

- B7 treffen mithilfe festgelegter fachlicher Kriterien begründete Entscheidungen in Alltagssituationen,
- B8 beurteilen die Bedeutung fachlicher Kompetenzen in Bezug auf Alltagssituationen,
- B9 diskutieren Möglichkeiten und Grenzen chemischer Sichtweisen,
- B10 bewerten den gesellschaftlichen und ökologischen Nutzen der angewandten Chemie,
- B11 beurteilen grundlegende Aspekte zu Gefahren und Sicherheit in Labor und Alltag.

Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren

Die Studierenden

- B12 beurteilen und bewerten Verfahren und Erkenntnisse in aktuellen gesellschaftlichen Zusammenhängen,
- B13 beurteilen und bewerten Auswirkungen des eigenen Handelns im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer und ökonomischer Perspektive,
- B14 identifizieren Kriterien für Entscheidungen aus chemischer Perspektive.

Die Kompetenzen der Studierenden sollen im Rahmen der Behandlung der nachfolgenden, für die Einführungsphase **obligatorischen Inhaltsfelder** entwickelt werden:

- Organische Stoffklassen
- Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht

Bezieht man übergeordnete Kompetenzerwartungen (Kap. 2.2) sowie die unten aufgeführten **inhaltlichen Schwerpunkte** aufeinander, so ergeben sich die nachfolgenden **konkretisierten Kompetenzerwartungen**:

Inhaltsfeld Organische Stoffklassen

Inhaltliche Schwerpunkte:

- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe und Estergruppe
- Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur,
- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)
- Konstitutionsisomerie
- intermolekulare Wechselwirkungen
- Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen
- Estersynthese

Sachkompetenz

Die Studierenden

- ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11),
- erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7),
- erläutern das Donator-Akzeptor-Prinzip unter Verwendung der Oxidationszahlen am Beispiel der Oxidationsreihe der Alkanole (S4, S12, S14, S16),
- stellen Isomere von Alkanolen dar und erklären die Konstitutionsisomerie (S11, E7).

Erkenntnisgewinnungskompetenz

Die Studierenden

- stellen auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge die Molekülgeometrie von Kohlenstoffverbindungen dar und erklären die Molekülgeometrie mithilfe des EPA-Modells (E7, S13),
- deuten die Beobachtungen von Experimenten zur Oxidationsreihe der Alkanole und weisen die jeweiligen Produkte nach (E2, E5, S14),
- führen Estersynthesen durch und leiten aus Stoffeigenschaften der erhaltenen Produkte Hypothesen zum strukturellen Aufbau der Estergruppe ab (E3, E5),
- stellen Hypothesen zu Struktureigenschaftsbeziehungen einer ausgewählten Stoffklasse auf und untersuchen diese experimentell (E3, E4).

Bewertungskompetenz

Die Studierenden

- beurteilen die Auswirkungen der Aufnahme von Ethanol hinsichtlich oxidativer Abbauprozesse im menschlichen Körper unter Aspekten der Gesunderhaltung (B6, B7, E1, E11, K6),
- diskutieren den Einsatz von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie aus gesundheitlicher und ökonomischer Perspektive und leiten entsprechende Handlungsoptionen zu deren Konsum ab (B5, B9, B10, K5, K8, K13),
- beurteilen die Verwendung von Lösemitteln in Produkten des Alltags auch im Hinblick auf die Entsorgung aus chemischer und ökologischer Perspektive (B1, B7, B8, B11, B14, S2, S10, E11).

Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten

Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen:

Verschiedene funktionelle Gruppen sowie die Unterscheidung von Einfach- und Mehrfachbindungen erlauben eine Systematisierung organischer Verbindungen nach Stoffklassen. Das Zurückführen von Stoffeigenschaften verschiedener Verbindungen und ihrer Isomere auf jeweils unterschiedliche Molekülstrukturen und damit zusammenhängende intermolekulare Wechselwirkungen werden anhand ausgewählter Stoffklassen vertieft.

Chemische Reaktion:

Das Donator-Akzeptor-Prinzip wird durch die Betrachtung von Redoxreaktionen organischer Verbindungen erweitert. Die auf chemischen Reaktionen verschiedener Stoffe zurückzuführende Vielfalt und damit einhergehende Möglichkeit der Produktion organischer Verbindungen wird anhand der Estersynthese konkretisiert.

Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit
- Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (K_c)
- natürlicher Stoffkreislauf
- technisches Verfahren
- Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck
- Katalyse

Sachkompetenz

Die Studierenden

- erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9),
- beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10),
- erklären anhand ausgewählter Reaktionen die Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts nach dem Prinzip von Le Chatelier auch im Zusammenhang mit einem technischen Verfahren (S8, S15, K10),
- bestimmen rechnerisch Gleichgewichtslagen ausgewählter Reaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und interpretieren die Ergebnisse (S7, S8, S17).

Erkenntnisgewinnungskompetenz

Die Studierenden

- definieren die Durchschnittsgeschwindigkeit chemischer Reaktionen und ermitteln diese grafisch aus experimentellen Daten (E5, K7, K9),
- überprüfen aufgestellte Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit durch Untersuchungen des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion (E3, E4, E10, S9),
- stellen den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf molekularer Ebene mithilfe der Stoßtheorie auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge dar und deuten die Ergebnisse (E6, E7, E8, K11),
- simulieren den chemischen Gleichgewichtszustand als dynamisches Gleichgewicht auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge (E6, E9, S15, K10).

Bewertungskompetenz

Die Studierenden

- beurteilen den ökologischen wie ökonomischen Nutzen und die Grenzen der Beeinflussbarkeit chemischer Gleichgewichtslagen in einem technischen Verfahren (B3, B10, B12, E12),
- analysieren und beurteilen im Zusammenhang mit der jeweiligen Intention der Urheberschaft verschiedene Quellen und Darstellungsformen zu den Folgen anthropogener Einflüsse in einen natürlichen Stoffkreislauf (B2, B4, S5, K1, K2, K3, K4, K12),
- bewerten die Folgen eines Eingriffs in einen Stoffkreislauf mit Blick auf Gleichgewichtsprozesse in aktuell-gesellschaftlichen Zusammenhängen (B12, B13, B14, S5, E12, K13).

Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten

Chemische Reaktion:

Der Verlauf chemischer Reaktionen wird unter dem Blickwinkel der Reaktionsgeschwindigkeit betrachtet. Die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen wird um den Aspekt des dynamischen Gleichgewichtszustandes erweitert. Das Prinzip des Stoffkreislaufes als Abfolge von chemischen Reaktionen berücksichtigt auch chemische Gleichgewichtsreaktionen.

Energie:

Die Wirkungsweise eines Katalysators wird im Zusammenhang mit der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit präzisiert.

