizieren der Ergebnisse entwickeln Schülerinnen und Schüler prozessbezogene Kompetenzen. Konkrete, sich entwickelnde und zu beobachtende Kompetenzen verbinden Schüleraktivitäten mit fachlichen Inhalten, sie besitzen also stets eine Handlungs- und eine Inhaltsdimension.

Im Kapitel 3 werden die Kompetenzerwartungen für das Fach Chemie in der Sekundarstufe I benannt und beschrieben.

Der Unterricht in den Fächern Chemie, Biologie und Physik unterstützt gleichzeitig auch die **Entwicklung personaler und sozialer Kompetenzen**, die lebenslanges Lernen und gesellschaftliche Mitgestaltung ermöglichen. Schülerinnen und Schüler sollen deshalb im Unterricht insbesondere Verantwortung für das eigene Lernen übernehmen, bewusst Lernstrategien einsetzen und gemeinsam mit anderen chemische, biologische und physikalische Phänomene erkunden und Konzepte erarbeiten.

Inhaltsfelder bilden den obligatorischen thematischen Zusammenhang, in dem Schülerinnen und Schüler in problem- und handlungsorientiert gestaltetem Unterricht fachliche Kompetenzen entwickeln. In den Inhaltsfeldern werden relevante und damit obligatorisch zu behandelnde Schwerpunkte, Begriffe und Theorien des Faches Chemie aufgeführt. In welchem Ausprägungsgrad dies jeweils erfolgen soll, beschreiben die ihnen zugeordneten konzeptbezogenen Kompetenzen. Dabei kann ein und dieselbe konzeptbezogene Kompetenz durchaus verschiedenen Inhaltsfeldern zugeordnet werden, um durch Wiederholung und Vertiefung besser verankert und damit nutzbar zu werden.

Den Inhaltsfeldern sind **fachliche Kontexte** zugeordnet, die ebenfalls in einem größeren Zusammenhang stehen. Sie strukturieren und akzentuieren die Inhalte unter verschiedenen, sich ergänzenden Perspektiven auf Anwendungsbereiche und knüpfen an Erfahrungen und an das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler an. Damit lenken sie in einer altersgemäßen Form den Blick auf bedeutsame Situationen und Fragestellungen, in denen chemische Sicht- und Arbeitsweisen zum Verständnis der Welt beitragen können. Sie schließen an geeigneten Stellen auch übergeordnete Aspekte wie Gesundheit, Nachhaltigkeit, Ressourcenschonung, Umweltschutz und ethische Fragen ein.

Auf diese Weise werden für Schülerinnen und Schüler relevante Perspektiven auf Sachverhalte und Anwendungsbereiche eröffnet, die auch über das Fach Chemie hinaus weisen können. Die Verankerung des Gelernten in den fachsystematischen Strukturen der Basiskonzepte hilft dabei, bereits erworbene Kompetenzen aus anderen Fächern zu nutzen und thematisch an andere Fächer anzuschließen.

Im Kapitel 4 werden hierzu weitere Erläuterungen gegeben.

3 Kompetenzerwartungen im Fach Chemie in der Sekundarstufe I

Die im Folgenden beschriebenen Kompetenzen stellen verbindliche Standards für das Fach Chemie dar. Sie beschreiben die Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, die sich im Unterricht bis zum Ende der Sekundarstufe I kumulativ entwickeln sollen. Sie dienen den Lehrerinnen und Lehrern als Zielorientierung. **Gleichzeitig definieren sie, welche Voraussetzungen im nachfolgenden Fachunterricht der gymnasialen Oberstufe erwartet werden können.**

Die formulierten Kompetenzen beschreiben erwartete Ergebnisse des Lernens und nicht Themen für den Unterricht. Der Unterricht ist thematisch und methodisch so anzulegen, dass alle Schülerinnen und Schüler im Laufe der Jahrgangsstufen 5 bis 9 geeignete Lerngelegenheiten erhalten, die genannten Kompetenzen nachhaltig zu erwerben. Daher ist es notwendig, in den einzelnen Inhaltsfeldern und Anwendungsbereichen Schwerpunkte auf den Erwerb bestimmter Kompetenzen zu setzen. Hierzu legen die Fachkonferenzen Grundsätze fest. In der Summe müssen alle Kompetenzen am Ende der Jahrgangsstufe 9 erreicht sein.

Die Kompetenzen sind nach den in Kapitel 2 dargestellten Kompetenzbereichen geordnet und eng miteinander vernetzt.

Die **prozessbezogenen Kompetenzen** (Kapitel 3.1) sind nach den in Kapitel 2 dargestellten Bereichen beschrieben. Wegen ihrer Bedeutsamkeit für die drei naturwissenschaftlichen Fächer und großer Überschneidungen ist eine Abstimmung zwischen den Fächern notwendig, um Synergieeffekte zu nutzen.

Die **Basiskonzepte des Faches Chemie** sind in Kapitel 3.2 dargestellt. Sie werden jeweils im Zusammenhang skizziert, bevor die zugehörigen konzeptbezogenen Kompetenzen dargestellt werden. Der Übersicht halber werden hier die Basiskonzepte aller drei Fächer aufgeführt.

	Basiskonzepte			
Chemie	Chemische Reaktion	Struktur der Materie	Energie	
Biologie	System	Struktur und Funktion	Entwicklung	
Physik	System	Struktur der Materie	Energie	Wechselwirkung

Die Fächer Chemie und Physik beschreiben wegen der Notwendigkeit der Verwendung einheitlicher Begriffe die Basiskonzepte „Struktur der Materie“ und „Energie“ gemeinsam. Die fachspezifisch konkretisierten Kompetenzerwartungen zu diesen Basiskonzepten werden allerdings in beiden Lehrplänen getrennt ausgewiesen.

Die **konzeptbezogenen Kompetenzen** für das Fach Chemie sind in Kapitel 3.3 dargestellt.

Sie werden für eine Kompetenzniveaustufe I und eine Kompetenzniveaustufe II ausgewiesen, um die Lernprogression im Laufe der Sekundarstufe I zu verdeutlichen.

Wenn der Unterricht im Fach Chemie schon in der Jahrgangsstufe 6 einsetzt, beschließt die Fachkonferenz, welche der Kompetenzen aus Stufe I bereits in Klasse 6 erworben werden sollen.

3.1 Prozessbezogene Kompetenzen im Fach Chemie

Die prozessbezogenen Kompetenzen beschreiben die Handlungsfähigkeit von Schülerinnen und Schülern in Situationen, in denen naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen erforderlich sind. Sie werden auf dem für einen Kernlehrplan angemessenen Abstraktionsniveau formuliert. Auf die Darstellung einer Progression im Laufe der Sekundarstufe I wird verzichtet. Die Ausprägung der beschriebenen Schüleraktivitäten, die Komplexität der Anwendungssituationen und der Grad der Selbstständigkeit werden in den verschiedenen Altersstufen in einer Form erwartet, die dem jeweiligen altersgemäßen Entwicklungsstand der Schülerinnen und Schülern entspricht und geschlechtsspezifischen Unterschieden in der Lernausgangslage und Umgangsweise Rechnung trägt. Dabei werden Kooperation und Kommunikation auch als Elemente fachmethodischen Arbeitens verstanden.

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung***Experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Modelle nutzen***

Bis Ende von Jahrgangsstufe 9
<i>Schülerinnen und Schüler ...</i>
<ul style="list-style-type: none"> • beobachten und beschreiben chemische Phänomene und Vorgänge und unterscheiden dabei Beobachtung und Erklärung • erkennen und entwickeln Fragestellungen, die mit Hilfe chemischer und naturwissenschaftlicher Kenntnisse und Untersuchungen zu beantworten sind • analysieren Ähnlichkeiten und Unterschiede durch kriteriengeleitetes Vergleichen • führen qualitative und einfache quantitative Experimente und Untersuchungen durch und protokollieren diese • recherchieren in unterschiedlichen Quellen (Print- und elektronische Medien) und werten die Daten, Untersuchungsmethoden und Informationen kritisch aus • wählen Daten und Informationen aus verschiedenen Quellen, prüfen sie auf Relevanz und Plausibilität und verarbeiten diese adressaten- und situationsgerecht • stellen Hypothesen auf, planen geeignete Untersuchungen und Experimente zur Überprüfung, führen sie unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durch und werten sie unter Rückbezug auf die Hypothesen aus • interpretieren Daten, Trends, Strukturen und Beziehungen, erklären diese und ziehen geeignete Schlussfolgerungen • stellen Zusammenhänge zwischen chemischen Sachverhalten und Alltagsercheinungen her und grenzen Alltagsbegriffe von Fachbegriffen ab • zeigen exemplarisch Verknüpfungen zwischen gesellschaftlichen Entwicklungen und Erkenntnissen der Chemie auf.

