

**Bildungsplan
Gymnasium
Sekundarstufe I**

Chemie

Impressum

Herausgeber:

Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Schule und Berufsbildung

Alle Rechte vorbehalten.

Gestaltungsreferat: Unterrichtsentwicklung
mathematisch-naturwissenschaftlich-technischer Fächer

Referatsleitung: Dr. Najibulla Karim

Fachreferentin: Gabriele Feldhusen

Redaktion: Gabriele Feldhusen
Dr. Sandra Haubrich
Claudia Körper
Katherine Oles
Matthias Sonnenberg
Prof. Dr. Mirjam Steffensky

Hamburg 2024

Inhaltsverzeichnis

1	Lernen im Fach Chemie	4
1.1	Didaktische Grundsätze	5
1.2	Beiträge des Faches Chemie zu den Leitperspektiven	9
1.3	Sprachbildung als Querschnittsaufgabe	11
2	Kompetenzen und Inhalte des Faches Chemie	12
2.1	Überfachliche Kompetenzen	12
2.2	Fachliche Kompetenzen	13
2.3	Inhalte	27

1 Lernen im Fach Chemie

Der Chemieunterricht der Sekundarstufe I knüpft an die im Sachunterricht und im Fach Naturwissenschaften und Technik gelegten Grundlagen an. Hier werden verschiedene für den Chemieunterricht relevante Inhalte wie Feuer/Verbrennung, Aggregatzustände/Wasserkreislauf oder Luft in einer Phänomen-orientierten Weise angebahnt, die dann aus einer Chemie-spezifischen Perspektive aufgegriffen, vertieft und erweitert werden können. Dies gilt ebenso für die Denk- und die Arbeitsweisen, die in den mehrperspektivischen Fächern vor dem Chemieunterricht ebenfalls wichtige Lerngegenstände sind. Neben der Anschlussfähigkeit nach unten muss der Chemieunterricht der Sekundarstufe I auch anschlussfähig an das weitere Lernen in der Studienstufe, in MINT-spezifischen Ausbildungen sowie in nicht institutionalisierten alltäglichen oder gesellschaftlichen Kontexten sein.

Übergeordnetes Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts in den verschiedenen Bildungsetappen ist die Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung. Die drei Fächer Biologie, Chemie und Physik tragen zu dieser Grundbildung gleichermaßen durch ihre spezifischen Perspektiven bei. Dabei gibt es große Überschneidungen zwischen den Fächern; das zentrale Konzept Energie ist beispielsweise für alle drei Fächer bedeutend. Zudem werden in allen drei Fächern gemeinsame naturwissenschaftsspezifische Vorgehensweisen zur Generierung von Erkenntnissen verwendet, wie das Messen oder das Experimentieren. Die Perspektive der Chemie ermöglicht es, die stoffliche Welt auf der makroskopischen Ebene und der Teilchenebene zu verstehen. Kenntnisse über Stoffe, deren Aufbau, Eigenschaften, Reaktionen und Verwendbarkeit helfen uns alltägliche Phänomene, z. B. das Rosten von Eisen, globale Herausforderungen, beispielsweise die Folgen der Nutzung fossiler Energieträger, aber auch moderne chemische-technische Entwicklungen, etwa die Entwicklung neuer Materialien oder Arzneimittel, zu verstehen.

Naturwissenschaftlich-technische Entwicklungen spielen mit ihren Fortschritten, aber auch Risiken, sowohl für das alltägliche individuelle Leben als auch für gesamtgesellschaftliche und globale Herausforderungen, wie die Klimakrise oder knappe natürliche Ressourcen, eine zentrale Rolle. Um unsere Lebenswelt (im Sinne der Welterschließung) zu verstehen, aber auch, um sich mit gesellschaftlich relevanten naturwissenschaftsbezogenen Themen über die Schulzeit hinaus (im Sinne gesellschaftlicher Teilhabe) auseinandersetzen zu können, benötigen Menschen eine anschlussfähige naturwissenschaftliche Grundbildung. Eine solche Grundbildung ermöglicht es, naturwissenschaftliche Informationen hinsichtlich ihrer Plausibilität einzuschätzen oder fundierte Meinungen zu komplexen mehrperspektivischen Problemen zu entwickeln und Entscheidungen zu treffen.

Zu einer naturwissenschaftlichen Grundbildung gehört ein breites Spektrum von Wissen und Fähigkeiten, aber auch von motivationalen Orientierungen. Wissen und Fähigkeiten beziehen sich auf

- Inhalte, z. B. Konzepte, Theorien, Zusammenhänge, Fachsprache,
- Denk- und Arbeitsweisen zur Generierung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse sowie
- die Einschätzung und die Bewertung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse im Zusammenspiel mit sozialen, ethischen, ökonomischen und ökologischen Aspekten.

Diese verschiedenen Bereiche spiegeln sich in den vier Kompetenzbereichen der naturwissenschaftlichen Fächer (Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikati-

onskompetenz und Bewertungskompetenz) wider, die in den Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz (KMK, 2023) festgelegt sind und die gemeinsam die Fachkompetenz ausmachen.

Ziel ist es, dass in der Schule erworbene Fachkompetenz eine selbstgesteuerte lebenslange Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Themen ermöglicht. Voraussetzung hierfür sind neben Wissen und Fähigkeiten motivationale Orientierungen, beispielsweise Interesse, Einstellungen und Fähigkeitsselbsteinschätzungen. Nur wer ein Fach als reizvoll und für sich oder die Gesellschaft als wichtig annimmt und Freude an der Beschäftigung mit Inhalten hat, wird sich langfristig damit auseinandersetzen. Motivationale Orientierungen sind zudem für spätere Kurswahl- sowie Berufs- und Studienpräferenzen zentral. Die gezielte Berücksichtigung motivationaler Orientierungen ist für das Fach Chemie besonders wichtig, da Schülerinnen und Schüler im Mittel ihr Interesse im Vergleich z. B. zur Biologie als niedriger einschätzen. Das Zusammenspiel aus anwendbarem Wissen, Fähigkeiten, Fertigkeiten sowie Motivation und Volition wird als Kompetenz beschrieben. Kompetenz wird als Disposition verstanden, um (in diesem Fall naturwissenschaftliche) Probleme zu lösen.

1.1 Didaktische Grundsätze

Allgemeine Merkmale guten Unterrichts wie *Klassenführung* oder *motivationale und emotionale Unterstützung* stellen auch für einen lernwirksamen und motivierenden Chemieunterricht eine grundlegende Voraussetzung dar. Klassenführung spielt gerade beim Experimentieren eine wichtige Rolle, da durch z. B. eine gute Vorbereitung von Versuchsmaterialien, etablierte Regeln und Routinen beim Experimentieren und reibungslose Übergänge zwischen Experimentierphasen und Klassengespräch die Lernzeit optimal genutzt werden kann – was das zentrale Ziel von Klassenführung ist. Auch *die motivationale und die emotionale Unterstützung*, die durch wertschätzende und respektvolle Beziehungen zwischen Lehrkräften und Schülerinnen und Schülern und eine positive Fehlerkultur gekennzeichnet sind, sind für den Chemieunterricht wichtig, da viele Schülerinnen und Schüler das Fach als besonders schwierig wahrnehmen. Unterricht, in dem Schülerinnen und Schüler sich trauen, ihre eigenen möglicherweise nicht korrekten Ideen zu äußern, und in dem sie lernen, sich konstruktiv mit Fehlern auseinanderzusetzen, kann Motivation fördern und auch Unsicherheiten von Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der eigenen Fähigkeiten begegnen.

Ein weiteres zentrales Merkmal von gutem Chemieunterricht sind kognitiv aktivierende Lerngelegenheiten, die Schülerinnen und Schüler anregen, über relevante und kognitiv herausfordernde Inhalte und Vorgehensweisen nachzudenken, eigene Vorstellungen zu hinterfragen, neue Erkenntnisse in verschiedenen Kontexten anzuwenden und Inhalte zueinander in Beziehung zu setzen (vgl. vertikale und horizontale Vernetzung). Damit möglichst viele Schülerinnen und Schüler an kognitiv herausfordernden Lerngelegenheiten teilnehmen können, sind oft spezifische Maßnahmen der *kognitiven Unterstützung* durch die Lehrkraft erforderlich, z. B. durch eine geeignete Sequenzierung von Inhalten oder die Bereitstellung gezielter Hilfestellung.

Bei der Planung und der Umsetzung von Unterricht müssen die generischen Merkmale der kognitiven Aktivierung und Unterstützung für den jeweiligen Lerngegenstand und die jeweiligen Schülerinnen und Schüler mit unterschiedlichen Voraussetzungen, z. B. im Vorwissen sowie in Bezug auf Erfahrungen, Interessen und fach- und bildungssprachliche Kompetenzen, spezifiziert werden. An dieser Stelle werden exemplarisch einige für den Chemieunterricht besonders wichtige Aspekte eines kognitiv aktivierenden und unterstützenden Unterrichts vertieft, die sich aus empirischer Sicht für die Gestaltung von Unterricht als bedeutsam für die Entwicklung kognitiver und motivationaler Kompetenzen herausgestellt haben.

Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern

Zu vielen Phänomenen, Sachverhalten oder Begriffen des Chemieunterrichts haben Schülerinnen und Schüler bereits vor dem Unterricht Vorstellungen entwickelt, um sich Dinge zu erklären. Diese Vorstellungen entsprechen nicht unbedingt den naturwissenschaftlichen Vorstellungen. Beispielsweise entspricht die Vorstellung „Verbrennung vernichtet“ unseren Erfahrungen im Alltag, wo durch die Verbrennung ein Gegenstand vernichtet wird. Das im Chemieunterricht thematisierte Konzept der Massenerhaltung ist deswegen für viele Schülerinnen und Schüler zunächst kontraintuitiv, weil es unseren alltäglichen Beobachtungen (scheinbar) widerspricht. Naturwissenschaftliches Lernen beinhaltet also nicht nur den Erwerb von neuem Wissen, sondern auch die Veränderung oder Erweiterung von intuitiven Vorstellungen zu wissenschaftlich begründeten Konzepten. Hierfür müssen Schülerinnen und Schüler Gelegenheiten haben, sich mit ihren eigenen Vorstellungen auseinanderzusetzen, diese mit neuen Ideen zu vergleichen oder Widersprüche zu erkennen – typische Merkmale eines kognitiv aktivierenden Unterrichts. Insbesondere in der Sekundarstufe I finden sich bei zentralen Themen, wie dem diskontinuierlichen Aufbau von Materie und der Veränderungen von Stoffen, zahlreiche nicht tragfähige Vorstellungen, die ein tieferes Verständnis behindern können (Tabelle 1). Guter Chemieunterricht erfordert deshalb die Diagnose und die Adressierung dieser Vorstellungen, um anschlussfähige Grundlagen für das weitere Lernen zu legen.

Basiskonzepte	Häufige Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern
Konzept vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen	<ul style="list-style-type: none"> • Teilchen-im-Kontinuum-Vorstellungen (z. B. Wasserteilchen im Wasser, zwischen den Teilchen ist Luft) • Übertragung makroskopischer Eigenschaften auf die Teilchen (z. B. Schwefelatome sind gelb) • gasförmige Stoffe haben keine Masse/Volumen, sind „Nichts“ • Elemente sind Wasser, Luft, Erde und Feuer
Konzept der chemischen Reaktion	<ul style="list-style-type: none"> • keine Differenzierung zwischen der Veränderung von Aggregatzuständen und chemischen Reaktionen • keine Differenzierung zwischen Reaktionsprodukten und Stoffgemischen • Vernichtungsvorstellung • bei chemischen Reaktionen bleibt der Stoff erhalten, ändert aber seine Eigenschaften (normales Eisen wird zu rostigem Eisen)
Energiekonzept	<ul style="list-style-type: none"> • Energie ist ein Stoff • Energie wird erzeugt oder vernichtet • in einer „leeren“ Batterie ist nichts mehr drin

Tabelle 1: Häufige Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I zu den Basiskonzepten (vgl. Abschnitt 2)

Drei Verständnisebenen des Chemieunterrichts

Eine große Herausforderung im Chemieunterricht sind für Schülerinnen und Schüler folgende drei Betrachtungsebenen der Chemie:

- die Stoffebene als makroskopische Ebene zur Beschreibung beobachtbarer Phänomene, Tatsachen;
- die Teilchenebene als submikroskopische und nicht sichtbare Ebene der Teilchen und den zwischen ihnen bestehenden Wechselwirkungen;
- die symbolische Ebene mit Reaktionsgleichungen, Symbolen und Formeln zur Repräsentation makroskopischer und submikroskopischer Zusammenhänge.

Um chemische Konzepte zu verstehen, müssen diese Ebenen einerseits voneinander abgegrenzt und andererseits miteinander in Bezug gesetzt werden, was vielen Schülerinnen und Schülern schwerfällt. So ergeben sich durch eine nicht gelingende Verknüpfung Vorstellungen, bei denen makroskopische Eigenschaften auf Teilchen übertragen werden (vgl. Tabelle 1). Für Schülerinnen und Schüler mit wenig Vorwissen ist die gleichzeitige Betrachtung der drei Ebenen oft kognitiv überlastend. Entsprechend ist es für die Unterstützung von Schülerinnen und Schülern wichtig, die Ebenen explizit zu verdeutlichen und nicht zu vermischen, z. B. durch eine genaue Fachsprache oder die einheitliche Darstellung von Reaktionsschemata oder Reaktionsgleichungen.

Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen

Naturwissenschaften sind nicht nur durch ihre Inhalte gekennzeichnet, sondern auch durch ihre spezifischen Denk- und Arbeitsweisen, z. B. Vermuten, Messen, Planen und Umsetzen von Experimenten¹, Analysieren von Daten oder evidenzbasiertes Argumentieren. Ein Verständnis dieser naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen ist neben dem Verständnis der Inhalte ein gleichwertiger Bestandteil naturwissenschaftlicher Grundbildung. Der Anspruch, das Verständnis des Vorgehens in den Naturwissenschaften zu fördern, spiegelt sich insbesondere im Kompetenzbereichs Erkenntnisgewinnung wider.

