



König-Wilhelm-Gymnasium Höxter

Schulinterner Lehrplan

der Fachschaft Chemie

(Fassung vom 20.09.2024)

Inhalt

1	Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit	3
2	Entscheidungen zum Unterricht.....	5
2.1	Abfolge verbindlicher Unterrichtsvorhaben	6
2.2	Grundsätze der fachdidaktischen und fachmethodischen Arbeit	51
2.3	Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	52
2.4	Lehr- und Lernmittel.....	53
3	Prüfung und Weiterentwicklung des schulinternen Lehrplans	54

1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Um den **Unterricht** mit starker Kompetenzerwerbsorientierung praktisch und möglichst schülerorientiert zu gestalten, stehen in den MINT-Fächern modern ausgestattete Fachräume und Sammlungen zur Verfügung, die sichere und ausgezeichnete Experimental- und Präsentationsmöglichkeiten bieten. Neben experimentgeeigneten Tischen und neuen Stühlen sind die Fachräume mit modernen Smartboards, Whiteboards sowie Deckenprojektoren und Laptops ausgestattet. Aufbewahrungsschränke für schülerorientiertes Experimentieren und die Anbindung von Messgeräten an die Multimedia-Ausstattung sind vorhanden.

Im gesamten Gebäude ist durch mobile Medienwagen mit Laptops und Netzwerk-ausstattung in allen Räumen zudem ein individuelles Arbeiten mit modernsten audio-visuellen Methoden und Internetnutzung möglich.

Außerschulische Lernorte gehörten im KWG zum Schulprogramm. Schülerinnen und Schüler mit dem Fach Naturwissenschaften im Wahlpflicht-Bereich können z.B. im *b!lab* (<http://www.biolabor-beverungen.de>) biotechnologische Versuche im Labor durchführen. Auch das in Höxter ansässige *Hex-Lab* (<https://www.th-owl.de/schueler-labor-hoexter/>) oder das *teutolab* der Universität Bielefeld (<https://www.uni-bielefeld.de/teutolab/>) können von Klassen und Kursen genutzt werden.

Kooperationen

Durch die regionale Lage bedingt, ist es dem KWG leider nicht möglich unterrichtliche Kooperationen mit anderen Gymnasien sinnvoll einzubinden und z.B. kooperative Leistungskurse anzubieten. Seit 2015 jedoch bietet die Chemie-Fachschaft den Grundschulen im höxteraner Umfeld eine Kooperation in Form einer *Chemie-AG für Grundschüler* an. Über einen Zeitraum von 6 bis 8 Wochen kommen bis zu 20 SuS der Grundschule zum KWG und experimentieren hier unter Anleitung von SuS des Chemie-Leistungskurses zu Themen aus dem Alltag. So geht es unter anderem um ganz einfache Stoffeigenschaften, wie Löslichkeit, Härte, Leitfähigkeit, Form etc.; es wird aber auch der Frage nachgegangen, wie Brause funktioniert oder warum Rotkohl manchmal Blaukraut sein kann. Chemie-Lehrer des KWG werden auch als Experten bei Lernepochen in die Grundschulen eingeladen, um den Grundschüler_Innen das Fach Chemie vorzustellen. Innerhalb dieser Zusammenarbeit findet ein reger Austausch mit den Grundschullehrkräften zur MINT-Förderung statt. Aber auch für die Schüler_Innen der Chemieleistungskurse sind dies lehrreiche Stunden, um auch mal als Lehrpersonal wirken zu können

Chemie wird im Fächerkanon erst ab JgSt. 7 unterrichtet, über die MINT-AG können die Schüler_Innen aber auch schon ab Klasse 5 in diese Naturwissenschaft hineinschnuppern. In den JgSt. 9/10 können die Schüler_Innen ihr Interesse am Fach Chemie im Fach Naturwissenschaften (https://www.kwg-hoexter.de/downloads/MINT/WP_Naturwissenschaften.pdf) vertiefen.

Stundentafel KWG

	Sekundarstufe I, G9						Sekundarstufe II	
Klasse	5	6	7	8	9	10	Erprobungsstufe	Qualifikationsstufe
Chemie	0	0	2	1	2	2	GK: 3 WoStd	GK: 3 WoStd

								LK: 5-WoStd
MINT-Differenzierung					2/3	2/3		

Legende: GK: Grundkurs, LK: Leistungskurs, WoStd: Wochenstunden

Differenzierung Naturwissenschaften (https://www.kwg-hoexter.de/downloads/MINT/WP_Naturwissenschaften.pdf)

Die Differenzierungskurse finden in einem Umfang von je drei Wochenstunden statt, es werden je Schulhalbjahr 2 schriftliche Leistungsnachweise erbracht. Je einmal in JgSt. 9 und 10 findet ein Projekttag statt, in dem die Differenzierungskurse ganztägig an einem Thema arbeiten.