Kompetenzbereich Kommunikation***Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen***

Bis Ende von Jahrgangsstufe 9
<i>Schülerinnen und Schüler ...</i>
<ul style="list-style-type: none">• argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig
<ul style="list-style-type: none">• vertreten ihre Standpunkte zu chemischen Sachverhalten und reflektieren Einwände selbstkritisch
<ul style="list-style-type: none">• planen, strukturieren, kommunizieren und reflektieren ihre Arbeit, auch als Team.
<ul style="list-style-type: none">• beschreiben, veranschaulichen oder erklären chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache, ggf. mit Hilfe von Modellen und Darstellungen
<ul style="list-style-type: none">• dokumentieren und präsentieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit sachgerecht, situationsgerecht und adressatenbezogen, auch unter Nutzung elektronischer Medien, in Form von Texten, Skizzen, Zeichnungen, Tabellen oder Diagrammen
<ul style="list-style-type: none">• veranschaulichen Daten angemessen mit sprachlichen, mathematischen oder (und) bildlichen Gestaltungsmitteln
<ul style="list-style-type: none">• beschreiben und erklären in strukturierter sprachlicher Darstellung den Bedeutungsgehalt von fachsprachlichen bzw. Alltagssprachlichen Texten und von anderen Medien
<ul style="list-style-type: none">• prüfen Darstellungen in Medien hinsichtlich ihrer fachlichen Richtigkeit
<ul style="list-style-type: none">• protokollieren den Verlauf und die Ergebnisse von Untersuchungen und Diskussionen in angemessener Form
<ul style="list-style-type: none">• recherchieren zu chemischen Sachverhalten in unterschiedlichen Quellen und wählen themenbezogene und aussagekräftige Informationen aus.

Kompetenzbereich Bewertung***Fachliche Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen, beurteilen und bewerten***

Bis Ende von Jahrgangsstufe 9
<i>Schülerinnen und Schüler ...</i>
<ul style="list-style-type: none"> • beurteilen und bewerten an ausgewählten Beispielen Informationen kritisch auch hinsichtlich ihrer Grenzen und Tragweiten
<ul style="list-style-type: none"> • stellen Anwendungsbereiche und Berufsfelder dar, in denen chemische Kenntnisse bedeutsam sind
<ul style="list-style-type: none"> • nutzen chemisches und naturwissenschaftliches Wissen zum Bewerten von Chancen und Risiken bei ausgewählten Beispielen moderner Technologien und zum Bewerten und Anwenden von Sicherheitsmaßnahmen bei Experimenten und im Alltag
<ul style="list-style-type: none"> • beurteilen an Beispielen Maßnahmen und Verhaltensweisen zur Erhaltung der eigenen Gesundheit
<ul style="list-style-type: none"> • benennen und beurteilen Aspekte der Auswirkungen der Anwendung chemischer Erkenntnisse und Methoden in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen an ausgewählten Beispielen
<ul style="list-style-type: none"> • binden chemische Sachverhalte in Problemzusammenhänge ein, entwickeln Lösungsstrategien und wenden diese nach Möglichkeit an
<ul style="list-style-type: none"> • nutzen Modelle und Modellvorstellungen zur Bearbeitung, Erklärung und Beurteilung chemischer Fragestellungen und Zusammenhänge
<ul style="list-style-type: none"> • beurteilen die Anwendbarkeit eines Modells
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben und beurteilen an ausgewählten Beispielen die Auswirkungen menschlicher Eingriffe in die Umwelt
<ul style="list-style-type: none"> • erkennen Fragestellungen, die einen engen Bezug zu anderen Unterrichtsfächern aufweisen und zeigen diese Bezüge auf
<ul style="list-style-type: none"> • nutzen fachtypische und vernetzte Kenntnisse und Fertigkeiten, um lebenspraktisch bedeutsame Zusammenhänge zu erschließen
<ul style="list-style-type: none"> • entwickeln aktuelle, lebensweltbezogene Fragestellungen, die unter Nutzung fachwissenschaftlicher Erkenntnisse der Chemie beantwortet werden können
<ul style="list-style-type: none"> • Diskutieren und bewerten gesellschaftsrelevante Aussagen aus unterschiedlichen Perspektiven, auch unter dem Aspekt der nachhaltigen Entwicklung.

3.2 Basiskonzepte im Fach Chemie

Basiskonzept Chemische Reaktion

Vorgänge, bei denen neue Stoffe entstehen, werden als chemische Vorgänge oder chemische Reaktionen bezeichnet. Das Basiskonzept Chemische Reaktion beschreibt die Veränderungen von Stoffen aus makroskopischer und aus submikroskopischer Sicht. Makroskopisch lässt sich eine chemische Reaktion mithilfe einer Reihe von Kennzeichen charakterisieren, die sich auf die stoffliche Veränderung sowie auf den Energieumsatz bei dieser Veränderung beziehen. Submikroskopisch lassen sich chemische Reaktionen – u. a. auch zur genaueren Abgrenzung zu physikalischen Veränderungen – als Vorgänge definieren, bei denen Bindungen zwischen Atomen oder Ionen gelöst und neu geknüpft werden und diese dabei Veränderungen in ihrer Anordnung erfahren. Bedeutsame chemische Reaktionen lassen sich mit dem Akzeptor-Donator-Modell erfassen und aus den Perspektiven von Redox-Reaktionen und Säure-Base-Reaktionen beschreiben. Die Tiefe der Deutungsebene, insbesondere im Hinblick auf den Ablauf von chemischen Reaktionen, ist dabei durch das eingeführte Atommodell determiniert.

Die Schülerinnen und Schüler erfahren am Beispiel alltäglicher Vorgänge zunächst, dass chemische Reaktionen von physikalischen Veränderungen unterscheidbar sind. Ein Wechsel des Aggregatzustandes durch thermische Einwirkung ist ein physikalischer Vorgang, der reversibel ist. Verdampft z. B. eine Flüssigkeit bei Energiezufuhr und wird zu einem Gas, das durch Kondensation wieder zu einer Flüssigkeit wird, ist der Stoff mit seinen Eigenschaften erhalten geblieben. Diese physikalischen Veränderungen eines Stoffes werden auf der Basis eines einfachen Teilchenmodells auch auf submikroskopischer Ebene verstehbar.

Die Schülerinnen und Schüler erfahren, dass Temperatureinwirkungen aber auch zu chemischen Reaktionen führen können. Am Beispiel alltagsbekannter Prozesse erfahren sie, dass bei chemischen Umsetzungen neue Stoffe entstehen. Diese neuen Stoffe werden Reaktionsprodukte genannt. Sie unterscheiden sich in ihren Eigenschaften von den Ausgangsstoffen (auch Edukte genannt), aus denen sie hervorgegangen sind. Die Geschwindigkeit, mit der sich die Edukte zu den Produkten umsetzen, kann beeinflusst werden.

Mithilfe einfacher Experimente lernen die Schülerinnen und Schüler, dass sich die Masse bei chemischen Reaktionen nicht verändert. Mit dieser Erkenntnis nimmt der Unterricht die quantitative Betrachtung chemischer Reaktionen auf. Ein einfaches Atommodell erlaubt es, das Gesetz von der Erhaltung der Masse zu erklären. Die Schülerinnen und Schüler lernen im weiteren Verlauf, dass die an chemische Reaktionen beteiligten Teilchen immer in definierten Verhältnissen miteinander reagieren.