Für die Entwicklung von Kompetenzen im Bereich der Erkenntnisgewinnung sind Lerngelegenheiten wichtig, in denen naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen umgesetzt werden. Ziel ist es dabei, Denk- und Arbeitsweisen kennenzulernen und umsetzen zu können sowie den sicheren Umgang mit gefährlichen Stoffen einzuüben, aber auch, ein Verständnis der Denk- und Arbeitsweisen zu entwickeln. Die alleinige Umsetzung naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen reicht nicht aus, um ein tieferes Verständnis aus einer Metaperspektive zu entwickeln. Hierzu ist es notwendig, die Denk- und Arbeitsweisen, aber auch die Bedeutung der gewonnenen Erkenntnisse explizit zu reflektieren. Beispiele für solche Reflexionsanlässe sind die unterschiedliche Deutung von Beobachtungen, die Objektivierung und Quantifizierung von Beobachtungen durch Messungen, die Bedeutung der Kontrolle von Variablen in Experimenten sowie die Begrenztheit von Modellen.

Ansätze des forschenden Lernens (Inquiry-based Science Education), in denen Schülerinnen und Schüler selbst den Erkenntnisgewinnungsprozess oder Teile von diesem durchlaufen, haben ein hohes Potenzial zur kognitiven Aktivierung – z. B., wenn Schülerinnen und Schüler begründete Vermutungen aufstellen, naturwissenschaftliche Fragen entwickeln, nach Mustern

¹ Hier und im Folgenden wird der Begriff Experiment für verschiedene in der Literatur und der Unterrichtspraxis oft nicht abgegrenzte Bezeichnungen wie Versuche, Untersuchungen, Messungen oder (kontrollierte) Experimente verwendet.

in Daten suchen oder evidenzbasiert argumentieren. Das alleinige Durchführen von Experimenten ist dagegen noch kein Garant für kognitive Aktivierung. Experimente müssen mit den Schülerinnen und Schülern vor- und nachbereitet werden, um z. B. das Ziel, die Durchführung des Experiments oder den Rückbezug zur Vermutung zu verstehen und so lernwirksam werden zu können.

Relevante Kontexte

Die Einbettung Chemie-bezogener Inhalte in Kontexte ist ein weiteres Merkmal eines motivierenden und kognitiv-aktivierenden Unterrichts, da sie Schülerinnen und Schülern dabei hilft, Inhalte als bedeutsam zu erkennen, was im rein fachsystematischen Chemieunterricht nicht unbedingt der Fall ist. Kontexte können aus der Lebenswelt, der Wissenschaftsgeschichte, der Technik, der Medizin, der Biologie oder z. B. einem gesellschaftlich relevanten Feld entstammen. Nicht alle Kontexte eignen sich gleichermaßen für alle Schülerinnen und Schülern; z. B. interessieren sich Schülerinnen im Mittel weniger für technische Kontexte als Schüler. Ein Wechsel von unterschiedlichen Arten von Kontexten ist eine Möglichkeit, den verschiedenen motivationalen Voraussetzungen von Schülerinnen und Schülern zu begegnen.

Authentische Kontexte, die sich auf komplexe gesellschaftliche Problemstellungen beziehen (Socio-scientific Issues), spielen im Hinblick auf das übergeordnete Ziel des Chemieunterrichts, Schülerinnen und Schüler auf verantwortungsvolle gesellschaftliche Teilhabeprozesse vorzubereiten, eine besondere Rolle. Oft sind es genau solche Probleme, die (später) eine fundierte Meinungs- und Entscheidungsfindung erfordern, sodass eine exemplarische Bearbeitung im Unterricht sinnvoll ist. Beispiele hierfür wären Klimawandel und -schutz, der schonende und gerechte Umgang mit Ressourcen, weltweite Gesundheitsgefahren sowie ein verantwortungsvolles Konsumverhalten. Kompetenzen, die sich auf die Interaktion zwischen naturwissenschaftlichen Erkenntnissen und Anwendungen und ökologischen, sozialen sowie ökonomischen Systemen fokussieren, finden sich insbesondere im Kompetenzbereich Bewertung wieder. Hier zeigen sich auch vielfältige Anknüpfungspunkte zur Leitperspektive BNE.

Kontexte können Schülerinnen und Schüler außerdem dabei unterstützen, Gelerntes in variierenden Anwendungssituationen zu nutzen. So kann ein anwendbares und flexibles Wissen gefördert werden. Allerdings kann die Kontextualisierung gerade für Schülerinnen und Schüler mit wenig Vorwissen eine Überforderung darstellen. Hier sind gute Unterstützungsmaßnahmen, wie Hervorhebungen, Zusammenfassungen, Sequenzierung von Inhalten, entscheidend. Ein Verzicht auf Kontexte ist aufgrund der motivationalen Bedeutung wenig zielführend. Wichtig ist, dass kontextualisierter Unterricht auch Phasen der Dekontextualisierung enthält, in denen also Fachinhalte vom spezifischen Kontext abstrahiert werden, um generalisierbare und auf andere Zusammenhänge transferierbare Erkenntnisse anzubahnen. Basiskonzepten und den dazugehörigen zentralen Ideen kommt dabei eine wichtige Rolle zu, da sie über verschiedene Kontexte hinweg genutzt werden können.

Digitale Werkzeuge

Digitale Medien oder Werkzeuge können an vielen Stellen des naturwissenschaftlichen Unterrichts sinnvoll eingesetzt werden, um den fachspezifischen Lernprozess gezielt zu unterstützen. So können digitale Medien erstens enaktive, ikonische und symbolische Repräsentationsformen wie Text, Bild und abstrakte Darstellungen (z. B. Formeln, Diagramme), die typisch für die Naturwissenschaften sind, flexibel kombinieren und in Beziehung setzen. Zweitens können Sachverhalte visualisiert werden, die nicht wahrnehmbar sind. Beispiele hierfür wären die Darstellungen von Kristallgittern oder Atommodellen. Drittens stellen Simulationsprogramme eine wichtige Möglichkeit dar, Schülerinnen und Schülern das Explorieren von Sachverhalten und Zusammenhängen zu erlauben. Für das Analysieren von Zusammenhängen eignen sich

Simulationen besonders gut, weil die Schülerinnen und Schülern auf das Wesentliche fokussiert werden und Dinge mehrfach erproben können.

Darüber hinaus gibt es eine Reihe digitaler Werkzeuge, die nicht naturwissenschaftsspezifisch sind, die aber trotzdem zielführend im naturwissenschaftlichen Unterricht genutzt werden können, wie Quizsysteme zur Überprüfung von Lernständen. Auch digitale Endgeräte können vielfach eingesetzt werden, um Beobachtungen oder Messungen zu dokumentieren und sich beispielsweise über unterschiedliche Beobachtungen auszutauschen.

1.2 Beiträge des Faches Chemie zu den Leitperspektiven

Wertebildung/Werteorientierung (W)

Der Chemieunterricht trägt auf unterschiedlichen Ebenen zu der Leitperspektive Wertebildung/Werteorientierung bei. So bietet die Auseinandersetzung mit Wechselwirkungen zwischen Chemie-bezogenen Erkenntnissen und deren Anwendungen mit Umwelt und Gesellschaft (siehe Kompetenzbereich Bewertung) vielfältige Zugänge zu der Leitperspektive. Aktuelle Anknüpfungspunkte sind z. B. Möglichkeiten des Recyclings, anhand derer auch das eigene Konsumverhalten reflektiert werden kann. Auch die Auseinandersetzung mit offenen und mehrperspektivischen Problemen, z. B. dem Umgang mit dem Klimawandel oder dem Einsatz von Kunststoffen, kann die Entwicklung von Ambiguitätstoleranz fördern, die als grundlegend für demokratische Gesellschaften angesehen wird. Die Offenheit für andere Argumente und Perspektiven, die Bereitschaft, eigene Positionen zu hinterfragen, und die Wertschätzung sachlicher Fragen und Kritik sowie eine gesunde Skepsis gegenüber vermeintlichen Gewissheiten sind zentrale Werte, die im Chemieunterricht vermittelt werden können. Besonders wichtig ist es, die Bedeutung der Freiheit der Forschung und der Meinungsäußerung als Grundlage für naturwissenschaftliches Arbeiten hervorzuheben. Wissenschaftliche Erkenntnis beginnt oft als abweichende Meinung von Mehrheitsvorstellungen. Diese Meinungen zuzulassen, aber zugleich Kriterien zu definieren, wann und wie Meinungen erst zu Wissenschaft werden, ist ein wichtiger Teil der Wertevermittlung der für einen produktiven Diskurs wichtigen Toleranz. Die große Bedeutung von Ehrlichkeit in der Forschung kann im Zusammenhang mit dem Vertrauen in Informationsquellen thematisiert werden.

Neben Haltungen bietet insbesondere der für den naturwissenschaftlichen Unterricht wichtige Ansatz des forschenden Lernens Gelegenheiten, selbstregulative Fähigkeiten, Anstrengungsbereitschaft und Teamfähigkeit zu fördern. Diese Aspekte stellen wesentliche individuelle Grundkompetenzen dar.

Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)

Naturwissenschaftliche Grundbildung wird neben anderen Bildungsbereichen als grundlegend für die Auseinandersetzung mit globalen Herausforderungen angenommen, zu denen beispielsweise Klimaschutz, Energie, Wasser, Boden sowie nachhaltiger Konsum gehören und die in den UN-Nachhaltigkeitszielen (2015) angeführt werden. Der naturwissenschaftliche Unterricht bietet hier viele unmittelbare Anknüpfungspunkte, die sich in den Kompetenzen und den Inhalten der Sekundarstufe I widerspiegeln. Diese sind z. B. Umgang mit Gefahrstoffen wie Batterien sowie industrielle Entsorgung von Stoffen.

Nachhaltige Entwicklung beschränkt sich allerdings nicht nur auf eine ökologische oder naturwissenschaftliche Perspektive. Sie erfordert ein mehrperspektivisches Denken, bei dem ökologische, soziale und ökonomische Gesichtspunkte gleichberechtigt berücksichtigt werden (Rat für Nachhaltige Entwicklung 2020). Für den naturwissenschaftlichen Unterricht bedeutet

dies z. B., die ökologischen, ökonomischen, politischen und sozialen Implikationen von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen und Anwendungen, aber auch die unseres individuellen Handelns zu thematisieren. Dies wird explizit in den Kompetenzen im Kompetenzbereich Bewertung beschrieben. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, müssen Fachthemen mit größeren Zusammenhängen verknüpft werden. Beispielsweise können Schülerinnen und Schüler beim Thema Korrosion die ökonomischen Folgen erarbeiten oder es können beim Plastikmüll Fragen nach dem Erhalt von globalen Gemeinschaftsgütern wie Ozeanen erarbeitet werden.

Ein solches Vorgehen kostet Lernzeit, die damit nicht mehr für die „reinen“ Fachinhalte zur Verfügung steht. Um Schülerinnen und Schüler aber tatsächlich darauf vorzubereiten, sich aktiv in Gesellschaften einzubringen und fundierte Meinungen und Entscheidungen zu treffen, müssen sie Gelegenheiten im Unterricht bekommen, Themen kontrovers aus verschiedenen Perspektiven und teils ohne eine eindeutige Lösung zu erarbeiten. Ein moderner naturwissenschaftlicher Unterricht kann hier einen wichtigen Beitrag leisten.

Leben und Lernen in einer digital geprägten Welt (D)

Digitale Kompetenzen nehmen aufgrund der fortschreitenden Digitalisierung in allen Lebensbereichen eine zentrale Rolle ein. Sie zielen darauf ab, digitale Werkzeuge, z. B. zur Kommunikation oder zur Produktion und Analyse von Informationen, zu nutzen, zu verstehen und zu reflektieren. Digitale Werkzeuge sind dabei Unterrichtsmedien, sie werden aber auch selbst zum Lerngegenstand. Die von der KMK (2016) beschriebenen „Kompetenzen in der digitalen Welt“ umfassen sechs ineinandergreifende Kompetenzbereiche, in denen Schülerinnen und Schüler Kompetenzen entwickeln sollen.

Im Folgenden wird ausgeführt, wie der Chemieunterricht zu diesen sechs Kompetenzbereichen einen Beitrag leisten kann.

1. Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren

Im naturwissenschaftlichen Unterricht können vielfältige Anlässe geschaffen werden, in denen Schülerinnen und Schüler Informationen zu Fachthemen suchen und analysieren. Es geht in diesem Kompetenzbereich also um das effiziente Nutzen von Suchmaschinen und Datenbanken, z. B. zur Artenbestimmung, die Anwendung geschickter Suchstrategien, beispielsweise Nutzung verschiedener Suchbegriffe, und die Sicherung der Daten.

2. Kommunizieren und Kooperieren

Im naturwissenschaftlichen Unterricht können Schülerinnen und Schüler gemeinsam an digital-gestützten Projekten arbeiten und Dateien austauschen bzw. Dokumente kollaborativ bearbeiten sowie Kommunikationswerkzeuge nutzen lernen, wie Wikis, Blogs, Foren.

3. Produzieren und Präsentieren

Im naturwissenschaftlichen Unterricht können Schülerinnen und Schüler Messwerte mit digitalen Werkzeugen erfassen. Zudem können sie ihre Versuchsaufbauten, Daten und Auswertungen z. B. in digitalen Protokollen visualisieren und präsentieren.

4. Schützen und sicher Agieren

Wenn Schülerinnen und Schüler digitale Kommunikationswerkzeuge nutzen und kollaborativ an digitalen Dokumenten arbeiten (siehe Kompetenzbereich 3), treten im Unterricht auch rechtliche und ethische Fragen auf, die den Datenschutz bzw. das Verhalten in digitalen sozialen Settings betreffen. Zudem können im naturwissenschaftlichen Unterricht Fragen der Umweltauswirkungen digitaler Technologien thematisiert werden.

