



Lehrplan

Chemie

Sprachlicher Zweig

Gymnasiale Oberstufe

Einführungsphase

- Erprobungsphase -

2019

Inhalt

Vorwort

Zum Umgang mit dem Lehrplan

Themenfelder Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe

Kompetenzerwartungen

Anhang

Vorwort

Die gymnasiale Oberstufe bereitet die Schülerinnen und Schüler darauf vor, in einer globalisierten Welt unter veränderten gesellschaftlichen Erfordernissen eine qualifizierte berufliche Ausbildung oder ein Hochschulstudium absolvieren zu können.

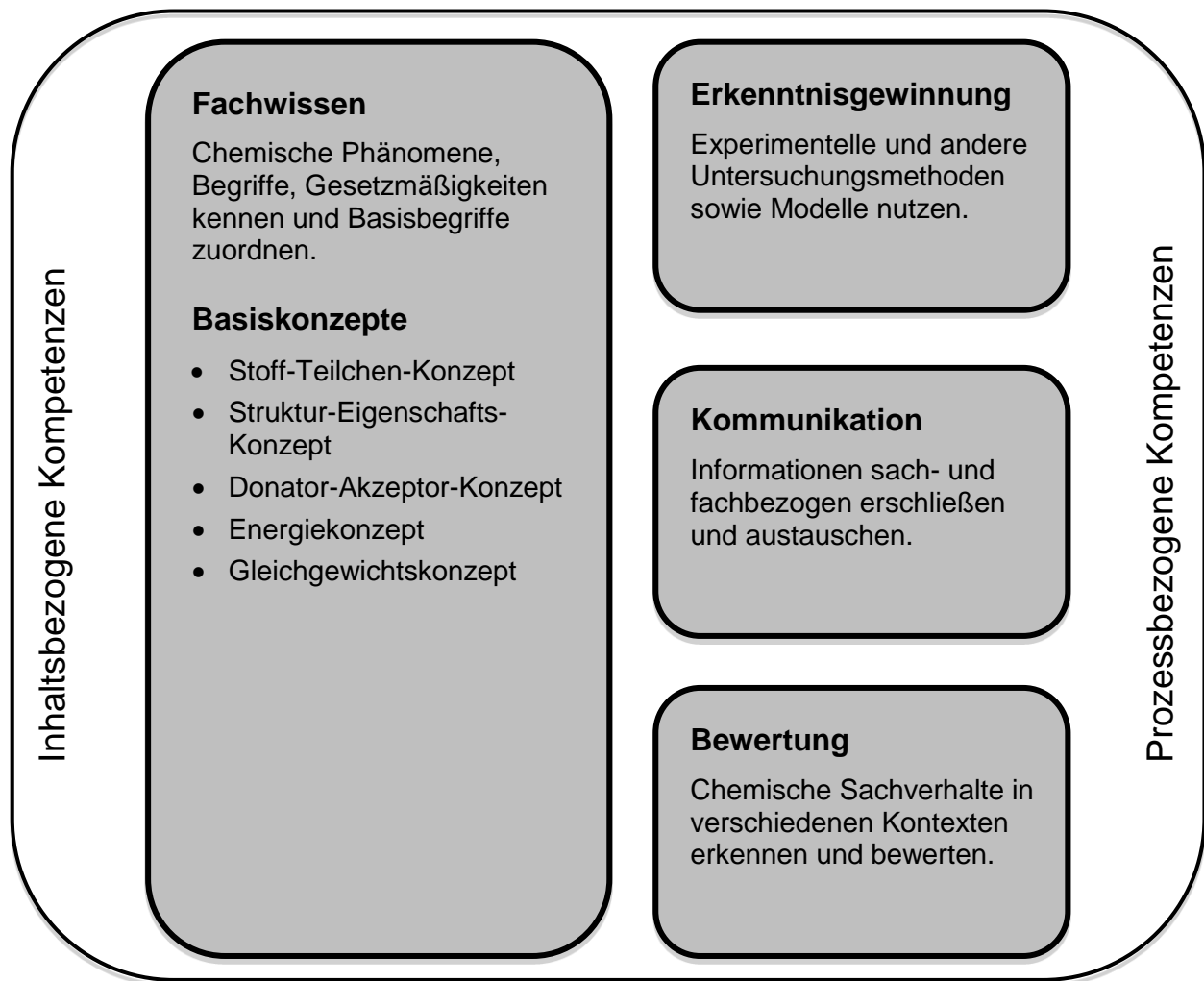
In der Sekundarstufe I berücksichtigt der Unterricht im Fach Chemie bzw. Naturwissenschaften an Gymnasien und Gemeinschaftsschulen die von der Kultusministerkonferenz (KMK) vereinbarten Bildungsstandards¹, um einen Beitrag zur naturwissenschaftlichen Grundbildung zu leisten. Diese Standards umfassen neben inhaltsbezogenen Kompetenzen auch prozessbezogene Kompetenzen, wie zum Beispiel Beurteilungskompetenzen und Kommunikationskompetenzen sowie methodische Kompetenzen und Lernstrategien, über die die Schülerinnen und Schüler verfügen sollen, um die inhaltsbezogenen Kompetenzen erwerben und anwenden zu können.

Der vorliegende Lehrplan für die Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe basiert auf dem Unterricht im Fach Chemie bzw. Naturwissenschaften in der Sekundarstufe I der Gemeinschaftsschule und des Gymnasiums. Er berücksichtigt die geltenden Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Chemie der KMK². Der Lehrplan geht von einem fachspezifischen Kompetenzmodell aus und formuliert verbindliche inhaltsbezogene und prozessbezogene Kompetenzerwartungen. Der Lehrplan trägt durch die Auswahl und den Anspruch der inhaltlichen Vorgaben dem besonderen Anforderungsprofil der gymnasialen Oberstufe Rechnung. Er beschränkt sich auf wesentliche Inhalte und Themen und enthält darüber hinaus Hinweise und Vorschläge zur Unterrichtsgestaltung.

Das Kompetenzmodell für Chemie (siehe Abbildung) in der Sekundarstufe II beinhaltet gleichermaßen neben dem inhaltsbezogenen Kompetenzbereich „Fachwissen“ auch die prozessbezogenen Kompetenzen „Erkenntnisgewinnung“, „Kommunikation“ und „Bewertung“ als verbindliche Vorgaben für den Chemieunterricht.

¹ Vereinbarung über Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10) (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004), 2005: Luchterhand

² Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 01.12.1989 i.d.F. vom 05.02.2004



Kompetenzen werden in entsprechenden Kontexten erworben. Die fachlichen Inhalte werden auf der Grundlage von miteinander vernetzten Basiskonzepten erarbeitet, die ein systemisches und multiperspektivisches Denken sowie eine Beschränkung auf das Wesentliche fördern. Die Basiskonzepte gewährleisten sowohl eine vertikale Vernetzung zwischen verschiedenen Wissensebenen als auch eine horizontale Vernetzung, indem sie anderen naturwissenschaftlichen Disziplinen chemische Begrifflichkeiten bereitstellen und beschreiben. Die prozessbezogenen Kompetenzen beschreiben die Handlungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler, die die Nutzung naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen erfordert.

Im Chemieunterricht der gymnasialen Oberstufe wird das fachsystematische Lehren und Lernen weiter ausgebaut. Dies geschieht durch konsequente Weiterentwicklung der bereits in der Sekundarstufe I angelegten zentralen Basiskonzepte. Im Verlauf der gymnasialen Oberstufe werden die Basiskonzepte der Sekundarstufe I durch zwei weitere Konzepte ergänzt. Bis zum Ende der Hauptphase können die Schülerinnen und Schüler folgende Basiskonzepte in diversen Kontexten anwenden:

- das Stoff-Teilchen-Konzept,
- das Struktur-Eigenschafts-Konzept,
- das Donator-Akzeptor-Konzept.
- das Energiekonzept,
- das Gleichgewichtskonzept,

Diese Basiskonzepte sind eng untereinander vernetzt und werden im Verlauf des Oberstufenunterrichts an verschiedenen Stellen des Lehrplans immer wieder gezielt angesprochen. Verbindungen und Vernetzungen werden aufgezeigt.

Die Anwendung chemischer Grundkenntnisse in alltäglichen, technischen und industriellen Zusammenhängen hat grundlegende Bedeutung für Entscheidungen und Bewertungen im politischen, ökonomischen, ökologischen und sozialen Bereich.

Daher sollen sowohl Schülerinnen und Schüler, die nach der Schule ein naturwissenschaftliches oder verwandtes Studium oder einen Ausbildungsberuf anstreben, als auch diejenigen, die für ihr weiteres Leben – voraussichtlich – keine vertieften Kenntnisse im Fach Chemie benötigen, adäquate Kompetenzen erwerben.