Der Prozess der Reorganisation – bzw. allgemein des Umbaus von Teilchenanordnungen bei chemischen Reaktionen – wird zunächst in Form von Reaktionsschemata, später in Reaktionsgleichungen beschrieben.

Dabei lassen sich verschiedene Typen von Reaktionen im Unterricht unterscheiden. Zunächst werden Redox-Prozesse als Aufnahme und Abgabe von Sauerstoff

beschrieben, später dann als Elektronendonator- und -akzeptorreaktionen angewandt, z. B. bei der Bearbeitung technischer Metallgewinnungsprozesse und elektrochemischer Verfahren.

Die Schülerinnen und Schüler lernen Säuren als Stoffe kennen, deren wässrige Lösungen Wasserstoff-Ionen enthalten. Alkalische Lösungen sind Lösungen, die Hydroxid-Ionen enthalten. Später wird diese Vorstellung erweitert um die Definition von Säuren als Wasserstoffionendonatoren und Basen als Wasserstoffionenakzeptoren. Diese Vorstellungen finden Anwendung in der Erarbeitung einer Reihe alltagsrelevanter Phänomene sowie ebenfalls in der Behandlung technischer Verfahren.

Auf der Basis des eingeführten Atommodells und der Kenntnisse des Periodensystems erfahren die Schülerinnen und Schüler im fortgeschrittenen Unterricht, dass Atome bei einer chemischen Reaktion zwar erhalten bleiben, diese jedoch bei diesem Prozess Veränderungen in der Elektronenhülle erfahren. Sie lernen, dass verschiedene Bindungstypen existieren und dass zwischen Atomen ein anderer Bindungstyp vorliegt als zwischen Ionen. Die Tiefe der Deutungsebene ist dabei durch das eingeführte Atommodell bestimmt.

Aufgrund der Erkenntnis, dass Atome bei chemischen Reaktionen erhalten bleiben, kann sich darüber hinaus ein System aufeinander folgender Reaktionen ergeben, wobei eine Atomsorte in allen Folgereaktionen immanent ist und sich so ein Stoffkreislauf beschreiben lässt (z. B. sog. Kohlenstoffkreislauf oder sog. Stickstoffkreislauf). Der Kreislaufgedanke ist eng verknüpft mit dem Aspekt der Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen.

Die Erkenntnis, dass chemische Reaktionen umkehrbar sind und unvollständig verlaufen können, soll im fortgeschrittenen Unterricht angebahnt werden, um das Verständnis des dynamischen Gleichgewichts zu erleichtern, welches in der gymnasialen Oberstufe erarbeitet wird.

Basiskonzept Struktur der Materie

Modelle von der Struktur der Materie sind Grundlage für das Verständnis der modernen Chemie und Physik. Atomvorstellungen haben dabei eine wichtige Funktion. Da es hier zu Überschneidungen kommt, ist dieses Basiskonzept in beiden Lehrplänen Chemie und Physik aufgenommen worden, um die notwendigen Absprachen zwischen den Fachkonferenzen zu ermöglichen.

Die Eigenschaften, die Zusammensetzung, die Veränderungen und der Ursprung von Materie gehören zu den grundlegenden Fragestellungen der Chemie und Physik. Dabei führt die makroskopische Sicht auf Materie zur Charakterisierung und Klassifizierung von Stoffen und ihren Eigenschaften, die submikroskopische Sicht nutzt je nach darzustellendem Zusammenhang Modelle zur Beschreibung des Aufbaus der Materie. Die Untersuchung stofflicher Zustände und Prozesse und deren Deutung mit Hilfe von Modellen der submikroskopischen Ebene sind grundlegendes Anliegen des Unterrichts in den Fächern Chemie und Physik. Das Basiskonzept Struktur der Materie fasst die wesentlichen Phänomene, experimentellen Befunde, logischen Überlegungen und Modelle zusammen, die zu den heutigen Vorstellungen vom Aufbau der

Materie sowie von den Wechselwirkungen zwischen den die Materie aufbauenden kleinen Teilchen geführt haben.

Materie begegnet Schülerinnen und Schülern zunächst in Objekten aus ihrem täglichen Erfahrungsbereich (die Physik nennt sie Körper) und den Stoffen, aus denen sie bestehen und die ihre Eigenschaften bestimmen. Sie lernen, Körper und Stoffe nach ihrem Aussehen, ihren Eigenschaften und ihren Nutzungsmöglichkeiten zu unterscheiden, zu charakterisieren und zu klassifizieren. Körper besitzen z. B. Oberfläche, Masse und Volumen. Körper und Stoffe können gasförmig, flüssig oder fest sein. Stoffe haben charakteristische physikalische Eigenschaften (z. B. Dichte, Schmelz- und Siedetemperatur, spezifische Leitfähigkeit) und chemische Eigenschaften (z. B. Brennbarkeit, Redoxverhalten, und Säure-Base-Verhalten). Sie können ihren Aggregatzustand und damit ihre Erscheinungsform ändern.

Stoffe können als reine Stoffe oder als Stoffgemische vorliegen. Ein Gemisch entsteht durch physikalische Vorgänge (Mischen), wobei die Eigenschaften der reinen Stoffe (Elementsubstanzen, Verbindungen) erhalten bleiben. Ein Gemisch kann mit physikalischen Trennverfahren in seine Bestandteile (reine Stoffe) zerlegt werden.

Aus Elementsubstanzen (Stoffe aus einer Atomart) entstehen durch chemische Reaktionen chemische Verbindungen. Ihre Eigenschaften lassen sich nicht aus den Eigenschaften der Elementsubstanzen ableiten. Chemische Reaktionen bewirken also mehr als nur die Neuordnung der beteiligten Teilchen. Chemische Verbindungen lassen sich nur durch chemische Reaktionen wieder in Elementsubstanzen zerlegen.

Neben einer Beschreibung stofflicher Phänomene sollen Schülerinnen und Schüler schon sehr früh einfache Modelle zum Aufbau der Materie kennen lernen. Viele makroskopisch zu beobachtende Eigenschaften und Veränderungen von Stoffen lassen sich durch den Aufbau der Stoffe aus Atomen erklären, die unterschiedlich stark aneinander gebunden sein können. Aber schon einige elementare elektrische Erscheinungen wie elektrostatische Aufladungen sprechen dafür, dass die Atome wiederum aus positiven und negativen Bestandteilen bestehen müssen. Ein einfaches Kern-Hülle-Modell lässt also ein differenziertes Bild der Atome entstehen und erklärt entsprechende experimentelle Beobachtungen.

Atomkerne sind aus elektrisch positiv geladenen Protonen und elektrisch neutralen Neutronen aufgebaut. Chemische Elemente unterscheiden sich in der Anzahl ihrer Protonen. Ionen unterscheiden sich von den Atomen durch Überschuss oder Mangel an Elektronen. Radioaktive Isotope lassen sich später durch Elemente mit verschiedener Neutronenzahl charakterisieren, die den Atomkern instabil werden lassen. Während der Kern fast die gesamte Masse eines Atoms ausmacht, wird die räumliche Ausdehnung durch die Hülle aus Elektronen bestimmt.

Auf der Basis dieser Kenntnisse lernen Schülerinnen und Schüler im Chemieunterricht die Aufbauprinzipien des Periodensystems kennen. Sie nutzen es zunehmend für Vorhersagen der Eigenschaften und des Reaktionsverhaltens von Elementsubstanzen. Sie lernen, dass für die Eigenschaften eines Stoffes nicht nur die Atomsorten und das Atomanzahlverhältnis verantwortlich sind. Neben der atomaren Zusammensetzung sind vor allem die Art und Weise der Verknüpfung, der Wechselwirkung und des Zusammenhalts zwischen den Teilchen, d. h. die Struktur eines Stoffes, für

seine Eigenschaften entscheidend. Das gilt sogar für Stoffe, die nur aus einer einzigen Atomsorte bestehen (z. B. für Diamant und Graphit).