Kooperationen mit Firmen in der Umgebung

Im Rahmen der Berufsfelderkundung in JgSt. 9 sowie der Studienbörse und des Schüler-praktikums in JgSt. 10 und 11 pflegt das KWG regen Kontakt mit in Höxter und dem Umland angesiedelten MINT-Firmen, z.B.:

- Fa. Wentus Kunststoff GmbH <https://www.wentus.de>
- Fa. Gronemeyer Maschinenbau <http://new.gronemeyer-conveyor.com/>
- Fa. Gebr. Becker, <https://www.gebr-becker.com>
- Fa. Symrise, <https://www.symrise.com/de/>
- Fa. Stiebel Eltron, <https://www.stiebel-eltron.de/>
- Fa. Arntz Optibelt <https://www.optibelt.com/>
- Fa. Phoenix Contact <https://www.phoenixcontact.com/>

MINT-Frühförderung

Seit 2015 geht das Angebot an Grundschulen eine Chemie-AG für Grundschüler_Innen zu nutzen. Für die SuS aus dem Leistungskurs Chemie des KWG ist dies zugleich eine Chance sich als Lernbegleiter zu versuchen. In den vergangenen Jahren war dies nicht selten der Anstoß, sich Gedanken über ein entsprechendes Lehramts-Studium oder ein Studium allgemein im MINT-Bereich zu machen.

Tag der offenen Tür – KWG-erleben

Auch der Tag der offenen Tür ist in jedem Jahr sehr stark von den MINT-Fächern geprägt, so gab es in diversen Themenräumen informatives, anschauliches und experimentelles zu erleben. In Mathematik und Biologie können die Grundschüler_Innen der Klasse 4 am Schnupperunterricht teilnehmen.

Chemie-Fachschaft: Themenraum zum Thema Alkohol: Herstellung/ Gärung/ Konzentrationsbestimmung, Wirkung und Gefahren von Alko-hol auf den Körper. Vorstellung der Experimental-Show *Zau-berhafte Chemie* des Chemie-Leistungskurses der JgSt. 12 an mehreren Terminen

2 Entscheidungen zum Unterricht

2.1 Abfolge verbindlicher Unterrichtsvorhaben

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 Schülerinnen und Schüler...
<u>Unterrichtsvorhaben I</u> Die Anwendungsvielfalt der Alkohole <i>Kann Trinkalkohol gleichzeitig Gefahrstoff und Genussmittel sein?</i> <i>Alkohol(e) auch in Kosmetikartikeln?</i> ca. 30 UStd.	Einstiegsdiagnose zur Elektronenpaarbindung, zwischenmolekularen Wechselwirkungen, der Stoffklasse der Alkane und deren Nomenklatur Untersuchungen von Struktur-Eigenschaftsbeziehungen des Ethanols Experimentelle Erarbeitung der Oxidationsreihe der Alkohole Erarbeitung eines Fließschemas zum Abbau von Ethanol im menschlichen Körper Bewertungsaufgabe zur Frage Ethanol – Genuss- oder Gefahrstoff? und	Inhaltsfeld Organische Stoffklassen - funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe und Estergruppe - Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur - Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) - Konstitutionsisomerie	- 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),

	Berechnung des Blutalkoholgehaltes Untersuchung von Struktureigenschaftsbeziehungen weiterer Alkohole in Kosmetikartikeln Recherche zur Funktion von Alkoholen in Kosmetikartikeln mit anschließender Bewertung	• intermolekulare Wechselwirkungen • Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen • Estersynthese	• 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), • 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 <i>Wie kann ein Wasserkocher möglichst schnell entkalkt werden?</i> <i>Wie lässt sich die Reaktionsgeschwindigkeit bestimmen und beeinflussen?</i> ca. 14 UStd.	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 Materialgestützte Erarbeitung der Funktionsweise eines Katalysators und Betrachtung unterschiedlicher Anwendungsbereiche in Industrie und Alltag	Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht • 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	• erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9), • definieren die Durchschnittsgeschwindigkeit chemischer Reaktionen und ermitteln diese grafisch aus experimentellen Daten (E5, K7, K9), • überprüfen aufgestellte Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit durch Untersuchungen des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion (E3, E4, E10, S9), • stellen den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf molekularer Ebene mithilfe der Stoßtheorie auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge

			dar und deuten die Ergebnisse (E6, E7, E8, K11). (MKR 1.2)
Unterrichtsvorhaben III Aroma- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln 1. <i>Fußnoten in der Speisekarte – Was verbirgt sich hinter den sogenannten E-Nummern?</i> 2. 3. <i>Fruchtiger Duft im Industriegebiet – Wenn mehr Frucht benötigt wird als angebaut werden kann</i> ca. 16 UStd.	Materialgestützte 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 Diskussion um die Ausbeute nach Herleitung und Einführung des Massenwirkungsgesetzes	Inhaltsfeld Organische Stoffklassen - 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	- 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

	Erstellung eines informierenden Blogeintrages, der über natürliche, naturidentische und synthetische Aromastoffe aufklärt Bewertung des Einsatzes von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie	Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht • 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	zu deren Konsum ab (B5, B9, B10, 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 4. <i>Welche Auswirkungen hat ein Anstieg der Emission an</i>	Materialgestützte Erarbeitung des natürlichen Kohlenstoffkreislaufes Fokussierung auf anthropogene Einflüsse hinsichtlich zusätzlicher Kohlenstoffdioxidemissionen	Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht • Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit	• erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9), • beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes

<i>Kohlenstoffdioxid auf die Versauerung der Meere?</i> 5. 6. <i>Welchen Beitrag kann die chemische Industrie durch die Produktion synthetischer Kraftstoffe zur Bewältigung der Klimakrise leisten?</i> ca. 20 UStd.	Exemplarische Vertiefung durch experimentelle Erarbeitung des Kohlensäure-Kohlenstoffdioxid-Gleichgewichtes und Erarbeitung des Prinzips von Le Chatelier Materialgestützte Erarbeitung der Methanolsynthese im Rahmen der Diskussion um alternative Antriebe in der Binnenschifffahrt Bewertungsaufgabe zu Chancen und Gefahren des menschlichen Eingriffs in natürliche Stoffkreisläufe.	• Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (Kc) • natürlicher Stoffkreislauf • technisches Verfahren • Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck • Katalyse	wichtiges 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, B10, B12, E12), • analysieren und beurteilen im Zusammenhang mit der jeweiligen Intention der Urhebererschaft 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)
--	--	--	--

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 <i>Welche Wirkung haben Säuren und Basen in sauren und basischen Reinigern?</i> <i>Wie lässt sich die unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktionen Essigsäure mit Kalk und Salzsäure mit Kalk erklären?</i> <i>Wie lässt sich die Säure- bzw. Basenkonzentration bestimmen?</i>	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 pK_s-Werts von schwachen Säuren Praktikum zur Konzentrationsbestimmung der Säuren- und Basenkonzentration in verschiedenen Reinigern (Essigreiniger, Urinsteinlöser,	Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren • 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)	• 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),

<i>Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?</i> ca. 32 UStd.	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 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	• energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Kalorimetrie • Ionengitter, Ionenbindung	• 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 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 Ergeb-
--	---	---	--

			nisse 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). (VB B Z3)
<u>Unterrichtsvorhaben II</u>	Einstiegsdiagnose zur Ionenbindung	Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren	• deuten endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Berücksichtigung der Gitter-

Salze – hilfreich und lebensnotwendig! <i>Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salze?</i> <i>Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen?</i> ca. 12 – 14 UStd.	Praktikum zu den Eigenschaften von Salzen und zu ausgewählten Nachweisreaktionen der verschiedenen Ionen in den Salzen 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	• 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	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)
<u>Unterrichtsvorhaben III</u> Mobile Energieträger im Vergleich	Analyse der Bestandteile von Batterien anhand von Anschauungsobjekten; Diagnose bekannter Inhalte aus der SI	Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik	• erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des Donator-Akzeptor-Konzepts (S7, S12, K7),

<i>Wie unterscheiden sich die Spannungen verschiedener Redoxsysteme?</i> <i>Wie sind Batterien und Akkumulatoren aufgebaut?</i> <i>Welcher Akkumulator ist für den Ausgleich von Spannungsschwankungen bei regenerativen Energien geeignet?</i> ca. 18 UStd.	Experimente zu Reaktionen von verschiedenen Metallen und Salzlösungen (Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen, Wiederholung der Ionenbindung, Erarbeitung der Metallbindung) Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element): Messung von Spannung und Stromfluss (elektrochemische Doppelschicht) 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)	• 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	• nennen die metallische Bindung und die Beweglichkeit hydratisierter Ionen als Voraussetzungen für einen geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10), • erläutern den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle hinsichtlich der chemischen Prozesse auch mit digitalen Werkzeugen und berechnen die jeweilige Zellspannung (S3, S17, E6, K11), (MKR 1.2) • erläutern den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen und möglicher Zellspannungen (S10, S12, K9), • erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S12, K8),
--	--	--	---

	Lernzirkel zu Batterie- und Akkutypen Lernaufgabe: Bedeutung von Akkumulatoren für den Ausgleich von Spannungsschwankungen bei der Nutzung regenerativen Stromquellen		- 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?	Entwicklung von Kriterien zum Autokauf in Bezug auf verschiedene Treibstoffe (Wasserstoff, Erdgas, Autogas, Benzin und Diesel)	Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik	erläutern den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator,

<i>Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener Energieträger freigesetzt?</i> <i>Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle?</i> <i>Welche Vor- und Nachteile hat die Verwendung der verschiedenen Energieträger?</i> ca. 19 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: Verbrennungsreaktion in der Brennstoffzelle (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) Podiumsdiskussion zum Einsatz der verschiedenen Energieträger im	• 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	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
---	---	--	--

	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 unter Einbeziehung des Elektroantriebs aus UV III)		elektrochemische Energiewandler hinsichtlich Effizienz und Nachhaltigkeit auch mithilfe von recherchierten thermodynamischen Daten (B2, B4, E8, K3, K12), (VB D Z1, Z3)
<u>Unterrichtsvorhaben V</u> Korrosion von Metallen <i>Wie kann man Metalle vor Korrosion schützen?</i> 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 • Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung • Elektrolyse • alternative Energieträger • Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz	• 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

		• energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse	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
Unterrichtsvorhaben I Saure und basische Reiniger <i>Welche Wirkung haben Säuren und Basen in sauren und basischen Reinigern?</i> <i>Wie lässt sich die unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktionen Essigsäure mit Kalk und Salzsäure mit Kalk erklären?</i>	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 zur Ableitung des pK_S-Werts von schwachen Säuren	Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren • 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-	• 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),

<i>Wie lassen sich die Konzentrationen von starken und schwachen Säuren und Basen in sauren und alkalischen Reinigern bestimmen?</i> <i>Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?</i> ca. 40 UStd.	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) zur Auswahl geeigneter Indikatoren im Rahmen der Konzentrationsbestimmung mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt Praktikum zur Konzentrationsbestimmung Säuren und Basen in verschiedenen Reinigern auch unter Berücksichtigung mehrprotoniger Säuren Erarbeitung von Praxistipps für die sichere Nutzung von Reinigern im Haushalt zur Beurteilung von sauren und basischen Reinigern hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihres Gefahrenpotentials	Base-Titrations (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung • energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie • Entropie • Ionengitter, Ionenbindung	• 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 (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 durch
--	--	---	--

	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		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).
--	---	--	---

Unterrichtsvorhaben II Salze – hilfreich und lebensnotwendig! <i>Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salze?</i> <i>Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen?</i> <i>Welche Bedeutung haben Salze für den menschlichen Körper?</i> 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	Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren 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-Wert-Messung energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie 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 Solvationsenergie 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 ver-
--	---	---	--

	Bewertungsaufgabe zur Nutzung von selbsterhitzenden Verpackungen 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		schiedener 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)
--	--	--	--

	den entsprechenden Körperflüssigkeiten Anwendungsaufgaben zum Löslichkeitsprodukt im Kontext der menschlichen Gesundheit (z. B. Bildung von Zahnstein oder Nierensteine, Funktion von Magnesiumhydroxid als Antazidum)		
<u>Unterrichtsvorhaben III</u> Mobile Energieträger im Vergleich <i>Welche Faktoren bestimmen die Spannung und die Stromstärke zwischen verschiedenen Redoxsystemen?</i> <i>Wie sind Batterien und Akkumulatoren aufgebaut?</i>	Analyse der Bestandteile von Batterien anhand von Anschauungsobjekten; Diagnose bekannter Inhalte aus der SI Experimente zu Reaktionen von verschiedenen Metallen und Salzlösungen (Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen, Wiederholung der Ionenbindung, 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, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung) Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung) Redoxtitration	• erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des Donator-Akzeptor-Konzepts (S7, S12, K7), • nennen die metallische Bindung und die Beweglichkeit hydratisierter Ionen als Voraussetzungen für einen geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10), • erläutern den Aufbau und die Funktionsweise galvanischer Zellen hinsichtlich der chemischen Prozesse auch mithilfe digitaler Werkzeuge und be-

<i>Wie kann die Leistung von Akkumulatoren berechnet und bewertet werden?</i> ca. 24 USt.	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 Berechnung der Leistung verschiedener galvanischer Zellen auch unter Nicht-Standardbedingungen Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle, Laden und Entladen eines Zink-Luft-Akkus	alternative Energieträger Energiespeicherung Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse	rechnen 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 (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
---	--	--	--

	(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)		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). (VB D Z1, Z3)
<u>Unterrichtsvorhaben IV</u> Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft? <i>Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener</i>	Entwicklung von Kriterien zum Autokauf in Bezug auf verschiedene Treibstoffe (Wasserstoff, Erdgas, Autogas, Benzin und Diesel) Untersuchen der Verbrennungsreaktionen von Erdgas, Autogas, Wasserstoff, Benzin (Heptan) und Diesel (Heizöl): Nachweisreaktion	Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik • Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen • galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische	• 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),

<i>Energieträger freigesetzt?</i> <i>Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle?</i> <i>Wie beeinflussen Temperatur und Elektrodenmaterial die Leistung eines Akkus?</i> ca. 30 UStd.	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)	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 und Zweiter der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse	• 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),
---	--	---	--

	Herleitung der Gibbs-Helmholtz-Gleichung mit Versuchen an einem Kupfer-Silber-Element und der Brennstoffzelle 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).		• 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, 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>	Erarbeitung einer Mindmap von Korrosionsfolgen anhand von Ab-	Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik	• berechnen Stoffumsätze unter Anwendung der Faraday-Gesetze (S3, S17),

