



Lehrplan Chemie

Klassenstufe: 8-10

Stand: 23. Oktober 2024

Klassenstufe	8	9	9Wpf	10
Wochenstundenzahl	2	2	2	3
Anzahl der Klassenarbeiten	2	2	1-2	2

Klasse 8

LERNINHALTE

RICHTSTUNDEN

Einführung in das Fach Chemie, Sicherheitserziehung

2

- Laborordnung, Gefahrensymbole, Schutzmaßnahmen und Schutzvorschriften kennen. (Im Klassenbuch vermerken!)

Kurze Wiederholung Stoffe und ihre Eigenschaften

4

- *(spezifische) Stoffeigenschaften, Aggregatzustände Reinstoffe, Gemische und Trennverfahren wurden unterrichtet in Klasse 6 Physik (lt. Lehrplan ab 2011)*
- Heterogene und homogene Gemische
- Unterschiede und Gemeinsamkeiten der Trennverfahren (Filtrieren, Zentrifugieren, Destillieren, Extrahieren, Chromatografieren) + Anwendungen
- Nat-Informationsblätter vorhanden

Luft und Verbrennung

6

- Zusammensetzung der Luft
- Nachweise für Gase
- Rolle bei der Verbrennung (Oxidationsbegriff)
- Metallbrände
- Brandbekämpfung / Löschmethoden
- (Luftverschmutzung - optional)

Chemische Reaktion

7

- Daltonsches Atommodell
- Stoffumwandlung, Massenerhaltungssatz
- Gesetz der konstanten Massenverhältnisse
- Energieumsatz, Aktivierungsenergie, Energiediagramm
- Element / Verbindung
- Reaktionsgleichungen (Wortgleichungen)



Lehrplan Chemie

Metalle und Redoxreaktion

8

- Gebrauchsmetalle, Verwendung von Metallen
- Herstellung von Metallen aus Metalloxiden
- Redoxreaktion
- Reaktivitätsreihe der Metalle
- Kohlenstoff in der Reaktivitätsreihe

Elementfamilien des PSE

8

- Alkalimetalle
- Erdalkalimetalle
- Halogene
- Edelgase
- Bekannte Verbindungen des Alltags bzw. der Industrie: Kochsalz, Kalk usw.

Atombau und Periodensystem

6

- Bau der Atome, Rutherford-Experiment, Kern-Hülle-Modell, Schalenmodell, Atombausteine, Ionisierungsenergie
- elektrische Ladung, Ladungstransport
- Radioaktivität
- Aufbau und Informationsgehalt des PSE
- Nat-Informationsblätter vorhanden

BASISKONZEPTE:

- Stoff-Teilchen-Beziehung
- Energetische Betrachtung bei Stoffumwandlungen
- Chemische Reaktion

ARBEITSTECHNIKEN:

- Planung und Durchführung einfacher Versuche
- Umgang mit chemischen Geräten und Chemikalien
- Exaktes Beobachten und Auswerten von Experimenten
- Erstellung von Versuchsprotokollen
- Stöchiometrische Berechnungen
- Arbeit mit Modellvorstellungen
- Recherchieren



Lehrplan Chemie

Klasse 9

LERNINHALTE	RICHTSTUNDEN
Chemische Bindung I: Ionen und Salze	10
<ul style="list-style-type: none">• Elektronenübergänge bei chem. Reaktionen• Ionenbildung und Oktettregel / PSE• Eigenschaften von Salzen (Kristallgitter, Hydratisierung, Leitfähigkeit von Schmelzen und Lösungen)• <i>optional</i>: Elektrolyse	
Chemische Bindung II: Elektronenpaarbindung	8
<ul style="list-style-type: none">• bindende und nichtbindende Elektronenpaare• Valenzstrichformeln• Elektronegativität• Polare und unpolare Moleküle• <i>Hinweis: Nat-Informationsblatt vorhanden</i>	
Chemische Bindung III: Metalle	4
<ul style="list-style-type: none">• Struktur-Eigenschafts-Beziehung bei Metallen	
Säuren und Laugen	10
<ul style="list-style-type: none">• alltägliche und wichtige Säuren und Laugen• Säure-Base-Definition (Brönstedt)• pH-Skala• Neutralisation• <i>optional: Konzentrationsbegriff (Angabe in mol/l)</i>• <i>optional: Elektronenübergang bei Reaktion von Säuren mit unedlen Metallen</i>• <i>Hinweis: Nat-Informationsblatt vorhanden</i>	
Stöchiometrie	8
<ul style="list-style-type: none">• Atommasseneinheit u und Stoffportion mol• Chemische Formel• einfache stöchiometrische Berechnungen• Satz von Avogadro (z.B. Wassersynthese)	
Grundlagen der Redoxreaktionen	4
<ul style="list-style-type: none">• Redoxreaktion als Elektronenübergang (Ablösen der Definition der Sauerstoffübertragung)• <i>optional: Oxidationszahlen</i>• <i>optional: einfache elektrochemische Vorgänge: Batterie, Akku, Lokalelement, Korrosion</i>• <i>Hinweis: Nat-Informationsblatt vorhanden</i>	
Summe:	44



