Schulinterner Lehrplan
für die gymnasiale Oberstufe am EKG

Chemie

In der Fassung vom 31.05.2023

Inhalt

Kp.	Inhalt	Seite
1	**Rahmenbedingungen des fachlichen Unterrichts**	3
2	**Unterrichtsvorhaben**	3
2.1.	*Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Einführungsphase*	4
2.2	*Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase GK*	9
2.3	*Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase LK*	19
3	**Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit**	34
4	**Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung**	35
5	**Lehr- und Lernmittel**	
6	**Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen**	
7	**Qualitätssicherung und Evaluation**	

1 Rahmenbedingungen des fachlichen Unterrichts

Derzeit besitzen eine Kolleginnen und drei Kollegen die Fakultas Chemie für die Sekundarstufe II am EKG. Die Fachgruppe stellt das Experiment als zentrales Instrument naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung in den Mittelpunkt des Unterrichtsgeschehens. An diesem Vorhaben orientieren sich die sächliche Ausstattung sowie die konkrete Unterrichtsplanung, die im Rahmen der Curriculumentwicklung auch die Erlangung der durch den Kernlehrplan verbindlich vorgegebenen konzept- und prozessbezogenen Kompetenzen sicherstellt.

Die Fachgruppe Chemie arbeitet bei der Unterrichtsplanung der einzelnen Jahrgangsstufen zusammen und stimmt sich in inhaltlichen wie methodischen Schwerpunktsetzungen ab. Da das EKG in der Oberstufe mit dem Marianne-Weber-Gymnasium (MWG) kooperiert, findet die Abstimmung der Schwerpunkte der Kurshalbjahre auch zwischen beiden Schulen statt.

Die Neuanschaffungen sowie die Verwaltung bestehender Chemikalien, Geräte und weiterer Materialien (Literatur, Arbeitsmaterial für kooperative Unterrichtsformen,…) werden gemeinsam erörtert und umgesetzt. Der Fachbereich verfügt über einen Unterrichtsraum für praktische Übungen, einen Hörsaal sowie einen Lager- und Vorbereitungsraum (Sammlung Chemie).

Die Fachgruppe Chemie ermöglicht Schülerinnen und Schülern die Teilnahme an Wettbewerben und unterstützt sie dabei angemessen. Sie bietet weitere Veranstaltungen im Rahmen der Mädchenförderung und der Orientierung von Grundschülerinnen und Grundschülern an.

2 Entscheidungen zum Unterricht

In der nachfolgenden *Übersicht über die Unterrichtsvorhaben* wird die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Die Übersicht dient dazu, für die einzelnen Jahrgangsstufen allen am Bildungsprozess Beteiligten einen schnellen Überblick über Themen bzw. Fragestellungen der Unterrichtsvorhaben unter Angabe besonderer Schwerpunkte in den Inhalten und in der Kompetenzentwicklung zu verschaffen.

Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Der schulinterne Lehrplan ist so gestaltet, dass er zusätzlichen Spielraum für Vertiefungen, besondere Interessen von Schülerinnen und Schülern, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z. B. Praktika, Studienfahrten o.Ä.) belässt. Abweichungen über die notwendigen Absprachen hinaus sind im Rahmen des pädagogischen Gestaltungsspielraumes der Lehrkräfte möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Berücksichtigung f

2.1. Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Einführungsphase

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**
Arbeitssicherheit im Chemieunterricht 2 UStd.	**Sicherheitsbelehrung** und Verhaltensregeln im Chemieunterricht und im Chemiefachraum nach Vorgaben der RISU	Inhaltsfeld Sicherheit – Sicherheitseinrichtungen – Sicherheitsregeln – Sicherheitsmaßnahmen	• **…** erläutern die Sicherheitsbestimmungen und -regeln im Chemiefachraum.
<u>Unterrichtsvorhaben I</u> **Die Anwendungsvielfalt der Alkohole** *Trinkalkohol: Gefahrstoff und Genussmittel?* *Die vielfältigen Einsatzgebiete von Alkoholen* ca. 30 UStd.	Einstiegsdiagnose zur Elektronenpaarbindung, zwischenmolekularen Wechselwirkungen, der Stoffklasse der Alkane und deren Nomenklatur https://www.youtube.com/watch?v=-Mb3wZmkbM8 Untersuchungen von Struktur-Eigenschaftsbeziehungen des Ethanols Experimentelle Erarbeitung der Oxidationsreihe der Alkohole Erarbeitung eines Fließschemas zum Abbau von Ethanol im menschlichen Körper Untersuchungen verschiedener Bindungsarten anhand ihrer Molekülgeometrie (EPA-Modell), z. B.:	**Inhaltsfeld Organische Stoffklassen** – funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe – Nomenklatur verschiedener organsicher Stoffklassen, z. B. Alkane – Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur, – Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) z. B. – Konstitutionsisomerie – intermolekulare Wechselwirkungen – Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen	• 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), • stellen auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge die Molekülgeometrie von Kohlenstoffverbindungen dar und erklären die Molekülgeometrie

	https://phet.colorado.edu/sims/html/molecule-shapes-basics/latest/molecule-shapes-basics_de.html Bewertungsaufgabe zur Frage Ethanol – Genuss- oder Gefahrstoff? und Berechnung des Blutalkoholgehaltes Untersuchung von Struktureigenschaftsbeziehungen weiterer Alkohole (z. B. als Lösemittel oder Frostschutzmittel) Recherche zur Funktion von Alkoholen in verschiedenen Einsatzgebiete (z. B. Kosmetik oder Biokraftstoffe) mit anschließender Bewertung		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), • beurteilen die Auswirkungen der Aufnahme von Ethanol hinsichtlich oxidativer Abbauprozesse im menschlichen Körper unter Aspekten der Gesunderhaltung (B6, B7, E1, E11, K6), (VB B Z6) • 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).
<u>Unterrichtsvorhaben II</u> **Säuren contra Kalk** *Wie kann ein Wasserkocher möglichst schnell entkalkt werden?* *Wie lässt sich die Reaktionsgeschwindigkeit*	Planung und Durchführung qualitativer Experimente zum Entkalken von Gegenständen aus dem Haushalt mit ausgewählten Säuren Definition der Reaktionsgeschwindigkeit und deren quantitative Erfassung durch Auswertung entsprechender Messreihen	**Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht** – Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit – Katalyse	• 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),

bestimmen und beeinflussen? ca. 14 UStd.	Erarbeitung der Funktionsweise eines Katalysators und Betrachtung unterschiedlicher Anwendungsbereiche in Industrie und Alltag, z. B.: https://static.klett.de/software/shockwave/prisma_chemie_ol/pc_pc02an310/index.html		• 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). (MKR 1.2)

