

# Chemie

Lehrplan

Sprachlicher Zweig

Gymnasiale Oberstufe

Einführungsphase

2024

Ministerium für  
Bildung und Kultur

SAARLAND



# Inhalt

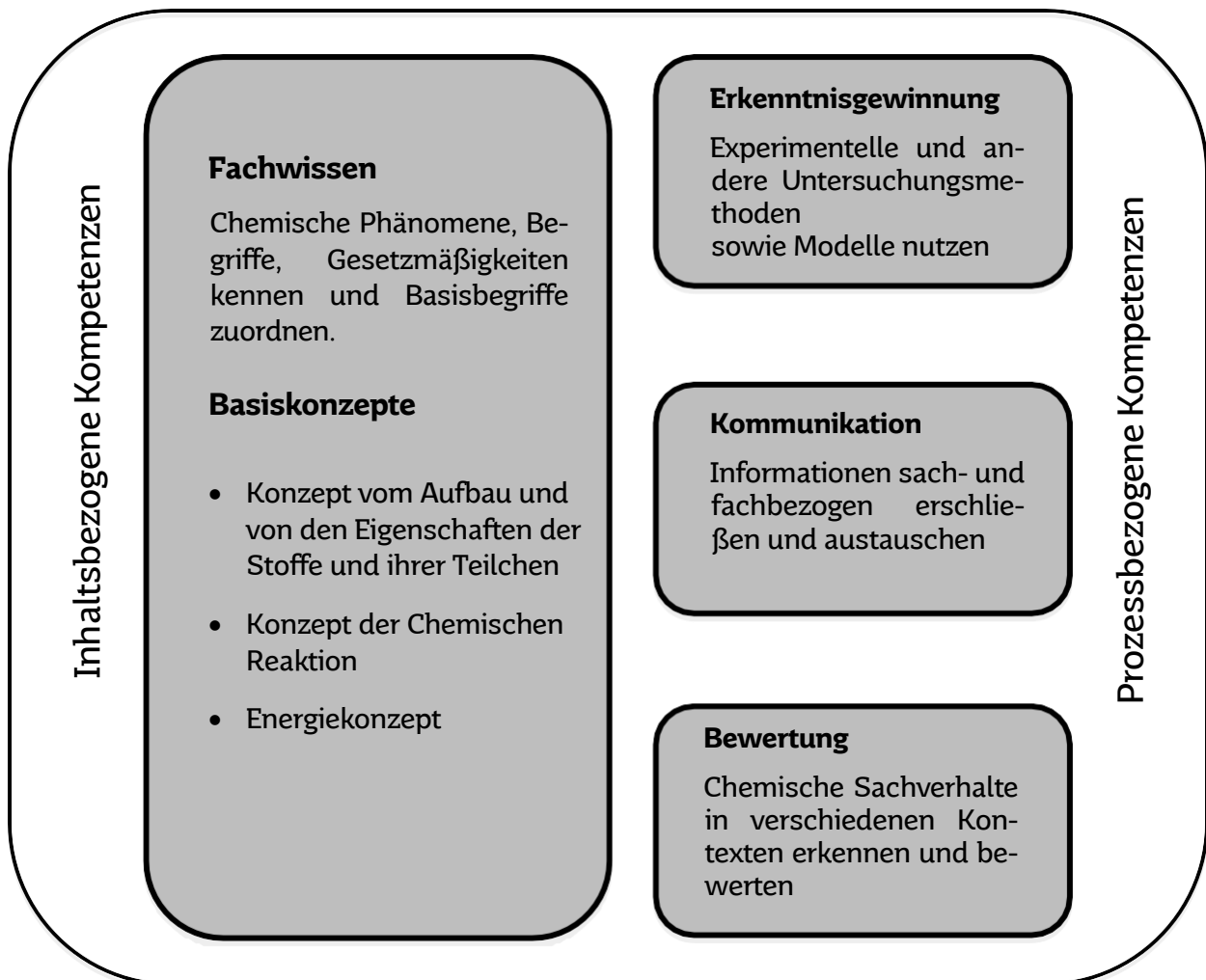
Zum Umgang mit dem Lehrplan

Themenfelder Hauptphase der gymnasialen Oberstufe

Grundstock von Operatoren (gemäß IQB-Richtlinien)

### Das Kompetenzmodell der Chemie

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.



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

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 die oben genannten Basiskonzepte in diversen Kontexten anwenden. Auf der Grundlage von Beschlüssen der Kultusministerkonferenz werden in den naturwissenschaftlichen Fächern auf der Basis der Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife ländergemeinsame Abituraufgabenpools entwickelt. Im vorliegenden Lehrplan werden die Inhalte aufgeführt, die für die Bearbeitung der Aufgaben dieses Pools vorausgesetzt werden. Gleichzeitig werden diese Inhalte auch auf der Basis der Vorgaben der Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife konkretisiert. Darüber hinaus präzisiert der vorliegende Lehrplan das Kompetenzmodell der Chemie (siehe Abbildung).

Der Lehrplan berücksichtigt den Anspruch an ein handlungsorientiertes und schülerzentriertes Lernen. Inhalte werden mit prozessbezogenen Kompetenzen verknüpft. 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 Fassung 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 Schuljahres 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. Im Anschluss daran werden die Basisbegriffe genannt. Sie verdeutlichen in Verbindung mit den Basisbegriffen das jeweils zu erreichende Anforderungsniveau. Die Basisbegriffe geben den Grad der Vertiefung und die Breite der Behandlung eines Themas an. Insofern sind sie ebenfalls als verpflichtend zu verstehen.

