

Gymnasium Paulinum Münster

Schulinterner Lehrplan

Chemie

(Fassung vom 18.02.2026)

Rahmenbedingungen der Schule

Das Gymnasium Paulinum in Münster zeichnet sich durch ein vielfältiges Bildungsangebot aus, das den derzeit rund 900 Schülerinnen und Schülern eine fundierte, auf den späteren Bildungs- und Berufsweg vorbereitende Ausbildung bietet. Das Kollegium besteht aus etwa 85 Lehrenden, die sich durch ihr hohes Engagement und ihre pädagogische Kompetenz auszeichnen. Das Schulprogramm basiert auf den zentralen Werten Verantwortung, Toleranz und Leistungsbereitschaft und verfolgt das Ziel, junge Menschen zu selbstbewussten, sozial engagierten und wissenschaftlich interessierten Persönlichkeiten zu formen. Die Schule legt besonderen Wert auf die Förderung individueller Begabungen sowie auf eine umfassende Werteerziehung, die den Herausforderungen der modernen Gesellschaft gerecht wird.

Die geografische Lage im Zentrum der Stadt Münster bietet den Schülerinnen und Schülern Zugang zu zahlreichen kulturellen und wirtschaftlichen Ressourcen der Region. Dies spiegelt sich auch in der engen Zusammenarbeit mit lokalen Unternehmen wider. Zu den langjährigen Kooperationspartnern zählen die BASF in Hiltrup, die Westfalen AG und die Westfälische Wilhelms-Universität. Diese Partnerschaften ermöglichen den Lernenden einen praxisnahen Einblick in die Berufswelt, besonders in den Bereichen Naturwissenschaften, Technik und Industrie, und fördern somit die Berufs- und Studienorientierung.

Konkrete Übereinkünfte zum Lehren und Lernen im Fach Chemie

1. Ergebnis- und Standardorientierung

Wir vereinbaren, dass der Chemieunterricht sich an den Bildungsstandards und Fachanforderungen orientiert und Lernziele (fachlich, methodisch, sicherheitsbezogen) für die Schülerinnen und Schüler transparent gemacht werden.

2. Kompetenzorientierung

Wir vereinbaren, dass im Chemieunterricht nicht nur Fachwissen, sondern gezielt fachliche Kompetenzen (Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewertung, Fachwissen) aufgebaut, angewendet und reflektiert werden.

3. Klassenführung

Wir vereinbaren, dass im Chemieunterricht klare Regeln für Sicherheit, Materialumgang und Zusammenarbeit gelten und konsequent eingehalten werden, um störungsfreies und sicheres Lernen zu ermöglichen.

4. Schülerorientierung und Umgang mit Heterogenität

Wir vereinbaren, dass unterschiedliche Lernvoraussetzungen, Interessen und Lernwege berücksichtigt werden, z. B. durch differenzierte Aufgaben, Hilfestellungen, Wahlmöglichkeiten und kooperative Lernformen.

5. Kognitive Aktivierung

Wir vereinbaren, dass der Chemieunterricht die Schülerinnen und Schüler durch problemorientierte Fragestellungen, Experimente, Hypothesenbildung und Deutung von Ergebnissen zum Denken und Mitdenken anregt.

6. Lern- und Bildungsangebote

Wir vereinbaren, dass im Chemieunterricht vielfältige Lernangebote genutzt werden (Experimente, Modelle, Texte, digitale Medien), die fachlich korrekt, altersgerecht und sicher gestaltet sind.

7. Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung

Wir vereinbaren, dass Leistungserhebungen im Chemieunterricht transparent und kompetenzorientiert erfolgen und sowohl schriftliche, mündliche als auch praktische Leistungen berücksichtigen.

8. Feedback und Beratung

Wir vereinbaren, dass Schülerinnen und Schüler im Chemieunterricht regelmäßig konstruktives Feedback zu ihrem Lernstand erhalten und Beratung zur Weiterentwicklung ihrer fachlichen Kompetenzen angeboten wird.

9. Bildungssprache und sprachsensibler (Fach-)Unterricht

Wir vereinbaren, dass im Chemieunterricht Fachsprache systematisch aufgebaut wird und sprachliche Hilfen (z. B. Satzstarter, Glossare, Visualisierungen) den fachlichen Lernprozess unterstützen.

10. Lernen und Lehren im digitalen Wandel

Wir vereinbaren, dass digitale Medien im Chemieunterricht sinnvoll eingesetzt werden (z. B. Simulationen, digitale Messwerterfassung, Lernplattformen), um fachliches Lernen zu vertiefen und Medienkompetenz zu fördern.

Übersicht der Unterrichtsvorhaben – Tabellarische Übersicht

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase (ca. 80 UStd.)			
Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler
<p>Unterrichtsvorhaben I</p> <p>Die Anwendungsvielfalt der Alkohole</p> <p><i>Kann Trinkalkohol gleichzeitig Gefahrstoff und Genussmittel sein?</i></p> <p><i>Alkohol(e) auch in Kosmetikartikeln?</i></p> <p>ca. 30 UStd.</p>	<p>Einstiegsdiagnose zur Elektronenpaarbindung, zwischenmolekularen Wechselwirkungen, der Stoffklasse der Alkane und deren Nomenklatur</p> <p>Untersuchungen von Struktur-Eigenschaftsbeziehungen des Ethanols</p> <p>Experimentelle Erarbeitung der Oxidationsreihe der Alkohole</p> <p>Erarbeitung eines Fließschemas zum Abbau von Ethanol im menschlichen Körper</p> <p>Bewertungsaufgabe zur Frage Ethanol – Genuss- oder Gefahrstoff? und Berechnung des Blutalkoholgehaltes</p> <p>Untersuchung von Struktureigenschaftsbeziehungen weiterer Alkohole in Kosmetikartikeln</p> <p>Recherche zur Funktion von Alkoholen in Kosmetikartikeln mit anschließender Bewertung</p>	<p>Inhaltsfeld Organische Stoffklassen</p> <p>– funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe und Estergruppe</p> <p>– Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur,</p> <p>– Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</p> <p>– Konstitutionsisomerie</p> <p>– intermolekulare Wechselwirkungen</p> <p>– Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen – Estersynthese</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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-AkzeptorPrinzip 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), • 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), • stellen Hypothesen zu Struktureigenschaftsbeziehungen einer ausgewählten Stoffklasse auf und untersuchen diese experimentell (E3, E4),