Es werden Kompetenzen aus folgenden Kompetenzbereichen vermittelt:

- Fachwissen,
- Erkenntnisgewinnung,
- Kommunikation,
- Bewertung.

Nach Abschluss der gymnasialen Oberstufe sollen die Schülerinnen und Schüler über folgende Kompetenzen verfügen:

- bestehendes Wissen durch neue chemische Erkenntnisse verändern und reorganisieren,
- ausgewählte Phänomene und Zusammenhänge erläutern und Bezüge zu den Basiskonzepten der Chemie herstellen,
- Arbeitsprozesse selbst organisieren und Arbeitsvorhaben zielgerichtet durchführen,
- Experimente selbst planen und auswerten,
- Ergebnisse unter Anwendung der Fachsprache verständlich verbalisieren, im Zusammenhang darstellen und adressatenbezogen präsentieren,
- bei Bewertungen in chemischen Zusammenhängen Bewertungskriterien angeben und begründen,
- in chemischen und anwendungsbezogenen Kontexten und Zusammenhängen kriteriengeleitet Argumente abwägen und Stellung dazu nehmen.

Sie verfügen über Team-, Kooperations- und Kommunikationsfähigkeit, die durch gemeinsames Experimentieren oder andere Formen der Gruppenarbeit gefördert wurden.

Themenfelder Einführungsphase Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Zweig (N-Zweig)

Themenfeld A: Bindungsverhältnisse und Struktur-Eigenschaften-Beziehungen in Kohlenwasserstoffen und Alkanolen

Themenfeld B: Reaktionen der Kohlenwasserstoffe und der Alkanole

Themenfeld C: Bedeutung/Wirkung von Alkoholen für/auf den Menschen

Themenfeld D: Kohlenstoffkreislauf

Themenfeld E: Fossile Brennstoffe und nachwachsende Rohstoffe

Themenfelder Einführungsphase Sprachlicher Zweig (S-Zweig)

Themenfeld A: Bindungsverhältnisse und Struktur-Eigenschaften-Beziehungen in Kohlenwasserstoffen und Alkanolen

Themenfeld B: Reaktionen der Kohlenwasserstoffe und der Alkanole

Themenfeld C: Kohlenstoffkreislauf

Themenfeld D: Fossile Brennstoffe und nachwachsende Rohstoffe

Hinweis:

Im S-Zweig können darüber hinaus die vertiefenden Themenfelder bzw. Module des N-Zweiges (C, E 1.2 bis E 1.4) behandelt werden.

Der Beitrag des Faches Chemie zur gymnasialen Bildung

Naturwissenschaftliche Erkenntnisse und ihre Anwendung sind unverzichtbare Mittel für die Gestaltung, Erhaltung und Entwicklung gegenwärtiger und künftiger Lebens- und Umweltbedingungen (Gestaltungskompetenz im Sinne einer Bildung für nachhaltige Entwicklung).

Die Naturwissenschaften tragen dazu bei, dass die Schülerinnen und Schüler sich in unserer durch Naturwissenschaft und Technik geprägten Gesellschaft zurechtfinden und aktiv daran teilhaben können. Der dynamische naturwissenschaftliche Wissenszuwachs erfordert eine Grundbildung, die die Aneignung neuer Wissensbestände in der weiteren schulischen und außerschulischen Ausbildung ermöglicht und somit eine Basis für lebenslanges Lernen legt. Damit wird auch ein spezifischer Beitrag des Faches zur vertieften Allgemeinbildung geleistet.

Das naturwissenschaftliche Verständnis der Schülerinnen und Schüler beruht häufig auf Präkonzepten, die nicht oder nur sehr begrenzt einer wissenschaftlichen Überprüfung standhalten (Misconception; sog. nicht belastbare Vorstellungen). Daher ist es ein zentrales Ziel des Chemieunterrichts in der gymnasialen Oberstufe, anschlussfähige Kompetenzen zu vermitteln, die einen reflektierten Umgang mit Fakten und Aussagen des Alltags ermöglichen. Dies geschieht u. a. über anwendungsorientierte Kontexte, die Methoden und Fachwissen der Chemie vermitteln. Beobachtungen und Untersuchungen von Stoffen und Stoffumwandlungen, das Formulieren chemischer Fragestellungen, chemische Interpretation mathematisch bzw. symbolisch formulierter Zusammenhänge sowie die Entwicklung und Anwendung von Modellen und Theorien zur Erklärung chemischer Phänomene werden eingeübt und vertieft. Dies schließt den verantwortungsbewussten Umgang mit Chemikalien und Geräten im Alltag, im Labor, in der Umwelt und damit ein sicherheitsbewusstes Experimentieren ein.

Dabei dienen die Basiskonzepte zur Orientierung und Vernetzung.

Eine besondere Rolle kommt dem Chemieunterricht des 21. Jahrhunderts in weiteren Bereichen zu:

Berufliche Orientierung

Zur Konkretisierung des schulischen Auftrages hat das Ministerium für Bildung und Kultur die Richtlinien zur Berufs- und Studienorientierung an allgemeinbildenden Schulen im Saarland in Kraft gesetzt. Berufliche Orientierung nach der Konzeption dieser Richtlinien wird verstanden als ein individueller Prozess der Annäherung und Abstimmung zwischen den eigenen Interessen, Stärken und Wünschen sowie den eigenen Einstellungen und Orientierungen der Schülerinnen und Schüler auf der einen Seite und den Möglichkeiten, Bedarfen und Anforderungen der Arbeits- und Berufswelt auf der anderen Seite.

Auch für die gymnasiale Oberstufe ist die Berufs- und Studienorientierung ein zentraler Auftrag. Eine modular aufgebaute Konzeption greift die berufsorientierenden Inhalte und Maßnahmen in der Sekundarstufe I auf, führt sie im Sinne einer Berufs- und Studienorientierung weiter und vertieft diese.

Berufliche Orientierung zielt immer auf die Wahl eines Berufes oder einer Tätigkeit ab. Der Weg dorthin muss von den Schülerinnen und Schülern individuell geplant werden. Dafür ist es erforderlich, einerseits die vielfältigen Möglichkeiten wie beispielsweise duale Ausbildung, Studium oder duales Studium zu kennen. Darüber hinaus sollten den Schülerinnen und Schülern Berufsbilder bekannt sein.

Das Fach Chemie kann dazu einen Beitrag leisten, indem fachbezogen Berufsbilder thematisiert werden und die Schülerinnen und Schüler dazu angehalten werden, sich damit auseinanderzusetzen. Die Berücksichtigung in den Themenfeldern kann z. B. auch in Form von Betriebserkundungen oder Exkursionen zu außerschulischen Lernorten erfolgen.

Hilfestellung für vertiefte Maßnahmen der Beruflichen Orientierung gibt das Handbuch „Berufliche Orientierung wirksam begleiten“. Informationen zu Berufen sind auf den Internetseiten der Bundesagentur für Arbeit zu finden.

Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)

Die Anforderungen der Gesellschaft des 21. Jahrhunderts bedingen, dass Nachhaltigkeit als Grundprinzip verstanden wird. Die Naturwissenschaft Chemie liefert u. a. mit den zwölf Regeln einer grünen Chemie Ansatzpunkte, die unter Einbezug von ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekten einen Beitrag zur Nachhaltigen Entwicklung leisten. Die Aufgabe des Chemieunterrichts besteht darin, Nachhaltigkeit als Prinzip chemischer Forschung und chemischer Produktionsverfahren zu vermitteln und den Beitrag des Faches Chemie zur Nachhaltigen Entwicklung anhand relevanter Kontexte zu thematisieren. Die Thematik BNE wird als Querschnittsaufgabe in den Themenfeldern inhaltlich berücksichtigt, ohne ausdrücklich ausgewiesen zu werden.

Medienbildung

Die Vermittlung von Medienkompetenz im Fach Chemie baut auf dem KMK-Papier „Bildung in der digitalen Welt“ bzw. dem Basiscurriculum Medienbildung und informatische Bildung des Saarlandes auf. Die Kompetenzen aus den Bereichen Bedienen und Anwenden, Informieren und Recherchieren, Kommunizieren und Kooperieren, Produzieren und Präsentieren, Analysieren und Reflektieren, Problemlösen und Modellieren werden weiterentwickelt und in spezifischen Settings für das naturwissenschaftliche Lernen nutzbar gemacht. Ferner sind diese Settings wichtig für chemiespezifische Ausbildungsberufe und Studiengänge.

Zum Umgang mit dem Lehrplan

Der vorliegende Lehrplan benennt die Inhalte des Chemieunterrichts und konkretisiert das KMK-Kompetenzmodell.