Unterrichtsvorhaben III **Aroma- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln** *Vom Alkohol zum Arromastoff* *Fruchtiger Duft im Industriegebiet – Wenn mehr Frucht benötigt wird, als angebaut werden kann* ca. 16 UStd.	Erarbeitung der Stoffklasse der Carbonsäuren hinsichtlich ihres Einsatzes als Lebensmittelzusatzstoff und experimentelle Untersuchung der konservierenden Wirkung ausgewählter Carbonsäuren 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 Veranschaulichung des chemischen Gleichgewichts durch ausgewählte Modellexperimente (z. B. der Stechhberversuch) Bestimmen der Ausbeute chemischer Gleichgewichtsreaktionen nach	**Inhaltsfeld Organische Stoffklassen** – funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxylgruppe und Estergruppe – Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur, – intermolekulare Wechselwirkungen – Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen – Estersynthese **Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht** – Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (K_c)	• 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,

	Herleitung und Einführung des Massenwirkungsgesetzes Recherche und Diskussion über natürliche, naturidentische und synthetische Aromastoffe Bewertung des Einsatzes von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie		K5, K8, K13), (VB B Z3) • 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, K10). (MKR 1.2)
<u>Unterrichtsvorhaben IV:</u> **Kohlenstoffkreislauf und Klima** *Welche Auswirkungen hat ein Anstieg der Emission an Kohlenstoffdioxid auf den Klimawandel und die Versauerung der Meere?* *Welchen Beitrag kann die chemische Industrie durch die Produktion eines synthetischen Kraftstoffes zur Bewältigung der Klimakrise leisten?* ca. 18 UStd.	Fokussierung auf anthropogene Einflüsse hinsichtlich zusätzlicher Kohlenstoffdioxidemissionen – Ursachen und Folgen des Klimawandeln Erarbeitung des natürlichen Kohlenstoffkreislaufes Exemplarische Vertiefung durch experimentelle Erarbeitung des Kohlensäure-Kohlenstoffdioxid-Gleichgewichtes und Erarbeitung des Prinzips von Le Chatelier Beurteilen die Folgen des menschlichen Eingriffs in natürliche Stoffkreisläufe	**Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht** – Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier – natürlicher Stoffkreislauf – technisches Verfahren – Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck – Katalyse	• 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), • beurteilen den ökologischen wie ökonomischen Nutzen und die Grenzen der Beeinflussbarkeit chemischer Gleichgewichtslagen in einem technischen Verfahren (B3,

	Erarbeitung und Bewertung von Alternativen zu fossilen Brennstoffen (Alternatve Energien) z. B. der Methanolsynthese oder Förderung von Methanhydrat		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), (MKR 2.3, 5.2) • bewerten die Folgen eines Eingriffs in einen Stoffkreislauf mit Blick auf Gleichgewichtsprozesse in aktuell-gesellschaftlichen Zusammenhängen (B12, B13, B14, S5, E12, K13), (VB D Z3)

2.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase GK

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**
<u>Unterrichtsvorhaben I</u> **Saure und basische Reiniger im Haushalt** *Welche Wirkung haben Säuren und Basen in sauren und basischen Reinigern?* *Wie lässt sich die unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktionen Essigsäure mit Kalk und Salzsäure mit Kalk erklären?* *Wie lässt sich die Säure- bzw. Basenkonzentration bestimmen?* *Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?* ca. 32 UStd.	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 Vergleich der Reaktion von Kalk mit Essigreiniger und Urinsteinlöser auf Salzsäurebasis zur Wiederholung des chemischen Gleichgewichts und Ableitung des pKs-Werts von schwachen Säuren Experimente zur Konzentrationsbestimmung der Säuren- und Basenkonzentration z. B. in verschiedenen Reinigern (Essigreiniger, Urinsteinlöser, Abflussreiniger) mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt Erarbeitung von Praxistipps für die sichere Nutzung von Reinigern im Haushalt zur Beurteilung von sauren und basischen Reinigern hinsichtlich	**Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren** – Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (KS, pK_S, KB, pK_B), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (Kc), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken Säuren und starken Basen – analytische Verfahren: Nachweisreaktionen von Säurerestionen,,Säure-Base-Titrationen von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt) – energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Kalorimetrie – Ionengitter, Ionenbindung	• 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