Der darauf jeweils folgende Teil des Lehrplans ist in zwei Spalten gegliedert. Die linke Spalte enthält verbindliche Kompetenzerwartungen hinsichtlich der Kompetenzbereiche Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung. Die rechte Spalte enthält Bemerkungen und erläuternde Hinweise zu Unterrichtsgestaltung sowie Definitionsvorschläge und mögliche Experimente.

Bei der Formulierung der Kompetenzerwartungen soll der im Anhang aufgelistete Grundstock von Operatoren verwendet werden.

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.

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 überprüfen und ggf. zu modifizieren. Für die Schülerinnen und Schüler sollen die Rückmeldungen zu den erreichten Lernständen eine Hilfe für das weitere Lernen darstellen.

## **Der Beitrag des Faches Chemie zur gymnasialen Bildung**

Naturwissenschaftliche Erkenntnisse und ihre Anwendung sind unverzichtbare Kompetenzen 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, und 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 auch immer wieder Berufsbilder thematisiert werden und die Schülerinnen und Schüler dazu angehalten werden, sich damit auseinanderzusetzen. Die Berücksichtigung in den Themenfeldern kann auch z. B. in Form von Betriebserkundungen oder Exkursionen zu außerschulischen Lernorten erfolgen.

Hilfestellung für vertiefte Maßnahmen der Beruflichen Orientierung geben die „Richtlinien zur Berufs- und Studienorientierung an allgemeinbildenden Schulen im Saarland“. Informationen zu Berufen sind auf den Internetseiten der Bundesagentur für Arbeit zu finden.

### **Bildung für nachhaltige Entwicklung**

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 (siehe auch Basiscurriculum „Bildung für Nachhaltige Entwicklung“).

### **Medienbildung**

Das Fach Chemie baut auf den (Grund) „Kompetenzen in der digitalen Welt“ bzw. dem „Basiscurriculum Medienbildung und informatische Grundbildung“ 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.

### **Weitere Informationen:**

- Hinweise zu den Basiscurricula „Medienbildung und informatische Bildung“ und „Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE)“ befinden sich auf den Seiten des saarländischen Bildungsservers.
- Hinweise und Erläuterungen zu den Bildungsstandards sowie zu Abituraufgaben des IQB-Pools nebst erläuternden Begleitdokumenten befinden sich auf den Seiten des IQB in Berlin.

## Schwerpunkte

## A Anorganische Säuren und ihre Salze

20 %

A 1 Kohlenstoff, Kohlenstoffdioxid, Kohlensäure

A 2 Carbonate und Hydrogencarbonate

A 3 Salpetersäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure und deren Salze

## B Bindungsverhältnisse und Struktur – Eigenschaften - Beziehungen in Kohlenwasserstoffen und Alkanolen

60 %

B 1 Atombindung

B 2 Zwischenmolekulare Kräfte

B 3 Orbitalmodell und Molekülorbitale ohne Hybridisierung

B 4 Gesättigte Kohlenwasserstoffe: Alkane und deren Derivate

B 5 Ungesättigte Kohlenwasserstoffe: Alkene und Alkine sowie deren Derivate

B 6 Alkanole (Alkohole)

B 7 Orbitalmodell und Molekülorbitale mit Hybridisierung

**C 1 Reaktionen an der Einfachbindung: Radikalische Substitution ( $S_R$ )**

---

**C 2 Reaktionen an der Doppelbindung: Addition**

---

**C 3 Oxidationsverhalten von Kohlenwasserstoffen und Alkanolen**



Das Verständnis globaler Stoffkreisläufe und ihrer komplexen Reaktionen und Wechselwirkungen basiert unter anderem auf der Kenntnis anorganischer Säuren und ihrer Salze.

Dabei spielen beispielsweise 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.

### Basisbegriffe

Modifikation, Diamant, Graphit, Fullerene, Nanotubes, Carbonfasern, Kohlenstoffmonoxid, Kohlenstoffdioxid, Treibhausgas, vollständige Verbrennung, unvollständige Verbrennung, Kohlensäure, umkehrbare/reversible Reaktion, Dissoziationsgleichung, Kohlensäure, Hydrogencarbonate, Carbonate, Sodbrennen, Neutralisation, Kalk, Soda, Natron, Marmor, Salpetersäure, Nitrate, Kaliumnitrat (Salpeter), Natriumnitrat (Natronsalpeter, Chilesalpeter), Silbernitrat (Höllenstein), Schwefelsäure, Sulfate, Hydrogensulfate, Calciumsulfat (Gips), Natriumsulfat (Glaubersalz), Magnesiumsulfat (Bittersalz), Doppelkontaktverfahren, OSTWALD-Verfahren, Phosphorsäure, Phosphate, Hydrogenphosphate, Dihydrogenphosphate, Natriumphosphat, Sauerstoffsäuren

### Kompetenzerwartungen

#### A 1 Kohlenstoff, Kohlenstoffoxide und Kohlensäure

Die Schülerinnen und Schüler

- recherchieren die Strukturen von Diamant, Graphit, Fullerenen, Nanotubes und Carbonfasern und vergleichen diese miteinander,
- erstellen einen Steckbrief der beiden Oxide des Kohlenstoffs (Formel, physikalische und chemische Eigenschaften).

