
Fachlehrpläne

Gymnasium: Chemie 11 (NTG)

gültig ab Schuljahr 2023/24

Hinweis: In der Wissenschaftswoche erarbeiten die Schülerinnen und Schüler im zeitlichen Umfang einer Woche fachspezifische Zugänge zu einem fächerübergreifenden Rahmenthema, insbesondere in Vorbereitung auf das Wissenschaftspropädeutische Seminar.

C11 Lernbereich 1: Wie Chemiker denken und arbeiten

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- recherchieren an ausgewählten Beispielen die Gefahrstoffkennzeichnung von Chemikalien und leiten daraus geeignete Maßnahmen zum sicherheitsgerechten Umgang mit Laborchemikalien und deren umweltgerechter Entsorgung ab, um dadurch das Gefahrenpotential beim Experimentieren zu minimieren.
- setzen Analysemethoden und fachgemäße Arbeitstechniken (u. a. Dünnschichtchromatographie, Säure-Base- bzw. Redox-Titration) bei der selbständigen, sicherheitsgerechten Durchführung qualitativer und quantitativer naturwissenschaftlicher Untersuchungen ein.
- stellen theoriebasiert zu chemischen Fragestellungen Hypothesen auf, planen ausgehend von diesen überwiegend selbständig naturwissenschaftliche Untersuchungen und nutzen Modelle und digitale Simulationen, um chemische Fragestellungen zu bearbeiten.
- beurteilen die Validität von erhobenen oder recherchierten Daten (u. a. digitale Messwerterfassung, Internetrecherche) und benennen mögliche Ursachen für Mess- und Verfahrensfehler.
- bereiten erhobene oder recherchierte Daten für die Auswertung auf, indem sie verstärkt Tabellenkalkulationsprogramme nutzen. Sie finden Trends, Strukturen und Beziehungen, um die zugrunde liegende Hypothese zu stützen bzw. zu falsifizieren.
- verwenden verschiedene Modelle (u. a. Moleküldarstellungen und Simulationen am Computer) zur Veranschaulichung von Bindungsverhältnissen und Molekülgeometrien in komplexen organischen Molekülen (z. B. Enzyme, Wirkstoff-Moleküle) und

Wechselwirkungen zwischen Wirkstoff-Molekül und Rezeptor-Molekül bzw. Substrat-Molekül und Enzym-Molekül.

- beschreiben charakteristische funktionelle Gruppen und Strukturelemente sowie den Bau von Molekülen, indem sie geeignete Darstellungsformen (z. B. Fischer-Projektionsformel, Haworth-Projektionsformel, analoge und digitale 3D-Darstellungen) nutzen oder interpretieren.
- überführen Sachverhalte in eine sach-, adressaten- und situationsgerechte Darstellungsform, um chemische und pharmazeutische Problemstellungen zu bearbeiten und darzustellen.
- schätzen auch selbständig beschaffte analoge und digitale Quellen im Hinblick auf ihre Eignung ein und nutzen sie, um Sachverhalte zu bewerten.
- formulieren unter Nutzung fachwissenschaftlicher Erkenntnisse der Chemie systematisch und begründet Handlungsoptionen (u. a. Lebensmittelauswahl, Verwendung von Arzneimitteln), wenden dabei Entscheidungsstrategien an und reflektieren über getroffene Entscheidungen.
- beschreiben und bewerten soziale, kulturelle, technologische sowie ökologische und ökonomische Einflüsse auf die Entwicklung naturwissenschaftlichen Wissens.

Inhalte zu den Kompetenzen:

- Gefahrstoffe: Gefahrstoffkennzeichnung gemäß aktueller Richtlinien, Gefahrenpotenzial, Sicherheitsmaßnahmen, Entsorgung, Laborregeln und Sicherheitsunterweisung in Schule und Arbeitswelt, Nutzung einer Gefahrstoffdatenbank
- Analysemethoden und fachgemäße Arbeitstechniken: u. a. Dünnschichtchromatographie, Säure-Base- bzw. Redox-Titration, Verwendung computergestützter Messwertfassungssysteme, Schnelltests
- naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg (Fragestellung, Hypothese, Planung und Durchführung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen, Datenauswertung (u. a. digital), Dateninterpretation und Hypothesenprüfung, Regel oder Gesetz): u. a. Ursachen für Mess- und Verfahrensfehler (z. B. Ungenauigkeiten der Messgeräte, beim Ablesen oder durch den Versuchsaufbau); naturwissenschaftliche Modellierung und digitale Simulationen
- Anfertigung und Auswertung verschiedener Darstellungsformen, Wechsel der Darstellungsform: u. a. Sach-, Adressaten- und Situationsbezug (Perspektivwechsel, Alltags- und Fachsprache, Vor- und Nachteile von Darstellungsformen); Aufbereitung und Auswertung von Daten, Nutzung von Tabellenkalkulationsprogrammen