	ihrer Wirksamkeit und ihres Gefahrenpotentials Experimentelle Untersuchung von Möglichkeiten zur Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen Materialgestützte Erarbeitung des Enthalpiebegriffs am Beispiel der Neutralisationsenthalpie im Kontext der fachgerechten Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen		(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 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), (MKR 2.1, 2.2) • beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren, Basen 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)
Unterrichtsvorhaben II **Salze – hilfreich und lebensnotwendig!** *Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salze?* *Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen?* ca 12 UStd.	Einstiegsdiagnose zur Ionenbindung Lernzirkel zu den Struktur-Eigenschaftbeziehungen von Salzen und zu ausgewählten Nachweisreaktionen verschiedener Ionen Recherche zur Verwendung, Wirksamkeit und möglichen Gefahren verschiedener ausgewählter Salze in Alltagsbezügen einschließlich einer kritischen Reflexion Materialgestützte Untersuchung der Lösungswärme verschiedener Salze zur Beurteilung der Eignung für den Einsatz in selbsterhitzenden und kühlenden Verpackungen Bewertungsaufgabe zur Nutzung von selbsterhitzenden Verpackungen	**Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren** – analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, – Kalorimetrie – Ionengitter, Ionenbindung	• deuten endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Berücksichtigung der Gitter- und Solvatationsenergie (S12, K8), • weisen ausgewählte Ionensorten (Halogenid-Ionen, Ammonium-Ionen, Carbonat-Ionen) salzartiger Verbindungen qualitativ nach (E5), • 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)
Unterrichtsvorhaben III **Mobile Energieträger im Vergleich** *Wie unterscheiden sich die Spannungen verschiedener Redoxsysteme?* *Wie sind Batterien und Akkumulatoren aufgebaut?* *Welcher Akkumulator ist für den Ausgleich von*	Diagnose bekannter Inhalte zu Redoxreaktionen und der Elektrochemie aus SI und EF Experimente zu Reaktionen von verschiedenen Metallen und Salzlösungen (Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen, Erarbeitung der Metallbindung), Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element): Messung von Spannung und Stromfluss (elektrochemische Doppelschicht)	**Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik** – Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen – Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung – Elektrolyse	• 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

Spannungsschwankungen bei regenerativen Energien geeignet? ca. 18 UStd.	virtuelles Messen von weiteren galvanischen Zellen, Berechnung der Zellspannung bei Standardbedingungen (Bildung von Hypothesen zur Spannungsreihe, Einführung der Spannungsreihe) Hypothesenentwicklung zum Ablauf von Redoxreaktionen und experimentelle Überprüfung Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle, Laden und Entladen eines Zink-Luft-Akkus (Vergleich galvanische Zelle – Elektrolyse) Lernzirkel zu Batterie- und Akkutypen Lernaufgabe: Bedeutung von Akkumulatoren für den Ausgleich von Spannungsschwankungen bei der Nutzung regenerativen Stromquellen		Zelle hinsichtlich der chemischen Prozesse auch mit digitalen Werkzeugen und berechnen die jeweilige Zellspannung (S3, S17, E6, K11), (MKR 1.2) • erläutern den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen und möglicher Zellspannungen (S10, S12, K9), • 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), • entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und -ionen und überprüfen diese experimentell (E3, E4, E5, E10), • ermitteln Messdaten ausgewählter galvanischer Zellen zur Einordnung in die elektrochemische Spannungsreihe (E6, E8), • 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), (VB D Z1, Z3)
<u>Unterrichtsvorhaben IV</u> **Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?** *Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener Energieträger freigesetzt?* *Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle?* *Welche Vor- und Nachteile hat die Verwendung der verschiedenen Energieträger?* ca. 19 UStd.	Entwicklung von Kriterien zum Autokauf in Bezug auf verschiedene Treibstoffe (Wasserstoff, Erdgas, Autogas, Benzin und Diesel) Aufstellen der Redoxreaktionen, energetische Betrachtung der Redoxreaktionen (Grundlagen der chemischen Energetik), Ermittlung der Reaktionsenthalpie, Berechnung der Verbrennungsenthalpie Wasserstoff als Autoantrieb: Verbrennungsreaktion in der Brennstoffzelle (Erarbeitung der heterogenen Katalyse); Aufbau der PEM-Brennstoffzelle Versuch: Elektrolyse von Wasser zur Gewinnung von Wasserstoff (energetische und stoffliche Betrachtung) 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	**Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik** – alternative Energieträger – energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse	• erläutern den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (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), (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)		
<u>Unterrichtsvorhaben V</u> **Korrosion von Metallen** *Wie kann man Metalle vor Korrosion schützen?* ca. 8 UStd.	Erarbeitung einer Mindmap von Korrosionsfolgen anhand von Abbildungen, Materialproben, Informationen zu den Kosten und ökologischen Folgen Experimentelle Untersuchungen zur Säure- und Sauerstoffkorrosion, Bildung eines Lokalelements, Opferanode Experimente zu Korrosionsschutzmaßnahmen entwickeln und experimentell überprüfen Diskussion der Nachhaltigkeit verschiedener Korrosionsschutzmaßnahmen	**Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik** – Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen – Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz	• 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) • erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S12, K8), • beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1). (VB D Z3)

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase II – Grundkurs (ca. 70 UStd.)			
Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** **Die Schülerinnen und Schüler**
<u>Unterrichtsvorhaben VI</u> **Vom Erdöl zum Kunststoff** *Wie lassen sich Kunststoffe aus Erdöl herstellen?* ca. 30 UStd.	Einstiegsdiagnose zu den organischen Stoffklassen (funktionelle Gruppen, Nomenklatur, Isomerie, Struktur-Eigenschaftsbeziehungen) Brainstorming zu Produkten, die aus Erdöl hergestellt werden, Fokussierung auf Herstellung von Plastiktüten (PE-Verpackungen) Materialgestützte Erarbeitung des Crackprozesses zur Herstellung von Ethen (Alkenen) als Ausgangsstoff für die Herstellung von Polyethylen Unterscheidung der gesättigten Edukte und ungesättigten Produkte mit Bromwasser Erarbeitung der Reaktionsmechanismen „radikalische Substitution“ und „elektrophile Addition“ Materialgestützte Vertiefung der Nomenklaturregeln für Alkane, Alkene, Alkine und Halogenalkane einschließlich ihrer Isomere	**Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie** – 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 – Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition – Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier **Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe** – Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation – Rohstoffgewinnung und -verarbeitung	• 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), • erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13), • erläutern die Reaktionsmechanismen der radikalischen Substitutions- und elektrophilen Additionsreaktion unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen auch mit digitalen Werkzeugen (S8, S9, S14, E9, K11), • 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), • recherchieren und bewerten Nutzen