### Vorschläge und Hinweise

- Mögliche Kontexte: Mineralwasser, Tropfsteinhöhlen, Ozeanversauerung und Korallenbleiche, anthropogener und natürlicher Treibhauseffekt, Golfstrom, Natron, Windräder, Autoabgaskatalysator, saurer Regen, Kreidefelsen von Rügen, Nyos-See-Katastrophe, Düngemittel, Klimaforschung, Energie sparen für das Klima, Medienberichte zur Klimadebatte, Methanhydrate

**Kompetenzerwartungen**

Die Schülerinnen und Schüler

- erklären die anthropogene Entstehung der Kohlenstoffoxide durch vollständige und unvollständige Verbrennungen,
- recherchieren und erläutern die Umweltbelastung durch Kohlenstoffdioxid,
- entwickeln die Reaktionsgleichungen für die vollständige Verbrennung verschiedener Brennstoffe,
- erstellen einen Steckbrief der Kohlensäure (Formel; physikalische und chemische Eigenschaften),
- geben für die Bildung und den Zerfall der Kohlensäure die Reaktionsgleichung an,
- führen ein Experiment zur Bildung und zum Zerfall der Kohlensäure durch,
- geben die Reaktion der Bildung des Zerfalls der Kohlensäure als umkehrbare (reversible) Reaktion an.

**Vorschläge und Hinweise**

- Auf den anthropogenen Treibhauseffekt und die Bedeutung von Kohlenstoffdioxid als Treibhausgas soll eingegangen werden.
- Eigenschaften von Kohlenstoffmonoxid: farbloses und geruchloses Gas, giftig
- Eine wichtige Eigenschaft der Kohlensäure ist ihre Instabilität.
- Als Alltagsbeispiel können kohlensäurehaltige Getränke herangezogen werden.
- Mögliche Experimente:
  - Nachweis von Kohlenstoffdioxid mit Kalkwasser oder Barytwasser
  - Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in kaltem und warmem Wasser (quantitativ und qualitativ)
  - 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

## Kompetenzerwartungen

## A 2 Carbonate und Hydrogencarbonate

Die Schülerinnen und Schüler

- geben für beide Dissoziationsstufen der Kohlensäure die Dissoziationsgleichung an,
- führen ein Experiment zur Wirkung von Säuren auf Kalk durch und werten dieses mithilfe einer Reaktionsgleichung aus,
- geben die Formeln und Namen wichtiger Carbonate und Hydrogencarbonate an: Natriumcarbonat (Soda), Natriumhydrogencarbonat (Natron), Calciumcarbonat (Kalk, Marmor), Calciumhydrogencarbonat,
- führen ein Experiment zum Nachweis der Carbonate durch und werten dieses mithilfe einer Reaktionsgleichung aus,
- recherchieren Eigenschaften, Vorkommen, Bedeutung und mögliche weitere Namen wichtiger Salze der Kohlensäure in der Natur und im Alltag und präsentieren ihre Ergebnisse tabellarisch,
- geben an, dass Hydrogencarbonate alkalisch reagieren,
- begründen die Verwendung von Hydrogencarbonaten bei Sodbrennen,
- entwickeln eine Reaktionsgleichung zur Neutralisation der Magensäure (HCl) mit Natriumhydrogencarbonat.

## Vorschläge und Hinweise

- Auf die Wasserhärte oder die Entstehung von Tropfsteinhöhlen kann eingegangen werden.
- Mögliche Experimente:
  - Kalklöschen
  - Kalkbrennen
  - Bestimmung der Wasserhärte
  - 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

## Kompetenzerwartungen

## Vorschläge und Hinweise

## A 3 Salpetersäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure und deren Salze

Die Schülerinnen und Schüler

- geben einen Überblick über die Formeln und die Namen weiterer sauerstoffhaltiger Säuren (Salpetersäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure),
- recherchieren die großtechnischen Herstellungsverfahren weiterer sauerstoffhaltiger Säuren (Ostwald-Verfahren, Doppelkontaktverfahren),
- 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,
- recherchieren Vorkommen und mögliche weitere Namen der Salze von Salpetersäure, Schwefelsäure und Phosphorsäure und präsentieren ihre Ergebnisse tabellarisch.

- Es muss auf Kaliumnitrat (Salpeter), Natriumnitrat (Natronsalpeter, Chilesalpeter), Silbernitrat (Höllenstein), Calciumsulfat (Gips), Natriumsulfat (Glaubersalz), Magnesiumsulfat (Bittersalz), Natriumphosphat eingegangen werden.

Beobachtbare und messbare Eigenschaften der Stoffe ergeben sich aus dem Bau der Atome und Moleküle sowie deren Anordnung und deren Wechselwirkung untereinander. Damit ermöglicht die Kenntnis der atomaren und molekularen Struktur die Voraussage von Stoffeigenschaften. Umgekehrt erlaubt die Ermittlung von Stoffeigenschaften wiederum Rückschlüsse auf die Art und Zusammenstellung der zugrunde liegenden Teilchen.

Die Behandlung organischer Kohlenstoffverbindungen eröffnet zahlreiche Zugänge zum Verständnis und zur Einschätzung von Stoffen des Alltags und der Lebenswelt. Die große Vielfalt organischer Verbindungen basiert auf der besonderen Bindungsfähigkeit des Kohlenstoffatoms. Ordnung in die Vielfalt organischer Verbindungen bringen die Klassifizierung nach funktionellen Gruppen und die Anwendung von Nomenklatur-Regeln.