Korrosion von Metallen <i>Wie kann man Metalle nachhaltig vor Korrosion schützen?</i> ca. 12 UStd.	bildungen, 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 Metallgewinnungsmöglichkeiten und Berechnung der Ausbeute im Verhältnis der eingesetzten Energie	• Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen • galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektrogenasmodell), 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	• 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, K13), (VB D Z 3) • beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen
--	--	--	---

			und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1). (VB D Z3)
<u>Unterrichtsvorhaben VI</u> Quantitative Analyse von Produkten des Alltags <i>Wie hoch ist die Säure-Konzentration in verschiedenen Lebensmitteln?</i> ca. 18 UStd.	Wiederholung der Konzentrationsbestimmung mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt am Beispiel der Bestimmung des Essigsäuregehalts in Speiseessig Bestimmung der Essigsäurekonzentration in Aceto Balsamico zur Einführung der potentiometrischen pH-Wert-Messung einschließlich der Ableitung und Berechnung von Titrationskurven Aufbau und Funktionsweise einer pH-Elektrode (Nernst-Gleichung) Anwendungsmöglichkeit der Nernst-Gleichung zur Bestimmung der Metallionenkonzentration	Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (K_S , pK_S , K_B , pK_B), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (K_c), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, Puffersysteme Löslichkeitsgleichgewichte analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrations (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie Entropie Ionengitter, Ionenbindung	- 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), - 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

	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 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	Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik 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,	Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8), (VB B/D Z3) • beurteilen verschiedene Säure-Base-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). • ermitteln die Ionenkonzentration von ausgewählten Metall- und Nichtmetallionen mithilfe der Nernst-Gleichung aus Messdaten galvanischer Zellen (E6, E8, S17, K5)
--	---	--	---

		Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse	
--	--	--	--

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 zu Anwendungsprodukten (z. B. Plastiktüte, Legosteine, etc.) <i>Wie lässt sich Polyethylen aus Erdöl herstellen?</i> <i>Wie werden Polyethylen-Abfälle entsorgt?</i>	1. Aufgabengeleitete Wiederholungsphase zu den organischen Stoffklassen (funktionelle Gruppen, Nomenklatur, Isomerie, Struktur-Eigenschaftsbeziehungen, Optional: Trennverfahren: Chromatographie (Papier- und Dünnschichtchromatographie, Gaschromatographie)) 2. Brainstorming zu Produkten, die aus Erdöl hergestellt werden 3. Video- und materialgestützte Wdh. der Erdölraffination	Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie - funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe - Alkene, Alkine, Halogenalkane, Aliphaten vs. Aromaten - Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) - Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie)	- stellen den Aufbau von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Halogenalkane, Alkene, Alkine und Alkanole 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

ca. 30 UStd.	4. Erarbeitung des Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution im Kontext „FCKW und Ozonschicht“ 5. Materialgestützte Erarbeitung des Crackprozesses zur Herstellung von Ethen (Alkenen) zur Anwendung als Feinchemikalie 6. Unterscheidung der gesättigten Edukte und ungesättigten Produkte mit Bromwasser 7. Erarbeitung des Reaktionsmechanismus der „elektrophile Addition“ 8. Materialgestützte Vertiefung der Nomenklaturregeln für Alkane, Alkene, Alkine und Halogenalkane einschließlich ihrer Isomere	• inter- und intramolekulare Wechselwirkungen • Wechselwirkung zwischen mobiler und stationärer Phase, Retentionszeit und Durchflussrate • Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition (<u>Markovnikov-Regel</u>) • <u>Beilsteinprobe</u> als Nachweisreaktion halogener KWs (nur theoretisch) • Nachweisreaktion der C=C-Doppelbindung mittels Bromzahlbestimmung • Optional Thermodynamische Inhalte, z.B. Verbrennungsenthalpie der Kohlenwasserstoffe, Hess'scher Satz.	der spezifischen Reaktionsbedingungen auch mit digitalen Werkzeugen (S8, S9, S14, E9, K11), • schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen)) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10), • recherchieren und bewerten Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B1, B11, K2, K4), • beschreiben den Weg eines Anwendungsproduktes von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5, S10, K1, K2), •
<u>Unterrichtsvorhaben VII</u>	1. Erarbeitung der nukleophilen Substitution (nur Bruttoreaktion!) als Alternative zur Synthese von	Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie	• erläutern den Aufbau und die Eigenschaften von gesättigten und

Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln <i>Welche Fette sind in Lebensmitteln enthalten?</i> <i>Wie werden Ester in Kosmetikartikeln hergestellt?</i> ca. 20 UStd.	Alkoholen durch elektrophile Addition • Herstellung von Alkanolen, Alkanonen und Alkansäuren durch weitere Oxidation. • Einführung der alkoholischen Wertigkeit, • Additions-/Elimierungs-Mechanismus der Veresterung/ Synthese von Fetten sowie der Esterhydrolyse. • Wdh. Massenwirkungsgesetz und Gleichgewichtslage/ LeChatelier/ Veresterung und Esterhydrolyse als reversible Reaktionen/ Verseifung als Sonderfall. Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten fett- und ölhaltigen Lebensmitteln:	• funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe • Alkene, Alkine, Halogenalkane • Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) • Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie) • inter- und intramolekulare Wechselwirkungen • Naturstoffe: Fette • Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier • Reaktionsmechanismus: Additions- und Eliminierungsmechanismus	ungesättigten Fetten (S1, S11, S13), • erklären Redoxreaktionen in organischen Synthesewegen unter Berücksichtigung der Oxidationszahlen (S3, S11, S16), • erklären die Estersynthese aus Alkanolen und Carbonsäuren unter Berücksichtigung der Katalyse (S4, S8, S9, K7), • 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),
---	--	---	--