<p><u>Unterrichtsvorhaben II</u></p> <p>Säuren contra Kalk</p> <p><i>Wie kann ein Wasserkocher möglichst schnell entkalkt werden?</i></p> <p><i>Wie lässt sich die Reaktionsgeschwindigkeit bestimmen und beeinflussen?</i></p> <p>ca. 14 UStd.</p>	<p>Planung und Durchführung qualitativer Experimente zum Entkalken von Gegenständen aus dem Haushalt mit ausgewählten Säuren</p> <p>Definition der Reaktionsgeschwindigkeit und deren quantitative Erfassung durch Auswertung entsprechender Messreihen</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung der Funktionsweise eines Katalysators und Betrachtung unterschiedlicher Anwendungsbereiche in Industrie und Alltag</p>	<p>Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9), • überprüfen aufgestellte Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit durch Untersuchungen des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion (E3, E4, E10, S9), • definieren die Durchschnittsgeschwindigkeit chemischer Reaktionen und ermitteln diese grafisch aus experimentellen Daten (E5, K7, K9), • 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)
---	---	--	--

<p>Unterrichtsvorhaben III</p> <p>Aroma- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln</p> <p><i>Fußnoten in der Speisekarte – Was verbirgt sich hinter den sogenannten ENummern?</i></p> <p><i>Fruchtiger Duft im Industriegebiet – Wenn mehr Frucht benötigt wird als angebaut werden kann ca. 16 UStd.</i></p>	<p>Materialgestützte Erarbeitung der Stoffklasse der Carbonsäuren hinsichtlich ihres Einsatzes als Lebensmittelzusatzstoff und experimentelle Untersuchung der konservierenden Wirkung ausgewählter Carbonsäuren</p> <p>Experimentelle Herstellung eines Fruchtaromas und Auswertung des Versuches mit Blick auf die Erarbeitung und Einführung der Stoffklasse der Ester und ihrer Nomenklatur sowie des chemischen Gleichgewichts</p> <p>Veranschaulichung des chemischen Gleichgewichts durch ausgewählte Modellexperimente</p> <p>Diskussion um die Ausbeute nach Herleitung und Einführung des Massenwirkungsgesetzes</p> <p>Erstellung eines informierenden Blogeintrages, der über natürliche, naturidentische und synthetische Aromastoffe aufklärt</p> <p>Bewertung des Einsatzes von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie</p>	<p>Inhaltsfeld Organische Stoffklassen</p> <ul style="list-style-type: none"> – funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxylgruppe und Estergruppe – Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur, – Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) – Konstitutionsisomerie – intermolekulare Wechselwirkungen – Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen – Estersynthese <p>Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</p> <ul style="list-style-type: none"> – Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit – Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (K_c) – natürlicher Stoffkreislauf <ul style="list-style-type: none"> – technisches Verfahren – Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck - Katalyse 	<ul style="list-style-type: none"> • 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), • führen Estersynthesen durch und leiten aus Stoffeigenschaften der erhaltenen Produkte Hypothesen zum strukturellen Aufbau der Estergruppe ab (E3, E5), 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), • beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10), bestimmen rechnerisch Gleichgewichtslagen ausgewählter Reaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und interpretieren diese (S7, S8, S17), • simulieren den chemischen Gleichgewichtszustand als dynamisches Gleichgewicht auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge (E6, E9, S15,
---	--	--	---

<p><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u></p> <p>Kohlenstoffkreislauf und Klima</p> <p><i>Welche Auswirkungen hat ein Anstieg der Emission an Kohlenstoffdioxid auf die Versauerung der Meere?</i></p> <p><i>Welchen Beitrag kann die chemische Industrie durch die Produktion eines synthetischen Kraftstoffes zur Bewältigung der Klimakrise leisten? ca. 20 UStd.</i></p>	<p>Materialgestützte Erarbeitung des natürlichen Kohlenstoffkreislaufes</p> <p>Fokussierung auf anthropogene Einflüsse hinsichtlich zusätzlicher Kohlenstoffdioxidemissionen</p> <p>Exemplarische Vertiefung durch experimentelle Erarbeitung des Kohlensäure-Kohlenstoffdioxid-Gleichgewichtes und Erarbeitung des Prinzips von Le Chatelier</p> <p>Beurteilen die Folgen des menschlichen Eingriffs in natürliche Stoffkreisläufe</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung der Methanolsynthese im Rahmen der Diskussion um alternative Antriebe in der Binnenschifffahrt</p>	<p>Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 Gleichgewichtes nach dem Prinzip von Le Chatelier auch im Zusammenhang mit einem technischen Verfahren (S8, S15, K10), 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 einem natürlichen Stoffkreislauf (B2, B4, S5, K1, K2, K3, K4, K12), • bewerten die Folgen eines Eingriffs in einen Stoffkreislauf mit Blick auf Gleichgewichtsprozesse in aktuellgesellschaftlichen Zusammenhängen (B12, B13, B14, S5, E12, K13).
--	---	--	--