### Basisbegriffe

Orbital/-modell/-darstellung/-bild, Atomorbital (AO), Molekülorbital (MO), s-/p-/d-/f-Orbital, Quantenzahlen, kugelsymmetrisch, hantelförmig, Elektronenkonfiguration, Besetzungsregeln, Energie-Prinzip, HUND-Regel, PAULI-Prinzip, Kästchenschreibweise (Elektronenzellenschreibweise nach PAULING), Buchstaben-Zahlen-Kombination, Hybridisierung/-skzept/-szustand, Energieniveauschema, Grundzustand, angeregter/promovierter/hybridisierter Zustand,  $\sigma$ -Bindung (Sigma-Bindung),  $\pi$ -Bindung (Pi-Bindung),  $sp^3$ -/ $sp^2$ -/ $sp$ -Hybridisierung, Energiestufenmodell, Atombindung/Elektronenpaarbindung/kovalente Bindung, polare/unpolare Atombindung, Elektronegativität, Summenformel, Verhältnisformel, Strukturformel, Lewis-Formel, Valenzstrichformel, EPA-Modell, Alkane, Alkene, Alkine, Alkohole/Alkanole, Homologe Reihe, Alkylgruppe/-rest, 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

## Kompetenzerwartungen

## Vorschläge und Hinweise

**B 1 Atombindung (Elektronenpaarbindung / kovalente Bindung)**

Die Schülerinnen und Schüler

- nennen die Oktettregel (Edelgasregel/Regel von KOSSEL) und wenden diese auf geeignete Beispiele an,
- erklären die Atombindung an einfachen Beispielen,
- wenden die Valenzstrich-Schreibweise bei Molekülverbindungen an,
- geben eine Definition für den Begriff Elektronegativität an,
- ermitteln die Polarität einer Atombindung über die Elektronegativitätsdifferenzen,
- vergleichen die Bindungsstärken polarer und unpolarer Atombindungen,
- geben eine Definition für den Begriff Dipol an,
- stellen polare Bindungen modellhaft als elektrische Dipole dar,
- geben die Formeln der Moleküle in der Valenzstrich-Schreibweise und die Partialladungen an,
- beschreiben und erklären die räumlichen Strukturen von Molekülen (Molekülgeometrie und Bindungswinkel) nach dem EPA-Modell (VSEPR-Modell),
- erklären anhand der Beispiele  $\text{H}_2\text{O}$  und  $\text{NH}_3$  die Abweichungen vom Tetraederwinkel,
- erklären, dass die Polarität der Bindungen und eine bestimmte Molekülgeometrie Voraussetzungen für den Dipolcharakter eines Moleküls sind.

- Wiederholung Atombau Klasse 9
- Energiestufenmodell, BOHR'sches Atommodell
- Die Bezeichnungen Elektronenpaarbindung und kovalente Bindung sollen auch bekannt sein.
- Bindung in unpolaren, zweiatomigen Molekülen:  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{F}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{I}_2$
- Die Elektronegativität ist ein Maß für die Fähigkeit eines Atoms die Bindungselektronen anzuziehen.
- Zum Vergleich der Bindungsstärken sollen EN-Differenzen, Bindungslängen und Atombindungstypen (Einfach-, Doppel-, Dreifachbindung) herangezogen werden.
- Ein Dipol ist ein Molekül mit je einem positiven und einem negativen Ladungsschwerpunkt, die räumlich getrennt voneinander vorliegen.
- $\delta^+/\delta^-$ : positive/negative Partialladung (Teilladung)
- Mögliche Experimente:
  - Ablenkung eines Wasserstrahls durch einen geladenen Stab oder Ballon im Vergleich zu einem Heptanstrahl
  - Erhitzen gleicher Mengen von Wasser und Heptan in der Mikrowelle

**Kompetenzerwartungen**

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern die Übergänge zwischen der Atombindung und der Ionenbindung,

**B 2 Zwischenmolekulare Kräfte**

- 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,
- beschreiben das Zustandekommen von Dipol-Dipol-Wechselwirkungen,
- geben Verbindungen an, die Wasserstoffbrücken bilden können.

**Vorschläge und Hinweise**

- Molekülgeometrie: linear, tetraedrisch, trigonal-pyramidal, gewinkelt (angular), trigonal-planar mit entsprechendem Bindungswinkel
  - Beispiele:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{BCl}_3$ ,  $\text{CH}_4$  und andere organische Moleküle
  - Vergleich der Chlorverbindungen der 3. Periode des Periodensystems der Elemente
- 
- Eine deutliche Unterscheidung zwischen den Bindungen innerhalb eines Moleküls (intramolekular) und den Wechselwirkungen der Moleküle untereinander (intermolekular) soll vorgenommen werden.
  - Die Begriffe Kräfte und Wechselwirkungen können zur Vereinfachung in diesem Kontext synonym verwendet werden.
  - Die Stärke der Van-der-Waals-Kräfte in Abhängigkeit von der Molekülgröße bzw. der Molekülmasse soll besprochen werden.
  - Die Begriffe „temporärer Dipol“, „induzierter Dipol“ und „permanenter Dipol“ sollen unterschieden werden.