Der Lehrplan berücksichtigt den Anspruch an ein handlungsorientiertes und schülerzentriertes Lernen. Inhalte sollen prinzipiell mit prozessbezogenen Kompetenzen verknüpft werden. Der Lehrplan enthält hierzu Vorgaben, wie z. B. Schülerexperimente aus dem Bereich der Erkenntnisgewinnung. Bei allen Experimenten ist die „Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht (RISU)“ in der jeweils geltenden Fassung³ zu beachten. Mit den auf die KMK-RISU abgestimmten Modulen „Gefahrstoffdatenbank“, „Chemikalienverwaltung“ und „Versuchsdatenbank mit interaktiver Gefährdungsbeurteilung“ unterstützt das Online-Portal „Gefahrstoffinformationssystem für den naturwissenschaftlich-technischen Unterricht der Gesetzlichen Unfallversicherung (DEGINTU)“ Lehrkräfte bei der sicheren Vorbereitung und Durchführung des Unterrichts. Zu Beginn eines jeden Halbjahres sind die Schülerinnen und Schüler auf die zur Unfallverhütung einzuhaltenden Regelungen hinzuweisen.

Bei Lernerfolgskontrollen sind alle Kompetenzbereiche zu berücksichtigen. Das bedeutet, dass Formate gewählt werden, die es den Schülerinnen und Schülern ermöglichen, Kompetenzen aus den Bereichen Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung möglichst breitgefächert nachzuweisen.

Die Teile des Lehrplans sind nach Themenfeldern gegliedert. Damit trägt der Lehrplan sowohl einem an den prozessbezogenen Kompetenzen orientierten als auch einem fachsystematisch orientierten Unterricht Rechnung.

Den einzelnen Themenfeldern sind kurze Einleitungstexte vorangestellt. Diese beschreiben die Bedeutung und Alltagsrelevanz des jeweiligen Themenfeldes und machen Aussagen zu chemischen Basiskonzepten.

Anschließend sind in zwei Spalten verbindliche Kompetenzerwartungen formuliert.

Die linke Spalte enthält verbindliche Vorgaben hinsichtlich des Kompetenzbereichs Fachwissen. Die rechte Spalte beinhaltet verbindliche Vorgaben zu den Kompetenzbereichen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung.

Bei der Formulierung der Kompetenzen werden die im Anhang aufgelisteten und jeweils umschriebenen Operatoren verwendet. Sie geben in Verbindung mit den Basisbegriffen, die am Ende eines jeden Themenfeldes aufgelistet sind, Hinweise auf den jeweiligen Anforderungsbereich. Die Basisbegriffe geben den Grad der Vertiefung und die Breite der Behandlung eines Themas an. Insofern sind sie als verpflichtend zu verstehen.

Am Ende jedes Themenfeldes werden erläuternde Hinweise (z. B. mögliche Kontexte, Erläuterung zum Modul, fächerübergreifende Hinweise, Experimente, außerschulische Lernorte) gegeben. Als Leitfaden für eine hierzu passende moderne, konsistente Unterrichtskonzeption bietet sich das erkenntnistheoretische Tetraeder der Chemie von Peter Mahaffy an, das das erkenntnistheoretische Dreieck von Johnstone (makroskopische Ebene: Stoff, submikroskopische Ebene: Teilchen, Repräsentationsebene: Formel) zur Veranschaulichung der Denkebenen in der Chemie um den Alltagsbezug bzw. um den Kontext erweitert (s. Anhang).

Die einzelnen Themenfelder sind in Module gegliedert. Die Module sind themenfeldübergreifend kombinierbar. Dadurch ergeben sich größere Freiräume in der individuellen Gestaltung des Unterrichts. Zusätzlich erlaubt die Modularisierung eine verstärkte Vernetzung der Themenfelder innerhalb eines kontextorientierten Unterrichts.

³ Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht. Empfehlung der Kultusministerkonferenz (http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/1994/1994_09_09-Sicherheit-im-Unterricht.pdf)

Beispiel: Kontext Erdöl

Als Einstieg in den Kontext eignen sich z. B. Medienberichte über Erdölkatastrophen und ihre Auswirkungen auf die Umwelt.

An diesem Beispiel können Module der Themenfelder A (Bindungsverhältnisse und Struktur-Eigenschaften-Beziehungen in Kohlenwasserstoffen und Alkanolen), B (Reaktionen der Kohlenwasserstoffe und Alkanole), C (Kohlenstoffkreislauf) und D (Fossile Brennstoffe und nachwachsende Rohstoffe) erarbeitet werden.

Insbesondere sind dies die Module

A 1.3.1 Gesättigte Kohlenwasserstoffe: Alkane

A 1.3.2 Ungesättigte Kohlenwasserstoffe: Alkene und Alkine

A 1.4 Zwischenmolekulare Kräfte

B 3.1: Verbrennungsreaktionen

C 1.1: Kohlenstoff – ein vielseitiges Element

C 1.2: Kohlenstoffoxide und Kohlensäure

C 1.4: Kohlenstoffspeicher der Erde

C 1.5: Natürlicher (biologischer) Kohlenstoffkreislauf

C 1.6: Natürlicher und anthropogener Treibhauseffekt

D 1.1: Kohle, Erdgas und Erdöl

Die im gewählten Kontext nicht behandelten Module eines Themenfeldes oder einzelne Aspekte eines Moduls können in einer anschließenden Vertiefungsphase kontextunabhängig oder in einem anderen Kontext erarbeitet werden.

Als Richtwerte für die Gewichtung der verbindlich zu behandelnden Themenfelder bei der Planung des Unterrichts sind Prozentwerte angegeben.

Hinweis: Darüber hinaus lässt der Lehrplan Zeit für Vertiefungen, individuelle Schwerpunktsetzungen, fächerübergreifende Bezüge und die Behandlung aktueller Themen.

Lernerfolgskontrollen

Neben dem Fachwissen sollen auch die Fähigkeiten und Fertigkeiten der Schülerinnen und Schüler zu experimentellem Arbeiten und die Umsetzung naturwissenschaftlicher Arbeitsmethoden bewertet werden und in die Gesamtnote einfließen. Für die Lehrkräfte sind die Ergebnisse der Lernerfolgskontrollen Anlass, die Ziele und die Methoden ihres Unterrichts zu überprüfen und ggf. zu modifizieren. Für die Schülerinnen und Schüler sollen die Rückmeldungen zu den erreichten Lernständen eine Hilfe für das weitere Lernen darstellen.

Themenfelder Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe

Themenfelder Einführungsphase		Chemie S-Zweig
A	Bindungsverhältnisse und Struktur-Eigenschaften-Beziehungen in Kohlenwasserstoffen und Alkanolen	40 %
A 1.1	Kugelwolkenmodell	
A 1.2	Atombindung	
A 1.3	Bindungsverhältnisse und Struktur-Eigenschaften-Beziehungen in organischen Molekülen	
A 1.4	Zwischenmolekulare Kräfte	
B	Reaktionen der Kohlenwasserstoffe und der Alkanole	20 %
B 1.1	Reaktion an der Einfachbindung: Radikalische Substitution (S_R)	
B 1.2	Reaktion an der Doppelbindung: Elektrophile Addition (A_E)	
B 1.3	Oxidationsverhalten von Kohlenwasserstoffen und Alkanolen	
C	Kohlenstoffkreislauf	35 %
C 1.1	Kohlenstoff – ein vielseitiges Element	
C 1.2	Kohlenstoffoxide und Kohlensäure	
C 1.3	Carbonate und Hydrogencarbonate	
C 1.4	Kohlenstoffspeicher der Erde	
C 1.5	Natürlicher (biologischer) Kohlenstoffkreislauf	
C 1.6	Natürlicher und anthropogener Treibhauseffekt	
D	Fossile Brennstoffe	5 %
D 1.1	Kohle, Erdgas und Erdöl	

Hinweis:

Im S-Zweig können darüber hinaus die vertiefenden Themenfelder bzw. Module des N-Zweiges (C, E 1.2 bis E 1.4) behandelt werden.

Zum Einstieg in die Einführungsphase wird das Energiestufenmodell von Bohr wiederholt. Während sich die Bildung von Ionen mit dem Bohr'schen Atommodell noch verständlich zeigen lässt, erkennen die Schülerinnen und Schüler, dass dieses bei der Erklärung der Ausbildung von Atombindungen an seine Grenzen stößt. Eine Erweiterung des Energiestufenmodells und zugleich eine Vereinfachung des in der Hauptphase behandelten Orbitalmodells stellt das Kugelwolkenmodell dar. Auf dessen Grundlage können die Schülerinnen und Schüler das Zustandekommen einer Atombindung erklären und das Elektronenpaarabstoßungsmodell auf einfache Moleküle anwenden.