	Materialgestützte Erarbeitung der Synthese des Polyethylens durch die radikalische Polymerisation Abschließende Zusammenfassung: Erstellung eines Schaubildes oder Fließdiagramms über den Weg vom Erdöl zum Kunststoff		und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B1, B11, K2, K4), • erläutern die Verknüpfung von Monomermolekülen zu Makromolekülen mithilfe 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),
<u>Unterrichtsvorhaben VII</u> **Kunststoffe – Werkstoffe für viele Anwendungsprodukte** *Welche besonderen Eigenschaften haben Kunststoffe?* *Wie lassen sich Kunststoff mit gewünschten Eigenschaften herstellen?* *Wie lassen sich Kunststoffe entsorgen?* ca. 20 UStd.	Anknüpfen an das vorangegangene Unterrichtsvorhaben anhand einer Recherche weiteren Verwendungsmöglichkeiten von Kunstsoffen (Verwendung, Herstellung, eingesetzte Monomere) Experimente zur Untersuchung der Kunststoffeigenschaften (u. a. Kratzfestigkeit, Bruchsicherheit, Verformbarkeit, Brennbarkeit) anhand von verschiedenen Kunststoffproben (z. B. PE, PP, PS, PVC, PET) Klassifizierung der Kunststoffe in Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere durch materialgestützte Auswertung der Experimente Materialgestützte Erarbeitung der Herstellung, Entsorgung und Untersuchung der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen ausgewählter Kunststoffe in	**Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie** – funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe – inter- und intramolekulare Wechselwirkungen – Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier **Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe** – Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere) – Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation – Rohstoffgewinnung und -verarbeitung	• 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), • erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13), • 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), • führen eigenständig geplante

	Alltagsbezügen (z. B. zu Funktionsbekleidung aus Polyester, zu Gleitschirmen aus Polyamid, zu chirurgischem Nahtmaterial aus Polymilchsäure, zu Babywindeln mit Superabsorber) Erarbeitung zur Entsorgung von Kunststoff-Abfällen (Deponierung, thermisches Recycling, rohstoffliches Recycling) mit anschließender Bewertung der verschiedenen Verfahren Bewertungsaufgabe von Kunststoffen aus Erdöl (z. B. Polyester) und nachwachsenden Rohstoffen (z. B. Milchsäure) hinsichtlich ihrer Herstellung, Verwendung und Entsorgung	– Recycling: Kunststoffverwertung	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), • 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).
<u>Unterrichtsvorhaben VIII</u> **Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln** *Welche Fette sind in Lebensmitteln enthalten?*	Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der	**Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie** – funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe,	• erläutern den Aufbau und die Eigenschaften von gesättigten und ungesättigten Fetten (S1, S11, S13), • erklären Redoxreaktionen in organischen Synthesewegen unter Berücksichtigung der Oxidationszahlen (S3, S11, S16),

Wie werden Ester in Kosmetikartikeln hergestellt? ca. 20 UStd.	Eigenschaften von ausgewählten fett- und ölhaltigen Lebensmitteln: • Aufbau und Eigenschaften (Löslichkeit) von gesättigten und ungesättigten Fetten • Experimentelle Unterscheidung von gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (Jodzahl) • Fetthärtung: Hydrierung von Fettsäuren (z. B. Demonstrationsversuch Hydrierung von Olivenöl mit Nickelkatalysator) und Wiederholung von Redoxreaktionen Materialgestützte Bewertung der Qualität von verarbeiteten Fetten auch in Bezug auf Ernährungsempfehlungen Experimentelle Erarbeitung der Synthese eines Fettesters (Ermittlung des chemischen Gleichgewichts und der Ausbeute, Einfluss von Konzentrationsänderungen – Le Chatelier, Bedeutung von Katalysatoren) Fortführung der tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (siehe UV VI, VII)	– Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, – Naturstoffe: Fette – Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier	• erklären die Estersynthese aus Alkanolen und Carbonsäuren unter Berücksichtigung der Katalyse (S4, S8, S9, K7), • 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), • beurteilen die Qualität von Fetten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Verarbeitung im Bereich der Lebensmitteltechnik und der eigenen Ernährung (B7, B8, K8).

2.3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase LK

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**
<u>Unterrichtsvorhaben I</u> **Saure und basische Reiniger** *Welche Wirkung haben Säuren und Basen in sauren und basischen Reinigern?* *Wie lässt sich die unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktionen Essigsäure*	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 Vergleich der Reaktion von Kalk mit Essigreiniger und Urinsteinlöser auf Salzsäurebasis zur Wiederholung des chemischen Gleichgewichts und	**Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren** – Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (KS, pK_S, KB, pK_B), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (Kc), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, Puffersysteme	• 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

mit Kalk und Salzsäure mit Kalk erklären?	zur Ableitung des pK_S-Werts von schwachen Säuren Ableitung des pK_B-Werts von schwachen Basen pH-Wert-Berechnungen von starken und schwachen Säuren und Basen in verschiedenen Reinigern (Essigreiniger, Urinsteinlöser, Abflussreiniger, Fensterreiniger)		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),
Wie lassen sich die Konzentrationen von starken und schwachen Säuren und Basen in sauren und alkalischen Reinigern bestimmen?	Praktikum zur Konzentrationsbestimmung Säuren und Basen in verschiedenen Reinigern auch unter Berücksichtigung mehrprotoniger Säuren Auswahl geeigneter Indikatoren im Rahmen der Konzentrationsbestimmung mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt Bestimmung der Essigsäurekonzentration in Aceto Balsamico zur Einführung der potentiometrischen pH-Wert-Messung einschließlich der Ableitung und Berechnung von Titrationskurven Alternativ Potentiometrie:	– Säure-Base-Titrationen (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve) potentiometrische pH-Wert-Messung	• 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), • sagen den Verlauf von Titrationskurven von starken und schwachen Säuren und Basen anhand der Berechnung der charakteristischen Punkte (Anfangs-pH-Wert, Halbäquivalenzpunkt, Äquivalenzpunkt) voraus (S10, S17), • werten pH-metrische Titrationen von ein- und mehrprotonigen Säuren aus und erläutern den Verlauf der Titrationskurven auch bei unvollständiger Protolyse (S9, E8,

Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen? ca. 52 UStd.	Projektunterricht zur Bestimmung des Säure-Gehalts in Lebensmitteln z. B.: - Zitronensäure in Orangen - Milchsäure in Joghurt - Oxalsäure in Rhabarber - Weinsäure in Weißwein - Phosphorsäure in Cola Experimentelle Untersuchung von Möglichkeiten zur Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen Materialgestützte Erarbeitung des Enthalpiebegriffs am Beispiel der Neutralisationsenthalpie im Kontext der fachgerechten Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen Erarbeitung von Praxistipps für die sichere Nutzung von Reinigern im Haushalt zur Beurteilung von sauren und basischen Reinigern hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihres Gefahrenpotentials	– energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie	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), (VB B/D Z3) • beurteilen verschiedene Säure-Base-Titrationsverfahren hinsichtlich ihrer Angemessenheit und Grenzen (B3, K8, K9), • 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), • 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> **Salze – hilfreich und lebensnotwendig!** *Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salze?* *Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen?* *Welche Bedeutung haben Salze für den menschlichen Körper?* ca. 26 UStd.	Einstiegsdiagnose zur Ionenbindung Praktikum zu den Eigenschaften von Salzen und zu ausgewählten Nachweisreaktionen der verschiedenen Ionen in den Salzen Untersuchung der Löslichkeit schwerlöslicher Salze zur Einführung des Löslichkeitsprodukts am Beispiel der Halogenid-Nachweise mit Silbernitrat Praktikum zur Untersuchung der Lösungswärme verschiedener Salze zur Beurteilung der Eignung für den Einsatz in selbsterhitzenden und kühlenden Verpackungen Materialgestützte Erarbeitung einer Erklärung von endothermen Lösungsvorgängen zur Einführung der Entropie Bewertungsaufgabe zur Nutzung von selbsterhitzenden Verpackungen	**Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren** - Puffersysteme - Löslichkeitsgleichgewichte - analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, - energetische Aspekte - Entropie - Ionengitter, Ionenbindung	• erläutern die Wirkung eines Puffersystems auf Grundlage seiner Zusammensetzung (S2, S7, S16), • berechnen den pH-Wert von Puffersystemen anhand der Henderson-Hasselbalch-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

	Recherche zur Verwendung, Wirksamkeit und möglichen Gefahren verschiedener ausgewählter Salze in Alltagsbezügen einschließlich einer kritischen Reflexion Recherche zur Bedeutung von Salzen für den menschlichen Körper (Regulation des Wasserhaushalts, Funktion der Nerven und Muskeln, Regulation des Säure-Base-Haushalts etc.) Materialgestützte Erarbeitung der Funktion und Zusammensetzung von Puffersystemen im Kontext des menschlichen Körpers (z. B. Kohlensäure-Hydrogencarbonatpuffer im Blut, Dihydrogenphosphat-Hydrogenphosphatpuffer im Speichel, Ammoniak-Ammoniumpuffer in der Niere) einschließlich der gesundheitlichen Folgen bei Veränderungen der pH-Werte in den entsprechenden Körperflüssigkeiten Anwendungsaufgaben zum Löslichkeitsprodukt im Kontext der menschlichen Gesundheit (z. B. Bildung von Zahnstein oder Nierensteine, Funktion von Magnesiumhydroxid als Antazidum)		Lösungsenthalpien verschiedener Salze unter Berücksichtigung der Entropie (S12, E8), • beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von 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)
<u>Unterrichtsvorhaben III</u> **Mobile Energieträger im Vergleich** *Welche Faktoren bestimmen die Spannung und die Stromstärke*	Analyse der Bestandteile von Batterien anhand von Anschauungsobjekten; Diagnose bekannter Inhalte aus der SI Experimente zu Reaktionen von verschiedenen Metallen und Salzlösungen (Redoxreaktionen als	**Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik** - Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen - - galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell),	• 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

zwischen verschiedenen Redoxsystemen? *Wie kann die Konzentration von Ionen ermittelt werden?* *Wie sind Batterien und Akkumulatoren aufgebaut?* *Wie funktioniert eine pH-Elektrode?* *Wie kann die Leistung von Akkumulatoren berechnet und bewertet werden?* ca. 30 USt.	Elektronenübertragungsreaktionen, Wiederholung der Ionenbindung, Erarbeitung der Metallbindung Bestimmung des Gehalts an Konservierungsmitteln bzw. Antioxidantien in Getränken (z. B. schwefliger Säure im Wein, Ascorbinsäure in Fruchtsäften) zur Einführung der Redoxtitration Bewertungsaufgabe zur kritischen Reflexion zur Nutzung von Konservierungsmitteln bzw. Antioxidantien anhand erhobener Messdaten Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element): Messung von Spannung und Stromfluss (elektrochemische Doppelschicht) Messen von weiteren galvanischen Zellen, Berechnung der Zellspannung bei Standardbedingungen (mithilfe von Animationen), Bildung von Hypothesen zur Spannungsreihe, Einführung der Spannungsreihe Hypothesenentwicklung zum Ablauf von Redoxreaktionen und experimentelle Überprüfung Messen der Zellspannung verschiedener Konzentrationszellen und Ableiten der Nernst-Gleichung zur Überprüfung der Messergebnisse Aufbau und Funktionsweise einer pH-Elektrode (Nernst-Gleichung)	Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung) - Elektrolyse	geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10), • wenden das Verfahren der Redoxtitration zur Ermittlung der Konzentration eines Stoffes begründet an (E5, S3, K10). • 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/D Z3) • • 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) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen sowie möglicher Zellspannungen (S10, S12, S16, K9), • erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen

	Anwendungsmöglichkeit der Nernst-Gleichung zur Bestimmung der Metallionenkonzentration Berechnung der Leistung verschiedener galvanischer Zellen auch unter Nicht-Standardbedingungen Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle, Laden und Entladen eines Zink-Luft-Akkus (Vergleich galvanische Zelle – Elektrolyse) Lernzirkel zu Batterie- und Akkutypen Lernaufgabe Bewertung: Vergleich der Leistung, Ladezyklen, Energiedichte verschiedener Akkumulatoren für verschiedene Einsatzgebiete; Diskussion des Einsatzes mit Blick auf nachhaltiges Handeln (Kriterienentwicklung)		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), • 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), • 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). (VB D Z1, Z3)
<u>Unterrichtsvorhaben IV</u> **Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?**	Entwicklung von Kriterien zum Autokauf in Bezug auf verschiedene Treibstoffe (Wasserstoff, Erdgas, Autogas, Benzin und Diesel)	**Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik**	• erläutern und vergleichen den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und

Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener Energieträger freigesetzt? *Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle?* *Wie beeinflussen Temperatur und Elektrodenmaterial die Leistung eines Akkus?* ca. 30 UStd.	Untersuchen der Verbrennungsreaktionen von Erdgas, Autogas, Wasserstoff, Benzin (Heptan) und Diesel (Heizöl): Nachweisreaktion der Verbrennungsprodukte, Aufstellen der Redoxreaktionen, energetische Betrachtung der Redoxreaktionen (Grundlagen der chemischen Energetik), Ermittlung der Reaktionsenthalpie, Berechnung der Verbrennungsenthalpie 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, Schülerversuch: Bestimmung des energetischen Wirkungsgrads der PEM-Brennstoffzelle Versuch: Elektrolyse von Wasser zur Gewinnung von Wasserstoff (energetische und stoffliche Betrachtung, Herleitung der Faraday-Gesetze) Herleitung der Gibbs-Helmholtz-Gleichung mit Versuchen an einem Kupfer-Silber-Element und der Brennstoffzelle	Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen - Redoxtitration - - Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung) - alternative Energieträger - Energiespeicherung - energetische Aspekte: Erster Hauptsatz und Zweiter der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse	Technik (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), • 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

	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 Lernaufgabe: Wasserstoff – Bus, Bahn oder Flugzeug? Verfassen eines Beitrags für ein Reisemagazin (siehe Unterstützungsmaterial).		ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess auch rechnerisch (E2, E4, E7, S16, S 17, K2), • bewerten auch unter Berücksichtigung des energetischen Wirkungsgrads fossile und elektrochemische Energiequellen (B2, B4, K3, K12). (VB D Z1, Z3)
<u>Unterrichtsvorhaben V</u> **Korrosion von Metallen** *Wie kann man Metalle nachhaltig vor Korrosion schützen?* ca. 12 UStd.	Erarbeitung einer Mindmap von Korrosionsfolgen anhand von Abbildungen, Materialproben, Informationen zu den Kosten und ökologischen Folgen Experimentelle Untersuchungen zur Säure- und Sauerstoffkorrosion, Bildung eines Lokalelements, Opferanode Experimente zu Korrosionsschutzmaßnahmen entwickeln und experimentell überprüfen (Opferanode, Galvanik mit Berechnung von abgeschiedener Masse und benötigter Ladungsmenge) Diskussion der Nachhaltigkeit verschiedener Korrosionsschutzmaßnahmen Lern-/Bewertungsaufgabe: Darstellung der elektrolytischen	**Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik** - Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung) - Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz	• 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), (VB D Z3) • diskutieren ökologische und ökonomische Aspekte der elektrolytischen Gewinnung eines Stoffes unter Berücksichtigung der Faraday-Gesetze (B10, B13, E8,

	Metallgewinnungsmöglichkeiten und Berechnung der Ausbeute im Verhältnis der eingesetzten Energie		K13), (VB D Z 3) • beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1). (VB D Z3)

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase II – Leistungskurs (ca. 114 UStd.)			
Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** **Die Schülerinnen und Schüler …**
<u>Unterrichtsvorhaben VI</u> **Vom Erdöl zum Kunststoff** *Aus welchen Kunststoffen bestehen Verpackungsmaterialien und welche Eigenschaften haben diese Kunststoffe?* *Wie lassen sich aus Erdöl Kunststoffe herstellen?* *Wie werden Kunststoff entsorgt?* ca. 44 UStd.	Einstiegsdiagnose zu den organischen Stoffklassen (funktionelle Gruppen, Nomenklatur, Isomerie, Struktur-Eigenschaftsbeziehungen) Recherche zu verschiedenen Kunststoffen (z. B. Name des Kunststoffs, Monomere) für Verpackungsmaterialien anhand der Recyclingzeichen Praktikum zur Untersuchung von Kunststoffeigenschaften anhand von Verpackungsmaterialien (u. a.	**Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie** – 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, Chiralität – inter- und intramolekulare Wechselwirkungen – Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung,	• 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), • erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13), • erläutern auch mit digitalen Werkzeugen die Reaktionsmechanismen unter Berücksichtigung der spezifischen

	Kratzfestigkeit, Bruchsicherheit, Verformbarkeit, Brennbarkeit) Materialgestützte Auswertung der Experimente zur Klassifizierung der Kunststoffe Materialgestützte Erarbeitung des Crackprozesses zur Herstellung von Ethen (Alkenen) als Ausgangsstoff für die Herstellung von Polyethylen Unterscheidung der gesättigten Edukte und ungesättigten Produkte mit Bromwasser Erarbeitung der Reaktionsmechanismen „radikalische Substitution“ und „elektrophile Addition“ Vertiefende Betrachtung des Mechanismus der elektrophilen Addition zur Erarbeitung des Einflusses der Substituenten im Kontext der Herstellung wichtiger organischer Rohstoffe aus Alkenen (u. a. Alkohole, Halogenalkane) Materialgestützte Vertiefung der Nomenklaturregeln für Alkane, Alkene, Alkine und Halogenalkane einschließlich ihrer Isomere Vertiefende Betrachtung der Halogenalkane als Ausgangsstoffe für wichtige organische Produkte (u. a. Alkohole, Ether) zur Erarbeitung der Mechanismen der nucleophilen Substitution erster und zweiter Ordnung	Kondensationsreaktion (Estersynthese) **Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe** – Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere) – Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation (Mechanismus der radikalischen Polymerisation) – Rohstoffgewinnung und -verarbeitung – Recycling: Kunststoffverwertung, Wertstoffkreisläufe – technisches Syntheseverfahren	Reaktionsbedingungen (S8, S9, S14, E9, K11), • 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), • recherchieren und bewerten Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter selbst entwickelten Fragestellungen (B1, B11, K2, K4), • 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