Über die Hüllenelektronen werden Wechselwirkungen mit anderen Atomen vermittelt, die darüber entscheiden, ob sich Atome zu Molekülen verbinden oder aber Ionen bilden, die sich anziehen. Auf der Basis dieser Erkenntnisse können Bindungstypen charakterisiert werden, Wechselwirkungen, Eigenschaften und Verwendbarkeit von Stoffen lassen sich so in Grenzen vorhersagen.

Eine besondere Rolle spielen in der Physik die festen Körper. Mit Hilfe des Schalenmodells lassen sich schon Bindungstypen in diesen Körpern und damit Leiter, Halbleiter und Isolatoren unterscheiden.

Im Physikunterricht erfolgt eine vertiefte Behandlung der Radioaktivität und der Kernenergie. Die relativ einfachen Teilchenmodelle der Sekundarstufe I werden im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe weiter differenziert.

Basiskonzept Energie

Ausführungen zum Basiskonzept Energie werden in allen Fachlehrplänen Chemie, Biologie und Physik aufgenommen, weil eine gemeinsame Verständnisbasis der Fachlehrerinnen und Fachlehrer dieser Fächer unerlässlich ist, um eine kongruente Entwicklung des Energiekonzepts bei Schülerinnen und Schülern zu ermöglichen.

Energie ist eine der wichtigsten universellen Größen für die naturwissenschaftliche Beschreibung unserer Welt. Sie ist so etwas wie der „Treibstoff“ allen Lebens und jeder Veränderung, die sich naturwissenschaftlich beschreiben lässt. Energieumwandlungen treten bei allen Vorgängen in Natur und Technik auf und sie bestimmen entscheidend deren Ablauf. Ihre Nutzung verändert den Lebensraum Erde, ist Motor für technischen Fortschritt, erleichtert unser Leben und macht Mobilität erst möglich, um nur einige Aspekte zu nennen. Allerdings hat ihre extensive Verwendung auch nachteilige Folgen für unseren Lebensraum, wenn man etwa die globale Erwärmung betrachtet oder die begrenzten Ressourcen und das Problem der Umwandlungsprodukte in den Blick nimmt. Bedeutung und Auswirkungen der Energienutzung spielen in ökonomischen, gesellschaftlichen und damit auch in politischen Zusammenhängen eine besondere Rolle. Daher ist das konzeptuelle Verständnis von Energie wesentlicher Bestandteil naturwissenschaftlicher Grundbildung.

Energie kommt in unterschiedlichen Formen vor und kann auf unterschiedliche Weise in Körpern gespeichert sein. Sie ist z. B. verbunden mit der Bewegung, der Masse und der Verformung von Körpern, ist gespeichert in Atomkernen, in Atomen, in den chemischen Bindungen, in Feldern und als innere Energie in der thermischen Bewegung von Teilchen. Sie kann transportiert bzw. übertragen werden. Strahlung, Wärmeleitung, Kraftwirkung und elektrischer Strom sind typische Mechanismen des Energietransports bzw. der Übertragung. Alle Energieformen lassen sich durch Wechselwirkung in andere umwandeln. Dabei bleiben Energiemengen erhalten und können bilanziert werden (1, Hauptsatz der Thermodynamik). Somit können quantitative Vorhersagen über die Ergebnisse von Prozessen getroffen werden, ohne diese im Detail zu betrachten. Es reicht aus, die Energien von Anfangs- und Endzuständen

zu bilanzieren. Bei allen energetischen Vorgängen, an denen thermische Prozesse beteiligt sind, findet Entwertung statt. Hier wird ein Teil der aufgenommenen Energie als Wärme in die Umgebung abgegeben. Dieser Teil ist dann nicht mehr vollständig weiter verwendbar.

Mit dem Entropiebegriff, der allerdings wegen seiner Komplexität in der Sekundarstufe I nicht thematisiert wird, lässt sich u. a. der Entwertungsaspekt bei Energiewandlungen beschreiben (2. Hauptsatz der Thermodynamik).

Das Energiekonzept ist trotz einiger didaktischer Reduktionen (z. B. Entwertung statt Entropiezunahme) trag-, aussage- und entwicklungsfähig. Es muss sich bei Schülerinnen und Schülern allerdings Schritt für Schritt entwickeln. Dies ist ein kontinuierlicher Prozess, der schon in vorschulischen Erfahrungszusammenhängen beginnt, sich im Sachunterricht der Grundschule und in der Sekundarstufe I fortsetzt und ständig von außerschulischen Erfahrungen begleitet wird.

Kinder und Jugendliche erfahren Energie schon in ihrem alltäglichen Leben als eine Größe, die einen besonderen Wert besitzt. Energiekosten im Haushalt und bei Transportmitteln, aber auch Fragen der Ressourcenverknappung, z. B. beim Erdöl, und der globalen Erwärmung, begegnen ihnen in den Medien und auch in Gesprächen zu Hause. Dabei entstehen häufig Vorstellungen, die mit den fachlichen Sichtweisen nicht oder nur teilweise übereinstimmen und deshalb durch physikalische und chemische Konzepte behutsam erweitert oder ersetzt werden müssen.

Schülerinnen und Schüler erkennen schon im Anfangsunterricht an Beispielen wie der Nahrungsaufnahme und -umsetzung, der Nutzung von Geräten im Alltag und bei chemischen Reaktionen, dass gespeicherte oder bereit gestellte Energie transportiert und in ihren Erscheinungsformen umgewandelt werden kann. Und sie sehen, dass die Energie dabei nicht verloren geht, allerdings nach ihrer Nutzung teilweise bzw. sogar vollständig unbrauchbar ist, wenn sie als Wärme an die Umgebung abgegeben wurde. Energetische Betrachtungen ermöglichen es schon früh, komplexere Vorgänge zu beschreiben, ohne auf Wechselwirkungsprozesse im Detail eingehen zu müssen.

Auf unnötige begriffliche Differenzierungen und Spezialisierungen kann und soll dabei verzichtet werden. Zum ersten Verständnis reicht es völlig aus, wenn Schülerinnen und Schüler an Beispielen beschreiben, dass z. B. Energie durch Strahlung transportiert oder durch Kraftwirkung übertragen wird, dass thermische Energie durch Kontakt, elektrische Energie durch elektrischen Strom übertragen wird.

Benennungen von Energieformen können zunächst unterbleiben. Aussagen wie „*die Aufnahme (Abgabe) von Energie äußert sich in der Erwärmung (Abkühlung) des Körpers*“, „*die Aufnahme (Abgabe) von Energie äußert sich in Bewegungsänderungen*“, „*die Aufnahme (Abgabe) von Energie äußert sich in der Veränderung von Substanzen*“ sind in einem ersten Zugriff durchaus tragfähig.

Auch Energieerhaltung und Energieentwertung begegnen Schülerinnen und Schülern schon im Anfangsunterricht. Dass z. B. mehr Einstrahlung zu einer größeren Temperaturerhöhung führt, dass das Abbremsen aus höherer Geschwindigkeit die Bremsen heißer macht, dass man durch zu viel Essen an Gewicht zunimmt, bietet naheliegende Zugänge zum Konzept der Erhaltung und Bilanzierung der Energie.

Im weiteren Verlauf der Sekundarstufe I nutzen Schülerinnen und Schüler die energetische Betrachtungsweise in verschiedenen Zusammenhängen. Sie erkennen z. B., dass der Ablauf chemischer Reaktionen mit Energieumsätzen verbunden ist. Sie beobachten und beschreiben Energieumwandlungen in der Natur, z. B. bei der Fotosynthese oder bei der Zellatmung, und in der Technik. Sie beschäftigen sich später detaillierter mit Umwandlungsmechanismen, die mit Kraftwirkungen verbunden sind (Arbeit) wie z. B. der Generierung elektrischer Spannung, und nutzen zunehmend auch formale Beschreibungen, um Energie zu bilanzieren. Sie betrachten komplexere Vorgänge in Natur und Technik, bei denen Energie mit der Umgebung ausgetauscht wird, unter systemischen Aspekten. Schließlich erkennen sie, dass Energie auch beim Aufbau der Materie als Bindungsenergie eine wichtige Rolle spielt. Sie beobachten, beschreiben und analysieren Prozesse, bei denen die in Materie enthaltene Energie in chemischen und nuklearen Prozessen teilweise z. B. in elektrische Energie oder Wärme gewandelt und so der weiteren Nutzung zugeführt wird. Dabei nehmen sie auch großtechnische Energieumsetzungen in Kraftwerken in den Blick. Sie erkennen, dass bei thermischer Energie der nutzbare Anteil durch die Temperaturdifferenz zur Umgebung bestimmt wird.