Lehrplan Chemie

BASISKONZEPTE:

- Stoff-Teilchen-Beziehung
- Struktur-Eigenschafts-Beziehung

ARBEITSTECHNIKEN

- Planung und Durchführung von Versuchen
- Umgang mit chemischen Geräten und Chemikalien
- Exaktes Beobachten und Auswerten von Experimenten
- Erstellung von Versuchsprotokollen
- Stöchiometrische Berechnungen
- Arbeit mit Modellvorstellungen
- Recherchieren
- Anfertigen von Referaten, Präsentationen oder Kurzvorträgen

Redoxreaktionen (4 Richtstunden)

Redoxreaktion als Elektronenübergang (Ablösen der Definition der Sauerstoffübertragung)



Lehrplan Chemie

NAT Wahlpflicht Klasse 9

LERNINHALTE	RICHTSTUNDEN
Einführung in das Thema „Chemie in Alltag und Umwelt“, Allgemeine Sicherheitsbestimmungen (2)	
Kennenlernen und Vertiefung von Arbeitstechniken	2
<ul style="list-style-type: none">• in der Chemie wichtige Geräte und deren Handhabung (Peleusball, pipettieren, Umgang mit der Waage...)• Arbeiten mit Nachschlagewerken, Tabellen, Recherchen	
Untersuchung von Lebensmitteln	X
<ul style="list-style-type: none">• Schokolade• farbige Lebensmittel (m&m's, Süßigkeiten)• Cola-Getränke, Limonade• Gewürzmischungen• Fettgehalt von Lebensmitteln (Chips, Nüsse...)	
Indikatoren als Nachweismittel / Säure und Laugen	X
<ul style="list-style-type: none">• Rotkohl-Versuch• phänomenolog. Definition von Säure, Lauge, pH-Wert• Definition des Indikatorbegriffs• Versuche mit verschiedenen Indikatoren / natürliche Indikatoren• Systematische Namen sowie Trivialnamen verschiedener wichtiger Säuren und Laugen und ihre Symbolschreibweise• <i>optional: charakteristische Gruppen, die am Aufbau von Säuren und Laugen beteiligt sind</i>	
Chemie im Haushalt, Seife und Waschmittel	X
<ul style="list-style-type: none">• Übersicht über Putz- und Reinigungsmittel• Abflussreiniger, Versuche mit versch. Produkten (NaOH-basiert contra Bio-Produkte)• Eigene Herstellung von Kernseife, z.B. im Koch- oder Kaltrührverfahren• Theorie zur Herstellung von Seife (Symbolschreibweise)• Waschwirkung von Seife, Streichholzkopfmodell• Untersuchung von verschiedenen Waschmitteln• Ermittlung der Wasserhärte und Vergleich mit der Angabe der Wasserwerke	
Kalk und Chemie am Bau	X
<ul style="list-style-type: none">• Versuche mit Entkalkern, Zusammensetzung von Entkalkern• Kalkkreislauf: Kalkbrennen, Kalklöschchen, Abbinden• <i>Beton, Zement und Putz...?</i>• <i>Kunststoffe am Bau?</i>	



Lehrplan Chemie

Weitere mögliche Inhalte:

X

- **Chlorchemie:** *Domestos, Dan Klorix / Clorex*
- **Lösemittel:** *Waschbenzin, Fleckentferner...*
- **Elektrochemie:** *Batterien, Akkus und Brennstoffzelle...*

Summe _____

ARBEITSTECHNIKEN:

- Planung und Durchführung einfacher Versuche und Versuchsreihen auf Basis von Hypothesen
- Umgang mit chemischen Geräten und Chemikalien
- Exaktes Beobachten und Auswerten von Experimenten
- Erstellung von Versuchsprotokollen
- Arbeit mit Modellvorstellungen
- Recherchieren



Lehrplan Chemie

Klasse 10

LERNINHALTE

RICHTSTUNDEN

1. Atome - die Bausteine unserer Welt

6

- Wiederholung der Grundlagen aus der Mittelstufe
 - Atombau, Periodensystem der Elemente, Arten von Bindungen, Ionen und Moleküle Lewis-Schreibweise, EPA-Modell

2. Organische Verbindungen – eine Vielfalt aus Kohlenstoff, Wasserstoff & Co

36

- homologe Reihen der **Alkane, Alkene und Alkine**
 - Konformation und Isomerie (auch cis/trans), IUPAC-Nomenklatur, Eigenschaften wie Löslichkeit, Siede- und Schmelztemperaturen, Viskosität, Reaktionstypen wie radikalische Substitution und elektrophile Addition, Halogenalkane, Ozonloch, Treibstoffe, Klimawandel
- **Alkanole**
 - Entstehung durch Gärung, mehrwertige Alkohole, Vorkommen, Eigenschaften und Verwendung, Nomenklatur und Isomerie (prim, sek, tert), Reaktionen (Oxidation, mit Alkalimetallen), physiologische Wirkung, Bioethanol als Treibstoff
- **Aldehyde und Ketone**
 - Vorkommen, Synthese, Eigenschaften, Verwendung, Nomenklatur und Isomerie, Nachweisreaktionen (Fehlingprobe, Tollensprobe), Oxidationsreaktion
- **Carbonsäuren und Ester**
 - Vorkommen, Eigenschaften und Verwendung; Nomenklatur, Veresterung von Carbonsäuren mit Alkoholen, Aromastoffe, Esterhydrolyse (Verseifung)

3. Donator-Akzeptor-Prinzip

18

- **Redoxreaktionen**
 - Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen, Redoxreihe, galvanische Elemente, Batterien und Akkus, Brennstoffzelle
- **Protolysereaktionen**
 - pH-Wert-Messung, Säure-Base-Reaktionen als Protonenübertragungsreaktionen, Neutralisationsreaktion, Säuren und Basen in Lebensmittel, Kosmetika und Medikamenten, Gefahrenpotential von Säuren Basen



Lehrplan Chemie

4. Chemie für mehr Nachhaltigkeit - Einführung in die Kunststoffchemie 12

- Monomer und Polymer, Makromolekül, Synthese ausgewählter Kunststoffe (z.B Polyester, Polymerisate), Nutzung und Eigenschaften ausgewählter Kunststoffe
- Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, Nachhaltigkeitsdreieck, Kunststoffmüll, Kunststoff-Recycling

Summe

72

BASISKONZEPTE

- Stoff-Teilchen-Beziehung
- Energetische Betrachtung bei Stoffumwandlungen
- Struktur-Eigenschafts-Beziehung

ARBEITSTECHNIKEN

- Planung und Durchführung von Versuchen
- Umgang mit chemischen Geräten und Chemikalien
- Exaktes Beobachten und Auswerten von Experimenten
- Erstellung von Versuchsprotokollen
- Arbeit mit Modellvorstellungen
- Systematisieren und Klassifizieren von organischen Verbindungen
- Recherchieren
- Anfertigen von Referaten, Präsentationen und Kurzvorträgen



Lehrplan Chemie

Klassenstufe: 11/12

Klausuren: LK: 2 pro Hj., GK: mind. 1 pro Hj.

Wochenstunden: GK: 3, LK: 5.

Stand: 25. Mai 2019

Dieser Lehrplan ist angelehnt an den Bildungsplan Bremen, gültig ab Abiturjahrgang 2025. Für weitere Details vgl. Bildungsplan für die gymnasiale Oberstufe Chemie, Bremen, 2022.