**Kompetenzerwartungen**

Die Schülerinnen und Schüler

- erklären das Zustandekommen von Wasserstoffbrücken,
- erklären die hohe Siedetemperatur des Wassers,
- vergleichen die zwischenmolekularen Kräfte bzgl. ihrer Stärke,

**B 3 Orbitalmodell und Molekülorbitale ohne Hybridisierung****B 3.1 Grundlagen**

- wiederholen das Energiestufenmodell (Schalenmodell),
- geben eine Definition für den Begriff Orbital an,
- nennen die Quantenzahlen und geben deren Bedeutung an,
- beschreiben die Orbitalformen in Bezug zu den Quantenzahlen,
- stellen s- und p- Orbitale graphisch dar,
- ordnen die Orbitale verschiedenen Energieniveaus zu,
- nennen die Besetzungsregeln (Energie-Prinzip, HUND-Regel und PAULI-Prinzip) von Elektronen in die Atomhülle und wenden diese an.

**Vorschläge und Hinweise**

- Beispiele für Stoffe mit Dipol-Dipol-Wechselwirkungen: Aldehyde und Ketone
- Wasserstoffbrückenbindungen sollen nur für die stark elektronegativen Elemente Fluor, Sauerstoff und Stickstoff betrachtet werden.
- Beispiele für Stoffe mit Wasserstoffbrückenbindungen: Fluorwasserstoff, Wasser, Ammoniak, Alkohole, Carbonsäuren

- Das Energiestufenmodell kann über die Interpretation der Ionisierungsenergien oder über die Auswertung von Spektren hergeleitet werden.
- Ausgehend vom Energiestufenmodell und den Erkenntnissen von HEISENBERG kann in einfacher und anschaulicher Weise an den Orbitalbegriff herangeführt werden.
- Unter einem Orbital versteht man den Raum in der Nähe eines Atomkerns, in dem sich maximal zwei Elektronen mit großer Wahrscheinlichkeit (über 90 %) aufhalten.



**Kompetenzerwartungen**

Die Schülerinnen und Schüler

- geben die Elektronenkonfigurationen von Hauptgruppenelementen an,
- erläutern die Zusammenhänge zwischen der Elektronenkonfiguration, den Eigenschaften und der Stellung eines Elementes im PSE.

**Vorschläge und Hinweise**

- Hauptquantenzahl  $n$ : Hauptenergieniveau
- Nebenquantenzahl  $l$ : geometrische Form des Orbitals
- Magnetquantenzahl  $m$ : räumliche Ausrichtung des Orbitals
- Spinquantenzahl  $s$ : Eigenrotation des Elektrons
- $l = 0$ : s-Orbital, kugelsymmetrisch
- $l = 1$ : p-Orbital, hantelförmig
- $l = 2$ : d-Orbital, rosettenförmig
- $l = 3$ : f-Orbital, doppelrosettenförmig
- Als Merkhilfe für die Reihenfolge der Elektronenanordnung (Elektronenkonfiguration) in die Hülle bietet sich das Schachbrettschema oder ein ähnliches Schema an.
- Die Angabe der Elektronenkonfiguration soll mit Hilfe der Kästchenschreibweise (Elektronenzellenschreibweise nach PAULING) und durch die Buchstaben-Zahlen-Kombination erfolgen.
- Auf die besondere Stabilität halb- und vollbesetzter d- und f-Orbitale bzw. Energieniveaus soll hingewiesen werden.

**Kompetenzerwartungen****Vorschläge und Hinweise****B 3.2 Molekülorbitale ohne Hybridisierung**

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben ausgehend von Atomorbitalen modellhaft die Entstehung von Molekülorbitalen durch Überlappen von halbbesetzten s- und p-Atomorbitalen,
- zeichnen die Orbitaldarstellungen von Wasserstoff, Halogenen und Halogenwasserstoffen,

**B 4 Gesättigte Kohlenwasserstoffe: Alkane und deren Derivate**

- geben Methan als einfachste Kohlenwasserstoff-Verbindung an,
- recherchieren weitere Namen (Trivialnamen) für Methan,
- recherchieren und beschreiben die Entstehung von Methan bei der Zersetzung organischer Stoffe,
- 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,
- erstellen einfache Molekülmodelle der Alkane mithilfe eines Molekülbaukastens.

- Unter Molekülorbitalen versteht man Orbitale, die nicht dem einzelnen Atom, sondern dem Gesamtmolekül zugeordnet werden können.
- Auf die Möglichkeit der Bildung von Molekülorbitalen aus einem doppelt besetzten und einem leeren Atomorbital soll hingewiesen werden, z. B. Anlagerung von Protonen an Wasser- bzw. Ammoniakmoleküle.

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

**Kompetenzerwartungen**

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern an Molekülmodellen die Bindungsverhältnisse und die Molekülgeometrie der Alkane,
- geben eine 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,
- leiten aus der homologen Reihe die allgemeine Summenformel der Alkane ab,
- benennen einfach verzweigte Alkane und substituierte Alkane nach der IUPAC-Nomenklatur,
- geben zu vorgegebenen Namen von Alkanen jeweils die Strukturformel an,
- erstellen mithilfe eines Molekülbaukastens einfache Molekülmodelle von isomeren Alkanen,
- geben jeweils eine Definition für die Begriffe Gerüstisomerie und Stellungsisomerie an,
- erklären die Schmelz- bzw. Siedetemperaturen der Alkane (unpolare organische Verbindungen) mithilfe der zwischenmolekularen Kräfte,
- erklären das Löslichkeitsverhalten der Alkane und verwenden dabei die Fachbegriffe hydrophob/hydrophil bzw. lipophob/lipophil bzw. unpolar/polar.