5. Problemlösen und Handeln

Neben der Nutzung digitaler Messdaten oder recherchierter Information für fachspezifische Problemlöseprozesse können digitale Werkzeuge im Unterricht eingesetzt werden, um eigene Lernprozesse zu steuern, z. B. mit Mapping-Tools, mit denen Begriffe und Konzepte in Beziehung gesetzt werden können.

6. Analysieren und Reflektieren

In Anbetracht der zunehmenden Fülle an Informationen, die über das Internet verfügbar sind, wird die Kompetenz, relevante Informationen zu identifizieren und Informationen und deren Quellen zu beurteilen, zunehmend wichtiger. Im naturwissenschaftlichen Unterricht müssen also nicht nur Informationen gesammelt werden (siehe Kompetenzbereich 1), sondern auch Lerngelegenheiten geschaffen werden, in denen Internetquellen hinsichtlich ihrer Relevanz, ihrer Verständlichkeit und ihrer Glaubwürdigkeit analysiert und bewertet werden. Ein für den naturwissenschaftlichen Unterricht relevantes Beispiel kann die Analyse von Internetquellen sein. Angesichts der zunehmenden Bedeutung von Fake News wird diese Kompetenz zum Teil als Facette naturwissenschaftlicher Grundbildung angeführt.

1.3 Sprachbildung als Querschnittsaufgabe

Für die Umsetzung der Querschnittsaufgabe Sprachbildung im Rahmen des Fachunterrichts sind die im allgemeinen Teil des Bildungsplans niedergelegten Grundsätze relevant. Die Darstellung und Erläuterung fachbezogener sprachlicher Kompetenzen erfolgt in der Kompetenzmatrix Sprachbildung. Innerhalb der Kerncurricula werden die zentralen sprachlichen Kompetenzen durch Verweise einzelnen Themen- bzw. Inhaltsbereichen zugeordnet, um die Planung eines sprachsensiblen Fachunterrichts zu unterstützen.

2 Kompetenzen und Inhalte des Faches Chemie

2.1 Überfachliche Kompetenzen

Überfachliche Kompetenzen bilden die Grundlage für erfolgreiche Lernentwicklungen und den Erwerb fachlicher Kompetenzen. Sie sind fächerübergreifend relevant und bei der Bewältigung unterschiedlicher Anforderungen und Probleme von zentraler Bedeutung. Die Vermittlung überfachlicher Kompetenzen ist somit die gemeinsame Aufgabe und gemeinsames Ziel aller Unterrichtsfächer sowie des gesamten Schullebens. Die überfachlichen Kompetenzen lassen sich vier Bereichen zuordnen:

- **Personale Kompetenzen** umfassen Einstellungen und Haltungen sich selbst gegenüber. Die Schülerinnen und Schüler sollen Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten und die Wirksamkeit des eigenen Handelns entwickeln. Sie sollen lernen, die eigenen Fähigkeiten realistisch einzuschätzen, ihr Verhalten zu reflektieren und mit Kritik angemessen umzugehen. Ebenso sollen sie lernen, eigene Meinungen zu vertreten und Entscheidungen zu treffen.
- **Motivationale Einstellungen** beschreiben die Fähigkeit und Bereitschaft, sich für Dinge einzusetzen und zu engagieren. Die Schülerinnen und Schüler sollen lernen, Initiative zu zeigen und ausdauernd und konzentriert zu arbeiten. Dabei sollen sie Interessen entwickeln und die Erfahrung machen, dass sich Ziele durch Anstrengung erreichen lassen.
- **Lernmethodische Kompetenzen** bilden die Grundlage für einen bewussten Erwerb von Wissen und Kompetenzen und damit für ein zielgerichtetes, selbstgesteuertes Lernen. Die Schülerinnen und Schüler sollen lernen, Lernstrategien effektiv einzusetzen und Medien sinnvoll zu nutzen. Sie sollen die Fähigkeit entwickeln, unterschiedliche Arten von Problemen in angemessener Weise zu lösen.
- **Soziale Kompetenzen** sind erforderlich, um mit anderen Menschen angemessen umgehen und zusammenarbeiten zu können. Dazu zählen die Fähigkeiten, erfolgreich zu kooperieren, sich in Konflikten konstruktiv zu verhalten sowie Toleranz, Empathie und Respekt gegenüber anderen zu zeigen.

Die in der nachfolgenden Tabelle genannten überfachlichen Kompetenzen sind jahrgangsübergreifend zu verstehen, d. h., sie werden anders als die fachlichen Kompetenzen in den Rahmenplänen nicht für unterschiedliche Jahrgangsstufen differenziert ausgewiesen. Die Entwicklung der Schülerinnen und Schüler in den beschriebenen Bereichen wird von den Lehrkräften kontinuierlich begleitet und gefördert. Die überfachlichen Kompetenzen sind bei der Erarbeitung des schulinternen Curriculums zu berücksichtigen.

Struktur überfachlicher Kompetenzen	
Personale Kompetenzen (Die Schülerin, der Schüler ...)	Lernmethodische Kompetenzen (Die Schülerin, der Schüler ...)
Selbstwirksamkeit ... hat Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten und glaubt an die Wirksamkeit des eigenen Handelns.	Lernstrategien ... geht beim Lernen strukturiert und systematisch vor, plant und organisiert eigene Arbeitsprozesse.
Selbstbehauptung ... entwickelt eine eigene Meinung, trifft eigene Entscheidungen und vertritt diese gegenüber anderen.	Problemlösefähigkeit ... kennt und nutzt unterschiedliche Wege, um Probleme zu lösen.
Selbstreflexion ... schätzt eigene Fähigkeiten realistisch ein und nutzt eigene Potenziale.	Medienkompetenz ... kann Informationen sammeln, aufbereiten, bewerten und präsentieren.
Motivationale Einstellungen (Die Schülerin, der Schüler ...)	Soziale Kompetenzen (Die Schülerin, der Schüler ...)
Engagement ... setzt sich für Dinge ein, die ihr/ihm wichtig sind, zeigt Einsatz und Initiative.	Kooperationsfähigkeit ... arbeitet gut mit anderen zusammen, übernimmt Aufgaben und Verantwortung in Gruppen.
Lernmotivation ... ist motiviert, Neues zu lernen und Dinge zu verstehen, strengt sich an, um sich zu verbessern.	Konstruktiver Umgang mit Konflikten ... verhält sich in Konflikten angemessen, versteht die Sichtweisen anderer und geht darauf ein.
Ausdauer ... arbeitet ausdauernd und konzentriert, gibt auch bei Schwierigkeiten nicht auf.	Konstruktiver Umgang mit Vielfalt ... zeigt Toleranz und Respekt gegenüber anderen und geht angemessen mit Widersprüchen um.

Tabelle 2: Überfachliche Kompetenzen

2.2 Fachliche Kompetenzen

Orientiert an dem Konzept einer naturwissenschaftlichen Grundbildung, lässt sich die Fachkompetenz Chemie in die vier Kompetenzbereiche Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz und Bewertungskompetenz unterteilen (KMK, 2023). Diese stehen nicht nebeneinander, sondern sind eng miteinander verschränkt, und werden folgendermaßen beschrieben:

Sachkompetenz:	chemische Phänomene, Begriffe und Gesetzmäßigkeiten nennen und erläutern
Erkenntnisgewinnungskompetenz:	experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Modelle nutzen
Kommunikationskompetenz:	Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen
Bewertungskompetenz:	chemische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen und bewerten

Die Kompetenzen in den vier Bereichen entwickeln sich über verschiedene Inhalte der Sekundarstufe in anschlussfähigen, kumulativen Lernprozessen (vgl. vertikale Vernetzung oder learning progressions) hinweg. Solche kumulativen Lernprozesse sind für das Fach Chemie in einem besonderen Maße relevant, da es durch eine aufeinander aufbauende Sachstruktur gekennzeichnet ist. Viele zentrale Inhalte, z. B. Redoxreaktionen oder Teilchenmodelle, werden im Verlauf des Chemieunterrichts mehrfach und dabei zunehmend differenziert sowie auf

einem ansteigendem Komplexitäts- und Abstraktionsniveau aufgegriffen. Je nach Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler verlaufen diese Lernprozesse unterschiedlich schnell und mit einer unterschiedlichen Anzahl von Zwischenschritten.

Damit solche Lernprozesse angebahnt werden können, benötigen Schülerinnen und Schüler ein flexibles und anwendbares Wissen bzw. Fähigkeiten, um den neuen fachlichen Anforderungen begegnen zu können. Ziel des Chemieunterrichts ist es also, ein vernetztes Wissen aufzubauen und zentrale Konzepte des Fachs zu verstehen, statt einer Bandbreite von isoliertem und eher kompartimentalisiertem Wissen aufzubauen. Hierfür ist eine Orientierung an zentralen übergeordneten Konzepten hilfreich, die über viele Beispiele, Phänomene und Sachverhalte hinweg erklärungs wirksam sind und einzelne Konzepte, Zusammenhänge, Gesetze verbinden.

Für das Fach Chemie werden in den Bildungsstandards (KMK, 2023) drei Basiskonzepte benannt:

1. Konzept vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen,
2. Konzept der chemischen Reaktion und
3. das Energiekonzept.

Sie leiten sich aus der spezifischen Perspektive der Chemie auf die Analyse und Synthese von Stoffen, der Beschreibung des Aufbaus und der Eigenschaften von Stoffen und der Berücksichtigung energetischer Zusammenhänge bei stofflichen Veränderungen ab. Dabei beziehen sie sich übergreifend auf die vier Kompetenzbereiche (Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz und Bewertungskompetenz).

Die Basiskonzepte sind auf einer übergeordneten Ebene angeordnet und lassen sich durch verschiedene und für Schülerinnen und Schüler oft anschaulichere zentrale Ideen beschreiben, die exemplarisch in den folgenden Ausführungen zu den drei Basiskonzepten dargestellt werden. Basiskonzepte und die dazugehörigen zentralen Ideen haben eine wichtige didaktische Funktion für den Lernprozess. So können sie Schülerinnen und Schüler unterstützen, neue Inhalte einzuordnen und zu erschließen und mit bereits bekannten Inhalten vertikal oder horizontal zu vernetzen. Horizontale Vernetzung bezieht sich auch auf die anderen naturwissenschaftlichen Fächer. Ein zunehmend tiefergehendes und differenziertes Verständnis der Basiskonzepte entwickelt sich kumulativ über den Chemieunterricht. Voraussetzung hierfür ist, dass das Herstellen von Zusammenhängen zwischen Inhalten anhand von Basiskonzepten und dazugehörigen zentralen Ideen explizit im Unterricht vorkommt und Schülerinnen und Schüler Gelegenheiten bekommen, diese über einzelne Themen oder spezifische Kontexte hinweg zu erkennen und anzuwenden. Dies unterstützt Schülerinnen und Schüler dabei, den „roten Faden“ zwischen einzelnen Inhalten zu erkennen.

Im Folgenden werden die Basiskonzepte und dazugehörige zentrale Ideen ausführlicher beschrieben.

Konzept vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen

Im Zentrum der Chemie stehen die zwei Betrachtungsebenen von Materie: die Stoff- und die Teilchenebene (makroskopische und submikroskopische Ebene). Beide Ebenen müssen voneinander abgegrenzt, gleichzeitig aber auch in Beziehung gesetzt werden. So bestimmen die Art, die Anordnung und die Wechselwirkung der Teilchen die Struktur und die Eigenschaften eines Stoffes und können daher durch ein Basiskonzept inhaltlich kohärent beschrieben werden. Dieses Basiskonzept nimmt den größten Stellenwert im Chemieunterricht ein.

Zentrale und für die Sekundarstufe I relevante Ideen des Basiskonzepts sind u. a. folgende:

- Stoffe haben charakteristische Eigenschaften.
- Stoffe bestehen aus Teilchen.
- Stoffe sind aus Atomen aufgebaut.
- Atome gehen Bindungen ein.
- Die Struktur eines Stoffes bestimmt die Eigenschaften eines Stoffes.
- Elemente lassen sich anhand ihres atomaren Aufbaus ordnen.

Konzept der chemischen Reaktion

Chemische Reaktionen spielen in der Chemie eine zentrale Rolle und lassen sich auf der Stoff- und der Teilchenebene beschreiben.

Zentrale und für die Sekundarstufe I relevante Ideen des Basiskonzepts sind u. a. folgende:

- Bei chemischen Reaktionen entstehen aus Ausgangsstoffen mit spezifischen Eigenschaften neue Stoffe mit neuen spezifischen Eigenschaften.
- Chemische Reaktionen sind mit energetischen Veränderungen verbunden.
- Chemische Reaktionen lassen sich auf der Teilchenebene deuten.
- Chemische Reaktionen lassen sich mit Reaktionsschemata und Reaktionsgleichungen darstellen.
- Bei chemischen Reaktionen bleibt die Anzahl der Atome gleich.
- Chemische Reaktionen lassen sich durch das Donator-Akzeptor-Prinzip beschreiben.

Energiekonzept

Energetische Betrachtungen spielen eine wichtige Rolle bei der Beschreibung von Teilchen- und Stoffumwandlungen.

Zentrale und für die Sekundarstufe I relevante Ideen des Basiskonzepts sind u. a. folgende:

- Der Aggregatzustand eines Stoffes kann durch Energie beeinflusst werden.
- Bei chemischen Reaktionen wird Energie umgewandelt und ggf. nutzbar gemacht.
- Der Zustand von Elektronen in Atomen lässt sich durch Energie beeinflussen.

Die Kompetenzen aus den vier Kompetenzbereichen sind angelehnt an die Bildungsstandards der KMK (2023) und werden im Bildungsplan den unterschiedlichen Themenfeldern und Inhalten zugeordnet. Gerade für die Kompetenzbereiche Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung sind aber auch andere Zuordnungen denkbar, da sie eben auch mit anderen Inhalten verknüpft werden können.