Link zu den Bildungsplänen:

<https://www.lis.bremen.de/schulqualitaet/curriculumentwicklung/bildungsplaene/sekundarbereich-ii-allgemeinbildend-16698>

Die Chemie in der Qualifikationsphase befasst sich grundsätzlich mit:

- Struktur-Eigenschafts-Beziehung der Stoffe
- chemischen Reaktionen, Reaktionsmechanismen, kinetischen und energetischen Aspekten von Reaktionen, chemisches Gleichgewicht
- praktische analytische und synthetische Arbeitsweisen der Chemie
- Zusammenhänge zwischen Chemie, Lebenswelt, Technik und Gesellschaft
- nachhaltige Entwicklungen vor dem Hintergrund wesentlicher globaler und regionaler Herausforderungen

Grundlegende Konzepte des Chemieunterrichts:

- **Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und Teilchen** (Atome, Moleküle, Bindungen, Wechselwirkungen, funktionelle Gruppen, Isomerie usw.)
- **Konzept der chemischen Reaktion** (Donator-Akzeptor, Umkehrbarkeit, Gleichgewicht, Reaktionstypen, Mechanismen usw.)
- **Energiekonzept** (Energieformen, -umwandlung, Aktivierungsenergie, Katalyse, Reaktionskinetik, Enthalpie, Entropie, Bindungsenergie)

Bildungsstandards und Kompetenzerwerb der Lernenden:

- Sachkompetenz, in Form von Kenntnis naturwissenschaftlicher Konzepte, Theorien und Verfahren und der Fähigkeit, diese zu beschreiben, erklären sowie geeignet auszuwählen und zu nutzen.
- Erkenntnisgewinnungskompetenz, in Form von Kenntnis von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen und in der Fähigkeit, diese zu beschreiben, erklären und zu verknüpfen, um Erkenntnisprozesse nachvollziehen oder gestalten zu können und deren Grenzen und Möglichkeiten zu reflektieren.
- Kommunikationskompetenz zeigt sich in der Kenntnis von Fachsprache, fachtypischen Darstellungen, und Argumentationsstrukturen und in der Fähigkeit, diese zu nutzen, um fachbezogene Informationen zu erschließen, adressaten- und situationsgerecht darzustellen und auszutauschen.
- Bewertungskompetenz, in Form der Kenntnis von fachlichen und überfachlichen Perspektiven und Bewertungsverfahren und in der Fähigkeit, diese zu nutzen, um Aussagen bzw. Daten anhand verschiedener Kriterien zu beurteilen, sich dazu begründet Meinungen zu bilden, Entscheidungen auch



Lehrplan Chemie

auf ethischer Grundlage zu treffen und Entscheidungsprozesse und deren Folgen zu reflektieren.

- *Zu den Digitalkompetenzen siehe auch Digitalkonzept des ÖG.*

Themenfolgen und Schwerpunktsetzungen

Der Lehrplan der Qualifikationsphase enthält ab Jahrgang Abi 2025 Pflichtinhalte und Wahlthemen; die Pflichtinhalte sind zwingend zu unterrichten.

Die Wahlthemen werden für den jeweiligen Abiturjahrgang vorher in einem Schwerpunkt katalog von der Bildungssenatorin festgesetzt.

Die Kursfolge beschließt die Fachkonferenz Chemie des ÖG.

Pflichtthemen

1.1 Kinetik und Katalyse

1.2 Grundlagen des chemischen Gleichgewichts

1.3 Protolysegleichgewichte

3.1 Energetik

3.2 Elektrochemie

3.3 Mit nachwachsenden Rohstoffen gegen den Klimawandel

4.1 Kunststoffe

4.2 Aromatische Systeme in Natur- und Wirkstoffen (nur für LK, optional für GK)

Wahlthemen

Aus folgenden Themen müssen im Grundkurs ein Thema, im Leistungskurs zwei Themen verpflichtend unterrichtet werden:

2.1 Kohlenhydrate

2.2 Aminosäuren und Proteine

2.3 Fette und Öle

4.3 Pflanzliche und synthetische Farbstoffe



Lehrplan Chemie

Inhalte des Chemieunterrichts der Qualifikationsphase:

fett gedruckt: verbindliche Inhalte

normal gedruckt: nur verbindlich für LK-Niveau

kursiv gedruckt: optionale Vertiefungen und Experimente

Themenbereich 1: Ablauf und Steuerung chemischer Reaktionen

1.1. Reaktionskinetik und Katalyse

- **Reaktionsgeschwindigkeit, Berechnung aus Messwerten**
- **Einflüsse von Temperatur, Druck, Konzentration und Zerteilungsgrad**
- **Katalysatoren**
- **digitale Erfassung und Verarbeitung von Messreihen**
- LK: Reaktionsordnung
- LK: Mechanismen der S_N1 und S_N2 -Reaktion
- *Enzymkinetik, kinetische Messungen, Ammoniaksynthese, Ostwald-Verfahren*
- *Beispiele für Experimente: Modellversuche zur Kinetik (Stechheber-Versuch), gasometrische oder pH-Wert-Messungen (Zink oder Kalk mit Salzsäure), Hefegärung, Zersetzung von Wasserstoffperoxid, Döbereiner-Feuerzeug*

1.2. Grundlagen des chemischen Gleichgewichts

- **Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen, unvollständiger Stoffumsatz**
- **dynamisches Gleichgewicht, Hin- und Rückreaktion**
- **Prinzip von le Chatelier**
- **Berechnungen mit dem Massenwirkungsgesetz**
- **Haber-Bosch-Verfahren**
- **ausgewählte Prinzipien nachhaltiger Chemie (Energieeffizienz, Prozessoptimierung, geschlossene Stoffkreisläufe, Abfallvermeidung usw.)**
- LK: Löslichkeitsgleichgewichte
- *Modelle oder Simulationen chemischer Gleichgewichte, Gleichgewichte bei chromatografischen Prozessen, Ostwaldverfahren, Kontaktverfahren*
- *Beispiel für Experimente: Estergleichgewicht, Verschiebung von Gleichgewichten durch Druck, Konzentration und Temperatur, Löslichkeitsprodukte*

1.3 Protolysegleichgewichte

- **Säure-Base-Theorie nach Brönsted**
- **Anwendung des MWG auf Protolysegleichgewichte**
- **Säure - und Basenstärke auf Teilchenebene**
- **pH-Wert-Berechnung bei vollständiger Protolyse**
- **Titrationen zur Stoffmengenbestimmung**
- **Auswertung von einfachen Titrationskurven**
- **Säuren und Basen im Alltag (z.B. Präsentationen)**



Lehrplan Chemie

- **Ozeanversauerung, ökologische Bedeutung**
- Puffersysteme, Henderson-Hasselbalch-Gleichung
- pH-Wert-Berechnung bei unvollständiger Protolyse
- Auswertung von Titrationskurven mehrprotoniger Säuren
- konduktometrische Titrationskurven
- koordinative Bindung (bei hydratisierten Metallkationen)
- *Physiologisch und ökologisch bedeutsame Puffersysteme, Blutpuffer, Antazida, Bodenpuffer, Meerwasser)*
- *Beispiele für Experimente: pH-Wert-Bestimmungen und Titrationsen, Untersuchung von CO₂-Gleichgewichten, Herstellung und Untersuchung von Puffern, Leitfähigkeitstirration, Bestimmung des pH-Werts von Salzlösungen und Salzlösungen mit hydratisierten Metallkationen (Aluminium-, Kupfer- oder Eisenchlorid)*