2.3 Kompetenzerwartungen und Inhaltliche Schwerpunkte bis zum Ende der Qualifikationsphase

Am Ende der Qualifikationsphase sollen die Studierenden – aufbauend auf der Kompetenzentwicklung in der Einführungsphase – über die im Folgenden genannten **übergeordneten Kompetenzerwartungen** zu allen Kompetenzbereichen verfügen.

Während der Kompetenzbereich Kommunikation ausschließlich inhaltsfeldübergreifend angelegt ist, werden in den Bereichen Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz und Bewertungskompetenz anschließend inhaltsfeldbezogen konkretisierte Kompetenzerwartungen formuliert. Hinter den konkretisierten Kompetenzerwartungen ist jeweils in Klammern angegeben, auf welche übergeordneten Kompetenzerwartungen aus allen Bereichen sich diese beziehen.

Sachkompetenz

Chemische Konzepte und Theorien zum Klassifizieren, Strukturieren, Systematisieren und Interpretieren nutzen

Die Studierenden

- S1 beschreiben und begründen Ordnungsprinzipien für Stoffe und wenden diese an,
- S2 leiten Voraussagen über die Eigenschaften der Stoffe auf Basis chemischer Strukturen und Gesetzmäßigkeiten begründet ab,
- S3 interpretieren Phänomene der Stoff- und Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen,
- S4 bestimmen Reaktionstypen,
- S5 beschreiben Stoffkreisläufe in Natur oder Technik als Systeme chemischer Reaktionen.

Chemische Konzepte und Theorien auswählen und vernetzen

Die Studierenden

- S6 unterscheiden konsequent zwischen Stoff- und Teilchenebene,
- S7 erläutern die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen, das dynamische Gleichgewicht und das Donator-Akzeptor-Prinzip und wenden diese an,

- S8 beschreiben Einflussfaktoren auf chemische Reaktionen und Möglichkeiten der Steuerung durch Variation von Reaktionsbedingungen sowie durch den Einsatz von Katalysatoren,
- S9 erklären unterschiedliche Reaktivitäten und Reaktionsverläufe,
- S10 nutzen chemische Konzepte und Theorien zur Vernetzung von Sachverhalten innerhalb der Chemie sowie mit anderen Unterrichtsfächern.

Chemische Zusammenhänge qualitativ-modellhaft erklären

Die Studierenden

- S11 erklären die Vielfalt der Stoffe und ihrer Eigenschaften auf der Basis unterschiedlicher Kombinationen und Anordnungen von Teilchen,
- S12 deuten Stoff- und Energieumwandlungen hinsichtlich der Veränderung von Teilchen sowie des Umbaus chemischer Bindungen,
- S13 nutzen Modelle zur chemischen Bindung und zu intra- und intermolekularen Wechselwirkungen,
- S14 beschreiben ausgewählte Reaktionsmechanismen,
- S15 grenzen mithilfe von Modellen den statischen Zustand auf Stoffebene vom dynamischen Zustand auf Teilchenebene ab.

Chemische Zusammenhänge quantitativ-mathematisch beschreiben

Die Studierenden

- S16 entwickeln Reaktionsgleichungen,
- S17 wenden bekannte mathematische Verfahren auf chemische Sachverhalte an.

Erkenntnisgewinnungskompetenz

Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien bilden

Die Studierenden

- E1 leiten chemische Sachverhalte aus Alltagssituationen ab,
- E2 identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu chemischen Sachverhalten,

E3 stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.

Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen

Die Studierenden

- E4 planen unter Berücksichtigung der Variablenkontrolle, experiment- oder modellbasierte Vorgehensweisen, auch zur Prüfung von Hypothesen, Aussagen oder Theorien,
- E5 führen qualitative und quantitative experimentelle Untersuchungen – den chemischen Arbeitsweisen und Sicherheitsregeln entsprechend – durch, protokollieren sie und werten diese aus,
- E6 nutzen digitale Werkzeuge und Medien zum Aufnehmen, Darstellen und Auswerten von Messwerten, für Berechnungen, Modellierungen und Simulationen,
- E7 wählen geeignete Real- oder Denkmodelle (z. B. Atommodelle, Periodensystem der Elemente, Formelschreibweise) aus und nutzen sie, um chemische Fragestellungen zu bearbeiten.

Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren

Die Studierenden

- E8 finden in erhobenen oder recherchierten Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen,
- E9 diskutieren Möglichkeiten und Grenzen von Modellen,
- E10 reflektieren die eigenen Ergebnisse und den eigenen Prozess der Erkenntnisgewinnung,
- E11 stellen bei der Interpretation von Untersuchungsbefunden fachübergreifende Bezüge her.

Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren

Die Studierenden

E12 reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses sowie der gewonnenen Erkenntnisse (z. B. Reproduzierbarkeit, Falsifizierbarkeit, Intersubjektivität, logische Konsistenz, Vorläufigkeit).

Kommunikationskompetenz

Informationen erschließen

Die Studierenden

K1 recherchieren zu chemischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus,

K2 wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu chemischen Sachverhalten und anwendungsbezogenen Fragestellungen aus und erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen, auch komplexen Darstellungsformen,

K3 prüfen die Übereinstimmung verschiedener Quellen oder Darstellungsformen im Hinblick auf deren Aussagen,

K4 überprüfen die Vertrauenswürdigkeit verwendeter Quellen und Medien (z. B. anhand ihrer Herkunft und Qualität).

Informationen aufbereiten

Die Studierenden

K5 wählen chemische Sachverhalte und Informationen sach-, adressaten- und situationsgerecht aus,

K6 unterscheiden zwischen Alltags- und Fachsprache,

K7 nutzen geeignete Darstellungsformen für chemische Sachverhalte und überführen diese ineinander,

K8 strukturieren und interpretieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab.

Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren

Die Studierenden

- K9 verwenden Fachbegriffe und -sprache korrekt,
- K10 erklären chemische Sachverhalte und argumentieren fachlich schlüssig,
- K11 präsentieren chemische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien,
- K12 prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate,
- K13 tauschen sich mit anderen konstruktiv über chemische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus und vertreten, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls den eigenen Standpunkt.

Bewertungskompetenz

Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen

Die Studierenden

- B1 betrachten Aussagen, Modelle und Verfahren aus unterschiedlichen Perspektiven und beurteilen diese sachgerecht auf der Grundlage chemischer Kenntnisse,
- B2 beurteilen die Inhalte verwendeter Quellen und Medien (z. B. anhand der fachlichen Richtigkeit und Vertrauenswürdigkeit),
- B3 beurteilen Informationen und Daten hinsichtlich ihrer Angemessenheit, Grenzen und Tragweite,
- B4 analysieren und beurteilen die Auswahl von Quellen und Darstellungsformen im Zusammenhang mit der Intention der Autorin/des Autors.

Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen

Die Studierenden

- B5 entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie gegeneinander ab,
- B6 beurteilen Chancen und Risiken ausgewählter Technologien, Produkte und Verhaltensweisen fachlich und bewerten diese,
- B7 treffen mithilfe fachlicher Kriterien begründete Entscheidungen in Alltagssituationen,
- B8 beurteilen die Bedeutung fachlicher Kompetenzen in Bezug auf Alltagssituationen und Berufsfelder,
- B9 beurteilen Möglichkeiten und Grenzen chemischer Sichtweisen,
- B10 bewerten die gesellschaftliche Relevanz und ökologische Bedeutung der angewandten Chemie,
- B11 beurteilen grundlegende Aspekte zu Gefahren und Sicherheit in Labor und Alltag und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab.

Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren

Die Studierenden

- B12 beurteilen und bewerten Auswirkungen chemischer Produkte, Methoden, Verfahren und Erkenntnisse in historischen und aktuellen gesellschaftlichen Zusammenhängen,
- B13 beurteilen und bewerten Auswirkungen chemischer Produkte, Methoden, Verfahren und Erkenntnisse sowie des eigenen Handelns im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive,
- B14 reflektieren Kriterien und Strategien für Entscheidungen aus chemischer Perspektive.

2.3.1 Grundkurs

Die Kompetenzen der Studierenden sollen im Rahmen der Behandlung der nachfolgenden, für die Qualifikationsphase **obligatorischen Inhaltsfelder** entwickelt werden:

- Säuren, Basen und analytische Verfahren
- Elektrochemische Prozesse und Energetik
- Reaktionswege in der organischen Chemie
- Moderne Werkstoffe

Bezieht man übergeordnete Kompetenzerwartungen (Kap. 2.3) sowie die unten aufgeführten **inhaltlichen Schwerpunkte** aufeinander, so ergeben sich die nachfolgenden **konkretisierten Kompetenzerwartungen**:

Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (K_S , pK_S , K_B , pK_B), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (K_c), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken Säuren und starken Basen
- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt)
- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Kalorimetrie
- Ionengitter, Ionenbindung

Sachkompetenz

Die Studierenden

- klassifizieren die auch in Alltagsprodukten identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysereaktionen (S1, S6, S7, S16, K6),
- erklären die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten von starken und schwachen Säuren mit unedlen Metallen oder Salzen anhand der Protolysereaktionen, (S3, S7, S16),
- interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolysereaktionen mithilfe des

Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure-/Base-Konstanten (S2, S7),

- berechnen pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen bei vollständiger Protolyse (S17),
- definieren den Begriff der Reaktionsenthalpie und grenzen diesen von der inneren Energie ab (S3),
- erklären im Zusammenhang mit der Neutralisationsreaktion den ersten Hauptsatz der Thermodynamik (Prinzip der Energieerhaltung) (S3, S10),
- erläutern die Neutralisationsreaktion unter Berücksichtigung der Neutralisationsenthalpie (S3, S12),
- deuten endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Berücksichtigung der Gitter- und Solvatationsenergie (S12, K8).

Erkenntnisgewinnungskompetenz

Die Studierenden

- weisen ausgewählte Ionensorten (Halogenid-Ionen, Ammonium-Ionen, Carbonat-Ionen) salzartiger Verbindungen qualitativ nach (E5),
- planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4),
- führen das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung mittels Indikator am Beispiel starker Säuren und Basen durch und werten die Ergebnisse auch unter Berücksichtigung einer Fehleranalyse aus (E5, E10, K10),
- bestimmen die Reaktionsenthalpie der Neutralisationsreaktion von starken Säuren mit starken Basen kalorimetrisch und vergleichen das Ergebnis mit Literaturdaten (E5, K1).

Bewertungskompetenz

Die Studierenden

- beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren, Basen und Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8),
- bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8).

Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten

Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen:

Säuren und Basen werden nach Brønsted auf der submikroskopischen Ebene als Protonendonatoren und Protonenakzeptoren definiert. Sie werden anhand der pH-Werte ihrer Lösungen identifiziert sowie mithilfe entsprechender Säure- bzw. Basenkonstanten eingeordnet.

Chemische Reaktion:

Sowohl das Donator-Akzeptor-Prinzip als auch das Konzept des chemischen Gleichgewichts werden durch Protolysereaktionen nach Brønsted vertieft und über das Massenwirkungsgesetz quantifiziert. Neutralisationsreaktionen werden unter Anwendung eines Titrationsverfahrens zur quantitativen Bestimmung von Säuren und Basen sowie charakteristische Nachweisreaktionen für die Identifizierung ausgewählter Ionen genutzt.

Energie:

Das Energiekonzept wird im Zusammenhang mit energetischen Betrachtungen der Neutralisationsreaktion durch den ersten Hauptsatz der Thermodynamik und den Enthalpiebegriff erweitert.

ENTW

Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen
- Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung
- Elektrolyse
- alternative Energieträger
- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz
- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse

Sachkompetenz

Die Studierenden

- erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des Donator-Akzeptor-Konzepts (S7, S12, K7),
- nennen die metallische Bindung und die Beweglichkeit hydratisierter Ionen als Voraussetzungen für einen geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10),
- erläutern den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle hinsichtlich der chemischen Prozesse auch mit digitalen Werkzeugen und berechnen die jeweilige Zellspannung (S3, S17, E6, K11),
- erläutern den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen und möglicher Zellspannungen (S10, S12, K9),
- erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11),
- erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S12, K8),
- erläutern die Bildung eines Lokalelements bei Korrosionsvorgängen auch mithilfe von Reaktionsgleichungen (S3, S16, E1),
- interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen auf die Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit (S3, E11).

Erkenntnisgewinnungskompetenz

Die Studierenden

- entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und -ionen und überprüfen diese experimentell (E3, E4, E5, E10),
- entwickeln eigenständig ausgewählte Experimente zum Korrosionsschutz (Galvanik, Opferanode) und führen sie durch (E1, E4, E5),
- ermitteln Messdaten ausgewählter galvanischer Zellen zur Einordnung in die elektrochemische Spannungsreihe (E6, E8),
- ermitteln auch rechnerisch die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess (E4, E7, S17, K2).

Bewertungskompetenz

Die Studierenden

- bewerten die Verbrennung fossiler Energieträger und elektrochemische Energiewandler hinsichtlich Effizienz und Nachhaltigkeit auch mithilfe von recherchierten thermodynamischen Daten (B2, B4, E8, K3, K12),
- diskutieren Möglichkeiten und Grenzen bei der Umwandlung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie auf Grundlage der relevanten chemischen und thermodynamischen Aspekte im Hinblick auf nachhaltiges Handeln (B3, B10, B13, E12, K8),
- beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1).

Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten

Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen:

Grundlage für elektrochemische Prozesse sind unter anderem die metallische Bindung sowie die Beweglichkeit hydratisierter Ionen.

Chemische Reaktion:

Das Konzept des chemischen Gleichgewichts wird durch die Betrachtung von Redoxgleichgewichten vertieft. Das Donator-Akzeptor-Prinzip wird anhand von Elektronenübertragungsreaktionen konkretisiert und für die Erklärung elektrochemischer Prozesse herangezogen.