- Eigenschaften, Aussagekraft, Grenzen und Erweiterung von materiellen und ideellen Modellen: u. a. 3D-Modelle, Computersimulationen
- Reaktionsschema, Reaktionsgleichung, Nomenklatur, Symbol- und Formelsprache, funktionelle Gruppen, Strukturelemente, Synthesewege
- Quellen: Schulbuch, populär- und fachwissenschaftliche Literatur; kriteriengeleitete Auswahl von Internetquellen; Datenaufbereitung: Gefahr der Meinungsbeeinflussung
- Nährstoff- und lebensmittelorientierte Empfehlungen zu ausgewogener und nachhaltiger Ernährung
- reflektierte Verwendung von Arzneimitteln: Selbstmedikation, Einfluss von Werbung, Entwicklung von Abhängigkeit
- Entwicklung naturwissenschaftlichen Wissens: u. a. angewandte Forschung, Ernährungsempfehlungen, Verwendung von Arzneimitteln, Diskurs in der Gesellschaft
- Entscheidungsfindung als systematischer und begründeter Prozess: Erkennen, Priorisieren und Abwägen von Bewertungskriterien; Formulierung von Handlungsoptionen; Reflexion von Entscheidungen; gesellschaftlich relevante Errungenschaften der Wissenschaft Chemie und der Technik in Bezug auf eine nachhaltige Entwicklung und ihre Auswirkungen auf den Menschen

C11 Lernbereich 2: Lebensmittelchemie (ca. 34 Std.)

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- recherchieren die Zusammensetzung von Lebensmitteln, um sie nach selbstgewählten Kriterien zu kategorisieren.
- vergleichen ausgewählte Inhaltsstoffe von Nahrungsmitteln anhand des submikroskopischen Baus, um sie den Makronährstoffen (Kohlenhydrate, Fette und Proteine) und Mikronährstoffen zuzuordnen und deren Bedeutung für den menschlichen Körper zu beschreiben.
- führen experimentelle Untersuchungen an Lebensmitteln durch, um Makronährstoffe und weitere Bestandteile nachzuweisen.
- wählen geeignete Verfahren aus, um den Gehalt von Lebensmittelinhaltsstoffen experimentell zu bestimmen.

- wenden chromatographische Analysemethoden an und werten Chromatogramme aus, um die enthaltenen Reinstoffe in Lebensmitteln zu identifizieren.
- beschreiben den spezifischen Drehwinkel als Kenneigenschaft, um optisch aktive Substanzen zu charakterisieren sowie zu identifizieren.
- erkennen in Molekülen asymmetrische Kohlenstoff-Atome als Stereozentren, um Moleküle den verschiedenen Stereoisomerietypen zuzuordnen.
- benennen chirale Moleküle mithilfe der Nomenklatur und ordnen ausgewählte einfache Biomoleküle dem D- oder L-Typ zu.
- charakterisieren ausgewählte Kohlenhydrate aufgrund des Molekülbaus als Mono-, Di- und Polysaccharide und begründen deren chemische und physiologische Eigenschaften u. a. mithilfe des Struktur-Eigenschafts-Konzepts.
- bewerten die Bedeutung von Kohlenhydraten für die Ernährung.
- erklären die Bedeutung von Fetten und fetten Ölen für die Ernährung mithilfe der Zusammensetzung und Struktur von Fett-Molekülen.
- beschreiben die allgemeine Grundstruktur von L-2-Aminocarbonsäure-Molekülen, leiten daraus den allgemeinen Aufbau von Protein-Molekülen ab und beschreiben deren Bedeutung für den menschlichen Körper.
- unterteilen die Bestandteile von Nahrungsmitteln in hydrophile, lipophile und amphiphile Stoffe, um z. B. die Resorption und Verweildauer von Vitaminen im Körper zu begründen und geeignete Lösemittel für die Zubereitung abzuleiten.
- erklären die Bedeutung der verschiedenen Verdauungssäfte aus chemischer Sicht.
- beschreiben anhand einer einfachen Modellvorstellung Enzymreaktionen und deren Hemmung.
- begründen individuelle Unterschiede (genetisch bedingt oder erworben) bei der Verdauung und Resorption von Nahrungsbestandteilen.
- vergleichen verschiedene Möglichkeiten der Lebensmittelauswahl bezüglich der chemischen Zusammensetzung der Nahrung und bewerten diese im Hinblick auf Ausgewogenheit und Nachhaltigkeit, z. B. Klimawandel. Dabei berücksichtigen sie kontroverse Vorstellungen zwischen wissenschaftlicher Erkenntnis, tradiertem Wissen und Ernährungstrends.