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase I – Grundkurs (ca. 90 UStd.)			
Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler
<p>Unterrichtsvorhaben I</p> <p>Saure und basische Reiniger im Haushalt</p> <p><i>Welche Wirkung haben Säuren und Basen in sauren und basischen Reinigern?</i></p> <p><i>Wie lässt sich die unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktionen Essigsäure mit Kalk und Salzsäure mit Kalk erklären?</i></p> <p><i>Wie lässt sich die Säure- bzw. Basenkonzentration bestimmen?</i></p> <p><i>Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?</i></p> <p>ca. 32 UStd.</p>	<p>Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten sauren, alkalischen und neutralen Reinigern zur Wiederholung bzw. Einführung des Säure-Base-Konzepts nach Brønsted, der pH-Wert-Skala einschließlich pH-Wert-Berechnungen von starken Säuren und Basen</p> <p>Vergleich der Reaktion von Kalk mit Essigreiniger und Urinsteinlöser auf Salzsäurebasis zur Wiederholung des chemischen Gleichgewichts und Ableitung des pKs-Werts von schwachen Säuren</p> <p>Praktikum zur Konzentrationsbestimmung der Säuren- und Basenkonzentration in verschiedenen Reinigern (Essigreiniger, Urinsteinlöser, Abflussreiniger) mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt</p> <p>Erarbeitung von Praxistipps für die sichere Nutzung von Reinigern im Haushalt zur Beurteilung von sauren und basischen Reinigern hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihres Gefahrenpotentials</p>	<p>Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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 	<ul style="list-style-type: none"> • klassifizieren die auch in Alltagsprodukten identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysegleichungen (S1, S6, S7, S16, K6), (VB B Z6) • 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), • planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung von

	<p>Experimentelle Untersuchung von Möglichkeiten zur Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung des Enthalpiebegriffs am Beispiel der Neutralisationsenthalpie im Kontext der fachgerechten Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen</p>		<p>Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4),</p> <ul style="list-style-type: none"> • führen das Verfahren einer SäureBase-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), • (MKR 2.1, 2.2) • 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), (VB B Z3, Z6) • 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).
--	---	--	--

<p>Unterrichtsvorhaben III</p> <p>Mobile Energieträger im Vergleich</p> <p><i>Wie unterscheiden sich die Spannungen verschiedener Redoxsysteme?</i></p> <p><i>Wie sind Batterien und Akkumulatoren aufgebaut?</i></p> <p><i>Welcher Akkumulator ist für den Ausgleich von Spannungsschwankungen bei regenerativen Energien geeignet?</i></p> <p>ca. 18 UStd.</p>	<p>Analyse der Bestandteile von Batterien anhand von Anschauungsobjekten; Diagnose bekannter Inhalte aus der SI</p> <p>Experimente zu Reaktionen von verschiedenen Metallen und Salzlösungen (Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen, Wiederholung der Ionenbindung, Erarbeitung der Metallbindung)</p> <p>Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element): Messung von Spannung und Stromfluss (elektrochemische Doppelschicht)</p> <p>virtuelles Messen von weiteren galvanischen Zellen, Berechnung der Zellspannung bei Standardbedingungen (Bildung von Hypothesen zur Spannungsreihe, Einführung der Spannungsreihe)</p>	<p>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 	
--	--	--	--

	<p>Hypothesenentwicklung zum Ablauf von Redoxreaktionen und experimentelle Überprüfung</p> <p>Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle, Laden und Entladen eines Zink-Luft-Akkus (Vergleich galvanische Zelle – Elektrolyse)</p> <p>Lernzirkel zu Batterie- und Akkutypen</p> <p>Lernaufgabe: Bedeutung von Akkumulatoren für den Ausgleich von Spannungsschwankungen bei der Nutzung regenerativen Stromquellen</p>		
--	--	--	--

<p><u>Unterrichtsvorhaben IV</u></p> <p>Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?</p> <p><i>Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion</i></p>	<p>Entwicklung von Kriterien zum Autokauf in Bezug auf verschiedene Treibstoffe (Wasserstoff, Erdgas, Autogas, Benzin und Diesel)</p> <p>Untersuchen der Verbrennungsreaktionen von Erdgas, Autogas, Wasserstoff, Benzin (Heptan) und Diesel</p>	<p>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen - Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische 	
--	--	--	--

<p><i>verschiedener Energieträger freigesetzt?</i></p> <p><i>Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle?</i></p> <p><i>Welche Vor- und Nachteile hat die Verwendung der verschiedenen Energieträger?</i></p> <p>ca. 19 UStd.</p>	<p>(Heizöl): Nachweisreaktion der Verbrennungsprodukte, Aufstellen der Redoxreaktionen, energetische Betrachtung der Redoxreaktionen (Grundlagen der chemischen Energetik), Ermittlung der Reaktionsenthalpie, Berechnung der Verbrennungsenthalpie</p> <p>Wasserstoff als Autoantrieb: Verbrennungsreaktion in der Brennstoffzelle (Erarbeitung der heterogenen Katalyse); Aufbau der PEM-Brennstoffzelle</p> <p>Schülerversuch: Bestimmung des energetischen Wirkungsgrads der PEM-Brennstoffzelle</p> <p>Versuch: Elektrolyse von Wasser zur Gewinnung von Wasserstoff (energetische und stoffliche Betrachtung)</p> <p>Podiumsdiskussion zum Einsatz der verschiedenen Energieträger im Auto mit Blick auf eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität mit festgelegten Positionen / Verfassen eines Beratungstextes (Blogeintrag) für den Autokauf mit Blick auf eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität (Berechnung zu verschiedenen Antriebstechniken, z. B. des Energiewirkungsgrads auch</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung Elektrolyse - alternative Energieträger - Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz - energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11), • (MKR 1.2) erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements • (S7, S12, K8), interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen als Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit (S3, E11), ermitteln auch rechnerisch die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter • Anwendung des Satzes von Hess (E4, E7, S17, K2), bewerten die Verbrennung fossiler Energieträger und elektrochemische Energiewandler hinsichtlich Effizienz und Nachhaltigkeit auch mithilfe von recherchierten thermodynamischen Daten (B2, B4, E8, K3, K12), (VB D Z1, Z3)
--	---	--	--