Im Rahmen der KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ wurden ebenfalls Kompetenzbereiche und Kompetenzen definiert, die in die nachfolgenden fachlichen Kompetenzen integriert werden, indem sie in Klammern mit ihrer jeweiligen Nummer aus dem KMK-Strategiepapier hinter den jeweiligen fachlichen Kompetenzen aufgeführt werden. Folgende Kompetenzen aus der KMK-Strategie Bildung in der digitalen Welt finden sich zugeordnet:

1. Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren

1.1. Suchen und Filtern

- 1.1.1. Arbeits- und Suchinteressen klären und festlegen
- 1.1.2. Suchstrategien nutzen und weiterentwickeln
- 1.1.3. In verschiedenen digitalen Umgebungen suchen
- 1.1.4. Relevante Quellen identifizieren und zusammenführen

1.2. Auswerten und Bewerten

- 1.2.1. Informationen und Daten analysieren, interpretieren und kritisch bewerten
- 1.2.2. Informationsquellen analysieren und kritisch bewerten

1.3. Speichern und Abrufen

- 1.3.1. Informationen und Daten sicher speichern, wiederfinden und von verschiedenen Orten abrufen
- 1.3.2. Informationen und Daten zusammenfassen, organisieren und strukturiert aufbewahren

2. Kommunizieren und Kooperieren

2.1. Interagieren

- 2.1.1. Mithilfe verschiedener digitaler Kommunikationsmöglichkeiten kommunizieren
- 2.1.2. Digitale Kommunikationsmöglichkeiten zielgerichtet- und situationsgerecht auswählen

2.2. Teilen

- 2.2.1. Dateien, Informationen und Links teilen
- 2.2.2. Referenzierungspraxis beherrschen (Quellenangaben)

2.3. Zusammenarbeiten

- 2.3.1. Digitale Werkzeuge für die Zusammenarbeit bei der Zusammenführung von Informationen, Daten und Ressourcen nutzen
- 2.3.2. Digitale Werkzeuge bei der gemeinsamen Erarbeitung von Dokumenten nutzen

3. Produzieren und Präsentieren

3.1. Entwickeln und Produzieren

- 3.1.1. Mehrere technische Bearbeitungswerkzeuge kennen und anwenden
- 3.1.2. Eine Produktion planen und in verschiedenen Formaten gestalten, präsentieren, veröffentlichen oder teilen

3.2. Weiterverarbeiten und Integrieren

- 3.2.1. Inhalte in verschiedenen Formaten bearbeiten, zusammenführen, präsentieren und veröffentlichen oder teilen
- 3.2.2. Informationen, Inhalte und vorhandene digitale Produkte weiterverarbeiten und in bestehendes Wissen integrieren

3.3. Rechtliche Vorgaben beachten

- 3.3.1. Bedeutung von Urheberrecht und geistigem Eigentum kennen
- 3.3.2. Urheber- und Nutzungsrechte (Lizenzen) bei eigenen und fremden Werken berücksichtigen

5. Problemlösen und Handeln

5.2. Werkzeuge bedarfsgerecht einsetzen

- 5.2.1. Eine Vielzahl von digitalen Werkzeugen kennen und kreativ anwenden
- 5.2.2. Anforderungen an digitale Werkzeuge formulieren
- 5.2.3. Passende Werkzeuge zur Lösung identifizieren
- 5.2.4. Digitale Umgebungen und Werkzeuge zum persönlichen Gebrauch anpassen

5.3. Eigene Defizite ermitteln und nach Lösungen suchen

- 5.3.1. Eigene Defizite bei der Nutzung digitaler Werkzeuge erkennen und Strategien zur Beseitigung entwickeln
- 5.3.2. Eigene Strategien zur Problemlösung mit anderen teilen

Sachkompetenz

Die Chemie betrachtet Stoffe, deren Eigenschaften, Umwandlungen sowie Verwendungsmöglichkeiten phänomenologisch und zieht zu deren Erklärung Modelle auf der submikroskopischen Ebene heran. Zur Verknüpfung zwischen makroskopischer und submikroskopischer Ebene, aber auch zu deren Unterscheidung spielen chemiespezifische Repräsentationsformen eine zentrale Rolle.

Die Sachkompetenz umfasst daher

- das Wissen über chemische Phänomene;
- das Verständnis grundlegender Begriffe, Gesetzmäßigkeiten und Prinzipien der Chemie zur Beschreibung von Stoffen und Stoffveränderungen;
- die Nutzung von Modellen zur Erklärung chemischer Sachverhalte.

Standards für den Kompetenzbereich Sachkompetenz

Chemische Phänomene, Begriffe, Gesetzmäßigkeiten kennen und Basiskonzepten zuordnen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- S0 beschreiben einen chemischen Sachverhalt sowohl auf makroskopischer, submikroskopischer als auch auf repräsentationaler Ebene.

Die makroskopische Ebene

Die Schülerinnen und Schüler ...

- S1 unterscheiden zwischen Reinstoffen und Stoffgemischen sowie Elementen und Verbindungen;
- S2 kennen und nutzen Ordnungssysteme für Stoffe;
- S3 nutzen Stoffeigenschaften, um Stoffe zu klassifizieren oder zu identifizieren;
- S4 beschreiben den Zusammenhang von äußeren Bedingungen und Stoffeigenschaften;
- S5 beschreiben chemische Reaktionen als Einheit von Stoff- und Energieumwandlungen;
- S6 beschreiben die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen;
- S7 beschreiben Möglichkeiten der Beeinflussung chemischer Reaktionen durch Variation von Reaktionsbedingungen;
- S8 unterscheiden verschiedene Energieformen.

Die submikroskopische Ebene

Die Schülerinnen und Schüler ...

- S9 beschreiben modellhaft den submikroskopischen Bau ausgewählter Reinstoffe und Stoffgemische, indem sie Atome, Ionen und Moleküle unterscheiden;
- S10 beschreiben den Bau von Atomen mithilfe eines differenzierten Atommodells, das dazu geeignet ist, Reaktionen vorherzusagen und Beziehungen zwischen der Struktur von Teilchen und den Eigenschaften von Stoffen zu beschreiben;
- S11 unterscheiden und erklären Bindungstypen;
- S12 beschreiben räumliche Strukturen von Teilchen auf Basis eines Bindungsmodells;
- S13 erklären Wechselwirkungen zwischen Teilchen;
- S14 begründen makroskopische Eigenschaften von Stoffen auf submikroskopischer Ebene;
- S15 beschreiben Donator-Akzeptor-Vorgänge auf submikroskopischer Ebene;
- S16 deuten Stoffumwandlungen auf Teilchenebene hinsichtlich des Umbaus chemischer Bindungen.

Die Ebene der Repräsentation

Die Schülerinnen und Schüler ...

- S17 beschreiben chemische Reaktionen stöchiometrisch korrekt unter Verwendung der Formelsprache (Reaktionsgleichung aufstellen);
- S18 beschreiben den energetischen Verlauf chemischer Reaktionen.

Erkenntnisgewinnungskompetenz

Fachbezogene Denkweisen und Untersuchungsmethoden mit ihren konzeptionellen Rahmen werden dem Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnungskompetenz zugeordnet.

In der Chemie stehen fachwissenschaftliche, gesellschaftliche und historische Perspektiven in einem Zusammenhang, der sich in der Auswahl der Sachverhalte für die fachbezogene Erkenntnisgewinnung widerspiegeln soll.

Um Erkenntnisprozesse nachvollziehen und gestalten zu können, müssen die Schülerinnen und Schüler in der Lage sein, die für den zu bearbeitenden Sachverhalt bedeutsamen und durch das Fach Chemie beantwortbare Fragestellungen zu erkennen sowie geeignete Denkweisen und Untersuchungsmethoden anzuwenden und diesen Fragestellungen chemisch nachzugehen.

Der konzeptionelle Rahmen einer Untersuchungsmethode umfasst die Auswahl und die Einengung des Untersuchungsgegenstandes, die Planung und die Bewertung verschiedener möglicher Methoden der Erkenntnisgewinnung sowie die kritische Reflexion ihrer Durchführung durch die Schülerinnen und Schüler. Dies beinhaltet die Organisation der Arbeitsschritte sowie das Beherrschen fachtypischer Denkweisen, Recherche-, Arbeits- und Auswertungstechniken. Zentrale Bedeutung haben dabei das chemische Experiment sowie die Nutzung von Modellen. Zu berücksichtigen sind hierbei in angemessenem Maße auch sprachliche und quantifizierend-mathematische Betrachtungen der formalen Ebene der Chemie.

Die Ergebnisse ihrer Arbeit werden durch die Schülerinnen und Schüler vor dem Hintergrund der Ausgangsfrage, der festgelegten Bedingungen und der zugrunde gelegten Modellvorstellung geprüft. Die Verknüpfung gewonnener Erkenntnisse mit bereits geläufigen Konzepten, Modellen und Theorien führt zur Fähigkeit, chemische Phänomene auch im Alltag zu erkennen und zu erklären und zu den Basiskonzepten in Beziehung zu setzen. Dadurch wird ein Beitrag für die Entwicklung eines naturwissenschaftlichen Weltverständnisses geleistet. In diesem Zusammenhang entwickeln die Schülerinnen und Schüler ein Verständnis zur Rolle und zur Bedeutung der Wissenschaft Chemie im Verbund der Naturwissenschaften und erkennen Ähnlichkeiten in den Denk- und Arbeitsweisen, aber auch die Besonderheiten chemischen Denkens und Handelns.

Im Bereich der Erkenntnisgewinnungskompetenz werden daher die drei sich überlappenden Teilkompetenzbereiche chemisches Experimentieren, Nutzung von Modellen und Reflektieren über Erkenntnisgewinnung unterschieden.

Standards für den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnungskompetenz

Erkenntnisse mithilfe von Experimenten (Messungen, Untersuchungen, Experimente) gewinnen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- E1 erkennen und entwickeln sowohl Fragestellungen als auch Hypothesen, die mithilfe chemischer Kenntnisse und Experimente zu beantworten sind;
- E2 planen geeignete Experimente, ggf. unter Berücksichtigung der Variablenkontrolle, zur Überprüfung von Fragestellungen und Hypothesen und führen diese durch (5.2, 5.3);
- E3 beschreiben und erörtern eigene quantitative Untersuchungen mit Blick auf die zu klärende Fragestellung;
- E4 erheben, auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge, bei Experimenten relevante Daten oder recherchieren diese (1.1, 1.2);
- E5 erkennen in erhobenen oder recherchierten Daten, auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge, Trends, Strukturen und Zusammenhänge und ziehen geeignete Schlussfolgerungen (5.2, 5.3).

Modelle im Rahmen der Erkenntnisgewinnung nutzen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- E6 unterscheiden zwischen Real- und Denkmodellen;
- E7 beschreiben Modelle und Modellexperimente als notwendige Hilfsmittel zur Erklärung und Vorhersage von Vorgängen auf der submikroskopischen Ebene;
- E8 wählen Modelle zur Erklärung chemischer Sachverhalte aus und nutzen beispielsweise Struktur- und Bindungsmodelle zur Beschreibung des submikroskopischen Aufbaus der Materie;
- E9 diskutieren Aussagen, Grenzen und Passung von Modellen (2.1, 2.2, 2.3);
- E10 nutzen mathematische Modelle (geometrische Körper, Graphen, Proportionalitäten) zur Beschreibung chemischer Sachverhalte.

Über den Prozess der Erkenntnisgewinnung reflektieren

Die Schülerinnen und Schüler ...

- E11 beschreiben naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen;
- E12 vergleichen unterschiedliche Wege (deduktiv/induktiv) naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung;
- E13 geben das Denken in Modellen, das Experimentieren und das evidenzbasierte Argumentieren als zentrale Merkmale der Naturwissenschaften an;
- E14 benennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Chemie, Physik und Biologie;
- E15 beschreiben und reflektieren den Aspekt der Vorläufigkeit wissenschaftlicher Erkenntnisse;
- E16 erörtern exemplarisch den wechselseitigen Einfluss gesellschaftlich-sozialer Rahmenbedingungen und des wissenschaftlichen Arbeitens.

Kommunikationskompetenz

Im Bereich der Kommunikationskompetenz werden Fähigkeiten und Fertigkeiten beschrieben, die im Rahmen der Beschäftigung mit den Basiskonzepten für einen sinnstiftenden Umgang mit fachbezogenen Informationen erforderlich sind.

Dabei werden drei sich überlappende Teilkompetenzbereiche unterschieden. Grundlage jeder fachbezogenen Kommunikation ist, dass die Schülerinnen und Schüler Informationen zunächst erschließen. An das adressatengerechte Aufbereiten der Informationen schließt sich dann deren Austausch und Diskussion an.

Die zugrunde liegenden Prozesse sind geprägt von der Notwendigkeit, chemische Fach- und Formelsprache verstehen und korrekt anwenden zu können, sowie von der, zwischen Alltagssprache und Fachsprache zu übersetzen. Dabei überprüfen die Schülerinnen und Schüler Informationen daraufhin, ob die darin getroffenen Aussagen chemisch korrekt sind. Sie können ihre Positionen fachbasiert darstellen und nutzen dazu ein breites Spektrum an Mitteln (verbal, symbolisch, mathematisch). Sie reflektieren, finden Argumente oder revidieren ggf. ihre Aussagen aufgrund der vorgetragenen Einwände.

Der Nutzung digitaler Medien und Werkzeuge kommt in diesem Kompetenzbereich eine hohe Bedeutung zu, indem diese sinnstiftend in Lernprozesse eingebunden werden und ihr Einsatz kritisch reflektiert wird.

Standards für den Kompetenzbereich Kommunikation

Informationen sach- und fachbezogen erschließen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- K1 recherchieren zu chemischen Sachverhalten zielgerichtet in unterschiedlichen Quellen (1.1, 1.2, 1.3);
- K2 prüfen Darstellungen in Medien hinsichtlich ihrer fachlichen Richtigkeit (6.1);
- K3 wählen mit Blick auf die Fragestellung relevante Informationen aus (6.1).