Energie:

Durch die energetische Betrachtung von Redoxreaktionen wird der Energieerhaltungssatz konkretisiert. Das Energiekonzept wird durch den Begriff der Standardbildungsenthalpie unter Beachtung des Satzes von Hess erweitert. Die Katalyse wird im Zusammenhang mit der Brennstoffzelle als heterogene Katalyse erweitert.

Inhaltsfeld Reaktionswege in der organischen Chemie

Inhaltliche Schwerpunkte:

- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe
- Alkene, Alkine, Halogenalkane
- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)
- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie)
- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen
- Naturstoffe: Fette
- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition
- Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier

Sachkompetenz

Die Studierenden

- stellen den Aufbau von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Halogenalkane, Alkene, Alkine, Alkanole, Alkanale, Alkanone, Carbonsäuren, Ester und Amine auch mit digitalen Werkzeugen dar und berücksichtigen dabei auch ausgewählte Isomere (S1, E7, K11),
- erläutern den Aufbau und die Eigenschaften von gesättigten und ungesättigten Fetten (S1, S11, S13),
- erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13),
- erklären Redoxreaktionen in organischen Synthesewegen unter Berücksichtigung der Oxidationszahlen (S3, S11, S16),
- erklären die Estersynthese aus Alkanolen und Carbonsäuren unter Berücksichtigung der Katalyse (S4, S8, S9, K7),
- erläutern die Reaktionsmechanismen der radikalischen Substitutions- und elektrophilen Additionsreaktion unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen auch mit digitalen Werkzeugen (S8, S9, S14, E9, K11).

Erkenntnisgewinnungskompetenz

Die Studierenden

- schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10),
- erläutern die Planung und Durchführung einer Estersynthese in Bezug auf die Optimierung der Ausbeute auf der Grundlage des Prinzips von Le Chatelier (E4, E5, K13),
- unterscheiden experimentell zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (E5, E11),

Bewertungskompetenz

Die Studierenden

- recherchieren und bewerten Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B1, B11, K2, K4),
- beurteilen die Qualität von Fetten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Verarbeitung im Bereich der Lebensmitteltechnik und der eigenen Ernährung (B7, B8, K8).

Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten

Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen:

Die organischen Stoffklassen werden um Amine und Halogenalkane erweitert sowie der Aufbau und die Eigenschaften verschiedener Stoffklassen vertieft. Die Vielfalt organischer Verbindungen wird durch Naturstoffe am Beispiel der Fette erweitert.

Chemische Reaktion:

Die Schrittigkeit chemischer Reaktionen wird fokussiert und ermöglicht eine Klassifizierung nach Reaktionstypen. Nachweise von Produkten und möglichen Zwischenstufen sind Grundlage für die Analyse von Reaktionsmechanismen.

Energie:

Das Spektrum bekannter Energieformen wird um die Bedeutung des Lichts als Auslöser chemischer Reaktionen erweitert. Die Katalyse wird im Zusammenhang mit der Estersynthese als homogene Katalyse spezifiziert.

Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)
- Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation
- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung
- Recycling: Kunststoffverwertung

Sachkompetenz

Die Studierenden

- erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund ihrer molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad) (S11, S13),
- klassifizieren Kunststoffe anhand ihrer Eigenschaften begründet nach Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren (S1, S2),

- erläutern die Verknüpfung von Monomermolekülen zu Makromolekülen mit Hilfe von Reaktionsgleichungen an einem Beispiel (S4, S12, S16),
- beschreiben den Weg eines Anwendungsproduktes von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5, S10, K1, K2).

Erkenntnisgewinnungskompetenz

Die Studierenden

- führen eigenständig geplante Experimente zur Untersuchung von Eigenschaften organischer Werkstoffe durch und werten diese aus (E4, E5),
- planen zielgerichtet anhand der Eigenschaften verschiedener Kunststoffe Experimente zur Trennung und Verwertung von Verpackungsabfällen (E4, S2),
- erklären ermittelte Stoffeigenschaften am Beispiel eines Funktionspolymers mit geeigneten Modellen (E1, E5, E7, S2).

Bewertungskompetenz

Die Studierenden

- bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung und die Verwendung von Produkten aus Kunststoffen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive (B9, B12, B13),
- vergleichen anhand von Bewertungskriterien Produkte aus unterschiedlichen Kunststoffen und leiten daraus Handlungsoptionen für die alltägliche Nutzung ab (B5, B14, K2, K8, K13),
- bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8).

Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten

Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen:

Die Eigenschaften von Kunststoffen werden auf die Struktur der Makromoleküle, ihre Verknüpfungen und Wechselwirkungen untereinander zurückgeführt.

Chemische Reaktion:

Die Polymerisation im Sinne der Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen ermöglicht die Herstellung vielfältiger Kunststoffe.

Energie:

Energetische Prozesse werden im Rahmen von Verwertungsprozessen konkretisiert.

2.3.2 Leistungskurs

Die Kompetenzen der Studierenden sollen im Rahmen der Behandlung der nachfolgenden, für die Qualifikationsphase **obligatorischen Inhaltsfelder** entwickelt werden:

- Säuren, Basen und analytische Verfahren
- Elektrochemische Prozesse und Energetik
- Reaktionswege in der organischen Chemie
- Moderne Werkstoffe

Bezieht man übergeordnete Kompetenzerwartungen (Kap. 2.3) sowie die unten aufgeführten **inhaltlichen Schwerpunkte** aufeinander, so ergeben sich die nachfolgenden **konkretisierten Kompetenzerwartungen**:

Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (K_S , pK_S , K_B , pK_B), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (K_C), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, Puffersysteme
- Löslichkeitsgleichgewichte
- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrations (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung
- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie
- Entropie
- Ionengitter, Ionenbindung

Sachkompetenz

Die Studierenden

- klassifizieren die auch in Produkten des Alltags identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysegleichungen (S1, S6, S7, S16, K6),
- erläutern die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten von starken und

- schwachen Säuren mit unedlen Metallen oder Salzen anhand der unterschiedlichen Gleichgewichtslage der Protolysereaktionen (S3, S7, S16),
- leiten die Säure-/Base-Konstante und den pK_S/pK_B -Wert von Säuren und Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes ab und berechnen diese (S7, S17),
 - interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolysereaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure-/Base-Konstanten (S2, S7),
 - berechnen pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen auch bei nicht vollständiger Protolyse (S17),
 - sagen den Verlauf von Titrationskurven von starken und schwachen Säuren und Basen anhand der Berechnung der charakteristischen Punkte (AnfangspH-Wert, Halbäquivalenzpunkt, Äquivalenzpunkt) voraus (S10, S17),
 - erläutern die Wirkung eines Puffersystems auf Grundlage seiner Zusammensetzung (S2, S7, S16),
 - berechnen den pH-Wert von Puffersystemen anhand der Henderson-Hasselbalch-Gleichung (S17),
 - definieren den Begriff der Reaktionsenthalpie und grenzen diesen von der inneren Energie ab (S3),
 - erklären im Zusammenhang mit der Neutralisationsreaktion den ersten Hauptsatz der Thermodynamik (Prinzip der Energieerhaltung) (S3, S10),
 - erläutern die Neutralisationsreaktion unter Berücksichtigung der Neutralisationsenthalpie (S3, S12),
 - erklären endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Einbeziehung der Gitter- und Solvatationsenergie und führen den spontanen Ablauf eines endothermen Lösungsvorgangs auf die Entropieänderung zurück (S12, K8),
 - erklären Fällungsreaktionen auf der Grundlage von Löslichkeitsgleichgewichten (S2, S7).