Ein so weit entwickeltes konzeptuelles Verständnis versetzt Schülerinnen und Schüler auch in die Lage, Bedeutung und Nutzen ebenso wie Gefahren der extensiven Energienutzung durch den Menschen einzuschätzen und verschiedene Möglichkeiten der Energiegewinnung, -aufbereitung und -nutzung unter naturwissenschaftlich-technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten zu vergleichen und zu bewerten sowie deren gesellschaftliche Relevanz und Akzeptanz zu diskutieren.

3.3 Konzeptbezogene Kompetenzen im Fach Chemie

Stufen der Lernprogression zum Basiskonzept „Chemische Reaktion“

Wird Chemie in der Jahrgangsstufe 6 unterrichtet, entscheiden die Fachkonferenzen, welche Kompetenzen in der Erprobungsstufe bereits erworben werden sollen. In diesem Fall sind auch Absprachen mit den Fächern Biologie und Physik notwendig, da es hier zu Überschneidungen kommen kann.

Bis zum Ende der Jahrgangsstufe 6 haben die Schülerinnen und Schüler im Biologieunterricht das Konzept der Stoffumwandlung soweit entwickelt, dass sie

- Stoffumwandlungen beobachten und beschreiben (Atmung und Fotosynthese)
- Kohlenstoffdioxid als Produkt einer Stoffumwandlung nachweisen.

Wird mit dem Chemieunterricht in der Jahrgangsstufe 7 begonnen, können diese genannten Kompetenzen vorausgesetzt werden.

Bis Ende von Jahrgangsstufe 9	
Stufe I	Stufe II
<i>Die Schülerinnen und Schüler haben das Konzept der Stoffumwandlung zum Konzept der chemischen Reaktion so weit entwickelt, dass sie ...</i>	<i>Die Schülerinnen und Schüler haben das Konzept der chemischen Reaktion so weit differenziert, dass sie ...</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Stoffumwandlungen beobachten und beschreiben • chemische Reaktionen an der Bildung von neuen Stoffen mit neuen Eigenschaften erkennen, und diese von der Herstellung bzw. Trennung von Gemischen unterscheiden • chemische Reaktionen von Aggregatzustandsänderungen abgrenzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Stoff- und Energieumwandlungen als Veränderung in der Anordnung von Teilchen und als Umbau chemischer Bindungen erklären
<ul style="list-style-type: none"> • Stoffumwandlungen herbeiführen • Stoffumwandlungen in Verbindung mit Energieumsätzen als chemische Reaktion deuten 	<ul style="list-style-type: none"> • mit Hilfe eines angemessenen Atommodells und Kenntnissen des Periodensystems erklären, welche Bindungen bei chemischen Reaktionen gelöst werden und welche entstehen
<ul style="list-style-type: none"> • den Erhalt der Masse bei chemischen Reaktionen durch die konstante Atomanzahl erklären 	
<ul style="list-style-type: none"> • chemische Reaktionen als Umgruppierung von Atomen beschreiben 	<ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeiten der Steuerung chemischer Reaktionen durch Variation von Reaktionsbedingungen beschreiben

Bis Ende von Jahrgangsstufe 9	
Stufe I	Stufe II
<ul style="list-style-type: none"> chemische Reaktionen durch Reaktionsschemata in Wort- und evtl. in Symbolformulierungen unter Angabe des Atomanzahlenverhältnisses beschreiben und die Gesetzmäßigkeit der konstanten Atomanzahlverhältnisse erläutern 	<ul style="list-style-type: none"> Stoffe durch Formeln und Reaktionen durch Reaktionsgleichungen beschreiben und dabei in quantitativen Aussagen die Stoffmenge benutzen und einfache stöchiometrische Berechnungen durchführen
<ul style="list-style-type: none"> chemische Reaktionen zum Nachweis chemischer Stoffe benutzen (Glimmspanprobe, Knallgasprobe, Kalkwasserprobe, Wassernachweis) 	
<ul style="list-style-type: none"> Verbrennungen als Reaktionen mit Sauerstoff (Oxidation) deuten, bei denen Energie freigesetzt wird Redoxreaktionen nach dem Donator-Akzeptor-Prinzip als Reaktionen deuten, bei denen Sauerstoff abgegeben und vom Reaktionspartner aufgenommen wird 	<ul style="list-style-type: none"> elektrochemische Reaktionen (Elektrolyse und elektrochemische Spannungsquellen) nach dem Donator-Akzeptor-Prinzip als Aufnahme und Abgabe von Elektronen deuten, bei denen Energie umgesetzt wird
<ul style="list-style-type: none"> die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen am Beispiel der Bildung und Zersetzung von Wasser beschreiben 	
<ul style="list-style-type: none"> saure und alkalische Lösungen mit Hilfe von Indikatoren nachweisen 	<ul style="list-style-type: none"> Säuren als Stoffe einordnen, deren wässrige Lösungen Wasserstoff-Ionen enthalten die alkalische Reaktion von Lösungen auf das Vorhandensein von Hydroxid-Ionen zurückführen den Austausch von Protonen als Donator-Akzeptor-Prinzip einordnen
<ul style="list-style-type: none"> Das Verbrennungsprodukt Kohlenstoffdioxid identifizieren und dessen Verbleib in der Natur diskutieren 	<ul style="list-style-type: none"> einen Stoffkreislauf als eine Abfolge verschiedener Reaktionen deuten
<ul style="list-style-type: none"> Kenntnisse über Reaktionsabläufe nutzen, um die Gewinnung von Stoffen zu erklären (z. B. Verhüttungsprozesse) 	<ul style="list-style-type: none"> wichtige technische Umsetzungen chemischer Reaktionen vom Prinzip her erläutern (z. B. Eisenherstellung, Säureherstellung, Kunststoffproduktion) Prozesse zur Bereitstellung von Energie erläutern
	<ul style="list-style-type: none"> das Schema einer Veresterung zwischen Alkoholen und Carbonsäuren vereinfacht erklären

Stufen der Lernprogression zum Basiskonzept „Struktur der Materie“

Wird Chemie in der Jahrgangsstufe 6 unterrichtet, entscheiden die Fachkonferenzen, welche Kompetenzen bereits in der Erprobungsstufe erworben werden sollen. In diesem Fall sind auch Absprachen mit den Fächern Biologie und Physik notwendig, da es hier zu Überschneidungen kommen kann.

Im Biologie- und Physikunterricht haben nämlich die Schülerinnen und Schüler bis zum Ende der Jahrgangsstufe 6 das Konzept zur Struktur der Materie soweit entwickelt, dass sie

- einige bedeutsame Stoffe nennen und ihre Eigenschaften beschreiben, z. B. Wasser, Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenstoffdioxid
- an Beispielen beschreiben, dass sich bei verschiedenen Stoffen die Aggregatzustände in Abhängigkeit von der Temperatur verändern
- Aggregatzustände und Aggregatzustandsübergänge auf der Ebene einer einfachen Teilchenvorstellung beschreiben
- Teilchen zur Visualisierung modellhaft darstellen (z. B. Kugelteilchen oder andere Modelle).