**Vorschläge und Hinweise**

## Kompetenzerwartungen

## Vorschläge und Hinweise

**B 5 Ungesättigte Kohlenwasserstoffe: Alkene und Alkine sowie deren Derivate**

Die Schülerinnen und Schüler

- geben Ethen/Ethin als einfachste Vertreter der Alkene/Alkine an,
- recherchieren jeweils weitere Namen (Trivialnamen) für Ethen und Ethin,
- geben eine 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,
- beschreiben den Aufbau weiterer Alkene/Alkine mithilfe von Strukturformeln,
- erstellen einfache Molekülmodelle von Alkenen/Alkinen mithilfe eines Molekülbaukastens,
- erläutern an Molekülmodellen die Bindungsverhältnisse und die Molekülgeometrie der Alkene/Alkine,
- benennen die ersten zehn Glieder der homologen Reihe der Alkene/Alkine und ordnen ihnen jeweils Summen- und Strukturformel zu.

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

**Kompetenzerwartungen**

Die Schülerinnen und Schüler

- leiten aus der homologen Reihe die allgemeine Summenformel der Alkene/Alkine ab,
- benennen einfach verzweigte und substituierte Alkene und Alkine nach der IUPAC- Nomenklatur,
- geben zu vorgegebenen Namen von Alkenen/Alkinen jeweils die Strukturformel an,
- 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 um die C-C-Einfachbindung im Gegensatz zur C=C-Doppelbindung,
- unterscheiden konjugierte, kumulierte und isolierte Doppelbindungen in Alkenen,
- geben eine Definition für den Begriff cis/trans-Isomerie an,
- wenden die IUPAC-Regeln zur Benennung von cis/trans-Isomeren an,
- erklären die Schmelz- bzw. Siedetemperaturen der Alkene/Alkine (unpolare organische Verbindungen) mithilfe der zwischenmolekularen Kräfte,
- erklären die Schmelz- bzw. Siedetemperaturen von cis/trans-Isomeren (Z-/E-Isomeren) mithilfe der zwischenmolekularen Kräfte,
- erklären das Löslichkeitsverhalten der Alkene und Alkine und verwenden dabei die Fachbegriffe hydrophob/hydrophil bzw. lipophob/lipophil bzw. unpolar/polar.

**Vorschläge und Hinweise**

**Kompetenzerwartungen****B 6 Alkanole (Alkohole)**

Die Schülerinnen und Schüler

- geben Methanol als einfachsten Vertreter der Alkanole an,
- recherchieren weitere Namen (Trivialnamen) für Methanol und Ethanol,
- geben die Hydroxylgruppe als funktionelle Gruppe der Alkanole an,
- erklären den Bindungswinkel und die Molekülgeometrie der Alkanole mit Hilfe des EPA-Modells,
- beschreiben den Aufbau weiterer Alkanole mit Hilfe von Strukturformeln,
- erstellen einfache Molekülmodelle von Alkanolen mithilfe eines Molekülbaukastens,
- erläutern an Molekülmodellen die Bindungsverhältnisse und die Molekülgeometrie der Alkanole,
- benennen die ersten zehn Glieder der homologen Reihe der Alkanole und ordnen ihnen jeweils Summen- und Strukturformel zu,
- leiten aus der homologen Reihe die allgemeine Summenformel der Alkanole ab,
- benennen einfach verzweigte und substituierte Alkanole nach der IUPAC-Nomenklatur,
- geben zu vorgegebenen Namen der Alkanole jeweils die Strukturformel an.

**Vorschläge und Hinweise**

- Als Trivialnamen von Methanol sollen Holzgeist und Methylalkohol genannt werden.
- Als Trivialnamen von Ethanol sollen Brennspiritus, Ethylalkohol, Trinkalkohol und Weingeist genannt werden.
- Mögliches Experiment:
  - Löslichkeitsverhalten der ersten fünf Vertreter der homologen Reihe

**Kompetenzerwartungen**

Die Schülerinnen und Schüler

- erstellen einfache Molekülmodelle von Gerüst- und Stellungs-isomeren der Alkanole mithilfe eines Molekülbaukastens,
- erklären die Schmelz- bzw. Siedetemperaturen der Alkanole mithilfe der zwischenmolekularen Kräfte,
- erklären das Löslichkeitsverhalten der Alkanole und verwenden dabei die Fachbegriffe hydrophob/hydrophil bzw. lipophob/lipophil bzw. unpolar/polar,
- vergleichen Schmelz- bzw. Siedetemperaturen organischer Verbindungen mithilfe der wirkenden zwischenmolekularen Kräfte,
- begründen das Löslichkeitsverhalten organischer Verbindungen aufgrund der Molekülstruktur und der vorliegenden zwischenmolekularen Kräfte,

**B 7 Molekülorbitale mit Hybridisierung: Das Hybridisierungskonzept**

- leiten aus der Elektronenkonfiguration des Kohlenstoffatoms den Widerspruch zwischen dem Bau des Methanmoleküls und den Bindungsmöglichkeiten des Kohlenstoffatoms im Grundzustand ab.

**Vorschläge und Hinweise**

- Die unterschiedlichen Hybridisierungen des Kohlenstoffatoms und die daraus resultierenden Eigenschaften können am Beispiel von Diamant und Graphit veranschaulicht werden.