Erkenntnisgewinnungskompetenz

Die Studierenden

- weisen ausgewählte Ionensorten (Halogenid-Ionen, Ammonium-Ionen, Carbonat-Ionen) salzartiger Verbindungen qualitativ nach (E5),
- planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4),
- führen das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung mittels Indikator durch und werten die Ergebnisse auch unter Berücksichtigung einer Fehleranalyse aus (E5, E10, K10),
- werten pH-metrische Titrationskurven von ein- und mehrprotonigen Säuren aus und erläutern den Verlauf der Titrationskurven auch bei unvollständiger Protolyse

(S9, E8, E10, K7),

- bestimmen die Reaktionsenthalpie der Neutralisationsreaktion von starken Säuren mit starken Basen kalorimetrisch und vergleichen das Ergebnis mit Literaturdaten (E5, K1),
- interpretieren die Messdaten von Lösungsenthalpien verschiedener Salze unter Berücksichtigung der Entropie (S12, E8).

Bewertungskompetenz

Die Studierenden

- beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren, Basen und Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8),
- bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8),
- beurteilen verschiedene Säure-Base-Titrationsverfahren hinsichtlich ihrer Angemessenheit und Grenzen (B3, K8, K9).

Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten

Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen:

Säuren und Basen werden nach Brønsted auf der submikroskopischen Ebene als Protonendonatoren und Protonenakzeptoren definiert. Sie werden anhand der pH-Werte ihrer Lösungen identifiziert sowie mithilfe entsprechender Säure- bzw. Basenkonstanten eingeordnet. Das Donator-Akzeptor-Prinzip wird um Puffersysteme erweitert.

Chemische Reaktion:

Sowohl das Donator-Akzeptor-Prinzip als auch das Konzept des chemischen Gleichgewichts werden durch Protolysereaktionen nach Brønsted vertieft und über das Massenwirkungsgesetz quantifiziert. Neutralisationsreaktionen werden unter Anwendung verschiedener Titrationsverfahren zur quantitativen Bestimmung von Säuren und Basen sowie charakteristische Nachweisreaktionen für die Identifizierung ausgewählter Ionen genutzt.

Energie:

Das Energiekonzept wird um den ersten Hauptsatz der Thermodynamik, den Enthalpie- und Entropiebegriff im Zusammenhang mit energetischen Betrachtungen der Neutralisationsreaktion und Lösungsvorgängen erweitert.

Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen
- galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)
- Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung)
- Redoxtitration
- alternative Energieträger
- Energiespeicherung
- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz
- energetische Aspekte: Erster und Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse

Sachkompetenz

Die Studierenden

- erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des Donator-Akzeptor-Konzepts (S7, S12, K7),
- nennen die metallische Bindung und die Beweglichkeit hydratisierter Ionen als Voraussetzungen für einen geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10),
- erläutern den Aufbau und die Funktionsweise galvanischer Zellen hinsichtlich der chemischen Prozesse auch mithilfe digitaler Werkzeuge und berechnen auch unter Berücksichtigung der Nernst-Gleichung die jeweilige Zellspannung (S3, S17, E6, K11),
- erläutern und vergleichen den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen sowie möglicher Zellspannungen (S10, S12, S16, K9),
- erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11),
- erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S16, K10),

- erklären die für die Elektrolyse benötigte Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (S12, K8),
- berechnen Stoffumsätze unter Anwendung der Faraday-Gesetze (S3, S17),
- interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen auf die Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit unter Berücksichtigung der Einschränkung durch den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik (S3, S12, K10),
- berechnen die freie Enthalpie bei Redoxreaktionen (S3, S17, K8).

Erkenntnisgewinnungskompetenz

Die Studierenden

- entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metall- und Nichtmetallatomen sowie Ionen und überprüfen diese experimentell (E3, E4, E5, E10),
- wenden das Verfahren der Redoxtitration zur Ermittlung der Konzentration eines Stoffes begründet an (E5, S3, K10),
- ermitteln Messdaten ausgewählter galvanischer Zellen zur Einordnung in die elektrochemische Spannungsreihe (E6, E8),
- ermitteln die Ionenkonzentration von ausgewählten Metall- und Nichtmetallionen mithilfe der Nernst-Gleichung aus Messdaten galvanischer Zellen (E6, E8, S17, K5),
- erklären die Herleitung elektrochemischer und thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8),
- ermitteln die Leistung einer elektrochemischen Spannungsquelle an einem Beispiel (E5, E10, S17),
- entwickeln Hypothesen zur Bildung von Lokalelementen als Grundlage von Korrosionsvorgängen und überprüfen diese experimentell (E1, E3, E5, S15),
- entwickeln ausgewählte Verfahren zum Korrosionsschutz (Galvanik, Opferanode) und führen diese durch (E1, E4, E5, K13),
- ermitteln die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess auch rechnerisch (E2, E4, E7, S16, S17, K2).

Bewertungskompetenz

Die Studierenden

- bewerten auch unter Berücksichtigung des energetischen Wirkungsgrads fossile und elektrochemische Energiequellen (B2, B4, K3, K12),

- diskutieren Möglichkeiten und Grenzen bei der Umwandlung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie auch unter Berücksichtigung thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten im Hinblick auf nachhaltiges Handeln (B3, B10, B13, E12, K8),
- diskutieren ökologische und ökonomische Aspekte der elektrolytischen Gewinnung eines Stoffes unter Berücksichtigung der Faraday-Gesetze (B10, B13, E8, K13),
- beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1).

Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten

Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen:

Grundlage für elektrochemische Prozesse sind unter anderem die metallische Bindung sowie die Beweglichkeit hydratisierter Ionen.

Chemische Reaktion:

Das Konzept des chemischen Gleichgewichts wird durch die Betrachtung von Redoxgleichgewichten vertieft. Das Donator-Akzeptor-Prinzip wird anhand von Elektronenübertragungsreaktionen konkretisiert und für die Erklärung elektrochemischer Prozesse herangezogen.