	• 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		• beurteilen die Qualität von Fetten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Verarbeitung im Bereich der Lebensmitteltechnik und der eigenen Ernährung (B7, B8, K8).
<u>Unterrichtsvorhaben VIII</u> Kunststoffe – Werkstoffe für viele Anwendungsprodukte	Recherche zu Kunststoffen für Verpackungsmaterialien (Verwendung, Herstellung, eingesetzte Monomere) Praktikum zur Untersuchung der Kunststoffeigenschaften (u. a. Kratzfestigkeit, Bruchsicherheit,	Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie • Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie)	• 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)

<i>Welche besonderen Eigenschaften haben Kunststoffe?</i> <i>Wie lassen sich Kunststoff mit gewünschten Eigenschaften herstellen?</i> ca. 20 UStd.	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 Gruppenpuzzle zur Erarbeitung der Herstellung, Entsorgung und Untersuchung der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen ausgewählter Kunststoffe in Alltagsbezügen (Expertengruppen z. B. zu Funktionsbekleidung aus Polyester, zu Gleitschirmen aus Polyamid, zu chirurgischem Nahtmaterial aus Polymilchsäure, zu Babywindeln mit Superabsorber) Bewertungsaufgabe von Kunststoffen aus Erdöl (z. B. Polyester) und nachwachsenden Roh-	• inter- und intramolekulare Wechselwirkungen • Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, Additions- und Eliminierungsmechanismus • Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe • Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere) • Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation, Polykondensation • Polymerblends Copolymerisate • Retrosynthese • Rohstoffgewinnung und -verarbeitung	• 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 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),
---	--	--	--

	stoffen (z. B. Milchsäure) hinsichtlich ihrer Herstellung, Verwendung und Entsorgung	• Recycling: Kunststoffverwertung • Optional: Rollenspiel Klimakonferenz	• 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)
--	--	---	--

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 VII</u> Vom Erdöl zu Anwendungsprodukten (z. B. Plastiktüte, Legosteine, etc.)	1. Aufgabengeleitete Wiederholungsphase zu den organischen Stoffklassen (funktionelle Gruppen, Nomenklatur, Isomerie, Struktur-Eigenschaftsbeziehungen, Trennverfahren: Chromato-	Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie • funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe	• stellen den Aufbau von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Halogenalkane, Alkene, Alkine und Alkanole auch mit digitalen Werkzeugen dar und berücksichtigen dabei auch ausgewählte Isomere (S1, E7, K11),

<i>Wie lässt sich Polyethylen aus Erdöl herstellen?</i> <i>Wie werden Polyethylen-Abfälle entsorgt?</i> ca. 30 UStd.	graphie (Papier- und Dünnschichtchromatographie, Gaschromatograph) 2. Brainstorming zu Produkten, die aus Erdöl hergestellt werden 3. Video- und materialgestützte Wdh. der Erdölraffination 4. Erarbeitung des Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution im Kontext „FCKW und Ozonschicht“ 5. Materialgestützte Erarbeitung des Crackprozesses zur Herstellung von Ethen (Alkenen) zur Anwendung als Feinchemikalie 6. Unterscheidung der gesättigten Edukte und ungesättigten Produkte mit Bromwasser	- Alkene, Alkine, Halogenalkane, Aliphaten vs. Aromaten - Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) - Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie) - inter- und intramolekulare Wechselwirkungen - Wechselwirkung zwischen mobiler und stationärer Phase, Retentionszeit und Durchflussrate - Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition (<u>Markovnikov-Regel</u>) <u>Beilsteinprobe</u> als Nachweisreaktion halogener KWs (nur theoretisch) - Nachweisreaktion der C=C-Doppelbindung mittels Bromzahlbestimmung	- 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)) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10), - recherchieren und bewerten Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B1, B11, K2, K4), - beschreiben den Weg eines Anwendungsproduktes von der Roh-
---	---	---	---

	7. Erarbeitung des Reaktionsmechanismus der „elektrophile Addition“ 8. Materialgestützte Vertiefung der Nomenklaturregeln für Alkane, Alkene, Alkine und Halogenalkane einschließlich ihrer Isomere	Optional Thermodynamische Inhalte, z.B. Verbrennungsenthalpie der Kohlenwasserstoffe, Hess'scher Satz.	stoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5, S10, K1, K2),
<u>Unterrichtsvorhaben VIII</u> <u>Thalidomid – der Wirkstoff von Con-tagan und seine Folgen</u> <u>Wie kann Thalidomid synthetisiert werden?</u> Warum wirken die Enantiomere von Thalidomid unterschiedlich?	- Erarbeitung der nukleophilen Substitution am Beispiel der Thalidomid-Synthese - Einführung von Chiralität und der Benennung chiraler Moleküle am Beispiel von Thalidomid - Pro- und Contradiskussion zur klinischen Untersuchung von Wirkstoffen	Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie - funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Amine, Ether, Heterocyclen (aliphatisch), Phenylrest (instruktiv) - Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) - Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Konfigurationsisomerie, Chiralität, CIP-Nomenklatur	- stellen den Aufbau von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Alkanole, Alkansäuren, Ether und Amide 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 nukleophilen Substitution unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen auch mit digitalen Werkzeugen (S8, S9, S14, E9, K11),

		- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen - Reaktionsmechanismen: Nukleophile Substitution, SN1 und SN2	- recherchieren und bewerten Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B1, B11, K2, K4), - beschreiben den Weg eines Anwendungsproduktes von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5, S10, K1, K2),
<u>Unterrichtsvorhaben IX</u> Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln <i>Welche Fette sind in Lebensmitteln enthalten?</i>	- Herstellung von Alkanalen, Alkanonen und Alkansäuren durch weitere Oxidation. - Einführung der alkoholischen Wertigkeit, - Additions-/Elimierungs-Mechanismus der Veresterung/ Synthese von Fetten sowie der Esterhydrolyse. - Wdh. Massenwirkungsgesetz und Gleichgewichtslage/ LeChatelier/ Veresterung und Esterhydrolyse als reversible Reaktionen/ Verseifung als Sonderfall.	Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie - funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe - Alkene, Alkine, Halogenalkan - Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)	- 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), - 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

<i>Wie werden Ester in Kosmetikartikeln hergestellt?</i> ca. 20 UStd.	Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der 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	• Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie) • inter- und intramolekulare Wechselwirkungen • Naturstoffe: Fette • Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier • Reaktionsmechanismus: Additions- und Eliminierungsmechanismus	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).
---	--	---	--

<u>Unterrichtsvorhaben</u> <u>X</u> Kunststoffe – Werkstoffe für viele Anwendungsprodukte <i>Welche besonderen Eigenschaften haben Kunststoffe?</i> <i>Wie lassen sich Kunststoff mit gewünschten Eigenschaften herstellen?</i> ca. 20 UStd.	Recherche zu Kunststoffen für Verpackungsmaterialien (Verwendung, Herstellung, eingesetzte Monomere) Praktikum 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 Gruppenpuzzle zur Erarbeitung der Herstellung, Entsorgung und Untersuchung der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen ausgewählter Kunststoffe in Alltagsbezügen (Expertengruppen z. B. zu Funktionsbekleidung aus Polyester, zu Gleitschirmen aus Polyamid, zu chirurgischem	Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie - Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie) - inter- und intramolekulare Wechselwirkungen - Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, Additions- und Eliminierungsmechanismus Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe - Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere) - Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation, Polykondensation	- 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 Experimente zur Untersuchung von Eigenschaften organischer Werkstoffe durch und werten diese aus (E4, E5),
--	---	--	---

	Nahtmaterial aus Polymilchsäure, zu Babywindeln mit Superabsorber) Bewertungsaufgabe von Kunststoffen aus Erdöl (z. B. Polyester) und nachwachsenden Rohstoffen (z. B. Milchsäure) hinsichtlich ihrer Herstellung, Verwendung und Entsorgung	• Polymerblends Copolymerisate • Retrosynthese • Rohstoffgewinnung und -verarbeitung • Recycling: Kunststoffverwertung • Optional: Rollenspiel Klimakonferenz	• 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).
<u>Unterrichtsvorhaben XI</u>	Präsentationsgestützte und experimentelle Erarbeitung von Proteinen	Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie	• 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

Proteine – wichtige Bausteine des Lebens Wie sind Proteine chemisch aufgebaut? Wie sind sie von äußeren Faktoren abhängig? Warum sind diese für den Körper so wichtig?		Chemischer Aufbau, räumliche Struktur, Peptidbindung, Wechselwirkung innerhalb des Makromoleküls Einfluss von Temperatur, pH-Wert Optional: Aufbau und Funktionsweise von Molekülen	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),
<u>Unterrichtsvorhaben XII</u> Die Welt ist bunt <i>Warum erscheinen uns einige organische Stoffe farbig?</i>	Materialgestützte und experimentelle Erarbeitung von Farbstoffen im AlltagFarbigkeit und Licht Farbe und Struktur (konjugierte Doppelbindungen, Donator-Akzeptorgruppen, Mesomerie) Klassifikation von Farbstoffen nach ihrer Verwendung und strukturellen Merkmalen	Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems Mesomerie, inter- und intramolekulare Wechselwirkungen Reaktionsmechanismen: elektrophile Erst- und Zweitsubstitution	• beschreiben den Aufbau und die Wirkungsweise eines Katalysators unter Berücksichtigung des Konzepts der koordinativen Bindung als Wechselwirkung von Metallkationen mit freien Elektronenpaaren (S13, S15), • erklären die Reaktivität eines aromatischen Systems anhand der Struktur und erläutern in diesem Zusammenhang die Mesomerie (S9, S13, E9, E12),

ca. 16 UStd.	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	Koordinative Bindung: Katalyse Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung Funktionsweise von Säure/Base-Indikatoren Analytische Verfahren: Photometrie	• 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).
--	--	--	---