**Kompetenzerwartungen**

Die Schülerinnen und Schüler

- geben über die Erweiterung des Orbitalmodells durch das Hybridisierungskonzept eine Definition für den Begriff der Hybridisierung an,
- entwickeln ausgehend vom Grundzustand modellhaft die Hybridisierungszustände des Kohlenstoffatoms am Beispiel geeigneter Alkane, Alkene und Alkine ( $sp^3$ -,  $sp^2$ -,  $sp$ -Hybridisierung),
- stellen die jeweiligen Hybridisierungszustände des Kohlenstoffs in einem Energieniveauschema dar,
- beschreiben die Bildung von  $\sigma$ - und  $\pi$ -Bindungen (Mehrfachbindungen) und vergleichen die Bindungen,
- entwickeln ausgehend vom Grundzustand modellhaft die Hybridisierungszustände des Sauerstoff- bzw. Stickstoffatoms,
- stellen die jeweiligen Hybridisierungszustände von Sauerstoff- und Stickstoffatomen in einem Energieniveauschema dar,
- zeichnen die Orbitaldarstellungen (Orbitalbilder) geeigneter Moleküle und beschreiben die zugrunde liegenden Bindungsverhältnisse,
- erläutern das Hybridisierungskonzept im Zusammenhang mit dem EPA-Modell.

**Vorschläge und Hinweise**

- Unter der Hybridisierung versteht man die Verschmelzung verschiedener Atomorbitale, die sich energetisch nicht wesentlich unterscheiden, zu energetisch gleichwertigen Orbitalen.
- Grundzustand
- angeregter/promovierter Zustand
- hybridisierter Zustand
- Symmetrie, Drehbarkeit der Atomgruppen um die Bindungsachse, Stabilität, Energiegehalt
- Orbitaldarstellungen von Molekülen: z. B. Methan, Ethan, Ethen, Ethin, Kohlenstoffdioxid, Ammoniak, Wasser



Organische Verbindungen sind nicht nur dazu geeignet, Energie durch Verbrennungsreaktionen freizusetzen, ihre Bedeutung besteht vor allem auch in ihrer Vielfalt. Mithilfe zahlreicher chemischer Reaktionen können gezielt unterschiedlichste organische Stoffe mit gewünschten Eigenschaften synthetisiert werden. Dabei werden die Stoffeigenschaften und das Reaktionsverhalten maßgeblich von funktionellen Gruppen bestimmt. Anhand der Kohlenwasserstoffe und Alkanole können grundlegende Eigenschaften und Reaktionen organischer Moleküle beispielhaft dargestellt werden.

### Basisbegriffe

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

### Kompetenzerwartungen

### Vorschläge und Hinweise

#### C 1 Reaktionen an der Einfachbindung: Radikalische Substitution ( $S_R$ )

Die Schülerinnen und Schüler

- nennen die radikalische Substitution als charakteristischen Reaktionsmechanismus der Alkane,
- formulieren die Reaktionsgleichung für die Reaktion eines Alkans mit einem Halogen,
- geben 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,
- bewerten unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit das Verbot bestimmter halogener Alkane.

- Mögliche Experimente:
  - Radikalische Substitution bei Alkanen mit Bromid/Bromat-Gemisch
  - Beilsteinprobe

**Kompetenzerwartungen****C 2 Reaktion an der Doppelbindung: Addition**

Die Schülerinnen und Schüler

- nennen die Addition als charakteristische Reaktion der Alkene,
- geben die Reaktionsgleichung für die Addition von einem Halogen an ein Alken mithilfe von Strukturformeln an,
- geben die Reaktionsbedingungen für die Addition an,
- vergleichen die Reaktionen der Alkane und Alkene mit Halogenen hinsichtlich Reaktionstyp, Reaktionsbedingungen, Energieumsatz, Edukte und Produkte,

**C 3 Oxidationsverhalten von Kohlenwasserstoffen und Alkanolen****C 3.1 Verbrennungsreaktionen**

- geben jeweils die Reaktionsgleichung für die vollständige Verbrennung von Alkanen, Alkenen, Alkinen und Alkanolen an,
- planen ein Experiment zum Nachweis der Reaktionsprodukte der Verbrennung organischer Verbindungen und führen dieses durch.

**Vorschläge und Hinweise**

- Hier wird lediglich der Reaktionstyp (Addition) besprochen, 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.
- Mögliche Experimente:
  - Additionsreaktion bei Alkenen mit Bromid/Bromat-Gemisch
  - Beilsteinprobe
- Auf die Entstehung von Kohlenstoff und Kohlenstoffmonoxid bei der unvollständigen Verbrennung kann hingewiesen werden.

**Kompetenzerwartungen****C 3.2 Oxidationsreihe der Alkanole**

Die Schülerinnen und Schüler

- geben jeweils eine Definition für primäre, sekundäre und tertiäre Alkohole sowie für die Wertigkeit der Alkanole an,
- teilen die Alkanole nach der Stellung der Hydroxylgruppe (primär, sekundär, tertiär) und nach der Anzahl der Hydroxylgruppen (Wertigkeit) ein,
- geben die ERLLENMEYER-Regel an,
- beschreiben die Struktur des dreiwertigen Alkohols Glycerin (Propantriol),
- recherchieren Verwendungsmöglichkeiten von Glycerin,
- beschreiben das Konzept der Oxidationszahlen,
- geben Regeln zur Bestimmung der Oxidationszahlen an,
- ermitteln die Oxidationszahlen in organischen Molekülen,
- führen ein Experiment zum Oxidationsverhalten primärer, sekundärer und tertiärer Alkanole durch,
- 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,
- ordnen die Oxidationsprodukte aufgrund ihrer funktionellen Gruppe einer Stoffklasse zu,
- stellen anhand der funktionellen Gruppe in organischen Verbindungen Vermutungen über das Oxidationsverhalten auf.