Die große Vielfalt organischer Verbindungen resultiert aus der Bindungsfähigkeit des Kohlenstoffatoms mit sich selbst und anderen Atomen. Schon die Verknüpfung von Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen erzeugt eine Vielzahl von Kohlenwasserstoffen mit unterschiedlichen Eigenschaften. Zudem können Wasserstoffatome durch andere Atome oder Atomgruppen ersetzt werden. Dadurch entstehen Stoffe mit neuen Eigenschaften, die sich aus der veränderten chemischen Struktur ergeben (**Struktur-Eigenschafts-Konzept**). Über die funktionellen Gruppen können organische Verbindungen bestimmten Stoffklassen zugeordnet und stoffklassenspezifische physikalische und chemische Eigenschaften abgeleitet werden. Atommodelle veranschaulichen den Aufbau und die Struktur organischer Verbindungen und ermöglichen es, Aussagen über bestimmte Stoffeigenschaften abzuleiten.

Alkohol ist den Schülerinnen und Schülern oftmals nur als Ethanol in alkoholischen Getränken bekannt. Aber auch in anderen Bereichen, z. B. zur Desinfektion oder in Klebstoffen, verwendet man Stoffe, die man aufgrund der funktionellen Gruppe als Alkanole (Alkohole) bezeichnet (**Struktur-Eigenschafts-Konzept**).

Um Ordnung in die Vielfalt der Stoffklassen der Organischen Chemie zu bringen, lernen die Schülerinnen und Schüler die IUPAC-Regeln zur Benennung organischer Verbindungen kennen, die in der Hauptphase sukzessive auf weitere Stoffklassen der Organischen Chemie erweitert werden.

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
A 1.1	Kugelwolkenmodell	
	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • erklären den differenzierten Bau der Atomhülle mit dem Energiestufenmodell, • erklären den Aufbau des PSE auf der Basis des Energiestufenmodells, • beschreiben das Kugelwolkenmodell. 	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • wenden das Kugelwolkenmodell zur Darstellung von Atomen an.
A 1.2	Atombindung	
	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • geben andere Bezeichnungen für die Atombindung (Elektronenpaarbindung, kovalente Bindung) an. 	

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • erklären das Zustandekommen der Atombindung durch gemeinsame Elektronenpaare, • unterscheiden Verhältnisformel, Summenformel, Strukturformel, Elektronenformel, Lewis-Formel (Valenzstrichformel), • wenden Regeln an zum Aufstellen von Valenzstrichformeln, • erläutern das Elektronenpaarabstoßungsmodell (EPA-Modell), • geben eine Definition für den Begriff Elektronegativität an, • beschreiben Dipole als Teilchen mit zwei verschiedenen Ladungszentren. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • erklären die chemische Bindung mit dem Kugelwolkenmodell unter Verwendung der Fachsprache, • zeichnen Elektronen- und Valenzstrichformeln von einfachen Molekülen, • wenden das EPA-Modell auf einfache Moleküle an, • führen ein Experiment zur Ablenkung des Wasserstrahls durch, • unterscheiden in einfachen anorganischen Verbindungen polare und unpolare Atombindungen.
A 1.3	Bindungsverhältnisse und Struktur-Eigenschaften-Beziehungen in organischen Molekülen	
A 1.3.1	Gesättigte Kohlenwasserstoffe: Alkane und deren Derivate	
	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • geben Methan als einfachste Kohlenwasserstoff-Verbindung an, • geben an, aus welchen natürlichen und technischen Quellen Methan in die Atmosphäre gelangt, • erklären die Tetraederstruktur (Bindungswinkel, Molekülgeometrie) des Methan-Moleküls mithilfe des EPA-Modells, • beschreiben den Aufbau weiterer Alkane mithilfe von Strukturformeln. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • recherchieren weitere Namen (Trivialnamen) für Methan, • recherchieren und beschreiben die Entstehung von Methan bei der Zersetzung organischer Stoffe, • erstellen einfache Molekülmodelle der Alkane mithilfe eines Molekülbaukastens.

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • geben die Definition für den Begriff Homologe Reihe an, • benennen die ersten zehn Glieder der Homologen Reihe der Alkane und ordnen ihnen jeweils Summen- und Strukturformel zu, • benennen kurzkettige, einfach verzweigte Alkane und substituierte Alkane nach der IUPAC-Nomenklatur, • geben zu vorgegebenen Namen von Alkanen jeweils die Strukturformel an, • geben jeweils eine Definition für die Begriffe Gerüstisomerie und Stellungsisomerie an. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • erläutern an Molekülmodellen die Bindungsverhältnisse und die Molekülgeometrie der Alkane, • leiten aus der Homologen Reihe die allgemeine Summenformel der Alkane ab, • erstellen einfache Molekülmodelle von isomeren Alkanen mithilfe eines Molekülbaukasten, • wenden die IUPAC-Regeln zur Benennung von Isomeren der Alkane an.
A 1.3.2	Ungesättigte Kohlenwasserstoffe: Alkene und Alkine sowie deren Derivate	
	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • geben Ethen/Ethin als einfachste Vertreter der Alkene/Alkine an, • geben die Definition für den Begriff Funktionelle Gruppe an, • geben die C=C-Doppelbindung als funktionelle Gruppe der Alkene an, • geben die C≡C-Dreifachbindung als funktionelle Gruppe der Alkine an, • erklären die Bindungswinkel und die Molekülgeometrien von Ethen und Ethin mithilfe des EPA-Modells. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • recherchieren jeweils weitere Namen (Trivialnamen) für Ethen und Ethin.

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Aufbau weiterer Alkene/Alkine mithilfe von Strukturformeln, • benennen die ersten zehn Glieder der Homologen Reihe der Alkene/Alkine und ordnen ihnen jeweils Summen- und Strukturformel zu, • benennen kurzkettige, einfach verzweigte und substituierte Alkene und Alkine nach der IUPAC-Nomenklatur, • geben zu vorgegebenen Namen von Alkenen/Alkinen jeweils die Strukturformel an, • unterscheiden konjugierte, kumulierte und isolierte Doppelbindungen in Alkenen, • geben die Definition für den Begriff cis/trans-Isomerie an. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • erstellen einfache Molekülmodelle von Alkenen/Alkinen mithilfe eines Molekülbaukastens, • erläutern an Molekülmodellen die Bindungsverhältnisse und die Molekülgeometrie der Alkene/Alkine, • leiten aus der Homologen Reihe die allgemeine Summenformel der Alkene/Alkine ab, • erstellen einfache Modelle von Gerüst- und Stellungsisomeren der Alkene/Alkine mithilfe eines Molekülbaukastens, • wenden die IUPAC-Regeln zur Benennung von Gerüst- und Stellungsisomeren der Alkene/Alkine an, • erkennen am Modell die freie Drehbarkeit der C-C-Einfachbindung im Gegensatz zur C=C-Doppelbindung, • wenden die IUPAC-Regeln zur Benennung von cis/trans-Isomeren an.

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
A 1.3.3	Alkanole (Alkohole)	
	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • geben Methanol als einfachsten Vertreter der Alkanole an, • geben die Hydroxylgruppe als funktionelle Gruppe der Alkanole an, • erklären den Bindungswinkel und die Molekülgeometrie von Methanol mit Hilfe des EPA-Modells, • beschreiben den Aufbau weiterer Alkanole mit Hilfe von Strukturformeln, • benennen die ersten zehn Glieder der Homologen Reihe der Alkanole und ordnen ihnen jeweils Summen- und Strukturformel zu, • benennen kurzkettige, einfach verzweigte und substituierte Alkanole nach der IUPAC-Nomenklatur, • geben zu vorgegebenen Namen der Alkanole jeweils die Strukturformel an. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • recherchieren weitere Namen (Trivialnamen) für Methanol und Ethanol, • erstellen einfache Molekülmodelle von Alkanolen mithilfe eines Molekülbaukastens, • erläutern an Molekülmodellen die Bindungsverhältnisse und die Molekülgeometrie der Alkanole, • leiten aus der Homologen Reihe die allgemeine Summenformel der Alkanole ab, • erstellen einfache Molekülmodelle von Gerüst- und Stellungsisomeren der Alkanole mithilfe eines Molekülbaukastens, • wenden die IUPAC-Regeln zur Benennung von Isomeren der Alkanole an.

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
A 1.4	Zwischenmolekulare Kräfte	
A 1.4.1	Van-der-Waals-Kräfte	
	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben das Zustandekommen von Van-der-Waals-Kräften, • erläutern den Einfluss von Molekülmasse bzw. Moleküloberfläche auf die Stärke der Van-der-Waals-Kräfte, • erklären den Zusammenhang zwischen Schmelz- bzw. Siedetemperaturen von Molekülen und Van-der-Waals-Kräften. 	
A 1.4.2	Dipol-Dipol-Wechselwirkungen	
	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben das Zustandekommen von Dipol-Dipol-Wechselwirkungen. 	
A 1.4.3	Wasserstoffbrücken-Bindung	
	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • geben Verbindungen an, die Wasserstoffbrücken bilden können, • erklären die hohe Siedetemperatur des Wassers unter Normdruck. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • erklären das Zustandekommen von Wasserstoffbrücken, • vergleichen die zwischenmolekularen Kräfte bzgl. ihrer Stärke.