Inhalte zu den Kompetenzen:

- Zusammensetzung von Lebensmitteln: Makronährstoffe (Kohlenhydrate, Fette, Proteine; charakteristische funktionelle Gruppen), Mikronährstoffe (Vitamine, Mineralsalze), Ballaststoffe,

- Sekundäre Pflanzenstoffe, Zusatzstoffe (z. B. Konsistenzgeber, Farbstoffe, Konservierungsmittel)
- Mikronährstoffe: Bedeutung von Vitaminen und Mineralsalzen an je einem Beispiel
 - qualitativer und quantitativer Nachweis von Lebensmittelinhaltsstoffen (z. B. Vitamin C, organische Säuren, Nitrat-Ionen, Glucose, Lebensmittelfarbstoffe) durch Farbreaktion, Schnelltests oder Säure-Base- bzw. Redox-Titration (u. a. digitale Messwerterfassung); Zusammenhang zwischen pH- und pOH-Wert (ohne Massenwirkungsgesetz)
 - chromatographische Analysemethoden: Dünnschichtchromatographie (DC); stationäre und mobile Phase; Wahl des Fließmittels; Auswertung von Chromatogrammen: Identifikation (Co-Chromatographie, Retentionszeit, Rf-Wert), ggf. Sichtbarmachen der Banden
 - optische Aktivität: Bau und Funktion eines Polarimeters, spezifischer Drehwinkel, Biot-Gesetz
 - chirale Moleküle (z. B. Milchsäure- und Monosaccharid-Moleküle): asymmetrisches Kohlenstoff-Atom, Chiralitätszentrum, Einsatz von Modellierungssoftware)
 - Fischer-Projektion, D-/L-Nomenklatur, Enantiomere, Diastereomere
 - experimentelle Nachweise von Kohlenhydraten oder Süßungsmitteln in Lebensmitteln z. B. mittels Fehling-Probe, Silber Spiegel-Probe, GOD-Test, Cer(IV)-ammoniumnitrat-Test, Dinitrophenylhydrazin-Test, Schiffsche-Probe, Seliwanow-Probe; ggf. Dünnschichtchromatographie
 - Monosaccharide (Glucose, Fructose und Galactose), Stereochemie: offenkettige Form und Fischer-Projektion; Anomeren-Gleichgewicht, Haworth-Projektion, Pyranose- und Furanose-Form
 - glykosidische Bindung; Disaccharide (z. B. Maltose, Trehalose, Saccharose, Lactose, Cellobiose), reduzierende und nicht-reduzierende Disaccharid-Moleküle
 - Polysaccharide: Stärke (Amylose und Amylopektin), Glykogen, Cellulose, ggf. Inulin
 - Bedeutung von Kohlenhydraten für die Energieversorgung; Problematik eines hohen Konsums freier Zucker (z. B. Übergewicht und Adipositas, Diabetes-Typ II)
 - Fette: molekularer Bau, Bedeutung für die Speicherung und Freisetzung von Energie, Bedeutung für eine gesunde Ernährung (z. B. essenzielle Fettsäuren, Fettsäuremuster, gehärtete Fette)
 - Proteine: Aufbau aus 2-Aminocarbonsäure-Bausteinen, Peptidbindung, molekularer Bau von L-2-Aminocarbonsäuren (Aminogruppe, Carboxygruppe, allgemeiner Rest), Hinweis auf essenzielle 2-Aminocarbonsäuren, Funktion als Baustoffe, Enzyme