Informationen aufbereiten und austauschen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- K4 arbeiten Informationen aus (einfachen) Fachtexten heraus und nutzen Diagramme, Schemata und Formeln zur Darstellung chemischer Sachverhalte (2.2);
- K5 identifizieren chemische Inhalte in Anwendungsbereichen;
- K6 wählen aus, auf welche Weise fachliche Inhalte sach-, adressaten- und situationsgerecht weitergegeben werden (2.3);
- K7 überführen Alltags-, Fach- und Formelsprache, Modelle oder andere formale Darstellungen – auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge – ineinander;
- K8 nutzen formale Darstellungen als ein Werkzeug der Verknüpfung zwischen makroskopischer und submikroskopischer Ebene;
- K9 dokumentieren und präsentieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer fachlichen Arbeit, Überlegung oder Recherche adressatenbezogen, auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge (3.1, 3.2);
- K10 beschreiben, veranschaulichen oder erklären chemische Sachverhalte strukturiert;
- K11 argumentieren fachlich korrekt und evidenzbasiert;
- K12 vertreten ihre Standpunkte zu chemischen Sachverhalten fachlich begründet und reflektieren Einwände (3.3).

Bewertungskompetenz

Die Kenntnis und die Reflexion der Beziehungen zwischen Naturwissenschaft, Technik, Individuum und Gesellschaft gehören zum Bereich der Bewertungskompetenz. Eine besondere Bedeutung kommt dabei dem Abwägen von Handlungsoptionen unter Berücksichtigung von Bewertungskriterien aus fachlicher Perspektive zu. Dabei ist es fundamental, entsprechende chemische Sachverhalte aus der Perspektive aller drei Basiskonzepte zu betrachten. Durch die Auswahl geeigneter Themen können die Schülerinnen und Schüler Vernetzungen der Chemie in Lebenswelt, Alltag, Umwelt, Wissenschaft und Technik erkennen. Darauf basierend sollen Schülerinnen und Schüler in der Lage sein, chemische Sachverhalte in ihrer Bedeutung und Anwendung zu erkennen und zu bewerten. Diese gezielte Auswahl chemierelevanter Kontexte ermöglicht es den Schülerinnen und Schülern, Fachkenntnisse auf neue vergleichbare Fragestellungen zu übertragen, Probleme in realen Situationen zu erfassen, Interessenkonflikte auszumachen, mögliche Lösungen zu erwägen, deren Konsequenzen zu diskutieren und Handlungsoptionen abzuleiten.

Bei der Betrachtung gesellschaftsrelevanter Themen aus unterschiedlichen Perspektiven erkennen die Schülerinnen und Schüler, dass Problemlösungen von Wertentscheidungen abhängig sind. Sie sollen befähigt sein, Argumente auf ihren sachlichen Anteil zu prüfen und Entscheidungen sachgerecht, selbstbestimmt und verantwortungsbewusst zu treffen.

Standards für den Kompetenzbereich Bewertung

Chemische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen und bewerten

Sachverhalte und Informationen beurteilen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- B1 beurteilen Sachverhalte und Informationen sachgerecht auf der Grundlage chemischer Kenntnisse;
- B2 beurteilen Sachverhalte und Informationen aus unterschiedlichen Perspektiven (z. B. naturwissenschaftlich, gesellschaftlich, ökonomisch oder sozial) und setzen diese in Beziehung;
- B3 analysieren und beurteilen Inhalte verwendeter Quellen und Medien (z. B. anhand fachlicher Richtigkeit, Vertrauenswürdigkeit und Intention der Autorinnen bzw. Autoren) (6.1);
- B4 bewerten die Bedeutung chemischer Kenntnisse für Anwendungsbereiche und Berufsfelder.

Meinung bilden und Entscheidungen treffen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- B5 entwickeln anhand verschiedener relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen und setzen diese zueinander in Beziehung;
- B6 entwickeln lebensweltbezogene Fragestellungen und bewerten diese fachgerecht;
- B7 treffen mithilfe fachlicher Kriterien begründete Entscheidungen (5.2);
- B8 beurteilen grundlegende Aspekte zu Gefahren und Sicherheit in Labor und Alltag und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab.

Entscheidungen und deren Folgen reflektieren

Die Schülerinnen und Schüler ...

- B9 reflektieren Kriterien und Strategien für Entscheidungen aus naturwissenschaftlicher Perspektive und setzen diese zu anderen Perspektiven in Beziehung;
- B10 analysieren Entscheidungen im Hinblick auf deren Resultate.

Anforderungen im Fach Chemie

Anforderungen für den Übergang in die Studienstufe:

Die auf den folgenden Seiten tabellarisch aufgeführten Mindestanforderungen benennen Kompetenzen, die von allen Schülerinnen und Schülern erreicht werden müssen. Sie entsprechen der Note „ausreichend“ und den oben aufgeführten Standards.

Der Unterricht ist so zu gestalten, dass die Schülerinnen und Schüler Gelegenheit erhalten, auch höhere und höchste Anforderungen zu erfüllen; z. B. können Sachverhalte nicht nur beschreiben, sondern auch erläutert oder bewertet werden.

Diese Kompetenzen können anhand der Erarbeitung verschiedener Inhalte innerhalb der vorgeschlagenen oder innerhalb selbst gewählter Kontexte erworben werden.

	Mindestanforderungen am Ende der Klasse 10 für den Übergang in die Studienstufe (Sek II)
Sachkompetenz	<p>Chemische Phänomene, Begriffe, Gesetzmäßigkeiten kennen und Basiskonzepten zuordnen <i>Die Schülerinnen und Schüler ...</i></p> <ul style="list-style-type: none">• beschreiben einen chemischen Sachverhalt sowohl auf makroskopischer, submikroskopischer als auch auf repräsentationaler Ebene. <p>Die makroskopische Ebene <i>Die Schülerinnen und Schüler ...</i></p> <ul style="list-style-type: none">• unterscheiden zwischen Reinstoffen und Stoffgemischen sowie Elementen und Verbindungen;• kennen und nutzen Ordnungssysteme für Stoffe;• nutzen Stoffeigenschaften, um Stoffe zu klassifizieren oder zu identifizieren;• beschreiben den Zusammenhang von äußeren Bedingungen und Stoffeigenschaften;• beschreiben chemische Reaktionen als Einheit von Stoff- und Energieumwandlungen;• beschreiben die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen;• beschreiben Möglichkeiten der Beeinflussung chemischer Reaktionen durch Variation von Reaktionsbedingungen;• unterscheiden verschiedene Energieformen. <p>Die submikroskopische Ebene <i>Die Schülerinnen und Schüler ...</i></p> <ul style="list-style-type: none">• beschreiben modellhaft den submikroskopischen Bau ausgewählter Reinstoffe und Stoffgemische, indem sie Atome, Ionen und Moleküle unterscheiden;• beschreiben den Bau von Atomen mithilfe eines differenzierten Atommodells, das dazu geeignet ist, Reaktionen vorherzusagen und Beziehungen zwischen der Struktur von Teilchen und den Eigenschaften von Stoffen zu beschreiben;• unterscheiden und erklären Bindungstypen;• beschreiben räumliche Strukturen von Teilchen auf Basis eines Bindungsmodells;• erklären Wechselwirkungen zwischen Teilchen;• begründen makroskopische Eigenschaften von Stoffen auf submikroskopischer Ebene;• beschreiben Donator-Akzeptor-Vorgänge auf submikroskopischer Ebene;• deuten Stoffumwandlungen auf Teilchenebene hinsichtlich des Umbaus chemischer Bindungen. <p>Die Ebene der Repräsentation <i>Die Schülerinnen und Schüler ...</i></p> <ul style="list-style-type: none">• beschreiben chemische Reaktionen stöchiometrisch korrekt unter Verwendung der Formelsprache (Reaktionsgleichung aufstellen);• beschreiben den energetischen Verlauf chemischer Reaktionen.

Mindestanforderungen am Ende der Klasse 10 für den Übergang in die Studienstufe (Sek II)	
Erkenntnisgewinnung	<p>Erkenntnisgewinnung mithilfe von Experimenten gewinnen <i>Die Schülerinnen und Schüler ...</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • erkennen und entwickeln sowohl Fragestellungen als auch Hypothesen, die mithilfe chemischer Kenntnisse und Experimente zu beantworten sind; • planen geeignete Experimente, ggf. unter Berücksichtigung der Variablenkontrolle, zur Überprüfung von Fragestellungen und Hypothesen und führen diese durch; • beschreiben und erörtern eigene quantitative Untersuchungen mit Blick auf die zu klärende Fragestellung; • erheben, auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge, bei Experimenten relevante Daten oder recherchieren diese; • erkennen in erhobenen oder recherchierten Daten, auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge, Trends, Strukturen und Zusammenhänge und ziehen geeignete Schlussfolgerungen. <p>Modelle im Rahmen der Erkenntnisgewinnung nutzen <i>Die Schülerinnen und Schüler ...</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden zwischen Real- und Denkmodellen; • beschreiben Modelle und Modellexperimente als notwendige Hilfsmittel zur Erklärung und Vorhersage von Vorgängen auf der submikroskopischen Ebene; • wählen Modelle zur Erklärung chemischer Sachverhalte aus und nutzen beispielsweise Struktur- und Bindungsmodelle zur Beschreibung des submikroskopischen Aufbaus der Materie; • diskutieren Aussagen, Grenzen und Passung von Modellen; • nutzen mathematische Modelle (geometrische Körper, Graphen, Proportionalität) zur Beschreibung chemischer Sachverhalte. <p>Über den Prozess der Erkenntnisgewinnung reflektieren <i>Die Schülerinnen und Schüler ...</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen; • vergleichen unterschiedliche Wege (deduktiv/induktiv) naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung; • geben das Denken in Modellen, das Experimentieren und das evidenzbasierte Argumentieren als zentrale Merkmale der Naturwissenschaften an; • benennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Chemie, Physik und Biologie; • beschreiben und reflektieren den Aspekt der Vorläufigkeit wissenschaftlicher Erkenntnisse; • erörtern exemplarisch den wechselseitigen Einfluss gesellschaftlich-sozialer Rahmenbedingungen und dem wissenschaftlichen Arbeiten.

Mindestanforderungen am Ende der Klasse 10 für den Übergang in die Studienstufe (Sek II)	
Kommunikationskompetenz	<p>Informationen sach- und fachbezogen erschließen <i>Die Schülerinnen und Schüler ...</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • recherchieren zu chemischen Sachverhalten zielgerichtet in unterschiedlichen Quellen; • prüfen Darstellungen in Medien hinsichtlich ihrer fachlichen Richtigkeit; • wählen mit Blick auf die Fragestellung relevante Informationen aus. <p>Informationen aufbereiten und austauschen <i>Die Schülerinnen und Schüler ...</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • arbeiten Informationen aus (einfachen) Fachtexten heraus und nutzen Diagramme, Schemata und Formeln zur Darstellung chemischer Sachverhalte; • identifizieren chemische Inhalte in Anwendungsbereichen; • wählen aus, auf welche Weise fachliche Inhalte sach-, adressaten- und situationsgerecht weitergegeben werden; • überführen Alltags-, Fach- und Formelsprache, Modelle oder andere formale Darstellungen – auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge – ineinander; • nutzen formale Darstellungen als ein Werkzeug der Verknüpfung zwischen makroskopischer und submikroskopischer Ebene; • dokumentieren und präsentieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer fachlichen Arbeit, Überlegung oder Recherche adressatenbezogen, auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge; • beschreiben, veranschaulichen oder erklären chemische Sachverhalte strukturiert; • argumentieren fachlich korrekt und evidenzbasiert; • vertreten ihre Standpunkte zu chemischen Sachverhalten fachlich begründet und reflektieren Einwände.
Bewertungskompetenz	<p>Sachverhalte und Informationen beurteilen <i>Die Schülerinnen und Schüler ...</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • beurteilen Sachverhalte und Informationen sachgerecht auf der Grundlage chemischer Kenntnisse; • bewerten die Bedeutung chemischer Kenntnisse für Anwendungsbereiche und Berufsfelder. <p>Meinung bilden und Entscheidungen treffen <i>Die Schülerinnen und Schüler ...</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • entwickeln anhand verschiedener relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen und setzen diese zueinander in Beziehung; • entwickeln lebensweltbezogene Fragestellungen und bewerten diese fachgerecht; • treffen mithilfe fachlicher Kriterien begründete Entscheidungen; • beurteilen grundlegende Aspekte zu Gefahren und Sicherheit in Labor und Alltag und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab. <p>Entscheidungen und deren Folgen reflektieren <i>Die Schülerinnen und Schüler ...</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • analysieren Entscheidungen im Hinblick auf deren Resultate.

Gymnasium – Hinweise zum Umgang mit dem Kerncurriculum

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Themenfelder und die dazugehörigen Themen und ist den Jahrgangsstufen 7–10 zugeordnet. Dabei ist eine sinnvolle aufeinander aufbauende Reihenfolge der einzelnen Themen zu berücksichtigen.

Die sich aus den Bildungsstandards der Oberstufe ergebenden Themen bzw. Inhalte sind in den Kerncurricula unterstrichen gekennzeichnet.

Jahrgangsstufe	Themenfeld	Themen
7–9	1. Einführung in die Chemie	1.1 Sicherheit und naturwissenschaftliches Arbeiten
7–9	2. Stoffe und ihre Eigenschaften	2.1 Stoffeigenschaften und Stofftrennung
7–9	3. Chemische Reaktionen	3.1 Vom Edukt zum Produkt 3.2 Luft und Verbrennung Optional: 3.3 Reaktionen der Metalle
7–9	4. Bausteine der Materie	4.1 Atombau 4.2 chemisch ähnliche Elemente
7–9	5. Redoxreaktionen	5.1 Metalle und Salze
7–9	6. Molekulare Verbindungen	6.1 Moleküle und ihre Wechselwirkungen
10	7. Organische Chemie	7.1 Kohlenwasserstoffe 7.2 Organische Sauerstoffverbindungen
10	8. Säure-Base-Reaktionen	8.1 Saure und alkalische Lösungen

Tabelle 3: Die acht Themenfelder des Chemieunterrichts in der Sekundarstufe I

In den folgenden Tabellen zu den acht Themenfeldern (vgl. Tabelle 3) finden sich in der mittleren Spalte zuoberst die Leitgedanken zu jedem Themenfeld. Hier sind zentrale Ideen, die zu den drei Basiskonzepten gehören, dargestellt. Diese sind also nicht als vollständige Darstellung der Inhalte zu verstehen.