	unter Einbeziehung des Elektroantriebs aus UV III)		
--	--	--	--

<p><u>Unterrichtsvorhaben V</u></p> <p>Korrosion von Metallen</p> <p><i>Wie kann man Metalle vor Korrosion schützen?</i></p> <p>ca. 8 UStd.</p>	<p>Erarbeitung einer Mindmap von Korrosionsfolgen anhand von Abbildungen, Materialproben, Informationen zu den Kosten und ökologischen Folgen</p> <p>Experimentelle Untersuchungen zur Säure- und Sauerstoffkorrosion, Bildung eines Lokalelements, Opferanode</p> <p>Experimente zu Korrosionsschutzmaßnahmen entwickeln und experimentell überprüfen</p> <p>Diskussion der Nachhaltigkeit verschiedener Korrosionsschutzmaßnahmen</p>	<p>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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), entwickeln eigenständig ausgewählte Experimente zum Korrosionsschutz (Galvanik, Opferanode) und führen sie durch (E1, E4, E5), (VB D Z3) beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1). (VB D Z3)
---	---	--	---

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase I – Leistungskurs (ca. 150 UStd.)

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler
--	--	--	---

<p>Unterrichtsvorhaben I</p> <p>Saure und basische Reiniger</p> <p><i>Welche Wirkung haben Säuren und Basen in sauren und basischen Reinigern?</i></p> <p><i>Wie lässt sich die unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktionen Essigsäure mit Kalk und Salzsäure mit Kalk erklären?</i></p> <p><i>Wie lassen sich die Konzentrationen von starken und schwachen Säuren und Basen in sauren und alkalischen Reinigern bestimmen?</i></p> <p><i>Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?</i></p> <p>ca. 40 UStd.</p>	<p>Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten sauren, alkalischen und neutralen Reinigern zur Wiederholung bzw. Einführung des Säure-Base-Konzepts nach Brønsted, der pH-Wert-Skala einschließlich pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen</p> <p>Vergleich der Reaktion von Kalk mit Essigreiner und Urinsteinlöser auf Salzsäurebasis zur Wiederholung des chemischen Gleichgewichts und zur Ableitung des pK_S-Werts von schwachen Säuren</p> <p>Ableitung des pK_B-Werts von schwachen Basen</p> <p>pH-Wert-Berechnungen von starken und schwachen Säuren und Basen in verschiedenen Reinigern (Essigreiner, Urinsteinlöser, Abflussreiniger, Fensterreiniger) zur Auswahl geeigneter Indikatoren im Rahmen der Konzentrationsbestimmung mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt</p> <p>Praktikum zur Konzentrationsbestimmung Säuren und Basen in verschiedenen Reinigern auch unter Berücksichtigung mehrprotoniger Säuren</p>	<p>Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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-Titrationen (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wertmessung - energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie - Entropie - Ionengitter, Ionenbindung 	<ul style="list-style-type: none"> • 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), (VB B Z6) • 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), • 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
--	---	---	---

	<p>Erarbeitung von Praxistipps für die sichere Nutzung von Reinigern im Haushalt zur Beurteilung von sauren und basischen Reinigern hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihres Gefahrenpotentials</p> <p>Experimentelle Untersuchung von Möglichkeiten zur Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung des Enthalpiebegriffs am Beispiel der Neutralisationsenthalpie im Kontext der fachgerechten Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen</p>		<ul style="list-style-type: none"> • (Prinzip der Energieerhaltung) (S3, S10), erläutern die Neutralisationsreaktion unter • Berücksichtigung der Neutralisationsenthalpie (S3, S12), planen hypothesengeleitet Experimente zur • Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4), führen das Verfahren einer SäureBase-Titration mit Endpunktbestimmung mittels Indikator 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), (MKR 2.1, 2.2) • 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), (VB B Z3, Z6) • 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).
--	---	--	---

<u>Unterrichtsvorhaben II</u>	Einstiegsdiagnose zur Ionenbindung	Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren	<ul style="list-style-type: none">• erläutern die Wirkung eines Puffer-
--------------------------------------	------------------------------------	--	---

<p>Salze – hilfreich und lebensnotwendig!</p> <p><i>Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salze?</i></p> <p><i>Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen?</i></p> <p><i>Welche Bedeutung haben Salze für den menschlichen Körper?</i></p> <p>ca. 26 UStd.</p>	<p>Praktikum zu den Eigenschaften von Salzen und zu ausgewählten Nachweisreaktionen der verschiedenen Ionen in den Salzen</p> <p>Untersuchung der Löslichkeit schwerlöslicher Salze zur Einführung des Löslichkeitsprodukts am Beispiel der Halogenid-Nachweise mit Silbernitrat</p> <p>Praktikum zur Untersuchung der Lösungswärme verschiedener Salze zur Beurteilung der Eignung für den Einsatz in selbsterhitzenden und kühlenden Verpackungen</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung einer Erklärung von endothermen Lösungsvorgängen zur Einführung der Entropie</p> <p>Bewertungsaufgabe zur Nutzung von selbsterhitzenden Verpackungen</p> <p>Recherche zur Verwendung, Wirksamkeit und möglichen Gefahren verschiedener ausgewählter Salze in Alltagsbezügen einschließlich einer kritischen Reflexion</p> <p>Recherche zur Bedeutung von Salzen für den menschlichen Körper (Regulation des Wasserhaushalts, Funktion der Nerven und Muskeln, Regulation des Säure-Base-Haushalts etc.)</p>	<p>Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure/Base-Konstanten (K_S, pK_{S_1}, K_B, pK_B), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (K_c), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, Puffersysteme</p> <p>Löslichkeitsgleichgewichte</p> <p>analytische Verfahren:</p> <p>Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wertmessung</p> <p>energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie</p> <p>Entropie</p> <p>Ionengitter, Ionenbindung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • systems auf Grundlage seiner Zusammensetzung (S2, S7, S16), berechnen den pH-Wert von • Puffersystemen anhand der HendersonHasselbalch-Gleichung (S17), 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), weisen ausgewählte Ionensorten (Halogenid-Ionen, Ammonium-Ionen, Carbonat-Ionen) salzartiger Verbindungen qualitativ nach (E5), interpretieren die Messdaten von • Lösungsenthalpien verschiedener Salze unter Berücksichtigung der Entropie (S12, E8), 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), (VB B Z3, Z6) 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). (VB B Z3)
---	--	---	--