**Vorschläge und Hinweise**

- 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.
- Unter Oxidation versteht man eine Erhöhung der Oxidationszahl (Erhöhung der Anzahl der O-Atome bzw. Verringerung der Anzahl der H-Atome am betrachteten C-Atom).
- Unter Reduktion versteht man eine Erniedrigung der Oxidationszahl (Verringerung der Anzahl der O-Atome bzw. Erhöhung der Anzahl der H-Atome am betrachteten C-Atom).
- Auf die Formulierung der exakten Redoxgleichungen (z. B. bei der FEHLING-Probe oder in der Oxidationsreihe) soll verzichtet werden.
- Mögliche Experimente:
  - Reaktion verschiedener primärer und sekundärer Alkohole mit Kupfer(II)-oxid
  - Nachweisreaktionen (FEHLING-, TOLLENS-, BENEDICT-Reagenz)
  - Analyse der Verbrennungsprodukte von Ethanol
  - Brennprobe auf Alkohol
  - Nachweisreaktion von Kohlenstoffdioxid mit Kalkwasser oder Barytwasser

## Grundstock von Operatoren (gemäß IQB-Richtlinien)

Im Folgenden werden Operatoren erläutert, die in Aufgaben für die Fächer Biologie, Chemie und Physik häufig vorkommen. Die genannten Operatoren werden in den Aufgaben der Abituraufgabenpools des IQB der jeweiligen Erläuterung entsprechend verwendet. Die Verwendung eines Operators, der im Folgenden nicht genannt wird, ist möglich, wenn aufgrund der standardsprachlichen Bedeutung dieses Operators in Verbindung mit der Aufgabenstellung davon auszugehen ist, dass die jeweilige Aufgabe im Sinne der Aufgabenstellung bearbeitet werden kann (z. B. „durchführen“: Führen Sie das Experiment durch.).

Operator	Erläuterung
ableiten	auf der Grundlage von Erkenntnissen oder Daten sachgerechte Schlüsse ziehen
abschätzen	durch begründete Überlegungen Größenwerte angeben
analysieren	wichtige Bestandteile, Eigenschaften oder Zusammenhänge auf eine bestimmte Fragestellung hin herausarbeiten <i>Chemie zusätzlich:</i> einen Sachverhalt experimentell prüfen
aufstellen, formulieren	chemische Formeln, Gleichungen, Reaktionsgleichungen (Wort- oder Formelgleichungen) oder Reaktionsmechanismen entwickeln
Hypothesen aufstellen	eine Vermutung über einen unbekanntem Sachverhalt formulieren, die fachlich fundiert begründet wird
angeben, nennen	Formeln, Regeln, Sachverhalte, Begriffe oder Daten ohne Erläuterung aufzählen bzw. wiedergeben
auswerten	Beobachtungen, Daten, Einzelergebnisse oder Informationen in einen Zusammenhang stellen und daraus Schlussfolgerungen ziehen
begründen	Gründe oder Argumente für eine Vorgehensweise oder einen Sachverhalt nachvollziehbar darstellen
berechnen	Die Berechnung ist ausgehend von einem Ansatz darzustellen.
beschreiben	Beobachtungen, Strukturen, Sachverhalte, Methoden, Verfahren oder Zusammenhänge strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache formulieren
beurteilen	Das zu fällende Sachurteil ist mithilfe fachlicher Kriterien zu begründen.
bewerten	Das zu fällende Werturteil ist unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Werte und Normen zu begründen.
darstellen	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache formulieren, auch mithilfe von Zeichnungen und Tabellen

diskutieren	Argumente zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen
erklären	einen Sachverhalt nachvollziehbar und verständlich machen, indem man ihn auf Regeln und Gesetzmäßigkeiten zurückführt
erläutern	einen Sachverhalt veranschaulichend darstellen und durch zusätzliche Informationen verständlich machen
ermitteln	ein Ergebnis oder einen Zusammenhang rechnerisch, grafisch oder experimentell bestimmen
herleiten	mithilfe bekannter Gesetzmäßigkeiten einen Zusammenhang zwischen chemischen bzw. physikalischen Größen herstellen
interpretieren, deuten	naturwissenschaftliche Ergebnisse, Beschreibungen und Annahmen vor dem Hintergrund einer Fragestellung oder Hypothese in einen nachvollziehbaren Zusammenhang bringen
ordnen	Begriffe oder Gegenstände auf der Grundlage bestimmter Merkmale systematisch einteilen
planen	zu einem vorgegebenen Problem (auch experimentelle) Lösungswege entwickeln und dokumentieren
skizzieren	Sachverhalte, Prozesse, Strukturen oder Ergebnisse übersichtlich grafisch darstellen und beschriften
untersuchen	Sachverhalte oder Phänomene mithilfe fachspezifischer Arbeitsweisen erschließen
vergleichen	Gemeinsamkeiten und Unterschiede kriteriengeleitet herausarbeiten
zeichnen	Objekte grafisch exakt darstellen