2.2 Grundsätze der fachdidaktischen und fachmethodischen Arbeit

Überfachliche Grundsätze:

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

2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Grundsätzlich folgt die Leistungsurteilung den allgemeinen Grundsätzen zur Leistungsbeurteilung des KWG und den Vorgaben durch den schulinternen Lehrplan Chemie sowohl in den Sekundarstufen I und II. Ergänzend gilt für die Chemie:

1. Der Lehrer kann die Mappen-Bewertung ankündigen und dokumentieren. Üblicherweise erfolgt dies allerdings nur in Klasse 7. Die Qualität der Mappen-Führung geht in die sonstigen

Mitarbeitsnote ein. Kriterien: Vollständigkeit, Inhalt, Übersichtlichkeit und Gestaltung.

2. Die Unterrichtsdokumentation erfolgt auf kariertem Din-A-4 Papier, bzw. auf kariertem digitaler Vorlage. Von den Lernenden ist ein „dokumentenechter“ Schreiber (Tintenfüller, bzw. Kugelschreiber in blauer oder schwarzer Farbe) zu verwenden. Bei Zeichnungen sind Lineal und Bleistift zu benutzen. Der Einsatz von Tintenkiller ist nicht erwünscht, Korrekturen er-

folgen durch sauberes Durchstreichen.

3. Die Kopfzeile auf dem Klausurbogen enthält Fach, Klausurnummer, Schuljahr, Kursnummer, Datum, Name (und falls von der Schulleitung vorgesehen das KWG-Logo). Die SuS verwenden im Wahlpflichtbereich sowie in der GOST karierte Klausurbögen. Jeder Bogen ist von den Schülern mit dem eigenen Namen zu versehen sowie am Ende der Klausur durchnummerieren. In der SI können die Kursarbeiten in Absprache mit der Lehrkraft im Din-A4-Heft

(kariert) erfolgen.

4. Zum jeweiligen Quartalsende wird den Lernenden der Leistungsstand mitgeteilt. Innerhalb dieser Besprechung wird eine Selbsteinschätzung seitens der SchülerInnen eingefordert. Nach Bedarf findet betreffend des Fachs Chemie, aber auch darüber hinaus eine Beratung zum schulischen sowie beruflichen Werdegang statt.

2.4 Lehr- und Lernmittel

Sekundarstufe I, JgSt. 7 – 10:

Gietz, P.; Nelle P.; Schumacher, E.; et. al.: *7 - 10 Elemente Chemie NRW G9*, Ernst Klett Verlag Stuttgart, Leipzig, 1. Auflage 2020

Sekundarstufe II, EF:

Gietz, P.; Nelle, P.: *Einführungsphase Elemente Chemie NRW*, Ernst Klett Verlag Stuttgart, Leipzig, 1. Auflage 2022

Sekundarstufe II, Q1 und Q2:

Gietz, P.; et al.: *Oberstufe Elemente Chemie NRW*, Ernst Klett Verlag Stuttgart, Leipzig, 1. Auflage 2023

2.5 Evaluation

Die Evaluation des MINT-Programms erfolgt über die Wahlen durch die SuS sowohl in den MINT-AGs, den Wahlen der Schwerpunktfächer in der Mittelstufe, sowie der Leistungskurse in der Oberstufe. Evaluation innerhalb des Unterrichts soll üblicherweise durch die Fachlehrer erfolgen, die zu Beginn des Schuljahres auf den Fachschafts-konferenzen berichten. Auch die Kolleg_Innen mit Prüfungen im Abiturfach A1-4 berichten in diesen Konferenzen über Erfolg oder Schwierigkeiten.

3 Prüfung und Weiterentwicklung des schulinternen Lehrplans

Die Evaluation und Weiterentwicklung des schulinternen Curriculums im Fach Chemie des König-Wilhelm-Gymnasiums erfolgt in einem systematischen Prozess, der eng mit den Zielen des Schulprogramms verknüpft ist. Dabei werden regelmäßig die Lerninhalte, Methoden und didaktischen Konzepte auf ihre Aktualität, Relevanz und Wirksamkeit überprüft. Lehrkräfte, Eltern und Schüler*innen nehmen aktiv an Feedbackschleifen, deren Ergebnisse in die Optimierung des Lehrplans einfließen. Die Rückkopplung an das Schulprogramm gewährleistet, dass die fachspezifischen Inhalte mit den übergeordneten Bildungszielen der Schule, wie z. B. der Förderung naturwissenschaftlicher Kompetenzen und der individuellen Förderung, übereinstimmen. So wird eine kontinuierliche Verbesserung gewährleistet.

Die Ergebnisse der Evaluation und Weiterentwicklung des schulinternen Curriculums werden dem Koordinator für Unterrichts- und Schulentwicklung mitgeteilt. Diese Ergebnisse fließen dynamisch in die Schwerpunktsetzung der Schulentwicklung und in die Fortbildungsplanung ein.