Energie:

Durch die energetische Betrachtung von Redoxreaktionen wird der Energieerhaltungssatz konkretisiert. Das Energiekonzept wird durch den Begriff der Standardbildungsenthalpie unter Beachtung des Satzes von Hess und der freien Enthalpie erweitert. Die Katalyse wird im Zusammenhang mit der Brennstoffzelle als heterogene Katalyse erweitert.

Inhaltsfeld Reaktionswege in der organischen Chemie

Inhaltliche Schwerpunkte:

- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe
- Alkene, Alkine, Halogenalkane
- Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems
- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)
- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität
- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen
- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, elektrophile Erstsubstitution, Kondensationsreaktion (Estersynthese)
- Prinzip von Le Chatelier
- koordinative Bindung: Katalyse
- Naturstoffe: Fette
- Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung
- analytisches Verfahren: Chromatografie

Sachkompetenz

Die Studierenden

- stellen den Aufbau der Moleküle (Konstitutionsisomerie, Stereoisomerie, Molekülgeometrie, Chiralität am asymmetrischen C-Atom) von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Halogenalkane, Alkene, Alkine, Alkanole, Alkanale, Alkanone, Carbonsäuren, Ester und Amine auch mit digitalen Werkzeugen dar (S1, E7, K11),
- erläutern den Aufbau und die Eigenschaften von gesättigten und ungesättigten Fetten (S1, S11, S13),
- erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter der Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13, K11),
- erklären Redoxreaktionen in organischen Synthesewegen unter Berücksichtigung der Oxidationszahlen (S3, S11, S16),
- erklären die Estersynthese aus Alkanolen und Carbonsäuren unter Berücksichtigung der Katalyse (S4, S8, S9, K7),
- erläutern auch mit digitalen Werkzeugen die Reaktionsmechanismen unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen (S8, S9, S14, E9, K11),

- beschreiben den Aufbau und die Wirkungsweise eines Katalysators unter Berücksichtigung des Konzepts der koordinativen Bindung als Wechselwirkung von Metallkationen mit freien Elektronenpaaren (S13, S15),
- erklären die Reaktivität eines aromatischen Systems anhand der Struktur und erläutern in diesem Zusammenhang die Mesomerie (S9, S13, E9, E12),
- klassifizieren Farbstoffe sowohl auf Grundlage struktureller Merkmale als auch nach ihrer Verwendung (S10, S11, K8),
- erläutern die Farbigkeit ausgewählter Stoffe durch Lichtabsorption auch unter Berücksichtigung der Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-Akzeptor-Gruppen) (S2, E7, K10).

Erkenntnisgewinnungskompetenz

Die Studierenden

- schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Chlorid- und Bromid-Ionen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10),
- entwickeln Hypothesen zum Reaktionsverhalten aus der Molekülstruktur (E3, E12, K2),
- erläutern die Planung und Durchführung einer Estersynthese in Bezug auf die Optimierung der Ausbeute auf der Grundlage des Prinzips von Le Chatelier (E4, E5, K13),
- unterscheiden experimentell zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (E5, E11),
- trennen mithilfe eines chromatografischen Verfahrens Stoffgemische und analysieren ihre Bestandteile durch Interpretation der Retentionsfaktoren (E4, E5),
- interpretieren Absorptionsspektren ausgewählter Farbstofflösungen (E8, K2, B1).

Bewertungskompetenz

Die Studierenden

- recherchieren und bewerten Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter selbst entwickelten Fragestellungen (B1, B11, K2, K4),
- beurteilen die Möglichkeiten und Grenzen von Modellvorstellungen bezüglich der Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionsschritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B1, B2, K10),
- beurteilen die Qualität von Fetten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Verarbeitung im Bereich der Lebensmitteltechnik und der eigenen Ernährung

(B7, B8, K8),

- bewerten den Einsatz verschiedener Farbstoffe in Alltagsprodukten aus chemischer, ökologischer und ökonomischer Sicht (B9, B13, S13).

Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten

Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen:

Die organischen Stoffklassen werden um Amine, Halogenalkane und aromatische Verbindungen erweitert sowie der Aufbau und die Eigenschaften verschiedener Stoffklassen vertieft. Das aromatische System und die koordinative Bindung erweitern das Konzept der Elektronenpaarbindung. Das Konzept der Struktur-Eigenschaftsbeziehung wird anhand der Farbstoffe vertieft.

Chemische Reaktion:

Die Schrittigkeit chemischer Reaktionen wird fokussiert und ermöglicht eine Klassifizierung nach Reaktionstypen. Nachweise von Produkten und möglichen Zwischenstufen sind Grundlage für die Analyse von Reaktionsmechanismen.

Energie:

Das Spektrum bekannter Energieformen wird um die Bedeutung des Lichts als Auslöser chemischer Reaktionen und Grundlage für die Farbigkeit erweitert. Die Katalyse wird im Zusammenhang mit der Estersynthese als homogene Katalyse spezifiziert.

Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)
- Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation
- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung
- Recycling: Kunststoffverwertung

Sachkompetenz

Die Studierenden

- erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund der molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad, Anzahl und Wechselwirkung verschiedenartiger Monomere) (S11, S13),
- klassifizieren Kunststoffe anhand ihrer Eigenschaften begründet nach Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren (S1, S2),
- erläutern die Verknüpfung von Monomermolekülen zu Makromolekülen mithilfe von Reaktionsgleichungen an einem Beispiel (S4, S12, S16),
- erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (S4, S14, S16),
- beschreiben den Weg eines Anwendungsproduktes von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5, S10, K1, K2),
- erläutern ein technisches Syntheseverfahren auch unter Berücksichtigung der eingesetzten Katalysatoren (S8, S9),
- beschreiben Merkmale von Nanomaterialien am Beispiel von Alltagsprodukten (S1, S9).

Erkenntnisgewinnungskompetenz

Die Studierenden

- führen eigenständig geplante Experimente zur Untersuchung von Eigenschaften organischer Werkstoffe durch und werten diese aus (E4, E5),
- planen zielgerichtet anhand der Eigenschaften verschiedener Kunststoffe Experimente zur Trennung und Verwertung von Verpackungsabfällen (E4, S2),
- erläutern ermittelte Stoffeigenschaften am Beispiel eines Funktionspolymers mit geeigneten Modellen (E1, E5, E7, S13),
- veranschaulichen die Größenordnung und Reaktivität von Nanopartikeln (E7, E8),
- erklären eine experimentell ermittelte Oberflächeneigenschaft eines ausgewählten Nanoprodukts anhand der Nanostruktur (E5, S11).

Bewertungskompetenz

Die Studierenden

- bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung und die Verwendung von Produkten aus Kunststoffen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive (B9, B12, B13),
- vergleichen anhand von Bewertungskriterien Produkte aus unterschiedlichen Kunststoffen und leiten daraus Handlungsoptionen für die alltägliche Nutzung ab (B5, B14, K2, K8, K13),

Präsentationsaufgaben

Präsentationsaufgaben lassen sich in vielfältigen Formen einsetzen und reichen von einfachen Vorträgen bzw. Referaten bis hin zur Erstellung und Darbietung von Medienbeiträgen oder der Durchführung von Diskussionen. Im Rahmen von Präsentationen spielen auch immer Recherche- und Darstellungsaspekte eine bedeutende Rolle.