Themenbereich 2: Organische Naturstoffe und nachwachsende Rohstoffe

2.1. Kohlenhydrate

- **Entstehung der Kohlenhydrate und Bedeutung als Rohstoff für die Industrie**
- **Strukturen und Eigenschaften der Mono-, Di- und Polysaccharide**
- **Chiralität und Funktionsweise des Polarimeters**
- **ausgewählte Aspekte der Stereochemie, Chiralität**
- **Nachweisreaktionen (Fehling, Silberspiegel)**
- **Darstellungsformen von Kohlenhydraten (Molekülbaukästen, digitale Darstellungen, Fischer-Projektion, Keilstrich-Schreibweise, Haworth-Projektion)**
- **Ringformen der alpha-D- und beta-D-Glucose**
- Polarimetrie zur Konzentrationsbestimmung, Polarimeterformel
- Konformationsschreibweise zur Darstellung von Kohlenhydraten
- Keto-Enol-Tautomerie bei Fructose
- *Süßstoffe und Zuckeraustauschstoffe (Fructose, Sorbit, Cylamat, Saccharin, Aspartam usw.)*
- *Klebstoffe auf Kohlenhydratbasis*
- *Beispiele für Experimente: Nachweis reduzierender Zucker mit Fehling- oder Tollens-Probe, Jod-Stärke-Nachweis, Untersuchungen zur optischen Aktivität*

2.2. Aminosäuren

- **Molekülstrukturen und Eigenschaften der proteinogenen Aminosäuren und Proteine, Zwitterion, isoelektrischer Punkt**
- **Stereochemie von Aminosäuren**
- **Dünnschichtchromatographie und Elektrophorese von Aminosäuren mit Ermittlung von R_f-Werten**
- **Einfachnachweise von Proteinen und Aminosäuren, Denaturierung**
- **Peptidbindung, Darstellungsformen der räumlichen Strukturebenen der Proteine**



Lehrplan Chemie

- Anwendung des Cahn-Ingold-Prelog-Systems auf Chiralitätszentren in Aminosäuren
- *Proteinreiche Nahrungsergänzungsprodukte im Sportbereich (z.B. Proteinshakes)*
- *Analyse von Titrationskurven verschiedener Aminosäuren*
- *Aufbau und Funktionsweise von Enzymen (Substrat- und Reaktionsspezifität, zwischenmolekulare Wechselwirkungen zwischen Enzym und Substrat)*
- *Beispiele für Experimente: Nachweise von Aminosäuren und Proteinen (Ninhydrin, Biuret-Probe, Xanthoprotein-Probe), Denaturierung von Proteinen, Hydrolyse von Proteinen und Trennung eines Aminosäuregemisches, Titration von Aminosäuren*

2.3. Fette und Öle

- **Struktur der Fettmoleküle**
- **Methoden der Fettgewinnung**
- **Struktur-Eigenschafts-Beziehung bei Fetten (Löslichkeit, Konsistenz)**
- **Kennzahlen von Fetten**
- **Hydrierung zur Fetthärtung, Additionsreaktion**
- **Löslichkeit von Fetten**
- **Veresterung (mit Strukturformeln und Reaktionsgleichung)**
- *Fette und ihre Bedeutung für das Leben (Entstehung, Gewinnung, Brennwert, Fettoxidation)*
- *Aspekte gesunder Ernährung (trans-Fettsäuren, Omega-3-Fettsäuren, fettreduzierte Ernährung, gesättigte und ungesättigte Fettsäuren)*
- *Beispiele für Experimente: Extraktion von Fetten, Nachweis von ungesättigten Fettsäuren, Bestimmung von Jodzahl und Verseifungszahl, Bestimmung des Fettgehalts von Lebensmitteln, Herstellung von Margarine*

Themenbereich 3: Energie und Energiespeicherung

3.1. Energetik

- **Gesetzmäßigkeiten von Enthalpieänderungen**
- **Berechnung von Reaktionsenthalpien aus Standardbildungsenthalpien**
- **Satz von Hess**
- **1. Hauptsatz der Thermodynamik, Energieerhaltung**
- **Kalorimetrie, Temperaturmessungen**
- **2. Hauptsatz der Thermodynamik**
- **Entropie und freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung**
- *Energetische Aspekte von Lebensmitteln, kritische Diskussion von Light-Produkten*
- *Brennwert und Heizwert bei Brennstoffen*
- *Beispiele für Experimente: Eigenbau eines Low-Cost-Kalorimeters, Brennwertbestimmung von Lebensmitteln, Bestimmung der Verbrennungsenthalpie von Ethanol, Bestimmung von Lösungs- und Neutralisationsenthalpien, Modelldampfmaschine als Wärmekraftmaschine*