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
A 1.4.4	Physikalische Eigenschaften organischer Verbindungen	
	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • erklären die Schmelz- bzw. Siedetemperaturen von unpolaren und polaren organischen Verbindungen mithilfe der zwischenmolekularen Kräfte, • erklären das Löslichkeitsverhalten von organischen Verbindungen und verwenden dabei die Fachbegriffe hydrophil/hydrophob bzw. lipophil/lipophob, • erklären die Schmelz- bzw. Siedetemperaturen von cis/trans-Isomeren mithilfe der zwischenmolekularen Kräfte. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • führen Experimente zur Untersuchung des Löslichkeitsverhaltens verschiedener organischer Stoffe durch und werten diese aus, • schätzen begründend die Schmelz- bzw. Siedetemperaturen sowie das Löslichkeitsverhalten organischer Verbindungen ab.

Basisbegriffe

Energiestufenmodell, Kugelwolkenmodell, Atombindung/Elektronenpaarbindung/kovalente Bindung, polare/unpolare Atombindung, Elektronegativität, Summenformel, Verhältnisformel, Strukturformel, Lewis-Formel, Valenzstrichformel, EPA-Modell, Alkane, Alkene, Alkine, Alkohole/Alkanole, Homologe Reihe, Isomerie, Stellungsisomerie, Gerüstisomerie, cis/trans-Isomerie, Bindungswinkel, Molekülgeometrie, Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Wechselwirkungen, Wasserstoffbrücken-Bindung, hydrophil/hydrophob, lipophil/lipophob, funktionelle Gruppe, gesättigte/ungesättigte Kohlenwasserstoffe, freie/bindende Elektronen, Tetraederwinkel, Bindungswinkel, Hydroxylgruppe, IUPAC-Nomenklatur, Trivialname, freie Drehbarkeit, trigonal-planar, gewinkelte Struktur, Atom, Elektronen, Energiestufe, Schale, Bohr'sches Atommodell, Periodensystem der Elemente, PSE, Periode, Gruppe, Valenzelektronen, gemeinsames Elektronenpaar, Methan, Ethan, Propan, Butan, Pentan, Hexan, Heptan, Octan, Nonan, Decan, Einfachbindung, Doppelbindung, Dreifachbindung, linear, konjugiert, kumuliert, isoliert, zwischenmolekulare Kräfte, spontaner Dipol, induzierter Dipol, permanenter Dipol, Schmelztemperatur, Siedetemperatur, Löslichkeitsverhalten

Vorschläge und Hinweise

Kontexte

vom Erdöl zum Benzin, Waschbenzin, Fleckentferner, Erdgas, gepanschter Wein, Glycerin: Inhaltsstoff von Kosmetikartikeln und Lebensmittelzusatzstoff, Droge Alkohol

Kugelwolkenmodell und Elektronenpaarabstoßungsmodell (EPA)

- Wiederholung Atombau Klasse 9
- Energiestufenmodell, Bohr'sches Atommodell

Gesättigte Kohlenwasserstoffe: Alkane und deren Derivate

- Auf die Harnstoff-Synthese durch Wöhler als Wendepunkt im Selbstverständnis der Organischen Chemie kann hingewiesen werden.

Ungesättigte Kohlenwasserstoffe: Alkene und Alkine sowie deren Derivate

- Als Trivialname von Ethen bzw. Ethin können Ethylen bzw. Acetylen genannt werden.

Alkanole (Alkohole)

- Als Trivialnamen von Methanol können Holzgeist und Methylalkohol genannt werden.
- Als Trivialnamen von Ethanol können Brennspiritus, Ethylalkohol, Trinkalkohol und Weingeist genannt werden.

Mögliche Experimente/Schülerübungen

- Bestimmen von Schmelz- und Siedetemperaturen
- Bestimmung der Verdunstungsdauer verschiedener Verbindungen
- qualitative Nachweise von C und H und den Halogenen (C als Kohlenstoffdioxid; H als Wasser)
- Demonstration der Reifung von Bananen mit Ethen
- Darstellung von Isobutan
- Bau von Molekülmodellen mit Hilfe von Styropor-Kugeln und Zahnstochern
- Aufnahme des Siedediagramms von Benzin
- Nachweis der Hydroxyl-Gruppe mit Cerammoniumnitrat-Reagenz
- Viskosität der Alkane
- elektrische Leitfähigkeit bei Alkanen

Organische Verbindungen sind nicht nur dazu geeignet, Energie durch Verbrennungsreaktionen freizusetzen (**Energiekonzept**). Ihre Bedeutung besteht vor allem auch in ihrer Vielfalt. Mithilfe zahlreicher chemischer Reaktionen können gezielt unterschiedlichste organische Moleküle mit gewünschten Eigenschaften synthetisiert werden. (**Struktur-Eigenschafts-Konzept**). Dabei werden die Stoffeigenschaften und das Reaktionsverhalten maßgeblich von funktionellen Gruppen bestimmt.

Im einfachsten Falle können Reaktionen an Alkanen bzw. Alkenen durchgeführt werden. Hier werden Reaktionen an den C-C-Einfachbindungen, den C=C-Doppelbindungen und der C-H-Bindung betrachtet (**Struktur-Eigenschafts-Konzept, Energiekonzept, Stoff-Teilchen-Konzept**).

Ähnlich den Alkenen mit der C=C-Doppelbindung besitzen die Alkanole eine funktionelle Gruppe, welche spezifische Eigenschaften und chemische Reaktionen bedingt (**Struktur-Eigenschafts-Konzept**). Über das Oxidationsverhalten der Alkohole lernen die Schülerinnen und Schüler die Stoffklassen der Aldehyde, der Ketone und der Carbonsäuren mit ihren funktionellen Gruppen kennen.

Anhand der Kohlenwasserstoffe und Alkanole können grundlegende Eigenschaften und Reaktionen organischer Moleküle beispielhaft dargestellt werden. Die Schülerinnen und Schüler erwerben ein strukturiertes Basiswissen, welches in der Hauptphase erweitert, vertieft und gefestigt wird.

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
B 1.1	Reaktion an der Einfachbindung: Radikalische Substitution (S_R)	
	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> nennen die Radikalische Substitution als charakteristische Reaktion der Alkane, geben die Reaktionsgleichung und die Reaktionsbedingungen für die Radikalische Substitution an, stellen den Reaktionsmechanismus für die Radikalische Substitution von einem Halogen an ein Alkan mithilfe von Strukturformeln dar und erklären diesen unter Verwendung der Fachsprache. 	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> begründen mit Hilfe von Nachhaltigkeitsaspekten das Verbot mancher halogener Alkane.
B 1.2	Reaktion an der Doppelbindung: Elektrophile Addition (A_E)	
	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> nennen die Elektrophile Addition als charakteristische Reaktion der Alkene. 	

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • geben die Reaktionsgleichung für die Elektrophile Addition von einem Halogen an ein Alken mithilfe von Strukturformeln an, • geben die Reaktionsbedingungen für die Elektrophile Addition an. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • vergleichen die Reaktionen der Alkane und Alkene mit Halogenen hinsichtlich Reaktionsmechanismus, Reaktionsbedingungen, Energieumsatz, Edukten und Produkten.
B 1.3	Oxidationsverhalten von Kohlenwasserstoffen und Alkanolen	
B 1.3.1	Verbrennungsreaktionen	
	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • geben jeweils die Reaktionsgleichung für die vollständige Verbrennung von Alkanen, Alkenen, Alkinen und Alkanolen an. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • planen ein Experiment zum Nachweis der Reaktionsprodukte der Verbrennung organischer Verbindungen und führen dieses durch.
B 1.3.2	Besondere Oxidationsreaktionen der Alkanole	
	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • geben jeweils eine Definition für primäre, sekundäre und tertiäre Alkohole sowie für die Wertigkeit der Alkanole an, • geben die Erlenmeyer-Regel an, • beschreiben die Struktur des dreiwertigen Alkohols Glycerin (Propantriol), • beschreiben das Konzept der Oxidationszahlen, • geben Regeln zur Bestimmung der Oxidationszahlen an. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • ordnen Alkanole je nach der Stellung der Hydroxylgruppe (primär, sekundär, tertiär) und je nach Anzahl der Hydroxylgruppen (Wertigkeit) verschiedenen Gruppen zu, • recherchieren Verwendungsmöglichkeiten von Glycerin, • ermitteln die Oxidationszahlen in organischen Molekülen.