Darstellungsaufgaben

Mittels Darstellungsaufgaben erfolgt ein strukturiertes Beschreiben, Darstellen und/oder Erklären eines chemischen Phänomens, Konzepts oder Sachverhalts, wobei auch Modelle zum Einsatz kommen können. Darstellungsaufgaben beziehen sich auf die Beschreibung und Erläuterung von Tabellen, Grafiken und Diagrammen. Werden komplexe Zusammenhänge und Sachverhalte durch geeignete graphische Darstellungsformen zusammengefasst oder Informationen aus einer Darstellungsform in eine andere überführt, kommt der Charakter von Darstellungsaufgaben ebenfalls zum Tragen. Das Verfassen fachlicher Texte erfolgt adressaten- und anlassbezogen.

Bewertungs-/ Beurteilungsaufgaben

Das Fach Chemie trägt zur Entwicklung von Wertvorstellungen, Meinungsbildung und Entscheidungsfindung bei. Dabei ist in auftretenden Problemsituationen die Unterscheidung von Werten, Normen und Fakten wichtig. Die Benennung von Handlungsoptionen erfolgt aus der Beachtung verschiedener Perspektiven. Umstrittene Sachverhalte oder Medienbeiträge werden unter fachlichen Gesichtspunkten überprüft.

4 Abiturprüfung

Die allgemeinen Regelungen zur schriftlichen und mündlichen Abiturprüfung, mit denen zugleich die Vereinbarungen der Kultusministerkonferenz umgesetzt werden (u. a. Bildungsstandards), basieren auf dem Schulgesetz sowie dem entsprechenden Teil der Verordnung über die Ausbildung und Prüfung in den Bildungsgängen des Weiterbildungskollegs (APO-WbK).

Fachlich beziehen sich alle Teile der Abiturprüfung auf die in Kapitel 2 dieses Kernlehrplans für das Ende der Qualifikationsphase ausgewiesenen Lernergebnisse. Bei der Lösung schriftlicher wie mündlicher Abituraufgaben sind generell Kompetenzen und Inhalte nachzuweisen, die im Unterricht der gesamten Qualifikationsphase erworben wurden und deren Erwerb in vielfältigen Zusammenhängen angelegt wurde.

Die jährlichen „Vorgaben für die schriftlichen Abiturprüfungen“ (Abiturvorgaben), die im Internet auf den Seiten des Bildungsportals unter www.schulministerium.nrw abrufbar sind, konkretisieren den Kernlehrplan, soweit dies für die Schaffung landesweit einheitlicher Bezüge für die zentral gestellten Abiturklausuren erforderlich ist. Die Verpflichtung zur Umsetzung des gesamten Kernlehrplans bleibt hiervon unberührt.

Im Hinblick auf die Anforderungen im schriftlichen und mündlichen Teil der Abiturprüfungen ist grundsätzlich von einer Strukturierung in drei Anforderungsbereiche auszugehen, die die Transparenz bezüglich des Selbstständigkeitsgrades der erbrachten Prüfungsleistung erhöhen soll.

- Anforderungsbereich I umfasst das Wiedergeben von Sachverhalten und Kenntnissen im gelernten Zusammenhang, die Verständnissicherung sowie das Anwenden und Beschreiben geübter Arbeitstechniken und Verfahren.
- Anforderungsbereich II umfasst das selbstständige Auswählen, Anordnen, Verarbeiten, Erklären und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang und das selbstständige Übertragen und Anwenden des Gelernten auf vergleichbare neue Zusammenhänge und Sachverhalte.
- Anforderungsbereich III umfasst das Verarbeiten komplexer Sachverhalte mit dem Ziel, zu selbstständigen Lösungen, Gestaltungen oder Deutungen, Folgerungen, Verallgemeinerungen, Begründungen und Wertungen zu gelangen. Dabei wählen die Studierenden selbstständig geeignete Arbeitstechniken und Verfahren zur Bewältigung der Aufgabe, wenden sie auf eine neue Problemstellung an und reflektieren das eigene Vorgehen.

Für alle Fächer gilt, dass die Aufgabenstellungen in schriftlichen und mündlichen Abiturprüfungen alle Anforderungsbereiche berücksichtigen müssen, der Anforderungsbereich II aber den Schwerpunkt bildet.

Fachspezifisch ist die Ausgestaltung der Anforderungsbereiche an den Kompetenzerwartungen und Inhalten der jeweiligen Kursart zu orientieren. Für die Aufgabenstellungen werden die für Abiturprüfungen geltenden Operatoren des Faches verwendet.

Die Bewertung der Prüfungsleistung erfolgt jeweils auf einer zuvor festgelegten Grundlage, die im schriftlichen Abitur aus dem zentral vorgegebenen kriteriellen Bewertungsraster, im mündlichen Abitur aus dem im Fachprüfungsausschuss abgestimmten Erwartungshorizont besteht.

Übergreifende Bewertungskriterien für die erbrachten Leistungen sind

- die Komplexität der Gegenstände,
- die sachliche Richtigkeit und die Schlüssigkeit der Aussagen,
- die Vielfalt der Gesichtspunkte und ihre jeweilige Bedeutsamkeit,
- die Differenziertheit des Verstehens und Darstellens,
- das Herstellen geeigneter Zusammenhänge,
- die Eigenständigkeit der Auseinandersetzung mit Sachverhalten und Problemstellungen,
- die argumentative Begründung eigener Urteile, Stellungnahmen und Wertungen,
- die Selbstständigkeit und Klarheit in Aufbau und Sprache,
- die Sicherheit im Umgang mit Fachsprache und -methoden sowie
- die Erfüllung standardsprachlicher Normen.

Hinsichtlich der einzelnen Prüfungsteile sind die folgenden Regelungen zu beachten:

Schriftliche Abiturprüfung

Die Aufgaben für die schriftliche Abiturprüfung werden landesweit zentral gestellt.

Alle Aufgaben entsprechen den öffentlich zugänglichen Konstruktionsvorgaben und nutzen die fachspezifische Operatorenübersicht. Beispiele für Abiturklausuren sind im Internet auf den Seiten des Bildungsportals unter www.schulministerium.nrw abrufbar. Für die schriftliche Abiturprüfung enthalten die aufgabenbezogenen Unterlagen für die Lehrkraft jeweils Hinweise zu Aufgabenart und zugelassenen Hilfsmitteln, die Aufgabenstellung, die Materialgrundlage, die Bezüge zum Kernlehrplan und zu den Abiturvorgaben, die Vorgaben für die Bewertung der Studierendenleistungen sowie den Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit. Die Anforderungen an die zu erbringenden

Klausurleistungen werden durch das zentral gestellte kriterielle Bewertungsraster definiert.