3.2. Elektrochemie

- **Aufbau und Funktion von galvanischen und Elektrolyse-Zellen**
- **Messung elektrochemischer Potentiale**
- **Berechnung von Zellspannungen mit der Spannungsreihe**
- **Schematischer Aufbau und Reaktionen der Alkali-Mangan-Zelle, des Blei- und Lithium-Ionen-Akkus**
- **Korrosion und Korrosionsschutz**
- **Experimente zur Spannungsreihe (E-Box)**
- **Rolle von Akkumulatoren, Umweltaspekte bei Herstellung und Verwendung**
- Konzentrationsabhängigkeit des elektrochemischen Potentials (Nernst-Gleichung)
- Durchführung einer Redoxtitration
- Faraday-Gesetze, Berechnungen zu Elektrolysen
- Überspannung im Kontext der Elektrolyse und des Akkumulators
- *Brennstoffzellen für Fahrzeugantriebe, Elektrochemische Verfahren der Industrie (Aluminiumherstellung, Kupferraffination und -recycling, Galvanisieren, Eloxieren)*
- *Messung energetischer Größen (Bestimmung der freien Reaktionsenthalpie aus elektrochemischen Daten)*
- *Beispiele für Experimente: Daniell-Element, Alkali-Mangan-Element, Bestimmung des Standardpotentials und Potentialmessungen, Versuche zu Korrosion und Korrosionsschutz, Elektrolyse von Wasser (Hoffmann'scher Zersetzer, Überspannung), Herleitung der Nernst-Gleichung aus Potentialmessungen, Redoxtitration (Fe-II-Bestimmung mittels Manganometrie)*

3.3. Mit nachwachsenden Rohstoffen gegen den Klimawandel

- **Photosynthese als grundlegende Reaktion für Gewinnung von nachwachsenden Rohstoffen**
- **Kohlenstoffkreislauf**
- **Treibhauseffekt, Klimawandel, Ursachen und Auswirkungen**
- **Biotreibstoffe und deren Herstellungsverfahren**
- **kritische Betrachtung der eigenen Lebensweise vor dem Hintergrund aktueller globaler Probleme**
- **Bewertung der Nachhaltigkeit verschiedener Treib- und Rohstoffe**
- Fischer-Tropsch-Verfahren zur Herstellung von BTL-Treibstoffen
- *Energetische Betrachtung verschiedener Energieträger (Verbrennungsenthalpien von verschiedenen Treibstoffen), globale Gleichgewichte und Klimawandel, Klimamodelle, Power-to-X-Technologien*
- *Beispiele für Experimente: Eigenschaften von Treibstoffen (Viskosität, Flammpunkt), Umesterung von Rapsöl zu Biodiesel, Bestimmung von Verbrennungsenthalpien verschiedener Treibstoffe (Kalorimeter), Modellexperimente zum Treibhauseffekt*



Lehrplan Chemie

Themenbereich 4: Chemie verändert die Welt

4.1. Kunststoffe

- **Struktur-Eigenschafts-Beziehung bei Kunststoffen, Arten von Kunststoffen (Thermoplast, Duroplast, Elastomer)**
- **Synthese von Kunststoffen, Polymerisation, Polyaddition, Polykondensation**
- **Kunststoffrecycling (werkstofflich, rohstofflich, energetisch), Bewertung der Verfahren**
- **Biokunststoffe, Bewertung der Nachhaltigkeit von Kunststoffen**
- **Bewertung des Einsatzes von Additiven (Weichmacher, Flammschutzmittel usw.)**
- Mechanismus der radikalischen Polymerisation und der Veresterung
- Veränderung der Eigenschaften von Kunststoffen durch Nanotechnologie (Nanostrukturierung, Nanopartikelverstärkte Kunststoffe)
- *Klebstoffe (Klebstoffarten, Wirkungsweise, Adhäsion, Kohäsion, Abbinde-mechanismen, Anwendungsgebiete und Art der Anforderungen)*
- *Silikone (Synthese, Struktur, Eigenschaften und Anwendungsgebiete, Silikonöle, -harze und -kautschuke)*
- *Kautschuk, Gummi und Vulkanisation*
- *Beispiele für Experimente: Herstellung von Kunststoffen (Polyurethan, Nylon), Herstellung von Biokunststoffen (thermoplastische Stärke, Stärkefolie, Polymilchsäure), Versuche zum Abbau von Kunststoffen*