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • stellen die Oxidationsreihe für die Oxidation primärer und sekundärer Alkanole bis zu den Carbonsäuren auf, • geben in den jeweiligen Oxidationsprodukten die Namen der funktionellen Gruppen an. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • führen ein Experiment zum Oxidationsverhalten primärer, sekundärer und tertiärer Alkanole durch, • ordnen die Oxidationsprodukte aufgrund ihrer funktionellen Gruppe einer Stoffklasse zu, • stellen anhand der funktionellen Gruppe in organischen Verbindungen Vermutungen über das Oxidationsverhalten auf, • erstellen ein allgemeines Schema (Oxidationsreihe) zur Oxidation der Alkanole bis zu den Carbonsäuren.

Basisbegriffe

Radikalische Substitution, homolytische Spaltung/Homolyse, Radikal, Startreaktion, Kettenreaktion, Abbruchreaktion, Additionsreaktion, primäre/sekundäre/tertiäre Alkohole, einwertige/zweiwertige/dreiwertige/mehrwertige Alkohole/Alkanole, Glycerin, Aldehyde/Alkanale, Ketone/Alkanone, Carbonsäuren, Erlenmeyer-Regel, Reaktionsmechanismus, (Gesamt)Reaktionsgleichung, Stoffklasse, Oxidationsreihe, Oxidationszahl, Energieumsatz, Reaktionstyp, Halogenalkan, Verbrennung, elektrophil/elektrophiles Teilchen, elektrophile Addition, Halogen, exotherm, endotherm

Vorschläge und Hinweise

Kontexte

Warum wird Wein sauer?, Methanolvergiftung, Ozon, Kühlmittel, Desinfektionsmittel, Alkoholteströhrchen

Reaktion an der Doppelbindung: Elektrophile Addition (A_E)

- Der Mechanismus wird in der Hauptphase thematisiert.
- Die Additionsreaktion ist auf die Addition von Halogenen beschränkt. Die Addition von Wasserstoff zur Herstellung eines Alkans kann betrachtet werden. Auf die Addition von asymmetrischen Verbindungen soll verzichtet werden, da dies in der Hauptphase thematisiert wird.

Vorschläge und Hinweise

Verbrennungen

- Auf die Entstehung von Kohlenstoff und Kohlenstoffmonoxid bei der unvollständigen Verbrennung kann hingewiesen werden.

Besondere Oxidationsreaktionen der Alkanole

- Die Bedeutung des Glycerins (Propantriol) als Fettbestandteil kann erwähnt werden.
- Die zu erstellenden Oxidationsreihen sind: primärer Alkohol → Aldehyd → Carbonsäure und sekundärer Alkohol → Keton. Die Oxidationsreihen können ausgehend vom primären C-Atom bzw. sekundären C-Atom erweitert werden.
- Auf die Formulierung der exakten Redoxgleichungen (z. B. bei der Fehling-Probe oder in der Oxidationsreihe) soll verzichtet werden.

Mögliche Experimente/Schülerübungen

- Radikalische Substitution bei Alkanen mit Bromid/Bromat-Gemisch
- Beilsteinprobe
- Additionsreaktion bei Alkenen mit Bromid/Bromat-Gemisch
- Reaktion von Ethanol mit Kupferoxid
- Reaktion von Propan-1-ol mit Kupferoxid
- Reaktion verschiedener primärer und sekundärer Alkohole mit Kupferoxid
- Nachweisreaktionen (Fehling-, Tollens-, Benedict-Reagenz)
- Analyse der Verbrennungsprodukte von Ethanol
- Brennprobe auf Alkohol
- Nachweisreaktion von Kohlenstoffdioxid mit Kalkwasser oder Barytwasser
- Nachweis der Hydroxyl-Gruppe mit Cerammoniumnitrat-Reagenz

Der globale Kohlenstoffkreislauf ist ein komplexes System, das den Zusammenhang zwischen den Kohlenstoffverbindungen auf unserem Planeten und ihren gegenseitigen Wechselwirkungen und chemischen Reaktionen deutlich macht.

Dabei spielen die im Laufe von Jahrtausenden biogen gebildeten organischen Kohlenstoffverbindungen (fossile Brennstoffe), die in den Tiefen der Ozeane gelösten Hydrogencarbonat- und Carbonat-Ionen und die Calciumcarbonat-Sedimente der Landmassen eine wesentliche Rolle, aber auch das in der Atmosphäre gelöste Kohlenstoffdioxid.

Bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe entstehen in beträchtlichem Umfang Oxide, wie z. B. Kohlenstoffdioxid und Stickstoffdioxide, die schwerwiegende Umweltbelastungen mitverursachen. Gleichzeitig sind diese Oxide unverzichtbare Ausgangsstoffe für die Herstellung technisch wichtiger Säuren und deren Salze. Neben den Kohlenstoffoxiden und den Salzen der Kohlensäure finden Stoffe wie Schwefelsäure, Salpetersäure und deren Salze im Alltag breite Anwendung. Sie sind die Grundstoffe z. B. für die Herstellung von Lebensmittelzusatzstoffen, Reinigungsmitteln, Düngemitteln, Baustoffen und Arzneimitteln.

Die Kenntnis dieses Kreislaufs einschließlich seiner Teilprozesse ermöglicht es, auf der Stoff- und Teilchenebene (**Struktur-Eigenschafts-Konzept**, **Stoff-Teilchen-Konzept**) die Erhaltung der Atome bei chemischen Reaktionen in ihrer globalen Bedeutung zu erfassen. Stoff- und Energieflüsse im Kohlenstoffkreislauf, ihre Abhängigkeit von Umweltveränderungen durch natürliche oder menschliche Eingriffe (**Gleichgewichtskonzept**) sollen die Schülerinnen und Schüler für Umwelt- und Klimafragen und für die Möglichkeiten einer alternativen Energiebereitstellung sensibilisieren. In diesem Zusammenhang sollen die Schülerinnen und Schüler dazu befähigt werden, ihr Fachwissen auf aktuelle Klimafragen anzuwenden und ihren Standpunkt in Diskussionen entsprechend zu begründen und vertreten zu können. Hierbei können experimenteller naturwissenschaftlicher Unterricht, Aspekte der Medienbildung und der Bildung für nachhaltige Entwicklung fächerverbindend in die Unterrichtskonzeption miteinfließen.

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
C 1.1	Kohlenstoff – ein vielseitiges Element	
	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • erstellen einen Steckbrief des Kohlenstoffs (Atombau, Stellung im PSE, Modifikationen, physikalische und chemische Eigenschaften). 	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • recherchieren die Strukturen von Diamant, Grafit, Fullerenen, Nanotubes und Carbonfasern und vergleichen diese miteinander, • nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung der Kohlenstoffmodifikationen Diamant und Grafit.
C 1.2	Kohlenstoffoxide und Kohlensäure	
	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • erstellen einen Steckbrief der beiden Oxide des Kohlenstoffs (Formel; physikalische und chemische Eigenschaften). 	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • recherchieren und erläutern die Umweltbedeutung von Kohlenstoffmonoxid und Kohlenstoffdioxid.

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • erklären die anthropogene Entstehung der Kohlenstoffoxide durch vollständige und unvollständige Verbrennungen, • erstellen einen Steckbrief der Kohlensäure (Formel; physikalische und chemische Eigenschaften), • geben für die Bildung und den Zerfall der Kohlensäure die Reaktionsgleichung an, • stellen die Reaktionsgleichung einer umkehrbaren Reaktion unter Verwendung des Gleichgewichtspfeils dar, • geben an, dass es sich beim Lösen von Kohlenstoffdioxid in Wasser um eine GGW-Reaktion handelt. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • entwickeln die Reaktionsgleichungen für die Verbrennung verschiedener Brennstoffe, • führen ein Experiment zur Bildung und zum Zerfall der Kohlensäure durch, • erkennen die Reaktion als umkehrbare Reaktion.
C 1.3	Carbonate und Hydrogencarbonate	
	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • geben für beide Dissoziationsstufen der Kohlensäure die Dissoziationsgleichung an, • erklären mithilfe einer Reaktionsgleichung die Wirkung von Kohlensäure auf Kalkstein, • geben die Formeln und Namen wichtiger Carbonate und Hydrogencarbonate an: Natriumcarbonat (Soda), Natriumhydrogencarbonat (Natron), Calciumcarbonat (Kalk, Marmor), Calciumhydrogencarbonat. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • führen ein Experiment zur Wirkung von Säuren auf Kalk durch und werten dieses aus, • führen ein Experiment zum Nachweis der Carbonate durch und werten dieses mithilfe einer Reaktionsgleichung aus.