	<p>Materialgestützte Erarbeitung der Funktion und Zusammensetzung von Puffersystemen im Kontext des menschlichen Körpers (z. B. Kohlensäure-Hydrogencarbonatpuffer im</p>		
--	---	--	--

	<p>Blut, Dihydrogenphosphat-Hydrogenphosphatpuffer im Speichel, Ammoniak-Ammoniumpuffer in der Niere) einschließlich der gesundheitlichen Folgen bei Veränderungen der pH-Werte in den entsprechenden Körperflüssigkeiten</p> <p>Anwendungsaufgaben zum Löslichkeitsprodukt im Kontext der menschlichen Gesundheit (z. B. Bildung von Zahnstein oder Nierensteinen, Funktion von Magnesiumhydroxid als Antazidum)</p>		
--	---	--	--

<p>Unterrichtsvorhaben III</p> <p>Mobile Energieträger im Vergleich</p> <p><i>Welche Faktoren bestimmen die Spannung und die Stromstärke zwischen verschiedenen Redoxsystemen?</i></p> <p><i>Wie sind Batterien und Akkumulatoren aufgebaut?</i></p> <p><i>Wie kann die Leistung von Akkumulatoren berechnet und bewertet werden?</i></p> <p>ca. 24 USt.</p>	<p>Analyse der Bestandteile von Batterien anhand von Anschauungsobjekten; Diagnose bekannter Inhalte aus der SI</p> <p>Experimente zu Reaktionen von verschiedenen Metallen und Salzlösungen (Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen, Wiederholung der Ionenbindung, Erarbeitung der Metallbindung)</p> <p>Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element): Messung von Spannung und Stromfluss (elektrochemische Doppelschicht)</p> <p>Messen von weiteren galvanischen Zellen, Berechnung der Zellspannung bei Standardbedingungen (mithilfe von Animationen), Bildung von Hypothesen zur Spannungsreihe, Einführung der Spannungsreihe</p> <p>Hypothesenentwicklung zum Ablauf von Redoxreaktionen und experimentelle Überprüfung</p>	<p>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-HelmholtzGleichung, heterogene Katalyse 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des • DonatorAkzeptor-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), (MKR 1.2) 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
--	--	---	---

	<p>Messen der Zellspannung verschiedener Konzentrationszellen und Ableiten der Nernst-Gleichung zur Überprüfung der Messergebnisse</p> <p>Berechnung der Leistung verschiedener galvanischer Zellen auch unter Nicht-Standardbedingungen</p> <p>Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle, Laden und Entladen eines Zink-Luft-Akkus (Vergleich galvanische Zelle – Elektrolyse)</p> <p>Lernzirkel zu Batterie- und Akkutypen</p> <p>Lernaufgabe Bewertung: Vergleich der Leistung, Ladezyklen, Energiedichte verschiedener Akkumulatoren für verschiedene Einsatzgebiete; Diskussion des Einsatzes mit Blick auf nachhaltiges Handeln (Kriterienentwicklung)</p>		<ul style="list-style-type: none"> • (S10, S12, S16, K9), erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements • (S7, S16, K10), entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metall- und Nichtmetallatomen sowie Ionen und überprüfen diese experimentell • (E3, E4, E5, E10), ermitteln Messdaten ausgewählter galvanischer Zellen zur Einordnung in die elektrochemische Spannungsreihe (E6, E8), erklären die Herleitung elektrochemischer und thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8), 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)
--	---	--	---

<p>Unterrichtsvorhaben IV</p> <p>Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?</p> <p><i>Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener Energieträger freigesetzt?</i></p>	<p>Entwicklung von Kriterien zum Autokauf in Bezug auf verschiedene Treibstoffe (Wasserstoff, Erdgas, Autogas, Benzin und Diesel)</p> <p>Untersuchen der Verbrennungsreaktionen von Erdgas, Autogas, Wasserstoff, Benzin (Heptan) und Diesel (Heizöl): Nachweisreaktion der Verbrennungsprodukte, Aufstellen der</p>	<p>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen - galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 heteroge-
	<p>Lernaufgabe: Wasserstoff – Bus, Bahn oder Flugzeug? Verfassen eines Beitrags für ein Reisemagazin (siehe Unterstützungsmaterial).</p>		