Wird mit dem Chemieunterricht in der Jahrgangsstufe 7 begonnen, können diese genannten Kompetenzen vorausgesetzt werden

Bis Ende von Jahrgangsstufe 9	
Stufe I	Stufe II
<i>Die Schülerinnen und Schüler haben das Konzept zur Struktur der Materie so weit entwickelt, dass sie ...</i>	<i>Die Schülerinnen und Schüler haben das Konzept zur Struktur der Materie so weit differenziert, dass sie ...</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Zwischen Gegenstand und Stoff unterscheiden • Ordnungsprinzipien für Stoffe aufgrund ihrer Eigenschaften und Zusammensetzung nennen, beschreiben und begründen: Reinstoffe, Gemische; Elemente (z. B. Metalle, Nichtmetalle), Verbindungen (z. B. Oxide, Salze, organische Stoffe) 	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbauprinzipien des Periodensystems der Elemente beschreiben und als Ordnungs- und Klassifikationsschema nutzen, Haupt- und Nebengruppen unterscheiden
<ul style="list-style-type: none"> • Stoffe aufgrund ihrer Eigenschaften identifizieren (z. B. Farbe, Geruch, Löslichkeit, elektrische Leitfähigkeit, Schmelz- und Siedetemperatur, Aggregatzustände, Brennbarkeit) • Stoffe aufgrund ihrer Zusammensetzung und Teilchenstruktur ordnen • Atome als kleinste Teilchen von Stoffen benennen 	<ul style="list-style-type: none"> • die Vielfalt der Stoffe und ihrer Eigenschaften auf der Basis unterschiedlicher Kombinationen und Anordnungen von Atomen mit Hilfe von Bindungsmodellen erklären (z. B. Ionenverbindungen, anorganische Molekülverbindungen, polare – unpolare Stoffe, Hydroxylgruppe als funktionelle Gruppe)
<ul style="list-style-type: none"> • Stoffe aufgrund von Stoffeigenschaften (z. B. Löslichkeit, Dichte, Verhalten als Säure bzw. Lauge) bezüglich ihrer Verwendungsmöglichkeiten bewerten • Stoffeigenschaften zur Trennung einfacher Stoffgemische nutzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse über Struktur und Stoffeigenschaften zur Trennung, Identifikation, Reindarstellung anwenden und zur Beschreibung großtechnischer Produktion von Stoffen nutzen

Bis Ende von Jahrgangsstufe 9	
Stufe I	Stufe II
<ul style="list-style-type: none"> • die Teilchenstruktur ausgewählter Stoffe/Aggregate mithilfe einfacher Modelle beschreiben (Wasser, Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid, Metalle, Oxide) 	<ul style="list-style-type: none"> • Zusammensetzung und Strukturen verschiedener Stoffe mit Hilfe von Formelschreibweisen darstellen (Summen-/Strukturformeln, Isomere)
<ul style="list-style-type: none"> • die Aggregatzustandsänderungen unter Hinzuziehung der Anziehung von Teilchen deuten 	<ul style="list-style-type: none"> • Kräfte zwischen Molekülen und Ionen beschreiben und erklären • Kräfte zwischen Molekülen als Van-der-Waals-Kräfte Dipol-Dipol-Wechselwirkungen und Wasserstoffbrückenbindungen bezeichnen
<ul style="list-style-type: none"> • einfache Atommodelle zur Beschreibung chemischer Reaktionen nutzen • Einfache Modelle zur Beschreibung von Stoffeigenschaften nutzen 	<ul style="list-style-type: none"> • den Zusammenhang zwischen Stoffeigenschaften und Bindungsverhältnissen (Ionenbindung, Elektronenpaarbindung und Metallbindung) erklären
<ul style="list-style-type: none"> • Atome mithilfe eines einfachen Kern-Hülle-Modells darstellen und Protonen, Neutronen als Kernbausteine benennen sowie die Unterschiede zwischen Isotopen erklären • Lösevorgänge und Stoffgemische auf der Ebene einer einfachen Teilchenvorstellung beschreiben 	<ul style="list-style-type: none"> • chemische Bindungen (Ionenbindung, Elektronenpaarbindung) mithilfe geeigneter Modelle erklären und Atome mithilfe eines differenzierteren Kern-Hülle-Modells beschreiben • mithilfe eines Elektronenpaarabstoßungsmodells die räumliche Struktur von Molekülen erklären

Stufen der Lernprogression zum Basiskonzept „Energie“

Wird Chemie in der Jahrgangsstufe 6 unterrichtet, entscheiden die Fachkonferenzen, welche Kompetenzen bereits in der Erprobungsstufe erworben werden sollen. In diesem Fall sind auch Absprachen mit den Fächern Biologie und Physik notwendig, da es hier zu Überschneidungen kommen kann.

Im Biologie- und Physikunterricht haben die Schülerinnen und Schüler bis zum Ende der Jahrgangsstufe 6 das Konzept zur Energie soweit entwickelt, dass sie

- an Vorgängen aus ihrem Erfahrungsbereich Speicherung, Transport und Umwandlung von Energie aufzeigen
- in Transportketten Energie halbquantitativ bilanzieren und dabei die Idee der Energieerhaltung zugrunde legen
- an Beispielen (Heizen, Bremsen, Abkühlen) zeigen, dass Energie als Wärme in die Umgebung abgegeben wird, nicht weiter genutzt werden kann und damit vollständig entwertet ist.

Wird mit dem Chemieunterricht in der Jahrgangsstufe 7 begonnen, können diese genannten Kompetenzen vorausgesetzt werden

Bis Ende von Jahrgangsstufe 9	
Stufe I	Stufe II
<i>Die Schülerinnen und Schüler haben das Konzept der Energie so weit entwickelt, dass sie ...</i>	<i>Die Schülerinnen und Schüler haben das Konzept der Energie soweit differenziert, dass sie ...</i>
<ul style="list-style-type: none"> chemische Reaktionen energetisch differenziert beschreiben, z. B. mit Hilfe eines Energiediagramms 	<ul style="list-style-type: none"> die bei chemischen Reaktionen umgesetzte Energie quantitativ einordnen
<ul style="list-style-type: none"> Energie gezielt einsetzen, um den Übergang von Aggregatzuständen herbeizuführen (z. B. im Zusammenhang mit der Trennung von Stoffgemischen) Siede- und Schmelzvorgänge energetisch beschreiben 	
<ul style="list-style-type: none"> erläutern, dass bei einer chemischen Reaktion immer Energie aufgenommen oder abgegeben wird 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern, dass Veränderungen von Elektronenzuständen mit Energieumsätzen verbunden sind
<ul style="list-style-type: none"> energetische Erscheinungen bei exothermen chemischen Reaktionen auf die Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärmeenergie zurückführen, bei endothermen Reaktionen den umgekehrten Vorgang erkennen 	
<ul style="list-style-type: none"> konkrete Beispiele von Oxidationen (Reaktionen mit Sauerstoff) und Reduktionen als wichtige chemische Reaktionen benennen sowie deren Energiebilanz qualitativ darstellen 	<ul style="list-style-type: none"> die Umwandlung von chemischer in elektrische Energie und umgekehrt von elektrischer in chemische Energie bei elektrochemischen Phänomenen beschreiben und erklären
<ul style="list-style-type: none"> erläutern, dass zur Auslösung einiger chemischer Reaktionen Aktivierungsenergie nötig ist, und die Funktion eines Katalysators deuten 	<ul style="list-style-type: none"> den Einsatz von Katalysatoren in technischen oder biochemischen Prozessen beschreiben und begründen
<ul style="list-style-type: none"> das Prinzip der Gewinnung nutzbarer Energie durch Verbrennung erläutern. vergleichende Betrachtungen zum Energieumsatz durchführen 	<ul style="list-style-type: none"> das Funktionsprinzip verschiedener chemischer Energiequellen mit angemessenen Modellen beschreiben und erklären (z. B. einfache Batterie, Brennstoffzelle)
<ul style="list-style-type: none"> beschreiben, dass die Nutzung fossiler Brennstoffe zur Energiegewinnung einhergeht mit der Entstehung von Luftschadstoffen und damit verbundenen negativen Umwelteinflüssen (z. B. Treibhauseffekt, Wintersmog) 	<ul style="list-style-type: none"> die Nutzung verschiedener Energieträger (Atomenergie, Oxidation fossiler Brennstoffe, elektrochemische Vorgänge, erneuerbare Energien) aufgrund ihrer jeweiligen Vor- und Nachteile kritisch beurteilen

4 Inhaltsfelder und fachliche Kontexte für das Fach Chemie

Der Unterricht in den Fächern Chemie, Biologie und Physik in den Jahrgangsstufen 5 bis 9 wird durch **Inhaltsfelder und fachliche Kontexte** strukturiert, die in einem thematischen Zusammenhang stehen.