In der mittleren Spalte finden sich darunter die verbindlichen Inhalte für die Sekundarstufe I mit den zentralen Aspekten und Fachbegriffen (rechte Spalte). In der rechten Spalte sind außerdem eine Auswahl relevanter Kompetenzen der vier Kompetenzbereiche und mögliche Bezüge zu den anderen Themen des Kerncurriculums Chemie aufgeführt. In der linken Spalte finden sich fachübergreifende Hinweise. So sind hier mögliche Bezugspunkte zu den Leitperspektiven, Aufgabengebieten sowie anderen Fächern dargestellt. Die Bezugspunkte zu den Leitperspektiven sind ggf. in der mittleren Spalte konkretisiert. Diese sind beispielhaft zu verstehen. Außerdem finden sich in der linken Spalte Verweise auf bildungssprachliche Kompetenzen der Kompetenzmatrix Sprachbildung.

Alle angegebenen Kompetenzen sind beispielhaft zu verstehen. So entwickeln sich Kompetenzen über längere Zeiträume und damit über Themen bzw. Themenfelder hinweg. Beispielsweise werden die Kompetenzen, zwischen Stoff- und Teilchenebene unterscheiden oder experimentbasierte Vorgehensweisen planen zu können, nicht in einem Themenfeld erarbeitet. Vielmehr benötigen Schülerinnen und Schüler variierende Lerngelegenheiten, um diese Kompetenzen zu entwickeln. Die angegebenen Kompetenzen sind einzelnen Themenfeldern zugeordnet, um deutlich zu machen, dass die Kompetenzen der vier Kompetenzbereiche, aber auch Sprachkompetenzen bei der inhaltlichen Planung berücksichtigt werden müssen. Alle Kompetenzen müssen also über den gesamten Verlauf Sekundarstufe I vollständig und angemessen berücksichtigt werden.

2.3 Inhalte

Themenfeld 1: Einführung in die Chemie							
7–9	1.1 Sicherheit und naturwissenschaftliches Arbeiten						
Übergreifend	Inhalte	Fachbezogen	Umsetzungshilfen				
<p>Leitperspektiven</p> <p>BNE</p> <p>Aufgabengebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> Umwelterziehung <p>Sprachbildung</p> <p>B 2 8 9</p> <p>Fachübergreifende Bezüge</p> <p>Phy Bio</p>	<p>Leitgedanken</p> <p>Bei der Einführung in den Chemieunterricht geht es einerseits um den sicheren Umgang mit Stoffen im Labor, z. B. hinsichtlich der Entsorgung oder der Sicherheit, und andererseits um den ersten Eindruck spezifischer Denk- und Arbeitsweisen in der Chemie / den Naturwissenschaften. Im Mittelpunkt der Chemie stehen (oft) Experimente, die verschiedene Funktionen im Prozess der Erkenntnisgewinnung haben können, z. B. das Explorieren von Sachverhalten, um Fragen oder Vermutungen zu entwickeln, oder die Überprüfung von Hypothesen.</p> <p>Basiskonzept: Konzept vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen</p> <p>Sicherheit im Chemieunterricht</p> <ul style="list-style-type: none"> Verhaltens- und Kleidungsregeln im Fachraum und beim Experimentieren sicherer und bedachter Umgang mit Chemikalien und Laborgeräten Kennzeichnung von Chemikalien und Gefahrstoffhinweise korrekte Entsorgung von Chemikalien Verhalten im Notfall <p>Spezifische Denk- und Arbeitsweisen in der Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> Fragen und Hypothesenbildung Planen, Durchführen und Reflektieren von Experimenten Anfertigen von Versuchsprotokollen Differenzierung von Beobachtung und Auswertung <p>Beitrag zur Leitperspektive BNE:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erlernen einen verantwortungsbewussten Umgang mit Chemikalien und Gefahrstoffen, z. B., welche Gefahren von starken Säuren oder Laugen ausgehen können und wie man diese fachgerecht entsorgen muss. Dabei setzen sie sich im Rahmen der korrekten Entsorgung auch mit Umwelt- und Naturschutz auseinander (z. B. Bodenversauerung).</p>	<p>Kompetenzen</p> <p>S2 E1 K4 B8 S3 E2 B10 E14</p> <p>Fachbegriffe</p> <p>der Gasbrenner, der Gefahrstoffhinweis, das Gefahrenpiktogramm, der H-Satz, der P-Satz</p> <p>Fachinterne Bezüge</p> <table border="1"> <tr> <td>7–10</td> <td>5.1</td> </tr> <tr> <td>7–10</td> <td>8.1</td> </tr> </table>	7–10	5.1	7–10	8.1	
7–10	5.1						
7–10	8.1						

Themenfeld 2: Stoffe und ihre Eigenschaften

7–9 2.1 Stoffeigenschaften und Stofftrennung

Übergreifend	Inhalte	Fachbezogen	Umsetzungshilfen						
<p>Leitperspektiven</p> <p>BNE D</p> <p>Aufgabengebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> Umwelterziehung <p>Sprachbildung</p> <p>4 6 9 10</p> <p>Fachübergreifende Bezüge</p> <p>Phy</p>	<p>Leitgedanken</p> <p>Stoffe haben charakteristische Eigenschaften, anhand derer sie sich identifizieren, ordnen, trennen und auch nutzen lassen. Alle Stoffe sind aus nicht sichtbaren Teilchen (spätere Differenzierung in Atome, Moleküle, Ionen) aufgebaut. Stoffe und Teilchen haben unterschiedliche Eigenschaften, Teilchen sind also keine winzigen Stoffportionen.</p> <p>Reinstoffe sind aus der gleichen „Teilchenart“ aufgebaut, während Stoffgemische aus verschiedenen „Teilchenarten“ bestehen. Stoffe können in drei verschiedenen Aggregatzuständen vorliegen, die z. B. durch Änderung der Temperatur ineinander übergehen können. Der Stoff bleibt dabei erhalten. In welchem Aggregatzustand ein Stoff bei Raumtemperatur (und Normaldruck) vorliegt, ist auch eine Stoffeigenschaft.</p> <p><u>Basiskonzept:</u> Konzept vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen</p> <hr/> <p>Stoffe und Stoffgemische</p> <ul style="list-style-type: none"> Eigenschaften und Einteilung von Stoffen saure und alkalische Lösungen des Alltags Gefahrpotenzial von Säuren und Laugen pH-Wert als Maß der Säurestärke Reinstoffe und Stoffgemische <hr/> <p>Teilchenmodell</p> <ul style="list-style-type: none"> Teilchen als Grundbausteine von Materie Übergänge von Aggregatzuständen durch Änderung der Temperatur Diffusion <hr/> <p>Trennverfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> Planung und Durchführung von Experimenten zur Trennung von Stoffgemischen Trennverfahren an einem Beispiel aus Industrie oder Technik <hr/> <p>Beitrag zur Leitperspektive BNE:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler untersuchen Produkte aus ihrem Alltag und gewinnen Einblicke in die Themen Recycling, Mülltrennung und Trinkwassergewinnung, wodurch sich Gelegenheiten zur Auseinandersetzung mit umweltbewusstem und nachhaltigem Handeln ergeben; ein geeigneter Kontext wäre z. B. die Mülldeponie beim Energieberg Wilhelmsburg.</p> <p>Beitrag zur Leitperspektive D:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler nutzen digitale Anwendungen (Simulationen), mit denen Stoffe und Stoffgemische auf der Teilchenebene visualisiert werden.</p>	<p>Kompetenzen</p> <p>S0 E2 K5 B10</p> <p>S1 E6</p> <p>S3 E11</p> <p>S4</p> <p>Fachbegriffe</p> <p>die Dichte, das Element, heterogen, homogen, die Lauge, die Leitfähigkeit, die Löslichkeit, die Lösung, das Metall, das Nichtmetall, der Reinstoff, die Säure, der Schmelzpunkt, der Siedepunkt, die Stoffebene, die Teilchenebene, die Verbindung</p> <p>Fachinterne Bezüge</p> <table border="1"> <tr> <td>7–10</td> <td>3.3</td> </tr> <tr> <td>7–10</td> <td>4.2</td> </tr> <tr> <td>7–10</td> <td>7.1</td> </tr> </table>	7–10	3.3	7–10	4.2	7–10	7.1	
7–10	3.3								
7–10	4.2								
7–10	7.1								

Themenfeld 3: Chemische Reaktionen

7–9 3.1 Vom Edukt zum Produkt

Übergreifend	Inhalte	Fachbezogen	Umsetzungshilfen						
<p>Leitperspektiven</p> <p style="text-align: center;">BNE</p> <p>Aufgabengebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> Umwelterziehung <p>Sprachbildung</p> <p style="text-align: center;">6 9 10 13</p> <p>Fachübergreifende Bezüge</p> <p style="text-align: center;">Phy Bio</p>	<p>Leitgedanken</p> <p>Bei chemischen Reaktionen entstehen aus Ausgangsstoffen/Edukten mit bestimmten Eigenschaften neue Stoffe mit neuen Eigenschaften. Abzugrenzen von chemischen Reaktionen sind Aggregatzustandsänderungen oder das Mischen und Lösen von Stoffen. Bei chemischen Reaktionen bleibt die Masse erhalten. In offenen Systemen kann ein scheinbarer Massenverlust bzw. -zunahme zu beobachten sein. Chemische Reaktionen gehen mit energetischen Änderungen einher. So finden manche chemischen Reaktionen unter Freigabe von Energie (z. B. Wärme, Licht) statt, während bei anderen die Energie (z. B. Wärme) zugeführt werden muss. Chemische Reaktionen können mit Reaktionsschemata beschrieben werden.</p> <p><u>Basiskonzept</u>: Konzept der chemischen Reaktion und Energiekonzept</p> <hr/> <p>Kennzeichen chemischer Reaktionen</p> <ul style="list-style-type: none"> Stoffumwandlung Umkehrbarkeit von Reaktionen Massenerhaltung <hr/> <p>Darstellung chemischer Reaktionen</p> <ul style="list-style-type: none"> Reaktionsschema (Wortgleichung) Teilchenmodell nach Dalton <hr/> <p>Energieumsatz chemischer Reaktionen</p> <ul style="list-style-type: none"> Energieformen: Wärmeenergie, Lichtenergie, elektrische Energie und chemische Energie Energieerhaltung Aktivierungsenergie Einfluss von Katalysatoren Energieaustausch zwischen Reaktionssystem und Umgebung Beeinflussung chemischer Reaktionen durch Variation der Temperatur <hr/> <p>Beitrag zur Leitperspektive BNE:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler haben Gelegenheiten, sich mit dem Erhalt von Stoffen in der Umwelt, der Endlichkeit von Ressourcen und der Bedeutung der Umkehrbarkeit von Reaktionen auseinanderzusetzen. Der Energiebedarf zur Stoffherstellung kann an lokalen Beispielen, wie der Kupfer- oder Aluminiumherstellung, thematisiert werden.</p>	<p>Kompetenzen</p> <p>S5 E1 K4 B10 S6 K7 S8 S18</p> <p>Fachbegriffe</p> <p>endotherm, das Energiediagramm, exotherm, die Masse</p> <p>Fachinterne Bezüge</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>7–10</td> <td>5.1</td> </tr> <tr> <td>7–10</td> <td>7.1</td> </tr> <tr> <td>7–10</td> <td>8.1</td> </tr> </table>	7–10	5.1	7–10	7.1	7–10	8.1	
7–10	5.1								
7–10	7.1								
7–10	8.1								

Themenfeld 3: Chemische Reaktionen

7–9

3.2 Luft und Verbrennung

Übergreifend	Inhalte	Fachbezogen	Umsetzungshilfen						
<p>Leitperspektiven</p> <p>BNE D</p> <p>Aufgabengebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umwelterziehung • Verkehrserziehung <p>Sprachbildung</p> <p>1 2 6 15</p> <p>Fachübergreifende Bezüge</p> <p>Geo Bio</p>	<p>Leitgedanken (optional)</p> <p>Luft ist ein Gasgemisch, das aus mehreren Stoffen, u. a. Stickstoff, Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid, besteht. Für Verbrennungsprozesse ist nicht die Luft, sondern der Sauerstoff in der Luft essenziell. Damit eine Verbrennung stattfinden kann, muss außerdem Sauerstoff vorhanden sein sowie die spezifische Zündtemperatur des brennbaren Stoffes erreicht werden. Die Reaktion eines Stoffes mit Sauerstoff wird als Oxidation bezeichnet. Bestimmte Stoffe können mit spezifischen Nachweisreaktionen nachgewiesen werden.</p> <p>Basiskonzept: Konzept vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen und Konzept der chemischen Reaktion</p> <hr/> <p>Luft als Gasgemisch</p> <ul style="list-style-type: none"> • prozentuale Zusammensetzung der Luft • Formelschreibweise <hr/> <p>Verbrennung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bedingungen für Verbrennungen • Verbrennung als Reaktion mit Sauerstoff • einfache Reaktionsschemata <hr/> <p>optional: Nachweisreaktionen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sauerstoffnachweis (Glimmspanprobe) • Kohlenstoffdioxidnachweis (Kalkwasserprobe) • Wasserstoffnachweis (Knallgasprobe) • Wassernachweis (Watesmoprobe) <hr/> <p>Beitrag zur Leitperspektive BNE:</p> <p>Die Luftverschmutzung in Hamburg durch den Straßenverkehr und die Schifffahrt kann anhand von öffentlich zugänglichen Messwerten untersucht und im Hinblick auf die eigene Gesundheit diskutiert werden.</p> <p>Beitrag zur Leitperspektive D:</p> <p>Digitale Messungen mit einem Kohlenstoffdioxid-Sensor können erstellt, gespeichert und ausgewertet werden.</p>	<p>Kompetenzen</p> <p>S7 E1 K3 B1 E2 B8</p> <p>Fachbegriffe</p> <p>das Edelgas, das Kohlenstoffdioxid, das Oxid, der Sauerstoff, das Wasser, der Wasserstoff</p> <p>Fachinterne Bezüge</p> <table border="1"> <tr> <td>7–10</td> <td>3.3</td> </tr> <tr> <td>7–10</td> <td>5.1</td> </tr> <tr> <td>7–10</td> <td>7.1</td> </tr> </table>	7–10	3.3	7–10	5.1	7–10	7.1	
7–10	3.3								
7–10	5.1								
7–10	7.1								