<p>Unterrichtsvorhaben V</p> <p>Korrosion von Metallen</p> <p><i>Wie kann man Metalle nachhaltig vor Korrosion schützen?</i></p> <p>ca. 12 UStd.</p>	<p>Erarbeitung einer Mindmap von Korrosionsfolgen anhand von Abbildungen, Materialproben, Informationen zu den Kosten und ökologischen Folgen</p> <p>Experimentelle Untersuchungen zur Säure- und Sauerstoffkorrosion, Bildung eines Lokalelements, Opferanode</p> <p>Experimente zu Korrosionsschutzmaßnahmen entwickeln und experimentell überprüfen (Opferanode, Galvanik mit Berechnung von abgeschiedener Masse und benötigter Ladungsmenge)</p> <p>Diskussion der Nachhaltigkeit verschiedener Korrosionsschutzmaßnahmen</p> <p>Lern-/Bewertungsaufgabe: Darstellung der elektrolytischen Metallgewinnungsmöglichkeiten und Berechnung der Ausbeute im Verhältnis der eingesetzten Energie</p>	<p>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 	<ul style="list-style-type: none"> • berechnen Stoffumsätze unter Anwendung der Faraday-Gesetze (S3, S17), erklären die Herleitung • elektrochemischer und thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8), • 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), (VBD Z3) diskutieren ökologische und ökonomische Aspekte der elektrolytischen Gewinnung eines Stoffes unter Berücksichtigung der Faraday-Gesetze (B10, B13, E8, K13), • (VBD Z3) beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1). (VBD Z3)
<p>Unterrichtsvorhaben VI</p> <p>Quantitative Analyse von Produkten des Alltags</p>	<p>Wiederholung der Konzentrationsbestimmung mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt am Beispiel der Bestimmung des Essigsäuregehalts in Speiseessig</p>	<p>Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protolysereaktionen: Säure-Basekonzept nach Brønsted, Säure/Base-Konstanten (KS, pK_s, KB, 	<ul style="list-style-type: none"> • 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),

<p><i>Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle?</i></p> <p><i>Wie beeinflussen Temperatur und Elektrodenmaterial die Leistung eines Akkus?</i></p> <p>ca. 30 UStd.</p>	<p>Redoxreaktionen, energetische Betrachtung der Redoxreaktionen (Grundlagen der chemischen Energetik), Ermittlung der Reaktionsenthalpie, Berechnung der Verbrennungsenthalpie</p> <p>Wasserstoff als Autoantrieb: Vergleich der Verbrennungsreaktion in der Brennstoffzelle mit der Verbrennung von Wasserstoff (Vergleich der Enthalpie: Unterscheidung von Wärme und elektrischer Arbeit; Erarbeitung der heterogenen Katalyse); Aufbau der PEM-Brennstoffzelle,</p> <p>Schülerversuch: Bestimmung des energetischen Wirkungsgrads der PEM-Brennstoffzelle</p> <p>Versuch: Elektrolyse von Wasser zur Gewinnung von Wasserstoff (energetische und stoffliche Betrachtung, Herleitung der Faraday-Gesetze)</p> <p>Herleitung der Gibbs-Helmholtz-Gleichung mit Versuchen an einem Kupfer-Silber-Element und der Brennstoffzelle</p> <p>Vergleich von Brennstoffzelle und Akkumulator: Warum ist die Leistung eines Akkumulators temperaturabhängig? (Versuch: Potentialmessung in Abhängigkeit von der Temperatur zur Ermittlung der freien Enthalpie) Vergleich von Haupt- und Nebenreaktionen in galvanischen Zellen zur Erklärung des Zweiten Hauptsatzes</p>	<ul style="list-style-type: none"> - (Nernst-Gleichung) - Elektrolyse: Faraday-Gesetze, - Zersetzungsspannung (Überspannung) - Redoxtitration alternative - Energieträger - Energiespeicherung - Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz - energetische Aspekte: Erster Hauptsatz und Zweiter der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse 	<ul style="list-style-type: none"> • nen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11), erklären die für eine Elektrolyse benötigte Zersetzungsspannung unter • Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (S12, K8), 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), 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), ermitteln die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess auch rechnerisch (E2, E4, E7, S16, S17, K2), bewerten auch unter Berücksichtigung des energetischen Wirkungsgrads fossile und elektrochemische Energiequellen (B2, B4, K3, K12).
--	---	--	--

<p>Wie hoch ist die Säurekonzentration in verschiedenen Lebensmitteln?</p> <p>ca. 18 UStd.</p>	<p>Bestimmung der Essigsäurekonzentration in Aceto Balsamico zur Einführung der potentiometrischen pH-Wertmessung einschließlich der Ableitung und Berechnung von Titrationskurven</p> <p>Aufbau und Funktionsweise einer pHElektrode (Nernst-Gleichung)</p> <p>Anwendungsmöglichkeit der Nernstgleichung zur Bestimmung der Metallionenkonzentration</p> <p>Projektunterricht zur Bestimmung des Säure-Gehalts in Lebensmitteln z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zitronensäure in Orangen - Milchsäure in Joghurt - Oxalsäure in Rhabarber - Weinsäure in Weißwein - Phosphorsäure in Cola <p>Bestimmung des Gehalts an Konservierungsmitteln bzw. Antioxidantien in Getränken (z. B. schwefeliger Säure im Wein, Ascorbinsäure in Fruchtsäften) zur Einführung der Redoxtitration</p> <p>Bewertungsaufgabe zur kritischen Reflexion zur Nutzung von Konservierungsmitteln bzw. Antioxidantien anhand erhobener Messdaten</p>	<p>pK_B), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (K_c), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, Puffersysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> - Löslichkeitsgleichgewichte - analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrations (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wertmessung - energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie - Entropie - Ionengitter, Ionenbindung <p>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 	<ul style="list-style-type: none"> • planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in • Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4), werten pH-metrische Titrations von ein- und mehrprotonigen Säuren aus und erläutern den Verlauf der Titrationskurven auch bei • unvollständiger Protolyse (S9, E8, E10, K7), 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 SäureBase-Titrationsverfahren hinsichtlich ihrer • Angemessenheit und Grenzen (B3, K8, K9), wenden das Verfahren der Redoxtitration zur Ermittlung der Konzentration eines Stoffes • begründet an (E5, S3, K10). <p>ermitteln die Ionenkonzentration von ausgewählten Metall- und Nichtmetallionen mithilfe der Nernst-Gleichung aus Messdaten galvanischer Zellen (E6, E8, S17, K5)</p>
--	--	--	---