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • geben an, dass Hydrogencarbonate alkalisch reagieren, • begründen die Verwendung von Hydrogencarbonaten bei Sodbrennen, • geben einen Überblick über die Formeln und die Namen weiterer sauerstoffhaltiger Säuren (Salpetersäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure), • geben die Reaktionsgleichungen für die Bildung sauerstoffhaltiger Säuren aus Wasser und dem entsprechenden Nichtmetalloxid an, • geben die Formeln und Namen wichtiger Salze der Salpetersäure, der Schwefelsäure und der Phosphorsäure (siehe Hinweise) an. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • recherchieren Eigenschaften, Vorkommen, Bedeutung und mögliche weitere Namen wichtiger Salze der Kohlensäure in der Natur und im Alltag und präsentieren ihre Ergebnisse tabellarisch, • führen ein Experiment zur Unterscheidung der sauren bzw. alkalischen Wirkung von Hydrogensulfaten bzw. Hydrogencarbonaten durch, • entwickeln eine Reaktionsgleichung zur Neutralisation der Magensäure (HCl) mit Natriumhydrogencarbonat, • recherchieren die großtechnischen Herstellungsverfahren weiterer sauerstoffhaltiger Säuren (Ostwald-Verfahren, Doppelkontaktverfahren), • recherchieren Vorkommen und mögliche weitere Namen der Salze von Salpetersäure, Schwefelsäure und Phosphorsäure und präsentieren ihre Ergebnisse tabellarisch.
C 1.4	Kohlenstoffspeicher der Erde	
	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • geben Kohlenstoffspeicher der Erde an, • erläutern am Beispiel der Ozeane den Begriff Kohlenstoffsénke. 	

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
C 1.5	Natürlicher (biologischer) Kohlenstoffkreislauf	
	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Begriffe Immission und Emission, • geben jeweils die Bedeutung des AGW- und des BGW-Wertes an, • geben die Bedeutung der Biosphäre, der Lithosphäre und der Hydrosphäre für den Anteil des Kohlenstoffdioxids in der Atmosphäre an, • beschreiben den Kreislauf des Kohlenstoffs und seiner Teilkreisläufe in der Natur in einfacher Form, • beschreiben die Rolle des Kohlenstoffs bei Assimilation und Dissimilation, • erklären die jahreszeitlichen Schwankungen der Kohlenstoffdioxidkonzentration im Hinblick auf den Zusammenhang zwischen Pflanzenwachstum und Kohlenstoffdioxidkonzentration, • geben das Verbrennen fossiler Brennstoffe zur Energiebereitstellung und die Rodung der tropischen Regenwälder als anthropogene Eingriffe in den Kohlenstoffkreislauf an, • geben einen Überblick über alternative Energiequellen an. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • leiten aus grafischen Darstellungen vergleichend die weltweiten Kohlenstoffdioxidemissionen ab, • interpretieren die Gehaltsangaben ppm und ppb, • stellen den natürlichen Kohlenstoffkreislauf grafisch unter Verwendung von Formeln, Gleichungen und Symbolen dar, • recherchieren und diskutieren mögliche Auswirkungen der Verbrennung fossiler Brennstoffe auf den Kohlenstoffkreislauf.

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
C 1.6	Natürlicher und anthropogener Treibhauseffekt	
	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • geben Formel und Namen der Treibhausgase an, (siehe Hinweise) • geben an, was man unter dem natürlichen Treibhauseffekt und dem anthropogenen Treibhauseffekt versteht, • geben Auswirkungen der Treibhausgase in Atmosphäre und Meer an, • zeigen Möglichkeiten auf, wie sich die anthropogenen Treibhausgase verringern lassen. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • recherchieren und beschreiben die Verteilung der in die Erdatmosphäre eingestrahlten Energie, • geben die Reaktionsgleichung für die Bildung der Treibhausgase aus den Elementen an, • diskutieren und bewerten die Auswirkungen einer Erhöhung des Kohlenstoffdioxidgehaltes auf den Treibhauseffekt aus unterschiedlichen Perspektiven, • bewerten Aussagen zum Klimaschutz und Prognosen zum Klimawandel, • recherchieren und bewerten mögliche Folgen des anthropogenen Treibhauseffektes auf die Gesellschaft, • diskutieren und bewerten die Möglichkeit der Speicherung von Kohlenstoffdioxid unter politischen, ethischen und gesellschaftlichen Aspekten sowie Nachhaltigkeitsaspekten, • interpretieren themenbezogene Diagramme oder Textinformationen unterschiedlicher Quellen unter Verwendung der Fachsprache.

Basisbegriffe

natürlicher Treibhauseffekt, anthropogener Treibhauseffekt, Emission, Immission, Kohlenstoffkreislauf, Kohlenstoffsенke, Hydrogencarbonate, Carbonate, Kohlenstoffmonoxid, Kohlenstoffdioxid, Kohlensäure, Nitrate, Salpetersäure, Dissoziationsgleichung, Phosphate, Hydrogenphosphate, Dihydrogenphosphate, Phosphorsäure, Doppelkontaktverfahren, Ostwald-Verfahren, Sulfate, Hydrogensulfate, Schwefelsäure, gelöstes Kohlenstoffdioxid, gasförmiges Kohlenstoffdioxid, GGW-Reaktion, umkehrbare (reversible) Reaktion, Treibhausgas, Carbonatnachweis, Kohlenstoff, Diamant, Grafit, Fulleren, Nanotubes, Carbonfasern, Modifikation, vollständige Verbrennung, unvollständige Verbrennung, Gleichgewichtspfeil, Neutralisation, sauerstoffhaltige Säure, Kohlenstoffspeicher, AGW-Wert, BGW-Wert, Assimilation, Dissimilation, fossiler Brennstoff, Brennstoffzelle, alternative Energiequelle

Vorschläge und Hinweise**Kontexte**

Mineralwasser, Tropfsteinhöhlen, Ozeanversauerung und Korallenbleiche, anthropogener und natürlicher Treibhauseffekt, Golfstrom, Kaisers Natron, Windräder, Autoabgaskatalysator, saurer Regen, Kreidefelsen von Rügen, Katastrophe vom Nyossee, Düngemittel, Klimaforschung, Energie sparen für das Klima, Medienberichte zur Klimadebatte, Methanhydrate

Kohlenstoffoxide und Kohlensäure

- Eigenschaften von Kohlenstoffmonoxid: farbloses und geruchloses Gas, giftig
- Eine wichtige Eigenschaft der Kohlensäure ist ihre Instabilität.
- Weitere wichtige sauerstoffhaltige Säuren sind Schwefelsäure, Salpetersäure und Phosphorsäure.
- Als Alltagsbeispiel können kohlenstoffhaltige Getränke herangezogen werden.

Carbonate und Hydrogencarbonate

- Auf die Wasserhärte oder die Entstehung von Tropfsteinhöhlen kann eingegangen werden.
- Es muss auf Kaliumnitrat (Chilesalpeter), Natriumnitrat (Mauersalpeter), Silbernitrat (Höllenstein), Calciumsulfat (Gips), Natriumsulfat (Glaubersalz), Magnesiumsulfat (Bittersalz), Natriumphosphat eingegangen werden.

Natürlicher und anthropogener Treibhauseffekt

- Hier kann auf die Versauerung der Meere und auf die Korallenbleiche eingegangen werden.
- Als Treibhausgase können Kohlenstoffmonoxid, Kohlenstoffdioxid, Methan, Ozon, Wasserdampf, Schwefeloxide und Stickoxide genannt werden.

Fächerübergreifende Hinweise

- Lehrplan Erdkunde (Gebirge, Treibhauseffekt)
- Lehrplan Sozialkunde/Wirtschaftslehre
- Lehrplan Biologie (Evolution als ökologischer Prozess)
- Lehrplan Physik (Absorption/Licht)

Vorschläge und Hinweise**Mögliche Experimente/Schülerübungen**

- Nachweis von Kohlenstoffdioxid mit Kalkwasser oder Barytwasser
- Kalklöschen
- Kalkbrennen
- Bestimmung der Wasserhärte
- Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in kaltem und warmem Wasser (quantitativ und qualitativ)
- alkalische Wirkung der Hydrogencarbonate
- Zersetzung von Kalkstein mit verdünnten Säuren (z. B. Salzsäure)
- Kalkmörtel und Zementmörtel im Vergleich
- Bestimmung der Wasserhärte mittels Ionenaustauschersäulen
- komplexometrische Bestimmung der Wasserhärte
- Schütteln von Kohlenstoffdioxid mit Eiswasser und Lackmus mit anschließendem Erwärmen
- Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid bei Zugabe von Salzsäure bzw. Natronlauge
- Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in einer Salzlösung

Hinweise zu außerschulischen Lernorten

- Betriebserkundung Fordwerke Saarlouis
- Exkursion zu einer Windkraftanlage
- Exkursion zum Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz
- Exkursion zum Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Energie und Verkehr

In diesem Themenfeld beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler mit der Entstehung, Förderung und Verwendung fossiler Brennstoffe und erkennen die Notwendigkeit eines nachhaltigen Umgangs mit begrenzten Ressourcen. Dies kann an Möglichkeiten effizienterer Energienutzung und des teilweisen Verzichts auf energieabhängige Prozesse im Alltag aufgezeigt werden. Dadurch können die Schülerinnen und Schüler für ihre individuelle Verantwortung gegenüber der Umwelt sensibilisiert werden.