- Verdauung: z. B. unterschiedliche Enzymausstattung (Lactose-Unverträglichkeit), Bedeutung des Darmmikrobioms, Prinzip der Oberflächenvergrößerung durch Denaturierung (Magensäure) oder Emulgierung (Gallenflüssigkeit)
- Wirkung von Verdauungsenzymen: enzymatische Hydrolyse, Substrat- und Wirkungsspezifität von Enzymen, Schlüssel-Schloss-Prinzip, reversible Enzymhemmung
- Resorption: hydrophile, lipophile und amphiphile Nahrungsbestandteile; ggf. Fructose-Malabsorption
- Vergleich verschiedener Möglichkeiten der Lebensmittelauswahl im Hinblick auf Ausgewogenheit und Nachhaltigkeit: ausgeglichene Energiebilanz, Massenanteil und energetischer Anteil von Makronährstoffen, Ballaststoffen und Wasser (u. a. Einsatz von Tabellenkalkulationssoftware), Energiedichte, essenzielle Nahrungsbestandteile (u. a. Wasser), ökologischer Fußabdruck

C11 Lernbereich 3: Pharmazie (ca. 20 Std.)

C11 3.1: Arzneimittel im Verdauungssystem (ca. 8 Std.)

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- beschreiben die Bildung von Magensäure und erklären daran die Wirkweise von Protonenpumpen-Hemmern.
- recherchieren und beschreiben die Wirkung und Nebenwirkungen (z. B. Völlegefühl) von Antazida unterschiedlicher Zusammensetzung und verschiedenen Wirkprinzips und bewerten die verschiedenen Behandlungsmöglichkeiten von Sodbrennen.
- recherchieren die Wirkung und bewerten die Einnahme von Verdauungshilfsmitteln, wie z. B. Verdauungsenzymen (z. B. Lactase, Lipasen), Entschäumern, Prä- oder Probiotika.

Inhalte zu den Kompetenzen:

- Bildung von Magensäure, Ursachen für Sodbrennen
- Zusammensetzung, Wirkung und Nebenwirkungen, Vor- und Nachteile von Antazida und Protonenpumpen-Hemmern
- Verdauungshilfsmittel: Wirkungen (z. B. Enzymhydrolyse, Emulgatorwirkung, Entschäumung)

C11 3.2: Schmerzmittel (ca. 12 Std.)

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- recherchieren u. a. im Internet die Zusammensetzung und den Konsum von Schmerzmitteln (z. B. Acetylsalicylsäure, Ibuprofen, Paracetamol) und bewerten deren Anwendung, indem sie sich über die Chemie der Wirkstoff-Moleküle informieren.
- wenden den Mechanismus von Kondensationsreaktionen an, um die Bildung von Carbonsäureestern und -amiden zu beschreiben.
- leiten aus den Strukturformeln ausgewählter Wirkstoff-Moleküle retrosynthetisch die Edukte und den Reaktionstyp ab.
- planen ein Experiment zur Extraktion von Acetylsalicylsäure aus Schmerztabletten, um deren Eigenschaften mit im Schulexperiment hergestellter Acetylsalicylsäure zu vergleichen.
- werten Experimente zum qualitativen und quantitativen Nachweis von Wirkstoffen in frei verkäuflichen Schmerzmitteln aus, um deren Zusammensetzung zu vergleichen.
- beschreiben stark vereinfacht die Entstehung von Schmerzen und erläutern die Wirkung von Schmerzmittelwirkstoffen auf Cyclooxygenasen.
- vergleichen und beurteilen verschiedene Darreichungsformen von Arzneimitteln im Hinblick auf Wirkungseintritt und Wirkungsdauer.

Inhalte zu den Kompetenzen:

- qualitative und quantitative Zusammensetzung von Schmerzmitteln; Schmerzmittelkonsum
- funktionelle Gruppen in Wirkstoff-Molekülen; einfache Retrosynthese (nur Reaktionsschritte, Mechanismus nur für die Bildung von Carbonsäureestern und Carbonsäureamiden)
- Extraktion und Synthese von Acetylsalicylsäure; Reinheitsprüfung: Chromatographie (Co-Chromatographie, Retentionszeit, R_f-Wert), Sichtbarmachen der Banden, ggf. Schmelztemperatur-Bestimmung; Gehaltsbestimmung durch Titration
- Interaktion von Wirkstoffen mit Enzymen oder Rezeptoren: Schmerzentstehung, Hemmung der Cyclooxygenasen durch Analgetika, unterschiedliche Wirkung von Ibuprofen und Acetylsalicylsäure, computergestützte Modellierung der enantiomeren Ibuprofen-Moleküle
- Beeinflussung des Wirkungseintritts und der Wirkungsdauer von Arzneimitteln durch die Darreichungsform: zugrunde liegende

chemische Prinzipien (z. B. Lösegeschwindigkeit, Oberflächenvergrößerung, Diffusionshemmung)