Grundsätze der fachdidaktischen und fachmethodischen Arbeit

- Schülerinnen und Schüler werden in dem Prozess unterstützt, selbstständige, eigenverantwortliche, selbstbewusste, sozial kompetente und engagierte Persönlichkeiten zu werden.
- Der Unterricht nimmt insbesondere in der Einführungsphase Rücksicht auf die unterschiedlichen Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler.
- Geeignete Problemstellungen bestimmen die Struktur der Lernprozesse.
- Die Unterrichtsgestaltung ist grundsätzlich kompetenzorientiert angelegt.
- Der Unterricht vermittelt einen kompetenten Umgang mit Medien. Dies betrifft sowohl die private Mediennutzung als auch die Verwendung verschiedener Medien zur Präsentation von Arbeitsergebnissen.
- Der Unterricht fördert das selbstständige Lernen und Finden individueller Lösungswege sowie die Kooperationsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler.
- Die Schülerinnen und Schüler werden in die Planung der Unterrichtsgestaltung einbezogen.
- Der Unterricht wird gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern evaluiert.
- Die Schülerinnen und Schüler erfahren regelmäßige, kriterienorientierte Rückmeldungen zu ihren Leistungen.
- In verschiedenen Unterrichtsvorhaben werden fächerübergreifende Aspekte berücksichtigt.

Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Bei den in der Übersicht angegebenen Kriterien handelt es sich um einen Querschnitt, d.h. dass nicht jedes Kriterium zu jedem Zeitpunkt in jeder beliebigen Unterrichtsreihe Verwendung finden kann. Generell ist jedoch darauf zu achten, dass den Schülerinnen und Schülern Gelegenheit gegeben wird, in möglichst vielen unterschiedlichen Überprüfungsformen ihr Können unter Beweis zu stellen.

Die Bewertung der Beiträge der Lernenden sollte sich zudem daran orientieren, ob es sich um Reproduktion, Anwendung oder Transferleistungen handelt.

Im Hinblick auf die S II wird im Übrigen auf die entsprechenden Richtlinien und Lehrpläne verwiesen.

Die Fachschaft legt fest, dass ca. 2/3 der Sonstigen Mitarbeitsnote durch die Bereiche Versuche und mündliche Mitarbeit erbracht werden, ca. 1/3 durch sonstige Leistungen wie z.B. Referate, Schriftliche Übungen („Tests“), Einzelleistungen, Lernplakate, Heftführung, etc. (s. Übersicht).

Durch regelmäßige Dokumentation der Leistungen soll gewährt werden, dass den Schülerinnen und Schülern auf Anfrage Auskunft über ihren Leistungsstand gegeben werden kann. Dabei ist die Angabe eines Notenbereichs ausreichend.

Zur Reduzierung der Belastung der Schülerinnen und Schüler werden folgende Vorschläge gemacht:

- Am selben Tag sollen nicht eine Klassenarbeit und eine schriftliche Übung geschrieben werden. Zur besseren Übersicht sollen Schriftliche Übungen auch in den Terminplan für Klassenarbeiten im Lehrerzimmer eingetragen werden.
- Es sollen möglichst nicht mehr Schriftliche Übungen pro Halbjahr geschrieben werden als Stunden pro Woche unterrichtet werden.

Die Schülerinnen und Schüler werden zu Schuljahresbeginn auf den Stellenwert der schriftlichen Übungen im Hinblick auf die Gesamtleistung informiert (Schriftliche Übungen haben nicht den Rang einer Klassenarbeit; sie sind wie eine mündliche Einzelleistung zu werten).

Übersicht

Kriterien für die S I	Kriterien für die S II als schriftliches Fach	Kriterien für die S II als mündliches Fach
<p>Sonstige Mitarbeit im Unterricht</p> <p>Mitarbeit in Arbeitsphasen z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Experimente, Untersuchungen, Beobachtungen, - Einzelarbeit - Unterrichtsgespräch 	<p>Sonstige Mitarbeit im Unterricht</p> <p>Mitarbeit in Arbeitsphasen z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Experimente, Untersuchungen, Beobachtungen, - Einzelarbeit - Unterrichtsgespräch 	<p>Sonstige Mitarbeit im Unterricht</p> <p>Mitarbeit in Arbeitsphasen z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Experimente, Untersuchungen, Beobachtungen, - Einzelarbeit - Unterrichtsgespräch
<p>Gewichtung: ca. 2/3</p>	<p>Zusätzliche Lernleistungen</p>	<p>Zusätzliche Lernleistungen</p>
<p>Weitere Lernleistungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Partnerarbeit • Gruppenarbeit • kooperatives Arbeiten • schriftliche Übung/Test • Referat, Präsentation • Heft/Mappe • Lernplakat • Protokoll, Zeichnungen • Portfolio/Tagebuch 	<ul style="list-style-type: none"> - schriftliche Übung/Test - Referat - Präsentation - Protokoll 	<ul style="list-style-type: none"> - schriftliche Übung/Test - Referat - Präsentation - Protokoll <p>Gewichtung falls angewandt: ca. 10-20%</p>
<p>1-2 Aspekte sollten in jedem Halbjahr berücksichtigt werden.</p>		
<p>Gewichtung: ca. 1/3</p>	<p>Gewichtung: 50%</p>	
	<p>SII: Klausur / Facharbeit</p>	
	<p>Gewichtung: ca. 50%</p>	

Dauer der Klausuren in der Einführungsphase

Zwei Klausuren pro Halbjahr (90 Min)

Dauer der Klausuren in der Qualifikationsphase

Grundkurs

Kriterium	Q1.1	Q1.2	Q2.1	Q2.2
Klausurdauer	135 min	135 min	180 min	255 min (inklusive 30 min)
Anzahl Aufgaben	2	2	3*	3**
Zeit pro Aufgabe	60 min	60 min	60 min	75 min
BE pro Aufgabe	25	25	25	30
BE pro Klausur	50	50	75	90