	Anlegen einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (mit dem Ziel einer fortlaufenden Ergänzung) Materialgestützte Erarbeitung der radikalischen Polymerisation am Beispiel von LD-PE und HD-PE einschließlich der Unterscheidung der beiden Polyethylen-Arten anhand ihrer Stoffeigenschaften Lernaufgabe zur Entsorgung von PE-Abfällen (Deponierung, thermisches Recycling, rohstoffliches Recycling) mit abschließender Bewertung der verschiedenen Verfahren Abschließende Zusammenfassung: Erstellung eines Schaubildes oder Fließdiagramms über den Weg einer PE-Verpackung (Plastiktüte) von der Herstellung aus Erdöl bis hin zur möglichen Verwertung Recherche zu weiteren Kunststoff-Verpackungen (z. B. PS, PP, PVC) zur Erarbeitung von Stoffsteckbriefen und Experimenten zur Trennung von Verpackungsabfällen Materialgestützte Bewertung der verschiedenen Verpackungskunststoffe z. B. nach der Warentest-Methode		Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5, S10, K1, K2), • erläutern ein technisches Syntheseverfahren (S8, S9), • planen zielgerichtet anhand der Eigenschaften verschiedener Kunststoffe Experimente zur Trennung und Verwertung von Verpackungsabfällen (E4, S2), • 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), • bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8),
Unterrichtsvorhaben VII	Materialgestützte Erarbeitung der Herstellung von Polyestern und	**Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie**	• stellen den Aufbau der Moleküle (Konstitutionsisomerie,

Werkstoffe nach Maß *Wie werden Werkstoffe für funktionale Regenbekleidung hergestellt und welche besonderen Eigenschaften haben diese Werkstoffe?* *Welche besonderen Eigenschaften haben Werkstoffe aus Kunststoffen und Nanomaterialien und wie lassen sich diese Materialien herstellen?* *Welche Vor- und Nachteile haben Kunststoffe und Nanoprodukte mit spezifischen Eigenschaften?* ca. 34 UStd.	Recycling-Polyester einschließlich der Untersuchung der Stoffeigenschaften der Polyester Erarbeitung der Eigenschaften von Nanopartikeln (Größenordnung von Nanopartikeln, Reaktivität von Nanopartikeln, Eigenschaften von Oberflächenbeschichtungen auf Nanobasis) Materialgestützte Erarbeitung des Aufbaus und der Eigenschaften eines Laminats für Regenbekleidung mit DWR (durable water repellent) - Imprägnierung auf Nanobasis Arbeitsteilige Erarbeitung der Struktur, Herstellung, Eigenschaften, Entsorgungsmöglichkeiten, Besonderheiten ausgewählter Kunststoffe Dekontextualisierung: Prinzipien der Steuerung der Stoffeigenschaften für Kunststoffe und Nanoprodukte einschließlich einer Bewertung der verschiedenen Werkstoffe Fortführung einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen	– funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe – inter- und intramolekulare Wechselwirkungen **Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe** – Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere) – Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation – Rohstoffgewinnung und -verarbeitung – Recycling: Kunststoffverwertung, Wertstoffkreisläufe – Nanochemie: Nanomaterialien, Nanostrukturen, Oberflächeneigenschaften	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), • erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13), • erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund der molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad, Anzahl und Wechselwirkung verschiedenartiger Monomere) (S11, S13), • erläutern ein technisches Syntheseverfahren auch unter Berücksichtigung der eingesetzten Katalysatoren (S8, S9), • beschreiben Merkmale von Nanomaterialien am Beispiel von Alltagsprodukten (S1, S9), • führen eigenständig geplante Experimente zur Untersuchung von Eigenschaften organischer Werkstoffe durch und werten diese aus (E4, E5), • 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), • 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), • beurteilen die Bedeutung der Reaktionsbedingungen für die Synthese eines Kunststoffs im Hinblick auf Atom- und Energieeffizienz, Abfall- und Risikovermeidung sowie erneuerbare Ressourcen (B1, B10), • recherchieren in verschiedenen Quellen die Chancen und Risiken von Nanomaterialien am Beispiel eines Alltagsproduktes und bewerten diese unter Berücksichtigung der Intention der Autoren (B2, B4, B13, K2, K4),
<u>Unterrichtsvorhaben VIII</u> **Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln**	Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der	**Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie** – funktionelle Gruppen verschiedener	• erläutern den Aufbau und die Eigenschaften von gesättigten und ungesättigten Fetten (S1, S11, S13), • erklären Redoxreaktionen in

Welche Fette sind in Lebensmitteln enthalten? *Wie werden Ester in Kosmetikartikeln hergestellt?* Ca. 20 Std.	Eigenschaften von ausgewählten fett- und ölhaltigen Lebensmitteln: • Aufbau und Eigenschaften (Löslichkeit) von gesättigten und ungesättigten Fetten • Experimentelle Unterscheidung von gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (Jodzahl) • Fetthärtung: Hydrierung von Fettsäuren (z. B. Demonstrationsversuch Hydrierung von Olivenöl mit Nickelkatalysator) und Wiederholung von Redoxreaktionen, Oxidationszahlen Materialgestützte Bewertung der Qualität von verarbeiteten Fetten auch in Bezug auf Ernährungsempfehlungen Experimentelle Erarbeitung der Synthese eines Fettesters (Mechanismus der Estersynthese, Ermittlung des chemischen Gleichgewichts und der Ausbeute, Einfluss von Konzentrationsänderungen – Le Chatelier, Bedeutung von Katalysatoren) 8) Fortführung einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen	Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe – Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) – Reaktionsmechanismus der Kondensationsreaktion (Estersynthese) – Prinzip von Le Chatelier – Naturstoffe: Fette	organischen Synthesewegen unter Berücksichtigung der Oxidationszahlen (S3, S11, S16), • erklären die Estersynthese aus Alkanolen und Carbonsäuren unter Berücksichtigung der Katalyse (S4, S8, S9, K7), • 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), • 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), • beurteilen die Qualität von Fetten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Verarbeitung im Bereich der Lebensmitteltechnik und der eigenen Ernährung (B7, B8, K8), • erläutern ein technisches Syntheseverfahren auch unter Berücksichtigung der eingesetzten Katalysatoren (S8, S9), 9)
<u>Unterrichtsvorhaben IX</u>	Materialgestützte und experimentelle Erarbeitung von Farbstoffen im Alltag	**Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie**	• beschreiben den Aufbau und die Wirkungsweise eines Katalysators