Themenfeld 3: Chemische Reaktionen

7–9

3.3 Optional: Reaktionen der Metalle

Übergreifend	Inhalte	Fachbezogen	Umsetzungshilfen																
<p>Leitperspektiven</p> <p style="text-align: center;">BNE</p> <p>Aufgabengebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umwelterziehung • Globales Lernen <p>Sprachbildung</p> <p style="text-align: center;">4 6 7 9</p> <p>Fachübergreifende Bezüge</p> <p style="text-align: center;">Phy Geo Ges</p>	<p>Leitgedanken</p> <p>Viele Metalle liegen in der Natur nicht in Reinstoffen, sondern in sogenannten Erzen vor. Erze sind Gemische mit einem hohen Anteil an Metallverbindungen, in der Regel Oxide. Um Metalle aus dem Erz zu gewinnen, muss der Sauerstoff entzogen werden. Edle Metalle wie Silber und Gold liegen in der Natur auch in reiner Form vor. Metalle lassen sich u. a. daran unterscheiden, wie leicht sie Reaktionen mit Sauerstoff eingehen, z. B. bei Korrosionsvorgängen, bzw. daran, wie leicht die Metalloxide zerlegt werden können. Je leichter ein Metall mit Sauerstoff reagiert, desto unedler ist es. Eine weitere Einteilung von Metallen sind Leicht- und Schwermetalle. Hier wird die Dichte als Kriterium herangezogen.</p> <p><u>Basiskonzept:</u> Konzept vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen und Konzept der chemischen Reaktion</p> <p>Optional: Metalle und ihre Eigenschaften</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorkommen von Metallen • Eigenschaften von Metallen • Recycling von Metallen <p>Optional: Chemische Reaktionen der Metalle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Metalloxide • Metallgewinnung (Kupfer) • Reaktionsschemata für Sauerstoffübertragungen <p>Beitrag zur Leitperspektive BNE:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können sich beim Thema Korrosion mit der Veränderung der Stoffeigenschaften durch die Wechselwirkung mit der Umgebung und der Beständigkeit von Stoffen und ihren langfristigen Einfluss auf die Umwelt auseinandersetzen. Bei der Gewinnung von Erzen können die ökologischen Folgen des Bergbaus und die Bedeutung des Metallrecyclings thematisiert werden.</p>	<p>Kompetenzen</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>S1</td> <td>E2</td> <td>K4</td> <td>B2</td> </tr> <tr> <td>S15</td> <td></td> <td>K5</td> <td>B4</td> </tr> <tr> <td>S16</td> <td></td> <td></td> <td>B6</td> </tr> </table> <p>Fachbegriffe</p> <p>das Erz, das Leichtmetall, das edle Metall, das unedle Metall, das Schwermetall</p> <p>Fachinterne Bezüge</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>7–10</td> <td>4.2</td> </tr> <tr> <td>7–10</td> <td>5.1</td> </tr> </table>	S1	E2	K4	B2	S15		K5	B4	S16			B6	7–10	4.2	7–10	5.1	
S1	E2	K4	B2																
S15		K5	B4																
S16			B6																
7–10	4.2																		
7–10	5.1																		

Themenfeld 4 Bausteine der Materie

7–9

4.1 Atombau

Übergreifend	Inhalte	Fachbezogen	Umsetzungshilfen						
<p>Leitperspektiven</p> <p style="text-align: right;">D</p> <p>Aufgabengebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> • Globales Lernen <p>Sprachbildung</p> <p>B 2 6 9</p> <p>Fachübergreifende Bezüge</p> <p>Phy Mat</p>	<p>Leitgedanken</p> <p>In der Geschichte der Naturwissenschaften gibt es zahlreiche Modelle, die den Atombau beschreiben. Diese haben sich durch neue Erkenntnisse, z. B. die Entdeckung von Elektronen, weiterentwickelt – von einfachen Kugel-Teilchen-Modellen (Dalton) über Kern-Hülle-Modelle (Rutherford) zu zunehmend differenzierten Modellen wie dem Schalenmodell. Im Atomkern befinden sich die Protonen und die Neutronen, während sich die Elektronen in der Atomhülle befinden. Das Schalenmodell beschreibt die Verteilung der Atome in der Atomhülle. Jedes Element wird über die Anzahl seiner Protonen und Elektronen charakterisiert. Im Periodensystem sind alle Elemente aufgrund ihres Atombaus in einer spezifischen Weise angeordnet. Atome können durch Aufnahme oder Abgabe die Edelgaskonfiguration erreichen, die einen stabilen Zustand beschreibt.</p> <p><u>Basiskonzept:</u> Konzept vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen</p> <p>Atommodelle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kern-Hülle-Modell nach Rutherford • Aufbau des Atomkerns • Aufbau der Atomhülle • Schalenmodell <p>Periodensystem</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau des PSE • Elektronenkonfiguration und Oktettregel • Edelgaskonfiguration <p>Beitrag zur Leitperspektive D:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler nutzen digitale Anwendungen (Simulationen), mit denen der Atomaufbau visualisiert wird.</p>	<p>Kompetenzen</p> <p>S9 E6 K3 B1</p> <p>S10 E7</p> <p>E9</p> <p>E12</p> <p>E15</p> <p>Fachbegriffe</p> <p>die Atommasse, das Außenelektron / das Valenzelektron, das Elektron, das Elementarteilchen, das Elementsymbol, die Hauptgruppe, das Isotop, die Kernladungszahl, das Neutron, die Ordnungszahl, die Periode, das Proton</p> <p>Fachinterne Bezüge</p> <table border="1"> <tr> <td>7–10</td> <td>4.2</td> </tr> <tr> <td>7–10</td> <td>5.1</td> </tr> <tr> <td>7–10</td> <td>6.1</td> </tr> </table>	7–10	4.2	7–10	5.1	7–10	6.1	
7–10	4.2								
7–10	5.1								
7–10	6.1								

Themenfeld 4: Bausteine der Materie

7–9

4.2 Reaktionen ausgewählter Elemente und ihre Stöchiometrie

Übergreifend	Inhalte	Fachbezogen	Umsetzungshilfen								
<p>Leitperspektiven</p> <p>W BNE</p> <p>Aufgabengebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umwelterziehung • Gesundheitsförderung <p>Sprachbildung</p> <p>2 7 9 10</p> <p>Fachübergreifende Bezüge</p> <p>Mat</p>	<p>Leitgedanken</p> <p>Die spezifische Anordnung der Elemente im Periodensystem ermöglicht es, Aussagen über Eigenschaften der Elemente zu treffen. Elemente in den Hauptgruppen weisen ähnliche Eigenschaften wie Metall/Nichtmetall oder Reaktionsverhalten auf.</p> <p>Die Stoffmenge n ist eine Größe und beschreibt die Anzahl der Teilchen eines Stoffes. Sie wird in der Einheit Mol angegeben. Ein Mol umfasst eine „unzählbar“ große Anzahl von Teilchen (6×10^{23}). Die Masse von einem Mol eines Stoffes wird als molare Masse bezeichnet. Sie entspricht der Masse einer Stoffportion, die 1 Mol Teilchen enthält. Sie ist spezifisch für jeden Stoff. Die Einheit ist g/mol.</p> <p><u>Basiskonzept:</u> Konzept vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen</p> <p>Reaktionen ausgewählter Elemente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alkalimetalle/ Erdalkalimetalle – Eigenschaften und Reaktionen • Nachweis von Metallionen durch Flammfärbung • Halogene – Eigenschaften und Reaktionen • <u>Nachweise von Halogenid-Ionen mit Silbernitratlösung</u> • Zusammenhang zwischen Aufbau der Atome und ihrem Reaktionsverhalten <p>Quantitative Zusammenhänge</p> <ul style="list-style-type: none"> • Masse m • Stoffmenge n • Molare Masse M • Molares Volumen V_m • Avogadro-Konstante N_A • Gesetz der konstanten Massenverhältnisse • Aufstellen von Reaktionsgleichungen (Formelgleichungen) <p>Beitrag zur Leitperspektive W sowie zur Leitperspektive BNE:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können sich exemplarisch die chemische Zusammensetzung, Wirkungsweise und Gefahren spezieller Produkte wie Feuerwerkskörper erarbeiten und sich mit deren Verwendung kritisch auseinandersetzen.</p>	<p>Kompetenzen</p> <p>S7 E8 K11 B1</p> <p>S10 E10</p> <p>S14 E13</p> <p>S17</p> <p>Fachbegriffe</p> <p>die Fällungsreaktion, das Mol, die Teilchenzahl</p> <p>Fachinterne Bezüge</p> <table border="1"> <tr><td>7–10</td><td>3.3</td></tr> <tr><td>7–10</td><td>4.1</td></tr> <tr><td>7–10</td><td>5.1</td></tr> <tr><td>7–10</td><td>6.1</td></tr> </table>	7–10	3.3	7–10	4.1	7–10	5.1	7–10	6.1	
7–10	3.3										
7–10	4.1										
7–10	5.1										
7–10	6.1										

Themenfeld 5: Redoxreaktionen

7–9

5.1 Metalle und Salze

Übergreifend	Inhalte	Fachbezogen	Umsetzungshilfen						
<p>Leitperspektiven</p> <p style="text-align: center;">BNE</p> <p>Aufgabengebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umwelterziehung <p>Sprachbildung</p> <p style="text-align: center;">D 7 10 15</p> <p>Fachübergreifende Bezüge</p> <p style="text-align: center;">Phy Mat</p>	<p>Leitgedanken</p> <p>Zwischen Atomen von Metallen bilden sich metallische Bindungen aus. Diese entstehen durch die Bildung von Atomrümpfen und den freibeweglichen Außenelektronen. Salze sind Verbindungen, die aus entgegengesetzt geladenen Ionen aufgebaut sind. Ionen bzw. Salze entstehen, wenn Elektronen übertragen werden. In der Regel reagieren Metalle und Nichtmetalle zu Salzen. Die Anziehungskräfte von Ionen wirken in alle Richtungen, sodass sich dreidimensionale Ionenlücken bilden.</p> <p>Stoffe mit beweglichen Ladungsträgern wie gelöste Ionen oder Elektronen in Metallen sind elektrisch leitfähig. Bei Redoxreaktionen werden gleichzeitig Elektronen aufgenommen und abgegeben (Donator-Akzeptor-Prinzip). In einer galvanischen Zelle läuft eine freiwillige Redox-Reaktion ab. Das Redox-Verhalten von Metallen untereinander wird mit der Redox-Reihe beschrieben.</p> <p><u>Basiskonzept:</u> Konzept vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen, Konzept der chemischen Reaktion und Energiekonzept</p> <p>Metalle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prinzip der Metallbindung <p>Salze und Ionen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eigenschaften von Salzen und Salzlösungen • Salze in Natur und Technik • Bildung von Ionen • Prinzip der Ionenbindung <p>Oxidation und Reduktion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Redoxreihe der Metalle • galvanisches Element als Grundprinzip von Batterien • Redox-Reaktion als Elektronenübertragung • Donator-Akzeptor-Prinzip <p>Quantitative Beziehungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verhältnisformeln für Salze • Aufstellen von Reaktionsgleichungen zur Salzbildung • Lösungsprozesse von Salzen als chemische Reaktion <p>Beitrag zur Leitperspektive BNE:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler lernen mit dem galvanischen Element das Grundprinzip von handelsüblich genutzten Batterien kennen. In diesem Zusammenhang können sie sich mit der Rohstoff- und Entsorgungsproblematik von Batterien auseinandersetzen.</p> <p>Beim Thema Ionen und Salze können Düngesalze ein Anknüpfungspunkt für Schülerinnen und Schüler sein, sich exemplarisch mit der Wirkungsweise und der Bedeutung im Hinblick auf die Folgen für Böden, Pflanzen und Welternährung auseinanderzusetzen.</p>	<p>Kompetenzen</p> <p>S11 E8 K1 B4 S15 E10 K8 B6 S17</p> <p>Fachbegriffe</p> <p>das Anion, die Elektrode, der Elektrolyt, das Elektronengas, die galvanische Zelle, die Halbzelle, die Hydrathülle, das Ionenlücken, das Kation, die elektrische Leitfähigkeit, der Metallrumpf</p> <p>Fachinterne Bezüge</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="background-color: #1a3d4d; color: white;">7–10</td> <td style="background-color: #1a3d4d; color: white;">3.3</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #1a3d4d; color: white;">7–10</td> <td style="background-color: #1a3d4d; color: white;">4.1</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #1a3d4d; color: white;">7–10</td> <td style="background-color: #1a3d4d; color: white;">4.2</td> </tr> </table>	7–10	3.3	7–10	4.1	7–10	4.2	
7–10	3.3								
7–10	4.1								
7–10	4.2								