Kompetenzerwartungen

	Fachwissen	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung
D 1.1	Kohle, Erdgas und Erdöl	
	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Entstehung von Kohle, Erdöl und Erdgas, • erklären den Begriff fossiler Brennstoff, • geben die Reaktionsgleichungen für die vollständige Verbrennung fossiler Brennstoffe an • beschreiben Erdöl als Gemisch aus Kohlenwasserstoffverbindungen, • geben Maßnahmen zur Reduzierung der Umweltbelastungen an. 	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • ordnen die Entstehung und Nutzung von Kohle, Erdöl und Erdgas in den Verlauf der Erdgeschichte ein, • vergleichen konventionelle Förderung und Fracking hinsichtlich der Durchführung und der Risiken für die Umwelt, • recherchieren und bewerten Risiken des Transports von fossilen Brennstoffen für die Umwelt.

Basisbegriffe

Kohle, Erdgas, Erdöl, fossiler Brennstoff, Fracking

Vorschläge und Hinweise

Kontexte

Kohlenwasserstoffe als Kältemittel, Treibhauseffekt und Erderwärmung, Kohleverflüssigung, Erdöl, Chemie an der Tankstelle, brenngasbetriebene Autos, Power-to-Go-Technologie, Methanhydrate, Erdgas, vom Erdöl zur Mehrwegflasche, Deepwater Horizon/Ölpest im Golf von Mexiko (2010)

Vorschläge und Hinweise**Fächerübergreifende Hinweise**

- Lehrplan Erdkunde (Erdöl als Wirtschaftsfaktor im Rohstoff- und Energiesektor)
- Lehrpläne Sozialkunde/Politik („Blut für Öl“)
- Lehrplan Wirtschaftslehre

Mögliche Experimente/Schülerübungen

- Entzündung brennbarer Flüssigkeiten
- Explosion eines Benzin-Luft-Gemischs
- Erdgas als Energieträger
- Destillation von Erdöl
- Cracken von Paraffinöl

Hinweise zu außerschulischen Lernorten

- Betriebserkundung Ford-Werke Saarlouis
- Betriebserkundung Plattform Carling
- Expertengespräch mit Personen, die in Berufen aus den Bereichen Produktion, Verarbeitung und Gebrauch von Lebensmitteln tätig sind (z. B. Milchbauer, Ökobauer, Mastbetreiber, Schlachter, Tierarzt, Futtermittelhersteller)
- Expertengespräch mit Vertretern des Umweltamtes bzw. der Landwirtschaftskammer

Anhang

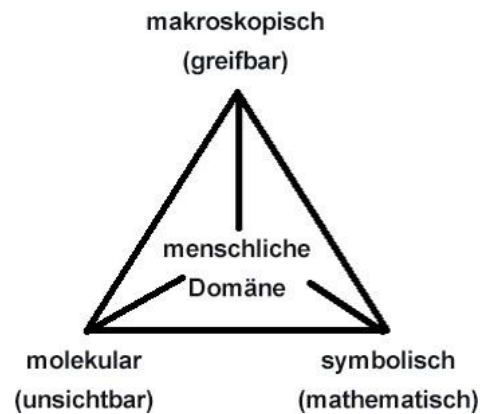
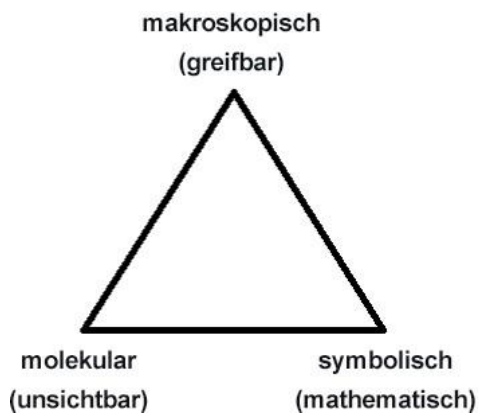
- Erprobungsphase -

2019

Liste der verwendeten Operatoren	
Operator	Beschreibung der erwarteten Leistung
abgrenzen unterscheiden	zwischen zwei oder mehreren Sachen an Hand von Merkmalen trennen
ableiten herleiten	von gegebenen oder selbst ermittelten experimentellen Daten auf eine zwingende Konsequenz schlussfolgern
abschätzen schätzen	durch begründete Überlegungen Größenordnungen angeben
analysieren unterscheiden untersuchen zerlegen	Sachverhalte/Objekte erkunden und wichtige Bestandteile oder Eigenschaften und Merkmale auf eine bestimmte Fragestellung hin herausarbeiten
angeben nennen	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne nähere Erläuterungen aufzählen
anwenden übertragen	einen bekannten Zusammenhang oder eine bekannte Methode auf einen anderen Sachverhalt beziehen
aufstellen entwickeln erstellen	Sachverhalte und Methoden zielgerichtet miteinander verknüpfen, eine Hypothese, eine Skizze, ein Experiment oder eine Theorie schrittweise weiterführen und entwickeln
auswerten	Daten, Einzelergebnisse oder andere Elemente in einen Zusammenhang stellen, gegebenenfalls zu einer Gesamtaussage zusammenführen und Schlussfolgerungen ziehen
begründen	einen angegebenen Sachverhalt auf Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurückführen
benennen	einen Stoff nach einer wissenschaftlichen Vereinbarung mit einem Namen versehen
berechnen bestimmen ermitteln	ein Ergebnis, ausgehend von einem Ansatz oder einem Diagramm gewinnen, den Lösungsweg unter Angabe von Zwischenschritten darstellen und das Ergebnis formulieren
beschreiben	Sachverhalte, Verfahren oder Zusammenhänge strukturiert unter Verwendung der Fachsprache wiedergeben
beurteilen	zu einem Sachverhalt eine selbstständige Einschätzung nach fachwissenschaftlichen und fachmethodischen Kriterien formulieren
bewerten	eine eigene Position zu einem Sachverhalt nach ausgewiesenen Kriterien vertreten bzw. mit Beurteilungskriterien begründen
darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden, Ergebnisse etc. strukturiert wiedergeben

Liste der verwendeten Operatoren	
Operator	Beschreibung der erwarteten Leistung
deuten interpretieren	kausale Zusammenhänge im Hinblick auf Erklärungsmöglichkeiten untersuchen und abwägend heraus stellen
diskutieren	im Zusammenhang mit Sachverhalten, Aussagen und Thesen Pro- und Kontra-Argumente einander gegenüberstellen und abwägen
durchführen	einen Sachverhalt in einem geplanten Experiment selbstständig überprüfen
einordnen ordnen zuordnen	vorliegende Objekte oder Sachverhalte kategorisieren und hierarchisieren
erkennen	aus einer Beobachtung auf einen Sachverhalt schließen
erklären	einen Sachverhalt nachvollziehbar und verständlich zum Ausdruck bringen
erläutern	einen Sachverhalt durch zusätzliche Informationen (gegebenenfalls mit Formeln und Gleichungen) veranschaulichen und verständlich machen
formulieren	eine Beschreibung eines Sachverhaltes oder eines Vorgangs in einer Folge von Symbolen oder Wörtern angeben
sich informieren recherchieren	ermitteln von Informationen mit Hilfe von Quellen
planen	zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranordnung und eine Experimentieranleitung finden
protokollieren	Beobachtungen oder die Durchführung von Experimenten detailgenau und in fachtypischer Weise schriftlich wiedergeben
prüfen überprüfen	Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik messen und eventuelle Widersprüche aufdecken
Überblick erstellen Überblick geben	einen Sachverhalt in einer sachlogischen und sinnvollen Reihenfolge ordnen und erklären
vergleichen	Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln
zeichnen	eine möglichst exakte grafische Darstellung beobachtbarer oder gegebener Strukturen anfertigen
zusammenfassen	das Wesentliche in konzentrierter Form wiedergeben

Erkenntnistheoretisches Dreieck der Chemie nach Johnstone und erkenntnistheoretisches Tetraeder der Chemie nach Mahaffy als konzeptioneller Leitfaden für den Unterricht



Johnstone, A. (1982). Macro- and micro-chemistry. *School Science Review*, 64, 377-379.

Mahaffy, P. (2004). The future shape of chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 5(3), 229-245.