Die Bewertung erfolgt über Randkorrekturen sowie das ausgefüllte Bewertungsraster, mit dem die Gesamtleistung dokumentiert wird.

Fachspezifisch gelten darüber hinaus die nachfolgenden Regelungen:

Für die Prüfung im Fach Chemie sind analog zu den Bildungsstandards folgende **Aufgabenarten** zulässig:

- Aufgabenart I: Materialgebundene Aufgabe (ggf. mit Bearbeitung eines Demonstrationsexperiments)
- Aufgabenart II: Fachpraktische Aufgabe

Mischformen der genannten Aufgabenarten sind möglich. Eine ausschließlich aufsatzartig zu bearbeitende Aufgabenstellung, d. h. eine Aufgabe ohne Material- oder Experimentbezug, ist nicht zulässig.

Wenn die Aufgaben der schriftlichen Abiturprüfung fachpraktische Anteile enthalten, kann sich die Arbeitszeit erhöhen. Der zusätzliche Zeitaufwand wird verbindlich in der Aufgabe ausgewiesen.

Weitergehende Regelungen finden sich an entsprechender Stelle in der APO-WbK.

Mündliche Abiturprüfung

Die Aufgaben für die mündliche Abiturprüfung werden dezentral durch die Fachprüferin bzw. den Fachprüfer – im Einvernehmen mit dem jeweiligen Fachprüfungsausschuss – gestellt. Dabei handelt es sich um jeweils neue, begrenzte Aufgaben, die dem Prüfling einschließlich der ggf. notwendigen Texte und Materialien für den ersten Teil der mündlichen Abiturprüfung in schriftlicher Form vorgelegt werden. Die Aufgaben für die mündliche Abiturprüfung insgesamt sind so zu stellen, dass sie hinreichend breit angelegt sind und sich nicht ausschließlich auf den Unterricht eines Kurshalbjahres beschränken.

Die Berücksichtigung aller Anforderungsbereiche soll eine Beurteilung ermöglichen, die das gesamte Notenspektrum umfasst. Auswahlmöglichkeiten für die Studierende bzw. den Studierenden bestehen nicht. Der Erwartungshorizont ist zuvor mit dem Fachprüfungsausschuss abzustimmen.

Der Prüfling soll in der Prüfung, die in der Regel mindestens 20, höchstens 30 Minuten dauert, in einem ersten Teil selbstständig die vorbereiteten Ergebnisse zur gestellten

Aufgabe in zusammenhängendem Vortrag präsentieren. In einem zweiten Teil sollen vor allem größere fachliche und fachübergreifende Zusammenhänge in einem Prüfungsgespräch angesprochen werden. Es ist nicht zulässig, zusammenhanglose Einzelfragen aneinanderzureihen.

Bei Bewertung mündlicher Prüfungen liegen der im Fachprüfungsausschuss abgestimmte Erwartungshorizont sowie die eingangs dargestellten übergreifenden Kriterien zugrunde. Die Prüferin oder der Prüfer schlägt dem Fachprüfungsausschuss eine Note, ggf. mit Tendenz, vor. Die Mitglieder des Fachprüfungsausschusses stimmen über diesen Vorschlag ab.

Fachspezifisch gelten darüber hinaus die nachfolgenden Regelungen:

Die Aufgabenarten stimmen mit denen der schriftlichen Abiturprüfung überein. Doch ist bei der Aufgabenstellung zu bedenken, dass die Dauer der Vorbereitungszeit in der mündlichen Prüfung deutlich kürzer als in der schriftlichen Abiturprüfung ist. Die Aufgabe für den ersten Prüfungsteil enthält daher Material von geringerem Umfang und weniger komplexe Aufgabenstellungen als die Aufgabe der schriftlichen Prüfung.

Wenn in den Aufgaben des ersten Prüfungsteils der mündlichen Abiturprüfung im Rahmen einer materialgebundenen Aufgabe ein Demonstrationsexperiment vorgesehen ist, ist dieses vorher aufzubauen und vor Beginn der Vorbereitungszeit in Anwesenheit des Prüflings durchzuführen.

Für den Fall, dass in den Aufgaben der mündlichen Abiturprüfung im ersten Prüfungsteil eine fachpraktische Aufgabe vorgesehen ist, kann die Vorbereitungszeit angemessen verlängert werden.

Besondere Lernleistung

Studierende können in die Gesamtqualifikation eine besondere Lernleistung einbringen, die im Rahmen oder Umfang eines mindestens zwei Halbjahre umfassenden Kurses erbracht wird. Grundlage einer besonderen Lernleistung kann ein bedeutender Beitrag aus einem von den Ländern geförderten Wettbewerbs, die Ergebnisse des Projektkurses oder eines abgeschlossenen fachlichen oder fachübergreifenden Projektes gelten.

Die Absicht, eine besondere Lernleistung zu erbringen, muss spätestens zu Beginn des zweiten Jahres der Qualifikationsphase bei der Schule angezeigt werden. Die Schulleiterin oder der Schulleiter entscheidet in Abstimmung mit der Lehrkraft, die als

Korrektor vorgesehen ist, ob die vorgesehene Arbeit als besondere Lernleistung zugelassen werden kann. Die Arbeit ist spätestens bis zur Zulassung zur Abiturprüfung abzugeben, nach den Maßstäben und dem Verfahren für die Abiturprüfung zu korrigieren und zu bewerten. Ein Rücktritt von der besonderen Lernleistung muss bis zur Entscheidung über die Zulassung zur Abiturprüfung erfolgt sein.

In einem Kolloquium von in der Regel 30 Minuten, das im Zusammenhang mit der Abiturprüfung nach Festlegung durch die Schulleitung stattfindet, stellt der Prüfling vor einem Fachprüfungsausschuss die Ergebnisse der besonderen Lernleistung dar, erläutert sie und antwortet auf Fragen. Die Endnote wird aufgrund der insgesamt in der besonderen Lernleistung und im Kolloquium erbrachten Leistungen gebildet; eine Gewichtung der Teilleistungen findet nicht statt. Bei Arbeiten, an denen mehrere Studierende beteiligt werden, muss die individuelle Studierendenleistung erkennbar und bewertbar sein.

Fachspezifisch gelten darüber hinaus die nachfolgenden Regelungen.

Grundlage einer besonderen Lernleistung in Chemie kann zum Beispiel die experimentelle Bearbeitung und Umsetzung einer Fragestellung mit Auswertung und Interpretation sein ebenso wie eine theoretisch-analytische Arbeit, bei der eine wissenschaftliche Theorie – auch historisch – bearbeitet wird. Solche Leistungen können auch im Rahmen eines Projektkurses entstehen. Ebenso kann ein umfassender Beitrag im Rahmen der Teilnahme an qualifizierten Wettbewerben Grundlage einer besonderen Lernleistung sein.