Themenfeld 6: Molekulare Verbindungen

7–9 6.1 Moleküle und ihre Wechselwirkungen

Übergreifend	Inhalte	Fachbezogen	Umsetzungshilfen						
<p>Leitperspektiven</p> <p>BNE</p> <p>Aufgabengebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> Umwelterziehung <p>Sprachbildung</p> <p>B 4 6 8</p> <p>Fachübergreifende Bezüge</p> <p>Mat</p>	<p>Leitgedanken</p> <p>Atome in Molekülen sind durch Elektronenpaarbindungen gebunden. Diese entsteht durch die Bildung gemeinsamer Elektronenpaare aus Außenelektronen. Durch diese Elektronenpaarbindungen erreichen die Atome die Edelgaskonfiguration. Die Elektronegativität beschreibt die atomspezifische Fähigkeit, Bindungselektronen anzuziehen. Die Polarität von Elektronenpaarbindungen wird durch die Elektronegativitätsdifferenz der Bindungspartner beeinflusst.</p> <p>Neben chemischen Bindungen (Elektronenpaar-, Metall- und Ionenbindungen) gibt es intermolekulare Wechselwirkungen, die die Eigenschaften von Stoffen prägen. Dazu gehören stärkere Wasserstoffbrücken sowie schwächere Van-der-Waals-Kräfte. Wasserstoffbrücken entstehen in Molekülen mit Dipolcharakter.</p> <p><u>Basiskonzept:</u> Konzept vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen</p> <p>Aufbau von Molekülen</p> <ul style="list-style-type: none"> Prinzip der Elektronenpaarbindung Aufstellen von Molekülformeln schematische Darstellung von Molekülen mit Lewisformeln räumliche Darstellung von Molekülen (<u>EPA-Modell</u>) <p>Polarität von Molekülen</p> <ul style="list-style-type: none"> Elektronegativität EN Unterscheidung zwischen polarer und unpolarer Elektronenpaarbindung Dipolcharakter von Molekülen Wasser als polares Molekül <p>Zwischenmolekulare Kräfte</p> <ul style="list-style-type: none"> Dichteanomale des Wassers Wirkprinzip von Wasserstoffbrücken Einfluss von Wasserstoffbrücken auf die Schmelz- und Siedetemperatur von Wasser Wirkprinzip von Dipol-Dipol-Kräften <u>Stoffbeispiele für Dipolmoleküle</u> <u>Wirkprinzip von Van-der-Waals-Kräften</u> <p>Beitrag zur Leitperspektive BNE:</p> <p>Die Bedeutung von Wasser für unser Leben („blauer Planet“) kann hier vertieft werden, sodass Schülerinnen und Schüler sich z. B. mit der Bedeutung der Ressource „Wasser“ befassen und sich damit auseinandersetzen können, inwiefern die besonderen chemischen Eigenschaften des Wassers zu dieser Bedeutung geführt haben.</p>	<p>Kompetenzen</p> <p>S9 E5 K8 B7</p> <p>S12 E10 K10</p> <p>S13</p> <p>Fachbegriffe</p> <p>die Einfachbindung, das bindende Elektronenpaar, das freie Elektronenpaar, gewinkelt, linear, die Mehrfachbindung, die Partialladung, der permanente Dipol, die Strukturformel, die Summenformel, tetraedrisch</p> <p>Fachinterne Bezüge</p> <table border="1"> <tr> <td>7-10</td> <td>3.2</td> </tr> <tr> <td>7-10</td> <td>4.1</td> </tr> <tr> <td>7-10</td> <td>7.1</td> </tr> </table>	7-10	3.2	7-10	4.1	7-10	7.1	
7-10	3.2								
7-10	4.1								
7-10	7.1								

Themenfeld 7: Organische Chemie

10 7.1 Kohlenwasserstoffe

Übergreifend	Inhalte	Fachbezogen	Umsetzungshilfen						
<p>Leitperspektiven</p> <p>BNE D</p> <p>Aufgabengebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medienerziehung • Umwelterziehung • Gesundheitsförderung <p>Sprachbildung</p> <p>B 7 9 13</p> <p>Fachübergreifende Bezüge</p> <p>Bio Geo</p>	<p>Leitgedanken</p> <p>Kohlenstoff liegt in vielfältigsten Verbindungen vor, die hier exemplarisch thematisiert werden, um die bereits erworbenen Kenntnisse zum Molekülbau, zu zwischenmolekularen Wechselwirkungen und zur chemischen Reaktion auf neue Moleküle und Stoffklassen anzuwenden, zu vertiefen und zu erweitern. Beispielsweise lassen sich die Eigenschaften von Kohlenwasserstoffen mit ihren Strukturen, u. a. Kettenlängen, erklären (Struktur-Eigenschafts-Beziehungen). Kohlenstoffwasserstoffe sind die zentralen Bestandteile von Erdöl, Erdgas, Benzin und Diesel oder Kunststoffen.</p> <p>Im Kohlenstoff-(Atom-)Kreislauf werden verschiedene Kohlenstoffverbindungen durch unterschiedliche Reaktionen wie Photosynthese oder Verbrennung ineinander umgewandelt. Durch die Verbrennung fossiler Energieträger wird sehr viel des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid freigesetzt, was mit einer Erhöhung der Lufttemperatur einhergeht. Die globale Erwärmung und ihre Folgen sind ein Kernproblem unserer Gegenwart und Zukunft.</p> <p><u>Basiskonzept:</u> Konzept vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen, Konzept der chemischen Reaktion und Energiekonzept</p> <hr/> <p>Kohlenstoff und seine Verbindungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundprinzip des Kohlenstoffkreislaufs • fossile Energieträger • Klimawandel und anthropogener Einfluss <hr/> <p>Kohlenwasserstoffe</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Eigenschaften und Verwendung von Alkanen und Alkenen</u> • <u>Homologe Reihe, Isomerie und Grundlagen der Nomenklatur</u> • <u>Reaktionsgleichungen zur vollständigen Verbrennung von Alkanen</u> <hr/> <p>optional: Kunststoffe</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Eigenschaften und Verwendung</u> • <u>Recycling von Kunststoffen</u> <hr/> <p>Beitrag zur Leitperspektive BNE:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler setzen sich mit dem Klimawandel sowie seinen kurz- und langfristigen globalen ökologischen und sozialen Folgen auseinander. Weiterhin setzen sie sich mit den verschiedenen Möglichkeiten der Kunststoffverwertung auseinander. In beiden Bereichen reflektieren sie darüber hinaus die eigene Verantwortung sowie ihr Konsumverhalten und erlernen einen verantwortungsbewussten und nachhaltigen Umgang mit Ressourcen.</p> <p>Beitrag zur Leitperspektive D:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler nutzen digitale Anwendungen (Simulationen), um einen Zugang zu komplexen Themen wie Treibhauseffekt und Klimawandel zu entwickeln. Im Zusammenhang mit dem Klimawandel und Kunststoffen können auch Lerngelegenheiten geschaffen werden, sich kritisch mit Internetseiten im Hinblick auf ihre Glaubwürdigkeit auseinanderzusetzen.</p>	<p>Kompetenzen</p> <p>S2 E13 K6 B3</p> <p>S5 E16 K12 B5</p> <p>B6</p> <p>Fachbegriffe</p> <p>die Doppelbindung, gesättigt, das Isomer, das Makromolekül, ungesättigt</p> <p>Fachinterne Bezüge</p> <table border="1"> <tr> <td>7-10</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td>7-10</td> <td>4.2</td> </tr> <tr> <td>7-10</td> <td>6.1</td> </tr> </table>	7-10	1.1	7-10	4.2	7-10	6.1	
7-10	1.1								
7-10	4.2								
7-10	6.1								

Themenfeld 7: Organische Chemie

10 7.2 Organische Sauerstoffverbindungen

Übergreifend	Inhalte	Fachbezogen	Umsetzungshilfen						
<p>Leitperspektiven</p> <p>BNE D</p> <p>Aufgabengebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umwelterziehung • Gesundheitsförderung <p>Sprachbildung</p> <p>E 2 6 15</p> <p>Fachübergreifende Bezüge</p> <p>Bio Spo</p>	<p>Leitgedanken</p> <p>Bei der Oxidation von Kohlenwasserstoffen entstehen Stoffe, in deren Molekülen neben den Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen auch Sauerstoffatome enthalten sind. Die Eigenschaften dieser Stoffe werden maßgeblich durch die sogenannten funktionellen Gruppen, z. B. Hydroxy-, Aldehyd-, Keto- oder Carboxy-Gruppe, bestimmt (Struktur-Eigenschafts-Beziehung). Die Nomenklatur dieser Stoffe ergibt sich aus dem Aufbau der Moleküle. Besonders bekannt ist der Trinkalkohol Ethanol, der durch den biochemischen Abbau von Glucose entsteht.</p> <p>Auch die zentralen Bestandteile der Nahrung (Proteine, Kohlenhydrate und Fette) sind Kohlenstoffverbindungen mit spezifischen funktionellen Gruppen. Teilweise handelt es sich um langkettige Verbindungen, die sich aus wiederholenden Einheiten aufbauen, sogenannte natürliche Makromoleküle. Nährstoffe dienen als Baustoffe und Energielieferanten.</p> <p><u>Basiskonzept:</u> Konzept vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen, Konzept der chemischen Reaktion und Energiekonzept</p> <hr/> <p>Alkohole</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Struktur und funktionelle Gruppe</u> • <u>homologe Reihe und Nomenklatur</u> • <u>Eigenschaften und Verwendung von Alkoholen</u> • <u>alkoholische Gärung</u> • <u>Alkoholkonsum und seine Folgen</u> <hr/> <p>optional: Nährstoffe</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Grundstrukturen von Kohlenhydraten, Proteinen und Fetten</u> • <u>Vorkommen und Bedeutung</u> <hr/> <p>Beitrag zur Leitperspektive W:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler setzen sich mit dem Konsum von Alkohol und dessen schädlichen Einfluss auf Gesundheit und Sozialleben und der damit verbundenen Verantwortung für sich und andere auseinander.</p> <p>Beitrag zur Leitperspektive BNE:</p> <p>Zwei der Ziele für nachhaltige Entwicklung sind „kein Hunger“ sowie „Gesundheit und Wohlergehen“. Die Schülerinnen und Schüler können sich aus individueller und globaler Perspektive mit der Bedeutung einer ausgewogenen und gesunden Ernährung auch unter Berücksichtigung nachhaltiger Lebensstile auseinandersetzen, um so einen lebenslangen selbstbestimmten und verantwortlichen Umgang mit Essen, Ernährung und Nahrung zu entwickeln.</p>	<p>Kompetenzen</p> <p>S3 E14 K2 B5</p> <p>S13 K6 B7</p> <p>K12 B9</p> <p>Fachbegriffe</p> <p>die Hydroxy-Gruppe</p> <p>Fachinterne Bezüge</p> <table border="1"> <tr> <td>7-10</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td>7-10</td> <td>6.1</td> </tr> <tr> <td>7-10</td> <td>7.1</td> </tr> </table>	7-10	1.1	7-10	6.1	7-10	7.1	
7-10	1.1								
7-10	6.1								
7-10	7.1								

Themenfeld 8: Säure-Base-Reaktionen

10 8.1 Saure und alkalische Lösungen

Übergreifend	Inhalte	Fachbezogen	Umsetzungshilfen						
<p>Leitperspektiven</p> <p style="text-align: right;">D</p> <p>Aufgabengebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> Umwelterziehung <p>Sprachbildung</p> <p>E 2 6 15</p> <p>Fachübergreifende Bezüge</p> <p>Bio Mat</p>	<p>Leitgedanken</p> <p>Säuren kommen in vielfältigen Stoffen des Alltags vor. Die charakteristischen Eigenschaften von Säuren entstehen durch Oxonium-Ionen, die in wässrigen Lösungen vorliegen. Für das charakteristische Verhalten alkalischer Lösungen sind Hydroxid-Ionen verantwortlich. Bei Neutralisationen reagieren die Oxonium-Ionen der sauren Lösung mit den Hydroxid-Ionen der alkalischen Lösung zu Wasser-Molekülen. Dabei ändert sich der pH-Wert der Lösung. Der pH-Wert ist ein Maß für den sauren, neutralen oder alkalischen Charakter einer Lösung. Bei Säure-Base-Reaktionen werden Protonen übertragen; sie sind neben Redoxreaktionen Beispiele für das Donator-Akzeptor-Prinzip.</p> <p><u>Basiskonzept:</u> Konzept vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen und Konzept der chemischen Reaktion</p> <p>Saure und alkalische Lösungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <u>Reaktionsverhalten saurer und alkalischer Lösungen</u> <u>Nachweis von Oxonium- und Hydroxid-Ionen mit Indikatoren oder pH-Papier</u> <u>Nachweis von Ammoniumionen mit der Kreuzprobe</u> <p>Der pH-Wert</p> <ul style="list-style-type: none"> <u>Die pH-Skala</u> <u>experimentelle Messung saurer und alkalischer Lösungen</u> <p>Säure-Base-Reaktionen</p> <ul style="list-style-type: none"> <u>Säure-Base-Reaktion als Protonenübertragung</u> <u>Donator-Akzeptor-Prinzip</u> <u>Neutralisationsreaktionen (Bildung von Salzen)</u> <p>Beitrag zur Leitperspektive D:</p> <p>Bei der experimentellen Durchführung der Säure-Base-Titration können Schülerinnen und Schüler Messwerte digital erfassen, die ausgehend von einer Wertetabelle, z. B. in Excel, in ein Diagramm überführt werden kann.</p>	<p>Kompetenzen</p> <p>S6 E3 K9 B8</p> <p>S15 E4 K11</p> <p>Fachbegriffe</p> <p>die Base, die Kohlensäure, die Lauge, die Natronlauge, die Protolyse, der Protonenakzeptor, der Protonendonator, die Salzsäure, die Säure</p> <p>Fachinterne Bezüge</p> <table border="1"> <tr> <td>7-10</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td>7-10</td> <td>4.2</td> </tr> <tr> <td>7-10</td> <td>5.1</td> </tr> </table>	7-10	1.1	7-10	4.2	7-10	5.1	
7-10	1.1								
7-10	4.2								
7-10	5.1								

www.hamburg.de/bildungsplaene