4.2. Aromatische Systeme in Natur- und Wirkstoffen

- **Eigenschaften und Verhalten aromatischer Verbindungen**
- **Struktur und Bindungsverhältnisse im Benzol, Mesomeriemodell**
- **typische Reaktionen aromatischer Verbindungen (elektrophile aromatische Substitution), typische Reaktionsbedingungen für einfache Beispiele**
- **Wirkstoffe und ihre Isolierung aus Naturstoffen**
- **Natur- und Wirkstoffsynthese als Zusammenspiel von Analyse, Synthese und molecular modelling**
- **Grenzen der Lewis-Schreibweise, Grenzformeln zur Mesomeriedarstellung**
- **Nutzen und Risiken von kanzerogenen aromatischen Verbindungen**
- **Bewertung der Auswirkungen der Entwicklung neuer Medikamente**
- Vereinfachtes Orbitalmodelle zur Erklärung der Struktur und Bindungsverhältnisse im Benzol, Orbital, Hybridisierung, sigma- und pi-Bindung
- *Nutzen und Risiken aromatischer Verbindungen am Beispiel von Medikamenten und Drogen (Aspirin, Crystal Meth, Methadon, Opiate, Valium usw.), Pestizide (z.B. Neonicotinoide) oder Duft- und Aromastoffe (Vanille und Vanillin)*
- *Zweitsubstitution, mesomerer und induktiver Effekt, Substituenten 1. und 2. Ordnung*



Lehrplan Chemie

- *Beispiele für Experimente: Synthese von Acetylsalicylsäure, Nachweis der Inhaltsstoffe von Schmerzmitteln (mittels Dünnschichtchromatographie), Bromierung von Toluol, Extraktion eines Naturstoffs (Coffein aus schwarzem Tee, Vanillin aus Vanilleschoten)*

4.3. Pflanzliche und synthetische Farbstoffe

- **Entstehung des Farbeindrucks durch Wechselwirkung von Strahlung und Materie**
- **Molekülstruktur von farbigen organischen Verbindungen, Mesomerie, Delokalisation, Chromophor, Auxochrom und Antiauxochrom**
- **Farbstoffklassen (Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe, Polyene)**
- **Vorkommen, Synthese, Isolierung und Verwendung von ausgewählten natürlichen und synthetischen Farbstoffen**
- **Gründzüge der Photosynthese, künstliche Photosynthese zur Energiegewinnung**
- **Auswertung von Absorptionsspektren**
- **Vergleich natürlicher und synthetischer Farbstoffe (Nutzen / Risiko)**
- *Farben und Färben im Alltag (Kleidung, Lebensmittel, Tätowierung usw.)*
- *Konzentrationsbestimmung in der Umwelt durch Photometrie bzw. Colorimetrie*
- *Beispiele für Experimente: Synthese von Farbstoffen, Extraktion und Chromatographie von Pflanzenfarbstoffen (Chlorophyll, Carotinoide), Untersuchung von Farbstoffen z.B. in Lebensmitteln oder Pflanzenextrakten mit Hilfe des Photometers, Färben von Textilien mit Pflanzenfarbstoffen (Kurkuma, schwarzer Tee, Indigo usw.)*

Hinweis zu einheitlichen Hilfsmitteln:

Folgende Hilfsmittel sollen in ihrer jeweils aktuellen, gültigen Version im Unterricht genutzt und den Schülern zur Verfügung gestellt werden:

- **Operatorenliste im Anhang des Bildungsplans Bremen bzw. IQB-Grundstock an Operatoren**
 - <https://www.lis.bremen.de/schulqualitaet/curriculumentwicklung/bildung/splaene/sekundarbereich-ii-allgemeinbildend-16698>
 - <https://www.iqb.hu-berlin.de/abitur/dokumente/naturwissenschaften/>
- **IQB: Mathematisch-naturwissenschaftliche Formelsammlung**
 - <https://www.iqb.hu-berlin.de/abitur/dokumente/naturwissenschaften/>

Hinweis zu Beispielaufgaben

Auf der Internetpräsenz des IQB finden sich Beispielaufgaben für das Chemie-Abitur:

<https://www.iqb.hu-berlin.de/abitur/sammlung/naturwissenschaften/chemie>