Leistungskurs

Kriterium	Q1.1	Q1.2	Q2.1	Q2.2
Klausurdauer	150 min	180 min	225 min	300 min (inklusive 30 min)
Anzahl Aufgaben	2	2	3*	3**
Zeit pro Aufgabe	75 min	75 min	75 min	90 min
BE pro Aufgabe	30	30	30	40
BE pro Klausur	60	60	90	120

*** Gewichtung der Aufgaben kann bezogen auf Zeit pro Aufgabe und Anzahl der BE variieren**

**** Von vier Aufgaben, die den Lernenden zur Auswahl gestellt werden Zuordnung der Notenstufen zu der Gesamtzahl der erreichten Bewertungseinheiten**

95% ergibt die Note 1+	(15 Punkte)
90% ergibt die Note 1	(14 Punkte)
85% ergibt die Note 1-	(13 Punkte)
80% ergibt die Note 2+	(12 Punkte)
75% ergibt die Note 2	(11 Punkte)
70% ergibt die Note 2-	(10 Punkte)
65% ergibt die Note 3+	(9 Punkte)
60% ergibt die Note 3	(8 Punkte)
55% ergibt die Note 3-	(7 Punkte)
50% ergibt die Note 4+	(6 Punkte)
45% ergibt die Note 4	(5 Punkte)
40% ergibt die Note 4-	(4 Punkte)
33% ergibt die Note 5+	(3 Punkte)
27% ergibt die Note 5	(2 Punkte)
20% ergibt die Note 5-	(1 Punkte)
< 20% ergibt die Note 6.	(0 Punkte)

Zur Transparenz der Bewertung der mündlichen Mitarbeit können den SuS folgende Schemata an die Hand gegeben oder präsentiert werden:

Note	Leistung
1	Jede Stunde und bei jedem Thema aktive und regelmäßige Beteiligung aus eigenem Antrieb – stets konzentrierte Mitarbeit – sehr schnelle Auffassungsgabe – sprachlich differenzierte und durchdachte Beiträge – überdenkt die eigene Position selbstkritisch – geht auf Beiträge anderer ein – kann gedanklich komplexe Problemstellungen erfassen – antwortet korrekt auf Fragen der Lehrkraft.
SchulG § 48 (3)	Die Note „sehr gut“ soll erteilt werden, wenn die Leistung den Anforderungen im besonderen Maße entspricht.
2	Jede Stunde und bei jedem Thema aktive und regelmäßige Beteiligung aus eigenem Antrieb – konzentrierte Mitarbeit – schnelle Auffassungsgabe – sprachlich differenzierte und durchdachte Beiträge – überdenkt die eigene Position selbstkritisch – geht in der Regel auf Beiträge anderer ein – kann gedanklich komplexe Problemstellungen erfassen – antwortet in der Regel korrekt auf Fragen der Lehrkraft.
SchulG § 48 (3)	Die Note „gut“ soll erteilt werden, wenn die Leistung den Anforderungen voll entspricht.

3	Aktive Beteiligung – zuverlässige Mitarbeit – Hausaufgaben entsprechen im Wesentlichen den Anforderungen – Arbeitsaufträge werden zuverlässig erfüllt – Fragen der Lehrkraft werden überwiegend korrekt beantwortet – einige der unter 2 angeführten Kriterien werden nicht erfüllt.
SchulG § 48 (3)	Die Note „befriedigend“ soll erteilt werden, wenn die Leistung im Allgemeinen den Anforderungen entspricht.
4	Seltene Beteiligung, meist nicht aus eigenem Antrieb – auf Nachfrage sinnvolle Beiträge – überwiegend reproduktive Beiträge – Mängel im Erfassen komplexer Problemstellungen – Beiträge weichen bisweilen vom Thema ab – bisweilen vorschnelle, wenig durchdachte Beiträge.
SchulG § 48 (3)	Die Note „ausreichend“ soll erteilt werden, wenn die Leistung zwar Mängel aufweist, aber im Ganzen den Anforderungen noch entspricht.
5	Kaum Mitarbeit aus eigenem Antrieb – auf Nachfrage unvollständige und unzureichende Antworten – nahezu ausschließlich reproduktive Beiträge – Arbeitsaufträge werden nachlässig erledigt – vorschnelle und wenig durchdachte Beiträge.
SchulG § 48 (3)	Die Note „mangelhaft“ soll erteilt werden, wenn die Leistung den Anforderungen nicht entspricht, jedoch erkennen lässt, dass die notwendigen Grundkenntnisse vorhanden sind und die Mängel in absehbarer Zeit behoben werden können.
6	Keine Beteiligung – kann dem Unterricht nicht folgen
SchulG § 48 (3)	Die Note „ungenügend“ soll erteilt werden, wenn die Leistung den Anforderungen nicht entspricht und selbst die Grundkenntnisse so lückenhaft sind, dass die Mängel in absehbarer Zeit nicht behoben werden können.

Bogen zur Selbsteinschätzung der Schüler:

Beurteilungspunkte:	1	2	3	4	5	6
Beteilige ich mich jede Stunde?						
Beteilige ich mich zu jedem Thema?						
Beteilige ich mich immer aus eigenem Antrieb?						
Sind meine Beiträge durchdacht?						
Sind meine Beiträge rein reproduktiv?						
Sind meine Beiträge sprachlich differenziert?						
Sind meine Beiträge immer korrekt?						
Arbeite ich immer konzentriert mit?						
Arbeitsaufträge werden zuverlässig erfüllt?						
Die Hausaufgaben entsprechen immer den Anforderungen?						
Gehe ich auf die Beiträge anderer ein?						
Habe ich eine schnelle Auffassungsgabe?						
Kann ich gedanklich komplexe Problemstellungen erfassen?						

Lehr- und Lernmittel

Chemie – Qualifikationsphase, CC.Buchner-Verlag, 2023