Sie ermöglichen eine schülerorientierte Erarbeitung chemischer Sachverhalte, die Entwicklung und Nutzung fachlicher Kompetenzen und die Kommunikation und Reflexion naturwissenschaftlicher Aussagen. Sie knüpfen an Erfahrungen und an Vorwissen der Schülerinnen und Schüler an und greifen diese unter relevanten Fragestellungen auf, die mit naturwissenschaftlichen Verfahren bearbeitet werden können. Damit ermöglichen sie Zugänge zu einer naturwissenschaftlichen Betrachtungsweise der Welt. Sie schaffen die Möglichkeit, prozessbezogene und konzeptbezogene Kompetenzen in geeigneten fachlichen Kontexten zu erwerben und Basiskonzepte weiter zu entwickeln.

Geeignete Kontexte genügen in der Regel folgenden Kriterien:

- Sie bieten Schülerinnen und Schülern Gelegenheiten, Kompetenzen zu entwickeln und erworbene Kompetenzen in unterschiedlichen Bereichen sinnvoll und erfolgreich anzuwenden
- Sie tragen zur Entwicklung der Basiskonzepte bei
- Sie erhalten durch ihren Bezug zu Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler besondere Bedeutung
- Sie bieten Schülerinnen und Schülern vielfältige Handlungsmöglichkeiten für einen aktiven Lernprozess
- Sie verbinden Konzepte, Sichtweisen und Verfahren der Fächer Chemie, Physik und Biologie.

In diesem Zusammenhang ist Folgendes zu beachten:

Alle Inhaltsfelder mit ihren Schwerpunkten sind verbindlich, ebenso das Arbeiten in fachlichen, zusammenhängenden Kontexten. Werden andere als die vorgeschlagenen Kontexte gewählt, müssen diese gleichwertig sein und die Fachkonferenz muss hierüber einheitlich verbindlich entscheiden. **Dabei ist zu beachten, dass die Kompetenzen in ihrer Gesamtheit bis Klasse 9 erreicht werden können.**

Die in der Übersicht angegebene **Abfolge der Inhaltsfelder** folgt einer an den Kompetenzen orientierten Entwicklung. Sie ist allerdings nicht starr, sondern kann durch die Fachkonferenzen didaktisch begründet verändert werden. Die Stundentafeln der Fächer Chemie, Biologie und Physik sowie organisatorische Entscheidungen der einzelnen Schule müssen ebenfalls aufeinander abgestimmt werden. Dabei ist besonders darauf zu achten, dass ein aufbauender Kompetenzerwerb in Konzepten und Prozessen weiterhin gesichert ist. Ebenso sind die Möglichkeiten zur Zusammenarbeit der Fächer zu nutzen.

Der Kontext „Zukunftssichere Energieversorgung“ eignet sich sehr gut zu fächerübergreifenden Absprachen mit dem Fach Physik, da hier der Kontext „Effiziente Energieversorgung: eine wichtige Zukunftsaufgabe der Physik“, im Zusammenhang mit dem Inhaltsfeld „Energie, Leistung, Wirkungsgrad“ angesprochen wird.

Inhaltsfelder mit zugeordneten Kontexten sollten möglichst in einem zusammenhängenden Abschnitt unterrichtet werden. Eine Aufteilung kann jedoch sinnvoll sein, wenn z. B. der Unterricht an aktuelle Ereignisse angepasst wird. Der zeitliche Umfang für die Behandlung kann durch Tiefe und Breite der Ausgestaltung variiert werden. Ein ausgewogenes Verhältnis der fachlichen Kontexte bezogen auf ihren zeitlichen Umfang ist dabei anzustreben.

Zur Nutzung von Synergieeffekten ist eine **Zusammenarbeit der Fachkonferenzen** Chemie, Biologie und Physik erforderlich. Dabei geht es um Absprachen im inhaltlichen, methodischen und organisatorischen Bereich ebenso wie um das gemeinsame Verständnis von Konzepten. Es ist Aufgabe der Fachkonferenzen, diese Zusammenarbeit und die Bezüge zu planen und festzulegen.

Gleiches gilt für eine Reihe **übergeordneter Fragestellungen** (Gesundheit, Nachhaltigkeit, Ressourcenschonung, Umweltschutz, Nutzung der Kernenergie, Gentechnologie, ethische Fragen, Verantwortung der Naturwissenschaften, ...), die im Unterricht nicht isoliert betrachtet werden sollten. Absprachen innerhalb und zwischen den Fachkonferenzen sind notwendig, um Redundanzen zu vermeiden.

In diesen und anderen geeigneten Zusammenhängen sind auch Kooperationen mit anderen Fächern wie Mathematik, Erdkunde, Deutsch, Englisch, Kunst, Technik oder Religionslehre möglich.

Inhaltsfelder	Fachliche Kontexte
Die obligatorisch zu erwerbenden zugehörigen Kompetenzen finden sich im Kapitel 3.1 und 3.3	Die nachfolgend vorgeschlagenen Kontexte können durch gleichwertige ersetzt werden, wenn die Fachkonferenz dies beschließt.
Stoffe und Stoffveränderungen	Speisen und Getränke – alles Chemie?
<ul style="list-style-type: none"> • Gemische und Reinstoffe • Stoffeigenschaften • Stofftrennverfahren • Einfache Teilchenvorstellung • Kennzeichen chem. Reaktionen 	<ul style="list-style-type: none"> • Was ist drin? Wir untersuchen Lebensmittel, Getränke und ihre Bestandteile • Wir gewinnen Stoffe aus Lebensmitteln • Wir verändern Lebensmittel durch Kochen oder Backen
Stoff- und Energieumsätze bei chemischen Reaktionen	Brände und Brandbekämpfung
<ul style="list-style-type: none"> • Oxidationen • Elemente und Verbindungen • Analyse und Synthese • Exotherme und endotherme Reaktionen, • Aktivierungsenergie • Gesetz von der Erhaltung der Masse • Reaktionsschemata (in Worten) 	<ul style="list-style-type: none"> • Feuer und Flamme • Brände und Brennbarkeit • Die Kunst des Feuerlöschens • Verbrannt ist nicht vernichtet
Luft und Wasser	Nachhaltiger Umgang mit Ressourcen
<ul style="list-style-type: none"> • Luftzusammensetzung • Luftverschmutzung, saurer Regen • Wasser als Oxid • Nachweisreaktionen • Lösungen und Gehaltsangaben • Abwasser und Wiederaufbereitung 	<ul style="list-style-type: none"> • Luft zum Atmen • Treibhauseffekt durch menschliche Eingriffe • Bedeutung des Wassers als Trink- und Nutzwasser; Gewässer als Lebensräume
Metalle und Metallgewinnung	Aus Rohstoffen werden Gebrauchsgegenstände
<ul style="list-style-type: none"> • Gebrauchsmetalle • Reduktionen / Redoxreaktion • Gesetz von den konstanten Massenverhältnissen • Recycling 	<ul style="list-style-type: none"> • Das Beil des Ötzi • Vom Eisen zum Hightechprodukt Stahl • Schrott – Abfall oder Rohstoff
Elementfamilien, Atombau und Periodensystem	Böden und Gesteine – Vielfalt und Ordnung
<ul style="list-style-type: none"> • Alkali- oder Erdalkalimetalle • Halogene • Nachweisreaktionen • Kern-Hülle-Modell • Elementarteilchen • Atomsymbole • Schalenmodell und Besetzungsschema • Periodensystem • Atomare Masse, Isotope 	<ul style="list-style-type: none"> • Aus tiefen Quellen oder natürliche Baustoffe • Streusalz und Dünger – wie viel verträgt der Boden