Die Welt ist bunt *Warum erscheinen uns einige organische Stoffe farbig?* ca. 16 UStd**.**	• Farbigkeit und Licht • Farbe und Struktur (konjugierte Doppelbindungen, Donator-Akzeptorgruppen, Mesomerie) • Klassifikation von Farbstoffen nach ihrer Verwendung und strukturellen Merkmalen • Schülerversuch: Identifizierung von Farbstoffen in Alltagsprodukten durch Dünnschichtchromatographie Synthese eines Farbstoffs mithilfe einer Lewis-Säure an ein aromatisches System: • Erarbeitung des Reaktionsmechanismus der elektrophilen Substitution am Aromaten • Beschreiben der koordinativen Bindung der Lewis-Säure als Katalysator der Reaktion Bewertung recherchierter Einsatzmöglichkeiten verschiedene Farbstoffe in Alltagsprodukten Fortführung einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen	– Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems – Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität – inter- und intramolekulare Wechselwirkungen – Reaktionsmechanismus der, elektrophile Erstsubstitution – Koordinative Bindung: Katalyse – Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung – Analytische Verfahren: Chromatografie	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), • trennen mithilfe eines chromatografischen Verfahrens Stoffgemische und analysieren ihre Bestandteile durch Interpretation der Retentionsfaktoren (E4, E5), • interpretieren Absorptionsspektren ausgewählter Farbstofflösungen (E8, K2), • 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),

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

3 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

Geeignete Problemstellungen und Kontexte sind wesentliche Elemente des Chemieunterrichts. Dabei fördert und fordert eine aktive Teilnahme der Lernenden und berücksichtigt die individuellen Lernwege der einzelnen Schülerinnen und Schüler. Die Lernenden erhalten Gelegenheit zu selbstständiger Arbeit und werden dabei unterstützt.

Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Einzel-, Partner- bzw. Gruppenarbeit sowie Arbeit in kooperativen Lernformen. Für das Fach Chemie ist das Experiment ist zentrales fachmethodisches Instrument der Erkenntnisgewinnung, wobei durch die experimentelle Ausrichtung die Lernprozesse bei Schülerinnen und Schülern unterstützt werden. Im Chemieunterricht wird durch Einsatz von Schülerexperimenten Umwelt- und Verantwortungsbewusstsein gefördert und eine aktive Sicherheits- und Umwelterziehung erreicht. Er folgt dem Prinzip der Exemplarität und gibt den Lernenden die Gelegenheit, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten möglichst anschaulich in den ausgewählten Problemen zu erkennen. Der Chemieunterricht bietet nach Erarbeitungsphasen immer auch Phasen der Metakognition, in denen zentrale Aspekte von zu erlernenden Kompetenzen reflektiert werden. Dabei wird auf eine angemessene Fach- und Allgemeinsprache geachtet. Schülerinnen und Schüler werden zu regelmäßiger, sorgfältiger und selbstständiger Dokumentation der erarbeiteten Unterrichtsinhalte angehalten.

Der Chemieunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen und deren Teilziele für die Schülerinnen und Schüler transparent. Dabei können Diagnoseinstrumente zur Feststellung des jeweiligen Kompetenzstandes der Schülerinnen und Schüler durch die Lehrkraft, aber auch durch den Lernenden selbst eingesetzt werden. Der Unterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung und des Transfers auf neue Aufgaben sowie zu selbstständigem Aufarbeiten von Unterrichtsinhalten.

4 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

s. Anlage

5 Lehr- und Lernmittel

EF und Q-Phase: Chemie heute

6. Qualitätssicherung und Evaluation

Evaluation des schulinternen Curriculums

Das schulinterne Curriculum stellt keine starre Größe dar, sondern ist als „lebendes Dokument“ zu betrachten. Dementsprechend werden die Inhalte stetig überprüft, um ggf. Modifikationen vornehmen zu können. Die Fachkonferenz trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches Chemie bei.

Die Evaluation erfolgt jährlich. Zu Schuljahresbeginn werden die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres in der Fachschaft gesammelt, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen und Handlungsschwerpunkte formuliert.
Die folgende Tabelle stellt eine Möglichkeit zur Dokumentation dar.

Kriterien		**Ist-Zustand Auffälligkeiten**	**Änderungen/ Konsequenzen/ Perspektivplanung**	**Wer** (Verantwortlich)	**Bis wann** (Zeitrahmen)
Funktionen					
Fachvorsitz					
Stellvertreter					
Sonstige Funktionen (im Rahmen der schulprogrammatischen fächerübergreifenden Schwerpunkte)					
Ressourcen					
personell	Fachlehrer/in				
	Lerngruppen				
	Lerngruppengröße				
	…				
räumlich	Fachraum				
	Bibliothek				
	Computerraum				
	Raum für Fachteamarb.				
	…				
materiell/ sachlich	Lehrwerke				
	Fachzeitschriften				
	…				
zeitlich	Abstände Fachteamarbeit				
	Dauer Fachteamarbeit				
	…				

Unterrichtsvorhaben				
Leistungsbewertung/ Einzelinstrumente				
Leistungsbewertung/Grundsätze				