Inhaltsfelder	Fachliche Kontexte
Ionenbindung und Ionenkristalle	Die Welt der Mineralien
<ul style="list-style-type: none"> Leitfähigkeit von Salzlösungen Ionenbildung und Bindung Salzkristalle Chemische Formelschreibweise und Reaktionsgleichungen 	<ul style="list-style-type: none"> Salzbergwerke Salze und Gesundheit
Freiwillige und erzwungene Elektronenübertragungen	Metalle schützen und veredeln
<ul style="list-style-type: none"> Oxidationen als Elektronenübertragungsreaktionen Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen Beispiel einer einfachen Elektrolyse 	<ul style="list-style-type: none"> Dem Rost auf der Spur Unedel – dennoch stabil Metallüberzüge: nicht nur Schutz vor Korrosion
Unpolare und polare Elektronenpaarbindung	Wasser- mehr als ein einfaches Lösemittel
<ul style="list-style-type: none"> Die Atombindung / unpolare Elektronenpaarbindung Wasser-, Ammoniak- und Chlorwasserstoffmoleküle als Dipole Wasserstoffbrückenbindung Hydratisierung 	<ul style="list-style-type: none"> Wasser und seine besonderen Eigenschaften und Verwendbarkeit Wasser als Reaktionspartner
Saure und alkalische Lösungen	Reinigungsmittel, Säuren und Laugen im Alltag
<ul style="list-style-type: none"> Ionen in sauren und alkalischen Lösungen Neutralisation Protonenaufnahme und Abgabe an einfachen Beispielen stöchiometrische Berechnungen 	<ul style="list-style-type: none"> Anwendungen von Säuren im Alltag und Beruf Haut und Haar, alles im neutralen Bereich
Energie aus chemischen Reaktionen	Zukunftssichere Energieversorgung
<ul style="list-style-type: none"> Beispiel einer einfachen Batterie Brennstoffzelle Alkane als Erdölprodukte Bioethanol oder Biodiesel Energiebilanzen 	<ul style="list-style-type: none"> Mobilität- die Zukunft des Autos Nachwachsende Rohstoffe Strom ohne Steckdose
Organische Chemie	Der Natur abgeschaut
<ul style="list-style-type: none"> Typ. Eigenschaften org. Verbindungen Van-der-Waals-Kräfte Funktionelle Gruppen: Hydroxyl- und Carboxylgruppe Struktur-Eigenschaftsbeziehungen Veresterung Beispiel eines Makromoleküls Katalysatoren 	<ul style="list-style-type: none"> Vom Traubenzucker zum Alkohol Moderne Kunststoffe

5 Leistungsbewertung

Die rechtlich verbindlichen Hinweise zur Leistungsbewertung sowie zu Verfahrensvorschriften sind im Schulgesetz § 48 (1) (2) sowie in der APO–SI § 6 (1) (2) dargestellt.

Die Fachkonferenz legt nach § 70 (4) SchG Grundsätze zu Verfahren und Kriterien der Leistungsbewertung fest. Sie orientiert sich dabei an den im Lehrplan ausgewiesenen Kompetenzen.

Kompetenzerwartungen und Kriterien der Leistungsbewertung müssen den Schülerinnen und Schülern sowie deren Erziehungsberechtigten im Voraus transparent gemacht werden.

Die Leistungsbewertung bezieht sich auf die im Zusammenhang mit dem Unterricht erworbenen Kompetenzen (Kapitel 3.1. und 3.3.). Den Schülerinnen und Schülern muss im Unterricht hinreichend Gelegenheit gegeben werden, diese Kompetenzen in den bis zur Leistungsüberprüfung angestrebten Ausprägungsgraden zu erreichen.

Erfolgreiches Lernen ist kumulativ. Dies bedingt, dass Unterricht und Lernerfolgsüberprüfungen darauf ausgerichtet sein müssen, Schülerinnen und Schülern Gelegenheit zu geben, grundlegende Kompetenzen, die sie in den vorangegangenen Jahren erworben haben, wiederholt anzuwenden.

Für Lehrerinnen und Lehrer sind die Ergebnisse der Lernerfolgsüberprüfungen Anlass, die Zielsetzungen und die Methoden ihres Unterrichts zu überprüfen und ggf. zu modifizieren. Für die Schülerinnen und Schüler sollen sie eine Rückmeldung über den aktuellen Lernstand sowie eine Hilfe für weiteres Lernen darstellen.

Der Unterricht und die Lernerfolgsüberprüfungen sind daher so anzulegen, dass sie den Lernenden auch Erkenntnisse über die individuelle Lernentwicklung ermöglichen. Die Beurteilung von Leistungen soll demnach mit der Diagnose des erreichten Lernstandes und individuellen Hinweisen für das Weiterlernen verbunden werden. Wichtig für den weiteren Lernfortschritt ist es, bereits erreichte Kompetenzen herauszustellen und die Lernenden zum Weiterlernen zu ermutigen. Dazu gehören auch Hinweise zu Erfolg versprechenden individuellen Lernstrategien. Den Eltern sollen Wege aufgezeigt werden, wie sie das Lernen ihrer Kinder unterstützen können.

Im Sinne der Orientierung an Standards sind grundsätzlich alle in Kapitel 3 des Lehrplans ausgewiesenen Bereiche der prozessbezogenen und konzeptbezogenen Kompetenzen bei der Leistungsbewertung angemessen zu berücksichtigen. Dabei kommt dem Bereich der prozessbezogenen Kompetenzen der gleiche Stellenwert zu wie den konzeptbezogenen Kompetenzen.

Die Entwicklung von prozess- und konzeptbezogenen Kompetenzen lässt sich durch genaue Beobachtung von Schülerhandlungen feststellen. Dabei ist zu beachten, dass Ansätze und Aussagen, die auf nicht ausgereiften Konzepten beruhen, durchaus konstruktive Elemente in Lernprozessen sein können. Die Beobachtungen erfassen die Qualität, Häufigkeit und Kontinuität der Beiträge, die die Schülerinnen und Schüler im Unterricht einbringen. Diese Beiträge sollen unterschiedliche mündliche und schriftliche Formen in enger Bindung an die Aufgabenstellung und das An-

spruchsniveau der jeweiligen Unterrichtseinheit umfassen. Gemeinsam ist diesen Formen, dass sie in der Regel einen längeren, abgegrenzten, zusammenhängenden Unterrichtsbeitrag einer einzelnen Schülerin, eines einzelnen Schülers bzw. einer Gruppe von Schülerinnen und Schülern darstellen.

Zu solchen Unterrichtsbeiträgen zählen beispielsweise:

- **mündliche Beiträge wie Hypothesenbildung, Lösungsvorschläge, Darstellen von fachlichen Zusammenhängen oder Bewerten von Ergebnissen**
- **Analyse und Interpretation von Texten, Graphiken oder Diagrammen**
- **qualitatives und quantitatives Beschreiben von Sachverhalten, unter korrekter Verwendung der Fachsprache**
- **selbstständige Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten**
- **Verhalten beim Experimentieren, Grad der Selbstständigkeit, Beachtung der Vorgaben, Genauigkeit bei der Durchführung**
- **Erstellen von Produkten wie Dokumentationen zu Aufgaben, Untersuchungen und Experimenten, Präsentationen, Protokolle, Lernplakate, Modelle**
- **Erstellen und Vortragen eines Referates**
- **Führung eines Heftes, Lerntagebuchs oder Portfolios**
- **Beiträge zur gemeinsamen Gruppenarbeit**
- **kurze schriftliche Überprüfungen.**

Das Anfertigen von Hausaufgaben gehört nach § 42 (3) SchG zu den Pflichten der Schülerinnen und Schüler. Unterrichtsbeiträge auf der Basis der Hausaufgaben können zur Leistungsbewertung herangezogen werden.

Am Ende eines jeden Schulhalbjahres erhalten die Schülerinnen und Schüler eine Zeugnisnote gemäß § 48 SchG, die Auskunft darüber gibt, inwieweit ihre Leistungen im Halbjahr den im Unterricht gestellten Anforderungen entsprochen haben. In die Note gehen alle im Zusammenhang mit dem Unterricht erbrachten Leistungen ein. Die Ergebnisse schriftlicher Überprüfungen dürfen keine bevorzugte Stellung innerhalb der Notengebung haben.